

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
Инженерная школа информационных технологий и робототехники

МОЛОДЕЖЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сборник трудов
XX Международной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

20–22 марта 2023 г.

Томск 2023

УДК 378:004(063)
ББК Ч481.23л0
М75

Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XX
М75 Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 20–22 марта 2023 г.) / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 413 с.

Сборник содержит доклады, представленные на XX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», прошедшей в Томском политехническом университете на базе Инженерной школы информационных технологий и робототехники. Материалы сборника отражают доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, принятые к обсуждению на секциях: «Искусственный интеллект и машинное обучение», «Цифровизация, поддержка принятия решений, медицинские ИС», «Цифровой дизайн и технологии компьютерной графики», «Технология больших данных», «Мехатроника и робототехника», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Сборник предназначен для специалистов в области информационных технологий, студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

УДК 378:004(063)
ББК Ч481.23л0

Редакционная коллегия

А.С. Фадеев, к.т.н., директор ИШИТР ТПУ, председатель оргкомитета;
Н.Г. Марков, д.т.н., профессор ОИТ ИШИТР ТПУ, председатель программного комитета; сопредседатель 1-й секции;
В.Г. Спицын, д.т.н., профессор ОИТ ИШИТР ТПУ, заместитель председателя программного комитета, сопредседатель 1-й секции;
О.М. Гергет, д.т.н., профессор ОИТ ИШИТР ТПУ, заместитель председателя оргкомитета, сопредседатель 2-й секции;
А.О. Савельев, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ, сопредседатель 2-й секции;
М.С. Кухта, д.ф.н., профессор ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 3-й секции;
Е.В. Вехтер, к.пед.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, сопредседатель 3-й секции;
А.В. Шкляр, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, сопредседатель 3-й секции;
Е.И. Губин, к.ф.-м.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ, председатель 4-й секции;
Самуел Рагланд Франсис Натзина Джуанита, ассистент ОИТ ИШИТР ТПУ, сопредседатель 4-й секции;
А.В. Киселев, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 5-й секции;
М.С. Суходоев, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР ТПУ, председатель 6-й секции;
А.М. Богдан, ведущий эксперт орг. отдела ИШИТР, секретарь конференции;
В.А. Коровкин, ассистент ИШИТР, программист ЦИТ ТПУ.

Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание представленной информации ответственность несут авторы

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

ГЕНЕРАЦИЯ МУЗЫКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА <i>БАБИНОВ Д.А., МАРУХИНА О.В.</i>	11
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПАКТНЫХ МОДЕЛЕЙ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ КЛАССА YOLO ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ <i>БЕЛЯЕВ С.И.</i>	16
РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ <i>ИВАНОВА Ю.А., БОРН Р.С., ГОРДЕЕВ К.Е.</i>	19
PROMPT ENGINEERING – ТЕХНОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ С НЕЙРОСЕТЬЮ <i>БРЕХОВА А.Г.</i>	22
ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ РОБАСТНОСТИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ <i>ВУЙЧИК Е.Д.</i>	24
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ GRAMIAN ANGULAR FIELD ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ ОБРАЗОВ <i>ГОМОРОВ А.Л.</i>	26
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ <i>ГОРЕЛОВА Т., КОРОСТЕЛЕВ Д.А.</i>	29
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ <i>ДОЛМАТОВ Д.О.</i>	32
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ <i>ЕМЕЛЬЯНОВ А.С.</i>	34
МОДЕЛЬ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ <i>КЛЕКОВКИН В.А.</i>	37
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕГМЕНТАЦИОННЫХ МАСОК <i>ЛАПТЕВ В.В., ГЕРГЕТ О.М.</i>	40
ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУР СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СНИМКОВ ДЕРЕВЬЕВ СИБИРСКОЙ ПИХТЫ <i>МАЛКИН А.Ю., МЫЦКО Е.А.</i>	42
ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЛНОСВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СНИМКОВ ПОВРЕЖДЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ <i>МАЧУКА М.К.Р.</i>	45
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ГЕНЕРАТИВНО-СОСЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕТИ <i>МОНГУШ Т.В., КУУЛАР Ч.Т.</i>	48
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ СЕМЕЙСТВА YOLO <i>МУНЬКО А.С., МАРКОВ Н.Г.</i>	51
СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ СЕМЕЙСТВА YOLO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МУЛЬТИКЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>НЕБАБА С.Г.</i>	54

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА <i>НЕБЕРА М.В.</i>	57
A NOVEL END-TO-END MACHINE LEARNING APPROACH FOR COVID-19 DETECTION BASED ON ECG IMAGES <i>YASSER NIZAMLI</i>	59
DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR SEGMENTATION OF NATURAL TYPES OF UNDERLYING SURFACES CHARACTERISTIC FOR THE AUTUMN SIBERIAN URBAN TERRAIN <i>ОТТ G. V.</i>	61
ОБНАРУЖЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ ДЗЗ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ U-NET <i>ПЕТРОВСКИЙ В.В.</i>	64
ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯСЯ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ ДЗЗ <i>ПЕТРОВСКИЙ В.В., ДРУКИ А.А.</i>	66
ПЕРЕВОД РУССКОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА НА SQL <i>ПОЛОНСКИЙ М.И., САВЕЛОВ Д.Ю., ГУБИН Е.И.</i>	68
СОЗДАНИЕ ВИДЕО-ПЕРЕВОДЧИКА ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON <i>ПУШКАРЕВА М.А., ЦАПКО И.В.</i>	70
РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ КОНДЕНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ <i>ТЕНИКОВ К.А., КОЧКИН А.С.</i>	72
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV4-CSP ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ МУЛЬТИКЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>ТКАЧЕВ С.А.</i>	75
PIPELINE USED FOR SEGMENTATION OF ORGANS IN THE HUMAN BODY USING MEDICAL IMAGING INTERACTION TOOLKIT (MITK) <i>TORO M.L., AKSYONOV S.V.</i>	78
ВЫЯВЛЕНИЕ ТИПА ЛИЧНОСТИ ПО МВТИ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ <i>ТРЕТЬЯКОВ Д.А.</i>	80
ОБНАРУЖЕНИЕ ЭМОЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВОЛН ЭЭГ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА XGBOOST <i>ФАДЕЛ В.В.</i>	83
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ T5 ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ НАЗВАНИЙ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ НА ОСНОВЕ ИХ АННОТАЦИЙ <i>ХНЫКИН А.В., ШЕСТАКОВ И.И., ВАЛОВ А.Н., КУЛИНЕНКО В.И., СМИРНОВ Е.В.</i>	85
АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ОСНОВЕ U-СЕТИ С ОСТАТОЧНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ МОДУЛЯ INSERTION (IRDNU-NET) <i>ЦЯО ИНЬСЮАНЬ, ИВАНОВА Ю.А.</i>	87
СЕКЦИЯ 2. ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗДОРОВЬЯ <i>ЛАПНИНА Е.В.</i>	90
ЦИФРОВИЗАЦИЯ (СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ) И СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ НА ПРИМЕРЕ ТЕОРИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ <i>АРДАШКИН И.Б., НЕБЕРА М.В.</i>	92
РАЗРАБОТКА WEB ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ <i>ЛАПТЕВ Н.В., КАВЕРИНА И.С., ТОЛМАЧЕВ И.В.</i>	95

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ <i>Прокудин А.А., Силич М.П.</i>	97
МЕХАНИЗМЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В КОНСТРУИРОВАНИЕ КУРСОВ И СИСТЕМА РЕЙТИНГОВ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МЕТАДИЗАЙНА <i>Каприлова К.М., Сополаев Н.А., Булатицкий Д.И.</i>	100
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЭКССУДАТА В ИЗОБРАЖЕНИИ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА <i>Мусса Авалдугубах</i>	102
ПОДСИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЛЮДЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПОМОЩЬЮ БПЛА <i>Селифонтов А.А.</i>	105
К РАЗРАБОТКЕ ЯЗЫКА ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ <i>Кодиров Ф.М., Старолетов С.М.</i>	108
СОЗДАНИЕ TELEGRAM-БОТА НА PYTHON <i>Зарубин В.А., Семченко О.П.</i>	111
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДОСТУПА СТУДЕНТАМ ТПУ К АКАДЕМИЧЕСКИМ И УЧЕБНЫМ СЕРВИСАМ <i>Фадеев А.С., Куртуков Д.А., Скорых В.Р.</i>	114
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ <i>Гавричкина А.В., Соколова В.В.</i>	117
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ <i>Марцияш Д.А., Дорофеев В.А.</i>	120
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТЕЧКИ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ СОТРУДНИКА <i>Гончаренко Д.А., Самойлов И.С., Жуковский О.И.</i>	122
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЛОНТЁРСТВА В ТПУ <i>Чернова О.А., Соколова В.В.</i>	125
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРИЮТА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ <i>Чудакова Я.В., Соколова В.В.</i>	128
РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ <i>Ковалев Д.Е., Попов В.Н., Волков Ю.В.</i>	130
ТЕСТИРОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА БАЗЕ ИСТОРИЙ БОЛЕЗНИ ПАЦИЕНТОВ С РОЖИСТЫМИ ВОСПАЛЕНИЯМИ <i>Кушечева М.Н.</i>	133
COMPOSITE HEALTH INDEX BASED ON HEART RATE VARIABILITY <i>Gurzharov V.A.</i>	136
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ В ПРИЛОЖЕНИИ «МОЕ ЗДОРОВЬЕ» <i>Коваль Д.И.</i>	139
СЛОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА C++ В GOLANG-СЕРВИСЕ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРА ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ» <i>Тимшин В.Р., Коровкин В.А.</i>	142

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ <i>КУЗНЕЦОВ И.Е.</i>	145
--	-----

**СЕКЦИЯ 3. ЦИФРОВОЙ ДИЗАЙН
И ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

ИЗУЧЕНИЕ ВЕНДИНГОВЫХ АВТОМАТОВ И СПОСОБЫ ИХ КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ <i>АНТОНОВА А.А., ДАВЫДОВА Е.М.</i>	149
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ С УЧЁТОМ ПСИХОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРИЯТИЯ <i>БЕЛЯЕВА А.В., ДАВЫДОВА Е.М.</i>	152
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА В ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ И ВИДЕО МАТЕРИАЛАХ <i>БУРНЫШЕВА Е.С., ДАВЫДОВА Е.М.</i>	155
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ BLENDER ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЕКТОВ <i>ГАРИФУЛЛИН Ф.А., БЕЛЯЕВ А.С., КИСЕЛЕВ А.В.</i>	158
ДИЗАЙН КАК ОСНОВНОЙ МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ <i>КУЗНЕЦОВА А.А., ВЕХТЕР Е.В.</i>	161
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ VR ПРИЛОЖЕНИЙ <i>НЕФЕДОВ М.В.</i>	163
ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, КАК ОСНОВА ДИЗАЙН ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТОВ ДЛЯ НАРКОЗА <i>ТУРГАНБАЙ Н.Е., ВЕХТЕР Е.В.</i>	165
СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОПЫТА В РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСОВ <i>МАТВЕЕВА Е.Н., ВЕХТЕР Е.В.</i>	167
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИНКУБАТОРА ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ <i>МОМОТ Ю.М., ВЕХТЕР Е.В.</i>	169
ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА, ФОРМЫ И ОБЪЕМА НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА <i>ПЕТРЕНКО А.Д.</i>	172
ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОВОЙ МАСКИ <i>ПРИСЯЖНАЯ А.И., ХМЕЛЕВСКИЙ Ю.П.</i>	176
РАЗРАБОТКА ИГРЫ НА UNREAL ENGINE <i>РАДЧЕНКО С.С., ГРИЦЕНКО А.В., КОРОВЕНКО Д.С.</i>	178
РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ <i>СЕРГЕЕВ И.А.</i>	180
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕ ГРАФОВ ОБЪЕКТОВ-СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>СТЕПАНОВ В.А., ЛОСКУТОВ В.В.</i>	183
ГИБРИДНЫЙ РЕНДЕРИНГ: РАСТЕРИЗАЦИЯ И ТРАССИРОВКАЛУЧЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ <i>ЧИБИРЕВ Г.С.</i>	186
ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К УСТРОЙСТВУ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА И СУРДО-ПЕРЕВОДА <i>ШУКШИН О.А., СЕРЯКОВ В.А.</i>	189
ВИЗУАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УДЕРЖАНИЯ ВНИМАНИЯ В АНИМАЦИИ <i>ЖАМАНТАЕВ Н.С., СЕРЯКОВ В.А.</i>	192

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОНИЧЕСКИХ ФОРМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>МИХНЕВ Д.А., МАМОНТОВ Г.Я., ХМЕЛЕВСКИЙ Ю.П.</i>	194
РАЗРАБОТКА ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МИКРОТРОНА ТПУ <i>ПОЛОМОШНОВА Д.А., ШКИТОВ Д.А.</i>	198
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДОСТУПНОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МГН <i>ВАЩЕНКО В.И., ДАВЫДОВА Е.М.</i>	201
РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МЕСТА ДИЗАЙНЕРА С УЧЕТОМ НЕБОЛЬШОГО РАЗМЕРА КОМНАТЫ <i>АНТУХ А.В., МАМОНТОВ Г.Я., СЕРЯКОВ В.А.</i>	204
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ НА ЭРГНОМИКУ РЮКЗАКА <i>У ЦЗИЮ, ШКЛЯР А.В.</i>	206
ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОРПУСА ЛАМПЫ С ТОРЦЕВОЙ ПОДСВЕТКОЙ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ <i>АПШЕЛЬ А.В., ХМЕЛЕВСКИЙ Ю.П.</i>	208
АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА <i>ЯРОЩУК Д.В., ВЕХТЕР Е.В.</i>	211
ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСА ДЫХАТЕЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ <i>ТУПИЦИНА А.Д., ВЕХТЕР Е.В.</i>	213
ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И КОЛОРИСТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ШАХМАТНОГО ТРЕНАЖЕРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ <i>ЮСУБОВА С.Ю., ХМЕЛЕВСКИЙ Ю.П.</i>	216
ОБЗОР ОБРАЗОВ И СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ДИЗАЙН-РЕПЛИКИ ИСТОРИЧЕСКИХ УКРАШЕНИЙ <i>ЗАЙЦЕВА Е.М., КУХТА М.С.</i>	219
РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА БОКСОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ В ПОЕЗДЕ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР <i>ЛОБАСТОВА Е.С., КУХТА М.С.</i>	222
ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ФИЛЬТР-СТАКАНУ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ <i>НЕКРАСОВА О.В., СЕРЯКОВ В.А.</i>	225
СЕКЦИЯ 4. ТЕХНОЛОГИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ	
СРАВНЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯРНЫХ БИБЛИОТЕК МАНИПУЛЯЦИИ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ PYTHON <i>ГРЕБЕНЮК Я.В.</i>	229
ОПИСАНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ О ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ <i>ДЕМИН И.А., ГУБИН Е.И.</i>	231
ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ <i>ЕРЕМЕНКО М.С., ГУБИН Е.И.</i>	234
ETL КОНВЕЙЕР ДЛЯ ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОГО БРОКЕРА СООБЩЕНИЙ АРАСНЕ КАФКА <i>КУЗЬМЕНКО Д.И., КАЙДА А.Ю.</i>	237
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ПРОГНОЗИРУЮЩИХ ЦЕНУ ЗОЛОТА <i>ЛУКИН М.Г.</i>	240
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ <i>МАНГУТОВА Е.А., ГОНЧАРОВ А.С.</i>	242
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ <i>МАРУХИН Е.М., МАРУХИНА О.В.</i>	244

ОПИСАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРАЦИОННОГО ФУНКЦИОНАЛА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ORACLE	
<i>Попова М.А.</i>	247
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА КЛИНИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА РАЗНЫХ ВОЛНАХ ПАНДЕМИИ НА ПРИМЕРЕ COVID-19	
<i>ПОРУНОВА А.П., САФРОНОВА Е.В.</i>	250
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕБИТА НЕФТИ И ОБВОДНЕННОСТИ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ О ЗАВОДНЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	
<i>САЛЬНИКОВ М.А., КРАМОЙКИН И.А.</i>	252
РАЗВЕДОЧНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ (ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК)	
<i>САМОЙЛОВ В.Ю., ГУБИН Е.И.</i>	254
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛА И ВОЗРАСТА ЛЮДЕЙ В ВИДЕОПОТОКЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	
<i>СЕМЕНЮТА А.В.</i>	257
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СТРАТЕГИИ ВЗВЕШИВАНИЯ TF-IDF ДЛЯ ТЕРМИНОВ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ПУБЛИКАЦИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ЖУРНАЛАХ	
<i>СЕНЧИН Д.М., КАЙДА А.Ю.</i>	259
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА SPARCY ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТНЫХ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ COVID-19 ИЗ МЕДИЦИНСКИХ НАБОРОВ ДАННЫХ	
<i>СОКОЛОВСКИЙ Д.Е.</i>	262
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА WEB - SCRAPING ДЛЯ ПОИСКА САМОЙ ЦИТИРУЕМОЙ СТАТЬИ ПО КЛЮЧЕВОМУ СЛОВУ	
<i>СОЛИЕВ И.Б.</i>	264
РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО РАСХОДОМЕРА С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗА СУТОЧНОГО ДЕБИТА НЕФТЕГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ	
<i>УШАКОВ С.Н.</i>	266
РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ПРОГНОЗНОГО АНАЛИЗА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН	
<i>ФИЛИПАС И.А.</i>	268
ПРЕДСКАЗАНИЕ УРОВНЕЙ ПОДДЕРЖКИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕНЫ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ ПРИ ПОМОЩИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	
<i>ХАЙРОВ М.А., СПИЦЫН В.Г.</i>	271
МЕТОД ОПИСАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ДАТАСЕТА С ИНФОРМАЦИЕЙ О НАЕЗДЕ НА ПЕШЕХОДОВ	
<i>ЦЫГАНКОВА А.В.</i>	273
ВЕРОЯТНОСТЬ СОБЫТИЯ КАК ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ ЧАСТОТЫ СОБЫТИЯ	
<i>ШЕЯНОВА Е.Е., ГУБИН Е.И.</i>	276
CREDIT RISK ASSESSMENT USING MACHINE LEARNING BASED ON PYTHON	
<i>JIANG DAQUING, ГУБИН Е.И.</i>	278
СЕКЦИЯ 5. МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА	
СОЗДАНИЕ НАБОРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И РОБОТОТЕХНИКЕ	
<i>ГОРБУНОВ Я.С., СЕМЕНОВ М.А., ШЛОМОВ Е.М.</i>	281
PLATFORM FOR POWER GENERATION FROM FOOTSTEP PEOPLE	
<i>PETER A.A., MAMONOVA T.E., KISELIEV A.V.</i>	284
РАЗРАБОТКА ТРОССОВОЙ СИСТЕМЫ КИСТЕВОГО ЭКЗОСКЕЛЕТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННОЙ ФУНКЦИИ КОНЕЧНОСТИ	
<i>БОРЗЕНКО Е.И., ЖДАНОВ Д.С., МАКАРОВ Р.Е., УТУКИН В.М.</i>	287
НЕЙРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	
<i>ДРУЖИНИН Н.С., БЕЛЯЕВ А.С.</i>	290
РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО МОТОЦИКЛА	
<i>АКИЛБАЕВА А.Б., ЛЕОНОВ С.В.</i>	293

РАЗРАБОТКА СЕРВИСНОГО РОБОТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ <i>ШАКИН В.Ю., СУХОВ Ф.В., ЛАНГРАФ С.В.</i>	295
RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF APPLYING CASCADED FUZZY ALGORITHMS TO THE PROBLEM OF SURFACE CLASSIFICATION <i>KUSHNAREV O., BELYAEV A.</i>	299
ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОЛЁСНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ТРАЕКТОРИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАДИУСОМ <i>АЛЛАХВЕРДИЕВ Ф.Р., ЛАНГРАФ С.В.</i>	302
РАЗРАБОТКА ОРИГИНАЛЬНОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНОВАНИЯ ПЛОСКОГО КОНТУРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ТРАЕКТОРИИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА <i>УТУКИН В.М., МАКАРОВ Р.Е.</i>	305
DEVELOPMENT OF A MECHATRONIC MODULE FOR A MOBILE ROBOT OUTDOOR-TYPE <i>TIKHONOV A.A., BELYAEV A.S.</i>	308
РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ СМЕШИВАЕМЫХ НАПИТКОВ ТИПА «ЛОНГ» <i>ЧЕРНОВА И.В., ПОБЕРЕЗКИН Н.И.</i>	311
РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА РОБОТЕ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ <i>МАНЗАРОВ В.С., ПОБЕРЕЗКИН Н.И.</i>	314
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО БПЛА ДЛЯ АРМИИ <i>ГЕЛИМОВ А.И., ИЗOTOV А.Ю., ПОПОВ В.Н.</i>	317
ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ <i>РИНЧИНОВ Т.Б., БЕЛЯЕВ А.С., КИСЕЛЕВ А.В.</i>	320
СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ НАСТОЛЬНОГО ФУТБОЛА <i>ГРИЦЕНКО К.В., ДОТТИ П., ПОБЕРЕЗКИН Н.И.</i>	322
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕХАТРОНИКЕ <i>ГАРИФУЛЛИН Ф.А., БЕЛЯЕВ А.С., КИСЕЛЕВ А.В.</i>	325
МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА И ЕГО ИНТЕГРАЦИЯ В ГОТОВУЮ СИСТЕМУ <i>САПЕГИН А.А.</i>	327
СЕКЦИЯ 6. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ	
АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПО ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ <i>КРИВОБОРОДЬКО В.А., ЕГОРОВА О.В.</i>	331
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭТАПА ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ГАЗА <i>ОСИПОВ В.В., КУЗЬМИНСКАЯ Е.В.</i>	334
ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ <i>ЧЖЭНЬБЭЙ Л., СКОРОСПЕШКИН М.В.</i>	337
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ПО ЦВЕТОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ОБЪЕКТА <i>СПИРИДОНОВА А.С., БУЗМАКОВ И.Д.</i>	340
К ВОПРОСУ СУЖЕНИЯ МНОЖЕСТВА ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ О ВАЖНОСТИ КРИТЕРИЕВ <i>ХУЕН Л.В., ЧЕРНЕНЬКАЯ Л.В.</i>	343

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ КОНТАКТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ В РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЕ <i>УКРАЖЕНКО О.К., УКРАЖЕНКО К.А.</i>	347
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ НА ЕСТЕСТВЕННО-КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС СТЕПЕННОЙ НАНОЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ С ТЕПЛОПРОВОДНОЙ ПОДЛОЖКОЙ И ЛОКАЛЬНЫМ НАГРЕВАТЕЛЕМ <i>ЛОЕНКО Д.С., ШЕРЕМЕТ М.А.</i>	350
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЭГ И ТЭП ДЛЯ РЕКУПЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ <i>ЛЕОНОВ С.В., МАСНАВИЕВ Р.Р.</i>	354
ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ <i>МЕДВЕДЕВА Е.В., КОРЦУНОВ Д.С., КУЗЬМИНСКАЯ Е.В.</i>	357
НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА <i>ЧЖЭНЬБЭЙ Л., СКОРОСПЕШКИН М.В.</i>	360
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ <i>ЖГУТА В.А., ЛЕОНОВ С.В.</i>	363
ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ <i>ГИТЕЛЬМАН В.С., КУРГАНОВ В.В.</i>	365
МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ <i>КОЛТЫГИН Д.С., СЕДЕЛЬНИКОВ И.А.</i>	369
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В АРХИТЕКТУРЕ МИКРОСЛУЖБ С ПОМОЩЬЮ АСИНХРОННОГО ПРОТОКОЛА <i>ПАНИНА В.В., МИРОШНИЧЕНКО Е.А.</i>	372
НЕЙРОСЕТЕВОЙ НАСТРОЙЩИК ПИД-РЕГУЛЯТОРА <i>СЛАДКОВ М., ЛЕОНОВ С.В.</i>	375
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ РАДИОЧАСТОТНЫХ ЧИПОВ <i>КУЗНЕЦОВ Я.В., ЦАПКО И.В.</i>	377
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МЕХАТРОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЕДМЕТНОГО СТОЛИКА НА БАЗЕ СЕРИЙНОГО МИКРОСКОПА С КАМЕРОЙ <i>ГЕЙС О.Ю., ФИЛИПАС А.А.</i>	380
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МИКРОФОТОГРАФИЙ ВОДОМАСЛЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА <i>КУЧМАН А.В., ЧЖАН И., ФИЛИПАС А.А.</i>	383
ИМИТАЦИОННАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ (ПАЦИЕНТА) ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ <i>ПАВЛОВСКИЙ А., ФИЛИПАС А.А.</i>	385
АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТЕНДЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ <i>МАРКОВ Д.С., ЗАРНИЦЫН А.Ю.</i>	387
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ РЕАКТОРА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТНОЙ ПАРАДИГМЫ <i>ГИТЕЛЬМАН В.С., ГОЛОВЧЕНКО С.С., ГРОМАКОВ Е.И.</i>	390
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УТЕЧКИ В ВОДОПРОВОДЕ <i>ЖУАНЬ С., МАМОНОВА Т.Е.</i>	393
ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДАВЛЕНИЯ <i>ЩЕРБАШИН Н.Г., СПИРИДОНОВА А.С.</i>	396

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЭНЕРГЕТИКЕ <i>ЯСУНОВ В.В.</i>	398
ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ <i>МАРУЩАК Н.В., ГАЛИЕВ Т.Р.</i>	401
ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА ЖК «ЖАНУЯ-2» В Г. КАРАГАНДА <i>КОЛОМЫЦЕВА И.А., КОТОВ Е.С.</i>	404
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОГО МЕТОДА СЪЕМКИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ <i>ТОВАРИЩЕВ И.В.</i>	407
КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ <i>КОЛТЫГИН Д.С., КОЛТЫГИН С.Д.</i>	410

Секция 1. Искусственный интеллект и машинное обучение

ГЕНЕРАЦИЯ МУЗЫКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

Бабинов Д.А.¹, Марухина О.В.²

¹ *Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8К93, e-mail: dab50@tpu.ru*

² *Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: Marukhina@tpu.ru*

Введение

В современном мире музыка – неотъемлемая часть жизни. Люди слушают музыку пока идут на работу, пока работают, когда ложатся спать. Музыкальные треки – обязательная составляющая почти любого **медиа продукта**, будь то фильм, сериал, игра, или даже любительский ролик для YouTube.

Однако, большая часть музыкального контента защищена авторским правом и ее невозможно использовать без существенных денежных затрат. В современном мире, где все больше контента создают энтузиасты, не имеющие за собой значительных средств (небольшие игровые студии, аниматоры-одиночки и т.п.), стоимость музыки и ее защищенность авторским правом – серьезное ограничение, тормозящее прогресс разработки конечного продукта. В таких случаях целесообразно создание «своей» музыки – задача довольно сложная, особенно, в случае отсутствия специализированного музыкального образования. И здесь на помощь приходит искусственный интеллект с его неотъемлемым инструментарием – искусственными нейронными сетями.

Целью данного проекта является разработка программного продукта для генерации музыкальных треков. Генерация треков осуществляется с использованием специально обученной искусственной нейронной сети. Такие треки можно будет использовать в другом медиа контенте, в частности, в компьютерных и мобильных играх.

Техническая составляющая

В основе работы программы лежит нейросеть с долгой кратковременной памятью. LSTM (Long short-term memory, LSTM) – особая разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долговременным зависимостям [4].

LSTM-сети хорошо подходят для предсказания того, «что встретится дальше» в последовательностях данных [2].

В данном проекте LSTM сеть получает для обучения последовательность нот из файлов, имеющих тип MIDI

MIDI – это аудио формат, который, в отличие от других подобных, содержит не сами звуки, а набор нот, который при воспроизведении проигрывает компьютер. Это позволяет упростить сложный процесс анализа звучаний и генерации, до тривиальной задачи предсказания следующего элемента в последовательности (рис.1). На основе MIDI формата невозможно обучить нейросеть создавать грандиозные композиции, сочетающие сотни различных звучаний, тем не менее, MIDI формат идеально подходит для генерации моноинструментальных композиций.

И так как MIDI формат хранит в себе непосредственно ноты, то при воспроизведении трека можно настроить музыкальный инструмент для воспроизведения, если приложение для проигрывания музыки это позволяет.

В ходе работы выяснился существенный недостаток этого метода. Найти музыку в формате MIDI файлов – весьма сложная задача. Так как этот формат используют для записи отдельных комбинаций звучаний, чтобы использовать их в будущем.

Для решения проблемы были найдены программы, конвертирующие обычный MP3 формат в MIDI, но результат такой конвертации оставляет желать лучшего, например если в музыке присутствуют оригинальные звучания или звуки, которые нельзя отнести к какому-либо инструменту (например звуки дождя). В результате такого преобразования получается нотная какофония, которая не годится для обучения.

Было найдено 2 решения:

1. Использование готовых наборов MIDI музыки.
2. Конвертация пианинных или других моноинструментальных произведений из MP3 в MIDI.

Первый вариант ограничивает круг доступной музыки, вынуждая довольствоваться лишь классиками, вроде Баха. Второй вариант требует длительной подготовки.

По итогу для обучения был найден и использован пианинный саундтрек к игре Final Fantasy, состоящий из 92 файлов [3].

Алгоритм генерации музыки

Алгоритм генерации музыки, в своей сути, – это алгоритм продолжения последовательности. Нейросеть на основе уже имеющихся нот добавляет новые.

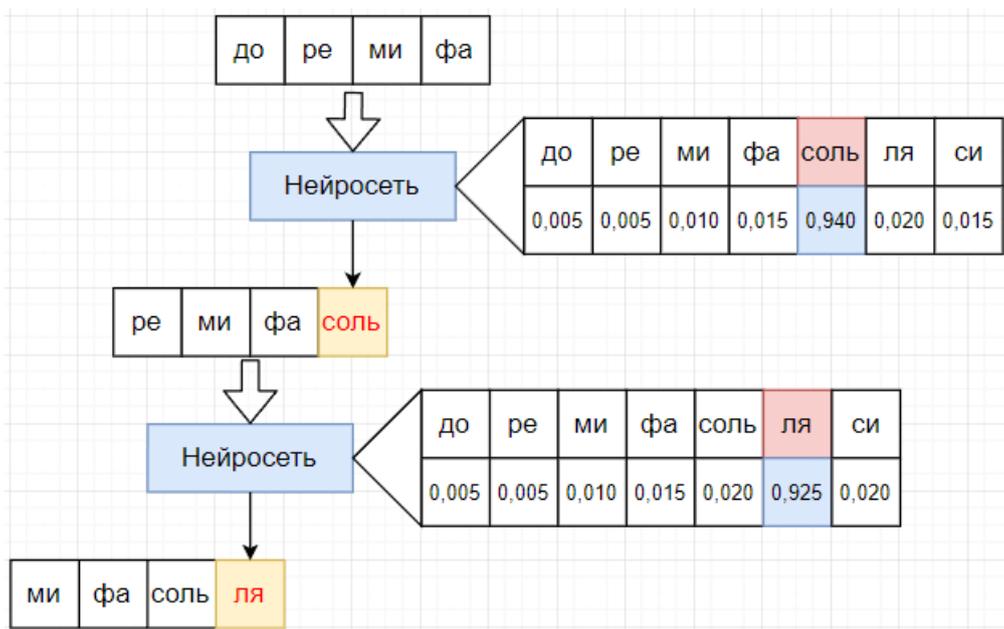


Рис. 1. Визуализация алгоритма генерации

Краткое описание алгоритма:

1. Сначала, с помощью функции библиотеки Music21, преобразуем файлы MIDI в последовательность нот.
2. Затем ноты преобразуются в числовое представление, при этом интервалы между нотами не учитываются, так как они часто одинаковые и примерно равны 0,5.
3. Затем это числовое представление объединяется в матрицу. Далее массив таких матриц, где каждая соответствует своей мелодии используется для обучения модели.
4. Получившиеся файлы весов используются в файле генераторе, для корректной работы настройки сети должны совпадать в обоих файлах.
5. Сеть выдаст числовую матрицу, которую будет необходимо перевести в ноты, а затем записать в файл.

Результаты работы программы

Нейросеть обучалась 2 недели, было пройдено 200 эпох, на основе обученной модели было сгенерировано 10 мелодий.

По итогу их прослушивания было выявлено несколько проблем:

- Похожесть – мелодии похожи одна на другую.
- Монотонность – если у естественной музыки есть паузы, взлеты, падения, то такой способ генерации не предусматривает их.
- Низкое качество – несмотря на то, что генерируемые результаты напоминают датасет, но оригинальная музыка гораздо красивее.

Были выявлены возможные решения проблем:

- Добавление пауз, как вариант реализовать через нотный лист, добавить отдельную ноту значащую паузу, для такого решения нужно лучше разобраться с библиотекой Music21 и форматом MIDI.
- Генерация музыки по частям и последующее объединение, это позволит разнообразить музыку, перепады в настроении или темпе смогут создать «сюжет». Однако такое решение создаст дополнительную проблему. Так необходимо будет решать проблему переходов от одной мелодии к другой.

Заключение

На данном этапе реализации проекта был разработан прототип программного обеспечения для генерации музыкальных треков, которые в дальнейшем планируется использовать в различного рода медиа контенте – например, играх. Основной акцент сделан на обучение искусственной нейронной сети, проведен эксперимент по ее обучению и выявлен ряд проблем, решение которых запланировано на следующих этапах реализации.

Список использованных источников

1. Документация к библиотеке Keras. [Электронный ресурс]. – URL: <https://keras.io/api/> (дата обращения: 13.02.2022)
2. Тематический портал Habr [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://habr.com/ru/> (дата обращения 11.12.2022)
3. Final Fantasy I-VII MIDI Collection [Электронный ресурс.] – режим доступа: <https://midishack.net/ffmidi.htm> (дата обращения 11.12.2022)
4. Wiki конспекты – Долгая краткосрочная память [Электронный ресурс.] – режим доступа: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Долгая_краткосрочная_память (дата обращения 11.12.2022)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПАКТНЫХ МОДЕЛЕЙ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ КЛАССА YOLO ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Беляев С.И.

Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8K92, e-mail: sib5@tpu.ru

Введение

Компьютерное зрение — это одна из областей искусственного интеллекта, которая обучает компьютеры и позволяет им **понимать** визуальный мир. Электронно-вычислительные машины могут использовать цифровые изображения и модели глубокого обучения для точной идентификации и классификации объектов и реагирования на них.

В последние годы технологии компьютерного зрения нашли широкое распространение в различных областях науки и техники, начиная с сельскохозяйственной отрасли и заканчивая военно-стратегическими целями их применения [1]. Исходя из этого широкого круга применений, сегодня актуальны исследования эффективности моделей сверточных нейронных сетей (СНС), являющихся основой многих систем компьютерного зрения (СКЗ). Чаще всего в качестве критериев эффективности модели СНС выступают скорость ее выполнения и точность решения с ее помощью задачи классификации. Кроме того, немаловажным критерием в определении эффективности модели является оценка ее компактности - объема весовых коэффициентов сверточных слоев модели.

Целью данной работы является анализ современных моделей СНС класса YOLO, выбор из них трех наиболее компактных моделей СНС и проведение исследования эффективности этих моделей с учетом указанных критериев при решении задачи классификации объектов четырех классов на изображениях.

Постановка задачи классификации и выбор моделей СНС для ее решения

Ставится задача классификации на изображениях объектов четырех классов: беспилотные летательные аппараты (БПЛА) вертолетного типа, БПЛА самолетного типа, птицы и класс неизвестных объектов. Классификацию таких объектов необходимо выполнять с помощью современных моделей СНС. Критериями выбора таких моделей являются: высокие точность классификации и скорость выполнения СНС на вычислительных устройствах, а также требование малого объема весовых коэффициентов слоев модели, хранимых в памяти этого устройства.

Одним из классов СНС, довольно успешно справляющихся с задачей классификации объектов на изображениях, является класс моделей YOLO [2]. СНС этого класса позволяют практически в один проход (часто говорят, одномоментно) обнаружить и локализовать объекты на изображениях, а также добиться весьма высокой точности классификации таких объектов при сравнительно большой скорости выполнения всех перечисленных операций [3]. По мнению ряда специалистов, входящие в класс YOLO модели YOLOv4 Scaled, YOLOv5n и YOLO Nano [3, 4] являются не только компактными (имеют малое число сверточных слоев), но и считаются одними из лучших с точки зрения высокой скорости вычислений и точности классификации. Эти модели СНС и подлежат исследованию на эффективность путем решения с их помощью задачи классификации на изображениях объектов четырех классов.

Формирование датасета и обучение моделей СНС

Для обучения и дальнейшего исследования (тестирования обученных моделей) выбранных трех моделей СНС был сформирован из открытых источников датасет с изображениями объектов четырех классов: БПЛА вертолетного типа, БПЛА самолетного типа, птицы и класс неизвестных объектов. Изображения из датасета имеют размер 416x416 пикселей. Всего в датасете содержится 4180 изображений, из них 2900 в обучающей выборке, 800 в валидационной выборке и 480 в тестовой. К ряду изображений датасета применена мозаичная аугментация, которая позволяет улучшить способность СНС распознавать малоразмерные объекты путем помещения нескольких объектов в одно изображение. Для оценки точности классификации объектов с помощью моделей на обучающей, валидационной и тестовой выборке использовались метрики Precision, Recall и mAP_{0.5} – среднее значение известной метрики AP_{0.5} по всем четырём классам объектов.

Обучение и исследование моделей СНС проводилось в среде для проведения облачных вычислений Google Collab на GPU Tesla T4 15110. На рисунке 1 в качестве примера приведены результаты обучения модели YOLOv4 Scaled.

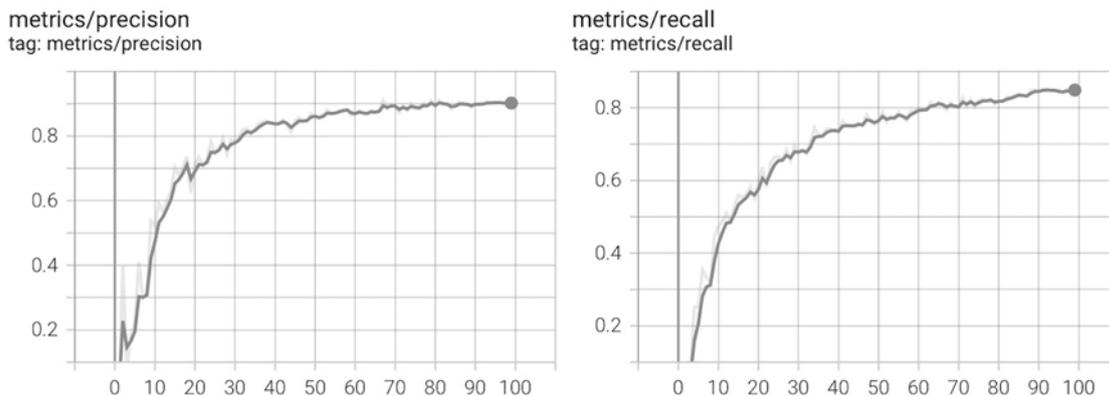


Рис. 1. Значения метрик Precision и Recall для модели YOLOv4 Scaled в зависимости от числа эпох

Результаты исследований

На тестовой выборке проведены исследования точности классификации и производительности каждой из моделей YOLOv4 Scaled и YOLOv5n и YOLO Nano с целью последующего анализа результатов и определения наиболее эффективной из них. На рисунке 2 показан пример классификации изображения с объектами двух классов: птица и БПЛА вертолетного типа. Наряду с локализацией объектов прямоугольниками показаны также коэффициенты уверенности обнаружения этих объектов. Основные результаты исследования приведены в таблице 1.



Рис. 2. Пример классификации объектов «БПЛА вертолетного типа» и «птицы» на изображении

Таблица 1

Основные результаты исследования моделей СНС на тестовой выборке

	YOLOv4 Scaled	YOLOv5n	YOLO Nano
Скорость предобработки одного изображения, мс	0,56	0,3	0,8
Скорость классификации одного изображения, мс	1,3	0,8	2,1
Скорость классификации изображений всей тестовой выборки, мс	486	288	840
Суммарное число весовых коэффициентов модели СНС, млн	10	7,5	1.8
mAP _{0.5} val	0,9	0,92	0,55
mAP _{0.5} test	0,87	0,90	0,51

Метрика $mAP_{0.5} val$ получена на валидационной выборке, а метрика $mAP_{0.5} test$ - на тестовой выборке. Нетрудно видеть, что по критериям точности классификации и скорости вычисления моделей предпочтение следует отдать модели YOLOv5n. Однако эта модель имеет больший объем весовых коэффициентов, чем модель YOLO Nano.

Заключение

Был проведен анализ эффективности трех компактных моделей СНС YOLOv4 и YOLOv5 и YOLO Nano, входящих в класс СНС YOLO. Для этого модели были обучены и исследованы на сформированном датасете, содержащем изображения с объектами четырех классов. Показано, что по критериям точности классификации и скорости вычисления модели предпочтение следует отдать модели YOLOv5n. Однако она имеет больший объем весовых коэффициентов, чем модель YOLO Nano. Для практической реализации в СКЗ можно рекомендовать модель YOLOv5n.

Список использованных источников

1. Brotherton T., Johnson T. Anomaly detection for advanced military aircraft using neural networks //2001 IEEE Aerospace Conference Proceedings (Cat. No. 01TH8542). – 2001. – Т. 6. – P. 3113–3123.
2. Redmon J. et al. You only look once: Unified, real-time object detection //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – P. 779–788.
3. Lee Y. H., Kim Y. Comparison of CNN and YOLO for Object Detection //Journal of the semiconductor & display technology. – 2020. – Т. 19. – №. 1. – С. 85–92.
4. Wong A. et al. YOLO nano: A highly compact you only look once convolutional neural network for object detection //2019 Fifth Workshop on Energy Efficient Machine Learning and Cognitive Computing-NeurIPS Edition (EMCC2-NIPS). – IEEE, 2019. – P. 22–25.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Иванова Ю.А.¹, Борн Р.С.², Гордеев К.Е.³

¹ *Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: jbolotova@tpu.ru*

² *Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8В12, e-mail: rsb8@tpu.ru*

³ *Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8В14, e-mail: keg6@tpu.ru*

Введение

Библиотека нейронных сетей – это программа, предназначенная для упрощения создания, обучения и развёртывания искусственных нейронных сетей. Эти библиотеки предоставляют инструменты и готовые компоненты, помогающие разработчикам быстро и эффективно создавать искусственные нейронные сети (ИНС). ИНС является моделью машинного обучения, частично воспроизводящей структуру и функции человеческого мозга. ИНС используются для извлечения закономерностей из данных, составления прогнозов и выполнения таких задач, как распознавание изображений и речи.

Одним из наиболее распространённых применений нейронных сетей является решение задачи классификации. Задача классификация предполагает контролируемое обучение, что означает, что алгоритм обучается на размеченных данных, содержащих правильные ответы. Цель задачи классификации состоит в отнесении объекта, представленного набором некоторых его признаков, к одной из заранее определённых категорий или классов.

Задача классификации нейронных сетей является важной частью области машинного обучения. Она позволяет нам распределять данные по различным классам на основе их особенностей, что имеет широкий спектр применения в различных областях. Используя библиотеки нейронных сетей и выполняя правильные шаги для обучения, мы можем создавать мощные и точные модели для задач классификации.

Целью нашей работы является разработка собственной библиотеки нейронных сетей прямого распространения. На основе разработанной библиотеки нами создана ИНС, способная классифицировать рукописные цифры и сигналы светофора с точностью 97.14% и 99.87% соответственно.

Описание алгоритма

Обучение нейронной сети для решения задачи классификации включает в себя несколько этапов. Первый шаг – сбор и предварительная обработка данных. Он включает в себя очистку данных, удаление любых выбросов и разделение данных на обучающий и тестовый наборы. Обучающий набор используется для обучения нейронной сети распознаванию паттернов, а тестовый набор – для оценки эффективности обученной модели.

Для подготовки данных обучающей и тестовой выборок первой нейронной сети для распознавания рукописных цифр был выбран открытый датасет MNIST [3], содержащий изображения рукописных цифр размером 28×28 пикселей. Общее количество изображений – 70000, из которых 60000 составляют обучающую выборку и 10000 – тестовую выборку. Примеры изображений представлены на Рис. 1.

Для подготовки данных обучающей и тестовой выборок нейронной сети, предназначенной для распознавания сигналов светофора, был выбран открытый датасет WPI Traffic Light Dataset [4], содержащий изображения красных и зелёных сигналов светофора. Изображения были приведены к единому размеру 32×32 пикселя. Общее количество изображений – 7818, из которых 6254 составляют обучающую выборку и 1564 – тестовую. Примеры изображений представлены на Рис. 2.

Следующий шаг – разработка архитектуры нейронной сети. Он включает в себя выбор количества слоёв, количества нейронов в каждом слое и функций активации. Архитектура нейронной сети может оказать значительное влияние на её производительность, поэтому важно выбрать наиболее подходящую структуру для решения поставленной задачи. Для обеих нейронных сетей экспериментально была выбрана двухслойная архитектура. Для первой нейроны распределены как 784×300×10, для второй – 3072×1500×2.

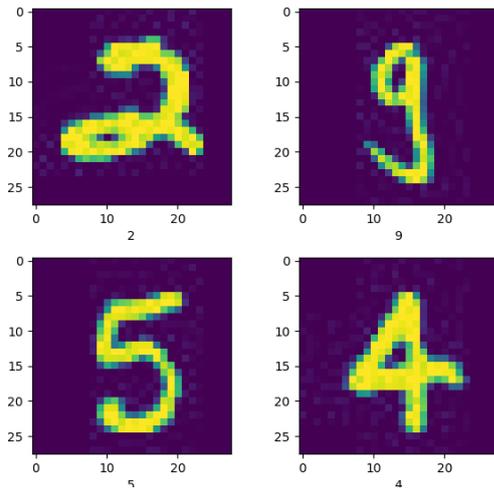


Рис. 1. Примеры датасета MNIST

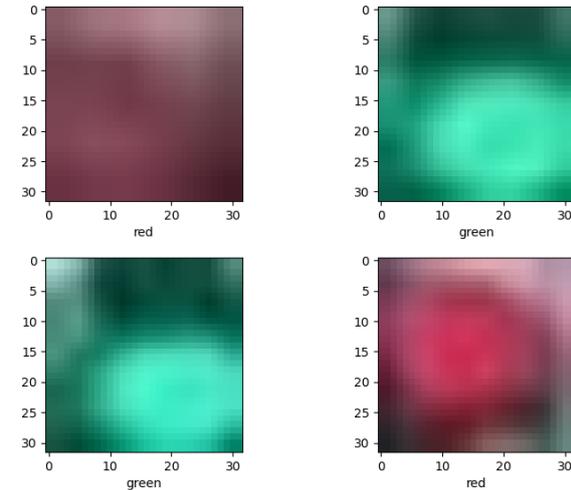


Рис. 2. Примеры датасета WPI Traffic Light Dataset

Обучение нейронной сети осуществляется с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Он включает в себя регулировку весов и смещений нейронов в сети с целью минимизации среднеквадратичной ошибки (MSE) между прогнозируемым и фактическим выходом. Этот процесс повторяется до тех пор, пока сеть не сможет с заданной точностью предсказать выходные классы для тестового набора, либо пока не закончится отведённое на обучение время.

Работа ИНС при разных параметрах представлена в Таблице 1. Исходя из полученных данных, первоначально выбранная скорость обучения, равная 0.8, даёт низкое качество обучения, из чего следует, что для данной нейронной сети скорость обучения необходимо снизить.

Таблица 1

Показатели работы ИНС при различных параметрах

Кол-во эпох	Скорость обучения	Точность ИНС для распознавания рукописных цифр, %	Точность ИНС для распознавания сигнала светофора, %
1	0,05	91,72	99,68
3	0,8	88,03	50
3	0,05	95,01	99,48
5	0,15	96,69	99,87
7	0,8	89,50	50
10	0,15	97,14	99,87

Графики функции потерь MSE в зависимости от количества эпох, полученные в ходе обучения, представлены на Рис. 3, 4. По оси абсцисс откладывается номер эпохи, по оси ординат – ошибка сети. На данных графиках представлено снижение потерь моделей при увеличении количества эпох.

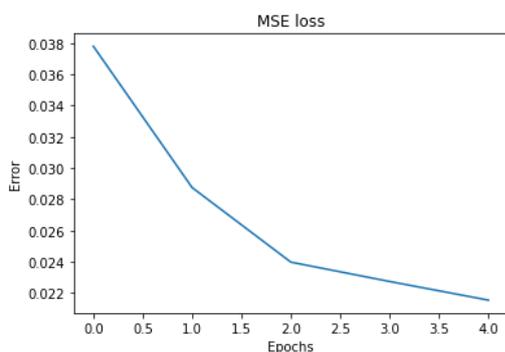


Рис. 3. График функции потерь для ИНС распознающей сигналы светофора

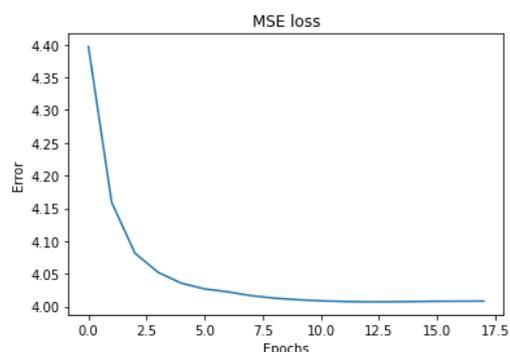


Рис. 4. График функции потерь для ИНС распознающей рукописные цифры

Заключение

В результате научно-исследовательской работы была разработана нейросетевая библиотека. На основе неё были разработаны 2 нейронных сети прямого распространения, решающие задачу распознавания рукописных цифр (MNIST) с точностью 97.17% и средней ошибкой 4%, что оказывается лучшим результатом, чем точность, достигнутая сетями с подобной архитектурой [2], и задачу распознавания сигнала светофора с точностью 99.87%.

Список использованных источников

1. В. Г. Спицын, Ю.Р. Цой. Интеллектуальные системы. – Томск: ТПУ, 2012. – 176 с.
2. THE MNIST DATABASE of handwritten digits. URL: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/> (дата обращения: 09.02.2023).
3. WPI Traffic Light Dataset. URL: <https://computing.wpi.edu/dataset.html> (дата обращения: 09.02.2023).
4. Метрики классификации и регрессии. URL: <https://academy.yandex.ru/handbook/ml/article/metriki-klassifikacii-i-regressii> (дата обращения: 09.02.2023).

PROMPT ENGINEERING – ТЕХНОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ С НЕЙРОСЕТЬЮ

Брехова А.Г.

Томский политехнический университет, ИШИТР, 8К11, e-mail: agb17@tpu.ru

Введение

В 2021-2022 гг. произошел «бум» систем для генерации изображений, текстов и звуков, основанных на технологиях машинного обучения и нейронных сетей. Генеративные нейросети (далее - ГН) уже стали помощниками для людей, работающих в таких сферах как IT, медиа, продакшн и дизайн.

30 ноября 2022 года вышел ChatGPT [1] от компании OpenAI на базе GPT-3.5. ChatGPT – это нейросеть, имеющая **диалоговый** интерфейс (Рис.2) и отвечающая на запросы пользователей в реальном времени. Во многом благодаря этой сети, а также Dall-e [2] от OpenAI и другим ей подобным, что генерируют различные виды информации по запросу пользователя, появилось такое понятие как *“prompt engineering”* (от англ. «prompt» - запрос). О том, что оно собой представляет и пойдет речь в данной статье.

Промпт инжиниринг – профессия будущего

На данный момент существует несколько видов ГН, самые распространенные из них:

1. Text-to-text – генерация текста по текстовому запросу;
2. Text-to-image/video/audio/3D – генерация медийного (кроме текста) контента по текстовому описанию;
3. Text-to-code – генерация кода по текстовым инструкциям.

Перед генеративной нейросетью стоит задача как можно качественнее сгенерировать нужный контент – будь то код, текст или изображение – который отражает промпт, сделанный пользователем. Отсюда и происходит новый, появившийся в сетях термин: промпт инжиниринг.

Промпт-инженер – человек, который знает, что нужно написать в строку ввода, чтобы машинный интеллект сгенерировал приближенное к этому значение, соответствующее виду нейросети. Оказывается, сделать это не так-то просто, так как существуют определенные ограничения по возможностям нейросети и по базе данных, на которой она обучена.

Предложенные вниманию читателя примеры показывают наиболее распространенные «артефакты» (на жаргоне промпт-инженеров – «ошибки») генеративных нейронных сетей:

- 1) Нечитабельный текст на картинках. Данный недостаток, однако, смогли обойти создатели нейросети «DeepFloyd», сделав текст на картинках в точности повторяющий запрос пользователя.
- 2) Несоответствие фактов действительности

Приведем пример для нейросети «text-to-text», ChatGPT. Данная сеть может неправильно указывать даты событий или некоторые значения слов, и при этом говорить о них совершенно уверенно.

У нейросетей text-to-image или image-to-image часто прослеживается следующая тенденция: при генерации изображений они пренебрегают «мелочами», которые на самом деле довольно существенны. Показательным примером является количество пальцев на руках (рис. 3(а)) и искажение анатомических особенностей живых организмов (рис. 3(б)).

«Нереальность» изображений придает им эффект «во сне» или «утекающих часов» – в честь известного художника и названа сеть Dall-e и ее русский аналог от Sber AI: Ru-Dall-e [6].

Чтобы обойти вышеперечисленные и другие ограничения, промпт-инженер должен:

- знать, на каких данных обучена нейросеть;
- понимать специфику конкретной нейросети, ее лучшее применение;
- давать более подробные описания своих запросов;
- приводить примеры для нейросети и др.

Уже начали выпускаться специальные гайды – инструкции – для тех, кто хочет работать с нейросетями и рассматривает их для постоянного использования. Примером таких гайдов является статья от канадской компании Cohere-AI, где описывается принцип работы нейросетей и то, как лучше всего с ними взаимодействовать [7].

Появилось также направление автоматического промпт инжиниринга (АПИ). Так как количество синонимичных по смыслу промптов неограниченное количество, и на обработку их всех нужно время, группа программистов создала автоматический генератор промптов, который определяет, какой лучше

вариант 1-го промпта подать на вход нейросети [8]. Промпты генерируются компьютером, на основе данных об их «понятности» для ИИ отбираются лучшие, затем получается конечный результат.

Пример работы АПИ представлен на рис. 1. В качестве вариантов было выбрано (перевод с английского): «Напиши антоним к этому слову», «Дай антоним данного слова», «Напиши слово, противоположное данному» .

write the antonym of the word.	-0.26	✓
give the antonym of the word provided.	-0.28	✓
...	...	
reverse the input.	-0.86	✗
to reverse the order of the letters	-1.08	✗
write the opposite of the word given.	-0.16	★
...	...	
list antonyms for the given word.	-0.39	

Рис. 1. Варианты промптов и их логарифмическая вероятность понимания ГС

За этим и многими другими аспектами промпт инжиниринга кроется весьма практичный смысл. Чем лучше ГС понимает запрос, тем:

- лучше качество обработки запроса;
- выше ее скорость;
- меньше количество потраченных токенов (единица измерения работы нейросети, оплачиваемая (при необходимости) ее пользователем)

Заключение

Несмотря на то, что смысл генеративных сетей – помогать людям решать их задачи, они не смогут автономно работать, поэтому нужны промпт инженеры, выступающие связующим звеном между идеей и ее реализацией с помощью ГС. Такая профессия, вполне возможно, скоро войдет в список востребованных в сфере ИТ.

Список использованных источников

1. ГНС ChatGPT. URL: <https://openai.com/blog/chatgpt/>
2. ГНС Dall-e от OpenAI. URL: <https://openai.com/dall-e-2/>
3. ГНС Stable Diffusion. URL: <https://stablediffusionweb.com/>
4. Сайт компании по разработке ИИ - Stability AI. URL: <https://stability.ai/>
5. Генеративная нейронная сеть QQ. URL: h5.tu.qq.com/web/ai-2d/cartoon/index
6. Генеративная нейронная сеть Ru-Dalle. URL: <https://rudalle.ru/>
7. Prompt Engineering. URL: <https://docs.cohere.ai/docs/prompt-engineering>
8. APE: Automatic Prompt Engineer. URL: <https://sites.google.com/view/automatic-prompt-engineer?pli=1>
9. Co-pilot. URL: <https://github.com/features/copilot/>

ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ РОБАСТНОСТИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Вуйчик Е. Д.

Московский педагогический государственный университет, аспирант,
e-mail: iznachaliy@gmail.com

Введение

Шиллинговые профили [1] – это профили пользователей, чья активность явно выделяется среди активности основной выборки пользователей. В связи с их влиянием (шиллинговые атаки), агрегирующие функции [2], рассчитываемые от всей выборки данных, могут принять значения, значительно отличающиеся от показателей, высчитанных без учёта активностей шиллинговых профилей.

В работе приводится описание 4 подходов повышения устойчивости рекомендательных систем в условиях контаминации пользовательской среды шиллинговыми профилями.

Описание подходов к повышению робастности рекомендательных систем, основанных на коллаборативной фильтрации

Задача обнаружения шиллинговых профилей – это частный случай задачи обнаружения аномалий [3], используемый преимущественно в контексте робастных рекомендательных систем, а также в сферах MarTech, AdTech и FinTech.

Классическими методами обнаружения выбросов являются стандартизированные z-оценки, интерквартильный размах (IQR), «правило 3 сигм». Они применяются на первом этапе повышения робастности систем, этапе обнаружения шиллинговых профилей.

Когда же девиационные профили будут найдены, робастность рекомендательных систем, может быть достигнута благодаря использованию одного из следующих подходов:

1. Полное или частичное удаление шиллинговых профилей;
2. Снижение степени влияния шиллинговых профилей;
3. Замена показателей активности шиллинговых профилей значениями активностей обычных пользователей (для расчёта агрегирующих функций);
4. Гибридный подход.

Чтобы представить первый подход необходимо ввести следующие входные значения: множество пользователей $U = \{u_1, \dots, u_n\}$, $n \in \mathbf{Z}$, $n > 1$ и множество шиллинговых профилей $O = \{o_1, \dots, o_k\}$, $k \in \mathbf{Z}$, $1 \leq k \ll n$. O – подмножество множества U .

Операция полного удаления элиминирует множество O без остатка. Операция частичного удаления оставит только часть этого множества – $O' = \{o_1, \dots, o_r\}$, $r \in \mathbf{Z}$, $1 \leq r < k$.

Это может быть также достигнуто с помощью функции нахождения усечённого среднего, разработанной в 1912 году [4].

Стоит отметить, что учёными Яншаньского университета [5] был предложен подход выявления шиллинговых атак на основе пользовательского рейтинга. Базируясь на нём, можно реализовать метод №2, описываемый в тексте настоящей статьи по снижению степени влияния шиллинговых пользователей.

Это может быть достигнуто при задании следующих условий:

1. Если $ShillingProfileRating_k < Threshold_1$, то классифицировать шиллинговый профиль как «слабый»;
2. Если $ShillingProfileRating_k < Threshold_2$, то классифицировать шиллинговый профиль как «средний»;
3. Если $ShillingProfileRating_k < Threshold_3$, то классифицировать шиллинговый профиль как «сильный».

$Threshold_i$ – это условное i – е пороговое значение, при котором мы можем утверждать, что шиллинговый профиль совершил относительно много или мало девиационных активностей.

По градации, для шиллинговых профилей с классами «слабый», «средний» и «сильный» устанавливается определённое значение коэффициента $InfluenceWeakeningCoefficient$, которое

условно может равняться 0.8, 0.5, 0.1 соответственно для каждого из перечисленных классов шиллинговых профилей.

Тогда формула расчёта видоизменённого (для шиллинговых профилей) показателя активности примет вид:

$$ActivityRate' = InfluenceWeakeningCoefficient * ActivityRate$$

где *ActivityRate* – это показатель активности пользователя (посты, комментарии, нажатие клавиш «мне нравится», «поделиться» и подобных для определённых сервисов, куда встроена рекомендательная система, основанная на коллаборативной фильтрации).

В третьем подходе используется функция, схожая с методом Анри Пуанкаре [4]. Она носит название винсоризованного среднего [6]. Она будет применена на показатели активности шиллинговых профилей *ActivityRateShillingProfiles*. Результатом применения станет замена *l%* показателей активности профилей с наибольшей активностью и *l%* показателей активности профилей с наименьшей активностью на наибольшие и наименьшие показатели активности профилей оставшегося массива данных.

Четвёртый подход является комбинацией первых трёх подходов, поэтому носит название гибридного подхода. Иногда в области маркетинга могут встречаться аномалии, которые могут являться «полезными» аномалиями, например, новыми трендами. Поэтому, в определённых ситуациях, более удобно использовать композицию из подходов – например, удалять объекты, чья функция среднеквадратического отклонения превышает $5 * \sigma$ (что значительно находится дальше от значения математического ожидания, чем $3 * \sigma$), но при этом все остальные шиллинговые профили обрабатывать описанным подходом №2. В этом заключается гибридный подход для повышения робастности рекомендательных систем, основанных на коллаборативной фильтрации.

Заключение

В тексте работы представлено 4 подхода к повышению робастности рекомендательных систем, основанных на коллаборативной фильтрации. Они используются на этапе, когда уже удалось обнаружить все или часть аномалий в виде шиллинговых профилей. Работа может быть использована инженерами машинного обучения как практическое руководство к действию, а также педагогами курсов по искусственному интеллекту как лекционный материал по теме «Обнаружение аномалий в рекомендательных системах».

Список использованных источников

1. Щетинин Е. Ю. О методах повышения надежности рекомендательных систем с использованием кластеризации пользователей, Экономический анализ: теория и практика. – 2019 – Т. 18. – № 7. – С. 1348–1361.
2. Шибзухов З. М. Принцип минимизации эмпирического риска и усредняющие агрегирующие функции, Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. –2018. Т. 154. – С. 123–137.
3. Bilgea A., Ozdemira Z., Huseyin P. A novel shilling attack detection method, Procedia Computer Science 31. – 2014. – С. 165–174.
4. Poincaré H. Calcul des probabilités. – Paris, Gauthier-Villars Publisher. – P. 1912, 352.
5. Cai, H., Zhang, F. Detecting shilling attacks in recommender systems based on analysis of user rating behavior. Knowledge-Based Systems. – 2019 – № 177. – P. 22–43.
6. Hastings Jr. C., Mosteller F., Tukey J., Winsor C. Low moments for small samples: a comparative study of order statistics. Annals of Mathematical Statistics. – 1947. – P. 18 (3). – P. 413–426.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ GRAMIAN ANGULAR FIELD ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ ОБРАЗОВ

Гоморов А.Л.

Томский политехнический университет, ИШИТР, аспирант, e-mail: alg5@tpu.ru

Введение

В настоящее время задачи классификации моторных образов являются актуальным направлением исследований благодаря их повсеместному использованию в интерфейсах мозг-компьютер.

Последние исследования в данной области проявляют большой интерес к методам преобразования электроэнцефалограмм в графические данные, что может способствовать увеличению точности их распознавания.

Целью данной работы является разработка модели классификации моторных образов на основе инструментов глубокого обучения и графического преобразования Gramian Angular Field.

Описание преобразования Gramian Angular Field

Впервые использование преобразования Gramian Angular Field (GAF) для последующего использования в задачах классификации было предложено в работе [1]. При использовании данного преобразования временные ряды представляются в полярной системе координат, после чего создаётся матрица Грамиана, каждый элемент которой является косинусом суммы углов векторов. Полученная матрица в результате преобразуется в двумерное изображение.

Первоначально значения временного ряда $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ нормализуются в интервале $[-1; 1]$, используя следующую формулу:

$$\hat{x}_i = \frac{(x_i - \max(X)) + (x_i - \min(X))}{\max(X) - \min(X)} \quad (1)$$

Затем нормализованные значения ряда преобразуются в полярную систему координат по следующим формулам:

$$\begin{cases} \varphi_i = \arccos(\hat{x}_i) \\ r_i = \frac{t_i}{N} \end{cases} \quad (2)$$

где t_i – это индекс текущего элемента ряда, а N – коэффициент для регуляризации диапазона полярной системы координат.

Теперь мы можем построить GAF матрицы, тригонометрическую сумму (разницу) между каждой точкой для определения временной корреляции в различных временных интервалах. Полученные матрицы можно интерпретировать как двоичное изображение в градациях серого.

$$GASF = \begin{bmatrix} \cos(\varphi_1 + \varphi_1) & \dots & \cos(\varphi_1 + \varphi_n) \\ \cos(\varphi_2 + \varphi_1) & \dots & \cos(\varphi_2 + \varphi_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(\varphi_n + \varphi_1) & \dots & \cos(\varphi_n + \varphi_n) \end{bmatrix} \quad GADF = \begin{bmatrix} \sin(\varphi_1 - \varphi_1) & \dots & \sin(\varphi_1 - \varphi_n) \\ \sin(\varphi_2 - \varphi_1) & \dots & \sin(\varphi_2 - \varphi_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sin(\varphi_n - \varphi_1) & \dots & \sin(\varphi_n - \varphi_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Описание датасета

В данной работе использовалась база данных MI-EEG Physionet, которая была записана разработчиками системы BCI2000 [2]. Данные MI-EEG Physionet получены с 64-х электродов в соответствии с международной системой разметки электродов 10-10 (исключая электроды NZ, F9, F10, FT9, FT10, A1, A2, TP9, TP10, P9 и P10). MI-EEG Physionet содержит более 1500 одноминутных и двухминутных записей ЭЭГ от 109 различных субъектов с частотой дискретизации 160 Гц.

Каждый испытуемый выполнял четыре задания MI: сжатие и разжатие левого кулака, правого кулака, обеих кулаков и ступней. Для каждого задания MI было выполнено 21 испытание. Время начала испытания $t = -2$ с, испытуемый расслабляется в течение 2 с. При $t = 0$ с на экране появляется цель соответствующего моторного образа. Испытуемому давали команду на выполнение соответствующей задачи MI в течение 4 с. При $t = 4$ с цель исчезала, и испытание заканчивалось. Временная разметка испытаний изображена на рисунке 1.



Рис. 1. Временная разметка испытания

Формирование данных для обучения

В данной работе для задач классификации мы использовали следующие моторные образы: сжатие-разжатие левой ладони и сжатие-разжатие правой ладони (для 2-классовой классификации). Для 3-классовой классификации вместе со сжатием-разжатием ладоней добавилось состояние покоя, во время которого испытуемый не воображает никакие МИ (при этом на результирующей ЭЭГ могут присутствовать шумы от различных источников). Были исключены данные 4 пациентов: 88-го, 92-го, 100-го, 104-го, так как данные их испытаний являются повреждёнными и содержат неполную информацию о испытаниях. Для сокращения размерности данных были использованы 19 электродов. Данный набор электродов соответствует системе разметки электродов 10-20, включающей в себя 21 электрод. При этом электроды A1 и A2, располагающиеся на ушах пользователя, исключены из дальнейших экспериментов.

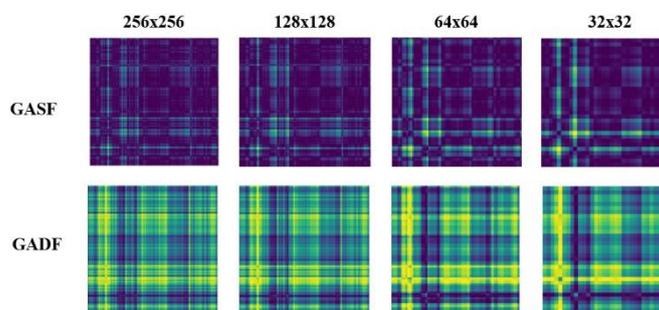


Рис. 2. Пример получившихся GAF матриц разного разрешения

Для дальнейших экспериментов данные первых 90 испытуемых были взяты для формирования обучающей и валидационной выборок в отношении 80% к 20% соответственно. Для формирования тестовой выборки были взяты данные оставшихся 15 испытуемых. Работа с датасетом была выполнена с помощью библиотеки MNE [3] для Python.

Разработанная архитектура

В данной работе в задачах классификации моторных образов использовались 4 различных архитектуры глубоких нейронных сетей, 3 из которых являются стандартными моделями, широко используемыми в задачах классификации изображений: VGG19, AlexNet, ResNet50, а также предложенная архитектура, прошедшая оптимизацию гиперпараметров для нашей задачи. Реализация, обучение и тестирование моделей были созданы с помощью фреймворка Tensorflow Keras [4] для Python.

Предложенная нами архитектура была получена с помощью библиотеки Keras Tuner [5]. Архитектура основана на VGG19 (так как она стандартно показывала наибольшую точность), при этом было оптимизировано количество свёрточных слоёв, а также размерность полносвязных слоёв. Кроме того, после слоёв свёртки был добавлен рекуррентный слой LSTM с функцией активации сигмоида, который ещё больше помогает лучше захватить временные закономерности матриц GAF. Вместо функции активации ReLU в свёрточных слоях была установлена функция LeakyReLU, показав прирост точности классификации во время обучения.

В качестве оптимизатора использовался Adam с коэффициентом обучения 0,00001. Обучение длилось на протяжении 30 эпох, с размером пакета обучающих данных – 30.

Проведение экспериментов

Предложенная в данной работе модель показывает наибольшую точность в задаче классификации МО по сравнению с другими рассмотренными в работе архитектурами при следующих подобранных оптимальных параметрах входных данных: размер временного окна 3 секунды, и размер матрицы GADF 128x128.

В таблице 1 приведено сравнение точности классификации предложенной в работе модели с базовой моделью CNN, предложенной в [6], на датасете Physionet MI для 2-х и 3-х классов классификации.

Таблица 1

Точность классификации МО на датасете Physionet EEG MI

Модель	Количество учитываемых электродов	Максимальная точность
CNN (Dose et al. [6])	58	80,38 % 69,82 %
CNN-LSTM (Эта работа)	19	84,18 % 69,05 %

Заключение

В ходе проделанной работы была разработана модель классификации моторных образов на основе инструментов глубокого обучения и преобразования Gramian Angular Field. Предложенная в данной работе модель, используя намного меньше электродов (19 против 58), на 3,8% обошла модель CNN из [6] в задаче 2-х классов классификации и показала схожий результат в задаче 3-х классов классификации (разница менее 1%).

Список использованных источников

1. Wang Z., Oates T. Imaging time-series to improve classification and imputation // Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence. – 2015.
2. Schalk G. A general-purpose brain-computer interface (BCI) system // IEEE Transactions on biomedical engineering. – 2004. – Т. 51. – № 6. – P. 1034–1043.
3. Gramfort A. et al. MEG and EEG data analysis with MNE-Python // Frontiers in neuroscience. – 2013. – P. 267.
4. Chollet F. et al. Keras: The python deep learning library. URL: <https://github.com/fchollet/keras>.
5. O'Malley T. et al. Keras Tuner. URL: github.com/keras-team/kerastuner.
6. Dose H. et al. An end-to-end deep learning approach to MI-EEG signal classification for BCIs // Expert Systems with Applications. – 2018. – V. 114. – P. 532–542.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

Горелова Т, Коростелев Д.А.

Брянский государственный технический университет, e-mail: tatiana-gorelova32br@yandex.ru

Введение

Распознавание объектов на изображениях – одно из самых интенсивно развивающихся направлений в области информационных технологий. Необходимость в таком распознавании возникает в самых разных областях — от военного дела и систем безопасности до медицинской диагностики, и контроля дорожного движения.

Целью работы является исследование существующих методов и разработка собственного алгоритма распознавания символов, обеспечивающий анализ и обработку информации на изображении с целью **идентификации** автомобильного номерного знака.

Описание алгоритма

Процесс решения задачи распознавания автомобильного номерного знака в общем виде можно представить в **последовательности** следующих шагов:

- 1) предобработка изображения;
- 2) сегментация номерного знака на отдельные символы;
- 3) распознавание сегментированных символов.

В настоящей работе предлагается алгоритм выделения и распознавания цифрового изображения автомобильного номера.

Алгоритм работает на сером уровне изображения. Рассматриваемое изображение для начала преобразуется в уровни серого. Затем к изображению применяются некоторые методы предварительной обработки. Это фильтрация нижней части, установление порогового значения Оцу, открытие, маркировка, закрытие, исправление перекоса и извлечение прямоугольных областей, которые могут содержать пластину. Затем элементы пластины используются для определения правильной области пластины. Диаграммы вектора суммы столбцов (CSV) используются для сегментации символов. Наконец, символы распознаются с помощью вероятностной нейронной сети.

Пороговое значение используется для бинаризации изображения уровня серого и, таким образом, для отделения интересующего объекта от фона. Из-за факторов окружающей среды уровни яркости могут отличаться, и необходима некоторая адаптация. Техника пороговой обработки Оцу используется из-за ее адаптивного характера. Сегменты бинарных изображений помечены в соответствии с их цветом для возможности классификации. Извлечение пластины выполняется с расчетом CSV и его локальных минимумов. Локальные минимумы следует сравнивать с пороговым значением. Они используются для определения буквенно-цифровых символов. Символы, выделенные модулем извлечения символов, выделяются и сохраняются в памяти. Размеры символов уравниваются и используется алгоритм сопоставления шаблонов. Вычисляется корреляция каждого извлеченного символа и каждого шаблона в базе данных. Сегментированные символы сглаживаются и вычисляются критические точки на границах [1].

База данных, используемая для этой работы, состоит из 260 фотографий автомобилей. Размеры каждой фотографии фиксированы и составляют 384*288 мм. Эти фотографии сделаны в разное время суток, с разного расстояния и под разными углами. Некоторые примеры, взятые из базы данных, показаны на рисунке 1.



Рис. 1. Образцы из базы изображений автомобилей

Приведение к уровням серого, фильтрация и установление порогового значения выполняются в качестве предварительной обработки. Приведение к уровням серого делается для устранения ненужной информации в цветном изображении. Таким образом, скорость обработки значительно возрастает. Пример показан на рисунке 2.



Рис. 2. Исходное изображение и изображение уровня серого

Локализация пластины – первый и самый важный шаг. Потенциальные области пластины оцениваются на основе таких характеристик, как соотношение сторон и количество пикселей, а затем идентифицируется правильный. Векторы сумм столбцов используются для определения границ символов на этапе извлечения признаков. Был разработан алгоритм для разделения двух соседних символов и объединения символов, которые были разделены на два. Наконец, полученные символы распознаются с помощью вероятностной нейронной сети. Символы, полученные из изображений в базе данных, используются в качестве обучающего набора, и этот набор используется для обучения нейронной сети [2].

Фильтр Bottom-Nat применяется к изображению с уровнем серого, чтобы выделить области потенциальной пластины. После установления порога Оцу происходит удаление небольших областей, которые не могут принадлежать пластине. Затем наносится маркировка и запускается фильтр нижнего уровня серого изображения. Наконец, перекоп исправлен [3]. Полученные изображения каждого шага для образца изображения из базы данных показаны на рисунке 3.

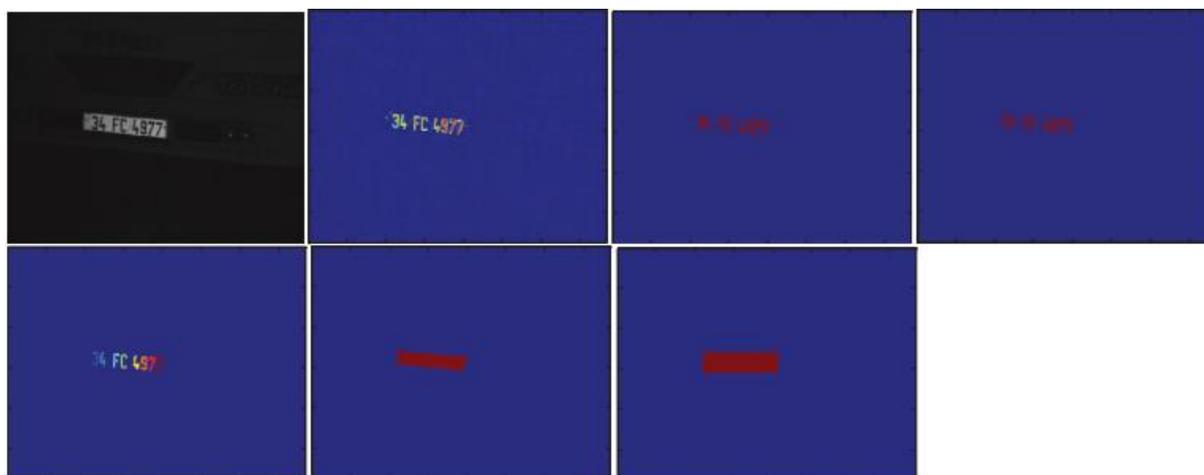


Рис. 3. Изображение, подаваемое на вход нейронной сети

Если получено более одной области пластины-кандидата, то выбор основывается на характеристиках пластины:

- 1) высота пластины должна быть не менее 12 пикселей;
- 2) ширина пластины должна быть не менее 16 пикселей;
- 3) высота пластины должна быть не более 1/8 изображения;
- 4) площадь пластины должна быть не более 1/4 общей площади.

Полученная область пластины для примера, соответствующая диаграмма CSV и извлеченные символы показаны на рисунке 4. Символ находится между двумя локальными минимумами на диаграмме CSV. Сегментированные символы подробно показаны на рисунке 5. Другой пример области пластины и сегментированных символов показан на рисунке 6.

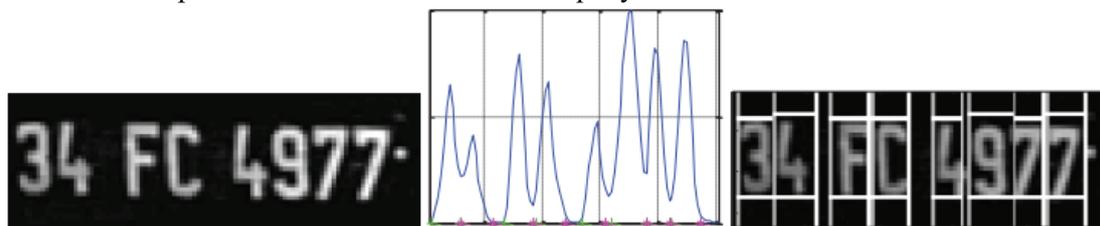


Рис. 4. Соответствующая диаграмма CSV для сегментированных символов

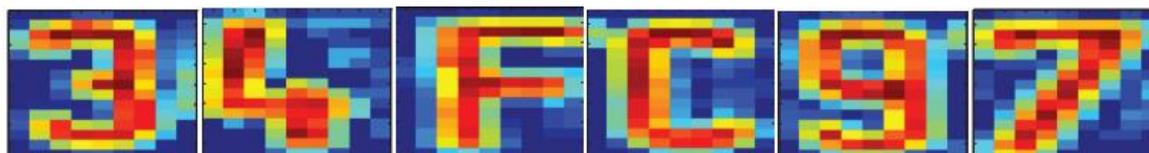


Рис. 5. Сегментированные символы примера



Рис. 6. Второй пример сегментированных символов

Извлеченные символы передаются в вероятностную нейронную сеть. Выходные данные – это распознанные символы.

Выполнение алгоритма

Программе требуется в среднем 0,1 секунды для распознавания каждой пластины. Результаты моделирования оцениваются на основе распознавания как номерных пластин, так и номерных знаков. Расчеты отображены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сегментации

Элемент	Количество	Степень успеха
Количество правильных распознанных областей пластины	256	98,5%
Количество правильных распознанных номерных знаков	233	93%
Общее количество пластин	260	95%
Количество правильных распознанных символов	1914	96,5%
Общее количество символов	1984	97,9%

Заключение

В данной работе была рассмотрена разработка и алгоритма сегментации и распознаванию автомобильных номеров. Увеличение успешности модуля распознавания символов может еще больше повысить успешность распознавания номерных знаков. В дальнейшем исследования будут продолжены в этом направлении.

Список использованных источников

1. Vijayan G., Reshma S.R., Dhanya F.E., Anju S., Nair G.R., Aneesh R.P. A novel shadow removal algorithm using Niblack segmentation in satellite images. In Proceedings of the 2016 International Conference on Communication Systems and Networks (ComNet). – 2016. – 232 p.
2. Фурман Я.А., Юрьев А.Н., Яншин В.В. Цифровые методы обработки и распознавания бинарных изображений. – 1992. – 248 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е изд. – 2012. – 1104 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Долматов Д.О.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ИШНКБ, инженер, e-mail: dolmatovdo@tpu.ru

Введение

Актуальным вопросом развития ультразвукового неразрушающего контроля является разработка и внедрение экспертных систем. Подобные системы направлены на обеспечение автоматического анализа результатов дефектоскопии, что должно повысить производительность контроля и минимизировать влияние на него человеческого фактора. Решение указанной задачи может быть обеспечено за счет применения нейронных сетей. Таким образом, целью данной работы является анализ существующих исследований и разработок в области применения нейронных сетей для решения задач ультразвукового неразрушающего контроля.

Современное состояние в области применения методов машинного обучения для решения задач ультразвукового контроля

Представляется возможным выделить следующие области применения методов машинного обучения в ультразвуковом неразрушающем контроле:

- обработка данных ультразвукового контроля;
- выявление дефектов;
- определение параметров выявленных дефектов;
- определение свойств объекта по результатам его исследований акустическими методами.



Рис.1. Области применения методов машинного обучения в ультразвуковом неразрушающем контроле

В контексте разработки экспертных систем интерес представляет два направления, а именно выявление дефектов и определение параметров выявленных дефектов.

В рамках решения задачи выявления дефектов нейронные сети были использованы для решения следующих задач:

- выявление дефектов в эхо-сигналах (А-сканах), полученных при контроле композиционных материалов [1];
- определение наличия несплошностей при ультразвуковом контроле железнодорожных колес, с использованием результатов контроля в форме В-сканов [2];
- выявление дефектов при автоматизированном ультразвуковом контроле с применением антенных решеток [3];
- определение несплошностей по результатам ультразвуковой томографии бетона [4].

Все разнообразие задач по определению параметров дефектов с использованием нейронных сетей можно разделить на две группы: классификация дефектов и определение их размеров.

В работе [5] рассмотрено выявление признаков дефектов из эхо-сигналов, полученных при проведении контроля и дальнейшей классификации несплошностей с применением нейронной сети. Подобный подход показал высокую эффективность для выявления и квалификации таких дефектов как пористость, непровар и вольфрамовые включения. В публикации [6] нейронные сети применяются для классификации в металлических пластинах таких дефектов, как боковые цилиндрические и плоскодонные отверстия. Для этого используются результаты ультразвукового контроля в форме В-сканов. В

статье [7] вейвлет преобразование используется для выявления характеристик несплошностей из результатов контроля композиционных материалов. Впоследствии выявленные характеристики используются для классификации несплошностей с использованием нейронных сетей.

Задачи в области определения параметров дефектов также включает задачи определения размеров дефектов. В работе [8] рассмотрено применение нейронных сетей для определения параметров трещин (размер, ориентация) в металлических образцах. При этом обучающая выборка состоит как из реальных экспериментальных данных, так и данных полученных с использованием компьютерного моделирования с применением метода конечных элементов. В работе [9] нейронные сети используются для определения размеров дефектов по результатам волноводного контроля, которые предварительно обрабатываются с применением алгоритма на основе метода синтезированной апертуры. В работе [10] нейронные сети применяются для определения параметров дефектов при иммерсионном контроле с применением технологии Plane Wave Imaging без использования к зарегистрированным данным контроля каких либо методов когерентной обработки сигналов.

Заключение

Таким образом, в ультразвуковом неразрушающем контроле накоплен определенный опыт в области применения нейронных сетей. В значительном количестве публикаций, посвященных данной тематике отмечается, что главным ограничивающим фактором для использования нейронных сетей является ограниченный набор данных, которые можно использовать для формирования обучающей и тестовой выборки. В различных публикациях рассматриваются различные подходы для решения указанной проблемы. Для увеличения наборов данных может применяться компьютерное моделирование, преобразование исходных данных (data augmentation), адаптация данных из смежных областей (transfer learning).

Исследование выполнено за счет гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук и докторов наук (проект № МК-1679.2022.4).

Список использованных источников

1. Guo Y. Fully convolutional neural network with GRU for 3D braided composite material flaw detection. – 2019. – Vol. 7. – P. 151180–151188.
2. Yuan M. Automatic recognition and positioning of wheel defects in ultrasonic B-Scan image using artificial neural network and image processing // *Journal of Testing and Evaluation*. – 2019. – Vol. 48(1). – P. 308–322.
3. Medak D. Automated defect detection from ultrasonic images using deep learning // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*. – 2021. – Vol. 68 (10). – P. 3126-3134.
4. Słoński M., Schabowicz K., Krawczyk E. Detection of flaws in concrete using ultrasonic tomography and convolutional neural networks // *Materials*. – 2020. – Vol. 13 (7).
5. Sambath S., Nagaraj P., Selvakumar N. Automatic defect classification in ultrasonic NDT using artificial intelligence // *Journal of nondestructive evaluation*. – 2011. – Vol. 30 (1). – P. 20–28.
6. Virupakshappa K., Oruklu E. Virupakshappa K. Multi-class classification of defect types in ultrasonic NDT signals with convolutional neural networks // *2019 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*. – P. 1647–1650.
7. Meng M. Ultrasonic signal classification and imaging system for composite materials via deep convolutional neural networks // *Neurocomputing*. – 2017. – Vol. 257. – P. 128–135.
8. Pyle R.J. Deep learning for ultrasonic crack characterization in NDE // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*. – 2020. – Vol. 68 (5). – P. 1854-1865.
9. Miorelli R. Defect sizing in guided wave imaging structural health monitoring using convolutional neural networks // *NDT & E International*. – 2021. – Vol. 122.
10. Latête T., Gauthier B., Belanger P. Towards using convolutional neural network to locate, identify and size defects in phased array ultrasonic testing // *Ultrasonics*. – 2021. – V. 115.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Емельянов А.С.

Томский политехнический университет, ИШИТР, e-mail: andreiomsk02@gmail.com

Введение

В наше время всё чаще возникают задачи, требующие решения обработки и анализа больших массивов данных. Задачи собраны названием Big Data. Анализ данных может проводиться как вручную, так и с помощью методов машинного обучения, то есть с помощью алгоритмов нахождения закономерностей и связей на основе эмпирического и теоретического опытов. Одна из областей применения алгоритмов машинного обучения - медицина.

В рамках работы будут исследованы алгоритмы машинного обучения к анализам, текстам и иным медицинским документам для выявления ключевых параметров, влияющих на сердечно - сосудистую систему, что может быть использовано для более точного выявления заболеваний этой системы.

Целью данной работы ставлю поиск наиболее оптимального алгоритма машинного обучения для выявления ключевых параметров, влияющих на сердечно - сосудистую систему.

В исследовании обрабатываются данные результатов обследования пациентов, строятся метрики для выявления зависимых переменных.

Описание алгоритма

Для того, чтобы датасет подвергался наиболее эффективной обработке и метрики были более точными - нужно провести первоначальный и одномерный, двумерный и многомерный анализы. Далее будет описан алгоритм того, как нужно обрабатывать и анализировать данные.

1. Подгружаем датасет и заданные переменные. Для построения графиков и зависимостей используем библиотеки numpy, pandas, seaborn. Визуализировать данные будем с помощью библиотеки matplotlib. Модуль os обеспечивает работу функций с операционной системой.

2. С помощью метода head() по датасету видно, что имеется определённый целевой класс. В случае, когда он равен 0 пациент здоров, в случае значения равного 1 он имеет ССЗ. Цифры 2 и 3 говорят о превышении показателей выше и значительно выше нормы соответственно.

3. Методом describe() выявляем минимальное, максимальное, среднее и средне - квадратичное отклонение.

4. Определим как переменные распределены среди целевого класса на рисунке 1.

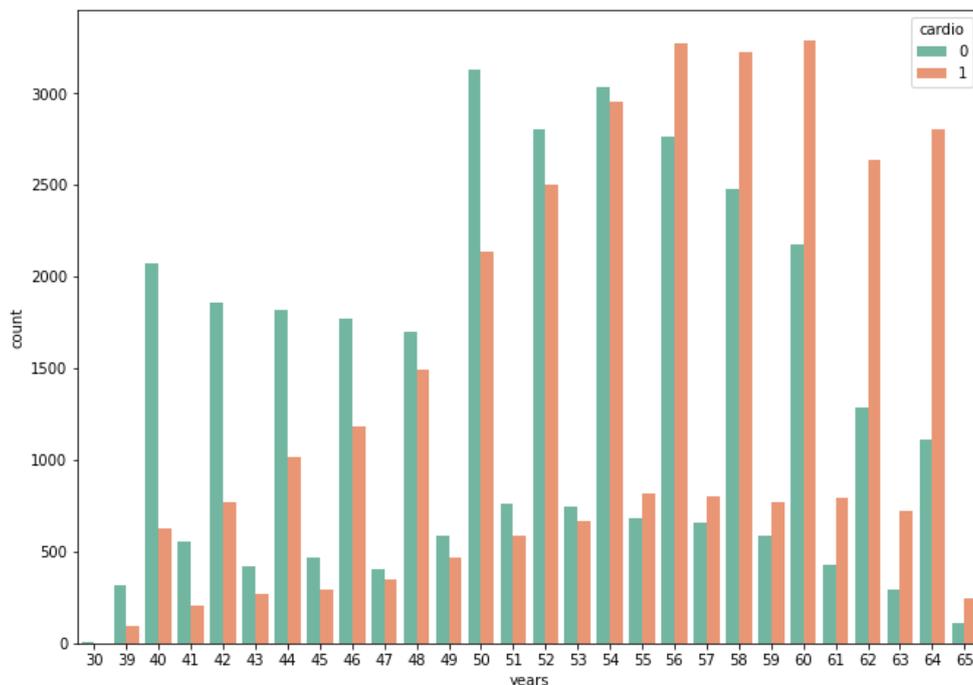


Рис. 1. График подсчёта людей с ССЗ и без ССЗ

5. На рисунке 2 рассмотрим распределение категориальных переменных.

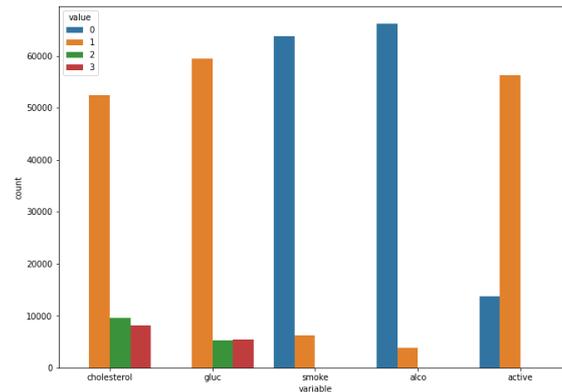


Рис. 2. График подсчёта людей по категориям

Таким образом был проведён первоначальный и первичный анализы. В первоначальном получена информация о датасете, типах данных и категориальных переменных. В одномерном построены графики подсчёта людей без ССЗ и с ССЗ, люди разделены на категории.

Далее проведём двумерный анализ.

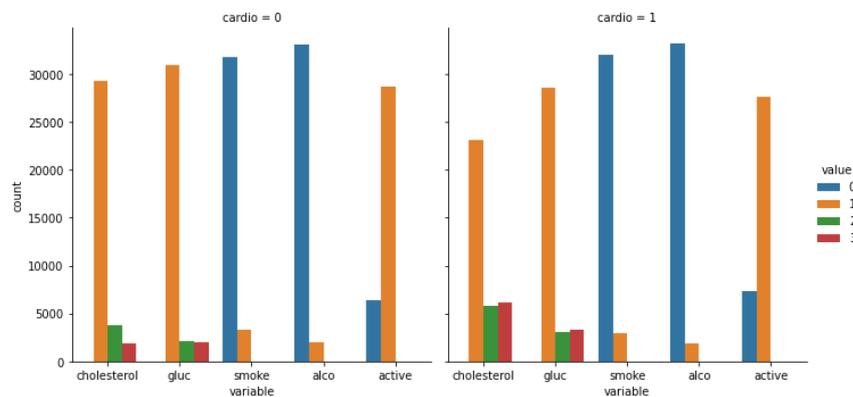


Рис. 3. График подсчёта людей по целевому классу

6. Из рисунка 3 отчётливо видно, что пациенты с ССЗ малоактивны, имеют высокие показатели холестерина и глюкозы в крови.

7. Затем я группирую датасет по гендеру и выясняем, что большое количество курильщиков среди мужчин.

8. Очищаю датасет от выбросов и пропущенных значений.

9. Для того, чтобы выяснить очистились ли давления систолическое и диастолическое от выбросов и узнать распределение вероятностей между ними, построим ящик с усами.

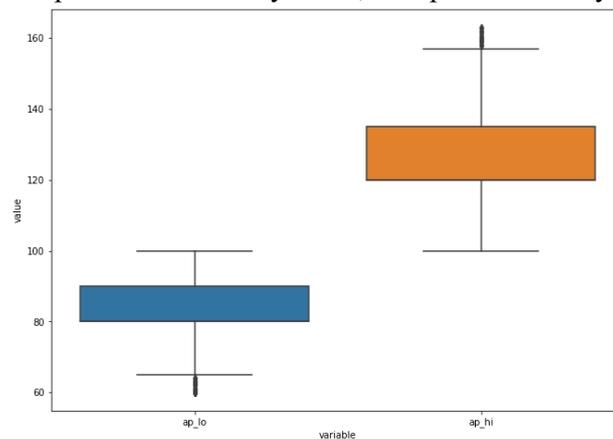


Рис. 4. Ящик с усами для давлений

10. Построим корреляционную матрицу для наглядности зависимостей атрибутов друг от друга.

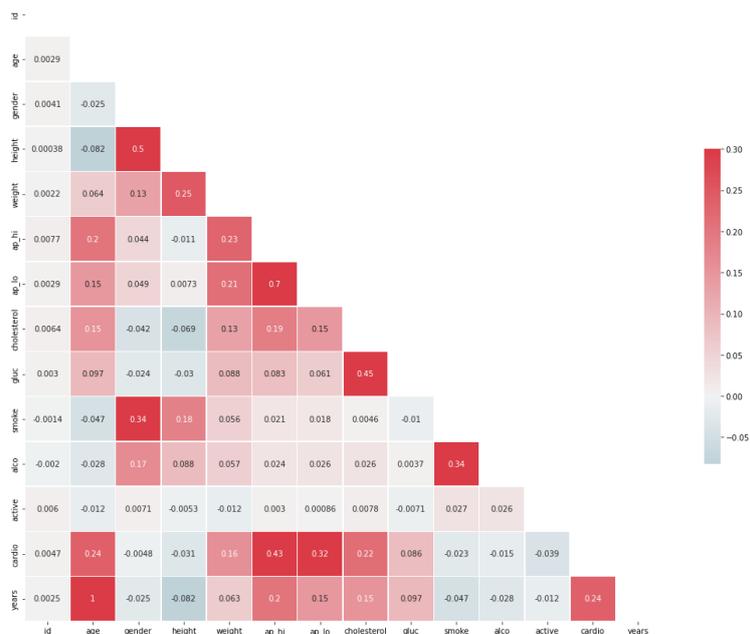


Рис. 5. Корреляционная матрица

На рисунке 5 видно какие коэффициенты значительно влияют на риск развития ССЗ. Если внимательно присмотреться, то по итогу сильное воздействие оказывают такие показатели как, возраст и уровень холестерина. Однако, стоит отметить, что они не особо коррелируют с целевым классом.

Заключение

В рамках данной работы был подготовлен большой массив данных (датасет), среди как здоровых пациентов, так и людей с ССЗ. Были обработаны и очищены от пропусков и выбросов данные результатов пациентов. Построены зависимости и метрики, показывающие переменные, которые в значительной степени влияют друг на друга. В дальнейшем будет произведён анализ работы и проведётся расширение набора данных для разработки точного алгоритма машинного обучения.

Список использованных источников

1. Губин Е. И. Методология подготовки больших данных. – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/g/GUBINE/academics/Tab/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8%20%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8.pdf> (дата обращения 27.02.2023).
2. Представление данных корреляционного анализа. – URL: <https://allasamsonova.ru/statistika/predstavlenie-dannyh-korreljacionnogo-analiza/> (дата обращения 27.02.2023).
3. Построение графиков в Python при помощи Matplotlib. – URL: <https://python-scripts.com/matplotlib> (дата обращения 27.02.2023).
4. Введение в многомерный анализ. – URL: <https://habr.com/ru/post/126810/> (дата обращения 27.02.2023).

МОДЕЛЬ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Клековкин В.А.

Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. А2-39, e-mail: vak37@tpu.ru

Введение

В настоящее время практически важными являются задачи мониторинга воздушного пространства с целью выявления в нем летающих объектов. Несмотря на то, что задачи обнаружения и распознавания подвижных объектов на изображениях изучаются достаточно давно, исследования на эту тему и на сегодняшний день являются актуальными [1].

Задачей данного исследования является создание модели сверточной нейронной сети (СНС) путем модификации известной архитектуры LeNet5 и анализ эффективности этой модели при детектировании (обнаружении и классификации) объектов воздушного пространства на изображениях. В качестве таких объектов рассматриваются объекты трех классов: беспилотные летательные аппараты (БПЛА) самолетного типа, в том числе «летающее крыло», БПЛА вертолетного типа и птицы (одиночные и стаи птиц).

Формирование датасета

При создании датасета для обучения, валидации и тестирования модели СНС осуществлялся поиск изображений с летающими объектами трех классов: БПЛА самолетного типа, включая «летающее крыло», БПЛА вертолетного типа и птицы. Подбор изображений выполнялся в соответствии с правилом, которое гласит, что изображения должны быть максимально приближены к реальным условиям (наличие на изображении одного, двух и более объектов перечисленных классов, наличие фона в виде участков земной поверхности или облаков и т.д.), в которых будет задействована предлагаемая модель СНС. Также изображения частично были подвергнуты аугментации (создание дополнительных изображений из имеющихся данных) для увеличения объема выборки.

Все изображения были приведены к единому размеру (416x416 пикселей) и размечены с помощью средств системы Roboflow [2]. Часть изображений сформированного датасета в качестве примера представлена на рисунке 1. Видим, что на изображениях присутствуют как одиночные объекты, так и группы объектов рассматриваемых классов и для них используется различный фон. Далее все изображения датасета объемом 2892 изображения были разделены физически на три выборки: обучающая (70%), валидационная (20%) и тестовая (10%).

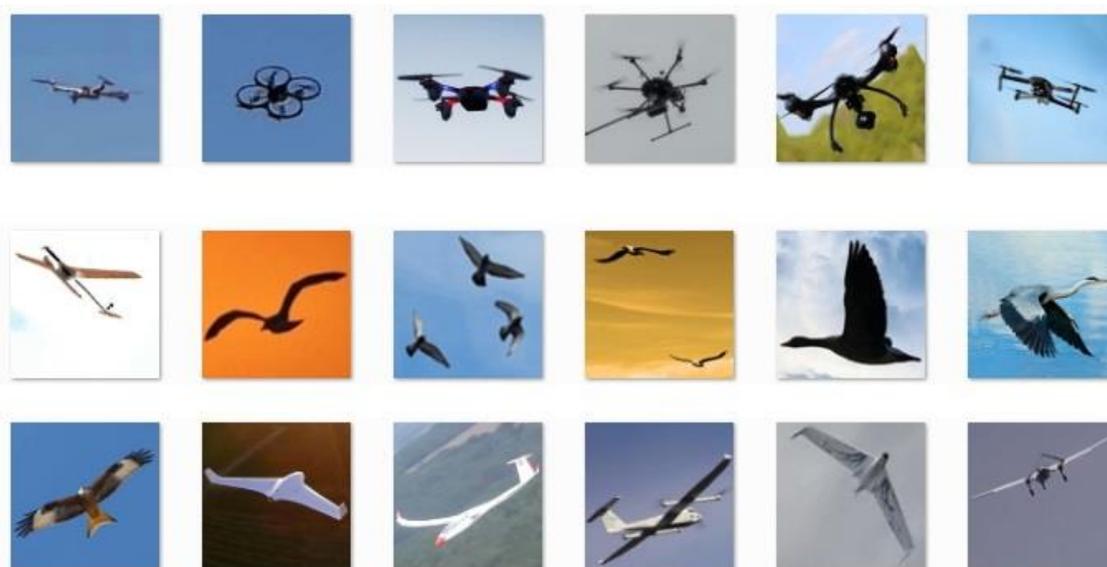


Рис. 1. Примеры изображений из сформированного датасета

Модификация архитектуры LeNet5

В 1998 г. Ян ЛеКун с коллегами предложил новую нейросеть, получившую название СНС. Архитектура такой сети называется LeNet5 и сегодня считается классической [3]. Эта архитектура включает в себя: rescaling (слой, который масштабирует входное изображение до требуемого размера); два сверточных слоя conv2D; два слоя подвыборки по максимальному значению MaxPooling2D; flatten (конвертация изображения в меньшую размерность) и три выходных слоя dense (адаптировано к нашей задаче классификации объектов трех классов) размером 1x1 пиксель.

Для выполнения поставленной задачи была предложена новая модель СНС с архитектурой, являющейся модификацией классической LeNet5.

Архитектура предложенной модели СНС отличается от классической архитектуры LeNet5 наличием трёх сверточных слоёв (conv2D) вместо двух сверточных слоёв у классической архитектуры, а также дополнительным слоем подвыборки maxpooling и различными параметрами сверточных слоёв. Такие изменения ведут к увеличению количества карт признаков и должны способствовать улучшению точности обнаружения и классификации объектов на изображениях с помощью предложенной модели.

Сравнение предложенной модели с другими известными СНС подкласса LeNet5 позволяет считать её по ряду архитектурных признаков оригинальной.

Обучение и исследование эффективности предложенной модели СНС

Программная реализация предложенной модели СНС осуществлялась на языке программирования Python версии 3.6 с использованием библиотек TensorFlow+Keras [4].

Для оценки качества моделей используются метрики, основными из которых являются Accuracy, Precision, Recall [5]. Оценка точности классификации предложенной модели СНС производилась с помощью метрики Accuracy, так как классы в сформированном датасете имеют равное количество изображений. Также использовалась метрика Recall, в первую очередь, для выявления точности классификации объектов в рамках отдельных классов.

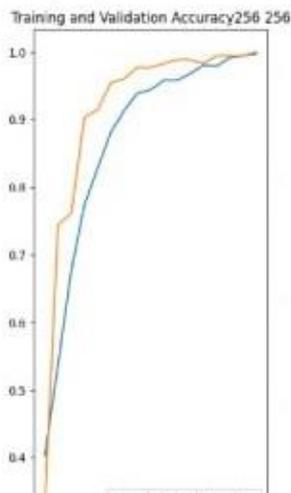


Рис. 2. Графики точности модели СНС

На этапе обучения предложенной модели СНС экспериментальным путем были определены следующие параметры ее настройки: оптимизатор (optimizer) Adam с шагом обучения (learning rate) 0.001, в качестве функции потерь (loss function) использовалась categorical_crossentropy.

На рисунке 2 показаны графики зависимости точности модели СНС на обучающей и валидационной выборках по метрике Accuracy от количества эпох обучения. Результаты приведены для входных изображений размером 256x256 пикселей.

Результаты исследования точности классификации на тестовой выборке в зависимости от изменения масштаба входных изображений (128x128; 180x180; 256x256 пикселей) представлены в таблице 1. Анализируя их, можно сделать вывод, что предложенная модель СНС весьма успешно справляется с классификацией объектов на изображениях тестовой выборки. Размер изображения влияет на точность классификации объектов: чем больше изображение, тем выше точность классификации объектов по метрике Accuracy.

Таблица 1

Результаты исследования модели СНС

Метрика	Класс объекта	Размер изображения (пиксели)		
		128x128	180x180	256x256
Recall	БПЛА самолетного типа	0,9589	0,9387	0,9654
	БПЛА вертолетного типа	0,9552	0,9388	0,9323
	птицы	0,8748	0,9024	0,8633
Accuracy	все классы	0,8943	0,9105	0,9336

Из таблицы 1 также следует, что значения метрики Recall зависят весьма сложным образом от класса объектов и размера входного изображения.

Заключение

Задача мониторинга воздушного пространства и выявления в нем различных объектов сегодня является весьма актуальной. Для решения задачи детектирования таких объектов была предложена модель СНС, архитектура которой является модификацией классической архитектуры LeNet5. Для обучения и исследования модели СНС сформирован датасет. Исследования модели показали, что она успешно справляется с классификацией изображений.

Список использованных источников

1. Stepan G. Nebaba S.G, Markov N.G., Effectiveness of Moving Objects Detecting and Tracking in Airspace by Images in Nearinfrared // Light & Engineering. – 2022. – Vol. 30. – No 2. – P. 62–69.
2. Roboflow [Электронный ресурс]. – URL: <https://roboflow.com/> (дата обращения: 22.01.2023).
3. Le Cun, Y. Gradient-Based Learning Appelled to Document Recognition // Proc of the IEEE. – 1998. – Vol. 86. – № 11. – P. 2278–2324.
4. Module: Keras, Tensorflow [Электронный ресурс]. – URL: https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras (дата обращения: 22.01.2023).
5. Метрики в задачах машинного обучения [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/> (дата обращения: 12.02.2023)

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕГМЕНТАЦИОННЫХ МАСОК

Лантев В.В.¹, Гергет О.М.²

¹ Сибирский государственный медицинский университет, техник-программист, email: vy139@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, профессор, email: gerget@tpu.ru

Введение

Одной из основных задач обработки и анализа изображений является сегментация. Выделение на **изображении** области согласно определенному критерию позволяет не только обнаружить интересный объект на изображении, но и получить значимые характеристики, такие как: границы объекта, форма, площадь и т.п.

Существует большое множество алгоритмов сегментации и их можно подразделить на группы методов, основанные на: энтропии; кластеризации; оттенках серого и гистограммах; локальных порогах; пиксельных корреляциях, атрибутах; искусственных нейронных сетях [1].

В настоящее время наибольший интерес представляют системы, основанные на алгоритмах с использованием искусственных нейронных сетей [2]. Именно эта группа обладает таким понятием как обобщающая способность, что позволяет применять их на более широком спектре задач. Но стоит отметить, что для получения такой системы сегментации объектов высокой точности требуется большое количество обучающих данных. Под обучающими данными подразумевается набор изображений и аннотаций к ним (описание анализируемого изображения). Как правило составлением аннотации к данным занимаются эксперты в данной области, а под аннотацией сегментационной модели понимается маска изображения. Пример маски изображения приведен на рисунке 1.



Рис. 1. Пример изображения с маской: А) исходное изображение; В) маска изображения

За частую именно сбор данных и составление аннотаций занимает наибольшее количество времени при разработке систем компьютерного зрения. Причем составление сегментационной маски изображения является самым трудоемким из них.

Целью данной работы является разработка метода предварительного формирования сегментационных масок изображений, используя более простые модели анализа данных.

Описание алгоритма

Сегментация изображений является сложной задачей и требует наличия большого количества данных, подготовка которых занимает весомое количество времени. В статье предлагается метод, упрощающий данную задачу. Идея метода состоит в следующем: перейти от задачи сегментации изображений к классификации и использовать карту признаков, как сегментационную маску.

Задача классификации – это получение категориального ответа на основе набора признаков, например, определить есть ли на фотографии кот или присутствует на изображении лицо человека, болен ли пациент раком и т.д. Подготовка данных для получения модели классификации высокого качества, как правило, не занимает много времени, как и обучение самой модели. Используя данное преимущество, за короткий срок, нами была подготовлена модель классификации глазного дна на предмет патологии. В основе классификационной модели лежит энкодер Xception. Данный энкодер обучен на 350 миллионах изображений ImageNet и хранит веса для определения 17000 классов [3]. Для адаптации к описанной выше задаче, выходной слой был заменен на два полносвязных слоя размерами 2048 и 1. Активационная функция выходного слоя Sigmoid. Во время обучения модели, вычисление

градиента и изменение весов коснулось только последних 2-х слоев, что позволяет сохранить тенденцию модели к выделению характеристических особенностей изображения и повысить качество формирования конечной матрицы признаков. Данный подход именуется как трансферное обучение [4].

Выходная матрица признаков модели Xception имеет размер $7*7*2048$. Следующим этапом нашей работы является объединение сформированных карт признаков и активационных значений вектора признаков результирующего класса. Заключительным этапом является интерпретация полученного результата. Реализация данной задачи осуществлялась с использованием следующего набора изображений, приведенный на рисунке 2.

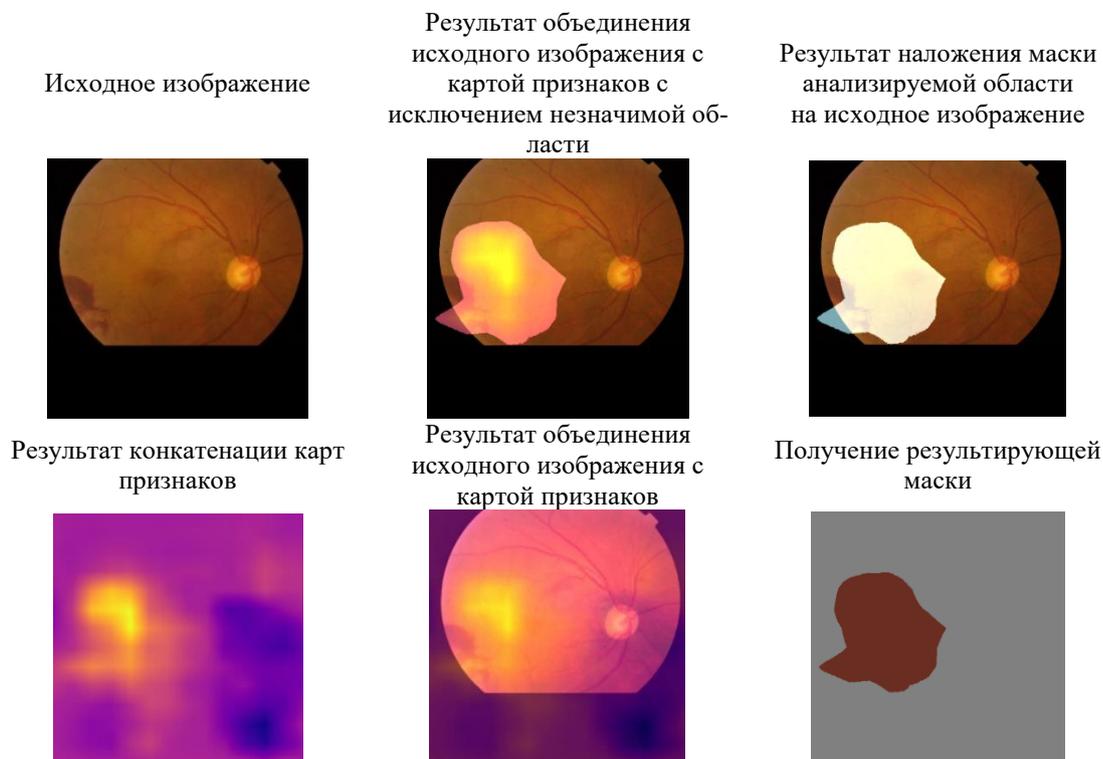


Рис. 2. Визуализация результатов эксперимента

Заключение

Представленный в данной работе метод формирования сегментационной маски изображения значительно сокращает время создания датасета для обучения модели сегментации изображений. Создаваемые таким образом маски могут быть использованы одним из следующих способов: 1) обучение модели сегментации на полученных масках с последующим краткосрочным обучением с низкой скоростью обучения на небольшом количестве данных, составленном экспертами; 2) улучшение качества полученных масок экспертами с последующим обучением модели сегментации.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект Наука FSWW-2023-0007.

Список использованных источников

1. Панченко Д.С., Путятин Е.П. Сравнительный анализ методов сегментации изображений // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. – №. 4 (9). – С. 109–114.
2. Немировский В. Б., Стоянов А. К. Сегментация изображений с помощью рекуррентной нейронной сети // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2012. – Т. 321. – №. 5. – С. 205–210.
3. Chollet F. Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2017. – С. 1251–1258.
4. Torrey L., Shavlik J. Transfer learning // Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques. – 2010. – P. 242–264.

ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУР СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СНИМКОВ ДЕРЕВЬЕВ СИБИРСКОЙ ПИХТЫ

Малкин А.Ю.¹, Мыцко Е.А.²

¹ Томский политехнический университет, ОИТ ИШИТР, магистрант гр. 8ВМ22, e-mail: mal-kin@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ОИТ ИШИТР, доцент, e-mail: evgenvt@tpu.ru

Введение

Одной из проблем экологии является болезненное состояние деревьев в лесных массивах. Это происходит на фоне потепления климата и активизации вредителей (различные паразиты, такие как уссурийский полиграф). Для своевременного принятия мер, необходимо как можно скорее обнаружить поврежденное дерево. Поскольку лесные массивы распространяются на большие площади, используется технология сканирования леса с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащённых фото- или видеокамерой [1]. При решении задач автоматизированного распознавания состояния деревьев для своевременной передачи этой информации специалистам необходимо использовать современные технологии, такие как искусственные нейронные сети [2].

Таким образом, актуальность данной работы заключается в применении современных технологий на основе свёрточных нейронных сетей для своевременного обнаружения сухостоев среди деревьев сибирской пихты. Целью данной работы является исследование архитектур свёрточных нейронных сетей для семантической сегментации снимков деревьев сибирской пихты.

Описание алгоритма

В рамках данной работы проводится сравнение эффективности работы мобильной системы компьютерного зрения на основе трёх архитектур свёрточных нейронных сетей: U-Net [3], ENet [4], SegNet [5].

Для обучения свёрточной нейронной сети применяется подготовленная выборка фрагментов снимков сибирской пихты с БПЛА [6]. Над выборкой проведена операция data augmentation (увеличение и уменьшение экспозиции изображения, добавления цифрового шума). Для этих фрагментов проведена семантическая сегментация по состоянию деревьев и получена маска со следующей цветовой схемой: синий – живое дерево, бирюзовый – отмирающее, фиолетовый – свежий сухостой, жёлтый – старый сухостой, чёрный – фон. Пример выборки представлен на рисунке 1.

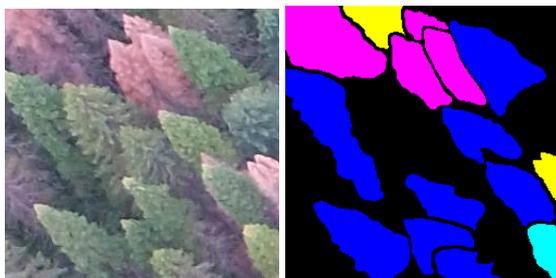


Рис. 1. Исходный снимок (слева) и эталонная маска (справа) изображения из датасета для сегментации пихты сибирской пихты.

В работе проведено обучение свёрточных нейронных сетей, построенных по архитектурам U-Net, ENet, SegNet с применением библиотеки Keras на языке программирования Python для фрагментов изображений размером 256x256 пикселей с применением графического ускорителя Nvidia Tesla T4 с 16 ГБ видеопамяти. Рассчитанные значения потерь (*loss*) и точности (*accuracy*) для обучающей и валидационной выборок представлены в таблице 1. Экспериментальным путём установлено, что архитектура ENet оказалась наиболее «легковесной», что позволило использовать большее значение *batch_size* (размерность вектора изображений, подаваемых в память графического процессора за один раз) и уменьшить время на обучение одной эпохи.

Эффективность работы различных архитектур будем рассматривать с помощью F-меры (1).

$$F = 2 * \frac{Precision * Recall}{(Precision + Recall)}, \quad (1)$$

где *Precision* выражается точностью в сегментации (те пиксели, обозначающие какую-либо из категорий, не являющейся ею, уменьшают этот параметр), а *Recall* чувствителен к тем пикселям, которые не были обозначены системой как данная категория.

Таблица 1

Результаты обучения архитектур свёрточных нейронных сетей

Архитектура, число эпох	Training loss	Training accuracy	Validation loss	Validation training	Batch_size	Seconds for epoch
U-Net, 25	0,027	0,989	0,383	0,948	40	98
U-Net, 50	0,010	0,996	0,715	0,944		
ENet, 25	0,034	0,986	0,412	0,941	45	17
ENet, 50	0,020	0,992	0,589	0,937		
SegNet, 25	0,198	0,924	0,286	0,899	25	126
SegNet, 50	0,023	0,990	0,804	0,908		

Для каждой модели была проведена проверка на отдельной выборке, предназначенной для валидации. Использована F-мера для определения качества сегментации больных и здоровых сибирских пихт в лесах Томской области. В таблице 2 приведены значения *Recall* (полноты)/*Precision* (точность) каждой категории сегментации для валидационной выборки. В таблице 3 отображены значения F-меры сегментации.

Таблица 2

Значения Recall / Precision для валидационной выборки

Архитектура, число эпох	Живое	Отмирающее	Свежий сухостой	Старый сухостой	Фон
U-Net, 25	0,648 / 0,607	0,151 / 0,174	0,766 / 0,609	0,324 / 0,741	0,844 / 0,815
U-Net, 50	0,628 / 0,624	0,145 / 0,174	0,688 / 0,662	0,456 / 0,669	0,854 / 0,816
ENet, 25	0,641 / 0,606	0,100 / 0,280	0,629 / 0,671	0,456 / 0,554	0,854 / 0,817
ENet, 50	0,711 / 0,539	0,091 / 0,258	0,607 / 0,693	0,484 / 0,443	0,782 / 0,827
SegNet, 25	0,540 / 0,595	0,107 / 0,147	0,706 / 0,667	0,309 / 0,677	0,871 / 0,790
SegNet, 50	0,655 / 0,572	0,121 / 0,186	0,645 / 0,714	0,470 / 0,638	0,832 / 0,817

Таблица 3

Значения F-меры для валидационной выборки

Архитектура, число эпох	Живое	Отмирающее	Свежий сухостой	Старый сухостой	Фон	Среднее
U-Net, 25	0,627	0,162	0,679	0,451	0,830	0,549
U-Net, 50	0,626	0,158	0,675	0,543	0,835	0,567
ENet, 25	0,623	0,147	0,650	0,500	0,835	0,551
ENet, 50	0,613	0,135	0,647	0,463	0,804	0,532
SegNet, 25	0,566	0,124	0,686	0,424	0,829	0,526
SegNet, 50	0,611	0,146	0,678	0,542	0,824	0,560

По расчётам, представленным в таблице 3, можно сделать вывод, что архитектура U-Net является более точной при сегментации живых (62,6 %) и отмирающих (15,8 %) деревьев, фона (83,5 %). Одинаково с U-Net эффективна в определении старого сухостоя (54,3 %) архитектура SegNet (54,2 %), которая способна сегментировать свежий сухостой (67,8 %). Архитектура ENet имеет меньшее значение F-меры в среднем (53,2 %) в сравнении с SegNet (56,0 %) и U-Net (56,7 %).

В таблице 4 представлено время обработки обученной нейросетью валидационной выборки из 672 фрагментов 256x256. Эта информация показывает, насколько выбранная архитектура пригодна для реализации в системе реального времени. Замер времени проводился по десять раз для каждой архитектуры, подавалось одно изображение за раз (*batch_size = 1*).

Время обработки валидационной выборки различными архитектурами (672 фрагмента с разрешением 256x256 пикселей)

Архитектура	Минимум, с	Среднее, с	Максимум, с	Время на обработку одного фрагмента, мс
U-Net	20,027	20,834	22,279	28
ENet	4,063	4,720	5,437	4
SegNet	21,609	22,013	23,703	30

По таблице 4 можно сделать вывод, что архитектура ENet является наиболее быстродействующей и приспособленной для реализации в системах реального времени: время, требуемое ENet для обработки одного фрагмента 256x256, в 7 раз меньше, чем у U-Net, и 7,5 раза меньше, чем у SegNet.

Рассмотрим визуально сегментацию одного изображения размером 256x256. Как видим на рисунке 2, наибольшую трудность для всех архитектур составляют точная сегментация сухостоя (свежий или старый – фиолетовый и жёлтый соответственно) и определение отмирающих деревьев (бирюзовый). Для архитектур SegNet и ENet характерно ошибочное определение листовенного дерева как хвойного, что может быть критичным в некоторых задачах.

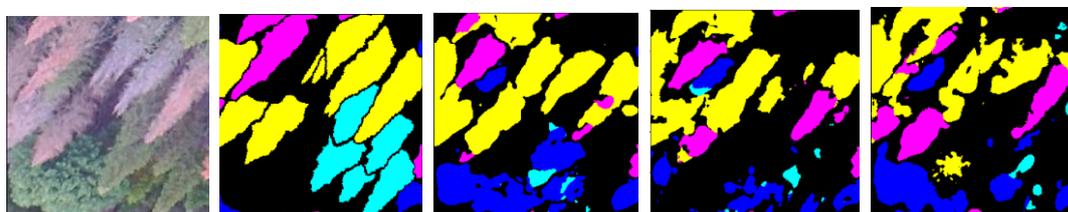


Рис. 2. Слева направо: исходное, эталонное изображения, обработка SegNet, U-Net, ENet

Заключение

В настоящее время проведена работа по обучению и исследованию свёрточных нейронных сетей различных архитектур для разработки мобильной системы компьютерного зрения. Изучена особенность работы архитектур U-Net, SegNet, ENet, рассчитана F-мера, как метрика точности сегментации изображений.

В результате установлено, что наиболее точно выполняет сегментацию фрагментов изображений сибирской пихты размером 256x256 пикселей архитектура U-Net, что демонстрирует более высокое значение F-меры относительно архитектур SegNet и ENet. При проектировании системы реального времени архитектура ENet является более предпочтительной, так как требует меньше времени для обработки одного фрагмента в сравнении с другими архитектурами.

Список использованных источников

1. Денисов С. А., Домрачев А. А., Елсуков А. С. Опыт применения квадрокоптера для мониторинга возобновления леса // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – № 4 (32). – С. 34–46.
2. Shasha Lu: Examining the influencing factors of forest health, its implications on rural revitalization. – 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026483772032603X> (дата обращения: 09.01.2023).
3. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. – 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 09.02.2023).
4. Adam Paszke, Abhishek Chaurasia, Sangpil Kim, Eugenio Culurciello. ENet: A Deep Neural Network Architecture for Real-Time Semantic Segmentation. – 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1606.02147> (дата обращения: 09.02.2023).
5. Vijay Badrinarayanan, Alex Kendall, Roberto Cipolla. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. – 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1511.00561> (дата обращения: 09.02.2023).
6. Керчев И. А., Маслов К. А., Марков Н. Г., Токарева О. С. Семантическая сегментация поврежденных деревьев пихты на снимках с беспилотных летательных аппаратов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18. – №. 1. – С. 116–126.

ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЛНОСВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СНИМКОВ ПОВРЕЖДЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Мачука М.К.Р.

Томский политехнический университет, ИШИТР, аспирант, гр. А2-36,
e-mail: kristianrodrigo1@tpu.ru

Введение

Общеизвестно, что вспышки массового размножения насекомых-вредителей наносят непоправимый вред хвойным лесам. Поэтому актуальным является оперативный мониторинг таких лесов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и выявление по его результатам деревьев на начальных стадиях повреждения вредителями. При этом снимки с БПЛА крон деревьев обычно имеют высокое и сверхвысокое пространственное разрешение, что позволяет в результате их анализа с помощью моделей глубокого обучения оценивать состояние поврежденных хвойных деревьев [1].

В работе рассматривается задача обучения трех моделей полносверточных нейронных сетей, основанных на архитектуре U-Net [2]. Модели сетей используются для семантической сегментации снимков с БПЛА деревьев сосны сибирской кедровой *Pinus sibirica* (Du Tour) (далее- *P. Sibirica*), поврежденных союзным короедом *Ips amitinus* (Eichhoff) [3].

Исходные данные

В качестве исходных данных использовались RGB-снимки, сделанные на штатную фотокамеру БПЛА DJI Phantom 3 Standard. При анализе снимков с БПЛА деревьев *P. sibirica*, поврежденных союзным короедом, экспертами выделялись пять классов их жизненного состояния [3]: «Условно здоровое», «Свежезаселенное», «С усохшей вершиной», «Свежий сухостой» и «Старый сухостой». Шестым классом являлся «Фон» – деревья других пород и иные объекты земной поверхности. Каждое из деревьев экспертом путем визуального дешифрирования относилось к одному из классов. Кроме разметки деревьев по классам осуществлялось оконтуривание их крон. В итоге получены эталонные карты сегментации.

Для формирования обучающей и валидационной выборок исходные снимки деревьев *P. sibirica* были нарезаны на фрагменты размером 256 x 256 пикселей путем сдвига предыдущего фрагмента на 128 пикселей. Всего было получено 10455 обучающих и 2880 валидационных фрагментов. Тестовая выборка формируется по отдельному снимку.

Модели полносверточных сетей

Для решения задачи мультиклассификации деревьев *P. sibirica* разработаны три новые модели полносверточных нейронных сетей, каждая из которых основана на известной модели полносверточной сети U-Net, позволяющей вести семантическую сегментацию изображений (попиксельную классификацию). В исходную модель U-Net вносились такие изменения: изменены размеры входных и выходных тензоров, функция активации ReLU заменена на функцию ELU, слой пакетной нормализации применялся после каждой нелинейности, а слои свертки не изменяли размеры карт признаков. В итоге была получена модифицированная модель U-Net. Далее на ее основе и предложенной в работе [1] идеи введения вместо модели U-Net ансамбля из трех таких моделей различной глубины была разработана вторая модель полносверточных сетей - multihead-U-Net, сокращенно МН-U-Net. По сравнению с первой предложенной моделью она имеет существенные изменения: вместо одного используются три входа разных масштабов (256x256x3, 128x128x3 и 64x64x3), также имеются три выхода разных масштабов, а процедура Dropout заменена на пространственную процедуру Dropout. Третья предложенная модель — multihead-residual-U-Net (МН-Res-U-Net), обладает всеми особенностями модели МН-U-Net и дополнительно включает остаточные блоки [4].

Особенности обучения и валидации предлагаемых моделей

При обучении предлагаемых моделей полносверточных сетей применялись две функции потерь: mIoU* - метрика mIoU в мягкой формулировке [5] и focal-loss [6]. Функция потерь mIoU* имеет параметр сглаживания меток и параметр, устраняющий большие по модулю значения градиента этой функции и точки сингулярности. Функция Focal-loss основана на функции потерь кросс-энтропии, но в нее

включен модулирующий параметр, который позволяет сокращать потери от простых примеров и увеличивать значение корректирующих примеров в случаях неправильной классификации деревьев *P.sibirica*. При обучении использовался известный алгоритм оптимизации Adam. Более того, при обучении моделей также применялась техника аугментации «на лету», позволяющая расширять обучающую выборку синтезированными фрагментами непосредственно во время обучения.

Для определения оптимальных гиперпараметров при обучении и валидации предлагаемых моделей использовался один из методов глобальной оптимизации – байесовская оптимизация. Байесовская оптимизация позволяет строить стохастическую модель функции отображения из десяти значений гиперпараметров (параметры, определяющие структуру нейронной сети и как сеть обучается). Путем итеративного включения информации, полученной при предыдущих оценках функции потерь, байесовская оптимизация позволяет выбрать оптимальный набор гиперпараметров для следующей оценки. Для итоговых моделей каждой из СНС были определены такие значения параметров, при которых функция потерь показала наилучшее значение из сотен, рассчитанных по валидационной выборке.

Для оценки эффективности предложенных моделей использовалась метрика Intersection over Union для каждого класса деревьев (IoUc). Значения IoUc, превышающие 0.5, соответствуют приемлемому качеству классификации. Использовалась также метрика mean Intersection over Union (mIoU), рассчитываемая как среднее значение IoUc по всем классам деревьев *P.sibirica*.

Результаты обучения и валидации предлагаемых моделей

Из визуального анализа результатов обучения и валидации модели U-Net, приведенных в качестве примера на рис. 1, следует, что эта модель для каждой из функций потерь успешно воспроизводит границы между деревьями и сегментирует большую долю крон.

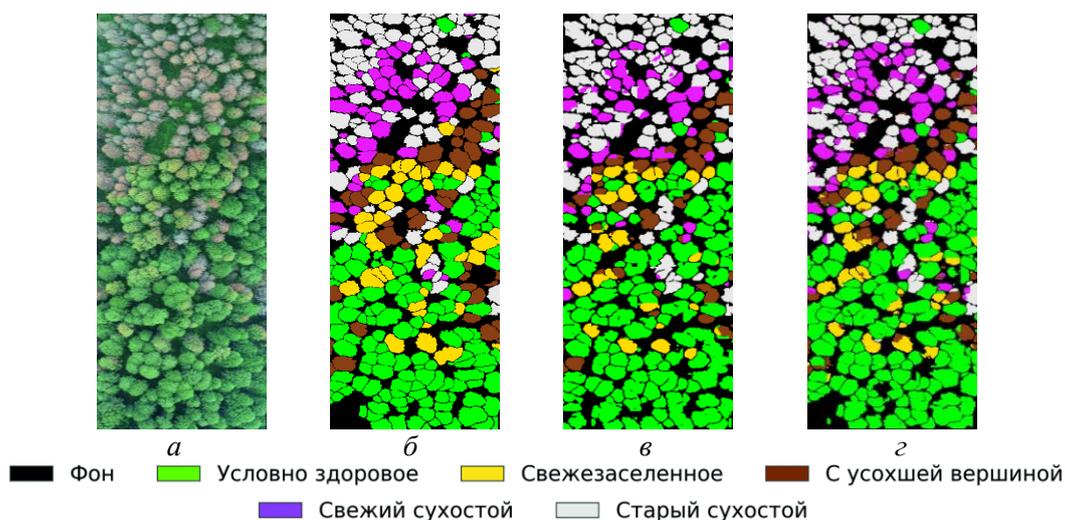


Рис. 1. Пример сегментации деревьев *P. Sibirica* на снимке: а — исходный снимок; б — эталонная карта сегментации этого снимка, полученная экспертами; в — результат валидации U-Net для случая функции потерь mIoU*; г — результат валидации U-Net для focal-loss

Из таблицы 1, где приведены результаты сегментации на валидационной выборке, видно, что все три модели полносверточных сетей для каждой из функций потерь продемонстрировали высокое качество классификации пикселей классов «Фон», «Условно здоровое» и «Старый сухостой». Однако при обучении этих моделей с использованием функции потерь mIoU* классы промежуточного состояния деревьев представляют сложность для сегментации. Относительно невысокое качество сегментации деревьев этих классов обосновывается их недостаточной представленностью в обучающей выборке. Поскольку функция потерь focal-loss разработана для обучения нейронных сетей в случае возникновения проблемы несбалансированных по классам выборок, то результаты, полученные при использовании такой функции при решении нашей задачи, указывают на высокое качество классификации всех классов деревьев *P. sibirica*.

Метрики качества сегментации деревьев *P. Sibirica* на валидационной выборке

Модель	Функция потерь	IoUc						mIoU
		Фон	Условно здоровое	Свежеселённое	С усохшей вершиной	Свежий сухой	Старый сухой	
U-Net	m IoU*	0.90	0.82	0.77	0.79	0.79	0.84	0.82
МН-U-Net		0.87	0.74	0.64	0.68	0.59	0.77	0.71
МН-Res-U-Net		0.84	0.77	0.67	0.70	0.51	0.74	0.71
U-Net	Focal-loss	0.91	0.85	0.83	0.85	0.84	0.86	0.86
МН-U-Net		0.90	0.85	0.82	0.84	0.84	0.86	0.85
МН-Res-U-Net		0.93	0.90	0.87	0.89	0.89	0.89	0.89

Как показано на рис. 2, для каждой из моделей при обучении и валидации с использованием функции потерь focal-loss требуется меньшее число эпох, чем в случае функции потерь mIoU*. Это означает, что при использовании функции потерь focal-loss довольно значительно сокращается время на вычисление моделей и, в итоге, на обучение.

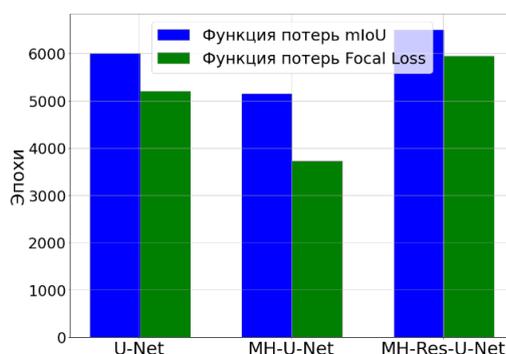


Рис. 2. Количество эпох при обучении моделей СНС для ста итераций байесовской оптимизации

Заключение

Рассмотрено обучение трех предложенных моделей полносверточных нейронных сетей для классификации деревьев *P. sibirica*, поврежденных союзным короедом *Ips amitinus*, на снимках с БПЛА. Исследования показали, что применение функции потерь focal-loss при обучении позволяет этим моделям успешно распознавать деревья всех классов.

Список использованных источников

1. Марков Н.Г., Маслов К.А., Керчев И.А., Токарева О.С. Модели U-Net для семантической сегментации повреждённых деревьев сосны сибирской кедровой на снимках с БПЛА // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2022. – № 1. – С. 65–77.
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1505.04597> (дата обращения 12.11.2022).
3. Керчев И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А. Распространение союзного короеда *Ips amitinus* в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. – 2021. – № 4. – С.77–84.
4. He K., Zhang X., Ren S., Sun J., Deep Residual Learning for Image Recognition. [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/abs/1512.03385> (дата обращения 21.11.2022).
5. Bertels J., Eelbode T., Berman M., Vandermeulen D., Maes F., Bisschops R., Blaschko M. Optimizing the Dice Score and Jaccard Index for Medical Image Segmentation: Theory and Practice. – URL: <https://arxiv.org/abs/1911.01685> (дата обращения 18.01.2023)
6. Lin T., Goyal P., Girshick R., He K., Dollar P. Focal Loss for Dense Object Detection. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1708.02002> (дата обращения 20.12.2022).

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Монгуш Т.В.¹, Куулар Ч.Т.²

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8ВМ13, e-mail: tvml1@tpu.ru,

² Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8ВМ13, e-mail: ctk1@tpu.ru

Введение

Целью работы является реализация генеративно-сопоставительной сети по реализации пространственного увеличения разрешения изображения.

Проблема увеличения разрешающей способности изображений из изображения более низкого качества изучается в рамках задачи суперразрешения. Это сложная обратная задача, так как существует большое количество возможных отображений изображения высокого качества в низкое.

К настоящему времени было предложено большое количество методов, позволяющих получить изображение высокого разрешения из изображения с низким разрешением. Данная проблема активно развивается с момента появления основополагающей работы Цая и Хуанга в 1984 году [1], за последние три десятилетия появилось большое количество методов, для повышения разрешения, начиная от методов обработки сигналов, заканчивая методами машинного обучения.

Описание алгоритма

В данной работе рассматривается увеличение разрешение изображения при помощи генеративно-сопоставительной сети (GAN – Generative adversarial network).

GAN – алгоритм машинного обучения без учителя, построенный на комбинации их двух нейронных сетей, одна из которых (G-generator) генерирует образцы, а вторая – (D-discriminator) старается отличить правильные (исходные) образцы от образцов генератора.

Модель генератора

Работа сети генератора заключается в том, что на вход подаётся изображение низкого разрешения, после чего он учится генерировать изображение высокого разрешения.

Генератор – сверточная нейронная сеть (рис. 1). Генеративная сеть состоит из слоя свёртки с ядром 3×3, 64-мя картами признаков, и с функцией активации PReLU, далее находятся 16 остаточных блоков с идентичной компоновкой. В каждом блоке находятся два сверточных слоя с небольшими ядрами 3×3 и 64-мя картами признаков, за которыми расположены слои пакетной нормализации. В качестве функции активации используется PReLU. Далее идёт снова слой свёртки, после чего изображение увеличивается попиксельно с помощью двух сверточных слоёв. Последним идёт слой свёртки с тангенциальной функцией активации.

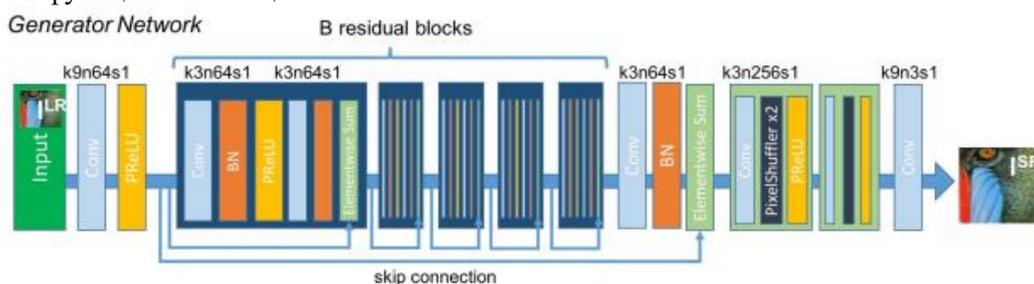


Рис. 1. Модель генератора

Модель дискриминатора

На вход дискриминатора подаётся изображение и метка, фейковое или реальное изображение. После чего дискриминатор при помощи свёртки пытается определить: реальное ли это изображение или сгенерированное.

Дискриминатор – сверточная нейронная сеть, которая учится распознавать исходное и сгенерированное изображения. Сеть-дискриминатор содержит 8 сверточных слоёв с возрастающим числом ядер фильтра 3×3 (с 64 до 512, каждый раз увеличиваясь в 2 раза, как в VGG сети). Пошаговые свёртки

используются для уменьшения разрешения изображения каждый раз, когда число признаков удваивается.

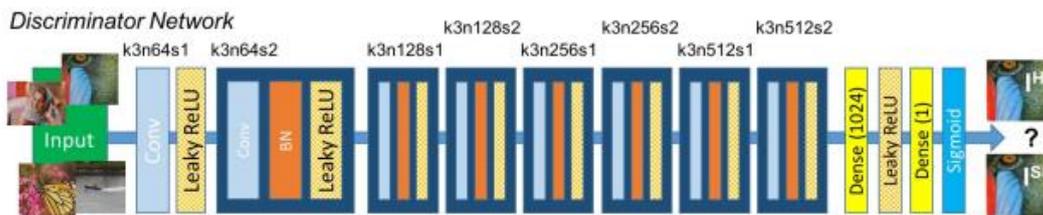


Рис. 2. Модель дискриминатора

Функция ошибки

Определение функции ошибки восприятия играет очень важную роль для производительности сети генератора, поэтому в данной работе функция потерь восприятия определена как взвешенная сумма потерь содержания и состязательных потерь.

Потери содержания определяются на основе слоёв активации ReLU предварительно обученной VGG сети и определяются как евклидово расстояние между признаками восстановленного и опорного изображений.

Таким образом сеть отдаёт предпочтение более естественным изображениям, пытаясь обмануть дискриминатор [2].

Эксперименты

Эксперименты проводились на ноутбуке Lenovo Legion 5 15ach6. Характеристики устройства приведены в таблице ниже.

Таблица 1

Характеристики ноутбука Lenovo Legion 5 15ach6

Комплектующее	Модель	Характеристика
Видеокарта	Nvidia RTX 3060 Laptop	6 ГБ
Процессор	AMD Ryzen 7 5800H	8 ядер, 16 потоков
Оперативная память	Kingston ValueRAM	32 ГБ

В качестве данных были взяты данные DIV2K. DIV2K [3] — это популярный набор данных с одним изображением сверхвысокого разрешения, который содержит 1000 изображений с различными сценами и разделен на 800 для обучения.

Результаты

Обучение проводилось на 800 изображениях высокого разрешения, с параметром скорости обучения 0.0001, обучение проведено для 400 эпох, на каждую эпоху требуется 2 минуты (13-14 часов). На Рис. 3, 4 приведены результаты работы модели, real(hr) – исходное изображение высокого разрешения, lr – изображение низкого разрешения, gen(hr) – сгенерированное изображение.



Рис. 3. Результат работы сети. 300 эпоха [disc_loss=5.28e-6, gen_loss=0.802]



Рис. 4. Результат работы сети. 399 эпоха [$disc_loss=4.05e-6$, $gen_loss=0.79$]

По результатам сети можно сделать вывод, что генератор сумел научиться создавать изображения, но при этом качество изображения ещё далеко от оригинала.

Таблица 2

Результаты обучения модели генеративно состязательной сети

Эпоха	Ошибка дискриминатора	Ошибка генератора
0	0,0317	1,34
99	$6,98 \cdot 10^{-5}$	0,972
199	$2,09 \cdot 10^{-5}$	0,887
299	$9,66 \cdot 10^{-6}$	0,82
399	$4,05 \cdot 10^{-6}$	0,79

Заключение

В работе была реализована собственная модель для повышения разрешения изображения при помощи генеративно-состязательной сети. Но результаты показали, что, генеративно-состязательных сетей есть один существенный недостаток – их очень сложно обучать.

К тому же полученные результаты относительно исходных изображений низкого разрешения получились более детальными, но на сгенерированных изображениях прослеживаются различные артефакты (зернистость). Для устранения данных недостатков, возможно, требуется большее число эпох обучения, либо произвести процедуру сглаживания полученного изображения при помощи фильтров Гаусса.

Список использованных источников

1. R. Y. Tsai and T. S. Huang. Multipleframe image restoration and registration. In *Advances in Computer Vision and Image Processing*. – Greenwich, CT, 1984. – 317–339.
2. Повышение разрешения изображения с помощью AI. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.reg.ru/blog/increase-image-resolution-using-ai/>
3. DIV2K dataset: DIVERse 2K resolution high quality images as used for the challenges NTIRE. [Электронный ресурс]. – <https://data.vision.ee.ethz.ch/cvl/DIV2K/>

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ СЕМЕЙСТВА YOLO

Мунько А.С.¹, Марков Н.Г.²

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, магистрант гр. 8ВМ1И, e-mail: asm104@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, профессор, e-mail: markovng@tpu.ru

Введение

В настоящее время во всем мире интенсивно разрабатывается актуальная научно-техническая проблема создания интеллектуальных систем компьютерного зрения (СКЗ) различного назначения. Такие системы сегодня востребованы для решения многих прикладных задач, в том числе в различных отраслях промышленности. Особое научное и практическое значение имеют мобильные (возимые или носимые) СКЗ на основе современных моделей свёрточных нейронных сетей (СНС). Вычислительные возможности мобильных СКЗ обычно весьма ограничены, что накладывает жёсткие требования на алгоритмы предварительной обработки изображений на входе СКЗ и на модели СНС, используемые для анализа таких изображений с целью распознавания на них объектов различной физической природы.

В данной работе исследуется семейство из трех моделей СНС класса YOLO для детектирования (обнаружения, локализации и классификации) летающих объектов на изображениях. Результаты исследований позволяют выбрать наиболее эффективную модель СНС из этого семейства для создания мобильных СКЗ реального времени.

Постановка задачи исследования семейства моделей СНС класса YOLO

В работе ставится задача исследования моделей СНС класса YOLO, позволяющих детектировать объекты на RGB-изображениях четырёх классов: птица (птицы), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) самолётного типа, БПЛА вертолётного типа и неизвестные объекты. При создании мобильных СКЗ важно, чтобы реализованные в них модели СНС удовлетворяли двум основным требованиям: классификация объектов на изображениях должна проводиться с высокой точностью, а процесс детектирования объектов в таких СКЗ — выполняться в масштабе реального времени (анализ изображений с помощью моделей СНС должен выполняться в темпе их поступления на вход СКЗ). Учитывая весьма высокую сложность моделей СНС класса YOLO, обеспечивающих точность классификации изображений по известным метрикам не хуже 0,9, и обычно скромные вычислительные ресурсы мобильных СКЗ, необходимо искать модели СНС, одновременно удовлетворяющие этим требованиям.

Проведённый анализ моделей класса YOLO показал, что наиболее перспективными для достижения компромисса при удовлетворении таким требованиям является семейство моделей YOLOv4, YOLOv5 и YOLOv7 [3, 4]. Более того, исследованию и выявлению наиболее эффективной из них подлежат компактные (малое число свёрточных слоёв) модели СНС из этого семейства: YOLOv4 Tiny, YOLOv5 Small и YOLOv7 Tiny. Обучение, валидация и исследование первой из этих моделей проводились с использованием фреймворка Darknet, а второй и третьей моделей — с использованием фреймворка PyTorch.

Формирование датасета

Исходными данными для формирования датасета являются изображения размером 416×416 пикселей объектов четырёх классов: птица (птицы), БПЛА самолётного типа, БПЛА вертолётного типа и неизвестные объекты. Создание датасета осуществлялось путём объединения существующих датасетов и дополнительного сбора и разметки изображений с помощью системы Roboflow, содержащих объекты перечисленных классов.

Полученный датасет включает в себя 15 235 исходных изображений, содержащих 38 553 объектов, и столько же файлов аннотаций. Изображения и аннотации датасета содержат один и более объектов, в том числе разных классов. Распределение в виде столбчатых диаграмм числа изображений в датасете в зависимости от количества объектов на каждом изображении, входящем в тот или иной класс, показано на рисунке 1. По оси Y приведено количество изображений каждого класса в датасете с соответствующим числом объектов, а по оси X — число объектов на отдельном изображении.

Датасет был разделён на обучающую, валидационную и тестовую выборки, объёмы которых составляют, соответственно, 80%, 10% и 10% от всего объёма изображений в датасете.

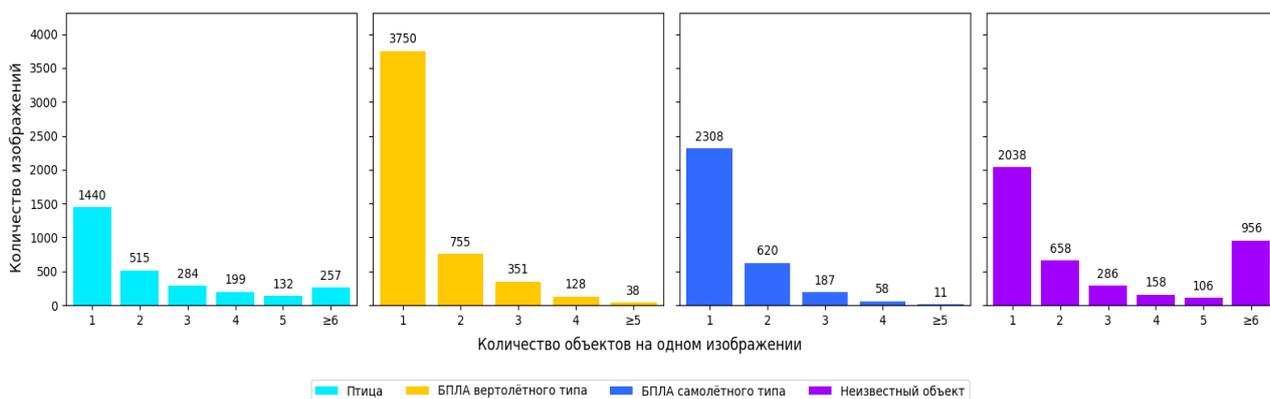


Рис. 1. Распределение числа изображений в датасете по классам в зависимости от количества объектов на отдельном изображении

Обучение и исследование моделей СНС из выбранного семейства

Обучение, валидация и исследование первой модели YOLOv4 Tiny из выбранного семейства проводилось с использованием фреймворка Darknet, а второй и третьей моделей YOLOv5 Small и YOLOv7 Tiny – с использованием фреймворка PyTorch. Применение разных фреймворков не позволяет задать полностью идентичные параметры при обучении этих моделей СНС. Однако схожими и важными являются параметры:

- количество итераций для модели YOLOv4 Tiny – 16 000;
- количество эпох для моделей YOLOv5 Small и YOLOv7 Tiny – 100.

Эпоха – это процесс прохождения всего набора данных через нейронную сеть вперед и назад. Итерации можно перевести в эпохи: при использовании размера пакета *Batch*, равного 64, на одну эпоху потребуется 191 итерация. При обучении модели YOLOv4 Tiny выполняется 16 000 итераций или 85 эпох, что близко к количеству эпох при обучении двух других моделей.

Для оценки точности детектирования (точности классификации) объектов каждого класса на изображениях использовались известные метрики Precision, Recall, F1, AP_{0,5} и AP_{0,5:0,95}. Метрика AP рассчитывалась при заданном пороге IoU [2]. Использовался порог 0,5, а также диапазон пороговых значений 0,5:0,95 с шагом 0,05. Кроме того, использовалась метрика mAP – среднее значение AP по всем четырём классам объектов. Во время обучения моделей СНС проводилась их валидация на валидационной выборке, результаты которой также оценивались с помощью этих метрик.

Исследование каждой из обученных трех моделей СНС проводилось с использованием тестовой выборки из 1 526 изображений. Примеры классификации объектов с помощью модели YOLOv5 Small приведены на рисунке 2. Видно, что модель точно локализует прямоугольниками и правильно классифицирует один или несколько объектов на изображении.

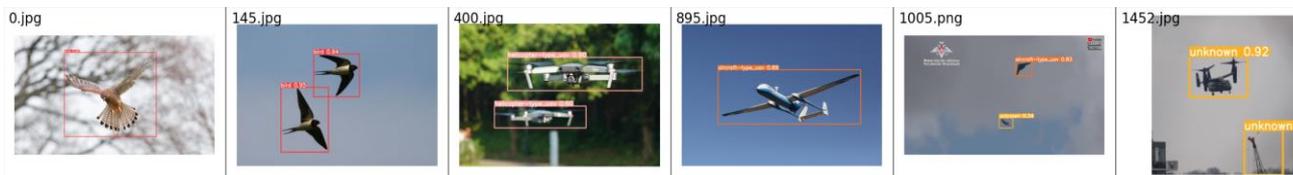


Рис. 2. Классификация объектов на изображениях с помощью модели YOLOv5 Small

Результаты исследования моделей СНС по точности детектирования (классификации) объектов на изображениях для различных метрик представлены в таблице 1. Из неё следует, что по точности классификации объектов предпочтение следует отдать модели YOLOv5 Small.

