

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР
Направление подготовки 09.04.01
Отделение школы (НОЦ) ОИТ

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка мобильного приложения детектирования и распознавания текстов на изображениях для платформы IOS

УДК 004.415:004.932.4: 004.932.75'1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Болотова Юлия Александровна	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН	Хаперская Алена Васильевна	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Спицын Владимир Григорьевич	д. т. н.		

Томск – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-1; ПК 3-6; ОК- 4), критерий 5 АИОР (п. 1.1), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-5; ПК-7; ОК- 7), критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-6; ПК-1,2; ОК-1,2), критерий 5 АИОР (п. 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-3,4; ПК-11,12; ОК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Профессиональные компетенции		
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.	3+ (ПК-8–12; ОПК-2, ПК-7,6), критерий 5 АИОР (п. 1.3), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1–7; ОПК-6; ОК-4,9), критерий 5 АИОР (п.1.4), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.	Требования ФГОС 3+ (ПК-13–19; ОПК-5; ОК-8), критерий 5 АИОР (п. 1.5), соответствующий

		международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
Общекультурные компетенции		
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом	Требования ФГОС 3+ (ОК-5,8; ОПК-1,6; ПК-6,7,11,12), критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 1.5), соответствующий международным стандартам EURACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	(ОК-2,9; ОПК-4; ПК- 1), критерий 5 АИОР (п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1,6; ОПК-2; ПК- 1,2), критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-3,4,7; ОПК-3; ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР
Направление подготовки (специальность) 09.04.01
Отделение школы (НОЦ) ОИТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6А	Осиной Полине Максимовне

Тема работы:

Мобильное приложения детектирования и распознавания текстов на изображениях для платформы IOS

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2090/с
---	---------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.18 г.
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка алгоритмов и методов для детектирования и распознавания текста при создании приложения для платформы iOS.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов,</i></p>	<p>Аналитический обзор существующих методов, алгоритмов и библиотек реализующих детектирование и распознавание текстовой информации.</p> <p>Реализация методов детектирования и распознавания текста для платформы iOS.</p> <p>Проведение тестирования и анализа</p>

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	разработанного приложения.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация работы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская А.В.
Социальная ответственность	Авдеева И.И.
Английский язык	Рыбушкина С.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Основные особенности разработки под платформу iOS	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Болотова Ю.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) 09.04.01

Отделение школы (НОЦ) ОИТ

Уровень образования – Магистратура

Период выполнения осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.10.2017	Постановка целей и задач, получение исходных данных, составление и утверждение ТЗ, подбор и	10
30.12.2017	Обзор литературы и выбор проектных решений.	10
01.02.2018	Реализация архитектуры приложения.	10
01.04.2018	Реализация детектирования и распознавания текстов в приложении под iOS.	15
15.04.2018	Тестирование и анализ разработанного приложения. Оформление пояснительной записки.	15
30.04.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	15
15.05.2018	Социальная ответственность.	15
27.05.2018	Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке.	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Болотова Ю.А.	К.Т.Н.		01.03.2018

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
				01.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна

Институт	ИШИТР	Кафедра	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Затраты на выполнение НИР включают в себя затраты на необходимое оборудование для осуществления научной работы, основную и дополнительную заработную плату для исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	–
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>НИР выполнялась согласно со стандартной системой налогообложения, а также различных отчислений</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Определение потенциальных потребителей результатов данного исследования, анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также оценка готовности проекта к коммерциализации.</i>
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Цели и ожидаемые результаты исследования. Трудозатраты и основные функции исполнителей проекта.</i>
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление перечня этапов и работ по выполнению НИР, составление расчета по отдельным статьям затрат на необходимые ресурсы.</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Расчёт интегрального показателя эффективности НИР, за счёт определения его основных составляющих: финансовой эффективности и</i>

	<i>ресурсоэффективности</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>«Портрет» потребителя результатов НИИ</i> 2. <i>Сегментирование рынка</i> 3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 4. <i>Диаграмма FAST</i> 5. <i>Матрица SWOT</i> 6. <i>График проведения и бюджет НИИ</i> 7. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i> 8. <i>Потенциальные риски</i> 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Хаперская А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна

Школа	ИШИТР	Отделение	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является «Разработка мобильного приложения детектирования и распознавания текстов на изображениях для платформы IOS».</p> <p>Разработанное приложение позволяет детектировать и распознавать текст на изображениях и в режиме реального времени. Также распознанный текст может быть переведен на другой язык с помощью переводчика.</p> <p>Результаты работы могут применяться для детектирования и распознавания текстовой информации.</p> <p>Для использования разработанного продукта будет необходим смартфон фирмы Apple с операционной системой iOS 11 и выше.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности; – термические опасности; – электробезопасность; – пожаробезопасность; 	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при использовании программного продукта на смартфоне:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СВЧ излучение; – психофизиологические факторы: динамические и статические; – влияние на зрение; – влияние на нервную систему и психику; – умственное перенапряжение; <p>1.2. Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. поражение электрическим током; 2. короткое замыкание; 3. пожар в результате взрыва устройства;
--	---

<p>2. Экологическая безопасность: 2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.</p>	<p>2. Экологическая безопасность при использовании приложения на смартфоне. Так как при использовании приложения нам необходим смартфон, то необходимо проанализировать как его использование может повлиять на экологическую безопасность:</p> <p>4. выбросы в атмосферу при добыче металла для смартфонов; 5. утилизация литий-ионных батарей. 6. утилизация отходов при производстве смартфонов</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования и которые могут возникнуть при его использовании. 3.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.</p>	<p>3.1. ЧС, возможные при использовании программного обеспечения на смартфоне. Наиболее вероятные техногенные ЧС:</p> <p>7. взрывы; 8. пожары.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. 4.2 Организационные мероприятия для того, чтобы избежать нарушения авторских прав.</p>	<p>4.1 Описание правовых норм связанных с нарушением авторских прав:</p> <p>9. ГОСТ Р 7.0.1-2003 – система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Знак охраны авторского права.</p> <p>4.2 Разработаны следующие мероприятия для того, чтобы избежать нарушения авторских прав:</p> <p>10. Оповещения пользователя о, том что нарушение авторских прав карается законом.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.18
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6А	Осина Полина Максимовна		01.03.18

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 140 с., 35 рисунка, 33 таблиц, 33 источника, 2 приложение.

Ключевые слова: детектирование текста, распознавание текста, нейронные сети, iOS, обработка изображений.

Объектом исследования являются алгоритмы и методы детектирования и распознавания текста на изображениях.

Цель работы – разработка приложения для платформы iOS для детектирования и распознавания текста.

В процессе исследования проводился анализ существующих методов и алгоритмов детектирования, распознавания текста, методов по улучшению качества изображения, а также основных принципов разработки под iOS.

В результате исследования было разработано приложение под платформу iOS для детектирования и распознавания текста.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: программный продукт написан на Swift и Objective C в среде разработки Xcode 9.2, с использованием библиотеки OpenCV, Tesseract OCR и фреймворка Vision.

Область применения: распознавание текста

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в получении корректной текстовой информации, которую в дальнейшем можно использовать для решения задачи распознавания.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

iOS – операционная система для смартфонов фирмы Apple

OCR – Optical Character Recognition (Оптическое распознавание символов)

MVC – Model-View-Controller. Паттерн проектирования.

MVP – Model-View-Presenter. Паттерн проектирования.

MVVM – Model-View-ViewModel. Паттерн проектирования.

VIPER – View-Interactor-Presenter-Entity-Router. Паттерн проектирования.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	15
1 Аналитический обзор методов детектирования и распознавания текста на изображениях.....	18
1.1 Компьютерное зрение	18
1.2 Обзор алгоритмов и систем обнаружение текстовых областей .	22
1.3 Алгоритмы распознавания текста	31
1.4 Методы предобработки и сегментации изображений текстовых символов. 34	
1.5 Обзор программных продуктов осуществляющих распознавание текста для платформы iOS	37
1.6 Основные особенности разработки под платформу iOS	40
2 Создание приложения для детектирования и распознавание текста	53
2.1 Построение архитектуры	53
2.2 Настройка проекта и выбор средств разработки.....	57
2.3 Модуль детектирования и распознавания текста в реальном времени 70	
2.4 Добавление модуля для перевода текста	72
3 Тестирование и анализ результатов	74
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	80
4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ.....	80
4.2 Потенциальные потребители результатов исследования	81
4.3 Анализ конкурентных технических решений	82
4.4 Диаграмма FAST.....	83
4.5 Матрица SWOT	89
4.6 Организация и планирование работ.....	92

4.7	Оценка экономической эффективности проекта.....	104
4.8	Потенциальные риски.....	110
5	Социальная ответственность.....	112
5.1	Анализ выявленных вредных факторов при использовании программного продукта на смартфоне, влияющих на физиологию.....	113
5.2	Опасные производственные факторы.....	119
	Заключение.....	122
6	Список публикаций студента.....	123
	Список использованных источников.....	124
	Приложение А.....	128
	Приложение Б.....	140

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире мы не представляем свою жизнь без информационных технологий. Данные технологии прочно проникли в нашу жизнь и значительно ее упростили. Сейчас мы уже не тратим время на многие задачи, так как за нас их решает машина. Однако пока не все задачи решены, а даже если и решены, то практически всегда есть возможность каким-либо образом улучшить предложенное решение.

На данный момент одним из перспективных направлений считается разработка алгоритмов распознавания объектов на изображении или видео. Исследования в данной области ведутся уже давно. Данный тип задач уже успешно решается, однако пока компьютер не обладает таким же интеллектом, как и человек. Поэтому некоторые объекты по-прежнему достаточно сложно найти и каким-либо образом идентифицировать с помощью компьютера. Особенно это касается таких объектов как текст. Также задачу может еще сильнее усложнить качество исходного изображения и, в особенности, если это не изображение, а видео. Поэтому результат не всегда является точным и корректным. В свою очередь данную проблему возможно решить, используя алгоритмы предобработки, однако данные методы требуют значительных вычислительных ресурсов и увеличивают время работы алгоритма.

Задача детектирования и распознавания текстовой информации на изображениях представляет интерес в области компьютерного анализа. На данный момент различные системы используют совершенно разные технологии для решения данной задачи от различных вариаций обработки изображений с целью получения репрезентативных признаков до нейронных сетей. Различные методы дают разную точность и занимают разное время на обработку.

Таким образом, разработка такой системы, которая могла бы распознавать текст на различных типах видеозаписей, даже на сильно некачественных, была бы очень актуальна. Кроме того, данная разработка

имела бы свое применение в таких практических задачах, как распознавание автомобильных номеров, дорожных знаков, для перевода текста и прочей важной информации, записываемой на фото и видеокамеры.

Целью данной работы является разработка алгоритма для детектирования и распознавания текста в приложении для платформы iOS.

Чтобы достичь поставленную цель, в работе решаются следующие **задачи**:

- 1) проведение аналитического обзора существующих алгоритмов методов детектирования и распознавания текста на изображениях;
- 2) разработка приложения для детектирования и распознавания текста на изображениях для платформы iOS;
- 3) тестирование приложения и анализ полученных результатов;

Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников из 33 наименований. Работа изложена на 140 страницах машинописного текста, иллюстрируется 35 рисунками и содержит 33 таблиц.

В первой главе сделан аналитический обзор методов и алгоритмов, которые применяются для детектирования и распознавания текста. Рассматриваются основные особенности различных подходов. Подробно описываются их преимущества и недостатки.

Во второй главе представлена архитектура и алгоритмы разрабатываемого приложения, сделано обоснование выбора средств разработки.

В третьей главе проведено тестирование полученного приложения, выполнен анализ полученных результатов.

В четвертой главе осуществлен экономический анализ разрабатываемого проекта.

Пятая глава посвящена описанию социальной ответственности исполнителя за те последствия, которые могут возникнуть в результате

использования данного программного продукта. Рассмотрено воздействие на общество, окружающую среду, а также различные правовые нормы, регулирующие правила использования.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Задачи детектирования и распознавания текста на изображениях исследуются довольно давно, поэтому на данный момент уже существуют сложившиеся понятия в данной области.

