

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Робот "Электронная мышь" для нахождения выхода из лабиринта

УДК 004.415.2:004.421:007.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Жэнь Юцзянь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН, ШБИП,	Былко́ва Т.В	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и

Код компетенции	Наименование компетенции
	измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью

Код компетенции	Наименование компетенции
	проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 14.02.2022 _____ Громаков Е.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158T82	Жэнь Юцзянь

Тема работы:

Робот "Электронная мышь" для нахождения выхода из лабиринта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>Объект исследования - алгоритм маршрута Область применения - Поиск кратчайшего маршрута, планирование маршрута Рабочая зона, 8m*10m. Оборудование рабочей зоны: Поле лабиринта (материалы картон), компьютер, электронная мышь Реализация этой работы заключается в том, чтобы закодировать программу через программное обеспечение Keil 5, а затем полагаться на электронную мышь в качестве экспериментальной платформы для проверки рациональности</p>
---	--

	алгоритма. Требуемый фактор поля - лабиринт.
<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>	<p>1. Сравните преимущества и стратегии различных алгоритмов, каковы преимущества и недостатки различных алгоритмов планирования пути в разных средах,</p> <p>2. Используйте MATLAB и Python для имитации работы электронной мыши в лабиринте.</p> <p>3. Сделать электронную мышь и запустить ее в лабиринте</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.04.2022
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Жэнь Юцзянь		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.5.2022
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2022 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2022 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С.	к.т.н.		21.5.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н.		21.5.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т82		Жэнь Юцзянь	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Робот "Электронная мышь" для нахождения выхода из лабиринта	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p>Объект исследования - алгоритм маршрута Область применения - Поиск кратчайшего маршрута, планирование маршрута Рабочая зона, 8м*10м. Оборудование рабочей зоны: Поле лабиринта (материалы картон), компьютер, электронная мышь Реализация этой работы заключается в том, чтобы закодировать программу через программное обеспечение Keil 5, а затем полагаться на электронную мышь в качестве экспериментальной платформы для проверки рациональности алгоритма. Требуемый фактор поля - лабиринт.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ; ГОСТ 21889-76; ГОСТ 22269-76; ГОСТ Р 50923-96; ГОСТ Р 51317.4.6-99; СанПин 1.2.3685-21;</p>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность; • Несоответствующие параметры микроклимата; • Повышенный уровень шума; • Повышенный уровень вибрации; • Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Короткое замыкание; • Статическое электричество; • Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;

	<p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>Осветительные приборы;</p> <p>Предохранительные устройства;</p> <p>Противошумные вкладыши</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p><i>Воздействие на селитебную зону:</i> отсутствует.</p> <p><i>Воздействие на литосферу:</i> в виде отходов, возникших при поломке персонального компьютера, люминесцентных ламп и других электроприборов. Также стоит учесть отходы макулатуры.</p> <p><i>Воздействие на гидросферу:</i> продукты жизнедеятельности персонала.</p> <p><i>Воздействие на атмосферу:</i> отсутствует.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (обвал производственного здания или оборудования, пожар)</p> <p>Наиболее актуальная ЧС: возникновение пожара.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Жэнь Юцзянь		

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Т82	Жэнь Юцзянь

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней рыночной стоимости. Оклады в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 1,3. Прочие расходы – 10%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% отчисления во внебюджетные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработать план научно-исследовательских работ и рассчитать затраты
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- График проведения и бюджет НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Жэнь Юцзянь		

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ;

В настоящей работе применены следующие сокращения:

RRT* (Rapidle Exploring Random Tree)

RRT(Rapidle Exploring Random Tree)

GA Genetic Algorithm

Оглавление

Реферат.....	16
Введение.....	17
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
1.1 Обзор существующих алгоритмов нахождения маршрута выхода из лабиринта (на основе выборки).....	18
1.1.1 Алгоритм RRT(Rapidle Exploring Random Tree).....	18
1.1.2 Алгоритм RRT* (Rapidle Exploring Random Tree).....	19
1.2.1 Genetic Algorithm.....	20
1.2.2 Муравьиный алгоритм.....	22
1.3.1Алгоритм Dijkstra.....	25
1.3.2 Алгоритм по первому наилучшему совпадению (Greedy Best First Search).....	27
1.3.3 Алгоритма Astar.....	28
Логика работы A*алгоритма (пример в среде MATLAB).....	32
1.4.1 Основная логика работы.....	32
1.4.2 Блок-схема программы.....	35
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	37
2.1 Дизайн электронной мыши.....	37
2.1.1Научное значение электронной мыши.....	37
2.1.2 Структура электронной мыши.....	37
2.1.3Логика работы электронной мыши.....	38