Таблица 1

Точность классификации моделей СНС на тестовой выборке изображений

Модель СНС	Класс	Precision	Recall	F1	AP _{0,5} ; mAP _{0,5}	AP _{0,5:0,95} ; mAP _{0,5:0,95}
	Птица	—	—	—	0,457	—

Модель СНС	Класс	Precision	Recall	F1	AP _{0,5} ; mAP _{0,5}	AP _{0,5:0,95} ; mAP _{0,5:0,95}
YOLOv4 Tiny	БПЛА вертолётного типа	—	—	—	0,756	—
	БПЛА самолётного типа	—	—	—	0,690	—
	Неизвестный объект	—	—	—	0,489	—
	Все классы	0,530	0,490	0,510	0,600	—
YOLOv5 Small	Птица	0,936	0,763	0,840	0,840	0,687
	БПЛА вертолётного типа	0,945	0,969	0,957	0,970	0,789
	БПЛА самолётного типа	0,937	0,933	0,935	0,966	0,784
	Неизвестный объект	0,912	0,836	0,872	0,902	0,597
	Все классы	0,932	0,875	0,902	0,920	0,714
YOLOv7 Tiny	Птица	0,912	0,669	0,772	0,751	0,555
	БПЛА вертолётного типа	0,928	0,901	0,914	0,945	0,688
	БПЛА самолётного типа	0,932	0,847	0,888	0,922	0,641
	Неизвестный объект	0,848	0,710	0,773	0,802	0,463
	Все классы	0,905	0,782	0,839	0,855	0,587

Проведены исследования скорости вычисления этих моделей СНС путём оценки времени детектирования (классификации) объектов на одном изображении. Результаты в таблице 2 являются средними значениями времени классификации с учётом объёма тестовой выборки.

Таблица 2

Среднее время классификации объектов на одном изображении

Модель СНС	Inference, мс	NMS, мс	Всего, мс
YOLOv4 Tiny	—	—	11,3
YOLOv5 Small	6,9	3,3	10,5
YOLOv7 Tiny	4,9	2,6	7,5

Отметим, что при обучении, валидации и исследованиях моделей СНС использовался компьютер с процессором Intel Core i7-6700K; с ОЗУ DDR4, 32 Гб, 1333 МГц и с графическим процессором NVIDIA GeForce GTX 960, 4 Гб.

Заключение

Были выбраны, обучены и исследованы три компактные модели СНС из семейства моделей YOLO, наиболее перспективного для достижения компромисса при удовлетворении требованиям со стороны мобильной СКЗ. Результаты исследований показали, что модель YOLOv5 Small можно рекомендовать к реализации в мобильных СКЗ реального времени.

Список используемых источников

1. Rawat K. Yolo Algorithm (The Layman's Approach) [Электронный ресурс]. – URL: <https://medium.com/@kartike47/yolo-algorithm-the-laymans-approach-57766a0bec71>. (дата обращения: 20.02.2023).
2. Инфосистемы Джет. Object Detection. Распознавай и властвуй. Часть 1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/jetinfosystems/blog/498294/> (дата обращения: 20.02.2023).
3. CVAT. Using YOLO for annotation in CVAT [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cvat.ai/post/yolo>. (дата обращения: 20.02.2023).
4. Nelson J. Your Comprehensive Guide to the YOLO Family of Models [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.roboflow.com/guide-to-yolo-models/> (дата обращения: 20.02.2023).

СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ СЕМЕЙСТВА YOLO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МУЛЬТИКЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Небаба С.Г.

Томский политехнический университет, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: stepanlfx@tpu.ru

Введение

Классификация летающих объектов (распознавание класса объекта) является одной из ключевых задач в сфере контроля воздушного пространства. Быстродействие в решении этой задачи является критичным условием (вплоть до требований работы средств распознавания в режиме реального времени), что ведет к активному использованию систем детектирования (обнаружения) и классификации объектов, основанных на алгоритмах компьютерного зрения и машинного обучения, в том числе на сверточных нейронных сетях (СНС) [1,2].

Точность и скорость классификации объектов с помощью СНС во многом зависят от архитектуры сети и датасета, на котором производится ее обучение. В рамках задачи классификации летающих объектов необходим датасет, содержащий изображения различных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), птиц и других объектов, которые могут быть встречены в воздушном пространстве.

В статье приводятся результаты исследования эффективности различных архитектур СНС семейства YOLO [3], которые считаются одними из лучших по соотношению точности и скорости классификации объектов. Исследование ведется при детектировании на изображениях объектов 4 классов: птицы, квадрокоптеры, БПЛА самолетного типа и неизвестные объекты.

Описание датасета

В исследовании использовался подготовленный датасет с 4 классами объектов: bird (птица), uav quadcopter type (БПЛА мультироторные-квадрокоптеры), uav plane type (БПЛА самолетного типа), undefined (другие, неизвестные объекты). Общий объем датасета - 6230 изображений.

Изображения в датасете сформированы таким образом, чтобы присутствовали как примеры одиночных объектов на изображении, так и примеры множества объектов в кадре. Общее число объектов по классам следующее:

- bird – 5642;
- uav quadcopter type – 4845;
- uav plane type – 3514;
- undefined – 19809.

Датасет разделен на следующие выборки:

- обучающая – 4358 изображений (70%);
- проверочная (валидационная) – 1249 изображений (20%);
- тестовая – 623 изображений (10%).

Размер изображений в датасете 416*416 пикселей.

Описание исследуемых архитектур СНС

Для исследования было выбрано несколько архитектур СНС семейства YOLO.

yolov4-tiny – сжатая версия СНС yolov4, содержит всего 29 сверточных слоев и ряд других оптимизаций, позволяющих добиться очень высокой скорости обработки изображений, даже без использования графического процессора.

yolov4-csp – модификация архитектуры yolov4, содержащая 142 сверточных слоя и использующая механизм проброса признаков (Cross Stage Partial, CSP) между слоями для снижения сложности СНС.

yolov4-p6 – модификация yolov4, содержащая 289 сверточных слоев и настроенная на обработку больших изображений (1280*1280), однако требующая при этом существенных вычислительных ресурсов и большой объем памяти для обучения [4].

yolov7-tiny - сжатая версия СНС yolov7, которая является наиболее актуальной СНС класса YOLO, содержит всего 87 сверточных слоев и ряд других оптимизаций.

yolov7 – наиболее актуальная на данный момент СНС класса YOLO, содержит 132 сверточных слоя. Отличается от предыдущих версий СНС этого класса рядом оптимизаций (таких как расширенное эффективное объединение слоев, Extended efficient layer aggregation networks, E-ELAN), что позволяет добиться большего быстродействия при той же точности обнаружения и классификации объектов [5].

Результаты исследования точности и скорости классификации объектов

В качестве метрики для оценки точности классификации объектов на изображениях использовалась метрика Average Precision (AP) [6]. Она рассчитывается для каждого класса объектов отдельно, следовательно, необходимо рассчитать количество значений AP равное числу рассматриваемых в поставленной задаче классов объектов. Значения AP усредняются для получения метрики mAP – среднего значения AP по всем классам. Метрика AP рассчитывается при заданном пороге Intersection over Union, IoU [7]. Использовался порог IoU=0.5.

Все результаты по точности и быстродействию исследуемых СНС были получены с помощью фреймворка Darknet, модифицированного для работы с СНС семейства YOLO [8].

Число эпох обучения у всех сетей было равным 200.

Тестирование СНС проводилось со следующими параметрами:

- доверительный порог, *conf_thres* = 0,25.
- порог IoU, *iou_thres* = 0,5.

Результаты тестирования различных архитектур СНС по метрикам AP и mAP на проверочной (валидационной) и тестовой выборках представлены в таблицах 1 и 2. Для архитектур, обучение которых проводилось на различных размерах датасета, показаны наилучшие результаты.

Таблица 1

Точность классификации объектов на изображениях проверочной выборки

Архитектура СНС	bird, AP _{0.5}	uav plane type, AP _{0.5}	uav quadcopter type, AP _{0.5}	undefined, AP _{0.5}	mAP _{0.5}
<i>yolov4-tiny</i>	0,584	0,776	0,826	0,666	0,713
<i>yolov4-csp</i>	0,726	0,877	0,897	0,848	0,837
<i>yolov4-p6</i>	0,779	0,885	0,906	0,827	0,849
<i>yolov7-tiny</i>	0,685	0,828	0,868	0,781	0,791
<i>yolov7</i>	0,767	0,888	0,903	0,847	0,851

Таблица 2

Точность классификации объектов на изображениях тестовой выборки

Архитектура СНС	bird, AP _{0.5}	uav plane type, AP _{0.5}	uav quadcopter type, AP _{0.5}	undefined, AP _{0.5}	mAP _{0.5}
<i>yolov4-tiny</i>	0,564	0,754	0,799	0,65	0,691
<i>yolov4-csp</i>	0,724	0,845	0,897	0,858	0,831
<i>yolov4-p6</i>	0,675	0,828	0,839	0,799	0,785
<i>yolov7-tiny</i>	0,649	0,804	0,856	0,777	0,771
<i>yolov7</i>	0,784	0,881	0,896	0,877	0,859

Оценка скорости вычисления СНС различной архитектуры производилась путем вычисления среднего времени обработки одного изображения на видеокарте NVIDIA Quadro RTX 6000 с объемом видеопамати 24 Гб. Результаты по оценке скорости вычисления каждой из исследуемых архитектур СНС представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты оценки скорости вычисления СНС

Архитектура СНС	inference, мс	Общее время, мс
<i>yolov4-tiny</i>	5,3	5,4
<i>yolov4-csp</i>	21,4	22,9
<i>yolov4-p6</i>	87,7	89,3
<i>yolov7-tiny</i>	10,8	11
<i>yolov7</i>	20,8	22,1

Заключение

Точность детектирования и классификации объектов на изображениях с помощью этих СНС выше в среднем у более современных архитектур (*yolov7* более точная, чем *yolov4-csp*) и у архитектур с большим числом сверточных слоев (*yolov7*, *yolov4-csp* и *yolov4-pb* показывают более точные результаты, чем *yolov4-tiny* и *yolov7-tiny*). На это указывают результаты исследований как на проверочной, так и на тестовой выборках. Точность немного ниже на изображениях тестовой выборки, чем на изображениях проверочной выборки для всех архитектур (кроме *yolov7*). Так, для архитектуры *yolov4-pb* по сравнению с проверочной выборкой точность детектирования объектов в тестовой выборке по метрике $mAP_{0.5}$ снизилась на 6,5%. У остальных архитектур разница между результатами на проверочной и тестовой выборках не настолько большая.

Точность детектирования и классификации объектов класса «Птицы» по метрике $AP_{0.5}$ хуже, чем для объектов других классов. Это объясняется меньшим числом изображений объектов этого класса в датасете, малыми размерами птиц на этих изображениях, а также схожестью силуэтов птиц в некоторых ракурсах с объектами других классов.

Скорость детектирования и классификации объектов выше на архитектурах СНС с меньшим количеством сверточных слоев. Если архитектуры *yolov4-tiny* и *yolov7-tiny* можно полноценно использовать при обработке кадров в режиме реального времени (90-180 к/с), а *yolov4-csp* и *yolov7* условно тоже можно считать подходящими для решения задач реального времени (30 к/с), то архитектура *yolov4-pb*, несмотря на хорошие результаты по точности, проигрывает *yolov7* и в точности, и в скорости обработки изображений (11 к/с).

Список использованных источников

1. Li Y., Zhou L., Yan H., Shan Y., Zheng C., Liu Y., Zuo X., Qiao B. Aircraft Detection for Remote Sensing Images Based on Deep Convolutional Neural Networks // Journal of Electrical and Computer Engineering. – 2021.
2. С.А. Ткачев. С.Г. Небаба. Исследование точности детектирования объектов на изображениях с помощью нейронных сетей YOLOv3, вычисляемых на высокопроизводительных вычислительных устройствах // Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МСИТ–2022. – Томск: изд-во ТПУ, 2022. – С. 49–50.
3. YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс]. – URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo> (дата обращения 26.02.2023).
4. Wang C.-Y., Bochkovskiy A., Liao H. Scaled-YOLOv4: Scaling Cross Stage Partial Network. – 2021.
5. Wang C.-Y., Bochkovskiy A., Liao H. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. – 2022.
6. Метрики качества ранжирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/econtenta/blog/303458> (дата обращения 26.02.2023).
7. IOU (Intersection over Union) [Электронный ресурс]. – URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/iou-intersection-over-union-705a39e7acef> (дата обращения 26.02.2023).
8. YOLOv4 / Scaled-YOLOv4 / YOLO - Neural Networks for Object Detection (Windows and Linux version of Darknet) [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/AlexeyAB/darknet> (дата обращения 26.02.2023).

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Небера М.В.¹

¹Томский политехнический университет, ШБИП, аспирант гр. А1-60, e-mail: nebera@tpu.ru

Введение

Осмысление этических аспектов развития искусственного интеллекта необходимо актуализировать как минимум в двух аспектах. Первый касается активного применения технологии искусственного интеллекта в самых различных областях жизнедеятельности – начиная от использования в промышленности и заканчивая творческой и повседневной сферами. Второй аспект связан с тем, что ряд передовых компаний в 2022 году ушли с Российского рынка, оставив пространство для отечественных разработок. И то, и другое позволяет утверждать, что деятельность компаний будет существенно трансформирована в ближайшее время под влиянием искусственного интеллекта, актуализируя вопросы взаимодействия на уровне техника-человек, техника-человек-техника. Интересным фактом является то, что в России инициаторами осмысления этических вопросов искусственного интеллекта являются непосредственно разработчики данной технологии. Ключевую позицию здесь занимает Альянс в сфере искусственного интеллекта, основная идея существования которого сформулирована в миссии: «Быть центром развития искусственного интеллекта в России и обеспечивать технологическое лидерство нашей страны и компаний-участников Альянса на глобальном технологическом рынке» [1]. Очевидным в таком контексте становятся этические вопросы, возникающие при активном продвижении технологии в социальную реальность.

Основная часть

Необходимо отметить, что, конечно, существуют различные подходы к пониманию искусственного интеллекта, но мы будем ориентироваться на подход, предложенный американским философом Джоном Серлем, выделившим слабый и сильный искусственный интеллект [2]. В этом варианте сильный искусственный интеллект обладает полноценным человеческим сознанием. Но, по мнению философа, этот подход изначально невозможно реализовать, так как редукция сознания к выполнению комплекса задач, представленных в форме алгоритма, недостаточна для появления ментальных состояний, которые мы отождествляем с сознанием. Нам необходимо учитывать биохимию мозга, поскольку источником сознания является физиологическая субстанция, а значит, источником интенциональности, субъективности, ментальной причинности. Представленные рассуждения позволяют сделать вывод о том, что возможно реализовать концепцию слабого искусственного интеллекта – решение компьютерной системой интеллектуальных задач, свойственных человеку. Именно такой подход к искусственному интеллекту, позволяет выделить этическую составляющую в понимании искусственного интеллекта – это технология, которая способна решать некоторые интеллектуальные или физические задачи, свойственные для человека, но без его участия, обучаясь на больших массивах данных.

Серьезный прорыв в области искусственного интеллекта, произошедший в последние несколько лет, способствовал формированию нового типа этических проблем. Особый интерес вызвало обращение Кай-Фу Ли к мировому сообществу разработчиков искусственного интеллекта [3]. Он обращает внимание на тот факт, что с 2023 года начнется активное применение базовых моделей искусственного интеллекта в широко используемом массовой аудитории контенте и приведет к ситуации, когда люди не смогут отличать истину от заблуждения, правду от лжи. Уже на данный момент обычным является применение таких систем в самых различных сферах жизнедеятельности [4]. Необходимо выделить некоторые направления развития: беспилотные автомобили, прогнозирование финансовых рисков, постановка диагнозов, формирование предвыборной кампании и так далее. И все более качественное применение мы наблюдаем в сфере генераторов звука, видео, фото, изображений, текстов. В совокупности с активным применением искусственного интеллекта в сфере онлайн торговли, поисковых систем, мы имеем ситуацию, при которой используемые модели будут все более активно оказывать влияние на выбор человека, на его интеллектуальные и материальные предпочтения. При этом, конечный пользователь часто не в состоянии уже на сегодняшний день отличить созданное человеком от созданного искусственным интеллектом, проанализировать мотивы сделанного выбора в пользу какого-то товара или же социальной идеи. Как указывает Кай-Фу Ли, подобная ситуация может привести к тому, что человек не сможет различать истину и ложь, утратит навык критического мышления в гуманитарном, экономическом и политическом дискурсах.

В современном мире этические проблемы искусственного интеллекта могут быть решены на четырех уровнях: государственном, профессиональном, социальном и личностном. На государственном интересен пример Китая, в котором правительство приняло решение с текущего года маркировать продукцию, созданную искусственным интеллектом, что позволит пользователю дифференцировать результаты деятельности человека и искусственного интеллекта. На наш взгляд, в таком подходе присутствует серьезная проблема, а именно, маркировки результатов поисковых алгоритмов и других процессуальных событий. На профессиональном уровне присутствуют попытки создания различных вариантов экспертных комиссий и этических кодексов в области ИИ. Так, например, в России в 2021 году был подписан Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта. Ключевым аспектом Кодекса являются провозглашаемые ценности: сохранение и развитие когнитивных способностей человека, его творческий потенциал, сохранение нравственных, культурных и духовных ценностей, содействие культурному, этническому и языковому разнообразию. В качестве ключевых усилий со стороны акторов ИИ провозглашается прогнозирование возможных негативных последствий для разнообразия человека и недопущение дискриминации. Указанные аспекты, как и в большинстве этических кодексов носят декларативный характер и требуют своей конкретизации уже на социальном и личностном уровнях [5].

Именно социальный и личностный аспекты являются необходимыми для разработки в области вопросов этики искусственного интеллекта, поскольку требуют решения возникающих моральных дилемм. При этом важно обратить внимание на те сферы жизнедеятельности, которые в Кодексе названы «критическими» для человека. И здесь возникает терминологическая проблема, которая предполагает определение предмета посредством формирования соответствующей терминологии, которая задаст границы осмысления проблемы и применения технологии.

Заключение

Данный доклад направлен на то, чтобы актуализировать необходимость философского осмысления этики искусственного интеллекта в контексте терминологического подхода, что позволит задать границы применения технологии, а также определения принципов этики, исходя из которых мы сможем решать возникающие в данной сфере моральные дилеммы, претендуя на некоторую объективность.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект РНФ № 22-28-00061) «Смарт-технологии как фактор социальной политики и терминологического планирования: социолингвистический подход», <https://rscf.ru/project/22-28-00061/>.

Список использованных источников

1. Официальный сайт Альянса в сфере искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://a-ai.ru/#about> (дата обращения 01.02.2023).
2. Дж. Серл Сознание, мозг и наука [Электронный ресурс]. – URL: <https://gtmarket.ru/laboratory/basis/6662/6664> (дата обращения: 19.01.2023).
3. The Pivotal Discussion in Shaping the Path of AGI's Global Discourse [Электронный ресурс]. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=JGiLz_Jx9uI&t=11522s&ab_channel=Montreal.AI (Дата обращения: 12.01.2023).
4. Эванс Д. Интернет вещей. Как изменится наша жизнь на очередном витке развития Всемирной сети [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf (Дата обращения: 27.12.2022).

A NOVEL END-TO-END MACHINE LEARNING APPROACH FOR COVID-19 DETECTION BASED ON ECG IMAGES

Yasser Nizamli

Tomsk Polytechnic University, Master student, e-mail: yasser1@tpu.ru

Introduction

With the emergence of new strains of Covid-19 with high prevalence rates that are resistant to the available vaccines, there is an urgent need to find rapid diagnostic methods to break the cycle of virus spread. Various diagnostic methods have been used, including the WHO recommended laboratory procedure “reverse transcription polymerase chain reaction RT-PCR” [1]. However, due to the slow pace of this method and the limited availability of the equipment needed to perform the test in some countries, medical radiographic imaging methods such as X-rays and computed tomography have been used [2][3], these methods “if they are available”, are expensive for patients and expose them to radiation.

Recent medical research has shown that Covid-19 uses the ACE2 protein as a functional receptor to enter cells, and because heart muscle expresses this protein on the surface of its cells, the virus can use this protein as a pathway to directly invade and destroy heart muscle cells. This effect of the virus stimulates damage to the heart, which can be detected on an ECG [4]. In our article, we propose a machine learning system that can diagnose Covid infection using fast, cheap, and safe ECGs.

ECG image dataset preprocessing

In our article, we use the only dataset that contains ECG images of COVID-19 patients [5]. The data set consists of 1937 images distributed into five different categories. To train our model, we use only two categories: Covid-19 patients with 250 images, and Normal ECG with 859 images.

In the pre-processing stage, we subject each image from the formed sub data set to three processing operations before passing it to the model as follows:

- Cutting the area of interest from the image to remove explanatory phrases and words.
- Automatically thresholding the image using Otsu's method to remove the background.
- Resizing the image.

Proposed model

To distinguish normal ECG images from those showing COVID-19, we used a pre-trained deep residual network (ResNet-50) in which we fixed the model weights trained on ImageNet, and replaced the final fully connected neural network with one of the most popular classifiers in the field of machine learning (Support vector machine). The processed images are transferred to the ResNet network, whose task is to perform the process of extracting features from each image without any training, and then pass these features to the classifier, which will be trained to perform the classification process. The parameters of the classifier were experimentally adjusted to obtain the best performance, and accordingly, the regularization coefficient value was chosen to be 15 and the nonlinear kernel to be radial basis function (RBF). Between the feature extractor and the final classifier we reduced the high dimension space using PCA. Fig. 1. shows the proposed model.

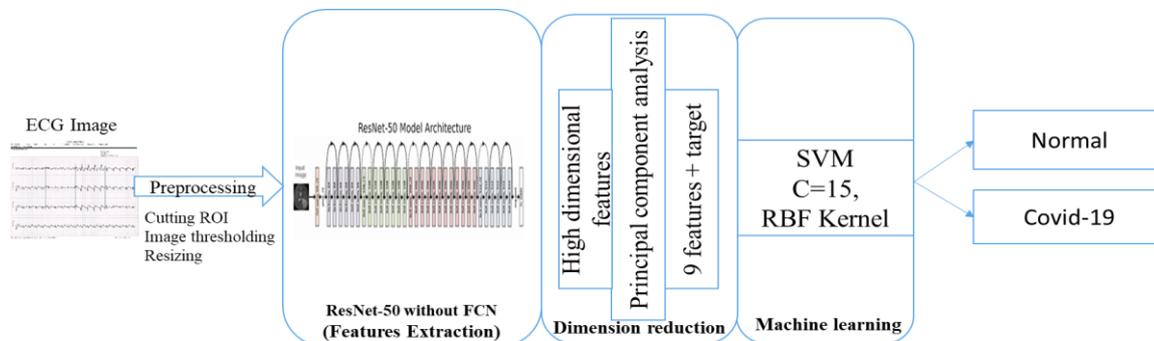


Fig. 1. Proposed model

Performance evaluation

We tested our previous model using the 10-fold cross-validation method after shuffling the data, which ensures that the result is not biased towards a specific part of the data. The confusion matrix in Fig. 2. shows that we have achieved a high accuracy of 99.5%.

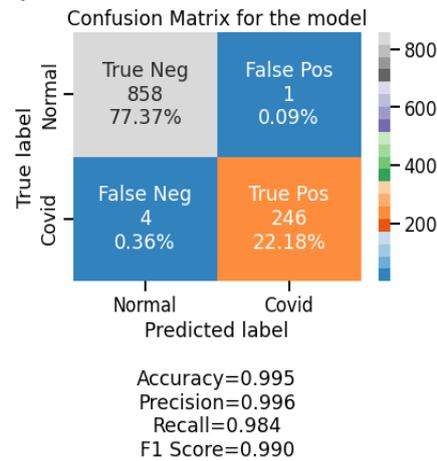


Fig. 2. Confusion matrix for the proposed model

Conclusion

In our paper, we proposed an intelligent model for diagnosing Covid-19 infection using processed ECG images with an accuracy of 99.5%. Despite obtaining unprecedented results, the main objective of the paper is that we have demonstrated the possibility of using ECG images to diagnose Covid-19 infection quickly, safely, easily, and at a low cost.

References

1. World Health Organization Laboratory testing for coronavirus disease 2019 (COVID-19) in suspected human cases: interim guidance. – 2020.
2. Alazab M. et al. COVID-19 prediction and detection using deep learning // Int. J. Comput. Inf. Syst. Ind. Manag. Appl. – 2020. – P.168–181.
3. Shoeibi A. Automated Detection and Forecasting of COVID-19 using Deep Learning Techniques: A Review. – 2020.
4. Mehraeen E. A systematic review of ECG findings in patients with COVID-19 // Indian Heart Journal. –2020. – V. 72. – P. 500–507.
5. Khan A. ECG Images dataset of Cardiac and COVID-19 Patients // Data in Brief. – 2021. – V. 34. – P. 2352–3409.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR SEGMENTATION OF NATURAL TYPES OF UNDERLYING SURFACES CHARACTERISTIC FOR THE AUTUMN SIBERIAN URBAN TERRAIN

Ott G.V.

Tomsk Polytechnic University, School of Computer Science & Robotics, student 8E92, e-mail: grisha-ott@gmail.com

Introduction

The task of segmentation is one of the priority tasks of Computer Vision (CV) in robotics. The segmented image can be used for subsequent construction of robot movement routes or for more accurate object detection. Nowadays, convolutional neural networks have proven to be most successful in solving CV problems.

The aim of this work is to develop a system for segmenting underlying surfaces in natural conditions based on a convolutional neural network implemented using the Detectron 2 framework [1].

Neural network architecture

As part of this work, the COCO-InstanceSegmentation mask_rcnn_R_50_FPN_3x model was used. This model is a Mask R-CNN model, which allows it not only to detect objects, but also to determine whether individual pixels belong to these objects.

The model (mask_rcnn_R_50_FPN_3x) was chosen for a number of parameters, such as the minimum required video memory for training and high box AP and mask AP compared to other models presented in Detectron 2 [2].

Preparing a dataset for model training and validation

The dataset was collected in the city of Tomsk in Autumn. In the course of data collection, 6 main classes of underlying surfaces were identified. These classes are shown in Figure 1.



Fig. 1. Selected surface classes

The dataset includes 350 images. All frames were scaled to 16:9, 1920:1080. The training and test sets were separated by 80% and 20%, respectively.

To train the model, you need to prepare the data - select segments in the image and create json files with descriptions of the segments and images. The labelme[3] utility was used for this.

Model training and validation

The model was trained in Google Colab [4]. This site allows working in Jupyter Notebook on Google's cloud servers. The site can allocate up to 15 GB of video memory for operation. At the same time, the platform sets a limit on the time of continuous operation (up to 3 hours).

The model was trained in Google Colab [4]. This site allows you to run Jupyter Notebook on Google's cloud servers. The site can allocate up to 15 GB of video memory for operation. At the same time, the site sets a limit on the time of continuous operation (up to 3 hours).

In connection with this limitation of the operating time, the parameter of the number of iterations of the training cycle (5000) was selected. Due to the limitations of the amount of video memory, a batch size of 8 was chosen, which makes it possible to achieve a fairly smooth change in the gradient on the sample.

During the training, the following metrics were taken, presented in Figures 2-4.

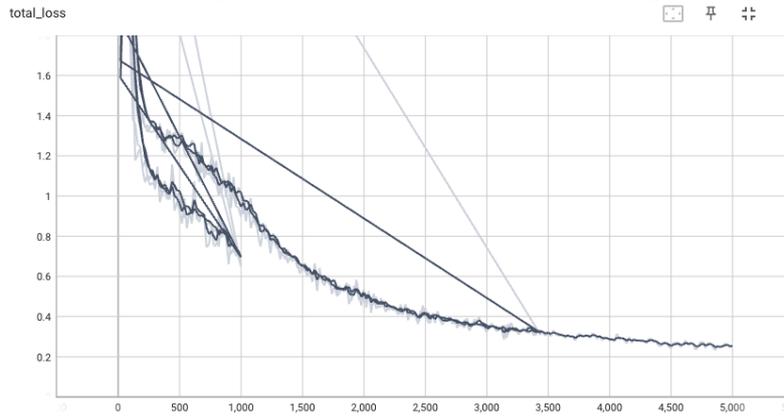


Fig. 2. The value of the total loss during training

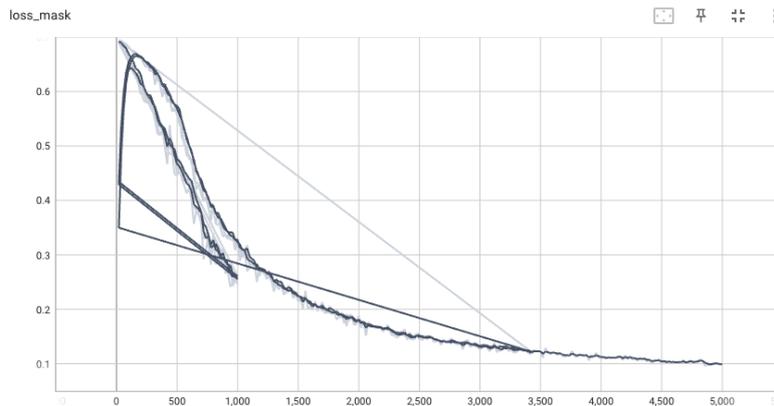


Fig. 3. The value of the loss-function for the class membership mask during training

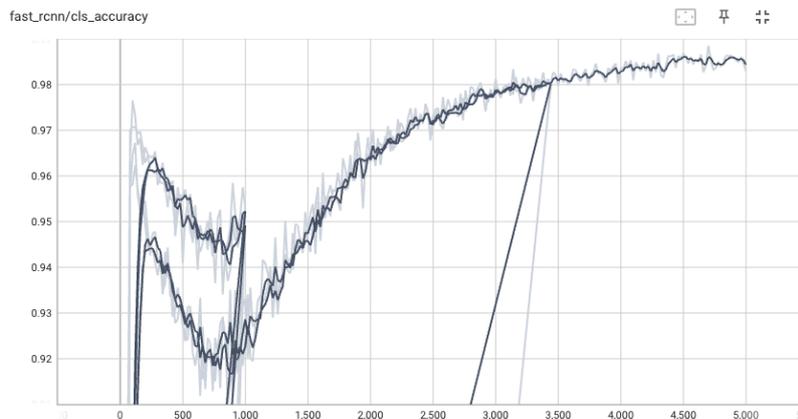


Fig. 4. Change of the class definition accuracy during model training

During the validation of the model on the test dataset, the following metrics were obtained (Table 1).

Table 1

System accuracy for each class

Class	Number of instances	Accuracy
Asphalt	58	86 %
Snow	59	72 %
Tile	59	80 %
Dirty tile	16	72 %
Icy tile	21	70 %
Snowy tile	33	72 %

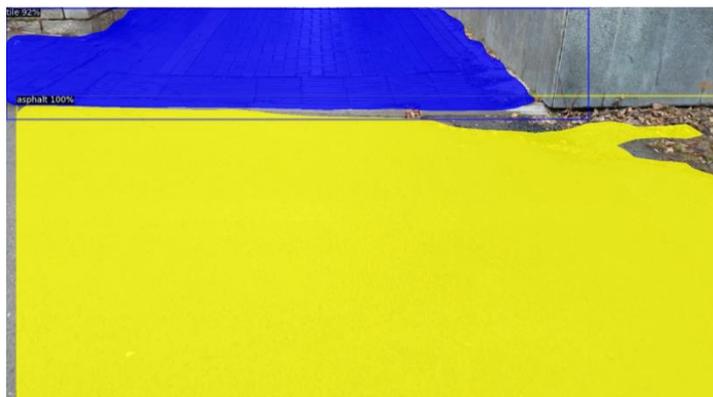


Fig. 5. An example of the operation of the segmentation system

Conclusion

This work demonstrated the possibility of using Mask R-CNN models in segmentation of underlying surfaces in natural conditions.

The resulting model can be improved by preparing a larger dataset and increasing the number of training iterations.

References

1. Detectron2 . – URL: <https://github.com/facebookresearch/detectron2> (date of access to the source 09.01.2023).
2. Detectron2 ModelZoo and Baselines. [Электронный ресурс]. – URL: https://github.com/facebookresearch/detectron2/blob/main/MODEL_ZOO.md (date of access to the source 10.01.2023).
3. Labelme. – URL: <https://github.com/wkentaro/labelme> (date of access to the source 01.02.2023).
4. Google Colab. – URL: <https://colab.research.google.com> (date of access to the source 05.02.2023).

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ ДЗЗ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ U-NET

Петровский В.В.

Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8ВМ13, e-mail: vvp32@tpu.ru

Введение

Дистанционное зондирование Земли (далее ДЗЗ) является основным видом слежения за ландшафтом и растительным покровом планеты. При проявлении климатических изменений, а именно природных или искусственно созданных пожаров, которые имели бы плохие последствия для флоры и фауны, эти изменения необходимо как можно быстрее предотвратить. Одним из способов детектирования лесных пожаров являются определения очагов возгорания и гари по спутниковым снимкам. Однако при их поиске специалисту по метрологии необходимо затратить некоторое время. Время играет ключевой фактор в данной проблеме, так как чем дольше происходит анализ снимков, тем сильнее будут последствия пожара. Использование сверточной нейронной сети (далее СНС) для автоматизированного анализа спутниковых снимков позволит в разы быстрее определить пострадавшие участки растительной поверхности.

Целью данной работы является разработка системы для автоматизированной сегментации спутниковых снимков с целью выявления на них областей, охваченных пожаром и его последствий. Анализ изображений с лесными пожарами проводился с помощью СНС U-Net [1].

Описание исходных данных и алгоритма работы СНС

В качестве исходных данных использовалось 10 спутниковых снимков с лесными пожарами России за 2021 год в разрешении 5120×5120. Набор изображений был отобран из базы спутника Landsat 8 [2]. После они были разбиты на 50 выбранных нами изображений с разрешением 800×640. Создание сегментированных масок производилось с помощью преобразований и фильтрации в программе Adobe Photoshop.

Сформированный набор масок содержит данные следующих классов в цветовой модели RGB:

- 0, 127, 0 – деревья (зеленый цвет);
- 127, 64, 0 – земля (коричневый цвет);
- 192, 0, 64 – гарь (бурый цвет);
- 127, 127, 127 – дым (темно серый цвет);
- 64, 64, 255 – вода (голубой цвет);
- 192, 192, 64 – песок (желтый цвет);
- 127, 255, 192 – высушенная река (бирюзовый цвет);
- 255, 255, 0 – огонь (желтый цвет);
- 192, 192, 192 – дымное облако (светло серый цвет).

В качестве среды разработки была взята платформа Google Colab [3]. Код был написан на языке программирования Python.

Сеть U-Net обучается методом стохастического градиентного спуска на основе входных изображений нашей обучающей выборки и соответствующих им карт сегментации. Из-за свертки выходное изображение меньше входного сигнала на постоянную ширину границы. Применяемая попиксельно, функция soft-max вычисляет результат по карте признаков вместе с функцией кросс-энтропии, показанной в формуле (1):

$$E = \sum_{x \in \Omega} w(x) \log(p_{l(x)}(x)), \quad (1)$$

где $w(x)$ – карта весовых коэффициентов, показанная в формуле (2):

$$w(x) = w_c(x) + w_0 \cdot \exp\left(-\frac{(d_1(x) + d_2(x))^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

где $w_c(x)$ – карта весов для балансировки частот классов, $d_1(x)$ – расстояние до границы ближайшей ячейки, $d_2(x)$ – расстояние до границы второй ближайшей ячейки.

Граница разделения вычисляется с использованием морфологических операций [4].

Качественные результаты детектирования объектов по 1000 эпохам обучения СНС представлены на рисунке 1.

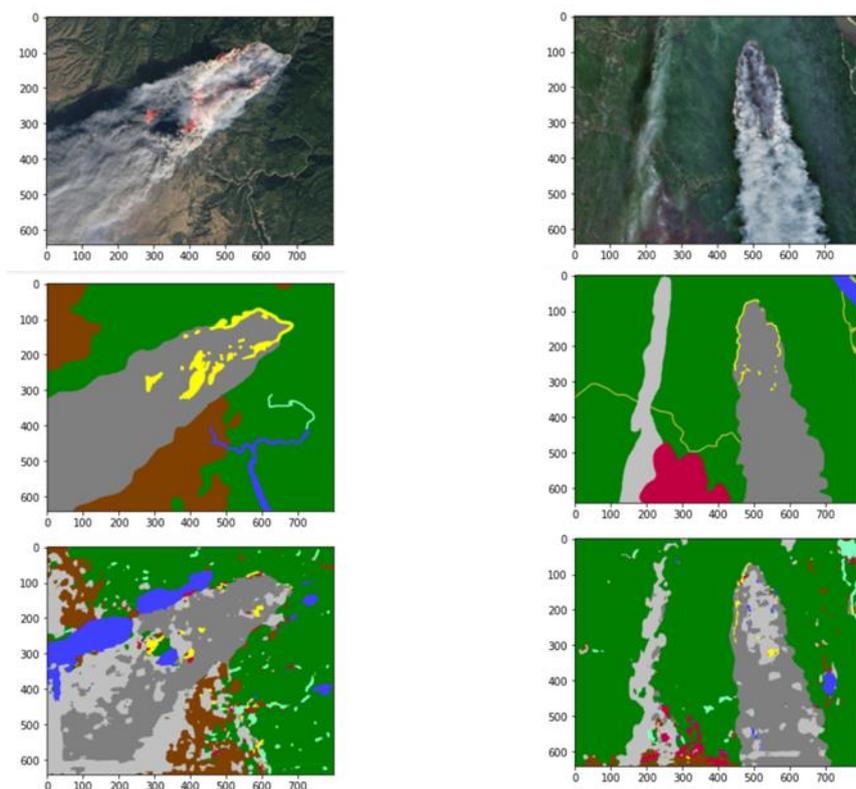


Рис. 1. Результат работы СНС со спутниковыми снимками лесных пожаров

Снизу с лева направо представлены картинки, полученные в результате обработки исходных изображений, расположенных сверху в тех же позициях соответственно. Их можно сравнить с масками, сделанными вручную в центре.

Заключение

Полученный результат напрямую зависит от качества использованной обучающей выборки и количества обучающих примеров. Чтобы улучшить качество получаемых картинок, в будущем будут увеличено количество классов при создании сегментированных изображений. Также будет рассмотрен способ детектирования лесных пожаров с использованием ложных дымов, например, смог с промышленного объекта.

Данная работа выполнялась при совместном сотрудничестве с научным руководителем, доцентом ОИТ ИШИТР ТПУ Друки А.А.

Список использованных источников

1. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/u-net/> (дата обращения 23.01.2023).
2. Sharing Earth Observation Resources. [Электронный ресурс]. – URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/l/landsat-8-ldcm> (дата обращения 18.01.2023).
3. Добро пожаловать в Colab! [Электронный ресурс]. – URL: https://colab.research.google.com/#scrollTo=Nma_JWh-W-IF (дата обращения 23.01.2023).
4. Анализ и обработка изображений с использованием операций математической морфологии, python и библиотеки OPEV. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/565378/> (дата обращения 22.01.2023).

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯСЯ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ ДЗЗ

Петровский В.В.¹, Друки А. А.²

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, магистрант гр. 8ВМ13, e-mail: vvp32@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: druki@tpu.ru

Введение

Для детектирования объектов на изображениях зачастую применяют метод сегментации и классификации объектов. Однако не всегда удается найти необходимую базу данных, поэтому пользователи нередко прибегают к методу ручной сегментации каждого рисунка. Чтобы упростить эту задачу необходимо автоматизировать процесс выделения объектов, при этом, не потеряв качественное визуальное представление картинки.

Целью нашей работы является создание телеграмм-бота, способного обеспечить обработку запросов пользователя посредством инференса двух рассмотренных моделей по распознаванию границ объектов на спутниковых снимках лесных пожаров. Для решения задачи предложено использовать две модели выделения контуров объектов: Dense Extreme Inception Network for Edge Detection [2] (далее DexiNed) и Lightweight Dense CNN for Edge Detection [3] (далее LDC). Качественно сравнены результаты выполнения двух моделей в социальной сети Телеграмм.

Описание алгоритмов DexiNed и LDC

Многие подходы в распознавании изображений основываются на краях, так как анализ, основанный на краях, нечувствителен к общей освещенности. Обнаружение краев выделяет контраст или же градиент. Контраст позволяет увидеть разность в яркости, благодаря которому можно подчеркнуть границы объектов на изображении, так как именно на границах происходит контраст между объектами и задним фоном. Схожим образом человеческое зрение определяет границы объектов – через изменения в уровнях яркости [1]. Точки, в которых яркость изображения резко изменяется, обычно объединяются в набор изогнутых линейных сегментов, называемых краями.

Dense eXtreme Inception Network for Edge Detection (DexiNed) – представляемая архитектура для обнаружения краев изображений. DexiNed предназначен для сквозного обучения без необходимости инициализации веса из предварительно обученных моделей обнаружения объектов, как и в большинстве детекторов границ на основе глубокого обучения.

DexiNed можно интерпретировать как набор двух подсетей: плотная экстремальная исходная сеть Dense Extreme Inception Network (Dexi); сеть с повышением дискретизации (USNet).

Dexi получает RGB изображение в качестве входных данных, обрабатывая его в разных 6 блоках, чьи карты характеристик передаются в USNet.

Функцией потерь в DexiNed является отображение регрессии, показанной в формуле (1):

$$L = \sum_{n=1}^N \lambda_n * l_n \quad (1)$$

где λ – это набор гиперпараметров блока n , использующийся для уравнивания количества положительных и отрицательных образцов карты ребер числа N изображения, а l – трассирующая (кросс-энтропийная) функция потерь в блоке n карты ребер числа N .

LDC – облегченная модель архитектуры DexiNed CATS, в которой входящие данные обрабатываются уже в 4 блоках, чьи карты характеристик также передаются в USNet. За счет этого уменьшается количество гиперпараметров, необходимых для обработки краев, и при этом без ущерба для стабильности и прочности архитектуры.

Функция потерь LDC на формуле (2) состоит из трех потерь: трассирующих (кросс-энтропийных) потерь l_t , потери трассировки границ l_{bt} и потери подавления текстуры l_{txs} :

$$l = l_t + \alpha_{bt} \times l_{bt} + \alpha_{txs} \times l_{txs} \quad (2)$$

где α_{bt} – вес для регуляризации потерь при отслеживании границ, а α_{txs} – предназначена для потери подавления текстуры для каждого предсказания LDC.

Описание исходных данных и работы программы

Код с телеграмм-ботом и двумя описанными алгоритмами был написан на языке Python в среде программирования PyCharm. Телеграмм-бот был сделан на основе фреймворка Aiogram.

В качестве исходных данных был подготовлен бенчмарк (выборка) из 20 спутниковых снимков лесных пожаров Земли за 2021 год в разрешении 800 x 640 пикселей. На вход алгоритмов DexiNed и LDC подавались 16 изображений в исходном и сегментированном (черно-белом) виде. После обучения моделей проводился тест на 4 изображениях.

Сам алгоритм выделения границ происходит следующим образом: В телеграмм-бот поступает изображение спутникового снимка с лесным пожаром, телеграмм-бот передает изображение на обработку в два алгоритма обнаружения границ DexiNed и LDC. После завершения всех операций пользователь выбирает одну из предложенных архитектур, и телеграмм-бот возвращает получившееся изображение данного алгоритма. Результат выполнения работы представлен на рисунках 1 и 2.

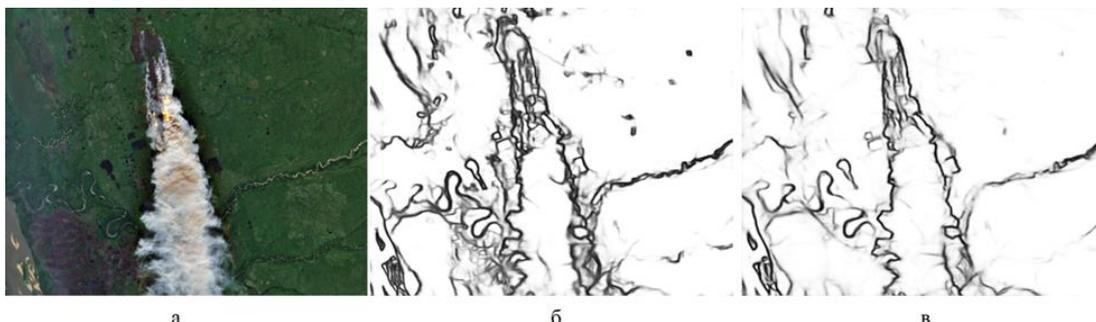


Рис. 1. Обработка 1 спутникового снимка с лесным пожаром, где:
а – исходное изображение; б – выделение границ с DexiNed; в – выделение границ с LDC

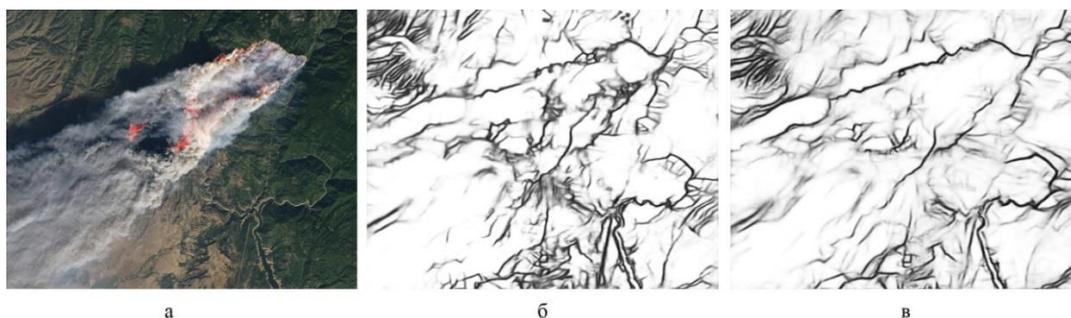


Рис. 2. Обработка 2 спутникового снимка с лесным пожаром, где:
а – исходное изображение; б – выделение границ с DexiNed; в – выделение границ с LDC

Заключение

Как видно из рисунков показанных выше, качество обработки выделения контуров алгоритмов DexiNed и LDC разное:

- DexiNed уделяет внимание мелким деталям, что можем заметить на рисунках 1а и 2а;
- LDC в свою очередь удаляет малозначимые края, что делает выходную картинку более уточненной, что показано на рисунках 1б и 2б.

Все полученные изображения с выделенными контурами в дальнейшем будут использованы при создании сегментированной выборки, которая понадобится в детектировании лесных пожаров.

Список использованных источников

1. Чернопятов А. В. Обнаружение краев на изображении // Пермский гос. пед. ун-т. – 2011. – 10 с.
2. Xavier Soria Poma. Dense Extreme Inception Network for Edge Detection // Computer Vision Center, Autonomous University of Barcelona. – Barcelona, Spain. [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2112.02250v1.pdf> (дата обращения: 27.12.2022).
3. Xavier Soria Poma. LDC: Lightweight Dense CNN for Edge Detection // Faculty of Educational Science, Humanities, and Technology, National University of Chimborazo. – Ecuador. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=9807316> (дата обращения: 27.12.2022).

ПЕРЕВОД РУССКОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА НА SQL

Полонский М.И.¹, Савелов Д.Ю.², Губин Е.И.³

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8К13, e-mail: novs965@mail.ru

²Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций (СПбГУТ), ИСuТ, e-mail: savasavelck@mail.ru

³Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: gubine@tpu.ru

Введение

Модель машинного обучения для перевода естественного языка на SQL может обрабатывать как простые, так и сложные запросы. Решение упростит работу людям, которые не умеют составлять запросы SQL.

Разработанное решение позволяет сократить время при принятии решений, ускорит бизнес-процессы в компаниях, а также позволит их командам быстрее обучаться работе с данными и сократит нагрузку на дата-аналитиков.

Описание алгоритма

В решении задачи для перевода естественного языка использовалась модель машинного обучения (архитектуры трансформер [1]) T5-base, которая была дообучена для данной цели.

Для этого был использован датасет Spider [2], состоящий из 10181 вопросов и 5693 уникальных SQL запросов (в том числе и очень сложных) по 200 базам данных с несколькими таблицами, охватывающими 138 различных областей.

Easy

What is the number of cars with more than 4 cylinders?

```
SELECT COUNT(*)
FROM cars_data
WHERE cylinders > 4
```

Meidum

For each stadium, how many concerts are there?

```
SELECT T2.name, COUNT(*)
FROM concert AS T1 JOIN stadium AS T2
ON T1.stadium_id = T2.stadium_id
GROUP BY T1.stadium_id
```

Hard

Which countries in Europe have at least 3 car manufacturers?

```
SELECT T1.country_name
FROM countries AS T1 JOIN continents
AS T2 ON T1.continent = T2.cont_id
JOIN car_makers AS T3 ON
T1.country_id = T3.country
WHERE T2.continent = 'Europe'
GROUP BY T1.country_name
HAVING COUNT(*) >= 3
```

Рис. 1. Примеры запросов из датасета Spider

Spider является англоязычным датасетом, поэтому для перевода русских вопросов на английский использовалась модель от Facebook WMT19.

Финальное решение позволяет формировать запросы SQL разной сложности по запросу пользователя на русском. На тестовой выборке модель T5 показывает результаты, представленные в таблице 1.

Точность модели на тестовых данных

Метрика	Значение
Точное совпадение	32,4%
BLEU [4]	32,9

Учитывая специфику датасета Spider, можно сказать, что модель показывает достойный результат для использования в решении поставленной задачи.

Заключение

Проект был разработан в рамках хакатона «Цифровой прорыв. Сезон: искусственный интеллект». В задаче перевода русского естественного языка на SQL команда заняла первое место.

В планах команды перевести вопросы на естественном языке датасета Spider с помощью модели WMT19 на русский, получив новый датасет, и обучить T5-base или схожую модель уже на нем.

Список использованных источников

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J. Attention Is All You Need // [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf> (дата обращения 18.02.2023).
2. Yu T., Zhang R., Yang K., Yasunaga M. Spider: A Large-Scale Human-Labeled Dataset for Complex and Cross-Domain Semantic Parsing and Text-to-SQL Task. [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1809.08887v5.pdf>
3. Spider 1.0. Yale Semantic Parsing and Text-to-SQL Challenge. [Электронный ресурс]. – URL: <https://yalelily.github.io/spider>
4. Понимание оценки BLEU в кастомизированном машинном переводе. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/661377/> (дата обращения 18.02.2023).
5. Raffel C., Shazeer N., Roberts A., Lee K. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer // Journal of Machine Learning Research 21, 2020. – 1–67 с.
6. Git-репозиторий [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/mathewpolonsky/NLSQL>

СОЗДАНИЕ ВИДЕО-ПЕРЕВОДЧИКА ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Пушкарева М.А.¹, Цанко И.В.²

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8K03, map33@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, tsiv@tpu.ru

Введение

В настоящее время часть видеофайлов, например, лекции, видео-рецепты и пошаговые инструкции недоступны для некоторых пользователей в связи с языковым барьером. Поэтому задача реализации инструмента, позволяющего, не владея определенным языком, просматривать видео на родном языке, является актуальной.

Многие существующие аналогичные программы реализуют свою работу следующим образом: пользователь загружает в программу видеофайл, который необходимо перевести, после чего программа получает аудиозапись с данного видеофайла и преобразует эту запись в текст. Другими словами, данный процесс называется транскрибацией.

Транскрибация – это процесс перевода аудиозаписи или видеофайла в текстовый формат. При этом у транскрибации есть несколько видов: ручной и автоматический. При ручной транскрибации пользователь открывает необходимый файл и вручную переписывает его содержание. При автоматической транскрибации весь процесс, который мог быть реализован вручную, заменяет специальная программа.

Целью данной работы являлось создание программы, предназначенной для перевода видеофайлов с последующим озвучиванием и наложением на первоначальное видео по тем же временным интервалам, что и исходная речь.

При этом программа должна реализовать следующие функции:

- Извлечение речи из видео.
- Перевод данной речи.
- Озвучивание переведенной речи.

Реализация видео-переводчика

Для реализации программы был выбран язык программирования Python. Этот язык очень простой в изучении, имеет мощные инструменты и библиотеки, а также поддерживается большинством систем.

В процессе работы были выделены и реализованы главные этапы программы видео-перевода:

- получение текста из видеофайла;
- перевод полученного текста на определенный язык;
- озвучивание текстовых данных;
- получение финального файла.

Данные этапы представлены на рисунке 1.

Для получения текста из видеофайла был использован сервис Deepgram. Он предлагает пользователям быструю и эффективную процедуру распознавания речи, способен распознавать различные языки, а также обрабатывать диалоги, радио- и телевизионные программы.

На первом этапе происходит получение текста из видеофайла, результатом которого является JSON файл, где содержатся необходимые метаданные. Далее происходит расшифровка предложения, определяется каждое отдельно взятое слово с учетом времени начала и конца его произношения, а также пунктуация.

На следующем этапе осуществляется перевод полученного текста на определенный язык с использованием библиотеки Google Trans. Она работает с сервисами Google Translate и Google Cloud Translation API. Библиотека позволяет пользователям переводить тексты, фразы и документы на более чем 100 языков. Для этого сначала происходит деление текста на предложения с помощью метода split. Затем посылается запрос вместе с предложением для осуществления перевода. И как результат, нам возвращается переведенное на указанный язык предложение.

На третьем этапе производится преобразование текста в речь с использованием технологии синтеза речи. Для этого используется библиотека gTTS. На этапе озвучивания классу gTTS передается

предложение и необходимый язык. После чего создается озвученный временный аудиофайл, который в последствии записывается на дисковое пространство.

И последним этапом создания видео-переводчика является формирование конечного файла. Здесь после озвучивания и сохранения каждый из аудиофайлов проходит проверку на длительность, – происходит сравнение озвученных фрагментов переведенного текста по их длительности с временными метками текста на оригинальном языке. В случае если данные величины не равны, то данный фрагмент аудио переведенного текста ускоряется, либо замедляется до нужной длительности с помощью модуля rudub. Затем полученный аудиофайл совмещается с видеофайлом с помощью библиотеки MoviePy.



Рис. 1 Этапы реализации видео-перевода

На этом процесс реализации перевода видеофайла считается законченным.

Заключение

Результатом данной работы является реализованная с помощью языка программирования Python программа, которая выполняет роль видео-переводчика.

Существующие на сегодняшний день видео-переводчики в большинстве случаев являются только транскрибаторами и не озвучивают перевод. Поэтому созданная программа является актуальной, также она не имеет лишних функций, и для своего функционирования не требует выделения большого объема оперативной памяти.

Список использованных источников

1. Введение в Tkinter. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/133337/> (дата обращения 7.12.2022).
2. Полезные библиотеки Python. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pythonist.ru/9-poleznyh-bibliotek-python/> (дата обращения 28.11.2022).
3. Работа с wav-файлами в Python с использованием Rудub. [Электронный ресурс]. – URL: <https://progler.ru/blog/rabota-s-wav-faylami-v-python-s-ispolzovaniem-rydub> (дата обращения 05.01.2023).
4. Introduction to MoviePy. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-to-moviepy/> (дата обращения 05.01.2023).
5. Python Documentation. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.python.org/doc/> (дата обращения 26.10.2022).

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ КОНДЕНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Теников К.А.¹, Кочкин А.С.²

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, аспирант,
e-mail: gugolpleks@mail.ru

²Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, аспирант,
e-mail: andre211@mail.ru

Введение

Физика конденсированного состояния – раздел физики, посвященный изучению структуры и свойств веществ, находящихся в конденсированном состоянии (твердых и жидких, кристаллических и аморфных, неживой материи и биологических объектов) [1].

Для моделирования конденсированных систем широко применяется метод молекулярной динамики. Его суть заключается в расчете траекторий N частиц (молекул или атомов) конденсированной системы после задания их начальных скоростей и координат. На каждой итерации происходит уточнение координат и скорости для каждой частицы по следующим формулам (показаны только по координате x) [2]:

$$x(t + \Delta t) = x(t) + v_x \Delta t + \frac{F_x(t)}{2m} \Delta t^2 \quad (1)$$

$$v_x(t + \Delta t) = v_x(t) + \frac{1}{2} \left(\frac{F_x(t)}{m} + \frac{F_x(t + \Delta t)}{m} \right) \Delta t \quad (2)$$

В результате моделирования будут получены траектории N частиц и их скорости, на основании которых можно высчитать различные термодинамические и статистические величины, структурные характеристики конденсированной системы, изучить процесс диффузии частиц [2].

Из формул (1) и (2) видно, что для расчета надо знать силу, действующую на каждую частицу. Она рассчитывается как отрицательный градиент потенциальной энергии. Таким образом, одним из основных аспектов метода молекулярной динамики является расчет потенциальной энергии. Мы покажем, что ее можно эффективно рассчитывать с помощью нейронных сетей [3].

Методы расчета потенциальной энергии

Эти методы можно разделить на три группы: эмпирические, полуэмпирические, *ab initio*. Эмпирические и полуэмпирические методы являются быстрыми, но не совсем точными. Мы уже проводили исследование конденсированной системы на основе полуэмпирического метода – метода погружения атома в среду [4].

Наиболее точными являются *ab initio* методы, которые основаны на квантово-механической теории, приближенном решении уравнения Шредингера. Его невозможно решить аналитически для систем, состоящих из большого числа частиц. В связи с этим были введены различные приближения (определитель Слэтера, метод Хартли-Фока). В физике конденсированного состояния наиболее широко применяется теория функционала электронной плотности, возникшая в 1964 году благодаря работам Хоэнберга и Кона. Они показали, что гамильтониан квантово-механической системы является функционалом электронной плотности. Таким образом, для вычисления стационарного энергетического состояния необходимо решить вариационную задачу нахождения минимума этого функционала [5].

Было разработано много методов решения этой задачи, которые позволили высчитать гамильтониан квантово-механической системы в стационарном состоянии, а, значит, и оператор потенциальной энергии [6].

К сожалению, методы молекулярной динамики на основе теории функционала электронной плотности достаточно медленные. Тем не менее возможно сочетание небольшой вычислительной сложности эмпирических и полуэмпирических методов с точностью *ab initio* методов. Это достижимо за счет машинного обучения, так как обученные нейронные сети могут аппроксимировать любую функцию, в том числе и потенциальную энергию. Последнее время методы машинного обучения широко используются в физике конденсированного состояния [7].

Описание нейронной сети для расчета потенциальной энергии

Энергия частицы i равна значению выхода нейрона выходного слоя. Значения входа нейронов любого слоя n (скрытых и выходного), представимых в виде вектора Z^n , определяется вектором значений выходов нейронов предыдущего слоя A^{n-1} , весовой матрицей W^n и вектором смещения B^n :

$$Z^n = W^n A^{n-1} + B^n \quad (3)$$

Для получения A^n к Z^n применяется функция активации g^n :

$$A^n = g^n(Z^n) \quad (4)$$

На входной слой нейронной сети подаются значения различных характеристик (fingerprints), описывающих состояние атома в конденсированной среде и рассчитываемых на каждой итерации молекулярной динамики. Например, формула для расчета характеристики, соответствующей парному потенциалу между частицей i и частицами j , следующая:

$$F_n = \sum \left(\frac{r_{ij}}{r_e} \right)^n e^{-a_n \frac{r_{ij}}{r_e}} f_c \left(\frac{r_c - r_{ij}}{\Delta r} \right) S_{ij} \quad (5)$$

В этой формуле j индексирует все частицы-соседи частицы i в пределах радиуса r_c , n — целое число, разное для каждого члена вектора парных потенциалов, r_e — равновесное расстояние до ближайшей соседней частицы, S_{ij} — угловой коэффициент экранирования, и a_n — это гиперпараметры, которые можно настроить для оптимизации точности вычислений [3].

Также на каждой итерации молекулярной динамики высчитываются и другие характеристики частицы, в том числе соответствующие радиальному вращению, радиальному экранированию.

Точная характеристика структуры входа, количество скрытых слоев, количество нейронов в них (гиперпараметры нейронной сети) определяются алгоритмами оптимизации гиперпараметров (полный перебор, поиск по секте, рой частиц, генетический алгоритм) [8].

Для обучения нейронной сети, вычисляющей потенциальную энергию, должен применяться большой набор данных, полученных из результатов симуляции на основе теории функционала электронной плотности. Также есть открытые наборы данных для разных материалов [3].

Симуляция на основе теории функционала электронной плотности должна быть достаточно полной, предусматривающей возможность деформации элементарной ячейки, термического возбуждения частиц, также должны быть учтены особенности их поведения на поверхности, рассчитано влияние дефектов и поведение системы в аморфном состоянии [3].

Реализация расчетов потенциальной энергии с помощью нейронных сетей в LAMMPS

Наиболее распространенным программным продуктом для осуществления моделирования конденсированных систем с помощью метода молекулярной динамики является «Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator» (LAMMPS). Он написан на языке C++. Есть его реализации для операционных систем Windows, Linux и MacOS. Его можно запустить как на персональном компьютере, так и на кластере. Советуется проводить моделирование небольших систем (меньше 500 частицы) на персональных компьютерах, моделирование средних и крупных систем (для миллионов и более частиц) целесообразно проводить на кластерах, в которых распределение вычислений осуществляется с помощью технологии MPI. Исходный код LAMMPS открытый. Таким образом, его можно менять и расширять для тех или иных задач путем дописывания новых модулей, изменения старых и его перекомпиляции. Тем не менее последние версии LAMMPS уже включают в себя возможность расчета потенциалов с помощью нейронных сетей. К сожалению, у данного программного продукта нет возможности оптимизации гиперпараметров нейронной сети, ее обучения. Таким образом, определение гиперпараметров и параметров нейронной сети надо провести в другой среде, а затем внести результат в конфигурационный файл. Перед запуском симуляции на основе молекулярной динамики в LAMMPS нужно создать конфигурационные файлы и внести в них данные о большом количестве параметров. Наиболее важными из них являются количество частиц, их начальные координаты, скорости, их виды (химические элементы, массы), статистический ансамбль, время симуляции, внешние физические воздействия, метод расчета потенциальной энергии, перечень физических величин для расчета [9].

Мы не занимались оптимизацией гиперпараметров нейронной сети, ее обучением, а взяли готовые гиперпараметры и параметры для магния, так как этот материал хорошо изучен, для него было проведено много симуляций на основе теории функционала электронной плотности. Гиперпараметры

соответствующей нейронной сети следующие: количество скрытых слоев — 1, количество нейронов во входном слое — 37, количество нейронов в скрытом слое — 20 [3].

Для проведения симуляции молекулярной динамики в LAMMPS с потенциалами на основе нейронных сетей надо в конфигурационном файле `pot.mod` ввести команду `pair_style rann`. В разделе `networklayers` надо ввести 3 (3 слоя), в разделах `layersize` количество нейронов в соответствии с заданными гиперпараметрами. В разделах `weight` и `bias` конфигурационного файла вводятся соответственно весовые матрицы и векторы смещения.

Мы проводили симуляцию в целях расчета тензора упругости. После определения параметров симуляции и ее запуска был получен результат, изображенный на рисунке 1 (значения компонентов тензора упругости).

```
Components of the Elastic Constant Tensor
=====
Elastic Constant C11all = 59.4620944205673 GPa
Elastic Constant C22all = 59.4619147356926 GPa
Elastic Constant C33all = 66.630181782139 GPa
Elastic Constant C12all = 29.0811886480275 GPa
Elastic Constant C13all = 18.2498448925002 GPa
Elastic Constant C23all = 18.2498430108296 GPa
Elastic Constant C44all = 18.7532205919824 GPa
Elastic Constant C55all = 18.7532209349167 GPa
Elastic Constant C66all = 15.1903013830074 GPa
Elastic Constant C14all = -3.52359854905269e-05 GPa
Elastic Constant C15all = -1.19080385891128e-09 GPa
Elastic Constant C16all = -7.14419671843925e-10 GPa
Elastic Constant C24all = 3.52322881916727e-05 GPa
Elastic Constant C25all = 6.37123490003215e-10 GPa
Elastic Constant C26all = -3.48614268248815e-11 GPa
Elastic Constant C34all = -5.97264819160978e-10 GPa
Elastic Constant C35all = 2.59772666720951e-10 GPa
Elastic Constant C36all = -5.18850533796852e-10 GPa
Elastic Constant C45all = 7.02361830824077e-08 GPa
Elastic Constant C46all = -1.67759755269952e-05 GPa
Elastic Constant C56all = -4.25295163100847e-10 GPa
=====
Average properties for a cubic crystal
=====
Bulk Modulus = 35.1906604490126 GPa
Shear Modulus 1 = 17.5655809699955 GPa
Shear Modulus 2 = 19.9955523978402 GPa
Poisson Ratio = 0.261137869780103
C/A Ratio = 1.62330552623172
```

Рис. 1. Результат расчета тензора упругости

Заключение

В данном докладе мы описали метод молекулярной динамики, показали разные варианты расчета потенциальной энергии конденсированной системы. Кроме того, нами была описана возможность ее расчета с помощью нейронных сетей, что и было осуществлено в LAMMPS для расчета тензора упругости.

В дальнейшем планируется продолжить изучение конденсированных систем подобным методом.

Список использованных источников

1. Гольдаде В. А., Пинчук Л. С. Физика конденсированного состояния. Учебное пособие. – 2009.
2. Frenkel D., Smit B. Understanding Molecular Simulation: from Algorithms to Applications. – San Diego: CA: Academic. – 2002. – 638 p.
3. Dickel D., Nitol M., Barrett C. D. LAMMPS implementation of rapid artificial neural network derived interatomic potentials // Computational Materials Science. – 2021. – V. 196. – P. 110–181.
4. Кочкин А.С., Теников К.А., Варавина А.Ю., Тимошников Д.А. Оценка состояния фононов динамической матрицы и кривой дисперсии фононов для Си на основе потенциала EAM // Наука в эпоху глобализации и цифровизации: актуальные проблемы теории и практики. – 2022. – Ставрополь: Изд-во «ПАРАГРАФ». – С. 234–241.
5. Hohenberg P., Kohn W. Density functional theory (DFT) // Phys. Rev. – 1964. – Т. 136. – №. 1964. – С. 864.
6. Koch W., Holthausen M. C. A chemist's guide to density functional theory // John Wiley & Sons. – 2015.
7. Теников К.А., Кочкин А.С. Машинное обучение в физике конденсированного состояния // Краевые задачи и математическое моделирование: темат. сб. науч. тр. – Новокузнецк. – 2022 – С. 117–120.
8. Теников К. А. LSTM сети для предсказания индексов фондовых рынков // МОЛОДЕЖЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. – 2021. – С. 73–74.
9. Mubin S., Li J., Plimpton S. Extending and Modifying LAMMPS Writing Your Own Source Code: A pragmatic guide to extending LAMMPS as per custom simulation requirements. – 2021. – Packt Publishing Ltd.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV4-CSP ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ МУЛЬТИКЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ткачёв С.А.

Томский политехнический университет, ИШИТР, аспирант, e-mail: sat12@tpu.ru

Введение

Важнейшей задачей при контроле воздушного пространства является задача обнаружения и классификации (она же задача детектирования) летающих объектов: различных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), птиц и т.п. Наиболее широко при решении этой задачи применяются системы детектирования объектов, работающие в режиме реального времени. В последние годы все чаще с целью детектирования таких объектов начинают создавать системы компьютерного зрения на основе современных сверточных нейронных сетей (СНС) [1].

В статье приводятся результаты исследования эффективности СНС YOLOv4-CSP при детектировании на изображениях объектов четырех классов: птицы, квадрокоптеры, БПЛА самолетного типа и неизвестные объекты.

Задача исследования эффективности СНС YOLOv4-CSP

В качестве объекта исследований была выбрана СНС перспективной архитектуры YOLOv4-CSP [2], используемая для решения задачи детектирования (одномоментного обнаружения, локализации и классификации) объектов воздушного пространства четырех классов. Отличительной чертой этой архитектуры сети класса YOLO является наличие пропусков признаков (англ. cross stage partial – CSP). Для проведения исследования был подготовлен датасет с объектами четырех классов (птицы, квадрокоптеры, БПЛА самолетного типа и неизвестные объекты), размер которого 6230 изображений. Датасет был разделен на следующие выборки: обучающая – 4358 изображений (70%); проверочная (валидационная) – 1249 изображений (20%); тестовая – 623 изображений (10%).

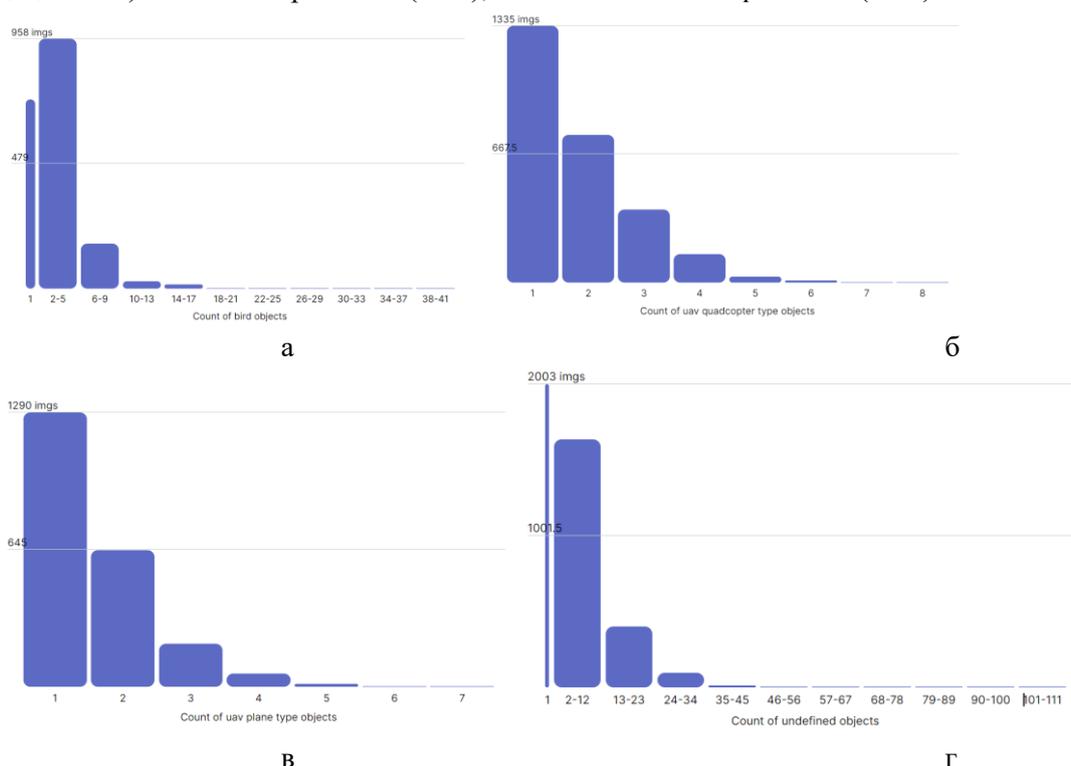


Рис. 1. Распределение числа изображений в датасете от количества объектов на отдельном изображении:

а – птицы, б – квадрокоптеры, в – БПЛА самолетного типа, г – неизвестные объекты

Распределение числа изображений в датасете в зависимости от количества объектов на отдельном изображении в случае каждого из классов объектов представлено на рисунке 1.

По оси Y отобразено количество изображений в датасете с соответствующим числом объектов, а по оси X – число объектов на отдельном изображении. При проведении исследования в качестве метрики для оценки точности детектирования (классификации) объектов на изображениях использовалась известная метрика Average Precision (AP) [3]. Она рассчитывается для каждого класса объектов. Это означает, что необходимо было получить столько значений AP, сколько в поставленной задаче рассматривается классов объектов. Эти значения AP усредняются для получения метрики mAP – среднего значения AP по всем классам. Метрика AP рассчитывается при заданном пороге IoU [4]. Использовался порог IoU = 0,5, а также метрика AP рассчитывалась для диапазона пороговых значений 0,5:0,95 с шагом 0,05. При обучении, валидации и исследовании (тестировании) СНС YOLOv4-CSP использовался фреймворк PyTorch.

Обучение СНС YOLOv4-CSP проводилось на входных изображениях трех разных размеров: 416x416, 512x512 и 608x608 пикселей в течение 200 эпох. Результаты обучения этой СНС представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценки точности детектирования объектов на изображениях обучающей выборки

Размер изображения, пикселей	mAP _{0.5}	mAP _{0.5:0.95}
416x416	0,883	0,645
512x512	0,898	0,674
608x608	0,910	0,695

Исследование эффективности (тестирование) СНС проводилось на входных изображениях также трех разных размеров: 416x416, 512x512 и 608x608 пикселей с параметрами batch size = 16 и confidence threshold = 0,4. Результаты исследования СНС представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Точность детектирования объектов на изображениях проверочной и тестовой выборки для каждого класса объектов

Размер изображения, пикселей	Класс	Проверочная выборка		Тестовая выборка	
		AP _{0.5}	AP _{0.5:0.95}	AP _{0.5}	AP _{0.5:0.95}
416x416	птицы	0,690	0,546	0,677	0,532
	квадрокоптеры	0,869	0,666	0,847	0,644
	БПЛА самолетного типа	0,900	0,741	0,891	0,713
	неизвестные объекты	0,814	0,505	0,812	0,500
512x512	птицы	0,704	0,572	0,701	0,560
	квадрокоптеры	0,898	0,699	0,857	0,681
	БПЛА самолетного типа	0,913	0,765	0,892	0,732
	неизвестные объекты	0,834	0,536	0,836	0,539
608x608	птицы	0,751	0,598	0,751	0,597
	квадрокоптеры	0,879	0,712	0,856	0,698
	БПЛА самолетного типа	0,919	0,782	0,893	0,752
	неизвестные объекты	0,850	0,561	0,858	0,568

Таблица 3

Точность детектирования объектов на изображениях проверочной и тестовой выборки

Размер изображения, пикселей	Проверочная выборка		Тестовая выборка	
	mAP _{0,5}	mAP _{0,5:0,95}	mAP _{0,5}	mAP _{0,5:0,95}
416x416	0,818	0,614	0,807	0,597
512x512	0,837	0,643	0,821	0,628
608x608	0,850	0,663	0,840	0,654

Оценка скорости детектирования объектов на изображениях (оценка скорости вычисления СНС путем вычисления времени обработки одного изображения) производилась на видеокарте NVIDIA Quadro RTX 6000 с объемом видеопамати 24 ГБ. Результаты по оценке скорости вычисления СНС представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты оценки скорости вычисления СНС на проверочной и тестовой выборках

Размер изображения, пикселей	Время обработки одного изображения, мс	
	Проверочная выборка	Тестовая выборка
416x416	3,1	3,1
512x512	4,4	4,5
608x608	5,9	5,9

Заключение

Сравнительный анализ всех полученных результатов по оценке точности и скорости детектирования объектов на изображениях с помощью СНС YOLOv4-CSP позволил сделать следующие выводы.

Точность детектирования объектов на изображениях с помощью этой СНС выше на входных изображениях большего размера. Это имеет место для каждой из выборок датасета. Например, при изменении размера изображения с 416x416 на 608x608 пикселей на тестовой выборке точность детектирования объектов по метрике mAP_{0,5} выросла на 3,3%, а по метрике mAP_{0,5:0,95} – на 5,7%.

Точность детектирования объектов ниже на изображениях тестовой выборки, чем на изображениях обучающей и проверочной выборок. Так, на изображениях с размером 608x608 пикселей по сравнению с обучающей выборкой точность детектирования объектов по метрике mAP_{0,5} снизилась на 7%, а по метрике mAP_{0,5:0,95} – на 4,1%.

Точность детектирования объектов класса «птицы» по метрике AP_{0,5} хуже, чем для объектов других классов. Это объясняется меньшим числом изображений объектов этого класса в датасете, а также, в основном, малыми размерами птиц на этих изображениях. По метрике AP_{0,5:0,95} точность ниже при детектировании объектов класса «неизвестные объекты».

Скорость детектирования объектов выше на изображениях меньшего размера. Так, при изменении размера изображения с 416x416 на 608x608 пикселей время обработки одного изображения увеличилось на 2,8 мс.

Список использованных источников

1. Ткачёв С.А., Небаба С.Г. Исследование точности детектирования объектов на изображениях с помощью нейронных сетей YOLOv3, вычисляемых на высокопроизводительных вычислительных устройствах // Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МСИТ. – 2022 – Томск: изд-во ТПУ. – С. 49–50.
2. Scaled YOLO v4 [Электронный ресурс]. – URL: <https://alexeyab84.medium.com/scaled-yolo-v4-is-the-best-neural-network-for-object-detection-on-ms-coco-dataset-39dfa22fa982> (дата обращения 23.02.2023).
3. Метрики качества ранжирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/econtenta/blog/303458> (дата обращения 23.02.2023).
4. IOU (Intersection over Union) [Электронный ресурс]. – URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/iou-intersection-over-union-705a39e7acef> (дата обращения 23.02.2023).

PIPELINE USED FOR SEGMENTATION OF ORGANS IN THE HUMAN BODY USING MEDICAL IMAGING INTERACTION TOOLKIT (MITK)

Toro Mohammed Lawal¹, Aksyonov S.V.²

¹Tomsk Polytechnic University, Postgraduate student, e-mail: molatoro@hotmail.com

²Tomsk Polytechnic University, docent, e-mail: axyonov@tpu.ru

Introduction

The Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK) aims to make it easier to create clinically useful image-based software. To check and, if necessary, rectify results from (semi-)automatic algorithms, clinically applicable software for image-guided treatments and image analysis necessitates a high level of interaction. The reconstruction of three-dimensional images from a series of two-dimensional medical image is critical in understanding the anatomy of the human body. Magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), positron emission tomography (PET), and other 3D imaging modalities are used to generate these 2D medical images. This research evaluates a few tools for reconstructing a 3D image from a set of 2D images [1]. The following evaluation criteria were taken into account for this paper's comparison study: neuroimaging, 2D and 3D viewing capabilities, and technical assistance from the tool's creators. This paper's major goal is to demonstrate how medical images are labeled in order to facilitate testing and training of neural networks.

Background

MITK was created as an internal tool for developing dependable software for the medical imaging industry, it was made public and released in 2005. The toolkit development process has led to regular releases of the software and various applications as open-source software. Additionally, the branch-based workflow allowed a rising number of contributors from different backgrounds and degrees of experience to generally maintain a high software quality [2]. MITK is a free and adaptable open-source software project for the creation of medical image processing applications. It can be used as an application framework or C++ toolkit for program development. It was developed as a common framework for Ph.D. students in the German Cancer Research Center's Division of Medical and Biological Informatics (MBI). Its goal is to provide high-interaction support for the development of cutting-edge medical imaging software. [3]. The software's high level of integration of Image processing and analysis (ITK) and Visualization (VTK), enhanced with data management, advanced visualization, and interaction functionality in a single framework, which is supported by a wide range of researchers and developers, will be beneficial to research institutes, doctors, and businesses alike. This has aided in the ease of diagnosis by allowing medical images from many patients who have been diagnosed to be referred to for testing and training utilizing Artificial Neural Networks (ANN) to identify regions of interest. MITK, however, can also be utilized as a framework to create tasks, programs, writing modules, and plugins.

Methodology

Consequently, the following therapeutically relevant tasks must be completed by a software system created for the development of research software for a clinical context. Data management, image analysis, Support for diagnosis and treatment planning, Support for interventions and management of treatment [4]. The MITK workbench collects DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) which is a typical format that aids medical specialists to view, store, and share medical images. The use of these application looks at current techniques for building 3D objects out of slices of 2D medical images in the DICOM format which are derived from medical measurement tools including magnetic resonance imaging (MRI), X-ray computed tomography (X-ray CT), and others. There are numerous modalities that can be used to reconstruct medical images and build models. There are further categories within medical imaging, with the following being the most common: The spiral tomography technology, computed axial tomography (CAT) scan, commonly known as X-ray computed tomography (CT), creates a 2D representation of the structures in a section of the body. A stream of X-rays passes through the object from various angles before spinning around it and being detected by sensitive radiation detectors in a CT scan. A computer analyzes the information after that and uses mathematical concepts to build a detailed image of the structure and its contents. A random transformation is used to reconstruct these sets of images so that they could be projected as a single image. Along with magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (PET-CT), PET, sometimes referred to as positron emission tomography, is used (PET-MRI). Body cross-section tomographic images are frequently produced using MRI. The MITK workbench provides an axial, sagittal, and coronal view of the bodily organ in both 2D and

3D format. The Regions of interest (ROI) can be annotated, pixels adjusted and saved as a mask, nifti, or dicom format using the segmentation tools and user interface provided by the software.

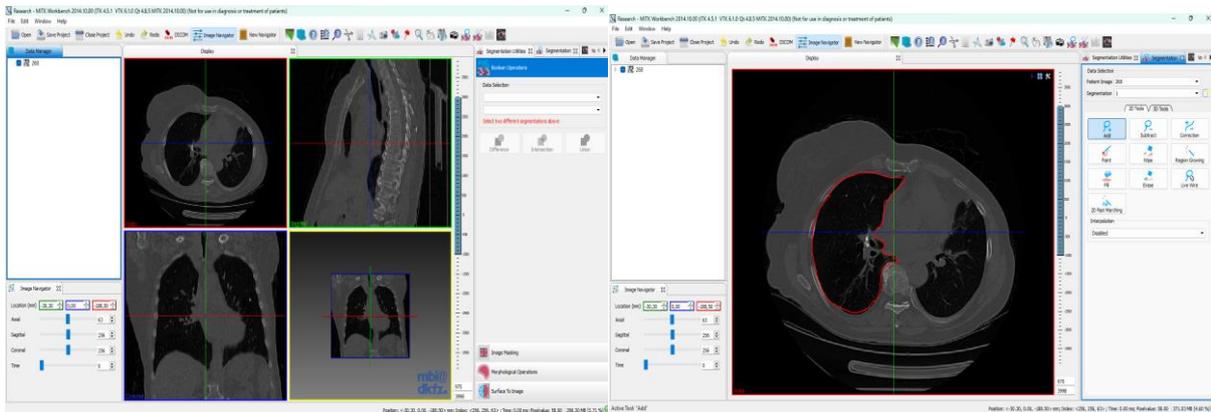


Fig 1. The MITK workbench shows the input image and selection of region of interest

Result

The annotations derived from the ROI are saved as masks and categorized into train and test images which are now fed to an ANN and this constructs algorithms that can learn and make data driven predictions or decisions through building a mathematical model from the input data. The decision of the sizes and strategies for data set division in training, test and validation sets is dependent on the problem and data available.

Conclusion

Only when medical imaging algorithms are used in a clinical setting can their worth be determined. This necessitates data visualization and interactivity. MITK provides a versatile platform with a high degree of modularization, interoperability and is well suited to meet the challenging tasks of today's and tomorrow's clinically motivated research. It also provides optional support for tool tracking, image-guided therapy as well as various external packages. This has made the segmentation process of human organs easy and a breakthrough for doctors and researchers.

References

1. Durisetti S. Evaluation of Tools Used for 3D Reconstruction of 2D Medical Images // Proceedings of Second International Conference on Advances in Computer Engineering and Communication Systems: ICACECS 2021. – 2022. Singapore: Springer.
2. Wolf, I., Vetter, M., Wegner, I., Bottger, T., Nolden, M., Schobinger, M., Hastenteufel, M., Kunert, T., Meinzer, H.P. The medical imaging interaction toolkit. *Med Image Anal.* – V. 9(6). – P. 594–604 (2005).
3. Medical Imaging interaction toolkit documentation. – URL: www.docs.mitk.org
4. Nolden, M., Zelzer, S., Seitel, A., Wald, D., Müller, M., Franz, A. M., ... & Wolf, I. The Medical Imaging Interaction Toolkit: challenges and advances: 10 years of open-source development. *International journal of computer assisted radiology and surgery.* – 2013. – V. 8. – P. 607-620.

ВЫЯВЛЕНИЕ ТИПА ЛИЧНОСТИ ПО МВТИ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ

Третьяков Д.А.

Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8К93, e-mail: dat32@tpu.ru

Введение

В настоящее время существует множество подходов типизации личностных и поведенческих черт. Одним из наиболее распространённых подходов является типология Майерс-Бригс (МВТИ) [1]. Эта типология была составлена на основании работы Юнга «Психологические типы». В ней Юнг определяет, что люди различаются по 4 дихотомиям:

I (Introversion, интроверсия) против E (Extraversion, экстраверсия): Эта дихотомия относится к предпочтительному фокусу внимания индивида: либо внутрь, к своим собственным мыслям и чувствам (интроверсия), либо вовне, к людям и вещам (экстраверсия).

T (Thinking, мышление) против F (Feeling, чувство): Эта дихотомия относится к предпочтительному способу принятия решений индивидом, основанному либо на логике и разуме (мышление), либо на личных ценностях и эмоциях (чувство).

S (Sensing, ощущение) против N (iNtuition, интуиция): Эта дихотомия относится к предпочтительному способу восприятия информации индивидом либо через свои пять органов чувств (sensing), либо через бессознательные восприятия и озарения (интуиция).

J (Judging, суждение) против P (Perception, восприятие): Эта дихотомия относится к предпочтительному отношению индивида к внешнему миру, либо как организованному и структурированному (суждение), либо как гибкому и открытому (восприятие).

В то время как в МВТИ люди делятся на 16 типов, когнитивных функций согласно Юнгу восемь. Люди используют их все, но некоторые функции являются доминирующими и определяют поведение человека. Определение когнитивных функций является более сложной задачей, в отличие от МВТИ – задача мульти классовой классификации с 16 классами, определение когнитивных функций является задачей многозначная (политематическая) классификации с 8 классами.

Данная работа посвящена сравнению эффективности методик определения МВТИ-типа личности и когнитивных функций человека.

Данные и методы

В данной работе основными данными для обучения и анализа моделей является датасет МВТИ9к [2], представляющий собой набор сообщений 9 тысяч пользователей со всей платформы Reddit. Причиной выбора этого набора данных является большой объем примеров для обучения 22,934,193 комментариев и 354,996 постов. Также данные прошли предварительную обработку: заменены в сообщениях типы личности автора и соответствующая терминология заполнителями, что убирает тематическую предвзятость.

Основой классификатора являлась языковая модель BERT [3] (Bidirectional Encoder Representations от Transformers) — это модель глубокого обучения для задач NLP, разработанная Google в 2018 году. Он использует механизмы «внимания» и выполняет задачу моделирования маскированного языка (предсказание слов замененных маской), что позволяет модели лучше понимать контекст слов во входном тексте. BERT стал популярным инструментом для решения задач NLP и достиг самых современных результатов по различным критериям.

Методика

Для тонкой настройки использовалась модель BERT_base_uncased.

Данные были собраны в корпуса по классам и разделены на 450 слов для каждого примера. Процесс предобработки данных состоял из нескольких этапов:

1. Перевод в нижний регистр.
2. Нормализация ссылок, электронной почты, чисел.
3. Аннотация верхнего регистра, протяжных слов, повторов, подчеркиваний, цензуры.
4. Орфографическая коррекция слов.
5. Аннотация смайликов.

6. Токенизация (разбиение текста на отдельные элементы), padding (добавление нулей, чтобы привести сообщение к одинаковой длине), создание attention mask (маска, которая указывает на элементы в последовательности, которые необходимо игнорировать при обработке данных).

Для задачи классификации было создано 7 наборов данных и обученных на них моделей:

- На 16 типов MBTI.
- 4 набора бинарной классификации: IE, NS, TF, JP.
- 2 набора данных по 8 когнитивных функций: по доминирующей и по доминирующей и вспомогательной.

Результаты

Результаты обучения представлены в таблице:

Таблица 1

Результаты обучения моделей на различных задачах классификации

Models	Accuracy	AUC	Precision	Recall	F1
MBTI16	0.79	0.98	0.88	0.73	0.80
IE	0.80	0.88	0.80	0.80	0.80
NS	0.84	0.92	0.84	0.84	0.84
TF	0.82	0.91	0.82	0.82	0.82
JP	0.82	0.91	0.82	0.82	0.82
Cognitive function dominant	0.77	0.96	0.85	0.71	0.77
Cognitive function dominant and auxiliary	0.40	0.95	0.84	0.74	0.79

Далее представлен результат классификации одной из моделей на Экстраверсию-Интроверсию автора, с помощью алгоритма LIME [4]:

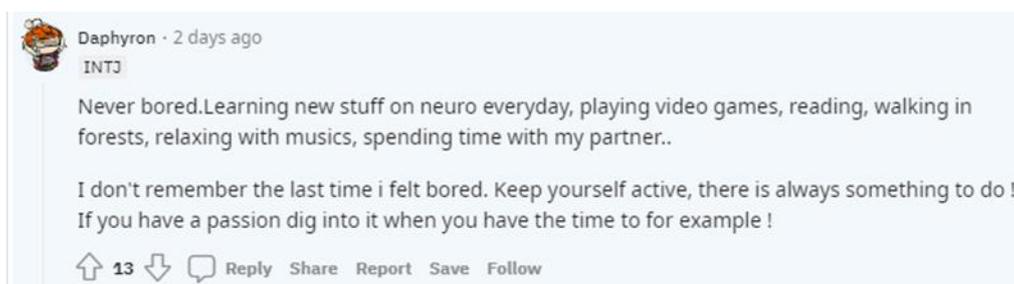


Рис. 1. Комментарий пользователя Reddit (Интроверт)

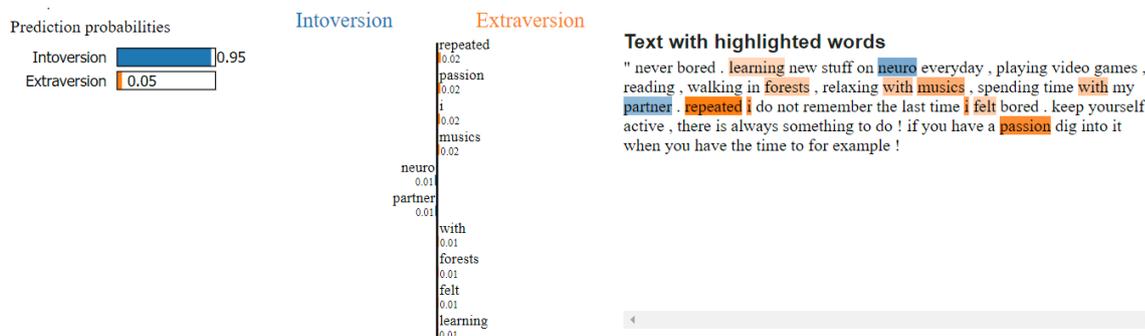


Рис. 2. Классификация модели и ее интерпретация с помощью LIME

Заключение

По результатам тестирования обученных моделей можно отметить, что их интерпретация классификации соответствует теории Юнга. Но особенности обучения (небольшое количество примеров (3000 для каждого класса при нескольких классах и 30000 при двух) привели к переобучению многоклассовых моделей, то есть они работают корректно только на данных с датасета, в то время как при тестировании на реальных данных точность была значительно ниже (так как использовалась малая часть данных, меньше процента для некоторых классов). С другой стороны, модели бинарной классификации недообучены, они показывают относительно невысокую постоянную точность на данных с разных источников. Эту проблему можно исправить путем увеличения данных и усложнения модели, это позволит «ухватить» паттерны, не появившиеся в предыдущих данных.

Также следует отметить, что определение личности выявляет паттерны поведения человека. Для того чтобы классификация была успешной, нужны данные, описывающие поведение человека комплексно, что невозможно сделать по нескольким сообщениям из социальных сетей. Поэтому созданные модели при классификации одного сообщения скорее описывают тенденцию поведения в данный момент. Например, в сообщении на рис. 2 человек концентрирует внимание на уединенных занятиях, что является признаком интровертного поведения. Чтобы классификация была достоверной нужно классифицировать большую часть сообщений пользователя.

Относительно метрик когнитивные функции и идентификатор MBTI показали примерно одинаковые результаты, но потенциал когнитивных функций представляется большим, ввиду большей вариабельности результатов и вследствие более точной характеристики человека.

Список использованных источников

1. Mayers I., Briggs, K. Gifts Differing: Understanding Personality Type. Nicholas Brealey Publishing. – 1980.
2. Gjurković, M., & Šnajder, J. Reddit: A Gold Mine for Personality Prediction. In Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. – 2018. – P. 1292–1297.
3. Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., Toutanova, K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. – 2019.
4. Ribeiro, M. T., Singh, S., Guestrin, C. Why Should I Trust You?: Explaining the Predictions of Any Classifier. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. – 2016. – P. 1135–1144.

ОБНАРУЖЕНИЕ ЭМОЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВОЛН ЭЭГ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА XGBOOST

Фадел Веаам Валид

Томский политехнический университет, ИШИТР, студент гр. 8ВМ13, e-mail: veaam1@tpu.ru

Введение

Эмоции играют важную роль в повседневном общении и поведении людей и обычно связаны с настроением и характером человека. Несмотря на его важную роль в нашей повседневной жизни, вся научная информация о механизме и процессе эмоциональных явлений еще предстоит полностью изучить. Поэтому применение распознавания эмоций (ER) на основе электроэнцефалограммы (ЭЭГ) становится все более популярным за последнее десятилетие. Основная цель этого исследования — классифицировать эмоции по сигналам электроэнцефалограммы с использованием XGBoost. Эксперимент проводился с использованием набора данных EEG Brain Wave Dataset: Feeling Emotions. Модель построена, обучена и протестирована, и мы получили точность 99.53%.

Описание алгоритма

Эмоции можно обнаружить с помощью биологических сигналов мозга, которые можно извлечь с помощью диаграммы ЭЭГ. ЭЭГ — эффективный и надежный метод измерения мозговой активности [3]. Чтобы обнаружить чувства с помощью ЭЭГ, нам необходимо последовательно реализовать несколько шагов, которые включают удаление артефакта из сигналов ЭЭГ, извлечение спектральных или временных характеристик, а затем разработку алгоритма машинного обучения для классификации [3].

Нашей проблемой здесь является классификация эмоций с использованием сигналов ЭЭГ. Можно сказать, что выделение признаков существенно влияет на точность результатов. Поскольку сигналы ЭЭГ предоставляют нам семантически богатую информацию в дополнение к высокой временной точности с использованием недорогих портативных устройств, исследователи, работающие над распознаванием эмоций, сосредоточились на методах, основанных на ЭЭГ, для приложений, связанных со здоровьем [2]. Несмотря на любые стимулирующие и обнадеживающие результаты, полученные при использовании сигналов ЭЭГ для идентификации чувств, анализ сигналов ЭЭГ сам по себе сталкивается со многими трудностями из-за несоответствия между эмоциональными состояниями, переживаемыми людьми, и трудностями привязки характеристик ЭЭГ к этим состояниям у разных людей [2]. Таким образом, можно сказать, что когда на сигналы ЭЭГ влияет множество факторов, таких как психические состояния и культурные различия, найти подходящие решения непросто. Таким образом, вопрос о том, как использовать сигналы ЭЭГ, представляет собой серьезную исследовательскую проблему, в связи с которой можно задать множество вопросов, таких как: что необходимо учитывать при анализе этих сигналов, и какие методы и методики считаются перспективными для будущего? [2] Для устройств ЭЭГ выбор частоты дискретизации, количество субъектов, количество электродов или каналов ЭЭГ, расположение электрода относительно областей мозга и характер стимула, вызывающего эмоцию, являются ключевыми факторами исследования эмоций и их ассоциаций [2][3]. Также можно сказать, что используемая стратегия классификации или используемый алгоритм машинного обучения также влияет на точность классификации, так как здесь мы использовали алгоритм бустинга, который основан на последовательном создании нескольких классификаторов, где каждый классификатор корректирует ошибку классификатора, которая ему предшествует, и в этом случае ошибка классификации сводится к минимуму [6].

На кожу головы крепятся небольшие датчики для регистрации сигналов ЭЭГ людей, находящихся под воздействием раздражителя [7]. В этом исследовании мы использовали набор данных ЭЭГ о мозговых волнах, поскольку это набор данных о мозговых волнах ЭЭГ, обработанных с использованием стратегии статистического извлечения.

Данные собирались у двух испытуемых (1 мужчина, 1 женщина) в течение 3 минут на каждое состояние — положительное, нейтральное, отрицательное. . Шесть минут отдыха также записываются с нейтральными утверждениями и стимулами, вызывающими эмоцию [4][5]. База данных состоит из 2549 столбцов и 2132 строк. Целевая переменная содержит три значения для представления положительных, нейтральных и отрицательных чувств. Столбцы признаков представляют собой мгновенные значения, взятые из сигналов ЭЭГ, когда записывается ответ на стимул. Другими словами, эти данные получены, когда два человека смотрели разные сцены из разных фильмов, а эти фильмы: 1 . Marley and

Me - Negative (Twentieth Century Fox) , Up - Negative (Walt Disney Pictures) Opening Death Scene, My Girl - Negative (Imagine Entertainment) Funeral Scene, La La Land - Positive (Summit Entertainment) Opening musical number, Slow Life - Positive (BioQuest Studios) Nature timelaps, Funny Dogs - Positive (MashupZone) Funny dog clips[4][5].

XGBoost (расшифровывается как eXtreme Gradient Boosting) работает на предыдущем базе данных так : вместо обучения наилучшей возможной модели на данных (как в традиционных методах) мы обучаем тысячи моделей на различных подмножествах обучающего набора данных, а затем голосуем за наиболее эффективную модель[6].

Итак, после применения алгоритма мы получили точность классификации 99,53%, и это связано со свойством алгоритма XGBoost уменьшать ошибку путем исправления ошибок предыдущих классификаторов. В следующей таблице показана точность, которую мы получили по сравнению с другими моделями.

Таблица 1

Сравнительный анализ с другими существующими работами по детекции эмоций по ЭЭГ

Модель	Точность
RNN	95%
LSTM	97%
GRU	96%
XGBoost (предлагаемая модель)	99%

Мы отмечаем, что четыре модели достигли высокой и близкой точности, а поскольку RNN имеет недостатки исчезающих и взрывающихся градиентов[1], мы отмечаем, что по сравнению с сетью RNN сети LSTM и GRU достигли высокой точности. GRU использует меньше параметров, чем LSTM [1], поэтому использует меньше памяти и работает быстрее. Но алгоритм XGBoost превзошел их всех примерно на 2% по сравнению с LSTM, на 3% по сравнению с GRU и на 4% по сравнению с RNN. Это связано с последовательным исправлением ошибок классификатора, что приводит к минимизации ошибки классификации.

Заключение

Была разработана модель распознавания эмоций на основе сигналов ЭЭГ: модель XGBoost. Эксперименты проводились с использованием базы данных EEG Brain Wave. Достигнутая точность составляет 99,53%. Можно сказать, что алгоритм XGBoost, работая над исправлением ошибок предсказания, уменьшил ошибку до очень малого значения.

Список использованных источников

1. Chowdary, M.K.; Anitha, J.; Hemanth, D.J. Emotion Recognition from EEG Signals Using Recurrent Neural Networks. *Electronics*. – 2022. – V. 11. – 2387 p.
2. Wang W., Xingran C., Zhilin G., Zhongze G. Frontal EEG-Based Multi-Level Attention States Recognition Using Dynamical Complexity and Extreme Gradient Boosting. *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2021. – V. 10. – 3389 p.
3. Gannouni, S., Aledaily, A., Belwafi, K. et al. Emotion detection using electroencephalography signals and a zero-time windowing-based epoch estimation and relevant electrode identification. – 2021. – V.11.
4. Bird J., Faria, D., Manso, L., Ekárt, A., Buckingham, C. A Deep Evolutionary Approach to Bioinspired Classifier Optimisation for Brain-Machine Interaction. – 2019. – 14 p.
5. Bird J., Ekart, A., Buckingham, C., Faria, D. Mental Emotional Sentiment Classification with an EEG-based Brain-machine Interface. – 2019.
6. Khan, M.S., Salsabil, N., Alam, M.G.R. et al. CNN-XGBoost fusion-based affective state recognition using EEG spectrogram image analysis. – 2022. – V.12.
7. Houssein, E.H., Hammad, A. & Ali, A.A. Human emotion recognition from EEG-based brain-computer interface using machine learning: a comprehensive review. *Neural Comput & Applic*. – 2022. – P. 12527–12557.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ T5 ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ НАЗВАНИЙ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ НА ОСНОВЕ ИХ АННОТАЦИЙ

Хныкин А.В.¹, Шестаков И.И.², Валов А.Н.³, Кулиненко В.И.⁴, Смирнов Е.В.⁵

¹Сибирский федеральный университет, доцент, e-mail: akhnykin@sfu-kras.ru

²Сибирский федеральный университет, студенты гр. КИ21-04-2М

³Сибирский федеральный университет, студент гр. КИ21-04-2М

⁴Сибирский федеральный университет, студент гр. КИ21-04-2М

⁵Сибирский федеральный университет, студент гр. КИ21-04-2М

Введение

При написании научных статей перед авторами возникает проблема подготовки для них релевантных метаданных. Важным параметром научной статьи является её заголовок и не всегда автору удаётся сделать его понятным и ёмко описывающим суть работы, хотя он может нести весьма большую научную значимость.

Развитие методов искусственного интеллекта в части методов обработки естественных языков (Natural Languages Processing, NLP) [1] привело к появлению готовых моделей, применение которых для конкретных задач может быть крайне удобно и высокоэффективно. Для задач NLP широкое применение нашли модели, основанные на модели Transformer, позволяющей находить скрытые закономерности в уже существующих текстах и успешно генерировать новые текстовые последовательности. В итоге, к примеру, на данный момент успешно решаются задачи машинного перевода. Задача генерации заголовков научных статей также может быть успешно решена при помощи моделей на основе Transformer.

Модель T5 [2] была разработана сотрудниками Google в 2019 году. Она способна решать такие задачи NLP, как генерация текста, восстановление пропущенных слов и ответы на вопросы по прочитанному тексту. В настоящей работе была сделана попытка использовать модель T5 для генерации заголовков научных статей в рамках решения соревновательной задачи Title Generation на платформе Kaggle [3].

Предварительная обработка данных

Модель T5 способна решать широкий спектр задач по обработке естественного языка без предварительного дообучения. Однако, в зависимости от конкретной задачи и характеристик входных данных, может потребоваться выполнить некоторую предварительную обработку, чтобы убедиться, что модель может научиться эффективно сопоставлять входную последовательность с выходной.

Некоторые общие шаги предварительной обработки, которые могут потребоваться при работе с моделью T5, включают:

1. Токенизацию (процесс разбиения входного текста на дискретные единицы, называемые токенами, которые могут быть словами, фразами или символами).
2. Понижение буквенного регистра входного текста.
3. Удаление знаков пунктуации.
4. Удаление «стоп-слов», или «шумовых слов» (т.е. обычных слов, которые сами по себе не несут смысловой нагрузки из-за своей «общности», как, например, артикли «the», «a» и «an»).
5. Добавление специальных лексем (специальные маркеры для обозначения начала и конца входных и выходных последовательностей, а также для обозначения разделения между различными входными последовательностями при работе с несколькими последовательностями).

Особенности применения модели T5

Существует несколько проблем, с которыми авторам пришлось столкнуться при использовании модели T5 для генерации названий научных статей на основе их аннотаций. Некоторые из этих проблем:

1. Отсутствие контекста – аннотация научной статьи может не содержать достаточного контекста или информации о содержании статьи, что затрудняет для модели создание точного и релевантного заголовка.

2. Несоответствие лексики – в аннотации и названии могут использоваться различные словарные слова и термины, что затрудняет для модели точное сопоставление входной и выходной последовательностей.

3. Ограничения по длине – названия научных статей, как правило, короче аннотаций, и модели может быть трудно обобщить её содержание, соблюдая при этом ограничения по длине.

Использование модели T5

При решении задачи Title Generation [3] для оценки качества модели T5 применялась такая метрика, как F1-мера. В результате было достигнуто значение F1-меры, равное 0.36. Это уступает лучшим результатам, полученными участниками данного конкурса (лучшее значение F1-меры равно 0.76). Тем не менее, оценка полученных результатов показывает, что T5 может достаточно качественно генерировать текст на научном языке. Кроме того, модель может быть дообучена на наборе данных научных статей, что позволит ей точнее определять структуру и содержание аннотаций и генерировать релевантные, краткие заголовки. Модель T5 имеет большое количество параметров и глубокую архитектуру, что позволяет донастраивать её на более высокие показатели метрик.

Недостатки

Одним из основных ограничений T5 является её вычислительная стоимость [4]. Модель имеет большое количество параметров и требует значительного объема вычислений для генерации названий, что может быть недостатком для пользователей с ограниченными вычислительными ресурсами. Кроме того, модель может с трудом генерировать заголовки для очень коротких рефератов или не содержащих достаточно информации для создания релевантного заголовка. Также возникает сложность работы модели со словами, не входящими в словарный запас, и сохранением тона и стиля оригинальной аннотации.

Заключение

В заключение следует отметить, что модель T5 показала себя достаточно мощным и универсальным инструментом для задачи генерации названий научных статей на основе их аннотаций [5]. Она обладает многими преимуществами, включая гибкость, адаптивность и способность понимать и генерировать текст с использованием научного стиля, а также высокое качество результатов. Однако она также имеет некоторые недостатки, такие как стоимость вычислений и потенциальные ограничения при генерации названий для коротких или плохо структурированных аннотаций. Полученный экспериментальный результат (F1-мера получилась равна 0.36) на примере задачи Title Generation соревновательной платформы Kaggle показывает высокую надежность модели и применимость её для конкретной задачи по генерации заголовков научных статей. Также, в качестве примера практического использования стоит упомянуть, что заголовок настоящих тезисов был получен путем его генерации уже дообученной моделью T5 с платформы HuggingFace [6] на основе первых трёх абзацев текста.

Дальнейшее развитие решения задачи генерации заголовков научных статей предполагает апробацию альтернативных передовых «state of the art» моделей, таких как RoBERTa, DeBERTa, BART.

Список использованных источников

1. Андрейченко А.Г., Блеканов И.С. Нейросетевые методы анализа мнений пользователей в дискуссиях социальных сетей // Процессы управления и устойчивость. – 2022. – Т. 9. – № 1. – С. 167–174.
2. Shazeer N, Roberts A, Lee K, Narang S, Matena M, Zhou Y, Li W, Liu P.J. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer. – 2020.
3. Arxiv Title Generation / Kaggle. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.kaggle.com/c/title-generation> (дата обращения 21.12.2022)
4. Chakravarthi B. R. Hope speech detection in YouTube comments // Social Network Analysis and Mining. – 2022.
5. Та Н. Т., Rahman A. B. S., Majumder N., Hussain A., Najjar L., Howard N., Poria S., Gelbukh A. WikiDes: A Wikipedia-based dataset for generating short descriptions from paragraphs // Information Fusion. – 2022. – V. 90. – P. 265–282.
6. t5-base – Hugging Face / Hugging Face – The AI community building the future. [Электронный ресурс]. – URL: <https://huggingface.co/t5-base> (дата обращения 28.12.2022)

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ОСНОВЕ U-СЕТИ С ОСТАТОЧНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ МОДУЛЯ INCEPTION (IRDNU-NET)

Цяо Инъюань¹, Иванова Ю. А.²

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, магистрант гр. 8ВМ22, e-mail: insyuan1@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: jbolotova@tpu.ru

Введение

Сегментация опухолей мозга на магнитно-резонансной томографии (МРТ) остается активной темой исследований в области анализа медицинских изображений, однако сегментация опухолей мозга со сложной структурой требует более глубоких и широких моделей, что увеличивает вычислительную сложность и может привести к проблемам с исчезновением градиента [1]. С другой стороны, они неэффективны для выявления опухолей меньшего размера, а точная сегментация опухолей остается сложной задачей из-за неоднородного внешнего вида и множества типов опухолей мозга, а также высокой вариативности размеров, формы, расположения, интенсивности и контрастности опухолей мозга в различных модальностях визуализации. Чтобы решить эту проблему, мы предлагаем новую модель Inception Residual Dense Nested U-Net (IRDNU-Net) для алгоритма сегментации изображений опухолей мозга.

Основная часть

Эта алгоритмическая модель позволяет извлекать более представительные признаки из опухоли мозга, повышая тем самым точность сегментации. В этой модели вместо стандартных сверточных слоев U-Net используются сложные модули Residual и Inception для увеличения ширины модели без увеличения вычислительной сложности. Чтобы сделать структуру сети шире, стандартные сверточные слои, используемые в структуре U-Net, заменяются сложными модулями Residual Receiver кодера и декодера IRDNU-Net.

Используя наборы данных МРТ опухолей головного мозга BraTS 2019 и BraTS 2020. обучающий набор данных BraTS 2019 содержал 335 случаев, 259 случаев ГГМ и 76 случаев НГМ, а валидационный набор данных BraTS 2019 содержал 125 немаркированных случаев. Набор данных BraTS 2020, обучающий набор данных содержал 367 случаев, из них 293 случая из глиобластомы (GBM/HGG) и 76 случаев из глиомы низкого уровня (LGG).

Начальная остаточная плотная вложенная U-сеть (IRDNU-Net)

Предлагаемая модель IRDNU-Net для сегментации опухолей мозга опирается на ту же архитектуру кодера-декодера, что и модель U-Net. Как показано на рисунке 1, архитектура кодера-декодера углублена и расширена за счет объединения модуля Inception-Residual с переработанным путем пропуска, т.е. плотным соединением пропуска. Эта архитектура будет использоваться для сегментации опухоли мозга на основе четырех модальностей МРТ, т.е. FLAIR, T1, T2 и T1c. Архитектура U-Net - это архитектура кодера-декодера.

Кодер пытается постепенно уменьшить пространственную размерность карты признаков, захватывая при этом больше семантических признаков более высокого уровня. Тем временем декодер стремится восстановить особенности объекта и пространственную размерность. Поэтому важно захватить больше высокоуровневых признаков в кодере, а сохранение большего количества пространственной информации в декодере повышает эффективность сегментации [2]. На основе структуры кодера-декодера, модуля "начало-остаток" и плотной модели на рис. 1 показана предлагаемая структура, известная как IRDNU-сеть. Предлагаемая структура сети состоит из ветви кодера и ветви декодера. В каждом модуле кодера два сверточных слоя в оригинальной модели U-Net заменяются на предлагаемый модуль Inception-Residual, после чего выполняется операция 2×2 максимального множества для понижающей дискретизации. На каждом шаге понижающей дискретизации количество каналов признаков удваивается. Соответственно, в ветви декодирования выполняется такое же количество процессов апсемплинга для восстановления пространственного размера сегментированного выходного сигнала. Каждое повышение дискретизации достигается сверткой с транспонированием 2×2 , что вдвое уменьшает количество каналов признаков. В U-net сети карты признаков от кодера поступают непосредственно к декодеру; однако в предлагаемой модели, помимо блоков Inception-Residual, плотно вложенные пути соединяют кодер с декодером. Каждому блоку Inception-Residual назначается параметр P для управления

количеством фильтров сверточного слоя в этих блоках, чтобы обеспечить четкую взаимосвязь между количеством параметров в базовой модели U-Net и предлагаемой модели [3].

Комбинированная функция потерь

В системе глубокого обучения функция потерь имеет решающее значение, когда мы имеем дело с крайне несбалансированными данными. Правильный выбор функции потерь также может повысить точность модели. В данном исследовании мы используем комбинированную функцию потерь, определенную в уравнении (1), которая объединяет взвешенные потери кросс-энтропии (WCE), определенные в уравнении (2), и обобщенную функцию потерь Дайса (GDL), определенную в уравнении (3), для смягчения эффекта проблемы дисбаланса классов следующим образом:

$$CL = WCE + GDL \quad (1)$$

$$WCE = -\frac{1}{k} \sum_k \sum_i^L w_i g_{ik} \log(P_{ik}) \quad (2)$$

$$GDL = 1 - 2 \frac{\sum_i^L W_i \sum_k g_{ik} p_{ik}}{\sum_i^L W_i \sum_k (g_{ik} + p_{ik})} \quad (3)$$

Результаты

В данной работе мы оцениваем результаты сегментации с помощью метрики Дайса, чувствительности и специфичности. Метрика Дайса в первую очередь измеряет область перекрытия между размеченными данными и результатом сегментации, полученной на основе данных. Чувствительность часто называют истинно положительным показателем, в то время как специфичность используется для определения истинно отрицательного показателя и может быть рассчитана с помощью следующих уравнений соответственно.

$$DSC = \frac{2TP}{FP + FN + 2TP} \quad (4)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{FN + TP} \quad (5)$$

$$Specificity = \frac{FP}{FP + TP} \quad (6)$$

где TP, FN и FP обозначают истинно положительный, ложноотрицательный и ложноположительный результат соответственно.

Заключение

Начальная остаточная модель с вложенными плотными путями была разработана на основе U-Net для достижения высокой точности сегментации с меньшим количеством параметров. Согласно метрике Дайса, предложенный метод достигает уровня производительности, сравнимого с существующими методами сегментации опухолей мозга. Предложенная сеть достигла лучших результатов по сравнению с U-Net и другими методами. IRDNU-Net значительно превосходит U-Net и другие типичные методы сегментации опухолей мозга.

Список использованных источников

1. Дарган С., Кумар М., Айягари М.Р. Обзор глубокого обучения и его приложений Applications: Новая парадигма машинного обучения. – 2020. – Springer Netherlands. – Т.27(4). – С.1071–1092.
2. Szegedy C, Liu W, Jia Y. Going deeper with convolutions // Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2015. – P. 1–9.
3. Drozdal M, Vorontsov E, Chartrand G. The importance of skip connections in biomedical image segmentation. In: Deep learning and data labeling for medical applications. – 2016. – Springer. – P. 179–187.

Секция 2. Цифровизация, поддержка принятия решений и медицинские информационные системы

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗДОРОВЬЯ

Лапина Е.В.

Томский политехнический университет, студент гр. 8ПМ22

e-mail: evz19@tpu.ru

Введение

Люди часто пренебрегают заботой о своем здоровье ввиду разных причин, таких как: лень, забывчивость, отсутствие самодисциплины. В настоящее время наблюдать за состоянием организма стало легче благодаря мобильным приложениям.

Поэтому помощником в контроле за здоровьем может служить мобильное приложение, главная цель которого – отслеживать симптомы и напоминать об обследованиях и вакцинациях, которые необходимо проходить систематически. Также в приложении должен быть быстрый поиск лекарственных препаратов и информации о них по названию или по показаниям к применению.

Цифровизация в медицине и здравоохранении делает медицинские услуги более привычными. Многие специалисты уже удостоверились в эффективности делегирования управления здоровьем сервисам [1].

Конкурентный анализ

Для определения минимального функционала приложения был проведен конкурентный анализ для выявления общих нужд рынка, существующих аналогичных систем и пробелов в функционале, которые можно заполнить разработкой приложения.

В настоящее время существует достаточно большое количество приложений, которые помогают лучше следить за своим здоровьем. Уже некоторое время пользуются популярностью приложения, которые позволяют вести дневник здоровья [2]. Так, например, приложение «Соотнесите – дневник симптомов и привычки Tracker» позволяет вести трекер симптомов. Также есть множество программ, напоминающих и отслеживающих прием лекарств. Одно из таких – «Medisafe»: здесь можно зафиксировать прием какого-либо препарата или же установить расписание для напоминаний. «Справочник лекарств» – мобильный справочник лекарственных средств, который позволяет искать лекарства по наименованию и отображает основную информацию из инструкции данного средства. Вышеперечисленные программы схожи с данным проектом, но для использования всех этих функций необходимо иметь на своем телефоне не одно приложение.

Таким образом, проанализировав рынок мобильных приложений, было принято решение о создании Android-приложения, включающего в себя сразу нескольких функций. Это позволит данному продукту быть не только конкурентоспособным на рынке, но и быть действительно полезным приложением для конечных пользователей благодаря комплексному подходу.

Проектирование

Работа посвящена проектированию и разработке Android-приложения для контроля здоровья человека. Пользователи приложения могут вести отчет о принятых лекарствах или беспокоящих симптомах, отслеживать записи на приём к врачу, обследование или вакцинацию, а также искать в справочнике лекарства как по названию медицинских препаратов, так и по симптомам.

При проектировании данного продукта важно учесть, что конечный продукт должен быть удобен в использовании и при этом совмещать все задуманные функции в себе. Приложение должно быть функционально полноценным, чтобы быть полезным, а также достаточно простым в использовании.

Диаграмма вариантов использования отражает отношения между действующими лицами и прецедентами системы. Вариант использования представляет собой функциональную возможность, благодаря которой действующее лицо может получить конкретный, измеримый и нужный ему результат. Действующим лицом является сущность, которая может взаимодействовать с системой – человек, внешняя система или устройство. Спроектированная диаграмма прецедентов представлена на рисунке 1.

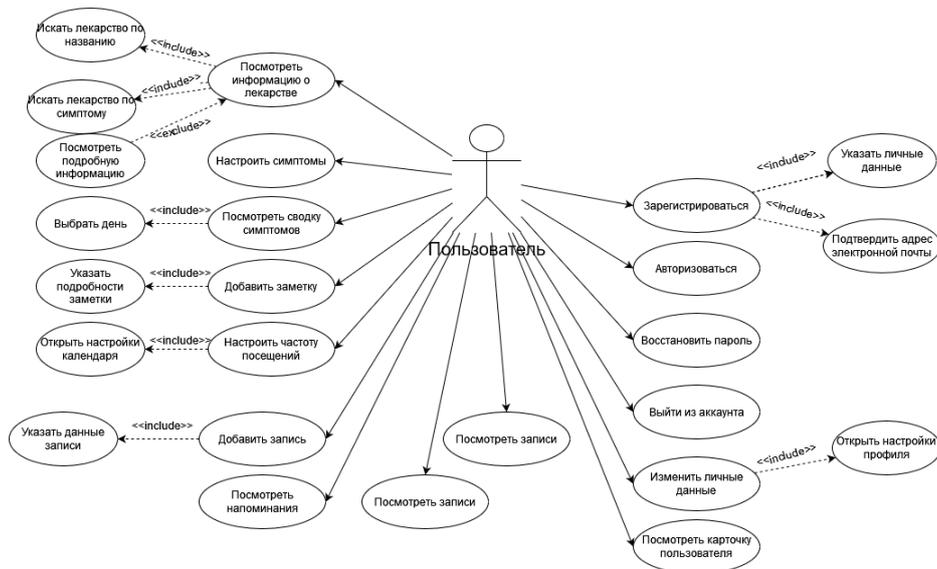


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Также была разработана логическая модель базы данных, которая описывает понятия предметной области, их взаимосвязь, а также ограничения на данные, налагаемые предметной областью. На рисунке 2 представлена логическая модель базы данных для данного проекта.

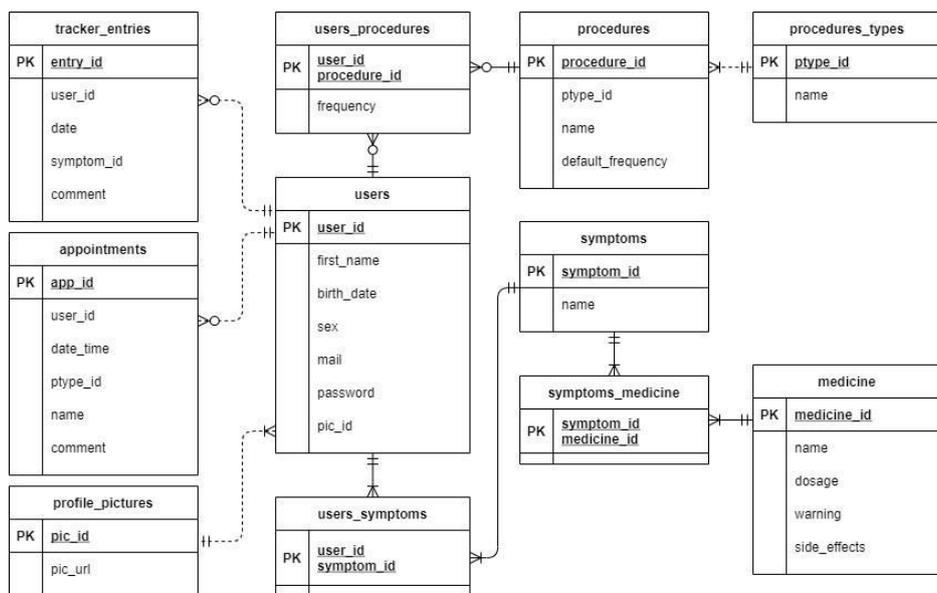


Рис. 2. Логическая модель базы данных

Заключение

Работа посвящена разработке Android-приложения для контроля здоровья человека. Пользователи приложения могут вести отчёт о принятых лекарствах или беспокоящих симптомах, отслеживать записи на приём к врачу, обследование или вакцинацию, а также искать в справочнике лекарства как по названию медицинских препаратов, так и по симптомам.

Использование данного мобильного приложения актуально в наши дни, т.к. решение представляет собой комплексный подход в контроле за состоянием здоровья.

Список использованных источников

1. Цифровизация сделает здравоохранение эффективным. [Электронный ресурс]. – URL: <https://plus.rbc.ru/news/5f6e921e7a8aa9bebb4f7e6b> (дата обращения: 02.02.2023).
2. Карта рынка цифрового здравоохранения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://evercare.ru/telemed-map> (дата обращения: 02.02.2023).

ЦИФРОВИЗАЦИЯ (СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ) И СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ НА ПРИМЕРЕ ТЕОРИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Ардашкин И.Б.¹, Небера М.В.²

¹*Томский политехнический университет, ОСГН, д.филос.н., профессор, e-mail: ibardashkin@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, аспирант гр. А1-60*

Введение

Процессы цифровизации и развития смарт-технологий активно происходят в жизни человечества в последние десятилетия. С одной стороны, создание, производство и эксплуатация таких современных технологий является важным источником экономического роста и социального прогресса, с другой стороны, обозначенные процессы происходят неравномерно, что создает определенные проблемы для данной траектории развития мирового сообщества.

Одной из ключевых проблем является то, что применение смарт-технологий и цифровизации осуществляется без достаточно серьезной рефлексии в отношении того, что из себя представляет данный феномен. Более того, обращение к этому вопросу демонстрирует, что фактически невозможно однозначно ответить на него. Причиной такому положению дел является фактор социального контекста и культурного кода, согласно которому даже самая современная смарт-технология (цифровая технология) может быть определена (уточнено ее значение) только в процессе ее применения и эксплуатации.

Обращение к теориям терминологического планирования представляет собой яркий пример обозначения зависимости дефиниции феномена посредством термина от того контекста, в котором и феномен, и термин применяются. Поэтому целью нашей публикации является демонстрация указанной зависимости на примере терминологической работы.

Результаты и дискуссия

Несколько слов о понятиях. Смарт-технологии и цифровизация - это нетождественные, но близкие по своей сущности феномены. Современные смарт-технологии (умные технологии) имеют «цифровую основу», что называется функционируют на основе цифрового кода. Цифровой код отличается от аналогового способа передачи информации прежде всего тем, что он определяет механизм актуализации того или иного сигнала, тогда как аналоговый сигнал несет в себе содержательный фрагмент вместе с сигналом. Это может осуществляться как на электронной основе, так и вне ее.

Продемонстрирую это на примере, чтобы показать принцип работы информационной цифровой технологии. В своей монографии «Информация. История. Теория. Поток» Дж. Глик приводит пример «говорящих барабанов» в Африке еще до ее колониального завоевания. Он говорит о том, что при помощи барабанов и особенных техник передачи звуков различные племена могли быстро сообщать важную информацию на достаточно большие расстояния. Все это удавалось осуществлять посредством того, что в каждом племени, которые располагались в зоне звучания барабанов, был свой специалист, который принимал подобный сигнал и распространял его [1]. Таким образом, информация относительно быстро доходила до племен, которые находились достаточно далеко (намного быстрее, если бы ее распространяли другими известными тогда способами).

В чем здесь сходство с цифровой (информационной) технологией? Оно в том, что сам сигнал (звук и тембр барабана) мог понять и использовать только тот человек, который знал, что этот сигнал означает (пожар, засуха, болезнь и т.д.). То есть сигнал только лишь был кодом, с помощью которого определенная информация актуализировалась. Барабанщики должны были знать эти коды, иначе бы они не могли ими пользоваться. Без знания барабанщиками этих кодов технология «говорящих барабанов не работала». А чтобы опять же последние владели кодами, нужно было предварительно договориться и следовать этой договоренности.

Современные цифровые технологии работают по тому же принципу, они выступают лишь кодом, который активизирует ту или иную нужную обществу информацию, о которой уже есть договоренность и приверженность следовать ей. Только сигнал этот не звуковой, а цифровой, что существенно ускоряет процесс и облегчает его, минимизируя ошибки при расшифровке.

Учитывая обозначенную особенность цифровых (информационных) технологий, лежавших в основе смарт-технологий, становится понятно, что их применение без учета социального контекста осложнено, либо невозможно. Поэтому эффективность их использования существенным образом зависит от социальных и культурных аспектов общества, где происходит эксплуатация последних. Это

относится к термину смарт-технологии (цифровые технологии, цифровизация). Фактически невозможно дать определение смарт-технологии, которое бы могло адекватно включить в ее область значений то, что эта технология из себя представляет в процессе своего применения.

В свою очередь, развитие терминологии как научной практики также продемонстрировало, что не существует способа определения термина вне контекста его социального употребления. Такие попытки были изначально, когда значение термина понималось как устойчивый элемент (общая теория терминологии (General Theory of Terminology) О. Вюстера) [2] и когда терминологическая деятельность строилась на основе принципа «один концепт (область значений, научная дисциплина) – один термин». Но такая модель быстро утратила актуальность.

Появилось много других теорий терминологического планирования, которые как раз исходили из того, что нельзя изначально термину приписать значение, чтобы это значение имело неизменный характер. На данный момент разработано четыре теории терминологического планирования. Это коммуникативная теория терминологии (Communication Theory of Terminology) М. Кабре (другое название «Теория дверей») [3], социокогнитивная теория терминологии (Sociocognitive Theory of Terminology) Р. Теммерман, К. Кереманса [4], фреймовая теория терминологии (Frame-based Terminology) П. Фабер [5], социотерминологическая теория (Socioterminology) Ф. Годин [6]. Их перечень неокончательный, не исключено, что могут появиться и другие теории. Это говорит о том, что существует много способов установления значения термина в зависимости от того контекста, в рамках которого он применяется. И каждый способ учета социального контекста и культурного кода использования термина представляют уже существующие теории.

Данный формат публикации не позволяет подробно продемонстрировать особенности подхода в рамках каждой из теорий, но кратко на примере трех теорий (общая теория терминологии О. Вюстера, коммуникативная теория М. Кабре, социокогнитивная теория Р. Теммерман, К. Кереманса) в их подходе к дефиниции термина смарт-технологии это можно сделать.

Смарт-технологии в контексте общей теории терминологии О. Вюстера будут определены самым традиционным образом. Так, как чаще всего это делается в словарях. Значение термина в этой теории характеризуется как стабильное, поскольку здесь важно обозначение семантического поля последнего в рамках закрытой лингвистической системы (согласно устоявшимся правилам языка). Поэтому дефиниция смарт-технологий в контексте общей теории терминологии осуществляется примерно так. Смарт-технологии – это современные цифровые умные технологии, задача которых максимально заменить функции человека в тех сферах жизнедеятельности, где это последнему необходимо. Это неполное определение, но нам важно продемонстрировать способ его осуществления. Эта теория не ориентирована на социальный контекст применения смарт-технологии, что фактически делает такой способ важным, но неокончательным в установлении дефиниции термина.

Коммуникативная теория терминологии, наоборот, ориентирована на учет динамики области значений смарт-технологий. Поэтому изначально определение этому термину в ее рамках дать сложно. Более того, в этой теории термин – это лишь один из элементов терминологической единицы, которую исследует последняя, отвечающий за ее лингвистическую составляющую. Но у терминологической единицы есть еще две составляющие: семантическая (концепт) и коммуникативная (ситуация). Термин – это лишь элемент той лингвистической системы, в рамках которой у него есть какое-то семантическое содержание, но оно неокончательное и может существенно поменяться в случае изменения семантического и коммуникативного пространства. Поэтому его значение становится понятным только в момент его употребления. Не случайно коммуникативная теория имеет другое название – теория дверей, где каждый ее элемент выступает в качестве «своеобразной двери», которая может в любой момент открыться и все поменять. Согласно этой теории смарт-технологии – это предмет рассмотрения данной публикации и способов его определения.

Социокогнитивная теория терминологии может быть представлена как своеобразный синтез общей и коммуникативной теорий терминологии, поскольку сочетает в себе стабильность и динамичность значения термина. Это делается в рамках теории за счет совмещения терминологического и онтологического (в смысле информационной базы данных) подходов в одном методологическом приеме – термонтография (термин – онтология – описание). Терминологическая и онтологическая системы объединяются за счет такого элемента как «единица понимания» (Units-of-Understanding), в котором выделены прототипическая часть (категории) и непрототипическая часть (концепты). Категории представляют собой стабильные семантические единицы, на основе которых можно одну онтологию свя-

зывать с другой. Тогда как концепты – это оригинальные семантические единицы, которые носят неповторимый (динамический) характер и отличаются в разных онтологиях. Смарт-технологии, на примере смарт-образования, в таком случае могут определяться как цифровые технологии, которые используются в образовании разных стран унифицированным образом (например, Zoom) – это категориальный элемент. Одновременно практика их применения может отличаться. Например, Zoom в России частным образом можно использовать, но если речь идет о государственном учреждении, то нет в силу санкций. А значит социальная практика применения данной смарт-технологии должна отражаться в ее дефиниции согласно социокогнитивной теории как концептуальный элемент.

Заключение

Таким образом, важно показать, что в отношении смарт-технологий (цифровых технологий, цифровизации) фактор социального контекста и культурного кода играет значимую роль дважды. Эти технологии сами по себе не могут применяться вне учета социальных обстоятельств их эксплуатации. Но и со стороны теорий терминологического планирования также просматривается данная зависимость, которую важно учитывать при использовании как самих технологий, так и терминов, их обозначающих.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект РНФ № 22-28-00061) «Смарт-технологии как фактор социальной политики и терминологического планирования: социолингвистический подход», <https://rscf.ru/project/22-28-00061/>

Список использованных источников

1. Глик Дж. Информация. История. Теория. Поток. – М.: АСТ: Corpus, 2013. – 176 с.
2. Wuster E. Introduction to the general theory of terminology and terminological lexicography. – Wien, Springer, 1979. – 176 p
3. Cabré Castellví M.T. Theories of terminology. Their description, prescription and explanation // Terminology. – 2003. – № 9 (2). – P. 163 – 199.
4. Temmerman R., Kerremans K. Termontography: ontology building and the sociocognitive approach to terminology description // Proceedings of CIL 17. 2003. Vol. 7. P. 1 –10. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.academia.edu/851013/Termontography_Ontology_building_and_the_sociocognitive_approach_to_terminology_description (дата обращения: 04.02.2023).
5. Faber P. Frame as framework for terminology // Handbook of Terminology. – 2015. – Vol. 1. – P. 14 – 33.
6. Gaudin F. La socioterminologie // Languages. – 2005. – Vol. 157. P. 80 – 92.

РАЗРАБОТКА WEB ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Лантев Н.В.¹, Каверина И.С.², Толмачев И.В.³

¹*Сибирский государственный медицинский университет, младший научный сотрудник*

²*Сибирский государственный медицинский университет, научный сотрудник, e-mail: kaverinairina@yandex.ru*

³*Сибирский государственный медицинский университет, к.м.н., ведущий научный сотрудник*

Введение

Хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ) в настоящее время распространены во всех возрастных группах, во всех регионах и во всех странах. Тенденция к росту распространенности ХНИЗ вызывает беспокойство, поскольку с ними связывают такие последствия, как получение инвалидности, психических, неврологических расстройств. Вместе с тем отмечается, что соблюдение рекомендаций по сбалансированному питанию и соблюдение физической активности являются эффективным способом профилактики ХНИЗ [1- 3]. В эпоху цифровых технологий все больше набирают популярность различные интеллектуальные цифровые медицинские помощники для профилактики ХНИЗ. В статье приведен обзор разработки социальной платформы дистанционного мониторинга для поддержания здорового образа жизни и профилактики хронических заболеваний.

Описание разработки

Проект направлен на решение проблемы риска возникновения и развития хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) у людей, находящихся в группе риска. В настоящее время решение проблемы профилактики наиболее значимых ХНИЗ строится на оценке действующих факторов риска и их устранении, либо значимом снижении интенсивности их воздействия. В основном это поведенческие или конвенционные факторы. При рассмотрении механизмов возникновения и развития важнейших неинфекционных заболеваний регистрируемые нарушения в основных звеньях системного гомеостаза рассматриваются как правило на стадии имеющегося заболевания. Нарушения, выявленные на донозологической стадии, могут расцениваться как звено запуска каскада патологических изменений, приводящих к возникновению заболевания при определенных условиях. Целенаправленная коррекция этих нарушений в сочетании с воздействием на значимые факторы риска могут явиться эффективным инструментом предотвращения развития важнейших заболеваний.

В качестве основного инструмента, позволяющего осуществлять контроль, прогнозирование и коррекцию факторов риска развития ХНИЗ предлагается использование нейросетевой платформы дистанционного мониторинга для поддержания здорового образа жизни и профилактики хронических заболеваний www.preventorium.ru (рис. 1).

В основе решения preventorium.ru лежит методология, позволяющая выполнять перечень задач:

1. Осуществление структурированного сбора данных с различных носимых гаджетов (фитнесбраслеты, анализаторы состава тела, носимые медицинские устройства) и источников (информация о физической активности и питании, ограничения по здоровью и образу жизни). В структуру данных предварительно закладывается возможность расширения перечня показателей, в перспективе могут быть добавлены данные, характеризующие специфику метаболизма пользователя (генетические параметры, характеристика микробиома). Для решения задачи разрабатывается интеграционная шина, обеспечивающая интероперабельность источников данных. Реализация программной платформы предполагает клиент-серверную архитектуру, связь с сервером реализуется через личный кабинет в мобильном и десктоп приложениях.
2. Формирование персонализированных систем поддержки принятия врачебных решений. В отличие от широко применяемого подхода, основанного на простых обобщенных линейных регрессионных моделях, мы предлагаем использовать систему двухэтапного математического моделирования. В основе метода лежат имитационные математические модели, позволяющие прогнозировать изменение параметров организма конкретного человека за счет изменений начальных условий математического моделирования. Последующая оптимизация вычислений происходит с использованием сверточных нейронных сетей. Такое решение позволяет

существенно снизить требования к объемам исследуемой выборки и в то же время позволяет проводить необходимые расчеты в реальном времени.

3. Сопровождение оказания услуг специалистов в области здорового образа жизни. Расширенный функционал платформы позволяет клиенту получать дополнительные услуги и консультирование у зарегистрированных на платформе медицинских специалистов, специалистов по здоровому образу жизни и нутрициологии. Preventorium.ru выступает в роли площадки для коммуникации и обмена данными. Для специалистов решается задача поиска клиентов и получение объективных данных, позволяющих улучшать качество оказываемых услуг. Клиент, в свою очередь получает безопасную услугу, снижая риск получения недостоверной информации о состоянии здоровья.

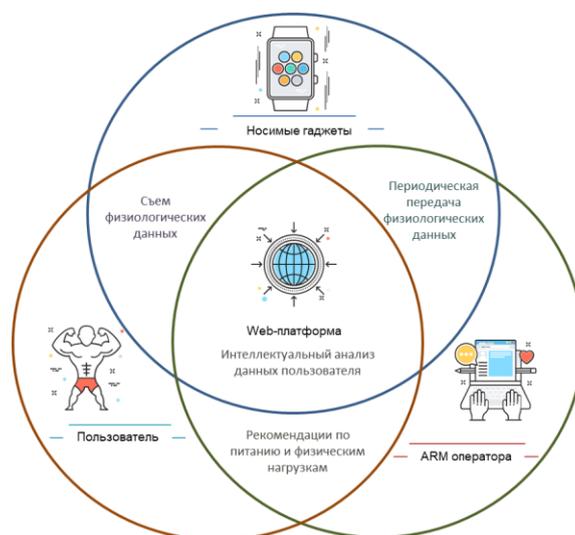


Рис. 1. Схема работы полной версии web-платформы

Заключение

Разрабатываемый программный продукт объединяет передовые подходы в области предиктивной аналитики на основе данных (персонализированные системы поддержки принятия решений) для рекомендаций по питанию, физическим нагрузкам и образу жизни для снижения риска развития хронических заболеваний, связанных с ожирением и вредными привычками, а также в платформе реализуется сетевая модель для сервисов из реального мира, которая позволяет осуществлять поиск и сопровождение оказания услуг специалистов в области здорового образа жизни для клиентов платформы. Результатом применения подхода является повышение безопасности и качества оказания консультативных услуг за счет использования данных мониторинга и систем поддержки принятия решений.

Список используемых источников

1. WHO. Noncommunicable diseases [Электронный ресурс]. – URL: https://www.who.int/ru/health-topics/noncommunicable-diseases#tab=tab_3
2. Health Promotion and Disease Prevention Knowledge Gateway [Электронный ресурс]. URL: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway_en (дата обращения: 23.01.2023).
3. Global Health Protection and Security [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cdc.gov/globalhealth/healthprotection/ncd/global-ncd-overview.html> (дата обращения: 23.01.2023).

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

А.А. Прокудин¹, М.П. Силич²

¹ *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, АОИ, 421-М1, email: igor.petrovich.rabinovitz@gmail.com*

² *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, АОИ, д.т.н., проф. кафедры АОИ, email: mariia.p.silich@tusur.ru*

Введение

Развитие информационных технологий предоставляет широкие возможности для совершенствования существующих средств и методов решения как технологических, так и социально-экономических проблем, актуальных в современном обществе. Когнитивное моделирование является одним из способов анализа вышеописанных проблем, оно используется для описания сложных ситуаций с большим количеством факторов и высоким уровнем неопределенности.

Данная работа посвящена разработке веб-приложения, позволяющего осуществлять моделирование и анализ ситуации с помощью гибридных когнитивных карт. Его функционал позволит осуществлять динамическую и статическую оценку факторов, а также оценку их связей на основе работы с реальными данными, что делает анализ карты более объективным.

Гибридные когнитивные карты

Когнитивные карты представляют рассматриваемую ситуацию в виде графа, вершины которого обозначают определенные факторы ситуации. Дуги графа позволяют представить связи между факторами, их влияние друг на друга. Существуют различные виды когнитивных карт, отличающиеся друг от друга подходом к описанию состояния факторов или интерпретацией связей между факторами. Примерами таких типов карт являются классические знаковые когнитивные карты, нечеткие когнитивные карты, нечеткие продукционные когнитивные карты [1].

Использование методов когнитивного моделирования позволяет получить наглядное представление ситуации, понятное для лиц, принимающих решения. Важно, однако, отметить то, что когнитивная карта является субъективным представлением проблемы, а оценка элементов когнитивной карты часто полагается на экспертные знания. Для получения более объективной картины могут использоваться гибридные когнитивные карты, позволяющие делать оценки на основе интеллектуального анализа данных. Использование данных также позволяет проводить диагностику ситуации на основе оценок отдельного объекта по различным факторам.

Рассмотренный в работе метод гибридных когнитивных карт позволяет оценивать факторы и их влияние на основе некоторых измеряемых показателей, называемых индикаторами (они получаются из исследуемого набора данных, при этом учитывается степень и направление влияния индикатора на фактор). У каждого фактора может быть несколько индикаторов. Оценки фактора могут получаться на основе фаззификации или нечеткой кластеризации исследуемых индикаторов. Отдельные объекты в наборах данных получают оценку путем установления степени уверенности в принадлежности объекта к каждому из множеств, характеризуемых выбранными лингвистическими переменными. Описанный метод использовался для анализа теплотребления регионов РФ, что позволило выделить проблемные регионы и получить оценки различных территорий в понятном формате [2]. Для оценки силы влияния факторов может использоваться коэффициент парной линейной регрессии индикаторов. В случае если какой-то фактор имеет несколько индикаторов, используется метод главных компонент (principal component analysis, PCA), позволяющий получить обобщенную оценку состояния фактора по нескольким индикаторам [3].

Приложение для создания и анализа гибридных когнитивных карт

Описанный метод требует большого количества вычислений и применения значительного количества методов анализа данных, при этом данным может потребоваться предварительная обработка. Поэтому возникает необходимость разработки программного обеспечения, которое могло бы взять на себя функции обработки данных, оставляя исследователю работу по построению моделей и рассмот-

рению полученных результатов. Проверить отношения между различными элементами сложной системы намного проще, если существует инструмент, позволяющий быстро добавлять и удалять связи между факторами и индикаторами для их оценки.

Представленная система для анализа и построения гибридных когнитивных карт реализована в виде веб-клиента для отображения графического интерфейса приложения и отдельного сервера для реализации вычислений. Формат веб-приложения позволяет осуществлять работу с системой с разных устройств и платформ без необходимости установки, что позволяет быстрее построить нужные модели и проверить гипотезы.

Клиент веб-приложения разработан с использованием языка TypeScript и библиотеки React, позволяющей создавать переиспользуемые компоненты для упрощения разработки. Также используется фреймворк Tailwind CSS для работы со стилями веб-страницы. Клиентская часть приложения включает в себя визуальный редактор для построения когнитивных карт, а также отдельные модули для ввода данных, оценки факторов и их связей, а также модуль для финального представления результатов анализа.

Визуальный редактор позволяет создавать и удалять факторы, давать им названия, добавлять и удалять связи между факторами, привязывать к ним индикаторы. Индикаторы получаются из модуля ввода данных, в приложении реализуется как ручное добавление и редактирование информации, так и импорт данных в формате CSV. Также в модуле ввода данных можно отдельно выделить важные переменные (например, временной показатель для динамической оценки или текстовое название объекта).

Модули для оценки факторов и связей позволяют выбрать методы оценки с учетом уже настроенных условий (например, связи с некоторым внешним фактором). Для оценки самого фактора пользователь может настроить функции принадлежности, метод кластеризации, названия лингвистических оценок, метод оценки (статическая оценка в определенный момент времени или динамическая оценка, оценивающая отклонение от некоторого значения). Пользователь также может инициировать проверку данных на выбросы или корреляцию индикаторов. Оценка силы влияния факторов друг на друга позволяет выбрать индикаторы, участвующие в построении регрессионной модели, проверить данные на выбросы, а также получить статистические данные о полученных регрессиях и их визуализации. Данные модули формируют HTTP-запросы к серверу и отображают полученные ответы.

Все данные, полученные в результате оценки, можно посмотреть в модуле анализа, показывающем когнитивную карту и все оценки для каждого отдельного объекта. Полученную модель на любом этапе можно сохранить на устройство. Для импорта и экспорта моделей используется формат JSON.

Серверный функционал приложения реализован с использованием языка Python, который является наиболее популярным языком программирования, используемым для анализа данных и машинного обучения. Для реализации сервера также используется минималистичный фреймворк Flask.

На основе получаемых с клиента указаний, сервер обрабатывает данные и реализует вычислительные операции. Данный функционал осуществлен с помощью библиотеки Pandas, для более удобной работы с числовыми данными используется библиотека NumPy. Эти библиотеки применяются для нечеткой оценки с помощью разных функций принадлежности, поиска корреляций индикаторов и выбросов в данных. Сервер также позволяет получить нечеткую оценку путем кластеризации методами С-средних или Густафсона-Кесселя. Линейная регрессия на сервере реализуется с помощью библиотеки SciPy, обладающей высокой скоростью вычислений. Реализация метода главных компонент для предоставленных данных осуществляется с помощью библиотеки машинного обучения Scikit-Learn.

Разработанное веб-приложение позволяет в полной мере осуществлять анализ, предполагаемый ранее описанным методом гибридных когнитивных карт. Для демонстрации работы приложения был проведен анализ факторов, связанных с уровнем преступности в различных регионах. В программу был загружен набор данных за период с 2010 по 2019 год для 50 штатов США. Результатом работы стала когнитивная карта с определенными силами влияния факторов, позволяющая оценить факторы для разных объектов в статике и динамике. На рисунке 1 можно увидеть модуль анализа данных программы с готовой когнитивной картой и оценками для выбранного объекта.

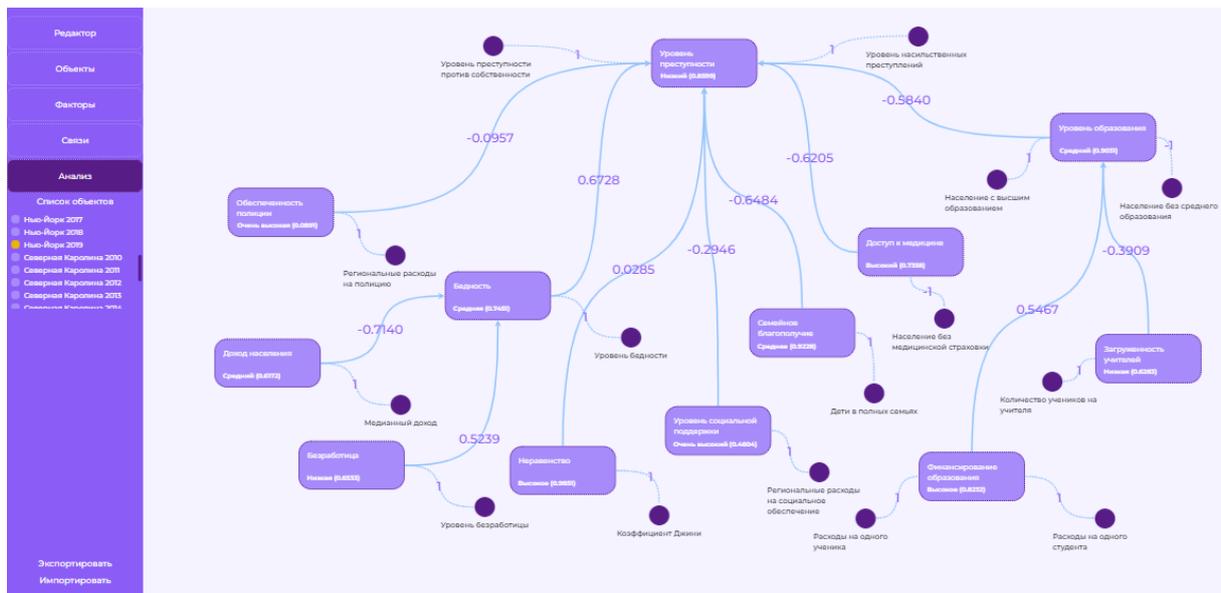


Рис. 1. Когнитивная карта преступности с оценками связей и факторов для штата Нью-Йорк в 2019 году, показана в модуле анализа приложения

Анализ полученных результатов позволил говорить об общем улучшении экономической ситуации в стране и общем снижении уровня преступности в большинстве регионов. Полученные данные о существующем тренде на снижение уровня преступности поддерживаются существующими исследованиями [4]. Можно сделать вывод о том, что полученное приложение адекватно моделирует социальные системы.

Заключение

Результатом данной работы является веб-приложение, позволяющее осуществлять моделирование сложных многофакторных ситуаций с помощью гибридных когнитивных карт. В качестве примера работы приложения представлена когнитивная карта социальной проблемы и показано соответствие полученной модели другим исследованиям по теме. Реализуемый в программе метод позволяет анализировать разнообразные виды систем. Полученный результат может быть полезен для построения наглядных моделей, анализа различий между объектами и группами объектов, анализа силы влияния факторов, обнаружения причин проблемной ситуации в конкретных случаях.

Список использованных источников

1. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
2. Силич, М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Способы оценки факторов иерархической гибридной когнитивной карты на примере оценки состояния теплотребления регионов // Проблемы управления. – 2018. – № 1. – С. 58-65.
3. Аксенов С.В., Силич В.А., Силич М.П. Оценка степени влияния различных факторов на энергетическую эффективность территориальных образований // Промышленная энергетика. – 2015. – № 2. – С. 2-7.
4. What the data says (and doesn't say) about crime in the United States. Pew Research Center [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2020/11/20/facts-about-crime-in-the-u-s> (дата обращения: 12.02.2023).

МЕХАНИЗМЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В КОНСТРУИРОВАНИЕ КУРСОВ И СИСТЕМА РЕЙТИНГОВ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МЕТАДИЗАЙНА

Булатицкий Д.И.¹, Капралова К.М.², Сололаев Н.А.³

¹*Брянский государственный технический университет, к.т.н., доц., научн. руководитель*

²*Брянский государственный технический университет, магистрант. e-mail: kap.na@list.ru*

³*Брянский государственный технический университет, магистрант*

Введение

В настоящее время получили развитие различные информационные системы, т.к. они позволяют упростить многие рутинные процессы. Это стало одной из причин появления информационных сред, направленных на обучение и тренировку различных навыков. Некоторые из них позволяют получить диплом или сертификат по окончании курса, который потом можно использовать в своем портфолио или резюме при поиске работы.

Одной из форм развития образовательных технологий стал педагогический дизайн. Он подразумевает систематизированный подход к проектированию образовательного продукта. Модели и принципы педагогического дизайна позволяют проектировать и разрабатывать образовательные системы для создания и проверки материалов, которые будут наиболее приближены к реальной жизни [4].

С другой стороны, в проектировании контентных информационных систем выделился метадизайн который подразумевает подход, при котором пользователи ресурса выступают не только в качестве читателей, но и активно участвуют в процессе создания и редактирования содержимого ресурса [2].

Соединение этих двух подходов дает педагогический метадизайн. Преподаватели и обучающиеся используют существующий контент для обучения, а также имеют возможность создать новый по мере своих потребностей [1].

Было принято решение спроектировать технологию дистанционного обучения на основе принципов педагогического метадизайна, которая поможет обучающимся и преподавателям не только проходить существующий контент, но и создавать собственный, а система рейтингов повысит вовлеченность всех участников процесса обучения.

Основные участники процесса обучения – обучающиеся, преподаватели и администратор.

Проектируемая технология дистанционного обучения будет реализована на основе уже существующего программного комплекса обучения русскому языку. Данная система будет модернизирована и расширена.

Применение принципов педагогического метадизайна

В программном комплексе обучения русскому языку были реализованы некоторые принципы педагогического дизайна согласно Роберту Ганье [5]:

- привлечение внимания учеников;
- представление нового материала;
- сопровождение обучения;
- практика;
- обратная связь;
- оценка.

Дополнительно будут применены принципы, присущие метадизайну: вовлечение аудитории сервиса в разработку контента и обратная связь.

Вовлечение обучающихся и преподавателей в конструирование курсов – это один из способов реализации принципа вовлечения аудитории в разработку контента. Система должна иметь возможность работать с пользовательскими задачами. Помимо заданий из общего пула учитель может создавать свои собственные задания и использовать их в процессе обучения. Также учитель должен иметь возможность опубликовать свое задание в общий пул после прохождения модерации администрацией сайта.

