

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы локализации мобильной робототехнической платформы в условиях заранее известной среды

УДК 004.93:621.865.8:004.896

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Шеломенцев Егор Евгеньевич	-		
Руководитель ООП	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Петухов Олег Николаевич	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н., доцент		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
P3	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
<i>Универсальные компетенции</i>	
P6	Интегрировать знания в области анализа, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем со знаниями из смежных областей
P7	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.
P8	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P10	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности
P12	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Мамонова Т.Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич

Тема работы:

Разработка системы локализации мобильной робототехнической платформы в условиях
заранее известной среды

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3047/с от 27.04.2018
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

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>	<ol style="list-style-type: none">1. Существующие алгоритмы распознавания изображений и локализации роботов2. Требование разработать систему компьютерного зрения для малопроизводительных автономных роботов
---	--

<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, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение обзора существующих методов определения местоположения. 2. Описание среды, в которой робот должен локализоваться. 3. Выбор технологий и подходов для разработки собственных алгоритмов распознавания изображений и визуальной локализации. 4. Реализация алгоритмов распознавания изображений и визуальной локализации с помощью выбранных технологий. 5. Тестирование и отладка программной компоненты в реальных условиях.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Блок-схемы алгоритмов распознавания изображений и визуальной локализации
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Петухов Олег Николаевич, доцент ОСГН, к.э.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева Ирина Ивановна, ассистент ОКД</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>01.03.2018</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР	Шеломенцев Егор Евгеньевич	-		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич		01.03.2018

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Уровень образования – бакалавриат
Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения: весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма выполнения работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2018	Основная часть	60
24.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
15.05.2018	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР	Шеломенцев Егор Евгеньевич	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 70 страниц, включает в себя 16 рисунков, 21 таблицу и 4 приложения. При работе были использованы 29 источников литературы.

Ключевые слова: локализация, мобильная робототехника, компьютерное зрение, распознавание объектов, визуальный ориентир.

Цель работы – разработать систему локализации для мобильного робота.

Объектом исследования является практическая часть разработки программного обеспечения для видеокамеры, которое реализует алгоритмы распознавания объектов и локализации на футбольном поле по правилам RoboCup.

Область внедрения данной работы – это программное обеспечение для малоразмерных мобильных роботов.

В работе выполнен анализ текущих решений в области локализации мобильных роботов, а также разработаны алгоритмы распознавания двух типов объектов и алгоритм определения местоположения робота относительно распознанных объектов. Разработанное программное обеспечение было протестировано на малоразмерном антропоморфном роботе Robotis OP-2 в лабораторных условиях. По итогам тестирования была оценена погрешность алгоритма локализации, а также выявлены проблемы текущей реализации и предложены идеи для их устранения.

Определения

В пояснительной записке использовались следующие термины с соответствующими определениями:

компьютерное зрение: Научная дисциплина, изучающая теорию и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений.

локализация: Процесс определения местоположения.

распознавание объектов: Научное направление, связанное с разработкой принципов и построением систем, предназначенных для определения принадлежности данного объекта к одному из заранее выделенных классов объектов.

визуальный ориентир: Опорная точка (объект) в пространстве, необходимая для локализации.

GPS: Спутниковая система навигации, определяющая местоположение объектов на Земле.

Обозначения и сокращения

HSV – Hue, Saturation, Value, оттенок, насыщенность, значение.

FPS – frames per second, количество кадров в секунду.

GPS – global positioning system, система глобального позиционирования.

RAM – random access memory, оперативная память.

SLAM – simultaneous localization and mapping, метод одновременной локализации и построения карты.

RFID – Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация

Оглавление

Введение	11
1 Обзор аналогов	12
1.1 Системы глобального позиционирования	13
1.2 Системы позиционирования с помощью сотовых сетей и сетей Wi-Fi.....	13
1.3 SLAM.....	14
1.4 Пассивная радиочастотная идентификация.....	16
1.5 Локализация по визуальным маркерам	16
1.6 Сравнение методов локализации	17
2 Описание среды, в которой находится робот	18
3 Разработка алгоритма локализации	20
3.1 Распознавание объектов в среде	23
3.1.1 Искусственные нейронные сети	23
3.1.2 Поиск объекта по шаблону.....	24
3.1.3 Выделение объектов по цвету.....	24
3.1.4 Поиск ориентиров с использованием преобразования Хафа.....	25
3.2 Разработка алгоритма распознавания прямолинейных ориентиров	25
3.3 Разработка алгоритма распознавания круглых ориентиров	27
3.4 Разработка алгоритма локализации с использованием информации о воротах	28
3.4.1 Измерение расстояния до ориентира.....	28
3.4.2 Определение положения робота	30
3.4.3 Корректировка направления робота.....	31
3.5 Выявленные проблемы	31
3.6 Идеи для улучшения	32
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	34
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	34
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	34
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	34
4.1.3 Технология QuaD	35
4.1.4 SWOT – анализ	36
4.1.5 Морфологический анализ.....	37
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	38
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	38
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	40

4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	43
4.3	Бюджет научно-технического исследования.....	44
4.3.1	Расчет материальных затрат.....	44
4.3.2	Основная заработная плата исполнителям темы.....	45
4.3.3	Дополнительная заработная плата.....	46
4.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды	47
4.3.5	Накладные расходы.....	47
4.3.6	Контрагентные расходы	48
4.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	48
4.3.8	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности ресурсов	48
5	Социальная ответственность	51
5.1	Производственная безопасность	51
5.1.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	52
5.1.2	Повышенный уровень шума	53
5.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	54
5.1.4	Повышенная или пониженная влажность воздуха	55
5.1.5	Повышенная нагрузка на позвоночник	56
5.1.6	Электробезопасность	56
5.2	Экологическая безопасность	57
5.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	58
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
5.4.1	Особенности законодательного регулирования проектных решений	59
5.4.2	Эргономические требования к рабочему месту	60
	Заключение.....	62
	Список публикаций.....	63
	Список использованных источников	64
	Приложение А. Блок-схема алгоритма распознавания прямолинейных ориентиров	67
	Приложение Б. Блок-схема алгоритма распознавания круглых ориентиров	68
	Приложение В. Блок-схема алгоритмов измерения расстояния и локализации	69
	Приложение Г. Блок-схема главной функции программы робота	70

Введение

В настоящее время разрабатывается и продается огромное количество роботов. Среди всех роботов, особенно выделяется рынок мобильных автономных роботов, претерпевающий значительный рост. Только за 2013 – 2014 гг. можно заметить увеличение количества продаж на 150% [1].

Очевидно, что для ориентации в пространстве подобные роботы должны обладать пригодными для этой задачи сенсорами. Если требуется обеспечить навигацию вне помещений логично использовать GPS-приемники и сотовые модули, для навигации внутри помещений чаще всего используют лидары, Wi-Fi и Bluetooth-приемники, пассивные радиочастотные метки и видеокамеру [2].

Наиболее универсальным сенсором является видеокамера. Получаемую с нее информацию можно использовать и для распознавания объектов, и для навигации робота, а малые габариты современных видеокамер позволяют уменьшить и габариты роботов, где это необходимо. Несмотря на высокую вычислительную производительность современных компьютеров, в малогабаритных роботах зачастую устанавливают менее производительные решения, в том числе и для обеспечения более продолжительного времени автономной работы, что является большим плюсом для мобильных роботов.