2.2 Лабиринт	41
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	42
3.1 Планирование научно-исследовательских работ	42
3.2 Бюджет научно-технического исследования	47
3.2.1 Расчет материальных затрат.....	47
3.2.2 Расчет амортизационных расходов.....	48
3.2.3 Расчет заработной платы для исполнителей	49
3.2.5 Расчет общей себестоимости разработки	51
4. Социальная ответственность	52
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	52
4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	52
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	53
4.2 Профессиональная социальная безопасность.....	54
4.2.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования.....	54
4.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	56
4.2.2.1 Микроклимат	56
4.2.2.2 Освещенность	58
4.2.2.3 Уровень шума	58

4.2.2.5 Электричество	59
4.2.2.6 Повышенный уровень вибрации	61
4.2.2.7 Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда	62
4.2.2.8 Короткое замыкание.....	62
4.2.2.9 Статическое электричество	63
4.3 Экологическая безопасность.....	64
4.3.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду	64
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	65
4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	66
4.5 Выводы по разделу.....	66
Заключение.....	68
Список использованных источников.....	69

Реферат

Ключевые слова: оптимальный маршрут, алгоритм Дейкстры, алгоритм Astar, жадный алгоритм, лабиринт

Объектом исследования является алгоритм планирования маршрута.

Цель работы - найти алгоритм, который быстрее всего найдет кратчайший путь в различных средах.

Метод или методологию проведения работы (исследования) и аппаратура: исследование алгоритма пути основано на электронной мыши с ядром stm32.

Полученные результаты и их новизна: благодаря анализу и моделированию всех основных алгоритмов, а также новаторскому внедрению алгоритма на платформе электронной мыши, мы знаем, какие алгоритмы больше подходят для каких сред, и предоставляем людям рекомендации по выбору алгоритмов планирования пути в будущее .

Область применения: результаты научно-исследовательской работы в рамках выпускной работы могут быть использованы в транспортной отрасли и навигационной системе.

Введение

Алгоритм планирования пути занимает основное место в управлении движением робота. Алгоритм планирования пути относится к тому, что мобильный робот находит кратчайший или лучший путь от начальной точки до середины в среде с препятствиями в соответствии с определенными показателями. Многие ученые предложили собственные решения этой проблемы, такие как алгоритм RRT, генетический алгоритм, алгоритм Дейкстры, жадный алгоритм и алгоритм A*.

В этой статье основное внимание будет уделено сравнению производительности последних трех алгоритмов в разных средах с использованием MATLAB и python для моделирования допустимых условий различных алгоритмов в разных средах и анализу их конкретных принципов работы. Использованы stm32 и необходимые датчики для создания прототипа роботизированной платформы, произведено сравнение преимуществ и недостатков различных алгоритмов, оценены результаты моделирования и фактической работы, а также проанализирована производительность и сценарии применения каждого алгоритма, чтобы предоставить будущим людям по этому направлению исследования для справки.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Обзор существующих алгоритмов нахождения маршрута выхода из лабиринта (на основе выборки)

1.1.1 Алгоритм RRT(Rapidle Exploring Random Tree)

Этот алгоритм больше подходит для поиска в многомерном пространстве, он предлагает, исходя из следующих допущений: следует расположить начальную точку планирования пути в корневом узле дерева поиска, расширить новый узел в соответствии с ограничениями планирования пути, а затем сохранить его в библиотеке, затем цикл повторяется. Описание и моделирование алгоритма представлены на рисунках 1, 2.

Преимуществами этого алгоритма являются высокая скорость, широкие возможности поиска и отсутствие необходимости в предварительной обработке карты. Недостаток в том, что поиск слепой, особенно в многомерных средах или динамических средах, занимает много времени, высокая вычислительная сложность, легко попасть в мертвую зону и есть проблема локального минимума.

Algorithm 1: RRT Algorithm

Input: $\mathcal{M}, x_{init}, x_{goal}$ **Result:** A path Γ from x_{init} to x_{goal} $\mathcal{T}.init()$;**for** $i = 1$ to n **do** $x_{rand} \leftarrow Sample(\mathcal{M})$; $x_{near} \leftarrow Near(x_{rand}, \mathcal{T})$; $x_{new} \leftarrow Steer(x_{rand}, x_{near}, StepSize)$; $E_i \leftarrow Edge(x_{new}, x_{near})$; **if** $CollisionFree(\mathcal{M}, E_i)$ **then** $\mathcal{T}.addNode(x_{new})$; $\mathcal{T}.addEdge(E_i)$; **if** $x_{new} = x_{goal}$ **then** **Success()**;