Немаловажной особенностью должна стать возможность ученикам создавать задания. При этом такое задание отправляется учителю, проверяется им и только после этого данное задание может использовать учитель для составления своих курсов. Ученик же при этом получает баллы рейтинга в системе и оставляет за собой авторство задания. То есть, если в дальнейшем учитель отправит данное задание на публикацию, то автором задания останется ученик, а учитель будет руководителем.

Авторство в заданиях позволяет также поддерживать систему рейтингов и достижений. В системе предполагается использование следующих видов рейтингов:

- рейтинг опубликованных заданий, отдельный для учителей и учеников;
- рейтинг решенных заданий;
- рейтинг учителей по количеству решенных заданий их учениками.

Рейтинг опубликованных заданий учителем считает только те задания, которые были опубликованы в общем доступе. В то же время рейтинг опубликованных заданий учеников учитывает только те, которые были одобрены его учителем.

Рейтинг решенных заданий будет строиться на основе количества успешно решенных заданий, а также полученным баллам по ним. То есть значение рейтинга отдельного пользователя будет представлять из себя сумму баллов, полученных за каждое решенное задание.

Рейтинг учителей по количеству решенных заданий их учениками должен побудить учителей пользоваться ресурсом для обучения чаще.

Причем все рейтинги должны существовать в нескольких разрезах по времени (за месяц, за квартал, за год, всего). Наличие системы рейтингов должно повысить заинтересованность участников обучения в создании контента и решении большего количества задач удовлетворительно.

Дополнительный фактор вовлечения пользователей в учебный процесс на ресурсе будет составлять система достижений. В личном кабинете, а также на различных страницах списков лидеров у пользователя будут отображаться некоторое количество значков за достижение каких-либо целей. Например, «топ-10 в рейтинге по количеству опубликованных задач за первый квартал 2023 года среди учителей». Пользователи смогут настраивать отображение именно тех достижений, которые имеют большую ценность для них.

Также отдельно для заданий должна быть реализована своя система оценки. Задания после прохождения могут оцениваться по пятибалльной шкале, на основе всех оценок пользователей высчитывается средний рейтинг задачи. Этот рейтинг показывает, насколько пользователям понравилась эта определенная задача. Данная оценка показывается создателю задачи и администрации. Аналогично после решений задания пользователи могут оставить комментарий к заданию, видимость которого аналогично пятибалльной оценки. Такая система обратной связи должна позволить учителям понять, какие задачи больше нравятся ученикам, и какие недочеты присутствуют в них.

Заключение

Таким образом, были рассмотрены механизмы вовлечения обучающихся и преподавателей в конструирование курсов и система рейтингов в качестве инструментов педагогического мета-дизайна в системах дистанционного обучения. Применение принципов мета-дизайна в разработке технологии обучения должно помочь заинтересовать и учителей, и учеников в обучающем процессе.

Список использованных источников

1. Zakharova A.A., Vekhter E.V., Shklyar. A.V. The applicability of visualization tools in the meta-design of an educational environment // *European Journal of Contemporary Education*. – 2019. – Vol. 8 (1). – P. 43-51.
2. Fischer, G. (2010) End-User Development and Meta-Design: Foundations for Cultures of Participation // *Journal of Organizational and End User Computing*. URL: <http://13d.cs.colorado.edu/~gerhard/papers/2010-JOEUC.pdf> (дата обращения: 14.02.2023).
3. Fischer, G. (2007) "Meta-Design: Expanding Boundaries and Redistributing Control in Design." In *Proceedings of Interact'2007, Rio de Janeiro, Brazil, September*. – 2007. – P. 193-206.
4. Абызова Е. В. Средства обучения: основы педагогического дизайна / Е. В. Абызова – Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2008. – 160 с.
5. Gagné R.M., Briggs L.J. *Principles of instructional design*. : Holt, Rinehart and Winston, 1974. – 292 с.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЭКССУДАТА В ИЗОБРАЖЕНИИ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА

Мусса Авалдугубах¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ИШХБМТ, аспирант,
e-mail: ma04@tpu.ru.

Научный руководитель: Губарев Ф.А, д.т.н., ведущий научный сотрудник ИШХБМТ ТПУ

Введение

Диабетическая ретинопатия (ДР) – это хроническое прогрессирующее заболевание микрососудов сетчатки, поражающая пациентов, длительное время страдающих сахарным диабетом, и являющаяся распространенной причиной слепоты [1]. При выявлении заболевания на ранней стадии, лечение может замедлить прогрессирование диабетической ретинопатии. Обнаружение болезни на ранней стадии является сложной задачей, так как ДР часто не имеет признаков раннего предупреждения. Ранние признаки ДР – это повреждение кровеносных сосудов, а затем формирование поражений.

Экссудаты, распространенная патология сетчатки у больных сахарным диабетом – это светлые липиды, возникающие в результате утечки крови из кровеносных сосудов. Утечка жидкости, как правило, находится недалеко от области поражения и дает хорошо очерченный образ, подходящий для компьютерного анализа.

Целью данной работы является обнаружение экссудатов на изображениях сетчатки.

Разделение истинных и ложных экссудатов

Использовалась открытая база данных [2], состоящая из 89 цветных изображений глазного дна, из которых 84 содержат как минимум легкие непролиферативные признаки (микроаневризмы) диабетической ретинопатии, а 5 считаются нормальными и не содержат никаких признаков диабетической ретинопатии по мнению всех экспертов, участвовавших в исследовании.

Светлые пятна, регистрируемые на изображении сетчатки, могут соответствовать реальным экссудатам или визуализироваться как ложные экссудаты, являясь результатом засветки в произвольных точках.

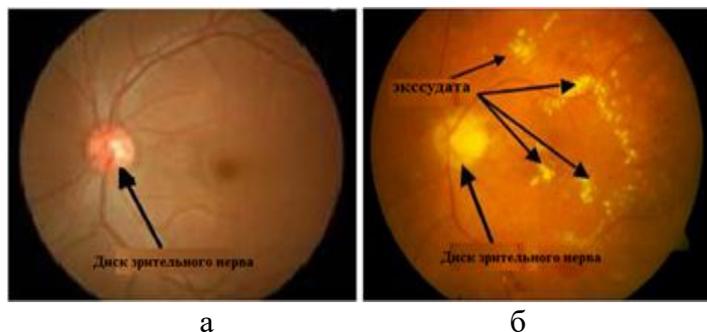


Рис. 1. Нормальное (а) и ненормальное (б) изображения сетчатки глаза

В настоящей работе используется текстурный анализ (метод на основе статистической меры), основанный на статистических свойствах суммарной гистограммы. Один класс таких мер основан на статистических моментах, когда предлагается шесть текстур для каждой области: средняя интенсивность (среднее), средняя контрастность (стандартное отклонение), гладкость, третий момент, однородность и энтропия. Порядок текстурного анализа представлен ниже.

$$\text{Подразумеваем } (m) \sum_{i=0}^{L-1} ZiP(Zi);$$
$$\text{Стандартное отклонение } \sigma = \sqrt{\mu_2(Z)};$$
$$\text{Гладкость } R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2};$$

$$\text{Третий момент } (\mu_3) = \sum_{i=0}^{L-1} (Z_i - m)^3 P(Z_i);$$

$$\text{Однородность } (U) = \sum_{i=0}^{L-1} P^2(Z_i);$$

$$\text{Энтропия} = - \sum_{i=0}^{L-1} P(Z_i) \log P(Z_i),$$

где Z_i – переменная, указывающая интенсивность в точке (i) ; $p(z)$ – гистограмма уровней интенсивности в области; L – число возможных уровней яркости.

Энтропия ложных экссудатов выше, чем реальных экссудатов. Это также справедливо для функций контраста и средней интенсивности. С другой стороны, у ложных экссудатов область наименее гладкая и менее равномерная, как показали значения меры гладкости и однородности. Текстуры из каждой области значительно отличаются у истинных и ложных экссудатов, как показано в Таблице 1.

После обнаружения ложный экссудат удаляется, для этого определяются его края и размер области с использованием алгоритма выделения связных областей. Все ложные экссудаты исключаются согласно их размеру и местоположению. На обработанном изображении оставляются только реальные экссудаты, а также осуществляется вывод количества экссудатов и количества пикселей в каждом экссудате.

Таблица 1

Текстуры для изображения сетчатки

Текстура	Верные экссудатов	Ложные экссудатов
Средняя	5.6777	1.8016
Контраст	37.6241	21.3582
Гладкость	0.0213	0.0070
Третий момент	5.3041	1.7636
Однородность	0.9565	0.9860
Энтропия	0.1540	0.0606

Разработка алгоритма

Предложенный алгоритм был написан для автоматического обнаружения оптических дисков и экссудатов на изображениях сетчатки (рисунок 2). Алгоритм разработан на основе изображений глазного дна, представляющий изображения в цветовом пространстве RGB. Он позволяет изучать отдельно разные каналы и получать спектральный состав. Каждый канал (красный, зеленый и синий) имеет значение интенсивности в диапазоне от 0 до 255, как это широко используется в задачах цифровой обработки изображений [3-5].

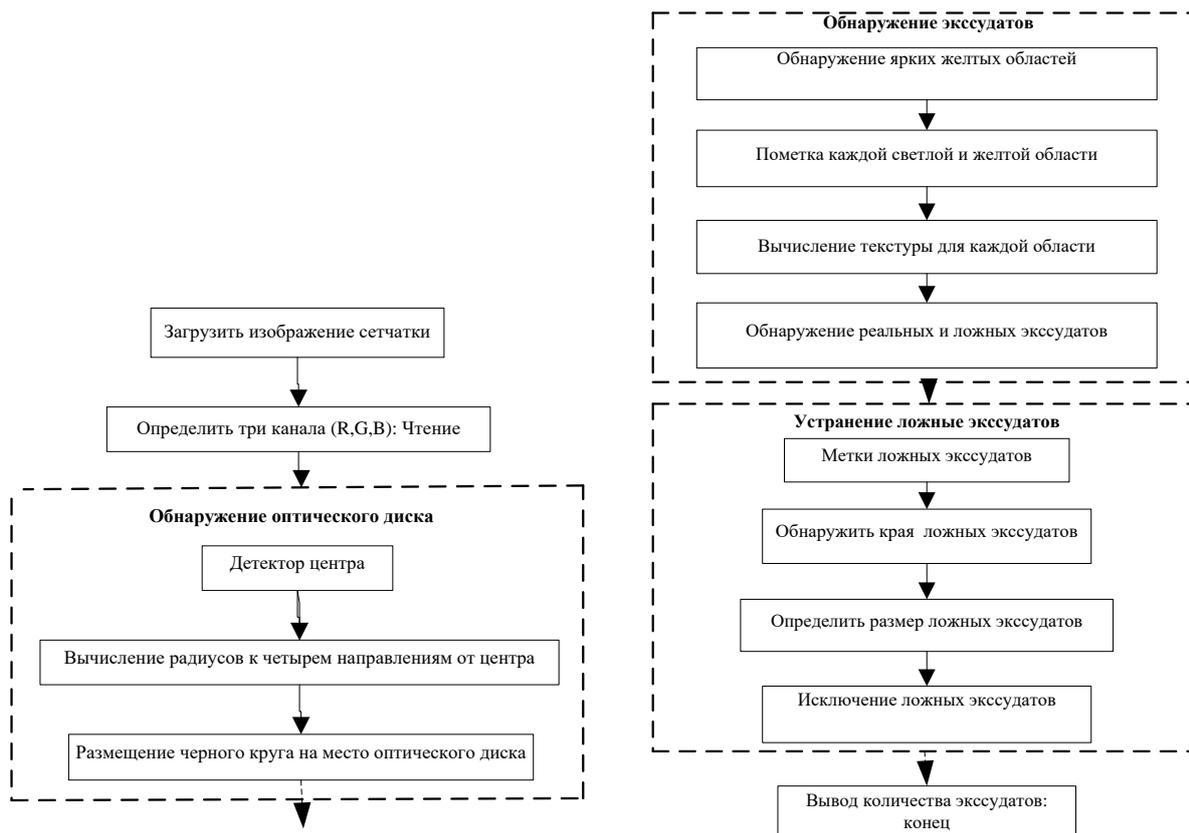


Рис. 2. Алгоритм обнаружения эксудатов

Заключение

В данном докладе представлены алгоритм обнаружения эксудатов и метод автоматизированной обработки изображений, использующие интенсивность цвета, градиенты и текстуры изображения на фотографии глазного дна. Для тестирования методики использовались изображения из стандартной базы данных [2]. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что текстуры всех реальных эксудатов похожи, но они значительно отличаются от текстур ложных эксудатов. Полагаем, что разработанный алгоритм является перспективным, так как позволяет обнаружить точное положение всех выпотов.

Список использованных источников

1. Межрегиональная общественная организация «ассоциация врачей-офтальмологов» федеральные клинические рекомендации, диагностика и лечение диабетической ретинопатии и диабетического макулярного отека, Москва 2013. <https://www.mz19.ru/upload/iblock/a86/diabret.pdf> (дата обращения 24.11.2022).
2. DIARETDB1 - Standard Diabetic Retinopathy Database (стандартной базы данных диабетическая ретинопатия) <https://www.it.lut.fi/project/imageret/diaretdb1/index.html> (дата обращения 27.10.2022).
3. Akara et al, "Fine Exudate Detection using Morphological Reconstruction Enhancement", International Journal of Applied Biomedical Engineering. – 2010. – Vol. 1, No. 1.
4. Hoover A. and Goldbaum M. Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of the blood vessels // IEEE Trans. Med. Imag. – 2003. – Vol. 22, No. 8. – P. 951–958.
5. Sopharak A. and Uyyanonvara B. Automatic Exudates Detection from Non-dilated Diabetic Retinopathy Retinal Images Using Fuzzy C-means Clustering // Sensor. – 2009. – Vol. 9, No. 3. – P. 2148-2161.

ПОДСИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЛЮДЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПОМОЩЬЮ БПЛА

Селифонтов А.А.¹

¹ *Брянский государственный технический университет, магистрант,
e-mail: selifontov99@mail.ru:*

Введение

В последнее время случаи пропажи людей участились, и их число продолжает расти год от года. Многие из пропавших по разным причинам выходят за пределы населенного пункта, после чего теряются в природной среде.

Классическим методом поиска является прочесывание местности, в которой предположительно пропал человек. Такой метод не является эффективным и обладает следующими недостатками: высокая трудоемкость и потребность в большом количестве участников поисковой группы для сплошного покрытия проверяемой местности. Для устранения таких недостатков одним из популярных решений при поиске людей и транспортных средств в природной среде является использование беспилотной авиации. При таком подходе остается проблема коммуникации с участниками поисковой группы. Также, остается возможность пропустить цель поиска при визуальном осмотре местности с помощью БПЛА в реальном времени. Разрабатываемый авторами статьи программный комплекс для поиска людей и транспортных средств с помощью БПЛА позволяет значительно нивелировать указанные недостатки. Комплекс представляет собой единую информационную систему, которая позволяет эффективно взаимодействовать координатору и участникам поисковой группы и автоматизировать обработку получаемых изображений на основе нейронной сети [1-2].

В процессе поиска людей нужно стремиться к минимизации времени поиска. Для это разрабатывается мобильное приложение для участника поисковой группы. Особое внимание в приложении уделяется подсистеме визуализации, которая отвечает за отображение информации на экране телефона. Данная подсистема позволит упростить коммуникации между координатором и участниками поисковой группы. Это приведёт к тому, что координатору не придется объяснять каждому участнику поисковой группы его задачи и тратить на это время, а участник поисковой группы в свою очередь сможет мгновенно получить всю необходимую информацию, просто взглянув на карту в мобильном приложении.

Подсистема визуализации данных

Когда начинается поисковая операция и определяется район поиска, координатор рассылает приглашения участникам поисковой группы, выбирая их из предложенного списка. Чтобы участнику поисковой группы не приходилось искать сообщение о старте поисковой операции, сообщение приходит в виде уведомления на телефон (рис. 1.а). Если он принимает приглашение, автоматически открывается разрабатываемое мобильное приложение, которое визуализирует на карте район поиска куда участнику поисковой группы следует самостоятельно добраться.

Первое, что должен знать участник поисковой группы – это цели поиска и их особые приметы. Чтобы координатору не приходилось описывать приметы каждому участнику поисковой группы, а им в свою очередь не приходилось запоминать их, существует отдельное окно с информацией о целях поиска, дополнительно могут быть приложены фотографии. Цвет информационной панели говорит пользователю о статусе цели поиска: красный значит, что цель поиска еще не найдена; желтый – цель поиска находится на подтверждении у координатора поиска; зеленый говорит о том, что цель поиска была найдена и подтверждена координатором поиска (рис. 1.б).

Будет эффективно, если основную информацию пользователь сможет получить в один-два клика и при этом ему не придется закрывать карту. На ней с помощью меток определены различные объекты. Красными метками обозначены обнаруженные объекты, которые необходимо проверить участнику поисковой группы, маркером «Я» обозначено собственное месторасположение, темно-красные метки – проверенные обнаруженные объекты данного участника поисковой группы, синие метки – обнаруженные объекты, которые не являются задачей данного участника поисковой группы, темно-синие метки

– обнаруженные объекты, проверенные другими участниками поиска, синие человечки обозначают координаты других участников поиска. Чтобы большое количество меток не отвлекало внимание участника поисковой группы, можно настраивать информацию, которая должна отображаться на карте.

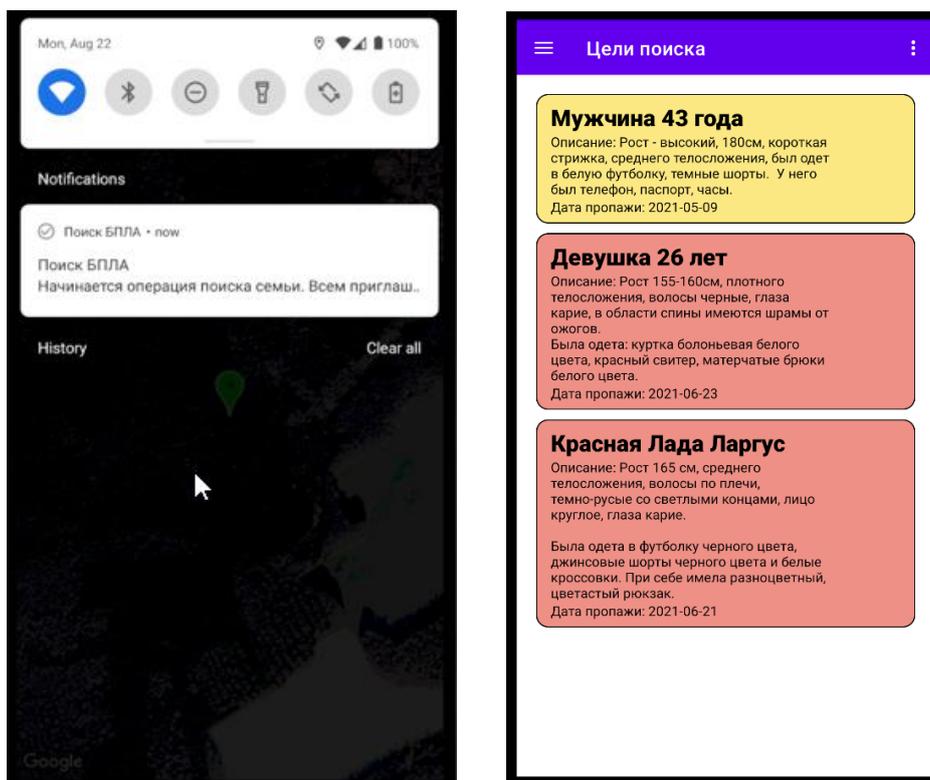


Рис. 1. Примеры пользовательского интерфейса участника поисковой группы:
а) получение уведомления, б) список целей поиска

Чтобы участнику поисковой группы было проще и быстрее найти обнаруженный объект, он может воспользоваться несколькими возможностями. Первое что он может сделать – это выбрать один из режимов отображения карты, среди которых есть «схема», «спутник», «гибрид» (рис. 2.а, б). Второй способ заключается в том, что он может при нажатии на обнаруженный объект, увидеть его изображение с обозначенной прямоугольной областью (рис. 2.в). Чтобы лучше разглядеть изображение есть возможность увеличить изображение на весь экран, дополнительно пользователь может его масштабировать. При движении к одному из обнаруженных объектов, если удастся найти след пребывания цели или что-то похожее на цель поиска, участник поисковой группы должен запросить у координатора уточнение. Он делает снимки, которые прикрепляются к автоматически созданному обнаруженному объекту со статусом «проверен». Когда участник поисковой группы подходит ближе заданного порога к точке, где обозначен обнаруженный объект, приложение сигнализирует об этом миганием метки и звуковым сигналом. При этом могут возникнуть следующие ситуации. Если участник поисковой группы находит обнаруженный объект, он проверяет, соответствует ли этот объект описанию одной из целей поиска. Если объект соответствует, участник поисковой группы должен отправить комментарий и фотографию найденного объекта координатору поиска для подтверждения. Если координатор подтверждает, что это цель поиска, информация передается всем участникам поисковой группы. В другом случае, на месте может вообще не оказаться объекта либо объект будет не похож ни на одну из целей поиска. В таком случае участник поисковой группы переводит объект в соответствующий статус и подтверждает это фотоснимком. Для того, чтобы отправлять информацию о проверенных объектах, есть возможность с помощью долгого нажатия сразу перейти в окно, где нужно выбрать статус объекта и сделать фотографию.

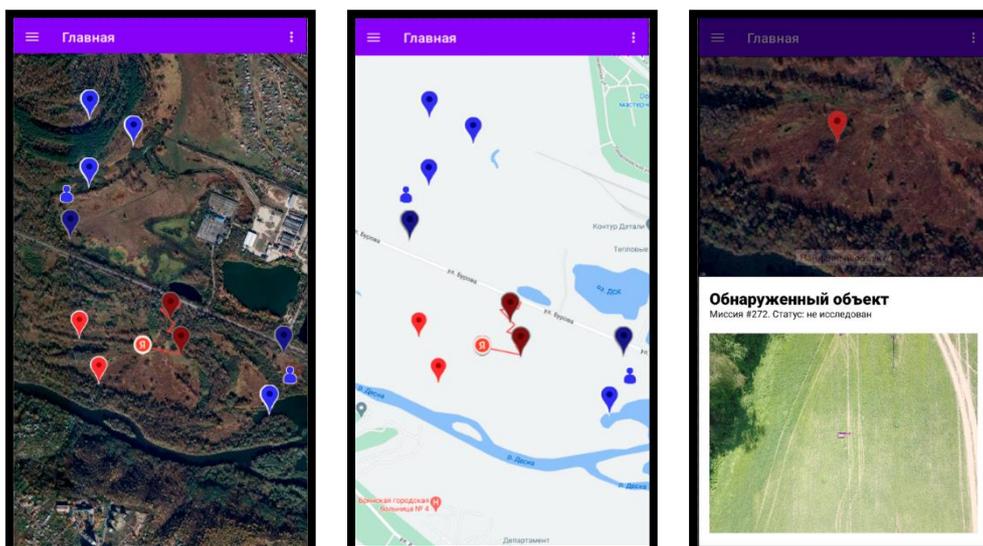


Рис. 2. Примеры пользовательского интерфейса участника поисковой группы: а) метки на карте в режиме «схема», б) метки на карте в режиме «спутник», в) сведения об объекте

Если в процессе операции происходят изменения в миссиях для данного участника поисковой группы, то в углу экрана появляется индикатор, цифра внутри которого говорит о количестве изменений. При нажатии на индикатор карта центрируется на измененных миссиях, а их метки мигают. Метка перестает мигать после того, как пользователь нажал на неё и ознакомился с детальной информацией. Когда он ознакомится со всеми изменениями, индикатор пропадет.

Для ознакомления со всеми своими миссиями пользователь может перейти в окно списка миссий или окно подробностей о выбранной миссии.

По завершении поисковой операции всем участникам поисковой группы на мобильный телефон приходит уведомление. У участников поисковой группы есть возможность посмотреть итоговую результативность по проведенной операции, которая будет представлена в виде дашборда [4]. Дашборд будет отображать количество проверенных обнаруженных объектов и найденных целей поиска, пройденный путь длительность операции, статус операции. Пользователь при желании сможет сравнить свою статистику с другими участниками поисковой группы

Заключение

В статье рассмотрены методы, применяемые в подсистеме визуализации для мобильного приложения участников поисковой группы для поиска людей и транспортных средств с помощью БПЛА. На данный момент предложенные методы частично реализованы, но усовершенствования подсистема визуализации продолжается.

Список использованных источников

1. Software Package for Searching People and Vehicles Using Unmanned Aerial Vehicles / Dmitriy Bulatitskiy, Andrey Selifontov, Sergey Shevchenko, Victor Filippov // CEUR Workshop Proceedings of the 31st International Conference on Computer Graphics and Vision (GraphiCon 2021), Vol. 3027, pp. 942–953.
2. Булатицкий Д.И. Подсистема визуализации программного комплекса для поиска людей и транспортных средств с помощью беспилотного летательного аппарата / Д.И. Булатицкий, А.А. Селифонтов // GraphiCon 2022 32-я Международная конференция по компьютерной графике и машинному зрению. – 2022. – 1102-1115.
3. Кадочников, А. А. Организация и визуализация данных наблюдений с помощью картографических веб-сервисов / А. А. Кадочников // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2014. – Т. 20. – С. 201-209.
4. Крупина, В. В. Визуализация данных средствами дашбордов / В. В. Крупина, С. И. Михаэлис // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2019. – № 2(3). – С. 41-52.

К РАЗРАБОТКЕ ЯЗЫКА ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

Кодиров Ф.М.¹, Старолетов С.М.²

¹ АлмГТУ, группа 8ПИ-11, e-mail: firuzinhokodirov@gmail.com

² АлмГТУ, ФИТ, кафедра ПМ, доцент, e-mail: serg_soft@mail.ru

Введение

Вероятностные языки программирования – класс языков, которые позволяют моделировать и делать выводы о процессах, которые представляют собой математические представления систем, включающих неопределенность. Эти модели можно использовать для прогнозирования, создания симуляции и выполнения других типов выводов на основе фактов, законов распределений вероятностей и алгоритмов над переменными системы, закодированных на таком языке. Это их главное отличие от структурного программирования, которое имеет основную цель, чтобы из входных данных получить результирующие данные.

С точки зрения синтаксиса вероятностные языки программирования аналогичны традиционным языкам программирования, но они включают дополнительные конструкции и функции для работы с вероятностными моделями. Обычно, вероятностный язык программирования включает переменные особого типа, как «случайная переменная», которым могут быть назначены распределения вероятностей или функции для выполнения байесовского вывода [1-3].

В настоящей работе мы анализируем преимущества и недостатки таких языков, а также предложим концепцию нашего решения для проверки вероятностных распределенных систем.

Преимущества и недостатки вероятностных языков

Основным *преимуществом* вероятностных языков программирования является их способность естественным образом справляться с неопределенностью. С их помощью мы можем создавать сложные вероятностные модели, которые можно использовать для прогнозирования или моделирования. Кроме того, эти языки часто имеют встроенные средства для выполнения логических выводов, которые могут упростить анализ результатов вероятностных моделей.

Однако есть и некоторые *недостатки* использования вероятностных языков программирования. Одна из основных проблем заключается в том, что эти языки могут быть трудными для изучения и использования, особенно для людей, не имеющих достаточного опыта в статистике или математике (как, впрочем, и для обычных программистов). Кроме того, вероятностные модели могут потребовать значительных вычислительных ресурсов, что может затруднить их масштабирование для больших наборов данных или приложений реального времени.

Проблемы при использовании вероятностных языков и предлагаемые решения

Мы выделили основные проблемы в программировании с использованием специальных языков и предлагаем некоторые их решения:

1. Проблема выбора правильной вероятностной модели: вероятностное программирование позволяет использовать широкий спектр вероятностных моделей для моделирования данных. Однако выбор правильной модели может быть сложной задачей. Решение: экспертиза в предметной области, изучение существующих моделей и методов, анализ данных для определения пригодности различных моделей.
2. Проблема обучения моделей или проблема масштабирования: обучение вероятностных моделей является вычислительно сложной задачей, особенно для большого набора данных. Решение: используются различные методы, такие как стохастический градиентный спуск (SGD) и метод Монте-Карло по схеме Марковской цепи (MCMC), которые могут ускорить вычисления.
3. Проблема интерпретации результатов: вероятностные модели могут быть сложными и могут предоставлять результаты, которые трудно интерпретировать. Решение: использование визуализации для анализа результатов, разработка методов интерпретации моделей.

4. *Проблема выбора априорных распределений*: вероятностное программирование требует определения априорных (первоначальных) распределений для параметров модели. Выбор априорных распределений может оказаться сложной задачей. Решение: использование знаний в предметной области, анализ данных для определения априорных распределений.

Подходы к реализации вероятностных языков

Существует несколько подходов к реализации вероятностных языков программирования. Одним из популярных подходов является использование доменно-ориентированного языка (DSL), адаптированного к конкретной предметной области. Другой подход заключается в использовании языка программирования общего назначения и добавлении вероятностных конструкций в виде библиотеки или расширений.

Основными компонентами вероятностных языков являются: (1) *модель*: математическая модель, которая используется для описания неопределенности в системе. Она состоит из набора вероятностных переменных и их взаимосвязей. Вероятностные переменные могут быть непрерывными или дискретными, а их взаимосвязи могут быть определены различными математическими функциями; (2) *алгоритм вывода*: это программа, которая используется для оценки параметров модели на основе данных. Она может использовать различные методы оценки параметров, такие как цепь Маркова Монте-Карло (MCMC) или вариационный вывод (VI), которые можно использовать для оценки значений неизвестных переменных с учетом некоторых наблюдаемых данных.

К моделированию вероятностных акторных систем

Для разработки вероятностного языка следует сначала определить цель его применения. Сегодня такие вещи как микросервисная архитектура и распределенное голосование при выборе лидера в блокчейн сетях предполагают глубокий вероятностный уровень взаимодействий между участниками сети, который сложно описать и протестировать.

Подход акторов (от action-действие) [4] позволяет проектировать такие системы исходя из машин состояний и сообщений между ними. Подход CSP [5] позволяет моделировать взаимодействия акторов формальным образом. Технология Model Checking позволяет проводить верификацию моделей распределенных систем класса CSP согласно требованиям в виде темпоральных логик. Введение в верификацию на русском языке можно прочесть в книге [6], там же приводятся примеры программ для моделей распределенных систем для средства SPIN, описываемых на внутреннем языке описания моделей Promela (protocol meta-language). В работе [7] было предложено расширить этот язык средствами вероятностных переходов, опишем кратко данный подход.

Поскольку вероятностное программирование тесно связано с неопределенностью, то недетерминированные переходы в языке Promela как раз являются средством обеспечения такой неопределенности. Здесь при проверке условий в операторе `if` или `do` может быть истинно несколько условий, и в этом случае осуществляется выбор одного из вариантов в режиме симуляции программной модели и перебор всех вариантов в режиме верификации. В открытом исходном коде средства осуществляется генерация псевдо-случайного числа, которое и используется для выбора (при этом, начальное значение последовательности можно передавать через параметр при запуске модели, чтобы обеспечить перепроверяемость результата). Соответственно, если осуществить модификацию исходного кода данного средства и обеспечить реализацию методов выбора варианта согласно заданному закону распределения, и привязать это к переменной модели, то можно перейти от недетерминированного программирования к вероятностному.

Решаемые задачи в нашем вероятностном расширении

1. Преобразование недетерминированных переходов в вероятностные путем задания статической вероятности перехода для элемента программы в месте проверки условия.
2. Добавление возможности определения вероятностных переменных с заданными интервалами и типом распределения.
3. Преобразование недетерминированных переходов в вероятностные путем задания динамической вероятности перехода по значению переменной.
4. Определение каналов с заданными вероятностными потерями.

5. Способы решения задач заключаются в (1) изменении грамматики языка Promela, которая задается в виде правил построителя парсеров *uacc*, что сделано в [8]; (2) изменения семантики вероятностного перехода и работы со структурами данных описания переменных и каналов.

Выводы

Таким образом, вероятностные языки программирования предназначены для упрощения выражения вероятностных моделей и управления ими, а также для выполнения выводов на основе этих моделей, что позволяет естественным образом обрабатывать неопределенность.

С учетом всех особенностей вероятностных языков, целесообразно расширить уже существующий язык с возможностями недетерминированного переходов для описания моделей протоколов распределенных систем. Разработка своего языка при этом нецелесообразна.

Создание расширения специального языка для верификации с уже сложившимся научным комьюнити позволит в дальнейшем проверять взаимодействующие системы с возможностью вероятностного абстрагирования для сложно описываемого поведения при написании модельных программ для таких систем.

Список использованных источников

1. Пфедфер А. Вероятностное программирование на практике. – Litres, 2022.
2. Кэмерон Д. П. Вероятностное программирование на Python: байесовский вывод и алгоритмы. - Издательский дом "Питер", 2019.
3. Титенко М. А., Юдицкий В. В., Мелешко В. Е. Вероятностное программирование. – 2017.
4. Agha G. Actors: a model of concurrent computation in distributed systems. – MIT press, 1986.
5. Hoare C. A. R. Communicating sequential processes //Communications of the ACM. – 1978. – Т. 21. – №. 8. – С. 666-677.
6. Старолетов, С. М. Основы тестирования и верификации программного обеспечения : учебное пособие. – издание 2-е, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2020. – 344 с. – ISBN 978-5-8114-5239-2. – EDN SGQVLL.
7. Staroletov S. Towards a Probabilistic Extension to Non-Deterministic Transitions in Model-Based Checking // Proceedings of SYRCoSe conference, Saratov. – ISP RAS, 2019. – pp. 94-98. [Электронный ресурс]. – URL: http://syr-cose.ispras.ru/2019/SYRCoSE2019_Proceedings.pdf (дата обращения 28.02.2023).
8. SPIN probabilistic. [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/SergeyStaroletov/SPIN-probabilistic> (дата обращения 28.02.2023).

СОЗДАНИЕ TELEGRAM-БОТА НА PYTHON

Зарубин В.А.¹, Семченко О.П.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8К13,

²Томский политехнический университет, студент гр. 8К13, e-mail: ops5@tpu.ru

Научный руководитель: А.С. Фадеев, доцент ОИТ ИШИТР ТПУ

Введение

Расписание – это неотъемлемая часть жизни студента. Быстрый и удобный доступ к нему – это то, что необходимо каждому учащемуся. Такой доступ может обеспечить Telegram. Telegram – это не только самый популярный мессенджер в мире [1], но и целая система, в которой можно обмениваться любыми видами информацией. Одним из способов взаимодействия в Telegram являются так называемые "боты".

Боты – это специальные программы, выполняющие какие-либо заданные действия, предназначенные для пользователя. Боты передают информацию пользователю и получают её от него. Благодаря открытому API Telegram, любой пользователь может создать своего бота, который будет какие-либо действия. Какие именно, зависит от навыков и креативности программиста. При помощи "ботов" Telegram может объединить в себе функции множества различных сервисов и стать платформой для целой экосистемы.

Целью работы является создание Telegram-бота, работающего с расписанием студентов Томского Политехнического Университета.

Процесс разработки бота

Изначально, при помощи API Telegram была создана своеобразная заготовка бота. Далее, при помощи языка Python и непосредственно библиотеки aiogram, был создан файл `create_bot`, который является чем-то вроде телом бота на сервере.

Следующим и, по сути, главным звеном в этой цепи является файл «`main`». Это исполняющий файл, который при запуске связывается со всеми остальными файлами, отвечающими за какую-либо функцию. Например, в папке «`keyboards`» лежат файлы, отвечающие за клавиатуру бота, а в папке «`handlers`» все обработчики. Такое разделение позволяет сделать работу бота чуть более быстрой и правильной, с точки зрения разработки.

Telegram бот имеет определённую структуру работы. Клиент (Telegram-бот) отправляет HTTP запрос на сервер. Сервер обрабатывает полученный запрос и отвечает клиенту через сообщение с HTTP-ответом. Ответ содержит код, который демонстрирует, был ли запрос успешным. Тело успешного ответа на запрос GET будет содержать запрашиваемый ресурс. Данный проект работает по тому же принципу.

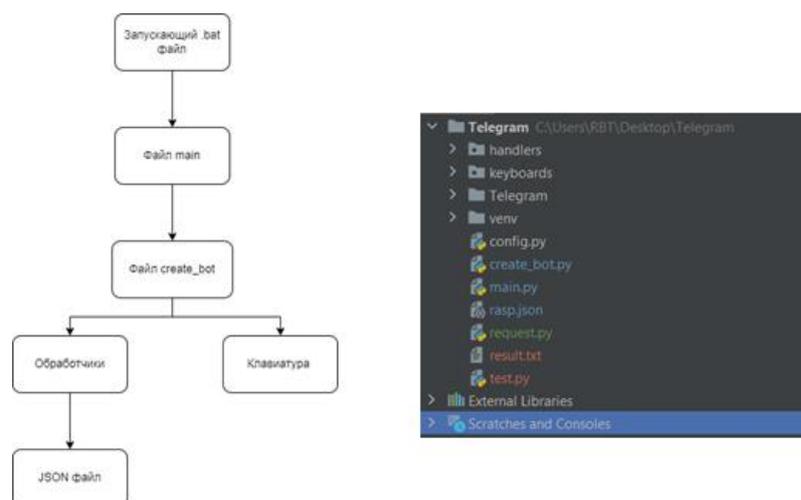


Рис. 1. Файловая структура бота (слева – в виде схемы, справа – в среде разработки)

Алгоритм работы телеграм-бота

До нажатия пользователем на кнопку, программа определяет текущую дату, а именно то, какой сегодня день недели. Это необходимо для того, чтобы взять нужную строку из JSON – файла, который получен с помощью RESTful API TPU и хранит расписание группы на текущую неделю. Данные в файле разделены по ключам занятия в хэш-таблице, которая хранит расписание на сервере.

```
"1": {
  "start": "2023-02-06 08:30:00",
  "end": "2023-02-06 10:05:00",
  "tip": null,
  "place": {
    "nomer": "002",
    "korpus": "3"
  },
  "event": null,
  "disciplina": [
    {
      "full_name": "Физика 3.2"
    }
  ],
  "gruppa": [
    {
      "title": "8К13"
    }
  ],
  "lichnost": []
},
```

Рис.2. Пример структуры JSON-файла для второго занятия на неделе

Форма взаимодействия пользователя с ботом производится посредством последовательного нажатия кнопок.

При нажатии пользователем на кнопку «/rasp» программа берет информацию по ключам «disciplina» (название дисциплины), «place» (место проведения), «gruppa» (учебная группа), «lichnost» (ФИО преподавателя), «start» и «end» (начало и конец занятия). Данные из JSON-файла записываются в массивы, к элементам которых будет обращаться программа для вывода нужной информации.

Предусмотрен вывод на тот день, когда у студента отсутствуют занятия.

Работа бота

При помощи API TPU производится авторизация и делается GET запрос на сервер Томского политехнического университета. Пользователь осуществляет запрос через клавиатуру Telegram бота. Клавиатура является отдельным файлом с расширением .py. Сервер возвращает боту тело ответа в виде JSON файла с расписанием группы на текущую неделю и бот начинает работу с ним.

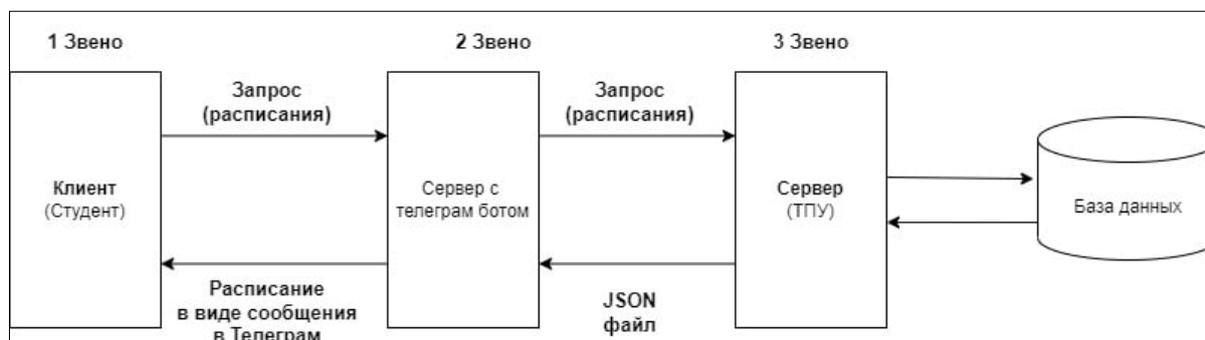


Рис. 3. Клиент-серверная архитектура

Обработка файла является самым сложным элементом в нашей цепи. Основная работа ведётся именно в этот момент. JSON файл конвертируется в словарь и из этого словаря уже берутся данные по

расписанию, которые, в свою очередь, обрабатываются ботом и выводятся студенту в сообщения от бота в *Telegram*.

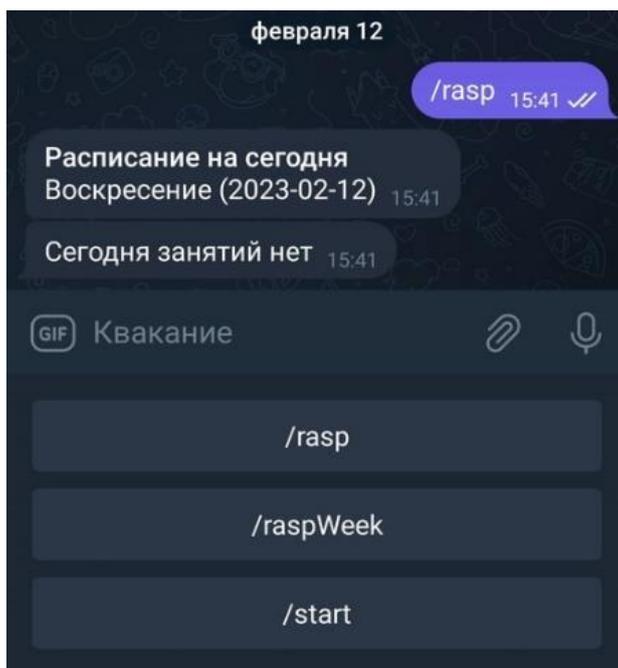


Рис. 4. Пример запроса расписания

Так как JSON файл был только с расписанием группы 8К13, то на данный момент работа с расписанием всех студентов не выполнена.

Заключение

В работе представлено выполнение работы Telegram-бота с расписанием заранее обговоренной группой студентов. JSON файл был получен при помощи RESTful API TPU. Текущее состояние бота не конечное, в будущем планируется добавление функции работы с любой группой Томского политехнического университета.

Список использованных источников

1. Самые популярные мессенджеры в России в 2022 году // Lenta.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://lenta.ru/news/2022/04/18/vciom/> (дата обращения 28.12.2022)
2. Telegram-бот на Python за полчаса с aiogram // tproger.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://tproger.ru/articles/telegram-bot-create-and-deploy/> (дата обращения 28.12.2022)
3. Как я писал telegram бот с админкой на Django// ru.hexlet.io [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.hexlet.io/blog/posts/kak-ya-pisal-telegram-bot-s-adminkoj-na-django> (дата обращения 28.12.2022)
4. Как я писал telegram-бота и заливал его на удаленный сервер // habr.com [Электронный ресурс]. –URL: <https://habr.com/ru/post/347106/> (дата обращения 25.01.2023)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДОСТУПА СТУДЕНТАМ ТПУ К АКАДЕМИЧЕСКИМ И УЧЕБНЫМ СЕРВИСАМ

Фадеев А.С.¹, Куртуков Д.А.², Скорых В.Р.³

¹Томский Политехнический Университет, ИШИТР, к.т.н, доц.

²Томский Политехнический Университет, ИШИТР, студент, 8К92, e-mail: dak87@tpu.ru

³Томский Политехнический Университет, ИШИТР, студент, 8К91, e-mail: vrs6@tpu.ru

Введение

Предоставляемые возможности личным кабинетом на сайте portal.tpu.ru для студентов являются одними из наиболее востребованных в процессе обучения. Большая доля посещений сайта приходится на мобильные устройства, когда студентам необходимо оперативно просматривать нужную информацию, однако неадаптированность сайта под мобильные устройства и необходимость постоянно заново открывать вкладку браузера делает этот процесс неудобным.

В целях решения этой проблемы было решено спроектировать и в дальнейшем разработать мобильное приложение для личного кабинета. Для подготовки к реализации задачи была проведена оценка актуальности проектируемой системы для целевой аудитории:

- Проанализированы функции и возможности интересующие студентов в первую очередь;
- Проведен опрос среди студентов с целью подтверждения актуальности данного проекта;
- Спроектирована базовая архитектура системы.

Анализ востребованности функций сайта tpu.ru

В качестве объекта исследований для проведения анализа интересующих студентов возможностей был взят раздел для студентов главного сайта ТПУ «tpu.ru». На странице представлено пять подразделов, анализ которых был произведен отдельно друг от друга. Исследование было произведено с помощью сервиса «Яндекс.Метрика», с использованием инструмента «тепловые карты», визуально показывающие частоту перехода по каждой ссылке. Была взята статистика за осенний семестр 2022 года.

Первый блок «ТПУ» представляет собой сводку общей информации, затрагивающей разные аспекты жизни студента. В этом блоке студенты наиболее часто переходили на корпоративную почту – 10,5% доли переходов со всего раздела приходится именно на этот ресурс. Второе место по частоте переходов в данном блоке занимают сайты преподавателей – 6,4% от общего количества переходов. Таким образом, можно сказать, что наиболее часто посещаемыми ресурсами являются те, которые напрямую связаны с обучением и коммуникацией.

Второй блок «Обучение» состоит из ресурсов, представляющих из себя набор информации напрямую касающуюся обучения. Личный кабинет имеет подавляющую долю переходов – 19,3%. Помимо личного кабинета в данном подразделе также сильно выделяется ссылка на расписание – 17,8%. Остальные ресурсы большой спрос не представляют.

Третий блок «Поддержка студентов» состоит из ресурсов, представляющих набор возможностей, которые ВУЗ предоставляет студентам. В данном блоке студенты чаще всего обращаются к следующим ресурсам: материальная поддержка, стипендиальное обеспечение. Их доля переходов от общего количества составляет 1,2% и 1,8 % соответственно, что является небольшим значением для наиболее популярных ресурсов подраздела. Так, из всего третьего блока выделяются только ресурсы, связанные со стипендией и другой материальной поддержкой.

Четвертый блок «Полезная информация» состоит из ресурсов, содержащих информацию, напрямую не связанную с учебным процессом, а относящуюся к его организации. В данном блоке ресурсы имеют примерно равную долю от общего количества переходов, которая варьируется от 0,2% до 0,6 %. При этом наиболее посещаемые ресурсы: отчисление, перевод на другое направление. Таким образом, данный блок содержит информацию, примерно равную по полезности, и относящуюся к организации учебного процесса.

Пятый и последний блок «Вне учебы» состоит из ресурсов, содержащих информацию о внеучебной деятельности студентов. В данном блоке выделяется всего один ресурс – Спорт в ТПУ, доля которого составляет 0,8% от общего количества посещений. Можно сделать вывод, что из внеучебной деятельности студентов больше всего интересуется спорт.

Архитектура проектируемого приложения

На основе проведенного анализа были сформированы функциональные и нефункциональные требования, диаграмма компонентов, а также концептуальная карта приложения.

Нефункциональные требования к проектируемой системе:

- 1) Удобство использования – интерфейс проектируемой системы должен быть минималистичным и интуитивно понятным для пользователя, переход между функциональными действиями должен быть доступен в “один клик”.
- 2) Качество – программный код должен быть написан без “костылей” и оптимизирован для стабильной работы приложения.
- 3) Безопасность – личные данные пользователя не должны быть доступны другим пользователям.
- 4) Язык приложения должен быть синхронизирован с языком системы.

Функциональные требования к проектируемой системе

- 1) Возможность авторизоваться для входа в личный кабинет
- 2) Возможность просмотра раздела «Учебная деятельность»
 - а) Возможность просмотра информации об успеваемости
 - б) Возможность просмотра индивидуальных образовательных траекторий
 - с) Возможность просмотра портфолио студента
- 3) Возможность просмотра расписания
- 4) Возможность перехода в корпоративную почту
- 5) Возможность перехода на сайты преподавателей
- 6) Возможность просмотра информации о стипендии
- 7) Возможность производить оплату услуг
- 8)



Рис. 1. Концептуальная карта приложения

Всю систему можно разделить на 6 компонентов:

- StudentView – отвечает за пользовательский интерфейс и работу с ним.
- Authentication – отвечает за процесс авторизации в аккаунт личного кабинета и почты.
- DataManager – отвечает за базу данных.
- PerformanceManager – отвечает за получение и отображении успеваемости студента.

- PaymentManager – отвечает за процесс оплаты услуг.
- MailManager – отвечает за отображение почты в приложении.

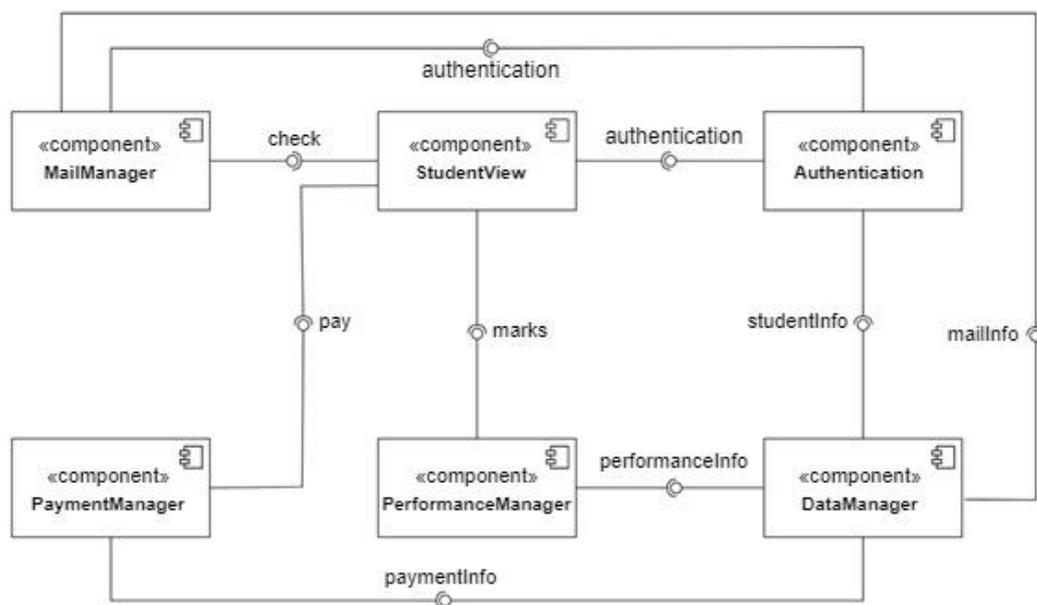


Рис. 2. Диаграмма компонентов проектируемой системы

Заключение

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что студентов больше всего интересует информация, необходимая для основного обучения. На основе полученной информации помимо базовых функций, присутствующих в личном кабинете было решено внедрить следующие функции: корпоративная почта, сайты преподавателей, расписание, личный кабинет. Данные ресурсы суммарно имеют 54,1% доли всех переходов.

По результатам проведенного опроса об актуальности разработки проектируемого приложения среди студентов 80% (620/767) опрошенных высказались положительно.

На основе проведенных действий была разработана базовая архитектура приложения, представляющей из себя набор требований и диаграмм, дающих первичное представление о проектируемой системе.

Список использованных источников

1. Корпоративный портал ТПУ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://portal.tpu.ru> (дата обращения 24.12.2022).
2. Сервис веб-аналитики Яндекс.Метрика. [Электронный ресурс]. – URL: <https://metrika.yandex.ru> (дата обращения 24.12.2022).
3. Бесплатное кроссплатформенное программное обеспечение для рисования [Электронный ресурс]. – URL: <https://app.diagrams.net/> (дата обращения: 24.12.2022).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Гавричкина А.В.¹, Соколова В.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8К92 ОИТ ИШИТР, e-mail: avg85@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР, e-mail: veronica@tpu.ru

Введение

По данным клинико-статистического анализа «Федерального Регистра сахарного диабета» РФ численность пациентов с сахарным диабетом (СД), состоящих на учете, с начала 2023 года уже увеличилась более чем на 34 тыс. человек и составляет практически 5 млн (около 3 % населения России) [1].

Основой эффективного лечения сахарного диабета является самоконтроль гликемии и соблюдение назначенной диеты. С распространением современных технологий трудоемкий процесс рукописного заполнения дневника самоконтроля заменился на более удобную форму ведения учета показателей на мобильных устройствах. Однако такой дневник важен не только для пациента, но и для его лечащего врача из-за отсутствия своевременного осведомления о состоянии пациентов, что немаловажно для оценки эффективности лечения, а также выявления и восполнения недостатка знаний о болезни.

Целью проекта является разработка системы для мониторинга состояния здоровья людей с СД, которая позволит автоматизировать ведение дневника самоконтроля, анализировать необходимые показатели здоровья, а также проводить онлайн-консультации между врачом и его пациентом посредством чата.

Особенности самоконтроля сахарного диабета

Сахарный диабет – это хроническое заболевание, которое развивается, когда организм не вырабатывает достаточно инсулина или не может эффективно его использовать. Общим результатом неконтролируемого сахарного диабета является гипергликемия, или повышенный уровень глюкозы (сахара) в крови, который приводит к повреждению кровеносных сосудов и недостаточному снабжению органов и нервных окончаний кислородом [2].

Традиционно мероприятия по лечению сахарного диабета включают в себя диету, прием таблетированных сахароснижающих препаратов и инсулина. Благодаря появлению доступных средств для диагностики состояния углеводного обмена был признан еще один метод, а именно самостоятельное лечение самим пациентом [3]. Самоконтроль сахарного диабета предусматривает учет большими уровнями гликемии, соблюдение режима питания с подсчетом количества углеводов и физической активности с целью принятия самостоятельных терапевтических решений [4].

Поскольку самоконтроль уровня глюкозы происходит в привычных для пациента условиях, такие записи имеют большую ценность для корректировки лечения, чем наблюдения, полученные в стационаре.

Функциональные возможности системы мониторинга состояния пациентов с СД

Разрабатываемая система предназначена для решения задач в интересах различных категорий пользователей:

1. Для людей, не знающих свой диагноз – обнаружение признаков и предупреждение раннего развития СД 2-го типа в соответствии с методикой шкалы «FINDRISC» [5].
2. Для людей, страдающих заболеванием СД – автоматизация процесса заполнения дневника самоконтроля уровня гликемии и дневника питания, приема лекарственных препаратов, расчета количества хлебных единиц (условной единицы количества углеводов в продуктах) за прием пищи, обеспечение ежедневного мониторинга протекания заболевания, а именно: контроля и хранения данных уровня сахара в крови, массы тела, количества хлебных единиц, а также визуализации перечисленных показателей.
3. Для докторов-эндокринологов – автоматизация процесса мониторинга состояния пациента посредством предоставления доступа к актуальной информации о его здоровье (с разрешения пациента), а именно: к данным об уровне гликемии, количестве хлебных единиц, изменениях массы тела, наименовании и дозах принятых препаратов, а также возможностью проведения онлайн-консультаций с пациентом посредством чата.

4. Для пациентов, предоставивших доктору доступ к данным (далее пациенты на учете у доктора) – возможность получения онлайн-консультации со своим лечащим врачом посредством чата.

В целях представления функций и комплексов задач, реализуемых системой, были спроектированы диаграммы вариантов использования в соответствии с составом функциональных требований и ролей пользователей. На рисунках 1-2 представлены диаграммы основных вариантов использования для акторов «Пациент» и «Доктор».

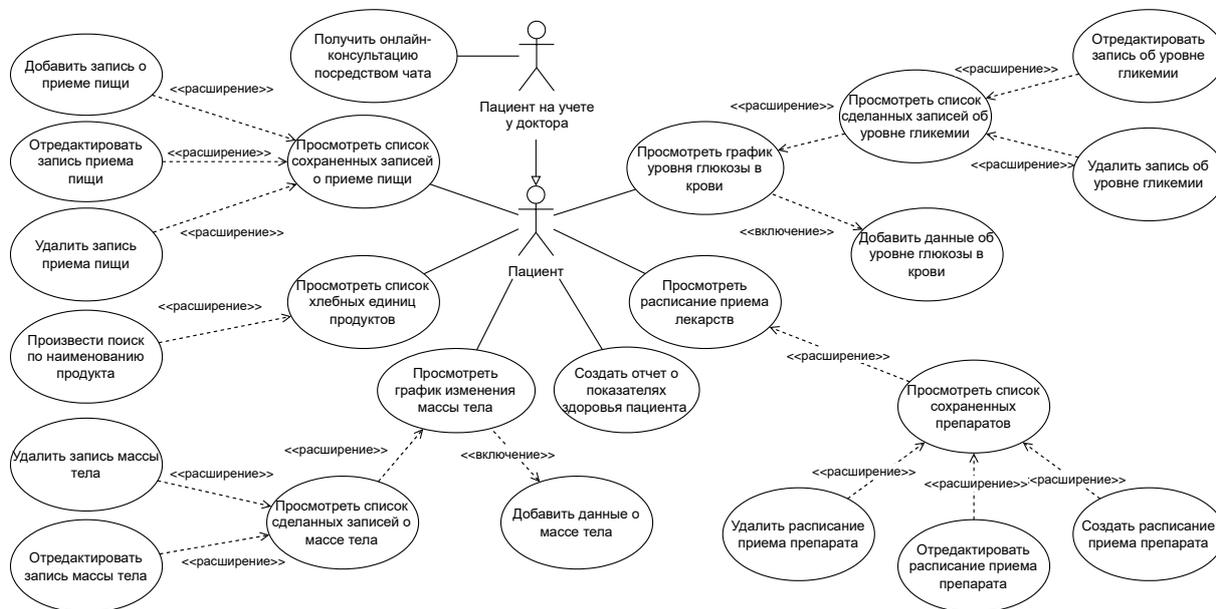


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования актора «Пациент»

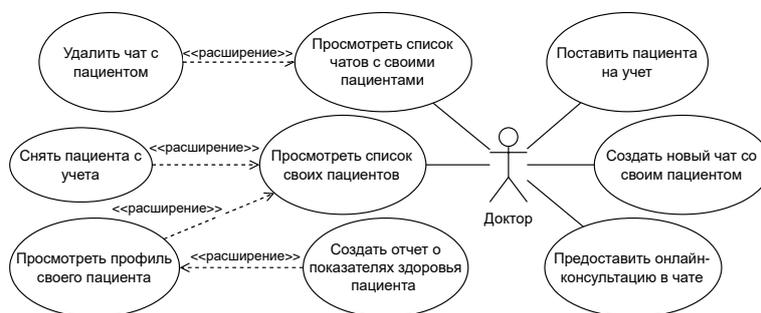


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования актора «Доктор»

Разработка мобильного приложения

Наиболее популярными мобильными операционными системами (ОС) на данный момент являются «Android» и «iOS». ОС «Android» поддерживают чуть больше 70 % мобильных устройств, а «iOS» – около 30 % [6]. В рамках данного проекта разработка осуществлялась на языке Java, так как большая часть мобильных приложений, работающих на устройствах с ОС «Android», включая смартфоны или планшеты, разрабатывается именно на этом языке программирования. Для хранения данных было решено использовать реляционную СУБД «MySQL». При разработке моделей интерфейса приложения использовался онлайн-сервис для проектирования и прототипирования «Figma».

Были разработаны эскизы интерфейса пользователя, учитывающие функциональные требования и архитектуру мобильного приложения. На рисунках 3а и 3б представлены страницы «Уровень глюкозы» и «Рацион» пользователя «Пациент», предоставляющие наиболее важные функции самоконтроля уровня гликемии и расчета количества хлебных единиц. На рисунке 3в показана страница «Пациенты» пользователя «Доктор», на которой отображается список его пациентов с информацией, состоящей из ФИО, диагноза, среднего значения уровня сахара в крови за текущий день и отклонений от нормы для данного пациента с цветовой индикацией.

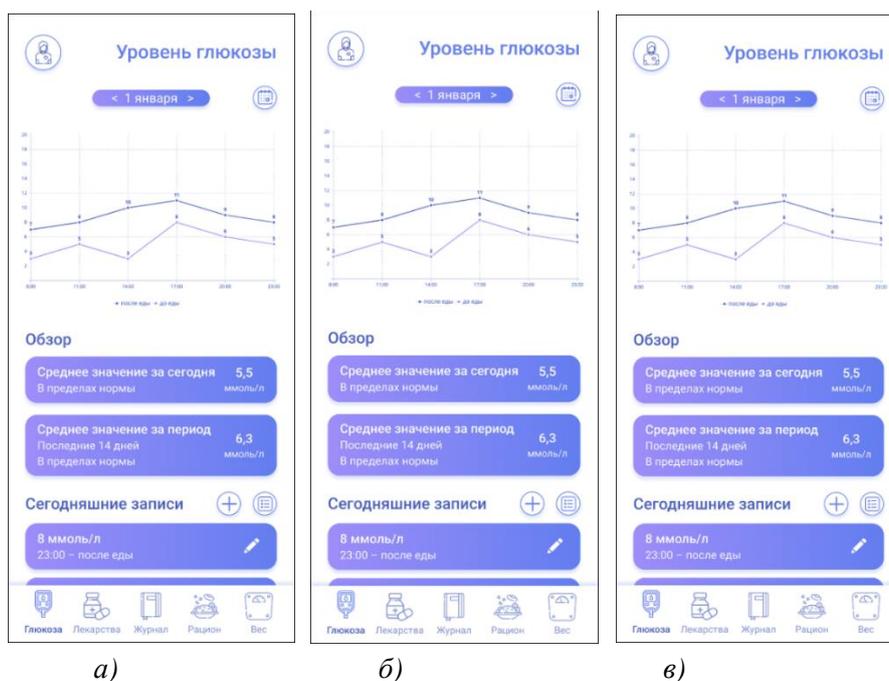


Рис. 3. Модели интерфейса пользователя

Заключение

В результате выполнения работы на этапе технического проектирования были сформулированы требования к системе, определены варианты использования с их описанием, спроектирована архитектура мобильного приложения: выявлены компоненты системы и основные программные классы, определена структура базы данных, а также спроектирован макет интерфейса пользователя.

В процессе заключительного этапа были заполнены таблицы-справочники баз данных, а также разработано мобильное приложение для устройств на базе ОС «Android», предоставляющее различные функции для нескольких типов пользователей, а именно: были реализованы регистрация и авторизация пользователей, тестирование для оценки риска развития СД 2-го типа, учет и анализ показателей уровня гликемии, сведений о рационе, а также данных о весе пациента, создание им расписания приема лекарственных препаратов, мониторинг пациентов посредством предоставления докторам доступа к сведениям о здоровье пациента (с его разрешения), обеспечение онлайн-консультаций между врачом и его пациентом посредством чата, а также создание отчета о параметрах здоровья пациента.

Список использованных источников

1. «Федеральный регистр больных сахарным диабетом»: Количество пациентов в режиме «онлайн» [Электронный ресурс]. – URL: <https://sd.diaregistry.ru/> (дата обращения 13.02.2023).
2. «ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора»: Оцените свой риск развития сахарного диабета [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cmd-online.ru/stopdiabet/> (дата обращения 14.02.2023).
3. Самоконтроль гликемии у больных сахарным диабетом 2 типа с позиций доказательной медицины / В.Д. Закиев, В.Р. Мустафина. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.medicalherald.ru/jour/article/view/1502/868> (дата обращения 12.02.2023).
4. Самоконтроль гликемии – основа эффективного лечения сахарного диабета / А.Ю. Майоров, О.Г. Мельникова, Ю.И. Филиппов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://umedp.ru/upload/iblock/347/34765122d92a6918b73296ffa114608.pdf> (дата обращения 12.02.2023).
5. «Википедия»: FINDRISC [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FINDRISC> (дата обращения 13.02.2023).
6. «Statcounter»: Mobile Operating System Market Share Worldwide [Электронный ресурс]. – URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide> (дата обращения 12.02.2023).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Марцияш Д.А.¹, Дорофеев В.А.²

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, зр. 8К14, e-mail: dam53@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: dva@tpu.ru

Введение

В настоящее время большинство людей всё меньше занимаются физической активностью. Это результат замены физического труда интеллектуальным и развития технологий. По данным Всемирной организации здравоохранения более четверти взрослых людей ведут малоактивный образ жизни. Это становится причиной ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, онкологических заболеваний. Кроме того, из-за недостатка физической активности на 20-30% возрастает риск смертности [1].

В связи с этим важно следить за своим образом жизни и уделять время различным физическим активностям, как например: бег, ходьба, езда на велосипеде, плавание и другие виды занятия спортом. При этом может возникнуть необходимость отслеживать свою активность и её влияние на состояние организма. Ведение учёта в бумажном виде нецелесообразно, поскольку требует места для хранения записей, такую информацию сложно обрабатывать, да и в нужный момент подобного журнала может и не оказаться под рукой. Однако в наше время смартфон – это неотъемлемая часть жизни человека, который всегда с собой. Поэтому более предпочтительным вариантом было бы ведение таких записей именно на смартфоне.

Целью данной работы является разработка приложения для учёта занятий спортом для смартфонов по управлению операционной системы Android.

Приложение

Разработка приложения осуществляется на языке программирования Kotlin в среде Android Studio [2, 3]. В настоящее время реализованы три раздела: статистика, журнал, пользователь (рис. 1).

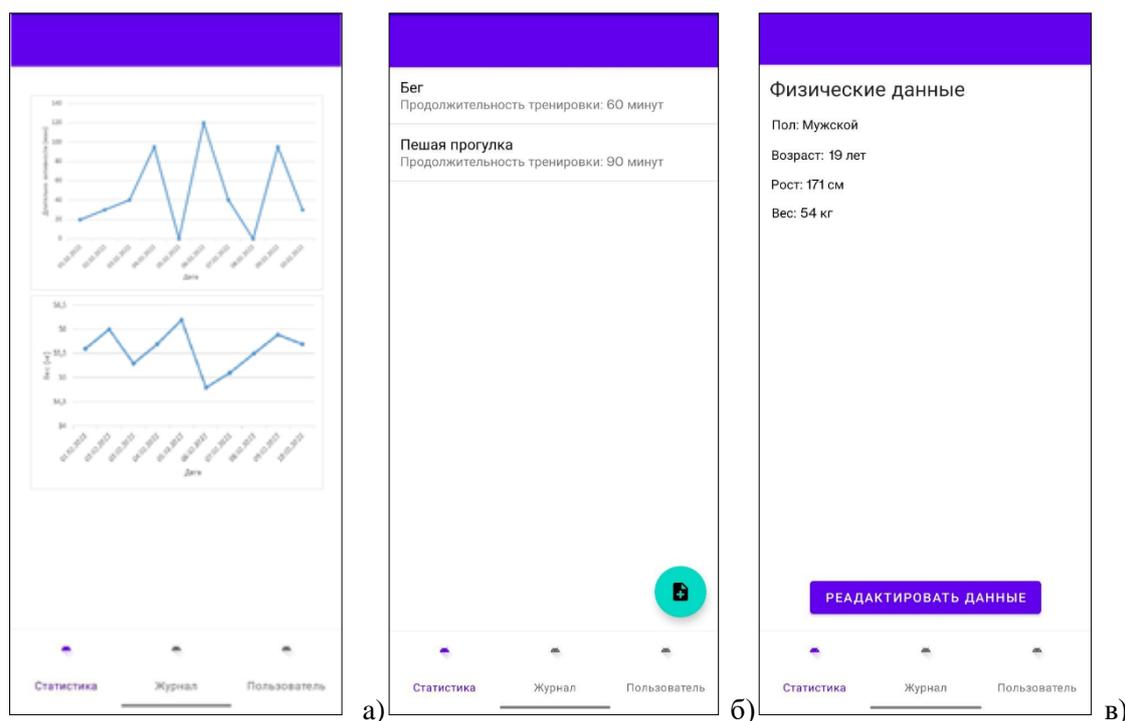


Рис. 1. Разделы приложения:

а) раздел «Статистика»; б) раздел «Журнал»; в) раздел «Пользователь»

Раздел «Статистика», который на настоящем этапе разработки представлен лишь макетом, предназначен для отображения графиков активности, прогресса в достижении поставленных целей (посто-

яństwo тренировок, снижение веса, нормализация параметров здоровья). В этом разделе будет отображаться значение ИМТ (индекс массы тела), а также рекомендуемое значение потребления калорий, рассчитанное по формуле Миффлина – Сан-Жеора [4, 5].

Раздел «Журнал» отображает записи о физических активностях: тип активности и её продолжительность. Также на этом фрагменте предусмотрена кнопка для добавления записи, при нажатии на которую открывается новое окно, в которое и заносятся данные. Также при нажатии на элемент списка, открывается окно для редактирования или удаления записи. Возможна доработка программы для внесения и отслеживания других показателей здоровья, получаемых, например, в результате сдачи крови на анализ. Это позволит отслеживать взаимосвязь занятий спортом и изменения показателей.

Раздел «Пользователь» отображает информацию о пользователе: пол, рост, вес, возраст. Также присутствует кнопка, которая открывает окно для редактирования данных о пользователе (рис. 2). Эти данные используются для расчёта рекомендуемых калорий, а также индекса массы тела.

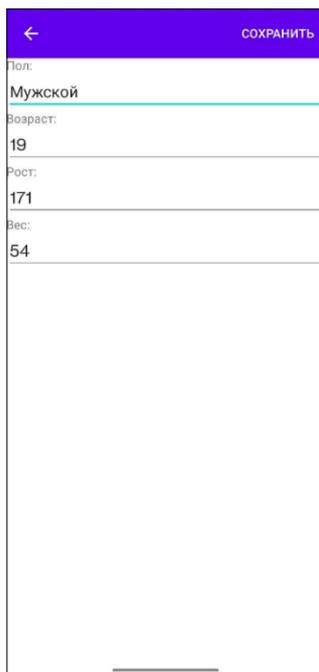


Рис. 2. Activity для редактирования данных о пользователе

Заключение

Разработка приложения находится в активной фазе: планируется дополнение его функционала возможностью автоматического распознавания и записи двигательных активностей с помощью GPS, расчёта энергетических затрат человека во время физических нагрузок, а также составление рекомендаций на основе имеющейся информации о пользователе.

Список использованных источников

1. Физическая активность. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> (дата обращения 11.02.2023).
2. Kotlin. [Электронный ресурс]. – URL: <https://kotlinlang.org> (дата обращения 12.02.2023).
3. Android Studio. [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.android.com/studio> (дата обращения 12.02.2023).
4. Количество калорий по дням. [Электронный ресурс]. – URL: <https://wpcalc.com/kolichestvo-kalorij-po-dnyam/> (дата обращения 12.02.2023)
5. Как рассчитать свой ИМТ (индекс массы тела). [Электронный ресурс]. – URL: <https://rd1.medgis.ru/materials/view/kak-rasschitat-svoj-indeks-massy-tela-5765> (дата обращения 12.02.2023)

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТЕЧКИ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ СОТРУДНИКА

Гончаренко Д.А.¹, Самойлов И.С.³, Жуковский О.И.²

¹ Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, АОИ, 421-М1, email: ice.post.yandex@gmail.com

² Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, АОИ, к.т.н., доц. кафедры АОИ, email: oleg.i.zhukovskii@tusur.ru

³ Томский политехнический университет, ИШИТР, 8В91, email: iss32@tpu.ru

Введение

Безопасность данных стала важнейшей проблемой в современном цифровом мире, поскольку несанкционированное раскрытие конфиденциальной информации может иметь очень серьезные последствия. Проблема утечки данных является сложной и требует комплексного подхода, сочетающего технические, организационные и человеческие элементы для обеспечения сохранности и безопасного доступа к информации. Существует множество различных подходов, которые компании могут применять для снижения риска утечки данных. В данной работе представлена реализация программного продукта (далее - ПП), который позволяет автоматизировать процесс сбора, обработки и хранения данных о производимых операциях при взаимодействии сотрудника с персональным компьютером (далее - ПК).

Анализ области

Утечки данных — это инциденты, при которых конфиденциальная информация раскрывается лицам, не имеющим права доступа к данной информации. Последствия могут варьироваться в зависимости от типа информации и того, какие возможности ее использование предоставляет злоумышленникам [1]. Попадание информации к злоумышленникам, или предоставление ее в публичный доступ, могут привести к потере репутации, юридическим издержкам, финансовым потерям и раскрытию личной информации.

Согласно полученным данным от федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (далее - РКН), за 2022 год произошло около 150 крупных утечек [2]. Только за январь 2023 года произошло несколько крупных утечек, таких как утечка персональных данных у компаний 1С, Mail.Ru Group, Спортмастер. Был опубликован исходный код различных сервисов у Яндекс в размере 44,7 Гбайт [3]. По статистике, в большинстве случаев утечка информации происходит по вине самих сотрудников организации. На рисунке 1 продемонстрирована мировая статистика по виновникам в утечке информации [4].



Рис. 1. Статистика в процентном соотношении по виновникам в утечки информации

Основываясь на имеющейся статистике, можно сделать вывод, что большая часть утечки информации приходится на руководителя и сотрудников компании и данный показатель за три года вырос. Данный тренд означает необходимость средств мониторинга сотрудников для обеспечения безопасности данных.

Проблема утечек данных в организационной среде требует программных решений. Перед началом разработки ПП был определен подход и проанализирован функционал в уже существующих средствах мониторинга. Анализ на основе более десяти решений показал, что основная масса решений работает только на операционной системе (далее - ОС) Windows. В качестве подхода используется подписка на хуки (Hook) на основе Win32 API. Когда в системе происходит событие, то информацию об этом получает программа. В качестве функционала в большинстве случаев был выделен мониторинг, логирование, скриншоты экрана, запись микрофона и генерация отчетов. Из всех рассмотренных решений, только одно решение было от отечественной компании.

Разработка

На основе анализа были выявлены основные требования к функционалу нового ПП, которые использовались в данной разработке. Основой функционала является поддержка операционных систем Windows, Linux и macOS, генерация отчетов и выгрузка данных в различных форматах, получение данных в режиме реального времени, шифрование, обработка сочетаний клавиш и получение сообщений о несанкционированном доступе.

Основой реализации являются языки программирования C++ в связке CMake и JavaScript на платформе Node.js, а в качестве СУБД используется MongoDB. Получение статистики и отчетов, как сотрудник взаимодействует с ПК в течение определенного периода, реализовано в приложении настольной и веб-версии. На рисунке 2 показан графический интерфейс веб-версии.

Id	Name	NameProcess	PathProcess	Shift	CapsLock	Lang
68	D	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033
68	D	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033
68	D	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033
65	A	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033
65	A	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033
65	A	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe	■	■	1033

Id	Name	NameProcess	PathProcess
WM_LBUTTONDOWN	LeftMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_LBUTTONDOWN	LeftMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_LBUTTONDOWN	LeftMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_RBUTTONDOWN	RightMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_RBUTTONDOWN	RightMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_LBUTTONDOWN	LeftMouseDown	Error	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_LBUTTONDOWN	LeftMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe
WM_RBUTTONDOWN	RightMouseDown	Сообщения - Firefox Developer Edition	C:\Program Files\Firefox Developer Edition\firefox.exe

Рис. 2. Графический интерфейс веб-версии

Для работы с базой данных и генерации различных отчетов был реализован сервер, который обрабатывает запросы по протоколу связи WebSocket (далее - WS) и TCP. Получение данных о действиях

пользователя обеспечивает программа, работающая в фоновом режиме без графического интерфейса. В зависимости от ОС по-разному выполняется обработка событий, результаты которой далее передаются в функцию для отправки данных к серверу для сохранения в БД по WS. Реализована отправка сообщений на почту или в мессенджер Telegram. Система поддерживает получение экстренных оповещений с информацией о запуске сторонних программ, подключении неизвестных сторонних устройств, запуске компьютера сотрудника, который отсутствует в данный момент и иных случаях потенциально несанкционированного доступа. Реализованный функционал по мониторингу в реальном времени позволяет оперативно и эффективно реагировать на возникающие проблемы корпоративной безопасности.

Заключение

Результатом данной работы является один из вариантов решения проблемы утечки корпоративных данных с помощью системы мониторинга сотрудников, основанное на технологии логирования действий сотрудника на конкретном ПК. Представленное в данной работе программное решение, реализованное в виде законченного ПП, позволяет снизить риск утечки информации т.к. система экстренного оповещения позволит службе безопасности компании реагировать гораздо быстрее. Также ПП позволит уменьшить сроки на расследование инцидентов в случае, если утечка информации всё-таки была совершена. Дополнительно стоит отметить, что данный продукт позволит произвести импортозамещение т.к. ранее было сказано, что аналоги данного продукта в основном являются зарубежными.

Список использованных источников

1. Что такое «утечка данных» и как предотвратить эту угрозу. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/512440.php> (дата обращения 09.02.2023).
2. Роскомнадзор об утечке данных. [Электронный ресурс]. – URL: https://vk.com/rkn?fixed=1&w=wall-76229642_258370 (дата обращения 09.02.2023).
3. Утечки данных в России. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Утечки_данных_в_России (дата обращения 09.02.2023).
4. Отчёт об утечках данных за I полугодие 2022 года. [Электронный ресурс]. – URL: infowatch.ru/sites/default/files/analytics/files/otchyot-ob-utechkakh-dannykh-za-1-polugodie-2022-goda_1.pdf (дата обращения 09.02.2023).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЛОНТЁРСТВА В ТПУ

Чернова О.А.¹, Соколова В.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8К92 ОИТ ИШИТР, e-mail: oac4@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР, e-mail: veronica@tpu.ru

Введение

Приложения для «умных» телефонов в настоящее время очень популярны. По мере роста количества пользователей мобильных устройств растёт и спрос на дополнительные сервисы. Разработчики мобильных приложений постоянно расширяют сферы их применения и внедряют их в различные виды деятельности.

Волонтёрская деятельность в России за последнее десятилетие стала одной из самых актуальных и востребованных [1]. Независимо от пола, возраста, религии или профессии, всё больше и больше людей хотят стать волонтерами. Признание необходимости поддержки добровольчества как механизма наращивания человеческого капитала и социальных ресурсов отражено в программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016-2020 годы», утверждённой постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2015 года № 1493 [2].

Однако главной проблемой на сегодняшний день является отсутствие прямого доступа к информации о волонтерских «вакансиях», что объясняется неразвитостью информационных сетей (отсутствие общего информационного пространства), в результате молодые люди не знают, где могут приложить свои усилия.

Целью проекта является разработка мобильного приложения для организации волонтерства, которое будет способствовать развитию волонтерского движения в ТПУ.

Описание возможностей мобильного приложения

Волонтерские организации работают над формированием позитивного отношения к здоровому образу жизни через творческую и просветительскую деятельность. Это, прежде всего, люди неравнодушные к происходящему вокруг и всегда находящие нестандартные решения к организации и проведению акций.

Однако ИТ-инфраструктура общественных организаций ТПУ включает различные источники информации и программное обеспечение. Разрозненность информационных ресурсов и бумажный документооборот ухудшают функциональные возможности используемых технических решений, т.к. они не связаны в единую информационную систему и требуют согласования.

Мобильное приложение представляет собой единую платформу с ограниченным доступом (т.е. использование приложения возможно только для зарегистрированных пользователей студентов и сотрудников ТПУ) для трёх типов пользователей: «Администратор», «Волонтер», «Руководитель студотряда» (рис. 1). Разграничение прав доступа пользователей приложения строится по принципу «что не разрешено, запрещено». При этом в приложении не используются персональные данные, кроме корпоративной почты в домене @tpu.ru.

Использование данного приложения позволит:

- отслеживать новости и узнавать о новых мероприятиях в сфере волонтерства студентам ТПУ;
- уменьшить затраты времени на поиск информации, связанной с волонтерством в ТПУ;
- привлечь студентов ТПУ на выполнение различных общественных заданий, участие в социальных мероприятиях;
- упростить поиск волонтеров на различные работы и мероприятия, связанные с волонтерством;
- снизить затраты времени на передачу информации волонтерам;
- обеспечить «прозрачную» рейтинговую систему по отбору волонтеров.

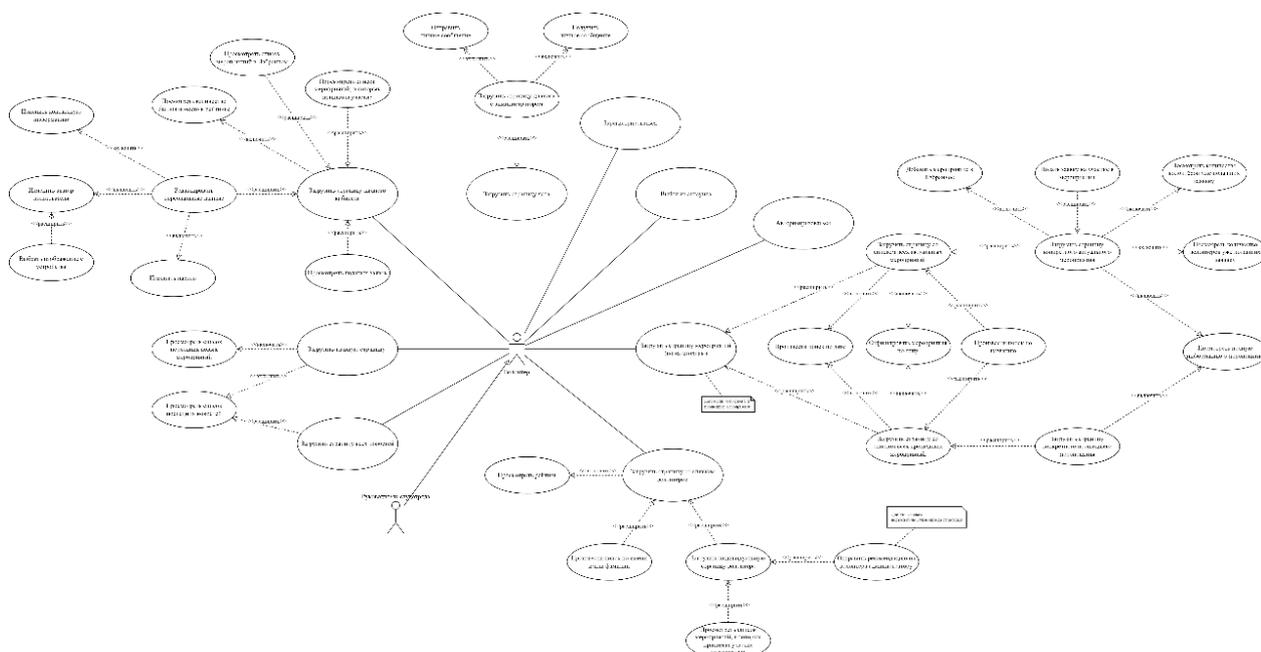


Рис. 1. Диаграмма прецедентов для пользователей «Волонтер» и «Руководитель студотряда»

Приложение представляет собой систему, включающую в себя:

1. Подсистему «Меню», предназначенную для быстрой навигации в приложении.
2. Подсистему «Регистрация пользователя в системе», предназначенную для регистрации и, в дальнейшем, авторизации пользователя в мобильном приложении.
3. Подсистему «Мониторинг новостного блока», предназначенную для предоставления в общедоступной форме сведений о новостях в ТПУ в сфере волонтерства, формируемых на основе ленты новостей с сайта ТПУ [3].
4. Подсистему «Мониторинг статистики прошедших мероприятий», предназначенную для наглядного представления отчетности по мероприятию, а, именно, просмотру списка участвовавших волонтеров и количеству баллов, полученных ими.
5. Подсистему «Обеспечение ведения цифровой рейтинговой базы студентов-волонтеров», предназначенную для формирования «прозрачной» системы отбора волонтеров для мероприятий.
6. Подсистему «Мониторинг предстоящих мероприятий», предназначенную для поиска и ознакомления с мероприятиями, в которых можно принять участие.
7. Подсистему «Обеспечение отправления и получения заявок», являющуюся основным шагом для принятия участия в мероприятии (заявка может быть одобрена или не одобрена администратором).
8. Подсистему «Личный кабинет», предназначенную для просмотра и редактирования личной информации, изменения настроек приложения.
9. Подсистему «Обеспечение отправления и получения сообщений», предназначенную для обеспечения коммуникациями между пользователями.

Результаты разработки

Для осуществления данной идеи было спроектировано мобильное приложение для устройств с ОС «Android» в среде «Android Studio» на языке Java ввиду того, что данная платформа позволит реализовать весь необходимый функционал для мобильного приложения.

Интерфейс мобильного приложения позволяет пользователю менять цвет темы приложения, а элементы дизайна мобильного приложения разрабатывались в стилистике ТПУ (рис. 2).

В приложении пользователь может просмотреть новости, связанные с волонтерством, список актуальных мероприятий, для участия в которых нужно подать заявку. Также пользователь может просмотреть список зарегистрированных волонтеров, отображаемых по умолчанию в порядке убывания количества полученных баллов (пользователь «Руководитель студотряда» также может отправить

пользователю «Администратор» рекомендацию на волонтера для упрощения процесса отбора кандидатов). Рейтинговая система является прозрачной (каждый участник может увидеть все баллы других волонтеров и посмотреть за какие именно мероприятия они были получены). Более того в приложении есть возможность просмотреть список уже завершенных мероприятий – это способствует формированию статистики мероприятий. Каждый пользователь также может изменить свои данные (пароль, аватар пользователя) и настройки приложения в личном кабинете, посмотреть количество своих баллов и место в рейтинге, а также список мероприятий в избранном и мероприятий, в которых пользователь принимал участие.

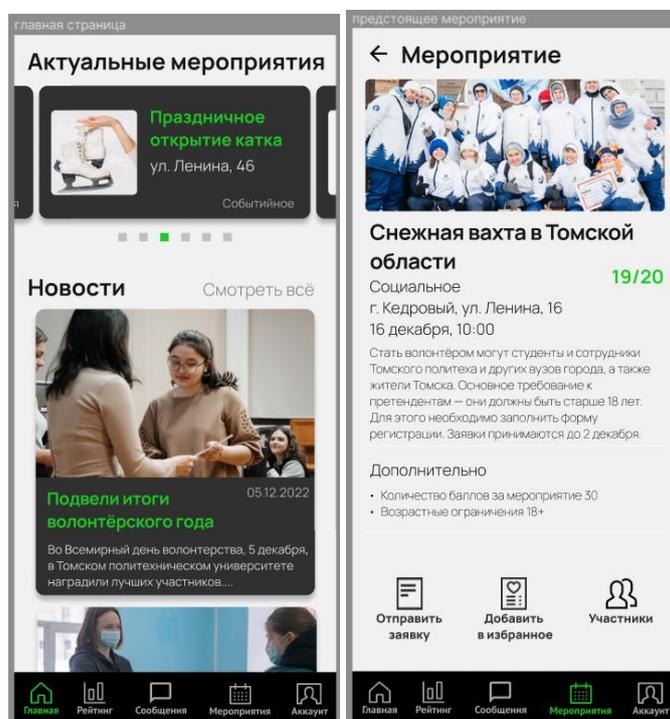


Рис. 2. Интерфейс мобильного приложения

Заключение

В ходе выполнения работы было спроектировано и разработано мобильное приложение, позволяющее автоматизировать работу организации волонтерства в ТПУ, а именно, реализована возможность подачи и обработки заявки на участие в мероприятии, отправление и получение сообщений между пользователями, «прозрачная» рейтинговая система и функционал для оценивания участия волонтеров в мероприятиях. А также спроектирована база данных для хранения необходимых данных, которые отображаются, создаются и редактируются в мобильном приложении.

Внедрение данного мобильного приложения позволит автоматизировать процессы проведения социально-значимых мероприятий, обеспечит информирование широкого круга пользователей актуальной информацией о текущих событиях, а также развить волонтерское движение в ТПУ.

Список использованных источников

1. ТАСС/История волонтерского движения в России [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/info/5870697>.
2. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов/ Постановление от 30 декабря 2015 года о государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016-2020 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420327349>.
3. Служба новостей | Волонтеры [Электронный ресурс]. URL: <https://news.tpu.ru/news/?tag=volontery>.
4. ПМЭФ'23 Петербургский международный экономический форум/ Волонтерство как потенциал развития здорового общества [Электронный ресурс]. URL: <https://forumspb.com/news/news/volonterstvo-kak-potentsial-razvitiya-zdorovogo-obschestva/>.
5. Профгид/ Что такое волонтерство и кто такие волонтеры [Электронный ресурс]. URL: <https://www.profguide.io/article/chto-takoe-volonterstvo-i-kto-takie-volontery.html>.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРИЮТА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Чудакова Я.В.¹, Соколова В.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8К92 ОИТ ИШИТР, e-mail: yvc7@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР, e-mail: veronica@tpu.ru

Введение

В настоящее время использование мобильных приложений не только расширяет функционал телефона, но и помогает человеку достичь максимального комфорта в некоторых сферах деятельности. В частности, для решения задачи автоматизации работы приюта для животных можно использовать мобильное приложение.

За последние 25-30 лет ситуация с бездомными животными в России сильно обострилась [1]. В крупных городах их количество удвоилось и, по разным оценкам, составляет от нескольких до десятков тысяч особей. Одной из причин, по которым число бездомных животных растет, стала недостаточная организация работы приютов для животных, которым достаточно трудно вести учет поступающих в них животных. Часто население городов недостаточно хорошо осведомлено о работе подобных организаций, вследствие чего число питомцев в приюте только увеличивается, а вот находят дом из них лишь единицы [2]. Помимо этого, финансирование приютов часто основывается только на сборах пожертвований от неравнодушных граждан и средств самих работников приюта.

Цель проекта – разработка мобильного приложения для автоматизации работы персонала приюта для животных и обеспечения пожертвований.

Функциональные требования

Данное приложение выполняет следующие функции:

- автоматизация процессов управления деятельностью приюта для животных,
- обеспечение просмотра питомцев, находящихся на попечении организации,
- просмотр последних новостей приюта,
- просмотр финансовых и организационных отчетов,
- поддержка осуществления пожертвований на содержание приюта.

Приложение было разработано для операционной системы «Android» с помощью языка программирования Java.

Основными формами мобильного приложения являются «Главная страница» и «Животные» (рис. 1-2). На данных страницах представлена актуальная информация о деятельности приюта и обеспечена возможность перехода в «Личный кабинет» пользователя.

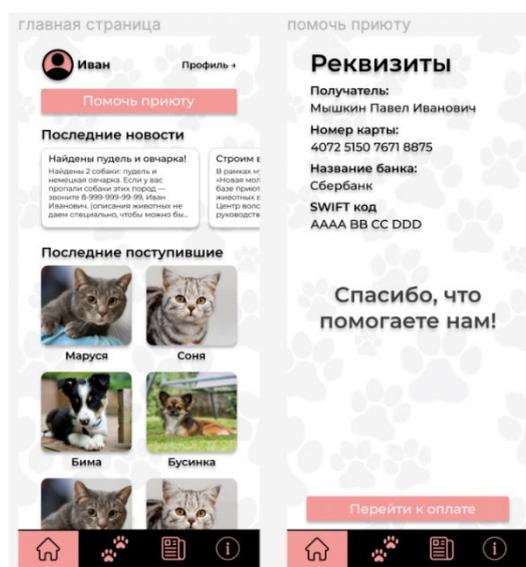


Рис. 1. Интерфейс страниц «Главная» и «Реквизиты»

На «Главной странице» отображены последние новости и недавно поступившие питомцы. После выбора питомца или новости происходит перенаправление пользователя на соответствующую страницу. Также на странице находится кнопка «Помочь приюту», при нажатии на которую пользователю открывается страница с реквизитами организации.

Страница с банковскими данными организации содержит информацию о номере счета для пользователей российских банков, а также SWIFT-код [3] для людей, желающих воспользоваться международным переводом. SWIFT обладает низким тарифом по транзакции, что делает такой способ перевода наиболее удобным для пользователей.



Рис. 2. Интерфейс страницы «Животные» и карточка питомца

На странице «Животные» можно отфильтровать находящихся в приюте животных как «Ищущие дом» или «Требующие финансирования». Блок содержит сто питомцев, поэтому, при достижении конца списка, будет показана кнопка «Загрузить еще», которая подгрузит данные о других животных. При нажатии на изображение открывается карточка животного, в которой находятся фотографии питомца, его имя и возраст, а также информация о его прививках и заболеваниях и общая характеристика. В нижней части карточки расположена кнопка «Поддержать», при нажатии на которую система перенаправляет пользователя на страницу с реквизитами для банковского перевода.

Заключение

Разработано мобильное приложение, помогающее организовать и автоматизировать работу приюта для животных, а также позволяющее неравнодушным жителям города интересоваться и помогать этой организации. Данное приложение будет очень востребовано среди различных подобных организаций, поскольку автоматизирует процесс учета животных, позволяет сформировать различные виды отчетов и информировать население о деятельности приюта. Внедрение этого приложения позволит улучшить жизнь окружающих нас животных.

Список использованных источников

1. Старт в науке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://school-science.ru/9/23/44087>, свободный (дата обращения: 14.02.2023).
2. Ветеринария и жизнь | Минстрой определил максимальное количество животных в приюте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vetandlife.ru/sobytiya/minstroj-opredelil-maksimalnoe-kolichestvo-zhivotnyh-v-priyute/>, свободный (дата обращения: 14.02.2023).
3. РИА Новости | Система SWIFT: что это такое, зачем нужна и как работает в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20220322/swift-1779501337.html>, свободный (дата обращения: 14.02.2023).

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ

Ковалёв Д.Е.¹, Попов В.Н.², Волков Ю.В.³

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, 8ВМ21, e-mail: dek17@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент

³ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, зам. директора по научной работе

Введение

Экосистема играет жизненно важную роль в выживании и благополучии всех живых организмов на Земле. Ее качество напрямую влияет на доступность ресурсов, биоразнообразие и регулирование климата. Для поддержания баланса и устойчивости экосистемы важно понимать ее плодородие и факторы, влияющие на него. Поэтому задача вычисления биологической продуктивности экосистем является актуальной, а для ее решения требуется разработка алгоритмов и программных средств для расчета и визуализации биологической продуктивности [1].

Целью данной работы является разработка web-приложения для вычисления биологической продуктивности экосистем.

Метод расчета биологической продуктивности

Продуктивность экосистем отражает способность продуцентов накапливать солнечную энергию в виде органического вещества в соответствии с ландшафтно-гидролого-климатическими условиями местообитания. Биопродуктивность в сочетании с социально-экономическими факторами определяет экологическую емкость территории. Пространственное моделирование биопродуктивности природных экосистем создает основу для количественной оценки потенциального поглощения CO₂, что в настоящее время считается наиболее актуальной экологической задачей.

Многочисленными исследованиями выявлено, что взаимосвязи характеристик растительного покрова и данных дистанционных измерений носят локальный характер. Это обусловлено пространственной изменчивостью спектрально-отражательных характеристик растительного покрова, что затрудняет спутниковое картографирование растительности больших территорий. Для решения этой проблемы используются современные методы классификации с обучением, но и такие подходы неэффективны в случае, если разные классы, находящиеся в удаленных друг от друга регионах, имеют схожие спектрально-отражательные характеристики.

Проблема распространения биоценозов рассматривается с точки зрения моделирования геопотенциала биотопов. В представленном алгоритме (рис. 1) моделируется потенциальное распространение биоценозов, отражающее внутренний аттрактор развития биоценозов, обусловленный локальными гидроклиматическими условиями произрастания [2].

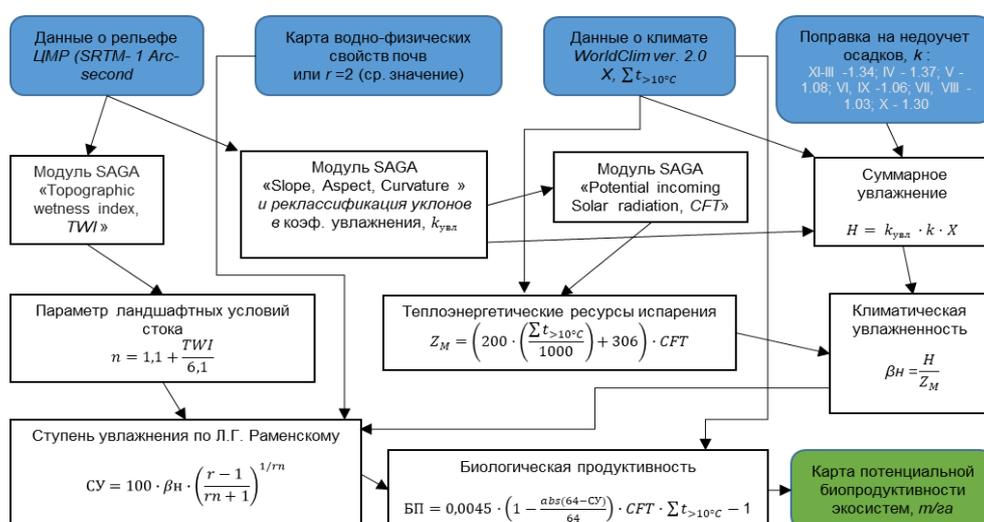


Рис. 1. Алгоритм вычисления биологической продуктивности

Алгоритм вычисления биологической продуктивности

В разработанном приложении использовались не основные входные данные, а их производные, а именно данные коэффициента инсоляции (CFT), параметра ландшафтных условий стока воды (n), суммарного увлажнения (H), и суммы температур воздуха выше 10 °C ($\Sigma t_{>10^{\circ}\text{C}}$). Входными данными являются растровые карты, описывающие один из параметров.

В итоге расчет параметра биологической продуктивности (БП) сводится к последовательному вычислению функций. Упрощенный алгоритм расчета представлен на рис. 2.

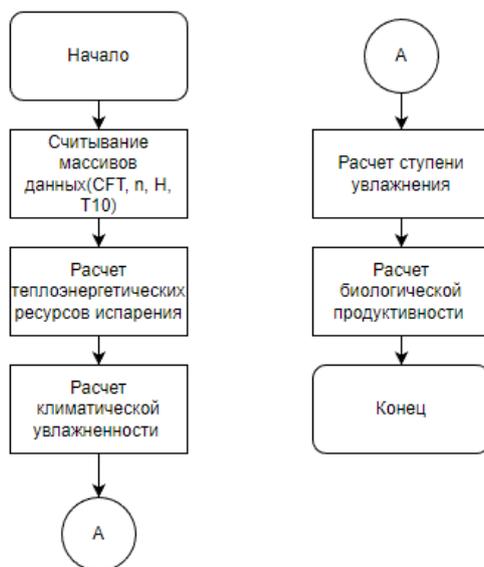


Рис. 2. Упрощенный алгоритм расчета биологической продуктивности

Также приложение позволяет рассчитывать такие параметры как степень увлажнения, климатическая увлажненность и теплоэнергетические ресурсы испарения.

Web-приложение для вычисления биологической продуктивности

В Web-приложении биологическая продуктивность и другие параметры для наглядности представлены в виде тепловых карт. Для расчёта тепловой карты какого-либо параметра необходимо представить 4 файла формата .tif с входными массивами данных, а также указать тип тепловой карты и номер сектора.

Регионом исследования является Байкальская природная территория, включающая Иркутскую область и Республику Бурятия до 60° с.ш. Результат работы алгоритма представлен на рис. 3.

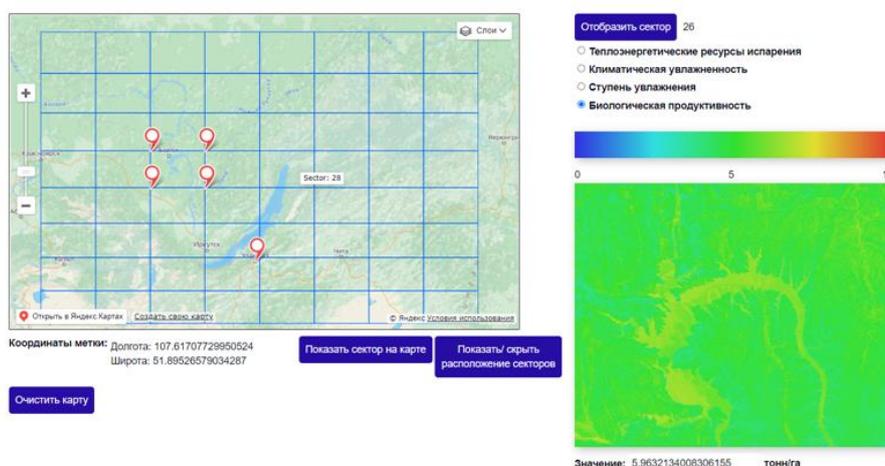


Рис. 3. Пример отображения тепловой карты

В приложении отображена Яндекс карта, на которую наложена сетка с секторами. На Яндекс карте можно отобразить координаты сектора, нажав на соответствующую кнопку, а также можно расположить дополнительную метку для определения координат. Также в интерфейсе присутствует поле для ввода номера сектора и список для выбора типа тепловой карты. Далее отображены шкала и рассчитанная тепловая карта. Нажав на конкретный участок тепловой карты, можно узнать о значении его параметра, который отображается под тепловой картой.

Web-приложение разрабатывалось на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring boot. Для отображения карты и объектов на ней использован API Яндекс.Карт.

Заключение

Результатом выполнения работы является web-приложение вычисления биологической продуктивности экосистем. Входными данными для приложения являются данные конкретного участка: рельеф, параметр водно-физических свойств почв, данные о климате. На основе этих данных приложение позволяет наглядно представить параметр биологической продуктивности, отражающий здоровье и продуктивность экосистемы, в виде тепловой карты и ее географическое положение. При этом, у пользователя есть возможность посмотреть и некоторые другие параметры, такие как теплоэнергетические ресурсы испарения, климатическую увлажненность и степень увлажнения.

Ожидается, что разработанное приложение будет применяться в экологических исследованиях. Это позволит отслеживать и оценивать плодородие различных экосистем и принимать соответствующие меры для их восстановления или улучшения, а также решать проблемы обеспечения энергоэффективного использования ландшафтных ресурсов.

Список использованных источников

1. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н.В. Лукина, А.П. Гераскина, А.В. Горнов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2020. – Т.3, №4. – С. 1-90.
2. Мониторинг продуктивности экосистем / С.Г. Копысов, А.О. Елисеев // Интеграционные проекты СО РАН. – 2022. – Вып. 48. – С. 111–116.

ТЕСТИРОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА БАЗЕ ИСТОРИЙ БОЛЕЗНИ ПАЦИЕНТОВ С РОЖИСТЫМИ ВОСПАЛЕНИЯМИ

Кушеева М.Н.

Томский политехнический университет, ИШИТР, гр. А2-36

e-mail: marykysh98@mail.ru

Введение

В настоящее время ведутся разработки и внедряются огромное количество медицинских информационных систем и систем поддержки принятия решений специально для врачей с самым разнообразным функционалом, в том числе связанных с обработкой текстовых медицинских данных. В подтверждение этому можно привести такие системы как Объединенная База Медицинских Знаний (УМКВ) [2] или Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений IASPaas [3].

Хоть автоматическая обработка текста сейчас активно внедряется, все еще существуют некоторые проблемы в применении подобных технологий непосредственно в медицинской практике. Ранее мною был разработан метод [1] определения степени тяжести заболевания, суть которого заключается в сравнении и оценке схожести двух семантических сетей, одна из которых отображает определенную степень тяжести конкретного заболевания, а вторая описывает текущее состояние пациента по данным врачебных осмотров. Семантические сети, соответственно, строятся автоматически на основе преобразованных текстовых данных.

В данной же работе представлено описание хода проведенного на реальных данных тестирования, доказывающее корректность разработанного метода оценки состояния тяжести инфекционного заболевания, где в качестве исследуемого инфекционного заболевания были приняты рожистые воспаления.

Основная часть

Рожистые воспаления – это инфекционно-аллергическая болезнь, которая затрагивает кожу и подкожную клетчатку, вызванная размножением стрептококка. В зоне риска находятся люди с низким уровнем иммунитета, ослабленные болезнями, стрессами, лечением и другими факторами. В соответствии с современной клинической классификацией по степени тяжести клинических проявлений рожистые воспаления подразделяются на 3 категории: легкая, среднетяжелая и тяжелая.

Как показывают наблюдения и исследования, легкая форма сопровождается незначительной интоксикацией, субфебрильной температурой, локализованным (эритематозным) местным процессом [4].

Среднетяжелая форма характеризуется выраженной интоксикацией, (сильная слабость, выраженная головная боль, мышечные боли, тошнота вплоть до рвоты, повышение температуры тела до 38° - 40° С, тахикардия более 100 ударов в минуту и т.д.). Местный процесс носит локализованный характер. может быть и распространенным с поражением 2-х но анатомических областей [4].

К тяжелой форме относятся случаи болезни с более выраженной интоксикацией, характеризующейся интенсивной (мучительной) головной болью, отсутствием аппетита, снижением диуреза, гипертермией 40°С и выше, иногда с развитием явлений менингизма, нарушением сознания, судорогами и т.д. Наблюдается тахикардия более 120 ударов в минуту, пульс на периферических сосудах слабый (нитевидный), частая склонность к гипотензии, а у лиц пожилого и старческого возраста возможно развитие острой сердечно-сосудистой недостаточности. К тяжелой форме также относят распространенную буллезно-геморрагическую рожу с обширными пузырями [4].

На основе представленного описания были построены следующие семантические сети, характеризующие три степени тяжести. На рисунке 1 представлен пример визуализации семантической сети для тяжелой степени.

Семантические сети, созданные в результате загрузки описания клинических характеристик в программу автоматического построения семантических сетей, имеют высокое качество, что подтверждает проведенная экспертная оценка данных сетей. Созданные файлы болезней использовались во время всех проводимых экспериментов, изменению же подвергались лишь тестовые данные пациентов.

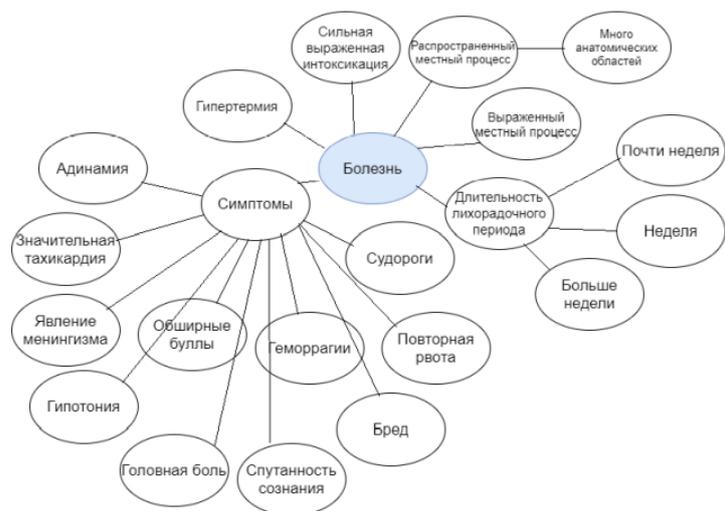


Рис. 1. Визуализация семантической сети тяжелой степени

Для проведения тестирования на корректность оценки состояния пациента была сделана выборка медицинских карт пациентов с рожистыми воспалениями. Всего было обработано и проанализировано 50 пациентов, имеющими разную возрастную категорию и степень тяжести в поставленном диагнозе.

Для наглядности на рисунках 32-34 представлены круговые диаграммы, характеризующие выборку как по половозрастному признаку, так и по кратности возникновения заболевания в процентном соотношении.

Итак, из 50 участников исследования, 27 человек из которых являются женщинами и 23 мужчинами соответственно. Из 27 человек женского пола 14 – старше 60 лет, 12 – среднего возраста и 1 – моложе 30. Из 23 представителей мужского пола 10 человек пожилого возраста, 8 среднего и 5 молодого. Дети в выборку не включались. Также было проведено распределение по кратности возникновения заболевания, которое показало, что рецидивирующий характер рожи имеют 17 человек, остальные 33 заболели впервые. Относительно степени тяжести из 50 рассмотренных случаев 38 человек имеют среднетяжелую степень тяжести, 6 человек – легкую и столько же тяжелую. Крайнетяжелая степень тяжести не встречалась.

В процессе проведения эксперимента необходимо определить процент совпадения степеней тяжести, выявленной врачом и программой. Для этого составленные семантические сети пациентов были поочередно загружены в программу.

Таким образом была построена диаграмма (рис. 2), отображающая в более наглядном формате результаты проведенного эксперимента.

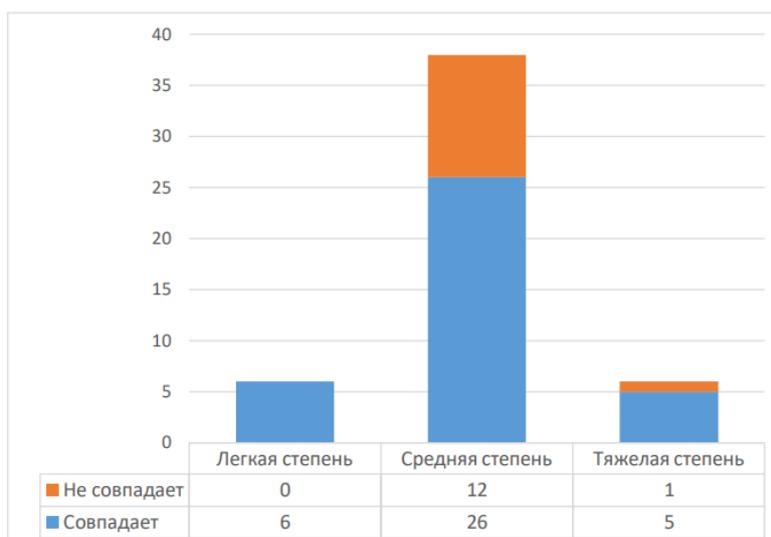


Рис. 2. Результаты эксперимента

Итак, в 50 рассмотренных случаях заявленная степень тяжести в 13 оказалась ошибочно определенной. Программа определила, что из 38 случаев, имеющих среднюю степень 12 больше подходят под критерии легкой степени тяжести, а 1 случай, заявленный как тяжелый, по рассчитанной оценке, имеет среднюю степень. Легкая степень тяжести во всех случаях была определена безошибочно. Таким образом, чувствительность для легкой степени тяжести (I) составила 100%, а специфичность 72,7%; для среднетяжелой степени (II) чувствительность равна 68,4%, специфичность – 84,6%; для тяжелой степени чувствительность есть 83,3%, специфичность – 100%. Другими словами, больные с легкой степенью всегда будут идентифицированы правильно, как и не больные тяжелой. В остальных случаях процент варьируется, но остается в достаточно высоком диапазоне.

Заключение

Однако, такой процент ошибочного определения обуславливается следующим:

– учитывая все риски, сопряженные с постановкой диагноза, лечащие врачи намеренно завышают степень тяжести, что позволяет пациенту подвергаться более тщательному лечению и защищает самого врача от случайной ошибки. В подтверждение этому можно привести тот факт, что все случаи ошибочно определенных программой состояний имеют степень тяжести ниже, чем определенные врачом;

– еще одним фактором является то, что некоторые пациенты находятся в пограничных стадиях между легкой и средней степенью тяжести. Доказательством этого можно считать то, что в некоторых рассмотренных 76 случаях сравнительные коэффициенты легкой и средней степеней отличаются на несколько тысячных долей, и при объективном осмотре лечащим врачом принимается решение о постановке более серьезной степени.

Принимая во внимание вышеупомянутые факторы, можно сделать вывод, что процент ошибок незначителен, а значит тестирование метода на корректность оценки состояния тяжести заболевания пациента можно считать успешным.

Список использованных источников

1. Кушеева М.Н. О применении метода анализа семантических сетей в определении степени тяжести заболевания / М.Н. Кушеева // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 22–26 марта 2021 г.) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – с.103-104
2. Официальный сайт УМКВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.umkb.com> - (Дата обращения: 15.01.2023)
3. Петряева М.В. Медицинские ресурсы IACRAAS для дифференциальной диагностики заболеваний желчного пузыря / М.В. Петряева, А.Я. Лифшиц, Е.А. Шалфеева // Информатика и системы управления. – 2018. – № 3(57). – с. 81-92
4. Черкасов В.Л. Рожа: клиника, диагностика, лечение. / В.Л. Черкасов, А.А. Еровиченков // РМЖ. – 2001. – № 8. – с. 4-10
5. Методические рекомендации «Особенности клиники и диагностики рожи» / Под ред д.м.н. профессора Н.Ф. Плавунова. – М.: Департамент здравоохранения города Москвы, 2017. – 33 с. 24.
6. Аюшеева Н.Н. Метод оценки качества семантической сети текста / Н.Н. Аюшеева, М.Н. Кушеева, Т.Н. Гомбожапова Т.Н // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – №11. – с. 77-81.

COMPOSITE HEALTH INDEX BASED ON HEART RATE VARIABILITY

Gurzhapov V.A.

Tomsk Polytechnic University, student, group 8IM2M, e-mail: vag43@tpu.ru

Introduction

Expert studies [1] show, that ECG signals contain information about functioning of all body systems, not only heart. At the same time each disease "modulates" ECG signal in a unique way. In this regard, it is possible to create tools that can analyze the state of health on the basis of HRV.

Electrocardiography is a widely used non-invasive method of recording electrical changes in the heart [2]. The recording, called an electrocardiogram (ECG), shows a series of waves associated with the electrical impulse that occurs during each heartbeat. The results are printed on paper or displayed on your computer screen. monitor. The waves in the normal recording are called P, Q, R, S and T.

The purpose of this paper was to write software that would provide users with the ability to analyze heart rate variability to determine a person's overall health.

Heart rate variability

Heart rate variability (HRV) analyzes the physiological phenomenon of fluctuations in the interval between consecutive heartbeats [3].

Feature extraction is one of the most important steps in the classification scheme. The Pan-Tompkins algorithm [4] can extract the QRS part of the ECG signal and extract statistical characteristics such as mean, variance and standard deviation.

The transfer function of the second-order recursive low-pass filter used in the algorithm is as follows:

$$H(z) = \frac{1 - 2z^{-6} + z^{-12}}{1 - 2z^{-1} + z^{-2}}. \quad (1)$$

The high-pass filter is defined:

$$H(z) = \frac{-1 + 32z^{-16} + z^{-32}}{1 + z^{-1}}. \quad (2)$$

The QRS complex is characterized by the steepest gradient (rate of voltage change) of the signal. Because the rate is given by a derived operator, Pan and Tompkins suggested using this operation as the basic operation for detecting the QRS complex. This procedure suppresses the P and T wave components and amplifies the QRS complex components.

Subsequent squares make the result positive and amplify the components of the QRS complex.

After applying the derivative and squaring operators, the output signal shows a large number of peaks during the QRS complex. Therefore, the smoothing process is performed using a sliding window type integral filter specified:

$$y(n) = \frac{1}{N} [x(n - (N - 1)) + x(n - (N - 2)) + \dots + x(n)], \quad (3)$$

where N is the width of the window.

The choice of the window width is based on the following considerations: if the window is too wide, the complex and the T-wave will be combined, and if the width is too small, there will be several peaks in one QRS complex.

The threshold search method adapts to the changes in the ECG signal by calculating the motion estimates of the peaks associated with the signal.

This method was chosen for the project because the definition of the QRS complex is very accurate and easy to implement.

The index of activity of regulatory system

In order to display the level of health in the project, the PARS (activity index of regulatory systems) method was used [5]. These indices are calculated in coefficients according to a unique set of rules, which takes into account the facts of statistical signs, histogram signs and spectral evaluation of cardio-intervals. PARS was proposed in the early 80's (Baevsky R.M. (1964)) and proved to be very effective in assessing the adaptive abilities of the organism.

PARS values are presented in the form of ranking from 1 to 10. On the basis of the evaluation of PARS values, the following practical states can be diagnosed:

- state of optimum regulatory system anxiety necessary to maintain a stable body-environment balance (PARS = 1-2);
- state of moderate anxiety about the regulatory device, while the structure desires further practical reserve to adapt to environmental conditions. This state occurs within the method of adapting to work, accompanied by intellectual pressure, or under the influence of environmental hazards (PARS = 3-4);
- level of perceived regulatory system anxiety associated with active mobilization of defense mechanisms, which include increased sympathetic and pituitary-adrenal system activity (PARS = 5-6);
- state of inordinate regulatory system anxiety, characterized by loss of protective and adaptive mechanisms, lack of ability of the body to adequately respond to environmental factors. At the same time, inordinate activation of the regulatory device is now not supported by the corresponding practical reserve (PARS = 7-8);
- state of depletion (malaise) of the regulatory mechanism, in which the efficiency of the regulatory mechanism decreases (lack of regulatory mechanisms), characteristic symptoms and symptoms of pathology appear. Here, positive modifications are absolutely successful compared to non-unique ones (PARS = 9-10).

The calculation of PARS is performed step by step using a set of rules that takes into account the next 5 criteria:

- total effect of regulation by pulse rate (HR);
- total change in regulatory mechanisms through the same old deviation - SD (or through total spectrum energy - TP);
- autonomic stability according to a hard and fast set of signs: In, RMSSD, HF, IC;
- activity of the vasomotor center, which regulates vascular tone, according to the energy of the first-order gradual waves (LF) spectrum;
- activity of the cardiovascular subcortical nerve of the middle or suprasegmental levels of the law through the energy of the spectrum of gradual waves of the second order (VLF).

To fully assess the parameters of coronary heart disease variability, R. M. Baevsky proposed a method of calculating the efficiency index of regulatory systems (PARS) in accordance with 5 criteria.

The criteria for evaluation of individual states and characteristics of cardiac rhythm regulation system according to its mathematical analysis are presented below [6] (table 1).

Table 1

Criteria for evaluation of conditions and characteristics of the heart rhythm regulation system

Characteristics of the regulatory system	Criteria for their evaluation		
Cumulative effect of regulation	rNN		
+ 2 Severe tachycardia	< 0.66		
+1 Moderate tachycardia	< 0.80		
0 Normocardia	0.8...1.0		
-1 Mild bradycardia	> 1.00		
-2 Severe bradycardia	> 1.20		
Cardiac automatism	SDNN	dX	CV
+2 Stable rhythm	< 0.02	< 0.10 M	< 2.0
+1 Severe sinus arrhythmia	> 0.10	> 0.30 rNN	> 8.0
0 Moderate sinus arrhythmia	0.1 rNN...0.3 rNN		
-1 There is a moderate arrhythmia disorder	> 0.45 rNN		
-2 Severe automatic disorder	> 0.10	> 0.60 rNN	> 8.0
Autonomic homeostasis	dX	AMo	IH
+2 Significant prevalence of SNA	< 0.06	> 80	> 500
+1 Moderate prevalence of SNA	< 0.15	> 50	> 200
0 Autonomic homeostasis intact	0.15...0.3	30...50	50...200
-1 Moderate prevalence of PSNS	> 0.30	< 30	< 50
-2 Significant prevalence of PSNS	> 0.50	< 15	< 25
Stable regulation	CV		
+2 Dysregulation	< 3.0		
0 Sustained regulation	3.0...6.0		
+2 Dysregulation	> 6.0		

Subcortical nerve centers activity	VLF/TF	LF/TF	HF/TF
+2 Significant increase of PNC activity	> 70 %	> 25 %	< 5 %
+1 Moderate increase of PNC activity	> 60 %		< 20 %
0 Normal VPC activity	40...60 %		20...30 %
-1 Moderate weakening of PNC activity	< 40 %		> 30 %
-2 Significant weakening of PNC activity	< 20 %		> 40 %

The obtained values are summed up and the result is a PARS score.

Next, a simple application was developed that determines the signs of QRS complex from the incoming ECG signal and then determines PARS (Figure 1).

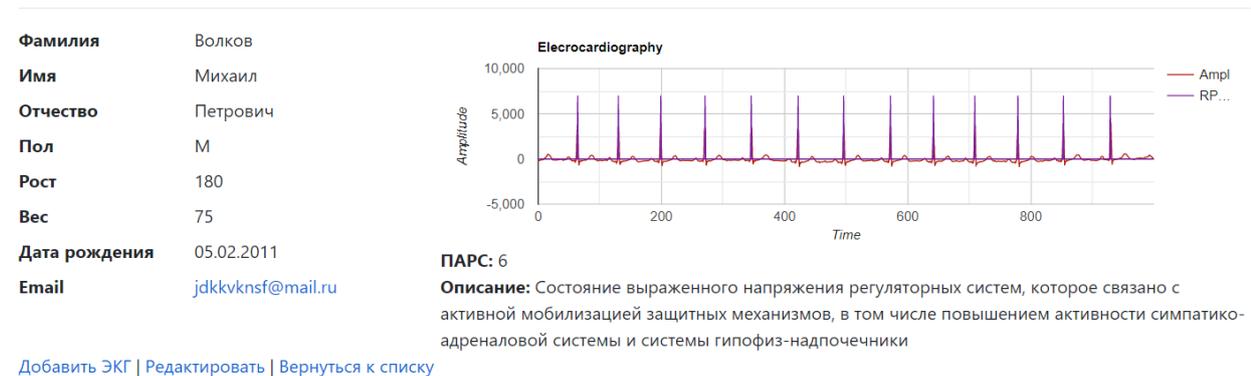


Fig. 1. Finding a fragment of a scene in a video file

Conclusion

This work was implemented as part of the graduate qualification work. The goal of determining a health index based on heart rate variability was achieved by writing an application that finds R-peaks on the output ECG signal and calculates the overall health level based on the PARS.

References

1. Baevsky R.M. Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice // Clinical informatics and telemedicine. - 2004. - № 1. - С. 54-64.
2. Menshikova I.G. Fundamentals of clinical electrocardiography [Electronic resource] // URL: <https://www.amursma.ru/> (accessed 23.05.22).
3. Baevsky R.M. Analysis of heart rhythm variability: physiological foundations and basic methods of conducting [Electronic resource] // URL: <https://cardiometry.net/media/rus/> (accessed 08.05.22).
4. J. Pan, W.J. Tompkins, A Real - Time QRS Detection Algorithm // Transactions on biomedical engineering. - 1985. С. 230 - 236.
5. Baevsky R.M. Analysis of heart rhythm variability using different electrocardiographic systems (guidelines) // Vestnik Arrhythmologii. - 2001 - BA-N24 of 02/03/2002, - P. 65.
6. Trifonova T.A., Evaluation of the adaptation state of students [Electronic resource] // URL: <http://www.vestar.ru/> (accessed 09.05.22).

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ В ПРИЛОЖЕНИИ «МОЕ ЗДОРОВЬЕ»

Коваль Д.И.

Томский политехнический университет, ИШИТР, А0-37,

e-mail: deniskoval12@gmail.com

Введение

Термин “телемедицина” объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, а также их разнообразные клинические приложения [1]. Наибольшее распространение получило интерактивное видео. В компании «Спарго технологии» реализуется приложение для проведения телемедицинских консультаций, а также различных программ поддержки пациентов для различных онкологических заболеваний. С помощью данного приложения пользователь из любой точки мира может записываться на онлайн-прием к квалифицированным врачам [2].

Телемедицинские консультации

У пользователя есть возможность авторизоваться в приложение либо просто по номеру телефона, либо через единую систему идентификации и аутентификации (ЕСИА). После этого пользователю открывается выбор записи на прием в одну из клиник партнеров, либо на онлайн-запись ко врачу, так же на главной странице приложения у пользователя есть возможность выбрать одну из программ поддержки пациентов по профилактике заболевания (рисунок 1)



Рис. 1. Основная функциональность приложения

После выбора онлайн-консультации для пользователей открывается список доступных специалистов, которые могут принять его на прием. Расписание врачей загружается из внешней системы медицинской информационной системы (МИС), которая интегрирована в наше приложение. За поддержку временных слотов отвечает клиника, в которой работает врач. После выбора интересующей нас специальности, нам открывается возможность выбрать доктора, для которых загружено полное резюме с их образованием, опытом и стажем работы, После того как выбран врач, перед нами отображается расписание с доступным временем для записи в нашем часовом поясе (рисунок 2).

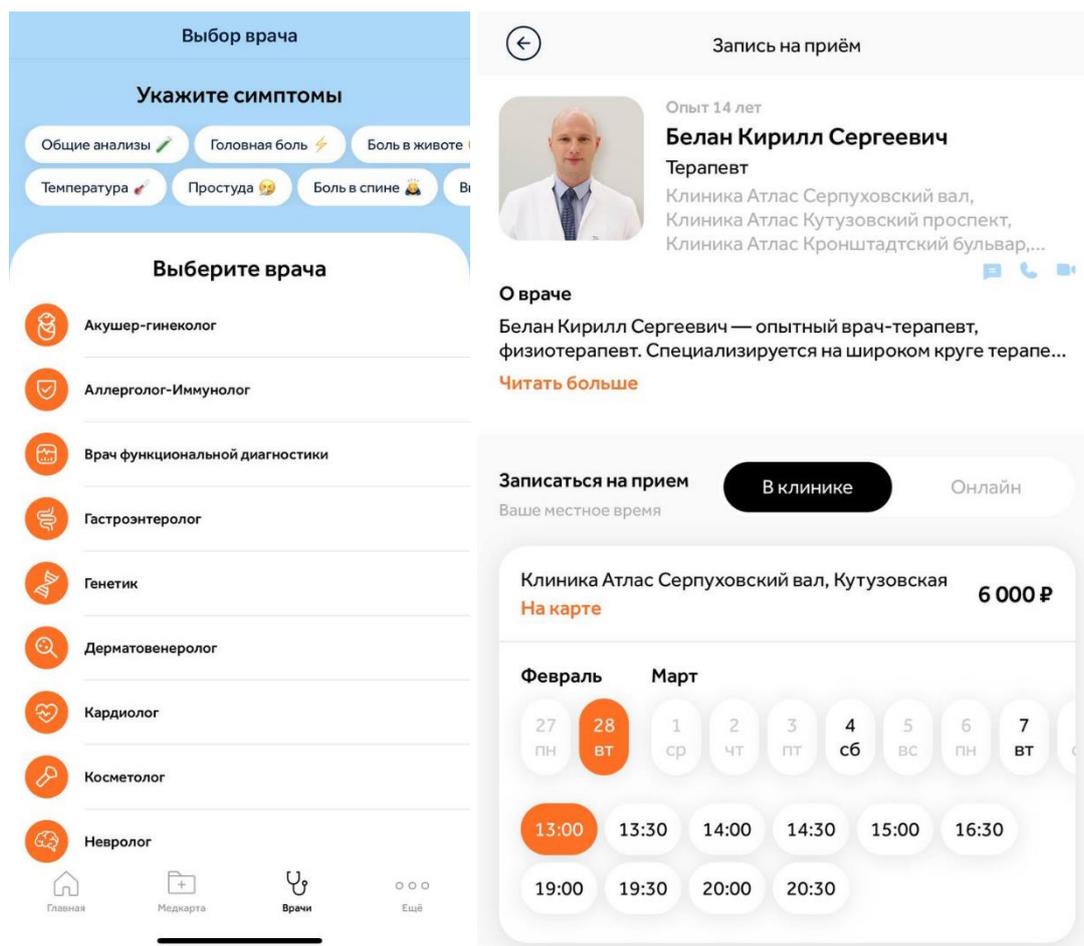


Рис. 2. Выбор специальности и карточка врача с расписанием

После успешной оплаты, мы можем увидеть нашу запись в предстоящих событиях с указанием даты и времени приема. За 15 минут до начала онлайн-консультации у пациента есть возможность задать интересующие его вопросы в чате с доктором, а когда подойдет время начала консультации, будет возможность подключиться к видеоконференции. Врач со своей стороны имеет возможность только с рабочего компьютера/ноутбука к приему. После окончания консультации доктор заполняет заключение о приеме, которой в дальнейшем пациент сможет увидеть в своей медкарте в приложении. Помимо заключений, имеет возможность загружать туда свои исторические данные с других клиник по различным анализам и диагностическим исследованиям.

Программы поддержке пациентов

Помимо функциональности видеоконференций пользователям доступны программы поддержки пациентов для диагностики и профилактики онкологических заболеваний таких как: рак молочной железы, рак легкого, рак кожи. В данных программах изначально проходит тест-самодиагностики и опрос для выявления группы заболевания пациента. Для каждой группы доступен разный функционал. У пользователя есть возможность заполнять таблетницу для приема лекарств в назначенное время, дневник самочувствия, показатели здоровья, где можно фиксировать данные о давлении, пульсе, весе и в дальнейшем наблюдать динамику на диаграмме. Для каждой категории болезни подобраны свои медицинские статьи о том как можно лечить болезнь. На рисунке 3 изображен функционал программы на примере программы рак молочной железы.

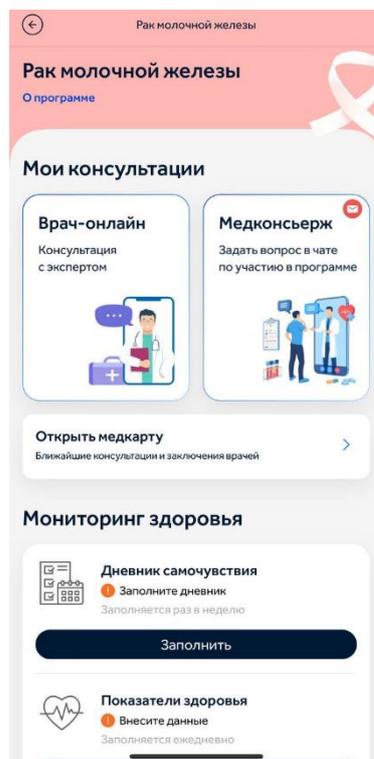


Рис. 3. Программа Рак молочной железы

Существующие аналоги на рынке телемедицинских консультаций

На данный момент рынок телемедицины очень быстро растет, т.к. первые компании, которые смогут предоставить качественные услуги, заберут себе основную часть клиентов. Сейчас для пользователей доступны следующие аналоги: Яндекс здоровье и сбер здоровье. Продукт «Мое здоровье» собирается выигрывать конкуренцию за счет сотрудничества с различными клиниками и различным набором возможностей в приложении. В данный момент компания взаимодействует с Сеченовским медицинским университетом, а с яемтакже с фармацевтической компанией Сотекс. Помимо имеющих партнеров планируется сотрудничества с другими клиниками и фармацевтическими компаниями в этом году, за счет чего приложение сможет выйти в лидеры телемедицины.[3][4][5]

Заключение

Телемедицина очень активно развивается в России, реализуются различные приложение для покупки лекарств онлайн, для проведение телемедицинских консультаций. Данный вид приема врача очень удобен для пациентов, так как человеку не требуется идти в больницу, либо если его не устраивает его местные специалисты, то может выбрать докторов из других городов.

Список использованных источников

1. Что такое телемедицина [Электронный ресурс] // URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d8e297f9a79478c40cd4369> (дата обращения 28.02.23)
2. Что такое программы поддержки пациентов [Электронный ресурс] // URL: <https://aston-health.com/ekspertiza/programmyi-podderzhki-pacientov/chto-takoe-programmyi-podderzhki-pacientov.html> (дата обращения 28.02.23)
3. Онлайн консультации с врачами [Электронный ресурс] // URL: <https://health.yandex.ru/> (дата обращения 28.02.23)
4. Сберздоровье [Электронный ресурс] // URL: <https://sberhealth.ru/> (дата обращения 28.02.23)
5. Мое здоровье [Электронный ресурс] // URL: <https://i.moscow/innovationmap/catalog/product/41375> (дата обращения 28.02.23)

СЛОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА C++ В GOLANG-СЕРВИСЕ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРА ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Тимшин В.Р.¹, Коровкин В.А.²

¹ТПУ, ИШИТР, зр. 8К03, e-mail: vrt2@tpu.ru:

²ТПУ, ИШИТР, ассистент, e-mail: alcasar@tpu.ru:

Введение

Использование виртуальной реальности в тренажерах, с одной стороны, позволяет погружать обучающихся в более реалистичную симуляцию, а с другой генерировать большую вариативность взаимодействия со средой. Один из главных недостатков устройств мобильной виртуальной реальности – повышенные требования к вычислительной мощности устройств. Клиент-серверная архитектура позволяет частично решить эту проблему с помощью переноса некоторых процессов моделирования на сторону сервера.

В качестве примера будет использован тренажер, обучающий работе с некоторой системой автоматического регулирования (далее – САР). САР может быть представлена математической моделью, которая с помощью дифференциальных уравнений описывает состояния 40 параметров в реальном времени и обновляет эти параметры 10 раз в секунду.

В большинстве случаев необходимая математическая модель уже разработана и включена в процесс обучения. Для реализации модели могут использоваться различные языки программирования, такие как R, C, C++, и сами реализации могут не подразумевать интеграции с сервисами. Так, в рассматриваемом тренажере САР для описания математической модели используется C++, а в качестве серверной части – Golang.

Описание способов решения проблемы

Можно выделить два основных подхода в решении данной проблемы при том условии, что использование нескольких языков программирование при реализации сервиса нежелательно:

- Реализовать отдельный микросервис на C++ вокруг математической модели;
- Переписать реализацию математической модели на Golang.

При выборе первого способа в системе микросервисов будет находиться сервис, реализованный на C++. Поддержка этой системы с момента включения сервиса требует постоянного наличия разработчика C++ в команде.

Выбор второго способа, с одной стороны, позволяет сохранить неизменность технологий серверной части и фиксировать изменения модели, но, с другой стороны, возникает проблема верификации работы исходной и переписанной моделей. Она может решаться модульным тестированием.

Если применение нескольких языков программирования возможно, существует возможность использования библиотеки CGO [1], позволяющей вызывать функции языка Си. Применение ключевого слова `extern` позволяет вызывать функции, определенные на C++ [2]. К недостатку использования библиотеки CGO можно отнести необходимость написания и поддержки следующего кода (Листинг 1).

```
/*
#define intgo swig_intgo
typedef void *swig_voidp;

#include <stdint.h>

typedef long long intgo;
typedef unsigned long long uintgo;

typedef struct { char *p; intgo n; } _gostring_;
```

```

typedef struct { void* array; intgo len; intgo cap; } _goslice_;

extern void _wrap_Swig_free_main_f233ffd02779d35b(uintptr_t arg1);
extern uintptr_t _wrap_Swig_malloc_main_f233ffd02779d35b(swig_intgo arg1);
extern uintptr_t _wrap_LIB_NewFoo_main_f233ffd02779d35b(swig_intgo arg1);
extern void _wrap_LIB_DestroyFoo_main_f233ffd02779d35b(uintptr_t arg1);
extern swig_intgo _wrap_LIB_FooValue_main_f233ffd02779d35b(uintptr_t arg1);
#undef intgo
*/
import "C"

import "unsafe"

////////////////////////////////////
func LIB_NewFoo(arg1 int) (_swig_ret uintptr) {
    var swig_r uintptr
    _swig_i_0 := arg1
    swig_r = (uintptr)(C._wrap_LIB_New-
Foo_main_f233ffd02779d35b(C.swig_intgo(_swig_i_0)))
    return swig_r
}

```

Листинг 1. Фрагменты программы, использующей CGO

Из приведенного листинга можно выделить две проблемы:

- Прототипы используемых функций необходимо указать в комментарии в определенном месте программы.
- Использование CGO даже в самых простых случаях требует опыта работы с библиотекой unsafe, использование которой не является хорошей практикой.

Для ускорения разработки можно воспользоваться генератором кода SWIG [3]. Пример работы генератора показан на листинге 1. Для успешной генерации кода необходимо создать файл с прототипами экспортируемых функций (Листинг 2).

```

%module main
%{
    extern void* LIB_NewFoo(int value);
    extern void LIB_DestroyFoo(void* foo);
    extern int LIB_FooValue(void* foo);
%}

extern void* LIB_NewFoo(int value);
extern void LIB_DestroyFoo(void* foo);
extern int LIB_FooValue(void* foo);

```

Листинг 2. Пример содержимого файла, необходимого SWIG для генерации

После использования данного метода при разработке сервиса для САР с математической моделью на С++ можно выделить основные недостатки использования нескольких языков программирования в одном проекте:

- Если используется SWIG, то необходимо изучить ограничение возможностей SWIG и алгоритм его применения.

- Если используется только CGO, то необходимо вручную создавать файл, «соединяющий» два языка программирования.
- Сложность проекта линейно возрастает из-за наличия дополнительного слоя абстракции между двумя языками программирования.
- Для поддержки приложения требуются разработчики со знанием обоих языков программирования.
- Код обоих языков должен предотвращать потенциальные утечки памяти, способные произойти из-за того, что каждый язык программирования обладает своей моделью управления памятью [4].

Заключение

В ходе решения задачи реализации сервиса на основе разработанной математической модели были сделаны следующие выводы:

1. Реализация необходимого функционала на целевом языке программирования – лучший вариант в большинстве случаев, поскольку:
 - 1.1. Продукт не будет усложнен управлением памятью и дополнительным слоем абстракции.
 - 1.2. В будущем не будет нужды в разработчике на отличном от целевого языке программирования;
2. Использование нескольких языков программирования в одном приложении целесообразно, если написание промежуточного слоя абстракции требует меньшего вложения ресурсов по сравнению с реализацией уже имеющихся возможностей;
3. Реализация необходимого функционала на нецелевом языке программирования целесообразно, если в будущем планируется использовать этот язык.

Выбор способа для рассматриваемого тренажера определялся следующими факторами:

- Реализация модели на C++ не использовала сторонние математические библиотеки или коллекции библиотеки std. Поскольку нет необходимости поиска библиотек с аналогичным функционалом, разработка ускоряется.
- Использование модели требует разработки системы управления ею в реальном времени. Проектирование этой системы с учетом существования дополнительного слоя абстракции займет больше времени по сравнению с проектированием системы на одном языке программирования.

Исходя из перечисленных факторов и выводов, было принято решение реализации модели на языке Golang.

Список использованных источников

1. Официальная документация по CGO [Электронный ресурс]. – URL: <https://pkg.go.dev/cmd/cgo> (дата обращения 20.01.2023).
2. Документация по C++: ключевое слово extern [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/cpp/cpp/extern-cpp?view=msvc-170> (дата обращения 26.02.2023)
3. Главная страница SWIG [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.swig.org/> (дата обращения 26.02.2023).
4. When and how to use CGO [Электронный ресурс]. – URL: <https://youtu.be/qvVyT9QjIqc> (дата обращения 20.01.2023).

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Кузнецов И.Е.

Томский политехнический университет, студент гр. 8К93, e-mail: iek7@tpu.ru

Введение

В настоящее время искусственные нейронные сети широко используются при решении самых разнообразных задач особенно там, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или вовсе невозможными [1]. Одним из таких бурно развивающихся направлений применения нейросетей является генерация изображений с помощью архитектуры GAN.

Генеративно-сопоставительная нейросеть (Generative adversarial network, GAN) — архитектура нейросети, состоящая из генератора и критика, настроенных на работу друг против друга [2].

Основной принцип GAN заключается в том, чтобы использовать хорошо обученный классификатор, дабы различать сгенерированное изображение и реальное изображение. При наличии такого классификатора, можно создать и обучить сеть-генератор, пока она не сможет производить изображения, которые могут полностью обмануть классификатор [2].

Целью моей исследовательской работы являлось создание генеративно-сопоставительной нейросети для генерации изображений грудной клетки подобно тем, что получаются с помощью компьютерного томографа. Полученные с помощью генератора изображения можно использовать для наполнения датасетов, используемых уже при обучении классифицирующих или сегментирующих нейросетей.

Описание алгоритма

Самой простой версией GAN является архитектура, состоящая из полносвязных слоев. Подобная нейросеть едва ли способна генерировать простейшие изображения, поэтому для достижения поставленной цели, были изучены и реализованы более сложные архитектуры генеративно-сопоставительных нейросетей, которые будут описаны ниже.

Deep convolutional generative adversarial network или DCGAN – это генеративно-сопоставительная нейросеть, в которой вместо полносвязных слоев используются сверточные слои. Работа сверточной нейронной сети обычно интерпретируется как переход от конкретных особенностей изображения к более абстрактным деталям. При этом сеть сама вырабатывает необходимую иерархию абстрактных признаков, фильтруя маловажные детали и выделяя существенное.

Принцип работы генератора DCGAN состоит в следующем: на вход нейросети подается n -мерный вектор, который затем проходит через несколько сверточных слоев, постепенно увеличивающих размер изображения, пока он не достигает нужного разрешения.

Дискриминатор DCGAN обладает обратной структурой, в которой сверточные слои понижают разрешение подаваемого на вход реального или сгенерированного изображения, пока на выходе после прохождения сигмоидной функции активации не получается вектор.

При обучении DCGAN в качестве функции потерь используется бинарная кросс-энтропия. Пусть $D(x)$ будет выходом дискриминатора, который представляет собой вероятность того, что x является реальным изображением, а $G(z)$ будет выходом нашего генератора. Дискриминатор аналогичен бинарному классификатору, поэтому цель дискриминатора — максимизировать функцию потерь. С другой стороны, цель генератора минимизировать шансы дискриминатора сделать правильное определение, поэтому он старается минимизировать функцию потерь. Следовательно, окончательная функция потерь будет минимаксной игрой между двумя классификаторами (1):

$$\min_G \max_D L = \log(D(x)) + \log(1 - D(G(z))) \quad (1)$$

Изображения генерируемые DCGAN после обучения хоть и повторяли силуэт грудной клетки, но при этом не отображали мелких детали и были очень расплывчатыми. Таким образом, чтобы улучшить качество создаваемых изображений была реализована продвинутая архитектура генеративно-сопоставительной нейросети под названием ProGAN.

Progressive generative adversarial network или ProGAN – это сверточная генеративно-сопоставительная сеть, получившая свое название, благодаря своему основному принципу – прогрессивному или постепенному добавлению новых сверточных блоков и обучению генератора и критика (дискриминатора) на изображениях, увеличивающегося размера [3].

Для генератора задача сразу сгенерировать изображение большого разрешения может быть достаточно сложной, поэтому было предложено обучать его постепенно. Так для начала генератор обучается создавать изображения малого разрешения, а критик распознавать их. Затем, когда генератор достаточно натренирован, мы учим его генерировать изображения большего размера и так далее вплоть до нужного разрешения.

Одно из преимуществ данного подхода это сокращенное время обучения. При прогрессивно растущих GAN большинство итераций выполняется с меньшим разрешением, и сопоставимое качество результата часто достигается в несколько раз быстрее.

Еще одним большим отличием ProGAN от DCGAN является метод обучения моделей и вид функции потерь. Пусть P_g и P_r вероятностные распределения генерируемых и реальных изображений. Для генерации реалистичных изображений нужно чтобы они были как можно более близки.

Новую функцию потерь можно представить следующим образом (2):

$$E_x(x \sim P_r) [f(x)] - E_x(x \sim P_g) [f(x)] \quad (2)$$

В левой части выражения x – это тензор, получаемый на выходе дискриминатора, который в ProGAN в официальной литературе называют критиком. В правой же части выражения x – тензор значений, который создает генератор. E означает нахождение среднего значения данных выходных сигналов.

В ходе обучения нейросети критик стремится как можно больше разделить эти значения, чтобы суметь их различать, поэтому он стремится к максимизации данного выражения. В то же время задачей генератора наоборот является свести эти значения к одному модулю, дабы обмануть критика, в связи с чем он стремится к минимизации данного выражения.

В этом принципе также заключается еще одно преимущество ProGAN перед предыдущей структурой, поскольку значение функции потерь позволяет понять успешность тренировки нейросетей. Чем эти значения в конце тренировки ближе к нулю, тем лучше генератор справляется со своей задачей.

Нейросеть в подобной конфигурации обучалась в течении 9 часов, по 30 эпох на каждое разрешение. Результат обучения можно оценить по рисункам ниже.



Рис. 1. График значений функции потерь нейросети ProGAN

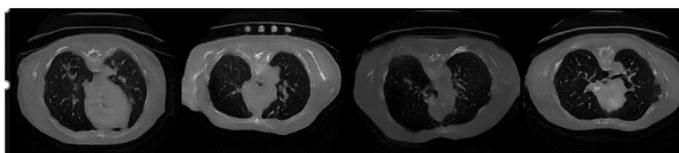


Рис. 2 Изображения, создаваемые генератором ProGAN

Как видно из рисунка 2 изменение архитектуры нейросети привело к значительному улучшению качества генерируемых изображений. Однако на получаемых таким образом изображениях все еще трудно отличать различные ткани, поскольку изображения получаются однотонными. На это есть несколько причин. Во-первых, загрузчик данных библиотеки Pytorch, с помощью которой были реализованы как сами модели генератора и критика, так построено процесс обучения, не может напрямую работать с особым форматом изображений, используемым в медицине, *dicom* (*dcm*). Поэтому для обучения описанных ранее нейросетей приходилось предварительно с помощью сторонней библиотеки конвертировать изображения из обучающей в выборке в формат PNG. Такое преобразование могло приводить к потере качества. Во-вторых, в оригинальных трансформациях библиотеки Pytorch отсутствует возможность точной настройки контраста изображений, что как раз и приводит к неразличимости мелких деталей у изображений из обучающей выборке.

Для решения описанных выше проблем была использована библиотека MONAI, спроектированная специально для решений задач машинного обучения при работе с медицинскими изображениями. Данная библиотека была использована на этапе загрузки и предварительной трансформации изображений, при этом структуры генератора и критика остались прежними. Лишь в алгоритм обучения были внесены небольшие изменения.

Поскольку строение моделей генератора и критика остались неизменными, то сам процесс обучения нейросети так же занял 9 часов. Результаты обучения представлены на рисунках 3 и 4.



Рис. 3. График значений функции потерь нейросети ProGAN_MONAI

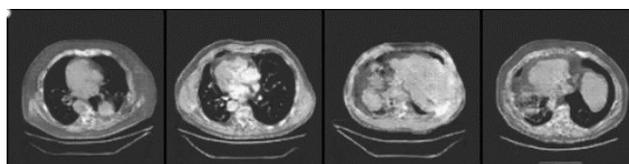


Рис. 4. Изображения, создаваемые генератором ProGAN_MONAI

При сравнении графиков на рисунках 1 и 3 явно видно, что значения функции потерь нейросети ProGAN без использования MONAI больше по модулю, а значит генератор второй версии нейросети создает более реалистичные изображения. Также, по субъективному мнению, изображения, создаваемые ProGAN с MONAI (рис. 4) получаются более детализированными по сравнению с прошлой версией (рис 2.).

Заключение

В ходе исследовательской работы было изучено и реализовано несколько архитектур генеративно-сопоставительных нейросетей, каждая со своими особенностями. Создаваемые после обучения нейросетей изображения, а также графики позволяют наглядно проследить эволюция генератора, с каждой версией создающего все более детальные и качественные изображения. Так изображения, получаемые на выходе генератора ProGAN, обученном с помощью предобработанных посредством библиотеки MONAI, являются достаточно качественными, чтобы использовать их при обучении других нейросетей.

Список использованных источников

1. Цаунит, А. Н. Перспективы развития и применения нейронных сетей / А. Н. Цаунит. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 23 (365). — С. 114-117.
2. Создаем GAN с помощью PyTorch. [Электронный ресурс]. — URL: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/569858/> (дата обращения 10.12.2022).
3. Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks. [Электронный ресурс]. — URL: <https://arxiv.org/abs/1511.06434> (дата обращения 15.01.2023).

Секция 3. Цифровой дизайн и технологии компьютерной графики

ИЗУЧЕНИЕ ВЕНДИНГОВЫХ АВТОМАТОВ И СПОСОБЫ ИХ КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ

Антонова А.А.¹, Давыдова Е.М.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91, e-mail: aaa156@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: davydova@tpu.ru*

Введение

На сегодняшний день вендинговый бизнес один из самых простых и менее трудозатратный. Вендинг достаточно популярен в мегаполисах и в любых местах большого скопления людей. Развитие торговых автоматов обусловлено модернизированием новых цифровых технологий, автоматизаций различных процессов, сенсорных технологий и других инноваций, которые позволяют данной отрасли развиваться. Люди все чаще прибегают к их использованию в связи с экономией времени. Поэтому дизайн торгового автомата важен и необходим, он должен иметь притягивающий вид, побуждающий потенциальных клиентов совершить покупку.

Целью работы является изучить вендинговые автоматы, способы их классифицирования, проанализировать системы их работы и особенности.

Актуальность вендинговых аппаратов

Вендинг — это способ продажи различных товаров и услуг при помощи автоматизированного устройства, другими словами, торгового автомата. Вендинг считается в мире как самый быстрый, удобный, доступный и не требовательный способ торговли.

Вендинговый аппарат — это автоматическое устройство с системой выдачи для торговли без участия продавца [1].

Актуальность такого бизнеса через вендинговые аппараты имеет свою статистику. Известно, что в Японии на один снековый автомат приходится около 25 человек, в Европе около 110, в США - 45. Что касается России, то на один снековый автомат приходится примерно 2500 человек.

Также на прибыльность вендингового бизнеса влияет выбранное место для размещения аппарата. Для идеального выбора следует выбирать места с большой проходимостью и большим потоком людей.

Преимущества торгового аппарата:

1. Поддержание холодной температуры. Таким образом, в автомате могут долго храниться различные продукты, которым необходим холод, так как внутри встроена холодильная камера.
2. Легкая установка и доступная аренда. Для установки торгового автомата нужна маленькая площадь, поэтому больших растрат не будет.
3. Отсутствие человеческого фактора. Автомат имеет систему, которая позволяет делать все правильно, в то время как люди могут опоздать на рабочее место, не досчитать денег, иметь плохое настроение и т.п.
4. Отсутствие больших очередей. Автомат полностью автоматизирован и имеет быстрый процесс обслуживания.
5. Торговые аппараты универсальны. В автоматах можно менять ассортимент продукции в соответствии с модой, актуальностью и т.п.
6. Быстрые сроки окупаемости и простота в ведении бизнеса.
7. Легкая транспортировка и мобильность. Местоположение торгового аппарата легко менять.
8. Длительный срок службы оборудования при правильной эксплуатации и дезинфекции.

Классификации снековых аппаратов

Торговые автоматы бывают не только снековыми, но и по другим назначениям:

1. Кофейные - продают кофе или заваривают чай.
2. Снековые – продают любые популярные пищевые товары.
3. Автоматы услуг – различные массажные кресла, зарядки для гаджетов, копировальные, фотокоски и т.д.
4. Автоматы вещей –цветоматы, почтомат, ювелирные, сувенирные и т.д.
5. Аппараты по розливу жидкостей - газировок, воды, молока и т.д.
6. Механики – механические автоматы для ремонта машин или залива бензином.