В связи с этим возникает потребность в алгоритмах определения местоположения, использующих минимальное количество вычислительных ресурсов, чтобы робот мог эффективно выполнять поставленные перед ним задачи.

Целью данной работы является разработка системы локализации мобильных роботов в условиях заранее известной среды.

Основные задачи исследования:

1. провести анализ существующих способов определения местоположения роботов и распознавания объектов на изображении;
2. разработать алгоритмы распознавания объектов в среде;
3. разработать алгоритм определения местоположения робота, используя информацию о ранее распознанных объектах;

4. провести тестирование системы для оценки точности позиционирования.

Под объектом исследования понимается разработка алгоритмов распознавания объектов на изображении с целью определения роботом своего местоположения в среде.

Предметом исследования является обзор различных способов локализации роботов, алгоритмы распознавания объектов на изображении.

Научная новизна работы заключается в исследовании возможности использования минимального количества информации об объектах среды, в которой находится робот с целью определения им своего местоположения, используя в качестве сенсора только видеокамеру. Также проведенный анализ возникших проблем и предложенные решения для их устранения создают почву для дальнейшей научной работы.

Практическая значимость результатов бакалаврской работы заключается в возможности использования разработанной системы локализации мобильных роботов в соревнованиях RoboCup мирового уровня, а также при обучении студентов направления «Мехатроника и робототехника» с целью повышения качества образования.

Часть результатов данной работы (распознавание объектов) была успешно применена на двух чемпионатах RoboCup российского уровня и одном чемпионате мирового уровня [3; 4; 5].

Разработанная система распознавания объектов и локализации будет применена в будущих чемпионатах RoboCup мирового уровня.

1 Обзор аналогов

Имеющиеся на данный момент мобильные роботы по-разному решают задачу определения своего местоположения. В данном разделе будут представлены описания каждого из способов локализации, а также особенности используемых сенсоров. В конце раздела будет выбран датчик, который будет использоваться для получения информации о среде и дальнейшего определения местоположения.

1.1 Системы глобального позиционирования

Наиболее распространенными системами глобального позиционирования являются системы GPS и ГЛОНАСС. Для использования данных систем робот должен быть оборудован приемником сигнала со спутников. Для определения местоположения необходимо наличие сигнала минимум от четырех спутников.

Основными недостатками подобных систем являются низкая точность позиционирования (около двух метров), а также практически полная невозможность работы внутри помещений [6]. Возможно также частичное или полное глушение сигнала специальными устройствами, что исключает возможность использования сигнала от спутников. Подобные системы устанавливаются, в основном, в крупных мобильных роботах, которые передвигаются на большие расстояния по открытой местности и высокая точность позиционирования не является для них первостепенной. Использование подобных систем малогабаритными роботами, которым необходимо осуществлять позиционирование внутри помещений, является бесполезным и не позволяет решать поставленные перед роботом задачи.

1.2 Системы позиционирования с помощью сотовых сетей и сетей Wi-Fi

Для определения местоположения по базовым станциям и точкам доступа Wi-Fi необходимо, чтобы робот находился в радиусе действия сигнала от источника. Достаточно одного источника сигнала для грубой оценки положения робота. В данном случае точность позиционирования определяется максимальным радиусом действия источника сигнала. Для базовых станций точность варьируется от 100 до 1500 метров. С целью повышения точности позиционирования применяют методы триангуляции и трилатерации, пример представлен на рисунке 1. В таком случае точность позиционирования с использованием сотовых сетей может достигнуть значения в 150 – 200 метров, а в случае с Wi-Fi – 0.5 метров [7].

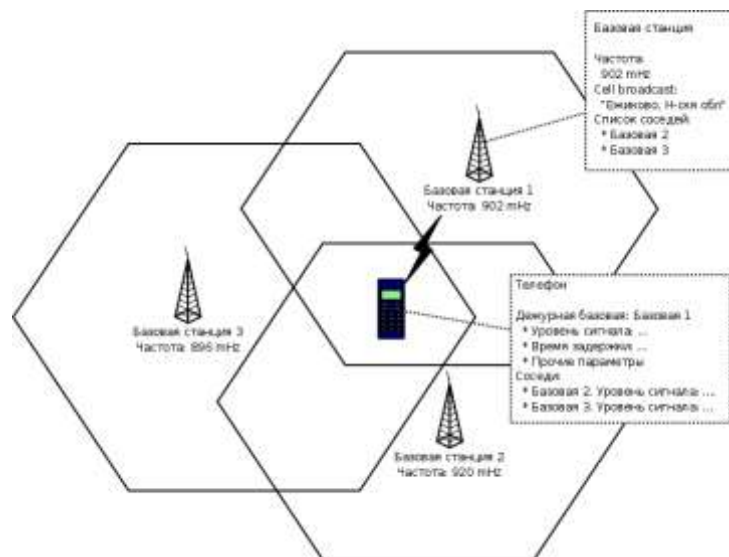


Рисунок 1 – Определение местоположения по базовым станциям

Как и в случае с системами глобального позиционирования, при использовании сигнала от базовых станций или точек доступа Wi-Fi, робот должен быть оснащен соответствующим приемником сигнала. Сигнал от базовых станций и точек доступа Wi-Fi также можно легко заглушить, что снижает точность позиционирования, либо полностью исключает возможность использования данных методов. И если в случае с Wi-Fi получится обеспечить необходимую точность, то вероятное перемещение точек доступа Wi-Fi не может гарантировать работу такой системы позиционирования в долгосрочной перспективе.

1.3 SLAM

Метод одновременной локализации и построения карты используется в мобильных роботах для ориентации в неизвестном пространстве путем построения карты или обновления уже имеющейся карты с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути, пример построения карты и отслеживания траектории движения робота приведен на рисунке 2. Наиболее популярные подходы к решению данной задачи чаще всего включают в себя фильтр частиц и расширенный фильтр Калмана. Применение SLAM можно наблюдать в беспилотных автомобилях и летательных аппаратах, планетоходах, подводных автономных судах, роботах, осуществляющих

движение внутри помещений, а также роботах, перемещающихся внутри человеческого тела [8].

Работа любого из методов SLAM подразумевает возможность определять расстояние до объектов внешнего мира, а также оценивать смещение текущего положения робота относительно предыдущего. Для оценки расстояния используются различные механизмы определения расстояния: лазерные дальномеры, лидары, а также одометры. Для замены дальномеров возможно использование видеокамер, в том числе стереокамер и 3D-камер [9]. Использование камер неизбежно ведет к погрешности при измерениях, вызванной однородностью среды, из-за чего определить расстояние практически невозможно. Немаловажным является и тот факт, что использование камеры для построения карты и локализации негативно влияет на скорость работы метода, поскольку роботу приходится сталкиваться анализом огромного количества данных из видеопотока.



Рисунок 2 – Пример построения роботом карты помещения и локализации

Стоит отметить, что использование единственной камеры для реализации SLAM значительно снижает точность измерения расстояния от робота до точек пространства по сравнению с использованием стереокамер. Сниженная точность измерений влечет за собой низкую точность позиционирования. Использование стереокамеры, в свою очередь, приводит к увеличению вычислительной

сложности SLAM, т. к. в данном случае приходится обрабатывать сразу два видеопотока.