Рис.1 – Алгоритм RRT

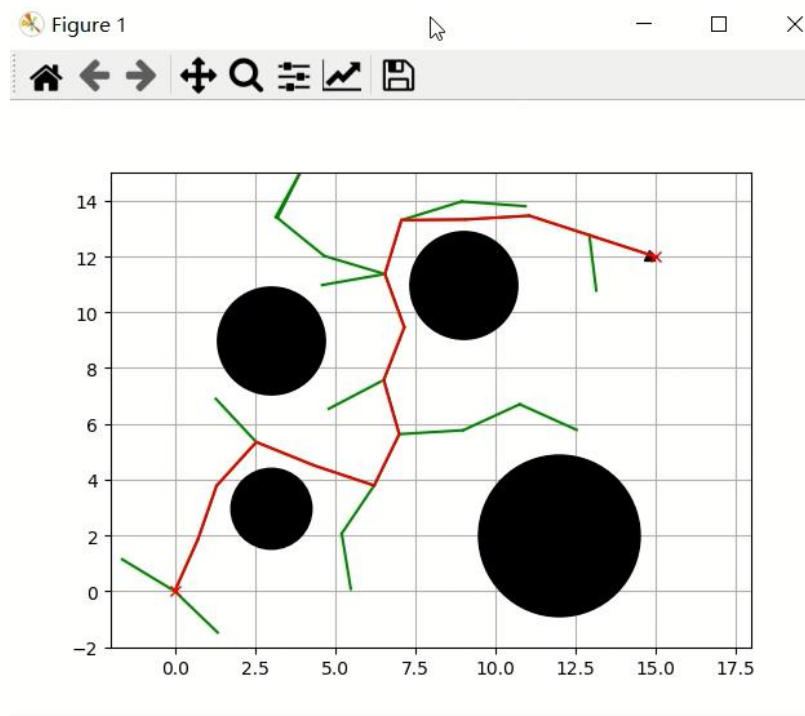


Рис.2 – Моделирование алгоритма RRT

Хорошо видно, что искомым алгоритмом путь не является оптимальным решением.

1.1.2 Алгоритм RRT* (Rapidly Exploring Random Tree)

На основе исходного алгоритма люди надеются получить оптимальное решение, поэтому предлагается использовать алгоритм RRT*. На основе исходного алгоритма новый родительский узел может быть повторно выбран при ограничениях конкретных условий, чтобы стремиться найти близкое и оптимальное решение. Моделирование алгоритма представлено на рисунке 3.

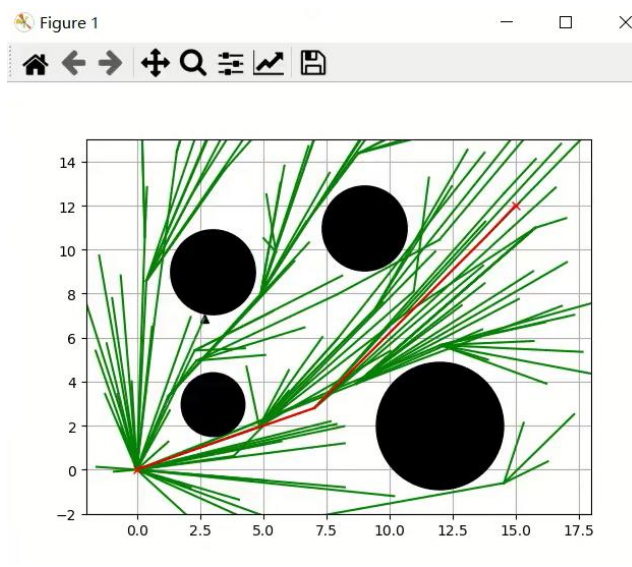


Рис.3 – Моделирование алгоритма RRT*

По мере увеличения числа прогонов путь поиска будет приближаться к оптимальному решению.

1.2.1 Genetic Algorithm

GA — это алгоритм поиска глобальной оптимизации. Вдохновленный эволюционной мыслью Дарвина, алгоритм в основном моделирует кроссинговер, мутацию и генетические явления, возникающие в ходе естественного отбора и наследования, интегрирует естественный закон выживания наиболее приспособленных и по результатам получает возможные решения для каждого поколения.

На первом шаге происходит инициализация популяции, для чего выбирается одна сетка в строке — определяется, является ли сетка непрерывной — вставляется новая сетка до тех пор, пока она не станет непрерывной.

Далее выбирается перекрестная мутацию на основе существующего пути, чтобы получить более подходящий путь. Чем больше размер популяции, тем лучше можно избежать локального оптимального решения.

Самым большим преимуществом этого алгоритма является то, что его можно хорошо интегрировать с другими алгоритмами при условии полного использования его собственных итерационных преимуществ, он обладает отличной самоорганизацией и самообучением, а также имеет отличную способность поиска оптимальных путей в пути. планирования, при этом обеспечивая хорошую глобальную оптимизацию. Генетический алгоритм прост в реализации и имеет небольшое внешнее влияние. Недостатком является низкая скорость работы в реальном времени, низкая эффективность поиска и легкое попадание в локальное оптимальное решение. При работе алгоритма некоторые ненужные популяции усложняют последующие вычисления, что приводит к низкой операционной эффективности и медленной сходимости. Подходит для онлайн-планирования маршрута.

Моделирование маршрута представлено на рисунках 4, 5.