7. Киоски – самостоятельные кассы в магазинах, ресторанах быстрого питания, метро в связи с распространением платежных терминалов.

Торговые снековые автоматы классифицируют на несколько способов и групп: по товарным группам, по виду товара, по системе подачи товара, по степени готовности товара, по состоянию товара, по месту расположения, по конструктиву, по способу установки, по средствам расчета за товары [2].

Классификация по системе подачи товара имеет четыре типа:

1. Конвейерно-лифтовые – подача продукта происходит при помощи лифта. Такая система подходит для продажи хрупкой продукции.

2. Спиральные – при покупке товара, он падает вниз, где находится лоток для подачи товара. Такие автоматы очень популярны и наиболее распространены, они совершенно не подойдут для продажи хрупкой продукции.

3. Ячеечные – открывают ячейку, из которой пользователь забирает свой купленный товар. Подходят для габаритных товаров.

4. Аппарат мини-снеков – аппарат для продажи малогабаритных перекусов. Имеет маленький объем и наполнение.

Основные требования к торговым снековым автоматам

Настоящий стандарт ГОСТ Р 57621—2017. Услуги торговли. Продажа скоропортящихся пищевых продуктов через торговые автоматы устанавливает гигиенические требования, деление на зоны, которые создают правильные условия для торговли пищевыми продуктами через вендинговые автоматы [3].

Подробнее о конструктивных требованиях:

1. Необходимо избегать полостей, швов и дефектов у конструкции, это предотвратит попадание вредных микроорганизмов внутрь автомата;

2. Все поверхности должны легко обслуживаться при дезинфекции, после процедуры следует удалить все средства и растворы незамедлительно.

3. Все отдельные соединения оборудования следует делать герметичными, во избежание создания мертвой зоны, так как при долгой эксплуатации они забьются пылью, остатками пищевых продуктов.

4. Воздух для холодильной камеры должен очищаться через специальные сменные воздушные фильтры.

5. Холодильная камера должна быть оснащена температурным датчиком для отслеживания внутреннего состояния. Датчик должен располагаться в таком месте, где температура будет определена точно.

Заключение

В заключении хочется отметить, что было произведено исследование по вендинговым автоматам, разобраны различные группы, типы, классы, системы подачи товаров, а также требования по производству изделий и материалам.

Что касается визуального вида устройства, то дизайнерское решение необходимо вендинговым автоматам для привлечения пользователей и создания узнаваемого образа для своего бизнеса.

При исследовании были выявлены главные требования к снековым автоматам, а именно то, что должно быть на обязательной основе:

- Простая и удобная конструкция;
- Простое взаимодействие и эргономика;
- Высокий уровень и продуманная автоматизация;
- Визуальная привлекательность (дизайн);
- Удобство обслуживания и эксплуатации устройства;
- Соответствие санитарно-гигиеническим требованиям;
- Соответствие требованиям правил техники безопасности.

Дизайн торгового автомата необходим, он должен иметь притягивающий вид, побуждающий потенциальных клиентов совершить покупку. Он поможет придать объекту новый образ, а также решить частые проблемные зоны.

Список использованных источников

1. Александр Баранник. Торговые автоматы: вендинг без секретов. 2004 г.
2. Статья «Классификация торговых автоматов» [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/1837325/page:2//> (дата обращения: 22.11.2022)
3. ГОСТ Р 57621- 2017 Услуги торговли. Продажа скоропортящихся пищевых продуктов через торговые автоматы

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ С УЧЁТОМ ПСИХОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРИЯТИЯ

Беляева А.В.¹, Давыдова Е.М.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д01, e-mail: avb129@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: davydova@tpu.ru

Введение

В современном мире, восприятие человека исследовано далеко не полностью. Исходя из исследований, когда-либо проводимых в области восприятия человеком текстовой информацией, единой картины о восприятии не существует по сей день. Множество изучений положили лишь фундамент для исследований, которые только предстоит совершить.

Основная часть

Восприятие смысла – это определенный процесс, при котором происходит сплетение восприятия и осмысления, в результате которого, настает понимание или непонимание информации субъектом.

Восприятие состоит из определённых этапов:

1. Понимание что части информации объединены одним объектом.
2. Основание на прошлом опыте, проведение аналогии.
3. Определение объекта информации к определённой категории, подтверждение этому.
4. Вывод об объекте и его свойствах [1].

Для создания полной картины специфики чтения, необходимо развитие исследований восприятия, психического понимания, интерпретации, а также когнитивных процессов.

В изучении когнитивных механизмов огромную роль играет не только читатель, но и язык текстовых интерпретаций. Следовательно, психология данного процесса включает в себя исследования различных областей и задач.

На восприятие влияют такие составляющие как шрифт, вёрстка текста, его количество, формулировка, цвет, и др.

Для более наглядного применения знаний о восприятии, была выбрана и переработана некачественно сделанная презентация.

В цифровом формате уместнее излагать информацию кратко, ёмко и понятно. Текст должен быть простым. Простым – в данном случае означает высказанным кратко, при этом без исключения главного смысла. Если есть возможность упростить какую-либо информацию, её следует упростить. Упростить информацию можно несколькими способами:

- Упрощение на уровне слов;
- Упрощение на уровне предложения;
- Упрощение на уровне смысла.

Текст не должен быть растянут по ширине всего слайда. Если текстовая строка будет длинной, возникнут дополнительные перемещения взгляда, а также движения головы и шеи.

Данная презентация не соответствовала вышесказанным параметрам. Многие слайды были переполнены количеством информации, что усложняло восприятие. Из текстовых блоков была оставлена основная суть (рис.1).

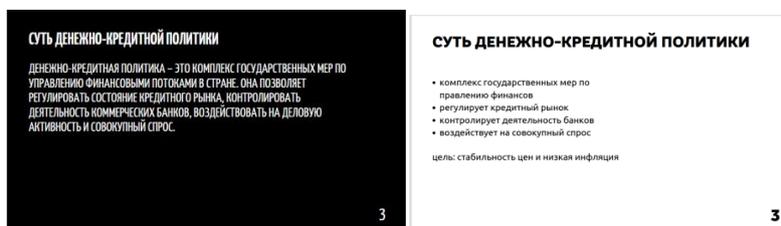


Рис. 1. Информация на слайде до и после переработки

Вёрстка – это компоновка текста, для дальнейшего взаимодействия с пользователем. Она играет большую роль в восприятии информации пользователем. В выбранной презентации отсутствовала единая модельная сетка, текстовые блоки были расположены хаотично. Широкие блоки не читались без

дополнительных усилий. В ходе переработки произошли изменения в компоновке и ширине блоков [2] (рис. 2).



Рис. 2. Компоновка блоков на слайдах до и после переработки

Самым комфортным для восприятия количеством шрифтов для одного документа: два-три шрифта. Презентация включала в себя один шрифт, что мешало уловить иерархию блоков страницы. Исходя из этого, была подобрана другая шрифтовая пара, наиболее соответствующая теме. Данной тематике презентации подходит более прямой, устойчивый шрифт (рис. 3).

Рассматривая заголовки, предыдущий шрифт был тонким, вытянутым, и трудночитаемым. При рассмотрении он сливался в один блок. Для усовершенствования материала был выбран широкий шрифт, улучшающий прочтение. Конечный шрифт было легко идентифицировать.



Рис. 3. Шрифты презентации до и после переработки

В цифровом формате, белый текст на чёрном фоне рекомендуется использовать в случае небольшого количества информации, чтобы глаза пользователя не успели устать за время прочтения. Цветовое решение слайдов до переработки чередовался между белым и чёрным, что несомненно, давало дополнительную нагрузку на психику читателя. Для более комфортного изучения презентационного материала, цвет фона на всех слайдах был изменён на белый. Текст на таком фоне – стал чёрным [3]. Данное цветовое решение обосновано нейтральностью информации, лёгкостью восприятия и уменьшением дополнительной цветовой нагрузки (рис. 4).

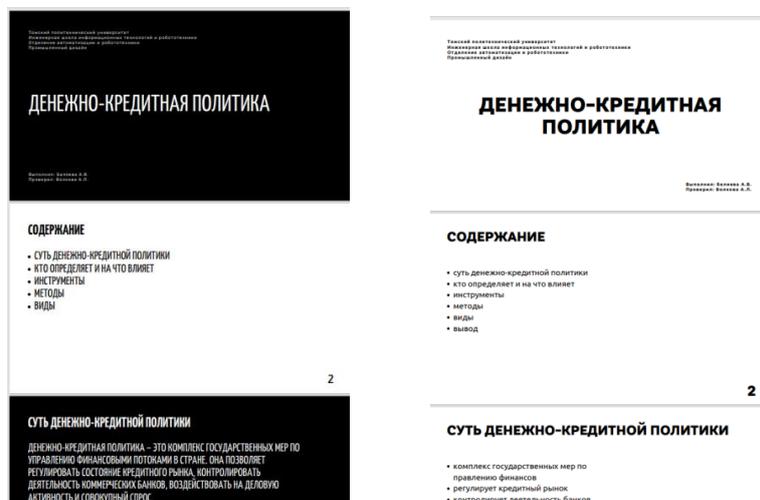


Рис. 4. Цвет слайдов презентации до и после переработки

Помимо перечисленных ошибок, необходимо помнить, что использование нескольких видов выделения на одном и том же заголовке или элементе текста – не допускается. В таких случаях, как правило, выделение перестает нести свою функцию и теряет смысл.

Заключение

По итогам проделанной работы, с помощью правил вёрстки, обработки информации, грамотного выбора шрифтов, цветового решения и других аспектов визуализации, была создана качественная презентация, комфортная для восприятия и понимания потребителей.

Список литературы:

1. Проблема смыслового восприятия [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://wiasite.com/page/gulpina/ist/ist-16--idz-ax43--nf-7.html>.
2. Вёрстка [Электронный ресурс]: SkillFactory Блог – Режим доступа: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/verstka/>
3. Когда следует использовать белый текст на чёрном фоне [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. Режим доступа: <https://blog.shaihalov.ru/2011/06/08/kogda-sleduet-ispolzovat-belyj-tekst-na-temnom-fone/>

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА В ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ И ВИДЕО МАТЕРИАЛАХ

Бурнышева Е.С.¹, Давыдова Е.М.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д01, e-mail: esb32@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: davydova@tpu.ru

Введение

Информация окружает нас повсюду. Человек ежедневно впитывает поток данных из разных источников, даже не всегда осознавая это. Кроме того, растёт количество самой информации в мире в целом, что также вызывает потребность в грамотном её преподнесении. Мозг человека усваивает и запоминает визуальную информацию гораздо быстрее, чем другие её виды. Из всей информации, поступающей в мозг человека, 90% – визуальная, а она в свою очередь обрабатывается в 60 тысяч раз быстрее, чем текстовая информация [1].

Что касается презентационных материалов – то в этом случае важно учитывать множество различных факторов. Это и время, за которое зритель способен усвоить информацию и понять её, композиционное решение для элементов информации на экране, выбор шрифтов, цветовой палитры. Все эти нюансы играют большую роль. Для того, чтобы сделать презентацию или видеоматериал наиболее грамотными с точки зрения восприятия, важно понимать, что и как влияет на этот сложный процесс. Учитывая ряд факторов, был создан образовательный видеофайл на тему «Стилизация в орнаменте». Данный материал был создан с целью знакомства зрителя с теоретическими знаниями в области формирования орнаментальной композиции с применением приёмов художественной стилизации.

В процессе создания с учётом предыдущего опыта и приобретённых в ходе исследовательской работы знаний был выделен ряд критериев, которые стоит учитывать при создании презентационных и видео материалов:

- Стиль и композиция;
- Цвет;
- Типографика;
- Изображения и наглядность;
- Звуковое сопровождение;
- Длительность.

Данный ряд критериев позволяет создавать презентационные и видео материалы, которые будут обеспечивать рациональность и точность взаимодействия участников коммуникации, а также позволяет оценить степень их соответствия требованиям.

Стиль и композиция

К выбору стилистики создаваемого презентационного материала стоит подходить осознанно – так, чтобы визуально дополнить и поддержать информацию, избежать возникновения когнитивного диссонанса, облегчить процесс восприятия, а не усложнить.

Общая стилистика видеоматериала сдержанная, нейтральная. В нём отсутствуют фотоизображения и декоративные элементы, так как материал без того насыщен визуальными образами, иллюстрациями-примерами орнаментальных композиций. В композиции слайдов много свободного пространства, нет переизбытка информации как текстовой, так и визуальной. Это позволяет выделить главное (рисунок 1).



Рис. 1. Титульный слайд

Композиция выстроена по модульной сетке и чётко структурирована. Это прослеживается на протяжении всей записи. Схожие по тематике слайды, относящиеся к одному разделу выстроены по одной структуре, в тексте присутствует иерархия. Заголовок крупный, подписи чуть меньшего размера, основной текст ещё меньше. В правой части композиции сменяется один за другим иллюстративный материал. В некоторых слайдах элементы композиции выровнены по центру. Благодаря этому видеоряд становится динамичнее.

Другое композиционное решение – слайды-переходы, представляющие собой орнаментальные композиции. Их наличие создаёт некую паузу между информационными блоками, что обеспечивает лучшее понимание границ разделов (рисунок 2).

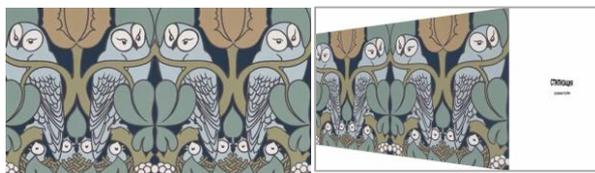


Рис. 2. Переход между разделами

Цвет

Выбор колористической составляющей для представления материала очень важен. По результатам одного из исследований цветовые палитры из гармоничных цветов человек запоминает лучше, чем палитры с не подобранными по гармонии цветами. Также в памяти лучше фиксируются палитры, содержащие не более трёх цветов, чем палитры с содержанием четырёх и более [2].

Видеоматериал представляется без озвучивания, поэтому вся необходимая текстовая информация расположена на слайде. В связи с этим цвет фона не затенённого оттенка, а белый, так как большое количество текста на тёмном фоне создаёт трудности в процессе восприятия. Заголовки и текст имеют тёмно-терракотовый и тёмно-серый цвета соответственно. В целом цвета гармонируют друг с другом, тёмный текст на белом фоне выделяется и хорошо читается.

Типографика

Так как качество типографики влияет на процесс восприятия и общее настроение зрителя, данному фактору особенно стоит уделять внимание.

Выбор шрифтов для оформления пал на гротескные, как для заголовков и подзаголовков, так и для основного текста. Для первых начертание «Bold», для последнего – «Light» и «Medium». Данные шрифты гармонично сочетаются друг с другом, не создавая впечатления конфликта, так как у них отсутствует схожесть, как бы вызывающая конкуренцию. Гарнитуры визуально выглядят достаточно нейтрально, они не относятся к какой-то конкретной эпохе, стилю, поэтому их образ не будет затруднять восприятие информации в рамках данной темы. Кегль заголовков больше, чем подзаголовков и основного текста, что отражает наличие иерархии шрифтов. Это обеспечивает понимание главного, позволяет зрителю подсознательно выставить на передний план выделенное, структурировать информацию (рисунок 3).

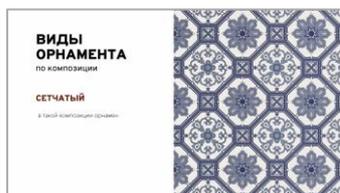


Рис. 3. Композиция слайда

Изображения и наглядность

Что касается выбора визуальных ресурсов, то к этому также следует подходить осознанно, принимая во внимание ряд факторов. Например, важно учитывать законы восприятия и рекомендации по цвету, форме и композиции, сохранять стилевое единство в презентации или видеоматериале, чтобы

не создавалось перестраивание механизмов восприятия и не повышалась когнитивная нагрузка, избегать перенасыщения и дублирования в изображениях элементов текстовой информации, а также непосредственно объёма визуальной информации, использовать изображения высокого разрешения.

Иллюстративный материал в видеофайле чётко отражает текстовую информацию, представленную на слайде. Так как файл имеет образовательный характер, важно было с помощью изображений усилить процесс восприятия информации (рисунок 4).



Рис. 4. Иллюстративный материал

В конце ролика после демонстрации основных приёмов художественной стилизации объекта следует слайд, демонстрирующий схематичное применение созданного стилизованного мотива орнамента в орнаментальной композиции (рисунок 5). Это сделано для наглядной демонстрации, как созданный мотив может стать орнаментом.

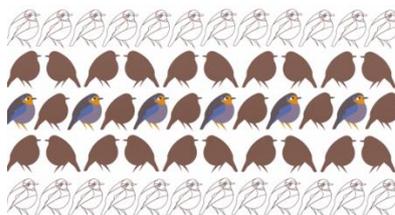


Рис. 5. Демонстрация составления композиции орнамента из мотива

Звуковое сопровождение

Одна из особенностей материалов в формате видео заключается в том, что через них информация поступает в мозг человека сразу через два канала восприятия – визуальный и аудиальный.

В качестве аудиосоставляющей видеоряда используется фоновая мелодия, спокойная, без ярких звуковых акцентов. Она не отвлекает зрителя от основной информации на слайдах и не создаёт препятствия для восприятия.

Длительность

Важно также учитывать продолжительность видеороликов и презентаций по времени. Продолжительность файла составляет 6 минут 15 секунд. По длительности материал не слишком короткий, и не слишком длинный. Это оптимальное время для комфортного восприятия и обработки человеком информации [3].

Заключение

Таким образом на основании полученных знаний был создан образовательный видеофайл с учётом важных для качества восприятия факторов. Основываясь на законы восприятия можно утверждать, что ролик не только структурированный, цельный, стилистически выдержанный, но и понятный для восприятия.

Список использованных источников

1. Эпоха визуального контента — развитие или результат регресса: пристрастия пользователей и закономерности восприятия [Электронный ресурс]: Хабр – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/548004/>
2. 5 психологических исследований по восприятию визуальной информации [Электронный ресурс]: Lpgenerator. – Режим доступа: <https://lpgenerator.ru/blog/2015/12/18/5-psihologicheskikh-issledovaniy-po-vostryatiyu-vizualnoj-informacii/>
3. Ковалева М.А., Рутковский А.Л., Болотаева И.И., Зароченцев В.М. Практические рекомендации по подготовке и проведению презентаций. Учебное пособие – М.: Мир науки, 2019. – 127 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ BLENDER ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЕКТОВ

Гарифуллин Ф.А.¹, Беляев А.С.², Киселев А.В.³

¹Томский политехнический университет, студент гр.8Е02, e-mail: fag6@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР ТПУ

³Томский политехнический университет, к.т.н., доц. ОАР ИШИТР

Введение

В современной промышленности, успешное продвижение проекта – это не только выполнение производственных задач, но и демонстрация своих достижений перед комиссией и инвесторами. Для этого необходимо иметь правильное и качественное представление проекта, которое позволит понять его концепцию и возможности. Однако, создание такого представления может быть сложной задачей, особенно в случаях, когда речь идет о сложных инженерных решениях и конструкциях. Для визуализации проекта стоит отметить бесплатное программное обеспечение Blender [1], программная среда представляет собой эффективный инструмент для визуализации промышленных проектов. Blender позволяет создавать трехмерные модели, обеспечивает удобный интерфейс для работы с материалами и текстурами, а также предоставляет широкие возможности для настройки света и окружения. Все это позволяет создать углубленное визуальное представление проекта, которое может убедить комиссию и инвесторов в его эффективности.

В данной статье рассматривается, как Blender может быть использован для визуализации промышленных проектов на примере хакатона от компании «Роснефть» [2], где основной из задач было создание трехмерной модели установки для выдавливания керна из тубусов, а так же демонстрация работы данной установки при помощи средств компьютерной графики.

Основная часть

Далее будет рассмотрен процесс реализации промышленного проекта, начиная с этапа проектирования трехмерной модели в САД-системе Autodesk Inventor и заканчивая созданием финального видеофайла с анимационным роликом. В рамках задачи, поставленной на хакатоне, были заданы строгие ограничения по габаритным размерам модели. В данном случае, возможности Autodesk Inventor использовались для задания размеров и пропорций деталей и механизмов, которые в дальнейшем были экспортированы в файл формата «obj» для использования в Blender. В ходе работы над трехмерной моделью была разработана основная часть установки, отвечающая за выталкивание керна, данная часть представлена цифрой 2 на рисунке 1. После импорта модели установки в Blender, для оптимизации работы была упрощена топология модели, и были доработаны 2 дополнительные части указанные цифрой 1 и 2.

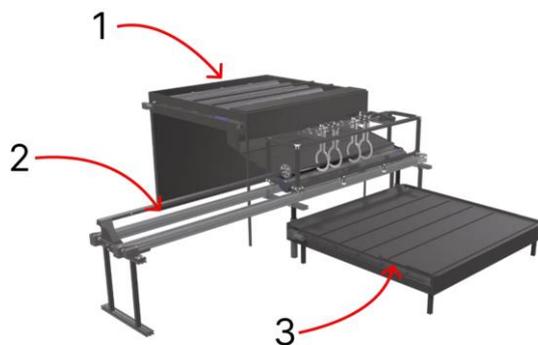


Рис. 1. Рендер установки

Разработанная установка состоит из 3 основных частей:

- 1) магазин, для хранения керна;
- 2) основная часть установки, реализующая функцию выдавливания керна;

3) конвейер для выдачи.

Следующим этапом работы над поставленной задачей было представление проекта членам комиссии. Работа над созданием анимации была разделена на три основных этапа:

1. Создание сцены и объектов

На данном этапе была создана сцена. Сцена представляет собой имитацию реальных лабораторных условий, в которых исследуется керн. Все смоделированные объекты, расположенные на сцене представлены на рисунке 2. Для каждого из объектов были процедурно сгенерированы материалы при помощи вкладки shader editor встроенной в функционал Blender. Всего было создано более 30 материалов, при помощи которых сцена приобрела вид, представленный на рисунке 3.

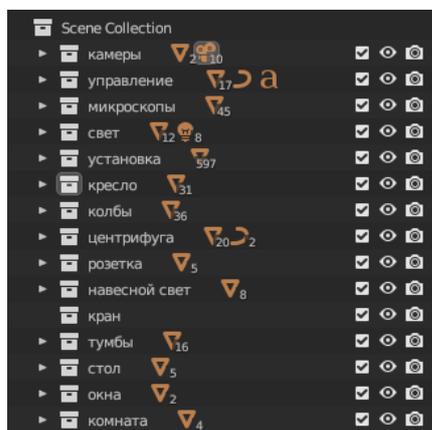


Рис. 2. Коллекция объектов, установленных в рамках сцены

2. Анимирование объектов.

После создания сцены с материалами для каждого из объектов, следует перейти к работе над заданием положения объектов в пространстве относительно шкалы времени. На данном этапе, при помощи задания ключевых кадров, были зафиксированы значения координат объектов. Также, при помощи средств настройки материалов, был анимирован экран установки, который включается и выключается при нажатии кнопки, встроенной в блок управления установкой.

3. Рендеринг и пост-обработка.

На этом этапе, после задания всех ключевых кадров для объектов, следует перейти к финальной настройке рендера. В качестве рендер-движка был использован Cycles. Благодаря технологии трассировки лучей и поддержке сложных процедурно сгенерированных материалов, Cycles обеспечил реалистичное изображение всех элементов установки, недоступное при использовании более простого движка Eevee. Для достижения высококачественного рендера было установлено количество семплов на кадр – 100, что обеспечило более высокую степень детализации и качества изображения.



Рис. 3. Финальный рендер лаборатории с установкой

Рендер был выполнен более чем с 10 различными камерами, что позволило получить более 3000 кадров, отображающих все этапы работы установки – от загрузки тубуса с керном в магазин до его перемещения для выдачи на конвейер. Для устранения шумов на изображении была использована функция

OptiX Denoiser, встроенная в Blender. Она работает на основе анализа окрестностей каждого пикселя на изображении и определения насколько он отличается от соседних пикселей. Затем Blender использует эту информацию для устранения шумовых пятен и сглаживания изображения.

Для получения финального анимационного видеоролика был использован встроенный в Blender видео-редактор, который позволил объединить все полученные последовательности кадров в один файл и настроить параметры видео-рендера. Были выбраны настройки формата и разрешения видео. После этого, был проведен финальный процесс рендеринга, где были использованы все настроенные параметры, включая количество кадров в секунду, которое было установлено на 24, а разрешение видео – на 1920*1080.

Заключение

Таким образом в представленной научной статье была представлена концепция автоматизированной установки для выталкивания керна, разработанной с использованием программных средств компьютерной графики, таких как Autodesk Inventor и Blender. Разработанная модель установки соответствует габаритным ограничениям, установленным в рамках хакатона, где длина установки не превышает 2,5 метров.

При помощи встроенных функций в Blender, была создана сцена, имитирующая лабораторные условия и настроены материалы, для получения анимации работы установки, которая демонстрирует ее эффективность и сохранение целостности керна в процессе выталкивания из тубуса. Использование анимаций и функций среды Blender позволило членам комиссии более детально ознакомиться с работой разработанной установки, как установка будет функционировать в реальном мире и какие преимущества она предоставляет по сравнению с уже существующими аналогами на рынке. Так же полученный видеофайл с анимацией в рамках хакатона для команды являлся огромным плюсом по сравнению с конкурентами, которые использовали типичное текстовое объяснение для представления проекта.

Список используемых источников:

1. Blender - Википедия [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата обращения: 11.12.2023)
2. Хакатон программистов-робототехников [Электронный ресурс] – URL: <https://events.rn.digital/hack/5> (дата обращения: 28.12.2023)
3. Устройство для выдавливания керна [Электронный ресурс]. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU206111U1/ru> (дата обращения: 05.01.2023)
4. Blender manual [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.blender.org/manual/ru/latest/getting_started/about/introduction.html (дата обращения: 01.02.2023)
5. Анимация и риггинг [Электронный ресурс]. – URL: <https://blender3d.com.ua/category/animation/> (дата обращения 05.02.2023)
6. Введение в анимацию в Blender [Электронный ресурс]. – URL: <https://younglinux.info/blender/mpractic> (дата обращения: 07.02.2023)
7. Редактор временной шкалы [Электронный ресурс]. – URL: https://programishka.ru/docs_manual/doc/blender/editors/timeline.html (дата обращения: 09.02.2023)

ДИЗАЙН КАК ОСНОВНОЙ МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Кузнецова А.А.¹, Вехтер Е.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д01, e-mail: aak2296@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.п.н., доцент ОАР ИШИТР, e-mail: vehter@tpu.ru

Введение

Множество технологий стремительно внедряются в жизнь людей посредством продуктов промышленного, графического и дизайна цифровой среды. Однако новые решения требуют новых форм и, следовательно, новых способов взаимодействия с пользователями. Качественный дизайн на данный момент должен базироваться на прогнозируемом сценарии поведения пользователя. Это приведёт к желаемому результату, большей степени удовлетворённости от продукта и формированию привычек. Привычки, спровоцированные дизайном, способны постепенно оказывать влияние на способ мышления пользователя, его сознание.

Когнитивистика

Для того чтобы спрогнозировать сценарий поведения пользователя, а затем на него повлиять, необходимо знать по какому принципу работает его мозг. В ходе исследования были проанализированы основные процессы работы мозга.

При помощи органов чувств информация попадает в отдел головного мозга и проходит дальнейшую обработку [1]. Когда пользователь сталкивается с новым устройством, необычным механизмом работы чего-либо, задействуются довольно сложные механизмы произвольного контроля. Они держат мозг в состоянии постоянной готовности и затрачивают много ресурсов, однако позволяют ему быстро переключаться на новые задачи. Когда человек взаимодействует с хорошо знакомыми объектами, то в мозге формируются более экономичные связи, сокращается время на раздумье и увеличивается точность принятого решения [2]. Но чтобы прийти к такому способу, необходимо пройти качественный процесс обучения.

После обработки информации происходит процесс её удержания. Согласно исследованию Ирины Мачинской, проживание негативных эмоций отрицательно сказывается на рабочей памяти (время принятия решений увеличивается, а их точность уменьшается), в то время как положительные эмоции способствуют лучшей работе мозга [3]. Однако данная закономерность меньше проявляется у подростков.

Для формирования доверия и положительного впечатления от объекта, пользователю важно испытывать эмоции достижений, поощрение своих усилий должным результатом. Ведь эмоции являются ключевыми элементами идентичности, способствующими выстраиванию более тесного контакта [4].

Таким образом, одной из главных задач дизайна является перевод мозга со сложных механизмов произвольного контроля на более экономичные нейронные связи — формирование навыков. Данный процесс может быть ускорен путём вызывания у пользователя положительных эмоций, или же подвержен модификациям, включая замедление или препятствие, в случае возникновения негативных. В любом случае, опыт от взаимодействия с объектом может стать приятнее, если пользователь сможет выразить свои эмоции, получить возможность пользоваться обратной связью.

Инструменты воздействия на сознание пользователя

Таким образом, можно выявить несколько инструментов воздействия на сознание пользователя:

1. *Воздействие на физическом уровне.* При помощи грамотного размещения тех или иных элементов и эргономичности — можно создать ощущение комфорта, избежать трудностей, возникающих у пользователя при взаимодействии с устройством. На данном этапе необходимо учитывать гармоничность связей между элементом и устройством, непосредственно элементом, элементом и индикатором. Важно, чтобы в области внимания находилось не более девяти объектов, наиболее важный из них размещался в левом верхнем углу, наименее важный — в левом нижнем. Также, необходимо пользоваться законом близости, подобия, последовательности действий.

Работая с формой элементов, важно учитывать, что чем больше его размер, тем более весомое значение он будет иметь в сознании пользователя. Но в первую очередь, форма объектов должна соответствовать антропометрическим характеристикам, а размер — соответствовать закону Фиттса [5]. Цвет — более универсальный инструмент для коррекции распределения внимания.

2. *Воздействие на семиотическом уровне.* Грамотно подобранная система знаков и символов может послать пользователю максимально доступные и информативные сигналы. Прежде всего необходимо знать в какой ситуации знак будет работать. В ситуации повышенной сосредоточенности пользователя необходимо использовать денотативную систему знаков. В ситуации расслабленного состояния — коннотативную. В случае, если пользователь сознательно направил своё внимание на объект и полностью погрузился в ситуацию допустимы символические знаки.

3. *Воздействие на эмоциональном уровне.* Эмоции способствуют улучшению запоминания объекта. Когда устройство вызовет положительные эмоции, когнитивные процесс мозга улучшаются. А также, спустя долгое время в памяти пользователя останется лишь эмоциональный окрас от взаимодействия с объектом. Поэтому для полноценного воздействия на сознание важно изначально вызвать у пользователя хотя бы одну из положительных эмоций.

4. *Воздействие на психологическом уровне.* Наличие возможности обратной связи создаст психологически благоприятную атмосферу, чтобы человек открылся идеям, транслируемым при помощи объекта. Важно использовать обратную связь в классическом виде, а также поддерживающую и корректирующую.

Вышеперечисленные уровни воздействия на пользователя были обобщены в схему (рисунок 1).



Рис. 1. Схема «Уровни воздействия объекта на сознание пользователя»

Заключение

Таким образом, был предложен универсальный порядок действий, для разработки продукта. Комплексный подход, включающий воздействие на физическом, семиотическом, эмоциональном и психологическом уровне, поможет корректировать поведение пользователя, формировать привычки, а в дальнейшем влиять на его мышление.

Список использованных источников

1. Студопедия: Когнитивная психология [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: studopedia.ru, свободный.
2. Российский научный фонд: Как наш мозг отбирает и хранит информацию [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: rscf.ru, свободный.
3. КлиникПлюс: Нарушения когнитивных функций у взрослых и детей [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: clinic-a-plus.ru, свободный
4. Когнитус: Когнитивные процессы [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: emc21.ru, свободный
5. Норман, Дональд А. Дизайн привычных вещей.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. — 384 с.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ VR ПРИЛОЖЕНИЙ

Нефедов М.В.

Томский политехнический университет, студент гр. 8ПМ22, e-mail: mvn13@tpu.ru

Научный руководитель: В. В. Видман, старший преподаватель ИШИПР ТПУ

Введение

Оптимизация виртуального окружения является важным процессом при разработке программ на игровых движках. Оптимизация улучшает производительность программы и восприятие пользователем виртуального окружения.

Оптимизация виртуального окружения особенно актуальна при разработке программ под VR, так как программы, разрабатываемые под VR, требуют больших ресурсов от компьютера. На данный момент существует несколько методов оптимизации, каждый из которых влияет на производительность по-разному.

Анализ методов оптимизации виртуального окружения

1. Оптимизация 3D – моделей

– Редукция полигонов – это упрощение 3D-модели с помощью уменьшения количества полигонов.

– Удаление невидимых граней

– Levels Of Detail (LOD). Система LOD снижает количество визуализируемых полигонов по мере удаления объекта от камеры. Если объект находится далеко, то система LOD сменит текущую модель на модель с меньшим количеством полигонов.

– Использование батчинга (объединение объектов). Объединённые объекты при прорисовки прорисовываются вместе и тем самым используют меньше ресурсов при вычислении. Но объединять объекты можно только объекты с одинаковыми материалами.

2. Рендеринг объектов в поле зрения камеры

– Frustum Culling – это функция, которая позволяет не рендерить объекты находящиеся вне поле зрения камеры по краям.

– Occlusion Culling – это функция отключает рендеринг объектов, которые находятся вне поле зрения камеры включая объекты, которые находятся друг за другом.

3. Оптимизация текстур

Для оптимизации текстур их можно объединить в так называемые атласы, в которых будут все текстуры, используемые в программе. Для извлечения текстур можно указывать их координаты в атласе.

4. Оптимизация света и теней

Для оптимизации света и теней их можно заранее «запечь», то есть просчитать заранее, а не в реальном времени. Это подходит для статических объектов и достаточно сильно улучшает производительность.

Тестирование методов оптимизации в движке Unreal Engine 4

Протестируем метод оптимизации Levels Of Detail (LOD) и как он влияет на производительность. Создадим сцену из большого количества одинаковых моделей камней. И применим на модель камня систему LOD из 4 уровней. На первом уровне модель имеет оригинальное количество полигонов – 11334 шт., а на четвёртом – 1417 шт. (Рисунки 1-2).

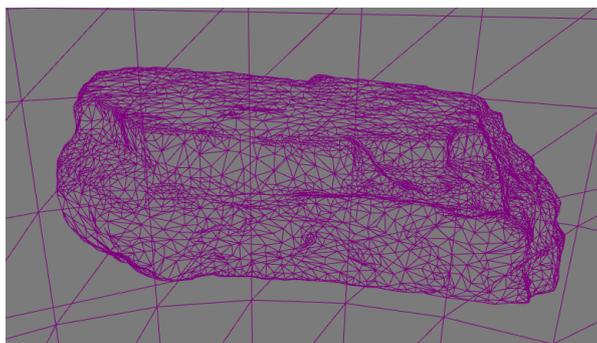


Рис. 1. Модель с первым уровнем

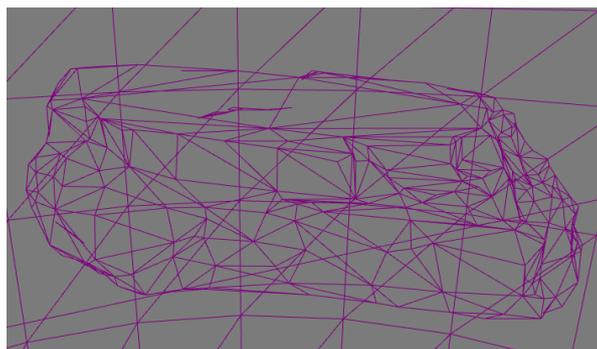


Рис. 2. Модель с четвертым уровнем

Численные значения времени подготовки кадра приведены на рисунке 3.

Frame: 14.78 ms	Frame: 18.73 ms
Game: 4.43 ms	Game: 5.84 ms
Draw: 14.50 ms	Draw: 18.56 ms
GPU: 14.85 ms	GPU: 18.86 ms

Рис. 3. С использованием уровней детализации (слева), в оригинальной детализации без уровней (справа)

Без использования LOD количество полигонов на сцене составило 34 490 336 шт.

С использованием LOD количество полигонов на сцене составило 816 308 шт.

Заключение

Из теста можно сделать вывод, что система уровней детализации (LOD), повышает производительность, так как эта система уменьшает количество полигонов на сцене в зависимости от расстояния до объекта. Но также надо заметить, что при использовании этой системы с большим количеством уровней, приходится жертвовать оперативной памятью и видеопамятью. Данный метод используется на всех актуальных игровых движках и является достаточно действенным.

Список использованных источников

1. Unreal Engine 4 Documentation. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/>. (дата обращения 20.12.2022).
2. Денис Кузнецов. Оптимизация в UE4. Базовые советы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://dtf.ru/u/3872-denis-kuznecov/225988-optimizaciya-v-ue4-bazovye-sovety>. – Дата публикации: 3 января 2021. (дата обращения 20.12.2022).
3. Paweł Skop. Comparison of performance of game engines across various platforms. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/337172350_Comparison_of_performance_of_game_engines_across_various_platforms. – Дата публикации: сентябрь 2018. (дата обращения 20.12.2022).

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДИЗАЙН ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТОВ ДЛЯ НАРКОЗА

Турганбай Н.Е.¹, Вехтер Е.В.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91, e-mail: net4@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, к.пед.н., доцент ИШИП ТПУ, e-mail: vehter@tpu.ru*

Введение

В российских лечебных учреждениях за год проводится более 3 млн анестезий, большая часть из которых выполняется с использованием высокопоточных технологий, что крайне расточительно как в экономическом плане, так и нецелесообразно экологически. Низкопоточный наркоз газом ксенона было разрешено применять с 2005 года. Однако выяснилось, что отечественные наркозные установки не адаптированы к низкопоточной анестезии. Таким образом, существует актуальность создание аппарата для ингаляционного наркоза с использованием газа ксенона и с минимальным выбросом дорогостоящего газа в атмосферу. Это позволит существенно сократить техническое отставание от развитых зарубежных стран в области анестезии. Но для того, чтобы создать такой востребованный аппарат необходимо сформулировать требования для создания специфического оборудования.

Особенности эргономики аппаратов для наркоза

Аппарат для ингаляционного наркоза (ИН) – служит для создания желаемой смеси анестезирующих газов, паров, кислорода и воздуха (а также других газов, таких как гелий и углекислый газ, хотя и реже). Основной целью ингаляционного наркоза является устранение боли, а также предотвращение психических реакций, расслабление мышц и т.д [1].

Анестезиолог — это медицинский специалист, который обеспечивает комфорт, безопасность и отсутствие боли у пациента во время операции путем введения общей или местной анестезии. В ходе операции обязанности анестезиолога включают:

- Постоянный мониторинг жизненно важных показателей;
- Контроль глубины анестезии и ее уровня;
- Внесение необходимых корректировок;
- Выявление потенциально опасных для жизни ситуаций и своевременное принятие мер по их предотвращению;[2]

Эргономика в отношении анестезии — это научное исследование взаимодействия между анестезиологами и их рабочим пространством с целью обеспечения безопасности, производительности и благополучия. Успешная практика анестезии зависит от оптимизации эргономики, а недостаточное внимание к деталям в этой области связано с ухудшением работы.[3]

Выявленные проблемы во время взаимодействия с аппаратом ИН:

1. Баллоны открываются с помощью специального ключа, который негде закрепить;
2. Оборудование может мешать обзору пользователя во время мониторинга состояния пациента. (во время операционных действий). Оборудование не должно блокировать обзор пользователя, обращённого на пациента, но при этом пользователь должен иметь способность видеть как пациента, так и органы управления аппарата с минимальным движением глаз.
3. Во время введения в наркоз чаще всего аппарат стоит сзади анестезиолога. Таким образом ему приходится делать повороты на 180 градусов, чтобы иметь возможность взаимодействовать как с пациентом, так и аппаратурой. Оборудование следует располагать так, чтобы их можно было легко увидеть или до них дотянуться, не меняя при этом существенного положения тела или головы
4. Быстрота действий и продуктивность работы увеличивается, если манометр, измеряющий кровяное давление и пульс, располагается в изголовье операционного стола.

Формирование требований для решения конструкционных и эргономических проблем

Для того, чтобы при проектировании будущего оборудования не упустить важных деталей, а также облегчить само проектирование. Были сформулированы требования, которые определяют, что должно быть достигнуто, но не то как это должно быть достигнуто. Данные требования основываются на проблемах эргономики, которые наблюдались во взаимодействии анестезиолога с аппаратом ИН, а также на исследование по анализу задач и рабочей нагрузки анестезиологов [5]. Для более простого и понятного понимания выявленных требований была сформулирована схема

Были выявлены три типа требований:

- Экономические требования - затраты, планирование и т.д.
- Технические требования - функциональные требования и эксплуатационные характеристики продукта
- Нормативные требования - промышленные стандарты или положения о продукте. Это особенно важно при проектировании медицинских устройств.

Была создана таблица, основанная на приведённых типов требований (рисунок 1).

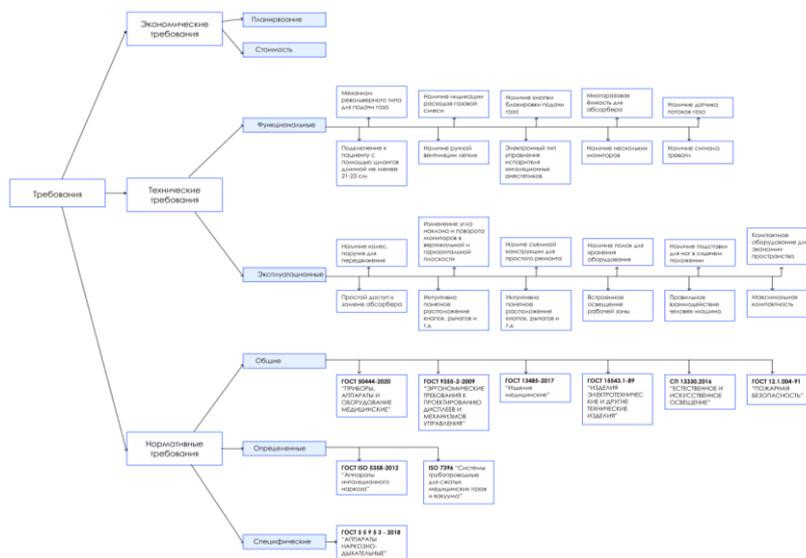


Рис 1. Требования для проектирования ИН

На данном этапе исследования проводился в основном анализ требований технических и нормативных. Так как ещё необходимо определиться с материалом и технологией изготовления аппарата.

Заключение

В результате проведённого исследования были изучены эргономические и конструктивные особенности для проектирования наркозного аппарата с использованием газа ксенона, сформулированы требования, которые облегчат проектирование будущего объекта.

Список использованных источников

1. Фролов, С.В Наркозно-дыхательная аппаратура / С.В Фролов, А.Ю Куликов, Е.В Строев. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 35 с.
2. ПАВЛОВ, О. Б. ОСНОВЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ (общие вопросы анестезиологии) / О. Б. ПАВЛОВ. – Минск: БГМУ, 2019. – 3 с.
3. Эргономика на рабочем месте анестезиолога: руководство Ассоциации анестезиологов / К.Р. Бейли [и др.]. – John Wiley & Sons Ltd, 2021. – 3 с.
4. Надлежащая практика проектирования медицинских устройств и учет требований к оборудованию / В.Л. Готовко [и др.]. – Кембридж : CAMBRIDGE ENGINEERING DESIGN CENTRE, 2012. – 16-21 с.
5. Эргономика рабочего места анестезиолога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aneskey.com/ergonomics-of-the-anesthesia-workspace/>. – Дата доступа: 20.12.2022.
6. Фролов, С.В Наркозно-дыхательная аппаратура / С.В Фролов, А.Ю Куликов, Е.В Строев. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 35 с.
7. ПАВЛОВ, О. Б. ОСНОВЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ (общие вопросы анестезиологии) / О. Б. ПАВЛОВ. – Минск: БГМУ, 2019. – 3 с.
8. Эргономика на рабочем месте анестезиолога: руководство Ассоциации анестезиологов / К.Р. Бейли [и др.]. – John Wiley & Sons Ltd, 2021. – 3 с.
9. Надлежащая практика проектирования медицинских устройств и учет требований к оборудованию / В.Л. Готовко [и др.]. – Кембридж : CAMBRIDGE ENGINEERING DESIGN CENTRE, 2012. – 16-21 с.
10. Эргономика рабочего места анестезиолога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aneskey.com/ergonomics-of-the-anesthesia-workspace/>. – Дата доступа: 20.12.2022.

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОПЫТА В РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСОВ

Матвеева Е.Н.¹, Вехтер Е.В.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр. 8ИМ22, e-mail: enm12@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, к.пед.н., доцент ИШИТР ТПУ, e-mail: vehter@tpu.ru*

Введение

В данной статье рассматриваются составляющие пользовательского опыта и их роль в разработке интерфейсов, ориентированных на человека, которые могут стать решением актуальной проблемы, как сокращение пропасти непонимания между пользователем и технологиями.

Составляющие пользовательского опыта

Сегодня мы наблюдаем, что скорость развития человека уступает скорости развития технологий, что приводит к увеличению пропасти непонимания между ними, что является актуальной проблемой в области цифрового дизайна. Мы понимаем потребность в создании интуитивно понятных интерфейсов, а также, что для решения данной проблемы UX-дизайнерам необходимо исследовать другие области науки такие, как эргономика, психология, когнитивная психология, маркетинг [1].

В данной работе для решения выше поставленной проблемы, как сокращение расстояния непонимания между человеком и интерфейсом, я сформулировала гипотезу, что решение можно найти в создании человекоориентированных интерфейсов, которые учитывают психологические особенности человека, физические ограничения, в результате чего, мы имеем возможность получить исключительный UX и снизить когнитивное трение между человеком и интерфейсом [2,3].

Для более лучшего понимания вопроса, я предлагаю рассмотреть влияние составляющих пользовательского опыта (внимание и восприятие, навигация, язык, принятие решений, эмоции, память) на проектирование человекоориентированных интерфейсов.

При первом взаимодействии с цифровым продуктом, происходит визуальная оценка. Человек оценивает не только привлекательность, но и полезность продукта, каким образом он сможет решить свои задачи и достигнуть целей с помощью продукта. Со стороны проектирования, понимание того, как человек считывает и воспринимает информацию, помогает выстраивать акценты на важных элементах интерфейса, тем самым есть возможность управлять вниманием пользователя и спроектировать его путь взаимодействия с продуктом.

Далее, рассмотрим такую составляющую, как навигация, которая включает в себя иерархию элементов, подсказки и онбординг, логику группировки компонентов интерфейса. Качественно продуманная навигация поможет исключить дезориентацию человека при взаимодействии с продуктом, которая, как правило, сопровождается негативным эмоциональным фоном, стрессом, неуверенностью, страхом, в результате отдаляет человека от понимания интерфейса и достижения выше поставленной цели. Поэтому - навигация, это одна из важнейших составляющих, которую нужно учитывать при проектировании человекоориентированного интерфейса.

В цифровом мире, как и в физическом мире не существует единого языка. Данный факт является проблемой, которую мы - дизайнеры пытаемся решить за счет создания дизайн систем, они состоят из наборов правил, библиотек компонентов, иконок, палитр, например Material design разработанная компанией Google. Системность и упорядоченность в цифровой среде способствует созданию комфортных условий для пользователя, при которых он быстрее адаптируется и понимает язык и правила интерфейса. Если провести параллель с физическим миром, то человеку гораздо проще находится в среде, где общение происходит на знакомом ему языке, соответственно, если дизайнер учитывает эту составляющую при проектировании, то мы способствуем большего понимания интерфейса человеком. Но здесь опять же необходимо принимать во внимание целевую аудиторию.

Еще один фактор, который влияет на качество UX и является его составляющей – это принятие решений [4]. Решение этой задачи при проектировании имеет высокий уровень сложности, особенно, в объемных интерфейсах с множеством контента и кнопок. Мы знаем, что, при большом выборе человек испытывает ощущение замешательства и увеличивается время принятия решения, а то и вовсе решение задачи откладывается. Данную ситуацию хорошо отражает закон Хика. В научном мире закон Эдмунда Хика звучит так: «Среднее время реакции является линейной функцией средней неопределенности (или информационной энтропии). При этом неопределенность возрастает логарифмически с числом увеличения альтернатив. Говоря простым языком: “Время, потраченное на принятие решения,

возрастает с количеством и сложностью вариантов” [5]. Исходя из этого, при проектировании человекоориентированного интерфейса необходимо учитывать информационную нагрузку на пользователя, иметь понимание в необходимости ее снижения и тем самым облегчить выбор. Наглядный пример, это поисковые страницы Google в котором применен закон, и Яндекс, который не использует данный принцип. Отмечу, что закон не универсальный и имеет ряд ограничений. В случае маркетплейсов, на страницах товара не будет работать, так как в данной ситуации на принятие решения дополнительно влияют другие факторы: вкус, цена, привязанность к конкретной марке или бренду.

Какой эмоциональный фон формируется у пользователя при взаимодействии с системой? Что может доставить удовольствие, радость, желание вернуться, комфорт? Эти вопросы тесно связаны с изучением психологии и когнитивной психологии, а также с предыдущими составляющими UX. Эмоции бессознательно влияют на выбор человека, а также на принятие решений. Чем меньше трения между пользователем и интерфейсом, тем выше эмоциональный фон и человек испытывает положительные эмоции, которые хочется повторить, что будет являться успехом в создании исключительного UX. Повторно испытывать отрицательные эмоции человеку не свойственно, возможно вынужденно, когда нет альтернатив, в любом случае это будет являться отрицательным опытом и связи с моделью человекоориентированных интерфейсов не будет.

В каждую деятельность люди вносят свое понимание того, как она должна выполняться, основываясь на свой опыт и конечно память. Нам известно, что в краткосрочной памяти информация хранится не более тридцати секунд, таким образом, если мы перед пользователем ставим простую задачу: ввести код из смс в окно интерфейса, если этот код будет более 5 цифр, то подавляющее большинство забудут его при переходе к полю ввода, эта ситуация довольно проблемная для пользователя, так как ему нужно будет вернуться в смс, записать или скопировать, далее вставить код, при этом удалив лишние символы из смс. В такой ситуации мы не можем говорить о человекоориентированном подходе. Но, если дизайнер способен понимать, как работает память человека, то сможет избежать многих ошибок при проектировании.

Заключение

В данной статье были рассмотрены составляющие пользовательского опыта (внимание и восприятие, навигация, язык, принятие решений, эмоции, память). Хочется отметить, что все составляющие взаимосвязаны, при отсутствии или низком качестве любой одной из шести составляющих, вероятность создать исключительный UX и человекоориентированный интерфейс отсутствует.

Чем детальнее мы исследуем каждую составляющую, тем выше вероятность, что интерфейс будет более отзывчивым, за счет чего, мы можем сократить разрыв непонимания между человеком и интерфейсом.

Список использованных источников:

1. Джон Уэлен “Дизайн пользовательского опыта. Как создать продукт, который ждут.” — Перевод с английского Эльвира Кондукова, 2021. — 280 с.
2. Дон Норман Дизайн привычных вещей. — Перевод с английского А. Семиной. 2018. — 500с.
3. Расс Унгер, Кэролайн Чендлер UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия. – Перевод с английского Е. А. Матвеева, 2011. – 327 с.
4. Стив Круг Веб-дизайн: книга Стива Круга или «Не заставляйте меня думать!». 2-е издание. – Перевод с английского В. Овчинников, Ю. Асотов, 2008. – 215 с.
5. Шлячков, В. “Закон Хика, который мы потеряли в интерпретации.” [Электронный ресурс].– URL: [HYPER-LINK https://v-shliachkov.medium.com/закон-хика-который-мы-потеряли-в-интерпретации-2d577e005a69](https://v-shliachkov.medium.com/закон-хика-который-мы-потеряли-в-интерпретации-2d577e005a69) (дата обращения 10.03.2023).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИНКУБАТОРА ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

Момот Ю.М.¹, Вехтер Е.В.²

¹*Томский политехнический университет, студент 3 курс, e-mail: ymm@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, к.п.н., доцент ОАР ИШИТР, e-mail: vehter@tpu.ru*

Введение

Рождение недоношенных или больных малышей присутствовало во все времена, по данным ВОЗ каждый десятый ребенок рождается раньше положенного срока. Такой ребенок находится в группе риска, поэтому ему необходимо обеспечить благоприятную для роста и развития среду. Для этого существуют куветы (инкубаторы) – медицинское приспособление с автоматической подачей кислорода и с поддержанием оптимальной температуры [1]. К сожалению, даже сейчас, на современном этапе развития техники, кувет не может полностью обезопасить здоровье малыша. Существует ряд проблем, которые можно решить при помощи дизайна, дополнительно обеспечив при этом легкое и удобное пользование врачу. В этом и заключается актуальность данного исследования. Целью является изучить эргономические проблемы инкубаторов для новорожденных детей и определить пути решения этих проблем.

Выявленные проблемы

В ходе исследования была изучена основная информация и особенности конструкции куветов, ГОСТы, СНИПы и санитарные нормы [2]. Был проведен опрос среди медицинских работников, направленный на выявление проблем, связанных с эргономикой взаимодействия медицинского персонала с куветом. В ходе опроса выявлены следующие проблемы:

1. Низкая мобильность инкубатора. Все они делятся на три вида – стационарные, реанимационные и транспортные, но не существует такой модели, которая совмещает в себе все сразу.
2. Отсутствие электричества при аварийной ситуации или транспортировке. Опасность для здоровья ребенка во время стихийных бедствий или аварий.
3. Отсутствие возможности родителям контактировать с малышом.
4. Маленькие размеры и тяжелое (тугое) нажатие кнопок монитора, неудобное положение монитора или механизм его регулирования.
5. Резкое смещение лотка с колпаком при их наклоне, поднятии или опускании. Педали не всегда функциональны.
6. Стенки колпака «бьются» об корпус, болтаются при открывании и перекрывают доступ к панелям.
7. Сложный процесс сборки-разборки для дезинфекции из-за большого количество деталей и мелких отверстий внутри корпуса.
8. Недостаточное количество мест хранения или полное их отсутствие, а также ненадежные полочки для инструментов.

Патентное и аналоговое исследование:

После выявления проблем было проведено патентное и аналоговое исследование на поиск возможных путей их решения [3]. В ходе патентного исследования была изучена внутренняя составляющая куветов, габариты основных деталей для правильной работы оборудования с медицинской точки зрения (нагреватели, насосы, блоки питания, ИК-излучатели и т.д.); терминология для каждого элемента, его описание и назначение; выявлены некоторые оптимальные пути решения проблем, связанных с мобильностью и эргономикой, например использование шарнирного механизма для откидного колпака, механизм с использованием фасок для загрузки и выгрузки лотка, двусторонний механизм регулирования наклона и высоты кувета. В ходе изучения аналогов были выявлены пути решения некоторых проблем, связанных с обеспечением мобильности и транспортировки неонатального инкубатора.

Пути решения:

1. Создание модульной системы с возможностью перехода из одного положения в другое. Для перехода из стационарного положения в реанимационное оптимальным будет сделать колпак с четырьмя

боковыми откидными дверцами и верхнюю крышку, поднимающуюся вверх. Для трансформации в транспортный инкубатор предусматриваются съемные ящики, складные ножки и специальные ручки для перевозки персоналом. Для монитора обеспечивается возможность перехода на работу от автономных блоков питания. Современный матрас TRANS WARMER с технологией WarmGel, имеет большие объемы, но позволяет фиксировать малыша в более надежном положении и сохраняет тепло. Это позволит с минимальными затратами и переменами в механизме инкубатора перевозить ребенка в другую палату или другую больницу.

2. Необходимо обеспечить дополнительные блоки питания, кислородные баллоны и места для их хранения. Также матрас TRANS WARMER и двойная стенка колпака помогут сохранять имеющееся внутри тепло на несколько часов. В результате малыш сможет остаться в своих привычных условиях, пока доступ к электричеству снова не появится.

3. Уже существующая инновационная система «Кенгуру», которая позволяет брать ребенка на руки, при этом устройство будет продолжать следить за его состоянием и отображать на экране. Также одно из инновационных решений – тактильный матрас. Одна часть девайса помещается в бокс, где в отделении интенсивной терапии донашивается недоношенный ребенок, а вторая часть гаджета помещается на грудь матери. Таким образом, недоношенный малыш будет чувствовать материнский организм и приблизится к своему естественному внутриутробному состоянию.

4. Оптимальным будет использование сенсорного монитора с несколькими выпуклыми кнопками основных функций. Кнопки изготавливаются из резины и между ними и самой панелью не должно быть пустот, чтобы при дезинфекции не повредились внутренности устройства. Также важно увеличить их размер и обеспечить дополнительную подсветку с помощью светодиодов. Это обеспечит удобное нажатие и использование даже без света. Регулирование положения можно обеспечить путем помещения монитора на штатив с кнопкой. При зажатии кнопки произойдет ослабление механизма и появится возможность повернуть или передвинуть монитор. Таким способом монитор не будет смещаться, если на него надавить; не придется тратить много времени и сил, закручивая и раскручивая держатели (которые используются в большинстве моделей); и обеспечится возможность полного регулирования положения монитора.

5. Использование бесшумного механизма регулирования нажатием на сенсорном дисплее. Устройство само будет регулировать скорость, мощность и уровень смещения заложенным в него настройками. В таком случае, можно избежать лишних проблем с использованием педалей. Этот способ позволит регулировать положение ребенка, абсолютно его не беспокоя, и упростит взаимодействие персоналу.

6. Смещение монитора с панелями на штатив, как было сказано ранее, а также наложить на корпус резиновые вставки, при соприкосновении с которыми дверцы не будут громко ударяться об корпус и болтаться (за счет силы трения). Это обеспечит надежное положение стенок в открытом виде и их беззвучное открытие, чтобы не беспокоить ребенка.

7. Необходимо максимальное упрощение технического механизма инкубатора, создание более крупных соединительных установок, избавление от лишних деталей. Также можно использовать современную встроенную систему дезинфекции. Персонал выбирает на мониторе режим дезинфекции, и инкубатор по большей части осуществляет ее сам. В определенных местах располагаются специальные датчики, которые выпускают дезинфицирующий раствор и пар. Необходимо только прочистить места, в которые они не попадают, поставить кувез просушиваться и заменить фильтры. Это сильно упростит процесс дезинфекции инкубатора, а также процесс сборки, который станет необходим реже.

8. Обеспечение съемных ящиков и выдвижных полочек. При перевозке инкубатора в какое-то другое место, ящики с вещами можно будет снять, и операция будет происходить с меньшими затратами сил. На полочках важно сделать небольшие стенки по краям, чтобы с них ничего не соскальзывало и не выпадало.

Заключение

На данном этапе удалось определить основные эргономические и конструктивные проблемы и намечены пути их решения, которые позволяют упростить взаимодействие медицинского персонала с ребенком в инкубаторе, сделать его более эргономичным и функциональным; дадут возможность взаимодействовать родителю с малышом, что немаловажно; уменьшат риск осложнений в здоровье малыша путем обеспечения меньшего беспокойства и вмешательства в его среду. Что будет необходимо в процессе дальнейшего проектирования.

Список использованных источников

1. Кувез [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: Кувез — Википедия (wikipedia.org)
2. Межгосударственная система стандартизации ГОСТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: Росстандарт (rst.gov.ru)
3. Роспатент [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: Роспатент платформа (rospatent.gov.ru)

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА, ФОРМЫ И ОБЪЕМА НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Петренко А.Д.

*Томский политехнический университет, студент гр. 8Д01 ОАР ИШИТР, e-mail:
idiot228idiot@gmail.com*

Введение

При наблюдении за современными тенденциями в дизайне нельзя не отметить абсолютное отсутствие взаимосвязи между предназначением проектируемых предметов и их цветами и формами. В своем стремлении создать привлекательный внешне объект дизайнеры зачастую не задумываются о том, как его внешний вид будет на практике привлекать к себе внимание пользователя и акцентировать на себе внимание, отвлекая человека от взаимодействия с объектом.

Целью данной исследовательской работы является обновление данных о влиянии цвето-формовых сочетаний на эмоции людей.

Необходимые задачи: найти и изучить имеющуюся информацию по сочетанию цветов, провести онлайн-опрос, сравнить результаты опроса с найденной информацией, проанализировать результаты, спланировать процесс работы.

Основная часть

Изучения влияния цвета на человека далеко не новы; они проводились как минимум с восемнадцатого века – а цветовые ассоциации возникали у человека с незапамятных времен. Общие ассоциации с цветами на данный момент основаны на реальных объектах или явлениях. Так, например, Гете описывает желтый цвет как ясный, радостный, роскошный как золото [1]. Макс Люшер характеризует желтый как источник света и бодрости [2]. Хидеяки Чидзиива в книге «Гармония цвета» отзывается о желтом как о сиянии солнца [3]. Некоторые цвета – например, оранжевый, – не имеют физических ассоциаций (ассоциаций с предметами или объектами) у авторов работ в этой области. Гете пишет относительно оранжевого «обладает свойствами красного, но без агрессии, вызывает чувство тепла и радости, способствует хорошему настроению». Люшер считает, что из всех цветов оранжевый наиболее активизирует, а Чидзиива относит его ближе к красному – яркий, красочный, агрессивный. Красный Гете выражает как жизнь, энергию, страсть, активность, волю к победе, гнев, кровь. Макс Люшер психологическое значение этого цвета определяет как возбуждение, активность, стимуляция, уверенность в себе. Хидеяки Чидзиива замечает, что красный цвет полон страсти [4]. Фиолетовый цвет у Иоганна Гете полон сдержанности и достоинства, но в то же время беспокоен. Люшер называл его цветом, выражающим впечатлительность, увлеченность, любознательность. Хидеяки Чидзиива ассоциирует этот цвет с обликом монарха и отзывается о нем как об искусственном в связи с редкостью этого цвета в природе. Голубой цвет по Гете – холод, небо, лед, искренность, тактичность. Он считает, что этот цвет успокаивает, положительно влияет на воображение, выводя из реальности. Люшер не рассматривает голубой цвет, а Чидзиива пишет о нем как о молодежном и спортивном. Синий цвет вызывает чувство холода, мудрости, спокойствия, глубины. Тишина, постоянство, серьезность – такими характеристиками наделяет его Гете. Макс Люшер считает, что синий обладает глубоким умиротворением, гармоничностью и упорядоченностью в сочетании с единением и защищенностью. Чидзиива говорит о нем как о создающем благополучие. Зеленый цвет, по мнению Гете, – цвет равновесия и успокоения, естественности природы и гармонии. Он успокаивает и помогает в выборе решений. Люшер характеризует зеленый цвет как создающий чувство стабильности, постоянства, ассоциирует его с самоуважением и собственной значимостью, авторитетом и компетенцией. Чидзиива говорит, что зеленый также цвет плесени и ревности, но в то же время весны и плодородия [5]. Коричневый цвет Гете описывает как неприятный, позорный и отвратительный. Люшер отзывается о нем как об умиротворительном, а Чидзиива – как о богатом цвете почвы, но в то же время грустном, как осенние листья. Белый цвет – смешение всех – заставляет глаза работать. По мнению Люшера, белый может восприниматься как ослепительный, как цвет чистоты и невинности, а в христианских верованиях представляет святость. Хидеяки Чидзиива характеризует его как чистоту, миролюбие и девственность, но в то же время как зиму и стерильность. Черный цвет, как отсутствие света, оставляет глаз в покое. Макс Люшер заявляет, что черный является противоположностью всему позитивному, абсолютным отрицанием,

аналогом слова «нет». Чидзиива характеризует черный как цвет ночи и смерти, благополучия и элегантности [6]. Таким образом, теплые цвета – желтый, оранжевый и красный, – дают человеку такие эмоции, как бодрость, радость, активность, они способствуют действию, в том числе и физическому. Холодные цвета, в свою очередь, спокойные и медленные, способствующие умственной активности и созданию равновесия.

С помощью сервиса Google Forms был проведен опрос людей разных возрастных категорий. Опрос состоял из трех разделов, первый из которых определял отношение человека к бесцветным пустым формам, второй определял изменение отношения к фигуре после приобретения ей цвета, а третий определял отношение к цвету в объеме. Для тестирования были выбраны цвета красный, желтый, зеленый и синий, как основные, и такие формы, как квадрат, треугольник, круг и неопределенная аморфная форма, напоминающая кляксу (тем не менее, ее схожесть с кляксой нигде не упоминалась, чтобы не вызывать ассоциаций, которые могли бы повлиять на результат). По итогу опрос прошли семьдесят восемь человек, и такое количество было сочтено подходящим для анализа. Общие результаты опроса, не разделенные ни по полу, ни по возрасту, выглядят следующим образом (показаны первые четыре значения, либо значения, наиболее выделяющиеся из всех; цифры в скобках обозначают количество людей, проголосовавших за указанный вариант). Квадрат вызывает у большинства покой (39), уравновешенность (36), безразличие (33) и комфорт (21); треугольник – опасность (24), агрессию (15), уравновешенность (15), динамичность (12), комфорт (12) и неуверенность (12); круг создает чувство комфорта (30), покоя (27) и воодушевления (21); неровная фигура (рисунок 6) вызывает динамичность (30) и неуверенность (25), а все остальные варианты у этой фигуры набрали 10 или менее голосов.

По результатам первого раздела наглядно видно, что квадрат для опрошенных являет собой нейтральные эмоции, обоснованием чему может послужить факт того, что форма четырехугольника с прямыми углами привычна людям с давних времен. Равносторонний треугольник, в свою очередь, у большинства ассоциируется с опасностью и агрессией, причиной чему, предположительно, служат острые углы. Круг в большей степени нейтрален, как и квадрат, но с положительным уклоном. А неопределенная аморфная фигура без углов по какой-то причине вызывает ощущение динамики – возможно, именно из-за кажущейся нестабильной формы, – и неуверенности. Результаты второго раздела опроса выглядели так:

Красный цвет: квадрат для опрашиваемых стал более неприятным (42), также участники опроса отмечают, что он стал более статичным (12); треугольник также стал более неприятным (39), следующий по популярности ответ – стал более статичным (16); круг, окрашенный в красный, тоже становится неприятнее (43) и статичнее (19); неровная фигура повторяет судьбу остальных, становясь неприятнее (26), но при этом динамичнее (22). Результаты показывают, что красный цвет однозначно вызывает неприязнь у людей, добавляя либо динамичности, либо статичности в зависимости от фигуры.

Желтый цвет: квадрат опрашиваемые видят более отталкивающим (35) и динамичным (12), тем не менее, значительная часть отметила приятность желтого квадрата (27); треугольник становится неприятнее (30), но приятнее (28) для другой части людей, при этом динамичность отмечают 16 человек; круг желтого цвета становится приятнее (41) и динамичнее (13); неопределенная форма стала более привлекающей (24) и динамичной (17). Таким образом, мнения о желтом цвете разделяются – одни фигуры начинают больше привлекать людей, другие отталкивать. В то же время абсолютно все фигуры для опрашиваемых приобрели динамику.

Зеленый цвет: квадрат становится более приятным (54) с большим отрывом, также прибавляя в статичности (16); треугольник точно так же становится привлекательнее для людей (51) и статичнее (15); круг стал приятнее (50) и статичнее (15), при том, что неприятность зеленого круга отметили ноль человек; неровная фигура стала более привлекательной (48) и статичнее (21). В случае с зеленым цветом ситуация та же, что и с красным, но в обратную сторону – абсолютное большинство выбрало положительный вариант ответа в совокупности со статичностью.

Синий цвет: квадрат стал более неприятным (24), а мнения относительно статики и динамики разделились (15 в обоих случаях); треугольник стал как более привлекательным (17), так и менее (17), а также динамичнее (16); круг стал статичнее (20) и неприятнее (18); неровная фигура синего цвета стала более приятной (27), а ее статика и динамика набрали по 19 голосов. Заметно, что в случае с синим цветом мнения очень сильно разделились, приведя к тому, что на многих вариантах ответа количество голосов оказалось одинаковым.

В последнем, третьем разделе у опрошенных имелось четыре варианта ответа с преобладанием в ставших трехмерными фигурах статики, динамики, привлекательности и неприятности. Результаты

выглядели так: красные фигуры в объеме стали более динамичными (36) и приятными (33); желтые фигуры стали более приятными (35) и динамичными (24); зеленые фигуры после придания им объема также приобрели в привлекательности (49) и динамичности (27); синие фигуры стали приятнее (35) и статичнее (29), при этом динамичность отметили 24 человека. Как видно, при добавлении объема с помощью тени и света абсолютно все фигуры в независимости от цвета получали более положительный отзыв. Вероятно, трехмерную фигуру человек даже в виде 2D-картинки воспринимает более реальной, и, следовательно, ощутимой и способной на какое-либо движение. Результаты отношения к формам в зависимости от возраста и пола представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты отношения к форме в зависимости от возраста

Фигуры	Квадрат				Треугольник				Круг				Неровная			
	> 18	18 - 25	26 - 40	41 - 60	> 18	18 - 25	26 - 40	41 - 60	> 18	18 - 25	26 - 40	41 - 60	> 18	18 - 25	26 - 40	41 - 60
Воодушевление		1		1		3	4			4	3	5	1	2		4
Радость				1		2			2	3		3		3	1	3
Неуверенность	1		1			2	6	2		5	3	1	3	7	3	12
Неприязнь		4	2		3	3		3	1						4	5
Печаль			1	1			3			4		1	1	6		
Комфорт		12	3	5		4		4		13	6	7		5		1
Страх		3		1				1						2		3
Безразличие	6	15	7	9	5	5	1		4	2	4		1	3		
Уравновешенность	2	18	6	12		8	2	3		3	2	4		4	5	1
Динамичность		3		2	1	9	1	2	1	3	1		4	13	7	4
Доброта	2	6	1					1		5	2	5		3	1	
Покой	3	21	3	8	1	5	1		1	14	3	9				
Агрессия		2		1	3	11		3		1	2		1	4	1	1
Опасность					1	12	3	8		3		3		5	2	3

По результатам ясно, что категория людей в возрасте от 18 до 25 лет испытывает ощущения покоя, уравновешенности, безразличия и комфорта при виде квадрата, ощущения агрессии и опасности при виде треугольника, покоя, комфорта и воодушевления при виде круга и динамичности в случае с неровной фигурой. Категория возрастом от 26 до 40 ощущает безразличие и уравновешенность при виде квадрата, неуверенность при виде треугольника, комфорт при виде круга и динамичность при виде неровной фигуры. Категория до 18 лет имеет слишком малочисленные показатели для анализа, в то время как категория людей в возрасте от 41 до 60 лет испытывает уравновешенность, покой и безразличие при виде квадрата, опасность при виде треугольника, комфорт и покой при виде круга и неуверенность при виде неровной фигуры.

Таблица 2

Результаты отношения к форме в зависимости от пола

	Мужчины				Женщины			
	квадрат	треугольник	круг	неровная	квадрат	треугольник	круг	неровная
Воодушевление	1	2	7	4	1	12	17	6
Радость		1	6	3	1	7	9	6
Неуверенность	3	1	2	13	3	9	3	13
Неприязнь		5	1	4	6			5
Печаль						1	1	2
Комфорт	12	5	5		12	5	18	4
Страх		6		4	5	3		4
Безразличие	7	3	4		8	2	2	4

Уравновешенность	16	6	8	3	15	6	3	
Динамичность				8		12	4	21
Доброта			3	4	5		12	3
Покой	7	4	8		25	3	14	
Агрессия		5			4	9	3	2
Опасность		9	4	3		15	2	4

Заключение

Результаты показывают, что большинство мужчин испытывают уравновешенность и комфорт при виде квадрата, опасность и уравновешенность при виде треугольника, комфорт и покой при виде круга и преимущественно неуверенность при виде неясной фигуры. Женщины испытывают покой, уравновешенность и безразличие при виде квадрата, динамичность и опасность при виде треугольника, воодушевление, комфорт, покой и доброту при виде круга, и динамичность и неуверенность при виде неровной фигуры.

Более ранние исследования цвета определяют четыре основных цвета несколько иными относительно результатов этого теста. Так, красный цвет сопоставляется с активностью, жизнью, энергией и волей к победе, а эти ощущения определенно являются положительными. Но подавляющее большинство опрошенных отметили этот цвет вызывающим неприязнь и негатив, а также отсутствие движения, что практически полностью противоположно тому, что писал Гете. Желтый цвет в работах упомянутых авторов также описывается как позитивный, бодрый и радостный, что не совсем соответствует проведенному тесту – в половине случаев желтый не оказался привлекательным цветом. Тем не менее, ассоциация с движением для этого цвета у опрошенных имела. В то же время зеленый цвет сопоставляется с равновесием, спокойствием, стабильностью и постоянством, что не так далеко от результатов опроса, где люди отмечали его вызывающим ощущение статики и придающим фигурам больше привлекательности. В случае с синим цветом тест не показывает такой однозначности, как с остальными, что само по себе не соответствует ожиданиям, так как Гете и Люшер, например, отзываются о синем как о постоянном, серьезном и упорядоченном цвете, но у опрошенных людей возникли очень разные мнения касательно этого цвета. Таким образом, большая часть результатов теста, связанных с цветом, отличается от имевшихся ранее знаний.

Список использованных источников

1. Гете [Электронный ресурс]: кругосвет.ру. — Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/kultura_i_obrazovanie/literatura/GETE_IOGANN_VOLFGANG_FON.html
2. Макс Люшер [Электронный ресурс]: Википедия. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Люшер,_Макс
3. Хидеяки Чидзиива [Электронный ресурс]: Энциклопедия дизайна интерьера. — Режим доступа: <https://enciklopedija-dizajna-interera.blogspot.com/2009/06/hidejaki-chidziiva-garmonia-cveta.html>
4. Михеева М.М. Цвет в дизайне: методическое указание по курсу «Цветоведение и колористика» – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 63 с.
5. Макс Люшер. Цвет вашего характера. М.: Вече, 1997. – 236 с.
6. Чидзиива Хидеяки. Гармония цвета: Руководство по созданию цветовых комбинаций / Пер. с англ. И.А. Бочкова. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2003. – 142с.

ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОЙ МАСКИ

Присяжная А.И.¹, Хмелевский Ю.П.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д01, e-mail: aip27@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: hmelevskiy@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день остро стоит вопрос обморожения лёгких. При занятии спортом в холодное время года повышается вероятность заболевания острым бронхитом или пневмонией из-за длительного охлаждения дыхательных путей поступающим воздухом. Для снижения риска заболевания и повышения комфорта занятия спортом в холодное время года была разработана концепция герметичной маски, которая будет подогревать поступающий поток воздуха.

Тепловая маска является элементом теплового комфорта дыхательных путей человека, необходимым для сбалансированного теплообмена в низких температурных условиях. Она полностью устраняет контакт органов дыхания с холодной средой и создаёт человеку персональный микроклимат теплого помещения [1].

Эргономические проблемы тепловой маски

Для выявления эргономических проблем тепловой маски необходимо было провести опрос среди спортсменов, лыжников и работников холодных производственных цехов.

По результатам проведенного опроса спортсменов и лыжников были сформированы следующие эргономические проблемы, в частности тепловой маске Сайвер:

1. За малый промежуток времени на внутренней стороне маски скапливается большое количество конденсата;
2. Картриджа хватает на полтора часа использования, после чего его необходимо менять;
3. Из-за конденсата влага не позволяет маске плотно прилегать к лицу из-за чего туда попадает холодный воздух;
4. Нет возможности регулировать температуру поступающего воздуха.

Работники холодных цехов высказались о следующей проблеме: отсутствие каких-либо тёплых элементов защиты органов дыхания, от чего при работе в холодном цеху продолжительное время рабочие очень часто заболевают и не могут трудиться в полную силу.

Решение эргономических проблем тепловой маски

Решением выявленных эргономических проблем является создание концепта тепловой маски, которая должна их решать (Рисунок 1).

В созданном концепте тепловой маски, были решены следующие проблемы:

1. Для комфортного дыхания используются нагревательные элементы, которые расположены в клапанах на лицевой части маски на вдох, через которые поступающий воздух успеет нагреться;
2. Для избежания появления конденсата на внутренней стороне маски в лицевой стороне маски были расположены дополнительные клапана на выдох, через которые, воздух, наполненный влагой, полностью выходит наружу;

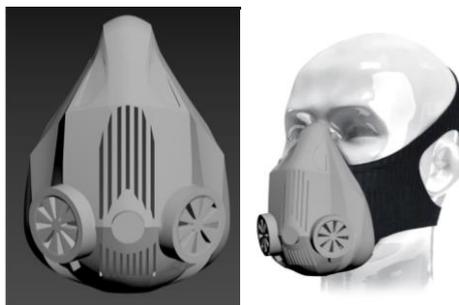


Рис. 1. Концепт тепловой маски

3. Для более комфортного состояния человека и регулирования температуры поступающего воздуха, был смоделирован тумблер, который располагается посередине для более удобного использования как правой, так и левой.
4. При выборе компонентов, было принято решение использовать поликарбонат, который является одним из самых прочных материалов для 3D печати, а также обладает высокой износостойкостью, высокой термостойкостью. Главная особенность данного пластика – он выдерживает, нагрев до 150°C и морозы до -140°C. Данный пластик используют в пуленепробиваемых стеклах, защитных очках, электронных дисплеях. PC относительно гибкий, он лучше реагирует на изгиб и не деформируется, хранить его нужно в прохладном сухом месте [2].
5. Благодаря двум липучкам, которые находятся на затылке сверху и снизу, пользователь может индивидуально настроить размеры, подходящие ему для удобства. Материал габардин, который состоит из 100% полиэстера, был выбран по ряду причин:
 - При правильном уходе вещи не растягиваются.
 - Отличается высокой водонепроницаемостью, при этом через него проходит воздух.
 - Из-за плотности нитей вещи устойчивы к загрязнениям. Хорошо отстирываются в теплой и прохладной воде, быстро высыхают.
 - В такой одежде тепло. Она защищает от ветра.
 - Не скатывается - постоянное использование и частые стирки не влияют на гладкость поверхности.
 - При правильной сушке практически не мнется, легко разглаживается.
 - Не едят насекомые. Вещи можно хранить, не опасаясь моли [3].

Были разработаны специальные отверстия для ушей для дополнительного крепления маски для непредвиденных ситуаций, а также чтобы не перекрывать слух при её использовании.

На внутренней части тканевого крепления расположен липстик (ткань с резиновыми пупырышками), благодаря чему ткань лучше прилегает к лицу, от чего при резком повороте головы или сильном ветре, маска не будет съезжать с головы, а также впускать холодный воздух, от которого она хорошо защищает.

Заключение

Таким образом, был разработан концепт тепловой маски, в котором были решены все эргономические проблемы. Были проанализированы материалы корпуса маски и фиксирующих элементов.

Список использованных источников

1. Как сказывается резкий перепад температур на лёгкие [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://teplomaska.com/o-масках/>, свободный
2. 25 самых популярных материалов для 3D печати [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://3dprintstory.org/25-samih-populyarnih-materialov-dlya-3d-pechati>, свободный
3. На какую температуру надевать куртку из полиэстера, особенности материала [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://hockey-samara.ru/stirka-i-glazhka/poliester-napolnitel-kurtki.html>, свободный. – (дата обращения: 18.10.2022)

РАЗРАБОТКА ИГРЫ НА UNREAL ENGINE

Радченко С.С.¹, Гриценко А.В.², Коровенко Д.С.³

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, группа 8К14, ssr14@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, группа 8К14, dsk52@tpu.ru

³Томский политехнический университет, ИШИТР, группа 8К14, avg97@tpu.ru

Введение

Разработка игр – самая зрелищная и в то же время самая сложная отрасль программирования. Сейчас игровая индустрия достаточно развита, а объем рынка превысил \$159 млрд. В ней сочетается все, что наработано годами в области разработки программных продуктов, и в то же время используются последние технологические наработки в базах данных, средствах разработки, компьютерной графике, web-технологиях и многих других отраслях.

Основная часть

Целью данного проекта является разработка игры в жанре action-adventure с открытым миром с элементами RPG. Главная идея игры состоит в том, чтобы позволить игроку бегать по открытому для изучения миру и сражаться с встречающимися на пути противниками.

Актуальность темы нашей работы определяется спросом на игры и большой скоростью развития игровой индустрии. В современном мире подавляющее большинство детей с раннего возраста начинают пользоваться персональными компьютерными устройствами (планшеты, телефоны, ноутбуки и т.д.). Дети практически с ранних лет начинают играть, и начинают с простейших игр, постепенно переходя к более сложным по мере взросления.

Выполнение работы требует творческого подхода и применения дополнительных знаний из области графики и написания кода. Проект не предполагает дальнейшего коммерческого использования данного программного продукта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Разработать дизайн и основные механики игры;
- Разработать дизайн персонажей;
- Реализовать алгоритм работы игры при помощи системы визуального скриптинга «Blueprint»;
- Протестировать проект;
- Провести отладку проекта.

Были разработаны механики: паркур, то есть персонажи имеют возможность взбираться по отвесным поверхностям за счет выступов; инвентарь, с возможностью разделять предметы, выбрасывать, уничтожать и подбирать; создание предметов, то есть игрок может создавать новые предметы на основе тех, что у него есть в инвентаре; механика боя, то есть у персонажей есть 2 вида атаки: обычная и специальная; внутриигровая валюта, которую игрок может поднимать, является счетчиком прогресса; улучшения персонажа за счет внутриигровой валюты.

Мы столкнулись со следующими проблемами: неправильная обработка коллизий, персонажи иногда «зависали» в воздухе; после создания некоторых предметов, когда ингредиентов было мало, они не исчезали.

Общий сценарий пользования игры:

После запуска игры пользователь попадает в сцену с главным меню с основными настройками игры и настройками управления. Благодаря нажатию на клавишу «Начать», игрок попадает в сцену, где у него есть возможность двигаться и атаковать врагов, после уничтожения которых выпадают монеты, которые являются внутриигровой валютой. За которые можно улучшать главного героя. Игрок может подбирать разные предметы и создавать новые. Также есть возможность менять активные клавиши для определенных действий. Управление происходит при помощи клавиатуры и компьютерной мыши.

Целевая аудитория – люди всех возрастов и любого пола.

Целевые платформы – Windows.

Дизайн игры выполнен в едином стиле со специально подобранной цветовой гаммой.

Модели для игры были созданы при помощи программы «Blender».

Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой.

Для разработки игры была выбрана платформа «Unreal Engine 5».

Unreal Engine 5 — это набор инструментов для разработки игр, имеющий широкие возможности: от создания двухмерных игр на мобильные платформы до AAA-проектов для консолей. Этот движок использовался при разработке таких игр, как ARK: Survival Evolved, Tekken 7, Fortnite, Hellblade: Senua's Sacrifice, Gears 5 и сотен других игр.

Заключение

– В результате выполнения творческого проекта были изучены возможности применения системы визуального скриптинга «Blueprint» для игрового движка «Unreal Engine 5». Была разработана игра в рамках дисциплины «Творческий проект».

– В ходе проектирования и разработки компьютерной игры, были изучены или улучшены следующие навыки:

- Разработка игры на платформе «Unreal Engine 5»;
- Разработка при помощи системы визуального скриптинга «Blueprint»;
- Разработка части игровой логики на языке программирования C++;
- Создание визуальной части при помощи графических редакторов;
- Создание моделей для видеоигр в Blender.

Планы на будущее:

- Продолжение изучения возможностей «Unreal Engine 5» по созданию видеоигр;
- Добавление новых возможностей и игровых механик;
- Написание плагина с различными модулями игровой логики на языке программирования C++;
- Добавление в проект внутриигрового времени;
- Добавление в проект миссий.

Список использованных источников

1. Free - UE Marketplace. — Текст : электронный // Unreal Engine : [сайт]. — URL: <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/free> (дата обращения: 29.11.2022).
2. Virtual “SnowWorld” Helps Burn Victims Cope with Extreme Pain. — Текст : электронный // Rdmag: [сайт]. — URL: <https://www.rdmag.com/article/2017/08/virtual-snowworld-helps-burn-victims-cope-extreme-pain> (дата обращения: 05.10.20122).
3. Epic Games - Launcher. — Текст : электронный // Epic Games: [сайт]. — URL: <https://www.epicgames.com/store/ru/download> (дата обращения: 13.07.2022).

РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Сергеев И.А.

ТПУ, ИШИТР, 8К93, ias74@tpu.ru:

Научный руководитель: Чердынцев Е.С., к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР ТПУ.

Введение

Дополненная реальность. Что это такое? Дополненная реальность - термин, относящийся ко всем проектам, направленным на дополнение реальности любыми виртуальными элементами. Дополненная реальность - составляющая часть смешанной реальности, в которую также входит «дополненная виртуальность» (когда реальные объекты интегрируются в виртуальную среду).[1]

Актуальность: актуальность работы обусловлена тем, что пользователь, желающий посмотреть информацию о застройщике, может не просто посмотреть план помещения на бумаге, а полностью посмотреть как будет выглядеть помещение в дополненной реальности.[3]

Цель: создать приложение с использованием технологии дополненная реальность.

Описание алгоритма

После определения со средствами разработки (ARCore, Vuforia SDK, Unity, Blender) будущего приложения можно приступить к определению его структуры.[2]

Для начала настроим приложение Unity для работы с дополненной реальностью:

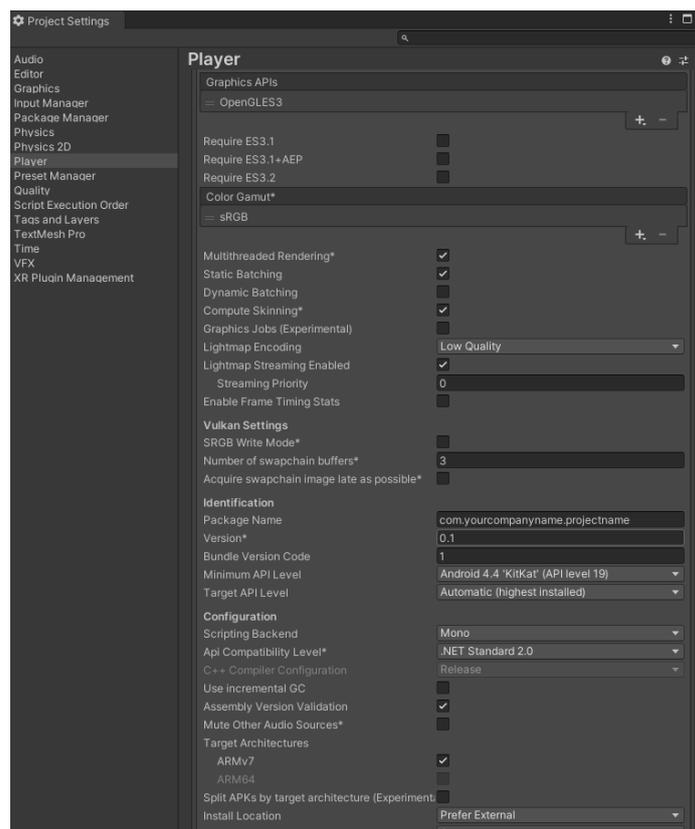


Рис. 1. Настройки для работы с дополненной реальностью



Рис. 2. Созданная 3D модель квартиры по чертежу

После того, как весь необходимый функционал выполнен можно приступить к компиляции проекта и его публикации на диск.



Рис. 3. Приложение запущенное на смартфоне с Android системой

Заключение

Как уже сейчас показывает практика, Дополненная реальность оказала влияние практически на все сферы человеческой деятельности. Дополненная реальность используется в архитектуре, в строительстве, в построении инструкций, в рекламе приложений, в медицине и хирургии. Дополненная реальность - это настоящий тренд. Возможности, которые сулит данная технология, огромны, так что в

ближайшие несколько лет можно ожидать взрыва ее развития и популярности. Программ для телефонов, смартфонов уже написано сотни, большинство из них носят сугубо развлекательный характер. Но имеется и немало очень удачных и полезных решений, которые дополняют окружающий мир действительно полезными возможностями.

Данное приложение использует современные средства разработки, что позволит в дальнейшем развивать и расширять его: добавлять в него новые функции или улучшать уже имеющиеся.

Приложение полностью собрано и опубликовано на виртуальном диске, что позволяет работать с ним любому человеку с любой точки планеты, имея при этом доступ в глобальную сеть Интернет.

Список использованных источников

1. Яковлев Б.С, П. С. (2013). Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности. Известия Тульского государственного университета. Технические науки
2. [Электронный ресурс] / AR/VR/MR Conference. URL: <https://ar-conf.ru>
3. [Электронный ресурс] URL: <http://3dday.ru/services/dopolnennayarealnost/>

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕ ГРАФОВ ОБЪЕКТОВ-СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Степанов В.А.¹, Лоскутов В.В.²,

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8К14, e-mail: vas134@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОИТ ИШИТР, e-mail: rewenger@tpu.ru

Введение

В связи с нарастающей сложностью проектируемых человеком систем приходит необходимость использовать различные инструменты для упрощения проектирования. Одними из таких инструментов являются модели систем. Модели позволяют получить структурированную информацию о системе и ее компонентах, а также связей между ними. Подобные подходы к проектированию повсеместно применяются во многих сферах деятельности от психологии до машиностроения. Использование моделей в программировании особенно актуально, так как здесь необходимо представлять объекты реального мира более абстрактно в виде структур данных. Использование единой модели, дающей возможность быстро создавать повторяемые решения (т.е. шаблонные), позволяет повысить эффективность написания программного кода. Это необходимо в случаях, если требуется описать поведение как целого объекта-системы, так и всех его элементов в отдельности.

Описание модели

Представленная модель позволяет упростить проектирование систем высокой сложности. Любой сложный объект может быть представлен как система, состоящая из дочерних объектов, которые являются элементами данной системы. Элементы имеют собственные свойства, а также влияют на параметры системы в целом. Объект-система может обладать некоторыми свойствами, недоступными отдельным ее элементам. Так, например, самолет, состоящий из множества деталей, способен летать.

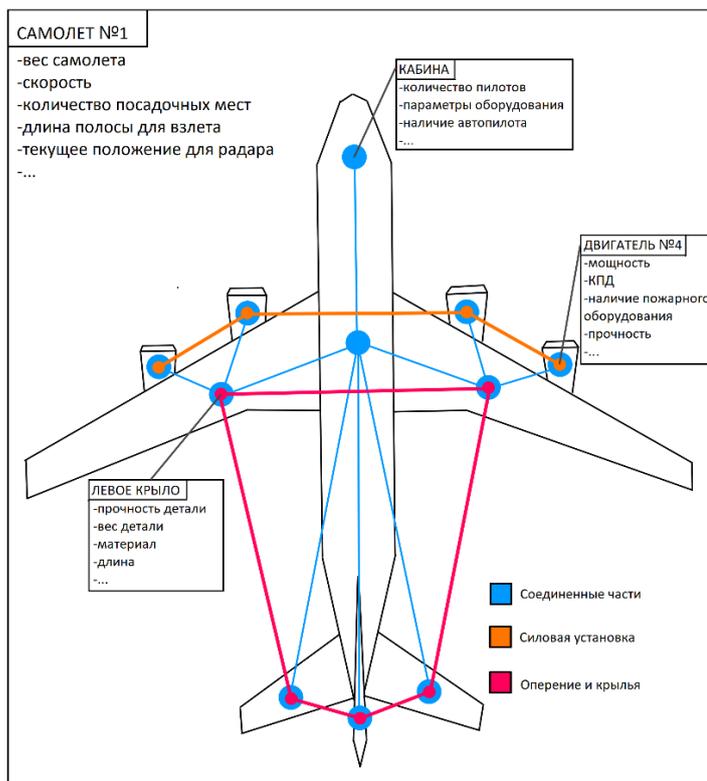


Рис. 1. Модель транспортного самолета

Система обладает композицией, то есть связями между элементами. Связи могут отражать различные отношения элементов друг к другу; более того, возможно множество связей, отражающих различные отношения. Наиболее удобно и абстрактно эти связи можно представить несколькими графами

с общим множеством вершин. Графы являются очень удобной структурой, зарекомендовавшей себя во многих сферах. Ее использование открывает доступ к множеству возможностей. Например, использование различных алгоритмов обхода при оповещении, изменении или отсоединении множества элементов системы. Также могут пригодиться алгоритмы для обнаружения циклов, построения остовного дерева, нахождения сильно связанных элементов, “раскраски” графа, и.т.д.

Как структура данных, объект-система имеет доступ к каждому своему элементу и ко всей информации о связях между ними. Если необходимо получить какую-либо информацию о системе извне, то следует обращаться к элементам через нее, а не напрямую. Компоненты системы сами могут являться системами, таким образом можно получить достаточную точность рассмотрения компонентов. Это необходимо, если изначальный объект является очень комплексной системой.

Реализация модели на мультимедийном движке Unity

Как говорилось выше, данная модель может использоваться почти в любой сфере, где приходится проектировать или рассматривать системы различной сложности. В данном случае будет рассмотрено проектирование системы, представляющей собой врага в видеоигре. Согласно концепции игры все объекты состоят из частей. Если игрок ударяет по части какого-либо объекта, то она теряет прочность. Если прочности не осталось, то часть покидает объект-систему и становится самостоятельным объектом, с которым можно взаимодействовать напрямую.

Все объекты обладают собственным поведением и параметрами, основным из которых является прочность структуры. Так как объект-система обладает несколькими элементами, очевидно, что при потере одной из них структурная прочность всей системы уменьшится. А если она достигнет нуля, то система перестанет существовать.

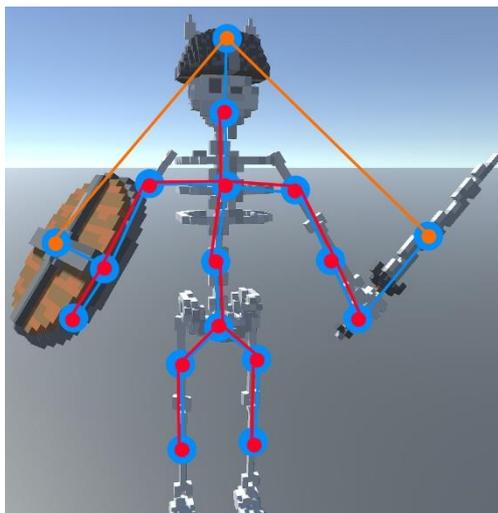


Рис. 2. Пример использования модели для врага

- Здесь синий цвет показывает соединения частей друг с другом. Если часть крепилась к другому элементу, покинувшему объект-систему, то по логике приложения ей будет не на чем держаться, и она тоже должна покинуть систему.
- Красным цветом выделено множество элементов, при потере которых структурная прочность уменьшится. Потеря таких элементов также способна сильно изменить поведение системы.
- Оранжевым цветом показаны части снаряжения. Они не влияют на прочность структуры, но изменяют остальные параметры системы.

Основное взаимодействие между объектами реализовано через считывание коллизии, то есть столкновений объектов друг с другом. Соответственно каждый элемент системы обладает как минимум своим коллайдером, описывающим границы объекта, и прочностью. При столкновении элемента с каким-либо другим объектом его собственная прочность уменьшается.

Благодаря использованию данной модели и возможностей объектно-ориентированного программирования возможно сильно упростить создание приложения. Так в представленной игре для реализа-

ции всех объектов-систем используется лишь два основных класса-скрипта (система, элемент), от которых происходит наследование всех остальных.

Заключение

В итоге была получена модель описания объектов-структур, которая позволяет упростить проектирование систем как для реальных объектов, являющихся слишком сложными и состоящими из множества частей, так и для представления этих объектов в программном коде приложения. Стоит отметить, что описанная модель является наиболее полным представлением объектов-систем и может быть упрощена в зависимости от сложности систем и количества информации, которую необходимо получить в ходе работы с объектом.

Список использованных источников

1. Левенчук А. И. - Системное мышление: Учебник – “Издательские решения”. – 2018. – 398 с.
2. Павловская Т. А. – С#. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2015. 432 с.: ил. – (Серия “Учебник для вузов”)
3. Unity Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.unity.com> (дата обращения 21.02.2023)

ГИБРИДНЫЙ РЕНДЕРИНГ: РАСТЕРИЗАЦИЯ И ТРАССИРОВКА ЛУЧЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Чибирев Г.С.

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева (КНИТУ-КАИ), e-mail: ChibirevGS@stud.kai.ru

Введение

В 2018 году компания Nvidia, которая занимается разработкой видеокарт, анонсировала видеокарты на графической архитектуре Turing с поддержкой трассировки лучей в реальном времени. Использование трассировки лучей в графике реального времени позволяет улучшить обработку освещения и повысить качество изображения.

Растеризация

Растеризация это подход в компьютерной графике, в основе которого лежит преобразования координат вершин примитивов из системы координат модели в систему координат экрана. Обычно это происходит в вершинном шейдере. Также при необходимости для дополнительных преобразований могут быть применены шейдеры тесселяции, геометрические шейдеры. После чего происходит разложение примитивов на фрагменты, для которых вызываются вершинные шейдеры, которые в результате возвращают цвет фрагмента. Затем эти цвета отображаются в кадровый буфер [1]. Этот алгоритм можно изобразить на схеме [2] (рис. 1).

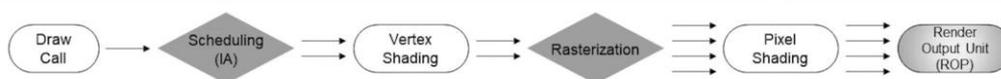


Рис 1. Схема растеризации

Данный подход применяется в системах автоматизированных проектирования, пакетах для работы с трёхмерной графикой, графике компьютерных игр, где нужна интерактивная графика. Поскольку растеризация позволяет отрисовывать графику в реальном времени. Недостатком же является финальное качество изображения, алгоритм не позволяет точно просчитывать освещение с физической точки зрения.

Для решения этой проблемы применяются приближенные модели освещения, такое как модель Фонга, модель Блинна-Фонга, а также такие техники, как карты теней, кубические карты отражений, отражения экранного пространства, глобальное освещение экранного пространства. Техники экранного пространства работают только с той информацией, которая находится в кадровом буфере и геометрическом буфере. Эти техники дают неплохой результат при условии, что отражаемые объекты находятся на экранном пространстве, объекты не попадающие в пирамиду видимости не повлияют на освещение и отражения.

Трассировка лучей

Трассировка лучей это ещё один подход в компьютерной графике, который заключается в испускании луча из точки, в которой находится наблюдатель, по направлению к точке соответствующей пикселю на экранном пространстве и нахождению пересечения этого луча с поверхностью геометрии. Происходит проверка освещённости точки пересечения с ближайшими источниками света, т. е. проверяется отсутствие препятствий между точкой и источником. В зависимости от параметров материала поверхности происходит отражение луча от поверхности и отслеживанием новой точки пересечения [1] (рис. 2).

Это повторяется несколько раз, до тех пор пока луч не достигнет источника освещения или не закончится ограничение на количество отражений. Затем осуществляется проход назад и с учётом цветов источников, цветов точек пересечений вычисляется цвет пикселя на экранной поверхности [3] (рис. 3).

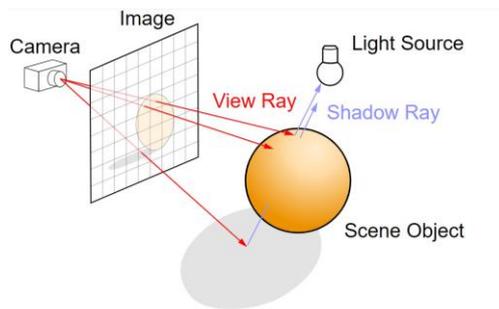


Рис 2. Пример трассировки лучей

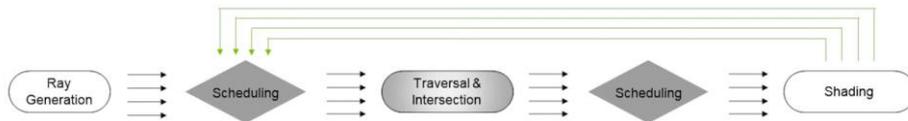


Рис 3. Схема трассировки лучей

Данный подход имитирует ход света в обратном направлении, что позволяет намного точнее рассчитывать освещение. К тому же трассировка лучей позволяет преломлять лучи, проходящие через полупрозрачные объекты.

Трассировка лучей требует большего времени обработки.

Семплинг и подавление шумов

Таким образом с помощью трассировки лучей находятся значения цвета для каждого пикселя, но полученное изображение является сильно зашумленным.

Для повышения качества изображения необходимо повторить трассировку для каждого пикселя несколько раз и найти среднее значение, данная техника называется семплингом. Общее количество этих повторений называется количеством сэмплов. Однако большее количество сэмплов увеличивает время отрисовки изображения.

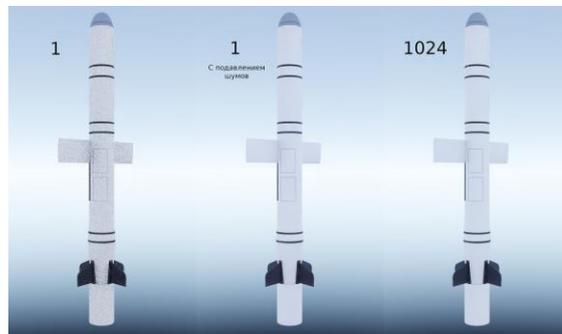


Рис 4. Слева изображение отрендеренное 1 сэмплом, по центру — 1 сэмплом с подавлением шумов, справа — 1024 сэмплами.

В качестве дополнения можно использовать подавление шумов или denoising (рис. 4). В последние годы появились технологии подавления шумов для результатов трассировки лучей, основанные на алгоритмах машинного обучения от таких компаний, как Nvidia, Intel [4].

Количество сэмплов необходимых для получения качественной картинки может различаться в зависимости от сложности сцены. Подавление шумов позволяет при низком количестве сэмплов получать качественный результат.

Таким образом, трассировка лучей находит применение в кинематографе, анимации, интерьерной визуализации, т. е. в тех областях, где есть требования к качеству и правдоподобности изображения, при этом нет интерактивности и можно потратить время на визуализацию.

Трассировка лучей в реальном времени в DirectX и Vulkan API

Поддержка новой технологии появилась в DirectX Raytracing или DXR в составе DirectX 12 Ultimate [5][6]. Поддержка для OpenGL не планируется, но для открытого графического интерфейса Vulkan API в декабре 2020 года появилась поддержка трассировки лучей в виде нескольких расширений [7].

Схема работы трассировки лучей в DXR и Vulkan API схожа. Для реализации этой технологии предлагаются инструменты для создания конвейера трассировки, также специальные шейдеры:

- Ray Generation Shader – определяет как «запускается» трассировка луча;
- Intersection Shader – определяет как лучи пересекают геометрию;
- Miss Shader – шейдер для лучей, который не пересекли геометрию;
- Closest-hit Shader – шейдер для точек пересечения;
- Any-hit Shader – шейдер для любых пересечений (например, прозрачных).

Первый шейдер контролирует остальные, второй определяет геометрию, остальные контролируют поведение луча.

Общая схема выглядит так (рис. 5).

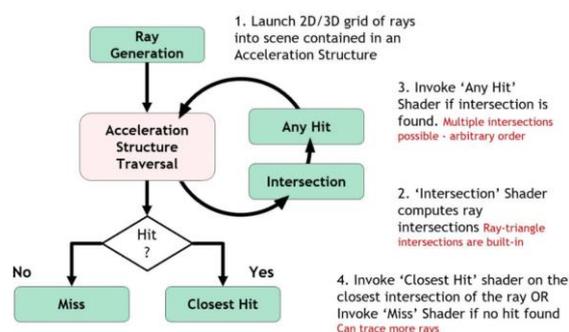


Рис 5. Схема конвейера трассировки лучей

В добавок к этому предоставляются структуры для разделения пространства. Существует две таких структуры, первая является структурой верхнего уровня, представляет из себя корень дерева, вторая — структура нижнего уровня, остальные вершины дерева, кроме висячих. Элементы геометрии являются висячими вершинами дерева.

Заключение

Как можно увидеть трассировка лучей позволяет добиваться высокого качества изображения в реальном времени. При этом реализуется физическая модель распространения света в пространстве, появляются преломления, каустика. Также взамен техник, применяемых при обычной растеризации, для более высокого качества появились усовершенствованные техники, например, отражения, глобальное освещение основанные на трассировке лучей.

Список использованных источников

1. DirectX Raytracing: трассировка лучей в реальном времени // iXBT.com URL: <https://www.ixbt.com/3dv/directx-raytracing.html> (дата обращения: 23.03.2021).
2. Ray Tracing Essentials Part 2: Rasterization versus Ray Tracing // YouTube URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ynCxnR1i0QY> (дата обращения: 23.03.2021).
3. Ray Tracing Essentials Part 4: The Ray Tracing Pipeline // YouTube URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LoKUmbvbcRY> (дата обращения: 23.03.2021).
4. RU Ray Tracing Essentials Part 7: Denoising for Ray Tracing // YouTube URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6O2B9BZiZjQ> (дата обращения: 23.03.2021).
5. Announcing Microsoft DirectX Raytracing! // DirectX Developer Blog URL: <https://devblogs.microsoft.com/directx/announcing-microsoft-directx-raytracing/> (дата обращения: 23.03.2021).
6. DirectX raytracing — всплываем // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/516234/> (дата обращения: 23.03.2021).
7. Vulkan Ray Tracing Final Specification Release // The Khronos® Group Inc URL: <https://www.khronos.org/blog/vulkan-ray-tracing-final-specification-release> (дата обращения: 23.03.2021).

ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К УСТРОЙСТВУ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА И СУРДОПЕРЕВОДА

Серяков В.А.¹, Шукишина О.А.²

¹*Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР*

²*Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91, e-mail: oas26@tpu.ru*

Введение

Всемирная федерация глухих (далее ВФГ) приводит следующую статистику: в мире насчитывается 70 млн неслышащих людей или около 0,1 процента населения. Лиц с ограниченными возможностями (ОВЗ) по слуху насчитывается гораздо больше – около 10% населения [1]. При этом в России насчитывается около 13 млн слабослышащих людей, что составляет 10% населения [2].

Данная работа направлена на выявление требований к разработке устройства тренажера сурдоперевода, так как обучение жестовому языку необходимо для повышения квалификации граждан, служащих, преподавателей, переводчиков русского жестового языка с целью коммуникации с лицами, имеющими нарушения слуха и речи.

Анализ аналогов

Для выявления требований необходимо оценить рынок сурдо-перчаток.

Таблица 1

Анализ прямых аналогов

Аналог	Функциональный анализ	Визуальный анализ	Анализ конструкции	Технические характеристики
Enable Talk	Две сенсорные перчатки, распознающие язык жестов с помощью мобильного устройства. Имеют солнечную батарею Количество жестов - 5	Громоздкий вид, устройство непригодно для повседневного использования	Две большие перчатки, на которых закреплена техническая составляющая	Модульная схема RN Bluetooth, схему микроконтроллера Arduino. Отправка знаков в виде символов через технологию Bluetooth в мобильное приложение
SignAloud	Две сенсорные перчатки, распознающие язык жестов. Количество жестов – неизвестно	Громоздкая конструкция, отсутствие мобильности. Поддержка только английского языка.	Провода протянуты внутри сетчатой перчатки, что уменьшает доступ человека к конструкции. На запястье большой незакрытый блок с компонентами.	Подключается к компьютеру через Bluetooth и выводится в виде символов.
Аналог	Функциональный анализ	Визуальный анализ	Анализ конструкции	Технические характеристики
uSEEBand	12 часов без подзарядки. Связь с приложением. Количество жестов – 12	Минималистичный дизайн, эргономичная форма.	Тип крепления - вокруг ладони, отсутствуют видимые пользователю провода	Bluetooth-модуль для связи с приложением на базе Android

Аналог 4	Имеет динамики для озвучивания жестов; определяет жесты по сгибу пальцев и положению руки в пространстве. Количество жестов - 4	Отсутствует дизайн	Вся конструкция расположена снаружи	Динамики, Bluetooth-модуль
----------	--	--------------------	-------------------------------------	----------------------------

В ходе проведенного анализа было выявлено, что в настоящий момент на российском и зарубежном рынке нет аналогов сурдо-перчатки с проработанным дизайном, которая бы отвечала потребностям слабослышащих людей.

Требования к устройству

Материалы, применяемые для изготовления, не должны содержать ядовитых (токсичных) компонентов, а также воздействовать на цвет поверхности (одежды, кожи пользователя), с которой контактируют те или иные детали устройства при его нормальной эксплуатации в соответствии с ГОСТ Р 51260 – 2021 [3].

Требования к эргономическим параметрам устройства определяются психологическими, антропометрическими параметрами пользователя. Соблюдение данных требований необходимо для оптимизации работы с тренажером и применяются еще на этапе проектирования прибора [4].

При создании прибора необходимо достичь приемлемого уровня эргономической проработки конструкции, данное требование является выполненным, когда устройством может воспользоваться 90% от планируемого контингента. Для применения этого требования используется понятие перцентиль [5]. Перцентиль — это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака.

Однако сведения, приводимые в антропометрических справочниках, могут служить лишь для первых, грубых прикидок габаритов проектируемого изделия, в дальнейшем размеры необходимо доработать при тестировании тренажера.

Изделия должны быть безопасными для пользователя, а также для окружающих. Изделия должны быть так сконструированы и изготовлены, чтобы не возникало опасности поражения электрическим током как в нормальном их состоянии, так и при единичном нарушении.

Заключение

Проведенный анализ сурдо-манипуляторов выявил, что разработанные к настоящему моменту устройства не имеют функционал необходимый для изучения и перевода русского жестового языка. У большинства манипуляторов отсутствует эргономическая составляющая устройства.

Были составлены следующие требования к тренажеру:

- а) Устройство должно быть пригодным для использования в качестве тренажера в школах по изучению жестового языка и/или индивидуального обучения, общения между человеком с ограничениями по слуху и без;
- б) в будущем возможна доработка и использования среди людей с ограничениями по слуху и речи из разных стран.
- в) устройство должно подходить людям разного телосложения. При создании эскизов можно использовать антропометрические данные, собранные в ГОСТ Р ИСО 72503-2019. В дальнейшем для уточнения данных первичный макет необходимо протестировать на целевой аудитории.
- г) при проектировании следует принимать во внимание: угол обзора, расстояние до объекта, легкость зрительного различения интерфейса экрана
- д) необходимо брать во внимание психологическое отношение человека к созданному объекту
- е) устройство должно соответствовать требованиям безопасности данными в ГОСТ 14254-2015 и ГОСТ Р 51260-2021.

Список использованных источников

1. Сайт Всемирной Федерации глухих [Электронный ресурс]. URL: <https://wfdeaf.org> (дата обращения 10.09.2020)
2. Слух Онлайн [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sluh.online/statistika> (<https://sluh.online/statistika>), свободный (дата обращения 10.09.2020)
3. ГОСТ 14254-2015. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP): национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 01.03.2017 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2019. – 35 с.
4. ГОСТ Р 51260-2021. Тренажеры реабилитационные. Общие технические требования: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 01.12.2021/ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2021. – 25 с.
5. Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 119 с.

ВИЗУАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УДЕРЖАНИЯ ВНИМАНИЯ В АНИМАЦИИ

Жамантаев Н.С.¹, Серяков В.А.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр. 8ИМ22, e-mail: nsz8@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР, e-mail: seryakov@tpu.ru*

Введение

Объект исследования: общие визуальные приемы удержания внимания в кинематографе.

Предмет исследования: визуальные приемы, удержания внимания в анимации.

Цель: выявить визуальные механизмы, используемые в различных сферах кинематографа, особенно в анимации, которые способствуют удержанию внимания зрителя.

Актуальность: важность удержания внимания зрителя в цифровой среде для создателей контента.

Научно-практическая значимость: работа может быть полезна как теоретикам, так и практикам в области видеопродукции. Исследование может быть использовано при создании конкретных экранных произведений.

Перспективы развития: сфера визуальной коммуникации в кинематографе подвержена постоянным изменениям и требует непрерывного поиска новых визуальных образов и способов.

Общие визуальные механизмы удержания внимания в кинематографе

Кинематограф — это искусство контроля движения глаз зрителя. Визуальный рассказ в кино включает в себя расположение людей и объектов внутри кадра, их перемещения в рамках кадра и движение самого кадра. Композиция, то есть то, как глаз зрителя движется по изображению, является одним из главных факторов визуального рассказа [1].

Визуальные механизмы удержания внимания в анимации.

Анимационные фильмы используют сходные приемы с кинематографом, но благодаря потенциальной свободе графики, предоставляют больше возможностей для новых методов. Режиссеры анимации используют множество технических приемов для точной фокусировки взгляда зрителя, включая расположение объекта в кадре, свет, тени, ракурс, и камеру. Лэйаут и освещение играют важную роль в трехмерной анимации для создания композиции, которая удерживает внимание. Режиссеры обладают полной свободой в управлении всем что происходит внутри кадра и постоянно работают, чтобы достичь нужного эффекта. Это отличается от кинематографа, где материал снимается в завершенном виде, и нельзя осуществить дополнительные съемки.

В графике, где возможности безграничны, умение правильно применять приемы, направленные на управление вниманием зрителя, является ключевым фактором успеха, так как важно уметь подчеркнуть главное и избежать избыточности элементов, которое может запутать и рассеять внимание зрителей.

Использование планов в анимационных роликах является важным аспектом съемки и постановки кадров. Выбор типа плана в кино зависит от того, какую информацию режиссер желает передать зрителям и на что он хочет привлечь их внимание, поскольку каждый тип плана несет свою смысловую нагрузку, и определение масштаба и содержания кадра является важным решением, которое необходимо принять для создания фильма [2].

Одно из основных правил размещения предметов на экране — это правило третей, которое заставляет размещать объекты в центре. При создании композиции на экране, определенные зоны могут привлекать внимание зрителей с большей силой, такие зоны являются "горячими точками" экрана. Использование размещения объектов внутри этих точек позволяет создать динамичную и интересную композицию.

Важные элементы в кадре часто располагаются в местах пересечения линий, что создает несимметричный и более естественный образ. Это помогает избежать слишком простых и предсказуемых сцен, придавая им более органичный вид.

Поддержка фокуса окружением является еще одним важным аспектом композиции. Зрители обычно смотрят туда, где находится точка схода, поскольку все линии, параллельные горизонту и между собой, указывают на нее и создают очевидный центр интереса. Таким образом, невидимые линии могут направлять взгляд зрителя в нужное направление.

Геометрическое расположение персонажей является приемом, который заключается в создании треугольной, круговой или квадратной композиции для удобства перемещения взгляда зрителя на лица персонажей, участвующих в разговоре. Однако, также возможно применение других геометрических фигур.

Цветовое решение может передавать весь спектр эмоций человека, например, черно-белая гамма может создавать мрачное настроение или выделить старые воспоминания.

Правило линии персонажей применяется, когда на сцене имеются два персонажа, ведущих диалог, и представляет собой невидимую границу между ними. Правило заключается в том, что камера должна находиться на одной стороне линии и никогда не переходить на другую сторону (рисунок 1).

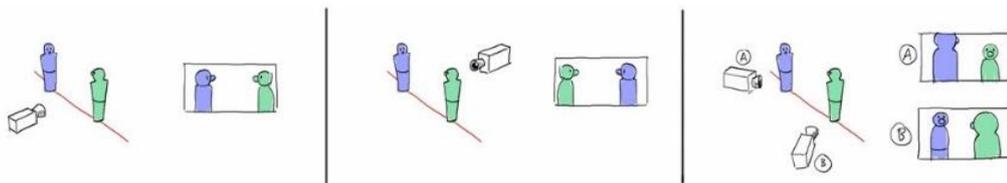


Рис. 1. Правило линии персонажей

Совместное использование визуальных механизмов в кинематографе позволяет создавать уникальное настроение и понимание сюжета на невербальном уровне. Цель применения данных приемов заключается в поиске идеальной композиции и направлении взгляда зрителя на центральную точку или "историю" в сцене. Все рассмотренные ранее приемы сочетаются в зависимости от необходимых качеств итоговой композиции (рисунок 2).



Рис. 2. Применение правил композиции в анимации

Заключение

Цель каждого фильма заключается в создании истории для аудитории. Однако успех фильма зависит не только от сценария, музыкального сопровождения, звуковых эффектов, но и от его визуальной составляющей. Фильм, прежде всего, является визуальной средой, и в большинстве случаев зритель нуждается в ясности происходящего на экране, чтобы удержать его внимание.

Одной из целей визуальных механизмов удержания внимания является подчеркивание предметов/настроения/действия движущегося изображения и делание его понятным и эстетически приятным для зрителя.

Данная работа посвящена визуальным механизмам удержания внимания в анимационной видеопродукции. В результате исследования были выявлены визуальные механизмы, используемые в кинематографе в целом и конкретно в анимации, которые позволяют удерживать внимание зрителя

Список использованных источников

1. Кирия И.В., Новикова А.А. История и теория медиа [Текст] / И.В. Кирия, А.А. Новикова. - Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2017. - 423 с. - ISBN 978-5-7598-1188-6.
2. Flooby Nooby: The Cinematography of "The Incredibles" Part 3 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://floobynooby.blogspot.com> - Дата обращения: 10.11.22.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОНИЧЕСКИХ ФОРМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Михнёв Д.А.¹, Мамонтов Г.Я.², Хмелевский Ю.П.³

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8ДМ11, e-mail: dam58@tpu.ru

²Томский политехнический университет, д-р. физ.- мат. наук., профессор ОАР ИШИТР, e-mail: mgy@tpu.ru

³Томский политехнический университет, ст. преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: hmelevskiy@tpu.ru

Введение

Проблема восстановления здоровья человека вследствие врожденных заболеваний, травм и операций всегда была крайне актуальной. Сегодня для людей, нуждающихся в реабилитации, разрабатываются специализированное, технологичное реабилитационное оборудование, позволяющее восстанавливать их здоровье. Понимая важность использования вышеупомянутого оборудования, необходимо проводить исследования и находить методы его усовершенствования. В представленной работе будет предложено использование свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования [1].

Целью работы является обоснование использования свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования.

Разработка дизайна реабилитационного оборудования на основе свойств бионических форм.

Для разработки нового эффективного реабилитационного оборудования с точки зрения функционального и визуального восприятия совместно с экспертами компании «Техномед», имеющих большой опыт в проектировании и производстве изделий данного типа, были определены основные критерии для дизайн-проектирования данного изделия:

Первый важнейший критерий — это конструкция оборудования должна быть надёжна и устойчива, обеспечивая уверенность и безопасность пациенту, проходящему курс реабилитации, но в тоже время, необходимо обеспечить лёгкость передвижения элементов, позволяющих тренировать имитацию ходьбы. Это особенно важно, так как тренажёр проектируется для ребёнка.

Вторым критерием является эргономичность форм индивидуальных и стандартных элементов оборудования, а также материалов их изготовления.

Третий критерий — это продуманная форма и колористическое решение оборудования, обеспечивающие визуальную информативность, комфорт и стимуляцию к реабилитации.

Четвёртый критерий — это экономичность и технологичность изготовления изделия.

Так как основная функция проектируемого оборудования — это восстановление функций организма человека, была выдвинута гипотеза что, взяв за основу свойства бионических форм, возможно разработать дизайн нового эффективного тренажёра [2].

На следующем этапе исследований были определены бионические формы, наиболее соответствующие по своему строению выдвинутым критериям, а именно: строение дерева, строение тела кенгуру и строение тела птицы. На рисунке 1 представлены изображения выбранных биологических форм и схемы, разработанные на основе их строения.



Рис. 1. Изображения выбранных биологических форм и наложенные на них схемы, разработанные на основе их строения

Рассматривая строение дерева, строение тел кенгуру и птицы как схему, представляющую общую конструкцию разрабатываемого тренажера, можно сказать, что корни дерева, нижние лапы кенгуру и хвост, а также ноги птицы и её хвост представляют собой устойчивое основание (красные линии) [3][4]. Так как разрабатываемому оборудованию необходима устойчивость для безопасности размещения в нем человека, это свойство бионических форм можно определить, как необходимое для выбора общей конструкции изделия. Ствол дерева, туловище кенгуру и тело птицы можно рассматривать как стойку (зелёные линии), установленную на основание реабилитационного оборудования, на которую навешиваютсядвигающиеся элементы. Ветви дерева, верхние лапы кенгуру и крылья птицы можно представить, какдвигающиеся элементы тренажёра, на которые устанавливаются ноги и руки человека (фиолетовые линии). Стойка идвигающиеся элементы являются важнейшими частями исследуемого объекта, поэтому свойства частей бионических форм, таких как ствол и ветви дерева, туловище и верхние лапы кенгуру, и крылья птицы можно обозначить как необходимые составляющие элементы при разработке общей конструкции изделия.

Дальнейшую разработку реабилитационного оборудования на экспертном совете было предложено продолжать, взяв за основу бионическую форму дерева, так как бионическая форма дерева является наиболее статичной и отвечает свойствам основной функции тренажера — удерживание тела человека в вертикальном положении.

На основе выбранной биологической формы дерева и схемы его строения была разработана схема общей конструкции тренажера, где присутствуют основание (красные линии), вертикальная стойка (зелёные линии),двигающиеся элементы тренажёра (фиолетовые линии) и выполнено эскизное решение на основе схемы, представленные на рисунке 2 [5].

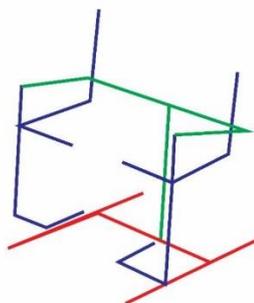


Рис. 2. Схема общей конструкции тренажера

Следующим этапом исследования было разработка внутреннего строения элементов реабилитационного оборудования. Двигающиеся элементы тренажера должны быть прочны и надежны в эксплуатации, но в тоже время обладать небольшим весом для легкости их передвижения. Кроме того, представленные детали должны доставлять визуальный и тактильный комфорт пациентам, взаимодействующим с оборудованием. Эти задачи предлагается решить с помощью использования строения бионических форм, применяя их как концептуальное решение внутренней конструкции двигающихся элементов.

Так как за основу разработки общей конструкции тренажёра была взята биологическая форма дерева, было рассмотрено внутреннее строение ствола. Многослойное внутреннее строение бионической формы вдохновило на создание подобного многослойного внутреннего строения двигающихся элементов оборудования. Однако, свойства слоев древесины не удовлетворяло функциональным особенностям деталей: мягкое ядро, менее мягкая сердцевина, средняя по плотности заболонь, самая твёрдая часть ствола – кора.

Наиболее удачный пример бионической формы, в котором свойства внутренних слоев исследуемых элементов соответствует функциональным особенностям деталей оборудования, стало внутреннее строение бедра человека, представленное на рисунке 3 [6].

Кожа – это внешний, эластичный, тонкий, но прочный слой, обеспечивающий эргономичность и защиту внутренних слоёв бионической формы. Следующим слоем, находящимся под кожей, является слой мышц. Он занимает самый большой объем, этот слой также обеспечивает эргономичность бионической форме и визуальную пластику. Кость – это последний самый прочный слой, расположенный внутри бионической формы, являющийся своеобразным каркасом бедра человека.

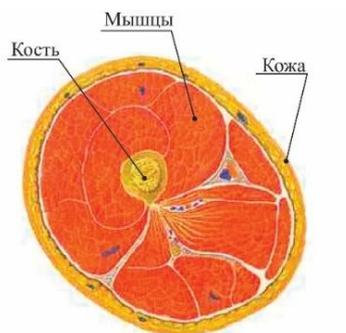


Рис. 3. Внутреннее строение бедра человека

На основе представленной бионической формы было разработано внутреннее строение двигающихся элементов, представленное на рисунке 4.

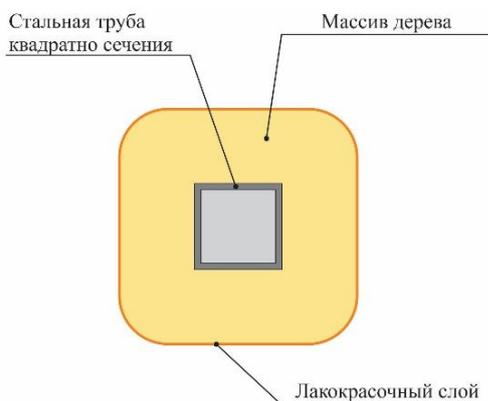


Рис. 4. Внутреннее строение двигающихся элементов

Как и в бионической форме, во внутреннем строении двигающихся элементов внешний слой является тонким, эластичным, но прочным покрытием в виде лака с антисептическими компонентами. Второй слой проектируемых деталей оборудования, как и в бионической форме, занимает самый большой объем, обеспечивая эргономичность и пластичность изделию, используя в качестве материала изготовления элементов тренажера дерево, мы обеспечиваем изделию нужную легкость, визуальный и тактильный комфорт. Третий слой двигающихся элементов, как и в бионической форме, является самым прочным и тяжелым, обеспечивая надежность деталям. В качестве материала для изготовления этих деталей предлагается использовать стальную трубу.

Внутреннее строение бедра человека предлагается использовать в разработке внутренних слоев упор таза, представленного на рисунке 5.

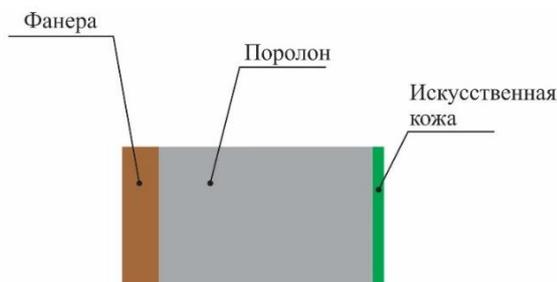


Рис. 5. Внутреннее строение упора таза

Как и предыдущем случаи первый, внешний, тонкий, эластичный, но прочный слой выполняет функцию защиты следующего более мягкого слоя. В качестве материала изготовления предлагается искусственная кожа, создающая визуальный и тактильный комфорт изделию. Второй слой, как и в первом случае, занимает самый большой объем, и в качестве материала для его изготовления

предлагается использовать поролон, обеспечивая тем самым эргономичность, пластичность легкость изделию. Третий слой, как и в первом случае, является самым прочным и тяжелым, обеспечивая надежность детали. В качестве материала для изготовления предлагается использовать лист фанеры.

Заключение

В результате исследований было предложено и обосновано возможность использования свойств бионических форм в разработке дизайна реабилитационного оборудования. Работа предоставила возможность концептуальной разработки общей конструкции и внутренней конструкции элементов изделия на основе анализа бионических форм.

На основе разработанной общей конструкции и строения внутренних слоев элементов реабилитационного оборудования была изготовлена опытная модель изделия, которая была успешно протестирована на человеке с диагнозом ДЦП.

Список использованных источников

1. Хмелевский Ю.П. Исследование формообразования корпуса реабилитационного тренажёра. Технология художественной обработки материалов: сборник статей XX национальной научно-практической конференции Донской государственной технической университет – Ростов-на-Дону: ДГТУ. 2017. – 444 с.
2. Вертикализация пациентов в процессе реабилитации. Клинические рекомендации. Национальная ассоциация по борьбе с инсультом Общероссийская общественная организация содействия развитию медицинской реабилитологии «Союз реабилитологов России» Межрегиональная общественная Организация – Москва, 2014. – 59 с.
3. Уголев Б.Н. У261 Древесиноведение и лесное товароведение: Учебник для сред. проф. образования / Борис Наумович Уголев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
4. Гуртовой Н. Н., Держинский Ф. Я. Г95 Практическая зоотомия позвоночных. Птицы. Млекопитающие: Учебное пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1992. – 414 с.
5. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 297 с.
6. К 49. Клиническая анатомия нижней конечности: учебное пособие/ Г.И. Сонголов, О.П. Галеева, С.Н. Редков, А.А. Юдин ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 80 с.

РАЗРАБОТКА ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МИКРОТРОНА ТПУ

Поломошнова Д.А.¹, Шкитов Д.А.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 0А93, e-mail: dap63@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.ф.-м.н., научный сотрудник, e-mail: shkitovda@tpu.ru

Введение

На данный момент, в инженерной деятельности, в том числе при проектировании и эксплуатации различных энергетических установок, широко используются современные средства компьютерной графики. Хорошим примером, иллюстрирующим внедрение различных средств современной компьютерной графики, является «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» (Росатом) – ведущий производитель в сфере проектно-конструкторского производства электрофизических установок и комплексов в области атомной и ядерной физики, а также физики элементарных частиц [1].

В ТПУ в настоящее время эксплуатируется один микротрон. Принцип действия микротрона был предложен еще в 1944 году советским ученым В.И. Векслером, в данных ускорителях электроны, подобно протонам в циклотроне, многократно ускоряются высокочастотным электрическим полем в постоянном однородном магнитном поле [2]. Несмотря на то, что идея микротрона была предложена очень давно, подобные установки до сих пор сохраняют свою актуальность. Так, высокие качества пучка микротрона делают его перспективным инжектором для ускорителей высоких энергий, таких как синхротрон [3]. Точно определенная энергия и высокая интенсивность микротрона создают новые возможности в ядерной физике, в частности в изучении фотоядерных реакций [4]. В связи с данными факторами, применение микротрона в науке все ещё находит отклик в научной и инженерной деятельности.

Отметим, что в 2020 году из двух микротронов, находившихся в эксплуатации в ТПУ и до 2010 года принадлежавшие НИИ ЯФ при ТПУ, остался только один. Первый микротрон на 6,1 МэВ, являвшийся инжектором синхротрона «Сириус» и находившемся в 004 зале 11 корпуса, был разобран и сейчас законсервирован. Второй микротрон на энергию электронов от 1,5 до 5,7 МэВ был перенесён из 13 лаборатории в 114 зал 11 корпуса. Соответственно, единственный сейчас микротрон был заново собран, но актуальной его 3D-модели или чертежа ранее не было.

Было решено начать разработку такой модели микротрона ТПУ для наглядной демонстрации всех компонентов, входящих в установку. В дальнейшем, это позволит быстрее и качественнее проводить модернизацию микротрона. Также разработанная модель будет являться наглядным пособием для планирования будущих исследований. Таким образом, целью данной работы является дополнение, созданной ранее модели [5] вакуумной камеры первого (линейного) выводного тракта ускорителя и окружающей его оснастки, основным оборудованием линейного тракта и непосредственно самого микротрона.

Оборудование и методы

Объектом моделирования является обновлённый микротрон ТПУ, который схематично представлен на рис. 1.

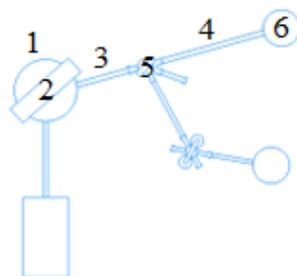


Рис. 1. Схематичное изображение микротрона ТПУ:

1 – камера микротрона; 2 – электромагнит микротрона; 3, 4 – линейный вакуумный тракт; 5 – поворотный магнит; 6 – вакуумная камера линейного выводного тракта

Основными узлами микротрона являются: электромагнит со схемой питания, вакуумная камера, резонатор с высокочастотным трактом, генератор сверхвысокой частоты и система управления.

К настоящему времени были разработаны 3D-модель вакуумной камеры первого (линейного) тракта, в которую входят: камера, крышка и дно камеры, и окружающая её оснастка. Были разработаны вакуумный тракт, квадрупольные линзы и поворотные магниты, корректирующие соленоиды, а также стойка для вакуумной камеры. Данная сборка была дополнена оптическим столом, на котором проходит постановка экспериментов, состоящим из стоек, оптической плиты, укосин, ребер, стяжек и втулки, и непосредственно самим микротроном (см. рис. 2). В качестве рабочей системы автоматизированного проектирования (САПР) для реализации данного проекта, в качестве рабочей программы был выбран SOLIDWORKS, обладающий существенными преимуществами перед другими САПР программами [6].

Стоит отметить, что данный программный продукт является одним из ведущих в сфере автоматизированного машиностроительного производства, а также является кроссплатформенной, то есть файлы, разработанные в данной программе, можно открывать и редактировать в других САПР программах, таких как AutoDesk Inventor или КОМПАС 3D.

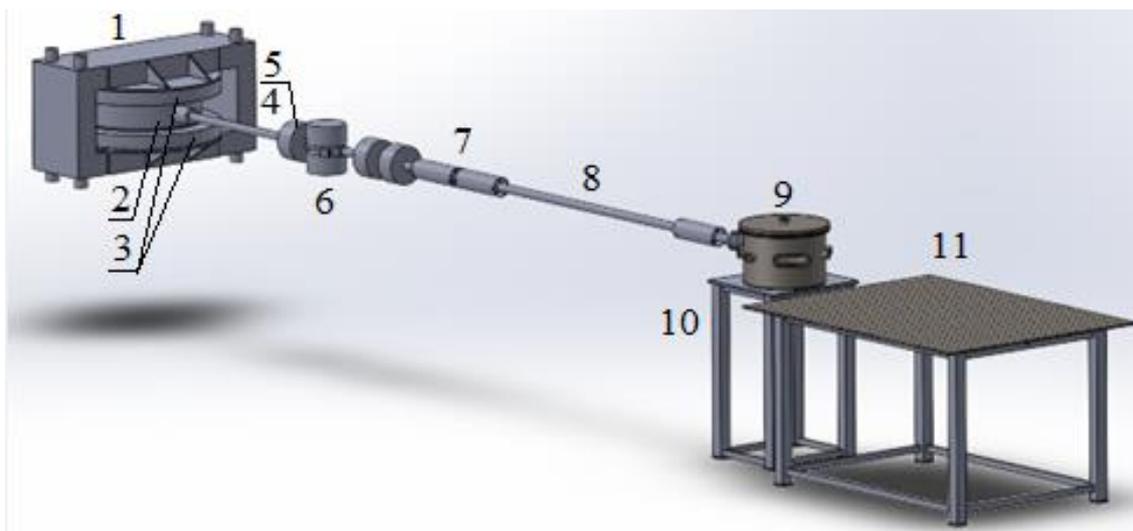


Рис. 2. 3D-модель микротрона ТПУ с линейным участком выводного тракта:

1 – ядро микротрона; 2 – вакуумная камера микротрона; 3 – катушки электромагнита микротрона; 4, 8 – линейный выводной тракт; 5 – квадрупольные линзы; 6 – поворотный магнит; 7 – корректоры; 9 – вакуумная камера линейного выводного тракта; 10 – стойка вакуумной камеры; 11 – оптический стол

Заключение

В связи с возникшими при разработке трудностями, при создании 3D-модели были приняты следующие допущения в текущей версии. В модели отсутствуют, например, хомуты типа KF-40 и KF-30, так как проектирование данных компонент значительно бы увеличило время разработки проекта. В открытом доступе готовые модели хомутов этой серии не найдены. Конечно, при создании 3D-модели одной из основных задач было сделать модель как можно более детализированной, но в силу обстоятельств, в том числе таких как труднодоступность измерения всех размеров на собранной установке всех деталей и уникальность некоторых компонентов, которые были изготовлены непосредственно при сборке обновленного микротрона ТПУ, принятые допущения в настоящее время оправданы. Тем не менее модель уже сейчас даёт представление (пока частичное) о входящих в данную установку компонентах.

Применение программы SOLIDWORKS, позволит рассмотреть строение микротрона в учебных и научных целях, к тому же это позволит быстрее и качественнее проводить модернизацию данной энергетической установки, используя для вычислений и экспериментов непосредственно саму модель, это позволит создавать необходимые детали и проводить поиск недостающих, как можно оперативнее. К тому же, разработанная трёхмерная модель будет использоваться в качестве карты для планирования будущих исследований на микротроне ТПУ.

В дальнейшем планируется большая детализация уже созданных элементов и дополнение имеющейся модели микротрона ТПУ другими его частями и нелинейным участком выводного тракта. В рамках текущей работы на микротроне также планируется проведение измерений параметров электронного пучка, таких как ток пучка, поперечные размеры пучка, длительность сгустков и других, в различных частях выводного тракта различными методами (например, с помощью метода основанного

на потемнении стекла, с использованием люминофорных экранов, с помощью датчиков тока и цилиндров Фарадея).

Список использованных источников

1. Акционерное общество «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.niefa.spb.su/> (дата обращения 15.02.2023).
2. Векслер В.И. Новый метод ускорения релятивистских частиц // Доклады АН СССР. – 1944. – Т. 43, № 8. – С. 346-348.
3. Басков В.А., Львов А.И., Полянский В.В. Пучки синхротрона ФИАН "ПАХРА" для калибровок детекторов NICA // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2021. – Т. 52, №4. – С. 960-964. – Режим доступа: http://www1.jinr.ru/Рерап/v-52-4/46_bashkov.pdf (дата обращения 15.02.2023).
4. Ципенюк Ю.М. Фундаментальные и прикладные исследования на микротроне: учебное пособие / Ю.М. Ципенюк. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 424 с.
5. Поломошнова Д.А, Шкитов Д.А. Разработка трёхмерной модели микротрона ТПУ // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине. Российский и международный опыт подготовки кадров сборник тезисов докладов XI Международной научно-практической конференции, г. Томск, 07-09 сентября 2022 г. – Томск: Ветер, 2022. – С. 130. – Режим доступа: <https://ftf.tpu.ru/upload/constructor/e91/fkwzzw9b2m4zxfmvx97al94hpwidlkn1.pdf> (дата обращения 15.02.2023).
6. SOLIDWORKS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.solidworks.com/> (дата обращения 20.01.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДОСТУПНОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МГН

Ващенко В.И.¹, Давыдова Е.М.²

¹Томский политехнический университет, ст. преподаватель, ИШИТР ОАП, e-mail: davydova@tpu.ru

²Томский политехнический университет, студент группы ЗНМ22, e-mail: viv7@tpu.ru

Введение

Цель работы – посредством использования различных видов компьютерной графики разработать понятную инструкцию, в которой будет описана доступность МБУДО "Художественная школа" города Северск для маломобильной группы населения, использовав при этом научное обоснования эффективности используемых методов.

Инклюзивный дизайн как организация доступности среды

Существует такое понятие, как инклюзивный дизайн. Он подразумевает под собой проектирование общественных мест так, чтобы они могли быть посещаемы всеми группами населения. Использование инклюзивного дизайна равно удовлетворению потребностей людей с инвалидностью [1].

Организация доступной среды довольно актуальная проблема, поскольку в последние 100 лет уровень медицины вырос колоссально и позволил увеличить среднюю продолжительность жизни, но некоторые заболевания просто не поддаются лечению.

В наше время прогрессирует тенденция изначально продумывать строительство общественных мест так, чтобы все люди, независимо от характеристик и состояния здоровья, имели возможность их беспрепятственно посещать.

Так, 24 ноября 1995 года был издан закон номер 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» [2], а 17 сентября 2015 года издан приказ Министерства труда и федеральной защиты РФ номер 527н «Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для инвалидов объектов и предоставляемых услуг в сфере труда, занятости и социальной защиты населения» [2]. В рамках данных правовых актов, в МБУДО "Художественная школа" города Северск была проведена модернизация, чтобы обеспечить доступность для МГН всех групп – детей и их родителей, преподавателей и административных служащих.

Анализ доступности МБУДО "Художественная школа" города Северск

В рамках данной работы, был проведен анализ доступности Художественной школы. Был проанализирован путь посетителя: от подъезда к зданию школы, до санузла и запасного выхода. Как было выявлено, школа полностью доступна для посещения МГН: все пороги имеют высоту, не превышающую 14 мм, угол наклона менее 5%, ширину прохода более 900 мм, присутствует специализированный пандус, что соответствует СП 59.13330.2020 [3].

В дополнение к установленному пандусу осталось организовать парковку для автомобилей, перевозящих МГН. Согласно СП 59.13330.2020[3], необходимо организовать не менее одного парковочного места для людей с инвалидностью рядом со зданием организации [4].

Для того, чтобы оборудовать место парковки для инвалидов, необходимо: установить знак парковки Р (по ГОСТ 6.4): размер 70x70 см, вес 3,5 кг на высоте от 1,5 до 2,0 м; установить знак инвалида (по ГОСТ 8.17): 70.5x35 см, вес 1,8 кг на высоте от 1,5 до 2,0 м; выполнить разметку на земле с помощью трафарета и акрилово-эпоксидной краски белого, синего или желтого цвета.

Визуализация парковочного места с помощью 3Д моделирования

3Д модель – наилучший способ визуализации парковки в данном случае (рисунок 1), поскольку изображение дает максимальное представление о том, где должна располагаться парковка, рассмотреть особенности объекта, позволяет рассмотреть сцену в 3-х измерениях.

Преимуществом данного вида визуализации является создание чертежа, с помощью которого можно на точном расстоянии установить знак и разметку.



Рис. 1. Поиск фрагмента сцены в видеофайле

Создание инструкции доступности среды посредством 2Д графики

Для информирования потенциальных пользователей с нарушением ОДС, а именно воспитанников школы, их родители, преподавателей и административных служащих, была создана презентация с анимационными эффектами.

Видео-инструкция гораздо эффективнее текстовой, поскольку она состоит из изображений, а их люди запоминают и воспринимают гораздо быстрее, чем текст. Этот феномен назвали «эффект превосходства изображения». Джон Медина в книге «Правила мозга» [5] объясняет, что люди могут воспроизвести прочитанный текст только в 10% случаев, в свою очередь процент запоминания изображений достигает 65.

В видео инструкции присутствуют фотографии интерьера школы с нанесенными контрастным цветом размерами. На фотографиях, в том числе, представлены бытовые предметы, степень знакомства которых у людей выше в визуальной форме, чем в письменной, что так же объясняет более быстрое восприятие.

Ко всему прочему, с помощью анимации легче добиться фокусировки внимания зрителя. В данном случае были использованы анимированные стрелки, показывающие размер проемов на фотографиях и отсутствие препятствий для движения людей в инвалидном кресле.

Слабовидящим людям так же удобнее воспринимать меньшее число информации, чем читать длинный текст. Большой кегль шрифта размеров способствует более быстрому восприятию.

Анимационная видеоинструкция может быть использована в качестве инструмента кросс-маркетинга и опубликована в социальных сетях партнеров школы, где она может быть доступна для просмотра многими потенциальными ученикам, что может помочь расширить аудиторию художественной школы.

Ко всему прочему, видеоинструкция может быть эффективным инструментом для продвижения доступности и инклюзии, настраивая позитивное отношение к маломобильной группе населения.

В текстовой инструкции часто приходится дополнять прочитанное собственным опытом, что может исказить смысл самой инструкции. В видео инструкцию же была внедрена инфорграфика, которая является визуальной подсказкой того, что данное помещение доступно для посещения МГН.

Для целостного восприятия инструкции был создан единый стиль ее оформления: цвета, шрифты. Данная инструкция [6], содержит в себе: пункты из СП, на основе которых был выполнен анализ (рисунок 2), анализ соответствия помещения художественной школы этим пунктам с указанием размеров (рисунок 3), визуализация парковки, которую необходимо возвести, выводы о доступности школы.

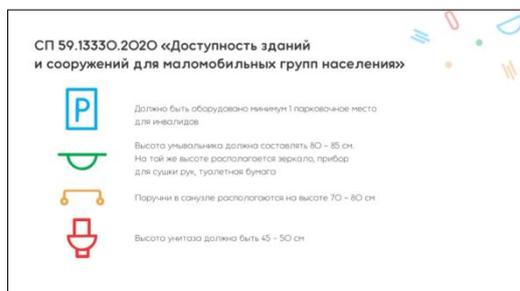


Рис. 2. Пункты СП

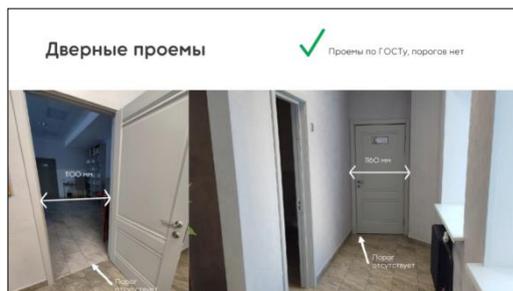


Рис. 3. Анализ соответствия

Заключение

В ходе данной работы была спроектирована и смонтирована видео инструкция для демонстрации доступности МБУДО "Художественная школа" города Северск. Данная презентация размещена на сайте школы в разделе Доступная среда в виде анимированного ролика.

Использованная литература

1. Алехина С.В. Принципы инклюзии в контексте развития современного образования / С.В. Алехина // Психологическая наука и образование. 2014, №1 (дата обращения: 10.03.2022).
2. Приказ об организации работы по обеспечению доступности объекта и услуг учреждения для маломобильного населения [Электронный ресурс]. – URL: <https://хш.зато-северск.рф/uploads/ckfinder/userfiles/files/prikaz-dostupnaya-sreda.pdf> (дата обращения 25.02.2023).
3. СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659328> (дата обращения: 09.04.2022)
4. ГОСТ Р 51256-2018, "Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования." Приложение А. Знак дорожной разметки 1.24.3. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200090045> (дата обращения: 13.04.2022)
5. Медина, Джон. Правила развития мозга вашего ребенка / Джон Медина ; [пер. с англ. Ю. В. Рябининой]. — Москва : Эксмо, 2018 — 416 с. — (Психология. Мозговой штурм).
6. Специальные условия для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями. [Электронный ресурс]. URL: <https://хш.зато-северск.рф/dostupnaja-sreda> (дата обращения: 25.03.2023)

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МЕСТА ДИЗАЙНЕРА С УЧЕТОМ НЕБОЛЬШОГО РАЗМЕРА КОМНАТЫ

Антух А.В.¹, Мамонтов Г.Я.², Серяков В.А.³

¹Томский политехнический университет, студентка гр. 8ДМ11, e-mail: antuhavtpu@gmail.com

²Томский политехнический университет, д-р физ.-мат. наук., проф. ОАР ИШИТР, e-mail: mgy@gmail.com

³Томский политехнический университет, доцент ОАР ИШИТР, e-mail: seryakov@tpu.ru

Введение

В связи с пандемией 2020 года весь мир был вынужден находиться дома круглосуточно. Человек приспособился к изменившимся условиям. Предприятия и организации стали переводить сотрудников на удалёнку (работу из дома).

После снятия карантина, тенденция перевода сотрудников работать дома сохранилась. Поскольку в домашних условиях нет организованного пространства для работы, людям пришлось организовывать рабочее место.

Зачастую работник проживает в стандартной квартире не один и рабочее место приходится оборудовать так, чтобы не загромождать пространство и не затруднять проживание.

Рабочее место дизайнера

Встроенный шкаф у окна с рабочим местом, позволяет организовать пространство и разместить всю необходимую мебель в одном месте. Стол расположен у окна, что позволяет не пользоваться дополнительным освещением в дневное время. На полках и в ящиках располагаются все необходимые для работы материалы. Удобство объясняется нахождением полок и ящиков на расстоянии вытянутой руки.

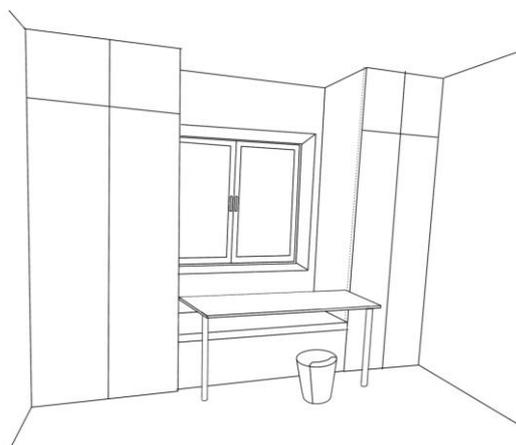


Рис. 1. Организация пространства

В комплект рабочего места дизайнера входит:

- лавочка под окном с закрытым ящиком снизу;
- два шкафа закрытого типа;
- столешня со съёмными ножками;
- пуф с выдвижной спинкой и отсеком для хранения;
- дополнительные столешни (полки);
- подушка на лавочку.

На лавочке располагается мягкий матрас. Человек располагается сидя или полулежа. Подушка служит упором для спины или головы. Возможно использование нескольких подушек. На рисунке выше подушка не представлена

Ящик снизу предназначен для хранения. Предусмотрено место для съёмных ножек столешницы. Открывается сверху в низ, как крышка секретера.

Находясь за работой, можно наблюдать из окна. Открывается вид на улицу. Таким образом можно избавиться от давящего состояния маленькой комнаты.

По обе стороны от лавки располагаются вместительные шкафы закрытого типа. Это позволит содержать в порядке рабочее место и визуально освободить пространство от лишних вещей.

Столешня прямоугольная, с механизмом для перемещения вверх, низ, право, лево и установкой горизонтально или вертикально. При размещении столешни на высоте 75 см ее можно использовать как стол, сидя на скамье или пуфике с другой стороны. Так же такое расположение удобно для совместной работы нескольких человек. Один размещается у окна, другой на пуфике. Для удобства работы на скамье, на столешне с лева шарнир позволяющий отодвинуть или придвинуть стол. Убрав столешню, можно освободить пространство для открытого доступа к окну и лавке.

Ножки съемные откручиваются и убираются под скамью в закрытый отсек.

Столешню можно придвинуть к окну для экономии пространства.

Столешню можно передвигать вверх и низ, по направляющим расположенным по обеим сторонам шкафа. Так стол сдвигается вверх со всем расположенным на нем, когда необходимо прерваться или скрыть работу от домочадцев во избежание порчи

В данной конструкции предусмотрено использование сразу нескольких столешен (две и более), которые можно использовать одновременно как полку или стол в разных вариациях. Например, одна располагается на стандартной высоте для стола (75см), вторая над окном и выполняет функцию полки.

Столешню можно разместить на разной высоте в вертикальном положении. Так можно закрыть полку сверху или скамью. В некоторых случаях скамейку можно использовать как детскую кроватку. Дети стараются быть ближе к родителям и не редко засыпают, пока взрослый занят работой. Опустив столешню в вертикальном положении, мы закроем выход с лавки и обезопасим ребенка от падения на пол. Родитель может отлучиться не беспокоясь.

Так как стул или кресло у рабочего стола занимают много места, было принято решение использовать более компактный предмет мебели.

Пуфик выполняет функцию сидения и не занимает много места. Пуф с выдвигной спинкой и отсеком для хранения является одновременно дополнением к скамейке и самостоятельной мебелью.