В итоге, для реализации SLAM требуется либо внедрение дополнительных сенсоров, измеряющих расстояние, в систему робота, что повышает его стоимость, габариты, но позволяет добиться повышенного быстродействия, либо использование стереокамеры, что также увеличивает стоимость и габариты, и, к тому же, повышает нагрузку на вычислительную систему робота и снижает автономность. Использование единственной камеры позволяет снизить габариты и стоимость, но понижает точность позиционирования, либо не позволяет осуществить его в случае однородной среды.

1.4 Пассивная радиочастотная идентификация

Пассивная радиочастотная идентификация используется для навигации роботов в складских помещениях и заключается в использовании штрих-кодов или магнитных меток, равномерно распределенных по площади помещения. Подобные системы используют RFID метки, где каждой метке присвоен свой уникальный номер, и установленные на роботах считыватели, генерирующие радиоизлучение. При попадании в поле действия считывателя в электрической цепи метки появляется ток и считыватель может получить содержащуюся в метке информацию [10]. Точность позиционирования при использовании RFID меток напрямую зависит от их количества – чем больше меток, тем точнее позиционирование. Однако, увеличение количества меток повышает стоимость таких систем. И если для определения местоположения робота в помещении такой метод еще актуален, то для роботов, передвигающихся вне помещений, данный метод теряет свою эффективность.

1.5 Локализация по визуальным маркерам

Если требуется обеспечить локализацию, используя только лишь информацию с камеры, то возможно использование визуальных маркеров. Процесс определения положения в данном случае заключается в следующем:

1. размещение визуальных маркеров и определение их положения в мировой системе координат;
2. обнаружение и идентификация маркеров (получив кадр окружающей местности с камеры, происходит поиск маркеров на изображении);
3. позиционирование камеры относительно маркера (поскольку на изображении может присутствовать несколько маркеров, необходимо выбрать тот, относительно которого определение ориентации и положения произведется с меньшей погрешностью).

Для того, чтобы было возможно применять данный метод, маркеры должны быть уникальными для отождествления каждого маркера с разных позиций, образцы маркеров представлены на рисунке 3. Определение расстояния до маркеров осуществляется по их размеру на изображении и искажению в перспективе. Анализируя расстояние до каждого маркера и направление камеры робот получает информацию о своем местоположении. Данный метод позволяет добиться точности позиционирования в 20 – 30 сантиметров в помещении площадью около 20 м² [11]. Минусом данного метода можно отметить само наличие визуальных маркеров. Существуют среды, где добавление подобной информации недопустимо.

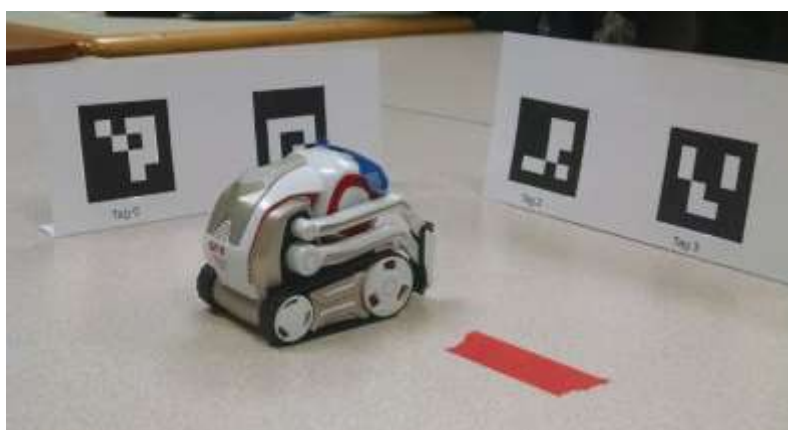


Рисунок 3 – Локализация с использованием визуальных маркеров

1.6 Сравнение методов локализации

По всем рассмотренным методам была составлена сводная таблица 1, в которой в строках отмечены методы локализации. По вертикали отмечены особенности метода.

Таблица 1 – Сравнительный анализ решений

Тип системы локализации	Точность, метры	Радиус действия, метры	Отслеживание положения	Стоимость
GPS/ГЛОНАСС	2-3	∞	Да	Низкая
Сотовая сеть/Wi-Fi	0.5-150	∞	Да	Низкая
SLAM	0.3-0.5	До 100	Да	Высокая
Пассивная RFID	0.5-1	От 0.5	Нет	Высокая
По визуальным маркерам	0.2-0.3	До 10	Да	Низкая

Если требуется осуществлять определение местоположение робота на небольшом расстоянии (до 10 метров), то возможным решение будет использование Wi-Fi, SLAM, RFID и локализации по маркерам. Поскольку большинство мобильных роботов в настоящее время оснащены камерами, имеет смысл не устанавливать дополнительные датчики, чтобы сохранить габариты робота и его стоимость. Тогда наиболее рациональным будет являться локализация по визуальным ориентирам с использованием камеры.

2 Описание среды, в которой находится робот

Для того, чтобы определиться с распознаваемыми ориентирами, необходимо проанализировать среду, в которой будет действовать робот. Это поможет понять, нуждается ли среда во внесении дополнительных ориентиров (например, визуальных маркеров), или же возможно использование уже имеющихся в среде ориентиров для осуществления локализации относительно них.

В качестве среды будет выступать футбольное поле, соответствующее правилам RoboCup [12]. RoboCup является набором международных соревнований с целью создания более совершенных роботов в области домашней, спасательной, сервисной и образовательной робототехники. В частности, в рамках образовательной робототехники проходят соревнования по робо-футболу, способствующие развитию компьютерного зрения,

искусственного интеллекта, управления антропоморфными роботами и мультиагентными системами.

Поле представляет собой поверхность из искусственной травы высотой 30 мм с нанесенной на нее разметкой толщиной 5 сантиметров. По двум краям поля установлены ворота белого цвета. Параметры поля приведены на рисунке 4 и в таблице 2.

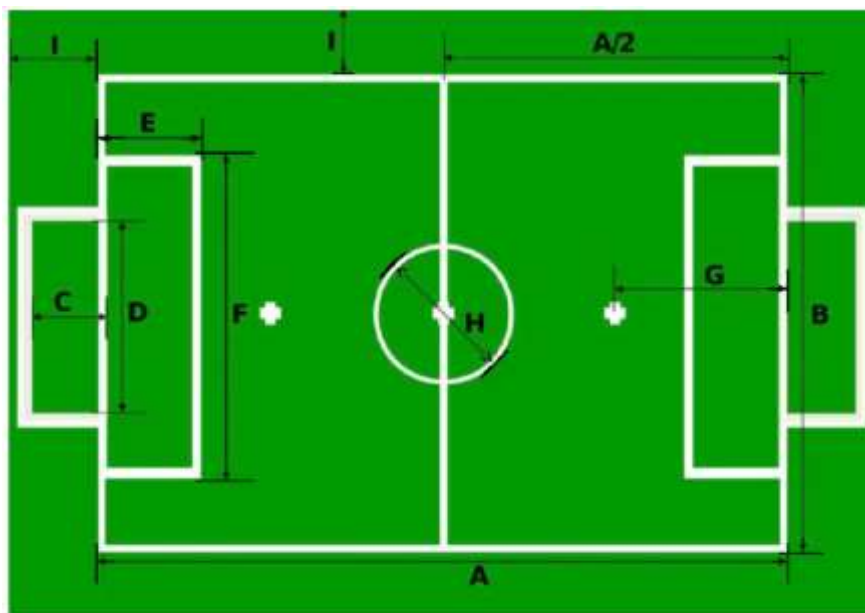


Рисунок 4 – Схема футбольного поля по правилам RoboCup

Таблица 2 – Параметры среды

Параметр	Обозначение	Размер, м.
Длина поля	A	9
Ширина поля	B	6
Глубина ворот	C	0.6
Ширина ворот	D	2.5
Высота ворот		1.2
Длина зоны ворот	E	1
Ширина зоны ворот	F	5
Расстояние до отметки пенальти	G	2.1
Диаметр центрального круга	H	1.5
Расстояние от разметки до границы поля	I	0.7