Рис. 4 – Моделирование ГА

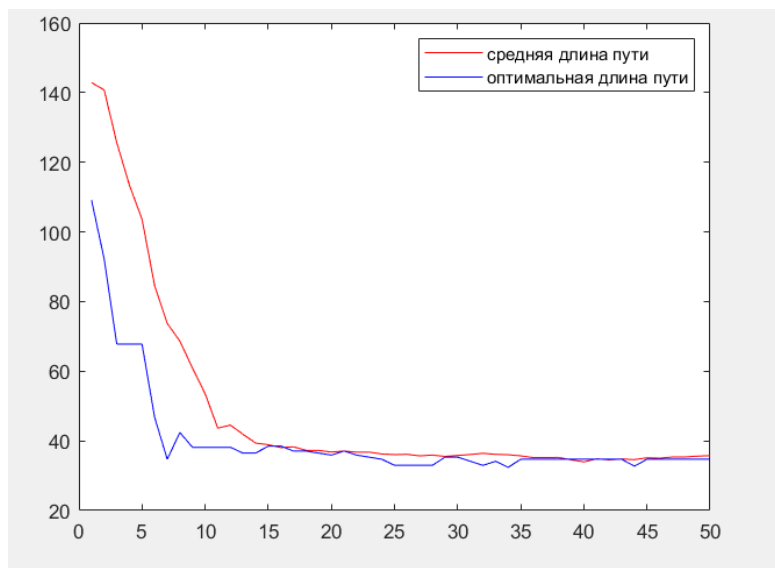


Рис.5 – Средняя и оптимальная длины пути

Видно, что по мере воспроизводства популяции из поколения в поколение полученный путь непрерывно оптимизируется.

1.2.2 Муравьиный алгоритм

В реальном мире муравьи (первоначально) ходят в случайном порядке и по нахождению продовольствия возвращаются в свою колонию, прокладывая

феромонами тропы. Если другие муравьи находят такие тропы, они, вероятнее всего, пойдут по ним. Вместо того, чтобы отслеживать цепочку, они укрепляют её при возвращении, если в конечном итоге находят источник питания. Со временем феромонная тропа начинает испаряться, тем самым уменьшая свою привлекательную силу. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная тропа. На коротком пути, для сравнения, прохождение будет более быстрым, и, как следствие, плотность феромонов остаётся высокой. Испарение феромонов также имеет функцию избежания стремления к локально-оптимальному решению. Если бы феромоны не испарялись, то путь, выбранный первым, был бы самым привлекательным. В этом случае, исследования пространственных решений были бы ограниченными. Таким образом, когда один муравей находит (например, короткий) путь от колонии до источника пищи, другие муравьи, скорее всего пойдут по этому пути, и положительные отзывы в конечном итоге приводят всех муравьёв к одному, кратчайшему, пути.

Формула представлена на рисунке 6.

Чтобы углубить понимание, я предлагаю рассмотреть знаменитую TSP (задачу коммивояжера). Эта проблема может быть решена с использованием алгоритма муравьиной колонии. Перед решением проблемы есть три предварительных условия.

1. Муравьи не будут посещать один и тот же город повторно.
2. Муравьи могут знать расстояние между городами и пойдут в ближайший город.

3. В процессе путешествия муравьи будут выделять гормоны. В случае одинакового расстояния муравьи пойдут по более высокой дороге с гормонами.

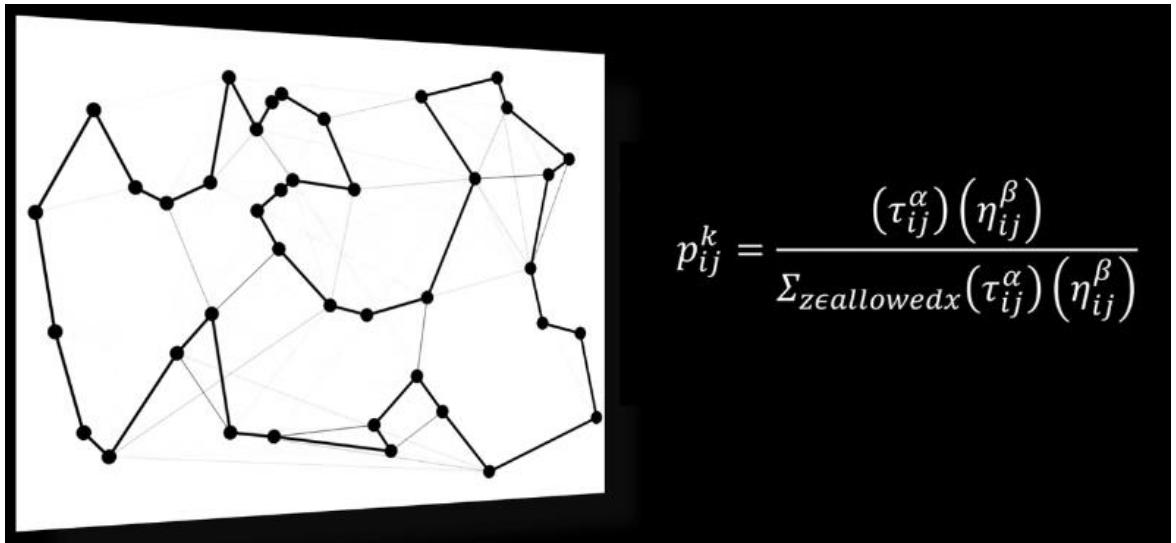


Рис. 6 – Формула алгоритма

$$p_{ij}^k = \frac{(\tau_{ij}^\alpha)(\eta_{ij}^\beta)}{\sum_{z \in allowed_x} (\tau_{ij}^\alpha)(\eta_{ij}^\beta)}$$