Кроме того, на данный момент времени, существует достаточно много разработанных алгоритмов и методов для детектирования и распознавания текста.

1.1 Компьютерное зрение

Технология и теория для создания интеллектуальных машин, производящих обнаружение, детектирование и классификацию объектов называется компьютерным зрением.[1]

С научной точки зрения, компьютерное зрение можно отнести к технологии по созданию интеллектуальных систем, получающих информацию из изображений и видео. Видеоданные могут представляться как видеопоследовательность, изображения с нескольких камер, а также трехмерными данными.

Примеры систем, применяющих технологию компьютерного зрения:

- 1) Системы для управления процессами;
- 2) Системы организации информации (например, для индексации баз данных изображений).
- 3) Системы взаимодействия (например, устройства ввода для системы человеко-машинного взаимодействия).
- 4) Системы дополненной реальности.
- 5) Системы видеонаблюдения.
- 6) Системы моделирования объектов или окружающей среды (анализ медицинских изображений, топографическое моделирование).
- 7) Вычислительная фотография.

Компьютерное зрение можно рассматривать как дополнение к биологическому зрению. Зрительное восприятие человека и различных животных рассматриваются с биологической точки зрения, в результате этого создаются модели для разработки таких систем, которые имитируют данный процесс[2].

Разделы компьютерного зрения состоят из нескольких частей:

- воспроизведение действий;
- обнаружение событий;
- детектирование и распознавание образов;
- восстановление изображений.

Задачи компьютерного зрения

Основная задача в компьютерном зрении и обработки изображений – это анализ изображения или видеозаписи на наличие некоторого объекта или особенности. Данная задача может быть корректно и просто решена человеком, однако в компьютерном зрении данная задача до сих пор не решена удовлетворительно [3].

Методы, которые существуют на данный момент, эффективны только при определенных условиях, когда объекты представлены отдельно и легко выделяются на окружающем фоне:

- простые геометрические объекты;
- человеческие лица;
- печатные или рукописные символы;
- автомобили.

При этом должно быть определенное освещение и достаточно высокое качество изображения.

Существует ряд задач, основанных на распознавании.

- Задача идентификации. Данная задача заключается в выделении определенного объекта среди множества ему подобных (например, определить лицо определенного человека).

- Классификация объектов – процесс отнесения объекта к тому или иному классу. Примеры таких задач: распознавания букв, символов, поиск дефекта в какой-либо детали.
- Кластеризация. Подразумевает под собой разделение определенного набора объектов на классы или группы, в которых объекты должны быть схожи между собой согласно некоторым критериям.
- Оптическое распознавание символов. В данную задачу входят такие подзадачи, как распознавание символов на изображениях или видеозаписях, содержащих печатный или рукописный текст. Полученные данные зачастую представляются в текстовом формате, который более удобен для редактирования.

Структура системы компьютерного зрения

То, как будет реализована система компьютерного зрения очень сильно зависит от той области, где будет применена данная система, от аппаратной части и требований к производительности. Данные системы могут быть автономными и решать довольно специфические проблемы по детектированию и распознаванию, кроме того эти системы могут быть частью более крупных систем, в которых необходимо компьютерное зрение[4].

1) Получение изображений

Изображения могут быть получены от одного или нескольких источников, данные источники могут включать, помимо различных типов светочувствительных камер, датчики расстояния, радары, ультразвуковые камеры и пр. В зависимости от того, какой датчик используется, полученные данные могут быть двумерными изображением, трехмерными изображением, а также последовательностью изображений. Интенсивность света в одной или нескольких спектральных полосах (цветные изображения или в оттенках серого) определяет значения пикселей, однако это не всегда так. Зачастую

это значение связано с различными физическими измерениями, такими как глубина, поглощение или отражение звуковых или электромагнитных волн, или ядерным магнитным резонансом.

2) Предварительная обработка

Для того, чтобы эффективно применить методы компьютерного зрения, необходимо применить методы предобработки видео и изображений. Обработка данных позволяет добиться результата, который будет удовлетворять определенным условиям, которые необходимы в рамках определенного метода. [5]

- Удаление шума с видео и изображений;
- улучшение контрастности и повышения качества видео и изображений;
- масштабирование изображений для получения конкретной области;
- сглаживание;
- бинаризация;
- морфологические операции;
- сегментация изображений;

Данные методы позволяют улучшить исходное изображение, что может повысить качество детектирования и распознавания.

3) Выделение деталей

Детализация элементов в изображении различного типа сложности.

Примеры:

- Линии;
- границы;
- локализация;
- точек интереса: углы, капли, точки.

4) Детектирование/Сегментация

На определённом этапе обработки принимается решение о том, какие точки или участки изображения являются важными для дальнейшей обработки.

Примерами являются:

- выделение определённого набора интересующих точек;
- сегментация одного или нескольких участков изображения, которые содержат характерный объект.

5) Высокоуровневая обработка

На этом этапе входной набор данных обычно представляется в небольшом количестве. Например: набор точек или небольшой участок изображения, в котором и располагается определенный объект. Примеры:

- выполнение проверки на удовлетворение тем или иным условиям, которые зависят от метода;
- выполнение оценки параметров, таких как размер объекта или его положение;
- выполнение классификации найденного объекта по различным классам.

1.2 Обзор алгоритмов и систем обнаружение текстовых областей

Далее рассмотрим основные методы и алгоритмы для решения задач детектирования и распознавания текста. Также следует рассмотреть методы предобработки изображения для улучшения качества распознавания.

Алгоритмы обнаружения текста

Известны следующие подходы к обнаружению текстов на изображениях [6]:

1. На основе использования контурной информации (каждый символ обладает четко выраженной контурной структурой); для локализации

текста тут используют такие приемы как скелетизация (skeletonization), выделение краев (edge detection) и выделение углов (corner detection), методы на основе инвариантных моментов (invariant methods) и пр. В случае изображений со сложным фоном быстрая обработка данных, полученных на этапе предобработки, может представлять нетривиальную задачу.

2. На основе цветовой информации (целевые текстовые области обладают однородными цветами/интенсивностью и удовлетворяют ограничениям по размеру и форме); популярными инструментами являются метод гистограмм (histogram method), анализ главных компонент (connected component analysis) и различные алгоритмы адаптивной бинаризации (adaptive binarization)— в том числе алгоритмы Niblack, Sauvola, Chistian, Bernsan, Otsu и пр. Методы позволяют работать с произвольными размерами шрифта и произвольной направленностью текста, однако плохо работают на изображениях со сложным фоном, шумом и нерезкостями, используют большое количество эвристик.

3. На основе анализа текстурной информации (текстовые зоны могут заметно отличаться от фона, что позволяет использовать различные частотные фильтры для «пирамиды» изображений); для выявления нужных зон могут использоваться как классические методы распознавания образов — метод опорных векторов (support vector machines), искусственные нейронные сети (neural networks), экспертные системы (expert systems) и др., так и специальные, например, метод спектрографических текстур. Подходы позволяют работать с изображениями со сложным фоном, обладают высокой вычислительной сложностью из-за необходимости масштабирования изображений. В основополагающих работах среди прочего рассмотрены вопросы выделения текстурных признаков.

Использование DCT для обнаружения текста

ДКП (дискретно-косинусное преобразование) – является одним из ортогональных преобразований. Косинусное преобразование,

использующиеся для вектора действительных чисел. Данный тип сжатия применяется для алгоритмов сжатия информации с потерями, например, MPEG и JPEG. Этот тип преобразования связан с дискретным преобразованием Фурье, кроме того он является гомоморфизмом его векторного пространства.

Данное преобразование осуществляется при помощи умножения вектора на матрицу преобразования. В данном случае матрица обратного преобразования с точностью до множителя равна транспонированной матрице. Матрицы выбирают таким образом, чтобы постоянный множитель равен единице, а преобразование было ортонормированным. Однако в компьютерных программах это не всегда так.

Тип ДКП зависит от типа периодического продолжения сигнала.

Это преобразование раскладывает изображение по амплитудам некоторых частот, так, чтобы при преобразовании получить матрицу, в которой многие коэффициенты либо близки, либо равны нулю. Также стоит отметить, что человеческая система восприятия цвета достаточно плохо распознает определенные частоты. Следовательно, можно аппроксимировать некоторые коэффициенты менее точно без сильной потери качества изображения.

Для этого используется квантование коэффициентов. После этого часть информации теряется, при этом достигаются более высокие коэффициенты сжатия.

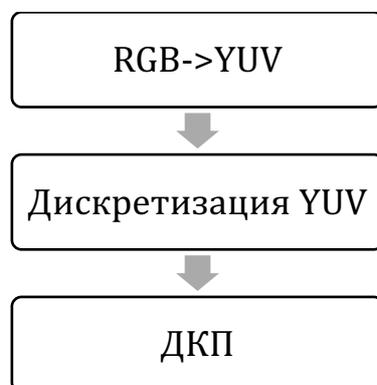


Рисунок 1. – Этапы обработки для использования метода ДКП.

На основании данного метода получаем коэффициенты ДКП. Данные коэффициенты показывают амплитуды частот области 8x8 изображения. Данные значения могут говорить о высокочастотной или низкочастотной области изображения. Обычно текстовая информация на изображении дает более высокий уровень частоты, следовательно, таким образом ее можно выделить среди других объектов на изображении.

Применение нейронных сетей для выделения текста

Чаще всего в задачах распознавания и идентификации изображений используются классические нейронные сети (многослойный перцептрон, сети с радиально-базисной функцией и др.). Однако, проанализировав данные работы, можно сделать вывод, что применение классических нейронных сетей в данном типе задач недостаточно эффективно по следующим причинам [7]:

1) Размер изображения сильно влияет на размер нейронной сети, таким образом, большое изображение приводит к сильно большому размеру нейронной сети;

2) Увеличение вместимости системы требует увеличения тренировочной выборки, времени и вычислительной сложности в процессе обучения;

3) Для того чтобы достигнуть высокой эффективности работы системы лучше применять каскад нейронных сетей (при этом каждая нейронная сеть будет иметь свои начальные коэффициенты). Это приводит к увеличению вычислительной сложности решения задачи, а также возрастает время выполнения;

4) Инвариантность к изменению масштаба изображения, ракурсов и прочих искажений входного сигнала должна отсутствовать.

Более современным вариантом является использование сверточных нейронных сетей. Данные нейронные сети используются для поиска, выделения и классификации различных объектов на изображениях. [8]

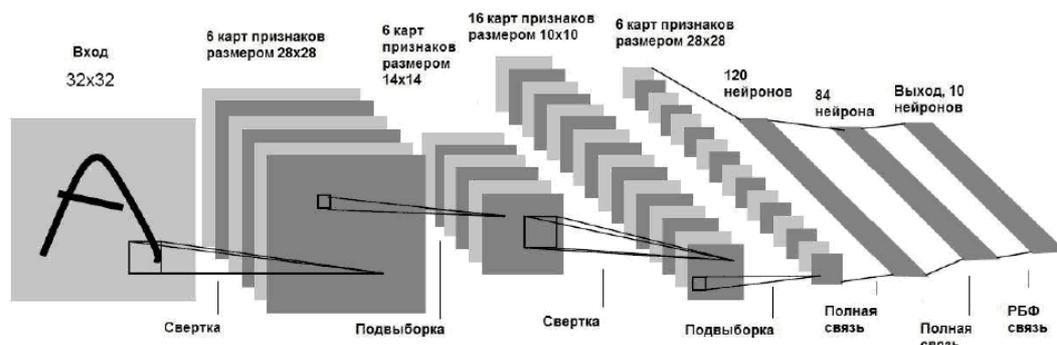


Рисунок 2. – структура сверточной нейронной сети.

Сверточная нейросеть — это особый вид нейросетей прямого распространения, и под прямым распространением понимается то, что переменные нейроны в этой сети разбиты на группы, которые называются слоями. При применении данного тип нейронных сетей к данным, значение переменных при активации слоев подсчитывается последовательно: от первого слоя к последующим, по порядку. Значения активации последнего слоя являются выходами нейронной сети.