В процессе игры на поле может находиться не более четырех роботов от каждой команды, а также мяч сферической формы, поверхность которого не менее, чем на 50% окрашена в белый цвет. Вся эта информация приводит нас к тому, что для локализации возможно использовать информацию о разметке и воротах – статичных ориентирах, и о мяче – динамичном ориентире.

3 Разработка алгоритма локализации

Специальная часть ВКР не допущена к защите по специальному решению кафедры

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	– Тариф на электроэнергию – 5,257 руб./кВт·ч.; – Оклад студента – 1850 руб. в месяц; – Оклад руководителя проекта – 13824 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Годовая норма амортизации составляет 40 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	– Методы коммерциализации результатов инженерных решений; – SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	– Определение трудоемкости выполнения работ; – Расчет материальных затрат НИИ; – Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; – Отчисления во внебюджетные фонды; – Накладные расходы; – Проведение анализа безубыточности проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя финансовой эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Петухов Олег Николаевич	к.э.н., доцент		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич		01.03.2018

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Целью экономического раздела является проведение детального анализа проекта по критериям конкурентоспособности и ресурсоэффективности, оценка перспективности проекта, определение трудоемкости и графика работ, а также расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того, чтобы определить потенциальных потребителей, необходимо определить целевой рынок и провести его сегментирование. Целевым рынком является рынок мобильной робототехники, а потребителями являются образовательные учреждения и владельцы складов, нуждающихся в автоматизации.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Конкурентные решения для локализации используют различные датчики, в том числе лазерные дальномеры, энкодеры, а также видеокамеры. При использовании большого количества датчиков увеличиваются массогабаритные показатели роботов, а также их стоимость. С целью уменьшения данных параметров в данной работе предлагается использовать для локализации только видеокамеру. По сравнительному анализу конкурентных решений была составлена таблица 4.

Таблица 4 – Карта сегментации рынка

		Дополнительный датчик		
		Видеокамера	Энкодер	Нет
Основной датчик	Энкодер	Одометрия + визуальная одометрия	-	Одометрия
	Лазерный дальномер	SLAM	SLAM + одометрия	SLAM
	Видеокамера	-	Локализация по ориентирам + одометрия	Локализация по ориентирам

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) – это инструмент измерения характеристик, который описывает качество новой разработки, а также ее перспективность на рынке. Технология позволяет принимать решение о целесообразности вложения капитала в НИР и может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов. Оценочная карта представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,05	80	100	0,80	0,04
2. Помехоустойчивость	0,04	60	100	0,60	0,024
3. Надежность	0,07	80	100	0,80	0,056
4. Мобильность	0,16	70	100	0,70	0,16
5. Персонализация	0,06	100	100	1,00	0,06
6. Безопасность	0,16	70	100	0,70	0,16
7. Функциональная мощность	0,09	80	100	0,80	0,072
8. Простота пользования	0,09	100	100	1,00	0,09
9. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	40	100	0,40	0,034
10. Ремонтопригодность	0,08	50	100	0,50	0,044
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
11. Перспективность рынка	0,05	100	100	1,00	0,05
12. Цена	0,07	100	100	1,00	0,07
Итого	1			9,9	0,823

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i \cdot 100 = 0,823 \cdot 100 = 82,3, \quad (4)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки; P – средневзвешенное значение показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя.

Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Из таблицы можно сделать вывод, что разработку можно считать перспективной.

4.1.4 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Такой анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Составленная матрица SWOT представлена в таблице 6.

Таблица 6 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Невысокая стоимость. С2. Гибкость настройки. С3. Надежность. С4. Экономичное использование вычислительных ресурсов.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Неполная совместимость разрабатываемого ПО с ПО робота Сл2. Отсутствие финансирования. Сл3. Сложность создания площадки для тестирования ПО. Сл4. Отсутствие репутации на рынке.</p>
--	--	---

<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Заинтересованность со стороны крупных компаний. В3. Продажа программного обеспечения осуществляется проще, чем продажа роботов</p>	<p>При использовании инфраструктуры ТПУ можно снизить стоимость проекта. Новизна разработки состоит именно в заложенном алгоритме локализации, что позволяет продавать только алгоритм, а не робота целиком.</p>	<p>Появление дополнительного спроса на рынке может способствовать финансированию проекта. Проводя исследования на базе ТПУ можно разработать прототип и получить известность на рынке.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на алгоритм, использующий только один датчик. У2. Низкая скорость разработки. У3. Введение требований к продаваемому ПО. У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p>Невысокая цена и хорошая функциональность способствуют повышению спроса. Требования крупных компаний могут превышать функционал системы локализации</p>	<p>Необходимо разработать прототип для того, чтобы выйти на рынок и заполучить репутацию.</p>

4.1.5 Морфологический анализ

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, которые вытекают из закономерностей объекта исследования. Анализ охватывает все возможные варианты. Путем комбинирования вариантов можно получить большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Составим таблицу 7, в которой будут отражены возможные варианты исполнения по различным проблемам разработки.

Таблица 7 - Морфологическая матрица для алгоритма компьютерного зрения

Характеристика	Варианты исполнения		
	1	2	3
Объект для распознавания	Все объекты в помещении	Вертикальные ориентиры	Элементы на поверхности
Вычислительная сложность алгоритма	Высокая	Низкая	Средняя
Датчик	Лазерный дальномер	Видеокамера	Видеокамера, светочувствительный датчик

На данный момент на рынке нет алгоритма, требующего низких вычислительных ресурсов, дающего приемлемую точность локализации и использующего только видеокамеру.

Поскольку желательно разработать высокопроизводительную, простую и дешевую систему локализации, в качестве варианта исполнения будут распознаваться вертикальные объекты (не изменяют своих свойств при изменении угла обзора), а также использоваться видеокамера, как основной источник информации.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для организации НИР применяются различные методы экономического планирования с целью более эффективного использования времени и рабочей силы, а также снижения трудозатрат. Планирование НИР заключается в:

1. составлении перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи;
2. определении участников;
3. установлении продолжительности в рабочих днях;
4. построении линейного графика и его оптимизации.