В стационарном виде пуф стоит возле скамьи и может служить подставкой для ног. При выдвинутой спинке заменяет полноценный стул, который можно использовать для работы за столом. Плюсом пуфа можно считать многофункциональность, мягкость сиденья, отсек для хранения.

Заключение

Приоритетом данной работы стало расположение рабочего места в жилом помещении стандартной квартиры, при сохранении функциональности, не загромождая пространство и не затруднив проживание.

Предложенное рабочее место организовано так, что занимает мало места и не мешает обычному проживанию семьи.

Есть стол с удобным расположением и возможностью передвижения на разные уровни в горизонтальном и вертикальном положении. Столешню можно полностью убрать, если в ней нет необходимости.

Несмотря на малую площадь, удалось расположить несколько мест для сидения. Лавка служит как сидение для работы за столом, так и местом для отдыха. Пуф с трансформируемой спинкой позволяет зрительно сохранить пространство в собранном виде.

Система хранения закрытого типа, позволяет не только разместить вещи, но и сохранить порядок. Закрытые шкафы позволили убрать визуальный шум.

Расположение рабочего места у окна будет большим плюсом для психологического состояния работника, лишенного возможности выходить на улицу добираясь до работы и обратно.

Список использованных источников:

1. Промышленный дизайн: учебник / М.С. Кухта, В.И. Куманин, М.Л. Соколова, М.Г. Гольдшмидт; под ред. И.В. Голубятникова, М.С. Кухты; Томский политехнический университет. – Томск: Издво Томского политехнического университета, 2013. – 312 с.
2. Кухта, Мария Сергеевна. История и методология дизайн-проектирования [Электронный ресурс] : учебник: в 2 ч. / М. С. Кухта; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 7.1 МВ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2021.
3. Шкаф вкруг окна – как устроен: разновидности и особенности. Режим доступа - свободный (дата обращения: 30.11.2022). <https://links-stroy.ru/shkaf-vokrug-okna/>.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ НА ЭРГОНОМИКУ РЮКЗАКА

Цзюю У¹, Шкляр А.В.²,

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91 ОАР ИШИТР, e-mail: czyyu1@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР, e-mail: shklyarav@tpu.ru

Введение

Целью нашей работы является анализ уменьшения повреждений человеческого позвоночника при переноске тяжелых предметов [1].

Описание

В данном исследовании нужно выучить, какие конфигурации происходят, когда человек переносит тяжелые предметы, и выучить, как упаковка рюкзака имеет возможность понизить нагрузку на организм человека и убавить появление болезней и боли.

Стоящее человеческое тело аналогично данному столбу. заболеваний и боли. Стоящее человеческое тело подобно этому столбу [2].



Рис. 1. Использовать столбы, чтобы имитировать центральную линию человеческого тела

Вес человека эквивалентен весу столба. Чем дальше вес находится от центральной линии человеческого тела, тем более неустойчивым чувствует себя человек. Напротив, чем ближе тяжелый предмет находится к центральной линии человеческого тела, тем более устойчивым он может быть [3].

Центральная линия тела — это линия между позвоночником и землей, когда человек находится в вертикальном положении.



Рис. 2. Индейцы используют тяжелые предметы на макушке головы

Принцип конструкции системы переноски заключается в том, чтобы максимально перенести вес рюкзака на талию и бедра, чтобы центр тяжести был ближе к осевой линии тела и зафиксирован.

Чем ближе вес к этой линии, тем больше это экономит трудозатраты.

Вес предмета передается сверху вниз под действием силы тяжести. Объем изделия большой и маленький. По мере того, как он постепенно уменьшается сверху вниз, центр тяжести также посте-

ленно уменьшается и, наконец, концентрируется в точке опоры внизу. Размер этой точки опоры должен быть легко прилегающим к телу, а точка приложения силы комбинируется в качестве предпосылки.[4]

Начальной точкой длины спины является седьмой шейный отдел позвоночника (С7). Где находится седьмой шейный отдел позвоночника? То есть после опускания головы вперед остается одно из самых заметных мест, то есть начальная точка длины спины, почти параллельная плечам.

Заключение

- При выборе ранца для вас надо измерить длину вашего позвоночника, дабы было проще избрать благоприятный для вас ранец.
- Чем поближе трудный вещь располагается к туловищу, что проще пахнуть ранец и предохранять равновесие при перемещении. Темные предметы еще идет по стопам располагать по выше нетяжелых предметов высотой до плеча. Это улучшает центрированное состояние ранца, облегчая его переноску.
- Вам надо применить верную осанку ранца, дабы у вас не было нешуточных болезней позвоночника.
- Чем поближе авторитет располагается к средней части людского тела, что меньше усилий понадобится.

Список использованных источников

1. 5 нездоровых привычек ношения сумок и рюкзаков + 3 совета, как подобрать удобную сумку // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://lifehacker.ru/5-nezdorovykh-privyчек-nosheniya-sumok-i-ryukzakov-3-soveta-kak-podobrat-udobnyuyu-sumku/> – Загл. с экрана.
2. Проблемы с позвоночником: как выбрать рюкзак? // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pervaya-medklinika.ru/problemy-s-pozvonochnikom-kak-vybrat-ryukzak/> – Загл. с экрана.
3. Как правильно носить рюкзак // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://bagrun.net/blog/flagship06> – Загл. с экрана;
4. Принцип несения веса альпинистских рюкзаков // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://zhidao.baidu.com/question/1821528807747596868/answer/2520828457.html> – Загл. с экрана.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КОРПУСА ЛАМПЫ С ТОРЦЕВОЙ ПОДСВЕТКОЙ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ

Аппель А.В.¹, Хмелевский Ю.П.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр.8Д91, e-mail: ava70@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, старший преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: hmelevskiy@tpu.ru*

Введение

При создании осветительного прибора большой упор делается на разработку дизайна его корпуса, при этом иногда затруднительно в полной мере провести суждение о качестве полученного результата. Тем не менее, существуют различные способы оценки дизайна подобных объектов, один из таких способов – метод экспертных оценок при помощи критериев технической эстетики.

Метод экспертных оценок

Метод экспертных оценок заключается в совокупной даче оценки со стороны профессионалов той или иной области, позволяющей выявить сильные и слабые стороны создаваемого объекта. Всё это строится на профессиональном и практическом опыте опрашиваемых экспертов [1]. В процессе исследования было опрошено 3 группы специалистов: студентов старших курсов, выпускников и преподавателей направления подготовки «Дизайн». Затем все полученные результаты были сведены в общие таблицы для каждого из эскизных решений.

Критерии технической эстетики

Техническая эстетика – это способ познания окружающего мира при помощи проектирования и различных воплощений, полезных и эстетически приятных промышленных объектов для человека и общества [2]. Критерии технической эстетики являются устоявшимися и общепринятыми в среде промышленного дизайна [3]. Именно поэтому было решено использовать их в качестве базы при составлении опроса для экспертной оценки.

Всего выделяют 5 основных критериев технической эстетики:

- 1) выразительность – способность объекта отображать качество производства своим внешним видом;
- 2) оригинальность – критерий, позволяющий выявлять конкретный объект из однотипного ряда;
- 3) гармоничность – особенность, заключающаяся в согласовании общего формообразования объекта и отдельных его элементов;
- 4) стилевое единство – требование к соблюдению сложившихся исторических и социально-экономических принципов в дизайне объекта;
- 5) современность стиля — согласованность между общей стилистикой объекта и уровнем развития окружающей действительности [4].

Оценка эскизов на соответствие критериям технической эстетики

Оценка эскизов производилась по пятибалльной шкале, где 1 – самая низкая оценка, а 5 – самая высокая. Оценивались эскизы подвесных осветительных приборов с торцевой подсветкой. Полученные графики представляют собой шкалы, демонстрирующие количественные показатели выбравших ту или иную оценку экспертов. Чем выше находится показатель шкалы, тем больше было количество экспертов, проголосовавших за данный вариант оценки критерия технической эстетики.

Эскиз №1 и результаты экспертной оценки на соответствие критериям технической эстетики представлены на рисунке 1.

Первый эскиз получил самые низкие оценки по показателям выразительности и оригинальности (доля проголосовавших за 1 и 2 балла оказалась сильно перевешивающей); смешанные результаты у критерия гармоничности – баллы распределились практически равномерно, с небольшим перевесом в отрицательный показатель; относительно других критериев наиболее положительный результат показал критерий стилевого единства – большая часть экспертов поставила ему 4 балла. Оценка на соответствие современности стиля не дала каких-либо явных положительных результатов – баллы оказались немного ниже среднего показателя. Общая сумма набранных баллов составила 180.

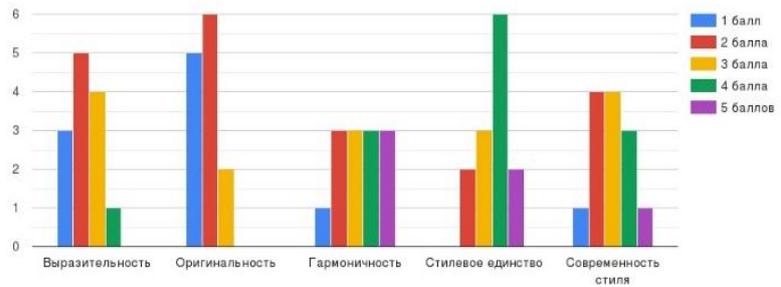
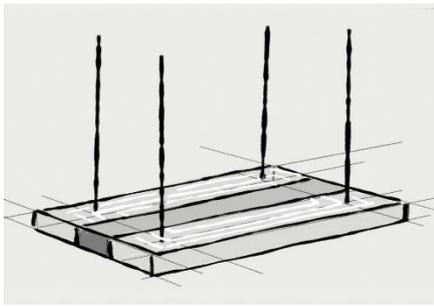


Рис. 1. Эскиз №1 и результаты опроса экспертов

Эскиз №2 и результаты опроса экспертов представлены на рисунке 2.

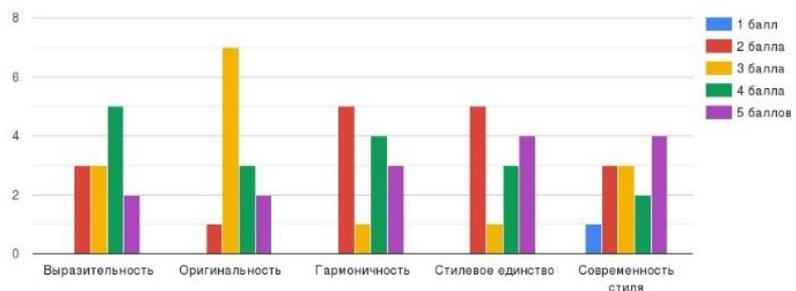
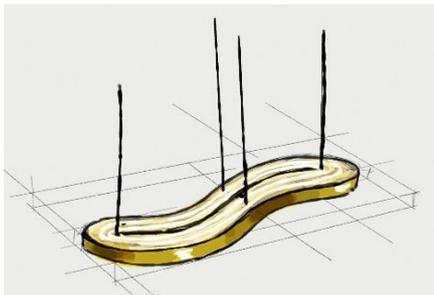


Рис. 2. Эскиз №2 и результаты опроса экспертов

Эксперты оценили данный эскиз существенно лучше предыдущего. По мнению профессионалов, он оказался не очень оригинальным – максимальный показатель по этому критерию соответствует 2 баллам. Смешанные результаты получили критерии гармоничности и стилистического единства – результаты разделились, однако чуть больше половины всех опрошенных оценили предложенный эскиз на соответствие данным критериям скорее положительно – на 4 и 5 баллов. Также спорные данные были выявлены по последнему изучаемому параметру – современности стиля. Несмотря на разнообразие полученных результатов, данный эскиз набрал наибольшую сумму по количеству баллов из всех предложенных – 223.

Эскиз №3 и данные опроса о нём представлены на рисунке 3.

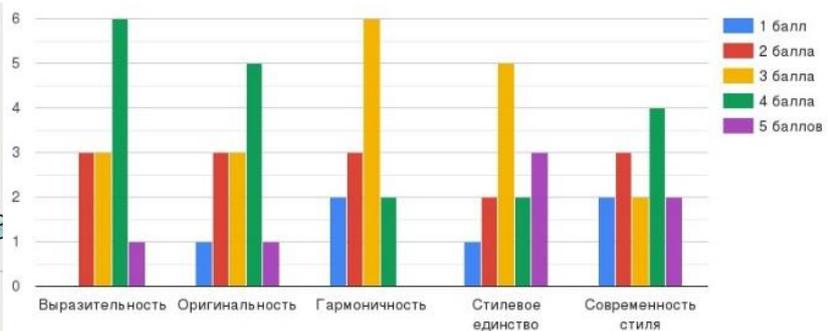
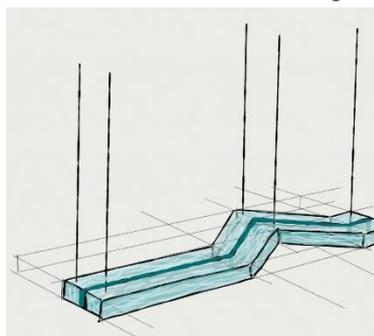


Рис. 3. Эскиз №3 и результаты опроса экспертов

Данный объект специалисты обозначили как наиболее выразительный и оригинальный из всех предложенных. Однако он показал спорные результаты в критериях гармоничности и стилистического единства – чаще всего эксперты выбирали 3, самый усредненный балл. Критерий современности стиля также показал противоречивые данные – ответы оказались очень различными и практически равномерно затронули всю балловую систему, лишь с небольшим отрывом в положительную сторону. Сумма баллов, которую набрал эскиз под номером 3 равняется 202.

Эскиз №4 и результаты экспертной оценки на соответствие критериям технической эстетики представлены на рисунке 4.

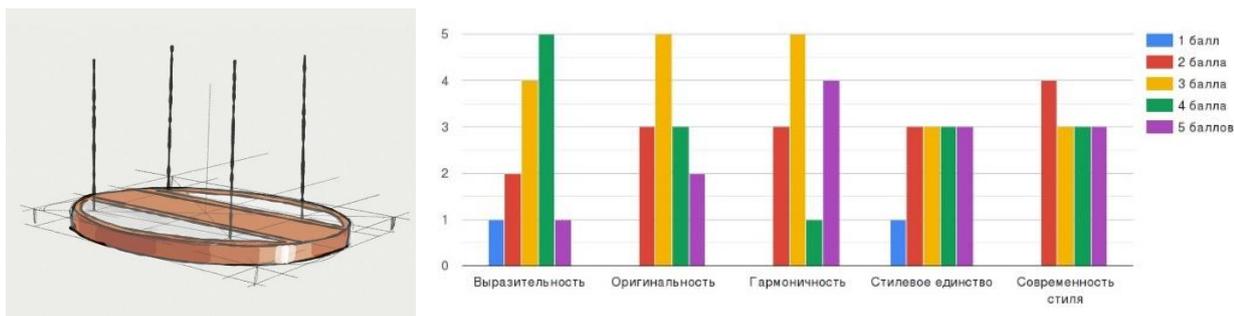


Рис. 4. Эскиз №4 и результаты опроса экспертов

Эскиз №4 в целом демонстрирует положительный результат – его оценки в большей степени средние (3 балла), либо выше среднего. В сравнении с иными вариантами он имеет достаточно высокие показатели по критериям гармоничности, стилистического единства и современности стиля. Эскиз №3 показал второй результат по сумме баллов – он набрал 217.

Заключение

Использование профессионально сформированных требований к объекту промышленного дизайна способствует созданию наиболее функционально и эстетически продуманных эскизных решений. В результате проведенного исследования, было выявлено, что наиболее удачным с точки зрения соответствия критериям технической эстетики оказался Эскиз №2. Он опередил Эскизы №1 и №3 по всем параметрам, имеет одинаково высокие показатели по критерию современность стиля с Эскизом №4, и немного уступает ему же в показателе гармоничности. Таким образом, метод экспертной оценки не только позволил выявить наиболее удачный эскизный вариант из представленных, но и позволил обнаружить более слабые стороны тех или иных объектов в сравнении друг с другом. При дальнейшей разработке объекта это позволит определить, на какие его аспекты следует обратить особое внимание.

Список использованных источников

1. Данелян Т.Я. Формальные методы экспертных оценок // Статистика и Экономика. 2015. – №1. – С. 183-187.
2. Лапшина В.А. Техническая эстетика и дизайн // Научное обеспечение технического и технологического прогресса. Магнитогорск: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2018. – С. 29-32.
3. Конопкин А.М., Кудряшова Е.В., Горшкова А.В. Идеология инновационности в области технической эстетики // Власть. 2013. – №7. – С. 119-121.
4. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учебное пособие. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 297 с.

АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Ярошук Д.В.¹, Вехтер Е.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8ИМ22, e-mail: dvy9@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.п.н., доцент., ОАР ИШИТР, e-mail: vehter@tpu.ru

Введение

Современное общество вступает в новую фазу информационного века, когда все аспекты социальной жизни становятся цифровыми. Цифровая среда проникла в повседневную жизнь и профессиональную деятельность, не только коренным образом изменив их формы, но и перестроив отношения людей.

Все еще недо конца изученная область цифрового пространства поднимает вопросы о трансформации социальной реальности, появлении новых цифровых культур, изменениях в жизненном мире человека и в том, как мы взаимодействуем с информацией.

Взаимосвязь цифровых ресурсов с разными областями знания

В настоящее время дигитализация рассматривается в основном в контексте анализа отдельных сфер общественной жизни. Для того чтобы более детально рассмотреть развитие цифровизации, необходимо подойти к ней с других сторон и областей, отличных от существующих знаний. Необходимо определить влияние цифровой среды, проникающей в различные сферы существования и деятельности пользователей.

Внедрение цифровых платформ коренным образом меняет способы организации бизнеса и управления экономическими процессами. В результате высокой степени информатизации общества цифровизация создает новые технологические возможности для дальнейшего развития. Появление и распространение цифровых технологий также коренным образом меняет способы коммуникации в обществе, затрагивает образование, сферу услуг, досуг и другие важные области человеческого существования. Они оказывают непосредственное влияние на процесс социализации, который во многом приобрел цифровую форму. Большая часть общения происходит через социальные сети, создавая новое пространство социализации - цифровое пространство. Впервые это пространство определяется не только характеристиками социальных групп, но и технологической средой и цифровыми средствами коммуникации.

Рассмотренные области цифрового пространства, в которых люди проводят достаточно времени в течение дня, должны каким-то образом положительно влиять на пользователей. Однако на данный момент такие результаты для пользователей могут быть только теоретическими. Это связано с тем, что в каждой из этих областей обнаруживается проблема.

Что касается платформ для просмотра видео, то здесь есть несколько спорных моментов, которые вызывают у пользователей беспокойство. По сути, это разные видео, и нельзя не упомянуть о маркетинге и рекламе, встроенной в видео. Также важно упомянуть о том, как происходит отбор видео. Выбор видео теперь не разделен на различные сферы жизни пользователя, как это происходит в реальном мире, что выявляет еще одну проблему оцифровки.

Следующая проблема с часто используемыми ресурсами проявляется в социальных медиа. Манипуляция пользователем в социальных медиа может выражаться как в видео, так и в текстовом и фото формате, причем манипуляция может происходить самыми разными способами (от маркетинга до политических войн). Следующая проблема говорит о перегруженности возможностей и сложных алгоритмах использования, к которым люди не готовы привыкнуть и в основном игнорируют происходящее. При этом социальные сети еще не адаптировались к рабочим аккаунтам. Затрагивая область права, можно отметить беззаконие в поведении пользователей.

В образовательной среде проблем больше, чем в других областях, поскольку в сети взаимодействуют три стороны - пользователь, студент, преподаватель и образовательная система. Первая проблема - отсутствие функциональности при демонстрации работы. Наиболее остро эта проблема стоит для учащихся, выполняющих задания, связанные с творческими навыками, где созданные вручную презентации с различными макетами не позволяют в полной мере продемонстрировать и оценить результаты в силу доступных на данный момент онлайн-ресурсов. Также было отмечено, что учителям не хватает средств для иллюстрации информации. В настоящее время реализована возможность рисования, но она не покрывает выявленные потребности.

Например, используются видео и текстовые форматы, но нет синергии между текстом и видео. Однако цифровое пространство уже требует более быстрого темпа обучения.

Траектория развития дизайна в цифровой среде

Адаптация к новым пространствам требует времени, и иногда обучение и поиск ресурсов могут весить больше, чем искомая информация. Такие процессы затрудняют доступ к сути проблемы, а постоянное обновление ресурсов заставляет пользователя все глубже и глубже погружаться в цифровой мир, создаваемые правила, а искомая информация в таком потоке обновлений все дальше от пользователя.

Не существует четких рамок развития или определенных правил формирования цифровой среды, чтобы она не уходила от поиска знаний и доступности, которые являются полезными элементами цифрового пространства. Если рассматривать цифровой интернет в целом, то некоторые создатели ресурсов уже пытаются решать проблемы и структурировать информацию, но это касается конкретных создаваемых ресурсов. И в результате в общей массе пользователи получают разные ресурсы на одну и ту же тему, но с разным доступом к информации. До сих пор существуют сервисы, которые не учитывают предпочтения пользователей, и существует огромный эргономический разрыв между качественно созданными ресурсами и ранее упомянутыми сервисами.

Также предполагается, что при проектировании и создании всех цифровых ресурсов должны быть введены дресс-коды и правила. Эти варианты развития информационной среды призваны облегчить или устранить неудобные точки взаимодействия. Под неудобным использованием понимается система цифровых ресурсов, которая неточна, трудно распознаваема и с которой сложно взаимодействовать. Данный тип проблемы может быть реализован отвлекающими рекламными элементами, всплывающими окнами, не соответствующими тематике запроса пользователя, неуместно подобранной цветовой гаммой, обусловленной многоступенчатым алгоритмом манипулирования ресурсом. Все выявленные проблемы, а главное их обнаружение, приводят к созданию правил использования цифровой среды и желанию комфортно взаимодействовать с ресурсами цифрового пространства.

Заключение

В ходе исследования по теме было тщательно проанализировано цифровое пространство в современном мире и векторы его развития. Совокупный анализ пользователя и цифрового пространства позволил определить наиболее востребованные области цифровой среды, которые в дальнейшем раскрыли проблемы взаимодействия в системе человек-машина. Для дальнейшей работы из ряда выявленных проблем были определены наиболее значимые. Предполагается создание общей модели, которая решит выявленные проблемы и будет доступна в применении для разных областей цифрового пространства.

Список использованных источников

1. Морхат П.М. Искусственный интеллект. Правовой взгляд. – М., 2017.
2. Самолысов П.В. Информатизация образования. Избранные научные труды: монография. – М.: АИО, 2011. – 188 с.
3. Лapidус Л.В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией: монография. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 381 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСА ДЫХАТЕЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Тупицина А.Д.¹, Вехтер Е.В.²

¹Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91, e-mail: adt7@tpu.ru

²Томский политехнический университет, к.п.н., доцент., ОАР ИШИТР, e-mail: vehter@tpu.ru

Введение

С появлением нового острого инфекционного заболевания Coronavirus, которое оказывает значительное воздействие на дыхательную систему человека, по всему миру возник интерес к оборудованию для лечения и реабилитации дыхательных органов. В результате увеличилась потребность в заботе о своем здоровье и устройствах для реабилитации и лечения дыхания. Тема исследования связана с изучением целевой аудитории дыхательного тренажера, на основе которого будут разработаны критерии для проектирования устройства.

Дыхательный тренажер

Процесс дыхания включает в себя несколько уровней, и дыхательный процесс не ограничивается простым вдохом и выдохом. Дыхательный тренажер — это индивидуальное устройство, которое помогает укреплять бронхолегочную и сердечно-сосудистую систему. Он способствует тренировке мышц, участвующих в акте дыхания, повышению эффективности кислородного обмена, улучшению кровообращения и нормализации нервной системы, а также может замедлить процессы старения.

Сегментация пользователей

Персонализированный дизайн предполагает глубокое понимание потребностей людей, но построение дизайна, угождающего каждому пользователю, часто приводит к несовместимым и неэффективным решениям. Поэтому важно использовать некоторый уровень обобщения. Сегментация пользователей помогает определить их потребности и требования, а также технические особенности, которые должны быть встроены в продукт.

Выявлены 4 основных группы пользователей:

- **Люди с хронической обструктивной болезнью легких**

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) — это заболевание, которое приводит к нарушению воздушного потока в дыхательных путях легких. В настоящее время она включает хронический обструктивный бронхит, хроническое легочное сердце, а также коронавирусную инфекцию (COVID-19) [1].

По данным Министерства здравоохранения и социального развития, распространенность ХОБЛ составляет 1,7% (2,4 млн больных). Однако, фактическое число больных может превышать 11 млн человек в 2021 году [14].

Для подробного разбора по возрасту рассмотрены данные 2017 года [2].

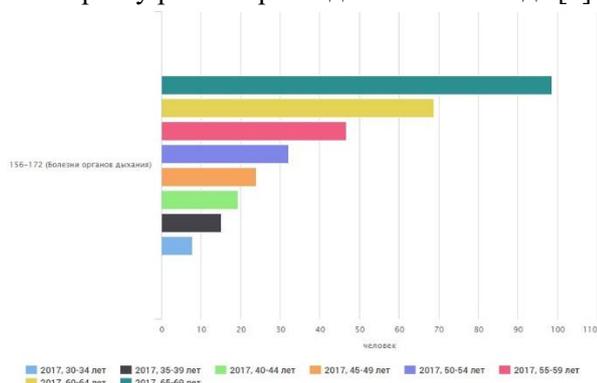


Рис. 1. Распространенность ХОБЛ по возрасту, 2017 год

По данным статистики ЕМИСС можно увидеть, что с 60 до 70 лет увеличивается число людей, имеющие заболевание органов дыхания. Но первичные симптомы появляются с 30 лет.

- **Люди с болезнью сердечно-сосудистой системы (ССЗ)**

Сердечно-сосудистые заболевания представляют собой группу заболеваний, связанных с сердцем и кровеносными сосудами. Наиболее опасные формы этой группы заболеваний, такие как атеротромбоз, ишемическая болезнь сердца, заболевания сосудов головного мозга, ревматическая болезнь сердца и другие патологии, связаны с тромбозом основных коронарных и цереброваскулярных артерий [3].

Сообщается, что более четырех из пяти смертей от ССЗ вызваны инфарктом и инсультом, причем треть этих смертей происходит преждевременно и в возрасте до 70 лет [4].

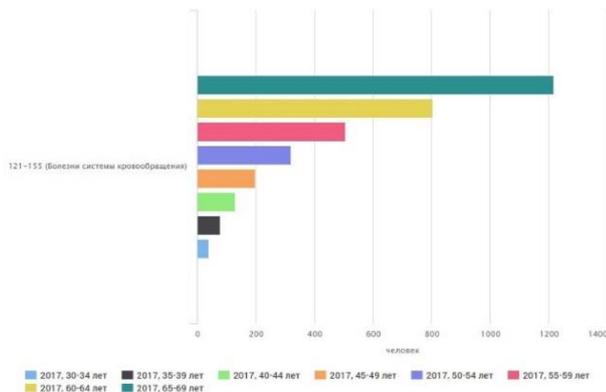


Рис. 2. Сердечно-сосудистые заболеваниями по возрасту в 2017 году

По данным статистики ЕМИСС можно увидеть, что первичные симптомы заболеваемости появляются у людей с 30 лет [5].

- **Спортсмены**

В 2020 году доля граждан в возрасте от 14 до 79 лет, которые регулярно занимаются спортом, составила 45,4% [6]. Результаты исследования показали, что наиболее высокий уровень активности (ежедневно или почти ежедневно) зарегистрирован у респондентов в возрасте 18-24 лет, где 33% занимаются спортом. Удивительно, что активность не уменьшается с возрастом: 21% пожилых людей (в возрасте 60+) также регулярно занимаются спортом [7].

- **Люди, проживающие в северных регионах**

Аудитория пользователей расширяется до жителей северных регионов, где, по данным Росстата, проживает около 20 миллионов человек [8]. Вентиляционное ограничение легких при дыхании холодным воздухом рассматривается как проявление защитной реакции системы внешнего дыхания, и заключается в рефлекторном ограничении глубины вдоха.

Проведя исследование сегментации пользователей выявленные требования к дизайну основываясь на особенностях пользователя.

Формирование требований для проектирования портативного устройства:

- Портативность;
- Данная характеристика важна для всех пользователей, удобно использовать в различных локациях, также хранить.
- Эргономичный дизайн;

Он направлен на согласование функциональности задач с человеческими потребностями тех, кто их выполняет. Для дыхательного тренажера будет исследоваться дальнейшее эргономика взрослого человека, так как чаще всего развитие заболеваемости начинается с 30 лет.

- Простая возможность дезинфицирование;

Дыхательный тренажер — это индивидуальное медицинское устройств, для него требуется процедура дезинфекции.

- Небольшие вес устройства;
- Небольшие физические усилия;

С возрастом происходит деградация физических возможностей человека из-за чего требуется минимальные усилия для взаимодействия с тренажером.

- Тактильные обозначения элементов управления;

По причине деградации нервных окончаний на руках или заболеваний, люди пожилого возраста теряют возможность быстрого взаимодействия с сенсорными поверхностями или с гладкими поверхностями.

Список использованных источников

1. Человеческое тело. Дыхательная система человека. Иллюстрированный справочник. – Москва : Изд-во АСТ, 2009. – 112с.
2. Дыхательная система человека: учебно-методическое пособие. Иркутск, 2010. – 49с.
3. Щетинин М. Дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой. М.: Метафора, 2002.
4. Дышко, Б.А. Инновационные технологии тренировки дыхательной системы / Б.А. Дышко, А.Б. Кочергин, А.И. Головачев. - М.: Теория и практика Физической культуры и спорта, 2012. - 122 с.
5. Еремин, В.Н. Маркетинг: основы и маркетинг информации. – М.: КНОРУС, 2006. – 656
6. Смертность от хронических респираторных заболеваний [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/58543>
7. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний на 2017 год, [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/58543>
8. Ермолаев, В. Л. Заболевания венозной системы / В. Л. Ермолаев, Е. П. Шурыгина; Министерство здравоохранения РФ, ГБОУ ВПО УГМА. - Екатеринбург, 2013. - 182 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И КОЛОРИСТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ШАХМАТНОГО ТРЕНАЖЕРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ

Юсубова С.Ю.¹, Хмелевский Ю.П.²

¹Томский политехнический университет, студент группы 8Д91, e-mail: usoft09@gmail.com

²Томский политехнический университет, старший преподаватель ОАР ИШИТР, e-mail: hmelevskiy@tpu.ru

Введение

Для качественной организации обучения такому виду спорта как шахматы, предлагается разработать интерактивный шахматный тренажер, позволяющий не только развивать навыки игры в шахматы как с нуля, но и совершенствовать их с помощью специальных задач и игры с искусственным интеллектом. Целью данной работы является выявление особенностей влияния формы и колористического решения шахматного тренажера на восприятие их целевой аудиторией.

Формирование требований

При проектировании такого объекта как шахматы необходимо учитывать не только эстетические качества, но и требования ФИДЕ. Шахматные фигуры должны быть сделаны из дерева, пластика или заменителей этих материалов, диаметр фигуры короля должен составлять 40-50% от высоты. Визуальное различие фигур должно быть достаточно сильным, в частности верхние элементы ферзя и короля должны отличаться. Макушка слона должна отличаться от макушки пешки по цвету и(или) форме. Цвет фигур регламентирован не строго, единственное требование – чтобы цвета фигур противников отличались достаточно сильно. Рекомендуется размер клетки на поле от 5 до 6.5 см. В конце документа также указано, что вышеупомянутые правила в обязательном порядке распространяются только в отношении инвентаря, используемого на турнирах ФИДЕ, однако является желательным для рассмотрения производителем.

Для того, чтобы сформулировать ряд требований к комплекту шахмат был проведен опрос экспертной группы шахматистов. Опрос был основан на методе семантического дифференциала, что позволяет наиболее точно оценить показатели чувственного восприятия дизайна объекта. Оптимальное количество экспертов составило 35 человек всех полов и возрастов и было определено по формуле:

$N=0,5*(300/b-5)$, где N – количество экспертов, b – допустимая вероятность ошибки экспертов в процентах, при расчете в целых числах ($0 \leq b \leq 10$).

Опрос состоял из вопросов о важности внешнего вида шахмат, влиянии формы и цвета на процесс игры и так далее. Также, экспертам были представлены изображения одного объекта в различных степенях стилизации (рисунок 2), они должны были оценить каждое изображение по предложенным шкалам (динамичное-статичное, активное-пассивное, враждебное-дружелюбное). Данные характеристики были выбраны исходя из требований технической эстетики, описанных Кочегаровым Б.Е.



Рис. 1. Изображение объекта в различных степенях стилизации

Экспертам было предложено выбрать между классическим и нестандартным цветовыми решениями, в результате большинство человек сказали, что предпочитают строго черно-белое решение, остальные выразили лишь желание классического разделения между фигурами (темные и светлые, например, из дерева), но ни один не предпочел иные варианты. Что касается формы, больше половины экспертов считают, что форма фигур должна быть ближе к абстрактной, нежели к реалистичной, а также считают наличие большого количества деталей лишним. При выборе между абстрактной и реалистичной фигурой большая часть экспертов предпочли абстрактное решение, но никто не выбрал реалистичную. Более того, опрос показал, что люди старше 50 лет предпочитают реалистичные фигуры стилизованным. Эксперты также четко дали понять, что абстрактные фигуры наиболее способствуют концентрации внимания, по их мнению, в то время как реалистичные отвлекают большим количеством деталей. Между статичной и динамичной предложенными фигурами была единогласно выбрана первая, а, при просьбе охарактеризовать увиденное изображение, определения «статичная» и «дружелюбная»

всегда были выбраны экспертами по отношению к одному изображению, что говорит о тесной связи данных характеристик. А также по мере стилизации объекта эксперты все чаще выбирали характеристики «дружелюбное» и «активное» к предложенным изображениям. Также, на основании ответов шахматистов были выдвинуты следующие критерии:

1. Шахматисты предпочитают фигуры, выполненные по аналогии с дизайном Стаунтона (классический набор), со средней степенью реалистичности.
2. Большое количество деталей отвлекает спортсмена от игры и не дает сконцентрироваться.
3. Шахматистов больше привлекают пластичные формы, нежели гранные.
4. Шахматисты предпочитают статичные фигуры.
5. Шахматисты предпочитают классическое цветовое решение: черно-белые шахматы, возможны небольшие отклонения.

Эскизирование и экспертная оценка эскизных решений

После того, как был сформулирован перечень критериев для проектирования шахматного комплекта, необходимо было создать ряд эскизных решений, удовлетворяющих данным требованиям (рисунки 2).

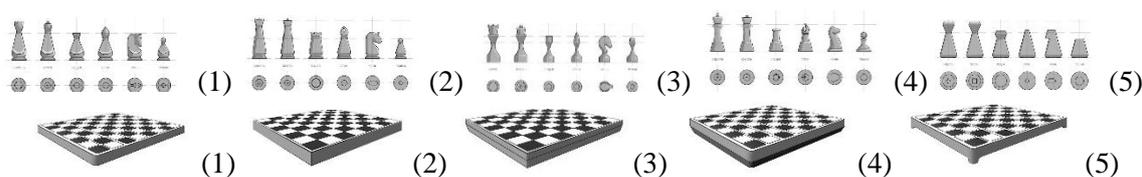


Рис. 2. Разработанные эскизные решения

Для поиска наиболее удачного решения с точки зрения промышленного дизайна был сформирован опрос. Количество экспертов составило 26 человек, среди них: преподаватели кафедры дизайна, а также студенты 4 курса бакалавриата и 1 курса магистратуры. Так как каждый из эскизов разработан с учетом выдвинутых ранее требований необходимо не только задавать вопросы напрямую о том, какой из эскизов наиболее удачен с точки зрения эксперта, но и подтверждать полученные результаты путем внедрения более абстрактных вопросов о характеристиках каждой из форм. Для реализации этой задачи среди перечня вопросов была представлена возможность оценить каждый из эскизов по шкалам от 1 до 10 (статичный-динамичный, пассивный-активный, враждебный-дружелюбный, отталкивающий-привлекательный). Данные шкалы были составлены на основе выдвинутых выше критериев и помогают выявить какие эмоции и ассоциации вызывает эскиз у экспертов. В конце опроса также предлагалось выбрать наиболее грамотный эскиз с точки зрения дизайна, который, по мнению эксперта, стоит выбрать для дальнейшей работы.

В результате данного опроса были получены следующие данные: эскизы 1, 2 и 5 являются наиболее статичными, то есть соответствуют заданным критериям. Наиболее дружелюбными решениями для экспертов оказались эскизы под номерами 3 и 4. Можно заметить, что в случае экспертов, дружелюбность противопоставляется статичности, хотя в случае с шахматистами ситуация получилась иная. Также абсолютное большинство (53%) опрошенных проголосовало за эскиз фигур, изображенных под номером 1 и 44.5% за шахматную доску номер 4.

Заключение

В ходе работы над данным исследованием была изучена история возникновения и развития шахмат, как с точки зрения спортивной игры, так и с точки зрения промышленного дизайна. Далее был проведен обзор как зарубежных, так и отечественных аналогов, что помогло составить опрос для экспертной группы. Целью опроса было выявить ряд требований к шахматным фигурам, основываясь на эмоциональном отклике игроков. В последствии выдвинутые послужили основой для анализа формы и разработки эскизов как шахматных фигур, так и доски. Для того, чтобы выбрать эскиз для дальнейшей разработки был проведен опрос среди экспертов в области промышленного дизайна. Экспертная оценка среди профессионалов в области дизайна помогла выявить наиболее удачное эскизное решение из предложенных и дальнейшие пути его развития. Также в процессе работы были выявлены закономерности восприятия шахматистов шахмат в зависимости от степени стилизации фигур.

Список источников

1. Кожевникова, О.В Метод семантического дифференциала / О.В. Кожевникова, С.А. Вьюжанина // Издательский центр «Удмуртский университет». — 2016. —120 с.
2. Bass N. Algorithm of creation of the object of individual design // National accociation of the scientists. – 2017. – №1. – С. 14-17.
3. Кухта М.С., Carol Bouchard. Уровни стилизации и их значение в формировании образов дизайна // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2016. – №4. – С. 91-95.
4. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн / учебное пособие // Владивосток: издательство Дальневосточного Государственного технического университета. – 2006. – 296 с.
5. Дронов В. В. Кухта М.С. Экспертные методы в дизайне // Современные техника и технологии. – 2014. – С. 306-308.

ОБЗОР ОБРАЗОВ И СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ДИЗАЙН-РЕПЛИКИ ИСТОРИЧЕСКИХ УКРАШЕНИЙ

Зайцева Е.М.¹, Кухта М.С.²

¹Томский политехнический университет, студент группы 8Д01, e-mail: emz3@tpu.ru,

²Томский политехнический университет, д. филос. н, проф. ОАР ИШИТР, e-mail: kuhta@tpu.ru

Введение

В данной статье приводится пример авторского осмысления исторического опыта создания реплики ювелирного украшения по картине с использованием доступных, бутафорских технологий, с целью достижения наибольшего соответствия оригиналу и исследованию семантики и исторического контекста данного украшения.

Цель работы - воссоздание исторических украшений разных периодов в виде эскизов, а также создание 3D-модели одного из них. Задачи: создание эскиза украшения, далее по нему создание 3D-модели, подбор материалов для замены натуральных бриллиантов и жемчуга, литье металла по выплавляемым моделям, сборка украшения.

Основная часть

В настоящее время, в век доступности информации, заинтересованность в изучении истории заметно возрастает. Объектом изучения данной статьи является несколько картин, а точнее изображенные на них ювелирные украшения. Данными картинами являются: «Весна», Сандро Боттичелли, 1482 г. (Итальянский ренессанс); Портрет королевы Генриетты Марии, Антонис ван Дейк, 1638 г. (барокко); Портрет Марии Луизы Пармской, Антон Рафаэль Менгс 1765 год (неоклассицизм); Портрет императрицы Марии Федоровны Иван Николаевич Крамской, 1882 (реализм).



Рис. 1. Используемые картины

Каждое из подобранных ювелирных украшений отражает эпоху, в которую была написана картина, а также помогает понять моду и тенденции того времени [1]. После подробного анализа удалось создать эскиз к ювелирным изделиям. Эскизы в дальнейшем необходимы для оценки возможности воссоздания его с использованием бутафорских материалов.

На картине «Весна» авторства Сандро Боттичелли изображены сразу несколько изящных украшений. В их число входят брошь, имитирующая листья и ягоды, а также кулон-подвеска на золотом шнуре, напоминающий цветущую ветвь. Для данных украшений и были созданы эскизы (рис. 2).



Рис. 2. Украшения с картины Сандро Боттичелли

Далее, переходя к анализу возможности создания реплики украшения с портрета королевы Генриетты Марии, нужно было в первую очередь проанализировать исходные материалы и технологию изготовления оригинальной броши. Камни в броши имеют оригинальную огранку, нехарактерную для современных ювелирных изделий.

Для разработки реплики, точнее для лучшего понимания конструкции и технологии производства был создан эскиз броши, в котором приблизительно продемонстрировано расположение и крепление камней и жемчуга (рис. 3).



Рис. 3. Эскиз броши с картины Антониса ван Дейка

Принимая это во внимание, можно переходить к проектированию процесса производства.

Первый шаг - создание чертежа и далее по нему 3D модели основы, закладывая место под камни, предусматривая их крепление, а также продумав крепление жемчужин [2].



Рис. 4. 3D-модель украшения

Второй шаг - согласование модели, подбор материалов. Для основы должен быть выбран материал, имитирующий золото. Бриллианты в реплике - заменены на стеклянные кабошоны, вместо натурального жемчуга предполагается использовать искусственный. Данный выбор обусловлен большей доступностью бутафорских материалов, чем оригинальных [3].

Производство основы предполагается с помощью литья по 3d-моделям [4].

Помимо данных украшений, были проанализированы и другие. Например, колье-чокер с крупными камнями с полотна Антона Рафаэля Менгса. В период неоклассицизма орнаментальные композиции создавались с соблюдением симметрии и определенного характерного порядка, цветовая гамма была сдержанной, а формы имитировали ленточные переплетения [5].



Рис. 5. Эскиз колье с портрета Марии Луизы Пармской

Также был создан эскиз по картине И. Крамского, на которой изображена императрица Мария Федоровна.



Рис. 6. Ожерелье императрицы Марии Федоровны

Заключение

Таким образом, в данной статье приведены примеры авторского осмысления исторического опыта создания эскизных копий ювелирных украшений, проанализирована возможность воссоздания украшения посредством 3D-печати и материалы, которые могут быть использованы для замены оригинальных, выявлена актуальность данного исследования.

Список использованных источников

1. Габриэль Г. Н. Из истории ювелирного искусства: памятные, мемориальные и траурные украшения // Cyberleninka. 2010. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-yuvelirnogo-iskusstva-pamyatnye-memorialnye-i-traurnye-ukrasheniya> (дата обращения: 25.09.2022).
2. Кухта М. С., Соколов А. П., Пустозерова О. Л. Технологии обработки поверхности в ювелирном дизайне // Известия вузов. Физика. 2013. Т. 56. № 12-2. С. 155-159.
3. Кухта М. С., Плотникова И. В. Особенности формообразования и технологии "Bijoux de fantaisie" // Дизайн. Материалы. Технология // Журнал. 2011. т. 4, № 19
4. Кухта М.С. Влияние врожденных моделей организации опыта на формирование визуальных образов // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 6. С. 227-230.
5. Дронова Н. Д. Ювелирные изделия: Справочник - энциклопедия. М., 2009. с. 3 (дата обращения: 27.01.2023).

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА БОКСОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ В ПОЕЗДЕ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Лобастова Е.С.¹, Кухта М.С.²

¹Томский политехнический университет, студент гр.8Д01, e-mail: esl22@tpu.ru

²Томский политехнический университет, д.филос.н., проф. ОАР ИШИТР, e-mail: kuhta@tpu.ru

Введение

Как известно, люди во все времена стремились к изображению совершенных форм, которые будут наиболее приятны восприятию глаз человека. Стремление передавать в образе фундаментальные идеи, заложенные в природе людей, средствами создания композиционных и колористических решений находит отображение в структуре фрактальных форм [1]. Благодаря этому, в наши дни, исследуя многие известные архитектурные сооружения, картины, можно найти сходство с фракталами и привлечь это в процесс формообразования в дизайне.

Основная часть

Существует множество методов построения модели трансляции структур, передающие единство человека и мира, которые позволяют закладывать в процесс визуализации символику и вне - личностную структуру, влияющую на специфику восприятия образов человеком [2]. Фрактальная геометрия в дизайне позволяет создавать образ, как «единого организма» в эстетике свободной и совершенной формы. Проектирование на основе фракталов дает возможность не только создавать зрительный образ для определенной целевой аудитории, но и привести в него эмоционально – эстетическое состояние, которое объясняет ощущение о предназначении, стабильном существовании в жизни и прочной связи с тем или иным контекстом времени [3].

Помимо этого, фрактальные формы тесно сплетены с более высоким уровнем понимания и деятельности человека, с более высокими вибрациями, неуловимыми сознанием человека. На когнитивном уровне данные формы влияют на наше восприятие мира, образов, здоровье, эмоциональное состояние.

Согласно проведенным исследованиям, рассматривание фрактальных структур на 60 % повышает стрессоустойчивость, измеряемую на основе физиологических показателей. При созерцании фракталов в лобной коре головного мозга всего за одну минуту увеличивается активность альфа-волн — как во время медитации или при ощущении легкой сонливости [4]. Понимание о положительном влиянии фракталов на здоровье и эстетическое удовлетворение людей может помочь разрабатывать объекты промышленного дизайна с новой стороны, не только закладывать функциональную и техническую составляющую в объекты, но и привносить в них еще на этапе формообразования составляющую, которая будет на когнитивном уровне сказываться на состоянии пользователя.

Благодаря простой форме, выверенной алгоритмически, могут решиться множество вопросов касательно объектов, начиная от маркетинга, заканчивая высоким уровнем удовлетворённости пользователя от эксплуатации.

В основе данного исследования лежит идея разработки нового концепта боксов для питания в поезде, уходя от неудобных уже эксплуатируемых ланч-боксов, состоящих из вредных материалов для окружающей среды.

Анализируя предположительно подходящую айдентику для реализации данного комплекта, выбор был сделан в сторону русско-народных традиций формирования посуды, нанесения орнаментов, оберегая плоть и душу человека от порчи и сглаза. Также создание бортовых боксов в русско-народной стилистике интуитивно знакомит приезжих гостей с нашими традициями и колоритом.

Помимо этого, исследование фракталов, наиболее наглядно на истории русско-народной культуры. К тому же, если рассматривать фрактальные структуры с данной точки зрения, то фрактал позиционируется как архетипическая модель мышления, а также как уникальный знак. Фрактальные модели в образах русского традиционного творчества характеризуются как знак мистического, сакрального и потустороннего, что еще раз доказывает сопричастность данных моделей с гармонией вселенной, человеческой природой. Нельзя сказать, что фракталы можно обнаружить отдельно в деталях русско-народной культуры, вернее говоря, когда мы берем фрактал, как архетипическую модель, он становится основополагающей единицей, связывающей все традиции и мифы, которые так плотно когда-то укрепились в жизни русского народа.

Именно поэтому в проектировании бортовых боксов за основополагающую единицу в формообразовании фрактальных структур был взят русско-народный орнамент. В качестве основной формы посуды, была взята традиционная форма русско-народных ковшей, горшков, утятниц для горячей пищи [5]. В основе стаканов лежит особенности русско-народных деревянных ложек, которые имели вытянутую рукоять, скругленный, выпуклый кончик и небольшое черпало округлой формы.

В качестве формообразования от фрактальных структур, был разработан дизайн декоративных элементов, которые входят в конструкцию самой посуды и заключены во внутреннее полое пространство посуды. Благодаря такому решению элементы усиливают саму конструкцию и не мешают на внешней поверхности посуды. Данная технология помогает избежать зацепов и травм от объемных элементов конструкции. Элементы представляют собой круговую композицию русско-народного орнамента, который по традициям народа считался оберегом от сглаза и порчи, что могло накладываться на пищу.

Ключевым образом для данного комплекта был выбран старый, добрый узелок, который собирали путники с собой в дорогу, складывая пищу в лоскут ткани и завязывая его на узел через палку. Современное прочтение узелка находит отображение в формообразовании упаковки данного комплекта.

Разрабатываемый комплект в утвержденном концепте состоит из утятницы – для подачи горячих блюд, салатника – для подачи овощей, хлебницы – открытой подставки для хлеба, а также образец стаканов. На стадии моделирования был разработан корпус контейнеров, подставки и стаканы, а также орнаментальное кольцо, которое входит внутрь корпуса (рис. 1).



Рис. 1. Визуализация боксов для питания

Фрактальные элементы в качестве декора состоят из алюминиевого сплава с напылением имитацией бронзы. Корпус контейнеров состоит из боросиликатного стекла, которое имеет основные качества стекла, но при этом оно ударопрочное и термостойкое, не подвергается механическим повреждением, безопасное и удобное в использовании. Крышка контейнеров состоит из эмалированного боросиликатного стекла, в отличие от корпуса, оно не прозрачное, но имеет все те же качества для эксплуатации.

Данный комплект контейнеров имеет ручки для хвата, а также дополнительные ручки для пользования крышкой, которые складываются простым нажатием. Помимо этого, на крышке в специальном углублении располагаются крепления для ложки, вилки и ножа, если он не подходит для подаваемого блюда.

Заключение

В итоге проделанного исследования, была попытка разработать промышленный объект с применением фракталов в методе формообразования, с целью изучения вероятности применения фрактальных структур в основе объекта, а также разработки нового варианта посуды для питания в поезде, чтобы решить проблему используемых боксов в настоящее время.

Список использованных источников

1. Кухта, М. С. Влияние врожденных моделей организации опыта на формирование визуальных образов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. - т. 323. - №. 6. - С. 227-230.
2. Пегушкова Т.А., Белгородский В.С. Фрактал как система концептуального анализа визуально-графических коммуникаций модных брендов // Научный журнал «Костюмология», 2019 №3.
3. Соколов А.П., Кухта М.С. Математическое моделирование в бионическом дизайне // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2016. № 1. - С. 17-21.
4. Влияние фракталов на восприятие [Электронный ресурс]. — Электрон. Текстовые дан. — Режим доступа: https://www.designspb.ru/news/articles/fractal_geometry_in_interior_desig.
5. Мандала – узелок путника [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://clck.ru/337sTt>.

ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ФИЛЬТР-СТАКАНУ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Некрасова О.В.¹, Серяков В.А.²

¹*Томский политехнический университет, студент гр. 8Д91, e-mail: ovnl2@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, к.т.н., доцент ОАР ИШИТР, e-mail: seryakov@tpu.ru*

Введение

Основной источник загрязнения — это плохо очищенные сточные воды, которые попадают с предприятий промышленного типа [1].

По данным Росстата, 89,7 % россиян в среднем обеспечены централизованным водопроводом. 4 % имеет водопровод из собственной артезианской скважины, у 2,7% жителей вода из колодца. 3,7 % жителей до сих пор не имеют водоснабжения. Хуже всего дела обстоят в Забайкальском крае, где у 46 % жителей нет водопровода.

Большая часть граждан страны получают воду, которая не соответствует нормам санитарии – отмечает Виктор Данилов-Данильян член-корреспондент РАН и эксперт ВШЭ [2].

Анализ аналогов

Для выявления требований необходимо оценить рынок устройств, где фильтрация воды происходит физико-химическим способом (сорбентами).

Таблица 1

Анализ косвенных аналогов

Аналог	Функционал-ьный анализ	Визуальный анализ	Анализ конструкции	Технические характеристики
Гейзер Аква- риус	Специальный клапан для заливки воды, который не требует открывание крышки. Нескользящая ручка и сбалансированный центр тяжести. Механический индикатор ресурса.	Минималистичный дизайн. Кувшин выполнен из высококачественного немецкого пищевого пластика прозрачного цвета, подходящий под большое множество дизайнов интерьера.	Кувшин состоит из чаши, в которую стекает очищенная вода, ресурс для заборa неочищенной воды, крышка кувшина, клапан и картридж 501. – Стоимость кувшина – 870 р. – Стоимость картриджа 1 шт. – от 270 до 390 р.	Общий объем - 3,7 л. Объем воронки - 1,4 л. Объем очищенной воды - 2 л. Ресурс 350 л. Температура воды до +40 °С. - Состав картриджа: волокнистый фильтрующий материал, смесь кокосового угля и ионообменной смолы, комплексный материал «Каталон»
Фильтр- кувшин СИНГА- ПУР Опти- Лайт от БАРЬЕР	Имеется индикатор, который показывает состояние картриджа и когда его необходимо поменять. Имеется клапан на крышке, который дает возможность не снимать крышку. Конструкция кувшина позволяет не дожидаться, когда вода полностью отфильтруется. Можно мыть в посудомоечной машине за исключением крышки с индикатором. Герметичное резьбовое соединение исключает попадание неочищенной воды в отфильтрованную.	Скандинавский дизайн. Лаконичный белый цвет Аккуратная форма.	Кувшин состоит из чаши. Ресурс для заборa неочищенной воды, крышка кувшина, клапан и касета. Электронный индикатор ресурса Опти-Лайт. Клапан Easy-Fill. – Стоимость кувшина – 1090 р. – Стоимость картриджа 1 шт. – от 390 до 500 р.	Общий объем - 3,5 л. Объем воронки - 1,4 л. Объем очищенной – 1,7 л. Ресурс 350 л. - Состав картриджа: ионообменная смола, обогащенная цинком и магнием, кокосовый активированный уголь, фильтр тонкой очистки, активированный уголь.

J.SHMI DT 500 мобильная система фильтрации от АК-ВАФОР	Мобильная система ультра-тонкой фильтрации воды в сверхпрочном корпусе из сополиэфира Tritan. Протевание аоды обеспечивает электронный блок с микронасосом. Микропроцессор управляет фильтрацией и показывает, когда нужно заменить модуль и зарядить аккумулятор.	Громоздкая и тяжелая конструкция. Ла-коничный белый дизайн. На микропро-цессоре име-ются свето-вые показа-тели а также надписи «FILTER» и «BATTERY».	Кувшин состоит из чаши, в которую стекает очищенная вода, ресурс для за-бора неочищенной воды. Модуль с фильтром, воронка, крышка кувшина, электронный блок, микронасос, микро-процессор, аккумуля-торная батарея. Также в комплектке идет кабель зарядки USB. – Стоимость кув-шина – 3900 р. – Стоимость картри-джа 1 шт. – от 1089 до 2000 р.	Объем воронки - 1,2 л. Ресурс модуля 5 л. Габариты 28,0x11,7x25,3 см. - Состав картриджа: активированный угле-родный композит, ионообменная смола
---	--	--	---	---

В ходе проведенного анализа было выявлено, что в настоящий момент на российском и зарубежном рынке нет прямых аналогов фильтр-стаканов, которые бы отвечали потребностям потребителей.

Требования к устройству

Материалы, применяемые для изготовления, должны соответствовать ГОСТ 31952-2012 [3].

Требования к эргономическим параметрам устройства определяются психологическими, антропометрическими параметрами пользователя. Соблюдение данных требований необходимо для комфортного взаимодействия пользователя и устройства и применяются еще на этапе проектирования прибора.

При создании прибора необходимо достичь приемлемого уровня эргономической проработки конструкции, данное требование является выполненным, когда устройством может воспользоваться 90 % от планируемого контингента.

Изделия должны быть безопасными для пользователя, а также для окружающих [4].

Изделие должно быть так сконструировано и изготовлено так, чтобы не возникло опасности при его использовании и транспортировке.

Заключение

Проведенный анализ косвенных аналогов выявил, что все устройства имеют большие габариты, из-за чего транспортировка не всегда возможна. Фильтр-стакан должен иметь меньший объем и иметь возможность транспортировки.

Были составлены следующие требования к фильтр-стакану:

- а) устройство должно быть безопасным и пригодным для использования в качестве всеобщего пользования в школах и других заведениях.
- б) устройство должно подходить людям разного телосложения. При создании эскизов можно использовать антропометрические данные, собранные в ГОСТ Р ИСО 7250-3-2019. В дальнейшем для уточнения данных первичный макет необходимо протестировать на целевой аудитории [5].
- в) при проектировании следует принимать во внимание: площадь и количество сорбционного материала, так как от данных параметров зависит габариты картриджа, использование безопасных и гипоаллергенных материалов, разработать механизм крепления картриджа и корпуса.
- г) устройство должно соответствовать требованиям безопасности данными в ГОСТ 31952-2012.

Список использованных источников

1. Загрязнение сточными водами: экологические проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/33e4Xx> , свободный (дата обращения 16.02.2023)
2. Где самая плохая вода в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journal.tinkoff.ru/statistic-water/>, свободный (дата обращения 16.02.2023)
3. ГОСТ 31952-2012. Устройства воочистные. (Код ИР): национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 01.01.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200096959> (дата обращения 16.02.2023)
4. Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 119 с
5. ГОСТ Р ИСО 7250-3-2019 Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Национальный стандарт Российской Федерации. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2019 – 12 с.

Секция 4. Технология больших данных

СРАВНЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯРНЫХ БИБЛИОТЕК МАНИПУЛЯЦИИ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Гребенюк Я.В.
НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ11, e-mail: yvg8@tpu.ru

Введение

Для интерактивной визуализации данных часто используются информационные панели, содержащие различные таблицы, графики, а также поля настройки и взаимодействия. Функционирование такого продукта включает в себя несколько частей:

1. Манипуляция и анализ данных;
2. Визуализация;
3. Настройка взаимодействия объектов;
4. Выкладка панели.

Комфортное функционирование интерактивной информационной панели предполагает высокое быстродействие всей системы, одной из самых медленных частей которой зачастую является именно первый, ведь на него приходится множество вычислений, особенно если представлен большой объем данных [1].

Наиболее распространенным инструментом манипуляции данных в Data Science можно назвать библиотеку Pandas [2] языка программирования Python. Начиная свою историю как проект с открытым кодом в 2009 году, библиотека была призвана облегчить работу с данными, предоставляя доступный синтаксис и высокую производительность. Вдохновение черпалось из мира финансов и таких инструментов как R и Excel.

Однако в 2020 году группа специалистов из области Data Science создали библиотеку под названием Polars как прямую замену Pandas с целью улучшить производительность.

Целью данной работы является сравнение производительности двух инструментов.

Описание алгоритма

Для выполнения сравнения использовались язык Python версии 3.10.2, платформа JupyterLab версии 3.3.4, библиотека Pandas версии 1.4.1, библиотека Polars версии 0.16.5.

Использовался датасет из открытого доступа, содержащий порядка 12.000.000 записей о компаниях по всему миру с числовыми и символьными полями, из датасета были взяты шесть фрагментов размером 1000, 500000, 1000000, 12000000 записей.

Последовательно выполнялись следующие операции: загрузка данных в память, выбор части датасета, фильтрация записей согласно условию на числовом поле, фильтрация записей согласно условию на строковом поле, подсчет уникальных числовых значений, подсчет уникальных строковых значений, функция агрегации по нескольким полям с подсчетом среднего, подсчет пропущенных значений, описание датасета, сохранение датасета.

Для сохранения времени выполнения использовался вранпер, начинающий отсчет времени перед выполнением функции, и возвращающий время выполнения вместе с результатом выполнения.

```
from functools import wraps
import time

def timeit(func):
    @wraps(func)
    def timeit_wrapper(*args, **kwargs):
        start_time = time.perf_counter()
        result = func(*args, **kwargs)
        return time.perf_counter() - start_time, result
    return timeit_wrapper
```

Рис. 1. Код вранпера для фиксации времени

Для лучшей читаемости построим трехмерный столбчатый график с помощью библиотеки Matplotlib.

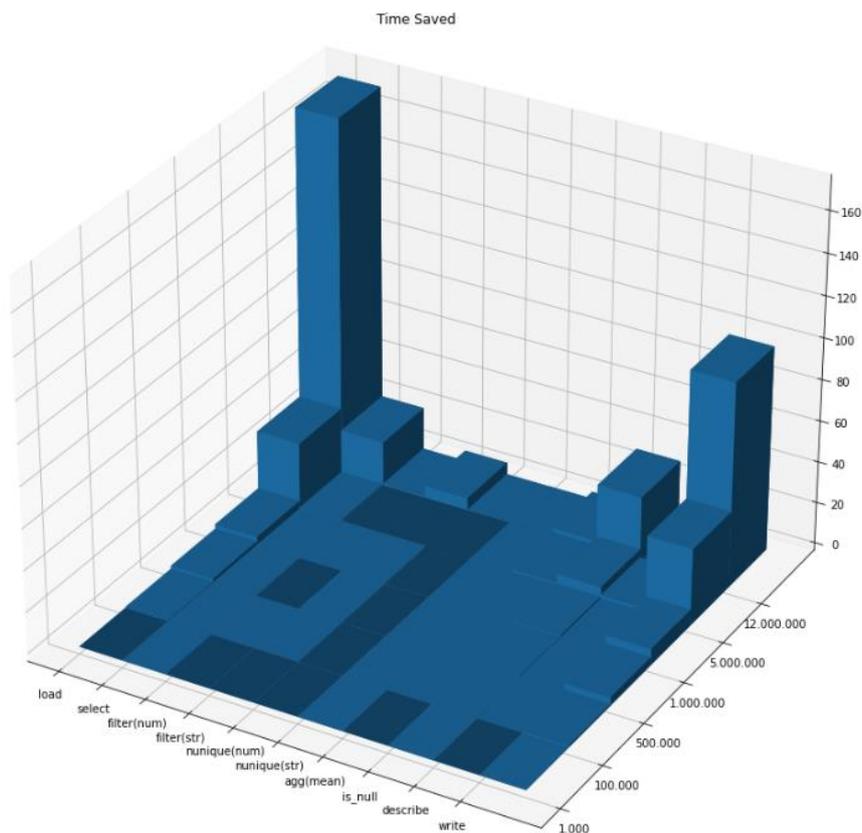


Рис. 2. График разницы во времени

Заключение

Из полученных данных можно судить о том, что Polars не сильно уступает Pandas в производительности на малых наборах данных, но чем больше набор, тем эффективнее с ним работает данная библиотека – пики быстродействия наблюдаются при загрузке и сохранении данных. В пользу Pandas же, помимо упрощенного синтаксиса, можно отнести тот факт, что многие годы, во время которых эта библиотека была популярна, расположили множество других знаковых проектов на прямую интеграцию, чего пока не наблюдается в Polars.

Список использованных источников

1. Jwo, Jung-Sing & Lin, Ching-Sheng & Lee, Cheng-Hsiung. (2021). An Interactive Dashboard Using a Virtual Assistant for Visualizing Smart Manufacturing. *Mobile Information Systems*. 2021. 1-9. 10.1155/2021/5578239.
2. Келлехер Джон Д. Наука о данных. Базовый курс – М.: Альпина Паблицер, 2021. – 224 с.

ОПИСАНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ О ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Демин И.А.¹, Губин Е.И.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, 8К13, e-mail: iad18@tpu.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, доцент ОИТ, e-mail: gubine@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день концепция больших данных активно применяется в финансовой и страховой сферах. Также стоит отметить, что в последнее время растет интерес к применению этой концепции в сфере разведки полезных ископаемых и в энергетике. Важно отметить, что этот рост интереса частично связан со стремлением использовать альтернативные источники энергии такие, как ветер, солнечную энергию и т.д. Особенность альтернативных источников состоит в том, что человек не может контролировать выработку электроэнергии для этих источников, как для традиционных. Из-за этой особенности возникает потребность в анализе большого количества факторов, которые могут повлиять на выработку электроэнергии с помощью этих источников [1].

Целью данной статьи является демонстрация примера части описательной статистики больших данных. В данной статье приведено статистическое описание предварительно подготовленных данных о генерации электроэнергии на солнечной электростанции. Также в этой статье приведены выводы, которые можно сделать на основе этих данных.

Описание данных

Данная работа была сделана с помощью Microsoft Excel. Исходные данные представлены в виде таблицы Excel, в которой есть 8 столбцов: дата, скорость ветра, световой поток, атмосферное давление, излучение, температура воздуха, относительная влажность воздуха, выработка электроэнергии. В этой таблице содержатся 8760 строк. В каждой строке указаны значения параметров для одного часа.

Световой поток – величина, характеризующая количество проходящей мощности излучения, оцененной в соответствии с чувствительностью среднего человеческого глаза. Излучение – величина, характеризующая полную мощность, проходящую через поверхность солнечной пластины.

С помощью статистических функций Excel были получены данные, которые приведены на рисунке 1.

Название параметра	Тип данных	Размерность	Среднее значение	Медиана	Мода	Максимум	Минимум
Date-Hour(NMT)	date	день.месяц.год - часы:минуты	-	-	-	-	-
WindSpeed	float	м/с	2.64	2.30	1.8	10.90	0.00
Sunshine	float	люмен	11.18	0.00	0	60.00	0.00
AirPressure	float	гектопаскаль	1010.36	1011.00	1011	1047.30	965.90
Radiation	float	Вт/м ²	97.54	-1.40	-6.2	899.70	-9.30
AirTemperature	float	градус цельсия	6.98	6.40	-0.7	27.10	-12.40
RelativeAirHumidity	float	%	76.72	82.00	100	100.00	13.00
SystemProduction	float	кВт*час	684.75	0.00	0	7701.00	0.00

Рис. 1. Статистические характеристики данных

Сразу можно заметить, что мода для светового потока и для выработки электроэнергии равна 0. Этот факт можно объяснить тем, что в данной таблице световой поток и выработка равны нулю в ночные часы. Так как световой поток днем не постоянен, наиболее часто встречаемым значением для этого параметра является нулевое значение. Гистограммы для светового потока и выработки приведены на рисунке 2.

Также стоит отметить, что при высоких значениях относительной влажности освещенность ниже, чем при низких. При высокой влажности воздуха образуется туман, который препятствует попаданию света на солнечные панели.

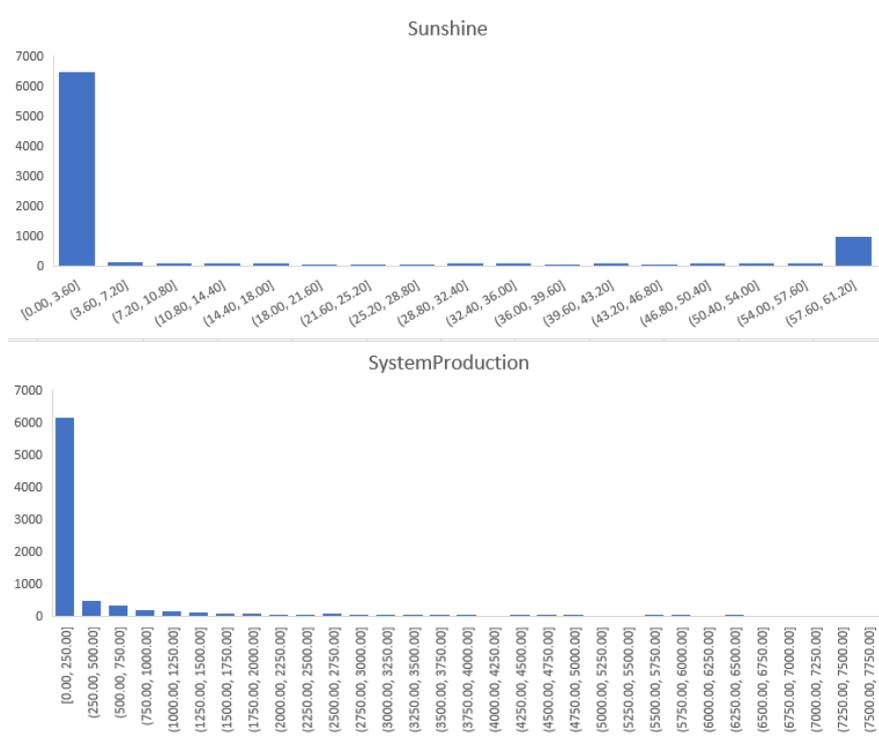


Рис. 2. Гистограммы светового потока и выработки

Также видно, что излучение принимает отрицательные значения и что мода для излучения отрицательна. Это можно объяснить тем, что в ночное время солнечные элементы остывают, т.е. являются источником инфракрасного излучения. Также стоит отметить, что в летнее время излучение имеет более высокие показатели, чем в другие времена года. Точечная диаграмма излучений представлена на рисунке 3 (по оси абсцисс указаны номера строк, поэтому стоит учесть, что данные начинаются с показателей начала января).

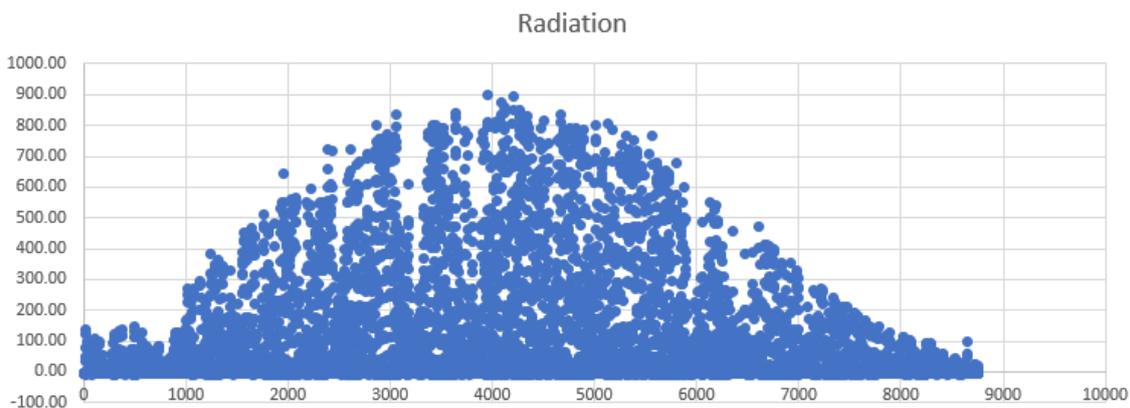


Рис. 3. Точечная диаграмма излучения

Как можно заметить, среднее значение, медиана и мода давления воздуха примерно равны, что указывает на нормальное распределение для давления воздуха. Если построить гистограмму давлений, то получим результат, который представлен на рисунке 4.

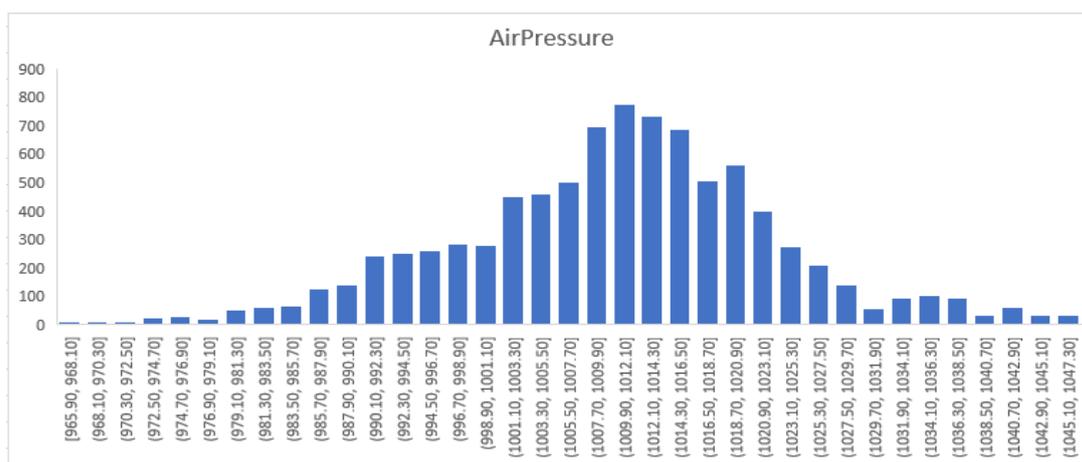


Рис. 4. Гистограмма давлений

Заключение

В данной статье был приведен пример частичной описательной статистики для данных о генерации электроэнергии на солнечной электростанции, в котором была описана связь статистических характеристик с реальными процессами.

Данная статья может применяться в качестве примера начальной описательной статистики, которую можно проделать с помощью инструментов Microsoft Excel.

Список использованных источников

1. Крылов, В. В. Большие данные и их приложения в электроэнергетике : от бизнес аналитики до виртуальных электростанций [Текст] / В. В. Крылов, С. В. Крылов ; Высшей школы экономики. – М.: Нобель Пресс, 2015. – 146 с.
2. С.В. Гужов. О практической значимости оценки и прогнозирования интегральных показателей эффективности и надёжности энергосистем и комплексов [видео] / Гужов С.В. // Сайт ИНИП РАН. - 29 сентября 2020. - Семинар "Экономические проблемы энергетического комплекса" (семинар им. А.С. Некрасова). - URL: [https:// ecfor.ru/publication/pokazateli-effektivnosti-i-nadyozhnosti-energosisistem-i-kompleksov/](https://ecfor.ru/publication/pokazateli-effektivnosti-i-nadyozhnosti-energosisistem-i-kompleksov/) (дата обращения: 01.02.2023).

ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ

Еременко М.С.¹, Губин Е.И.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ1И, e-mail: eremenko@tpu.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, доцент ОИТ, e-mail: gubine@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день нефтяная промышленность мира представляет собой одну из важнейших составляющих мирового хозяйства, а также влияет на развитие других отрасли. Одной из главных проблем современного развития нефтегазового комплекса России является проблема нерационального недропользования (низкий уровень извлечения запасов нефти) [1]. Есть потребность в оптимизации процессов добычи. Выявление зависимостей между качественными характеристиками нефти и физическими свойствами пласта дает возможность сэкономить на дорогостоящих лабораторных исследованиях и помогает в создании новых технологий для разработки трудноизвлекаемых запасов нефти.

Одной из главных задач, стоящих перед нефтегазовым комплексом, является оценка эффективности и значимости измеряемых параметров при добыче углеводородов. Хорошо известно насколько этот процесс сложен технически и финансово затратный. Поэтому критически важно выделить наиболее значимые параметры, которые влияют на величину добычи нефти.

Целью данной работы является оценить важность и влияние измеренных входных параметров на величину добычи нефти.

Основная часть

В данной работе сделана попытка на основе экспериментальных данных 185 нефтяных скважин, имеющих трещиноватую структуру грунта, оценить важность и влияние измеренных входных параметров на величину добычи нефти.

В качестве входных параметров (переменных) были взяты следующие данные в формате .xlsx (таблица 1).

Таблица 1

Исходные переменные и их размерность

Имя переменной	Расшифровка
R	Радиус зоны дренирования, м
<i>Q_{grp}</i>	Количество стадий ГРП, шт
W	Мощность продуктивного пласта, м
P_{plast}	Пластовое давление, атм
K	Проницаемость, мД
Noil	Вязкость нефти, сП
<i>Azimuth</i>	Азимут распространения трещины, градусы
M_p	Масса проппанта, тонн
St	Полудлина трещины (длина одного крыла), м
H_t	Высота трещины, м
L_t	Ширина трещины, мм
<i>P_z</i>	Забойное давление, атм
DeltaP	Депрессия (разница пластового и забойного давлений), атм
<i>D_f</i>	Дебит жидкости скважины, м ³ /сут
Doil	Дебит нефти скважины, м ³ /сут
<i>D_w</i>	Дебит воды скважины, м ³ /сут
Y	Целевая функция/ Дебит нефти скважины

Для решения поставленной задачи в качестве технического инструмента был использован метод логистической регрессии с использованием программного лицензионного обеспечения SAS.

Эффективность и предсказательная сила будущей модели во многом зависит от качества исходных данных. На основании методологии подготовки исходных, описанной в [2],[3] были проведены следующие шаги:

1. перевод исходного файла из формата .xlsx в формат SAS
2. проверку исходных данных на ошибки (*описки*);
- 2) проверку исходных данных на пропущенные значения («*missing*»);
- 3) проверку исходных данных на выбросы данных («*outliers*»);
- 4) проверку исходных данных на наличие дублирующих строк (*наблюдений*);
- 5) проверку исходных данных объясняющих переменных (*атрибутов*) на мультиколлинеарность;
- 6) трансформация исходных данных в цифровой формат («*цифровизация*»);
- 7) выбор целевой переменной;
- 8) разбиение исходных данных на тренировочную и тестовую выборки.

В таблице 1 жирным цветом выделены входные переменные, являющиеся наиболее значимыми, полученными в результате предварительного статистического анализа [4]. Целевой переменной выбрана Doil, которая определяет дебит нефти скважины ($\text{м}^3/\text{сут}$). На рисунке 1 показана величина добычи Doil в зависимости от номера скважины.

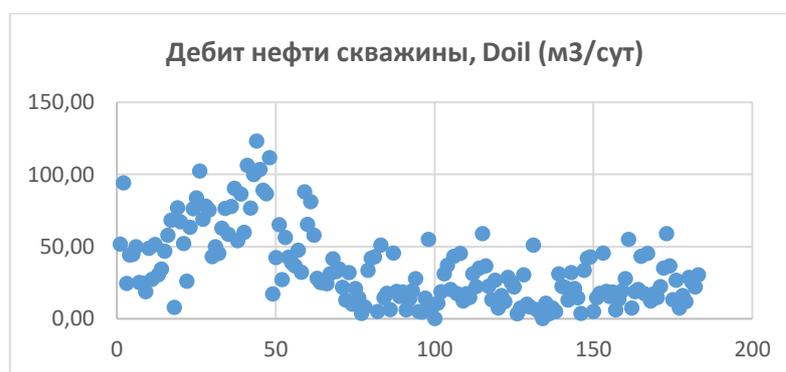


Рис. 1. Doil в зависимости от номера скважины

Для использования Doil в качестве безразмерной целевой функции в логистической регрессии возьмем «Y». «Y» принимает значение 0, если Дебит нефти скважины меньше среднего значения, и равен 1, если Дебит нефти скважины, больше или равен среднему значению ($35 \text{ м}^3/\text{сут}$). Поскольку количество исходных данных невелико (185 наблюдений) и используется только одна предсказательная модель, исходная выборка разделена на две – тренировочную (139) и тестовую (46) в соотношении 75% к 25% соответственно. Полученные выборки стратифицированы по целевой переменной.

В итоге проведенных процедур по подготовки исходных данных для использования логистической регрессии для оценки вероятности события (p) от входных параметров (x), мы получили 10 входных (вместо 13) безразмерных переменных и целевую переменную «Y». Ниже приведен график изменения вероятности дебита нефти скважины «Y» от входных параметров скважин для тренировочной выборки (рисунок 2). Результаты проведенного анализа показали, что наибольшее влияние на целевую функцию Y оказывают переменные: R (Радиус зоны дренирования), W (Мощность продуктивного пласта), K (Проницаемость), Noil (Вязкость нефти). Остальные переменные, в соответствии с выбранной моделью, существенного влияния на Y не оказывают.



Рис. 2. Изменения вероятности дебита нефти скважины «Y» от входных параметров скважин.

На рисунке 3 показан численный расчет вероятности Y от значимых параметров логистической регрессии R , W , K , $Noil$, включая константу для двух предельных случаев: а) $Y=1$ ($P=0,75$) – перспективная скважина и б) не перспективная скважина $Y=0$ ($P=0,40$).

$P_1/P_{1_}$	Int	R	W	K	$Noil$	Y
	-1,9	2,39	7,66	8,48	-5,5	
		0,95	0,074	0,12	0,22	
0,75/0,72	-1,9	2,2705	0,56684	1,0176	-1,21	$P=1$
		0,54	0,037	0,12	0,175	
0,4/0,5	-1,9	2,0076	0,28342	1,0176	-0,9625	$P=0$

Рис. 3. Расчёты вероятности дебита добычи от входных параметров

Достоверность полученной модели (ROC) для тренировочной выборки составляет 0,91, а для тестовой 0,81, что говорит о удовлетворительном качестве модели.

Заключение

В ходе выполнения работы создана методика подготовки данных и построена численная прогнозная модель. Разработанный подход в дальнейшем будет использоваться для создания алгоритма анализа эффективности работы эксплуатационных скважин.

Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процессов добычи нефти и газа, улучшения бизнес-процессов нефтегазовых компаний.

Список использованных источников

1. Саенко В.В. Нефтяная промышленность России – сценарии сбалансированного развития / Саенко В.В., Крюков В.А., Шмат В.В., Силкин В.Ю., Шафраник Ю.К., Бушуев В.В., Токарев В.А. – М.: Энергия, 2010. – 160 с.
2. Губин Е.И. Методика подготовки больших данных для прогнозного анализа «Наука и бизнес: пути развития». Выпуск № 3(105). 2020, 2020. – С. 33-35.
3. Губин Е.И. Методология подготовки больших данных для прогнозного анализа. Современные технологии, экономика и образование: Сборник трудов Всероссийской научно-методической конференции. / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 139с. – С. 25-28.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – М.: Физматлит, 2006. – 238 с.

ETL КОНВЕЙЕР ДЛЯ ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОГО БРОКЕРА СООБЩЕНИЙ АРАСНЕ КАФКА

Кузьменко Д.Е.¹, Кайда А.Ю.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ21, e-mail: dek29@tpu.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, ст. нрен. ОИТ, e-mail: ayk13@tpu.ru

Введение

С развитием онлайн-сервисов объемы обрабатываемых данных многократно выросли. Они, как это было раньше, перестали быть статическими и храниться централизованно. В настоящее время для данных, собранных из разных источников нужны передовые аналитические инструменты для их передачи, обработки и хранения [1].

Одним из таких решений как раз выступает промежуточное программное обеспечение, ориентированное на обработку сообщений – брокеры сообщений. Они позволяют по определенному протоколу обмениваться информацией между приложениями или отдельными модулями в режиме реального времени. В сообщении может находиться абсолютно любая информация, будь то банковская транзакция или же целый словарь [2].

В конвейере существуют различные модули, которые обмениваются между собой данными. В каждый модуль изначально поступают данные, затем они обрабатываются и передаются в следующий модуль. Для этого реализуются ETL – процессы, которыми можно управлять с помощью брокера сообщений. Из ETL- процессов собирается ETL-конвейер.

Основная часть

Для реализации потоковой обработки текстовых данных необходимо проанализировать существующие программные решения брокеров сообщений.

Брокер сообщений – это архитектурный паттерн в распределенных системах. Брокер, преобразует сообщение по одному протоколу от приложения-источника в сообщение протокола приложения-приемника, а также выступает посредником между ними [3].

Были рассмотрены три различных брокера сообщений: RabbitMQ, ActiveMQ, Apache Kafka. Apache Kafka, в отличие от RabbitMQ и ActiveMQ не удаляет сообщения после прочтения. В Apache Kafka существует журнал логов, и каждый подписчик может получить полный набор этих логов. Данные факторы являются преимуществом Apache Kafka перед другими брокерами сообщений [4].

После рассмотрения вышеупомянутых брокеров сообщений был выбран брокер Apache Kafka. Данный брокер использует паттерн Producer/Consumer [4].

Определение терминов в Apache Kafka [4].:

Продюсер – поставщик данных, который генерирует сообщения;

Консьюмер – потребитель данных, который читает и использует события;

Сообщение – пакет данных, необходимый для совершения какой-либо операции;

Брокер – узел (сервер) передачи сообщения от процесса-продюсера приложению-потребителю;

Топик (тема) – виртуальное хранилище сообщений (журнал записей) одинакового или похожего содержания, из которого приложение-потребитель извлекает необходимую ему информацию.

Одной из важных особенностей Apache Kafka является ZooKeeper. ZooKeeper – это централизованный сервис, который работает как база для хранения метаданных о состоянии узлов кластера и расположении сообщений. Он обеспечивает гибкую и надежную синхронизацию в распределенной системе, позволяя нескольким клиентам выполнять одновременно чтение и запись.

Жизненный цикл сообщений в Apache Kafka (рисунок 1) [4]:

1. Продюсер отправляет сообщение на сервер.

2. Консьюмер извлекает сообщение и его уникальный идентификатор сервера.

3. Сервер помечает сообщение как in-flight (в полете). Сообщения в таком состоянии все еще хранятся на сервере, но временно не доставляются другим консьюмерам. Таймаут этого состояния контролируется специальной настройкой.

4. Консьюмер обрабатывает сообщение. Затем отправляют ask или nack-запросы обратно на сервер, как показано на рисунке 1.

5. В случае успеха сообщение удаляется с сервера навсегда. В случае ошибки или таймаута состояния in-flight сообщение доставляется консьюмеру для повторной обработки [4].

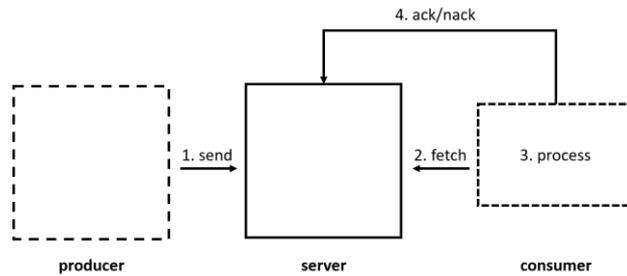


Рис. 1. Жизненный цикл сообщений в Apache Kafka

Данные обрабатываются в потоковом режиме. Поток данных – это упорядоченная последовательность данных, которой соответствует определенный источник или получатель. Поток данных проходит через разные модули и в каждом из таких модулей присутствует ETL-процесс – один из основных процессов в управлении хранилищами данных, который включает в себя: извлечение данных из внешних источников; их трансформацию и очистку, для того, чтобы они соответствовали заданным условиям; и загрузку их в последующий модуль или в хранилище данных. С точки зрения процесса ETL, архитектуру хранилища данных можно представить в виде трех компонентов [3]:

- 1) источник данных: содержит данные в виде таблиц, совокупности таблиц или просто файла;
- 2) промежуточная область: содержит вспомогательные таблицы, создаваемые временно и исключительно для организации процесса выгрузки;
- 3) получатель данных: хранилище данных или база данных, в которую должны быть помещены извлеченные данные.

Ряд ETL-процессов образует ETL – конвейер, который на каждом из шагов этого конвейера извлекает данные, обрабатывает, загружает в последующий модуль или помещает их в конечное хранилище [3].

Преимуществами ETL – конвейера являются управляемость: каждым из ETL – процессов можно управлять с помощью Apache Kafka, который будет загружать и извлекать данные для каждого процесса; а также возможность использовать распараллеливание процесса обработки данных, схематическое представление представлено на рисунке 2.

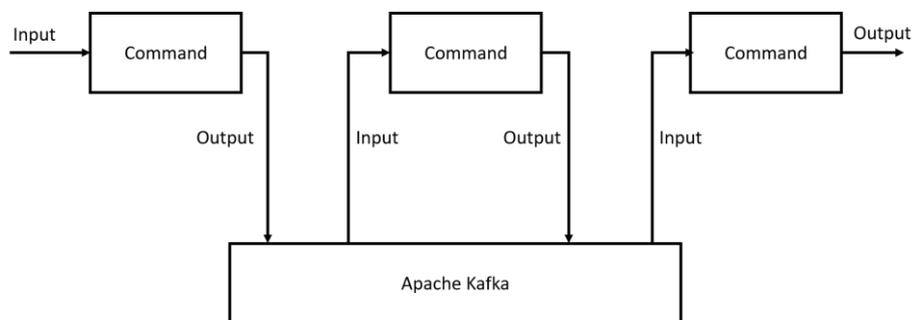


Рис. 2. Схематичное представление ETL – конвейера с использованием Apache Kafka

Для разработки модулей потоковой обработки тестовых данных был выбран язык программирования Python. Для него создано много различных библиотек по обработке текста. С его помощью возможно взаимодействие со следующими продуктами: Apache Kafka, MongoDB.

В конвейере используются три основных модуля для обработки текстовых данных. Загрузка в модуль и выгрузка из него осуществляется при помощи модуля os и методов stdin и stdout. Конвейер запускается при помощи скрипта bash. Схематичное представление ETL – конвейера для потоковой обработки текстовых данных под Apache Kafka представлено на рисунке 3.

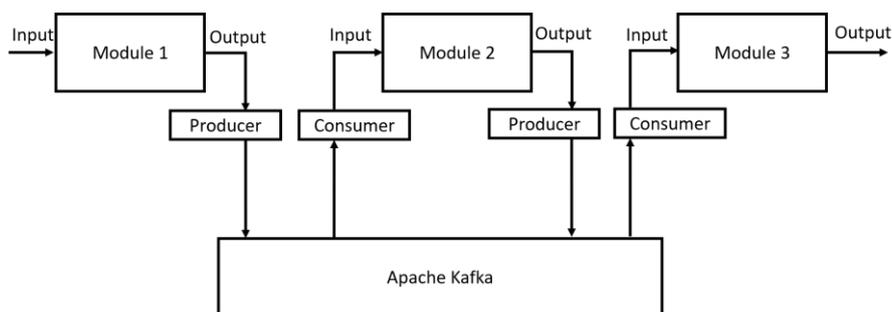


Рис. 3. Схематическое представление ETL – конвейера для потоковой обработки текстовых данных с использованием Apache Kafka

В первый модуль подается корпус из 100 текстов. Из текста при помощи регулярных выражений удаляются ссылки, знаки препинания, иные лишние знаки, пробелы и табуляция. Все слова в тексте преобразуются в нижний регистр. Далее эти данные поступают на вход продюсера, который отправляет их на сервер.

Во второй модуль данные поступают на вход при помощи консьюмера Apache Kafka. При помощи библиотеки nltk текст разбивается на лексемы, из которого удаляются стоп-слова (или шумовые слова) – например, такие слова, как: предлоги, союзы, частицы и т.д. Выходные данные из второго модуля – это список лексем, они поступают на вход продюсера, который отправляет их на сервер.

В третий модуль, аналогично со вторым модулем, данные поступают при помощи консьюмера Apache Kafka. При помощи библиотеки rymorphy2 выполняется нормализация – приведение всех лексем в словарную форму.

Для того, чтобы избежать повторяемости данных, поступающих на вход второго и третьего модулей, принято решение разнести выходные данные, отправляемые продюсером с первого и второго модулей по разным топикам.

Выходные данные из третьего модуля поступают на вход продюсера Apache Kafka, откуда публикуются в специальный топик и считываются консьюмером. Консьюмер записывает подготовленные данные в нереляционную базу данных MongoDB.

Заключение

В результате проделанной работы реализована потоковая обработка текстовых данных, при помощи ETL - конвейера под управлением распределенного брокера сообщений Apache Kafka. На вход ETL - конвейера подается корпуса документов. На выходе получают нормализованные слова, которые загружаются в нереляционную базу данных MongoDB. В дальнейшей работе планируется продолжить разработку ETL-конвейера для потоковой обработки текстовых данных, под управлением Apache Kafka.

Список использованных источников

1. Knowledge Graphs and Big Data Processing// LNCS, volume 12072, July 2020. 209р. [Электронный ресурс]. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-53199-7_1 (дата обращения 20.01.2023).
2. Кайда А.Ю. Магистерская диссертация: Разработка протокола. передачи данных для системы управления потоками данных. – ТПУ, 2019. – 108с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/53908> (дата обращения 21.01.2023).
3. Big Data Ecosystem. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/big-data-ecosystem#:~:text=Big%20data%20ecosystem%20is%20the,potentials%20of%20big%20data%20analytics> (дата обращения 20.01.2023).
4. Narkhede N. Kafka: The Definitive Guide/ N. Narkhede, G. Shapira, T. Palino. – USA: O'Reilly Media, Inc., 2017. – P. 12-16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ПРОГНОЗИРУЮЩИХ ЦЕНУ ЗОЛОТА

Лукин М.Г.

НИ ТПУ, ИШИТР, 8К14, e-mail: mgl5@tpu.ru

Введение

Задача данной исследовательской работы – определить факторы, который могут спрогнозировать на стоимость унции золота и разработать модель, прогнозирующие цену золота. Актуальность данной работы в наши дни велика – экономическая турбулентность вынуждает людей искать людей способы вложить свои накопления в наиболее стабильные и эффективные активы. А умение прогнозировать котировки и фьючерсы этих активов может и вовсе приумножить капитал.

Описание алгоритма

По информации сайта «Открытый журнал» цена на золото зависит сразу от несколько важных факторов:

- геополитические и финансовые потрясения;
- спрос со стороны инвесторов;
- спрос со стороны центробанков;
- спрос на золото в промышленности;
- спрос со стороны ювелирной отрасли;
- ключевая ставка и монетарная политика ЦБ в целом;
- состояние отрасли золотодобычи.
- волатильность долларовых котировок;

Исходя из этой информации, были найдены соответствующие датасеты, иллюстрирующие данные об этих факторов. Пройдя предварительную обработку, данные показали, что котировки и фьючерсы различных активов имеют степени корреляции с фьючерсами на золото, описанные в таблице 1:

Таблица 1

Коэффициенты корреляции котировок и фьючерсов активов с фьючерсами на золото

MOEX Russia Historical Data	NYSE TOP US 100 Historical Data	SIG Historical Data	PFE Historical Data	NEM Historical Data	GOLD Historical Data	AU Historical Data	K Historical Data	Brent Oil Futures Historical Data	CBOE Volatility Index	USD_RUB Historical Data
0,845	0,627	0,396	0,062	0,593	0,196	-0,192	-0,033	0,663	-0,049	0,667

Из данной таблицы можно сделать следующие выводы: наиболее высокая корреляция с фьючерсами на золото имеют:

MOEX Russia Historical Data - Котировки Московской биржи (Коэффициент корреляции – 0,845);

NYSE TOP US 100 Historical Data - Котировки Нью-Йоркской биржи (Коэффициент корреляции – 0,627);

NEM Historical Data - Котировки Newmont Goldcorp Corp (Коэффициент корреляции – 0,593);

Brent Oil Futures Historical Data - Фьючерсы на нефть Brent (Коэффициент корреляции – 0,663);

USD_RUB Historical Data - Курс доллара к рублю (Коэффициент корреляции – 0,667).

Гипотеза: вышеперечисленные факторы (далее – параметры модели) могут спрогнозировать цену золота (далее – таргет) на 2.4 года, так как полные данные имеются только с 1 сентября 1998 года.

Дальнейшая работы заключалась в создании модели предсказания стоимости унции золота в долларах США на основании данных параметров модели. Все данные были разделены на две выборки – на тренировочных модель обучалась, на тестовой – тестировалась. В результате расхождения между прогнозируемыми значениями таргета и тестовыми дали следующие характеристики:

Среднеквадратическая ошибка – 172,24\$

Коэффициент детерминации – 0,89

Такие цифры удовлетворительны для потребностей лиц, целью которых является инвестирование в стабильные активы, нежели трейдеров, концентрирующихся на агрессивной торговле.

Визуализация результатов работы модели иллюстрирована на следующих рисунках 1 и 2:

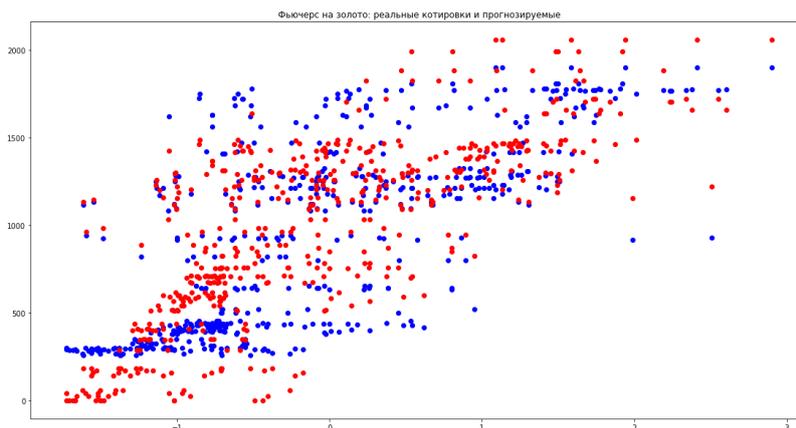


Рис. 1. Распределение значений таргета по дисперсии параметров модели, где по оси ox – отклонение общих параметров модели в единицах дисперсии, по оси oy – стоимость унции золота в долларах США. Синим цветом обозначена тестовые значения таргета, красным – прогнозируемые



Рис. 2. Результаты работы прогнозирующей модели, где по оси ox – время в годах, а по оси oy – стоимость унции золота в долларах США. Синим цветом обозначена тестовые значения таргета, красным – прогнозируемые

Заключение

Данная работа помогла выявить факторы, которые помогли спрогнозировать стоимость унции золота и разработать модель, прогнозирующие цену золота на определённый период.

Список использованных источников

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика – М.: Мир, 1992. – 185с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
3. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика/ В.В. Круглов, В.В. Борисов.– М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
4. Амосов О. С. Интеллектуальные информационные системы. Нейронные сети и нечеткие системы: уч. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсом. н/А гос. техн. ун-т», 2004. – 104 с.
5. Спрос на инвестиции в золото может вырасти в 2022 году – Открытый журнал [Электронный ресурс]. – URL: <https://journal.open-broker.ru/research/spros-na-investicii-v-zoloto-mozhet-vyrasti/> (дата обращения 20.01.2023).
6. Классификация методов и моделей прогнозирования. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/177633/> (дата обращения 20.01.2023).

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ

Мангутова Е.А.¹, Гончаров А.С.²

¹ ТПУ, ИШИТР, 8К02, e-mail: eam49@tpu.ru

² ТПУ, ИШИТР, ассистент ОИТ, e-mail: asg19@tpu.ru

Введение

Для анализа данных используются различные алгоритмы обработки информации, одним из которых является кластеризация данных. И в настоящее время начинающие программисты могут столкнуться с проблемой выбора метода кластеризации данных, поскольку каждая задача может требовать определенного алгоритма кластеризации для достижения наилучших результатов. Поэтому знание различных алгоритмов кластеризации данных может значительно облегчить решение поставленной задачи.

Кластеризация данных — это метод анализа данных, который позволяет разбить большой набор данных на множество меньших подгрупп, называемых кластерами, таким образом, чтобы объекты внутри каждого кластера были максимально похожими между собой, а объекты из разных кластеров — различными. Кластеризация данных может быть использована для обнаружения скрытых закономерностей в данных, для группировки данных в соответствии с определенными критериями и для упрощения сложных данных путем их структурирования в группы.

Кластеризация данных может быть выполнена различными способами, включая иерархическую кластеризацию, метод k-средних и алгоритмы, основанные на плотности данных. Выбор конкретного метода зависит от типа данных, которые необходимо анализировать, и от конкретной задачи, которую необходимо решить.

Алгоритмы кластеризации

1. Алгоритм K-средних является одним из наиболее распространенных методов кластеризации данных. Он основывается на разбиении данных на K кластеров, где K является заданным параметром. Алгоритм работает следующим образом: сначала случайным образом выбираются K центроидов. Затем каждая точка данных относится к ближайшему центроиду, и центроиды обновляются в соответствии с новым разбиением данных. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность;

2. Алгоритм DBSCAN основывается на плотности данных. Он может определять кластеры произвольной формы и обнаруживать выбросы. Алгоритм работает следующим образом: для каждой точки данных определяется, сколько точек находятся в заданном радиусе от нее. Если точка находится в плотной области данных (имеет достаточное количество соседей), то она считается частью кластера. Если же точка находится в области данных с малой плотностью или находится далеко от других точек, то она считается выбросом;

3. Алгоритм OPTICS является расширением DBSCAN. Он не только выделяет кластеры, но и упорядочивает их по убыванию плотности. OPTICS позволяет выявлять как плотные, так и разреженные кластеры, и работает с выбросами;

4. Алгоритм HDBSCAN является улучшенной версией DBSCAN. Он использует иерархическую структуру кластеров и позволяет выделять кластеры различных размеров и форм, и не требует задания числа кластеров заранее;

5. Аффинное распространение — это алгоритм, который определяет число кластеров автоматически, и позволяет выделять кластеры различной формы и размеров. Он основывается на распространении сообщений между точками, и использует матрицы схожести для выявления кластеров. Аффинное распространение может быть чувствительно к выбору начальных значений и может дать неравномерные кластеры в зависимости от выбора параметров;

Формула элементов матрицы схожести:

$$s_{j,k} = \sum_j (a_{ji} - a_{jk})^2 \quad (1)$$

где j, k — номер строки и столбца исходного набора данных.

6. Спектральная кластеризация — алгоритм использует матрицу сходства для разбиения данных на кластеры. Эта матрица также описывает полный граф с вершинами и рёбрами с весом, соответствующим степени схожести связанных вершин. Алгоритм преобразует матрицу в новое пространство и выполняет кластеризацию в этом пространстве;

7. Смешанная модель Гаусса - алгоритм использует статистический подход для моделирования распределения данных. Он моделирует каждый кластер как набор нормальных (Гауссовых) распределений и использует метод максимального правдоподобия, чтобы определить параметры каждого распределения. Затем он использует эти модели для присвоения точек входных данных к наиболее вероятному кластеру на основе оценки плотности вероятности. В отличие от методов, основанных на расстоянии, смешанная модель Гаусса может моделировать кластеры, которые имеют нетипичные формы, и может найти скрытые кластеры в данных. Однако этот метод требует настройки нескольких гиперпараметров, таких как количество кластеров и форма каждого распределения, что может быть сложно для подбора на практике.

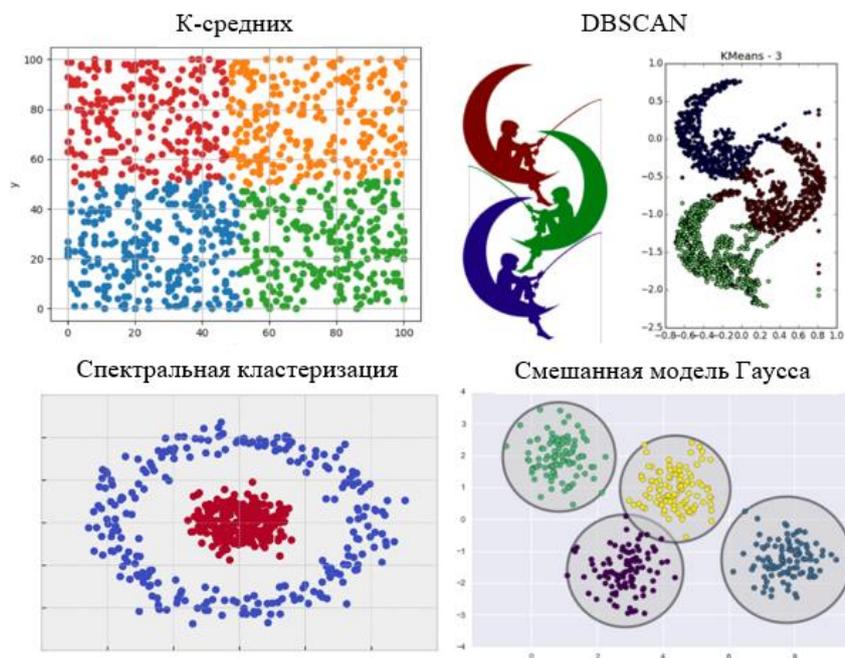


Рис. 1. Результаты работы методов

Заключение

Алгоритмы кластеризации данных являются эффективным инструментом для анализа и обработки больших объемов информации. Каждый из этих алгоритмов имеет свои преимущества и недостатки, и может быть результативным для решения конкретной задачи. Выбор оптимального алгоритма кластеризации данных зависит от типа данных, количества объектов, требуемой точности, и других факторов.

Список литературы

1. Кластеризация / [Электронный ресурс] // SciKit-learn: [сайт]. — URL: <https://scikit-learn.ru/clustering/> (дата обращения: 27.02.2023).
2. Affinity Propagation Algorithm Explained / [Электронный ресурс] // Towards datascience: [сайт]. — URL: <https://towardsdatascience.com/unsupervised-machine-learning-affinity-propagation-algorithm-explained-d1fef85f22c8> (дата обращения: 27.02.2023).
3. Реализация кластеризации методом k-средних / [Электронный ресурс] // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/post/585034/> (дата обращения: 28.02.2023).
4. Affinity Propagation / [Электронный ресурс] // SciKit-learn: [сайт]. — URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.AffinityPropagation.html> (дата обращения: 28.02.2023).
5. Анализ данных — основы и терминология / [Электронный ресурс] // Habr: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/post/352812/> (дата обращения: 28.02.2023).
6. Процесс анализа данных / [Электронный ресурс] // PythonRU: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/post/352812/> (дата обращения: 28.02.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Марухин Е.М.¹, Марухина О.В.²

¹ МБОУ Лицей при ТПУ, 031, e-mail: fordgod9@gmail.com

² НИ ТПУ, ИШИТР, доцент ОИТ, e-mail: Marukhina@tpu.ru

Введение

Существует множество способов визуального представления данных. Однако существует всего несколько способов, которыми можно изобразить данные таким образом, чтобы можно было увидеть что-то визуально и наблюдать новые закономерности. Визуализация данных не так проста, как кажется; это искусство, требующее большой практики и опыта (точно так же, как рисовать картину – нельзя стать мастером живописи с первого дня, для этого требуется много практики).

Целью нашей работы являлось исследование важности применения методов визуализации в решении задач анализа данных.

Описание и решение задачи

Эффективная визуализация помогает анализировать и понимать данные [1]. Одним из классических примеров является «квартет Энскомба» (Фрэнсис Джон Энскомб, (13.05.1918 г. –17.10.2001 г.), английский математик-статистик), состоящая из четырех наборов данных, у которых простые статистические свойства идентичны, но их графики существенно отличаются. Каждый набор состоит из 11 пар чисел. Квартет был составлен в 1973 году для иллюстрации важности применения графиков для статистического анализа и влияния выбросов значений на свойства всего набора данных [2].

Проиллюстрируем свойства этого примера (программа реализована на языке Python с использованием библиотеки seaborn) и покажем, какую роль играет визуализация в решении задач анализа данных. Суть заключается в следующем: есть четыре набора данных (сгруппированных по столбцу набора данных) со значениями x и y . Необходимо изучить и сравнить эти группы с точки зрения связи между переменными, в том числе, с использованием методов визуализации.

```
import seaborn as sns
# Загружаем датасет для «квартета Энскомба»
anscombe = sns.load_dataset('anscombe')
# Выводим значения описательных статистик по каждой группе
anscombe.groupby('dataset').describe()
```

dataset	x							y								
	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
I	11.0	9.0	3.316625	4.0	6.5	9.0	11.5	14.0	11.0	7.500909	2.031568	4.26	6.315	7.58	8.57	10.84
II	11.0	9.0	3.316625	4.0	6.5	9.0	11.5	14.0	11.0	7.500909	2.031657	3.10	6.695	8.14	8.95	9.26
III	11.0	9.0	3.316625	4.0	6.5	9.0	11.5	14.0	11.0	7.500000	2.030424	5.39	6.250	7.11	7.98	12.74
IV	11.0	9.0	3.316625	8.0	8.0	8.0	8.0	19.0	11.0	7.500909	2.030579	5.25	6.170	7.04	8.19	12.50

Рис. 1. Описательная статистика для датасетов в задаче «Квартет Энскомба»

Результаты вычислений, представленные на рисунке 1, показывают, что такие характеристики как среднее значение ($mean$) и стандартное отклонение (sd) идентичны по x и y для каждого из четырех наборов данных. Тем не менее, судя по другим параметрам (минимум, максимум, значениям процентов), можно утверждать точно, что наборы данных имеют различия. Таким образом, на основании произведенных вычислений нельзя сделать вывод о характере связи между переменными наборов данных. Для дальнейшего исследования связи между x и y найдем корреляцию между этими переменными.

```
# Вычисляем матрицы корреляций для всех датасетов
anscombe.groupby('dataset').corr()
```

		x	y
dataset I	x	1.000000	0.816421
	y	0.816421	1.000000
dataset II	x	1.000000	0.816237
	y	0.816237	1.000000
dataset III	x	1.000000	0.816287
	y	0.816287	1.000000
dataset IV	x	1.000000	0.816521
	y	0.816521	1.000000

Рис. 2. Корреляционные матрицы по каждому из четырех наборов данных

Полученные значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о прямой положительной зависимости между переменными. Но, к сожалению, больше никаких выводов на данном этапе сделать нельзя. Визуализируем данные с помощью диаграммы рассеяния.

Визуализация данных – строим диаграммы рассеяния для всех датасетов
 sns.scatterplot(data=anscombe, x='x', y='y', hue='dataset')

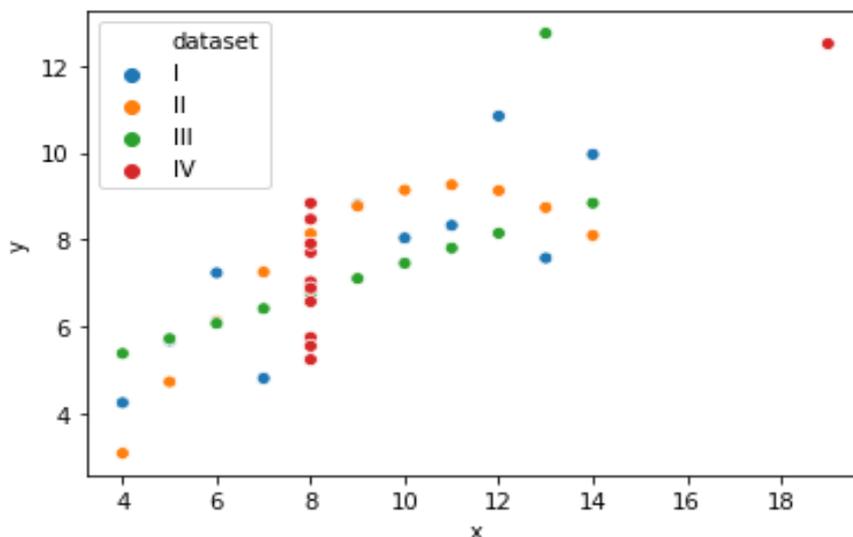


Рис. 3. Диаграммы рассеяния для исследуемых данных

Несмотря на «статистическую идентичность», видим, что это совсем разные наборы с точки зрения выбора модели, описывающей данные. Первый набор – линейная модель с шумом, на второй видна квадратичная зависимость, третий – линейная с выбросом, последний – константа с выбросом.

Наборы данных, которые идентичны по ряду статистических свойств, но создают разные графики, часто используются для иллюстрации важности графического представления при изучении данных [3].

Заключение

Хорошая визуализация помогает пользователям исследовать и осмысливать данные, обеспечивая ценность и глубокое понимание. Значимость визуализации была проиллюстрирована на примере, известном как квартет Энскомба. Это четыре набора данных, которые почти идентичны по описательным характеристикам, но имеют разное распределение и при графическом представлении дают совершенно разную картину.

Качественная визуализация данных имеет критическое значение для анализа данных и принятия решений на их основе. Визуализация позволяет быстро и легко замечать и интерпретировать связи и взаимоотношения, а также выявлять развивающиеся тенденции, которые не привлекли бы внимания в виде необработанных данных.

Список использованных источников

1. Желязны Д. Говори на языке диаграмм: Пособие по визуальным коммуникациям для руководителей / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2004. – 220 с.
2. Anscombe's quartet (Квартет Энскомба). [Электронный ресурс]. – URL: https://seaborn.pydata.org/examples/anscombes_quartet.html (дата обращения 23.01.2023).
3. Same Stats, Different Graphs: Generating Datasets with Varied Appearance and Identical Statistics through Simulated Annealing (Идентичная статистика, разные графики: генерирование наборов данных с разнообразным внешним видом и идентичной статистикой). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autodesk.com/research/publications/same-stats-different-graphs> (дата обращения 23.01.2023).

ОПИСАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРАЦИОННОГО ФУНКЦИОНАЛА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ORACLE

Попова М.А.

НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМИИ, email: map37@tpu.ru

Введение

Допущенная ошибка во время разработки программного обеспечения, ведет к появлению так называемого дефекта или бага. Когда речь идет о крупномасштабной разработке проекта с разнообразным функционалом, во избежание грубых ошибок перед релизом разного рода проектов на основную базу данных, необходимо провести массовое и модульное тестирование.

Крупным компаниям необходимо большую часть своего функционала покрывать автоматическим тестированием, чтобы повысить эффективность разработки программного обеспечения, избавиться от тривиальных кейсов, а также исключить возможность ошибки, связанной с человеческим фактором.

Целью работы является разработка гибкой методологии автоматического тестирования, предназначенной для стандартизации подхода в покрытии автоматическими тестами максимального количества возможных функционалов на языке PL/SQL на больших объемах данных без переписывания функционала, а лишь с созданием нового автотеста в интегрированной среде, которая будет основана на едином корпоративном стандарте.

Описание алгоритма

Фреймворк utPLSQL используется для модульного тестирования для Oracle PL/SQL. Утилита позволяет автоматически тестировать такие объекты, как пакеты, функции, процедуры, триггеры, представления и все, что можно выполнить и наблюдать из PL/SQL.

Для конфигурации теста используется определенная аннотация, которая размещается непосредственно перед процедурой. Например, для инициализации пакета, как набора тестов, используется обязательная аннотация: `--%suite(<description>)`. А для инициализации теста `--%test(<test name>)`.

После создания тестов, они вызываются в анонимном блоке типа:

```
begin
  ut.run('test_package_name');
end;
```

Внутри пакета `test_package_name` также должны прописаны процедуры проверки фактических результатов с ожидаемыми, которые осуществляются посредством вызова метода `expect`:

```
begin
  ut.expect(procedure_name('param1, param2')).to_equal('expected_result');
end;
```

На данный момент автотестирование на предприятии представляет собой больше модульное тестирование руками, которое зачастую не удовлетворяет требованиям. Связи с этим, встает необходимость разработки нового функционала автоматического тестирования с интеграцией на платформу TestIt и возможностью гибкого использования других функционалов компании с наименьшими затратами на разработку новых тестов.

Простроенная архитектура продемонстрирована на рисунке 1, идея которой заключается в корректировке структуры таблиц с автотестами и их параметрами в более удобный формат для дальнейшей интеграции их в динамику, а также в разработке пакета на языке PL/SQL для вызова процедур – автотестов при помощи утилиты utPLSQL в динамике, что позволит сделать систему гибкой и использовать не только для определенного функционала.

На рисунке видна интеграция с платформой TestIt по средствам запросов XML/JSON к базе Oracle к справочнику, в котором будут описаны автотесты. По представленным параметрам для теста, совершается вызов процедуры расчета определенного функционала, связанного с данным автотестом

из справочника в пакете для запуска, тем самым обеспечивая универсальную обработку данных с одной точкой входа и по одному стандарту для разного функционала.

Для более ясной картины стоит привести конкретный пример возможного использования данного функционала. Представим есть некая подписка, за которую ежемесячно взимается некоторая сумма, которая зависит от определенных условий и параметров. Подписку можно соответственно подключить, отключить, а также пролонгировать. Есть база данных, на которой мы проводим массовое тестирование количества договоров для пролонгации подписок сегодняшним днем, а также суммы для списания. Сравнить полученное количество пролонгирующих договоров до наката доработки и после – недостаточно. Нам необходимо рассматривать все договора из выборки по отдельности и сравнивать с ожидаемым результатом: прошла пролонгация или нет, а также какая сумма представлена для списания у клиента. Вручную такое сделать нереально, поэтому мы покрываем это автоматическим тестированием, проверяя каждый договор в отдельности, используя методы утилиты utPLSQL.

Таким образом мы вырабатываем общий подход, который сможет использовать данную утилиту utPLSQL и пакет параметризации, чтобы тесты разрабатывать было удобно, быстро и на любых количествах данных.

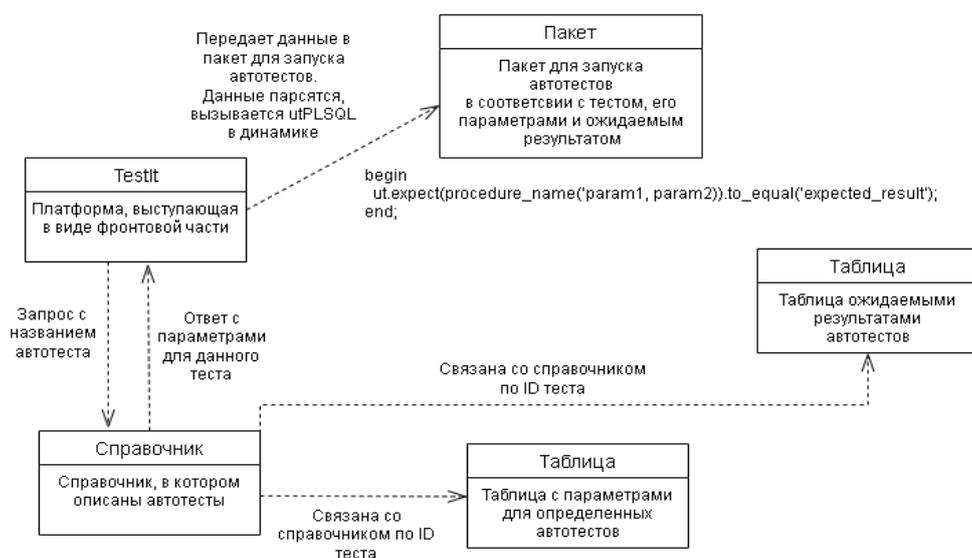


Рис. 1. Схема взаимодействия объектов автотестов в БД

Пример заполнения параметрами со стороны платформы TestIt представлен на рисунке 2. В демонстрации показано как выглядит создание автотеста в соответствии с возможными тестами из справочника. Далее прописав параметры, в данном случае, как пример приведен «Номер договора», обязательно наименование базы, на которой будет запущен автотест, а также «Необходимый параметр».

The screenshot shows the TestIt interface for creating an automated test. It includes the following elements:

- A close button (X) in the top right corner.
- A button labeled "назначить по умолчанию" (assign as default) in the top left.
- A "Название:" (Name) field with a red asterisk, containing the text "Название автотеста".
- An "Описание:" (Description) field containing the text "Название автотеста из справочника базы данных Oracle" and a character count "52/96".
- An "ID" field with a dropdown menu showing "Номер договора" (Contract Number).
- A "dbName" field with a dropdown menu showing "Наименование базы" (Database Name).
- A "param" field with a dropdown menu showing "Необходимый параметр:" (Required Parameter).
- A "Добавить" (Add) button at the bottom left.
- "Отмена" (Cancel) and "Сохранить" (Save) buttons at the bottom right.

Рис. 2. Заполнение параметров для автотеста на TestIt

Заключение

На данном этапе разработки интеграционного функционала автоматического тестирования баз данных Oracle, построена архитектура, которая отличается от имеющегося метода, являющаяся гибким методом в покрытии тестами разного функционала лишь с использованием одного шаблона на входе в программу. Начата разработка пакета PL/SQL, в котором динамически будут обрабатываться процедуры с тестами, а также интеграция с TestIt для удобства использования.

Список использованных источников

1. Фейерштейн С. Oracle PL-SQL для профессионалов, 2015.
2. Документация utPLSQL [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.utplsql.org/index.html> (дата обращения 22.02.2023).
3. Swagger API для платформы TestIt [Электронный ресурс]. – URL: <https://assertible.com/blog/testing-an-api-using-swagger> (дата обращения 22.02.2023).

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА КЛИНИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА РАЗНЫХ ВОЛНАХ ПАНДЕМИИ НА ПРИМЕРЕ COVID-19

Порунова А.П.¹ Сафронова Е.В.²

¹ НИ ТГУ, ИПМКН, 932228, e-mail: nastya.p-va@yandex.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, аспирант, e-mail: ev.kashcheeva@mail.ru

Введение

Выявленный в 2019 году COVID-19 (Coronavirus disease – 2019) является потенциально тяжелой острой респираторной инфекцией, вызываемой коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV). С 2019 года вирус мутирует и уже известно множество штаммов вируса SARS-CoV-2, эпидемия все еще сохраняет свою остроту [1,2].

Вызываемое коронавирусом SARS-CoV-2 инфекционное заболевание COVID-19 кроме клинических симптомов и синдромов сопровождается изменениями в показателях клинического и биохимического анализа крови. Лабораторные проявления COVID-19 имеют свои особенности и тесно взаимосвязаны с характером течения инфекции. Таким образом, анализ механизмов патогенеза развития COVID-19 по биохимии крови, способствует накоплению новых знаний и дает возможность разработать подходы к комплексному лечению и ранней диагностики новой коронавирусной инфекции и профилактике жизнеугрожающих осложнений.

Основной задачей цифровой медицины является разработка эффективных, быстрых и недорогих альтернативных методов ранней диагностики пациентов с COVID-19. Даже самые опытные врачи могут интерпретировать лишь малую часть информации, содержащейся в обычных результатах лабораторных анализов крови, в том числе в результатах биохимии. Кроме того, на их основе чрезвычайно трудно определить тяжесть состояния пациентов с COVID-19[3]. В этом контексте модели классификации ML, работающие с данными на основе биохимии для определения предварительного диагноза COVID-19, могут быть эффективным инструментом в системах поддержки принятия клинических решений.

Целью данной работы является подготовить и проанализировать данные клинических и лабораторных показателей пациентов с COVID-19 для дальнейшего использования.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Проанализировать предметную область – описание признаков;
- Получить описание набора данных;
- Проанализировать с помощью статистических критериев и визуализировать показатели биохимии крови трех волн COVID-19.

Описание работы

Для предварительной оценки показателей биохимии крови трех волн COVID-19 были взяты три выборки анализов пациентов 2, 3 и 4 волны.

Каждая из выборок содержат записи 2500 пациентов. Записи (показатели анализов биохимии крови) состояли из столбца данных времени и 19 признаков: Мочевина, Креатинин, Глюкоза, Общий билирубин, АСТ, АЛТ, ЛДГ, Холестерин, D-димер, А-амилаза, Щелочная фосфатаза, С-реактивный белок, КФК-МВ, КФК, Прямой билирубин, Ферритин, Общий белок, Мочевая кислота.

Была проведена предварительная обработка данных:

- Были удалены строки, полностью состоящие из Null-значений. Так же были удалены строки связанные с тестированием оборудования (строки, содержащие не более трех не Null-значений);
- Были удалены выбросы с помощью межквартильного диапазона.

Попарное сравнение среднего значения показателей крови разных волн было проведено с помощью теста Стьюдента с уровнем значимости 0.05. Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Признаки с одинаковым значением среднего в разные волны пандемии

2 и 3 волна	2 и 4 волна	3 и 4 волна
Нет	А-амилаза, Tstat = -1.786 С-реактивный белок, Tstat = 0.742 Холестерин, Tstat = 1.345	Ферритин Tstat, = 1.225 АСТ Tstat, = 0.247 ЛДГ Tstat, = -0.39

	КФК, Tstat = -1.36 АЛТ, Tstat = 0.245	
--	--	--

Так же были найдены признаки различные в разные волны. На рисунке 1 приведены результаты сравнения двух наиболее значимых показателей биохимии крови – С-реактивного белка и D-димера.

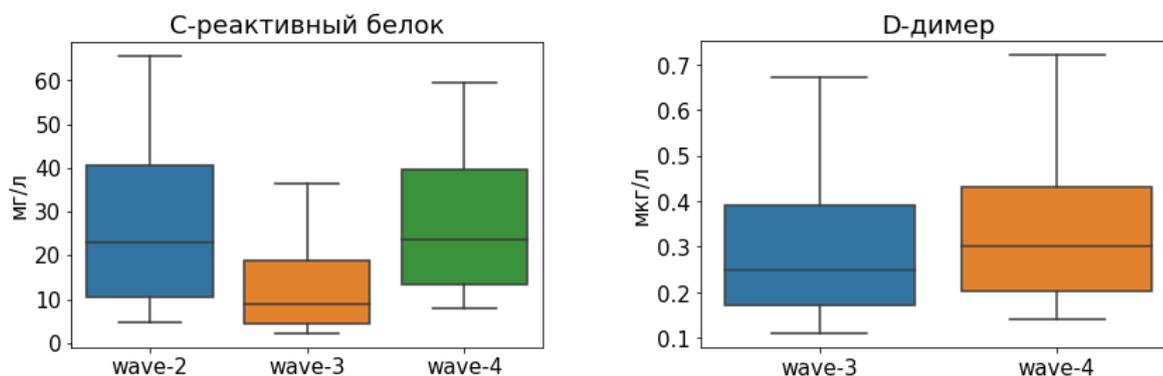


Рис. 1. Сравнения среднего значения С-реактивного белка и D-димера в разные волны пандемии

Далее был проведен анализ динамики изменения показателей в течении 2, 3 и 4 волн COVID-19. Для этого данные были дополнительно обработаны:

- данные времени были приведены к одному виду, так как они были получены с разных записывающих устройств;
- анализы пациентов были отсортированы по дате поступления;
- пропущенные значения показателей были заполнены с помощью линейной интерполяции;
- для более наглядного представления динамики изменения показателей, было произведено сглаживание данных показателей по дням (вычислено скользящее невзвешенное среднее).

Заключение

Была выполнена предварительная оценка показателей разных штаммов COVID-19 с помощью критерия Стьюдента. Наибольшее отличия средних показателей были выявлены между 2 и 3 волнами. Также выявлена динамика изменения клинических и лабораторных показателей на протяжении волн пандемии.

Список использованных источников

1. Zhou C., Increased serum levels of hepcidin and ferritin are associated with severity of COVID-19 / C. Zhou, Y. Chen, Y. Ji, [и др.] // Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 2020. – V. 26.
2. Huyut, M. T. Forecasting of Oxidant/Antioxidant levels of COVID-19 patients by using Expert models with biomarkers used in the Diagnosis/Prognosis of COVID-19 / M. T. Huyut, Z. Huyut // International Immunopharmacology. – 2021. – P. 108127.
3. Zhu, J.S. Deep-learning artificial intelligence analysis of clinical variables predicts mortality in COVID-19 patients / J.S. Zhu, P. Ge, C. Jiang, [и др.] // Journal of the American College of Emergency Physicians Open. - № 6. - 2020. - P. 1364-1373.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕБИТА НЕФТИ И ОБВОДНЕННОСТИ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ О ЗАВОДНЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Сальников М.А.¹, Крамойкин И.А.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, А1-36, e-mail: mas55@tpu.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ1И, e-mail: iak68@tpu.ru

Введение

В условиях современной нефтедобывающей отрасли, прогнозирование дебита нефти и обводненности является критически важной задачей для эффективной эксплуатации нефтяных месторождений. Ранее использовавшиеся традиционные методы прогнозирования, основанные на физических моделях, уже не всегда удовлетворяют потребностям рынка, так как они часто не способны давать качественный прогноз при высокой степени неопределенности, которая является ключевой особенностью данной предметной области. В последние годы технологии глубокого обучения (Deep Learning) получили широкое распространение в нефтегазовой отрасли и стали использоваться для анализа больших объемов данных и прогнозирования параметров добычи.

Прогнозирование дебита нефти и воды с применением технологий глубокого обучения

Задачей данной сети выступает предсказание дебита нефти и воды на 120 дней вперед опираясь на данные работы системы ППД. Осложняющим фактором является учет разномасштабных данных в предсказании. Для этого была разработана следующая архитектура (рисунок 1), включающая две ветви. Каждая ветвь, по задумке, эмбежит входящие в неё данные в вектор. Эти вектора конкатенируются и далее два линейных слоя выполняют непосредственно предсказание [1].

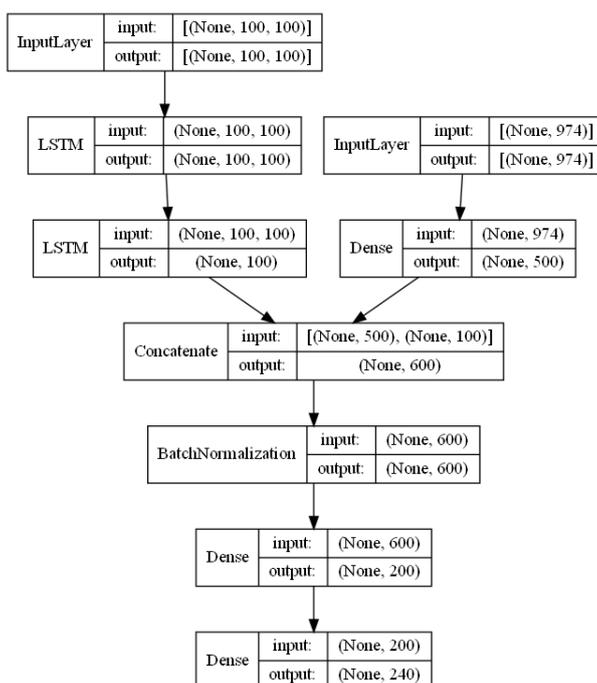


Рис. 1. Архитектура нейронной сети

Первым типом данных выступают временные ряды (двумерный массив). К ним относятся история работы скважины, то есть дебит нефти, дебит воды и забойные давления. Так же сюда добавляются метки ГТМ (геолого-технические мероприятия) подвергшиеся процедуре one-hot-encoding. Последним типом данных, зависящих от времени, являются истории нагнетания жидкости в нагнетательных скважинах всего месторождения. Все эти данные можно считать динамическими. Подготовка этих данных для обучения производилась методом скользящего окна. То есть предсказание должно формиро-

ваться на основе истории работы скважин за определенный период (в нашем случае 100 дней). Лидерами в работе с последовательностями в глубоком обучении на текущий момент являются рекуррентные нейронные сети (RNN), а в работе непосредственно с временными рядами хорошо себя показывают LSTM. Поэтому ветка, отвечающая за обработку динамических фичей включает в себя два слоя таких нейронов.

Вторым типом данных выступают статические фичи. Первый тип статических фичей это вектор расстояний от добывающей скважины, для которой делается предсказание до всех нагнетательных. Таким образом мы пытаемся передать модели пространственное представление о скважинах. Второй статической фичей выступает длина пересечения пласта и скважины, с расчетом на то, что дебит прямо пропорционален этому значению. Для учета геологической составляющей в модель подается набор коэффициентов, описывающих ГИСы. Коэффициенты представляют собой веса аппроксимирующей базисной функции кубического сплайна для каждой кривой. Все три составляющие объединяются в один вектор и подаются во вторую ветку нейронной сети. Статические фичи обрабатываются обычным линейным слоем [2].

Эвристически было доказано, что важной частью такой архитектуры является слой BatchNormalization после объединения выходов из веток сети. Без него качество обученной модели оказывалось в разы хуже. Объясняется это разной природой статических и динамических данных. Слой BatchNormalization приводит эмбединги этих данных к одному распределению [3].

Так же стоит упомянуть небольшую хитрость, примененную при обучении модели, называемую методом взятия первой разности. Модель предсказывает не вектор дебитов напрямую, а вектор приращений этих дебитов относительно последнего известного модели дня работы скважины. Таким образом удастся существенно улучшить качество обученной модели. Объясняется это тем, что такой трюк снижает дисперсию предсказываемых моделью значений, что положительно влияет на её способность к генерализации.

В качестве метрики качества использовалась SMAPE (Symmetric Mean Absolute Percentage Error), одна из метрик, используемых для оценки точности прогнозирования. Она позволяет оценить относительную ошибку прогноза и измеряется в процентах.

Существует несколько преимуществ использования SMAPE. Во-первых, она является симметричной метрикой, что означает, что она не зависит от порядка сравнения фактических значений и прогнозов. Во-вторых, SMAPE позволяет измерять точность прогнозов в процентах, что удобно при сравнении точности различных прогнозных моделей. Однако, как и любая метрика, SMAPE имеет свои недостатки. Например, она не учитывает различия в значимости отдельных ошибок, что может привести к несправедливым оценкам прогнозов, особенно в случае больших выбросов. Также, SMAPE может давать бесконечные значения, если фактический или прогнозируемый ноль, что требует дополнительной обработки.

SMAPE итоговой модели на тестовой выборке составил 9,64.

Заключение

Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процессов добычи нефти и газа, улучшения управления скважинами и повышения эффективности работы нефтегазовых компаний, а самое главное, для оптимизации процесса заводнения пласта. Таким образом, прогнозирование дебита нефти и обводненности скважинной продукции с использованием технологий глубокого обучения представляет собой перспективное направление в области нефтегазовой промышленности, которое может привести к значительному улучшению эффективности и рентабельности производства.

Список использованных источников

1. Al-Qutami T.A., Ibrahim R., Ismail I., Ishak M.A. Virtual multiphase flow metering using diverse neural network ensemble and adaptive simulated annealing // Expert Systems with Applications. – 2018. 93 (2018), pp. 72–85.
2. Amin, Evaluation of commercially available virtual flow meters (VFM), Offshore Technology Conference, 2015, P. 1–26. 25764-MS.
3. F. Chollet et al., Keras. <https://github.com/fchollet/keras>, 2015.

РАЗВЕДОЧНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ (ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК)

Самойлов В.Ю.¹, Губин Е.И.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, 8К13, e-mail: vys27@tpu.ru

² НИ ТПУ, ИШИТР, доцент ОИТ, e-mail: gubine@tpu.ru

Введение

Прежде чем приступить к обработке данных, специалист должен получить общее представление об исследуемом датасете. В этом ему может помочь разведочный анализ данных [1], [2]. Он позволяет количественно оценить общий объем данных, определить число и типы переменных, найти и устранить повторяющиеся и не корректные данные, выделить целевую функцию, а также выдвинуть гипотезы о существующих закономерностях исследуемого процесса. В данной статье представлен пример разведочного анализа данных (подготовки данных), полученных на фрезерном станке. Для работы использовались синтетически сгенерированные данные, которые близки к реальным параметрам работы оборудования [3]. Исследование проводилось с использованием программы Microsoft Excel.

Основная часть

В исследуемом датасете содержится 10000 записей с 10 атрибутами. В результате рассмотрения значений полей исходных данных была составлена сводная таблица, характеризующая каждый атрибут.

Таблица 1

Сводная таблица атрибутов

Атрибут	Формат	Размерность	Имя
UDI	Числовой	–	уникальный идентификатор
Product ID	Текстовый	–	серийный номер
Type	Текстовый	–	уровень качества продукта (L – низкий, M – средний, H – высокий)
Air temperature	Числовой	градусы по Кельвину	температура окружающего воздуха
Process temperature	Числовой	градусы по Кельвину	температура технологического процесса
Rotational speed	Числовой	число радиан в минуту	скорость вращения фрезерного станка
Torque	Числовой	ньютон · метр	крутящий момент фрезерного станка
Tool wear	Числовой	минуты	износ инструмента
Target	Бинарный	–	наличие ошибки
Failure Type	Текстовый	–	тип ошибки

Исследуемый датасет не содержит повторяющихся строк, поврежденных и пропущенных данных и выбросов. Это объясняется тем, что датасет представляет собой набор синтетических данных, полученных методами случайного блуждания и нормализации.

Для атрибутов, представленных числовыми данными, были найдены минимальные, максимальные, медианные и средние значения. Из полученных данных следует, что средняя температура процесса на 3,3 % больше средней температуры окружающего воздуха и максимальное значение, которое проработал станок без замены фрезы, составило 253 минуты.

Далее было проведено исследование каждого параметра в отдельности. Параметр UDI представляет собой порядковый номер записи в списке и принимает значения от 1 до 10000. Он позволяет рассматривать процесс в хронологическом порядке.

Параметр Product ID содержит в себе серийный номер изделия и в первой букве несет информацию об уровне качества продукта (L – низкий, M – средний, H – высокий).

Параметр Type дублирует первый символ серийного номера и позволяет исследовать качество продукта в отрыве от остальных параметров. В результате построения диаграммы было обнаружено, что соотношение между продуктами низкого, среднего и высокого качества составило 60 %, 30 % и

10 % соответственно, что позволяет сделать вывод о том, что продукция низкого качества составляет больше половины от всей выпускаемой на станке.

Параметры Air temperature и Process temperature содержат информацию о температуре окружающей среды и фрезы. Их значения находятся в интервалах от 295,3 К до 304,5 К и от 305,7 К до 313,8 К соответственно.

Параметр Rotational speed содержит информацию о скорости вращения фрезы, атрибут Torque – о крутящем моменте. Вместе они описывают механические характеристики станка. Первый параметр меняется от 1168 до 2886 радиан в минуту, второй – от 3,8 до 76,6 ньютон на метр.

Параметр Tool wear характеризует время работы инструмента. Чем дольше работает фреза, тем больше становится ее степень износа. Атрибут меняется от 0 до 253 минут, среднее значение составляет 108 минут. При замене инструмента происходит сброс параметра до 0.

Параметр Target принимает два значения – 1, если произошел сбой машины, и 0, если сбоя в работе не было. Данный параметр является целевой функцией.

Параметр Failure Type характеризует режим сбоя станка и может принимать 6 значений: No Failure (управляющее устройство станка не ожидало возникновения ошибки), Power Failure (выход из диапазона допустимой мощности), Overstrain Failure (выход из строя из-за перенапряжения, то есть превышение допустимых значений для произведения времени работы инструмента и крутящего момента), Random Failures (случайная причина ошибки) и Heat Dissipation Failure (неправильное рассеивание тепла). Режим сбоя был зафиксирован в менее чем 3,5 % случаев, из них на Power Failure пришлось 27,3 %, на Tool Wear Failure – 12,93 %, на Overstrain Failure – 22,41 %, на Random Failures – 5,17 %, на Heat Dissipation Failure – 32,18 %. С одной стороны, в ряде случаев в режиме ожидания какого-либо сбоя (Power Failure, Heat Dissipation Failure и др.) выход из строя не происходил. С другой, несколько раз станок переставал работать в режиме No Failure. Это говорит о том, что между параметрами Target и Failure Type нет корреляции, поэтому их нельзя рассматривать как целевые функции одновременно.

Стоит уделить особое внимание значениям параметров, при которых произошел сбой, то есть те значения атрибутов, при которых целевая функция Target принимала значение 1. Наибольшее число сбоев произошло в режиме работы No Failure (98 %), то есть в тот момент, когда выход из строя не был ожидаем (рисунок 1).

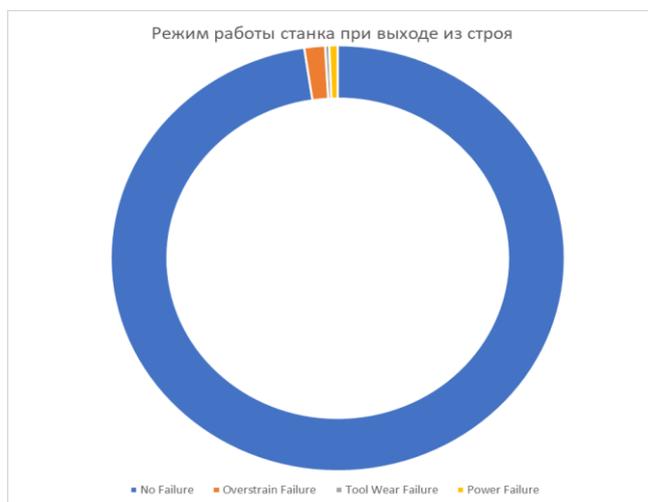


Рис. 1. Диаграмма распределения режимов работы станка при выходе из строя

Поломка станка происходила при обработке продукта высокого уровня качества в 14% случаев, среднего – 30%, низкого – 56%. При сравнении с указанным выше общим распределением можно отметить увеличение числа сбоев при обработке продукции более высокого качества. В результате рассмотрения других атрибутов были получены следующие сведения: наибольшее число сбоев происходило при температуре окружающего воздуха 298,5-298,6 К, температуре процесса в интервале от 309,6 до 309,9 К, времени работы станка от 0 до 33 минут, скорости вращения в интервале от 1375 до 1466 радиан в минуту и моменте вращения в диапазоне от 33,2 до 38,3 ньютон на метр.

Заключение

Таким образом, был проведен разведочный анализ и подготовка данных для дальнейших исследований. Были получены общие сведения о датасете, определены диапазоны изменения параметров, выбрана целевая функция, а также найдены некоторые закономерности в работе фрезерного станка.

Список использованных источников

1. Губин Е. И. Методика подготовки больших данных для прогнозного анализа. «Наука и бизнес: пути развития». Выпуск № 3(105). 2020, № 2020. – С. 33-35.
2. What is Exploratory Data Analysis? | by Prasad Patil. [Электронный ресурс]. – URL: <https://towardsdatascience.com/exploratory-data-analysis-8fc1cb20fd15> (дата обращения 15.02.2023).
3. Predictive Maintenance Dataset (AI4I 2020) | Kaggle. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/stephanmatzka/predictive-maintenance-dataset-ai4i-2020> (дата обращения 27.10.2022).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛА И ВОЗРАСТА ЛЮДЕЙ В ВИДЕОПОТОКЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Семенюта А.В.

НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ11, e-mail: avs183@tpu.ru

Введение

Как правило, задачу распознавания пола и возраста людей решают с помощью выделения и анализа лиц [1]. Однако на данных с общими условиями съёмки лицо человека может быть распознано далеко не всегда: лицо может быть повёрнуто и может не попасть на камеру, лицо может быть скрыто, условия освещения могут помешать распознаванию лица, лицо может быть не распознано из-за слишком большого расстояния от камеры до человека.

Целью данной работы являлось написание и обучение алгоритма распознавания пола и возраста, использующего вместо изображений лица признаки силуэта и движения (походки) человека. Такие методы могут быть применены в случаях, когда лицо человека распознать не представляется возможным.

Сбор данных

В качестве данных для решения задачи сегментации использовался набор данных UP-S31 [2]. Это специфический набор данных, предназначенный непосредственно для решения задачи сегментации тела человека на изображении и отделении его от остального фона. Исходный набор содержит 8515 размеченных изображений. В силу небольшого количества исходных данных они подвергались аугментации. Итоговое количество изображений – 8515.

В качестве данных для решения задачи классификации использовались наборы данных PETA – Town Centre (6968 изображений) [3] и MARS (1191003 изображения) [4]. Данные формировались следующим образом: сначала происходила фильтрация некорректно размеченных изображений и кадрирование человека на изображении. Затем были составлены треклеты – наборы положений человека на каждом кадре видеопоследовательности. Помимо оригинальных изображений треклетов применялись и аугментированные изображения. В итоге осталось 159 уникальных объектов на PETA – Town Center и 1028 уникальных объектов на MARS.

Описание алгоритма

Основная часть алгоритма работает с результатом трекинга – базой отслеживаемых на видеопотоке объектов, для которых уже было произведено обновление состояния, соответствующее текущему обрабатываемому кадру.

Логика работы алгоритма для одной итерации обработки одного объекта одного кадра видеопотока следующая:

1. Алгоритм определяет принадлежность объекта к классу «Человек». Только для объектов этого класса и возможно определение пола и возраста.
2. Для каждого такого объекта выбирается последнее ограничивающее окно, в рамках которого выполняется сегментация силуэта человека. Данная операция осуществляется с помощью модели сегментации MobileSeg из библиотеки PaddleSeg.
3. Среди набора извлечённых признаков ограничивающих окон объектов выбирается поднабор, описывающий ограниченный по длительности треклет.
4. На основе признаков ограничивающих окон строится GEI изображение – усреднённое изображение бинаризованных силуэтов.
5. Осуществляется вызов модели, предварительно обученной методом переноса обучения, на базе архитектуры ResNet50, для определения пола и возраста человека по его GEI-изображению.
6. На основе всей истории результатов распознавания пола и возраста текущего объекта осуществляется агрегация как выбор чаще всего встречающегося класса, и принимается окончательное решение о значении пола и возраста для объекта.

В общем виде конвейер преобразований данных для одного треклета объекта выглядит так, как показано на рисунке 1.



Рис. 1. Конвейер преобразований данных для одного треклета объекта

В таблице 1 указаны результаты экспериментов при разном количестве выходов и разных размерах треклетов.

Таблица 1

Результаты экспериментов по отбору модели классификации пола и возраста

№	Кол-во вых-ов	Размер треклета	Precision				Recall				F1			
			пол	<15	15-45	>45	пол	<15	15-45	>45	пол	<15	15-45	>45
1	1	не огр.	0.75	0.40	0.50	0.63	0.65	0.48	0.22	0.35	0.69	0.43	0.40	0.50
2	1	6	0.76	0.46	0.50	0.65	0.70	0.53	0.25	0.35	0.72	0.51	0.46	0.51
3	2	не огр.	0.81	0.35	0.51	0.44	0.76	0.27	0.22	0.54	0.78	0.36	0.37	0.51
4	2	6	0.83	0.62	0.55	0.48	0.85	0.38	0.28	0.44	0.84	0.52	0.46	0.50

По результатам, приведённым в таблице 6, видно, что более высокое качество как в задаче классификации пола, так и в задаче классификации возраста показывает модель с двумя выходами. С точки зрения размера треклета, лучшее качество показывают модели, для обучения которых использовались треклеты фиксированного размера. В результате, наилучшей моделью, показывающей метрики качества классификации пола 0.84 по мере F1 и возраста в среднем 0.49 по мере F1, является нейронная сеть с двумя выходами для одновременной классификации пола и возраста, использующая GEI-изображения, построенные по треклетам объектов фиксированного размера 6.

Наилучшим методом агрегации множества решений модели является выбор наиболее часто встречающегося класса. Это позволяет улучшить итоговые значения метрик для распознавания пола – до 0,89 по мере F1, для распознавания возраста – до 0,74 по мере F1.

Заключение

В результате проделанной работы был реализован алгоритм для классификации пола и возраста людей в видеопотоке, который использует признаки силуэта и движения человека. Качество алгоритма оценивается 0,89 для распознавания пола и 0,74 для распознавания возраста по мере F1.

Список использованных источников

1. Zhao J. Look Across Elapse: Disentangled Representation Learning and Photorealistic Cross-Age Face Synthesis for Age-Invariant Face Recognition / J. Zhao, Y. Cheng // Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. 2019. – Vol. 33 № 01. – P. 9251-9258.
2. Lassner C. Unite the People: Closing the Loop Between 3D and 2D Human Representations / C. Lassner, J. Romero, M. Kiefel [at al.] // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2017. – P. 4704-4713.
3. Deng, Y. Pedestrian Attribute Recognition At Far Distance / Y. Deng, P. Luo, C.C. Loy [at al.] // Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. – 2014. – P. 789–792
4. Köstinger M. Large scale metric learning from equivalence constraints / M. Köstinger, M. Hirzer [at al.] // 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2012 – P. 2288-2295

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СТРАТЕГИИ ВЗВЕШИВАНИЯ TF-IDF ДЛЯ ТЕРМИНОВ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ПУБЛИКАЦИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ЖУРНАЛАХ

Сенчин Д.М.¹, Кайда А.Ю.²

¹НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ21, e-mail: dms14@tpu.ru

²НИ ТПУ, ИШИТР, ст. преподаватель ОИТ, e-mail: ayk13@tpu.ru

Введение

Управление массивами текстовых данных и интеллектуальный анализ обычно полагаются на технологию автоматической классификации текста [1]. Взвешивание терминов является основной проблемой при классификации текста и напрямую влияет на точность классификации. Поскольку традиционная TF-IDF (частота терминов и обратная частота документа) не полностью эффективна для классификации текста, обычно данный метод дополняют другими метриками. В этой статье проводятся сравнительные исследования различных схем взвешивания, основанных на классах документов рассматриваемых терминов, TF-IDF-D и TF-IDF-CF [2].

Целью данной работы является реализация и сравнение модифицированных алгоритмов TF-IDF для взвешивания терминов при классификации текстов.

Описание корпуса

Все документы предварительно обрабатываются и собираются в корпус P размерностью $d \times t$, где d – количество документов корпуса, t – количество уникальных терминов. Корпус P имеет c классов.

В рамках исследования был составлен корпус из введений 300 англоязычных исследовательских статей на медицинскую тематику с ресурса ScienceDirect. Общее количество слов корпуса составляет 87057 слов. В составленном корпусе выделено 5 классов по 60 документов, описывающих следующие темы исследований: cancer (онкологические заболевания), covid-19, stroke (сердечные приступы), diabetes (диабет), pneumonia (пневмония).

Предварительная обработка корпуса проводилась с помощью библиотеки nltk и состоит из следующей последовательности [3]:

- разбиение строки на вектор слов;
- перевод в нижний регистр;
- фильтрация знаков пунктуации;
- фильтрация потенциальных числовых данных;
- фильтрация стоп-слов;
- лемматизация.

По итогу была составлена частотная матрица из 300 документов и 4742 уникальных терминов.

Описание алгоритма

Для задач классификации документы должны представляться в подходящей векторной форме, состоящей из весов вида $W(i, j)$, где i – термин j -го документа. Данные веса могут быть вычислены по технике TF-IDF, 4 разновидности которой рассматриваются ниже [4].

Классическое представление TF-IDF:

$$W(i, j) = TF(i, j) * IDF(i). \quad (1)$$

Term Frequency (TF) – это отношение количества вхождений термина к общему количеству слов в документе:

$$TF(i, j) = \frac{n_i}{\sum_k n_k}. \quad (2)$$

Inverse Document Frequency (IDF) – инвертированная частота документов, содержащих термин, к общему количеству документов в корпусе:

$$IDF(i) = \log_{10} \frac{D}{d_i}. \quad (3)$$

Реализация TF-IDF из библиотеки scikitlearn использует формулу 1, но IDF вычисляется следующим образом:

$$IDF_{sklearn}(i) = \log_{10} \left(\frac{D}{d_i} \right) + 1. \quad (4)$$

Модификация, основанная межклассовой дисперсии, TF-IDF-D:

$$W(i, j) = TF(i, j) * IDF(i) * D(i), \quad (5)$$

$$D(i) = \frac{\sum_c (d_{ci} - M(i))^2}{c}, \quad (6)$$

$$M(i) = \frac{\sum_c d_{ci}}{c}. \quad (7)$$

Данная техника позволяет снизить вес терминов, которые распространены между классами, и повысить вес терминов, сосредоточенных в одном классе.

Модификация, учитывающая классовую частоту, TF-IDF-CF:

$$W(i, j) = TF(i, j) * IDF(i) * CF(i, j), \quad (8)$$

$$CF(i, j) = \frac{d_{ci}}{D_c}. \quad (9)$$

Техника TF-IDF-CF позволяет снизить вес терминов, которые не распределены внутри класса.