Такой тип сетей обладает огромным количеством параметров, причем для каждого слоя, которые определяют зависимость активации следующего слоя от предыдущего. Также важно отметить, что активации внутри одного слоя могут происходить параллельно и одновременно, так как они друг от друга не зависят. Это дает большое преимущество при вычислениях на современных процессорах, особенно на графических сопроцессорах. [9]

Топология данного типа нейронной сети ориентирована на определенную задачу. В нашем случае это детектирования и распознавание текстовой информации. Кроме того, топология зависит также от определенных ограничений в задаче, таких как: скорость обучения, точность ответа. А также от такого какие используется входные данные и что должно быть получено на выходе. Однако общая топология отображена на рисунке 3.

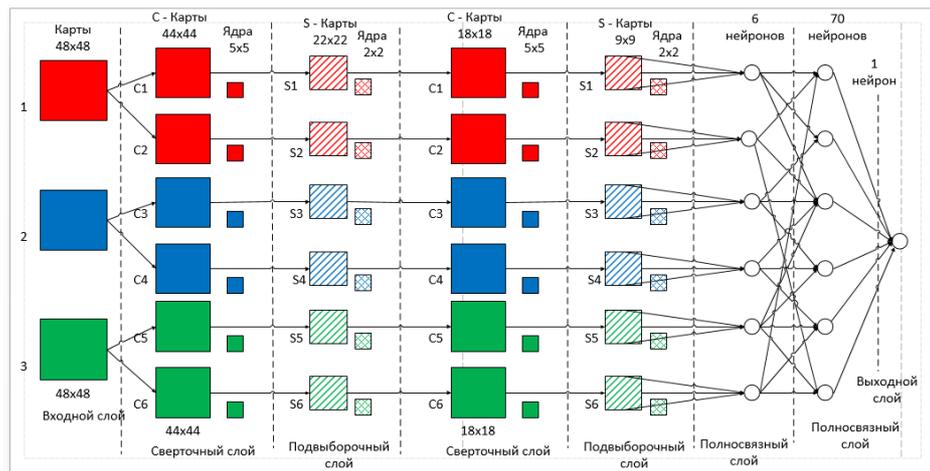


Рисунок 3. – Топология сверточной сети.

Входной слой

На вход подаются цветные изображения, выбранного формата и размера. Если размер будет слишком большим, то сильно возрастет вычислительная сложность и как следствие скорость сильно снизится. Однако слишком маленький размер нарушит заданную точность. Кроме того, изображения разбивается на 3 цветовых канала.

Входные данные каждого полученного пикселя должны нормализоваться в диапазоне от 0 до 1. Для этого должна быть использована следующая формула:

$$f(p, min, max) = \frac{p - min}{max - min}$$

где f – функция нормализации,

p – значение конкретного цвета (величина от 0 до 255),

min – минимальное значения цвета а конкретном пикселе – 0,

max – максимальное значения цвета а конкретном пикселе – 0.

Слой свертки

Данный слой представляет собой набор карт (карт признаков), каждая такая карта имеет синаптическое ядро.

Количество таких карт должно определяться соответствующими требованиями к задаче. Большое число улучшит точность, однако это приведет к возрастанию вычислительной мощности. [10]

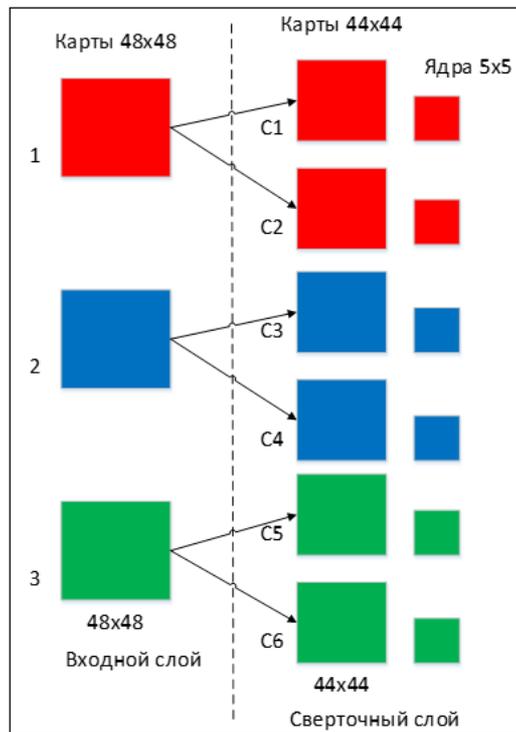


Рисунок 4. – Организация связей между картами сверточного слоя и предыдущего.

Размер карт сверточного слоя должен вычисляться по следующей формуле:

$$(w, h) = (mW - kW + 1, mH - kH + 1),$$

где (w, h) – размер сверточной карты,

mW – ширина предыдущей карты,

mH – высота предыдущей карты,

kW – ширина ядра,

kH – высота ядра.

В сверточной нейронной сети ядро – система разделяемых весов или синапсов. Это является основным отличием данной сети.

Подвыборочный слой

Слой подвыборки имеет карты, число которых совпадает с предыдущем слоем. Цель данного слоя – уменьшить размерность карт.

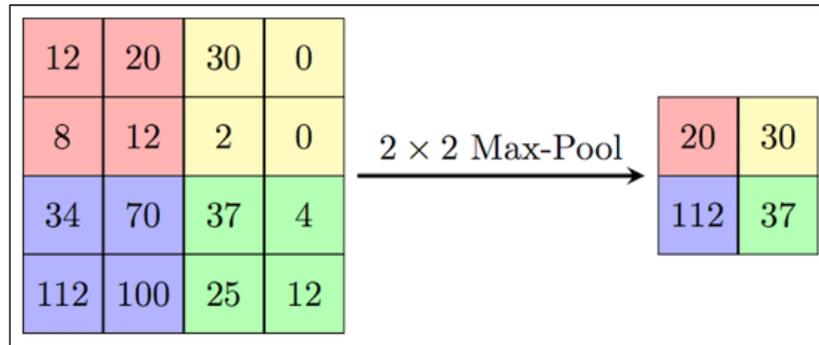


Рисунок 5. – Формирование новой карты подвыборочного слоя.

Формула для формирования слоя:

$$x^l = f(a^l * \text{subsample}(x^{l-1}) + b^l),$$

где x^l – выход слоя l,

$f()$ – функция активации,

a^l, b^l –коэффициенты сдвига слоя,

$\text{subsample}()$ – операция по выборке локальных максимальных значений,

Полносвязный слой

Последним слоем является слой, который представляет собой обычный слой многослойного персептрона. Цель данного слоя – смоделировать сложную нелинейную функцию, при оптимизации которой существенно улучшается качество распознавания. [11]

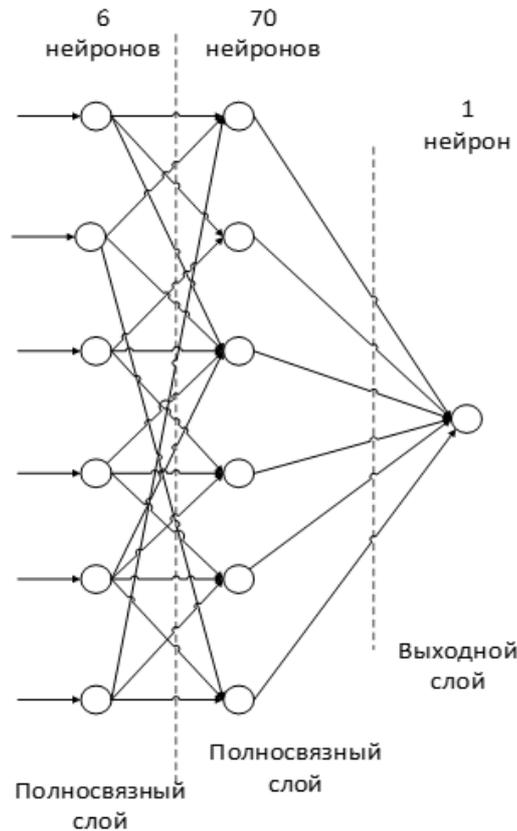


Рисунок 6. – Полносвязный слой

Обучение нейросети, настройка ее параметров, осуществляется на большом количестве обучающих примеров, причем таким образом, чтобы получить предполагаемый результат на выходе.

Вычисление значений нейронов осуществляется по следующей формуле:

$$x_j^l = f\left(\sum_i b_i^{l-1} * w_{i,j}^{l-1} + b_j^{l-1}\right)$$

где x_j^l – карта признаков j (выход слоя l),

$f()$ – функция активации,

b_j^{l-1} – коэффициенты сдвига l ,

$w_{i,j}^l$ – матрица весовых коэффициентов.

Выходной слой

Данный слой связан со всеми нейронами предыдущего слоя. Количество нейронов равно количеству распознаваемых классов.

Также очень важно выбрать функцию активации нейронов. Существуют следующие виды функций активаций:

- функция активации сигмоиды;
- функция активации гиперболический тангенс;
- функция активации ReLU;

Особенность сверточной нейронной сети в том, что нейроны первых уровней упорядочены в особую структуру, а именно: на первых слоях нейроны разбиты на изображения определенного размера (карты), и разные карты внутри одного слоя соответствуют нейронам разного типа, которые, в свою очередь, реагируют на разные особенности изображений. Вычисления активаций последующих слоев бывают двух различных типов. Первый тип заключается в том, что активация нейронов следующего слоя должна вычисляться как линейное сочетание активаций нейронов предыдущего уровня, причем веса этих активаций зависят только от взаимного положения нейронов, типов нейрона, но не зависят от положения данного нейрона внутри карты [12].

Второй тип вычислений заключается в том, что активации нейронов на следующем уровне повторяет активацию нейронов на предыдущем уровне, но изображение уменьшается в размере из-за того, что активация рядом расположенных нейронов заменяется на максимальное или среднее значение. Данная структура очень подходит для работы с изображениями.

Такая структура может гарантировать, что схожие изображения, отличающиеся лишь небольшим сдвигом, получают схожий результат на выходе. Также в данной нейронной сети количество параметров значительно меньше количества нейронов, что упрощает подбор обучающей выборки.

1.3 Алгоритмы распознавания текста

На данный момент существует различное число методов для распознавания текстовой информации на изображениях. Далее более подробно опишем каждый из подходов по распознаванию текстов [13].

Оптическое распознавание символов (OCR)

Задача по распознаванию текстовой информации на изображениях и видео является очень актуальной. Однако эта задача является одной из наиболее сложных и наукоемких задач.

В последнее время были созданы различные методы и компьютерные технологии в обработке изображений и распознавания образов, это привело к созданию таких систем как FineReader, которые позволяют распознавать текстовую информацию. Тем не менее, создание каждого нового приложения в данной области по-прежнему остается достаточно сложной задачей и требует дополнительных исследований в связи с определенными требованиями по разрешению, скорости, надежности распознавания, а также объему памяти, которыми характеризуется каждая конкретная задача.

Проблемы распознавания текста

На данный момент существуют следующие проблемы, связанные с распознаванием текста: [14]

- разнообразие форм начертания символов;
- искажение изображений символов;
- вариации размеров и масштаба символов.

Каждый символ может быть написан различными стандартными шрифтами, например (Gothic, Times, Courier, Elite, Orator), кроме того существует огромное множество нестандартных шрифтов, используемых в различных предметных областях. При этом различные символы могут иметь схожие очертаниями. Например, "S" и "5", "U" и "V", "G" и "6", "Z" и "2".

Также могут быть искажения в цифровых изображениях, которые вызваны:

- шумами в изображениях;
- изменением наклона символов;

- смещением символов или частей символов относительно их ожидаемого положения в строке;
- эффектами освещения (тени, блики и т.п.) при съемке видеокамерой;
- искажением формы символа за счет оцифровки изображения.

Система оптического распознавания текста (OCR), должна определять на цифровом изображении текстовые области, выделять в них отдельные строки, далее символы и после этого распознавать эти символы. При этом важно, чтобы система не была чувствительна к верстке, расстоянию между строками, а также к другим параметрам.