Примерный порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 8. В таблице и далее используются следующие сокращения:

1. НР – научный руководитель;
2. С – студент.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ этапа	Содержание работ	Исполнитель
Разработка задания	1	Постановка задачи	НР
Выбор направления исследования	2	Обзор научно-технической базы	НР, С
	3	Разработка и утверждение ТЗ	НР, С
	4	Составление календаря проекта	С
	5	Разработка вариантов исполнения проекта	НР, С

Теоретические исследования	6	Разработка алгоритма работы	С
	7	Проектирование архитектуры программы	С
	8	Программирование и отладка алгоритма	С
Экспериментальные исследования	9	Тестирование работы алгоритма	С
	10	Обработка полученных результатов	НР, С
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки	С
	12	Оформление графического материала	С

На первом этапе происходит постановка цели и задачи исследования – разработка и реализация алгоритмов распознавания изображений по видеопотоку в задачах слежения за объектами. Тематика выбирается научным руководителем и обсуждается со студентом.

На втором этапе студент производит поиск научной литературы по предоставленной тематике для ознакомления и изучения необходимого материала. В дальнейшем данный материал будет использоваться для проведения исследований и разработки устройства.

На третьем этапе студент совместно с научным руководителем разрабатывают общее содержание ВКР. Данный документ является основополагающим при проведении дальнейшего исследования и разработки.

На четвертом этапе составляется календарный план выполнения работ с учётом линейного графика обучения.

На пятом этапе осуществляется разработка архитектуры программного продукта. Для этого составляются требования к функционалу программы. Далее выбирается парадигма программирования. Для упрощения внесения будущих изменений функционал программы разбивается на несколько независимых друг от друга компонент. Для данных компонент составляются диаграммы классов и блок-схемы функций для визуализации порядка работы алгоритма.

На шестом этапе студентом пишется код для программы на выбранном языке программирования. Затем на этапе тестирования происходит оценка работы алгоритма: быстрдействие, точность, робастность.

На восьмом, девятом и десятом этапе студент, под руководством научного руководителя занимается интерпретацией и обработкой результатов, а также оформлением пояснительной записки и графического материала (графические материалы результатов исследования, презентация проекта).

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Наиболее ответственной частью экономических расчетов по теме является расчет трудоемкости работ, так как трудовые затраты составляют основную часть стоимости НИР. Под трудоемкостью работ понимают максимально допустимые затраты труда в человеко-днях на выполнение НИР с учетом организационно технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

Так как отсутствует нормативная база по проводимым работам, а также достоверная информация о процессе выполнения подобных работ иными исполнителями, воспользуемся экспертным способом оценки продолжительности выполнения запланированных работ.

Определим ожидаемое время проведения работ, длительность этапов в рабочих и календарных днях, по формулам, воспользовавшись формулой:

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

где $t_{ож}$ – ожидаемое время выполнения i -го этапа работ; t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств); t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств).

Ожидаемое, минимальное и максимальное время исполнения в предложенной выше формуле, оцениваются в рабочих днях на человека. Произведем перевод этих величин в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K, \quad (6)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;
 T_{PD} – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях; T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях. Рассчитывается по формуле:

$$T_K = \frac{T_{KL}}{T_{KL} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (7)$$

где T_{KL} – календарные дни ($T_{KL} = 365$); $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);
 $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

В свою очередь рабочие дни рассчитываются по следующей формуле:

$$T_{PD} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_D, \quad (8)$$

где $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей; K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_D = 1 - 1.2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Для простоты расчетов примем K_D и $K_{ВН}$, равными единице. Тогда формула для расчета календарных дней преобразуется в следующую:

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K = t_{ож} \cdot T_K = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} \quad (9)$$

Воспользовавшись данными из таблицы 4, приведенными выше формулами, произведем расчет продолжительности выполнения работ студентом в календарных днях. Результаты расчетов представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ, чел-дни						Длительность работ в рабочих днях $T_{РД}$	Длительность работ в календарных днях $T_{КД}$		
	t_{min}		t_{max}		$t_{ож}$					
	Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Одновременное выполнение работ		Одновременное выполнение работ	
							Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель
Постановка задачи	5	3	8	6	6,2	4,2	3,1	2,1	5	1
Обзор научно-технической базы	7	2	10	4	12	2,8	4,5	1,4	5	3
Разработка и утверждение ТЗ	7	1	12	2	9	1,2	4,5	0,7	7	2
Составление календаря проекта	3	0	5	0	3,8	0	3,8	0	6	0
Разработка вариантов исполнения проекта	9	2	16	7	11,8	3,2	5,9	2,6	8	4
Разработка алгоритма работы	3	0	8	0	5	0	5	0	8	0
Проектирование архитектуры программы	7	0	14	0	9,8	0	9,8	0	15	0
Программирование и отладка алгоритма	7	0	10	0	8,2	0	8,2	0	13	0
Тестирование работы алгоритма	3	0	7	0	4,6	0	4,6	0	7	0

Обработка полученных результатов	6	4	14	8	9,2	5,6	4,6	2,8	7	5
Составление пояснительной записки	5	0	10	0	7	0	7	0	11	0
Оформление графического материала	10	5	14	8	11,6	6,2	5,8	3,1	9	5
Итого									114	34

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 6 создадим диаграмму Ганта.

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Этап	Исполнитель	$T_{КД}$	Продолжительность выполнения работ														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
1	Постановка задачи	НР	1	1														
		С	5	2														
2	Обзор научно-технической базы	НР	3		1													
		С	7		2													
3	Разработка и утверждение ТЗ	НР	2			1												
		С	7			2												
4	Составление календаря проекта	С	6				3											
5	Разработка вариантов исполнения проекта	НР	4				1											
		С	8				2											
6	Разработка алгоритма работы	С	8					3										
7	Проектирование архитектуры программы	С	15						5									
8	Программирование и отладка алгоритма	С	13							3								
9	Тестирование работы алгоритма	С	7								2							
10	Обработка полученных результатов	НР	5									1						
		С	7										2					

11	Составление пояснительной записки	С	11																
12	Оформление графического материала	НР	5																
		С	9																

4.3 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета разработки используется следующая группировка затрат по статьям:

1. материальные затраты разработки;
2. основная заработная плата исполнителей темы;
3. дополнительная заработная плата исполнителей темы;
4. отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
5. затраты на научные и производственные командировки;
6. накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:

$$Z_M = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх.}, \quad (10)$$

где m – количество видов материальных ресурсов; C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов; $N_{расх.}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования; k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 11 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена, руб.
ПК	шт.	1	25000
Лист А4	шт.	100	200
Ручка	шт.	3	90
Камера	шт.	1	5000
Итого, руб.		30290	

4.3.2 Основная заработная плата исполнителям темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату. Она рассчитывается по формуле:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн.} + Z_{доп.}, \quad (11)$$

где $Z_{осн.}$ – основная заработная плата; $Z_{доп.}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн.}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн.} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D}, \quad (12)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года; F_D – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	120	120
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	197	173

Месячный оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_\delta) \cdot k_p, \quad (13)$$

где: Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC}); k_δ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от Z_{TC}); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	Z_{TC} , руб.	k_{np}	k_δ	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн.}$, руб.	T_P , раб. дн.	$Z_{осн.}$, руб.
Руководитель	1	9489	0,3	0,2	1,3	18503,55	976,83	24	19862,52
Студент		1854	0	0	1,3	2410,2	130,95	137	13346,43
Итого $Z_{осн.}$									33208,95

4.3.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством. Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп.} = k_{доп.} \cdot Z_{осн.}, \quad (14)$$

где $k_{доп.}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$k_{доп.}$ равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата (руб.)	$k_{доп.}$	Дополнительная зарплата (руб.)
Руководитель	19862,52	0,12	2383,50
Студент	13346,43	0,12	1601,57
Итого			3985,07

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{внеб.} = k_{внеб.} \cdot (Z_{осн.} + Z_{доп.}), \quad (15)$$

где $k_{внеб.}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году, пониженная ставка – 27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	19862,52	2383,50
Студент	13346,43	1601,57
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%	
Итого		
Руководитель	5382,74	
Студент	3616,88	
Итого	8998,88	

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{нак.} = \sum C_m \cdot k_{нр}, \quad (16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы; C_m – затраты по статьям накладных расходов.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 10%. $Z_{нак.} = (50290 + 33208,95 + 3985,07 + 8998,88) \cdot 0,10 = 9647,29$ руб.