$$\tau_{ij}(t + 1) = \rho * \tau_{ij}(t) + \Delta\tau$$

$$\Delta\tau_{ij} = \frac{Q}{L_K}$$

$$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$$

Где p_{ij}^k – вероятность того, что муравей k поедет из города i в город j

τ_{ij} – концентрация гормонов,

ρ – коэффициент летучести гормона,

$\Delta\tau$ – изменено значение по сравнению с прошлым циклом,

Q – системная постоянная,

L_K – общее расстояние, пройденное муравьями за последний цикл,

η_{ij} – значение видимости,

d_{ij} – расстояние между городами.

Алгоритм учитывает как локальный оптимум (значение видимости), так и глобальный оптимум (градус гормона).

1.3.1 Алгоритм Dijkstra

Его главная особенность в том, что он расширяется от начальной точки к внешнему слою (greedy algorithm), пока не достигнет конечной точки.

Алгоритм реализован жадным алгоритмом, сначала он проходит расстояние от начальной точки до всех точек, затем находит точку с кратчайшим расстоянием, затем на основе этой точки проходит дочерние узлы, которые могут быть достигнуты этой точкой, и вычисляет его расстояние, и так далее.

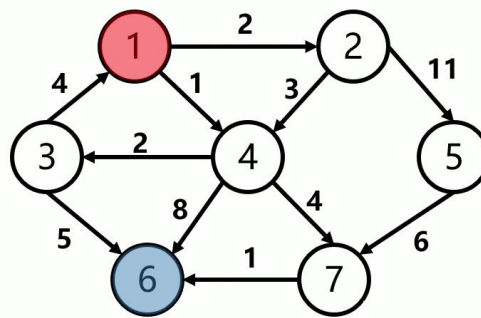


Рис.7 Найдите кратчайший путь из v1 в v6

Следующий абзац представляет собой псевдокод, отражающий алгоритм Дейкстры.

Start

Put the starting point in the open list

While True

If open list is empty

Search failed, ended

Take the node with the smallest $g(n)$ in the open list

Add the node to the closed list

If Node is the end point

find the path, end

Traverse the adjacent nodes of the current node that are not in the closed list

If node is in open list

Update node $g(n)$ value

else

Calculate the value of node $g(n)$ and add it to the open list

Мы можем сделать процесс более понятным, показав логической схеме (рис.8).

Числа в скобках представляют собой расстояние от начальной точки до текущего узла.

Число вне скобок — номер текущего узла

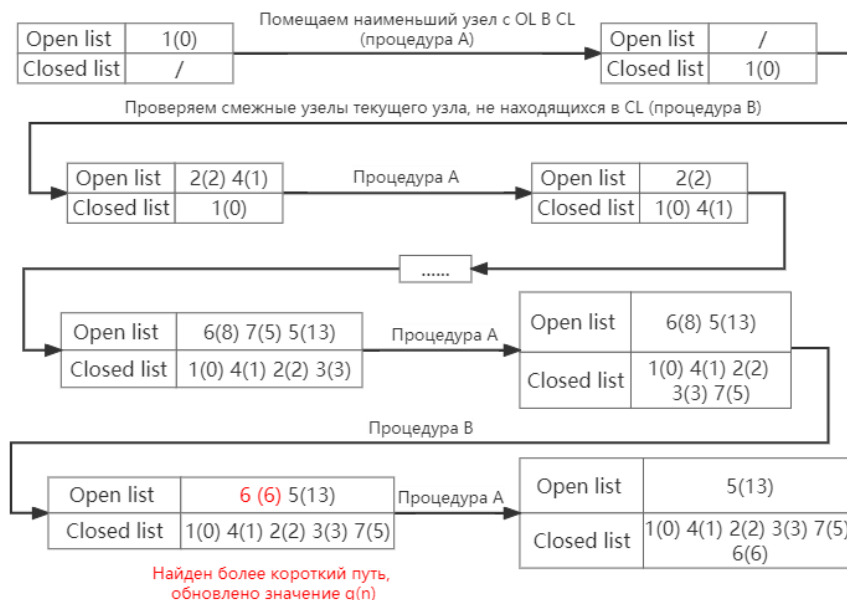


Рис.8 – Логическая схема алгоритма Дейкстры

Преимущества: Алгоритм прост, и можно получить кратчайший маршрут.