Структура систем оптического распознавания текста

OCR системы имеют следующие основные блоки, предполагающие аппаратную или программную реализацию [15]:

- блок предобработки изображения;
- блок выделения признаков;
- блок сегментации (локализации и выделения) элементов текста;
- блок распознавания символов;
- блок постобработки результатов распознавания.

Данные блоки должны соответствовать последовательным шагам обработки и анализа изображений, которые выполняются.

В первую очередь выполняется выделение текстовых областей, строк данных текстовых областей, а также разбиение связанных текстовых строк на отдельные знакоместа, каждое из которых должно соответствовать одному текстовому символу [16].

Далее, разбив символы, они подвергаются сглаживанию и фильтрации с целью устранения шумов, нормализации размера, а также преобразования с целью выделения образующих элементов или численных признаков, используемых для распознавания в дальнейшем.

Распознавание символов заключается в сравнении выделенных характерных признаков с эталонными данными и структурами признаков, которые формируются и запоминаются в процессе обучения системы на эталонных выборках [17].

В последнюю очередь разрешаются неопределённости, возникающие при распознавании отдельных символов, обладающих идентичными размерами, так и для корректировки ошибочно считанных слов и даже фраз в целом. Для этого этапа используется смысловая или контекстная информация.

1.4 Методы предобработки и сегментации изображений текстовых символов.

Важный этап в распознавании – это предобработка. Этот этап позволяет производить сглаживание, нормализацию, сегментацию и аппроксимацию отрезков линий. [18]

Сглаживание в данном случае – это большая группа процедур обработки изображений. Часто используются морфологические операторы заполнения и утончения. Заполнение выполняется для устранения небольших разрывов и пробелов. Утончение – это процесс уменьшения толщины линии, в которой на каждом шаге области размером в несколько пикселей ставится в соответствие только один пиксел "утонченной линии".

Геометрическая нормализация

Данный тип нормализации изображений подразумевает под собой использование алгоритмов, которые устраняют наклоны и перекосы отдельных символов, слов или строк, а также включает в себя процедуры, осуществляющие нормализацию символов по ширине и высоте.

Процедуры сегментации применяются для разбиения изображения на отдельные области. В первую очередь необходимо отделить печатный текст от графики и рукописных пометок. Далее большая часть алгоритмов распознавания разделяют текст на символы и распознают их по отдельности.

Данное решение действительно является более эффективным, однако только в том случае если символы текста не перекрывают друг друга. Символы могут перекрывать друг друга из-за типа шрифта, плохого разрешения печатающего устройства или высокого уровня яркости.

Разбиение текстовых областей и строк на слова может применяться только в том случае, если слово является самостоятельным объектом. Данный подход, при котором единицей распознавания является не отдельный символ, а целое слово, достаточно сложно реализовывать из-за большого числа элементов, которые подлежат запоминанию и распознаванию. Однако данный подход может быть полезен и весьма эффективен в частных случаях, когда набор слов в словаре существенно ограничен по условию задачи.

Аппроксимация отрезков линий – составление графа описания символа в виде набора вершин и прямых ребер, которые непосредственно аппроксимируют цепочки пикселей исходного изображения. Такой тип аппроксимация применяется для уменьшения объема данных и может использоваться при распознавании, который основывается на выделении признаков, описывающих геометрию и топологию изображения.

Для автоматического распознавания используются признаки символов.

Выделение признаков является одной из наиболее трудоемких и важных задач в распознавании. Для распознавания символов могут использоваться большие количества различных систем признаков. Основная проблема – это выделение именно тех признаков, которые позволят эффективно отличать один класс символов от всех остальных в конкретной задаче.

Алгоритмы предобработки

Для того, чтобы использовать алгоритмы обнаружения необходимо обработать исходное видео или изображение[19].

Во всех системах оптического распознавания символов вначале выполняются то или иное улучшение качества и анализ изображения,

поданного на обработку. В том числе применяются специальные фильтры восстановления поврежденных изображений, например, с помощью гипоеллиптической диффузии, фильтры, устраняющие смазы, и пр. В ходе этого этапа определяются области, рекомендуемые для распознавания, делаются оценки ориентации текста, выделяются отдельные символы и строки. На втором этапе выполняется работа по непосредственному распознаванию текста. Обобщающее сравнение методов распознавания, применяемых в исследуемой области, дано в работе. В частности, выделены следующие методы: признаковые, эталонные (растровые), структурные и искусственные нейронные сети (ИНС); методы сравниваются по способу описания изображения, вычислительным затратам, инвариантности к искажениям и универсальности (по мнению автора, лишь эталонные (растровые) и структурные методы пригодны для анализа сложных классов изображений и сцен).

На первом этапе обработки изображения осуществляется выбор цветовой модели, предпочтение отдается тем, в которых под яркость выделяется отдельный цветовой канал, например, моделям YCbCr, HSV, HSV, YUV, LAB и др. За счет игнорирования яркости получается устойчивость к разным условиям освещения и снижается вычислительная сложность. Однако, во многих исследованиях авторы до сих пор работают с RGB-моделью. Получив необходимые данные, следует осуществить сегментацию изображения. Выделяют пороговые методы с фиксированным и адаптивным порогом; методы с наращиванием областей: центроидное связывание, слияние/расщепление и метод водоразделов; методы на основе использования контурной информации: градиентные методы, методы с вычислением вторых производных и др.; текстурные методы: статистические и структурные. Далее обычно осуществляется непосредственно распознавание текста в виде отдельных символов.

1.5 Обзор программных продуктов осуществляющих распознавание текста для платформы iOS

Перед тем как разрабатывать программный продукт необходимо рассмотреть существующие разработки. Для платформы iOS в основном все приложения, которые реализуют оптическое распознавание символов являются приложения переводчики. В практически всех приложениях для перевода есть как функция перевода в реальном времени, так и с загружаемой фотографии.

Переводчик Google

Одно из самых популярных приложений в Google Play. Переводчик Google умеет не только **распознавать текст на фото** (что делает довольно неплохо), но и позволяет пользователю работать с обычным переводчиком. Приложение можно использовать без подключения к интернету, при скачивании дополнительных языковых пакетов. Кроме того, есть функция перевода SMS, рукописного текста (можно рисовать иероглифы) и распознавания речи. В **фото-переводчике** заложена возможность воспринимать не только базовые языки, но и такие, как греческий, венгерский и индонезийский. Грамотный перевод последних языков занимает значительно больше времени, поэтому лучше использовать его в случае, если в послании содержится часто используемая информация, встречающаяся в местах паломничества туристов и в бытовом окружении. Кроме самого перевода, программа также выводит пользователю воспринятый текст и его транскрипцию. Из пока недоработанных моментов можно отметить небольшое смещение некоторых слов текста при сканировании примерно на строку. Также если заблокировать экран после выведенного перевода, а затем снова вернуть телефон в рабочее состояние, то результат перевода будет утерян и придется проходить процесс заново.

Lingvo Dictionaries

Мобильный переводчик от компании АBBYY на сегодняшний момент взаимодействует не просто с текстом самых популярных 30 языков, но и обладает возможностью **фото-перевода**. Помимо этого, в программе есть упражнения для запоминания слов, профессиональная озвучка от носителей языка и функция добавления своего слова в словарь. **Фото-переводчик** при переводе фотографий работает практически идеально – при хорошем освещении и не боковой съемке текста. В противном случае не пытается распознать даже и части изображения, выдает сообщение о невозможности это сделать. В последней версии также был исправлен ряд недостатков. Lingvo Dictionaries также оптимизировано для удобной работы с общим списком слов, объединенной словарной карточкой.

ABBYY TextGrabber + Translator

Переводчик компании АBBYY, специализирующийся на распознавании текста с фотографий. Отличительной особенностью является то, что перевод можно осуществлять с 60 встроенных языков, не скачивая дополнительные пакеты. Распознавание текста происходит без использования интернета, но для его перевода соединение потребуется. Поддерживается возможность править переработанный текст и сохранять его на телефоне, дополнительно они сохраняются во внутренней истории приложения, где с ними также можно проводить базовые операции. Из-за большого количества встроенных языков приложению сложно распознать язык самому в процессе сканирования, это занимает довольно много времени. Рекомендуется заранее выбирать соответствующий оригинальному тексту язык распознавания для более быстрой работы приложения. К несущественным недостаткам программы относится тот факт, что встроенная функция загрузки изображения из галереи поддерживает только стандартные форматы изображений. АBBYY TextGrabber + Translator также не форматирует текст при выводе отсканированного изображения. То есть текст

идет сплошным потоком, игнорируя абзацы и большие промежутки, делая разделение только между словами.

Photo Translate

Программа также способна обрабатывать **фото и переводить его** на любой из доступных при скачивании языков. Функционал приложения ограничивается лишь **фото-переводом**, распознавание производится самой программой, но для самого перевода текста используется сеть Интернет и Google-переводчик, то есть у самого приложения нет базы для перевода и использовать его Offline не получится.

Translator

Тема **фото-переводчиков** не обошла стороной и владельцев Windows Phone. Программа не имеет вычурного замысловатого названия, но имеет все базовые функции современных **фото-переводчиков**. Разработанное Bing приложение, помимо всего прочего, помогает в заучивании иностранных слов функцией установки “слова дня” на главный экран телефона. Довольно необычной деталью является то, что приложение может писать переведенный текст прямо поверх снятого фото. Эта функция не всегда удобна при большом количестве слов и мелком шрифте, но ее можно отключить.

iSignTranslate

Приложение переводит крупные вывески и заголовки в режиме реального времени сразу же на телефоне. Создано российским разработчиком (что приятно). При загрузке доступны лишь базовые 2 языка: русский и английский. Остальные 8, среди которых немецкий и французский, можно скачать отдельно за 66 рублей каждый. Используются сторонние онлайн-переводчики от компании Яндекс, Bing и Google. Поэтому обойтись без онлайн соединения не получится. Пока приложение работает

нестабильно и иногда выводит ошибку, для исправления которой нужно навести камеру на другой объект и снова вернуть. Требуется ширина текста от 5 до 30 мм и лишь базовые шрифты. После неподвижного удержания камеры около 15 секунд дается вполне достойный перевод слов.

Таким образом на рынке уже существуют похожие программные продукты, которые осуществляют распознавание текста и дальнейший его перевод. Однако они все обладают как достоинствами так и недостатками. Это необходимо учесть в разработке своего собственного продукта.

1.6 Основные особенности разработки под платформу iOS

Так как данная система по детектированию и распознаванию текста будет разработана для операционной системы iOS, необходимо разобраться с основами и спецификой данного типа разработки.

Инструменты разработки под iOS

Важным этапом в разработке любого программного продукта является выбор инструментов для его разработки.

1) Среда разработки

Первый этап — это выбор среды разработки, здесь есть несколько вариантов:

- 1) Xcode;
- 2) Xamarin;

Имеются и другие варианты, но эти больше всего распространены. Далее более подробно стоит описать каждый.

1) Xcode

Самый верный и простой вариант для разработки приложений под iOS. Xcode – бесплатная среда разработки, позволяющая создавать приложения под iOS и OS X. Предоставляет возможность создавать приложения как на языке Swift, так и используя Objective-C.

Основным недостатком является то, что Xcode можно использовать только на Mac OS, что естественно требует наличия компьютера или ноутбука фирмы Apple. Как альтернатива можно установить виртуальную среду или Хакинтош (хакерский проект, связанный с реализацией возможности запуска и использования macOS, операционной системы от Apple на персональных компьютерах с микропроцессорами архитектуры x86), однако обычно такие варианты работают значительно медленнее.

2) Xamarin

Кроссплатформенная среда разработки. Xamarin позволяет создавать одну единственную логику приложения с применением C# и .NET сразу для всех трех платформ - Android, iOS, Windows Mobile. То есть Xamarin представляет технологию для кроссплатформенной разработки мобильных приложений.

Преимущества использования Xamarin:

- В процессе разработки создается единый код для всех платформ;
- Xamarin предоставляет прямой доступ к нативным API каждой платформы;
- При создании приложений мы можем использовать платформу .NET и язык программирования C# (а также F#), который является достаточно производительным, и в тоже время ясным и простым для освоения и применения;

Однако есть один недостаток: для компиляции и сборки проекта все равно необходим Mac OS.