4.3.6 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками). В данном проекте отсутствует необходимость в стороннем подрядчике.

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	30290,00
2. Затраты на заработную плату научному руководителю	22246,02
3. Затраты на заработную плату студенту	14948,00
4. Затраты на отчисления во внебюджетный фонд	8998,88
5. Накладные расходы	9647,29
Бюджет затрат НИИ	86130,19

4.3.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности ресурсов

В результате исследования были определены затраты на проект по разработке алгоритма компьютерного зрения. Бюджет составляет 86 тыс. руб. Учитывая все конкурентные преимущества данного программного обеспечения, можно предположить, что продукт будет конкурентоспособным и будет иметь спрос на рынке.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочим местом является аудитория №206 Бизнес-инкубатора ТПУ. В аудитории рабочей зоной является место за персональным компьютером, отведённое студенту для выполнения работы.</p> <p>Технологический процесс представляет собой написание программного кода для системы локализации мобильного робота.</p> <p>Областью применения написанного кода является локализация антропоморфного робота на футбольном поле.</p> <p>Основным оборудованием, на котором производится работа, является персональный компьютер с периферийными устройствами.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p>	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света; – повышенный уровень шума; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – повышенная или пониженная влажность воздуха; – повышенная нагрузка на позвоночник. <p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – статическое электричество; – короткое замыкание.
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Воздействие объекта на атмосферу, гидросферу не происходит.</p> <p>В работе проведён анализ воздействия на литосферу (образование отходов при поломке ПК, при утилизации ламп).</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>В аудиторном помещении возможно ЧС техногенного характера – пожар (возгорание).</p>

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p> <p>Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</p>
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД	Авдеева Ирина Ивановна	-		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е41	Кулебякин Алексей Сергеевич		01.03.2018

5 Социальная ответственность

Дипломная работа выполнялась в аудитории 206 Бизнес-инкубатора ТПУ. Основным недостатком данной аудитории является почти полное отсутствие естественного освещения. Лаборатория находится на втором этаже, окна в аудитории отсутствуют. Освещение осуществляется электрическими лампами. Температура в помещении постоянна. Зимой включается центральное отопление. Не представляется возможным получить информацию о влажности.

В аудитории присутствуют рабочие столы, оснащенные персональными компьютерами. Мониторы расположены на уровне глаз, достаточно места для комфортной посадки и работы. Уровень шума в помещении находится на приемлемом уровне. К сожалению, не удалось получить точные данные об уровне шума. Каждый компьютер подключается к сети с помощью сетевого фильтра со встроенным предохранителем. Каждая розетка индивидуально выключается на электрическом щите. Все токоведущие провода спрятаны в кожухи, нет оголенных проводов. Электробезопасность полностью соблюдается.

5.1 Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

Вредные факторы характеризуются потенциальной опасностью для здоровья, в частности способствуют развитию каких-либо заболеваний, приводят к повышенной утомляемости и снижению работоспособности. При этом, вредные факторы проявляются при определенных условиях таких как интенсивность и длительность воздействия. Опасные производственные факторы способны моментально оказать влияние на здоровье работника: привести к травмам, ожогам или к резкому ухудшению здоровья работников в результате отравления или облучения. В таблице 17 представлены возможные вредные и опасные факторы, возникающие при работе за ПК.

Таблица 17. Вредные и опасные факторы, возникающие при работе за ПК

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)	Нормативные документы
	Вредные	
1. Работа за ПК при написании программного кода.	1. Недостаточная освещённость рабочей зоны;	1. СНиП 23-05-2010 2. СП 52.13330.2011 3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 5. СанПиН 2.2.4.548-96. 6. ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86)
	2. Повышенный уровень шума;	
	3. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	
	4. Повышенная или пониженная влажность воздуха;	
	5. Повышенная нагрузка на позвоночник.	
	Опасные	
	1. Электрический ток;	
	2. Статическое электричество;	
	3. Короткое замыкание.	

5.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Правильное освещение помещений и рабочих зон – одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма. Низкая освещенность способствует развитию близорукости.

Рабочая зона или рабочее место разработчика освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза. Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. В помещении отсутствует естественное освещение. По нормам освещенности и отраслевым нормам работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений [20].

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 18 [21].

Таблица 18 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем месте	300 – 500 лк
Освещенность на экране ПК	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блеклость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1 – 5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	Не более 5%

Освещаемая площадь помещения в аудитории 206 БИ ТПУ составляет 20 м², количество ламп – 8 (каждая в 1000 люмен). Тогда $E = 8000/20 = 400$ лк, что удовлетворяет условиям, приведенным в таблице 18.

5.1.2 Повышенный уровень шума

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в [22].

Помещение, в котором выполняется работа, удовлетворяет данным условиям, при появлении постороннего шума из вентиляции необходимо прочистить вентилятор от пыли или заменить полностью.

5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Энергетическое влияние электромагнитного излучения может быть различной степени и силы. От неощутимого человека (что наблюдается наиболее часто) до теплового ощущения при излучении высокой мощности, но подобный эффект проявляет себя только при превышении допустимого уровня. Помимо электромагнитного излучения, при работе компьютера образуется электростатическое поле. Оно способно деионизировать окружающий воздух. Компьютер, при долгой работе, нагревается, что делает воздух не только слабо ионизированным, но и сухим. Такой воздух является очень вредным, он тяжелый для дыхания и способствует, при благоприятной среде, развитию многих аллергических заболеваний и, соответственно, болезней органов дыхания.

По [22] энергетическая экспозиция за рабочий день не должна превышать значений, указанных в таблице 19.

Таблица 19. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000	200	х
3 - 30 МГц	7000	Не разработаны	х
30 - 50 МГц	800	0.72	х
50 - 300 МГц	800	Не разработаны	х
300 МГц - 300 ГГц	х	х	200

Для обеспечения меньшего электромагнитного излучения использован жидкокристаллический монитор. Необходимо учитывать расстояние до монитора, так как при большем расстоянии от человека оказывается меньшее влияние. В связи с тем, что электромагнитное излучение от стенок монитора намного больше, необходимо ограничивать его стенами, т.е. ставить в углу. Необходимо чтобы компьютер был заземлен, а также необходимо по возможности сокращать время работы за компьютером.