Недостатки: низкая эффективность, занимает избыточные вычислительные ресурсы, видно, что в итоговой очереди Closed list есть избыточные массивы.

1.3.2 Алгоритм по первому наилучшему совпадению (Greedy Best First Search).

Опишем этот алгоритм в виде псевдокода:

Start

Put the starting point in the open list

While True

If open list is empty

Search failed, ended

Take the node with the smallest $g(n)$ in the open list

Add the node to the closed list

If Node is the end point

find the path, end

Traverse the adjacent nodes of the current node that are not in the closed list

Get the point with the smallest $g(n)+h(n)$

Calculate the value of node $g(n)$ and add it to the open list

Покажем процесс нахождения маршрута для ориентированного графа, указанного на рис.8 в логической схеме (рис.9).

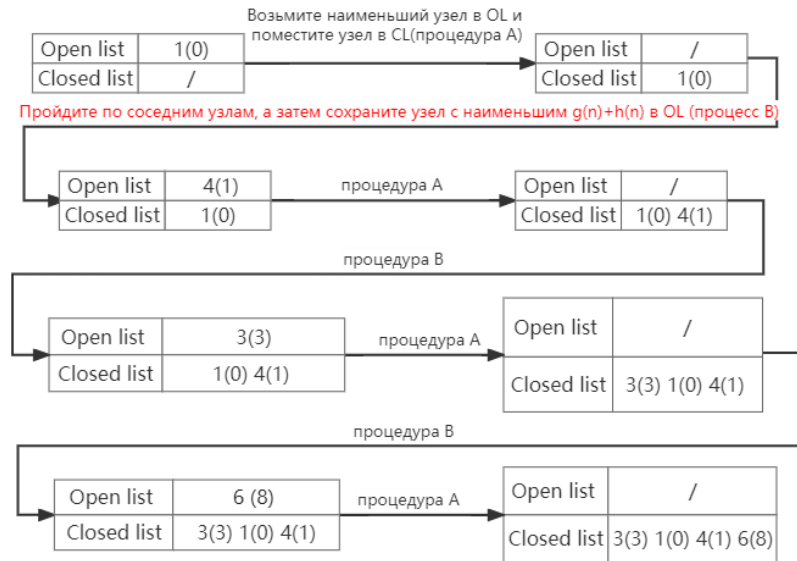


Рис.9 – Логическая схема поиска по первому наилучшему совпадению

Преимущества: высокая эффективность, простота расчета, возможность удовлетворения требований в реальном времени.

Недостатки: полученное решение не обязательно является кратчайшим маршрутом.

1.3.3 Алгоритма Astar

На основе алгоритма Дейкстры люди хотели уменьшить ненужное включение сетки для ускорения скорости поиска, поэтому был предложен алгоритм Астар: поверх исходного алгоритма Дейкстры была добавлена дополнительная эвристическая функция (Heuristics).

$$F(n) = g(n) + h(n)$$

$F(n)$: Общая стоимость движения робота

$g(n)$: Стоимость перемещения от старта до текущей узла

$h(n)$: Ожидаемая стоимость перемещения из

текущего узла в узел финиша

Опишем этот алгоритм в виде псевдокода:

Start

Put the starting point in the open list

While True

If open list is empty

Search failed, ended

Take the node with the smallest $g(n) + h(n)$ in the open list

Add the node to the closed list

If Node is the end point

find the path, end

Traverse the adjacent nodes of the current node that are not in the closed list

If node is in open list

Update node $g(n)$ value

else

Calculate the value of node $g(n)$ and add it to the open list

Покажем процесс нахождения маршрута для ориентированного графа, указанного на рис.8 в логической схеме (рис.10).

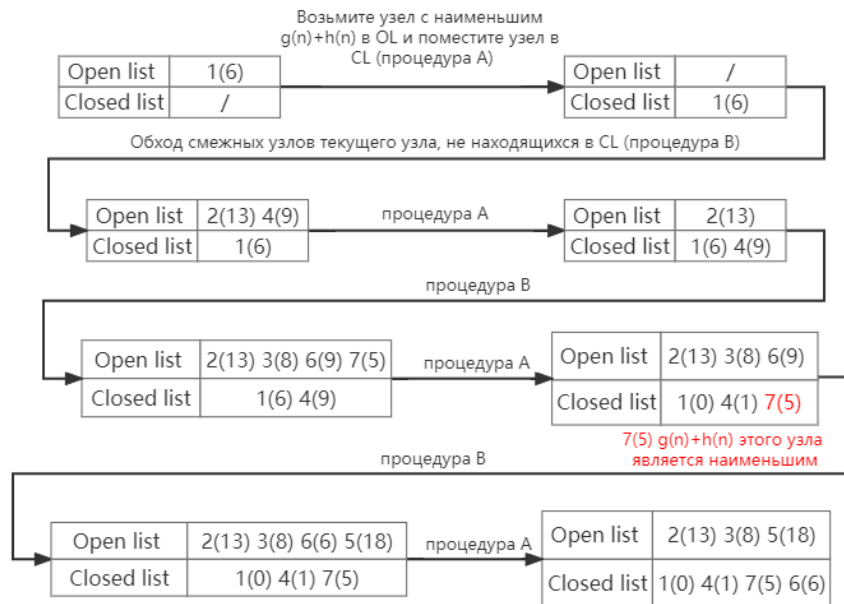


Рис.10 – Логическая схема алгоритма А*

Преимущество: уменьшение количества необходимых вычислений при поиске кратчайшего маршрута[3].