Подводя итог, на данный момент времени Xcode является не только нативной системой для разработки под iOS, но и самой удобной в плане компиляции, сборки и скорости работы проекта. Поэтому далее будем отталкиваться в выборе инструментов разработки от того, что среда разработки будет является Xcode.

1) Язык программирования

Так как со средой разработки определились, необходимо выбрать язык разработки приложения. В Xcode можно выбрать два варианта:

- Swift;
- Objective-C;

Рассмотрим эти варианты более подробно.

- Swift;

Создан в 2014 году, специалисты Apple представили его как замену привычному Objective-C. Среди преследуемых целей были заявлены повышенная читаемость кода и устойчивость к ошибкам разработчика.

Плюсы:

- Для написания приложения требуется меньше кода, хотя бы просто потому, что здесь реализован упрощенный принцип работы с повторяющимися строками и заявлениями;
- Удобен для чтения. Стандартное достоинство любого современного языка;
- Больше возможностей по сравнению с Objective-C, в частности возможность управлять памятью;
- Полноценное взаимодействие с кодом, написанным на Objective-C;
- Повышенная безопасность.

Минусы:

- Из-за молодости языка и не переведённых на Swift кодов OS X и iOS требуется хотя бы минимальное знание Objective-C;
- Компилятор выдаёт излишние и сбивающие с толку ошибки, которые разработчику, пришедшему с других языков покажутся как минимум необычными.

2) Objective-C

Создан в начале 80-х годов прошлого века, путём скрещивания C с популярным в то время Smalltalk.

Плюсы:

- Динамическая типизация. В некоторых случаях, это действительно может стать ключевым преимуществом. Например, упрощает создание несложных программ;
- Документация и сообщества. Более 20 лет успешного применения языка поспособствовали появлению большого количества качественных ресурсов и книг. Сегодня любой, кто желает изучить Objective-C, без труда найдёт ответ на интересующий вопрос на просторах интернета;
- В сравнении с C++, да и многими другими языками того времени, Objective-C предоставляет разработчику куда больше гибкости.
- Относительная простота синтаксиса. Простота заключается в понимании алгоритмов и того, как работает исполняемая машина.

Минусы:

- Низкая читаемость кода, что затрудняет изучение языка;
- Динамическая типизация предполагает возможность появления ошибок даже во время компиляции.
- Ограниченная функциональность.
- Не самая высокая производительность, вызванная динамической типизацией.

Вывод: исходя из достоинств и недостатков данных языков видно, что Swift выигрывает по многим показателям, несмотря на то, что он является еще очень молодым языком. Писать на нем приложения намного быстрее и удобнее.

Архитектурные паттерны проектирования для платформы iOS

Шаблон проектирования или **паттерн** (англ. *design pattern*) в разработке программного обеспечения — повторяемая архитектурная конструкция, представляющая собой решение проблемы проектирования в рамках некоторого часто возникающего контекста. [20]

На данный момент существуют следующие шаблоны разработки программных продуктов:

- 1) MVC
- 2) MVP
- 3) MVVM
- 4) VIPER

Рассмотрим каждый из них более подробно.

- 1) MVC

MVC – это фундаментальный паттерн, который нашел применение во многих технологиях, дал развитие новым технологиям и каждый день облегчает жизнь разработчикам.

- Модель (Model) предоставляет данные и реагирует на команды контроллера, изменяя свое состояние.
- Представление (View) отвечает за отображение данных модели пользователю, реагируя на изменения модели.
- Контроллер (Controller) интерпретирует действия пользователя, оповещая модель о необходимости изменений.

Основная цель применения этой концепции состоит в отделении бизнес-логики (модели) от её визуализации (представления, вида). За счёт такого разделения повышается возможность повторного использования кода. Наиболее полезно применение данной концепции в тех случаях, когда пользователь должен видеть те же самые данные одновременно в различных контекстах и/или с различных точек зрения.

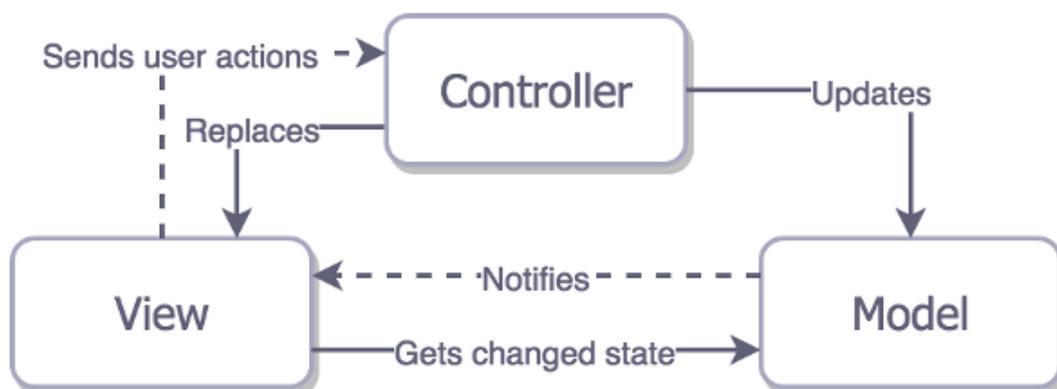


Рисунок 7. – стандартный шаблон проектирования MVC.

В традиционном MVC View не хранит состояния в себе. Controller просто воспроизводит View при изменениях Model. Например, веб-страница полностью перегружается после того, как вы нажмете на ссылку для перехода в другое место. Хотя можно реализовать традиционный MVC в среде iOS, это не имеет особого смысла из-за архитектурной проблемы: все три сущности тесно связаны, каждая сущность знает о двух других. Это сильно снижает возможность повторного использования каждого из элементов. По этой причине мы не будем даже пытаться написать пример канонического MVC.

Традиционный MVC является неприемлемым к современной iOS разработке.

Далее рассмотрим вариант MVC от Apple.

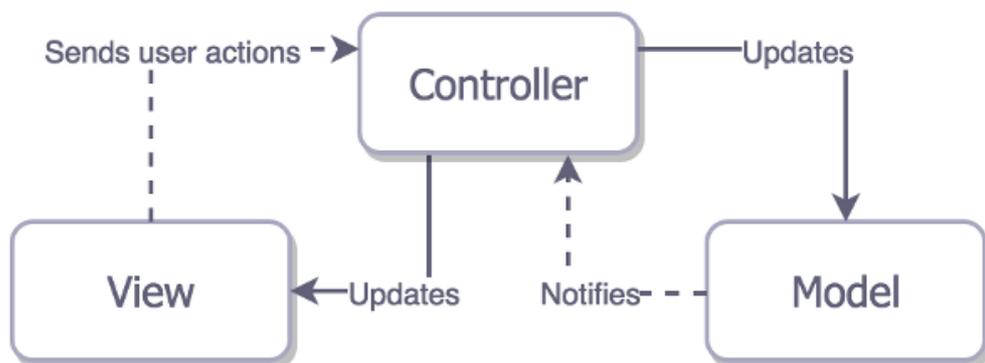


Рисунок 8. – шаблон проектирования MVC от Apple.

Controller является посредником между View и Model, следовательно, две последних не знают о существовании друг друга. Поэтому Controller трудно повторно использовать.

В теории все выглядит очень просто, однако все не так верно. Многие часто слышали, что люди расшифровывают MVC как Massive View Controller. Кроме того, разгрузка ViewController стала важной темой для iOS-разработчиков.

Как на самом деле выглядит применение шаблона проектирования MVC в iOS разработке.

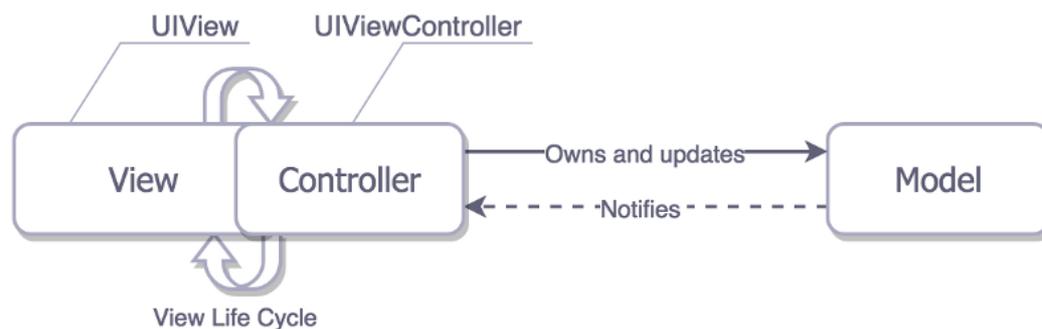


Рисунок 9. – реальность применения шаблона проектирования MVC в iOS разработке.

Cocoa MVC поощряет написание Massive View Controller, потому что контроллер настолько вовлечен в жизненный цикл View, что трудно сказать, что он является отдельной сущностью. Хотя имеется возможность переложить часть бизнес-логики и преобразования данных в Model, но когда доходит до передачи работы во View, это становится не очень возможным. В большинстве случаев вся ответственность View состоит в том, чтобы отправить действия к контроллеру. В итоге все заканчивается тем, что View Controller становится делегатом и источником данных, а также местом запуска и отмены серверных запросов и, в общем-то, всего чего угодно.

На самом деле, использование MVC не так уж плохо, пока дело не доходит до Unit тестов. Так как View Controller тесно связана с View, ее становится трудно тестировать, и приходится идти изощренным путем, заменяя View Mock-объектами (в объектно-ориентированном программировании — тип объектов, реализующих заданные аспекты моделируемого программного окружения) и имитируя их жизненный цикл, а также писать код View Controller таким образом, чтобы бизнес-логика была по максимуму отделена от кода view layout.

Кроме того, написанный таким образом код сложно использовать в других приложениях, так как все элементы тесно связаны и разделить их очень тяжело.

2) MVP

Model-View-Presenter (MVP) — шаблон проектирования, производный от MVC, который используется в основном для построения пользовательского интерфейса.

Элемент Presenter в данном шаблоне берёт на себя функциональность посредника (аналогично контроллеру в MVC) и отвечает за управление событиями пользовательского интерфейса так же, как в других шаблонах обычно отвечает представление.

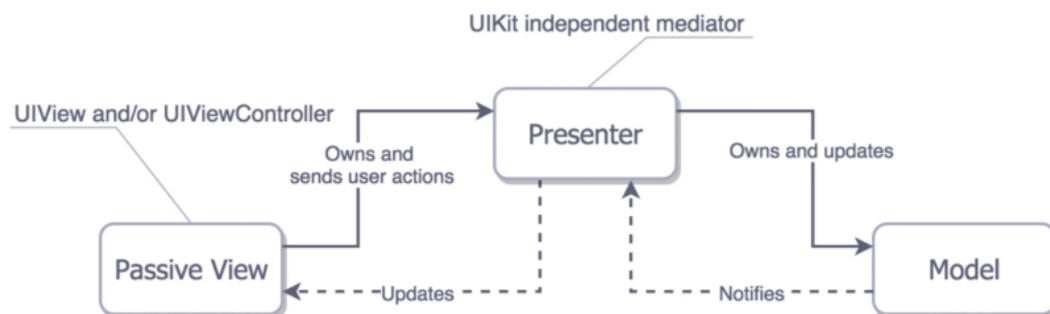


Рисунок 10.— шаблон проектирования MVP.

MVP — шаблон проектирования пользовательского интерфейса, который был разработан для облегчения автоматического модульного тестирования и улучшения разделения ответственности в презентационной логике (отделения логики от отображения):

- Модель (англ. Model) — хранит в себе всю бизнес-логику, при необходимости получает данные из хранилища.
- Представление (англ. View) — реализует отображение данных (из Модели), обращается к Presenter за обновлениями.
- Представитель (англ. Presenter) — реализует взаимодействие между моделью и представлением.

С точки зрения MVP, подклассы UIViewController на самом деле есть View, а не Presenter. Это различие обеспечивает превосходную тестируемость, которая идет за счет скорости разработки, потому что вы должны связывать вручную данные и события именно между View и Presenter.