5.1.4 Повышенная или пониженная влажность воздуха

Благоприятные (комфортные) метеорологические условия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и в профилактике заболеваний. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата снижается работоспособность человека, возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории лёгких работ. В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены параметры микроклимата согласно требованиям [24]. Они приведены в таблице 20.

Таблица 20. Оптимальные параметры микроклимата рабочего места инженера-программиста

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23–25	40–60	0.1
Теплый	Категория 1а	20–22	40–60	0.1

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [24]. Он приведен в таблице 21.

Таблица 21. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение воздуха
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
Объем 20...40 м ³ на человека	Не менее 20

Помещение, в котором выполняется работа, удовлетворяет данным нормам.

5.1.5 Повышенная нагрузка на позвоночник

Поскольку основным видом деятельности при написании программного обеспечения является работа за компьютером, неизбежно возникает повышенная нагрузка на позвоночник. Для предотвращения заболеваний спины и шеи рекомендуется учитывать особенности работы за компьютером:

- работать за компьютером нужно не более 6 часов за смену;
- необходимо делать перерывы в работе за ПК продолжительностью 10 минут через каждые 50 минут работы;
- продолжительность непрерывной работы за компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы физических упражнений;

5.1.6 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

При работе с компьютером существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПК);
- при прикосновении к нетоковедущим частям ПК (корпус, дисплей), на которых накопился статический заряд;

– имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Разрядные токи статического электричества не представляют опасности для человека, но кроме неприятных ощущений они могут привести к выходу из строя ПК. Короткое замыкание также может привести к выходу ПК из строя. Для защиты электроники используются предохранители и устройства защитного отключения.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Согласно [25] помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение.

5.2 Экологическая безопасность

В процессе работы в помещении осуществляется водоснабжение и образование бытовых сточных вод (помещения гигиены и водопотребления). Сточные воды передаются в сточные системы. При поломке части ЭВМ или выхода из срока службы люминесцентных ламп отдельно происходит утилизация неисправленной части или лампы.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе за ПК в аудитории 206 БИ ТПУ единственно возможная чрезвычайная ситуация – пожар.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Возникновение пожара в помещении, где установлена вычислительная и оргтехника, приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Чрезвычайные ситуации приводят к полной потере информации и большим трудностям восстановления всей информации в полном объеме.

Согласно нормам технологического проектирования [26], в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения разделяются на категории А, Б, В, Г, Д.

Данное помещение (аудитория 206 БИ ТПУ) относится к категории В [27] производств, связанных с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов.

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;
- не использовать открытые обогревательные приборы, приборы кустарного производства в помещении лаборатории;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени

можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5.

Покидать помещение необходимо согласно плану эвакуации, представленному на рисунке 14.

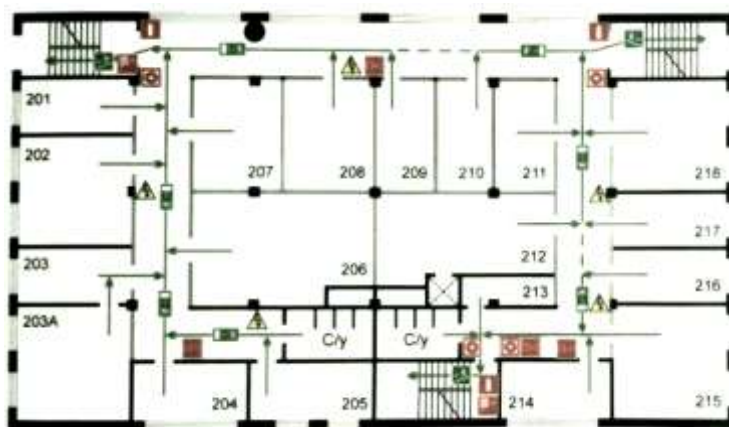


Рисунок 14 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений Бизнес-инкубатора ТПУ, ул. Белинского 51, 2 этаж.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

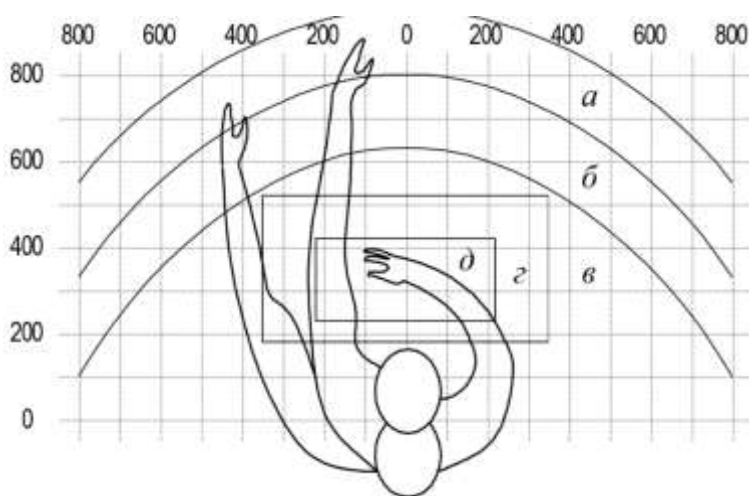
К таким органам относятся Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомном надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России), Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

В стране функционирует также Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о

которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации [28], в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

1.4.2 Эргономические требования к рабочему месту

Очень важно правильно организовать свою рабочую область. Каждый предмет труда должен находиться в зоне досягаемости. Для комфортной работы эргономика рабочего пространства должна удовлетворять соответствующим требованиям [29]. На рисунке 15 приведено распределение зон досягаемости по областям.

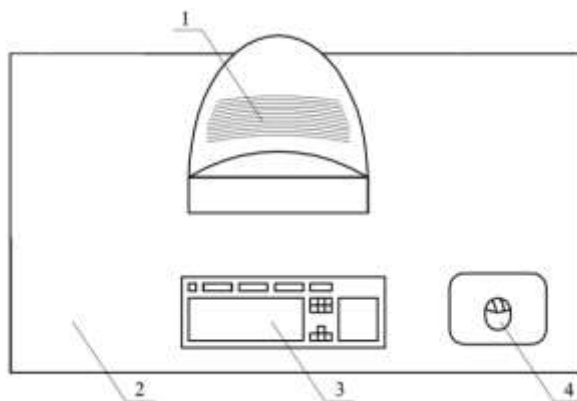


- а - зона максимальной досягаемости;
- б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в - зона легкой досягаемости ладони;
- г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы

Рисунок 15. Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости (рисунок 16):

- дисплей размещается в зоне а (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне г/д;
- мышь – в зоне в справа;



1 – монитор, 2 – поверхность рабочего стола, 3 – клавиатура, 4 – мышь.

Рисунок 16. Размещение основных и периферийных составляющих ПК

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка 60–70, для стен 40–50, для пола около 30.

Вывод по разделу:

В процессе разработки алгоритма локализации мобильных роботов, существует один источник появления вредных и опасных факторов: работа за ПК.

В ходе анализа были выявлены следующие вредные: недостаточная освещённость рабочей зоны, повышенный уровень шума, повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенная или пониженная влажность воздуха, повышенная нагрузка на позвоночник, – и опасные: электрический ток, – факторы. В большинстве случаев параметры рабочего места удовлетворяют нормативам. В случае несоответствия были предприняты меры для устранения влияния вредного фактора, после чего рабочее место полностью соответствует нормативам.