При визуальном сравнении результатов работы трех алгоритмов на смоделированной карте характеристики трех алгоритмов можно увидеть более четко (рис.11).

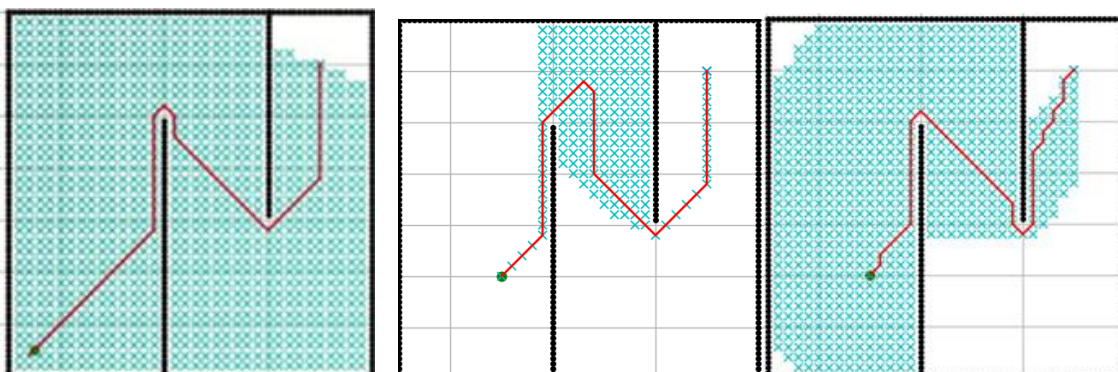


Рис.11 Результаты моделирования трех алгоритмов в лабиринте слева направо: Дейкстры, по первому наилучшему совпадению, А*

Сравнивая три результата моделирования, можно обнаружить, что алгоритм Дейкстры рассматривает наибольшее количество узлов среди трех алгоритмов,

тогда как алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению рассматривает наименьшее количество узлов, но полученный маршрут не обязательно является кратчайшим.

Можно сказать, что алгоритм Дейкстры, который хоть и не знает, где конечная точка, но не упустит каждую деталь и будет медленно и внимательно ее искать. алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению по подобен нетерпеливому юноше, который спешит до конца, потому что знает конечную точку. Он не замечает окружающие пути на дороге, а выбирает только ближайшую к концу дорогу. Хотя результат будет быстро достигнут, не обязательно будет выбрать кратчайший маршрут.

Напротив, алгоритм A* наследует преимущества первых двух и может найти кратчайший путь с высокой эффективностью при более тщательном рассмотрении.

Таблица 1—Сравнение алгоритмов

Тип алгоритма	Конкретный алгоритм	Полнота	Оптимальность
На основе поиска	Алгоритм Dijkstra, алгоритма A*	Да	Да
На основе выборки	PRM,RRT	Возможность	Нет
	RRT*, Informed RRT*	Возможность	Асимптотически оптимальный
На основе	Genetic Algorithm,	Да	Нет

интеллектуального алгоритма	Муравьиный алгоритм		
--------------------------------	------------------------	--	--

Полнота: Это означает, что если в начальной точке и целевой точке есть решение пути, то решение должно быть получено, а если решение не получено, это должно означать, что решения нет.

Вероятностная полнота: Это означает, что если существует оптимальное решение пути между начальной точкой и целевой точкой, при условии, что время планирования или поиска достаточно велико, можно гарантировать, что решение пути будет найдено.

Асимптотически оптимальный: это означает, что если существует решение пути между начальной точкой и целевой точкой, при условии, что время планирования или поиска достаточно велико, решение пути может быть гарантировано найдено.

Оптимальность: это означает, что запланированный путь оптимален в некоторой оценке.

Скорость планирования: RRT > Алгоритм A* > Алгоритм Дейкстры > Алгоритм Дейкстры > На основе интеллектуального алгоритма.

Логика работы A* алгоритма (пример в среде MATLAB)

1.4.1 Основная логика работы.

Основная идея состоит в том, чтобы создать массив m , который может одновременно хранить шесть данных.

6 переменных представляют, соответственно,

m1 – координата X текущей координатной точки.

m2 – координата Y текущей координатной точки.

Значение G соседних точек координат m3.

Значение F соседних точек координат m4.

Координата X предыдущей координатной точки на m5.

Координата Y предыдущей точки координат на m6.