MVP является первым паттерном, выявляющим проблему сборки, которая происходит из-за наличия трех действительно отдельных слоев. Так

как нам не нужно, чтобы View знала о Model, выполнять сборку в презентующей View Controller (который на самом деле View) неправильно, следовательно, это нужно сделать в другом месте. Например, можно создать сервис Router, который будет отвечать за выполнение сборки и презентацию View-to-View. Эта проблема возникает не только в MVP, ее также нужно решать во всех последующих паттернах.

Признаки хорошей архитектуры для MVP:

- распределение: большая часть ответственности разделена между Presenter и Model, а View ничего не делает;
- тестируемость: отличная, мы можем проверить большую часть бизнес-логики благодаря бездействию View;
- простота использования;

Применение MVP в iOS означает превосходную тестируемость и много кода.

3) MVVM

Шаблон Model-View-ViewModel (MVVM) — применяется при проектировании архитектуры приложения. Первоначально был представлен сообществу Джоном Госсманом (John Gossman) в 2005 году как модификация шаблона Presentation Model. MVVM ориентирован на современные платформы разработки.

Шаблон MVVM делится на три части:

- Модель (англ. Model), так же, как в классической MVC.
- Представление (англ. View) — это графический интерфейс, то есть окно, кнопки и т. п.
- Модель Представления (англ. ViewModel) является, с одной стороны, абстракцией Представления, а с другой, предоставляет обёртку данных из Модели, которые подлежат связыванию.

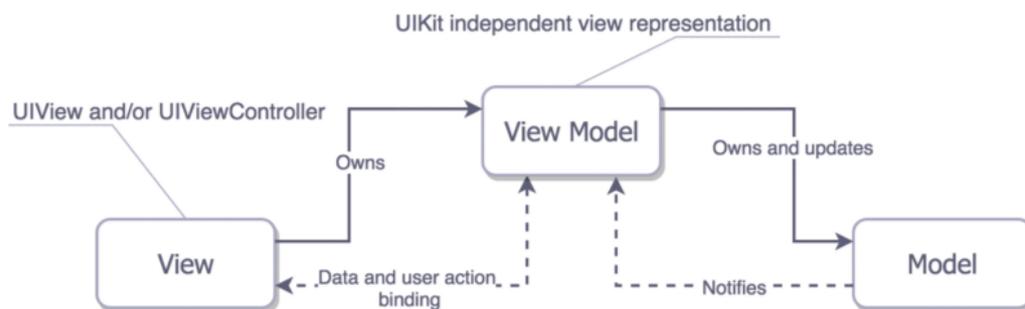


Рисунок 11.— шаблон проектирования MVVM.

MVVM является новейшим из MV(X) паттернов, так что можно ожидать, что он создан с учетом всех проблем, присущих MV(X).

Очень похож на MVP:

- MVVM рассматривает View Controller как View;
- в нем нет тесной связи между View и Model.

Достоинства MVVM:

- **распределение:** в MVVM View имеет больше обязанностей, чем View из MVP. Потому что первая обновляет свое состояние с View Model за счет установки биндингов (соединением между пользовательским интерфейсом (User Interface) и бизнес-объектом либо другим провайдером данных), тогда как вторая направляет все события в Presenter и не обновляет себя (это делает Presenter);
- **тестируемость:** View Model не знает ничего о представлении, это позволяет нам с легкостью тестировать ее;
- **простота использования:** тот же объем кода, как и для MVP, но в реальном приложении, где вам придется направить все события из View в Presenter и обновлять View вручную, MVVM будет гораздо стройнее (если вы используете биндинги).

4) VIPER

VIPER – это паттерн для разработки приложений под iOS с «Чистой архитектурой». «Чистая архитектура» разделяет логическую структуру приложения на отдельные уровни ответственности. Это упрощает выделение зависимостей (например, вашей базы данных) и проверку взаимодействий на границах между слоями.

Основными частями VIPER являются:

- View отображает то, что он сообщает Presenter, и возвращает пользовательский ввод обратно в Presenter.
- Interactor содержит бизнес-логику, связанную с данными (Entities): например, создание новых экземпляров сущностей или получение их с сервера. Для этих целей вы будете использовать некоторые Сервисы и Менеджеры, которые рассматриваются скорее как внешние зависимости, а не как часть модуля VIPER.
- Presenter содержит бизнес-логику, связанную с UI (но UIKit-независимую), вызывает методы в Interactor.
- Entities – простые объекты данных, не являются слоем доступа к данным, потому что это ответственность слоя Interactor.
- Router несет ответственность за переходы между VIPER-модулями.

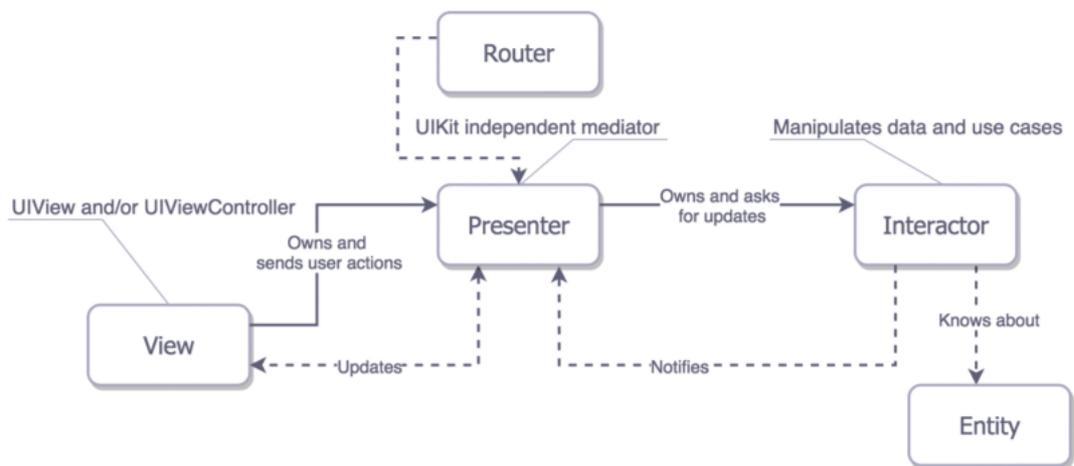


Рисунок 12.– шаблон проектирования VIPER.

Если сравнить VIPER с паттернами MV(X)-вида, то можно увидеть несколько отличий в распределении обязанностей:

- логика из Model (взаимодействие данных) смещается в Interactor, а также есть Entities — структуры данных, которые ничего не делают;
- обязанности представления UI переехали в Presenter, но без возможности изменения данных;

- VIPER является первым шаблоном, который пробует решить проблему навигации, используется Router.

Достоинства:

- Распределение. Несомненно, VIPER является лучшим в распределении обязанностей.
- Тестируемость. лучше распределение — лучше тестируемость.

Недостатки:

- Простота использования. Очевидно, что первые два преимущества идут за счет стоимости сопровождения. Необходимо будет писать огромное количество интерфейсов для классов с незначительными обязанностями.

Исходя из выше описанного VIPER является наилучшим вариантом для проектирования приложения под iOS, но есть один существенный недостаток: необходимость писать огромное количество кода. На данный момент у данной проблемы есть решение: использование кодогенератора.

CocoaPods

CocoaPods – это мощное и одновременно изящное средство управления зависимостями Cocoa-библиотек, которые разработчики используют в своих iOS и MacOS X проектах.

iOS-разработчики часто используют наработки других разработчиков. И как правило, библиотеки поставляются с исходным кодом. Обычно добавляется исходный код библиотек в проект, однажды взяв его из репозитория. Однако у такого подхода есть несколько недостатков:

- 1) Бывает сложно уследить за версиями библиотек и их связями между собой;
- 2) Нет одного общего места, где можно просмотреть список всех доступных библиотек;
- 3) Необходимо всегда помнить про то, что исходных код таких библиотек нужно обновлять;

4) Когда скачиваете исходники и добавляете в свой проект часто возникает желание изменить код библиотеки локально, что в будущем создать головную боль при обновлении библиотеки;

Средства управления зависимостями CocoaPods поможет решить многие упомянутые проблемы. CocoaPods разберется с зависимостями между библиотеками, которые вы используете, скачает их, создаст и будет поддерживать структуру проекта в надлежащем виде.

CocoaPods однозначно можно отнести к обязательным средствам в арсенале iOS-разработчика.

В заключении хочется отметить, что этап выбора языка, среды разработки и архитектуры является очень важным. Так как он определяет, как в дальнейшем будет проходить разработка и с какими сложностями столкнется разработчик. Кроме того, очень важно использовать самые удобные и современные средства для разработки, которые позволят значительно упростить разработку. В следующей главе будет описаны особенности языка и архитектуры, которые были выбраны для разработки приложения.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель данного раздела – анализ и описание финансово-экономических аспектов разработки. В данном разделе необходимо сделать оценку полных денежных затрат на проект и приближенную экономическую оценку результатов, которые могут быть достигнуты после ее внедрения. Все это позволит сделать оценку экономической целесообразности осуществления работы с помощью традиционных показателей инвестиций.

4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ

Для реализации разработки программного продукта «Мобильное приложения детектирования и распознавания текстов на изображениях для платформы IOS» необходимо реализовать ряд задач, которые связаны с техническими, научными и экономическими проблемами.

Также необходимо оценить есть ли у данной разработки коммерческий и инновационный потенциал.

В современном мире почти у каждого человека имеется смартфон. Сейчас уже сложно представить повседневную жизнь без этого карманного устройства. Мы теперь не только звоним и переписываемся с помощью мобильного телефона, но и используем его в различных целях от развлекательных до коммерческих.

В связи с этим на рынке все больше появляется различных приложений, которые смогли бы упростить пользователю жизнь. Одними из таких приложений являются приложения по распознаванию текстовой информации. Однако на данный момент они либо не так хорошо справляются с поставленной задачей, либо достаточно дорого стоят.

Таким образом, данная разработка является актуальной для области разработки мобильных приложений, в частности для приложений под iOS. Данную разработку можно использовать как в своем приложении, к примеру

приложении-переводчике с функции перевода текста с изображений. Так и один из модулей более сложных систем.

Вывод: данный проект вполне возможно коммерциализировать. Так как приложение может быть платным, либо можно продать данную разработку.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов данной разработки необходимо рассмотреть целевой рынок, а также провести его сегментирование. [26]

Целевой рынок: пользователи смартфона iPhone фирмы Apple с операционной системой iOS 11 и выше. Так как разрабатываемый программный продукт реализован для данной платформы. Также стоит отметить, что данный программный продукт может использоваться как самостоятельный, а также данную разработку можно использовать в других приложениях, что значительно расширит целевую аудиторию.

Данный проект направлен для продажи физическим лицам, а также как алгоритм для продажи компаниям, занимающимся научной и коммерческой разработкой. В связи с этим стоит построить карту сегментирования рынка.

Таблица 6 – Карта сегментирования рынка

	Цель использования	
	Научные исследования	Готовые приложения
Пользователи смартфона		
Научно-исследовательские центры		
Коммерческие компании		

Сегмент не освоен или информация не найдена

Сегмент освоен слабо

Сегмент освоен

Несмотря на полученный результат данная разработка имеет потенциал как в научных исследованиях, так и в готовых приложениях.

4.3 Анализ конкурентных технических решений

Далее проведем анализ конкурентных разработок для того чтобы оценить возможности продукта выстоять против конкуренции со стороны других программных решений.

Выбраны следующие конкурентные решения для анализа:

Yandex Translator – данный продукт выбран, так как имеет модуль для детектирования и распознавания текста

ABBYY FineReader – программа для оптического распознавания текста

Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _с	Б _{к1}	Б _{к2}	К _с	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
2. Удобство в эксплуатации	10	9	9	9	90	90	90
3. Эргономичность	8	4	6	7	32	48	56
4. Надежность	6	5	5	5	30	30	30
8. Потребность в ресурсах памяти	9	7	8	8	64	72	72
6. Простота	8	8	8	8	64	64	64

эксплуатации							
11. Качество интеллектуального интерфейса	7	7	6	6	49	42	42
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	10	10	8	10	100	80	100
3. Цена	7	7	7	2	49	49	14
Итого:	100	57	60	56	478	475	468

Анализ конкурентных технических решений определяется по следующей формуле:

$$K = \sum B_i * B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

4.4 Диаграмма FAST

FAST анализ является синонимом функционально-стоимостного анализа. Данный метод предполагает шесть стадий:

- 1) Выбор объекта FAST;
- 2) Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
- 3) Определение значимости выполняемых функций объектом;
- 4) Анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
- 5) Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;

б) Оптимизация функций выполняемых объектом;

Стадия 1. Выбор объекта FAST.