Аналізу также было подвергнуто влияние работы на рабочем месте на окружающую среду. После работы возможно появление отходов от перегоревших ламп, которые необходимо утилизировать согласно ГОСТ.

В помещении, где производится работа полностью соблюдаются требования пожарной безопасности, а также эргономические требования к рабочему месту.

Заключение

В ходе данной работы были разработаны ресурсоэффективные алгоритмы распознавания объектов двух типов – прямолинейных (футбольные ворота) и круглых (футбольный мяч). Данные алгоритмы были апробированы в лабораторных и реальных условиях [3; 4; 5] среды, описанной в пункте 2 пояснительной записки. Был проведен эксперимент, целью которого было выявить возможность использования предложенной формулы (1) для вычисления расстояния до объекта по его размеру на изображении. Результаты эксперимента показали, что относительная погрешность данного измерения не превышает 5%. С использованием информации, полученной по формуле (1), а также информации о положении визуальных ориентиров в пространстве, были определены координаты робота с использованием системы уравнений (2) в лабораторных условиях. Точность позиционирования составила 25 – 30 сантиметров, частота обработки изображений – 18 – 25 FPS.

Таким образом, была подтверждена возможность определения местоположения по визуальным ориентирам малоразмерного антропоморфного робота Robotis OP-2 в момент передвижения в пределах футбольного поля размером 9х6 метров. Алгоритм действий робота при решении данной задачи представлен в приложении Г.

За время тестирования было обнаружено два основных недостатка применения данного метода: локализация возможна, только если в поле зрения робота попадают два ориентира целиком; проблема симметричности поля при определении координат не была решена для всех возможных вариантов развития событий. Возможными решениями данных недостатков могут являться: создание круговой панорамы, для захвата всех ориентиров; использование дополнительных приемов для устранения проблемы симметричности поля.

Список публикаций

1. Кулебякин А. С. Замена рабочему столу и панели задач ОС Windows // Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых: сборник научных трудов VI Всероссийской конференции, Томск, 22-24 Апреля 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 416-417
2. Кулебякин А. С. Система распознавания дорожных знаков с использованием нейронных сетей [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 7-11 Ноября 2016. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 315-316. - Режим доступа: [http://portal.tpu.ru:7777/f_ic/files/science/activities/msit/msit2016/Sbornik_2016/Sbornik_MSIT_2016\(Tom1\).pdf](http://portal.tpu.ru:7777/f_ic/files/science/activities/msit/msit2016/Sbornik_2016/Sbornik_MSIT_2016(Tom1).pdf)
3. Кулебякин А. С. Сравнение технологий построения систем распознавания знаков дорожного движения // Когнитивная робототехника: материалы Международной конференции. Часть 1, Томск, 7-10 Декабря 2016. - Томск: ТГУ, 2016 - С. 13-14

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитическое исследование: Мировой рынок робототехники – НАУРР, 2016: [Электронный ресурс]. URL: [http://robotforum.ru/assets/files/000_News/NAURR-Analiticheskoe-issledovanie-mirovogo-rinka-robototehniki-\(yanvar-2016\).pdf](http://robotforum.ru/assets/files/000_News/NAURR-Analiticheskoe-issledovanie-mirovogo-rinka-robototehniki-(yanvar-2016).pdf) (Дата обращения: 18.04.2018).
2. J. Biswas, M. Veloso, “Multi-Sensor Mobile Robot Localization For Diverse Environments”, RoboCup 2013: Robot Soccer World Cup XVII, Eindhoven, The Netherlands, 26–30 June 2013
3. Команда ТПУ — призер RoboCup Russia Open 2017: [Электронный ресурс]. URL: <https://news.tpu.ru/news/2017/05/20/27190/> (Дата обращения: 18.04.2018).
4. Команда Томского политеха привезла серебро с международного чемпионата по робототехнике: [Электронный ресурс]. URL: <https://news.tpu.ru/news/2017/12/22/28127/> (Дата обращения: 18.04.2018).
5. Восемь студенческих команд представили ТПУ на чемпионате по робототехнике RoboCup Russia Open 2018: [Электронный ресурс]. URL: <https://news.tpu.ru/news/2018/04/17/32933/> (Дата обращения: 18.04.2018).
6. G. Dedes and A. G. Dempster, "Indoor GPS positioning - challenges and opportunities," VTC-2005-Fall. 2005 IEEE 62nd Vehicular Technology Conference, 2005., 2005, pp. 412-415.
7. Пантюхин А. Р. Разработка автоматического учета продаж и востребованности товаров для супермаркетов: дипломный проект / А. Р. Пантюхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра интегрированных компьютерных систем управления (ИКСУ); — Томск, 2016.
8. Шуралев А. В. Система поиска и обнаружения объектов интереса для автономных беспилотных летательных аппаратов силами самого аппарата // Научные технологии в приборо- и машиностроении и развитие

инновационной деятельности в вузе: материалы региональной научно-технической конференции том 5, апрель 2017. – Калуга с. 48 – 50.

9. Implement Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) with Lidar Scans – MathWorks: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/robotics/examples/implement-simultaneous-localization-and-mapping-slam-with-lidar-scans.html> (Дата обращения: 26.05.2018).
10. Максим Власов, RFID: 1 технология – тысяча решений: Практические примеры использования RFID в различных областях // Москва, Альпина Паблишер, 2014 г.
11. 15-494/694 Cognitive Robotics: Lab 3 – Carnegie Mellon University: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15494-s17/labs/lab3/lab3.html>.
12. RoboCup Soccer Humanoid League Laws of the Game 2017/2018 – RobuCup: [Электронный ресурс]. URL: http://www.robocuphumanoid.org/wp-content/uploads/RCHL-2018-Rules-Proposal_changesMarked_final.pdf (Дата обращения: 26.05.2018).
13. Н. Schulz, "Line structure-based localization for soccer robots" //Proceedings of the 4th Workshop on Humanoid Soccer Robots, A workshop of the 2009 IEEE-RAS Intl. Conf. On Humanoid Robots (Humanoids 2009). Paris (France). – 2009. – С. 7-10.
14. Фильтрация изображений методом свертки – Habr: [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/post/62738/> (Дата обращения: 26.05.2018).
15. OpenCV. Обработка изображения - морфологические преобразования – RoboCraft: [Электронный ресурс]. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/319.html> (Дата обращения: 26.05.2018).
16. OpenCV. Поиск объекта по цвету. Цветовое пространство HSV – RoboCraft: [Электронный ресурс]. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/402.html> (Дата обращения: 26.05.2018).

17. Hough Line Transform: [Электронный ресурс]. URL: https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/imgtrans/hough_lines/hough_lines.html (Дата обращения: 18.04.2018).
18. P. M. Caleiro, A. J. Neves, and A. J. Pinho, "Color-spaces and color segmentation for real-time object recognition in robotic applications," *Electrónica e Telecomunicações*, vol. 4, no. 8, pp. 940–945, 2007.
19. G. Bradski, *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.
20. СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение, 2010.
21. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
22. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003. 21
24. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
25. ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86) Безопасность оборудования информационной технологии, включая электрическое конторское оборудование.
26. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
27. Технический регламент «о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] / Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – URL: <http://ezproxu.ha.tpu.ru:2065/docs/> (Дата обращения: 12.05.2018 г.)
28. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
 29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.