Результаты

Для оценки результатов были проведены с использованием моделей классификаторов из библиотеки scikitlearn [5]. Точность моделей для каждой техники взвешивания представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Сравнение точности классификаторов

Классификатор	Техника взвешивания			
	Classic TF-IDF	Scikitlearn TF-IDF	TF-IDF-D	TF-IDF-CF
Multinomial Naive Bayes	20%	20%	91.7%	20%
Gaussian Naive Bayes	61.7%	68.3%	71.7%	95%
Bernoulli Naive Bayes	55%	55%	55%	55%
K-Neighbors	96.7%	96.7%	91.7%	96.7%
Linear Support Vector	36.7%	46.7%	96.7%	45%
Random Forest	68.3%	68.3%	68.3%	91.7%
Extra Trees	68.3%	68.3%	68.3%	88.3%
Decision Tree	93.3%	93.3%	93.3%	96.7%
AdaBoost	95%	95%	95%	96.7%

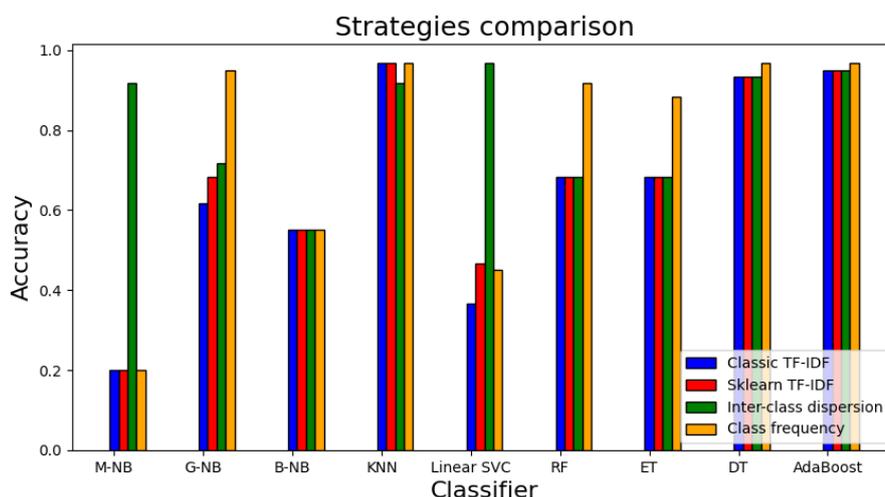


Рис. 1. Сравнение точности классификаторов

Заключение

Из полученных данных можно выявить влияние техники взвешивания на точность классификатора. Значительное повышение точности, в сравнении с классическими техниками, наблюдается при использовании модифицированных алгоритмов на моделях: Multinomial Naive Bayes, Gaussian Naive Bayes, Linear Support Vector, Random Forest, Extra Trees.

Список использованных источников

1. Большакова Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие / Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Сапин А.С. — М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. — 269 с.
2. Turning from TF-IDF to TF-IGM for term weighting in text classification (2016). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.09.009>
3. Основы Natural Language Processing для текста. [Электронный ресурс]. – URL:<https://habr.com/ru/company/Voximplant/blog/446738/> (дата обращения 18.02.2023).
4. Modified TF-IDF Term Weighting Strategies for Text Categorization (2018). DOI:10.1109/INDICON.2017.8487593
5. Блиц-проверка алгоритмов машинного обучения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/475552/> (дата обращения 18.02.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА SPASU ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТНЫХ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ COVID-19 ИЗ МЕДИЦИНСКИХ НАБОРОВ ДАННЫХ

Соколовский Д.Е.

НИ ТПУ, ИШИТР, А1-39, e-mail: des16@tpu.ru

Введение

В работе рассматриваются возможности инструмента для выявления именованных сущностей «Spasy». Для его анализа было проведено обучение своей модели на основе существующей, а также тестирование работы модели на медицинских наборах данных (дневниках пациентов) для их дальнейшего структурирования [1].

Именованная сущность при извлечении информации — это объект реального мира, такой как имя человека, локация, названия организаций и т.д., который может быть обозначен собственным именем. Она может быть абстрактной или иметь физическое существование [2].

В настоящее время для извлечения именованных сущностей и обработки естественного языка на языке Python по статистике зачастую используют один из самых популярных инструментов Spasy. Функционал инструмента позволяет решать очень широкий спектр задач: от определения частей речи и выделения именованных сущностей до создания собственных моделей для анализа, в том числе и медицинских данных [3].

Описание и тестирование алгоритма

В работе был рассмотрен процесс обучения модели с помощью инструмента Spasy (версия 3.3), а также процесс тестирования и доработки модели для точного определения частных именованных сущностей. Для начала работы с библиотекой Spasy необходимо выбрать на официальном сайте уже обученную модель языка для работы с текстом, которая будет являться основой и дополнить ее своими сущностями. В нашем случае выбрана за основу ru_core_news_lg, т.к. мы обучаем модель на русскоязычных текстовых данных, и она уже содержит некоторые сущности, которые могут быть использованы при выявлении [4]. Также для перехода к обучению модели был сформирован тренировочный конфиг для выявления NER необходимый для корректной работы инструмента. Для его создания на официальном сайте инструмента Spasy в разделе Training models Quickstart нужно выбрать русский язык, компонент «NER» и сохранить сгенерированный код [5].

Для обучения модели по выявлению медицинских именованных сущностей, были подготовлены и размечены 3 документа в формате pdf (trainpdf, trainpdf2, trainpdf3). Эти файлы представляют собой первичный осмотр врача в приёмном отделении и связаны с Covid-19. В них были выделены красным цветом показатели состояния больного (Температура тела, Частота дыхательных движений (ЧДД), Частота сердечных сокращений (ЧСС), Артериальное давление (АД)), а желтым значения показателей. После подготовки тренировочных файлов и конфига, была написана программа для повышения скорости и удобства тренировки модели распознавания медицинских именованных сущностей [6]. Для более точного обучения модели в коде программы, в переменную «TRAIN_DATA», необходимо сформировать и поместить как минимум один дополнительный вариант тренировочных данных, основывающийся на дневниках пациентов иначе при дальнейшем обучении могут возникнуть неточности с определением сущностей. Шаблон таких данных выглядит следующим образом («Текст», {'entities': [(начальный индекс элемента, конечный индекс элемента, 'Тег')]}).»

Переменные, использованные в данном шаблоне:

- текст (любой текст, любого размера, который мы используем для обучения);
- начальный индекс элемента (начальный индекс слова, которое мы используем для маркировки);
- конечный индекс элемента (индекс элемента, следующий после последнего индекса слова, которое мы используем для маркировки);
- тег (название найденной именованной сущности).

Процесс обучения также можно контролировать в терминале и при успешном обучении появится оповещение о пути сохранения модели.

После обучения, модель была протестирована на новых и неразмеченных дневниках пациентов, в количестве 14 штук. На рисунке 1 представлена часть файла, где модель произвела разметку и указала

название показателя и название значения показателя, файл «115-pages» распознал моделью полностью успешно.

Очаговых и менингеальных признаков нет. Нормостенического телосложения. Кожные покровы обычной окраски, влажные, горячие, т ургор снижен. **Температура тела** **Темп** **36,8** **ЗначениеТемп** С. Зев гиперемирован, миндалины не гипертрофированы, налетов нет. Периферических отеков нет. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения и напряжения. **ЧСС** **чсс** – **88 уд/мин** **ЗначениеЧСС** . **АД** **ад** – **120/80 мм рт.ст.** **ЗначениеАД** Дыхание жесткое, хрипов нет. **ЧДД** **чдд** – **19 в минуту** **ЗначениеЧДД** . Язык сухой, обложен белым налетом. Живот обычной формы, не вздут, участвует в акте дыхания, при пальпации мягкий, безболезненный. Печень не выступает из под края реберной дуги. Селезенка не пальпируется.

Рис. 1. Распознавание именованных сущностей

Модель работает успешно, но в некоторых файлах не определялось значение температуры. Проанализировав исходный текст, было выявлено то, что в таких файлах значение температуры указано слитно с единицей измерения, например «36.6С». Доработав программный код, который отделяет значение от единицы измерения, модель стала точно определять все сущности, указанные при тренировке, во всех тестовых файлах.

Заключение

По результатам экспериментов исследования и тестирования работы Spacy (версия 3.3), который имеет в своем функционале возможность обучения собственных моделей на своем наборе данных, обучена собственная модель и протестирована на медицинских данных. Модель на тестовом этапе без доработок имеет показатель f1-меры 0,80. Протестирован подход по доработке исходных данных с помощью библиотек обработки естественного языка, который увеличил точность модели.

Список использованных источников

1. Spacy [Электронный ресурс]. – URL: <https://spacy.io> (дата обращения: 01.02.2023).
2. Umar Taufiq, Reza Pulungan, Yohanes Suyanto.: Named entity recognition and dependency parsing for better concept extraction in summary obfuscation detection. Expert Systems with Applications 2017, (2023).
3. Fabienne Krauer, Boris V. Schmid.: Mapping the plague through natural language processing. Epidemics 41, (2022).
4. Spacy Models [Электронный ресурс]. – URL: <https://spacy.io/models/ru> (дата обращения: 01.02.2023).
5. Training Pipelines & Models [Электронный ресурс]. – URL: <https://spacy.io/usage/training#quickstart> (дата обращения: 01.02.2023).
6. Seyede Faezeh Mousavi, Mohammadamin Ebrahimi, Seyed Amirhosein Ahmadpour Moghaddam, Narges Moafi, Mahbobe Jafari, Ayoub Tavakolian, Mohsen Heidary.: Evaluating the characteristics of patients with SARS-CoV-2 infection admitted during COVID-19 peaks: A single-center study. Vacunas 24, 27–36 (2023).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА WEB - SCRAPING ДЛЯ ПОИСКА САМОЙ ЦИТИРУЕМОЙ СТАТЬИ ПО КЛЮЧЕВОМУ СЛОВУ

Солиев И.Б.

НИ ТПУ, ОИТ ИШИТР, А1-06, e-mail: ibs2@tpu.ru

Введение

Поиск определенных тем статей, которые распространяются в научно-исследовательских журналах, был бы трудоемкой задачей, поскольку для этого потребовалось бы прочесть множество электронных библиотек или журналов, находящихся на веб-сайте [1]. Данный процесс можно эффективно выполнить с помощью применения метода web-scraping, который используется для извлечения содержимого веб-страницы в более организованные и структурированные наборы данных. В этой статье мы рассмотрим применение метода web-scraping для извлечения данных и поиска самой цитируемой статьи по ключевому слову.

Описание алгоритма

Web-scraping — это процесс автоматического сбора информации с веб-страниц. Web-scraping может быть использован для извлечения различных типов информации, таких как текст, изображения, ссылки и другие данные [2]. Web-scraping может быть полезен в случаях, когда данные не доступны в удобном формате, или когда требуется автоматизировать процесс извлечения данных.

Web-scraping основан на архитектуре клиент-сервер, при этом они взаимодействуют через интернет-соединение [3]. Веб-браузер выступает в роли клиента, где внешний интерфейс отправляет URL-адрес страницы сайта на сервер. Сервер получает запрос, а затем поддерживает пул гипертекстовых ссылок, содержащий URL-адреса выбранных веб-сайтов научных журналов. Впоследствии сервер извлекает содержимое из собранных URL-адресов, используя методы web-scraping. Затем содержимое сохраняется на сервере базы данных, которое извлекается сервером для предоставления ответов клиенту.

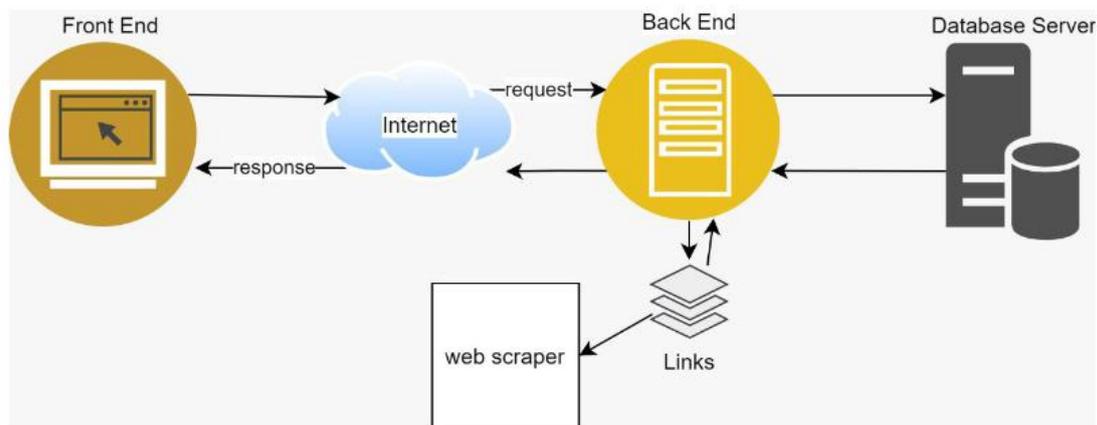


Рис. 1. Архитектура web-scraping

Применение web-scraping для извлечения данных:

Web-scraping может быть применен для извлечения данных с различных источников, включая социальные сети, новостные сайты, электронные магазины и другие веб-сайты. Для этого необходимо использовать языки программирования, такие как Python, и библиотеки, такие как BeautifulSoup и Requests [4].

Для примера рассмотрим задачу по поиску самой цитируемой статьи по ключевому слову на сайте PubMed [5]. PubMed — это база данных медицинских статей, содержащая более 30 миллионов записей.

Пример применения web-scraping для поиска самой цитируемой статьи по ключевому слову на сайте PubMed:

Для начала определим ключевое слово и количество статей, которые мы хотим рассмотреть. В данном примере мы будем искать самую цитируемую статью по ключевому слову "machine_learning" среди 100 статей.

Таблица 1

Заданные параметры входа парсинга(web-scraping) веб-сайта PubMed

Input is from:	PubMed
Please enter the keyword:	machine_learning
Please enter the number of articles:	100

Алгоритм выведет название и количество цитирований самой цитируемой статьи в PubMed по ключевому слову «machine_learning» среди 100 статей. Результат поиска представлен в таблице 2.

Таблица 2

Результат самой цитируемой статьи по ключевому слову и число цитирований

Most-cited article:	A guide to machine learning for biologists
Citation count:	2022

Заключение

Web-scraping является мощным инструментом для извлечения данных с веб-страниц, включая базы данных медицинских статей, такие как PubMed. Используя web-scraping для поиска наиболее цитируемой статьи по ключевому слову, исследователи могут быстро и легко определить наиболее важные и актуальные работы в своей области исследования.

Список использованных источников

1. Yesi Novaria Kunang, Susan Dian Purnamasari, et al.2018. Web scraping tech-niques to collect weather data in South Sumatera. In2018 International Conferenceon Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS). IEEE, 385–390.
2. Soliev Iskandar // Approaches to knowledge extraction from scientific text // Студенческий вестник (Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука") Номер: 47 (196), Москва: 2022 - С. 65-69.
3. D Pratiba, MS Abhay, Akhil Dua, Giridhar K Shanbhag, Neel Bhandari, andUTKARSH SINGH. 2018. Web Scraping And Data Acquisition Using GoogleScholar. In2018 3rd International Conference on Computational Systems and Infor-mation Technology for Sustainable Solutions (CSITSS). IEEE, 277–281.
4. Ryan Mitchell. 2018.Web scraping with Python: Collecting more data from themodern web. " O'Reilly Media, Inc."
5. Web-scraping-method-to-extract-journal-information-from-PubMed [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/IskandarAs/Web-scraping-method-to-extract-journal-information-from-PubMed.git>

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО РАСХОДОМЕРА С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗА СУТОЧНОГО ДЕБИТА НЕФТЕГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ

Ушаков С.Н.

НИ ТПУ, ИШИТР, А1-39, e-mail: wowman9721@gmail.com

Введение

В настоящее время актуальной проблемой является разработка виртуального расходомера, который позволял бы оценивать дебит скважины по набору различных параметров [1]. Данное исследование обусловлено необходимостью поддержки принятия решений специалистами добывающих предприятий нефтегазовой отрасли. Точность прогноза значения дебита позволяет определить технологических режимов и технологического оборудования, которая поможет достичь необходимого объема выпуска продукции. Существующая методика не всегда может гарантировать требуемый уровень точности при прогнозе значений дебитов нефтегазовых скважин. В данной работе рассматривается проблема прогноза дебита нефти, которая сводится к задаче регрессионного анализа временных рядов. В качестве исходных данных имеются данные замеров автоматической групповой замерной установки (АГЗУ), которые снимаются раз в сутки, а также данные замеров станции управления (СУ), которые фиксируются каждые 7-12 секунд.

Описание процесса работы с данными

На этапе подготовки данных было решено использовать для анализа такие параметры, как:

- коэффициент мощности;
- коэффициент загрузки;
- выходную частоту;
- давление на приеме насоса;
- затрубное давление;
- рабочая частота.

Предсказание дебита происходит на основе замеров, выбранных данных в течение суток с интервалом в 10 минут (каждый из 145 замеров выбирается как ближайший в диапазоне $\pm 1,5$ минуты). В процессе подготовки данных из 175 замеров 20 были отбракованы. Обучение происходило на 155 замерах, 115 из которых были определены в обучающую выборку, а остальные 40 – в тестовую.

Для предсказания дебита нефти обучены 2 модели: LSTM-модель, а также алгоритм Random Forest. Для оценки точностей прогноза данного типа задачи была использована среднеквадратичная ошибка (RMSE) (метрика качества). При постоянной работе скважины значения параметров примерно одинаковы, поэтому было решено применить метод снижения размерности, а именно PCA (Principal Component Analysis), в результате чего было сохранено 97% исходной дисперсии.

На рисунке 1 представлены графики прогноза дебита LSTM-моделью и алгоритмом Random Forest.

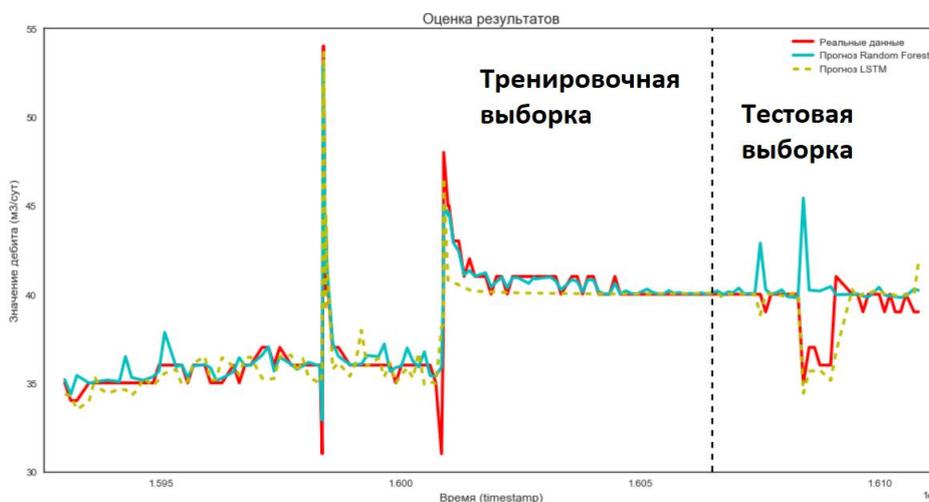


Рис. 1. График прогноза моделей

Значения RMSE-ошибок прогноза на тестовых и обучающих выборках приведено в таблице 1.

Таблица 1

Значения WAPE-ошибок прогноза на тестовых и обучающих выборках

Вид модели	Выборка	Значение RMSE
LSTM-модель	Обучающая	1.38
	Тестовая	1.11
Алгоритм Random Forest	Обучающая	2.43
	Тестовая	0.96

Заключение

В результате работы были обучены 2 модели машинного обучения и оценена их точность. Согласно показателям RMSE для данной задачи, лучший прогноз дебита достигнут с помощью LSTM-модели. Разработана методика подготовки данных по дебиту скважины для обучения регрессионных моделей. Погрешность выбранных моделей объясняется тем, что в данных отсутствуют сведения по проводимым на скважине мероприятиям, способным повлиять на дебит, а также недостаточное количество самих данных.

Список использованных источников

1. Евсюткин, Иван Викторович. Глубокие искусственные нейронные сети для прогноза значений дебитов добывающих скважин / И. В. Евсюткин, Н. Г. Марков // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — 2020 . — Т. 331, № 11 . — С. 88-95.

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ПРОГНОЗНОГО АНАЛИЗА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН.

Филипас И.А.

НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМИИ, email: iaf15@tpu.ru

Введение

Целью работы является написание web-приложения для упрощения работы с дата-сетам и выбора перспективных нефтяных скважин, а также в дальнейшем применения приведенных технологий в других индустриях.

Web-приложение позволяет пользователю загрузить свой дата-сет в формате .csv для его последующей обработки и составления прогнозных моделей.

На данном этапе реализована загрузка дата-сета, обработка мультиколлинеарности, а также построение статистики ROC\AUC кривых для сравнения точности методов предложенных моделей [1]. В качестве прогнозной модели была выбрана логистическая регрессия.

Основная часть

Основная задача создаваемого приложения заключается в том, чтобы пользователи, которые хотят применять технологии больших данных могли использовать их с большим удобством, а также меньшими затратами для анализа и выбора моделей.

Реализуемое приложение позволит пользователю загрузить дата-сет, который будет обработан программой, а затем, с помощью встроенных моделей, будет представлен краткий анализ, какие методы были использованы и какой из них более подходит под его задачи.

Для реализации этого подхода необходимо выбрать несколько методов анализа данных. Под анализом данных в данной работе подразумевается различные настройки логистической регрессии из библиотеки [2] sklearn и использования методологии подготовки данных [3].

На данный момент реализовано 4 метода прогнозного анализа, которые подходят для различных целей (пример работы веб-приложения представлен на рисунке 1):

ROC Curve (AUC=0.9825)



For LBFGS method of predictioning and L2 normalization the Accuracy is: 0.978494623655914

ROC Curve (AUC=0.9006)



For SAGA method of predictioning and elasticnet (L1_ratio= 0.4) normalization the Accuracy is: 0.9032258064516129

Рис. 1. Пример работы Web-приложения

- 1) базовый метод, который будет использован без каких-либо дополнительных настроек;
- 2) метод для больших объемов данных;
- 3) метод для одной целевой переменной;
- 4) метод для одной целевой переменной и большого объема данных.

В данной модели реализовано устранение мультиколлинеарности входных параметров, посредством сравнения анализа тепловой карты коллинеарности для выбранного дата-сета и удаления значений, которые могут повлиять на работу программы. Пример работы функции представлен на рисунках 2 и 3. В дальнейшем планируется унифицировать данную функцию, чтобы позволить пользователям выбирать уровень, до которого они хотят убирать переменные от, условного, “Very strict” (очень строго) до “Very soft” (очень мягкого).

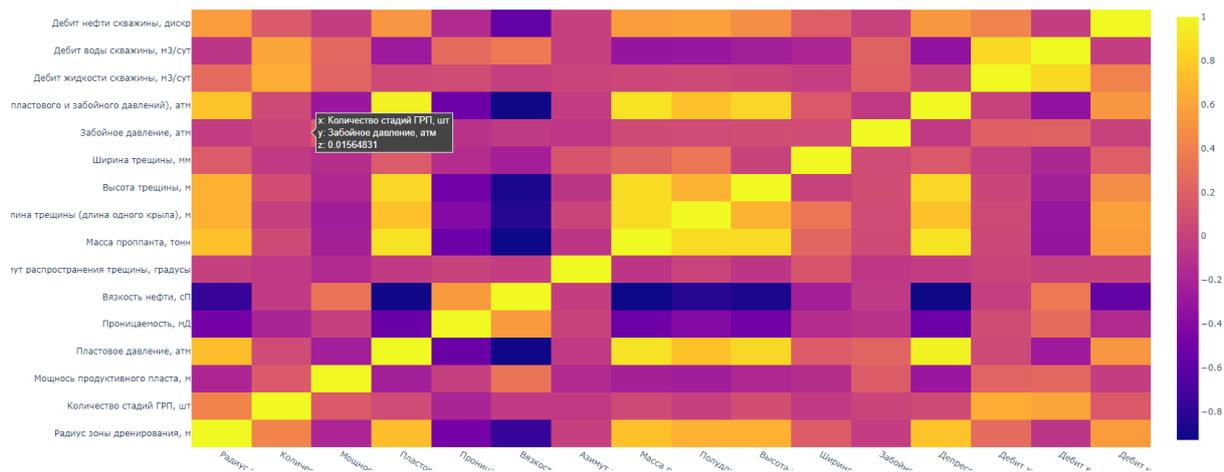


Рис. 2. Пример тепловой карты дата-сета до обработки

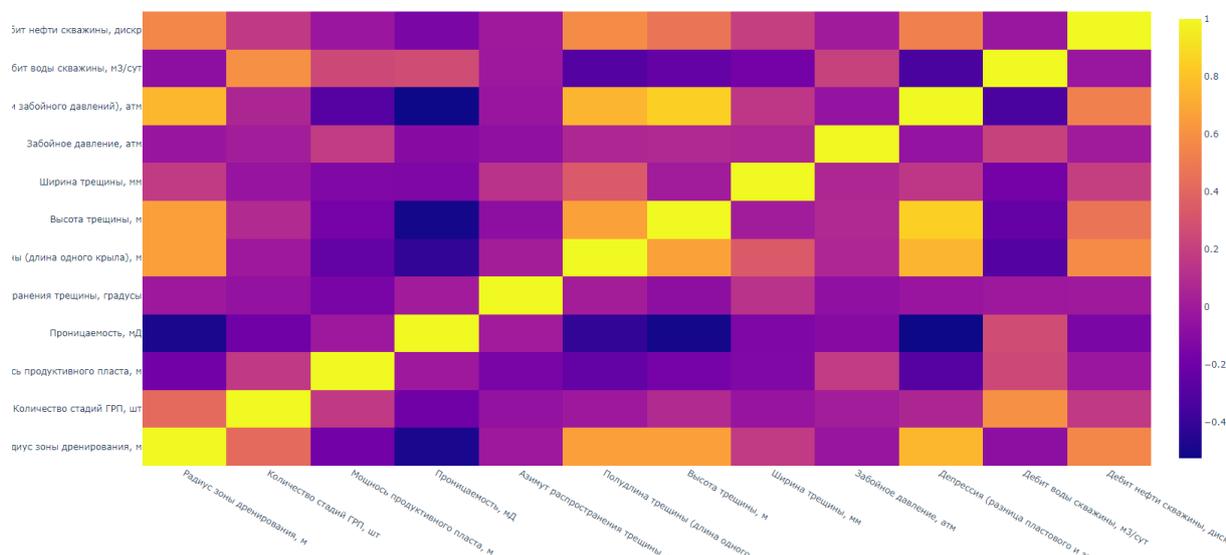


Рис. 3. Пример тепловой карты дата-сета после обработки

В дальнейшем планируется реализовать отдельные вкладки приложений для детального анализа эффективности методов. На вкладке для каждого метода будет реализован график, а также вся необходимая статистическая информация. Дополнительно на этой вкладке планируется реализовать ввод данных, для подстановки их в модель и расчёта рекомендаций.

Примерный путь пользователя данной системы заключен в следующих шагах:

- 1) загрузка дата-сета для обработки;
- 2) выбор метода, который пользователь считает более правильным, основываясь на значениях, предоставленных ему программой [4];

- 3) переход на вкладку с методом и просмотр статистических данных, графиков функций и прогнозной моделью;
- 4) ввод данных, для подстановки в модель и получения практических рекомендаций.

Заключение

На данном этапе реализован конкретный дата-сет, с обработкой мультиколлениарности, а также построения статистики ROC\AUC кривых для сравнения точности методов предложенных моделей [1]. В качестве прогнозной модели была выбрана логистическая регрессия.

В дальнейшем планируется усовершенствовать данный проект, добавить в него дополнительные функции, такие как:

- 1) обработка любого дата-сета;
- 2) выбор пользователем целевой функции, которую программа превратит в дискретную, если она таковой не является;
- 3) добавление страниц под каждый метод логистической регрессии.

Список использованных источников

1. Метрики в задачах машинного обучения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/> (дата обращения 13.02.2023).
2. sklearn.linear_model.LogisticRegression. [Электронный ресурс]. – URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.LogisticRegression.html (дата обращения 03.02.2023).
3. Губин Е. И. Методика подготовки больших данных для прогнозного анализа. «Наука и бизнес: пути развития». Выпуск № 3(105). 2020, 2020. – [С. 33-35].
4. Metrics and scoring: quantifying the quality of predictions. [Электронный ресурс]. – URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html (дата обращения 11.02.2023).

ПРЕДСКАЗАНИЕ УРОВНЕЙ ПОДДЕРЖКИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕНЫ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ ПРИ ПОМОЩИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Хайров М.А.¹, Спицын В.Г.²

¹ НИ ТПУ, ИШИТР, А2-39, e-mail: mah9@tpu.ru:

² НИ ТПУ, ИШИТР, профессор ОИТ, e-mail: spvg@tpu.ru

Введение

В академической литературе широко представлена тема прогнозирования динамики фондового рынка на основе исторических данных при помощи машинного обучения. Как правило, рассматриваются модели, позволяющие предсказывать положительное или отрицательное изменение цены. В данной работе предлагается прогнозирование поведения цен с использованием уровней сопротивления и поддержки.

Целью работы являлась разработка алгоритма для предсказания уровней поддержки и сопротивления активов на фондовом рынке на основе высокочастотных данных.

Подготовка данных

Выборка была сформирована из данных по активам AAPL, NVDA, GE, MSFT с 20.01.2023 по 17.02.2023 в часы торговли биржи по лучшим ценам купли и продажи со всех доступных бирж NBBO (National Best Bid and Offer).

В среднем наблюдения представлены с точностью до наносекунд, в общем в датасете содержится 83 миллиона наблюдений. В качестве признаков для обучения моделей использовались значения цен и объёмов покупки и продажи активов.

Для нормализации данных использовалась стандартизованная оценка (1). Средние значения μ и стандартные отклонения σ признаков для каждого дня рассчитывались отдельно по пяти предыдущим дням [1, 2].

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}. \quad (1)$$

Уровни поддержки и сопротивления высчитывались по (2) и (3) соответственно, по цене средней между покупкой и продажей (4).

$$R(t) = \max(m(t - n), m(t - n + 1), \dots, m(t)), \quad (2)$$

$$S(t) = \min(m(t - n), m(t - n + 1), \dots, m(t)), \quad (3)$$

$$m(t) = \frac{a(t) - b(t)}{2}. \quad (4)$$

где $a(t)$ – наиболее низкая цена продажи; $b(t)$ – наиболее высокая цена покупки.

Предсказания производились на фиксированный интервал в 10 наблюдений (наблюдения находятся на интервалах неравных по времени). Задача предсказания сводилась к классификации будущих наблюдений. Всего рассматривалось три класса:

- 1) уровень поддержки;
- 2) уровень сопротивления;
- 3) наблюдения, которое не является ни уровнем поддержки, ни уровнем сопротивления.

Ввиду значительного объёма исходных данных необходимо было разработать алгоритм, который бы позволил подготовить данные для обучения и обойти технические ограничения сервиса Google Colaboratory.

Разработанный алгоритм подготовки данных имел следующий вид:

- 1) загрузка данных с биржи и сохранение в формате parquet;
- 2) загрузка данных за 5 дней, предшествующих выбранному дню для расчёта средних значений признаков и стандартных отклонений;
- 3) освобождение памяти от данных предыдущих 5 дней и загрузка в память текущего дня;
- 4) определение уровней поддержки и сопротивления;
- 5) нормализация признаков с использованием значений, полученных в (2);
- 6) сохранение примеров в векторном виде в формате hdf5.

На рисунке 1 представлена схема алгоритма по подготовке данных.

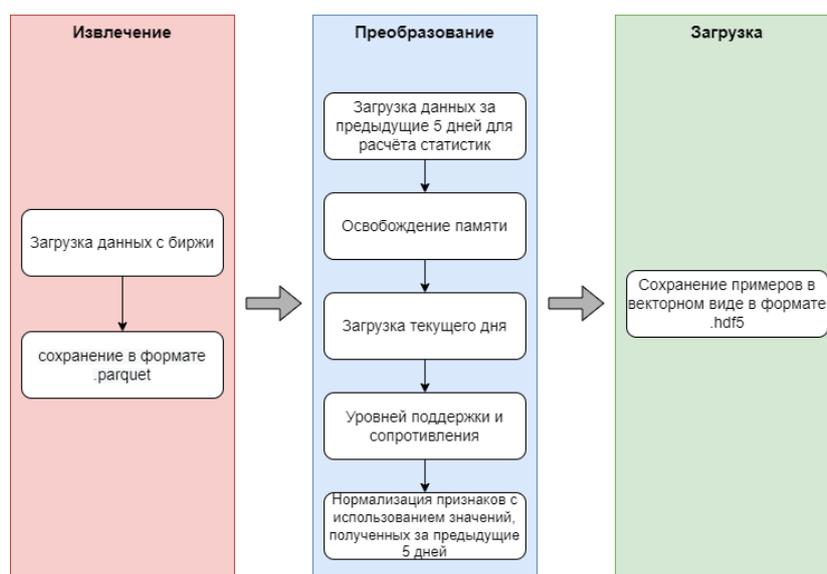


Рис. 1. Алгоритм подготовки данных для обучения моделей

Обучение моделей

В качестве предсказательных алгоритмов были рассмотрены классификаторы на основе искусственной нейронной сети (ИНС) прямого распространения, состоящей из трёх полносвязных слоёв, и также ИНС на основе LSTM-блока. Обучение моделей производилось при помощи стохастического градиентного спуска с применением техники dropout [3].

Средняя точность на тестовой выборке для полносвязной ИНС составила 56,8% и для LSTM-классификатора 50,5%.

На данном этапе производится поиск повышения качества данных и алгоритмов обучения, так как первые показывают результаты незначительно лучше полученных случайным классификатором.

В дальнейшей работе планируется:

- доработать определения уровней поддержки и сопротивления;
- повысить объём датасета;
- сгенерировать дополнительные признаки;
- провести эксперименты с предсказанием на различные периоды времени;
- когда удастся получить классификатор удовлетворительного качества, то подготовить симуляцию торговли для него.

Заключение

В работе была рассмотрена постановка эксперимента по предсказанию уровней поддержки и сопротивления цен на фондовом рынке.

Был разработан алгоритм предварительной подготовки данных для обучения моделей глубокого обучения.

Результаты экспериментов показали невысокую точность, что могло стать следствием малой выборки для обучения. Ожидается, что использование дополнительных признаков может повысить результаты классификации. Также целесообразно исследовать на какой период можно успешно предсказывать уровни сопротивления и поддержки.

Список использованных источников

1. Zhang Z., Zohren S., Roberts S. DeepLOB: Deep Convolutional Neural Networks for Limit Order Books // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2019. – Vol., 67, № 11 – P. 3001-3012.
2. Ntakaris A., Magris M., Kannianen J., Gabbouj M., Iosifidis A. Benchmark dataset for mid-price forecasting of limit order book data with machine learning methods // Journal of Forecasting. – 2018. – Vol. 37, №. 8 – P. 852–866.
3. Hinton G.E., Srivastava N., Krizhevsky A., Sutskever I., Salakhutdinov R.R. Improving Neural Networks by Preventing Co-Adaptation of Feature Detectors // arXiv. – 2012. – P. 1207.0580.

МЕТОД ОПИСАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ДАТАСЕТА С ИНФОРМАЦИЕЙ О НАЕЗДЕ НА ПЕШЕХОДОВ

Цыганкова А.В.
НИ ТПУ, ИШИТР, 8К13, e-mail: avc99@tpu.ru

Введение

В практических задачах в большинстве случаев встречается совокупность наблюдений, по этой причине появляется задача компактного описания имеющихся данных. Описательная статистика или дескриптивная статистика занимается систематизацией и наглядным представлением в форме графиков или таблиц, а также их количественным описанием. Целью такой работы является подготовка больших данных к прогнозному анализу [1]. В данной статье представлены методы описательной статистики на примере датасета, содержащего информацию о дорожно-транспортных происшествиях с участием пешеходов в США, штат Мичиган, округ Уэйн во временном интервале с 2010 по 2018 года. Для создания описательной статистики использовались средства программы Microsoft Excel.

Основная часть

Исследуемый датасет содержит 6809 записей, в которых каждая строка содержит пятнадцать параметров. Необходимо составить общую сводную таблицу для наглядного представления о имеющихся данных.

Таблица 1

Общая сводная таблица исследуемого датасета

Атрибут	Имя	Формат	Размерность
Crash Year	Год ДТП	int	–
Crash Month	Месяц ДТП	char	–
Crash Day	День ДТП	int	–
Time of Day	Время ДТП	char	–
Day of Week	День недели	char	–
City or Township	Город	char	–
Crash: Intersection	Наличие перекрестка	char	–
Crash: Hit-and-run	Наезд и бегство	char	–
Lighting Conditions	Условия освещения	char	–
Weather Conditions (2016+)	Погодные условия (с 2016)	char	–
Speed Limit in Crash Site	Ограничение скорости	int	mph
Worst Injury in Crash	Степень тяжести травмы	char	–
Party Type	Виновник ДТП	char	–
Person Age	Возраст пострадавшего	int	–
Person Gender	Пол пострадавшего	char	–

Далее следует произвести удаление повторяющихся строк. В исследуемом датасете повторяющиеся строки не были найдены. На следующем шаге выполнено дезагрегирование данных по атрибутам и построено их табличное представление и графическое изображение. Для каждого параметра необходимо найти все значения, которые он принимает, если такое представляется возможным.

Для параметров год, месяц, день ДТП найдены максимальное, минимальное, среднее значения. По полученным результатам можно сделать предварительные выводы о том, что в зимние месяцы происходит увеличение числа аварий, что вероятнее всего связано с ухудшением погодных условий. В атрибуте день ДТП минимальное значение приходится на 31ое число, однако это число встречается только 7 раз в году, в отличие от других чисел месяца, что следует учесть при дальнейшем анализе. Параметр время ДТП содержит информацию в виде часового интервала, проанализировать данный атрибут посредством Microsoft Excel не представляется возможным. При составлении статистики столбца, содержащего информацию о дне недели ДТП, были получены дни с минимальным – воскресенье и максимальным – пятница количеством аварий, а также среднее значение. Можно предположить, что наименьший показатель связан с уменьшением автомобильного трафика в выходные дни, а

наибольший с усталостью и снижением внимания после трудовой недели, как со стороны водителей, так и пешеходов.

Следующий параметр предоставляет информацию о городе, в котором случилось ДТП. Выбрав уникальные значения, получаем сорок три населенных пункта округа Уэйн штата Мичиган. По количеству аварий лидирует Детройт, однако численность населения Детройта во много раз превосходит численность остальных городов. Более информативен показатель количества аварий на тысячу жителей населенного пункта, поэтому были найдены дополнительные данные о численности населения этих городов. Таким образом наибольший показатель количества аварий в городе Хайленд Парк – 8,88, а наименьший в Гросс Иль – 0,29. Также получено среднее значение – 2,03 аварии на тысячу жителей.

Атрибуты «Наличие перекрестка» и «Наезд и бегство» при обработке посредством программирования могут быть представлены в формате boolean так как содержат только по два значения. Получив количественные показатели по этим столбцам и посчитав процентное соотношение, имеем результат – аварий на перекрестках меньше на 13,1%, сбежавших водителей меньше на 26,3% от общего числа.

Параметр «Условия освещенности» принимает восемь возможных значений, среди которых встречаются: другое, ошибка, неизвестные данные. Так как таких строк менее 5% при дальнейшем анализе эти строки можно не учитывать. Если бы количество таких строк находилось в интервале от 5% до 50%, то следовало бы использовать наиболее встречающиеся значения или вариант «ближайших соседей». В случае если количество отсутствующих данных превышало бы 50%, то имеет смысл исключить такой атрибут из дальнейшего анализа. По количеству аварий лидирует «дневное освещение», на последнем месте «рассвет». Очевидно, что в дневное время автомобильный трафик наиболее высокий, что следует учесть при дальнейшем анализе.

Вслед за этим рассмотрим «Погодные условия». Этот параметр тоже содержит два значения, при которых данных о погоде нет: ошибка и неизвестные данные. Информацию о погоде начали учитывать с 2016 года, поэтому при использовании этого параметра имеет смысл разбить датасет на две части: до и после 2016 года. Наибольшее количество аварий в ясную погоду, наименьшее во время смога. Результат по наибольшему количеству также вполне очевиден ввиду большего автомобильного трафика.

Следующий атрибут принимает значения от 5 до 70 миль в час с шагом в 5 и несет информацию о скоростном режиме на участке дороги, на котором произошло ДТП. Больше всего аварий наблюдается при скоростном ограничении в 25 миль в час. Это может быть связано с психологическим фактором: на относительно небольшой скорости водители менее сосредоточены на дороге, что чаще приводит к авариям. Также это может быть связано с численностью населения, так как в крупных городах скоростной режим, как правило, ниже, чем малонаселённых городах.

Далее следует параметр, который стоит выбрать в качестве целевой функции – степень тяжести полученных травм. Чаще всего фиксируется факт возможных травм, а реже всего смертельный исход.

Параметр о виновнике ДТП принимает единственное значение: Motor vehicle driver (водитель автомобиля), поэтому не представляет интереса для рассмотрения.

На примере следующего атрибута рассмотрим применение графического изображения данных. На рисунке 1 видно, что с возраста 14-15 лет график начинает быстро расти, рост сохраняется до отметки в 19-20 лет, затем идет на убыль. Так как в данных утеряно 2470 значений, что составляет 36,3% от общего количества, для дальнейшего анализа необходимо выбрать вариант замены отсутствующих значений. Это может быть среднее значение, медиана или «ближайшие соседи».



Рис. 1. График зависимости количества ДТП от возраста пострадавшего

Последний параметр содержит информацию о половой принадлежности пострадавшего и имеет 1911 строк утерянных данных, которые следует заменить, используя вариант «ближайших соседей». Исходя из имеющихся данных мужчины на 18,6% чаще попадают в ДТП. Это можно объяснить психологическим фактором: мужчины чаще идут на риск, чем женщины.

Заключение

В ходе описательной статистики мы получили общее представление о имеющихся параметрах, выделили целевую функцию, нашли «пробелы» в данных, определили интересующие нас параметры, сделали предварительный выводы и предположения.

Список использованных источников

1. Описательный анализ данных. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.statmethods.ru/statistics-metody/opisatelnyj-analiz-dannykh> (дата обращения 12.02.2023).
2. Auto Pedestrian Crashes. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/syedasimalishah/auto-pedestrians-crashes> (дата обращения 2.10.2022)

ВЕРОЯТНОСТЬ СОБЫТИЯ КАК ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ ЧАСТОТЫ СОБЫТИЯ

Шеянова Е.Е.¹, Губин, Е.И.²

¹НИ ТПУ, ИШИТР, 8ПМ21, e-mail: fizerskat@gmail.com

²НИ ТПУ, ИШИТР, доцент ОИТ, e-mail: gubine@tpu.ru

Введение

В реальной жизни мы часто сталкиваемся с событиями, которые имеют случайный характер: например, подбрасывание монетки, статистические данные и т.д. Однако ошибочно полагать, что мы из этих данных можем напрямую рассчитать требуемую нам вероятность какого-то события. Скорее всего, имея данную выборку, мы можем рассчитать частоту события, а вероятность этого события требует дополнительных рассуждений и расчетов.

Для корректной оценки вероятности события необходимы ряд условий: 1) события должны быть равновероятные (равновозможные) и 2) число этих событий N (испытаний) достаточно велико ($N \gg 1$). Если сопоставить это с частотой события, то вероятность данного события определяется частотой события, но при достаточно большом количестве проведенных испытаний N , стремящихся к бесконечности. То есть, в реальных конечных исходных данных мы можем рассчитать частоту события, которая с какой-то степенью точности может показать вероятность исследуемого события, что в большей мере определяется количеством событий или другими словами, размером выборки N .

Описание алгоритма

В работе предложен алгоритм оценки частоты события с учетом возможности приближения к вероятности события с заданной точностью для n -модельных задач ($n = 2, 3, 6$). На практике данные модельные задачи можно представить, как подбрасывание монетки ($n=2$), трехгранной кости ($n=3$) и классической шестигранной кости ($n=6$). Естественно предположить, что все исследуемые процессы считаются равновероятными.

Пусть на каждом шаге n будет случайно (случайно) задаваться число x , от 1 до a , где a количество моделируемых задач. Тогда можно рассчитать частоту выпадения искомого значения.

Будем рассчитывать частоту на каждом шаге, принимая во внимание, что n при этом накапливается, используя следующее уравнение:

$$v_i = \frac{x}{n}, x = \underline{1: a}, i = \underline{1: n} \quad (1)$$

Рассчитаем значения N , при которых достигается заданная точность y :

$$\frac{1}{a}y \leq N_j \leq \frac{1}{a}(2 - y) \quad (2)$$

Для определения устойчивости процесса будем считать следующим образом: если в N найдется хотя бы десять последовательных искомым значений с заданной точностью от вероятности, которую мы ищем, то можно принять этот процесс законченным, то есть если $K = 10$.

$$K = \sum_j^i N_{i+1} - N_i \quad (3)$$

На рисунке 1 для примера показана частота выпадения x для каждого шага n при следующих значениях параметров:

$a = 2$, («монетка»), $x = 1$, $y = 0.95$, $n = 1000$.

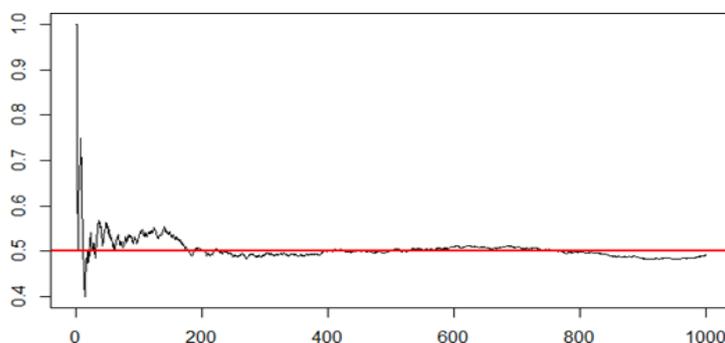


Рис. 1. Частота выпадения x для каждого шага n при заданных параметрах

Качественно похожая картина была получена и для двух других событий: трехгранной кости ($n=3$) и классической шестигранной кости ($n=6$).

Основные результаты для трех случайных событий приведены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика выпадения количества событий для разных вероятностей

Событие	Точность 95%	Точность 99%
1-«монетка»	152	312
2-«трехгранная кость»	250	340
3- «шестигранная кость»	283	430

Заключение

Была проведена исследовательская работа, в которой построен алгоритм численного расчета вероятности события для трех модельных случаев, реализованных с использованием языка программирования «R». Как видно из приведённых результатов: чем событие более сложное (многофакторное), тем необходимое количество испытаний для заданной точности стремления частоты события к его вероятности возрастает. Аналогичная картина наблюдается и в случае увеличения точности при стремлении частоты события к его вероятности: а именно, количество испытаний практически удваивается.

Список использованных источников

1. Корн Г.А. Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения, теоремы, формулы. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1973. – 831 с.
2. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1969. – 400 с.
3. Шипунов А.Б., Балдин Е.М., Волкова П.А. и др.: Наглядная статистика. Используем R! М.: ДМК Пресс, 2012. — 297 с.

CREDIT RISK ASSESSMENT USING MACHINE LEARNING BASED ON PYTHON

Jiang Daqing¹, Губин Е.И.²

1 НИ ТПУ, ИШИТР, зр. 8ПМ2И, e-mail: dacin1@tpu.ru

2 НИ ТПУ, ИШИТР, ОИТ, доцент, e-mail: gubine@tpu.ru

Introduction

Credit risk assessment is estimating the probability of loss resulting from a borrower's failure to repay a loan or debt, it's very important and full of challenging. Minimizing the risk of default is a major concern for financial institutions. For this reason, commercial and investment banks, venture capital funds, asset management companies and insurance firms, to name a few, are increasingly relying on technology to predict which clients are more prone to stop honoring their debts. Machine Learning models have been helping these companies to improve the accuracy of their credit risk analysis, providing a scientific method to identify potential debtors in advance. In this paper, we introduce steps of create a credit risk model by using Machine Learning based on Python, contains the method of data preparation and the method of create model [1].

Data preparation

The dataset is derived from information on bank loan customers and contains 24 features with 3,000 records. First of all data cleaning, the quality of data cleaning has a direct impact on the accuracy of our results. In general, we need to deal with the following issues: missing values, outliers, duplicate values and multicollinearity. I recommend using python with Pandas, Numpy in this process.

Before setting up the machine learning algorithms, we still need to perform some preprocessing. Considering that most Machine Learning algorithms work better with numerical inputs, we'll preprocess our data using Scikit Learn's `LabelEncoder` for the binary variables and `Pandas' get_dummies` for the other categorical variables.

Before setting up the machine learning algorithms, we need to perform some preprocessing. Considering that most Machine Learning algorithms work better with numerical inputs, we'll preprocess our data using Scikit Learn's `LabelEncoder` for the binary variables and `pandas' get_dummies` for the other categorical variables. Final, we need to split the data into training (70 %) and test (30 %) sets [2].

Machine Learning Model

Logistic regression is a variation of ordinary regression which is used when the dependent variable is a binary variable and the independent variables are continuous, categorical, or both. Unlike ordinary linear regression, logistic regression does not assume that the relationship between the independent variables and the dependent variable is a linear one. Nor does it assume that the dependent variable or the error terms are distributed normally.

The form of the model is

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

where p is the probability that $Y=1$ and X_1, X_2, \dots, X_k are the independent variables (predictors). $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ are known as the regression coefficients, which have to be estimated from the data. Logistic regression estimates the probability of a certain event occurring.

Logistic regression, thus, forms a predictor variable ($\log(p/(1-p))$) which is a linear combination of the explanatory variables. The values of this predictor variable are then transformed into probabilities by a logistic function. This has been widely used in credit scoring applications due to its simplicity and explainability. Our assessment of risk is formally a binary classification problem, so we use logistic regression for modelling, and here we use Scikit-learn in Python, currently the most popular machine learning library.

In this model, each feature is given a different weight and we chose eight main features as input variables and trained the model [3].

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Age	-0.0434	0.004	-10.180	0.000	-0.052	-0.035
EC_card_holders	-0.9689	0.094	-10.269	0.000	-1.154	-0.784
Telephone	-0.8082	0.107	-7.573	0.000	-1.017	-0.599
Num_of_running_loans	0.2289	0.038	5.988	0.000	0.154	0.304
Num_Mybank_Loans	-0.2273	0.047	-4.848	0.000	-0.319	-0.135
Time_at_Job	-0.0012	0.000	-2.932	0.003	-0.002	-0.000
Num_in_Household	-0.6509	0.092	-7.041	0.000	-0.832	-0.470
Num_of_Children	0.6752	0.115	5.878	0.000	0.450	0.900
const	4.1578	0.267	15.568	0.000	3.634	4.681

Fig. 1. Generalized Linear Model Regression Results

After training model and tuning parameters, we could get a classification report of our model. As you can see, we have achieved a maximum accuracy of 72 % on test data in Figure 2.

```

Test - classification report:
              precision    recall  f1-score   support

     0         0.61      0.71      0.66       407
     1         0.72      0.63      0.67       493

 accuracy          0.67          900
 macro avg         0.67          900
 weighted avg      0.67          900

```

Fig. 2. Test - classification report

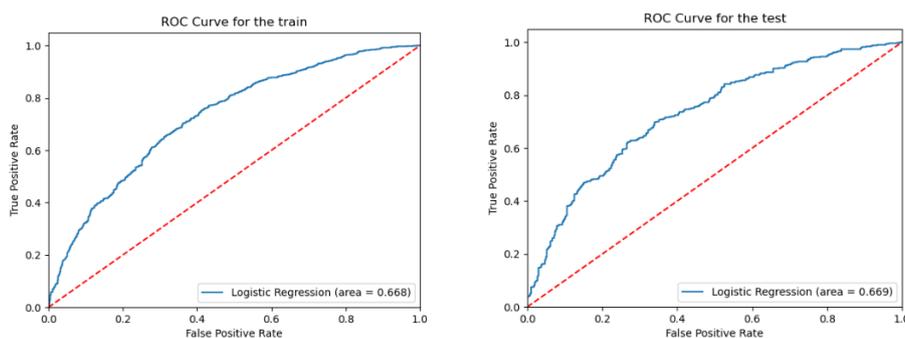


Fig. 3. Receiver operating characteristic curve

We can see that the closer the receiver operating characteristic (ROC) curve is to the top left corner in Figure 3, the more accurate the test is overall. Therefore, the receiver operating characteristic curve for the training data shows that it has 66.8 % accuracy, and for the test, data has 66.9 % accuracy. This result is quite well!

Conclusion

The main objective in this paper was to build credit risk model that would be able to identify potential defaulters and therefore reduce company loss.

References

1. Li Ke, Gubin E.I. Assessment of credit risk by using big data tools // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (21-25 марта 2022 г), г. Томск– Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – С. 224-225.
2. E.I. Gubin, T. Phana, The most important variables for credit risk model // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 22–26 марта 2021 г.) г. Томск – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. – С. 349-351.
3. Губин Е. И. Методология подготовки больших данных для прогнозного анализа / Е. И. Губин // Современные технологии, экономика и образование: сборник трудов Всероссийской научно-методической конференции, г. Томск, 27-29 декабря 2019 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2019. — С. 27-29.

Секция 5. Мехатроника и робототехника

СОЗДАНИЕ НАБОРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И РОБОТОТЕХНИКЕ

Горбунов Я.С.¹, Семенов М.А.², Шломов Е.М.³

¹МБНОУ «Городской классический лицей» г. Кемерово, *лицеист*

²МБНОУ «Городской классический лицей» г. Кемерово, e-mail: semenov_ma@gkl-kemerovo.ru

³МБНОУ «Городской классический лицей» г. Кемерово

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена ростом популярности таких областей науки, как робототехника и машинное зрение. В школах эти темы либо освещаются на крайне низком уровне, либо не затрагиваются вовсе. Мы решили, что в 2023-м году российский научный рынок нуждается в развитии и популяризации данных направлений.

Целью проекта стало создание обучающего набора, позволяющего людям изучить как основы робототехники, так и узконаправленные профессиональные инструменты. Для достижения указанной цели мы поставили перед собой следующие задачи:

- провести анализ рынка подобных наборов;
- изучить литературу, связанную с темой работы;
- собрать опытный образец;
- провести испытания опытного образца;
- внести корректировки в опытный образец;
- написать инструкцию.

Основная часть работы

Наборы, продаваемые на рынке иностранными и российскими компаниями для изучения робототехники, представляют собой готовых роботов, преимущественно на базе Raspberry Pi, реже — Nvidia Jetson Nano или Arduino Uno. В качестве датчиков чаще всего выступают примитивные датчики или системы LiDAR. Некоторые роботы оснащены манипуляторами с несколькими степенями свободы. При этом данные наборы не подразумевают возможность сборки чего-то отличного от изначальной задумки производителя, а их стоимость начинается от 100 тыс. рублей и может значительно превышать сумму в 300 тыс. рублей, фрагмент прайс-листа размещен на рисунке 1.

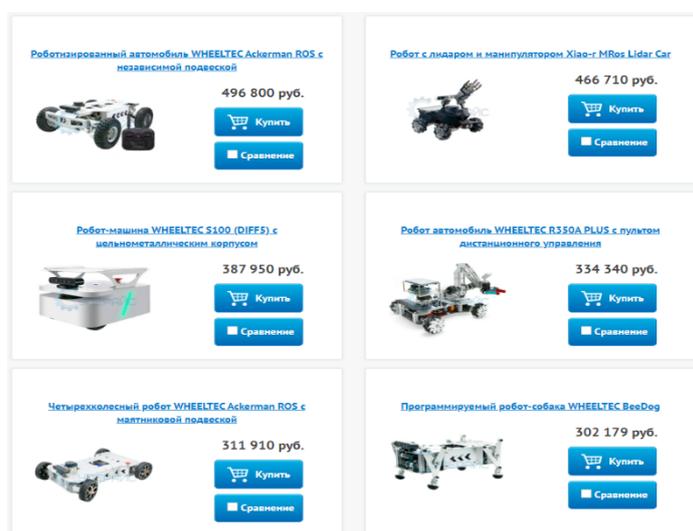


Рис. 1. Прайс-лист наборов на одной из торговых площадок

В ходе изучения форумов и литературы [1-6], связанных с темой работы были подготовлены материалы для написания инструкции, а также установлены потребности и трудности начинающих разработчиков и инженеров.

В основу идеи легла модульность: прототип совместим с самым распространенным конструктором Lego, благодаря чему пользователь может собирать множество собственных проектов.

В программе «Fusion 360» были спроектированы несколько версий манипулятора, крепления моторов, камеры и компьютера к корпусу. Благодаря симулятору Gazebo был выявлен ряд недочетов, связанных с подвижностью, которые уже устранены.

За счёт разнообразных средств разработки и программ (ROS, MoveIt, Nvidia JetPack SDK и др.) реализована связь между основным компьютером и периферийными устройствами: Arduino Uno, Arduino Nano, Zed 2. С помощью микроконтроллеров Arduino осуществляется управление приводами робота. Благодаря стереокамере Zed 2 система ориентируется в пространстве. Помимо этого, данная камера может строить облака точек, карты глубин и вычислить расстояние до определенного объекта. На рисунке 2 продемонстрировано восприятие роботом окружающего пространства. Также робот оснащён IMU (гироскоп, акселерометр и магнитометр), барометром и несколькими термометрами, что позволяет повысить точность измерений и рассчитать положение в пространстве.

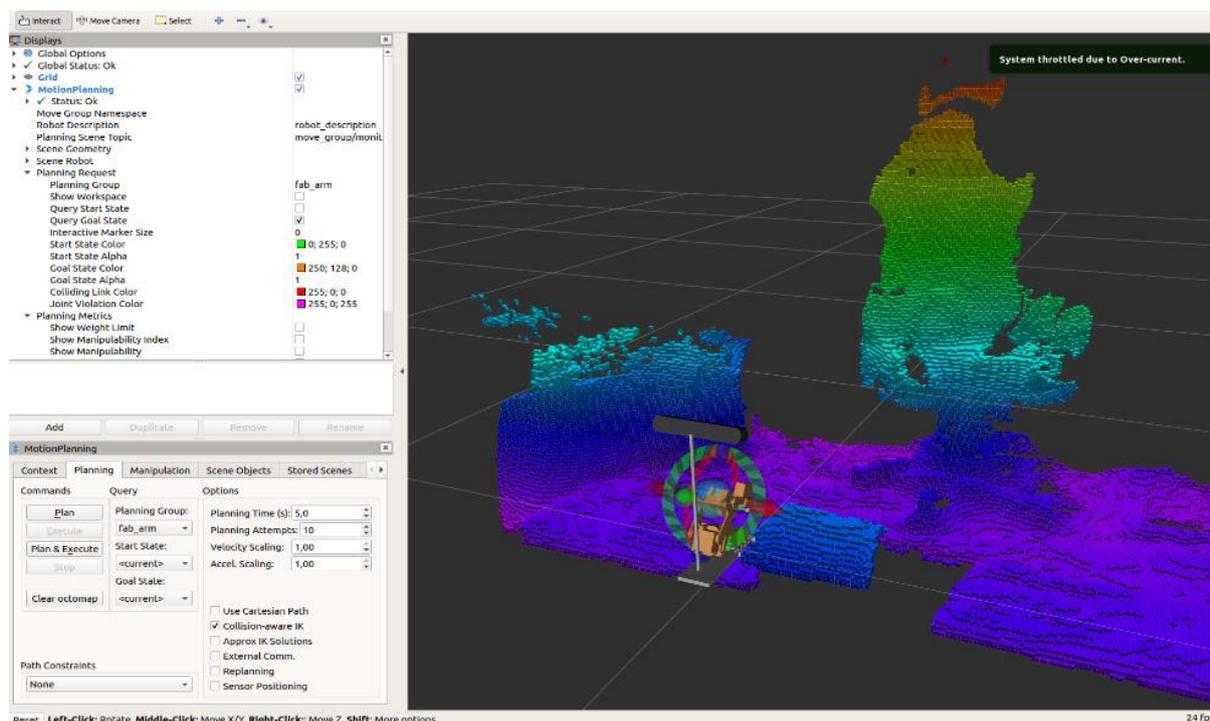


Рис. 2. Программа RViz визуализирует работу MoveIt и окружающую среду

В репозитории GitHub размещена инструкция, QR-код на которую находится на рисунке 3. На момент написания тезисов завершена работа над главами, описывающими первоначальную настройку системы, основные разъёмы, принципы управления системой и простые способы обучения нейронных сетей.



Рис. 3. QR-код

Заключение

Итогом работы стал прототип набора для изучения машинного зрения и робототехники. С помощью нашего продукта мы планируем повышать уровень технического образования в школах по всей стране. В дальнейшем планируется переход на отечественные компоненты, чтобы не зависеть от зарубежных поставщиков и развивать производство полупроводников в России. На данный момент сделать

это непросто, из-за зависимости системы от определённых технологий, которых нет в отечественных разработках.

Потенциальными заказчиками могут быть как общеобразовательные организации и специализированные центры дополнительного образования по робототехнике, так и физические лица. Благодаря подробной инструкции, каждый этап которой подробно расписан, пользователь любого уровня, имеющий базовые навыки в программировании, сможет погрузиться в профессиональные среды разработки.

Список используемых источников

1. Nvidia DLI, Jetson AI Fundamentals course [Электронный ресурс]. – URL: https://developer.nvidia.com/embedded/learn/jetson-ai-certification-programs#course_outline (дата обращения: 05.09.2022).
2. ArXiv, Deep Residual Learning for Image Recognition [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf> (дата обращения: 18.9.2022).
3. Nvidia Developer Community [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.nvidia.com/embedded/community/> (дата обращения: 12.10.2022).
4. Международный студенческий научный вестник, Виды и применение манипуляторов промышленных роботов – 2015г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11996> (дата обращения: 20.12.2022).
5. JetsonHacks, NVIDIA Jetsons on Battery Power [Электронный ресурс]. – URL: <https://jetsonhacks.com/2021/07/16/nvidia-jetsons-on-battery-power/> (дата обращения: 20.10.2022).
6. JetsonHacks, Jetson Nano – Using I2C [Электронный ресурс]. – URL: <https://jetsonhacks.com/2019/07/22/jetson-nano-using-i2c/> (дата обращения: 19.10.2022).

PLATFORM FOR POWER GENERATION FROM FOOTSTEP PEOPLE

Peter A.A.¹, Mamonova T.E.², Kiseliev A.V.³

¹ TPU, SCSR, gr. 8E02, e-mail: paa13@tpu.ru

² TPU, SCSR, Associate Professor., e-mail: stepte@tpu.ru

³ TPU, SCSR, Associate Professor., e-mail: kiselevav@tpu.ru

Introduction

With a growing population and increasing demand for energy, energy issues are becoming a global concern. As a result, there is a growing global movement toward more sustainable and renewable energy sources. However, many countries are struggling to adopt these resources and develop clear plans for sustainable energy production. Egypt is one such country facing energy challenges due to its growing population and lack of clear plans for renewable energy production. The country also faces problems with the quality of the indoor environment, especially in public buildings. However, a potential solution to these challenges is the "Power Generation Platform with Foot-Powered Energy Utilization". This innovative technology uses piezoelectric materials to harness the mechanical stress caused by foot movements to generate electricity. The power generated can be used to power small electronic devices and sensors in various locations, including urban areas, transportation, and industrial facilities. By implementing this technology, Egypt could address energy issues and improve the quality of indoor environments in public facilities at the same time.

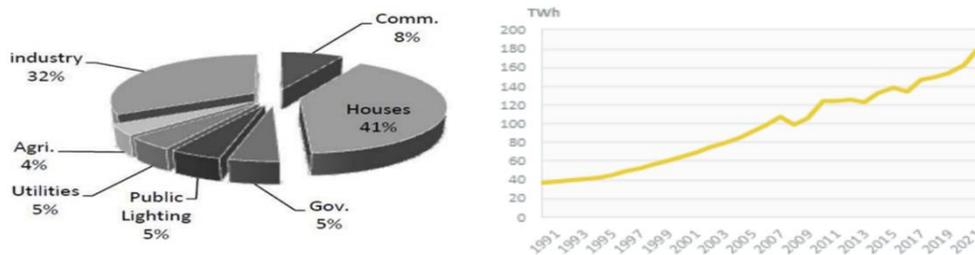


Fig. 1. Percentage of energy consumption of each sector and breakdown of electricity consumption by sector in Egypt (2021%)

Population of Egypt

The platform for power generation from foot-powered energy was chosen as a project of high interest due to the growing population in many countries, including Egypt. As the population grows, so does the demand for energy, making it increasingly important to find sustainable and renewable sources of energy. There are also plans to build new electric railroad stations in the future, which will require large amounts of energy. This platform can be installed in such stations and in busy areas to generate electricity from the feet up. This technology has the potential to reduce the demand for traditional energy sources and address energy issues in a sustainable manner. Furthermore, the technology can be implemented in public buildings in Egypt to generate electricity and simultaneously improve the quality of the indoor environment of buildings [1].



Fig. 2. Population of Egypt

Egypt's high-speed electric train route to include 15 stations

The trains will depart from Ain Sokhna and pass through the new administrative city, south of New Cairo until October 6, from there to Alamein, and then to Burj Al Arab, Alexandria, and Hammam. According to sources in the Ministry of Transportation, the construction sequence of the project has been revised [2]. According to the original plan, the project was to be built in three phases: Ain Sokhna - New Administrative City, New Administrative City - October 6, and October 6 - Alamein New City. The route on the map is as follows (Figure 3).



Fig. 3. The map route shows the names of the stations that has been settled upon

Platform for power generation form footstep

Based on my research, I considered the rapid increase in the number of buildings with high human occupancy and the mass application of platforms for power generation.

Main Idea: Piezoelectric flooring materials have been proposed as one of the solutions for power generation by foot energy [3]. This type of flooring material contains piezoelectric material, which can convert the mechanical stress caused by footsteps into electrical energy. When a person walks on the floor, the pressure generates an electric charge in the piezoelectric material. This charge can power small electronic devices and sensors or be stored in a battery for later use. Piezoelectric floors are a promising solution because they can be easily integrated into existing infrastructure without major changes. This makes it a cost-effective and scalable solution for energy harvesting. The use of piezoelectric flooring in high-traffic areas such as train stations, airports, and shopping malls have the potential to generate large amounts of electricity and reduce reliance on traditional energy sources.

Research Question: Can it be used as a sustainable and renewable energy resource in Egypt's most populated and public spaces!

The purpose of this research is to find new and suitable energy sources that are sustainable and renewable, using human power to help conserve energy. The idea is to use vital energy to generate energy in all public places. I have developed a platform that consists of the following (Figure 4).

Model platform for generation power form footstep

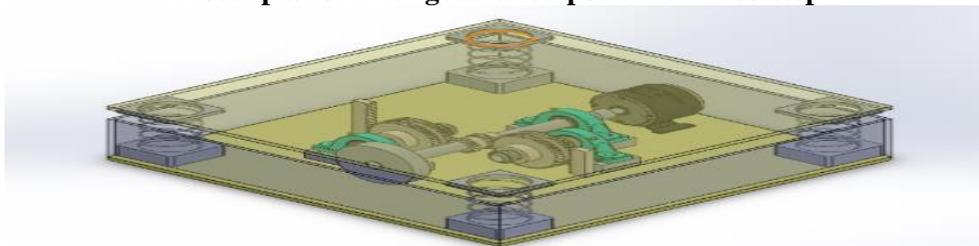


Fig. 4. 3D-model in solid works

Conclusion

Power generation platforms based on piezoelectric floor-based foot-operated energy are a promising solution to the energy challenges faced by many countries, including Egypt. As energy demand continues to increase with population growth, finding sustainable and renewable sources of energy is becoming increasingly important. With piezoelectric flooring, electricity can be generated underfoot without major changes to existing infrastructure, even in busy areas such as train stations and airports [4].

References

1. The Egyptian ministry of electricity and energy website, Annual reports. USD: <http://www.moe.gov.eg>
2. High speed train in capital route to include 15 stations USD: egyptindependent.com/high-speed-new-administrative-capital-train-route-to-include-15-stations
3. Future of Electricity for generation WEF (world economic forum), "Future of Electricity" Report, January 2015, p.234
4. Feasibility study of embedded piezoelectric generator system on a highway for street lights electrification: https://www.researchgate.net/publication/328754576_Feasibility_study_of_embedded_piezoelectric_generator_system_on_a_highway_for_street_lights_electrification

РАЗРАБОТКА ТРОССОВОЙ СИСТЕМЫ КИСТЕВОГО ЭКЗОСКЕЛЕТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННОЙ ФУНКЦИИ КОНЕЧНОСТИ

Борзенко. Е.И.¹, Жданов Д.С.², Макаров Р.Е.³, Утукин. В.М.⁴

¹Томский государственный университет, с.н.с.

²Томский государственный университет, зав. лаб.

³Томский государственный университет, м.н.с. e-mail: makarov.roman.evg@stud.tsu.ru

⁴Томский государственный университет, лаборант

Введение

Одной из причин утраты и нарушение функциональности конечностей человека являются инсульты. Ежегодно наблюдается рост числа людей с инвалидностью вследствие перенесенного инсульта. В настоящее время в мире ведутся разработки реабилитационных экзоскелетов для восстановления двигательных функций кисти человека или смягчения последствий [1-5], которые состоят из системы приведения в движения фаланг пальцев, исполнительных устройств и датчиков обратной связи. При этом к подобным устройствам выдвигаются множество требований, связанных со спецификой их работы.

Целью настоящего исследования является разработка макета роботизированного комплекса для восстановления утраченной функции кисти человека, после перенесенных мозговых катастроф. За основу устройства выбрана мягкая конструкция экзоскелета (перчатка) с тросовой системой приведения на двигателях постоянного тока.

Описание устройства

На рисунке 1, показана функция сгибания пальца, которая осуществляется путем натягивания тросов, закрепленных под фалангами, а разгибания – путем натягивания троса над фалангами. Данная конструкция позволяет осуществлять большой набор движений и не стеснять их, обеспечивая естественную кинематику. В качестве исполнительных устройств используются двигатели постоянного тока (GA25Y310), закрепленные на предплечье, и соединенных с перчаткой посредством тросиков Бодуена. В качестве управляющего устройства выступает микроконтроллер STM32, подающий сигналы на мостовые драйвера двигателей, при этом он так же оцифровывает показания датчиков потребляемого тока. Общее управление экзоскелетом кисти осуществляется с помощью персонального компьютера. Тактильные датчики осуществляют контроль силы сжатия, необходимую для удержания объекта. Датчики позиционирования позволяют контролировать положение фаланг.

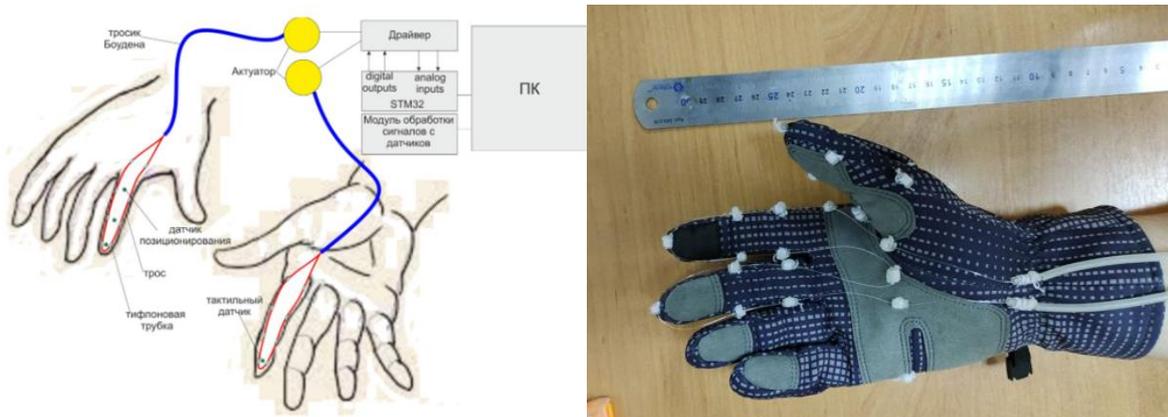


Рис. 1. Принципиальная схема и макет устройства

Тестирование

В качестве данных, по которым проводится контроль усилия сжатия, является ток, потребляемый двигателем. Последний подключен к источнику питания с помощью мостовой схемы, которая позволяет менять направление вращения. Скорость вращения регулируется изменением скважности ШИМ-сигнала. По величине тока можно судить о силе сжатия или нарушении подвижности в суставах пациента. Для тестирования устройства была проведена серия экспериментов, в которых к дистальной фаланге закреплялся груз. Движение пальца осуществлялось подачей сигнала на двигатель до полного

сгибания или остановки в следствии нехватки мощности. Результаты измерений представлены на рисунке 2. Шум сигнала связан с дребезгом контактов на щетках двигателя.

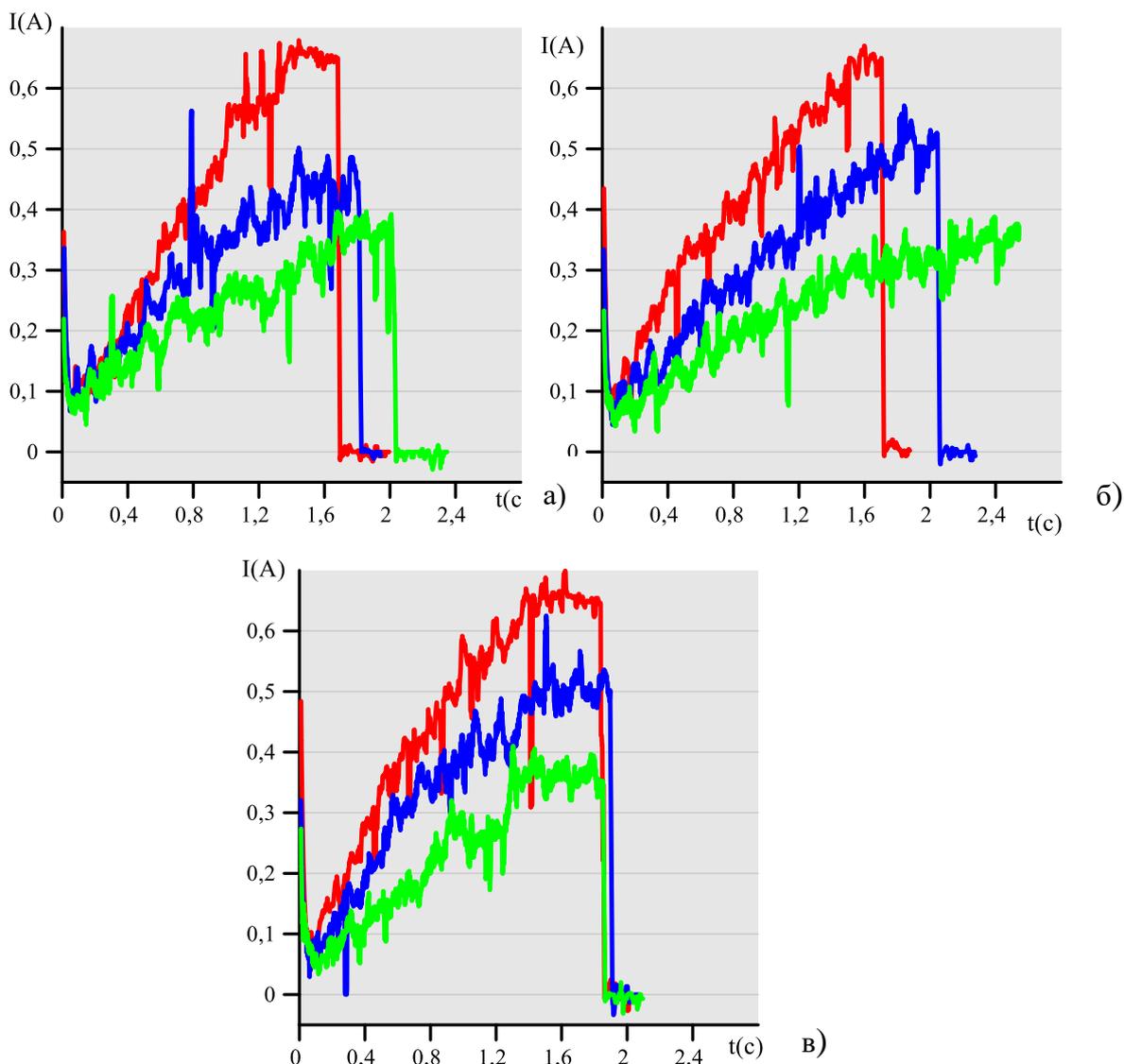


Рис. 2. Зависимость потребляемого тока от времени при нагрузке: 250 г. (а), 500 г. (б), 1000 г. (в); зеленая – скважность ШИМ 60%; синяя – скважность ШИМ 80%; красная – скважность ШИМ 100%

Видно, что с ростом скважности растет потребляемая мощность. Скачек сигнала в начальный момент времени связан с натяжением тросов и преодолением сил трения покоя во всех подвижных элементах системы. Однако изменения величины груза практически не влияет на значение тока, при этом растет время необходимое на полное сгибание пальца. В случае нагрузки величиной 1000г. мощности двигателей не хватает для полного сгибания.

Заключение

В результате проделанной работы, был создан макет кистевого экзоскелета позволяющий производить сгибающие движения пальцами. Измерена характерная зависимость количества потребляемого тока от прикладываемой нагрузки.

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № FSWM-2022-0008.

Список использованных источников

1. Yurkewich A., Kozak I.J., Hebert D., Wang R.H., Mihailidis A. Hand Extension Robot Orthosis (HERO) Grip Glove: Enabling Independence amongst Persons with Severe Hand Impairments after Stroke // *J. NeuroEng. Rehabil.* – 2020. – Vol. 17, № 33.
2. Connelly L., Jia Y., Toro M.L., Stoykov M.E., Kenyon R.V., Kamper D.G. A Pneumatic Glove and Immersive Virtual Reality Environment for Hand Rehabilitative Training after Stroke // *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* – 2010. – Vol. 18. – P. 551–559.
3. Thielbar, K.O., Triandafilou K.M., Fischer H.C., O’Toole J.M., Corrigan M.L., Ochoa J.M., Stoykov M.E., Kamper D.G. Benefits of Using a Voice and EMG-Driven Actuated Glove to Support Occupational Therapy for Stroke Survivors // *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* – 2017. – Vol. 25. – P. 297–306.
4. Yurkewich A., Kozak I.J., Ivanovic A., Rossos D., Wang R.H., Hebert D., Mihailidis A. Myoelectric Untethered Robotic Glove Enhances Hand Function and Performance on Daily Living Tasks after Stroke // *J. Rehabil. Assist. Technol. Eng.* – 2020. – Vol. 7, 2055668320964050.
5. CyberGrasp—CyberGlove Systems LLC. Available online: <http://www.cyberglovesystems.com/cybergrasp> (accessed on 21 April 2022).

НЕЙРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Дружинин Н.С.¹, Беляев А.С.²

¹ТПУ, ИШИТР, гр.8Е02, e-mail: nsd11@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: asb22@tpu.ru

Введение

Одной из основополагающих задач, встающих перед инженером-исследователем, является создание математической модели изучаемого объекта, полностью описывающей как внутренние процессы системы, так и внешние воздействия окружающей среды. Её наличие позволяет выполнять прогнозирование поведения реального объекта, что позволяет избежать как временные затраты, так и материальные. Однако решение данной задачи с помощью законов физики не только обладает высокой сложностью выполнения, но и влечёт за собой определенную степень идеализации, поскольку в реальном мире сложно учесть всевозможные факторы, способные воздействовать на систему. Реализация модели на основе алгоритмов искусственного интеллекта, обучающая выборка которого является данными, снятыми в процессе реальных экспериментов с различных датчиков, описывающих состояния и процессы объекта, охватывает большой спектр возможных воздействий системы.

Одним из примеров подобного рода систем являются колёсные мобильные роботы outdoor типа, функционирующие в естественных условиях, базовой задачей которых является задача навигации, где основной проблемой выступают сложно прогнозируемые свойства окружающей среды, поскольку данный вид роботов должен преодолевать такие поверхности как грязь, снег, песок, лёд и т.д., термомеханические характеристики которых непостоянны. Одним из ключевых факторов, осложняющих навигацию, и вследствие чего управление, при движении по неоднородной поверхности, является проскальзывание колёс. В свою очередь проскальзывание – это частичная или полная потеря тяги транспортного средства. А в том случае если, движители находятся на разных типах поверхностей, произойдет эффект взаимовлияния нескольких участков разных поверхностей на поведение мобильного робота. Описанный фактор значительно усложняет задачу определения поведения мобильного робота в естественных условиях. При этом данные физические явления оказывают влияние не только на выходное положение и ориентацию робота в пространстве [1], но и на внутренние переменные, такие как ток двигателя, значение которого является важным при разработке алгоритмов энергоэффективного движения.

Описание модели на примере Robotino V3

В качестве исследуемого объекта был использован мобильный робот Festo Robotino, оснащенного 3-мя голономными колесами типа Omni. Для создания эффекта неопределенного (непрогнозируемого) влияния внешней среды на робота, в ходе исследования он перемещается по 3-м подстилающим поверхностям, которые отличаются по коэффициенту трения качения и характеру влияния поверхности на движение робота [2]. Поскольку в ходе экспериментов действительная скорость робота будет не совпадать с заданной скоростью и скоростью вращения колес, вследствие появления эффектов проскальзывания колеса [3], то для определения действительной скорости используется камера. Для создания модели рассматриваемой системы в процессе исследования, была собрана обучающая выборка на 54600 данных – содержащих уставные скорости, показания энкодеров, силы токов двигателей и реальную скорость движения робота. Стоит отметить, что каждый эксперимент изначально отличался направлением заданного вектора скорости движения робота и типом поверхности.

Нейросетевая модель робота состоит из ансамбля (21) полносвязных нейронных сетей. Параметры каждой сети различаются из-за максимизации качества прогнозирования на каждом из этапов, однако каждая нейронная сеть имеет 3 слоя с функцией активации “Selu”, кроме последнего (используется 1 нейрон без функции активации). На вход в ансамбль подаются заданные скорости по “x”, “y”, угловая скорость поворота, а также тип подстилающей поверхности. Внутри ансамбля поочередно прогнозируются показания энкодеров, силы токов каждого из двигателей – 9 нейронных сетей (для каждой из поверхностей по 3) – и эффективная скорость движения робота (также 9 сетей). На рисунке 1 представлен алгоритм работы ансамбля нейронных сетей, представляющих собой модель мобильного робототехнического комплекса. Вся модель оценивается по сравнению её выходных параметров с реальными данными.

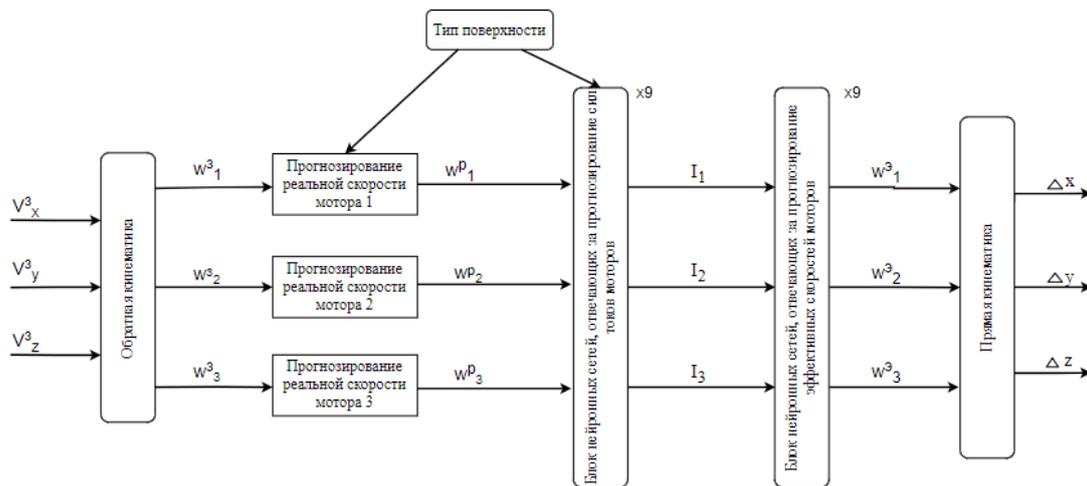


Рис. 1. “Нейрофизическая” модель мобильного робота,

где V_x^3, V_y^3, V_z^3 – заданные проекции заданных скоростей в локальной системе координат; w_1^3, w_2^3, w_3^3 – заданные угловые скорости моторов; w_1^p, w_2^p, w_3^p – реальные угловые скорости моторов; I_1, I_2, I_3 – потребляемые силы токов моторов; s_1, s_2, s_3 – коэффициент проскальзывания колёс

После обучения данной модели, точность на тестовой выборке по выходным переменным составила 91 %.

Результаты спроектированной модели робота:

Для оценки качества работы модели была сформирована апробационная выборка, снятая отдельно – 150 снятий данных (движение по кругу (длина = 2,86 м) и квадрату (длина = 2,87 м) с переходом между двумя поверхностями, наиболее токозатратными) –. Данный этап необходим, поскольку ранее составленная обучающая выборка не описывает абсолютно все возможные состояния системы, также во время прохождения траектории ставится акцент на отдельно взятые динамические состояния, а значит идет проверка, с какой точностью модель аппроксимировала функцию реальной скорости.

Полученные в рамках данной проверки траектория движения робота (красная) и спрогнозированная по модели (синяя) представлены на рисунке 2. Стоит отметить, что относительная ошибка на траектории «круг» составила 16 и 29 %, по осям X и Y глобальной системы координат соответственно. А по траектории «квадрат» относительная ошибка составила 9 и 17 %, также по осям X и Y глобальной системы координат соответственно. На рисунке 2 представлена спрогнозированная и реальная траектория движения робота по квадрату.

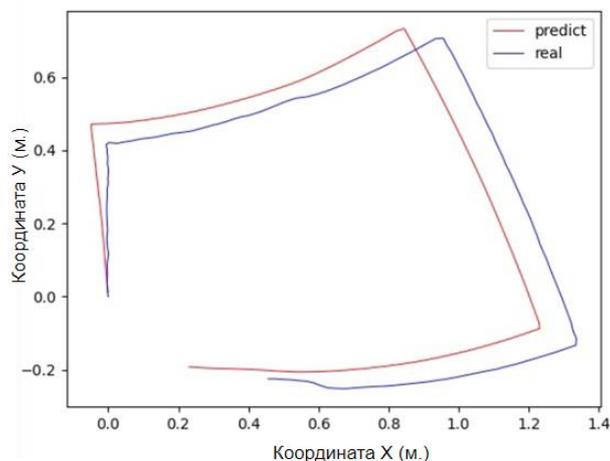


Рис. 2. Действительная траектория движения робота и полученная по нейросетевой модели

Заключение

Полученные результаты прогнозирования передвижения мобильного робота по разным типам поверхностей обеспечивают достаточную точность соизмеримую с размерами робототехнической

платформы. Однако имеется возможность улучшения точности модели путём более точного рассмотрения процесса перехода между поверхностями (рассмотрение каждого колеса по отдельности), данное решение позволит минимизировать накопление ошибки с течением времени. Предлагаемая модель робота имеет большой плюс в использовании – для занесения новых поверхностей не требуется переобучать абсолютно всю модель, достаточно обучить новую нейронную сеть и добавить её в модель. Также данная методика имеет перспективу использования для роботов, функционирующих в экстремальных условиях, поскольку при выходе из строя одного из датчиков, внутренняя одометрия перестанет исправно функционировать, что в свою очередь никак не коррелирует с работой модели, ведь все закономерности получены в период обучения, и на вход подаётся только уставные скорости.

Список использованных источников

1. Belyaev A.S., Brylev O.A., Ivanov E.A. Slip Detection and Compensation System for Mobile Robot in Heterogeneous Environment // IFAC-PapersOnLine. – 2021. – Vol. 54, Issue 13 – P. 339-344.
2. Andrakhanov A., Belyaev A. Navigation learning system for mobile robot in heterogeneous environment: Inductive modeling approach // Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017. – Vol. 1. – P. 543–548.
3. Cursi F., Bai W., Li W., Yeatman E.M., Kormushev P. Augmented Neural Network for Full Robot Kinematic Modelling in SE(3) // IEEE Robotics and Automation Letters. – 2022. – Vol. 7, № 3 – P. 7140-7147.
4. Gu Fang and Dissanayake M.W.M.G. Neural networks for modelling robot forward dynamics // Proceedings of IC-NN'95 - International Conference on Neural Networks. – 1995. – Vol. 5 – P. 2715-2719.

РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО МОТОЦИКЛА

Акилбаева А.Б.¹, Леонов С.В.²

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, 8Е92, e-mail: aba19@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, ОАР, доцент, e-mail: leonov@tpu.ru

Введение

В настоящее время в мире актуальна проблема автомобильных пробок. Так, согласно данным компании «TomTom» от 2021 года [1], в Москве люди за год теряли до 140 часов, проводя время в пробках. С подобной проблемой также столкнулись жители Санкт-Петербурга (115 часов), Новосибирска (110 часов), Екатеринбурга (98 часов) и даже Томска (73 часа). В связи с этим за последние пять лет популярность мотоциклов в России выросла на 34 % [2], что привело к увеличению числа аварий с участием мотоциклистов, в том числе со смертельным исходом [3]. Причинами аварий являются неаккуратное вождение и вождение в нетрезвом виде. Для решения данной проблемы можно воспользоваться технологиями робототехники: разработать роботизированный мотоцикл для более безопасного передвижения по дорогам. В данной работе проводится расчет электродвигателя для разрабатываемого устройства.

Выбор типа электродвигателя

Существуют различные виды электродвигателей, которые могут быть использованы в мотоциклах. Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками. Так, мотор-колеса обладают высокой надежностью и способствуют бесшумному передвижению, но обладают высокой неподдресоренной массой, а также имеют проблемы с охлаждением. Использование синхронных двигателей осложнено их высокой стоимостью, сложностью пуска и необходимостью наличия возбудителя постоянного тока. Таким образом, оптимальным с точки зрения стоимости, простоты конструкции и коэффициента полезного действия, является применение асинхронного двигателя.

Расчет конфигурации электродвигателя

Одним из ближайших аналогов среди электрических мотоциклов отечественного производства является ИЖ-Пульсар, оснащенный двигателем со следующими основными параметрами (таблица 1).

Таблица 1

Основные параметры двигателя мотоцикла ИЖ-Пульсар

Наружный диаметр корпуса, мм	Длина корпуса, мм	Напряжение на обмотке, В	Номинальный момент нагрузки, Н*м	Номинальная частота вращения, об/мин	Номинальный ток, А	Пусковой момент, Н*м
206	170	48	30	4500	3	16

На основании параметров, приведенных в таблице 1, был произведен расчет конфигурации электродвигателя по методике, описанной в книгах Лифанова В.А. [4] и Копылова И.П. [5].

Внешний вид конфигурации двигателя, собранный в программе ANSYS MotorCAD, представлен на рисунке 1.

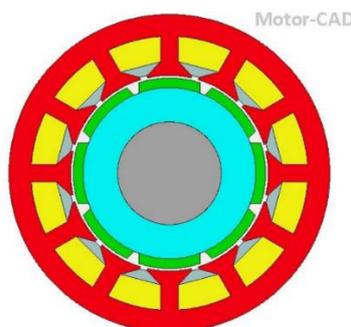


Рис. 1. Конфигурация двигателя в ANSYS MotorCAD

Для проверки соответствия двигателя заданным параметрам был произведен магнитный (рисунок 2) и тепловой расчет (рис. 3).

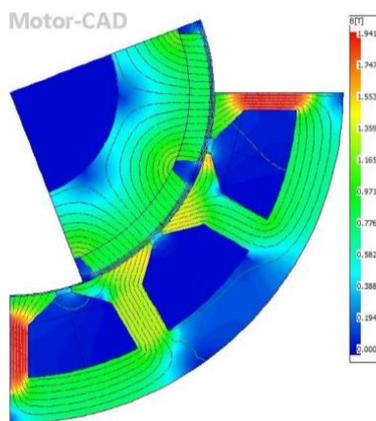


Рис. 2. Результат магнитного расчёта в ANSYS MotorCAD

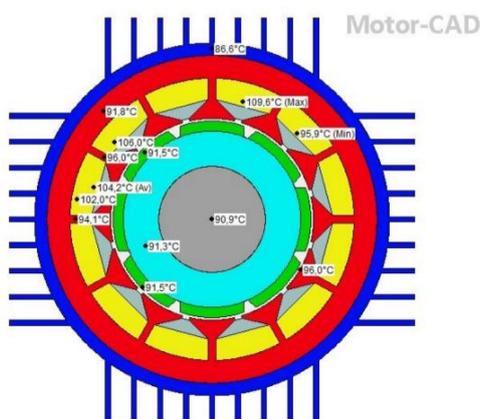


Рис. 3. Результат температурного расчёта в ANSYS MotorCAD

Заключение

В процессе выполнения работы был произведен аналитический расчёт электродвигателя с заданными параметрами: пусковым моментом, номинальной частотой вращения, максимально допустимой частотой вращения, номинальным током и моментом. Аналитический расчёт позволил составить конфигурацию двигателя, которая была промоделирована в приложении ANSYS MotorCAD. Результаты расчетов будут использованы для разработки роботизированного мотоцикла.

Список использованных источников

1. Рейтинг городов с самыми большими пробками: топы по миру и в России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://top-ru.ru/avto/558-rejting-gorodov-po-probkam.html?ysclid=lenwrp3xlx175344775> (дата обращения 19.02.2023).
2. Популярность мотоциклов в России выросла на треть за последние пять лет. [Электронный ресурс]. – URL: <https://news.drom.ru/79500.html?ysclid=lenyoviu3c860126654> (дата обращения 19.02.2023).
3. В России увеличилось число аварий с участием мотоциклистов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://car.ru/news/research/53043-v-rossii-vyiroslo-chislo-avariy-s-uchastiem-mototsiklistov/> (дата обращения 19.02.2023).
4. Лифанов В.А. Расчет электрических машин малой мощности с возбуждением от постоянных магнитов: учебное пособие / В.А.Лифанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 164 с.
5. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П. Проектирование электрических машин: Учебное пособие для вузов - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2002 - 757 с.

РАЗРАБОТКА СЕРВИСНОГО РОБОТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Шакин В.Ю.¹, Сухов Ф.В.², Ланграф С.В.³

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, 8Е92, e-mail: vladshakin@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, 8Е92, e-mail: fvs2@tpu.ru

³Томский политехнический университет, ИШИТР, ОАР, доцент, e-mail: langraf@tpu.ru

Введение

В России по-настоящему актуальны проблемы высокой загруженности и дефицита медицинского персонала. Одним из возможных решений является реализация манипуляций, не требующих узкоспециализированных знаний при помощи современных IT-технологий и технологий робототехники. Такими манипуляциями являются, в частности, доставка лекарственных средств, доставка воды и продуктов питания. Поскольку в современных госпиталях количество палат может достигать нескольких сотен, а количество пациентов переваливает за тысячу человек, ручная доставка лекарств тратит существенное время медицинского персонала, особенно с учетом того, что большинство лекарственных препаратов принимаются несколько раз в день.

Целью данной работы является разработка прототипа сервисного робота для доставки лекарственных средств в медицинских учреждениях.

Структурная схема робота

Основой разрабатываемого сервисного робота является транспортная платформа, работающая в двух режимах: режиме ручного управления и автономном режиме. Оператор должен иметь возможность выбора режима, а также переключения режима в ходе работы. Данная функция, а также функции оповещения оператора о внештатных ситуациях, реализованы внутри блока системных возможностей.

Решения о траектории движения в автономном режиме принимаются внутри блока управления, принимающего на вход сигналы от блока навигации, блока технического зрения и блока защиты (выдачи) лекарственных средств. Выходной сигнал блока управления связан с блоком исполнения движений. Блок исполнения движений представляет собой совокупность отладочной платы и силовой платы от гироскутера, осуществляющей прямое управление двигателями и движителями. Структурная схема разрабатываемого робота представлена на рисунке 1.

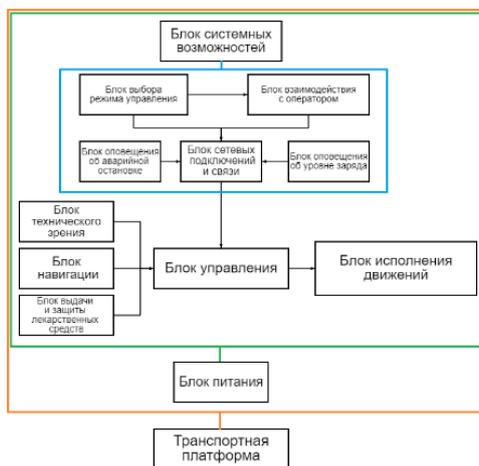


Рис. 1. Структурная схема сервисного робота

Реализация режима ручного управления

Для реализации режима ручного управления транспортной платформой в каналах 2 и 3 таймера TIM-1 отладочной платы STM32F303VCT6 генерировались управляющие импульсы частотой 50 Гц [1].

Скважность импульсов изменялась вручную, при этом введенные оператором значения преобразовывались внутри обработчика прерываний, а затем поступали на выходы PE11 и PE13 [2] отладочной

платы, подключенные к каналам широтно-импульсной модуляции силовой платы, снятой с гироскутера. На рисунке 2 представлена блок-схема обработчика прерываний таймера TIM-1. Данный алгоритм был реализован в среде Keil.

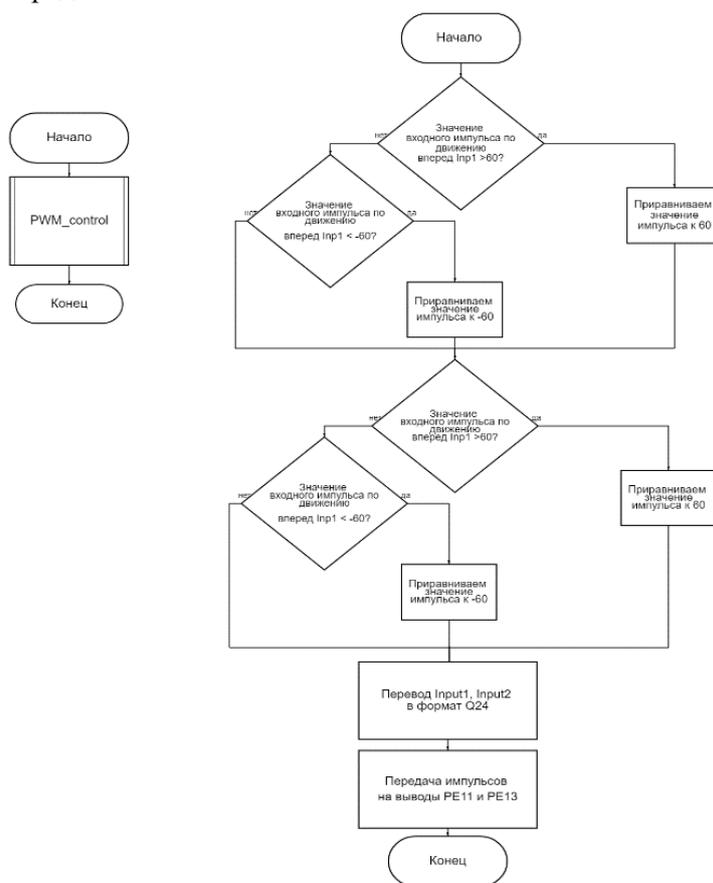


Рис. 2. Блок-схема обработчика прерываний таймера TIM-1

Для проверки работоспособности разработанного алгоритма был проведен пробный заезд транспортной платформы внутри корпуса №10 Томского политехнического университета. В результате тестирования было установлено, что разработанный алгоритм позволяет управлять движением транспортной платформы. Результат тестирования (видео) представлено по ссылке: <https://disk.yandex.ru/i/N0O8h9xhAXNGug>.

Разработка системы технического зрения

Разработка современных робототехнических систем и устройств невозможна без применения искусственного интеллекта. Нейронные сети и методы машинного обучения применяются для картографирования, навигации, а также обнаружения препятствий и других объектов. Разрабатываемый робот не стал исключением: для системы технического зрения, основой которого является ip-камера с возможностью удалённого подключения, был разработан на языке python алгоритм обнаружения дверного проёма при помощи свёрточной нейронной сети YOLOv7 [3].

Обучение проходило в течение 1000 эпох на датасете, содержащем 63 изображения в тренировочной выборке, 12 в тестовой и 10 в валидационной. Обученная сеть с точностью более 90% определяет дверной проём на изображении с камеры. На рисунке 3 представлены статистические графики обучения сети – точность определения границ объекта, корректность классификации, а также результат работы сети – определение дверного проёма на изображении с камеры.

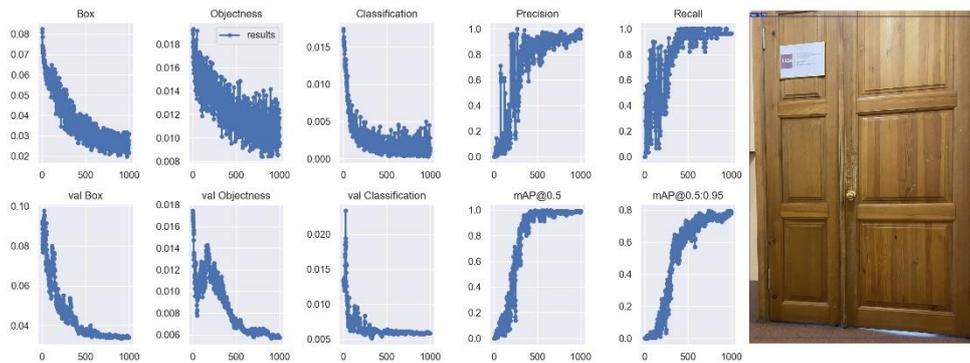


Рис. 3. Результаты обучения и работы нейронной сети

Разработка системы навигации

Разрабатываемая система навигации состоит из блоков, отвечающих за обнаружение препятствий (блок инфракрасных сенсоров, блок тактильных сенсоров, блок распознавания препятствий), а также из блоков, решающих непосредственно задачу навигации (блок одометрии, блок построения карты помещения, блок анализа изменения окружения). Кроме того, для более точного построения карты и лучшего обнаружения препятствий система навигации обрабатывает изображение с камеры. Структурная схема системы навигации представлена на рисунке 4.

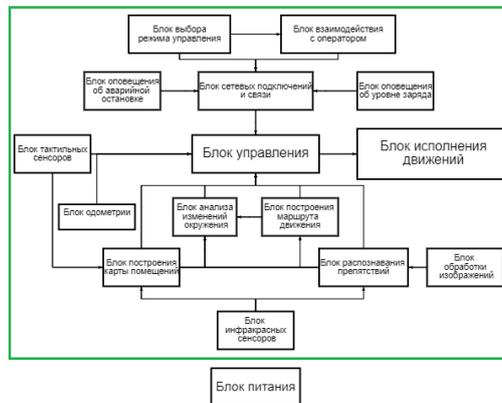


Рис. 4. Структурная схема системы навигации

Для построения карты помещения используется лидар. На данный момент реализован алгоритм построения облака точек при помощи лидара, ведется разработка алгоритма построения и динамического изменения карты помещения. На рисунке 5 представлен результат работы лидара – облако точек [4], иллюстрирующее расположение объектов внутри помещения.

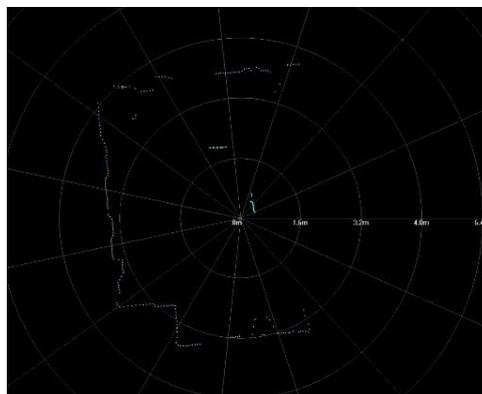


Рис. 5. Облако точек, построенное с помощью лидара

Заключение

В процессе выполнения работы были реализованы режим ручного управления, а также части систем технического зрения и навигации для робота, предназначенного для доставки лекарственных средств в медицинском учреждении, проведено тестирование разработанных алгоритмов в условиях помещения. Полученные результаты будут использованы в дальнейшей разработке.

Список использованных источников

1. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие/ С.Н. Торгаев, И.С. Мусоров, Д.С. Чертихина – Томск: Изд-во ТПУ, 2014 – 130 с.
2. Документация отладочной платы STM32F303VCT6 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00063382-discovery-kit-with-stm32f303vc-mcu-stmicroelectronics.pdf (дата обращения 11.01.2023).
3. YOLOv7 documentation. [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/WongKinYiu/yolov7> (дата обращения 31.01.2022).
4. Облако точек. [Электронный ресурс]. – URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-map-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/RUS/MAP3D-Use/files/GUID-7C7DD8A7-B561-45B0-A803-852E0A667F3C-htm.html> (дата обращения 01.02.2022)

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF APPLYING CASCADED FUZZY ALGORITHMS TO THE PROBLEM OF SURFACE CLASSIFICATION

Kushnarev O.¹, Belyaev A.²

¹*TPU, SCSR, Gr. 8E92, e-mail: oyk4@tpu.ru*

²*TPU, SCSR, Senior Lecturer, e-mail: asb22@tpu.ru*

Introduction

Autonomous mobile platforms have to identify the underlying surface to adapt to conditions of movement, because of surfaces' properties that affect the nature of the robot's movement. Classification of underlying surfaces can be implemented with the help of computer vision or using information about the accelerations of the robot, vibrations in its structures, feedback from tactile sensors, etc. In this paper we will research an approach to surface recognition using the readings of current consumption sensors of mobile platform motors.

There is a possibility to increase accuracy and performance of method by combining several algorithms to a composition. A proper combination of individual classifiers' results helps to obtain better accuracy compared to each classifier separately. Faster performance is achieved by avoiding parts of algorithms in the composition if desired accuracy is surpassed by previous steps. According to this principle, a cascade of classifiers will be built in this paper.

Robot and data

The robot Festo Robotino 1.6 is used for data gathering in the experiments. It is equipped with three DC motors. The consumption current values for each motor are measured by internal sensors of the robot. Additionally, the current values along the axes of the mobile platform are calculated using the formula described in [1]:

$$\begin{bmatrix} I_x \\ I_y \\ I_\phi \end{bmatrix} = R \cdot \begin{bmatrix} -\frac{2}{3}\cos(\alpha - \theta) & \frac{2}{3}\sin(\alpha) & \frac{2}{3}\cos(\alpha + \theta) \\ -\frac{2}{3}\sin(\alpha - \theta) & -\frac{2}{3}\cos(\alpha) & \frac{2}{3}\sin(\alpha + \theta) \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

where I_x, I_y – the currents along the X, Y axes of the mobile platform in the local coordinate system, I_ϕ – rotation current of the mobile platform in the local coordinate system, R – the radius of the wheels ($R = 40 \text{ mm}$); α – the angle of rotation of the robot, θ – the angle of rotation of the wheels of the robot ($\theta = 30^\circ$), I_{1-3} – consumption currents of 1-3 motors.

Total current of the motors and total current along the axes of the mobile platform are calculated using the following formulas:

$$I_\Sigma^{motor} = |I_1| + |I_2| + |I_3| \quad (2)$$

$$I_\Sigma^{axes} = |I_x| + |I_y| + |I_\phi| \quad (3)$$

where I_Σ^{motor} – the total current of the motors, I_Σ^{axes} – the total current along the axes.

Previously mentioned values are collected from the robot while it is driving on one of three types of surfaces: *Type 1* – soft, partially smooth, rubber material, *Type 2* – hard spiky surface with loose filling, *Type 3* – flat wood surface. In each experiment, the robot moves across only one type of surface. Robot's motion vector is determined by commanded velocities along the axes in local coordinate system. A complete set of the vectors is defined by combinations of speeds: along the axis $X = \{100, 200, 300\} \text{ mm/s}$; along the axis $Y = \{100, 200, 300\} \text{ mm/s}$; of the rotation $\varphi = \{20, 40\}^\circ/\text{s}$.

Box and whiskers plots are built for all surfaces for each experiment to estimate parameters distribution. The values of median, 25 and 75 percentiles, maximum and minimum values of the parameters are used to find dependencies and to subsequently develop rules for distinguishing between surface types. In previous work [2] rules were composed separately for each movement's component without considering alterations in parameter's distribution with different speed amplitudes within one movement direction. However, if surface classifier will be synthesized while considering all found patterns and movements' variants, the number of rules in the classifier will become massive and the ability to quickly interpret and debug the algorithm will be

lost. To cover all motion variations with fewer rules, the data is merged by direction of movement. In this paper, two groups of directions of movement are defined, as shown in the Figure 1:

Group No. I – movements with the same amplitude signs along the axes X, Y;

Group No. II – movements with different amplitude signs along the axes X, Y.

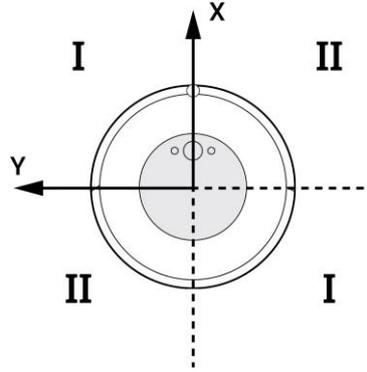


Fig. 1. Quarters in the coordinate system of the robot

Rules that will be used to distinguish surfaces are derived from the resulting merged data. Rules are created for the following parameters: motors' consumption current, currents along the robot's axes, total currents of the motors and total currents along the robot's axes.

Classifier

The classifier is based on a fuzzy algorithm with the implementation of output on the Takagi-Sugeno mechanism. This mechanism allows you to get the output of linear membership function or a constant. This is suitable for the classification task, since the output value does not require additional transformations. Input of the classifier is fed with the values of commanded speeds on the X-axis, Y-axis and rotation ω . Depending on the selected parameters, the input is additionally fed with consumption current values of each robot's motor I_1, I_2, I_3 ; current values along the axes of the mobile platform I_x, I_y, I_ϕ ; values of total currents $I_\Sigma^{motor}, I_\Sigma^{axes}$. Then a correspondence is established between the input numerical value and the value of the membership function for each of the described sets of parameters. The membership functions in this case are constructed as Gaussian distributions using the values of medians and standard deviations that are specified in the rules. The rules developed during the data analysis are transformed into the following construction: "if A and B and ... then the Type of Surface". The output is processed as a transition from a discrete set of crisp values to a single specific crisp value, which in this case is the type of surface. At the output classifier shows the probability of detection for each type of surface from 0 to 1.

To improve the accuracy of surface recognition a cascade of algorithms is created. It combines the results of classifiers by motors' currents, currents along axes, and total currents as a weighted sum.

$$P_x = P_{mc_x} \cdot \omega_{mc_x} + P_{ac_x} \cdot \omega_{ac_x} + P_{total_x} \cdot \omega_{total_x} \quad (4)$$

where P_x – the probability of underlying surface belongs to the type x , P_{mc_x} – the output of the motor's currents classifier for the surface of x type, ω_{mc_x} – the weight of the output of the motors' currents classifier for the surface of the type x . Likewise, for ac – currents along the axes of the robot, $total$ – the total consumption current of the robot motors and the total current along the axes of the robot.

Motors' currents and axes' currents classifiers are used to increase the overall accuracy, therefore, for each surface they are assigned a weight equal to 0.33. Total currents classifier for surfaces *Type 1*, *Type 2* is assigned a weight equal to 0.1, for surface *Type 3* – 0.8, since the main task of this classifier is to separate the *Type 3* surface from all the others.

During individual tests for each classifier, it was revealed that motors' currents classifier shows greater overall accuracy compared to the other two classifiers. Therefore, axes' currents and total currents classifiers are engaged only if motors' currents classifier show less than 75% probability of surface detection. Otherwise, to improve performance, the type of underlying surface is determined only by the output of the motors' currents classifier.

The output of the cascade classifier is the type of surface that has the highest detection probability. The structure of the cascade classifier is shown in Figure 2.

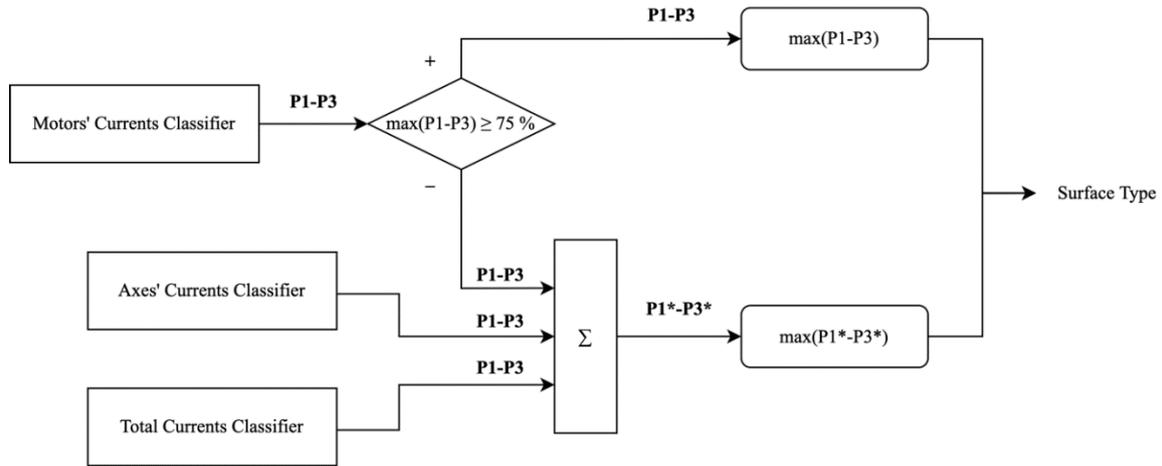


Fig. 2. Structure of the Cascade Classifier

Results

The cascade classifier and motors' currents classifier individually are checked on two data sets:

1. The set used for data analysis, dependencies extraction and further for classifier building;
2. The set gathered by a new method of motion vectors.

Accuracy is the ratio of the number of runs with the correct surface type detection to the total number of runs. Classifications results are shown in Table 1.

Table 1

Classification results

Data Set	Cascade Classifier		Motors' Currents Classifier	
	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
Accuracy	81.26 %	74.06 %	81.04 %	73.46 %

Conclusion

In this paper, a cascade of fuzzy classifiers was synthesized using the parameters of motors' consumption currents, currents along the axes and total currents of the mobile platform. The cascade classifier outperformed simple motors' currents classifier by about 0.4 %. Most likely, such insignificant increase in accuracy related to a small number of direct measurements in training data set.

Probably, overall accuracy falls in case of data set No. 2 for both cascade classifier and motors' currents classifier because of a new approach for data gathering. The set No. 2 contains more motion vectors than the set No.1 and do not include rotational component.

In the future, robot's technical equipment has to be expanded with additional sensors and a larger range of input signals of classifier should be researched.

References

1. Andrakhanov, A., Belyaev, A. GMDH-based learning system for mobile robot navigation in heterogeneous environment (2018) *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 689, pp. 1-20.
2. Kushnarev, O., Belyaev, A. Разработка нечеткого классификатора типов поверхностей по показаниям токов с двигателей [Development of a fuzzy surface types' classifier based on motor consumption currents]. *Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, March 21-25, 2022, Tomsk* (pp. 276-277). Tomsk Polytechnic University.

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОЛЁСНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ТРАЕКТОРИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАДИУСОМ

Аллахвердиев Ф.Р.¹, Ланграф С.В.²

¹ТПУ, ИШИТР, 8Е01, e-mail: allahverdiev02@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, Доцент ОАР, e-mail: langraf@tpu.ru

Введение

Целью работы является разработка универсальных алгоритмов для определения мгновенной скорости каждого мотор-колеса транспортной платформы с неповоротными колёсами при формировании траектории движения с произвольными радиусами поворота.

Описание алгоритма

Расчет скоростей вращения каждого мотор-колеса осуществляется по предлагаемому алгоритму и позволяет рассчитать скорости для каждого мотор-колеса в составе многоколёсной транспортной платформы в зависимости от её внешних габаритов и размеров.

Расчеты основаны на имеющейся информации о габаритах многоколесной транспортной платформы: ширина между колёсами в пределах каждой оси и колёсная база между осями, рисунок 1.

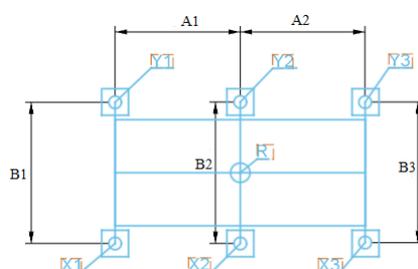


Рис. 1. Габариты многоколесной транспортной платформы

На рисунке 1 представлены габариты многоколесной транспортной платформы. Расстояние A_1 и A_2 это расстояние в виде колёсной базы между двумя крайними осями, а B_1 , B_2 и B_3 –расстояние между центрами осей колес. Как видно из рисунка 1, у платформы имеется три ведущих оси с неповоротными колёсами. Каждая ось обозначена своим индексом для того, чтобы в случае разного расстояния между центрами осей B , имелась возможность для расчёта радиусов для каждого произвольно установленного мотор-колеса [1].

R – это геометрический центр многоколесной транспортной платформы, относительно которого будет формироваться задание произвольных радиусов для поворота каждой оси и отдельного колеса. X_1 , X_2 , X_3 , Y_1 , Y_2 и Y_3 –это скорости вращения каждого отдельного мотор-колеса.

На рисунке 2 показано, что геометрическому центру R , задается произвольный радиус поворота (r), обозначенный толстой черной линией и при этом для движения многоколесной транспортной платформы по заданному радиусу требуется определить отдельные радиусы для каждого неповоротного мотор-колеса, которые будут описываться при движении.

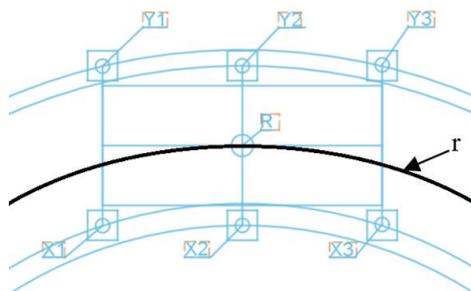


Рис. 2. Траектории движений мотор-колес

Как можно увидеть на рисунке 2, радиусы, описываемые мотор-колесами, отличаются по величинам. У средней пары колёс пройденный путь получается меньше, чем у колёс на крайних парах. При этом у крайних пар мотор-колес, радиусы описываемой окружности оказываются схожими и в данном случае это означает, что скорости X1 и X3 будут равны друг другу, и скорости Y1 и Y3 тоже окажутся равными друг другу. При этом скорости X2 и Y2, будут меньше, чем скорости вращения у крайних мотор-колес.

Расчеты скоростей вращения производятся на основе геометрических соотношений по представленным ниже формулам с учётом параметров опытной транспортной платформы для представления наглядной видимой разницы и различий в скоростях вращения. Пусть A1=A2=12см, B=16см, радиус r = 20,8 см и требуемая скорость движения V=30 км/ч. Подставляем все данные в формулы (1), (2), (3), (4), (5), (6) [2-3].

$$Y1 = \frac{2\pi(\sqrt{(R+(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 45 \quad (1)$$

$$Y3 = \frac{2\pi(\sqrt{(R+(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 45 \quad (2)$$

$$X1 = \frac{2\pi(\sqrt{(R-(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 25.2 \quad (3)$$

$$X3 = \frac{2\pi(\sqrt{(R-(B/2))^2 + A^2})}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 25.2 \quad (4)$$

$$X2 = \frac{2\pi(R-(B/2))}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 41.5 \quad (5)$$

$$X2 = \frac{2\pi(R+(B/2))}{\left(\frac{2\pi R}{V}\right)} = 18.4 \quad (6)$$

Как можно заметить, скорости для центральной оси транспортной платформы оказываются меньше, чем для крайних осей, благодаря этому передняя ось будет сильнее стремиться к центру, а задняя ось, наоборот будет сильнее стремиться от центра в сторону внешнего радиуса. За счёт данного эффекта возможно достижение плавного и быстрого движения транспортной платформы по требуемому радиусу, рисунок 3.

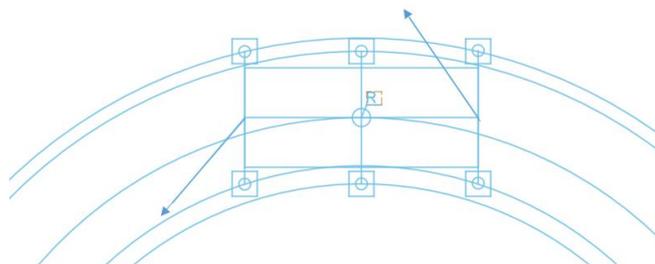


Рис. 3. Траектория движения транспортной платформы на разности скоростей мотор-колес

На основе предложенного варианта расчетов отдельной скорости вращения для каждого мотор-колеса, представим итоговый результат в виде результирующей блок-схемы, рисунок 4. Такое пред-

ставление позволяет эффективно внедрить предлагаемый вариант в программные алгоритмы микроконтроллера, предназначенного для управления синхронизацией работы тяговых электроприводов многоколёсной транспортной платформы с неповоротными колёсами [4].

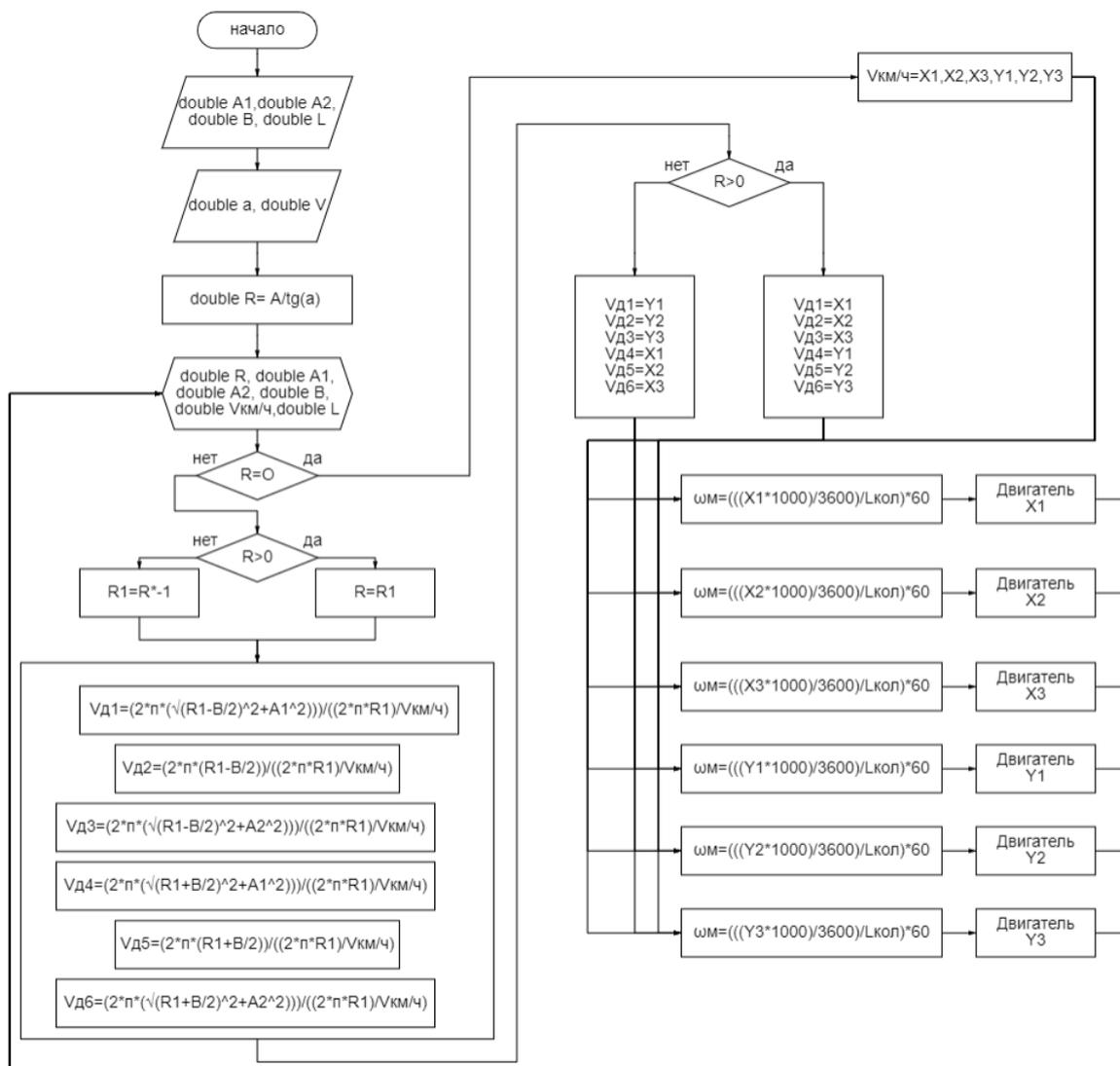


Рис. 4. Блок-схема расчёта скоростей для мотор-колес

Заключение

Как можно видеть из представленных материалов, за счёт формирования отдельных скоростей вращения для каждого неповоротного мотор-колеса, многоколесная транспортная платформа при движении по траектории с произвольным радиусом может эффективно преодолевать повороты, приближаясь по качеству управления к транспортным платформам с поворотными колёсами.

Список использованных источников

1. Управление движением робота по окружности [Электронный ресурс]. – URL: <https://legoteacher.ru/> (дата обращения: 05.04.2022).
2. Робот с манипулятором на Arduino [Электронный ресурс] URL: – <https://alexgyver.ru/armtank/> (дата обращения: 02.04.2022).
3. Расчет показателей устойчивости автомобиля по условию скольжения [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/6489290/page:5/> (дата обращения: 03.04.2022).
4. Вращательное движение [Электронный ресурс] – URL: https://www.nivasposad.ru/school/homepages/be-lousova/2015-2016/konkurs/shebarshin_pavel_v/html/kinematikavrashenie.html (дата обращения: 25.03.2022).

РАЗРАБОТКА ОРИГИНАЛЬНОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНОВАНИЯ ПЛОСКОГО КОНТУРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ТРАЕКТОРИИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Утукин В.М.¹, Макаров Р.Е.²

¹Томский государственный университет, м.н.с.

²Томский государственный университет, лаборант, email: makarov.roman.evg@stud.tsu.ru

Введение

Современные промышленные предприятия проводят автоматизацию технологических процессов с целью повышения качества выпускаемой продукции и снижения издержек. Одним из способов автоматизации является роботизация технологических процессов. В частности, в авиационной промышленности очень важно обеспечивать высокую точность нарезки компонентов фюзеляжей, что обеспечивается высокой точностью позиционирования рабочего органа робота-манипулятора. Для решения этой задачи применяются системы технического зрения.

При решении задачи распознавания контура на плоскости необходимо: определить способ нанесения разметки; подобрать программную основу для реализации алгоритмов распознавания; определить способ расположения камеры: статический, динамический (на корпусе манипулятора); разработать и отладить алгоритм распознавания; провести эксперимент и апробацию результатов; на основании результатов, сформулировать дополнительные требования к системе, рекомендации.

Задача распознавания плоского контура

Для распознавания плоского контура предлагается использовать следующие программные средства: язык программирования Python и открытую библиотеку для обработки фото- и видеофайлов OpenCV [1-4]. Алгоритм обработки изображения состоит из 5 этапов:

1. Провести первичную обработки изображения. Необходимо программным путем устранить как можно больше факторов искажающих изображение (шумы, искажение линзы).
2. Определить границы контура. Использовать алгоритм Кэнни [1] для нахождения границ контура и получить набор пиксельных координат, описывающих контур [2].
3. Провести обработку набора пиксельных координат. Используя оригинальный алгоритм сформировать новый набор пиксельных координат для описания серединной линии контура. Аппроксимировать серединную линию, путем устранения значений-дубликатов и нахождения оптимального шага между точками серединной линии.
4. Используя масштабный коэффициент и преобразования систем координат (робота-манипулятора, камеры) получить набор точек, описывающих серединную линию в глобальных координатах (СК робота-манипулятора).
5. Отправить полученный набор «рабочих» координат роботу-манипулятору.

Практическая часть

Для проведения эксперимента используется следующие оборудование: персональный компьютер; робот-манипулятор KUKA; цифровая камера. На рисунке 1 изображена принципиальная схема подключения устройств.

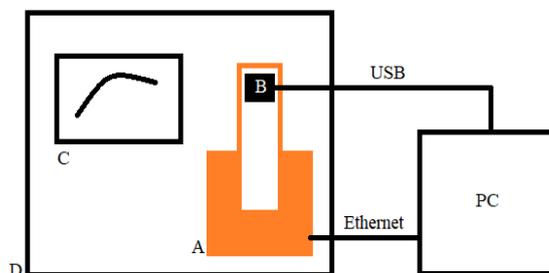


Рис. 1. Схема подключения устройств:

A – робот-манипулятор, B – цифровая камера, C – рисунок контура, D – рабочее пространство робота-манипулятора

Для нанесения экспериментального контура используется красный маркер. Цифровая камера установлена над схватом робота-манипулятора и имеет следующие характеристики: разрешение – 3 Мп; фокусное расстояние – 50 мм; матрица – 1/2.7". Специальное крепление с карандашом имитирует рабочий инструмент промышленного робота-манипулятора. Контур представляет собой непрерывную кривую, для контрастности изображенную черным цветом на белом листе бумаги. На рисунке 2 изображен робот-манипулятор с установленной камерой и креплением под карандаш.



Рис. 2. Робот-манипулятор с установленными камерой и креплением под карандаш

Эксперимент начинается с подключения и первичной настройки робота-манипулятора (установка соединения, настройка размера буфера). Для передачи данных между роботом и ПК используется протокол Ethernet. Соединение устанавливается в соответствии с технологией TCP/IP. Робот-манипулятор выполняет роль сервера, к которому подключается клиент.

После установки соединения, робот совершает необходимый набор движений для размещения своего рабочего органа и цифровой камеры над листом бумаги. Расстояние от схвата манипулятора до плоскости рисунка в таком положении является фиксированным и составляет 250 мм. Связано это с обеспечением постоянства масштабного коэффициента, равного 4.6 пикселей/мм.



Рис. 3. Тестовый контур

Когда робот достигает «рабочего» положения, свою работу начинает алгоритм распознавания контура. Отработав и сформировав данные касательно серединной линии контура, программа передает их роботу. Получив набор координат, робот совершает обход контура согласно полученным данным, после чего возвращается в исходное положение. Было проведено три обхода контура (внешняя дуга, серединная линия, внутренняя дуга). При средней ширине контура в 2 мм, погрешность нанесенного карандашом контура составляет не более 0.25 мм.

Заключение

Был разработан оригинальный алгоритм распознавания плоского контура. Разработана и отлажена управляющая программа, реализующая алгоритм распознавания плоского контура, с использованием языка программирования Python и библиотеки OpenCV. Эмпирическим путем получено значение масштабного коэффициента, выступающего критерием точности.

Планируется провести серию экспериментов для определения закона изменения масштабного коэффициента от расстояния между схватом манипулятора и плоскостью контура. Разработать графический интерфейс для удобного управления СТЗ и дальнейшего расширения функционала.

Список использованных источников

1. Joe Minichino, Joseph Howse – Learning OpenCV 3 Computer Vision with Python, second edition, 2015. – 55 p.
2. Adrian Kaehler, Gary Bradski – Learning OpenCV 3 Computer Vision in C++ with the OpenCV Library, 2017. – 350 p.
3. Junfeng Jing – Recent advances on image edge detection: A comprehensive review: - Neurocomputing, 2022.
4. G. Bradski and A. Kaehler – Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. Cambridge, MA: O'Reilly Press, 2008

DEVELOPMENT OF A MECHATRONIC MODULE FOR A MOBILE ROBOT OUTDOOR-TYPE

Tikhonov A.A.¹, Belyaev A.S.²

¹*TPU, ISHITR, 8E91, e-mail: aat71@tpu.ru*

²*TPU, ISHITR, senior lecturer, e-mail: asb22@tpu.ru*

Introduction

The coal industry is one of the key sectors of the Russian economy, providing a significant portion of the country's energy needs [1]. However, working in a coal mine is one of the most dangerous professions in the world, associated with the risk of accidents, injuries, and illnesses related to the profession [2]. In this regard, improving occupational safety in the coal industry becomes particularly relevant.

One way to ensure occupational safety is through process automation. Some processes, such as evaluating the presence of coal, are solved using classical methods of process automation. However, tasks such as searching for people in case of collapses or creating maps of mines cannot be solved using traditional automation methods but can be addressed through robotics. For these tasks, a platform is required that can move in mine conditions.

The limited space and complex terrain are some of the problems in mines, making traditional chassis structures unsuitable due to the large turning radius, while track drives can significantly damage the underlying surface. Therefore, a chassis is needed that will provide a turning radius as small as possible and minimize damage to the ground surface during movement in the mine. Developing a robot with such a wheel rotation module will improve the efficiency and safety of work, which is an important step towards safe labor. For this reason, this work will consider the processes of designing and prototyping the wheel rotation module for such a chassis, as this module is fundamental.

Module Description

The design of the mechatronic module was based on the structure of the Perseverance Mars rover [3], which is distinguished by its construction that allows the robot to be in contact with the surface at all times with all of its wheels. Its front and rear wheel pairs can rotate around a vertical axis, allowing for steering control in accordance with Ackermann steering geometry. This increases efficiency, mobility, and the variability of movement.

The developed mechatronic module consists of a wheel and a steering mechanism. The three-dimensional model of the developed steering module is shown in Figure 1. The CAD software Inventor was used for modeling.

Parts 1 and 2 are the upper and lower washers for the thrust bearing. Plastic balls with a diameter of 6 mm were used as the bearing balls. Part 10 is a split bushing that holds the motor and is secured by the friction force after tightening two screws located at the bottom of the wheel. Part 1 also includes a channel for routing cables from the servo drive and later from the motor encoder.

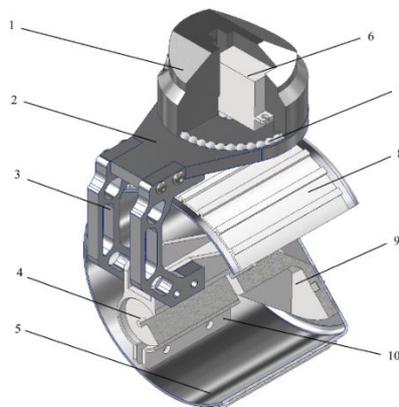


Fig. 1. Design of the turning module:

1 - bearing cover; 2 - bearing lower plate; 3 - supports; 4 - PCB; 5 - wheel; 6 - servo drive; 7 - bearing balls; 8 - tire; 9 - wheel attachment; 10 - motor holder

When designing new products and improving technological processes, it is necessary to consider the principles of efficient use of materials to achieve maximum efficiency and resource conservation. Therefore, artificial intelligence methods were applied to optimize the design of one of the parts.

Optimization of struts

The initial configuration of the supports was a solid aluminum bracket with a safety factor of over 15. This means that the structure can be lightened by removing excess material that does not affect the rigidity of the structure, thereby saving material and increasing the overall efficiency of the structure by reducing the moving mass, which positively affects the energy consumption of the actuators.

The optimization was performed using generative design technology and the topology optimization module in Inventor. Initial and boundary conditions were specified for modeling. As a result of this process, a new generated geometry was obtained, based on which a new solid model was simulated, taking into account the features of its further production. All optimization algorithm solutions require mandatory rechecking, as errors are not excluded. The repeated strength analysis allows for a quantitative assessment of the efficiency of the optimization. The models are shown in Figure 2.

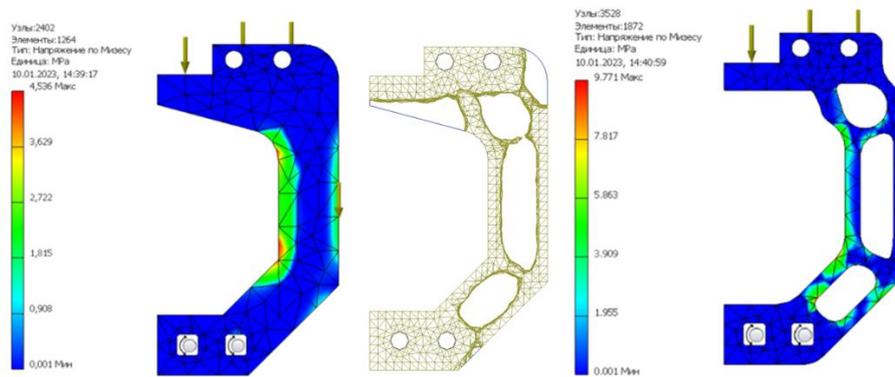


Fig. 2. Topological optimization process: left (before), middle (generated geometry), right (after)

The application of this type of optimization allowed to reduce the weight of the structure by 30% without sacrificing the strength of the component. For a more detailed processing of the components, it is advisable to consider the structure as a whole and to carry out a greater number of iterations of topological optimization with different parameters.

Prototyping

For the prototype manufacturing, the 3D printing method was chosen as the main approach due to its relative speed and availability. The primary material used was PETG plastic, mainly due to its high interlayer adhesion, which increases the strength of the printed parts and the overall mechanical characteristics compared to popular plastics such as PLA and ABS [4]. All parts are joined by bolted connections using thread lockers or special nuts with plastic inserts to prevent self-loosening due to vibrations. An image of the prototype is shown in Figure 3.



Fig. 3. Manufactured Prototype

As a result of the tests, it was found that the engine mounting requires revision, since the fixation inside the bushing is insufficient, and increasing the compression force may cause damage to the geometry of the engine itself, leading to premature wear and breakage. The solution may be to add flange mounting of the engine using M3 screws, which will prevent the engine from slipping around its axis.

Conclusion

As a result, a design and three-dimensional models of a mechatronic module for steering the wheels of a high-mobility robot were developed. A prototype was manufactured, for which most of the parts were produced using FDM 3D printing additive technology. The manufactured prototype confirmed the operability of the design and revealed some shortcomings that will be taken into account in the final production of the first industrial sample.

Further plans include more detailed development of the module and the development of a control system for it. If funding is obtained for the development and implementation, the remaining parts of the high-mobility robot will be taken into consideration.

References

1. The share of coal in the total energy balance [Electronic resource]. – URL: <http://www.energyland.info/news-show-tek-ugol-222225> (accessed 21.01.2023).
2. The level of safety of Russian production [Electronic resource]. – URL: <https://dprom.online/chindustry/uroven-bezopasnosti-rossijskoj-dobychi-v-tsifrah/> (accessed 21.01.2023).
3. Designing A Mars Rover To Launch In 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://mars.nasa.gov/mars2020/space-craft/rover/> (accessed 22.01.2023).
4. Shumeiko I.A., Zaichenko N.O. Analysis of plastics when choosing them for 3D printing of a wind power plant model // Universum: Technical Sciences. – 2021. – №3(84). – 74-77 p.

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ СМЕШИВАЕМЫХ НАПИТКОВ ТИПА «ЛОНГ»

Чернова И.В.¹, Поберезкин Н.И.²

¹ ТПУ, ИШИТР, гр.8Е02, e-mail: ivc12@tpu.ru

² ТПУ, ИШИТР, ассистент ОАР, e-mail: nip6@tpu.ru

Введение

В настоящее время в пищевой отрасли роботизированы многие этапы производства и доставки еды. В Томском политехническом университете ведется разработка системы роботизированного бара модульного типа [1]. В данной работе представлена разработка структуры роботизированного модуля по приготовлению коктейлей типа «Лонг».

Разработка структурной схемы

Разрабатываемый модуль (на рисунке 1) представляет из себя три подмодуля. Первый будет осуществлять функции хранения и разлива напитков. Второй будет осуществлять хранение и раздачу дополнительных ингредиентов для итоговых коктейлей. В третьем будет происходить замешивание коктейлей. Для точного налива напитков было принято решение использовать электромагнитные клапаны и датчики уровня жидкости, которые будут отмерять необходимый объем напитка. Для порционного добавления большинства ингредиентов требуется прокручивание механизма, состоящего из двух крышек, на определенный угол, поэтому использовать сервоприводы удобнее всего, так как они позволяют задавать угол поворота. Для замешивания ингредиентов в системе необходимо наличие миксера, который будет осуществлять вращение с помощью шагового двигателя и опускаться в стакан с помощью линейного привода. Однако данный подмодуль необходимо будет промывать. Осуществляется промыв будет с помощью электромагнитного клапана, который будет распылять воду на миксер. Чтобы быстро высушить миксер после промыва, решено было использовать вентилятор. Сервопривод используется для поворота данного подмодуля к месту обмыва. В напитки необходимо будет добавлять лед, поэтому для постоянного охлаждения бака со льдом, расположенным в подмодуле добавления ингредиентов, решено было использовать элемент Пельтье[2], для корректной работы которого необходим вентилятор. Так же необходимо будет останавливать стакан с напитком в определенных местах на конвейерной ленте, для этого будут использоваться датчики прерывания. С помощью монитора пользователь будет выбирать коктейль, данные о заказе будут передаваться на микропроцессор, который управляет остальными контроллерами подмодулей.

Исходя из всего многообразия датчиков и исполнительных устройств, более разумно будет разделить систему на три уровня управления. На верхнем уровне будет осуществляться заказ коктейлей и управление последующих двух уровней. На среднем уровне будет осуществляться контроль конвейерной ленты и последующая передача сигналов управления контроллерам нижнего уровня. На нижнем же уровне будет производиться контроль датчиков системы.

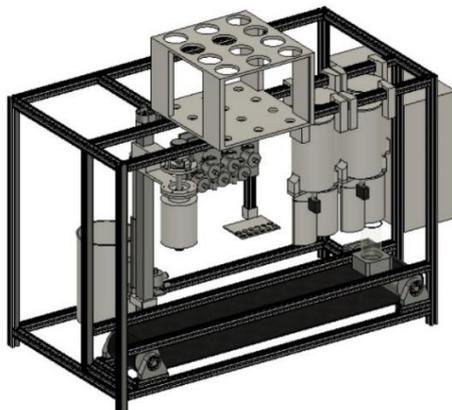


Рис. 1. 3D-модель роботизированного модуля

Исходя из описанного выше была сформирована структура роботизированной системы, представленная на рисунке 2. На ней используются следующие обозначения:

{K}- номер коктейля, выбранного пользователем; {F}- сигнал о завершении приготовления напитка; {E}-сигнал об ошибке; {S}- сигнал о начале приготовления коктейля; {I_n}- необходимые ингредиенты для приготовления коктейля; {V} – множество сигналов, поступающих с датчиков уровня жидкости; {P₁} – множество сигналов, поступающих с датчиков прерывания; {N} – количество оборотов двигателя; {φ_n} – значения угла поворота; {P_n} – множество сигналов, поступающих на реле для включения вентилятора; {P_k} – множество сигналов, поступающих на реле для включения электромагнитных клапанов; {P_L}- сигнал для управления линейным приводом; {ω_n} – значения угловой скорости, поступающей на драйвер управления; {D}- множество задающих значений направления вращения; {H}- сигнал для управления элементом Пельтье;

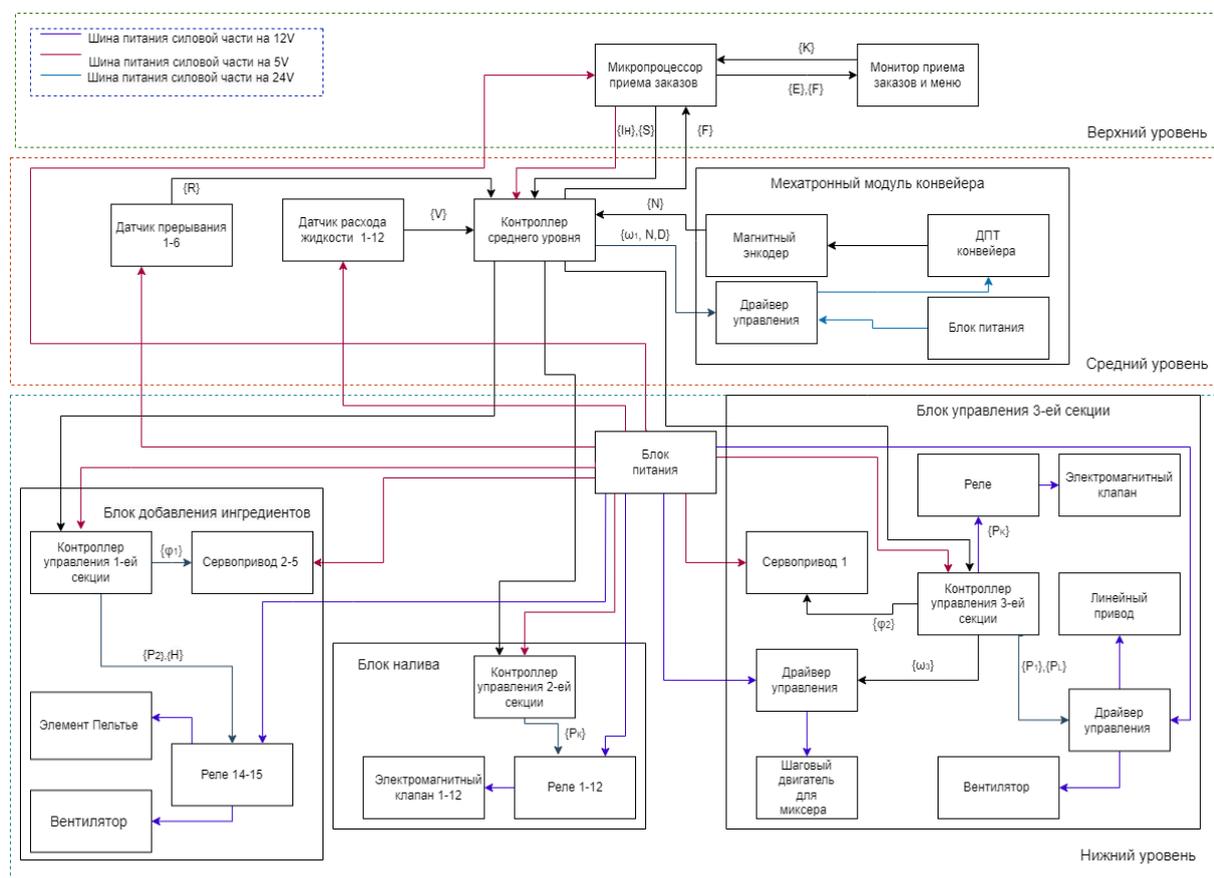


Рис. 2. Структурная схема роботизированного модуля по приготовлению смешиваемых напитков типа «Лонг»

После разработки структурной схемы необходимо произвести выбор элементной базы

Было решено начинать выбор устройств с привода конвейерного узла. Учитывая, что сила, действующая на стакан, равна силе трения скольжения, и что сила реакции опоры равна силе тяжести стакана и силе тяжести ленты, было составлено выражение[3]:

$$F = F_{\text{тр.с.}} = \mu_{\text{п}} * N = \mu_{\text{п}} * (F_{\text{тяж.с.}} + F_{\text{тяж.л.}}) = \mu_{\text{п}} * (m_{\text{с}} \cdot g + m_{\text{л}} \cdot g) \quad (1)$$

Поставив известные данные в выражение (1), была найдена сила:

$$F = 0,46 * (0,6 * 9,8 + 1,74 * 9,8) = 6,624 \text{ Н} \quad (2)$$

Зная значение силы, можно найти необходимый момент:

$$M = F * d \quad (3)$$

где d – кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы, называемое плечом силы.

Зная радиус барабана и подставляя значения в формулу (3), был получен необходимый момент.

$$M = 6,624 \cdot 0,05 = 0,3312 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4)$$

Также для выбора двигателя потребуется минимальное значение частоты вращения в об/мин. Для нахождения было применено выражение для связи линейной и угловой скоростей:

$$v = \omega * R \quad (5)$$

Получаем значение угловой скорости:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0,1}{0,05} = 2 \text{ рад/сек} \quad (6)$$

Подставляя необходимые данные, была найдена частота вращения:

$$n = \frac{\omega * 60}{2\pi} = \frac{2 * 60}{2 * 3,14} = 19,1 \text{ об/мин} \quad (7)$$

Мощность, развиваемая силой, определяется как:

$$P = M * \omega \quad (8)$$

Подставив в (7), полученное в (6) значение ω , была получена мощность.

$$P = 0,3312 * 2 = 0,6624 \text{ Вт} \quad (9)$$

В ходе проведения расчётов были получены следующие параметры двигателя: $M = 0,3312 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $P = 0,6624 \text{ Вт}$, $n = 19,1 \text{ об/мин}$.

После получения параметров был проведён анализ имеющихся приводов, результатом которого стал мотор редуктор 37GB-545-24[4] на основе двигателя постоянного тока. Основным преимуществом данного двигателя является простота управления и невысокая стоимость относительно других.

Заключение

Результатом проделанной работы стала полученная структура роботизированного модуля по приготовлению смешиваемых напитков типа «Лонг», вместе с этим, в рамках работы, был произведён расчёт и выбор привода для конвейерного узла.

Список использованных источников

1. Разработка концепции роботизированного бара модульного типа / Е. Е. Петрова // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники; под ред. Н. Г. Маркова [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2021. — С. 396-397. - URL: http://msit.tpu.ru/assets/digestArticles/msit_2021.zip
2. Элемент Пельтье [Электронный ресурс]. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Элемент_Пельтье.
3. Т.И Трофимова. Курс физики[Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/lit/docs/uchebnik/Trofimova_Kurs_fiziki.pdf
4. Мотор-редуктор 37GB-545-24 [Электронный ресурс]. - URL: https://aliexpress.ru/item/32870914386.html?sku_id=65462063310.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА РОБОТЕ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Манзаров В.С.¹, Поберезкин Н.И.²

¹ТПУ, ИШИТР, зр.8Е02, e-mail: vsm17@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, ассистент ОАР, e-mail: nip6@tpu.ru

Введение

Роботы на шагающей платформе приобретают всеобщую популярность в связи с нарастающей необходимостью работать на труднопроходимых поверхностях. Для обеспечения точного и оперативного передвижения на подобного типа рельефе необходимо разработать систему управления приводами. Иными словами, необходимо точно знать, какое расстояние прошел каждый движитель, чтобы управлять положением робота [1]. В данной работе будет произведено моделирование и дальнейшая отладка на физической модели системы управления электроприводами (подчиненного регулирования) для робота повышенной проходимости.