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

На данной стадии FAST-анализа выполняется анализ объект с позиции функционального устройства. Так, на данной стадии необходимо выделить и описать следующие функции объекта.

Все полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 8 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования.

Наименования детали (узла, процесса)	Количес тво деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главна я	Основ ная	Вспомо гательн ая
Модуль детектировани я	–	1. Обеспечивает детектирование текстовых областей на изображении		X	
Модуль распознавания	–	1. Обеспечивает распознавания текста на выделенных текстовых областях		X	
Модуль фильтрации	–	1. Служит как этап предобработки, для улучшения качества изображения			X
Модуль распознавания текста в	–	1. Осуществляет детектирование и распознавание в	X		

реальном времени		режиме реального			
---------------------	--	------------------	--	--	--

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом

Для того, чтобы оценить значимость функций будет проводиться метод расстановки приоритетов. Основа данного метода – расчетно-экспертное определение значимости каждой функции. Первый этап заключается в необходимости построить матрицу смежности функции (таблица 4).

Таблица 9 – Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4
Функция 1	=	=	>	<
Функция 2	=	=	>	<
Функция 3	<	<	=	<
Функция 4	>	>	>	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая.

На втором этапе необходимо преобразовать матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций (таблица 5).

Таблица 10 – Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Итого
Функция 1	1	1	1,5	0,5	4
Функция 2	1	1	1,5	0,5	4
Функция 3	0,5	0,5	1	0,5	2,5
Функция 4	1,5	1,5	1,5	1	5,5
Итого:					16

Примечание: 0,5 при «<»; 1 при «=»; 1,5 при «>».

В рамках третьего этапа осуществляется определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям (таблица 6).

Таблица 11 – значимость функций

	Значимость
Функция 1	0,25
Функция 2	0,25
Функция 3	0,15625
Функция 4	0,34375

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

На данной стадии происходит оценка уровня затрат на выполнения каждой функции. Осуществить это можно при помощи нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в таблице 7.

Таблица 12 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Наименование детали (узла, процесса)	Количество детали на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, г	Трудоемкость детали, нормо-ч	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
Модуль детектирования	–	1. Обеспечивает детектирование текстовых	–	–	–	–	3000

		областей на изображе нии					
Модуль распозна вания	–	1. Обеспечи вает распозна вания текста на выделен ных тек стовых областях	–	–	–	–	3000
Модуль фильтрац ии	–	1. Служит как этап предобра ботки, для улучшен ия качества изображе ния	–	–	–	–	2000
Модуль распозна вания текста в реальном	–	1. Осущест вляет детектир ование и	–	–	–	–	4000

времени		распознавание в режиме реального					
---------	--	----------------------------------	--	--	--	--	--

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Далее обобщим полученные данные в виде функционально-стоимостной диаграммы (рисунок 9).

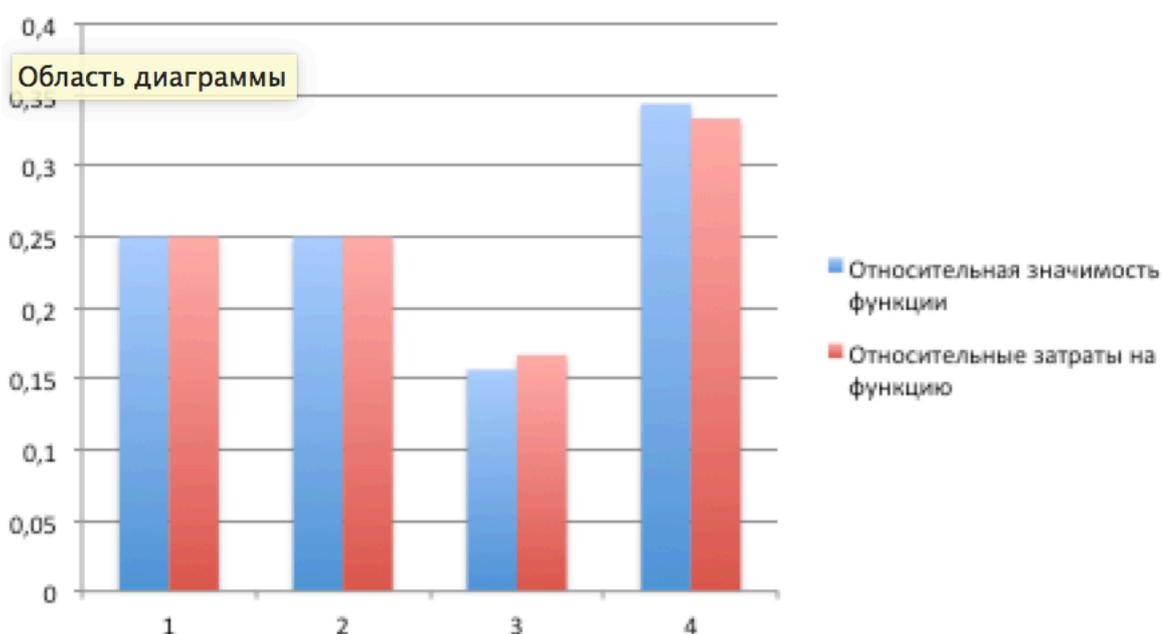


Рисунок 35.– Функционально-стоимостная диаграмма

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них. Анализ приведенной выше ФСД показывает все функции не имеют явной диспропорции. Однако это не значит, что не нужны никакие улучшения.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

В качестве конкретных шагов, которые необходимо предложить на данном этапе, выступают предложения, связанные с экономией за счет следующих пунктов:

- Применения принципиально новых алгоритмов;
- Оптимизации параметров реализованных методов;
- применения новых алгоритмов и разработок.

4.5 Матрица SWOT

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках разработки проекта. [27]

Учитывая отраслевую специфику объекта исследования магистерской диссертации необходимо провести комплексный анализ проекта.

SWOT –анализ проводится в три этапа.

Первый этап – состоит в описать сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы, которые могут повлиять на конкурентоспособность.

Таблица 13 – первый этап SWOT анализа

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1: Низкая стоимость производства.	Сл1: Отсутствие финансирования.
	С2: Большой набор функциональных возможностей.	Сл2: Отсутствие прототипа.
	С3: Низкая цена за продукт.	Сл3: Отсутствие большой команды по осуществлению проекта.
	С4: Система подходит широкому кругу пользователей.	Сл4: Отсутствие кроссплатформенности.
	С5: Данные системы пользуются популярностью.	Сл5: Отсутствие достаточного опыта в подобном рода проектах.
Возможности:		

<p>В1: Выход на более крупный рынок.</p> <p>В2:Появление большего спроса среди организаций.</p> <p>В3:Создание команды, состоящей из опытных кадров.</p> <p>В4:Снижение безработицы.</p> <p>В5:Развитие конкурентоспособности.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1:Отсутствие спроса.</p> <p>У2:Большое количество конкурентов.</p> <p>У3:Отсутствие финансирования.</p> <p>У4:Рост затрат на разработку.</p> <p>У5:Задержка выхода продукта на рынок.</p>		

Второй этап – состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно

использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 14 – второй этап SWOT анализа. Сильные стороны проекта.

Сильные стороны проекта						
Возможности		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	0	+	+	+
	B2	-	+	+	0	+
	B3	-	-	-	-	+
	B4	-	-	-	-	+
	B5	-	+	+	+	+

Таблица 15 – второй этап SWOT анализа. Слабые стороны проекта.

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	0	-	+	+
	У2	-	0	-	+	+
	У3	0	+	+	0	+
	У4	+	+	+	-	+
	У5	+	+	+	-	+

Третий этап – состоит в составлении итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 16 – третий этап SWOT анализа.

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
Возможности:	Результаты анализа	

	интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: B1C3C4C5; B2C2C3C5; B3B4B5C5;	
Угрозы:		Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У1У2Сл4Сл5; У3Сл3Сл5; У4У5Сл1Сл2Сл3Сл5;

SWOT-анализ позволил выявить слабые и сильные стороны проекта, которые могут быть учтены в соответствии с имеющимися возможностями и угрозами. Итоги SWOT-анализа учитываются при разработке проекта. Перспективы данной разработки заключаются в том, что данная разработка довольно сильно упростит жизнь пользователям. Кроме того данный проект может повлиять опыт сотрудников, увеличения числа кадров и как следствие уменьшается безработица.

4.6 Организация и планирование работ

Для организации оптимального процесса реализации проекта необходимо спланировать занятость каждого участника разработки, а также сроки проведения отдельных работ. [28]

Этот этап служит для составления полного перечня проводимых работ, определения исполнителей для данных работ, а также формируется время продолжительности работы. Для большей наглядности планирования работ

выполняется либо сетевой, либо линейный график реализации проекта. Чаще всего используется именно линейный график. Перечень приведен в таблице 12.

Таблица 17 – Перечень работ и загрузка исполнителей.

Этапы работы	Исполнители	Загрузки исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 90% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 70%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 90% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 50% И – 50%
Выбор проектных решений	НР, И	НР – 30% И – 70%
Реализация алгоритма	НР, И	НР – 10% И – 90%
Тестирование алгоритма, анализ результатов	НР, И	НР – 30% И – 70%
Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 50% И – 50%

Примечание к таблице 12:

НР – научный руководитель.

И – исполнитель.

Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может быть осуществлен двумя способами: технико-экономическим или опытно-статическим. [29]

Воспользуемся опытно-статическим методом, который реализуется при помощи следующих способов: аналоговый или вероятностный.

Для того, чтобы определить ожидаемое значение продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод (2) – метод двух оценок t_{min} и t_{max}

$$t_{ож} = \frac{3*t_{min}+2*t_{max}}{5}, \quad (2)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для того, чтобы реализовать весь план работ, перечисленных в таблице 2, необходимы следующие специалисты: исполнитель и научный руководитель.

Сделаем расчет длительности этапов в рабочих днях, далее переведем в календарные дни по следующей формуле(3):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} * K_{Д}, \quad (3)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1.2$).

Расчет продолжительности в календарных днях рассчитывается по следующей формуле (4):

$$T_{КД} = T_{РД} * T_{К}, \quad (4)$$

где $T_{РД}$ – продолжительности выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле (5):

$$T_K = \frac{365}{365-52-14}, \quad (5)$$

Длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе приведены в таблице 13.

Полученные значения этапов трудоемкости по исполнителям $T_{КД}$ позволяют построить линейный график осуществления данного проекта (таблица 14).

Таблица 18 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					Т _{РД}		Т _{КД}	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	0	4,102	0
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	4	6	4,8	5,184	0,576	6,328	0,703
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	14	12,8	4,608	10,752	5,625	13,123
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,024	0,336	3,692	0,41
Обсуждение литературы	НР, И	4	6	4,8	2,88	2,88	3,516	3,516
Выбор проектных решений	НР, И	8	10	8,8	3,168	7,392	3,867	9,024
Реализация алгоритма	НР, И	10	15	12	1,44	12,96	1,758	15,82
Тестирование алгоритма и анализ результатов	НР, И	10	14	11,6	4,176	9,744	5,098	11,89
Оформление пояснительной записки	И	10	16	12,4	0	14,88	0	18,16
Подведение итогов	НР, И	4	6	4,8	2,88	2,88	3,516	3,516
Итого:				77,6	30,72	62,4	37,5	76,17

Таблица 19 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,102	0	■										
2	6,328	0,703		■									
3	5,625	13,123		■	■								
4	3,692	0,41				■							
5	3,516	3,516				■							
6	3,867	9,024				■	■						
7	1,758	15,82					■	■					
8	5,098	11,89						■	■				
9	0	18,16							■	■			
10	3,516	3,516										■	

НР – ■
И – ■

Расчет накопления готовности проекта

Величина накопления готовности работы, которая показывает на сколько процентов выполнена работа по окончанию текущего этапа, определяется следующей формулой (6).

$$СГ_i = \frac{TP_{Hi}}{TP_{общ}} * 100, \quad (6)$$

где TP_{Hi} – нарастающая трудоемкость с момента начала работы i -го этапа;

$TP_{общ}$ – общая трудоемкость проекта.