Моделирование системы

Для синтеза системы подчиненного регулирования необходима математическая модель двигателя, которая будет обладать параметрами реального двигателя, для которого строится СУ. В случае, когда данные параметры неизвестны, необходимо производить идентификацию объекта. В данной работе было принято решение проводить идентификацию при помощи инструмента программного пакета Matlab – Parameter Estimator. Предварительно был произведен сбор и обработка данных с датчиков. В результате идентификации была получена модель, представленная на рисунке 1. На нем также представлен реальный стенд [2] для дальнейшей отладки.

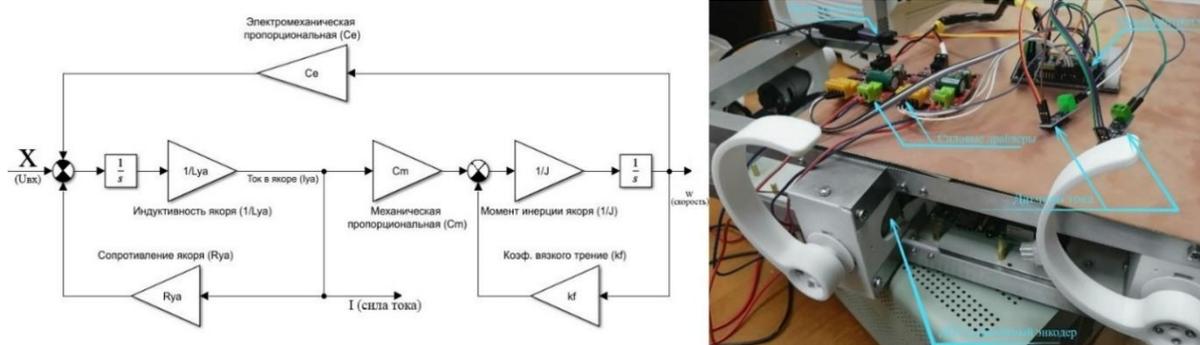


Рис. 1. Модель двигателя в Simulink и физический стенд

Вследствие того, что в качестве движителя используется дугообразный эксцентрик, во время управления необходимо ограничивать ток на двигателе, чтобы во время вращения движителя в обратную сторону ограничить ударный момент, который может привести к механическому разрушению привода. Для ограничения скорости передвижения нужен контур скорости, для точного выполнения движителем угла поворота необходим контур положения. Таким образом, в работе используются два пропорционально-интегральных регулятора по току и скорости, а также пропорциональный регулятор по положению. После этого можно переходить к реализации всей системы и настройке регуляторов, представленной на рисунке 2.

Использовался встроенный инструмент PID Controller для калибровки контуров, причем настройка производилась поочередно. Результаты моделирования после настройки всех контуров представлены на рисунке 3.

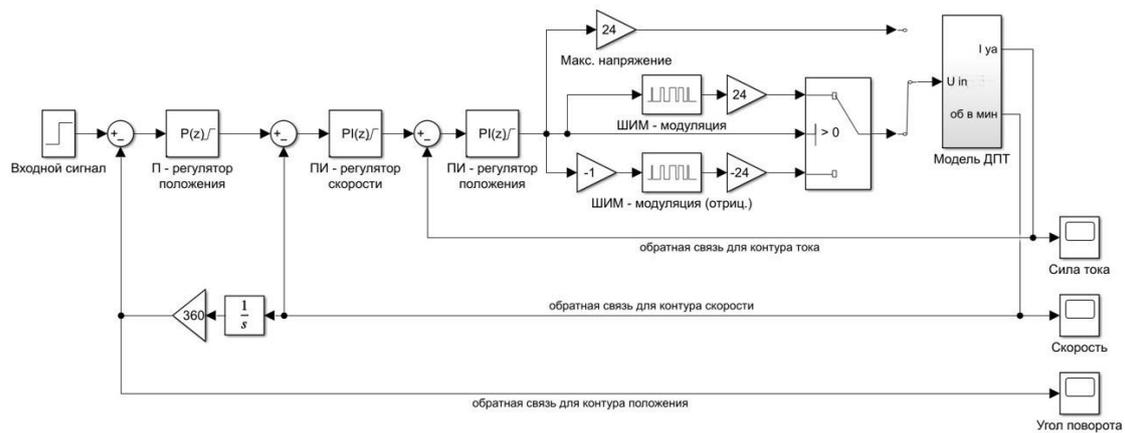


Рис. 2. Модель СРР

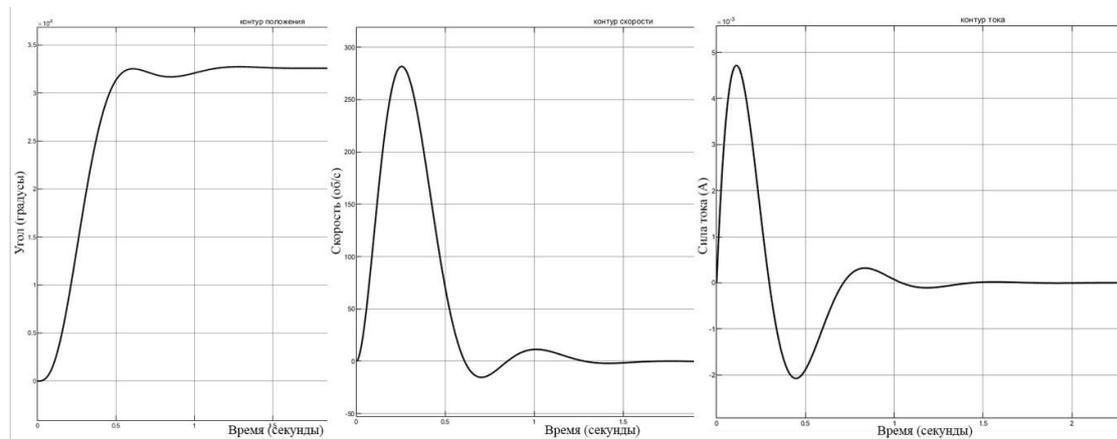


Рис. 3. Результат работы модели СРР

Как видно, система обрабатывает за 0.5 секунд без перерегулирования. Стоит понимать, что полученная модель привода обладает некоторой погрешностью, в связи с чем добиться полученных временных характеристик при моделировании на реальном объекте будет сложно. Данную проблему можно решить уточнением модели путём увеличения количества данных с датчиков при идентификации [3].

Отладка на физической модели

Полученная система управления будет апробироваться на реальном стенде, представленном ранее. Сравнение представлено на рисунке 4. Несоответствие графиков связано с неполным совпадением математической и реальной модели [4]. В таблице 1 можно ознакомиться с измененными коэффициентами для реальной модели.

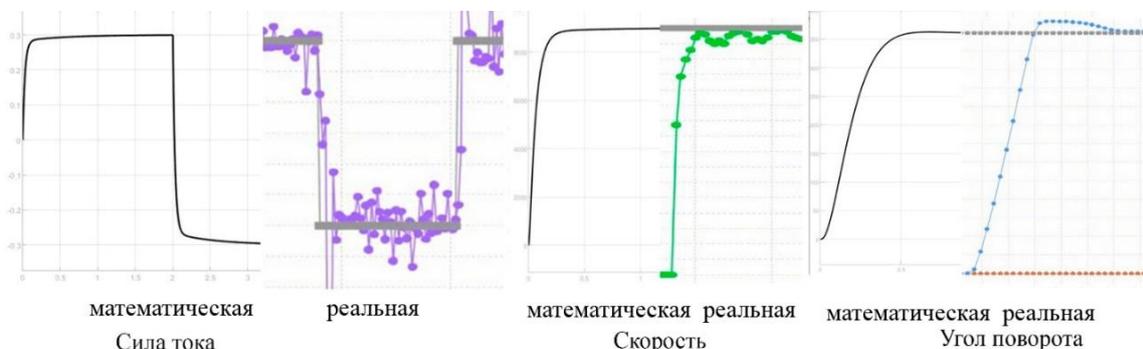


Рис. 4. Сравнение работы на физической модели отдельных контуров регулирования в STM Studio

Сравнение коэффициентов математической и физической моделей

Название	Коэффициенты в Matlab/Simulink	Реальные коэффициенты
П. коэффициент регулятора положения	0.0127621	0.015964
П. коэффициент регулятора скорости	$2.68 \cdot 10^{-5}$	$3.15 \cdot 10^{-5}$
И. коэффициент регулятора скорости	$6.76 \cdot 10^{-5}$	$6.65 \cdot 10^{-6}$
П. коэффициент регулятора тока	0	0.0001
И. коэффициент регулятора тока	26.105394	26.379340

Время переходного процесса реальной модели в 1.5 раза больше, чем математической.

Заключение

В результате эксперимента можно сделать вывод о том, что разработанная система подчинённого регулирования по трем управляемым координатам [5] (ток, скорость и положение) практически соответствует математической модели.

Список использованных источников

1. Поберезкин, Никита. Разработка мобильного робота гексапода для преодоления пересечённой местности / Н. И. Поберезкин; науч. рук. А. С. Беляев // Молодежь и современные информационные технологии сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 17-20 февраля 2020 г., г. Томск: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники; под ред. Д. М. Сонькина [и др.] . — Томск: Изд-во ТПУ, 2020. — [С. 246-247];
2. Поберезкин, Никита. Разработка мехатронного модуля для мобильного робота повышенной проходимости / Н. И. Поберезкин // Современные проблемы машиностроения сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 26-30 октября 2020 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. Е. Н. Пашкова . — Томск: Томский политехнический университет, 2020 . — [С. 109-110];
3. Система подчиненного регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://studfile.net/preview/4545333/page:5>;
4. Трёхконтурная система подчиненного регулирования скорости двухмассового электромеханического объекта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38772/1/Tolochko_KGPI_1998.pdf;
5. Системы подчиненного регулирования электроприводов: учебное пособие для вузов. Ч. 1. Электроприводы постоянного тока с подчиненным регулированием координат [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/8753>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО БПЛА ДЛЯ АРМИИ

Гелимов А.И.¹, Изотов А.Ю.¹, Попов В.Н.²

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, 8К13, e-mail: aig22@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент

Введение

Военные разработки всегда являлись флагманом научного прогресса. Например, появление длиннокалибровочного оружия и первых защитных средств; применение пороха в первом огнестрельном оружии (пищали и ей подобные); зарождение нарезного оружия, что повлекло появление линейной тактики, артиллерии как самостоятельного рода войск и начала строительства полигональных фортов; появление двигателей внутреннего сгорания, что привело к появлению новых родов войск. Наше время не стало исключением. Оно характеризуется появлением и массовым использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа и задач.

Если взять различные войны, происходившие в разные временные промежутки, то можно заметить интересную закономерность, что с повышением технологического прогресса повышается мобильность войск и их номенклатура тактик и возможностей, что в свою очередь повышает значимость разведки. Знание о составе, положении и действиях противника позволяет использовать более эффективные меры противодействия.

В свою очередь БПЛА позволяют производить разведку, не рискуя дорогими самолётами и с большей точностью, чем разведка со спутников. Также БПЛА могут быть использованы для множества других целей, таких как поддержка наземных частей с воздуха при активной (ПВО) противника, уничтожение инфраструктурных объектов в глубине фронта.

Поэтому разработка отечественного БПЛА для поражения целей в глубине фронта является актуальной и необходимой.

Постановка технических требований

Для определения основных необходимых характеристик в работе используются уже существующие образцы БПЛА, такие как Иранские «Shahed-136» («Герань-2»), Турецкие «Bayraktar» и его различные вариации, Американские «Reaper» и его поздние модификации. Несмотря на то, что существует множество других БПЛА, на данный момент они самые известные и используемые в мире.

Данные БПЛА имеют разные специализации. В работе они рассматриваются в качестве средства нанесения удара по тылам противника и имеют различные средства поражения: в «Bayraktar» и «Reaper» это управляемые ракеты и корректируемые авиабомбы, в свою очередь «Shahed-136» представляет собой БПЛА «камикадзе», который несёт боевой заряд внутри себя. Он является чем-то средним между крылатой ракетой и корректируемым артиллерийским снарядом.

Основные параметры, которые будут учитываться это: максимальная дальность действия, вес боевой части, крейсерская скорость, схема построения, мощность двигателя, специализация, тип двигателя и стоимость. Данные значения будут рассчитываться, как среднее арифметическое от трёх вышеуказанных образцов. Таким образом, возможно получить технические требования для конкурентоспособного в современных реалиях БПЛА.

Проектирование БПЛА

Одним из вопросов при проектировании БПЛА являются материалы корпуса. Основными характеристика являются: плотность, влагостойкость, рабочие температуры, прочность (на изгиб) и цена. Возможные варианты: авиационный алюминий, авиационная фанера, углепластик, ABS-пластик.

Датчики являются неотъемлемой частью любого БПЛА, полностью зависят от его назначения и делятся на необходимые и дополнительные. Наличие дополнительных датчиков позволят БПЛА выполнять различные функции, повышает боевую эффективность БПЛА и гибкость его использования, но при этом сильно увеличивает стоимость, повышает сложность производства и программного обеспечения, а так же повышает требования к квалификации обслуживающего персонала.

В данной работе рассматриваются БПЛА типа «камикадзе». Для поражения неподвижных крупных целей такому типу БПЛА необходимы только антенна и усилитель сигнала. Используя эту антенну БПЛА может узнавать свое положение радиокomандами из центра управления благодаря тому, что центр имеет возможность запеленговать положение БПЛА. Запеленговать положение БПЛА может и

противник, раскрыв его запуск и местоположение. Для решения данной проблемы предлагается заранее просчитывать маршрут перед запуском БПЛА и загружать его в бортовой компьютер и только на последнем участке пути запрашивать корректировку курса. Тем самым у противника будет меньше времени подготовиться к отражению удара. Данный вариант имеет много недостатков, таких как невозможность действовать в группе, невозможность изменить цель, отсутствие средств объективного контроля поражения цели, слабое противодействие средствам ПВО, невозможность поражения небольших или движущихся целей по причине отсутствия прямого контроля. Для БПЛА типа «камикадзе» перечисленные недостатки не имеют решающего значения. Но большим плюсом является понижение итоговой стоимости БПЛА.

Дополнительные датчики можно разделить на внутренние и внешние. К внешним относятся ЛИДАРЫ, радары, камеры, средства связи с соседними аппаратами. К внутренним относятся инерциальная система навигации, которая может упростить ручное управление и корректировку БПЛА или вовсе ее упразднить, так же данная функция помогает ориентироваться в пространстве при использовании прямого управления для лучшей точности поражения цели. Установка радара возможна только на крупные БПЛА в связи с их весом и стоимостью. Установка ЛИДАРА имеет смысл преимущественно на крупные БПЛА в связи с их большой стоимостью и требованием к вычислительным мощностям. Но при его установке можно получить преимущества, такие как составление карты местности и возможности огибать рельеф местности для меньшей заметности на радары противника и усложнения противодействия им. Установка камеры и её разновидностей, например камеры с свето-фильтрами, тепловизоры и различные приборы ночного видения, может повысить эффективность БПЛА, позволив использовать их для разведки и корректировки артиллерии, также может помочь в контрбатарейной борьбе. Дополнительно данная функция даст возможность прямого контроля БПЛА и объективного контроля поражения цели, а также появится возможность уничтожения небольших или движущих объектов.

Программное обеспечение (ПО) напрямую зависит от установленных на БПЛА датчиков и задач, возложенных на него. Например, использование ПО для связи внутри звена («роя») совместно со средствами оптической связи (или её аналогов) с соседними аппаратами позволит использовать многочисленные схемы взаимодействия звеньев БПЛА для повышения боевой эффективности, также это позволит создавать отдельные специализированные модели БПЛА, которые будут повышать эффективность звена в целом. Кроме того, использование «роя» позволяет увеличить возможности звена по противодействию системам ПВО противника (схема изображена на рисунке 1).

ПО можно разделить, как и датчики, на необходимое и дополнительное. К необходимому относится ПО низкого уровня для управления основными системами БПЛА (повышение или понижение тяги двигателей, повороты элеронов и хвостового оперения, приём, обработка и передача полученных команд на более высокий уровень). К необходимому ПО высокого уровня относится возможность двигаться по заранее проложенному маршруту и возможность его корректировки. При установке инерциальной системы навигации дополнительно нужна система автоматической корректировки курса. При установке лазерных дальномеров (частей ЛИДАРА), также необходимо создать ПО, позволяющее обрабатывать их данные и возможность автоматически огибать рельеф местности на сверхмалой высоте. При установке камеры или её аналогов необходимо создать возможность прямого управления БПЛА, и функцию удерживания позиции.

БПЛА по типу двигателя можно разделить на 3 типа: с ДВС, с электродвигателем и с реактивным двигателем. Выбор двигателя зависит от множества параметров, а также от специфики применения БПЛА. Реактивный двигатель для наших задач не подходит по ряду причин, например большой избыточной тяги, которая дает высокую скорость полёта, но и большую нагрузку на каркас, что повлечёт увеличение его массы. Так же реактивный двигатель требует большие объёмы топлива и имеет высокую стоимость. Поэтому сделан выбор в пользу электродвигателя.

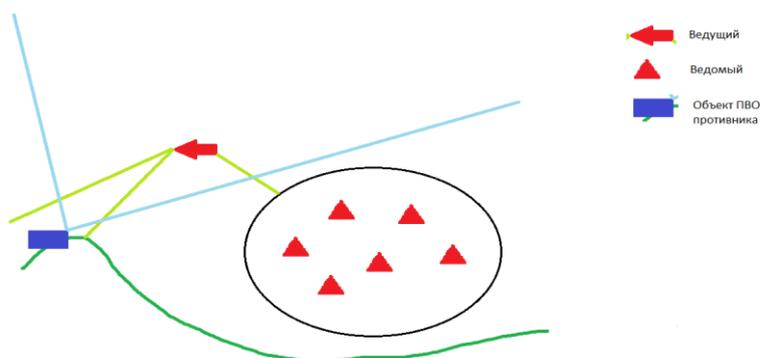


Рис. 1. Схема противодействия системам ПВО противника

Сервоприводы необходимы для управления элеронами, хвостовым оперением и видеокамерой (при её наличии). Сами сервоприводы выбираются во время проектирования согласно нагрузке, которая на них будет возложена.

Аккумуляторы являются одной из важнейших частей БПЛА. В данной работе рассматриваются 4 основных типа аккумуляторов: свинцовые, никель-кадмиевые, никель-металлогидридные, литий-ионные. В данном случае больше подходит никель-металлогидридный аккумулятор, но при этом конечный выбор будет зависеть от стоимости БПЛА и других факторов. Так же стоит учесть, что и другие типы аккумуляторов имеют свои достоинства, поэтому их также необходимо учитывать [1].

Заключение

Для проектирования рабочего прототипа в дальнейшем необходимо провести множество дополнительных исследований и создать несколько 3D моделей и ряд рабочих прототипов. При этом существует возможность создать БПЛА данного типа с исключительно российскими технологиями.

В дальнейшем, возможно улучшить проект, например в следующих направлениях: разработка программного обеспечения, позволяющего отдельным аппаратам объединяться в одну информационную сеть и представлять собою «рой»; установка на отдельные аппараты оптических датчиков и приборов, позволяющих собирать разведанные по пути к цели и дать объективный контроль поражения цели.

Список использованных источников

1. Типы беспилотных летательных аппаратов. Обзор. [Электронный ресурс]. – URL: <https://aviatest.aero/articles/typy-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-obzor/> (дата обращения 07.02.2023).

ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

Ринчинов Т.Б.¹, Беляев А.С.², Киселев А.В.³

¹ТПУ, ИШИТР, гр.8Е02, e-mail: tbr2@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: asb22@tpu.ru

³ТПУ, ИШИТР, к.т.н., доц., e-mail: kiselevav@tpu.ru

Введение

Для решения задач в области мехатроники и робототехники требуется применять различные методы расчетов и моделирования. Современный рынок предлагает широкий выбор программных комплексов, которые облегчают процесс решения задач. Среди таких программных средств можно назвать Ansys, MatLab, COMSOL, Octave и многие другие. Эти программы предоставляют широкий спектр инструментов для научных и инженерных расчетов.

В данной статье, в качестве примера, будет рассмотрено динамическое решение одной из задач, поставленной на хакатоне от компании «Евраз». Необходимо прогнозировать время, через которое ротор, установленный на одном из эксгаустеров агломерационной машины, выйдет из строя, а также обновлять результат прогноза в зависимости от новых данных. В качестве данных имеется горизонтальная вибрация одного из подшипников ротора.

Основная часть

Имеются данные о горизонтальной вибрации подшипника за 20 дней (рис. 1). Для построения графика накопления повреждений будет использована среда MatLab (рис. 2) [1].

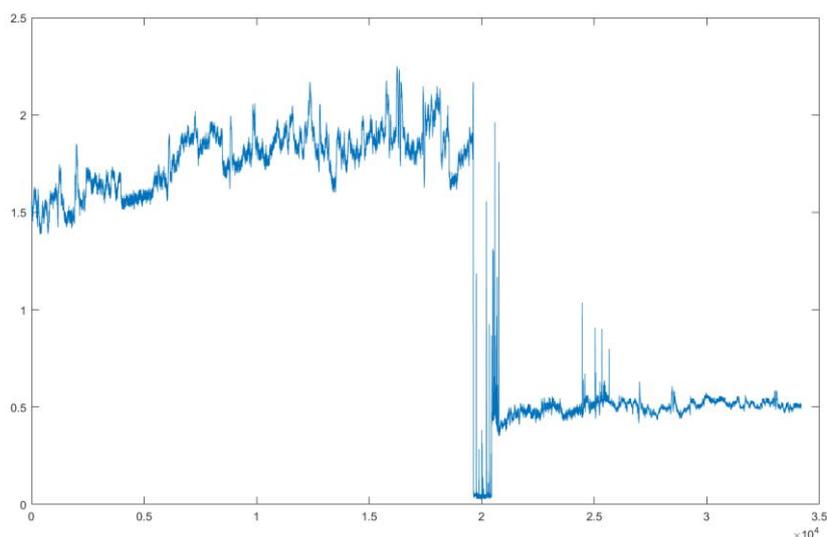


Рис. 1. График значений горизонтальной вибрации подшипника

Для построения графика накопления повреждений на оси x отмечаются циклы времени, каждый из которых равен двум суткам реального времени [2]. На оси y отмечаются циклы накопления повреждений, каждый из которых равен 2.2 мм/с или 71 циклу. В рамках хакатона были предоставлены данные о критической горизонтальной вибрации подшипника, которая составляет 7.1 мм/с. Используя эту информацию, критическое значение вибрации было переведено в количество циклов накопления повреждений, равное 230. С помощью аппроксимации графика накопления повреждений экспоненциальной зависимостью было получено время, через которое повреждение достигнет критической отметки – 41 день (61 день с момента замены ротора эксгаустера).

Для обновления результатов решения с использованием свежих данных о вибрации подшипника были написаны скрипты на MatLab. Для их запуска и получения результатов использовалась библиотека (matlab.engine [3],[4]) для языка Python. Результаты решения отображаются в веб-приложении и обновляются каждый час.

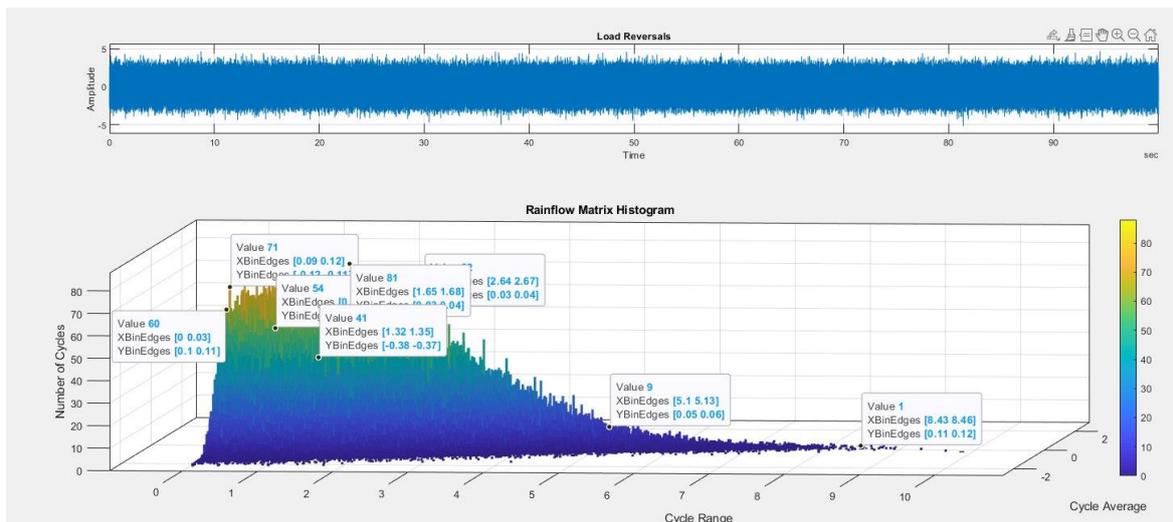


Рис. 2. График накопления повреждений

Заключение

Применение программных комплексов представляет собой важный инструмент для решения задач в области мехатроники и робототехники, так как каждый комплекс обладает уникальными возможностями и функциями. Это может позволить расширить спектр решаемых задач и повысить эффективность работы. В качестве примера в данной статье, было приведено решение задачи вибродиагностики, которое было получено путем проведения расчетов в среде MatLab, также был реализован алгоритм обновления решения с учетом новых данных при помощи Python.

Список литературы

1. Vibration Analysis / [Электронный ресурс] // MathWorks: [сайт]. — URL: <https://www.mathworks.com/help/signal/vibration-analysis.html> (дата обращения: 19.02.2023).
2. Import data into MATLAB / [Электронный ресурс] // MathWorks: [сайт]. — URL: <https://www.mathworks.com/help/database/ug/sqlite.fetch.html> (дата обращения: 19.02.2023)
3. Python object using MATLAB / [Электронный ресурс] // MathWorks: [сайт]. — URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/apiref/matlab.engine.matlabengine-class.html> (дата обращения: 18.02.2023)
4. MATLAB Engine API for Python / [Электронный ресурс] // PyPi: [сайт]. — URL: <https://pypi.org/project/matlabengine/> (дата обращения: 19.02.2023).

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ НАСТОЛЬНОГО ФУТБОЛА

Гриценко К.В.¹, Дотти П.², Поберезкин Н.И.³

¹ТПУ, ИШИТР, гр. 8Е11, e-mail: kvg15@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, гр. 8Е11, e-mail: pablo1@tpu.ru

³ТПУ, ИШИТР, ассистент ОАР, e-mail: nip6@tpu.ru

Введение

Настольный футбол – динамичная игра, развивающая реакцию, скорость мышления и мелкую моторику, которая за последние 20 лет стала настоящим видом спорта и начала активно популяризоваться в таких странах, как США, Германия, Италия, Россия и др. Благодаря чему начали создаваться тактики и стратегии игры в настольном футболе, а также появились люди, которые вывели определенные виды ударов и научились играть в настольный футбол определенным образом, и, как в любом виде спорта, для того чтобы стать профессионалом необходимо усердно тренироваться. Однако для этой цели мало работать со статичными “игроками”, появляется необходимость в спарринг-партнере, но, к сожалению, такого не всегда получается найти. Одним из вариантов решения может стать автоматизированный тренажёр, который смог бы заменить настоящего соперника. Существующие варианты не обладают достаточно высоким уровнем игры.

Описание работы

Поскольку автоматизированный тренажер должен выполнять те же функции, что и реальный игрок, на столе для настольного футбола он должен осуществлять контроль четырёх ручек. На каждой ручке он должен выполнять две функции: поступательное перемещение с целью блокировки мяча и вращательное движение с целью удара по мячу. Так как принцип работы всех ручек одинаковый, то устройство для каждой из них будет идентичным.

На первом этапе разработки и проектирования тренажера был проведен обзор существующих решений механической части системы, в результате которого был сделан вывод об их преимуществах и недостатках.

Были рассмотрены решения, представленные в источниках [1], [2] и [3], авторы которых применяют типичные кинематические схемы управления, когда один двигатель выполняет вращательное движение, а второй поступательное. Преимущества данных методов: легкое управление; высокая точность. Помимо этого, эти решения обладают и некоторыми недостатками, а именно: высокая стоимость, сложность разработки, большие габариты.

Кроме того, был выполнен анализ другого варианта исполнения кинематики [4], где автором было предложено двигать и вращать вал с помощью голономных подшипников, представлено на рисунке 1. Преимущества данной конструкции заключаются в её малогабаритности, которая обусловлена отсутствием актуатора поступательного действия и отсутствием необходимости перемещать двигатель из стороны в сторону вместе с ручкой. Эта конструкция имеет два двигателя, расположенных по разные стороны стола и являющихся статичными. Поэтому данная конструкция была выбрана для реализации тренажера.

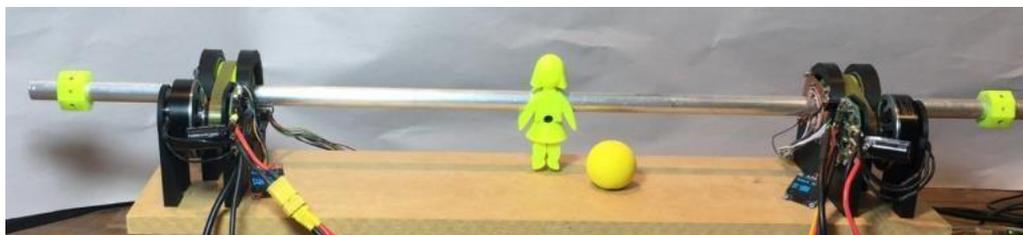


Рис. 1. Конструкция Paul Gauld

Следующим этапом работы стало построение структурной схемы предлагаемой конструкции тренажера. В данной структурной схеме микроконтроллер управляет двигателем через драйвер, а для обратной связи двигателя с контроллером нужны датчики угла поворота. Исходя из этого была разработана следующая структурная схема системы, представленная на рисунке 2.

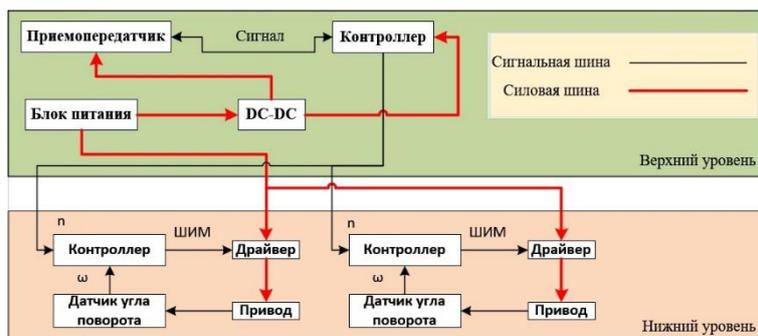


Рис. 2. Структурная схема системы

Далее для выбора правильного двигателя для данной системы были проведены физические расчеты вращательной и линейной инерций вала, линейной инерции шара, скорости перемещения из стороны в сторону и вращения вала, скорости мяча после удара и др.

С помощью высокоскоростной камеры и линейки были измерены следующие параметры: линейная скорость вала равна 0,32 м/с; угловая скорость вала — 60.32 рад/с; линейная скорость мяча — 4.8 м/с.

Далее были проведены расчеты для линейной и вращательной инерций вала с помощью формул (1) и (2) из источника [5]:

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\left(\frac{d_1}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_2}{2} \right)^2 \right) \quad (1)$$

$$T = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

где в формуле (1) m - масса вала, d_1 – внешний диаметр вала, d_2 – внутренний диаметр вала, и в формуле (2) m -масса мяча, и v – скорость мяча.

Так как энергия и время работы известны, то требуемая мощность двигателей была найдена по формулам (3) и (4):

$$P = \frac{T}{t} \quad (3)$$

$$P = \sum_{i=0}^3 P_i \quad (4)$$

Подстановка известных данных позволила определить, что для достаточно быстрого перемещения вала нужны 2 двигателя мощностью 40 Вт или более с частотой вращения 12 000 об/мин или более. На основе полученных параметров был выбран двигатель постоянного тока ХН/545/24V12.5К, мощность которого составляет 50 Вт.

Для реализации требуемого высокого крутящего момента при сохранении оборотов двигателя в пределах нормы, был установлен редуктор в виде приводного ремня, который позволяет сместить ось вращения привода относительно оси вращения ручки. В результате работы были построены следующие модели в среде разработки Blender, рисунок 3.

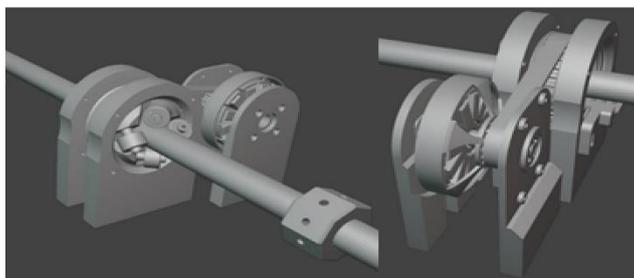


Рис. 3. 3D-модель механизма

Следующим этапом данной работы стало изготовление первого прототипа. Была изготовлена и проверена первая часть прототипа - голономные подшипники. Сами подшипники были распечатаны на 3D-принтере из PETG пластика, а ролики из BFlax пластика. Был разработан первый прототип, который показал свою работоспособность, показан на рисунке 4.



Рис. 4. Первый прототип

Второй частью конструкции является крепление. Эта часть позволяет системе удерживаться на столе. При испытании крепления, представленного на рисунках 3 и 4, стало понятно, что при его установке и эксплуатации портится внешний вид настольного футбола, впоследствии этот недостаток был исправлен и изготовлен корректный вариант крепления.

Заключение

В рамках данной работы, проведен обзор решений тренажера, создана 3D-модель, реализована механическая часть системы, и создан прототип, который показал свою работоспособность. После завершения испытаний механического узла планируется разработать и реализовать алгоритм работы одной оси, которая включает в себя два двигателя и передачи, на микроконтроллере серии STM32. В дополнении к этому, после изготовления и отладки работоспособности четырех осей системы, планируется установка видекамеры и обработка видеоматериалов, которые позволят использовать нейросетевые алгоритмы для определения местонахождения мяча и игроков, а также для управления системы на уровне профессиональных игроков.

Список использованных источников

1. Table soccer robot with artificial intelligence (KI-cker). [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.bosch.com/stories/bend-it-like-bosch/>
2. Autonomous Foosball Table [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.instructables.com/Autonomous-Foosball-Table/>
3. Autonomous Foosball Table – Eski. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.instructables.com/Autonomous-Foosball-Table/>
4. Inverted Mecanum Drives Robotic Table Soccer. [Электронный ресурс]. — URL: <https://hackaday.io/project/170578-inverted-mecanum-drives-robotic-table-soccer>
5. Moment Of Inertia of a Hollow Cylinder. [Электронный ресурс]. — URL: <https://byjus.com/jee/moment-of-inertia-of-a-hollow-cylinder/>

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕХАТРОНИКЕ

Гарифуллин Ф.А.¹, Беляев А.С.², Киселев А.В.³

¹ТПУ, ИШИТР, гр.8Е02, e-mail: fag6@tpu.ru

²ТПУ, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: asb22@tpu.ru

³ТПУ, ИШИТР, к.т.н., доц., e-mail: kiselevav@tpu.ru

Введение

Керн - ценный образец породы, используемый для изучения параметров геологической структуры Земли. Однако, при перевозке керна из скважины в лаборатории возникают проблемы с его выталкиванием из тубусов (рис. 1), что может привести к повреждению образца и потере ценной информации. В настоящее время существующие установки для выполнения этой задачи имеют существенные недостатки: большинство из них работает в ручном режиме, требуя постоянного присутствия оператора, и занимают много места в помещении, что особенно проблематично для лабораторных центров с ограниченным пространством.



Рис. 1. Тубус с керном

Для решения этой проблемы в рамках хакатона от компании «Роснефть» [1], была поставлена задача разработать концепт полностью автоматизированной установки, которая будет способна выталкивать керн из тубусов, сохраняя его целостность, а также модель установки должна соответствовать установленным габаритам. Таким образом в данной статье рассматривается один из методов разработки концепта установки и представление ее работы при помощи средств компьютерной графики.

Основная часть

Для создания трехмерной модели установки, предназначенной для выталкивания керна из тубусов [2], было применено программное обеспечение Autodesk Inventor. С помощью этого инструмента была разработана модель установки, которая полностью отвечает требованиям, установленным на хакатоне. В данной модели установки предусмотрен механизм выталкивания керна из тубуса, который осуществляется при помощи четырех схватов и двух движителей, перемещающих конструкцию с тубусом для выталкивания. Модель установки имеет длину, не превышающую 2,5 метра, и отображает все детали и механизмы, необходимые для его работы. Внешний вид установки представлен на рисунке 2.

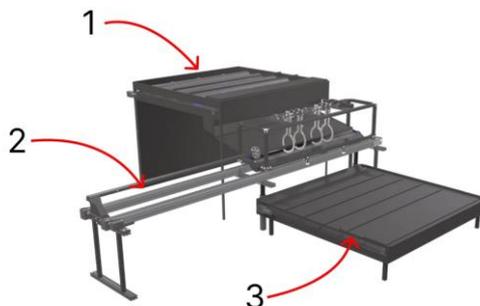


Рис. 2. Рендер установки

Разработанная установка состоит из 3 основных частей:

- 1) магазин, для хранения зерна;
- 2) основная часть установки, реализующая функцию выдавливания зерна;
- 3) конвейер для выдачи.

Следующим этапом работы над задачей, поставленной в рамках хакатона было представление проекта членам комиссии. Для правильного представления были также использованы средства компьютерной графики, в данном случае удобнее будет использовать программы с функционалом позволяющим покадрово анимировать работу установки. Для создания анимации работы установки было решено использовать программное обеспечение Blender [3]. С помощью данной программы были созданы последовательности кадров, которые затем были объединены в видеофайл [4]. Анимация позволила наглядно продемонстрировать работу установки и подчеркнуть ее продуманность относительно конкурентов. Кроме того, использование Blender позволило создать дополнительные элементы анимации, такие как подсветку и тени, которые придают реалистичности модели и делают ее более привлекательной [5]. Результатом работы стала не только модель установки, но и анимация ее работы, которая позволяет убедительно продемонстрировать эффективность ее работы и целостность зерна в процессе выталкивания его из тубуса.

Заключение

Таким образом, в рамках научной статьи была представлена концепция полностью автоматизированной установки для выталкивания зерна из тубусов с сохранением его целостности и ценности информации. Для создания трехмерной модели установки было использовано программное обеспечение Autodesk Inventor. Модель установки состоит из магазина, основной части установки, реализующей функцию выдавливания зерна, и конвейера для выдачи.

При помощи программы Blender, была создана анимация работы установки, которая демонстрирует ее эффективность и сохранение целостности зерна в процессе выталкивания из тубуса. Разработка такой установки имеет большой потенциал для применения в геологических исследованиях, где зерно является ценным образцом породы для изучения различных параметров геологической структуры Земли.

Разработанная установка способна повысить качество и точность полученных результатов в процессе сбора и анализа данных в области геологических исследований. Таким образом, данная разработка может привести к значительному прогрессу в этой области, ускорив разработку новых нефтяных месторождений.

Список используемых источников

1. Хакатон программистов-робототехников [Электронный ресурс] – URL: <https://events.rn.digital/hack/5> (дата обращения: 28.12.2023)
2. Устройство для выдавливания зерна [Электронный ресурс]. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU206111U1/ru> (дата обращения: 05.01.2023)
3. Blender manual [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.blender.org/manual/ru/latest/getting_started/about/introduction.html (дата обращения: 01.02.2023)
4. Анимация и риггинг [Электронный ресурс]. – URL: <https://blender3d.com.ua/category/animation/> (дата обращения 05.02.2023)
5. Введение в анимацию в Blender [Электронный ресурс]. – URL: <https://younglinux.info/blender/mpractic> (дата обращения: 07.02.2023)

МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА И ЕГО ИНТЕГРАЦИЯ В ГОТОВУЮ СИСТЕМУ

Сапегин А.А.

Томский политехнический университет, ИШИТР, гр.8ИИМ21, E-mail: aas271@tpu.ru

Введение

Перед представителями инженерной профессии очень часто встает проблема интеграции нового функционала в уже готовую систему. На примере данной работы рассматривается случай, когда для готового проекта на платформе Arduino в виде прототипа лабораторного оборудования по уходу за растениями было необходимо внедрить функцию мультиспектральной съемки с последующим выводом изображения на экран типа HMI.

Подходы к вычислению вегетационного индекса

Вегетационный индекс – показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными каналами и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка [1]. Для вычисления индекса необходимы значения спектральной яркости не только видимого спектра, но и ближнего инфракрасного. Так, например, NDVI вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

где NIR – спектральная яркость в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн, Red – спектральная яркость в красном диапазоне длин волн.

Одна из задач при конструировании модуля состояла в том, чтобы себестоимость самого модуля была как можно ниже, а поэтому использование специальных мультиспектральных камер было нерелевантным. При конструировании модуля было решено опираться на свойство большинства камер улавливать ближний инфракрасный спектр при удалении с объектива специального фильтра. Однако при этом возникала проблема того, что при удалении фильтра камера фиксировала одновременно яркость в обоих диапазонах (видимом и ближнем инфракрасном), что не давало воспользоваться значениями спектральной яркости по отдельности.

Было проанализировано два подхода для решения данной проблемы. Первый заключается в использовании двух камер: обычной и с удаленным фильтром. Для получения значения спектральной яркости в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн необходимо вычесть из значения красного канала пикселей изображения с камеры без модификации (с фильтром) значение красного канала соответствующих пикселей изображения с камеры без фильтра [2]. Главным недостатком данного подхода является тот факт, что даже если камеры расположены достаточно близко, они имеют разные ракурсы и некоторые значения индекса могут быть некорректны. На рисунке 1 представлены результаты с вычисленным NDVI.

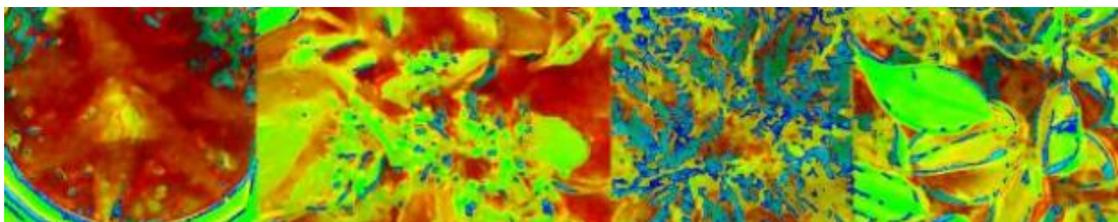


Рис. 1. Результаты для подхода с использованием двух камер

Второй подход заключается в использовании двухдиапазонного фильтра, что пропускает одновременно волны ближнего инфракрасного спектра и видимого синего спектра. Таким образом можно использовать изображение с одной камеры, при этом необходимо адаптировать формулы для вычисления индексов используя в качестве NIR значения красного для канала изображения, а в качестве Red – разность значений синего и красного канала [3]. Данный подход в итоге был использован для создания модуля. На рисунке 2 представлены результаты с вычисленным NDVI.

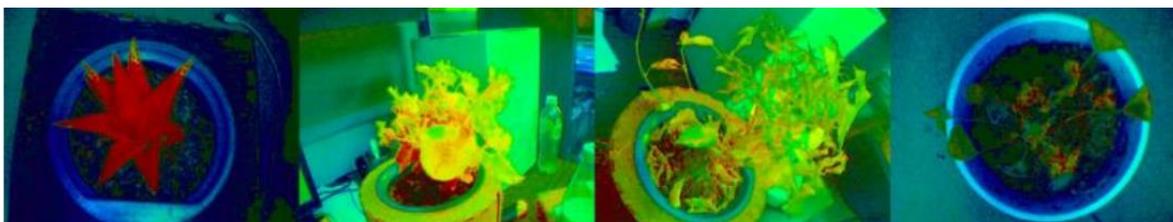


Рис. 2. Результаты для подхода с использованием двухдиапазонного фильтра

Вывод изображения на экран

Особенность дисплея Nextion NX1060P101-011C-I, что использовался в прототипе оборудования заключается необходимости его отдельного программирования. Сам дисплей способен принимать и отправлять команды на микроконтроллер. Такой принцип работы препятствует выводу изображения с камеры, так как дисплей не способен принимать что-либо, кроме определенных команд. При этом в их списке фигурирует команда для отрисовки прямоугольника. С помощью данной команды можно осуществлять попиксельный вывод изображения. Однако при данном подходе изображение выводится весьма медленно.

Для оптимизации данного подхода был использован следующий алгоритм:

1. Изображение делится на четыре равных сектора.
2. Вычисляются средние значения цветов пикселей в каждом из секторов.
3. Через команду сектора отрисовываются в виде прямоугольников.
4. Далее каждый сектор делится еще на четыре подсектора.
5. Выполняется пункт 2 для подсекторов.
6. Пункт 3 выполняется для подсектора лишь в том случае, если разница значений его яркости и яркости сектора более определенного значения (отрисовка идет поверх сектора).
7. Пункты с 4 по 6 выполняются до тех пор, пока размер подсектора не совпадет с размером пикселя.
8. Попиксельный вывод изображения.

Таким образом пользователь сразу будет видеть сначала изображение низкого качества, которое по истечении небольшого промежутка времени становится приемлемым.

Особенности интегрирования модуля

Несмотря на то, что Arduino имеет свой модуль камеры, для дальнейшей работы он не подходил, так как занимал слишком большое количество пинов. За работу с камерой и обработку изображения было решено использовать одноплатный компьютер Raspberry Pi, однако для выполнения задач могут подойти и более упрощенные его аналоги. Микроконтроллер обменивается командами с Raspberry Pi через Serial порт. При выводе изображения, команда для отрисовки прямоугольника формируется на стороне Raspberry Pi, отправляется на Arduino, при этом микроконтроллер при считывании каждого символа отправляет его сразу же на дисплей. Данный подход позволяет более оперативно отправлять команды и не прерывает остальные функции, что были прописаны для прототипа ранее.

Также стоит проблема того, что стандартной длины кабеля может оказаться недостаточно, что и произошло в ходе разработки модуля. При использовании обычных удлинителей сигнал может стать очень слабым и устройство не сможет распознать камеру. Для решения данной ситуации был использован удлинитель из витой пары.

Заключение

По итогу разработки модуля и его интегрирования оборудование было протестировано на работоспособность путем его эксплуатации в течение нескольких суток и на текущий момент находится в опытной эксплуатации.

Список использованных источников

1. Вегетационные индексы NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-truecolor-140>
2. Visible (RGB) and Full Spectrum (RGB+NIR) Imagery – Georeferenced NDVI Generation and Remote Sensing by UAV [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://diydrones.com/profiles/blogs/visible-rgb-andfull-spectrum-rgb-nir-imagery-geo-referenced-ndvi>

3. How to perform vegetation analysis with a single camera [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.lumenera.com/media/wysiwyg/documents/casestudies/Vegetation_Analysis_With_A_SingleCamera.pdf
4. Гонсалес Р. С., Вудс Р. Е. Цифровая обработка изображений. – 3 изд. – Москва: Техносфера, 2012. - 1104 с.

**Секция 6. Автоматизация технологических
процессов и производств**

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПО ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Кривобородько В.А.¹, Егорова О.В.²

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа ядерных технологий, 0781,
e-mail: vak99@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, Инженерная школа ядерных технологий, доцент,
e-mail: nagaizeva@tpu.ru*

Введение

В рамках проекта «Прорыв», направленного на создание ядерных энергетических технологий нового поколения на базе замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), разрабатывается программный комплекс (ПК) КТ-NIMFA, который предназначен для имитации работы технологических схем ЗЯТЦ. Технологические схемы ЗЯТЦ представляют собой комплексы химических аппаратов, насосов, запорно-регулирующей аппаратуры и т.д., объединенных сетью трубопроводов. В процессе эксплуатации таких комплексов происходит постоянное перераспределение расходов и давлений по линиям их трубопроводной сети, обусловленное изменением положения регулирующей и запорной арматуры, работой насосов и т.п. Возникающее перераспределение расходов и давлений оказывает существенное влияние на процессы, протекающие в химических аппаратах, связанных трубопроводной сетью. Ввиду этого при моделировании технологических схем ЗЯТЦ необходимо учитывать это влияние.

При моделировании гидравлических цепей основной задачей является определение гидравлического режима путем расчета математической модели потокораспределения цепи заданной топологии зарекомендовавшими себя методами контурных расходов (МКР) или узловых давлений (МД) [1]. Целью работы является разработка алгоритма формирования системы уравнений в соответствии с МКР, используя топологию гидравлической цепи, в рамках создания модуля для моделирования потокораспределения в сетях трубопроводов технологических схем ЗЯТЦ для ПК КТ-NIMFA.

Описание алгоритма

В матричном виде математическая модель потокораспределения гидравлической цепи, основанная на МКР, выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} A \cdot x = Q, \\ B \cdot S \cdot X \cdot x = B \cdot H; \end{cases} \quad (1)$$

где A – матрица соединений гидравлической цепи; x – вектор расходов на участках; Q – вектор расходов в узлах; B – матрица контуров; S – диагональная матрица сопротивлений участков; X – диагональная матрица из абсолютных значений расходов на участках; H – вектор действующих напоров.

Основной задачей на пути к применению МКР при наличии сведений о технических параметрах элементов гидравлической цепи (типа и диаметра труб, насосов, источников подпиток и т.д.) является составление матрицы соединений (A), отражающей топологию гидравлической цепи, заполнение которой является тривиальной задачей, и матрицы контуров (B).

Нетривиальной является задача формирования матрицы B в связи с вариативностью выделения системы главных контуров, от которой зависит заполненность B , а, следовательно, и количество арифметических операций, возникающих при решении системы (1), что в свою очередь влияет на время расчета. Анализ литературных источников показал, что авторы публикаций, например [1–4], не затрагивают в полной мере вопросы, касающиеся данной темы. Таким образом, стоит задача в определении системы главных контуров, которая обеспечивала бы минимальное заполнение формируемой матрицы контуров B .

Предлагается следующий алгоритм нахождения системы главных контуров, в каждом из которых имеется по меньшей мере один участок, не принадлежащий никакому другому, основанный на идеях А. П. Меренкова и В. Я. Хасилева [1]:

1. Выделяется основное дерево в топологии гидравлической цепи, применяя обход графа поиском в глубину [5]. В результате поиска участки, которые не были включены в дерево, являются хордами, количество которых будет равно количеству независимых контуров.

2. Составляется матрица контуров B путем поиска маршрутов из начала в конец каждой найденной хорды, например, при помощи обхода графа поиском в ширину [5], который будет фиксировать маршруты с минимальным количеством участков в контуре. Элементы матрицы представляются следующим образом:

$$b_{ri} = \begin{cases} 0, & \text{если участок } i \text{ не принадлежит контуру } r; \\ 1, & \text{если участок } i \text{ входит в контур } r \text{ и его ориентация} \\ & \text{совпадает с обходом контура;} \\ -1, & \text{если участок } i \text{ входит в контур } r, \text{ но его ориентация} \\ & \text{не совпадает с обходом контура.} \end{cases} \quad (2)$$

3. Участки графа нумеруются таким образом, что числовое значение номера хорды соответствуют номеру контура. Вследствие этого матрица соединений имеет вид, представленный на рисунке 1.

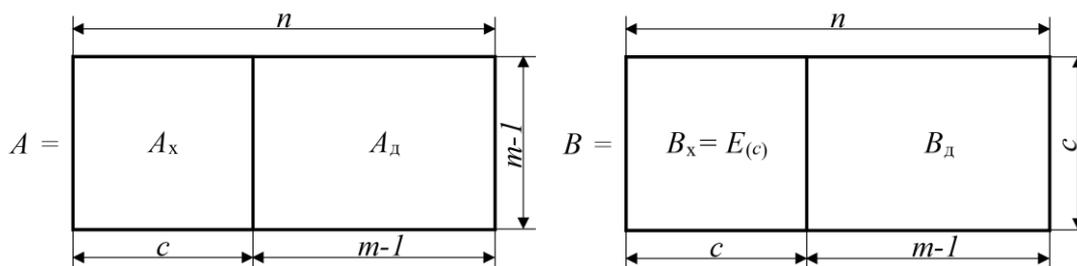


Рис. 1. Структура матрицы соединений A и матрицы контуров B : A_x – матрица соединений, составленная из хорд; A_d – матрица соединений, составленная из дерева; B_x – матрица контуров, составленная из хорд; B_d – матрица контуров, составленная из дерева; n – количество участков схемы; c – количество контуров схемы; m – количество узлов схемы

4. Анализируется матрица контуров B . В случае системы главных контуров квадратная подматрица, состоящая из первых r элементов матрицы B , является единичной, как представлено на рисунке 1. Иначе осуществляется исключение линейных комбинаций в матрице B :

- суммируются по модулю строки – количество участков в контуре и столбцы – количество вхождений участков в контуры;
- если сумма в столбце больше двух (признаком плоской схемы является вхождение любой ветви не более чем в два контура [1]), то осуществляется поиск контура, с которым существуют общие участки и исключение линейной комбинации;
- если суммарное количество участков в контуре уменьшилось, то возврат к п. (а), иначе к п. (б) с выбором другого контура.

5. Если после исключения линейных комбинаций сумма участков, которые включены только в один контур, меньше количества контуров, то для контура, не обладающего таким участком, необходимо провести линейную комбинацию с соседним контуром, имеющим минимальное количество участков.

6. Если осуществлены преобразования, то проводится изменение нумерации участков в соответствии с п. 3.

Также стоит учитывать, что при наличии узлов, являющимися общими только для двух участков, в алгоритме, приведенном выше, необходимо рассматривать только один участок, находящийся в последовательном соединении с такими узлами.

Для демонстрации работы приведенного алгоритма использован граф, представленный в графическом виде вместе с найденной системой главных контуров на рисунке 2.

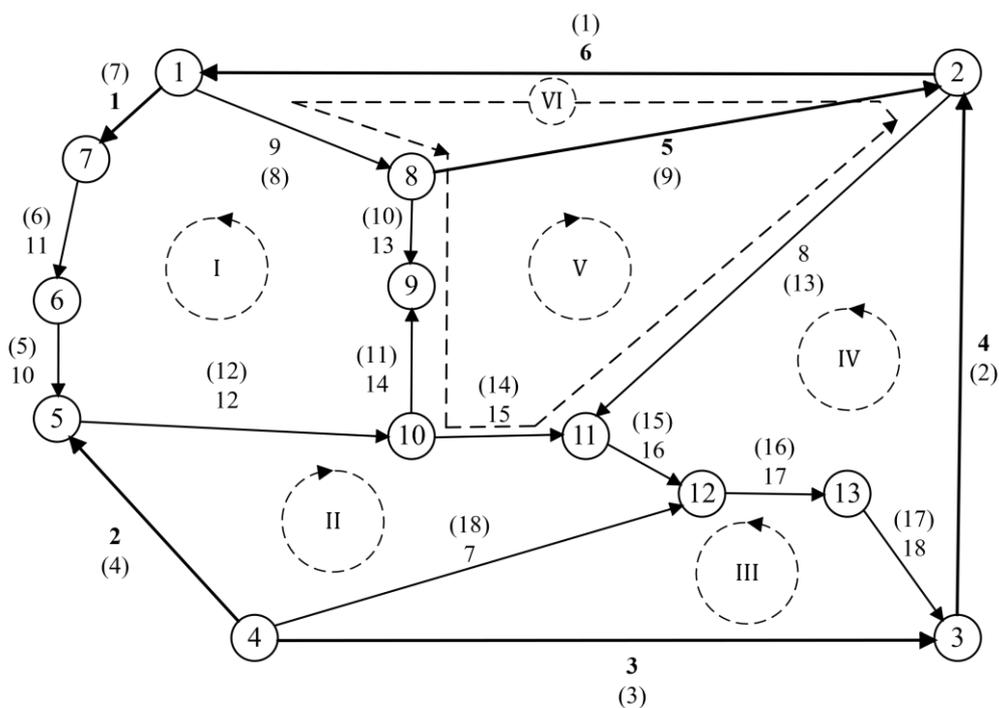


Рис. 2. Найденная система главных контуров: (1)–(18) – индексы участков до изменения нумерации; 1–18 – индексы участков после изменения нумерации; I–VI – номера контуров

Заключение

Таким образом, предложен алгоритм, формирующий матрицу контуров, необходимую для расчета потокораспределения в гидравлической цепи заданной топологии методом контурных расходов или его модификаций. Матрица контуров заполняется таким образом, чтобы минимизировать количество арифметических операций при проведении расчетов.

Список использованных источников

1. Меренков А.П. Теория гидравлических цепей / А. П. Меренков, В. Я. Хасилев. – М.: Наука, 1985. – 279 с.
2. Логинов К.В. Модели и алгоритмы расчета режимов работы сложных гидравлических сетей: дис. канд. техн. наук: 05.13.01 / Логинов Константин Валентинович: Омский государственный университет. – Омск, 2004. – 137 с.
3. Михайловский Е.А. Разработка и апробация технологии объектно-ориентированного моделирования гидравлических цепей на примере задач потокораспределения дис. канд. техн. наук: 05.13.18 / Михайловский Егор Анатольевич: Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук. – Иркутск, 2018. – 142 с.
4. Седых И.А. Реализация алгоритма метода контурных расходов для кольцевой гидравлической цепи в программе MATHCAD / И. А. Седых, А. В. Севостьянов, А. И. Ворфоломеева // Вестник ЛГТУ. – 2019. – №3 (41). – С. 11-18.
5. Иванов Б. Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы: уч. пособие / Б. Н. Иванов. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 288 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭТАПА ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ГАЗА

Осипов В.В.¹, Кузьминская Е.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ГМ11, e-mail: osv11@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: bedareva@tpu.ru

Введение

Целью работы является описание разработанного программного продукта, позволяющего автоматизировать формирование протоколов поверки средств измерений с использованием возможностей Microsoft.

Основная часть

Газовая отрасль является стратегическим направлением социально-экономического сектора России. Развитие газовой промышленности связывают с доступностью газоснабжения для населения и выполнения обязательств государства по экспорту природного газа. С ростом объектов газовой промышленности и возрастающими требованиями к функционированию таких объектов увеличивается количество используемых средств измерений (СИ).

Большинство узлов измерения расхода газа на объектах являются коммерческими и относятся к одной из сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений [1]. Такие СИ подлежат поверке, при которой экспериментально определяются метрологические характеристики и подтверждаются их соответствия установленным обязательным требованиям [2]. Поверка СИ представляет собой сложную и ответственную процедуру, порядок проведения, которой зависит от многих факторов и требует соблюдения жестких требований к условиям и содержанию работ согласно методикам поверки, а многообразие применяемых в газовой промышленности СИ делает данную процедуру весьма трудоемкой.

В связи с увеличением парка поверяемых СИ обслуживающие организации и поверители тратят время не только на проведение поверочных работ, но также на оформление необходимой документации и занесение результатов поверки каждой единицы СИ в государственный реестр СИ ФГИС «Аршин». Для удовлетворения потребностей заказчиков метрологические лаборатории СИ пытаются оптимизировать время работы, затрачиваемое на поверку СИ.

Одним из направлений, позволяющим снизить трудозатраты поверителя и сократить время поверки, является использование цифровых технологий для автоматизации процедуры определения метрологических характеристик СИ. Автоматизацией поверочных работ занимаются достаточно долгое время и многие разработки внедрены в массовое пользование.

Для оптимизации временных затрат метрологических лабораторий необходимо автоматизировать не только сам процесс испытаний, но также работы по расчету метрологических характеристик СИ и оформлению протоколов испытаний.

Разработанный программный продукт «Поверка СИ»

Структурная схема программного комплекса представлена на рисунке 1.

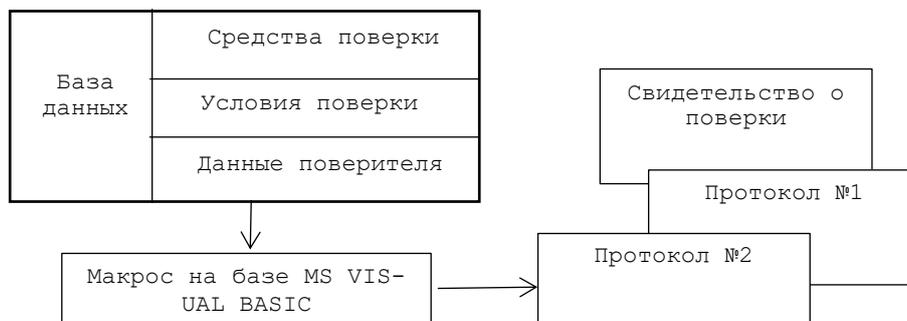


Рис. 1. Структурная схема программного комплекса

В программном комплексе база данных состоит из трех частей:

- эталонные СИ;
- условия проведения поверки;
- данные поверителя.

В разделе «Эталонные СИ» включены все средства поверки, необходимые для поверки и используемые в метрологической лаборатории организации. В данный раздел каждая метрологическая лаборатория может добавлять свои средства поверки исходя из её области аккредитации. Также база данных автоматически загружает описание типа СИ с государственного реестра ФГИС «Аршин» и взаимодействует с программой АРМ-Метролог для уточнения инвентарных и заводских номеров средств поверки.

Фрагмент базы данных средств поверки представлен на рисунке 2.

Калибратор температуры	RTC-157 B	638981-00693	10.11.2023	температура в диапазоне 0 до 155 °С	46576.11.2P.00494885	± 0,04 °С
Калибратор температуры	RTC-157 B	638981-00693	10.11.2023	температура в диапазоне от минус 45 до 0 °С	46576.11.3P.00494886	± 0,04 °С
Калибратор температуры	RTC-157 B	638981-00693	07.11.2023	постоянное электрическое напряжение в диапазоне от минус 1 до 1 В	46576.11.3P.00482750	± (0,005 % П + 0,010% ВП) %
Калибратор температуры	RTC-157 B	638981-00693	07.11.2023	сила постоянного тока в диапазоне от 0 до 24 мА	46576.11.2P.00482749	± (0,005 % П + 0,010% ВП) %

Рис. 2. Фрагмент базы данных средств поверки

Из рисунка 2 видно, что база данных содержит наименование и тип средства поверки (эталон), его заводской номер, срок действия аттестации, характеристику эталона, номер эталона в государственном реестре и его погрешность.

На рисунке 3 приведён фрагмент базы данных условий проведения поверки.

Дата	Температура воздуха, °С	Атм. давление, кПа	Отн. влажность, %	Напряжение сети, В	Частота сети, Гц
09.11.2022	23	98,25	45	220	50
10.11.2022	23	98,36	47	220	50
11.11.2022	22	99,6	43	220	50

Рис. 3. База данных условий поверки

Данная таблица включает в себя данные об условиях поверки, выполнение которых необходимо по требованиям большинства методик поверки: температура окружающего воздуха, атмосферное давление, относительная влажность, напряжение и частота сети.

Для каждого типа СИ разработан отдельный шаблон, выполненные в MS Excel с использованием макроса MS Visual Basic, который включает в себя исходные данные поверки и оформление результатов испытаний.

В разработанном программной продукте предусмотрены различные варианты форм протоколов испытаний в соответствии с требованиями к большинству СИ расхода газа, давления и температуры, вычислителей. В данных шаблонах в автоматическом режиме проставляются точки поверки исходя из диапазонов измерений поверяемых СИ, также происходит расчет погрешности СИ для каждой точки и сравнивается с их нормируемыми метрологическими характеристиками.

После окончания процедуры поверки и формирования протоколов по каждому СИ формируется таблица со всеми необходимыми данными для внесения результатов поверки для каждой единицы поверенного СИ во ФГИС «Аршин». Поверитель может выбрать данные всех поверенных СИ или только необходимых. Автоматическая загрузка результатов испытаний во ФГИС «Аршин» позволяет сократить время работы поверителя и внесение некорректных данных о СИ. Пример таблицы с данными о поверенных СИ представлен на рисунке 4.

Загрузить данные из протоколов	Сформировать XML файл	Загрузить номера из ФГИС Аршин	Выгрузка		Сформировать файл фильтра АРМ Метролога	Дата поверки СИ	Поверка действительна до	Сведения о пригодности СИ		Наименование документа на основании которого выполнена поверка
			Заполняется одно из двух значений					Заполняется одно из 2-х значений		
			Заводской номер СИ	Инвентарный номер СИ				СИ пригодно	СИ непригодно	
Наименование СИ	№ Госреестра			Модификация СИ		Знак поверки на СИ	Причина непригодности			
Очистить таблицу	Загрузить манометры			Год выпуска СИ						
Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC	38419-08	12-203162-05-001		2012	ControlWave GFC	10.11.2022	09.11.2024	+		Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC фирмы «Bristol Inc. США. Методика поверки.
Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC	38419-08	12-203162-05-002		2012	ControlWave GFC	10.11.2022	09.11.2024	+		Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC фирмы «Bristol Inc. США. Методика поверки.
Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC	38419-08	12-203162-05-003		2012	ControlWave GFC	09.11.2022	08.11.2024	+		Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC фирмы «Bristol Inc. США. Методика поверки.
Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC	38419-08	12-203162-05-004		2012	ControlWave GFC	09.11.2022	08.11.2024	+		Вычислитель расхода природного газа ControlWave GFC фирмы «Bristol Inc. США. Методика поверки.

Рис. 4. Таблица выгрузки результатов поверки СИ

Заключение

Предложенный программный продукт реализован на возможностях Microsoft Excel и MS Visual Basic с отдельно разработанными базами данных и шаблонов оформления результатов поверки для каждого типа СИ узлов измерения расхода газа.

Применение программного комплекса для автоматизации процедуры оформления результатов поверки СИ расхода газа позволяет оптимизировать трудозатраты на проведение поверки СИ узлов измерения расхода газа, повысить качество выполнения работ за счет снижения «человеческого фактора» при оформлении результатов поверки, что в свою очередь, повышает эффективность работы метрологической службы организации. Данная разработка проходит апробацию в работе метрологической службы количественных и качественных характеристик газа Газпром Трансгаз Томск.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
2. РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
3. Меньшиков А.Д. Автоматизация поверки, калибровки – повышение производительности // Главный метролог. – 2021 – №4 (121). – С. 26-30.
4. Захарова А.Г., Григорьев А.В., Лобур И.А., Шаулева Н.М., Магницкий Д.К., Лебедев Г.М. Автоматизация операций поверки и калибровки электроизмерительных приборов // Горное оборудование и электромеханика – 2021. – № 5 (157). – С. 41-45.
5. Хаккель З., Хертиг Ф., Хорниг Ю., Виденхёфер Т. Цифровой сертификат калибровки: пер. с англ. А.Н. Паньков, В.С. Салин // Главный метролог – 2019. – № 2. – С. 44-51.
6. Бавыкин О. Б. Автоматизация процедуры поверки средств измерений // Известия российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена – 2013. – № 163. – С. 94-97.
7. Голобоков М.В., Данилевич С.Б. Автоматизация - эффективный путь повышения качества поверки (калибровки) средств измерений // Материалы Международной научно-технической конференции: Метрология, стандартизация, качество: теория и практика. – Издательство: Омский государственный технический университет (Омск). – Омск, 14–16 ноября 2017 года – С. 15-19.
8. Приходько Н.С. Автоматизация технологических процессов поверки средств измерения // Научные вести – 2019. – № 11 (16). – С. 120-125.

ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Чжэньбэй Л.¹, Скороспешкин М.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ21 e-mail: chzhenbey1@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: smax@tpu.ru

Введение

В настоящее время для управления объектами с запаздыванием применяются специализированные регуляторы, например регулятор Смита. Особенностью объектов с запаздыванием является задержка сигнала между входом и выходом. Если в таких условиях применять классический ПИД-регулятор, то качество управления может оказаться неудовлетворительным.

В данной работе предложен подход к управлению объектом с запаздыванием на основе псевдолинейного регулятора, состоящего из классического ПИД-регулятора и псевдолинейного корректирующего устройства с амплитудным подавлением.

Псевдолинейное корректирующее устройство с амплитудным подавлением

Данное устройство обеспечивает постепенное уменьшение амплитуды с увеличением частоты, сохраняя при этом фазу сигнала практически неизменной. На рисунке 1 показана структурная схема данного корректирующего устройства [1].

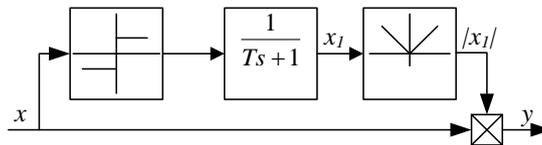


Рис. 1. Псевдолинейное корректирующее устройство с амплитудным подавлением

Входной сигнала проходит через два канала. В верхнем канале находятся блок сигнатуры, фильтр низких частот и блок выделения модуля. Сигнал на выходе фильтра формируется путем перемножения входных сигналов из обеих ветвей:

$$y = |x_1| \cdot x. \quad (1)$$

Если предположить, что на входе фильтра присутствует сигнал, который можно описать как синусоидальную волну, то можно получить решение.

$$x_1 = x_{10} e^{-\frac{t}{T}} \pm (1 - e^{-\frac{t}{T}}), \quad (2)$$

где $x_{10} = \mp \frac{1 - e^{-\frac{\pi}{\omega T}}}{1 - e^{-\frac{\pi}{\omega T}}}$.

Для линейной аппроксимации нелинейной функции фильтра используются коэффициенты гармонической линеаризации, которые позволяют выразить нелинейную функцию через линейную функцию гармонической формы:

$$a = \frac{2}{\pi A} \int_0^\pi (|x_1| A \sin \omega t) \sin \omega t \, d(\omega t), \quad b = \frac{2}{\pi A} \int_0^\pi (|x_1| A \sin \omega t) \cos \omega t \, d(\omega t) \quad (3)$$

Коэффициенты гармонической линеаризации а и b являются функциями частоты. Если при расчете пренебречь влиянием более высоких гармоник сигнала-меандра $\text{sign } x$, то можно использовать упрощенные формулы для вычисления коэффициентов а и b [1].

$$a = \frac{8}{\pi^2 \sqrt{1 + \omega^2 T^2}} \left(1 + \frac{1}{3} \cos 2\theta\right) \quad b = \frac{8}{\pi^2 \sqrt{1 + \omega^2 T^2}} \left(\frac{1}{3} \sin 2\theta\right) \quad (4)$$

где $\theta = -\arctg \omega T$.

На рисунке 2 приведены графики АЧХ и ФЧХ данного корректирующего устройства. Кривые 1, 2 и 3 соответствуют значениям параметра настройки постоянной времени T фильтра низких частот, равной 1, 5 и 10 с. соответственно.

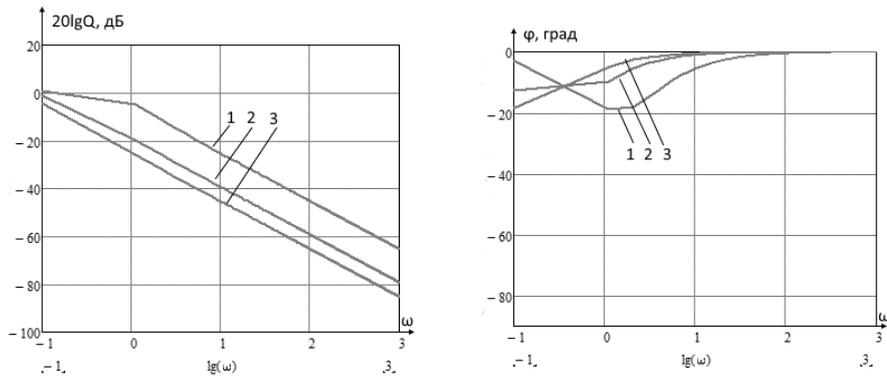


Рис. 2. АЧХ и ФЧХ корректирующего устройства с амплитудным подавлением [1]

Из рисунка видно, что чем больше постоянная времени T , тем сильнее происходит подавление амплитуды, а фазовый сдвиг, вносимый данным корректором, составляет не больше -20 град. Используя это свойство ослабление амплитуды практически без изменения фазового сдвига можно улучшить качество системы управления.

Моделирование системы управления с помощью ППП MATLAB

Для исследования был выбран типовой объект управления второго порядка с передаточной функцией (5).

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{s^2 + 5s + 4} \quad (5)$$

Настройки ПИД-регулятора приняты равными: $Kp = 90$, $Ki = 20$, $Kd = 5$, параметр настройки псевдолинейного корректирующего устройства $T=0,01$ с.

На рисунке 3 представлены модели систем автоматического управления объектом, описанным выше с классическим ПИД-регулятором и псевдолинейным регулятором.

На рисунке 4 представлены кривые переходных процессов каждой из систем. Запаздывание объекта управления принято равным $\tau=0,1$ с.

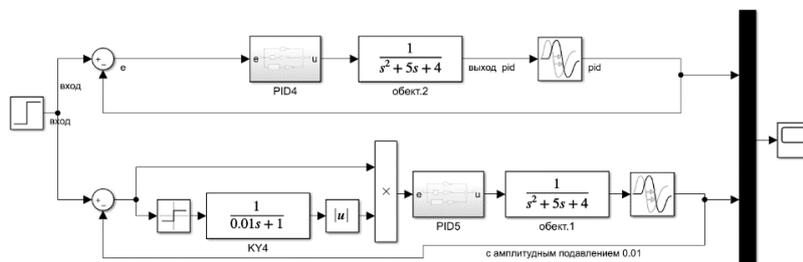


Рис. 3. Модели систем в ППП Matlab

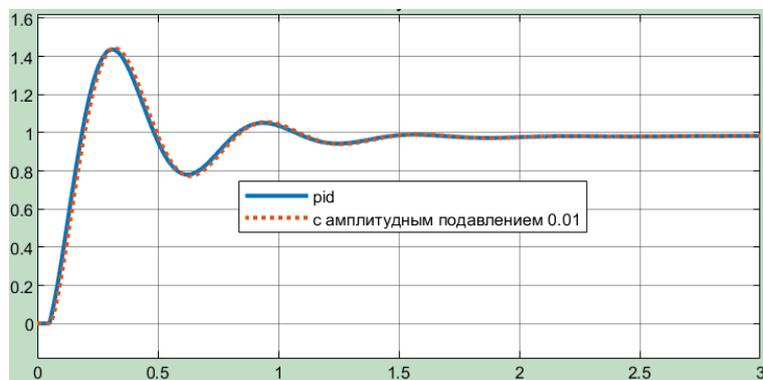


Рис. 4. Кривые переходных процессов

Из рисунка 4 видно, что качество управления обеих систем удовлетворительное и практически одинаковое. Время регулирования системы составляет 1.3 секунды, а перерегулирование – 46 %

На рисунке 5 представлены кривые переходных процессов обеих систем, при значении времени запаздывания объекта управления равным $\tau = 0,5$ с.

При увеличении запаздывания объекта управления до значения $\tau = 0,5$ с. Система управления с ПИД-регулятором становится неустойчивой, и подстройка ПИД-регулятора не дает результата. Система с псевдолинейным регулятором при подстройке постоянной времени фильтра низких частот корректора до значения $T = 100$ с. является устойчивой. Время регулирования системы составляет 13.2 секунды, а перерегулирование равно нулю.

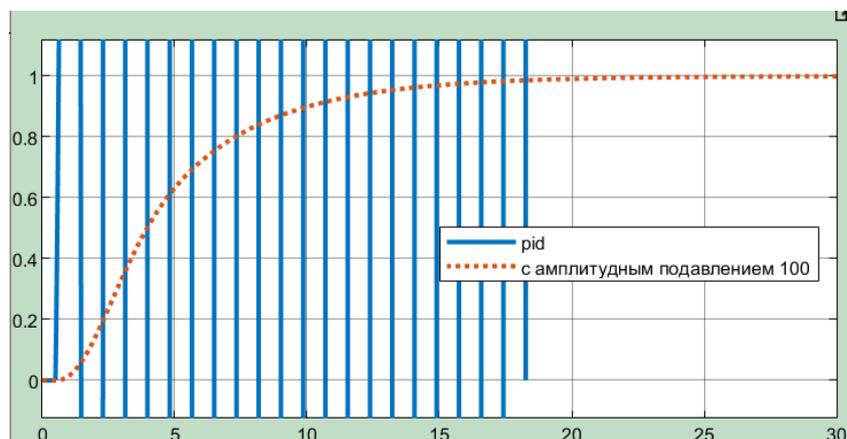


Рис. 5. Кривые переходных процессов

Заключение

Результаты проведенных исследований показывают, что представленный в работе псевдолинейный регулятор является работоспособным и позволяет улучшить качество работы системы управления при изменении запаздывания объекта управления.

Список использованных источников

1. Топчиев Ю.И. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления – М.: Машиностроение, 1971. –466 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ПО ЦВЕТОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ОБЪЕКТА

Спиридонова А.С.¹, Бузмаков И.Д.²

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: spiridonova@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, группа 8Т92, e-mail: idb7@tpu.ru*

Введение

В данной работе представлен анализ методов определения химического состава вещества по его цвету. Из курса общей химии известно, что при добавлении вещества в какой-либо раствор он изменяет цвет всего вещества. Это изменение цвета указывает на определенное содержание компонента и сохраняется в течение длительного времени. Полученная разница в цвете может быть преобразована в численное значение, которое обрабатывается, как аналитическая информация. При низком оптическом поглощении, регистрируется пропущенное световое излучение вещества через прозрачный датчик, который с высокой вероятностью, после обработки сигнала выдаёт верный результат.

Целью работы является изучение методов по определению химического состава вещества по его цвету; написание программного обеспечения для определения цветовых характеристик объекта.

Методы определения вещества в жидкостях очень актуальны и распространены в наше время: проверка состава воды в энергетических установках, очистка и кондиционирование воды, мониторинг окружающей среды, анализ крови на ионы лития и других металлов.

В классе оптических аналитических методов традиционно используют спектрофотометрию. В этом случае оценивают оптическую плотность растворов с последующим нахождением концентрации веществ.

Зачастую полученный оптический спектр настолько сложен, что его практически невозможно интегрировать. Кроме того, традиционные спектрофотометры нуждаются в пробоподготовке и имеют неудовлетворительные массогабаритные характеристики (более пяти килограмм), что ограничивает их применение для больших и быстрых испытаний.

Цифровой цветометрический анализ

Цифровой цветометрический анализ – это оптический метод, в котором первичным измерительным преобразователем является оптод. Оптод – это оптическое сенсорное устройство, которое измеряет оптические характеристики вещества.

Используемые оптоды получают с помощью специальной установки при осуществлении радикальной полимеризации в виде пластинок толщиной 0,5-0,6 мм примеры оптодов приведены на рисунке 1.

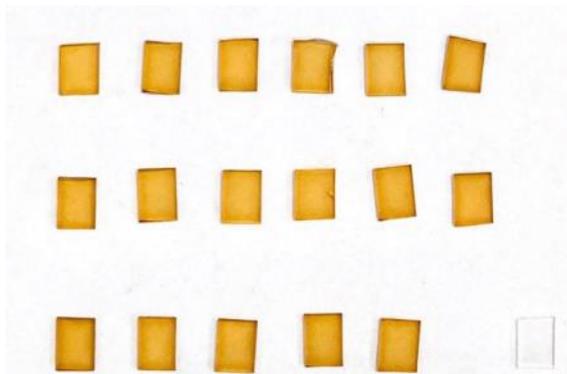


Рис. 1. Оптоды, используемые для цветометрического анализа

Затем пластинки разделяются на части необходимого размера. После этого пластины помещаются в водный или водно-органический раствор определённой рН среды, в которой образуется окрашенный насыщенный комплекс, цвет которого находится в однозначном соответствии с содержанием

определённого компонента в образце. При цифровом описании цвета используют различные разработанные Международной комиссией по освещению стандартные цветовые модели, отличающиеся физическими способами воспроизведения цвета: RGB, HSL, XYZ и др. Проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа и выбор цветовой модели подробно описано на рисунке 2. Также цифровой цветометрический анализ имеет возможность определения нескольких веществ в объекте одновременно.

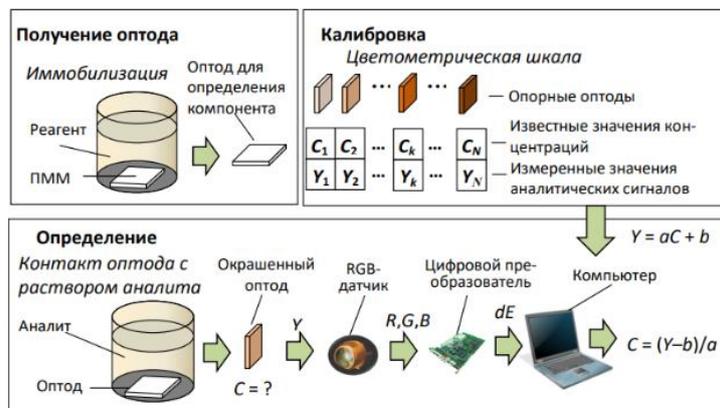


Рис. 2. Последовательность проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа

Разработка 3D модели новой установки

Для создания мобильной лаборатории была разработана 3D-модель установки (рис. 3), которая создаёт условия для качественного получения фотографии окрашенных оптодов.

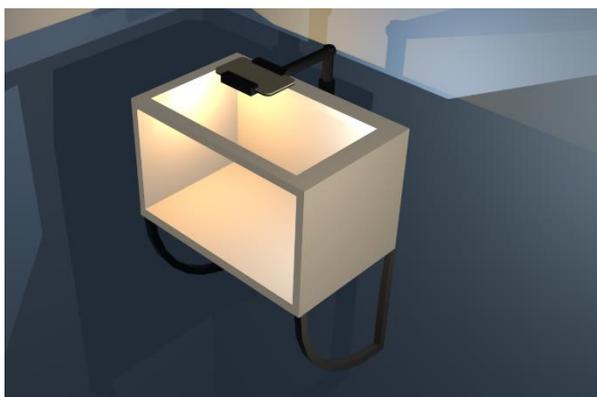


Рис. 3. 3D-модель установки

Данная установка состоит из светонепроницаемого матового белого корпуса со стенками, которые исключают попадание лишнего света, пыли или же других объектов, которые могут повлиять на качество снимка. В качестве RGB-датчика и цифрового преобразователя выступает камера смартфона. В верхней части установки расположено крепление для смартфона, позволяющее создавать фотографии без тени от смартфона. Также данная установка имеет металлическое крепление для установки в автомобиль и реализации мобильной лаборатории.

Так как эталонная шкала и измеряемые объекты находятся в данной установке при одинаковых условиях, то важным фактором является создание постоянного и равномерного освещения, которое осуществляется с помощью белых светодиодных лент, расположенных по периметру верхней крышки.

Создание программного обеспечения

Для реализации определения вещества по цветовым характеристикам оптодов было создано десктоп приложение, которое работает по следующему алгоритму.

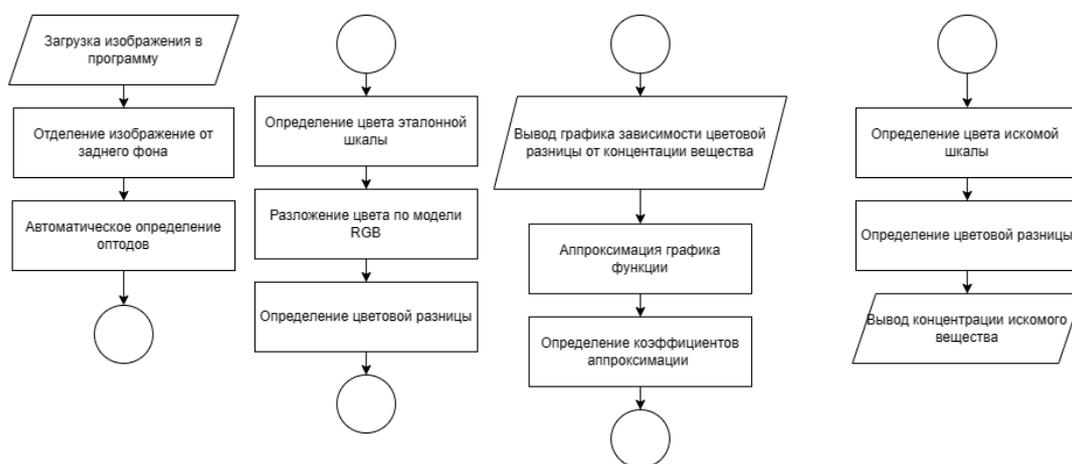


Рис. 4. Блок-схема алгоритма программы, определяющей концентрацию вещества

Из-за неоднородности окраски оптодов было принято решение брать средний цвет оптода, так как на границах изображения велико влияние качества изображения (оно может смешиваться с задним фоном), а в произвольной точке велико влияние того фактора, что оптод может окраситься неравномерно.

После написания кода, программа была протестирована на реальной окрашенных оптодах.

Заключение

В ходе выполнения работы были получены знания о методах определения химического состава вещества, а также было написано программное обеспечение для автоматического определения концентрации вещества по его цветовым характеристикам.

Практическая ценность работы заключается в возможном повышении производительности выполняемых анализов по оценке качества промышленного сырья и продукции в самых различных отраслях, включая сельское хозяйство, пищевую и фармацевтическую промышленности. Разработанная программа может найти применение при проведении параллельного экспресс-анализа веществ.

Список использованных источников

1. Muravyov S.V., Gavrilenko N.A., Spiridonova A.S., Silushkin S.V., Ovchinnikov P.G. Colorimetric scales for chemical analysis on the basis of transparent polymeric sensors // Journal of Physics: Conference Series. – 2010. – Vol. 238, 012051.
2. Спиридонова А.С., Силушкин С.В. Сравнение моделей цвета для цифрового цветометрического анализа с помощью оптических сенсоров // Датчики и системы, – 2015. – № 3. – С. 15-18.

К ВОПРОСУ СУЖЕНИЯ МНОЖЕСТВА ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ О ВАЖНОСТИ КРИТЕРИЕВ

Хуен Л.В.¹, Черненькая Л.В.²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: huyenlevan120193@gmail.com

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, профессор

Введение

Данная работа посвящена задаче многокритериальной оптимизации. Цель данной работы состоит в разработке методики сужения множества Парето-оптимальных решений задачи многокритериальной оптимизации. Для достижения этой цели использована дополнительная информация о важности критериев. Исходя из этой важности, критерии исходной задачи оптимизации преобразованы на основе свойств инвариантных бинарных отношений. В результате определяется новый векторный критерий, учитывающий важность критериев. Множество Парето-оптимальных решений сужено на основе этого нового векторного критерия. В качестве численного примера рассмотрена и решена задача оптимизации свойств хладонителя в водно-пропиленгликолевом хладонителе, содержащем в качестве электролита хлорид натрия. Результат расчетов показывает полезность и эффективность данной работы при решении практических задач.

Методика сужения множества Парето с использованием экспертных оценок

Рассмотрим следующую задачу многокритериальной оптимизации:

$$\max_{x \in X} \{f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))\} \quad (1)$$

где X – множество возможных решений; $f(x): X \rightarrow R^m$ – векторная оценка возможного решения x ; $f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)$ – целевые функции (оценки возможного решения x по критериям f_1, f_2, \dots, f_m).

Пусть задача (1) имеет множество Парето-оптимальных решений: $P(X) = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ и множество Парето-оптимальных векторов: $P(Y) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))$, где $x \in P(X)$. Ниже будет рассмотрена методика сужения множества $P(X)$ с использованием экспертных оценок, которая включает в себя четыре шага.

Шаг 1. Определить более важный критерий. Пусть имеется дополнительная информация: ЛПР готово пожертвовать определенным количеством в w_j единиц по j -ому критерию ради получения дополнительного количества w_i по i -ому критерию. Это означает, что i -й критерий важнее j -ого критерия. Здесь отметим, что w_i, w_j – положительные параметры (см. определение важности критерия в [1,2]).

Множество $P(Y)$ будет преобразовано в множество $P_1(Y) = (\hat{f}_1(x), \hat{f}_2(x), \dots, \hat{f}_m(x))$, где $x \in P(X)$; $\hat{f}_1(x), \hat{f}_2(x), \dots, \hat{f}_m(x)$ – оценки Парето-оптимального решения x по новым критериям $\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_m$; $\hat{f}_i = f_i + w_i$; $\hat{f}_j = f_j - w_j$; $\hat{f}_s = f_s, s \neq i, j$. Здесь отметим, что по новым критериям $\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_m$ множество $P_1(Y)$ также является множеством Парето-оптимальных векторов.

Шаг 2. По свойствам инвариантных бинарных отношений [1,2] будет преобразовано множество $P_1(Y)$ в множество $P_2(Y) = (\hat{f}_1(x), \hat{f}_2(x), \dots, \hat{f}_m(x))$, где $x \in P(X)$; $\hat{f}_1(x), \hat{f}_2(x), \dots, \hat{f}_m(x)$ – оценки Парето-оптимального решения x по новым критериям $\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_m$; $\hat{f}_j = w_j f_i + w_i f_j$; $\hat{f}_s = f_s, s \neq j$. Здесь отметим, что по новым критериям $\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_m$ множество $P_2(Y)$ не является множеством Парето-оптимальных векторов.

Шаг 3. Построить шкалу значений параметра w_i (или w_j). Для простоты будет выбран $w_i = 1$

(или $w_j = 1$). В свою очередь, для каждого элемента $y_i = (\widehat{f}_1(x_i), \widehat{f}_2(x_i), \dots, \widehat{f}_m(x_i))$ множества $P_2(Y)$ будут найдены значения параметра w_j (или w_i) такое, что y_i является Парето-оптимальным вектором. В результате будет получена шкала значений параметра w_j (или w_i).

Шаг 4. Определить Парето-оптимальные решения по новым критериям $\widehat{f}_1, \widehat{f}_2, \dots, \widehat{f}_m$ на основе шкалы значений параметра w_j (или w_i) (см. шаг 3). В результате будет получено множество $P_\kappa(X) \subset P(X)$, состоящее из Парето-оптимальных решений по новым критериям $\widehat{f}_1, \widehat{f}_2, \dots, \widehat{f}_m$.

Численный пример

Будет рассмотрена задача оптимизации свойств хладоносителя в водно-пропиленгликолевом (ВПГ) хладоносителе, содержащем в качестве электролита хлорид натрия [3]. Хладоноситель – это промежуточное вещество, служащее для переноса теплоты от охлаждаемых объектов к холодильному агенту. Наиболее важными характеристиками хладоносителя являются вязкость μ и температура замерзания t_z . Возможность улучшить свойства хладоносителя может быть достигнута за счет снижения вязкости и снижения температуры замерзания. Однако вязкость увеличивается при понижении температуры замерзания, поэтому необходимо найти оптимальные соотношения между массовой долей ВПГ растворителя, концентрацией хлорида натрия ($NaCl$) и температурой, при которых минимизируются оба свойства [3].

Задача оптимизации свойств хладоносителя является задачей двухкритериальной оптимизации: $\min_{x \in X} \{f(x) = (f_1(x), f_2(x))\} \Leftrightarrow \max_{x \in X} \{f(x) = (-f_1(x), -f_2(x))\}$, где X – множество возможных решений; $f(x): X \rightarrow R^2$ – векторная оценка возможного решения x ; $f_1(x)$, $f_2(x)$ – оценки возможного решения x по критериям f_1 – температура замерзания и f_2 – вязкость. Множество X возможных решений и множество Y возможных векторов можно смотреть в [3]. В результате расчетов найдены множество Парето-оптимальных решений: $P(X)$ и множество Парето-оптимальных векторов этой задачи оптимизации: $P(Y)$ (см. таблицы 1 и 2) [3].

Таблица 1

Оптимальные соотношения между массовой долей ВПГ растворителя, концентрацией хлорида натрия и температурой

№	$NaCl$	ВПГ	$t_z, ^\circ C$	$\mu, Pa \cdot s$
1	1.6	17.4	-12.1	2.83
2	2.4	17.4	-16.4	3.01
3	1.6	20.9	-30.8	7.85
4	3	17.4	-19.8	3.29
5	1.6	26	-32.3	9.1
6	3	20.9	-23.1	3.56
7	1.6	30	-25.7	5.61
8	2.4	30	-28.2	6.34
9	3	30	-34	9.9

Будет сужено множество $P(X)$ с дополнительной информации о важности критериев.

Шаг 1. Пусть имеется информация: первый критерий важнее второго критерия. Множество $P(Y)$ будет преобразовано в множество $P_1(Y) = (\widehat{f}_1(x), \widehat{f}_2(x))$, где $x \in P(X)$; $\widehat{f}_1(x) = -f_1(x) + w_1$; $\widehat{f}_2(x) = -f_2(x) - w_2$.

Шаг 2. Будет преобразовано множество $P_1(Y)$ в множество $P_2(Y) = (\widehat{f}_1(x), \widehat{f}_2(x))$, где $x \in P(X)$; $\widehat{f}_1(x) = -f_1(x)$; $\widehat{f}_2(x) = -w_2 f_1(x) - w_1 f_2(x)$.

Таблица 2

Множества Парето-оптимальных решений и векторов

x	$f_1(x)$	$f_2(x)$
x_1	-12.1	2.83
x_2	-16.4	3.01
x_3	-30.8	7.85
x_4	-19.8	3.29
x_5	-32.3	9.1
x_6	-23.1	3.56
x_7	-25.7	5.61
x_8	-28.2	6.34
x_9	-34	9.9

Шаг 3. Будет выбран $w_2 = 1$. Необходимо найти такие значения параметра w_1 , что каждый элемент множества $P_2(Y)$ является Парето-оптимальным векторов (см. таблицу 3).

Таблица 3

Значения параметра w_1 , при которых элементы множества $P_2(Y)$ является Парето-оптимальным векторов

x_i	$\hat{f}_1(x)$	$\hat{f}_2(x)$	w_1
x_1	12.1	$12.1 - 2.83w_1$	$w_1 > 23.88889$
x_2	16.4	$16.4 - 3.01w_1$	$w_1 > 12.18182$
x_3	30.8	$30.8 - 7.85w_1$	$w_1 > 1.56098$
x_4	19.8	$19.8 - 3.29w_1$	$w_1 > 12.22222$
x_5	32.3	$32.3 - 9.1w_1$	$w_1 > 2.125$
x_6	23.1	$23.1 - 3.56w_1$	$w_1 > 1.83453$
x_7	25.7	$25.7 - 5.61w_1$	$w_1 > 4.42466$
x_8	28.2	$28.2 - 6.34w_1$	$w_1 > 1.72185$
x_9	34	$34 - 9.9w_1$	$w_1 > 0$

В результате будет получена шкала значений параметра w_1 (см. таблицу 4), позволяющая выбрать решения, соответствующие условию: готов пожертвовать определенным количеством $w_2 = 1$ по второму критерию ради получения дополнительного количества w_1 по первому критерию.

Таблица 4

Шкала значений параметра w_1

№	w_1	Выбранные решения
1	$w_1 > 23.88889$	$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$
2	$12.22222 < w_1 \leq 23.88889$	$x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$
3	$12.18182 < w_1 \leq 12.22222$	$x_2, x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$
4	$4.42466 < w_1 \leq 12.18182$	$x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$
5	$2.125 < w_1 \leq 4.42466$	x_3, x_5, x_6, x_8, x_9
6	$1.83453 < w_1 \leq 2.125$	x_3, x_6, x_8, x_9
7	$1.72185 < w_1 \leq 1.83453$	x_3, x_8, x_9

8	$1.56098 < w_1 \leq 1.72185$	x_3, x_9
9	$0 < w_1 \leq 1.56098$	x_9

Шаг 4. Сужение множества $P(X)$ по заданной дополнительной информации и по шкале значения параметров w_1 , полученной в шаге 3.

Пусть имеется информация: ЛППР готово пожертвовать определенным количеством $w_2 = 1$ по вязкости ради получения дополнительного количества $w_1 = 3$ по температуре замерзания. Имеем, что $2.125 < w_1 = 3 \leq 4.42466$. На основе шкалы значений параметра w_1 будет найдено множество $P_\kappa(X) = (x_3, x_5, x_6, x_8, x_9)$. Оптимальные соотношения между массовой долей ВПГ растворителя, концентрацией хлорида натрия и температурой показываются в таблице 5.

Таблица 5

Множество Парето-оптимальных векторов после сужения

№	<i>NaCl</i>	ВПГ	$t_3, ^\circ C$	$\mu, Pa \cdot s$
3	1.6	20.9	-30.8	7.85
5	1.6	26	-32.3	9.1
6	3	20.9	-23.1	3.56
8	2.4	30	-28.2	6.34
9	3	30	-34	9.9

Имеем, что $w_2 = 1$. Значения параметра w_1 показывает важность первого критерия. Чем выше значение параметра w_1 , тем важнее первый критерий, т.е. приоритет по этому критерию выше. Это означает, что процесс сужения множества Парето-оптимальных решений будет основываться больше на оценках решений по первому критерию, а роль оценок решений по второму критерию снижается.

Заключение

В рамках данной работы была разработана методика сужения множества Парето-оптимальных решений в задачах многокритериальной оптимизации. Информация о важности критериев была рассмотрена и использована для преобразования векторного критерия исходной задачи оптимизации. Цель работы была достигнута. Была рассмотрена и решена задача оптимизации свойств хладоносителя в водно-пропиленгликолевом хладоносителе. Полученные результаты расчетов показывает эффективность разработанной методики при решении практических задач. В дальнейшем наша работа будет применена для оптимизации множество регуляризованных решений при построении методики решения обратных задач [4–9].

Список использованных источников

1. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: Физматлит, 2004. – 176 с.
2. Ногин В.Д. Принятие решений при многих критериях. СПб.: Издательство «ЮТАС», 2007. – 104 с.
3. Кириллов В.В. и др. Оптимизация свойств хладоносителя при помощи множеств Парето // Вестник МАХ. – 2011. – № 1. – С. 47–51.
4. Хуен Л.В., Черненко Л.В. Методика нахождения приближенного решения для коэффициентной обратной задачи // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – № 10. – С. 274–282.
5. Хуен Л.В. Коэффициентная обратная задача в математической модели кинетики процесса нефтепереработки // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2022. – Т. 18, № 5. – С. 64–72.
6. Хуен Л.В., Фирсов А.Н. Метод регуляризации Тихонова для решения обратной задачи в математической модели кинетики процесса нефтепереработки // Вестник кибернетики. – 2022. – Т. 48, № 4. – С. 49–58.
7. Хуен Л.В. Устойчивость динамической системы с приближенными параметрами, найденными методом регуляризации Тихонова // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – № 12. – С. 429–435.
8. Хуен Л.В., Черненко Л.В. Исследование устойчивости регуляризованных решений коэффициентной обратной задачи. Часть 1 // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 8–14.
9. Хуен Л.В., Черненко Л.В. Исследование устойчивости регуляризованных решений коэффициентной обратной задачи. Часть 2 // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 239–247.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ КОНТАКТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ В РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЕ

Украженко О.К.¹, Украженко К.А.²

¹Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева, аспирант, группа АМ-19, e-mail: ukrazhenko.oleg@yandex.ru

²Ярославский Государственный Технический университет, профессор, e-mail: ukrazhenko.konstantin@yandex.ru

Введение

Представлены физические и математические модели для определения суммарных упругих контактных (нормальных и касательных) перемещений, а также результирующих от суммарных перемещений токарных резцов под действием сил резания, проведён их сравнительный анализ.

Описание

Для повышения жесткости соединений резцов с резцедержателем разработаны способ и устройства зажима резцов не только на опорную поверхность, но и на направляющую, а при необходимости и на упорную. Каждая из базирующих зажимных поверхностей (БЗП) испытывает нормальные и касательные упругие перемещения в направлении сил резания, которые, суммируясь по определенным правилам, снижают упругие перемещения [1].

Разработаны также физические модели, на основании которых созданы инструментальные токарные модули с устройством зажима резцов с двумя и тремя БЗП. Данные простые конструкции позволяют автоматически распределять осевую зажимную силу, действующую на державку резца, по осям (z, y, x) в определенной пропорции.

Физические модели элементарных нормальных δn и касательных $\delta \tau$ упругих перемещений от сил резания P_z, P_y, P_x в сопряжениях резцов: с одной ($N = 1$), двумя ($N = 2$) и тремя ($N = 3$) БЗП и зажимными силами P_1, P_2, P_3 , действующими на опорную 1, направляющую 2 и упорную 3 поверхности соответственно, представлены на рис. 1, а, б, в.

На основании физических моделей разработаны математические модели для определения суммарных и результирующих упругих контактных перемещений токарных резцов. При расчёте математических моделей приняты следующие допущения:

- 1) собственная жесткость резцов $J_c = \infty$;
- 2) упругие перемещения δ рассчитываются только на БЗП, которые обеспечивают необходимые давления в сопряжениях.

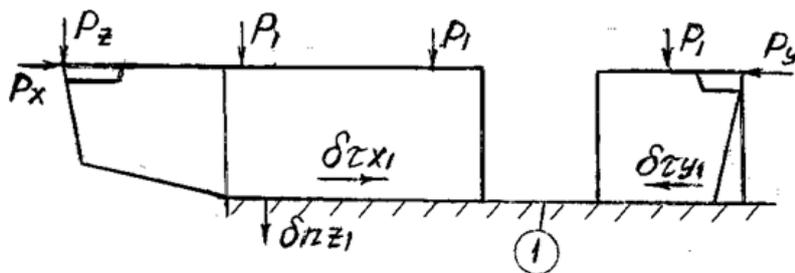
В математических выражениях приняты следующие условные обозначения значений упругих контактных перемещений δ резца в резцедержателе:

- 1) элементарные перемещения: $\delta(n, \tau)(z, y, x) i$;
- 2) суммарные перемещения: $\delta k N(z, y, x)$;
- 3) результирующие перемещения $\delta k N$ от всех сил резания для каждого типа резца.

где $(n, \tau)(z, y, x)$ – нормальные и касательные перемещения от соответствующих сил резания P_z, P_y, P_x ; i – вид БЗП, индексы (1, 2, 3): 1 – опорная; 2 – направляющая; 3 – упорная;

k – контактные суммарные (нормальные δn и касательные $\delta \tau$);

N – тип резца, число (1, 2, 3), соответствующее количеству БЗП.



а)

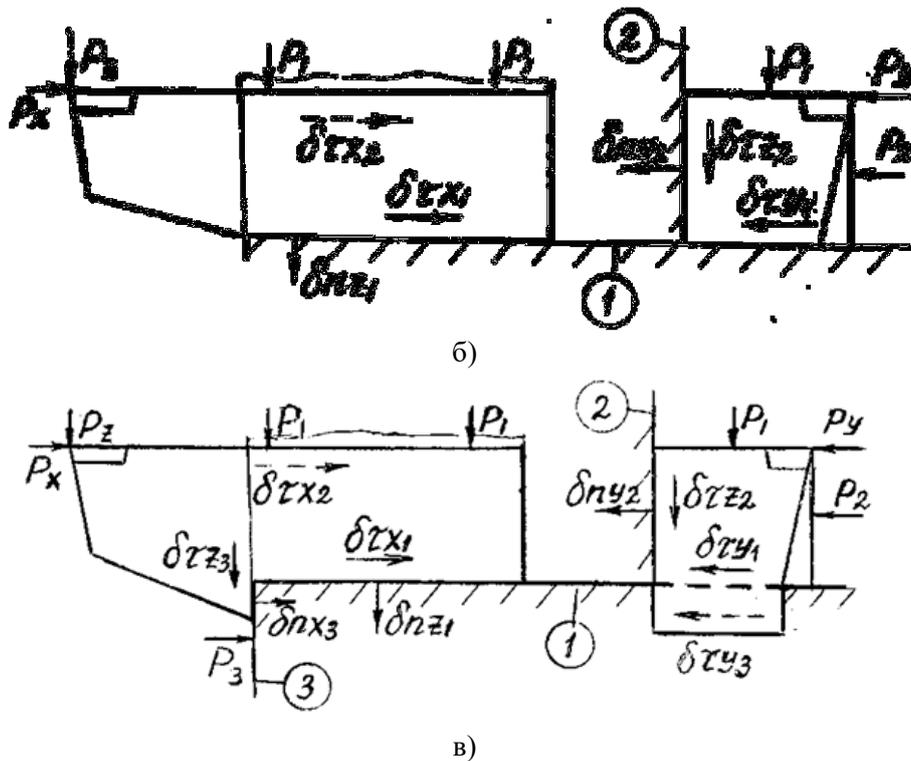


Рис. 1. Физические модели элементарных нормальных δn и касательных $\delta \tau$ перемещений от сил резания (P_z, P_y, P_x) резцов: а) с одной; б) двумя; в) и тремя БЗП

Суммирование элементарных упругих контактных перемещений, согласно физическим моделям, см. рисунок 1, в направлении сил резания P_z, P_y, P_x , равных для всех типов N исследуемых резцов, а также расчёт результирующих от соответствующих суммарных перемещений, производится следующим образом:

- 1) резцов с одной ($N = 1$) БЗП, из выражений (1) – (4), см. рисунок 1а.

$$P_z(\delta n z_1) - \delta k 1 z = \delta n z_1; \quad (1)$$

$$P_y(\delta \tau y_1) - \delta k 1 y = \delta \tau y_1; \quad (2)$$

$$P_x(\delta \tau x_1) - \delta k 1 x = \delta \tau x_1; \quad (3)$$

$$\delta k 1 = \sqrt{\delta k 1 z^2 + \delta k 1 y^2 + \delta k 1 x^2}. \quad (1)$$

- 2) резцов с двумя ($N = 2$) БЗП, из выражений (5) – (8), см. рисунок 1б:

$$P_z(\delta n z_1, \delta \tau z_2) - \delta k 2 z = \frac{\delta n z_1 \cdot \delta \tau z_2}{\delta n z_1 + \delta \tau z_2}; \quad (2)$$

$$P_y(\delta \tau y_1, \delta n y_2) - \delta k 2 y = \frac{\delta \tau y_1 \cdot \delta n y_2}{\delta \tau y_1 + \delta n y_2}; \quad (3)$$

$$P_x(\delta \tau x_1, \delta \tau x_2) - \delta k 2 x = \frac{\delta \tau x_1 \cdot \delta \tau x_2}{\delta \tau x_1 + \delta \tau x_2}; \quad (4)$$

$$\delta k 2 = \sqrt{\delta k 2 z^2 + \delta k 2 y^2 + \delta k 2 x^2}. \quad (5)$$

- 3) резцов с тремя ($N = 3$) БЗП, из выражений (9) – (12), см. рисунок 1в:

$$P_z(\delta n z_1; \delta \tau z_2; \delta \tau z_3) - \delta k 3 z = \frac{\delta n z_1 \cdot \delta \tau z_2 \cdot \delta \tau z_3}{(\delta \tau z_2 \cdot \delta \tau z_3) + (\delta n z_1 \cdot \delta \tau z_3) + (\delta n z_1 \cdot \delta \tau z_2)}; \quad (6)$$

$$P_y(\delta\tau_1; \delta n_{y_2}; \delta\tau_3) - \delta k_{3y} = \frac{\delta n_{y_2} \cdot \delta\tau_1 \cdot \delta\tau_3}{(\delta n_{y_2} \cdot \delta\tau_3) + (\delta\tau_1 \cdot \delta\tau_3) + (\delta n_{y_2} \cdot \delta\tau_1)}; \quad (7)$$

$$P_x(\delta\tau_1; \delta\tau_2; \delta n_{x_3}) - \delta k_{3x} = \frac{\delta n_{x_3} \cdot \delta\tau_1 \cdot \delta\tau_2}{(\delta n_{x_3} \cdot \delta\tau_1) + (\delta\tau_1 \cdot \delta\tau_2) + (\delta n_{x_3} \cdot \delta\tau_2)}; \quad (8)$$

$$\delta k_3 = \sqrt{\delta k_{3z}^2 + \delta k_{3y}^2 + \delta k_{3x}^2}. \quad (9)$$

Согласно разработанной ранее методике (на основании фундаментальных исследований в области контактной жесткости и теории упругости) для определения нормальных δn и касательных $\delta\tau$ перемещений проведено аналитическое исследование зависимости $\delta = f(M)$ результирующих упругих контактных перемещений δk_N , определенных по зависимостям (1) – (12), от момента M результирующих сил резания, рис. 2, для всех типов резцов и сделан их сравнительный анализ.

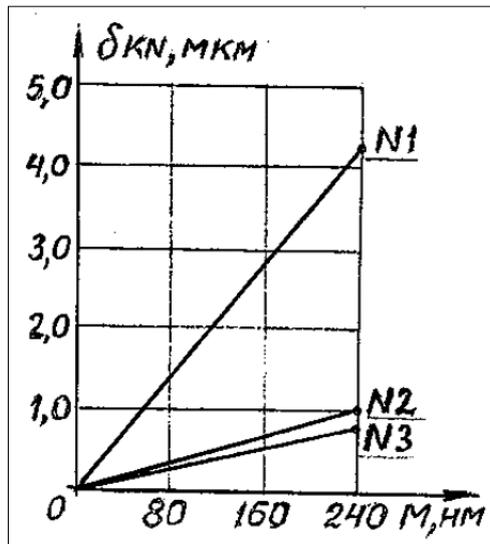


Рис. 2. Графики зависимости $\delta = f(M)$

Заключение

Результат сравнительного анализа жесткости всех типов $N1, N2, N3$ резцов (см. рис. 2) представлен в виде соотношения (4,0:1,0:0,9) их результирующих перемещений соответственно. Он показал, что контактная жесткость резцов $N2$ и $N3$ в 4 и более раза выше, чем $N1$, а общая жесткость инструментального токарного модуля, с учётом собственной жесткости резца и соединений базовой оправки со станком, в 1,25-1,35 раза.

Список использованных источников

1. Украженко, К. А. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебное пособие для вузов / К. А. Украженко. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 235 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ НА ЕСТЕСТВЕННО-КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС СТЕПЕННОЙ НАНОЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ С ТЕПЛОПРОВОДНОЙ ПОДЛОЖКОЙ И ЛОКАЛЬНЫМ НАГРЕВАТЕЛЕМ

Лоенко Д.С.¹, Шеремет М.А.²

¹Томский государственный университет, аспирант, e-mail: d.s.loenko@mail.tsu.ru

²Томский государственный университет, Механико-математический факультет, зав. лабораторией, e-mail: sheremet@math.tsu.ru

Введение

Интенсификация теплоотвода от нагретых элементов в электронных приборах является одной из самых востребованных задач для специалистов в области тепломассообмена. Существуют различные способы повышения термодинамических характеристик систем охлаждения. Одним из наиболее простых методов является пассивное охлаждение с помощью механизма естественно-конвективного теплообмена, когда в качестве рабочей среды применяются, например, наножидкости. На эффективность естественной конвекции влияет огромное количество параметров системы охлаждения: от состава хладагента до геометрических характеристик системы.

Целью исследования является изучение влияния размера наночастиц меди на возможность интенсификации теплоотвода от источника постоянного объемного тепловыделения в замкнутой квадратной полости при наличии теплопроводной медной подложки.

Описание задачи

Исследование посвящено численному моделированию естественной конвекции степенной наножидкости, которая состоит из карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с водой и частицами меди. Жидкость заполняет замкнутый квадратный корпус с теплопроводной медной подложкой, на которой расположен источник постоянного объемного тепловыделения (рис. 1). Свойства использованных материалов представлены в таблице 1. Стенки полости по периметру подложки теплоизолированы, остальные стенки являются охлаждающими.

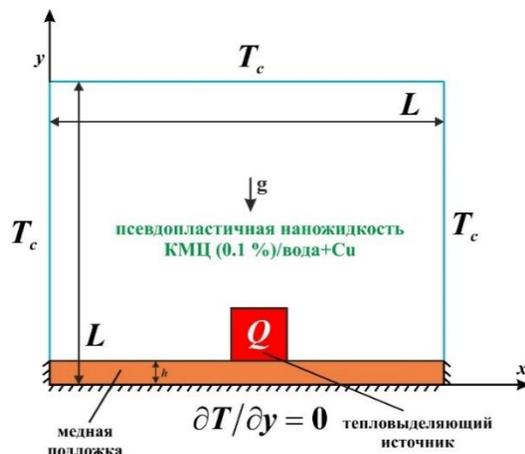


Рис. 1. Схема области решения

Таблица 1

Свойства материалов

Свойства	c_p , Дж/(кг К)	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м К)
Базовая жидкость (КМЦ (0.1%) / вода) [1]	4179	997.1	0.613
Наночастицы (медь) [1]	385	8933	400
Тепловыделяющий элемент (кремний) [2]	710	2330	150

Дифференциальные уравнения, описывающие процесс нестационарного конвективного теплопереноса, в приближении Обербека-Буссинеска в преобразованных безразмерных переменных «функция тока–завихренность» имеют следующий вид [3]:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} = -\Omega, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Omega}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Omega}{\partial Y} = H_1(\phi) \left(\frac{Ra}{Pr} \right)^{\frac{n-2}{2}} \left[\nabla^2 (\bar{M}\Omega) + S_\Omega \right] + H_2(\phi) \frac{\partial \Theta}{\partial X}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{\partial \Psi}{\partial Y} \frac{\partial \Theta}{\partial X} - \frac{\partial \Psi}{\partial X} \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = \frac{H_3(\phi)}{\sqrt{Ra \cdot Pr}} \left[\frac{\partial}{\partial X} \left(\frac{\lambda_{nf}}{\lambda_{bf}} \cdot \frac{\partial \Theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\frac{\lambda_{nf}}{\lambda_{bf}} \cdot \frac{\partial \Theta}{\partial Y} \right) \right]. \quad (3)$$

Уравнения теплопроводности для источника энергии и внутри нижней теплопроводной подложки:

$$\frac{\partial \Theta_{hs}}{\partial \tau} = \frac{\alpha_{hs}/\alpha_{bf}}{\sqrt{Ra \cdot Pr}} \left(\frac{\partial^2 \Theta_{hs}}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta_{hs}}{\partial Y^2} + 1 \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial \Theta_w}{\partial \tau} = \frac{\alpha_w/\alpha_{bf}}{\sqrt{Ra \cdot Pr}} \left(\frac{\partial^2 \Theta_w}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Theta_w}{\partial Y^2} \right). \quad (5)$$

Отметим, что рабочая среда представляет собой смесь КМЦ с водой и наночастицами меди. Суспензия КМЦ+вода является базовой жидкостью и проявляет псевдопластичные свойства. Это означает, что вязкость такой жидкости уменьшается с увеличением скорости деформации, что делает такую среду эффективной в задачах охлаждения. Поэтому, характер ее течения описывается степенным законом Оствальда-де-Вилиа [4]:

$$\tau_{ij} = 2\mu_{nf} D_{ij}. \quad (6)$$

Эффективный коэффициент вязкости наножидкости вычисляется с помощью соотношения Гуо и др. [5]:

$$\frac{\mu_{nf}}{\mu_{bf}} = (1 + 2.5\phi + 6.5\phi^2) \left(1 + 350 \frac{\phi}{d_p} \right). \quad (7)$$

Вязкость базовой жидкости в соответствии со степенным законом определяется следующим соотношением: $\mu_{bf} = K (2D_{kl}D_{kl})^{\frac{n-2}{2}}$, где K – коэффициент плотности потока; D_{kl} – компоненты тензора скоростей деформации; n – показатель поведения жидкости, который равен 0.91 и соответствует псевдопластичным свойствам рабочей среды.

Эффективная теплопроводность наносуспензии вычислялась с помощью экспериментальной корреляции Жанга и Чой [6]:

$$\frac{\lambda_{nf}}{\lambda_{bf}} = (1 - \phi) + 0.01 \frac{\lambda_p}{\lambda_{bf}} \phi + (18 \cdot 10^6) \frac{d_{bf}}{d_p} Re^2 Pr \phi. \quad (8)$$

Начальные и граничные условия для системы уравнений (1) – (5) в безразмерном виде выглядят следующим образом, где $\delta = h/L$ – безразмерная толщина подложки:

$$\tau = 0 \rightarrow \Psi = \Omega = 0, \Theta = 0.0;$$

$$\tau > 0 \rightarrow X = 0 \text{ и } X = 1, 0 \leq Y \leq \delta, \frac{\partial \Theta}{\partial X} = 0;$$

$$X = 0 \text{ и } X = 1, \delta \leq Y \leq 1, \Psi = 0, \frac{\partial \Psi}{\partial X} = 0, \Theta = 0;$$

$$Y = 0, 0 \leq X \leq 1, \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = 0;$$

$$Y = 1, 0 \leq X \leq 1, \Psi = 0, \frac{\partial \Psi}{\partial Y} = 0, \frac{\partial \Theta}{\partial Y} = 0.$$

На поверхности источника энергии:

$$\Psi = 0, \quad \Omega = -\frac{\partial^2 \Psi}{\partial \bar{n}^2}, \quad \begin{cases} \Theta_{hs} = \Theta_{bf} \\ \frac{\lambda_{hs}}{\lambda_{bf}} \frac{\partial \Theta_{hs}}{\partial \bar{n}} = \frac{\partial \Theta_{bf}}{\partial \bar{n}} \end{cases}$$

На поверхности подложки:

$$\Psi = 0, \quad \Omega = -\frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2}, \quad \begin{cases} \Theta_w = \Theta_{bf} \\ \frac{\lambda_w}{\lambda_{bf}} \frac{\partial \Theta_w}{\partial Y} = \frac{\partial \Theta_{bf}}{\partial Y} \end{cases}$$

Задача решалась методом конечных разностей. Для решения был написан программный код на языке C++. Алгоритм решения и разработанный код были апробированы на классе модельных задач. Также был проведен анализ влияния сеточных параметров на сходимость решения. В результате анализа была выбрана равномерная прямоугольная сетка 150×150 элементов для оптимизации времени вычислений.

В работе было исследовано влияние определяющих параметров на процесс конвективного теплопереноса в полости по распределениям линий тока и изотерм, а также по интегральным характеристикам, таким как среднее число Нуссельта и средняя температура источника. На рисунке 2 представлено влияние диаметра наночастиц на Nu_{avg} и Θ_{avg} . Видно, что с увеличением d среднее число Нуссельта растет, при чем существенный рост замечен при увеличении диаметра от 1 до 5 нанометров. Рост Nu_{avg} характеризует интенсификацию конвективного механизма тепла, поэтому теплоотвод от источника увеличился, чему соответствуют кривые Θ_{avg} . Видно, что с ростом d средняя температура источника снижается. Здесь также наиболее существенное снижение происходит при увеличении d от 1 до 5 нм. Отметим, что изменение диаметра от 20 до 40 нанометров не имеет существенного влияния на процесс, поэтому можно использовать частицы с диаметром 20 нм, что позволит сэкономить на создании системы охлаждения.

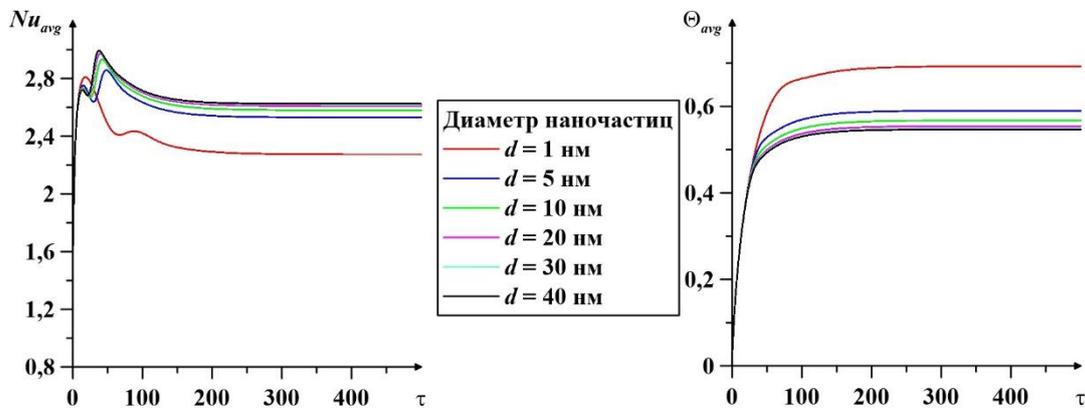


Рис. 2. Влияние диаметра наночастиц на Nu_{avg} и Θ_{avg}

Заключение

В работе проведено численное моделирование естественной конвекции степенной наножидкости карбоксилметилцеллюлоза/вода с частицами меди в замкнутой квадратной полости. Тепловыделяющий источник и теплопроводная подложка были расположены на нижней стенке полости. В исследовании был проведен анализ влияния определяющих параметров, в том числе оценено влияние диаметра наночастиц меди на гидродинамику и теплоперенос.

Результаты показали, что увеличение диаметра частиц от 1 до 40 нанометров позволяет интенсифицировать конвективный теплообмен и снизить температуру нагретого элемента.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (22-79-10341).

Список использованных источников

1. Maleki H. Flow and heat transfer in non-Newtonian nanofluids over porous surfaces / H. Maleki, M.R. Safaei, A.A.A.A. Alrashed, A. Kasaeian // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2019. – V. 135. – P. 1655.
2. Astanina M. Mahabaleshwar U.S., Singh J. Effect of porous medium and copper heat sink on cooling of heat-generating element / M. Astanina, M. Sheremet // *Energies*. 2020. – V. 13. – No. 2538.
3. Loenko D.S. Cooling of a periodic heat-generating solid element in an electronic cabinet using a non-Newtonian pseudoplastic nanofluid and a heat-conducting substrate / D.S. Loenko, H.F. Oztop, M.A. Sheremet // *International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow*. 2022. DOI: 10.1108/HFF-08-2022-0485.
4. Khezzar L. Natural convection of power law fluids in inclined cavities / L. Khezzar, D. Siginer, I. Vinogradov // *Int J Therm Sci*. 2012. – V. 53. – P. 8.
5. Guo S.S. Viscosity of monodisperse silica nanofluids / S.S. Guo, Z.Y. Luo, W. Tao, J.F. Zhao, K.F. Cen // *Bull. Chin. Ceram. Soc*. 2006. – V. 25(5). – P. 52.
6. Jang S.P. Effects of Various Parameters on Nanofluid Thermal Conductivity / S.P. Jang, S.U.S. Choi // *Journal of Heat Transfer*. 2007. – V. 129. – P. 617.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЭГ И ТЭП ДЛЯ РЕКУПЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Леонов С. В.¹, Маснавиёв Р.Р.²

¹Томский политехнический университет. Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Е02, e-mail: evm55@tpu.ru

²Томский политехнический университет. Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: leonov@tpu.ru

Введение

Тема экономного использования ресурсов и энергии, или бережливого производства, пришедшая к нам из Японии, становится всё более важной для нашей жизни. Секонд-хенды, перепродажа бывших в употреблении вещей и стремление ограничить консьюмеризм становятся неотъемлемыми спутниками нашей жизни.

Примером наиболее экологичных источников энергии могут служить: приливные электростанции, АЭС, геотермальные станции, системы биомассы.

Солнечные и ветровые электростанции, как и ТЭЦ с ГЭС, не являются экологичными. ГЭС уничтожают огромную площадь, что можно считать большим углеродным загрязнением.

Основная часть

Термоэлектрические преобразователи и термоэлектрические генераторы относятся к более экологичным источникам энергии. Эти элементы работают на основе термоэлектрического эффекта и обратного ему эффекта Пелетье, то есть как термодвигателя. За счёт разности температур двух сторон спаев различных металлов в их замкнутой цепи возникает термо-ЭДС. Они способны работать достаточно продолжительное время практически без снижения КПД, выдерживая большие диапазоны температур и их резкие перепады. На данный момент КПД преобразования энергии таких элементов (ТЭГ) находится на уровне 20%, однако есть разработки, позволяющие добиться 30-40%. Также такие элементы не требуют обслуживания, что позволяет использовать их в труднодоступных или вовсе недоступных для обслуживания местах. Их экологичность заключается в том, что они позволяют рекуперировать часть уже затраченной на нагревание помещения энергии при его избыточности или охладить помещение, получая энергию «из воздуха». Таким образом в зимние периоды можно компенсировать часть расходов на обогрев и летом создавать электроэнергию при отсутствии высокотехнологичных процессов при их создании и отсутствии труднодобываемых или дорогих материалов. Также системы на основе комбинации таких элементов могут использоваться для автоматизации HVAC (ОВКВ, или Отопление, вентиляция и кондиционирование) обеспечивая большую эффективность таких систем, равно как и повышая персональный комфорт сотрудников, что, в том числе отразится на их уровне производительности.

Описание эксперимента

Одной из целей моего исследования было изучение научной литературы по этой теме. Оно состояло в анализе нескольких статей и патента. На основе этого был сделан вывод, что на данный момент КПД наиболее передовых элементов составляет от 13 до 20-25%.

Моё практическое исследование заключалось в определении зависимости разности температуры в течение времени при постоянной силе тока. Измерения проводились при вертикальном положении элемента, на горячую сторону был установлен радиатор для более эффективного рассеивания тепла. Съём температурных показателей осуществлялся бесконтактным термометром с расстояния порядка 2-3 см примерно в центральной части элемента, с горячей стороны термометр направлялся на непосредственно прилегающую к термоэлектрическому элементу часть радиатора. Измерения осуществлялись с периодичностью 13-18 секунд в течение 5 минут для каждой силы тока. Сила тока устанавливалась от 0,5 до 1,1 А с шагом в 0,1 А.

Результаты исследований

Для наглядности были выбраны показатели на временных отрезках с разностью в 30 секунд. На основе проведённых испытаний было рассчитано энергопотребление элементов с использованием формулы $P=I \cdot I \cdot R$, где R при 25 градусах - 1,98 Ом, при 50 - 2,3 Ом, изменение считалось линейным. Со-

противление вычислялось на основании взятия температуры горячей стороны как температуры элемента. Так как ТЭГ значительно превосходят ТЭП по КПД и разница температур была небольшой, КПД в 7%, взятое за нижний порог КПД ТЭГ, будет взято наивысшим для ТЭП, а также оставшийся КПД будет поделен надвое, так как разница температур между горячей стороной и температурой комнаты (как и температурой холодной стороны) была вдвое, при этом составляя меньше половины от максимальной. По примерным расчёта, КПД будет составлять 1-2 процента.

Таблица 1

Показатели потребляемой мощности на основании проведённых расчётов

Время (с)	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285
Мощность при 0,5 А	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Мощность при 0,6 А	0,5	0,8	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3
Мощность при 0,7 А	0,6	1,0	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9
Мощность при 0,8 А	0,7	1,7	2,1	2,3	2,7	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4
Мощность при 0,9 А	1,2	2,5	3,2	3,6	3,9	4,3	4,5	4,7	4,9	5,2
Мощность при 1 А	1,3	2,8	3,8	4,2	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,2
Мощность при 1,1 А	1,3	3,1	4,0	4,7	5,2	5,7	6,0	6,5	6,7	7,0

Для наглядности были выбраны показатели на временных отрезках с разностью в 30 секунд. На основе проведённых испытаний было рассчитано энергопотребление элементов с использованием формулы $P=I^2 \cdot R$, где R при 25 градусах - 1,98 Ом, при 50 - 2,3 Ом, изменение считалось линейным. Сопротивление вычислялось на основании взятия температуры горячей стороны как температуры элемента. Так как ТЭГ значительно превосходят ТЭП по КПД и разница температур была небольшой, КПД в 7%, взятое за нижний порог КПД ТЭГ, будет взято наивысшим для ТЭП, а также оставшийся КПД будет поделен надвое, так как разница температур между горячей стороной и температурой комнаты (как и температурой холодной стороны) была вдвое, при этом составляя меньше половины от максимальной. По примерным расчёта, КПД будет составлять 1-2 процента.

Таким образом, максимальная мощность составляет около 0,1 Вт. Таким прибором можно обеспечить питанием маломощные датчики температуры, к примеру термодатчику, также можно обеспечить питание датчика освещённости PIR-1M. При допущении КПД ТЭГ на порядок выше больше можно было бы использовать один элемент для заряда электронных устройств и освещения маломощными лампами. Гипотетически несколько таких элементов, встроенных в зимнюю верхнюю одежду, могли бы давать достаточно электроэнергии для заряда телефона за несколько часов, что можно было бы использовать для экстремального туризма и спортивного ориентирования, также для обеспечения безопасности на удалённых объектах, к примеру мониторинга температуры вокруг буровой установки и отправки данных раз в несколько часов через маломощные модули связи.

Заключение

В данной работе были рассмотрены ТЭГ и ТЭП, проведён анализ литературы на тему использования данных элементов для генерации электроэнергии, а также опытным путём определены нагревательные и охлаждающие показатели ТЭП при постоянной подаче тока.

Список использованных источников

1. Перспективы энергосберегающих систем охлаждения на основе термоэлектрических генераторов // Cyberleninka: сайт. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-energoberegayuschih-sistem-ohlazhdeniya-na-osnove-termoelektricheskikh-generatorov> (дата обращения: 5.11.2022).
2. Патент Methods of synthesizing thermoelectric materials: № US Patent 9,306,145: заявл. 09.02.2012: опубл. 2016 / Ган Чен, Чжифэн Рен, Шуо Чен, Вэй-Шу Лю, Хэнжи Ван, Хуэй Ван, Бо Юй – 26 с.

3. Design and experimental study of an outdoor portable thermoelectric air-conditioning system // ResearchGate: сайт. – URL: https://www.researchgate.net/publication/365248675_Design_and_experimental_study_of_an_outdoor_portable_thermoelectric_air-conditioning_system (дата обращения: 10.11.2022).
4. Exploration of Thermoelectric Power Generation Possibility from Waste Heat Source using Advanced Thermoelectric Power Generation Simulator // ResearchGate: сайт. – URL: https://www.researchgate.net/publication/352131837_Exploration_of_Thermoelectric_Power_Generation_Possibility_from_Waste_Heat_Source_using_Advanced_Thermoelectric_Power_Generation_Simulator (дата обращения: 8.12.2022).
5. Next-generation HVAC: Prospects for and limitations of desiccant and membrane-based dehumidification and cooling / О Лаббан, Т. Чен, А.Ф. Гоньем [и др.] // Applied Energy. – 2017. – Т. 1, № 200. – С. 330-346.
6. Performance improvement of Solar PV Module through Hybrid Cooling System with Thermoelectric Coolers and Phase Change Material // ResearchGate: сайт. – URL: https://www.researchgate.net/publication/361701788_Performance_improvement_of_solar_PV_module_through_hybrid_cooling_system_with_thermoelectric_coolers_and_phase_change_material (дата обращения: 12.11.2022).
7. Power output and efficiency of a thermoelectric generator under temperature control / Вэй-Син Чена, По-Хуа Вуа, Сяо-Дун Ванб, Ю-Ли Линц // Energy Conversion and Management. – 2016. – Т. 1, № 127. – С. 404-415.
8. Powering Space Exploration: U.S. Space Nuclear Power, Public Perceptions, and Outer Planetary Probes // Academia: сайт. – URL: https://www.academia.edu/54662673/Powering_Space_Exploration_U_S_Space_Nuclear_Power_Public_Perceptions_and_Outer_Planetary_Probes (дата обращения: 5.11.2022).
9. Thermoelectric Generators (TEGs) and Thermoelectric Coolers (TECs) Modeling and Optimal Operation Points Investigation // ResearchGate: сайт. – URL: https://www.researchgate.net/publication/358580397_Thermoelectric_Generators_TEGs_and_Thermoelectric_Coolers_TECs_Modeling_and_Optimal_Operation_Points_Investigation (дата обращения: 6.12.2022).
10. Thermoelectric performance of a metastable thin-film Heusler alloy // ResearchGate: сайт. – URL: https://www.researchgate.net/publication/337231791_Thermoelectric_performance_of_a_metastable_thin-film_Heusler_alloy (дата обращения: 24.12.2022).

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Медведева Е.В.¹, Коришунов Д.С.², Кузьминская Е.В.³

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, группа 8Т92, e-mail: evm55@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, группа 8В91

³Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент

Введение

Автоматизация процессов повсеместно набирает темпы развития и внедряется практически во все сферы жизнедеятельности человека. Время пандемии показало необходимость введения автоматизации в образовательный процесс. Многие российские ВУЗы были не готовы к полному или частичному переходу всех занятий в дистанционный формат [1]. Таким образом, Вузы были вынуждены в кратчайшие сроки трансформироваться и перестраиваться под новые вызовы. Для сохранения качества обучения студентов технических направлений и получения ими практических навыков работы на лабораторных стендах с реальными средствами измерений (СИ) требовалось разработать автоматизированные удаленные лабораторные занятия.

В связи с этим, для улучшения качества преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для технических направлений Томского политехнического университета разрабатывались онлайн лабораторные работы, которые круглосуточно доступны всем студентам.

Целью работы являлось разработка виртуального тренажера, предназначенного для получения практических навыков работы с измерительными приборами и определения их метрологических характеристик с помощью удаленного доступа.

Основная идея, положенная в тренажер, заключается в том, чтобы виртуальные средства измерений были похожи не только внешне на реальные приборы, но и их функциональные возможности и метрологические характеристики соответствовали заявленным производителем.

Разработанный виртуальный стенд, предназначен для определения метрологических характеристик цифрового мультиметра и реализован в среде программирования Unity с использованием открытого программного обеспечения Blender для создания трехмерных моделей и Visual Studio для написания скриптов.

Алгоритм разработки виртуального тренажера

Разработку виртуального тренажера можно разбить на несколько этапов:

- 1) сбор информации о поверки средств измерений;
- 2) 3D-моделирование в редакторе Blender;
- 3) реализация игрового процесса в среде программирования Unity.

На первом этапе происходит анализ используемых в дальнейшем технических приборов, а именно сбор информации об их внешнем виде, режимах работы, метрологических характеристик и функциональных возможностях, а также происходит детальное знакомство с методикой поверки средства измерений.

На втором этапе происходит разработка 3D модели средства измерений в редакторе Blender с детальной прорисовкой органов управления и соединительных разъемов.

Третий этап заключается в разработке максимально возможных сценариев работы средств измерений, при этом в основу работы виртуальных приборов заложены принципы работы реальных.

Необходимо отметить, что имеются достаточно подробные алгоритмы разработки виртуальных тренажеров [2]. Алгоритм разработки виртуального тренажера приведен на рисунке 1.

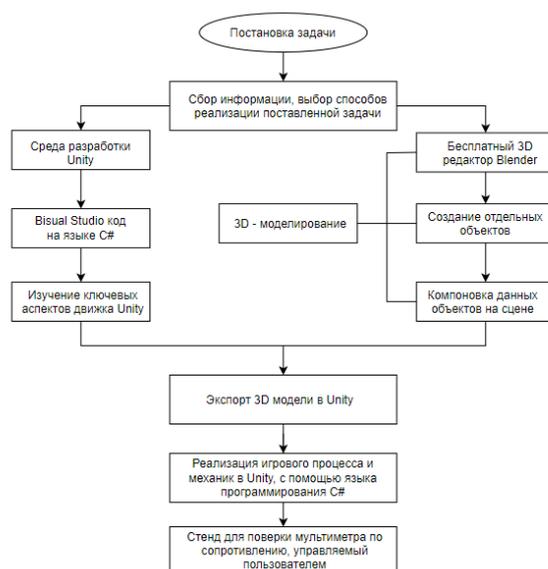


Рис. 1. Схема разработки тренажера

Поверка мультиметра

Данное рабочее место предназначено для поверки и калибровки мультиметра с помощью магазина сопротивлений. В ходе разработки виртуального стенда изучены принципы работы мультиметр UT33C и магазина сопротивлений P4831 [3-4].

Разработка 3D модели стенда

Для создания 3D – визуализации данного стенда воспользуемся приложением «Blender». Стенд состоит из набора разных физических объектов, поэтому необходимо создать отдельные 3D– модели.

Таким образом, опираясь на внешний вид реальных приборов, были разработаны следующие 3D – модели, которые приведены на рисунках 2а и 3а. Реальный вид приборов приведен на рисунках 2б и 3б.



Рис. 2а. 3D модель магазина сопротивлений



Рис. 2б. Внешний вид магазина сопротивлений P 4831



Рис. 3а. 3D модель мультиметра



Рис. 3б. Внешний вид мультиметра UT33C

Для того чтобы создать симулятор воспользуемся программой Unity. Основным языком программирования – C#, но имеющийся функционал позволяет создавать прототипы, не написав ни единой строчки кода.

Описание игрового процесса и механик

Игровой процесс заключается в управлении лаборантом (персонажем). Обзор в игре осуществляется при помощи вида от лица игрока, с помощью встроенной камеры среды разработки, управление лаборантом осуществляется при помощи кнопок на клавиатуре: «W» - идти вперед, «A» - идти влево, «S» - идти назад, «D» - идти вправо, вращение головой осуществляется при помощи мыши, взаимодействие с предметами осуществляется также при помощи ЛКМ и колесика мыши.

Разработка ведется на языке программирования C# в среде разработки VisualStudio 2022.

В игре присутствует только одна сцена, на которой и происходит весь игровой процесс. На сцене предварительно находится мультиметр и магазин сопротивлений. Пример сцены представлен на рисунке 4.



Рис. 4. Внешний вид стенда на сцене Unity

Заключение

Разработан виртуальный тренажер для определения метрологических характеристик средств измерения в среде программирования Unity с использованием открытого программного обеспечения Blender для создания трехмерных моделей и Visual Studio для написания скриптов. Виртуальный тренажер упростит обучения студентов, позволит проводить работу удаленно с использованием собственного ПК, а также сократит число поломки оборудования.

Список использованных источников

1. Проблемы дистанционного образования в период пандемии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-distantsionnogo-obrazovaniya-v-period-pandemii/viewer> (дата обращения 19.01.2023).
2. Методология реализация компьютерных 3D-тренажеров для формирования цифровой образовательной платформы ФГАОУ ДПО АСМС. В.Н. Воронин, А.И. Соляник. [Электронный Ресурс]. – URL: <file:///C:/Users/masch/Downloads/%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D1%80%20%D0%90%D0%A1%D0%9C.pdf> (дата обращения 19.01.2023).
3. Мультиметр цифровой UNI-TUT33C. [Электронный Ресурс]. –URL:<https://market.yandex.ru/product-multimetr-tsifrovoy-uni-t-ut33c/1778029107?clid=703&sku=629675558&сра=1>(дата обращения 21.01.2023).
4. Магазин сопротивления 4831P/паспорт. [Электронный Ресурс]. – URL:<http://pribor.suneto.ru/paper/doc/R4831.pdf>(дата обращения 21.01.2023).

НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Чжэньбэй Л.¹, Скороспешкин М.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий
и робототехники, 8ТМ21 e-mail: chzhenbey1@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий
и робототехники, доцент, e-mail: smax@tpu.ru

Введение

В настоящее время в большинстве автоматических систем управления используют ПИД-регуляторы. Однако существуют системы, где параметры меняются со временем, и для них можно использовать ПИД-регуляторы, которые могут подстраивать свои параметры в процессе работы. Использование такого подхода требует значительного времени на подстройку, что может затруднить реализацию таких систем.

Другой подход – это использование корректирующих устройств (КУ), которые позволяют улучшить качество систем управления нестационарными объектами, обеспечивать необходимые запасы устойчивости в соответствии с требованиями системы. В этой работе описывается применение устройства, которое использует нечеткую логику для реализации псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением.

Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением

Данное устройство позволяет получить фазовое опережение без изменения амплитуды. На рисунке 1 показана структура данного корректирующего устройства [1].

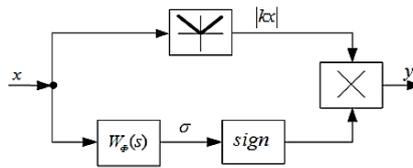


Рис. 1. Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением

Сигнал на входе проходит через два канала. В первом канале расположен блок выделения модуля, а во втором канале находятся фильтр низких частот и блок сигнатуры. Сигнал на выходе устройства формируется путем перемножения выходных сигналов обеих ветвей.

Коэффициенты гармонической линеаризации КУ a и b определяются по формулам:

$$a = \frac{k}{\pi}(\pi - 2\alpha - \sin 2\alpha) \quad b = \frac{k}{\pi}(1 - \cos 2\alpha) \quad (1)$$

где $\alpha = \arctg \frac{\omega T(1 - \nu)}{1 + \omega^2 T^2 \nu}$, $\nu = \frac{T}{T_{пкч}}$.

$$W_{\phi} = \frac{T_*}{T} \cdot \frac{T_{пкч} s + 1}{T s + 1} \quad (2)$$

На рисунке 2 приведены графики АЧХ и ФЧХ псевдолинейного КУ с фазовым опережением при различных значениях параметра T передаточной функции линейного фильтра.

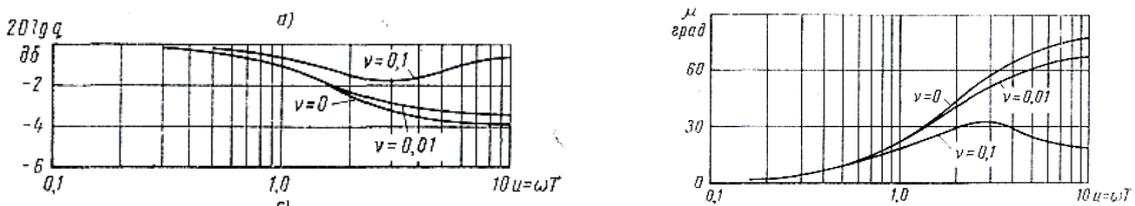


Рис. 2. АЧХ и ФЧХ корректирующего устройства с фазовым опережением [1]

Моделирование САУ в ППП MATLAB

В Matlab Simulink была создана модель САУ объектом управления второго порядка. Для исследования был выбран типовой объект управления. Модель состоит из двух частей: САУ с классическим ПИД-регулятором и САУ с классическим ПИД-регулятором и последовательным КУ, реализованным на базе аппарата нечеткой логики. Модель представлена на рисунке 3.

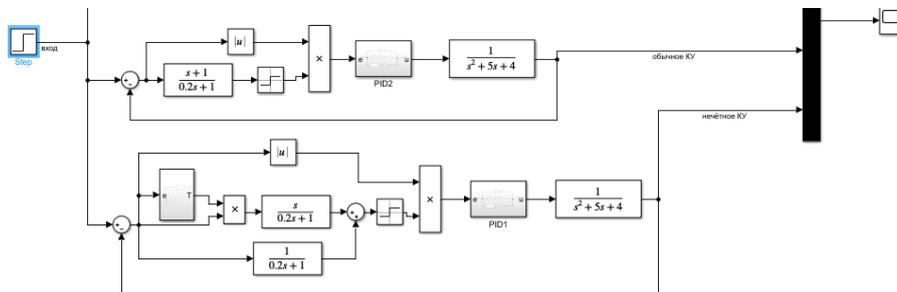


Рис. 3. Модель САУ в Matlab Simulink

Модель нечеткого КУ представлена на рисунке 4.

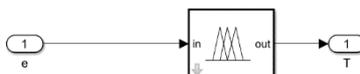


Рис. 4. Модель нечеткого КУ в Matlab Simulink

Структура нечеткого регулятора разрабатывалась в пакете Matlab Fuzzy Logic Toolbox. С ее помощью были разработаны наборы функций принадлежности по входным и выходным переменным, представленные на рисунках 5 и 6, а также база правил.

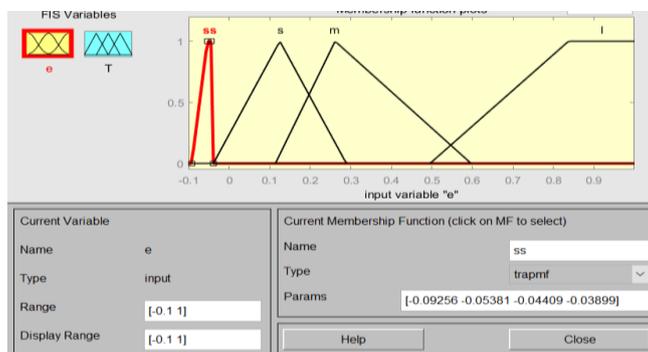


Рис. 5. Функция принадлежности ошибки

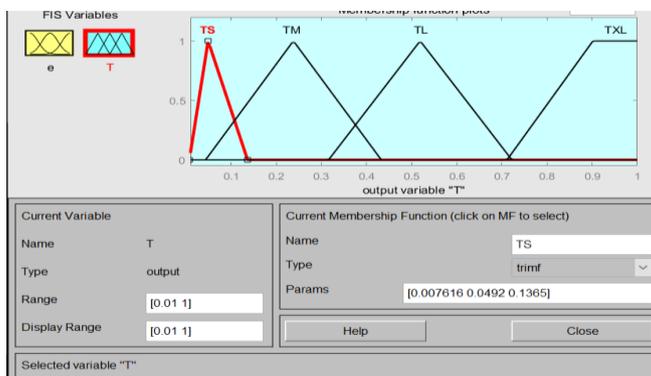


Рис. 6. Функция принадлежности коэффициента настройки T корректирующего устройства

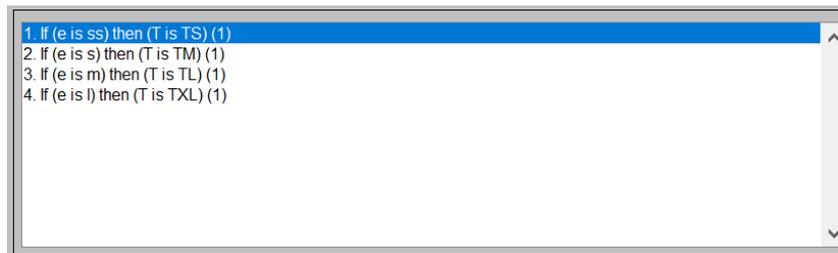


Рис. 7. База правил для нечёткой логики

На рисунке 8 представлены кривые переходных процессов для различных регуляторов на одном объекте управления, представленным в модели на рис. 3.

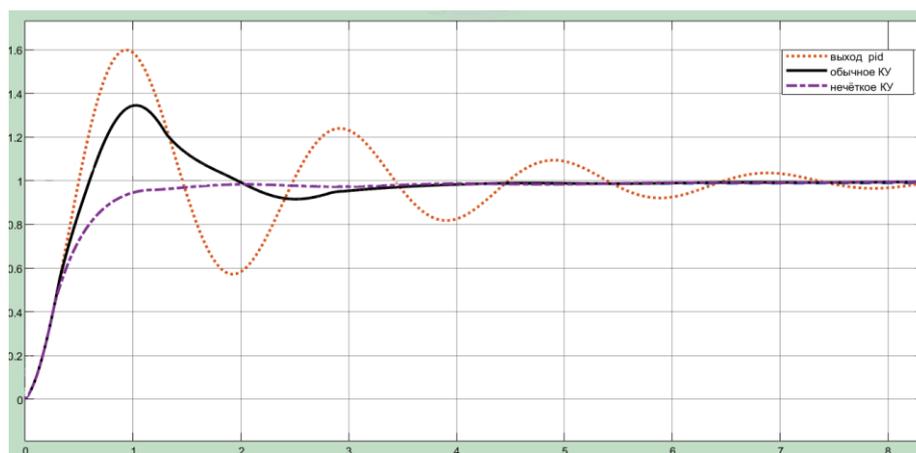


Рис. 8. Кривые переходных процессов

Из рисунка можно сделать вывод, что разработанное нечеткое корректирующее устройство показывает наилучший результат, как по времени регулирования, так и по отсутствию перерегулирования.

Заключение

В результате проведенных исследований, был сделан вывод о работоспособности псевдолинейного регулятора, который был реализован с использованием аппарата нечеткой логики.

Список использованных источников

1. Топчиев Ю.И. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления –М.: Машиностроение, 1971. – 466 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОЙ ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Леонов С.В.¹, Жзута В.А.²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа ин-формационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: leonov@tpu.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа ин-формационных технологий и робототехники, 8Т92, e-mail: vaz24@tpu.ru

Введение

В статье представлена схема устройства по декарбонизации воздуха, дифференцированная математическая модель процесса декарбонизации, созданная при помощи языка программирования python, а также изложены методы повышения качества процесса декарбонизации в зависимости от параметров системы, а также изложены возможные сферы применения данной технологии.

Основная часть

Исследование проводится с использованием технологии плазменного пиролиза, в частности с применением коронного ионизирующего разряда.

Рассматриваемая далее система основана на методе разложения углекислого газа при помощи плазменного пиролиза и предназначена для решения задач по декарбонизации воздуха. В частности, наиболее предпочтительными сферами применения данной разработки являются: ликвидация последствий аварий на крупных промышленных предприятиях, повлекших за собой выбросы больших объёмов углекислого газа, восстановление кислорода в условиях частичной и/или полной изоляции помещения, без возможности подачи воздуха извне (например, на космических кораблях/станциях [1] или в глубоких бункерах), развитие экологически чистых технологий [2].

Для изучения процесса восстановления кислорода был разработан прибор-ионизатор [3], конструкцию которого можно наблюдать на рисунке 1.



Рис. 1. Схематическое изображение устройства

Далее для рассмотрения эффективности процесса ионизации была составлена формула для расчёта изменения концентрации углекислого газа с течением времени и на её основании с помощью языка python была создана математическая модель процесса. При моделировании были выделены следующие параметры системы: объём обрабатываемого воздуха (л), скорость обработки (л/мин), время (мин), концентрация углекислого газа (%), эффективность ионизатора (% конвертированного газа).

В результате была выведена следующая формула изменения концентрации газа за единицу времени (мин):

$$\frac{C \times (V - S) + C \times S \times (1 - M)}{V}$$

где:

C – концентрация углекислого газа;

V – обрабатываемый объём;

S – скорость обработки;

M – Эффективность ионизатора.

Был смоделирован процесс при параметрах: C = 3,5%; V = 120 л; S = 8,5 л/мин; M = 14%. Моделирование процесса дало следующий результат (рис. 2).

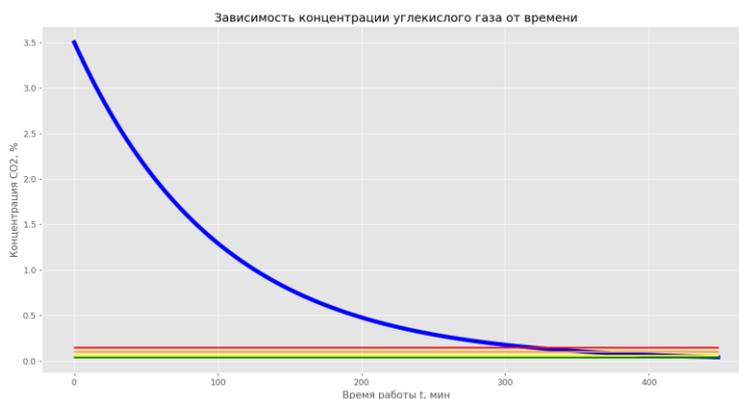


Рис. 2. Результат моделирования при заданных параметрах

Горизонтальными цветными линиями на графике обозначены уровни концентрации углекислого газа, соответственно: опасный для здоровья (0,15%), допустимый уровень для нахождения в помещении не более 8 часов (0,1%), приемлемый уровень (0,06%), чистый воздух (0,04%) [3].