Далее следует заполнить таблицу 15 величинами $СГ_i$ (%) и удельным весом этапа TP_i (%).

Таблица 20 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP_i	$СГ_i$ (%)
Постановка целей и задач, получение исходных данных	3,608	3,608
Составление и утверждение ТЗ	6,186	9,794
Подбор и изучение материалов по тематике	16,495	26,289
Разработка календарного плана	3,608	29,897
Обсуждение литературы	6,186	36,082
Выбор проектных решений	11,340	47,423
Реализация алгоритма	15,464	62,887
Тестирование алгоритма и анализ результатов	14,948	77,835
Оформление пояснительной записки	15,979	93,814
Подведение итогов	6,186	100

Расчет смены затрат на выполнение проекта

Затраты на создание проекта включает величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, входящих в данную разработку. Сметная стоимость ее выполнения рассчитывается по следующим статьям затрат:

- Заработная плата;
- Материалы и покупные изделия;
- Налог на социальное страхование;
- Расходы на электроэнергию (без освещения);
- Отчисления за амортизацию;
- Расходы на командировки;
- Оплата услуг связи;
- Арендная плата за используемое имущество;
- Прочие услуги (от сторонних организаций);
- Прочие, накладные расходы;

Расчет затрат на материалы

Данный проект преимущественно выполнялся на ПЭВМ, то затрат на материалы, как таковых нет. Следовательно $C_{\text{мат}} = 0$.

Расчет заработной платы

Для выполнения расчета основной заработной платы осуществляется на основе трудоемкости каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Средняя заработная плата должна рассчитываться по следующей формуле (7).

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{D_{\text{раб}}}, \quad (7)$$

где МО – месячный оклад,

$D_{\text{раб}}$ – количество рабочих дней в месяце.

В таблице 16 приведен полный расчет затрат на полную заработную плату. При данном расчете учитывается, что рабочих дней в году – 299, при 6-дневной рабочей неделе, следовательно в месяце всего 24,92 рабочих дня. Затраты на выполнение данной работы по каждому исполнителю берутся из таблицы 13.

Чтобы рассчитать в составе заработной платы таких пунктов как премия, дополнительная дополнительная зарплата и районной надбавки, используются

следующие коэффициенты: $K_{\text{ПР}} = 1,1$, коэффициент дополнительной заработной платы $K_{\text{ДОП}} = 1,188$ для шестидневной ($K_{\text{ДОП}} = 1,113$) рабочей недели и районный коэффициент $K_{\text{РК}} = 1,3$. Формула расчета (8).

$$K = K_{\text{ПР}} * K_{\text{РК}} * K_{\text{доп}}; \quad (8)$$

Таблица 21 – Затраты на основную заработную плату.

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	К	Фонд з/платы, руб.
НР	36 000	1444,62	31	1,699	76 087
И	15 000	601,93	62	1,592	59 413
Итого:					135 500

Расчет затрат на социальный налог

Данная статья расходов отвечает за отчисления по единому социальному налогу (ЕСН), который включает в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование.

Отчисления рассчитываются по следующей формуле (9):

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} * C_{\text{осн}}; \quad (9)$$

где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, он равен 27%.

Далее вычислим социальные для полученных данных:

$$C_{\text{соц}} = 0,27 * 135000 = 36450 \text{ руб}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Этот тип расходов включает в себя затраты на электроэнергию, которая расходуется в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, расчет производится по формуле (10):

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_э; \quad (10)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемое оборудованием, кВт;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час;

$Ц_э$ – тариф на 1 кВт*час.

Время работы оборудования рассчитывается исходя из итоговых данных таблицы 2 из расчета, что продолжительность рабочего дня составляет 8 часов, формула (11).

$$t_{об} = T_{рД} * K_t; \quad (11)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рД}$, в данном случае будет приравняться к 0,6.

Мощность определяется по формуле (12):

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C; \quad (12)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Для $Ц_э = 5,257$ руб./кВт*час (с НДС) заполним таблицу 17.

Таблица 22 – затраты на электроэнергию.

Наименование оборудования	Время работы оборудования, $t_{об} = T_{пд} * K_t$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $Э_{об}$, руб.
ПК	499*0,6	0,3	472,184
Итого:			472,184

Расчет амортизированных расходов

Далее проведем расчет амортизации используемого оборудования за время выполнения проекта. Для этого используется следующая формула (13):

$$C_{ам} = \frac{N_A * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_D}; \quad (13)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии, данная величина заменяется действующей ценой, содержащейся в ценниках, прайсах и пр.;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, данная величина берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

$$C_{\text{АМ}} = \frac{0,33 * 86000 * 499 * 1}{299 * 8} = 5920,41$$

Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

В ходе выполнения проекта не было совершено никаких командировок, не были привлечены сторонние организации, не арендовались никакие помещения, следовательно данную статью расходов можно приравнять к нулю.

$$C_{\text{НП}} = 0 \text{ руб.}$$

Расчет прочих расходов

Рассчитаем расходы на выполнение тех пунктов проекта, которые не были учтены ранее, т.е.

$$C_{\text{пр}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) * 0,1 \quad (14)$$

Для данного проекта:

$$C_{\text{пр}} = (0 + 135\,500 + 36\,450 + 472,184 + 5920,41 + 0) * 0,1 = 17\,784,26$$

Расчет общей себестоимости разработки

Определим общую себестоимость, объединив все затраты в таблицу 18.

Таблица 23 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	0
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	135 500
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	36 450
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	472,184
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	5920,41
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	0
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	17 784,26
Итого:		195 626,854

Следовательно, затраты на разработку проекта составили $C = 195\,626,854$ руб.

Расчет прибыли

Прибыль должна составлять 20% от расходов на разработку. Поэтому, прибыль получается равной $195\,626,854 * 0,2 = 39\,125,37$ руб.

Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку, а также полученной прибыли. Таким образом, НДС составляет $(195\,626,854 + 39\,125,37) * 0,18 = 42\,255,4$ руб.

Цена разработки НИР

Данный показатель равен сумме полной себестоимости, прибыли и НДС. Следовательно $C_{\text{НИР(КР)}} = 195\,626,854 + 39\,125,37 + 42\,255,4 = 277\,007,624$ руб.

4.7 Оценка экономической эффективности проекта

Алгоритм, который будет использоваться в проекте «Мобильное приложения детектирования и распознавания текстов на изображениях для платформы IOS» может быть использован как в самом приложении, также как часть любого другого приложения под iOS, в котором необходимо распознавание текста. Качественное детектирование и распознавание текстовой информации сильно упростит пользователю жизнь. Так как может использоваться в огромном числе приложений таких как: переводчики, сканирование документов и пр.

Данные типы приложений могут быть платными или иметь встроенные покупки, тем самым цена приложения и количество скачивания может определять экономическую эффективность проекта.

Оценка научно-технического уровня НИР

Влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области характеризуется научно-техническим уровнем. Для того, чтобы оценить научную ценность, техническую значимость и эффективность, выполняемы и планируемые НИР будет использоваться метод балльных оценок.

Суть данного метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле (15):

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i * n_i \quad (15)$$

где $K_{НТУ}$ – коэффициент научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах;

Таблица 24 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Ri
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	00,3
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа, мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	00,2
Возможность реализации	Время реализации в течении первых лет	00,5

Таблица 25 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика признака НИР	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 26 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ,	8

взаимодействие между факторами с наличием объяснений	
Разработка способа (алгоритм, программа и т.д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 27 – Возможность реализации научных, теоретических результатов по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Таблица 28 – Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Далее сведем частные оценки уровня n_i и их краткое обоснования рассматриваемого проекта в таблице 24.

Таблица 29 – Сводная таблица оценки научно-технического уровня НИР

Фактор НТУ	Значимость	Уровень фактора	Балл	Обоснование выбранного балла
Уровень новизны	0,4	Относительно новая	4	Несколько известных методов применены с определенном сочетании, ранее не

				использованном
Теоретический уровень	0,1	Разработка способа	6	Разработан алгоритм, позволяющий детектировать и распознавать текст
Возможность реализации	0,5	В течении первых лет	10	Интеграция в различные системы, где необходимы элементы детектирования и распознавания текста

Исходя из оценки всех признаков, показатель научно-технического уровня для данного проекта составил:

$$K_{НТУ} = 0,3 * 4 + 0,2 * 6 + 0,5 * 10 = 7,4$$

Данный результат согласно таблице 13 имеет средний уровень научно-технического эффекта.

Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Для определения эффективности необходимо рассчитать интегральный показатель. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Формула интегрального финансового показателя разработки (16):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (16)$$

Где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующие численное увеличение бюджета затрат на разработку разрах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разрах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как данная разработка имеет одно исполнение, то

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{195\,626,854}{195\,626,854} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (17):

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^p \quad (17)$$

Где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки;

n – число параметров сравнения.

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент	Текущий проект
----------	---------------------	----------------

1. Удобство в эксплуатации	0,1	5
2. Эргономичность	0,15	4
3. Надежность	0,2	4
4. Потребность в ресурсах памяти	0,15	4
5. Простота эксплуатации	0,3	4
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4
Итого:	1	25

$$I_{\text{ТП}} = 5 * 0,1 + 4 * 0,15 + 4 * 0,2 + 4 * 0,15 + 4 * 0,3 + 4 * 0,1 = 4,1$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финр}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле: (18)

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}, \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (18)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта (19):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (19)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная характеристика проекта.

Таблица 31 – сравнительная эффективность проекта

№ п/п	Показатели	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,1
3	Интегральный показатель	0,244

	эффективности	
4	Сравнительная эффективность исполнения	–

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять какой вариант решения является максимально эффективным с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Но т.к. данная задача имеет не имеет особо различающихся по бюджету вариантов, то здесь возможен только один вариант.

4.8 Потенциальные риски

Идентифицированные риски проекта включают в себя в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Риски, которые могут возникнуть при реализации проекта приведены в таблице 27.

Таблица 32 – Риски проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Условия наступления
1	Неправильный выбор метода оценки	Недостаточная идентификация рисков	Возможно	Существенный	Высокий	Недостаточно изучены методы оценки деятельности и организации
		Невозможно применить на практике				
2	Субъективнос	Уровень риска	Вероят	Средн	Высок	Нехватка

	ть при оценке рисков	оценен неверно	но	ий	и	необходимой информации для оценки рисков
3	Низкая эффективность проведенной работы	Потери организации во временном и материальном ресурсе	Маловероятно	Существенный	Существенный	Неправильно выбранный метод оценки, знания специалистов в недостаточны
4	Риски недостаточно идентифицированы	Мероприятия по снижению рисков не проведены, как следствие, большая вероятность их возникновения	Возможно	Средний	Средний	Способ идентификации рисков выбран неверно, отсутствует необходимая информация

6 СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Обзор алгоритмов детектирования текстовых областей на изображениях и видеозаписях [Электронный ресурс] = A review of algorithms for text detection in images and videos / Ю. А. Болотова, В. Г. Спицын, П. М. Осина // Компьютерная оптика : научный журнал / Институт систем обработки изображений Российской академии наук. — 2017. — Т. 41, № 3. — [С. 441-452]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <https://doi.org/10.18287/2412-6179-2017-41-3-441-452>
2. Text detection algorithm on real scenes images and videos on the base of discrete cosine transform and convolutional neural network [Electronic resources] / P. M. Osina, Yu. A. Bolotova, V. G. Spitsyn // Control and Communications (SIBCON-2017) : proceedings of the XIII International Siberian Conference, June 29–30, 2017, Astana, Kazakhstan. — [S. I.]: IEEE, 2017. — [17082656]. — Title screen. — Доступ по договору с организацией-держателем ресурса. Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/SIBCON.2017.7998591>