Работа модели на ограниченном промежутке времени (20 мин) подтвердила её соответствие реальным результатам, однако для полноты картины требуется провести повторное исследование на более длительном отрезке времени.

Исходя из указанного выше графика видно, что процесс очистки воздуха объёмом всего 120 л с содержанием углекислого газа 3,5% занимает более 7 часов. Процесс крайне долгий, однако если посмотреть на параметры системы в формуле, то можно увидеть, что скорость изменения концентрации напрямую зависит от скорости обработки воздуха и от эффективности самого ионизатора.

Заключение

Есть несколько методов повышения эффективности коронного разряда. Во-первых – это добавление в изначальную газовую смесь некоторого количества инертных газов или малоактивных газов, например азота [4]. Также проводились опыты с попытками добавления в изначальную смесь аргона и последующим изменением напряжения плазменного разряда [5]. В результате подобных манипуляций удавалось повысить эффективность ионизатора вплоть до 40%, что в нашей модели дало бы всего 2,5 часа работы, то есть повысило бы скорость почти в 3 раза.

Следующим этапом работы для нас является создание механизма регулирования напряжения коронного разряда и последующее выведение зависимости эффективности работы ионизатора от напряжения. Составление математической модели процесса пиролиза на основе выведенной зависимости. Также планируется реализовать систему компьютерного зрения, которое будет регистрировать физическое положение и величину плазмы в ультрафиолетовом спектре. Планируется внедрение системы нейросетевого управления для корректировки работы стенда.

Список использованных источников

1. Robert D. Green¹, Marit E. Meyer², and Juan H. Agui³. Characterization of carbon particulates in the exit flow of a Plasma Pyrolysis Assembly (PPA) reactor. – NASA Glenn Research Center, Cleveland, OH, 44135, USA, 2015. – P. 2-6.
2. Jiajie Wang, Mohammad S. AlQahtani, Xiaoxing Wang, Sean D. Knecht, Sven G. Bilén, Chunshan Song and Wei Chu. One-step plasma-enabled catalytic carbon dioxide hydrogenation to higher hydrocarbons: significance of catalyst-bed configuration. – The Royal Society of Chemistry, 2021.
3. Моделирование расщепления углекислого газа с помощью холодной плазмы. Леонов С.В., Сладков М.Ю. В сборнике Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2022. С. 331-332.
4. ГОСТ Р ЕН 13779-2007, стр. 5-6.
5. Котелев М.С., Гуцин П.А., Иванов Е.В., Исаенков Ю.И., Нестеров Е.В., Винокуров В.А. Плазмохимическая конверсия углекислого газа с получением монооксида углерода // Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17, № 3 – С. 175-178.
6. Мансфельд Д., Синцов С., Чекмарев Н., Водопьянов А. Журнал по утилизации CO₂. – 2020. – №40 – С. 4-7.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Гительман В.С.¹, Курганов В.В.²

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники 8ТМ22, e-mail: vsg16@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: kurganov@tpu.ru*

Введение

В настоящее время математическое моделирование является эффективным методом разработки систем автоматизации как на стадии проектирования, так и при настройке регуляторов. Современные средства моделирования предоставляют возможность на основе математической модели системы сгенерировать работоспособный программный код. Полученная при этом программа управления изоморфна разработанной модели системы автоматизации. Концепция разработки программного обеспечения с применением генерации программного кода представляет собой модельно-ориентированное проектирование. В результате применения данного подхода этап программирования вручную либо полностью пропускается, либо значительно упрощается. В настоящей работе посредством модельно-ориентированного проектирования разработана модель системы автоматического регулирования (САР) температуры. С использованием модели системы произведена настройка регулятора автоматическим способом в графической среде MATLAB Simulink. Для генерации программного кода на языке ST использован инструмент PLC Coder и целевая среда CODESYS 2.3. На завершающем этапе произведена проверка адекватности модели.

Решение

Написание программного кода для программируемого логического контроллера (ПЛК) зачастую хоть и является тривиальной задачей для инженера со специальным образованием, но для специалиста, который не обладает специальными знаниями в области программирования ПЛК, представляет собой непростую задачу. С использованием знаний теории автоматического управления специалист-теоретик, не обладающий специальными умениями написания программ для ПЛК, способен в специализированном ПО составить математическую модель для описания реальной системы автоматизации и получить с использованием инструментов для генерации кода программу управления на нужном языке программирования ПЛК. При этом программа управления будет полностью соответствовать математической модели. В результате теоретическое (идеальное) описание системы переносится в практическую область, что позволяет импортировать файл, созданный посредством среды для математического моделирования, в среду разработки программ для ПЛК и проверить соответствие спроектированной модели функционированию реальной системы. Настройка регуляторов также может осуществляться не в средах разработки программ для ПЛК, а непосредственно в ПО для математического моделирования. В результате сокращается риск выхода из строя оборудования реальной системы, так как настройка проводится в модели, а не на объекте. Если специалист по теории автоматического управления обладает необходимым уровнем компетенций, то модель может быть описана наиболее точно, что позволит добиться необходимого качества функционирования реальной системы.

Подход, с помощью которого реализуется разработка программы управления через моделирование системы автоматизации, носит название модельно-ориентированного проектирования. В соответствии с данной концепцией разработка программного обеспечения начинается с разработки цифровой модели системы автоматизации. Преимуществом применения модельно-ориентированного проектирования при разработке программы управления является возможность проведения безопасной проверки системы в критических условиях средствами моделирования [1]. В результате риск возникновения аварийной ситуации при использовании автоматически создаваемой из модели программы сводится к минимуму и может быть полностью исключен. Более того, модельно-ориентированное проектирование позволяет снизить человеческий фактор, связанный с написанием программного кода вручную. При этом снижается время на валидацию и разработку программы управления [2]. Изоморфизм цифровой модели генерируемому программному коду способствует ускорению разработки ПО, снижению трудозатрат по написанию программного кода.

В настоящей работе применена концепция модельно-ориентированного проектирования. Система автоматизации представляет собой систему автоматического регулирования температуры. Изначально спроектирована операторно-структурная схема (рис. 1).

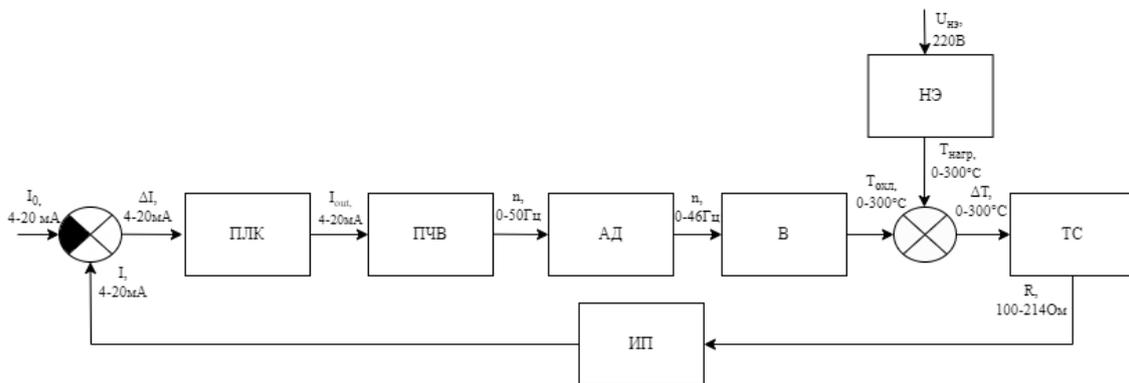


Рис. 1. Операторно-структурная схема САР температуры

Элементы системы представлены на рисунке 1. ПЛК – программируемый логический контроллер, ПЧВ – преобразователь частоты векторный, АД – асинхронный электродвигатель, В – вентилятор на валу асинхронного электродвигателя, НЭ – нагревательный элемент (печь), ТС – термосопротивление, ИП – измерительный преобразователь.

В программном обеспечении MATLAB Simulink произведено проектирование САР, приведенной на рисунке 1. Составлена математическая модель, описывающая процессы, происходящие в реальной системе (рис. 2).

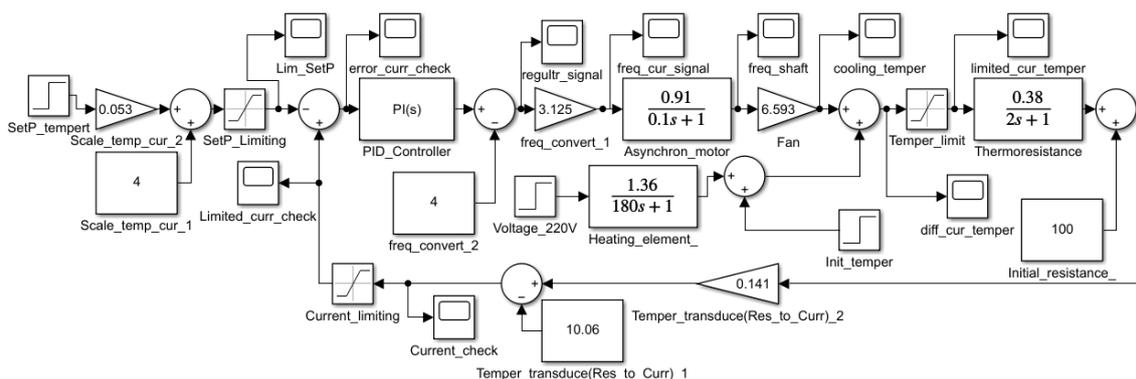


Рис. 2. Разработанная математическая модель САР температуры

В модели задана уставка 150°C. В результате получен адекватный температурный переходный процесс, перерегулирование составило 3% и не вышло за 5% зону от установившегося значения (рис. 3).

Модель, представленная на рисунке 2, была проверена на соответствие реальной системе. Для этого применен инструмент PLC Coder. В связи с отличиями модели от реальной системы, для генерации кода и его применения на реальном оборудовании необходимо провести ряд дополнительных шагов. Изначально в системе убрана ПФ нагревательного элемента, блок «init_temper» вида «Step» для задания исходной температуры и блок «Voltage_220V». Вместо ПФ асинхронного электродвигателя в системе оставлен масштабирующий коэффициент 0,91. Аналогично ПФ термометра сопротивления была заменена на коэффициент 0,38. Добавлен блок Step, содержащий в себе унифицированный ток-овый сигнал с реального датчика. Этот сигнал сравнивается с уставкой (от сигнала отнимается уставка) и результирующий сигнал подается в систему.

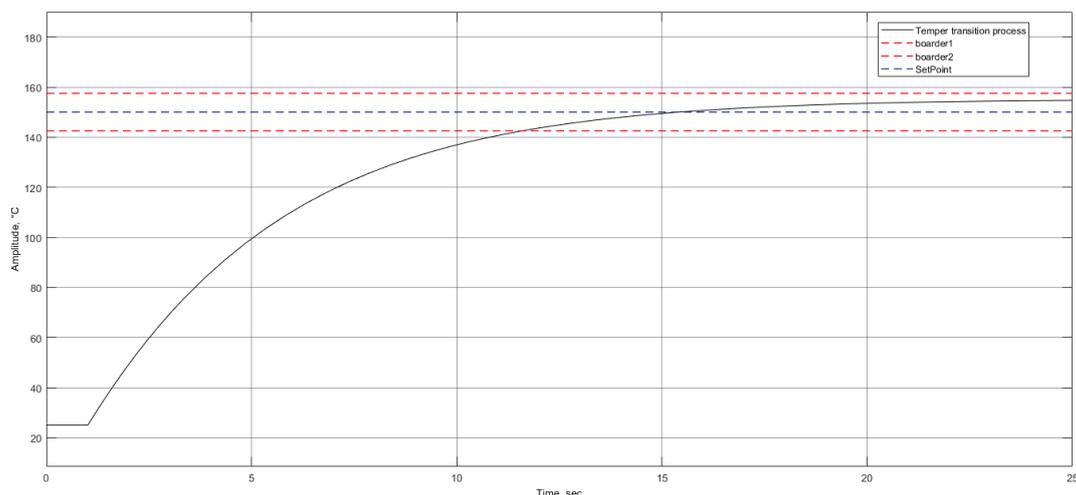


Рис. 3. Температурный переходный процесс при моделировании САР

В связи с тем, что PLC Coder не имеет средств для работы с аналоговыми блоками, произведен перевод модели, представленной на рисунке 2, из s плоскости в плоскость z посредством билинейного преобразования Тастина. Для генерации кода модель была объединена в единую систему (подсистему). В настройках Simulink выбран дискретный решатель с фиксированным шагом. Входными сигналами для подсистемы заданы уставка и токовый сигнал 4-20 мА с универсального преобразователя, выходным – токовый сигнал 4-20 мА для управления асинхронным электродвигателем через преобразователь частоты. На основе подсистемы был сгенерирован программный код на языке ST с целевой средой для разработки программ CODESYS 2.3. В результате полученная программа была перенесен в целевую среду. Снят температурный переходный процесс для реальной системы (рис. 4).

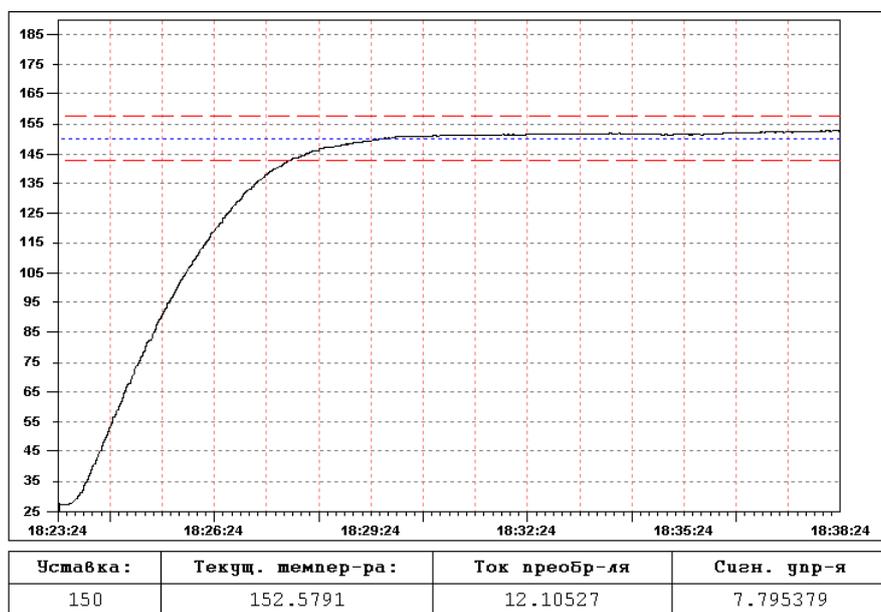


Рис. 4. Температурный переходный процесс реальной САР

Таким образом, переходный процесс, полученный при моделировании (рис. 3), соответствует переходному процессу для реальной системы (рис. 4).

Заключение

В результате проведенной работы создана адекватная математическая модель для САР температуры. Применён инструмент PLC Coder для перевода разработанной модели в программный код и проверки корректности математического описания системы. Осуществлена загрузка сгенерированного

кода в ПЛК, получены температурные переходные процессы требуемого качества. Можно сделать вывод, что модель соответствует реальной системе.

Список использованных источников

1. Совершенствование процесса разработки программного обеспечения для ПЛК путем генерации кода из созданной математической модели объекта управления / В. Н. Хохловский, В. С. Олейников, В. А. Пересвет [и др.] // *Modern Science*. – 2020. – № 9-2. – С. 347-359. – EDN JXXXXV.
2. Гительман, В. С. Генерация кода из цифрового двойника системы автоматического регулирования температуры / В. С. Гительман // *Современные проблемы машиностроения : сборник трудов XV Международной научно-технической конференции*, г. Томск, 22-25 ноября 2022 г. — Томск : Томский политехнический университет, 2022. — С. 190-192.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

Колтыгин Д.С.¹, Седельников И.А.²

¹*Братский государственный университет, Кафедра управления в технических системах, доцент*

²*Братский государственный университет, Кафедра управления в технических системах, доцент,
e-mail: Ohtargil@yandex.ru*

Введение

В настоящее время программы управления робототехническими комплексами (РТК) не всегда имеют простой и понятный пользовательский интерфейс. Зачастую для выполнения простых технических операций с всевозможными предметами или деталями на производстве может потребоваться несколько десятков комбинаций команд для манипулятора. Для решения данной проблемы предлагается разработка программы управления РТК на базе робота-манипулятора МП-11 при помощи жестовых команд, подаваемых человеком. Такая программа, интегрируемая в систему управления, значительно упростит работу оператора.

Описание технологий и программ компьютерного зрения

Для выполнения поставленной цели предлагается разработать программу, основанную на компьютерном зрении.

Компьютерное зрение — это технология, с помощью которой машины могут находить, отслеживать, классифицировать и идентифицировать объекты, извлекая данные из изображений и анализируя полученную информацию.

Данная технология не требует применения специализированного оборудования (датчиков, контроллеров и т.д.), как при снятии мышечных или мозговых импульсов, или энкодеров, закрепленных на теле для определения его положения. Помимо этого, количество определяемых жестов не ограничено в отличие от датчиков APDS 9960 и его аналогов.

При разработке программы был использован MediaPipe. Этот фреймворк, представленный Google, обладает открытым исходным кодом и помогает создавать мультимодальные конвейеры машинного обучения. MediaPipe включает в себя пакеты для решения следующих задач [1]: обнаружение объектов, обнаружение лиц, отслеживание рук (как одной, так и нескольких), оценка положения тела, сегментации волос.

Из указанного фреймворка применялись в программе функции модуля MediaPipe Hands которые, используя машинное обучение (ML), позволяют определить 21 ключевую точку ладони с высокой скоростью и достаточной точностью всего из одного кадра, даже при слабом освещении и низком разрешении камеры.

Алгоритм распознавания жестов

Для распознавания жестов руки в данном модуле используются последовательно три модели [2]:

1. Модель обнаружения ладони, которая из целого кадра выделяет область вокруг ладони для дальнейшей работы только с ней;
2. Модель ориентиров руки, которая с помощью регрессионного анализа производит локализацию ключевых точек ладони из области, полученной на предыдущем этапе;
3. Модель распознавания жестов, которая классифицирует ранее вычисленную конфигурацию ключевых точек в дискретный набор жестов [3, 4].

Результат определения ключевых точек представлен на рисунке 1.

Описание разработанных команд

В существующей системе управления робототехническим комплексом при разработке был сформирован набор команд, описывающий необходимые операции. Он включает в себя внутренние инструкции контроллера и программы управления (текстовые и голосовые) [6].

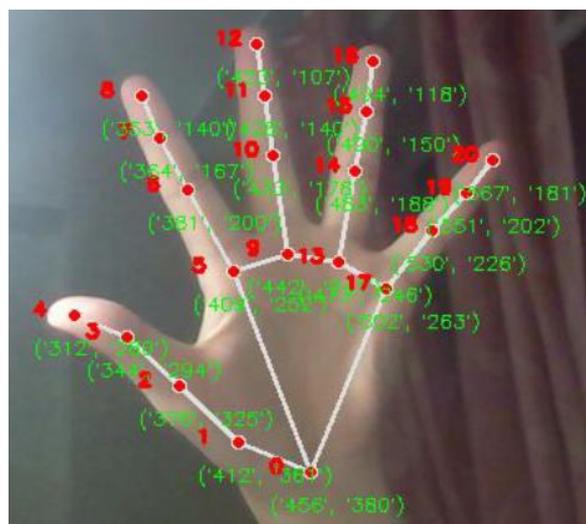


Рис. 1. Результат определения ключевых точек и их координаты

При создании программы управления РТК с помощью жестов существующую систему необходимо модернизировать, определив знак для каждой операции, который можно распознать, исключая неоднозначность интерпретации.

Выбор новых команд базируется на двух подходах: определение взаимного положения нескольких точек (сжаты/ разжаты пальцы, лицевая/тыльная сторона ладони и т.д.) и определение перемещения ключевой точки в пределах кадра (движение пальца вверх/вниз или влево/вправо).

Таким образом, получены 12 команд для операций робота и 2 для управления транспортером (Таблица 1). Они логичны и эргономичны для оператора, что позволяет сократить время обучения.

Таблица 1

Соответствие операций и жестовых команд

№	Операция	Жест/движение
1	Назад	Рука повернута задней частью к камере
2	Вперед	Рука повернута ладонью к камере
3	Сдвиг схвата влево	Выпрямлен только указательный палец, движение влево
4	Сдвиг схвата вправо	Выпрямлен только указательный палец, движение вправо
5	Поворот влево	Движение руки в сжатом или разжатом состоянии влево
6	Поворот вправо	Движение руки в сжатом или разжатом состоянии вправо
7	Опускание	Движение руки в сжатом или разжатом состоянии вниз
8	Подъем	Движение руки в сжатом или разжатом состоянии вверх
9	Ротация схвата вправо	Выпрямлены только указательный и безымянный пальцы, движение вправо
10	Ротация схвата влево	Выпрямлены только указательный и безымянный пальцы, движение влево
11	Захват открыт	Полностью раскрытая ладонь
12	Захват закрыт	Сжать руку
13	Включить транспортёр	Большой палец вверх
14	Выключить транспортёр	Большой палец вниз

Разработка и интеграция приложения в существующую программу управления

Существующая программа управления РТК на базе робота - манипулятора МП-11 написанная в среде Visual Basic 2013, однако, фреймворк MediaPlayer в ней не поддерживается. Следовательно, возникает необходимость разработки приложения для управления робототехническим комплексом с помощью жестов на языке Python и дальнейшей интеграции в существующий проект.

Используя функции модуля MediaPlayer Hands и библиотеки OpenCV, был сформирован код, позволяющий получить с камеры изображение, готовое для распознавания и определения ключевых точек ладони. На основе полученного массива данных определяется жест и формируется управляющая команда, которая передается на контроллер.

Результат определения жестов представлен на рисунке 2.

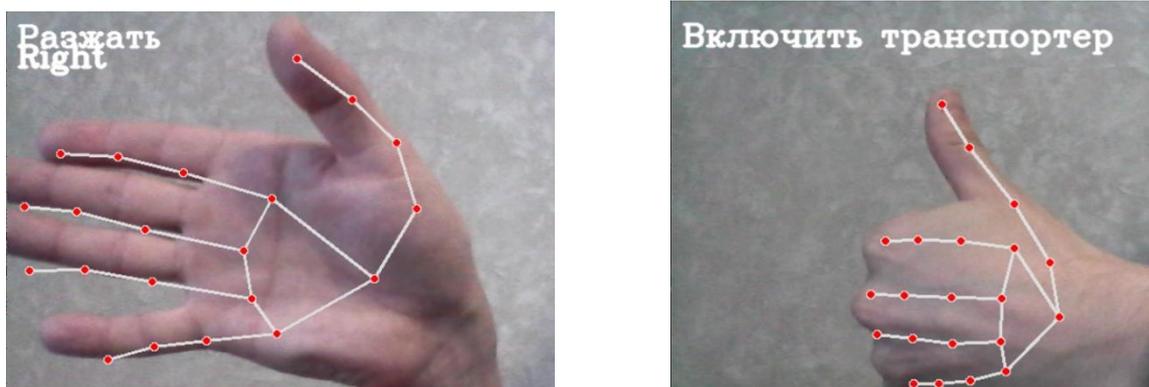


Рис. 2. Результат определения команд управления

Для передачи команд управления в эксплуатируемую программу применимы три метода: Использование Iron Python, буферного текстового файла или сокета.

За стабильность и скорость работы, а также за более рациональное использование ресурсов компьютера, был выбран третий метод.

При интеграции приложения в существующую программу управления его функционал значительно расширился за счет имеющихся в ней наработок. Появилась возможность сохранять последовательности команд (режим обучения) и использовать их в дальнейшем, отслеживать состояние РТК с помощью камеры или его графического представления, управления моделью робота (режим имитации), а не только реальным объектом.

Заключение

В статье рассматривается принцип распознавания жестов с помощью фреймворка MediaPipe. Описывается подход к выбору жестов и формированию системы команд для управления РТК. В результате разработки получено приложение, которое может работать как самостоятельная программа по управлению РТК с помощью жестов, так и как часть общей системы управления. Приведенные методы могут быть применены к другим проектам.

Список использованных источников

1. Управляемый жестами видеоплеер на Raspberry Pi и MediaPipe. [Электронный ресурс]. –URL: <https://microkontroller.ru/raspberry-pi-projects/upravlyaemyj-zhestami-videopleer-na-raspberry-pi-i-mediapipe.html> (дата обращения 19.05.2022).
2. MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking. [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.10214.pdf> (дата обращения 19.05.2022).
3. MediaPipe Hands. [Электронный ресурс]. – URL: https://google.github.io/mediapipe/solutions/hands#max_num_hands (дата обращения 19.05.2022).
4. Оценка качества в задачах классификации и регрессии. [Электронный ресурс]. –URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Оценка_качества_в_задачах_классификации_и_регрессии (дата обращения 20.05.2022).
5. Колтыгин, Д. С. Аппаратно-программный комплекс для управления робототехническими комплексами / Д. С. Колтыгин, А. В. Авсиевич, И. А. Седельников. – Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2021 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 107-111. – EDN KQTDCI.
6. Колтыгин, Д. С. Разработка системы команд для управления роботом-манипулятором / Д. С. Колтыгин, И. А. Седельников – Системы. Методы. Технологии. № 1(45), – 2020. – С. 53-60. – DOI 10.18324/2077-5415-2020-1-53-60. – EDN VAXHSQ.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В АРХИТЕКТУРЕ МИКРОСЛУЖБ С ПОМОЩЬЮ АСИНХРОННОГО ПРОТОКОЛА

Панина В.В.¹, Мирошниченко Е.А.²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ИМ21, e-mail: vvp39@tpu.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент

Введение

С каждым годом растёт популярность использования микросервисной архитектуры в противовес монолиту. Основными преимуществами такой архитектуры являются высокая отказоустойчивость и автономность, за счёт этого уменьшаются строгие зависимости между элементами системы. Ещё одним преимуществом является масштабируемость – то есть способность системы увеличивать производительность за счёт увеличения количества выделенных ей ресурсов. Микросервисная архитектура позволяет масштабировать каждый сервис отдельно, не затрагивая остальную систему.

Вместе с тем появляются новые сложности, а именно – взаимодействие между сервисами, ведь каждый сервис физически изолирован от других. Для решения этой проблемы существуют подходы с применением протоколов взаимодействия.

Цель настоящей работы — рассмотреть в архитектуре микросервисов взаимодействие с помощью синхронного и асинхронного протоколов, провести их сравнение, а также подробнее описать асинхронный протокол на примере брокера сообщений RabbitMQ.

Протоколы взаимодействия в микросервисной архитектуре

Приложение на основе микрослужб представляет собой распределённую систему, работающую на нескольких процессах или службах, иногда даже не нескольких серверах или узлах. Обычно каждый экземпляр службы — это процесс. Таким образом, службы должны взаимодействовать по протоколу внутрипроцессного взаимодействия, например HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) или двоичному протоколу, такому как TCP, в зависимости от характера каждой службы [1].

Обычно используются либо синхронные HTTP-запросы и -ответы, либо асинхронные протоколы AMQP– протокол обмена сообщениями через AMQP-брокер. Существует множество брокеров: Kafka, RabbitMQ, ActiveMQ, ZeroMQ и другие [2].

1. Синхронный протокол.

HTTP – это синхронный протокол. Образуется цепочка запросов, важно, что код клиента сможет продолжить выполнение задачи только после получения ответа от HTTP-сервера (рисунок 1). Такая схема взаимодействия может считаться анти-паттерном при разработке, так как нарушается принцип автономности микросервисной архитектуры. Такая архитектура будет неустойчива к сбоям – при недоступности одного сервиса будет недоступно все приложение.

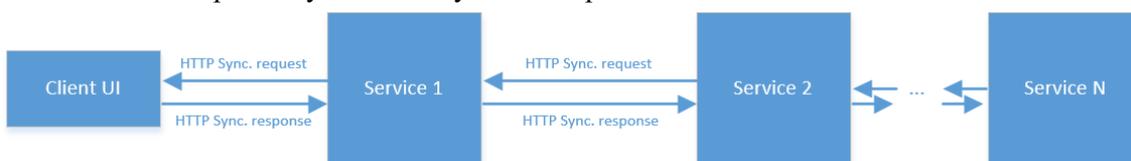


Рис. 1. Схема взаимодействия микросервисов с помощью синхронного протокола

2. Асинхронный протокол.

Протоколы AMQP используют асинхронные сообщения. Код клиента или отправитель сообщения не ожидает ответа, а отправляет сообщение, как при отправке сообщения в очередь брокера сообщений (например, RabbitMQ). Схема взаимодействия представлена на рисунке 2.

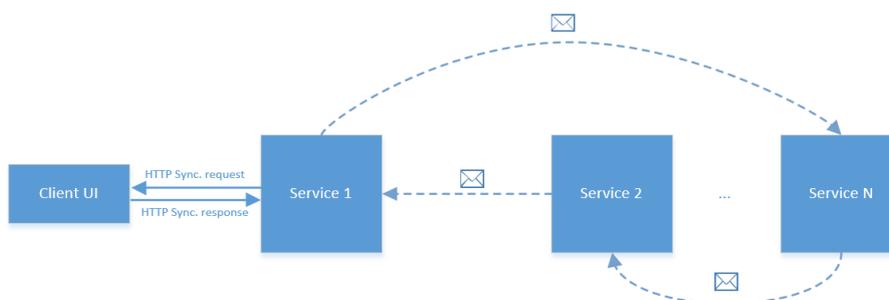


Рис. 2. Схема взаимодействия микросервисов с помощью асинхронного протокола

Здесь HTTP-ответ от сервиса приходит моментально. Например, при совершении оплаты товара на каком-либо сайте (Client UI), происходит взаимодействие с сервисом (Service 1) по обработке платежей. Этот сервис обращается к другому (Service N) с запросом на получение push-уведомления на мобильное устройство заказчика. Service 1, не дожидаясь ответа от Service N, перенаправляет Client UI на новую страницу с формой для заполнения пароля из push-уведомления. Таким образом реализуется асинхронный протокол. Далее в докладе подробнее описано взаимодействие между сервисами с помощью брокера RabbitMQ (рис. 3).

Характеристики протоколов вынесены в сводную таблицу, где они описаны в соответствии с критериями микросервисной архитектуры.

Таблица 1

Анализ синхронного и асинхронного протоколов

Критерий	AMQP	HTTP	Описание
Асинхронность	+	-	
Передача данных между микросервисами	+	+	Основной критерий для протоколов передачи данных. Оба протокола справляются.
Прозрачность	+	+	Возможность отследить запросы и ответы
Документация	+	+	У обоих протоколов есть сопровождающая документация
Масштабируемость	+	-	
Гарантия доставки сообщений	+	-	HTTP протокол «теряет» сообщение в случае отказа одного из сервисов, AMQP хранит сообщение в очереди.
Управление проблемами сервера	+	-	Протокол HTTP не способен реагировать на проблему сбоя сервера, AMQP во время сбоя серверов хранит переданные сообщения в очереди, может сам по себе привести к сбою сервера

У AMQP надежная доставка сообщений. Это асинхронный протокол, так что о доставке можно вообще не волноваться. HTTP, в свою очередь, — самый поддерживаемый протокол в интернете. Разработчики знают HTTP: не нужно дополнительно обучать каждого новичка на проекте [3]. В общем случае без каких-либо конкретных требований оба протокола справляются со своей задачей.

Брокер RabbitMQ

RabbitMQ первоначально был выпущен в 2007 компаниями L Shift и CohesiveFT и был одним из самых первых брокеров обмена сообщениями для реализации спецификации AMQP. Помимо RabbitMQ, существуют реализации протокола AMQP, разработанные компанией Apache Software Foundation — Apache ActiveMQ и Apache Qpid [4].

AMQP имеет несколько базовых понятий [5]:

- Message – передаваемая информация;
- Exchange – обменник/биржа, в неё отправляются сообщения, откуда они распределяются по очередям. Сообщение не хранится на обменнике/бирже;
- Queue – очередь, хранилище сообщений. Сообщений хранятся в очереди до тех пор, пока клиенты не заберут их; Очередь хранит ссылку на полученное сообщение, которое физически может храниться в оперативной памяти или на диске, в зависимости от свойств самой очереди [6].
- Routing key – маршрут сообщений. Определяет в какую очередь будет добавлено сообщение;

- Producer /publisher– отправитель сообщения;
- Consumer – получатель сообщения.

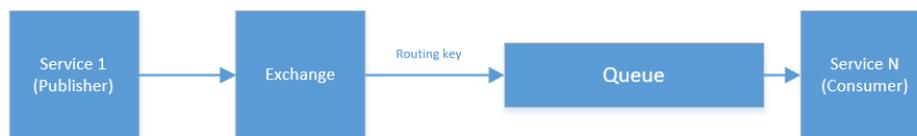


Рис.3. Схема взаимодействия AMQP

Когда Service N готов получить сообщение из очереди, брокер копирует его по ссылке из очереди и отправляет копию сообщения потребителю, далее получив сообщение, Service N отправляет брокеру подтверждение об успешном получении данных, и брокер удаляет копию сообщения из очереди и исходное сообщение из очереди, очищая место в оперативной памяти или на жестком диске.

Таким образом, RabbitMQ может использоваться для фоновой обработки долгосрочных задач на веб-сайтах, гарантированной доставки сообщений до получателя, упорядоченности транзакций с помощью очереди и высокого уровня отказоустойчивости.

В статье «Как оживает Rabbit» [7] описывается показательный примера, когда нужно использовать RabbitMQ.

RabbitMQ полезен для приложения какой-либо социальной сети. При новом добавлении поста от какого-либо пользователя все подписчики должны быть оповещены об этом. Это может быть сильно потребляющей время операцией. Решением было бы помещать задачу оповещения в надлежащую очередь для всякого поста по мере его появления. Когда соответствующий обработчик получит этот запрос, он извлечёт перечень последователей для данного отправителя и обновит их все.

Заключение

Протокол взаимодействия AMQP и брокер RabbitMQ служит для информационных систем обменником данных с гарантированной доставкой сообщений, возможностью к масштабированию системы. AMQP можно использовать в любой ситуации, когда существует потребность в высококачественной и безопасной доставке сообщений между сервисами в архитектуре микрослужб.

Список использованных источников

1. Взаимодействие в архитектуре микрослужб. [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/microservices/architect-microservice-container-applications/communication-in-microservice-architecture> (дата обращения 24.02.2023).
2. Радишевский В. Л. Распределенный брокер сообщений Kafka для высокоскоростной передачи и агрегации данных / В. Л. Радишевский, А. Д. Кульневич. – XV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии», 2017. – 284с.
3. AMQP vs HTTP: кто кого. [Электронный ресурс]. – URL: <https://uncaughtexception.ru/posts/2017/08/28/amqp-vs-http-kto-kogo/> (дата обращения 24.02.2023).
4. Р.Н. Акрамовский. Автоматизация документооборота на предприятии с помощью брокера сообщений RabbitMQ. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41175778_58229653.pdf (дата обращения 25.02.2023).
5. RabbitMQ: Простая и эффективная очередь сообщений. [Электронный ресурс]. – URL: <https://makeomatic.ru/blog/2013/10/16/RabbitMQ/> (дата обращения 25.02.2023).
6. RabbitMQ для аналитика: практический ликбез. [Электронный ресурс]. – URL: <https://babok-school.ru/blogs/rabbitmq-for-analyst/> (дата обращения 25.02.2023).
7. Как оживает Rabbit. [Электронный ресурс]. – URL: <http://onreader.mdl.ru/RabbitMQEssentialsDistributedScalableApplications.2nd/content/Ch01.html> (дата обращения 25.02.2023).

НЕЙРОСЕТЕВОЙ НАСТРОЙЩИК ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Сладков М.¹, Леонов С.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Т92, e-mail: sladkov02@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: leonov@tpu.ru

Введение

Все чаще в современном мире можно увидеть, как выходит новая нейросеть, решающая определенные задачи, зачастую даже лучше человека. Пока что, чаще их применяют для развлекательного характера, однако есть и такие нейросети, что помогают решать инженерные и научные задачи.

В промышленности тоже есть место для применения нейросетей. Уже имеются исследования систем регулирования, которые задействуют нейросети, причем это положительно влияет на процесс [1,3]. Целью данной работы является разработка нейросетевого настройщика ПИД-регулятора для объектов, параметры которых изменяются во времени.

Описание нейронной сети

Одним из важных условий применимости проекта, является невысокая вычислительная сложность модели нейронной сети. Для такой задачи прогнозирования коэффициентов ПИД-регулятора подходит перцептрон. Принцип работы перцептрона состоит в следующем, каждый вход умножается на весовой коэффициент, после чего суммируется с такими же взвешенными входами. Сумма взвешенных входов подается на вход функции активации, после чего формируется выходное значение. Схема перцептрона представлена на рисунке 1.

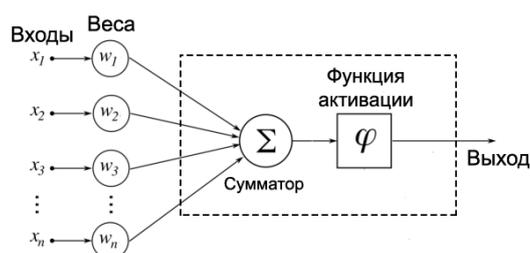


Рис. 1. Схема перцептрона

Глядя на рисунок 1, можно увидеть, что выход у перцептрона всего один, потому для пропорционального, интегрального и дифференциального коэффициентов будет отдельный перцептрон.

Для обучения нейронной сети используется метод обратного распространения ошибки, он используется с целью минимизации ошибки работы перцептрона, что позволяет, в свою очередь, добиться желаемого выхода. Метод заключается в вычислении градиента, использующегося при обновлении весов перцептрона, фактически, сигналы ошибки от выходов сети распространяются к входу обратно прямому распространению сигналов при работе [2].

В обучающей выборке содержится 30 примеров, она состоит из значений коэффициентов k и коэффициентов ПИД-регулятора, соответствующих передаточной функции с значениями коэффициентов k . Расчет коэффициентов ПИД-регулятора проведен методом Циглера-Никольса, с последующей итеративной корректировкой.

Количество эпох обучения составляет 900 эпох, при этом достигается точность 90 процентов на обучающей выборке, на тестовой выборке точность составила 70 процентов.

Описание объекта управления и принцип действия

Для проведения экспериментов и дальнейшего анализа результатов, необходим объект управления. Передаточная функция объекта управления выглядит следующим образом:

$$W(s) = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{s^2 + s \cdot (k_1 + k_2) + k_1 \cdot k_2};$$

Перед объектом управления стоит ПИД-регулятор, вся система охвачена единичной обратной связью.

Таким образом, на вход каждого перцептрона, отвечающего за один из коэффициентов ПИД-регулятора, подаются коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 . На основе этих коэффициентов происходит “предсказание” перцептроном коэффициента. Далее данные коэффициенты передаются в ПИД-регулятор, который формирует свое выходное значение.

Результаты и их анализ

Эксперимент состоит в следующем, пусть коэффициенты k_1 , k_2 , через промежуток времени в 5 секунд меняют свои значения в диапазонах [5;4] и [1;2.5] соответственно, а задающее воздействие увеличивается на 0,5, так как подразумевается переход из одного режима работы в другой. Сравнивается перерегулирование и скорость регулирования системы с нейросетевым настройщиком и системы с оптимальными параметрами усредненных значений k_1 , k_2 , k_3 , которые обеспечивают устойчивость на всем интервале изменения параметров.

Коэффициент k_1 будет уменьшаться через каждый промежуток на 0,5, а k_2 увеличиваться на 0,75.

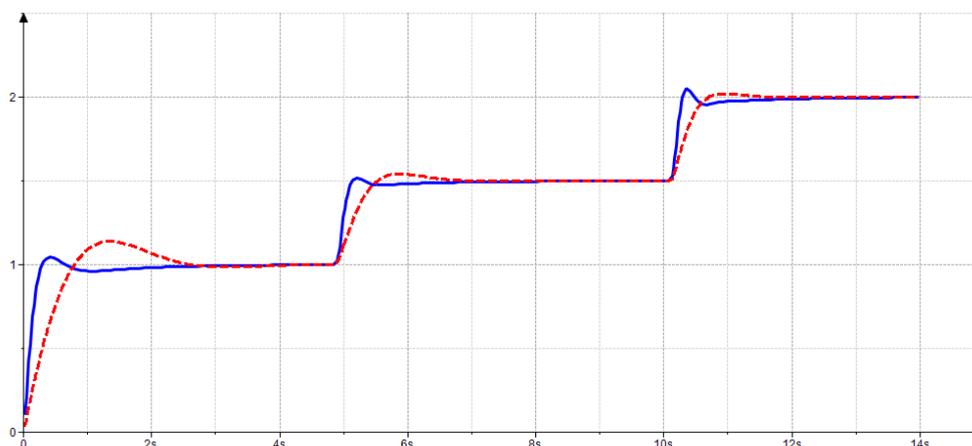


Рис. 2. Переходные характеристики исследуемых систем

На рисунке 2, сплошной линией изображена переходная характеристика системы под управлением нейросетевого настройщика ПИД-регулятора, а прерывистой линией – система с оптимально настроенным ПИД-регулятором. Исходя из графика, можно сделать вывод о том, что система с нейросетевым настройщиком регулятора оказалась быстрее во всех случаях, а перерегулирование оказалось больше лишь в одном случае из трех. Однако стоит отметить тот факт, что на качество работы настройщика зависит от обучающей выборки, которая в проводимом эксперименте не большая, потому потенциал для улучшения показателей присутствует. Соответственно, можно сделать вывод, что применение настройщика имеет выгоду.

Заключение

Таким образом, применение нейросетей, а в частности – нейросетевого настройщика ПИД-регулятора позволяет придать системе гибкости и повысить качество переходных процессов в системе, объекты которой могут изменять свои параметры и режимы работы.

Список использованных источников

1. Исследование адаптивной системы автоматического регулирования с применением нейросетевых технологий на имитационной модели реактора. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-adaptivnoy-sistemy-avtomaticheskogo-regulirovaniya-s-primeneniem-neyrosetevykh-tehnologiy-na-imitatsionnoy-modeli> (дата обращения 15.02.2023).
2. Метод обратного распространения ошибки. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_обратного_распространения_ошибки (дата обращения 15.02.2023).
3. Нейросетевая настройка адаптивного ПИД-регулятора мощности гидроагрегата. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevaya-nastroyka-adaptivnogo-pid-regulyatora-moschnosti-gidroagregata> (дата обращения 15.02.2023).

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ РАДИОЧАСТОТНЫХ ЧИПОВ

Кузнецов Я.В.¹, Цапко И.В.²

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8К03, e-mail: yvk41@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: tsiv@tpu.ru*

Введение

Способы автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, стали внедряться в современные производства для автоматизации процессов, а также в сферы, где в больших объемах производится учет, а именно сфера логистики, безопасности и идентификации, инвентаризации, системы контроля и управления, оплаты. Однако протоколы работ, частота и технология передачи данных в разных системах сильно отличаются, что создает проблемы при идентификации систем [1].

Целью работы является исследование возможных способов обмена данными для RFID модулей разной частоты без помех.

Анализ протоколов RFID модулей

На данный момент в сфере радиочастотных технологий наибольшее распространение получили три частоты для обмена данными, а именно: низкочастотные (low frequency = 125 кГц), высокочастотные (high frequency 13,56 МГц), сверхвысокочастотные (ultra high frequency 860 - 950 МГц, разделенная на частичные полосы). Низкочастотные LF чипы обладают самой низкой скоростью передачи данных и работают только на коротких дистанциях. Такие чипы в основном пассивные, то есть не имеют собственной источника питания и заряжаются электромагнитным полем. Большой плюс такой системы, это устойчивость к помехам, создаваемыми средами с жидкостями и металлами. Высокочастотные HF чипы быстрее передают информацию и работают на больших расстояниях. Сверхвысокочастотные UHF чипы обладают самой большой дальностью работы и большим объемом памяти. Чтобы понимать, какая система защиты используется в чипе, какие ключи подбирать для зашифрованных блоков и какая длина шифра, необходимо определить формат считывателя [2]. На данный момент на рынке используются следующие форматы:

Диапазон частот 125кГц:

HID Proximity – одна из самых простых технологий, доступная и легко считываемая, ее часто внедряют в уже существующие системы. UID (уникальный идентификационный номер) такой карты хранит до 85 бит, благодаря этому появляется возможность усилить защиту карты.

Indala – формат хранит от 35 до 44 бит, при этом считыватели с форматом большей длины кода автоматически необходимо добавить недостающие биты в ключ, для преобразования в универсальный формат.

EM-Marine – самый популярный формат, хранит 64 бита информации. Обладает самой слабой системой защиты, а также есть вероятность получения дубликата карты, из-за относительно небольшого количества уникальных идентификационных номеров.

Для диапазона частот в 13,56 МГц:

HID iClass – обладает наиболее скоростным обменом данных, а за счет 64-битных ключей доступа к данным карты, появляется возможность хранить большой объем информации и делает эту систему наиболее безопасной.

Mifare – популярный формат, использующий хорошую защиту данных. В ней используются чипы NXP Mifare 1K S50 или совместимый чип FM11RF08. Достаточный объем памяти (32-бита) и ее организация обеспечивают возможность хранения в памяти карты персональных данных ее владельца, использования ее не только в системах контроля доступа, но и в платежных системах. Также данная система использует двухсторонний обмен данными, что усложняет считывание, и обязывает использовать специальные secure чипы для распознавания данных при обмене.

Форматы чипов, радиочастотной идентификации, указанные выше, несовместимы друг с другом из-за различных технологий декодирования и передачи информации, это влечет невозможность одновременного использования чипов разных форматов.

После определения формата, необходимо узнать стандарт, по которому был произведен чип. На данный момент используются следующие стандарты:

МЭК 18000-2 стандарт регулирует работу всех чипов на частоте ниже 135 кГц и определяет параметры, которые будут использоваться для связи между низкочастотной (LF) меткой RFID и приемником. Одним из основных плюсов данной технологии, это система, распознающая необходимый сигнал метки (чипа) среди остальных шумов (меток/чипов), что предотвращает смешение сигналов и неправильное считывание данных, также в этой системе применяются протоколы безопасности при обмене данными.

ISO 14443 стандарт регулирует бесконтактные карты, которые работают с использованием технологии Near Field Communication (NFC). Применяемый диапазон частот 13.56 МГц с погрешностью менее процента. ISO 14443 используются для идентификации, систем безопасности, оплаты и контроля доступа, формат позволяет работать в пределах 10 см без помех.

ISO 15693 также работает с частотой 13.56 МГц, однако метки такого типа работают на расстоянии до 1 метра. Применяются для систем, где важнее дальность действия, чем защита, например идентификация автотранспорта при проезде.

GS1 стандарт является вторым поколением протокола EPC (ультравысокочастотный протокол RFID) для связи в диапазоне 860–960 МГц. Стандарт может работать в нескольких режимах, например на разных частотах или в широкополосном режиме [3-4].

Обработка алгоритмов систем безопасности

После определения формата модуля и его стандарта, необходимо разобраться с системой безопасности, чтобы считать защищенные данные или перезаписать их в нужный сектор. Таким образом, необходимо определить сектор безопасности (sector trailer), подобрать ключ доступа и разблокировать возможность считывания и перезаписи. В большинстве случаев блоки закрыты стандартными ключами (метки содержат значение 0xFFFFFFFFFFFF), в которых два ключа доступа по 6 байт, а также специальные «Access bits» (биты доступа), используемые для установки настроек доступа к секторам чипа. Так модель хранения данных для mifare card содержит 16 блоков, 4 сектора, каждый четвертый блок в секторе является блоком безопасности и защищает свой сектор от изменений. Исключением является нулевой блок UID (уникальный идентификационный номер) состоящий из четырех байт, у него свои секретные ключи безопасности и для его перезаписи может потребоваться смена битов доступа. Биты доступа позволяют настроить условия доступа и возможности работы каждого блока в отдельности.

Таблица 1

Модель комбинаций битов доступа для изменения настроек доступа чипа

Биты доступа			Доступ для:			Значение
C1	C2	C3	Чтение	Запись	Передача	
0	0	0	Ключ A B	Ключ A B	Ключ A B	Конфигурация
0	1	0	Ключ A B	Никогда	Никогда	Блок записи/чтения
1	0	0	Ключ A B	Никогда	Никогда	Блок записи/чтения
1	1	0	Ключ A B	Ключ B	Ключ A B	Блок значения
0	0	1	Ключ A B	Никогда	Ключ A B	Блок значения
0	1	1	Ключ B	Никогда	Никогда	Блок записи/чтения
1	0	1	Ключ B	Никогда	Никогда	Блок записи/чтения
1	1	1	Никогда	Никогда	Никогда	Блок записи/чтения

Так, защита от записи, это конфигурация 1-0-1 или 0-1-0. Такими комбинациями можно выбрать ключи доступа и как они будут взаимодействовать с блоками.

Заключение

После проведения полного анализа, стало понятно, что стандарты и форматы RFID чипов сильно отличаются, это в свою очередь создает невозможность получения выгодной унифицированной системы для работы с разными метками. Например, для человека использующего такие метки в жизни, неудобно носить их все сразу, поэтому следует разработать и использовать носимое устройство, использующее модель для оптимизации процессов идентификации, которую получилось создать проведя

анализ: программно определяем формат карты, получаем стандартный протокол для данного формата, подбираем специальный secure chip (при двустороннем обмене данными он подберет нужные биты для аутентификации), вводим ключи доступа в защитный блок сектора, устанавливаем биты доступа (в случае блокировки сектора), считываем и записываем необходимые данные.

Список используемой литературы

1. Григорьев, П. В. Особенности технологии RFID и ее применение / П. В. Григорьев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 11 (115). — С. 317-322. — URL: <https://moluch.ru/archive/115/30692/> (дата обращения: 16.04.2022).
2. Холбоев, И. А. Реализация RFID-технологии в информационно-библиотечных системах / И. А. Холбоев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 10 (114). — С. 105-107. — URL: <https://moluch.ru/archive/114/29510/> (дата обращения: 04.08.2022).
3. Бобков, А. С. Исследование возможностей технологии RFID / А. С. Бобков, И. Н. Козменков. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2021. — № 8.1 (49.1). — С. 1-2. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/49/2605/> (дата обращения: 23.11.2021).
4. Аяндина, А. С. Перспективы использования радиочастотных меток для идентификации пространства / А. С. Аяндина. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 10 (248). — С. 5-7. — URL: <https://moluch.ru/archive/248/56877/> (дата обращения: 19.01.2023).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МЕХАТРОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЕДМЕТНОГО СТОЛИКА НА БАЗЕ СЕРИЙНОГО МИКРОСКОПА С КАМЕРОЙ

Филипас А.А.¹, Гейс О.Ю.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, 8ТМ22, e-mail: oyg2@tpu.ru

Введение

В настоящее время существуют проблемы, связанные с автоматизацией техпроцессов во всех отраслях промышленности и экономики в целом. Большой дефицит новых инновационных решений в области автоматизации, глобальный тренд на переход к комплексной автоматизации относительно более точечного подхода и индустрия 4.0 создают условия, при которых происходит развитие и разработка новых программно-аппаратных решений, способных закрыть потребности промышленности и общества.

В сфере клинических исследований уже много лет используются точные оптические приборы, в частности, микроскопы, необходимые для проведения различных гистологических и патоморфологических анализов. Но при этом, в данной прогрессивной сфере все еще используются отдельные точечные системы автоматизации, не отменяющие ручного труда сотрудников. При этом, существует большая проблема быстрой и точной обработки полученных данных.

В сфере нефтехимических исследований существует необходимость качественной и точной настройки сепараторов 1-й ступени для быстрого и качественного обезвоживания добываемой нефти из скважинной жидкости. Разумеется, необходимо рассматривать и определять физические параметры глобул нефти, образующие водонефтяную эмульсию, впоследствии подвергающаяся разрушению и разложению ее на составные фракции. В таком случае, необходимо понимать, какие у глобул размеры, форма, при этом размеры таких глобул не превышают 100 мкм.

Поэтому целью данной исследовательской работы является исследование и создание как математической, так и САД-модели создаваемого прототипа мехатронного автоматизированного предметного столика на базе серийного микроскопа с камерой и возможностью сегментации получаемых серийных микрофотографий исследуемых микрообъектов.

Конструкция прототипа мехатронного предметного столика

Для разработки модели мехатронного автоматизированного предметного столика на базе серийного микроскопа с камерой необходимо выполнить следующее:

1. Определить требования к столику и его функциональность. Например, какие размеры должен иметь столик, какую нагрузку он должен выдерживать, какую точность и скорость движения должен обеспечивать, какие задачи он должен выполнять и т.д.
2. Изучить характеристики серийного микроскопа и камеры, которые будут использоваться в качестве основы для разработки столика. Необходимо узнать, какие типы монтажа подходят для микроскопа и камеры, каковы их габариты, разрешающая способность, чувствительность и т.д.
3. Разработать концептуальный дизайн столика, опираясь на требования к его функциональности и особенности монтажа микроскопа и камеры.
4. Создать эскизы и чертежи столика в 3D-формате, используя специализированное программное обеспечение, такое как Autodesk Inventor и AutoCAD.
5. Подобрать необходимые элементы мехатронной системы (шаговые двигатели, шестерни, редукторы, драйверы для двигателей, отладочную плату на базе промышленного микроконтроллера), которые обеспечат требуемую точность и скорость перемещения препарата на столике.
6. Спроектировать управляющее ПО, контролирующее работу мехатронной системы в целом, работу исполнительных устройств для движения препаратоводителя и верхней части столика.

Прототип автоматизированного столика является узлом модернизации для серийных тринокулярных микроскопов с механическими предметными столиками и препаратоводителями, изображенными на рисунке 1, не является обособленным устройством и устанавливается взамен механического

столика, поставляемого вместе с микроскопом. В результате выполнения вышеописанных мероприятий будет создана в конечном итоге модель мехатронного автоматизированного предметного столика, который сможет эффективно выполнять задачи, требующие высокой точности и скорости движения объектов при работе с серийным микроскопом.

В частности, при дальнейшей сборке предполагается подключение шаговых двигателей, реечных передач и углового редуктора в соответствующие места крепления, спроектированные в САД-модели. САД-модель готового прототипа мехатронного автоматизированного предметного столика с препаратом и системой моторизации показана на рисунке 2.



Рис. 1. Механический предметный столик серийного тринокулярного микроскопа (выделен)

Конструируемый прототип предназначен для точного получения размеров и наблюдения за поведением микрообъектов, расположенных на предметном столике микроскопа. Физические параметры, такие как диаметр и площадь проекции различных органелл, капель нефти и пр., необходимы для более качественного изучения патогенных процессов или разложения водонефтяной эмульсии на фракции (воду, нефть и сложно разделяемые вещества).

Предполагается работа прототипа в двух режимах. Первый режим – ручной, при котором работа с объектом исследования, закрепленном в препаратодателе предметного столика, ничем не отличается от работы с обычным механическим столиком без моторизации. Перемещение объекта в плоскости осей перемещения OX и OY осуществляется путем вращения вынесенных вниз от столика ручек. Второй режим – автоматический. Здесь перемещение препарата по тем же осям осуществляется путем работы электромеханических узлов проектируемой системы, а именно валов шаговых двигателей, скорость вращения и угол поворота которых регулируется при помощи подачи сигналов от отладочной платы и драйверов шаговых двигателей, установленных в корпусе нижней части микроскопа.

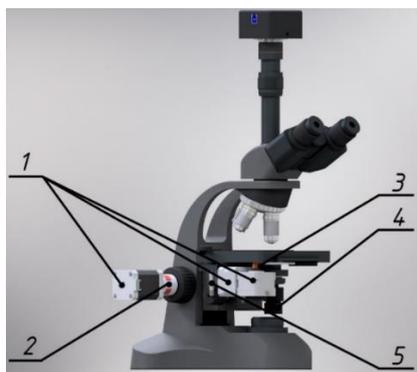


Рис. 2. САД-модель мехатронного автоматизированного предметного столика, установленного на тринокулярный серийный микроскоп с камерой:

1 – шаговые двигатели осей OZ , OX и OY , 2 – муфта соединительная, 3 – косозубая реечная передача оси OY , 4 – ручки ручного управления, 5 – редуктор угловой с косозубой реечной передачей оси OX

На рисунке 3 представлена также принципиальная кинематическая схема моторизированного предметного столика микроскопа, включающая основание столика (12), которое крепится к микроскопу и обеспечивает его жесткое закрепление, механизм движения столика, который состоит из нескольких элементов, включая шаговые двигатели (3) и (5), косозубые шестерни (7) и (13), редуктор угловой (1) с шестернями (6) и (9), косозубые рейки (8) и (11), а также соединительные муфты (4) и радиальные подшипники, закрепленные на валах двигателей и шестерней (2).

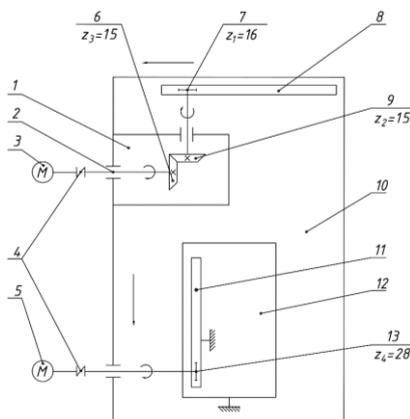


Рис. 3. Принципиальная кинематическая схема мехатронного автоматизированного предметного столика для серийного тринокулярного микроскопа с камерой

Этот механизм позволяет двигать верхнюю часть столика (12) и препаратодователь, в котором устанавливается объект для исследований, закрепленный на одной из реек (8) в плоскости осей OX и OY (вид сверху) с высокой точностью и скоростью.

Заключение

Полученная модель мехатронного предметного столика на базе серийного микроскопа с камерой позволяет осуществить прототипирование системы и интегрировать ее в микроскопы взамен традиционных механических столиков для повышения эффективности проведения гистологических и патоморфологических исследований, снизить временные затраты персонала частных и государственных лабораторий. Все это возможно благодаря точному и плавному перемещению препаратодателя, на котором закрепляется объект для исследований и функционалу создаваемого ПО, используемого для контроля и управления системой.

В перспективе ожидаются работы по сборке системы, установке на микроскоп и проведении серийных тестовых испытаний для оценки качества проведенных проектных работ. От их проведения, в частности, зависит ввод в эксплуатацию проектируемой мехатронной системы.

Список использованных источников

1. Филипас, А. А. Прототипирование автоматизированного устройства оптической диагностики дисперсного состава скважинной жидкости / А. А. Филипас, А. В. Цавнин, О. Ю. Гейс // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2021. — С. 447-448.
2. Гейс О. Ю. Разработка системы автоматизированной оптической диагностики скважинной жидкости: бакалаврская работа / О. Ю. Гейс; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР), Отделение автоматизации и робототехники (ОАР); науч. рук. А. А. Филипас. — Томск, 2022.
3. Гейс, О. Ю. Автоматизированная информационно-измерительная система цифровой оптической оценки состава нефтяной эмульсии / О. Ю. Гейс, А. В. Мигель // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 21-25 марта 2022 г., г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2022. — С. 296-298.
4. Kaewkamnerd, S., Uthaipibull, C., Intarapanich, A. et al. An automatic device for detection and classification of malaria parasite species in thick blood film // BMC Bioinformatics. — 2012. — 13 (Suppl 17), 18 p.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МИКРОФОТОГРАФИЙ ВОДОМАСЛЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА

Филипас А.А.¹, Кучман А.В.², Чжан И.³

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: filipas82@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, ассистент, e-mail: avt82@tpu.ru*

³*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 158Т92, e-mail: ci01@tpu.ru*

Введение

Анализ дисперсного состава – это процесс получения статистических данных о размерах капель эмульсии. Применение разработанной информационно-измерительной системы для определения дисперсного состава позволит подобрать наиболее рациональные способы её разрушения и параметры этих способов, а также контролировать условия синтеза, с целью получения эмульсии с заданным распределением глобул. На сегодняшний день наиболее распространен ультразвуковой метод получения статистических данных о дисперсном составе эмульсий, который, однако, не несет информации о форме и положении глобул. Классическим методом определения дисперсного состава эмульсий является оптическая микроскопия. Этот метод имеет простейшую реализацию и обеспечивает распределение размеров капель эмульсии непосредственно по результатам измерений отдельных капель, без математической обработки полученных данных. Эти характеристики делают оптическую стандартной методикой анализа дисперсного состава, и результаты, полученные другими методами, обычно подтверждаются этим методом [7]. Однако данные, полученные с помощью этого метода, требуют дальнейшей обработки, что представляет из себя достаточно трудоемкий и длительный процесс, с учетом использования ручного труда. Таким образом целью работы является разработка алгоритма распознавания глобул эмульсии на микрофотографиях.

Основная часть

Основным конструктивным элементом программно-аппаратного комплекса является микроскоп с смонтированной в него камерой. Камера делает снимки с определенной периодичностью, они обрабатываются программно и в зависимости от величины поступающих на предметный столик капель дисперсной фазы эмульсии происходит регулирование фокусного расстояния и положения столика по осям X и Y с помощью приводов M1, M2 и M3 соответственно [2]. Собранная система представлена на рисунке 1.

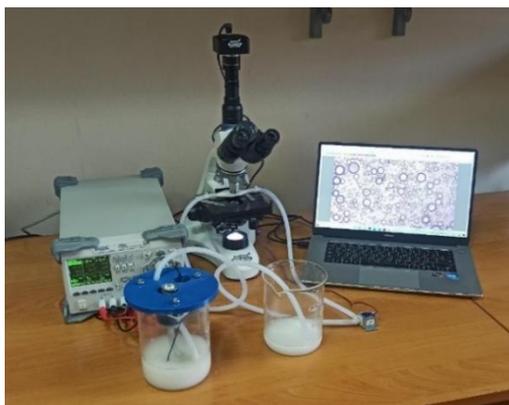


Рис. 1. Программно-аппаратный комплекс для определения дисперсного состава водомасляных эмульсий

В статическом режиме на ячейку подается порция эмульсии, затем происходит процесс создания и анализа микрофотографий. Анализ микрофотографии представляет из себя распознавание и сегментирование глобул эмульсии. Было выявлено, что наиболее подходящим для этого алгоритмом является

преобразование Хафа – вычислительный алгоритм, применяемый для параметрической идентификации геометрических элементов растрового изображения [3].

Данный алгоритм был реализован программно на языке Python. Результат анализа микрофотографии эмульсии с помощью выбранного алгоритма в статическом режиме представлен на рисунке 2.

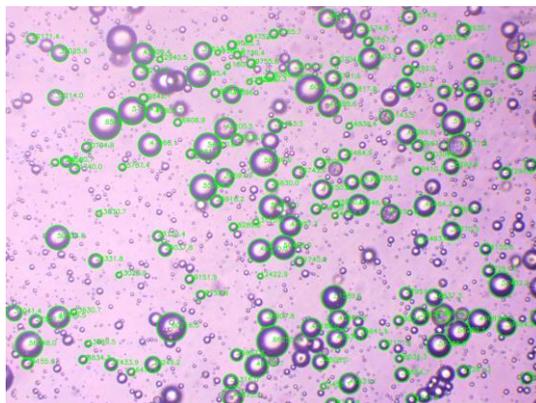


Рис. 2. Сегментирование глобул эмульсии в статическом режиме

Для этого эксперимента было сделано в общей сложности 288 фотографий, и было получено много информации для обработки. Было выявлено, что микрофотографии высококонцентрированных эмульсий хуже всего поддаются обработке из-за очень маленьких расстояний между глобулами. Оптимальным является содержание дисперсной фазы в эмульсии не более 10 %. На рисунке 3 представлены результаты компьютерной обработки всех образцов.

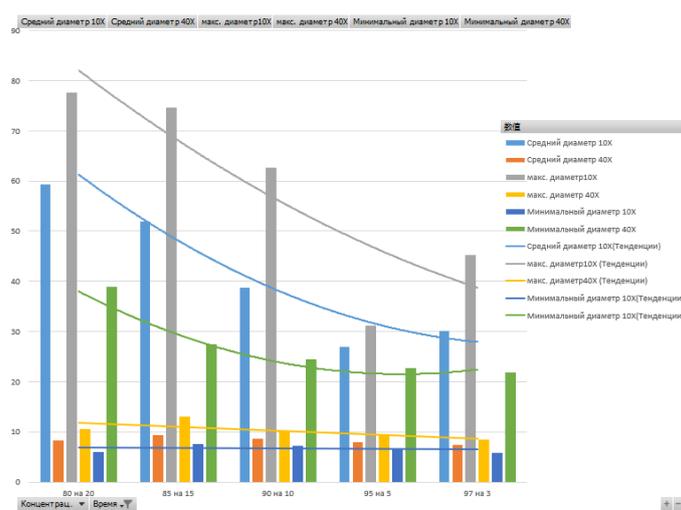


Рис. 3. Общий анализ общего диаметра пузырьков для всех экспериментов

Заключение

Разработанный алгоритм имеет ряд недостатков. Самые весомые из них – распознавание капель только с четкими контурами, а также необходимость подстройки параметров в зависимости от среднего размера капель. Решение выявленных проблем является целью дальнейшей работы.

Список использованных источников

1. P. Fernandez, V. Andre, J. Rieger, A. Kuhnle. Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2004. – P. 53-58.
2. Мигель А.В., Филипас А.А., Исаев Ю.Н., Семенов Н.М. Разработка автоматизированной системы для проведения анализа дисперсного состава скважинной жидкости // Сборник избранных статей научной сессии ТУ-СУР. Часть 2 – 2021. – С. 169-171.
3. Hough Transform [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hough.htm> – свободный (дата обращения 24.05.2022).

ИМИТАЦИОННАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ (ПАЦИЕНТА) ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Павловский А.¹, Филипас А.А.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ12, e-mail: avp135@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: filipas@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день большинство заболеваний у человека поражают дыхательную систему начиная от обычной простуды заканчивая тяжелыми заболеваниями (ХОБЛ, астма, туберкулез и COVID-19). К примеру, за 2021 год в мире: 204 млн. человек заболело COVID 19 [1]; 550 млн. человек – легочными заболеваниями (ХОБЛ, астма, туберкулез и т. п) [2]. В связи с большим количеством заболевших и тяжестью разработки новых методик лечения есть потребность в автоматизации данного процесса. В ходе предыдущих научных исследований была разработана концепция «Программно-аппаратного комплекса для автоматизации научных исследований в области терапии легочных заболеваний» [3].

Имитационная структурная модель

В концепции комплекса заложено использование многокомпонентной газовой смеси. И необходим расчет объемов баллонов (от 2 до 4 штук). Так как терапия может продолжаться от 5 до 20 минут, следовательно, расход газов может варьироваться тоже. Исходя из этого было принято решение о создании имитационной структурной модели потребителя (пациента) [4, 5], в которой можно задавать объемы и давление четырех баллонов, процентное соотношение подаваемых газов, объем и давление потребителя (легких пациента). Следует отметить, что предусмотрен случай, когда давление в баллонах приближается к заданному минимуму, для сигнализации о необходимости замены баллона(-ов). На рисунке 1 представлена данная модель.

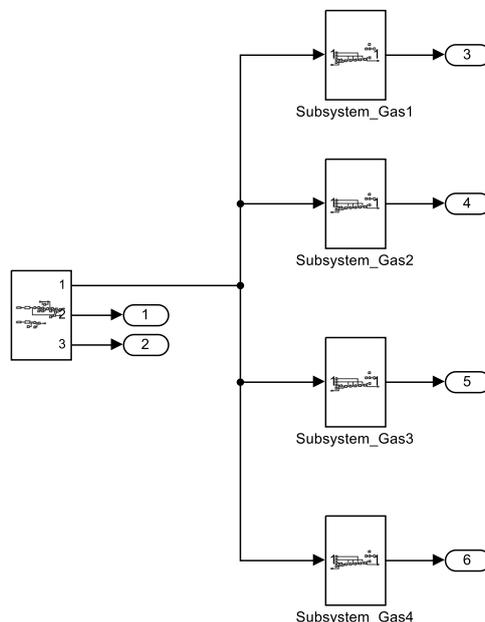


Рис. 1. Имитационная структурная модель

Как видим из рисунка 1 данная модель состоит из: 1) блока входных данных от пациента; 2) в оставшихся четырех блоках имитируется расход газов в 4 баллонах. Для большего понимания рассмотрим один из блоков имитации расхода газов. На рисунке 2 представлена модель расхода газа в первом баллоне.

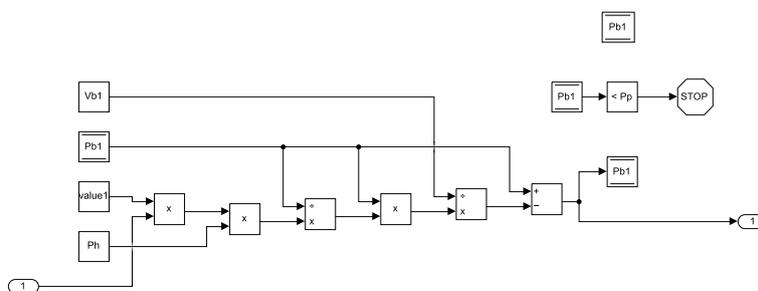


Рис. 2. Модель расхода газа в первом баллоне

Как видим из рисунка 2 в данной модели используются следующие параметры: $Vb1$ – объем газа в первом баллоне, $Pb1$ – давление газа в первом баллоне, $value1$ – процент подаваемого газа из первого баллона и Ph – давление приемлемое для пациента.

В качестве проверки на работоспособность модели были взяты следующие значения: $Vb1 = 10$ л; $Vb2 = 10$ л; $Vb3 = 10$ л; $Vb4 = 10$ л; $Pb1 = 19,6$ МПа; $Pb2 = 19,6$ МПа; $Pb3 = 19,6$ МПа; $Pb4 = 19,6$ МПа; $value1 = 0,3$; $value2 = 0,4$; $value3 = 0,2$; $value4 = 0,1$; $Vh = 4$ л; $Ph = 10$ кПа; $Pp = 50$ кПа. Показатели объема и потока вдоха были взяты из отечественного источника [6]. Время моделирования составляет: 100 с. Подставим значения в нашу модель и промоделируем ее (рисунок 3).

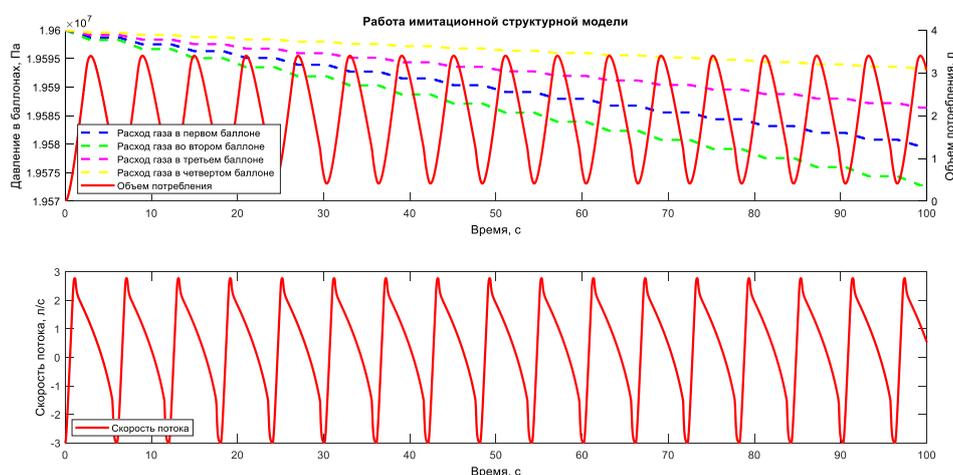


Рис. 3. Работа имитационной структурной модели

Выводы

Разработана имитационная структурная модель, которая позволяет выбирать объемы баллонов с инертными газами в зависимости от длительности проведения легочных терапий. Данная модель будет применяться для прогнозной оценки подсистем программно-аппаратного комплекса. А также она сможет прогнозировать, достаточно ли газов в баллонах для проведения терапии для следующего пациента. Следующим нашим шагом будет разработка динамической математической модели, в которой добавятся параметры состояния потребителя (пациента).

Список использованных источников

1. Статистика заболевших COVID-19, за 2021 – <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
2. Статистика заболевших легочными заболеваниями, за 2021 – https://www.firsnet.org/images/publications/FIRS_Master_09202021.pdf
3. Филипас А.А., Павловский А., «Программно-аппаратный комплекс для автоматизации научных исследований в области терапии легочных заболеваний на основе многокомпонентной газовой смеси» // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 21–25 марта 2022 г. - Томск: ТПУ, 2022 - 320-322 с.
4. Термодинамика: Учебник. 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010, – 384 с.
5. Дорф Р. Современные системы управления/ Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
6. Спирограмма легких человека – <http://www.tryphonov.ru/tryphonov2/terms2/sgfvp2.htm>.

АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТЕНДЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ

Марков Д.С.¹, Зарницын А.Ю.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ22, e-mail: dsm39@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, старший преподаватель, e-mail: ayz10@tpu.ru

Введение

По состоянию на сегодняшний день практически каждый шестой нормативный документ органов государственной власти Российской Федерации содержит упоминание таких терминов, как «безопасность», «опасность» и «риск». В природоохранных министерствах и ведомствах, в Госгортехнадзоре (Федеральный горный и промышленный надзор России), МВД (Министерство внутренних дел Российской Федерации), ФЭК (Федеральная энергетическая комиссия), МЧС (Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий) и Минобороны (Министерство обороны) России существует обширная ведомственная база, насчитывающая порядка ста документов. Это подтверждает актуальность проблемы аварийной защиты. Всё большее внимание уделяется оценке риска возникновения отказов и аварий, ведущих к убыткам и потерям, вызванных простоем и износом оборудования, а также ситуаций, угрожающих жизни людей или окружающей среде со стороны заказчиков и потребителей сложных современных изделий, оборудования, систем. В соответствии с ГОСТ Р 50.1.035-2001 «Рекомендации по стандартизации. Порядок применения международных и региональных стандартов в Российской Федерации» на территории РФ в качестве национальных стандартов применяются международные стандарты и региональные стандарты других стран. Самым распространённым способом подтверждения надёжности продукции производителем сегодня является проведение сертификации продукта, системы на соответствие одному из так называемых Уровней полноты безопасности (Safety Integrity Level, SIL) и последующее предоставление соответствующего сертификата SIL конечному потребителю.

В данной работе на примере учебного стенда, предназначенного для отработки и исследования алгоритмом теории автоматического управления в технологических процессах хранения, транспортировки и дозирования жидкости, проводится отработка алгоритмов промышленной безопасности, в частности алгоритмы горячего резервирования оборудования.

Решение

Лабораторный стенд должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- регулирование основных параметров в соответствии задачам;
- отображать информацию о протекании технологического процесса;
- управление технологическим процессом с помощью панели оператора и персонального компьютера;
- обрабатывать мероприятия по противоаварийной защите.

Стенд (рисунок 1) состоит из двух последовательно соединённых резервуаров Р-1 и Р-2, одного общего резервуара Р-3, датчика давления Р11, датчика давления Р12, датчика расхода Р14, датчика уровня Р13, трех сигнальных датчиков уровня Р17...Р19, двух регулируемых клапанов К-1 и К-2, двух магнитных клапанов К-3 и К-4, насоса М1, а также соединительных труб и переходников. На данном стенде предусмотрено выполнение лабораторных работ по снятию статических характеристик датчиков уровня, по основам программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК), синтезу систем регулирования с помощью пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулирования, исследования систем автоматического регулирования уровня, а также построение систем диспетчерское управление и сбор данных (SCADA).

Известны следующие аналоги рассматриваемого стенда для исследования гидродинамических систем: стенды «Гидравлический объект», «Система автоматического регулирования уровня» и «Контроль и измерение уровня жидкости». В работе проводится сравнение стендов между собой, описывается состав применяемого оборудования.

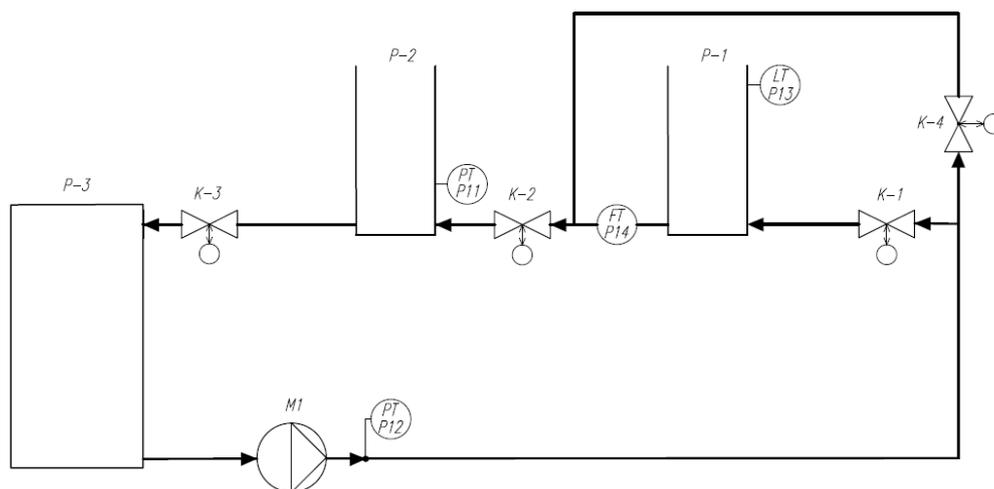


Рис. 1. Схема стенда

Предъявляются требования к выбору аппаратной части, датчиков и исполнительных механизмов, в частности насоса, датчиков давления, уровня, расхода, регулируемого клапана, электромагнитного клапана и средств управления, программируемого контроллера, частотного преобразователя и панели оператора, а также различных электрических аппаратов.

Для окончательной оценки безопасности канала стандартом 61508 введено понятие уровня полноты безопасности (safety integrity level или SIL). SIL принимает одно из четырех значений в зависимости от вероятности отказа функции.

–4 самый высокий уровень безопасности, предусматривающий защиту от серьезной аварии при отказе;

–3 уровень, обеспечивающий защиту персонала и населения в случае отказа. Именно этот уровень является рекомендованным для опасных производственных объектов;

–2 уровень, позволяющий не допустить травматизм, порчу оборудования и продукции;

–1 самый низкий уровень безопасности, в случае отказа обеспечивается защита только оборудования и продукции.

Риски развития аварийных событий оборудования, контролируемого автоматизированной системой диспетчерского управления (АСДУ), снижаются путем выбора надежных компонентов системы противоаварийной защиты (СПАЗ), их резервированием, применением дополнительных слоев защиты. Резервированная система существенно более надежна по сравнению с нерезервированной при условии, что её каналы отказывают независимо друг от друга. СПАЗ должна функционировать независимо от системы управления технологическим процессом. Нарушение работы системы управления не должно влиять на работу СПАЗ. Необходим следующий способ повышения надежности СПАЗ: резервирование центральных контроллеров, модулей ввода/вывода, блоков питания, источников бесперебойного питания, информационных и управляющих сетей связи с обеспечением горячего и безударного переключения.

Рассматриваемый стенд управляется контроллером Regul R500, связанным посредством промышленного интерфейса Modbus TCP с контроллером Элсима М01-24Р, датчики и исполнительные механизмы подключены к ПЛК Элсима. К ПЛК Regul подключен полностью аналогичный ПЛК: он обеспечивает горячее резервирование в случае отказа основного контроллера (рис. 2).

Regul R500 поддерживает следующие три схемы резервирования: схему полного резервирования, частичного резервирования и комбинированную схему резервирования. В работе применяется схема полного резервирования, объединение контроллеров происходит посредством резервированной линии связи между модулями центрального процессора (ЦП), один из которых является ведущим, а другой – ведомым. Измерение во всех модулях ввода, обработка информации и исполнение алгоритмов происходит одновременно в обоих модулях ЦП. Однако лишь модули вывода, подключенные к ведущему модулю ЦП, производят выдачу управляющих команд.

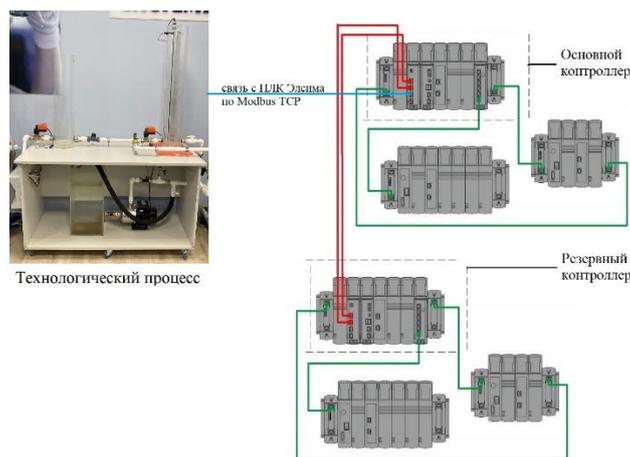


Рис. 2. Структурная схема системы управления стендом

Заключение

Таким образом, в соответствии с требованиями к промышленной безопасности разработаны алгоритмы поддержания работоспособности оборудования стенда физического подobia. Применение данных алгоритмов позволяет предотвратить и/или минимизировать последствия аварий на опасных производственных объектах.

Список использованных источников

1. Подковыров И. А. Разработка и реализация стенда физического подobia по изучению алгоритмов автоматического управления в гидродинамических системах: бакалаврская работа / И. А. Подковыров ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР), Отделение автоматизации и робототехники (ОАР) ; науч. рук. А. А. Филипас. — Томск, 2020.
2. Проектирование автоматических систем управления технологической безопасностью: учебное пособие / Е.И. Громаков, А.Г. Зебзеев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 173 с.
3. Yang, Y.-J., Huang, C., Zhong, Q.-Y., Chen, H.-J., Huang, H.-Z. A case study on safety integrity level analysis for shale gas station. // Journal of Mechanical Science and Technology. - 2021. - №35 (12). - С. 5445-5452.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ РЕАКТОРА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТНОЙ ПАРАДИГМЫ

Гительман В.С.¹, Головченко С.С.², Громаков Е.И.³

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники 8ТМ22, e-mail: vsg16@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники 8ТМ22, e-mail: ssg17@tpu.ru

³Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: gromakov@tpu.ru

Введение

На сегодняшний день в промышленности наряду с системами автоматического управления широко применяются системы аварийной сигнализации (САС), которые предназначены для передачи операторам, контролирующим производственный процесс, информации о некорректных условиях технологического процесса (ТП) или о неисправностях в работе оборудования для последующего реагирования на внештатные ситуации [1]. Возникновение аварийной сигнализации служит предупреждением оператору о необходимости реагирования на аварийную или предаварийную ситуацию. Останов процесса оператором может привести к потерям, простоям оборудования, сложностям повторного запуска системы. В ряде случаев для предотвращения аварии не требуется жесткий останов ТП. Для управления процессом нужно лишь привести систему к безопасным рабочим условиям или предотвратить выход системы за диапазон допустимых параметров технологического процесса (ПТП). Таким образом, актуальность проблемы реагирования системы противоаварийной защиты (СПАЗ) на выявленный САС опасный инцидент в ТП заключается в том, что жесткий останов системы со стороны СПАЗ может привести к потерям ресурсов предприятий. Для решения данной проблемы предлагается использовать рекомендации ГОСТ Р МЭК 62682-2019 [1] при разработке САС ТП с непрерывным автоматным контролем развития аварийной ситуации оператором, обеспечивающим возможность ее мягкого перевода в безопасное состояние ТП.

Решение

В соответствии с [1] за основу для разработки САС реактора полимеризации взята диаграмма в представлении конечного автомата (КА). КА имеет состояния и переходы между ними и отражает работу САС в общем виде (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма переходов между состояниями аварийной сигнализации

Автоматные модели, формируемые на основе автоматного программирования, позволяют упростить процесс разработки программного обеспечения (ПО) для программируемых логических контроллеров (ПЛК) на всех стадиях жизненного цикла разработки ПО: от разработки алгоритмов ТП в виде КА до генерации кода из КА специализированными программными средствами, поддержки и верификации ПО программистом [2]. В связи с этим для разработки ПО решено использовать среду проектирования автоматных моделей StateFlow.

На основе диаграммы автоматного описания работы САС спроектирован алгоритм взаимодействия оператора со СПАЗ в виде автоматной модели в ПО StateFlow для реактора полимеризации (рис. 2) с учетом предаварийного контроля опасных инцидентов в ТП и недопустимого снижения качества продукта на выходе реактора.

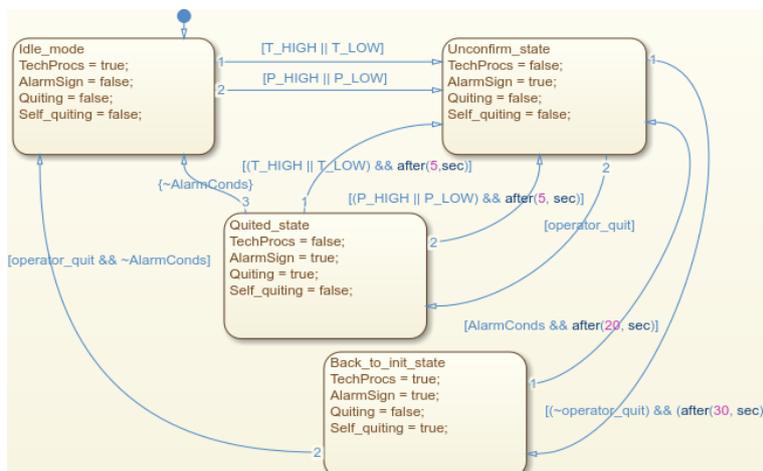


Рис. 2. Автоматная модель для САС реактора полимеризации

Для генерации кода на языке ST из StateFlow-диаграмм применен инструмент Simulink PLC Coder. Сгенерированный xml-файл с кодом на языке ST, импортирован в среду CODESYS 3.5. Импортированные переменные и функциональный блок использованы для разработки в CODESYS 3.5 ЧМИ и проверки работы системы в рабочем (ПТП в норме) и аварийном (давление и температура вне допустимых диапазонов, возможно образование «козла» – монолитной массы твердого полимера, нерастворимого в органических растворителях [3] – с последующим засорением реактора) режимах.

Согласно логике алгоритма САС, в случае возникновения предаварийной ситуации, связанной с образованием монолитной массы, оператор получает сообщение о необходимости добавления в систему растворителя для приведения ПТП к норме. Если оператор бездействует, система управления ТП автоматически добавляет необходимое количество растворителя в соответствии с разработанным автоматным алгоритмом.

Автоматная модель САС позволяет при разработке СПАЗ полимеризации правильно спроектировать зоны ответственности СПАЗ и оператора в предаварийном режиме работы ТП и определить необходимые действия оператора для мягкого перевода ТП в безопасное состояние.

В соответствии с автоматной моделью спроектирован ЧМИ реактора полимеризации (рис. 3).

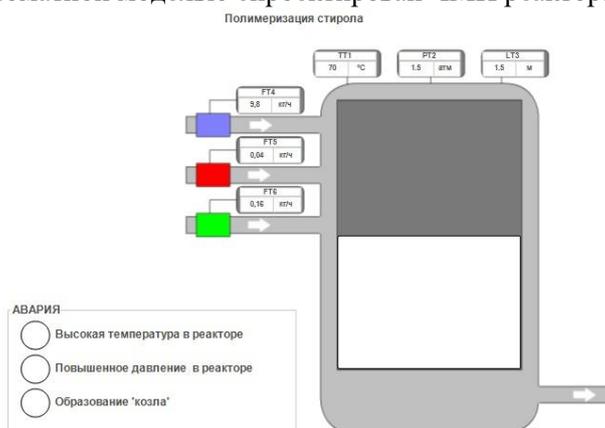


Рис. 3. ЧМИ в среде CODESYS 3.5

На вход реактора полимеризации подаются исходный продукт (стирол), катализатор (перекись бензоила) и растворитель (бензол). Таким образом, выбран распространенный в промышленности метод полимеризации – полимеризация в растворе. На схеме (рис. 3) приведены расход стирола 9,8 кг/ч,

расход бензола 0,04 кг/ч, расход перекиси бензоила 0,16 кг/ч. Исходя из выбранных метода полимеризации и компонентов необходимо в процессе полимеризации соблюдать соотношение между расходами исходных веществ: на 98 % мономера (стирола) необходимо 0,04 % бензола и 1,6 % перекиси бензоила. На выход реактора полимеризации поступает продукт – полистирол в растворе.

Исходя из выбранных исходных компонентов и метода полимеризации, температурный режим в реакторе полимеризации должен поддерживаться в диапазоне от 60 до 80 градусов Цельсия [4], давление в пределах от 1 до 2 атмосфер. Выход за диапазон по одному из параметров свидетельствует о наличии аварийной ситуации и возможном начале образования монолитной массы твердого полимера. При возникновении аварийной или предаварийной ситуации на экране оператора возникает модальное окно, система предлагает добавить определенное количество растворителя. В случае отсутствия реакции оператора на аварийную ситуацию в течение полуминуты, система в автоматическом режиме осуществляет подачу требуемого количества растворителя для приведения ТП в нормальное состояние.

Заключение

Таким образом, на основе нового стандарта по проектированию САС [1] и с применением программы для ПЛК в среде CODESYS 3.5 разработана САС для реактора полимеризации. Программа была сгенерирована из автоматной модели САС.

Показаны возможности по решению проблемы жестких остановов ТП путем мягкого перевода процесса в безопасное состояние в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р МЭК 62682-2019. Разработанная автоматная модель САС положена в основу ЧМИ оператора, обеспечивающего поддержку правильности его действий при возникновении опасных инцидентов. При модельных испытаниях алгоритма разработанная модель наглядно показала корректность взаимодействия оператора и СПАЗ.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р МЭК 62682-2019 Системы аварийной сигнализации для обрабатывающей промышленности – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200166931> – Режим доступа: открытый. Дата обращения: 26.02.2023.
2. Тутов, И. А. Кодогенератор графического представления детерминированного конечного автомата для систем автоматики / И. А. Тутов, В. С. Гительман, О. Б. Воскобойникова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 12. – С. 474-480. – EDN ESXDMR.
3. Патент № 2713828 С1 Российская Федерация, МПК В01J 20/30, В01J 20/26. Способ получения осветляющего ионообменного сорбента: № 2018133625: заявл. 24.09.2018: опубл. 07.02.2020 / Э. М. Тер-Саркисян. – EDN PQLYMA.
4. Получение стирола // Студопедия – URL: <https://studopedia.org/14-93019.html> – Режим доступа: открытый. Дата обращения: 07.03.2023.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УТЕЧКИ В ВОДОПРОВОДЕ

Жуань С.¹, Мамонова Т.Е.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, А2-36, e-mail: syren@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: stepte@tpu.ru

Введение

В настоящее время проблема определения утечки в городском водоснабжении является достаточно актуальной. По имеющимся данным, в Жилищном фонде величина потерь воды составляет в среднем по России 18–27 % общего водопотребления, а в отдельных городах достигает 40 %. Утечка является одним из главных факторов, определяющих высокий уровень потерь воды в коммунальных системах водоснабжения большинства российских городов [1].

Целью данной работы является анализ влияния диаметра и расположения утечки на изменение скорости движения и давления жидкости в прямолинейном водопроводе при разных диаметрах и расположениях утечки. Приведены результаты модельных экспериментов, проведенных в интегрированной среде численного моделирования COMSOL Multiphysics.

Основная часть

В данной работе представлена модель прямолинейного водопровода с разными местоположением и размерами утечек при турбулентном режиме течения жидкости.

Характеризующая величина – число Рейнольдса – представляет собой безразмерную величину, равную отношению инерционных сил к силам вязкого трения в вязких жидкостях [2].

Число Рейнольдса также является критерием подобия течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса определяется следующим соотношением:

$$Re = \frac{\rho U_0 D}{\mu}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$; U_0 – скорость потока жидкости, $\text{м}/\text{с}$; D – диаметр цилиндра, м ; μ – динамический вязкость, $\text{Па} \cdot \text{с}$.

С учетом формулы, указанной выше, в среде COMSOL Multiphysics были проведены модельные эксперименты.

При проведении таких экспериментов в первую очередь необходимо создать модель для потока жидкости и обтекания цилиндра. В таблице 1 представлены параметры модели для данного исследования. Модель участка трубопровода в среде COMSOL Multiphysics представлена на рисунке 1.

Таблица 1

Параметры трубопровода и перекачиваемой жидкости

Параметры	Значение
Средняя входная скорость жидкости, U_0 , м/с	1
Диаметр трубы, H , м	0,4
Длина трубы, W , м	2,2
Радиус цилиндра, R , м	0,025; 0,05; 0,1
Плотность жидкости, ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	1000
Динамическая вязкость, μ , $\text{Па} \cdot \text{с}$	0,00089
Число Рейнольдса, Re	4,49E+05
Расположение утечки, M	0,2; 1; 2;

На рисунке 1 видно, что утечка располагается в середине трубопровода с размером $R = 0,025$ м, длина прямолинейного водопровода равняется 2,2 м, его диаметр составляет 0,4 м. В таблице 1 представлены разные значения параметров утечки. Суть данного исследования заключается в том, что увеличение утечки влияет на скорость и давление водопровода.

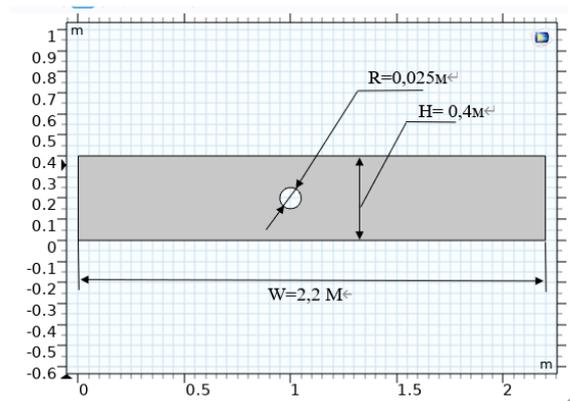


Рис. 1. Модель участка трубопровода в среде COMSOL Multiphysics

Следует отметить, что число Рейнольдса, вычисляемое по формуле (1), зависит от диаметра трубы, плотности и скорости жидкости, динамической вязкости. Соответственно, режим течения жидкости определяется по числу Рейнольдса. На рисунке 2 указано изменение скорости движения жидкости в трубопроводе при различных значениях диаметра утечки.

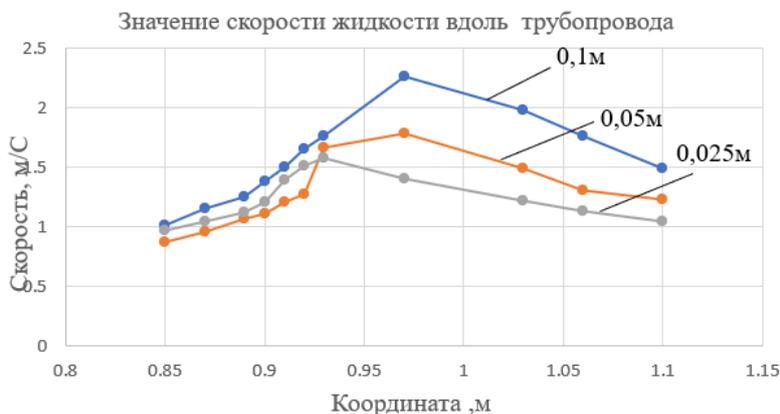


Рис. 2. Значение скорости жидкости вдоль трубопровода

Как видно из рисунка 2, скорость течения после утечки уменьшается, а перед утечкой увеличивается. Аналогично, с увеличением размера утечки максимальная скорость на прямолинейном трубопроводе увеличивается, однако направление изменения скорости такое же, как изменение минимального размера.

На рисунке 3 показаны графики изменения давления в трубопроводе при различных значениях диаметра утечки.

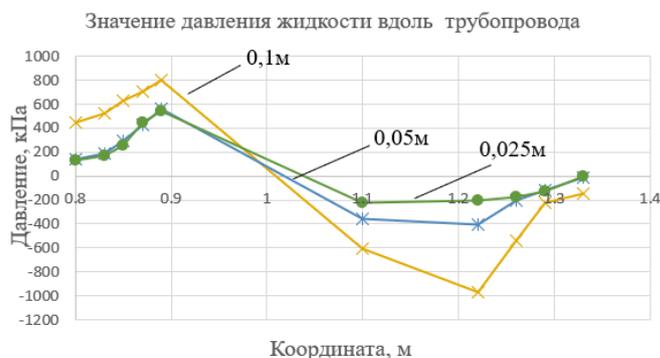


Рис. 3. Значение давления жидкости вдоль трубопровода

По данным, полученным в ходе экспериментов и указанным на рисунке 2 и рисунке 3, можно сделать вывод о том, что давление и скорость движения жидкости в трубопроводе при наличии утечки на точке утечки достигают максимальной величины, это позволяет обнаружить место утечки в системе водоснабжения.

Также был выполнен ряд экспериментов при различных расположениях утечки и различных её диаметрах. Тенденция, показанная выше, не поменялась, изменялись абсолютные значения скорости и давления вдоль трубопровода. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты экспериментов

№ п.п.	Координата утечки, м	Диаметр утечки, мм	Скорость, м/с		Давление, кПа	
			до утечки	после утечки	до утечки	после утечки
1.	0,2	0,025	0,89	0,37	578	1,85
2.		0,05	0,61	0,29	670	4,78
3.		0,1	0,86	0,19	1177	-237
Точки до утечки и после			$x_1 = 0,15$ м	$x_2 = 0,35$ м	$x_1 = 0,15$ м	$x_2 = 0,35$ м
4.	1,0	0,025	1,0	0,72	58	-2,2
5.		0,05	0,98	0,47	118	-31
6.		0,1	0,9	0,26	408	-788
Точки до утечки и после			$x_1 = 0,9$ м	$x_2 = 1,2$ м	$x_1 = 0,9$ м	$x_2 = 1,2$ м
7.	2,0	0,025	0,99	0,82	892	-157
8.		0,05	0,97	0,67	846	-186
9.		0,1	0,89	0,18	869	-211
Точки до утечки и после			$x_1 = 1,9$ м	$x_2 = 2,2$ м	$x_1 = 1,9$ м	$x_2 = 2,2$ м

Заключение

Таким образом, в данном исследовании в результате модельных экспериментов, выполненных в интегрированной среде численного моделирования COMSOL Multiphysics, показано, что при наличии утечки на точке утечки возникает скачок скорости и давления движения жидкости в трубопроводе, что позволяет выявить место утечки в водоснабжении.

Список использованных источников

1. Примин, О. Пути снижения потерь воды / О. Примин // Коммунальный комплекс России: ежемесячный деловой журнал [Электронный ресурс]. – URL: <http://gkhprofi.ru/o-primin-br-puti-snizheniya-poter-vody/> (дата обращения: 20.02.2023).
2. Число Рейнолдса // Элементы большой науки. Фонд развития теоретической физики и математики [Электронный ресурс]. – URL: https://elementy.ru/trefil/21200/Chislo_Reynoldsa (дата обращения: 20.01.2022).

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДАВЛЕНИЯ

Спиридонова А.С.¹, Щербашин Н.Г.²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: spiridonova@tpu.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Т92, e-mail: ngs7@tpu.ru

Введение

В современных университетах есть необходимость в создании специализированных систем обучения, таких как разнообразные стенды, симуляторы, системы физического подобия для моделирования сложных физических процессов, для упрощения выполнения лабораторных работ. Ранее для удовлетворения этой потребности использовались в значительной степени лабораторные установки, но с развитием технологий их актуальность угасает и на смену приходят компьютерные модели.

Целью данного проекта является разработка и создание виртуального тренажера, содержащего лабораторный стенд, управляемый с помощью кнопок мыши и кнопок клавиатуры. Разработанный симулятор может применяться в процессе обучения в вузах, в лабораториях, а также на различных промышленных предприятиях. Данная разработка позволит научиться пользоваться оборудованием, позволит проводить работу удаленно, с собственного персонального компьютера.

Моделирование

С помощью разрабатываемого 3D-тренажера студенты смогут обучаться первичным навыкам работы со средствами измерения давления, изучить методы и средства поверки/калибровки, изучить устройство, принципы работы датчиков давления и технических манометров в диапазоне от минус 0,1 до 6 МПа.

Для создания 3D-модели разрабатываемого тренажера использовали приложение «Blender».

Стенд состоит из набора разных физических объектов. Опираясь на их внешний вид и размеры были разработаны 3D-модели всех объектов и размещены на сцене Blender, которая показана на рисунке 1.

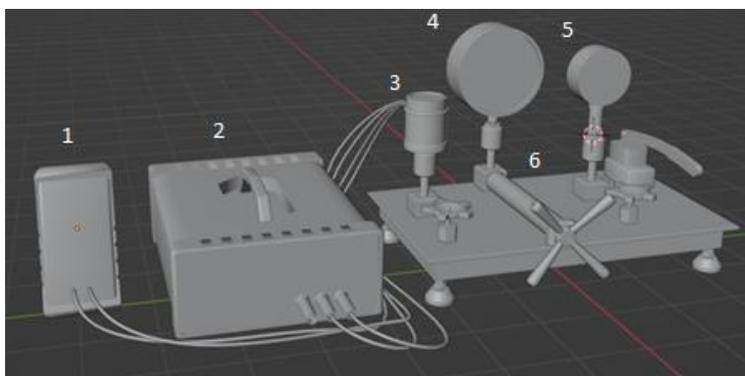


Рис. 1. 3D модель тренажера

1 – мультиметр; 2 - программируемый источник питания; 3 – датчик давления;
4 - цифровой манометр; 5 – технический манометр; 6 - помпа

Для того, чтобы перейти к созданию виртуального тренажера нужно экспортировать файлы blender в нужном формате и перейти в среду разработки игровых движков Unity.

Разработка виртуального тренажера в Unity

Среди известных (открытых) в настоящее время пакетов и различных технологий, которые ориентированы на создание 3D-приложений (Unity 3D, Godot Engine, Unreal Engine 4) по ряду критериев было выбрано программное обеспечение Unity 3D.

Unity 3D – игровой движок, наиболее популярный среди инди-разработчиков. Его достаточно сложно освоить, но в этом помогают большое количество документации и видеоуроков. Основным языком программирования — C#, но имеющийся функционал позволяет создавать прототипы. Встроенный

магазин ассетов содержит десятки тысяч платных и бесплатных моделей, шейдеров и прочих готовых ресурсов, что экономит время [1].

Разработка проводилась на языке программирования C# в среде разработки Visual Studio 2022.

На данный момент игра находится на стадии прототипа. В игре присутствует только одна сцена, на которой и происходит весь игровой процесс.

Иерархия объектов на сцене и внешний вид уже созданного прототипа представлены на рисунке 2.

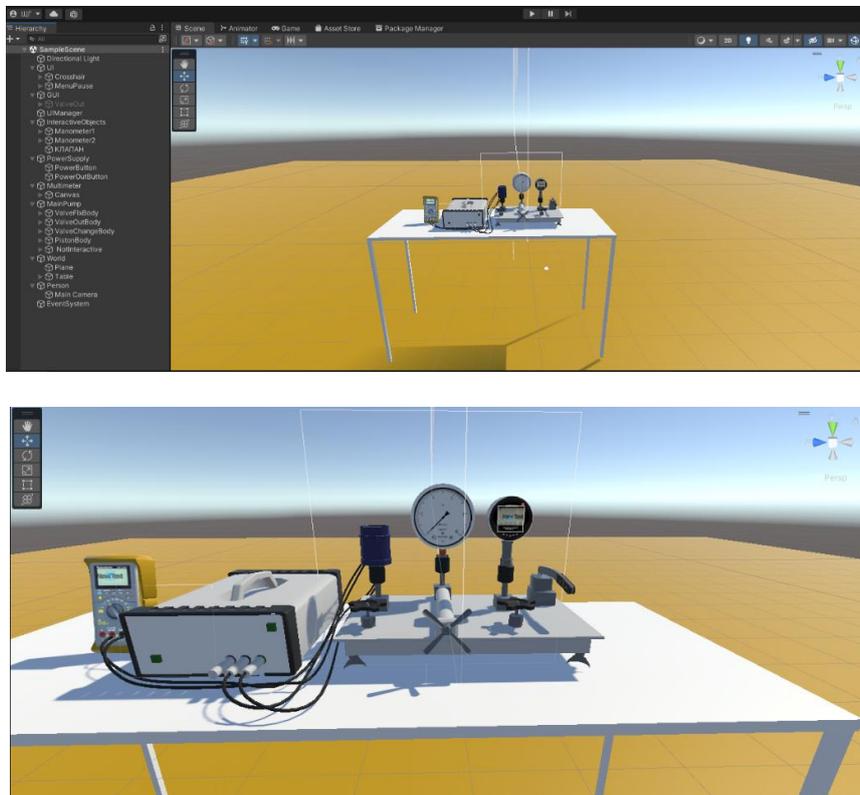


Рис. 2. Внешний вид стенда на сцене Unity

Взаимодействие

Каждый студент сможет воспользоваться виртуальным тренажером. Управление осуществляется с помощью клавиатуры и компьютерной мыши. Клавиша «W» - движение виртуального лаборанта вперед, клавиша «S» - назад, клавиша «A» - влево, клавиша «D» - вправо. С помощью мышки происходит обзор по сторонам и вокруг своей оси.

Виртуальный тренажер может работать на любом устройстве будь то ноутбук или персональный компьютер.

Для быстрого ознакомления с интерфейсом, для каждого пользователя разработана инструкция.

Заключение

В ходе выполнения работы были рассмотрены программные обеспечения для создания симулятора игр. Выбрана среда разработки, изучен ее интерфейс, а также ключевые аспекты движка Unity. Также был разработан виртуальный тренажер, содержащий лабораторный стенд, управляемый при помощи скриптов, в которых за основу управления прописаны клавиатура и мышь.

Список использованных источников

1. Анализ популярных движков. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gamedatacrunch.com> (дата обращения 15.11.2022).
2. Документация Unity // Docs Unity. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/> (дата обращения 15.11.2022).

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЭНЕРГЕТИКЕ

Ясунов В.В.¹

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, гр. 5А21,
e-mail: yasunovv@ya.ru

Введение

Человечество всегда стремилось работать эффективно. Это доказывается политическими и социальными структурами общества на протяжении тысячелетий. Например, на протяжении долгого времени использовался рабский труд. На сегодняшний день общество отказалось от этого и перешло к наёмному труду. Однако актуальность в потребности автоматизировать труд всегда была.

Переход рабочих процессов из бумажного вида в цифровой вид помог ускорить такие отрасли жизни, как промышленность и право, экономическая и информационная деятельность. Все они могут использоваться в новой технологии умных договоров, цель которых заключена в повышении эффективности труда человека. При нынешнем уровне развития эта технология активно использует технологии распределенного реестра (блокчейн), специализированные языки программирования, а также распределенные сети. Поэтому смарт контракты выглядят актуальными на данный момент.

Данная работа представляет собой возможную цифровизацию электрического счетчика и возможные механизмы хранения данных с устройства в смарт контрактах.

В процессе работы был сделан контракт в тестовой сети Ethereum, на который отправлялись и сохранялись данные, а также написана программа на питоне, которая могла эти данные обрабатывать.

Основная часть

Российское законодательство позволяет проводить сделки в электронном автоматизированном виде. Правовед Василий Гавриленко прокомментировал [1] введение электронных сделок: «Закон № 34-ФЗ ввел в ст. 309 ГК РФ пункт, согласно которому при наступлении определенных обстоятельств сделка может быть исполнена без направленного на исполнение обязательства отдельно выраженного дополнительного волеизъявления его сторон путем применения информационных технологий, определенных условиями сделки. Тем самым данная норма вводит новый способ обеспечения исполнения обязательств – применение информационных технологий». То есть мы законно можем использовать смарт контракты.

Введем определение, смарт контракты (умные договоры) – это техническая реализация программы, которая можем заменить заключение сделок. Особенность технологии заключается в том, что данная программа можем исполнять операции с балансом, как со встроенной функцией, работать без перебоев за счет децентрализованной виртуальной машины.

В этом случае, умный контракт на блокчейне может использоваться для автоматического учета и расчета потребления энергии, а также для определения стоимости потребленной энергии на основе установленных тарифов. Контракт может автоматически создавать и отправлять счета на оплату, используя цифровые подписи и криптографию, чтобы обеспечить безопасность и надежность транзакций.

В рамках этого подхода, каждый раз, когда потребитель использует энергию, информация об этом заносится в блокчейн, где она может быть проверена и одобрена с помощью механизмов консенсуса [4], таких как Proof-of-Work или Proof-of-Stake. Это помогает предотвратить мошенничество и обеспечивает надежность в учете потребления энергии.

Такой подход может быть особенно полезен для децентрализованных сетей, где производители и потребители энергии обмениваются энергией напрямую без участия централизованной системы управления. Благодаря использованию блокчейна, учет потребления и оплата за потребленную энергию могут быть автоматизированы и безопасными, что улучшает эффективность и прозрачность в системе электроэнергетики.

Информация, которая будет заноситься в блокчейн для учета и расчета потребления энергии, может включать следующие данные:

- Идентификатор потребителя энергии;
- Данные о потреблении энергии, такие как объем, время и дата;
- Данные о транзакциях и оплате за потребленную энергию;
- Информация о статусе и подтверждении транзакций.

Заключение

В заключение можно сказать, что мы придумали концепцию умного счетчика и разработали инфраструктуру под него, с помощью которой можно удешевить стоимость обслуживания предприятий и физических лиц.

Также мы привели способы подсчета экономической выгоды инфраструктуры, что поможет в развитии проекта в дальнейшем.

Список использованных источников

1. Гавриленко В. Электронная форма сделок и "смарт-контракты: что это такое и как может повлиять на привычное правоприменение? [Электронный ресурс] Правовая система «Гарант» // Доступ из справочной-правовой системы «Гарант»: <https://www.garant.ru/ia/opinion/author/gavrilenko/1299018/> (дата обращения: 24.02.2023).
2. Документация языка программирования солидита (Solidity documentation) [Электронный ресурс]. // URL: <https://docs.soliditylang.org/en/latest/> (дата обращения: 24.02.2023).
3. Документация языка программирования питон (Python documentation) [Электронный ресурс]. // URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 24.02.2023).
4. Social Science Research Network (SSRN) (Исследовательский центр социальных наук). «Proof-of-Stake Algorithmic Methods: A Comparative Summary» (Варианты алгоритмов доказательства доли владения: обзор и сравнение) [Электронный ресурс] // Social Science Research Network (SSRN) [Сайт] // URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3131897 (Дата обращения: 24.02.2023).

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Марущак Н.В.¹, Галиев Т.Р.²

¹Братский государственный университет, Информатика и вычислительная техника, ММЧМа-20, e-mail: nikita.marushak@gmail.com

²Санкт-Петербургский горный университет, Энергетический факультет, ЭРС-19, e-mail: ex958163@gmail.com

Введение

Развитие техники, сложных технических объектов и систем требует создания соответствующих интерфейсов управления. Сегодня для управления процессами все чаще используются интеллектуальные технологии с мультимодальной системой управления. Одной из основных особенностей этого нового направления является процесс обучения. Мультимодальная система использует множество входящих параметров, а далее настраивается с помощью оптимизационных алгоритмов по заданным числовым критериям или на примерах, определяющих правильную форму управления. Характерным признаком такой системы является использование в ней искусственных нейронных сетей, нечетких множеств, генетического или других алгоритмов.

Особое внимание при изучении мультимодальных систем управления авторы научных статей уделяют управлению роботами [1]. По мнению авторов это позволяет операторам-людям управлять роботами интуитивно и естественно, используя голосовые и жестовые команды, тактильное взаимодействие и человеческие мысли в форме человеческих мозговых волн [2]. Из-за ограниченности дизайна интерфейса роботов комбинация этих мультимодальных команд управления, используемых для интуитивного управления роботом, оказалась узким местом, где типичная трудность заключается в интеграции этих разнообразных команд управления с адаптивными реакциями.

В зависимости от объема априорной информации можно выделить две группы методов, с помощью которых строятся алгоритмы адаптации. Первую группу составляют градиентные методы (нейронные сети), которые используются при неопределенных параметрах объекта и детерминированных внешних возмущениях. Вторую группу составляют методы нечеткой логики, основанные на статистической теории. При этом предполагаются известными законы распределения параметров объекта и возмущений [3].

Нечеткая логика

В основе технологий, использующих нечеткую логику, применяются предложения в форме правил для того, чтобы управлять тем или иным процессом. [4] Регулятор на основе нечеткой логики может иметь множество входных сигналов и строится на основе знаний «эксперта». В отличие от традиционных систем управления - ПИД регуляторов, регулятор на основе нечеткой логики может синтезироваться без использования специфических знаний об объекте управления. Данный тип регуляторов хорошо зарекомендовал себя в управлении сложными нелинейными системами, а также системами с нелинейными внешними возмущениями. Традиционная двоичная логика построена на решениях: «да» - «нет», «правда» - «ложь», в то время как нечеткая логика оперирует решениями, которые лежат между «правдой» и «ложью».

В работах М.А. Марценюк предложил использовать матричный аппарат для реализации логических операций над нечеткими множествами и показал, что алгоритм нечеткого вывода для высказываний может быть реализован как решение матричной системы линейных уравнений с известными условиями существования решения. В частности, появляется возможность напрямую использовать метод резолюций, оценивать качество получаемых результатов. Также достигается более точное соответствие результата знаниям экспертов. [5]

Предложенный М.А. Марценюком в работе матричный аппарат нечеткой логики [6] подразумевает использование матричных моделей логических операций, естественным образом обобщающих их «четкие» прототипы на область нечетких переменных. Это позволяет свести задачи нечеткого логического вывода по высказываниям к решению системы линейных алгебраических уравнений с известными условиями существования и единственности решений.

Интеллектуальные нейронные сети

Успех применения нейронных сетей для решения различных задач управления техническими объектами связан прежде всего с развитием алгоритмов обучения и применением для обучения мощных вычислительных средств. Процесс обучения делят на два класса: обучение с учителем и обучение без учителя. Обучение с учителем предполагает наличие обучающей выборки, т. е. множества известных значений выходных векторов, определенных по значениям входных векторов. Таким образом, при обучении с учителем имеется большое количество примеров, и нейронная сеть должна повторить значения этих примеров.

Сегодня существует несколько разновидностей нейронных сетей: перцептрон, сверточные или конволюционные.

Сверточные сети используются при входном векторе с большим количеством компонент, например при обработке изображений или распознавании голоса. В случае с обработкой изображений вектором входа является само изображение или вектор со значением компонент, равным значению пиксела изображения. Чтобы уменьшить количество обрабатываемых элементов и при этом не потерять существенную информацию, в некоторых слоях выполняются операции пуллинга и свертки.

Применение технологий и методов в мультимодальных системах

В мультимодальной системе для управления роботом и выполнения операций на сегодня доступны четыре способа связи: тактильное взаимодействие, команды движения тела, движения рук и голосовые инструкции.

Сверточная нейронная сеть (CNN) для распознавания голоса: CNN - популярная модель глубокого обучения, которая может быть использована для последовательных задач распознавания данных, таких как распознавание речевых команд. Перед использованием CNN для обработки голосовых команд набор данных голосовых команд преобразуется в двумерные спектрограммы с помощью быстрого преобразования Фурье [7]. В сформулированной функции свертки веса входной карты распределяются между каждым нейроном свертки, а максимальное объединение выводит максимальное значение каждого локального соседа. [8, 9].

Тактильное взаимодействие без датчиков: для управления взаимодействием человека и робота применяется стратегия тактильного управления без датчиков, которая включает в себя модули кинематики, динамики и модуль управления роботом. Тактильная команда без датчиков позволяет оператору-человеку управлять промышленным роботом вручную в динамичной и неструктурированной среде через человеко-машинный интерфейс. Затем используется модуль кинематики для передачи между положениями суставов в пространстве суставов и положениями конечного эффектора в декартовом пространстве, и создается модуль динамики для получения выходных данных управления. Внешняя сила/крутящий момент для роботизированной системы определяется как разница между выходной силой/крутящим моментом динамической модели робота и данными обратной связи о крутящем моменте в шарнире, полученными от контроллера робота.

Распознавание движений рук на основе Leap-Motion (LSTM): Leap Motion – устройство, которое можно подключить к мобильному устройству для захвата движения рук и вывода данных. Leap motion предлагает представление человеческих рук в реальном времени с серией временных меток, положений пальцев и положения руки. В основе распознавания движения рук лежит набор данных Leap motion, созданный на основе нескольких взмахов рук, и классифицированный по нескольким категориям. Набор данных о движении рук состоит из нескольких последовательностей движений рук с шестью различными категориальными метками. Контроллер Leap Motion Controller [10] фиксирует направление и ориентацию ключевых суставов и костей кисти с частотой 100 Гц. Модели скелета кисти могут быть созданы путем отслеживания и захвата костей и суставов кисти. В каждой временной метке движения руки фиксируется 64 признака движения руки, которые определяются параметрами из скелетов.

Распознавание положения человеческого тела: камера захватывает видео поток – целевой домен. Переход на видеоизображение открывает дополнительные возможности. [11] Движения тела в целевом домене определяется на основе исходного домена и исходной задачи с большим количеством помеченных изображений. Исходный домен находится в формате изображения, а целевой домен - в формате видео. Данные целевого домена извлекаются в виде последовательностей изображений, где предварительно обученная сеть выступает в качестве средства извлечения признаков. Чтобы облегчить обуче-

ние, собранные видеоклипы разделяются на последовательности изображений, где признаки извлекаются из последовательностей изображений с помощью предварительно обученной модели Inception-v3 [12]. Обработанные последовательности изображений сохраняются и подготавливаются в качестве входных данных для обучающей модели.

Заключение

В этой статье рассмотрены технологии и методы управления техническими объектами, в частности роботом с мультимодальным интерфейсом.

Управление роботом с помощью мультимодальной системы управления позволяет использовать естественные команды оператора в дополнение к четким программам. Взаимодействие оператора осуществляется с помощью голосовых и жестовых команд, тактильных взаимодействий и движением рук. Использование нечеткой логики и нейронных сетей позволяет мультимодальной системе управления интегрировать команды управления, поступающие от различных датчиков, с адаптивными реакциями.

Таким образом рассмотренные технологии и методы управления техническими объектами в будущем могут способствовать разрешению проблемы ограниченности дизайна интерфейса роботов.

Список использованных источников

1. Марущак Н.В. Библиометрический анализ трудов в области мультимодальных систем управления // Современные научные подходы в фундаментальных и прикладных исследованиях. – 2022. – С. 50-53.
2. Liu H, Fang T, Zhou T, Wang L. Towards Robust Human-Robot Collaborative Manufacturing: Multimodal Fusion // IEEE Access. – 2018. – № 6 – P. 74762–74771.
3. Сапожников А.В. Управление техническими объектами в условиях параметрической неопределённости // Молодой ученый. – 2014. – С. 229-231.
4. Демидова Г.Л., Лукичев Д.В. Регуляторы на основе нечеткой логики в системах управления техническими объектами // Учебное пособие ИТМО. – 2017. – 81 с.
5. Селетков И.П. Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе матричного представления нечеткой логики (на примере обслуживания технологического оборудования нефтедобычи) // Пермский государственный национальный исследовательский университет. – 2021. – 31 с.
6. Марценюк М.А. Матричное представление нечеткой логики / Нечеткие системы и мягкие вычисления. 2007. – Т. 2, № 3 – С. 7-36.
7. Akan B, Ameri A, Cürüklü B, Asplund L. Intuitive industrial robot programming through incremental multimodal language and augmented reality / Proc, 2011 - IEEE Int Conf Robot Autom. – 2011. – P. 3934–3939.
8. Pavlovic VI, Sharma R, Huang TS. Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction A review, 1997 - IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell. – 1997. – Vol.19(7) – P. 677–695.
9. Gonzalez T.F. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, 2007.
10. Weichert F, Bachmann D, Rudak B, Fisseler D. Analysis of the accuracy and robustness of the Leap Motion Controller. Switzerland, 2013.
11. Колтыгин Д.С., Седелников И.А. Методика разработки программы управления роботом для робота-манипулятора Delta // Научный вестник НГТУ. – 2018. – Т. 70, № 1 – С. 103–116.
12. Donahue J, Jia Y, Vinyals O, Hoffman J, Zhang N, Tzeng E, Darrell T. DeCAF: A deep convolutional activation feature for generic visual recognition / 31st Int. Conf. Mach. Learn. ICML. – 2014. – P. 988–996.

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ЖК «ЖАНУЯ-2» В Г. КАРАГАНДА

Коломыцева И.А.¹, Котов Е.С.²

¹Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, факультет энергетики, автоматики и телекоммуникаций, АиУМ-22-2, email: kolomirina@mail.ru

²Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, факультет энергетики, автоматики и телекоммуникаций, PhD

Введение

Насосная станция является важным и сложным звеном в системе водо- и теплоснабжения, для эффективной работы которого необходимо контролировать большое количество параметров. Для оптимального управления данным технологическим процессом разрабатываются автоматизированные системы управления. Параллельно с контролем технологических параметров системы необходимо контролировать потребление электроэнергии с целью ее снижения. Основная часть затрачиваемой электроэнергии расходуется на подъем и перекачивание воды. Вопрос эффективной работы насосных станций остается актуальным из-за ежегодного роста тарифов на электроэнергию. Поэтому разработка автоматизированной системы управления и ее внедрение являются актуальной задачей для жилищно-коммунального хозяйства.

Цель работы заключается в разработке автоматизированной системы управления насосной станцией жилого комплекса (ЖК) «Жануя-2» в городе Караганда с целью повышения энергоэффективности ее работы, а также снижения электропотребления.

Насосная станция как основа теплового пункта и объект исследования

Передача тепловой энергии от источника к потребителям осуществляется через центральные тепловые пункты. Основная задача центрального теплового пункта заключается в распределении тепла, в результате которого каждый обслуживаемый объект должен получать воду заданной температуры и под необходимым напором [1]. Обобщенная схема центрального теплового пункта показана на рисунке 1.

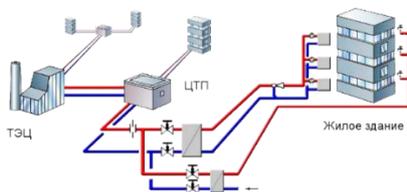


Рис. 1. Схема центрального теплового пункта

Напор воды обеспечивается насосной станцией. Насосная станция представляет собой универсальный и широко распространенный способ транспортировки жидкости на предприятиях различных отраслей промышленности. Насосные станции являются довольно сложными системами. Состоят из комплекса устройств, совместная работа которых служит для качественного и бесперебойного обеспечения потребителей водой с требуемым давлением и с минимальными энергозатратами.

Объектом исследования является насосная станция центрального теплового пункта ЖК «Жануя-2» в г.Караганда. Состоит станция из шести насосов, работающих по определенному алгоритму. Работа насосной станции центрального теплового пункта предусматривается в двух режимах. Режим «Подкачка», когда сетевые насосы подключены к подающему трубопроводу внутриквартальных тепловых сетей существующей жилой застройки. При этом насосы рассчитаны на преодоление гидравлического сопротивления во внутриквартальных сетях и на создание требуемого напора перед индивидуальными тепловыми пунктами зданий. Режим «Подмес-подкачка», когда сетевые насосы, работающие в режиме «Подкачка» переключаются на выполнение дополнительной функции по работе и в режиме «Подмес». При работе в этом режиме гидравлический режим во внутриквартальных сетях существующей жилой застройки обеспечивается, как и при работе в режиме «Подкачка». Переключение режимов работы насосов выполняется обслуживающим персоналом вручную.

Технологическая схема предусматривает: регулирование температуры теплоносителя в подающем трубопроводе с помощью регулятора температуры, в режиме «Подмес-подкачка»; присоединение систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха потребителей существующей жилой застройки к двухтрубным внутриквартальным тепловым сетям по зависимой схеме; присоединение систем горячего водоснабжения к двухтрубным внутриканальным тепловым сетям по открытой схеме, непосредственно к подающему и обратному трубопроводам в индивидуального теплового пункта потребителей через регулятор смещения воды; учет тепловых потоков, расходов теплоносителя теплосчетчиками; блокировку включения резервного насоса при отключении рабочего; применение средств автоматизации и контроля из условия постоянного пребывания обслуживающего персонала.

В настоящее время система автоматизации тепловой насосной станции ЖК «Жануя-2» выполнена на «традиционных» средствах автоматизации. На центральном тепловом пункте выделено помещение оператора, совмещённое с бытовым помещением, с постоянным присутствием оператора насосной.

Существующий объём теплотехнического контроля на центральном тепловом пункте не соответствует уровню предъявляемых в настоящее время требованиям эксплуатирующей организации и нормативной документации Республики Казахстан.

Контрольно-измерительные приборы, находящиеся в эксплуатации, морально и физически устарели, не входят в реестр Государственной Системы обеспечения единства Измерений Республики Казахстан, а их технические характеристики не позволяют внедрить автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП) насосной, а соответственно и автоматизированную систему диспетчерского управления тепловыми сетями (АСДУ ТС) Караганды.

Насосные агрегаты не оснащены средствами контроля температуры подшипников. Импульсные линии, включая отключающую импульсную запорную арматуру, в неудовлетворительном состоянии, физически изношены, имеют следы коррозии. Запорная арматура в нерабочем состоянии. Датчики температуры не оснащены защитными гильзами.

Неутешительное состояние насосной станции теплового пункта – не первостепенная и не единственная причина ее модернизации и разработки системы управления. Строительство новых городских объектов требует должного уровня развития инфраструктуры. В рамках государственной программы по реконструкции тепловых сетей к теплового пункту будет подключена школа, рассчитанная на 1200 человек. Мощность имеющегося пункта не рассчитана на такое количество потребителей. Поэтому главной причиной модернизации насосной станции теплового пункта и разработки системы управления является увеличение мощности.

Модернизация центрального теплового пункта предусматривает:

1. Замену сетевой насосной группы, состоящей из 5-ти насосов типа ДЗ20-50, на насосы с большей производительностью и частотно-регулируемым приводом (4 рабочих и 1 резервный).
2. Замену существующих трубопроводов сетевой воды, арматуры и грязевиков горизонтального исполнения на новые, с расшивкой диаметров в сторону увеличения, связанной с увеличением расхода теплоносителя.
3. Установку узла регулирования температуры сетевой воды после смешивания на прямом трубопроводе в здании теплового пункта.
4. Установку расходомеров на вводе и выходе трубопроводов сетевой воды, снаружи, на надземных участках перед и за зданием теплового пункта.
5. Ремонтные работы строительных конструкций, внутреннюю отделку помещений, устройство фундаментов под насосные агрегаты и опоры под трубопроводы, подпольные каналы для прокладки кабельных коммуникаций.
6. Замену сантехнического оборудования и трубопроводов внутренних сетей водопровода и канализации.
7. Замену питающих кабельных линий, электротехнического оборудования, сетей рабочего и аварийного освещения.
8. Разработку автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Основными целями внедрения современной АСУТП являются: обеспечение управления технологическим оборудованием тепловых сетей в нормальных, переходных и предаварийных режимах работы для выполнения главной функции – передачи тепловой энергии требуемого количества и каче-

ства; защита технологического оборудования при угрозе возникновения аварийной ситуации; обеспечение персонала достоверной и своевременной информацией о ходе технологического процесса и состоянии оборудования для оперативного управления.

В качестве средств автоматизации, выполняющих функции контроля, сигнализации, регистрации, автоматического регулирования и дистанционного управления будет разработан программно-технический комплекс (ПТК) на базе контроллера, включающий в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Вся информация о состоянии объекта будет выведена на графическую панель, представленную на рисунке 2.

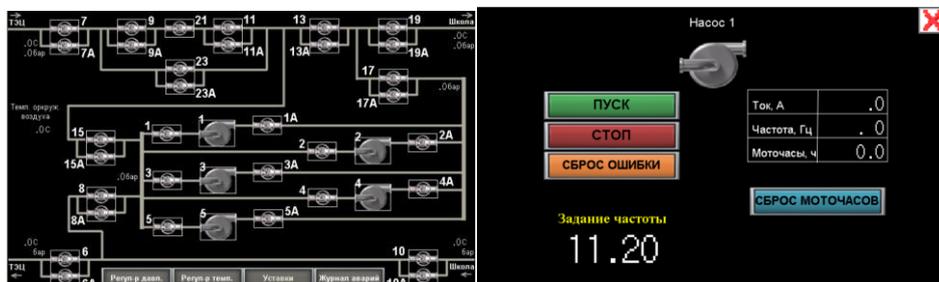


Рис. 2. Графическая панель системы управления насосной станцией

В объём автоматизации центрального теплового пункта войдет контроль температуры наружного воздуха; температуры обмоток электродвигателей насосных агрегатов; уровня в дренажном приямке; узлов технологического учёта тепловой энергии; управления электрифицированной запорной арматурой.

Структура комплекса технических средств является многоуровневой: полевой, нижний и верхний уровни АСУТП. В состав полевого уровня будут входить:

- датчики температуры, давления, расхода, уровня, электрических параметров;
- пускорегулирующая аппаратура насосных агрегатов, частотно-регулируемого привода;
- пускорегулирующая аппаратура, концевые выключатели и датчики положения запорно-регулирующей арматуры.

Установка первичных преобразователей предусматривается по месту на технологическом оборудовании и трубопроводах. Функции устройств полевого уровня будут заключаться в измерении технологических параметров, сигнализации отклонения технологических параметров; сигнализации состояния насосных агрегатов, положения запорно-регулирующей арматуры; управлении насосными агрегатами и запорно-регулирующей арматурой.

Заключение

На основании предложений по модернизации насосной станции центрального теплового пункта ЖК «Жануя-2» в г. Караганда, указанных в данной статье, планируется внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом в начале 2024 года.

В результате внедрения автоматизированной системы будет повышена точность регулирования параметров; улучшен контроль за состоянием технологического оборудования. Повысится экономичность работы технологического оборудования за счёт оптимизации режимов работы оборудования, экономии топлива энергоисточников. Для оперативного персонала будут созданы лучшие условия работы, облегчающие принятие безошибочных решений по управлению технологическим оборудованием и снижающие нагрузку на оператора насосной, а также повысится мера ответственности персонала за счёт наличия в системе функции слежения и протоколирования действий персонала по управлению технологическим оборудованием.

Список использованных источников

1. Принцип работы и устройство Теплового пункта [Электронный ресурс]. URL: <https://www.teploprofi.com/princip-raboti-i-ustroystvo-tepovogo-punkta/> (дата обращения: 31.01.2023).

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОГО МЕТОДА СЪЕМКИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Товарищев И.В.¹

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ПМ2Л, e-mail: ivt36@tpu.ru*

Введение

Цель создание инструментов для обработки данных новым методом и реализации заинтересованным организациям.

Основная идея - съемка с помощью квадрокоптера участка благоустройства как на этапе подготовки данных для проектирования, так и для сдачи в составе исполнительной документации. Для получения цифровой модели в этом случае используется:

- стыковка из фрагментов фотографий (картина для обоснования в плане);
- для высотных отметок - нивелирование.

В связи с развитием технологий появилась возможность получить фотографию местности с малых высот. На участке съемки закрепляются марки с замером базисных расстояний, производится съемка с получением фотографии, после чего эти данные обрабатываются собственным приложением. В результате получаем цифровую модель местности с плановым и высотным обоснованием характерных точек. На основе цифровой модели местности можно получить данные для определения объемов работ с оперативным изменением и корректировкой.

Этот метод может использоваться и для исполнительной документации уже законченных конструкций.

Описание алгоритма определения координат «Ромашка»

Метод состоит из классификации маркеров расположенных в точках замеров их три:

Центральный маркер поз 1 – лист бумаги А4 с изображением цифры номера, рядовой маркер поз 3 – лист А5, маркер направления поз 2 представлены на рисунке 1. Листы упакованы в пленку для защиты от влаги, а на нижнюю поверхность прикреплены металлические шайбы, чтоб не сдуло ветром. В условиях снежного покрова на листах яркая полоса по периметру. Маркер направления расположен в выбранном однозначном направлении для всей схемы участка для того, чтобы начать обход каждого сочетания маркеров интеллектуальным алгоритмом машинного зрения, рядовые маркеры поз 3 по часовой стрелке каждый идентифицируются вышеуказанным алгоритмом, каждый маркер получает координату положения в плане. Положение маркеров определяет геодезист, располагает их в точках, которые описывают рельеф (характерные точки) при этом маскируя включения, которые могут ложно идентифицированы.

В течении нескольких минут можно расположить маркеры, получить фотоснимок используя (воздушный шар с камерой или штангу в виде удочки в зависимости от необходимой детализации съемки) и получить плановые координаты.

Порядок действий:

1. Определить масштаб снимка путем измерения фактического расстояния между двумя точками.
2. Расположить центральный маркер.
3. Расположить маркер направления с использованием компаса.
4. Расположить рядовые маркеры на характерных точках.
5. Повторить пункты 2-4 до требуемого охвата участка, то есть разложить «ромашки» маркеров.
6. Сделать снимок участка (есть не менее трех вариантов: см. рис. 1):
 - с помощью БПЛА,
 - длинная штанга - например 10 метровая удочка с закрепленной камерой,
 - воздушный шар, где кабель подключения к фотокамере будет являться тросом).

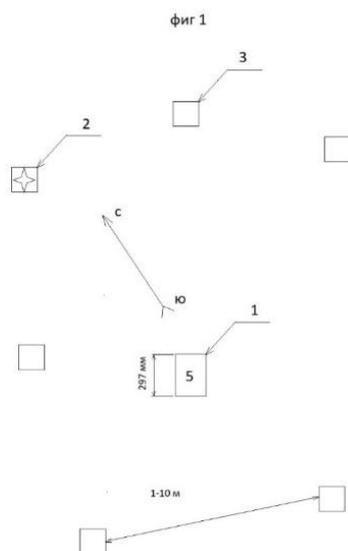


Рис. 1. Схема маркеров для определения плановых координат

7. Измерить высотные отметки оптическим нивелиром в точках маркеров, возможно с участием робота, который будет располагать измерительную рейку (рис. 2).

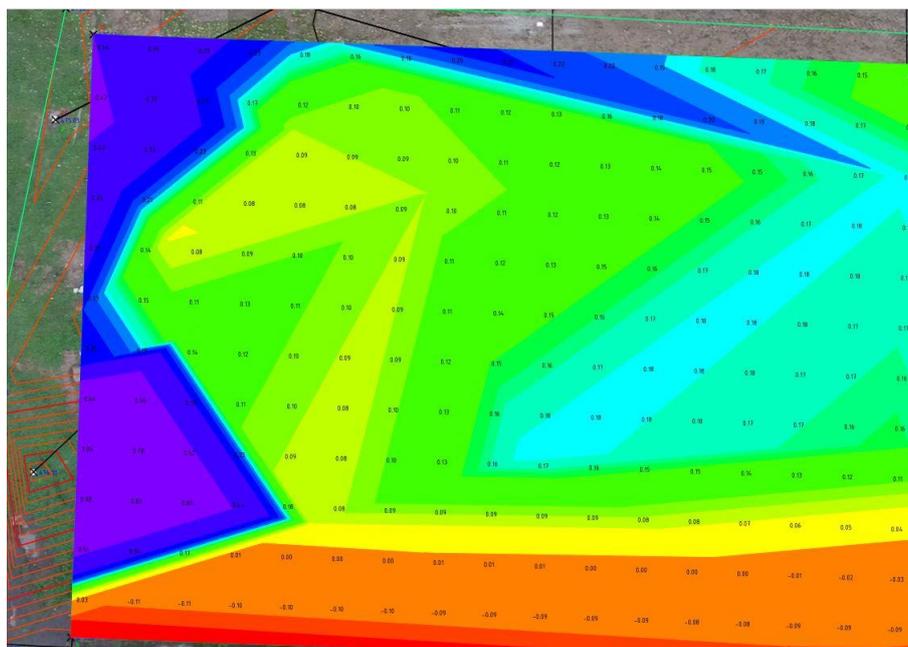


Рис. 2. Обработка результатов вертикальных координат

В результате получаем трехмерные координаты характерных точек, то есть которые характеризуют текущий участок для создания трехмерной модели для вычисления строительных объемов работ и данных для планировки участка.

Заключение

Сочетание возможности съемки с малых высот с простыми методами определения координат позволяют получить результат рационального использования ресурсов, которое практически подтверждено.

Практический пример рисунок 3. Благоустройство с асфальтированием проезда в реальных условиях всегда имеет отличие от проектных данных. Площадь может отличаться на более 20 % от первоначальных значений. Использование лазерных сканеров в этом случае отнимет половину стоимости от обоснованного превышения объема. Тогда как обоснование площади путем фиксации фотографированием и сравнением полученной схемой с реальной площадкой выглядит убедительно для Заказчика.

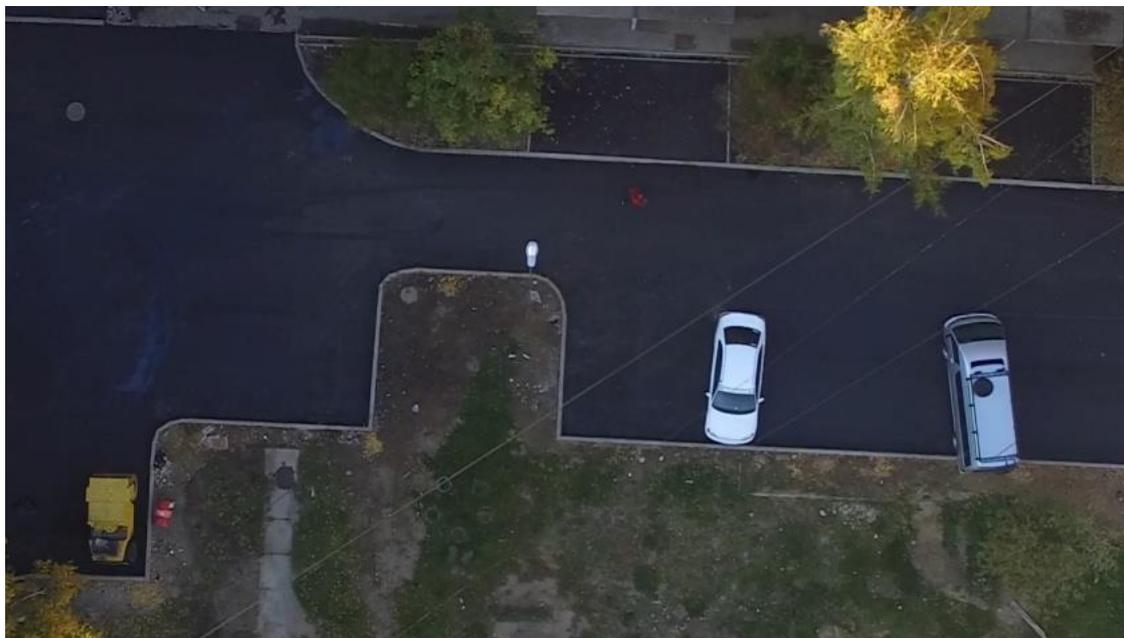


Рис. 3. Практический пример

Список использованных источников

1. Товарищев И.В. Фрагмент отчета инженерного сопровождения строительства. <https://cloud.mail.ru/public/MJBW/xMuC9Zwz3>.

КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

Колтыгин Д.С.¹, Колтыгин С.Д.²

¹Братский государственный университет, Кафедра управления в технических системах, доцент,
e-mail: kds@brstu.ru

²Сибирский государственный университет путей сообщения, Факультет Бизнес-информатика,
БИСТ-211

Введение

Переход к использованию робототехнических комплексов (РТК) в качестве основных средств автоматизации, является необходимым условием для формирования интегрированных, гибко перенастраиваемых технологических циклов, производственных участков и предприятий в целом. Необходимо обеспечить режим удаленного управления, чтобы с РТК могли работать не только локальные пользователи, но и удаленные. Для реализации этого режима необходимо использовать эффективный, современный протокол и специализированное оборудование обмена данными. В статье рассматриваются следующие вопросы: разработка системы управления робототехническим комплексом на базе роботов МП-11, схема блока управления, электрическая часть, программная часть, устройства управления РТК.

Описание робототехнического комплекса

Аппаратная часть комплекса, включает в себя два робота МП-11, транспортёр, контроллер, компьютер и устройство на базе операционной системы Android, двухкомпонентный пульт дистанционного управления, так же для отображения информации в режиме реального времени будет использована камера, подключенная к компьютеру, для реализации голосового управления используется микрофон. Схема технологического оборудования робототехнического комплекса представлена на рисунке 1.

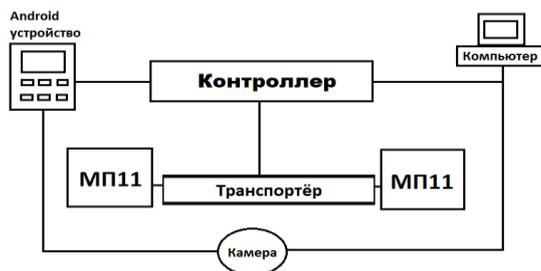


Рис. 1. Схема технологического оборудования РТК

Электрическая часть

Ядром контроллера является аппаратная платформа на основе микропроцессора ATmega 2560 mini, к ней подключаются различные устройства посредством блока связи, внешними устройства могут являться: персональный компьютер; Android устройства по средствам модуля Bluetooth; ИК- пульты; радиопульт на базе модуля NRF24L01.

Программная часть

Arduino IDE-программное обеспечение для пользователей, позволяющее писать свои программы (скетчи) для платформы Arduino. Для создания программы для аппаратного управления контроллером был выбран язык Arduino, за простоту, удобство работы с требуемым оборудованием (наличие готовых библиотек для работы с расширителями портов и устройствами связи). Программа включает в себя: обработку приходящих с управляющего устройства команд; опрос состояния датчиков; управление состоянием управляющих реле; работа с радиомодулем NRF24L01. Язык программирования устройств Arduino основан на C/C++ и скомпонован с библиотекой AVR Libc и позволяет использовать любые ее функции. Вместе с тем, он прост в освоении, и на данный момент Arduino — это самый удобный способ программирования устройств на микроконтроллерах [4].

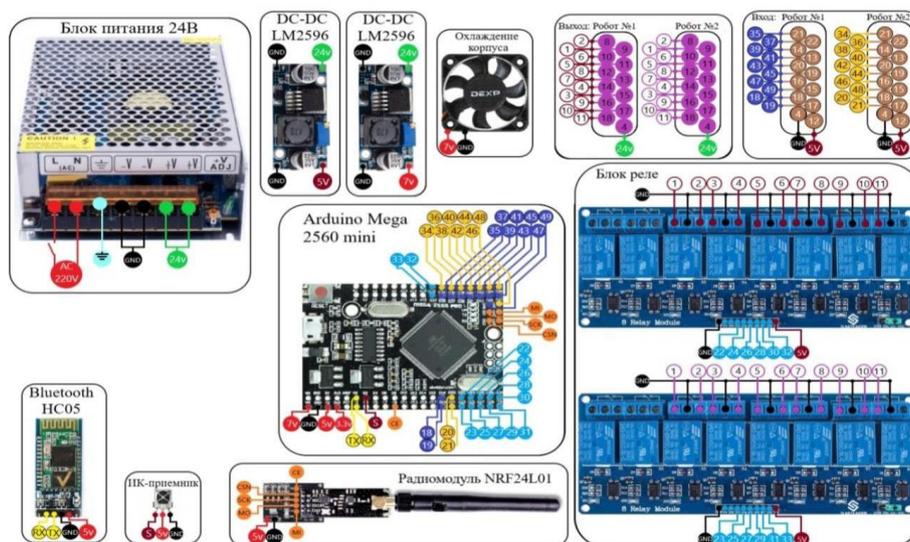


Рис. 2. Электрическая схема контроллера

Микроконтроллер ATmega2560 представлен RISC процессором, разработанным AVR и функционирующим на частоте 16МГц, которая максимальна из всей линейки продуктов ATmel. На кристалле расположены все устройства, относимые к общему понятию компьютерной системы: оперативная и перепрограммируемая постоянная, а также flash-память, интерфейсные мосты, умножитель.

Наибольшие плюсы ATmega2560 сравнительно с моделями контроллеров других производителей – это универсальность, отработанная система разработки кода процессора Arduino IDE, документированность возможностей, наличие множества модулей расширения. [1]. Также, большое значение имеет время выполнения команд самим устройством – оно заявлено одинаковым для всех инструкций, вне зависимости от их сложности.

Устройства управления

Локальное управление РТК организовано по COM порту с ПК. Программный код написан на языке Visual Basic (Visual Studio 2013). Это линейка продуктов компании Майкрософт, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств [6].

Для данного блока управления было разработано программное обеспечение для управления роботами МП-11 и их мониторинга. С помощью данного обеспечения можно выполнять следующие операции: ручное управление; автоматическое управление; подключение видео наблюдения; голосовое управление. Управляющее устройство подключено к ПК с помощью USB порта, а подача команд происходит через COM порт (особенности управляющего устройства). Для корректного выполнения сопряжения используется специальный драйвер, производящий эмуляцию локального COM порта и передачу данных через него на USB. В программе для работы с COM портом подключается библиотека System.IOPorts.

Удалённое управление РТК (Android; ИК-пульт; Wi-F-пульт), Android

Управление РТК представляет собой программу, созданную для Android устройств, пульт управления с набором кнопок для управления роботами. Программа создана с помощью MIT App Inventor. MIT App Inventor - облачная среда визуальной разработки приложений для платформы OS Android, работа в которой не требует знания языка программирования Java и Android SDK алгоритмизации [5].

ИК-пульт (инфракрасный пульт) управления

ИК приемник и инфракрасный пульт дистанционного управления – самый распространенный и простой способ управления электронной аппаратурой. Для управления РТК с помощью ИК-пульта необходимо иметь инфракрасный пульт управления и соответственно приёмник TSOP312 (или другой аналог). Данные от пульта к приемнику могут передаваться по протоколу RC5 или NEC. Для каждой команды присваивается соответствующая кнопка для управления роботами.

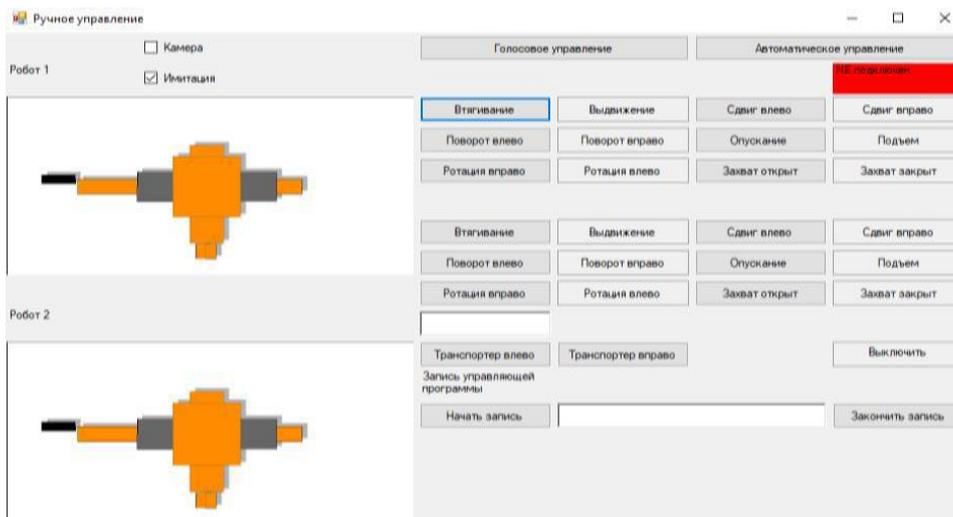


Рис. 3. Локальное управление РТК (управление по СОМ порту)

Wi-F-пульт управления

Пульт управления основан на микропроцессоре ATmega328 и реализован на Arduino Nano, имеет встроенное питание на 3,7В подключенное через повышающий модуль на 7В для качественной работы Arduino Nano. Также в пульт встроен ИК-приемник и wi-fi модуль NRF24L01. Пульт общается с контроллером по средствам радио модулей NRF24L01 на частоте 2.4 ГГц. Пульт обладает следующими возможностями [3]: непосредственное управление роботами; выступает в качестве ретранслятора для ИК-пульта. Также к данному пульту есть возможность подключить дисплей для мониторинга работы и отладки роботов.

Заключение

Описана разработка целостной системы управления РТК, создание эффективных алгоритмов, программного комплекса для управления работой РТК посредством различных вычислительных устройств и сбора данных для диагностики РТК, обеспечение работы режимов управления: ручного, автоматического, локального, удаленного. Обеспечение визуализации технологического процесса во всех режимах. Для выполнения этих задач произведены следующие шаги: разработана структура контроллера для управления РТК; согласно данной структуре выбрано и произведено описание необходимого оборудования; разработаны программы управления, а также пульта для управления РТК.

Список использованных источников

1. Общие сведения об Arduino MEGA 2560 Pro mini [Электронный ресурс]. – URL: <https://compacttool.ru/arduino-mega-2560-pro-embed> (дата обращения 17.02.2022).
2. Модуль реле 8 - канальный для Arduino [Электронный ресурс]. – URL: http://www.avrobot.ru/product_info.php?products_id=4601 (дата обращения 17.02.2022).
3. Описания модуля NRF24L01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/> (дата обращения 17.02.2021).
4. Arduino IDE. Программное обеспечение для пользователей [Электронный ресурс]. – URL: https://ampermarket.kz/base/arduino_ide/ (дата обращения 17.02.2022).
5. Программа для разработки Android приложений [Электронный ресурс]. – URL: <http://appinventor.mit.edu/> (дата обращения 17.02.2022).
6. Программа для разработки софта Visual_Basic [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic (дата обращения 17.02.2022).

Научное издание

**МОЛОДЕЖЬ
И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Сборник трудов
XX Международной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка *А.М. Богдан, В.А. Коровкин*

Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