Затем использован цикл, чтобы ввести в него левую часть соседних 8 узлов.

```
for in=1:length(NEXT(:,1))

    m=[current(1,1)+NEXT(in,1) , current(1,2)+NEXT(in,2) , 0 , 0 , 0 , 0];
    m(4)=current(1,4)+NEXT(in,3); % m(4) G СМЕЖНЫХ УЗЛОВ
    m(3)=m(4)+h(m(1:2), map.goal); % m(3) F СМЕЖНЫХ УЗЛОВ

    if isObstacle(m, obstacle)
        continue;
    end

    [flag, targetInd]=findIndex(m, open, close);

    if flag==1
        continue;
    elseif flag==2
        m(5:6)=[current(1,1), current(1,2)];
        open = [open;m];
    else
        if m(3) < open(targetInd,3)
            m(5:6)=[current(1,1), current(1,2)];
            open(targetInd,:) = m;
        end
    end
end
end
```

Рис.12 – Основная часть алгоритма

При расчете расстояния от текущего узла до конечной точки использовано манхэттенское расстояние для расчета (рис. 13, 14).

$$\text{Manhattan Distance } d = |a_2 - a_1| + |b_2 - b_1|$$

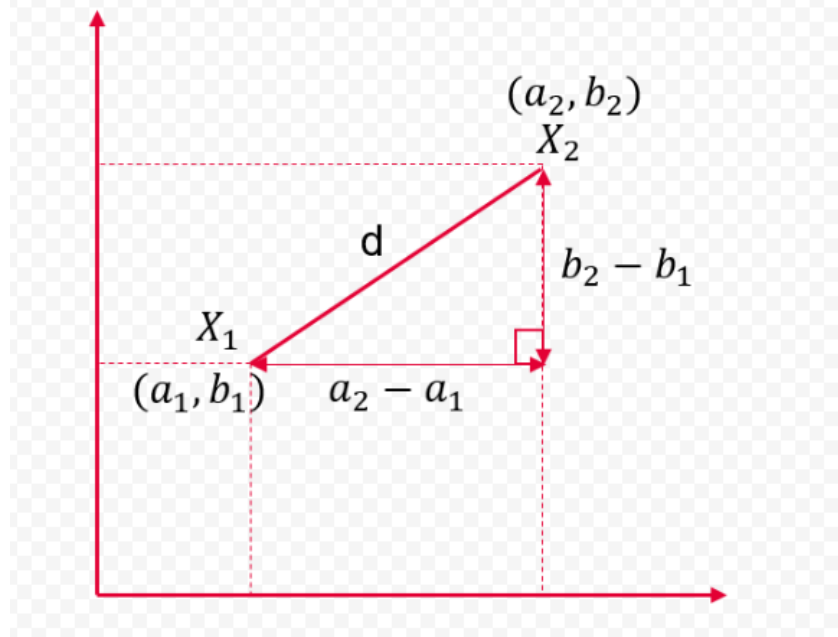


Рис.13 – Манхэттенское расстояние

```

hcost = 10* abs( m(1)-goal(1) )+10*abs( m(2)-goal(2) );
end

function flag = isObstacle( m, obstacle )

```

Рис.14 – Манхэттенское расстояние реализовано программно

Рассмотрим на плоскости модель карты 50*50, начальная точка — координата {5.1}, конечная точка — координата {45.45}, размер карты — 50*50.

```

%% нарисовать квадратную карту
map.XYMAX=50; % размер карты
map.start=[5,1]; % координаты начальной точки
map.goal=[45,45]; % Координаты конечной точки
genGrid(map); % сделать карту
hold on;%

obstacle = GetBoundary(map); %Граничные данные
nObstacle = 60; %Случайно добавить xx препятствий на карту
obstacle = GetObstacle(nObstacle, obstacle, map);%Координаты препятствий и границ

obstacle = [obstacle;10 4;10 5;10 6;10 7;10 8];
obstacle = [obstacle;11 4;11 5;11 6;11 7;11 8];
obstacle = [obstacle;12 4;12 5;12 6;12 7;12 8];
obstacle = [obstacle;13 4;13 5;13 6;13 7;13 8];
obstacle = [obstacle;20 20;20 19;20 18;20 17;];
obstacle = [obstacle;25 20;25 19;25 18;25 17;25 16;25 15;25 14;25 13;25 21;25 22;25 23;25 24;25 25;25 26;25 28;25 27];
obstacle = [obstacle;25 29;25 30;25 31;25 32;25 33;25 34;25 38];%%Фиксированы только эти точки препятствий,
% остальные генерируются случайным образом

```

Рис.15 – Программа карты

Раскрасим карту с помощью fillPlot: цвет стен устанавливается черным,

оптимальный путь — желтым, а рассматриваемый путь — синим (рис. 16).

```
]function fillPlot(coord, color)
]for i = 1:length(coord(:, 1))
    x = coord(i, 1);
    y = coord(i, 2);
    X = [x-0.5, x+0.5, x+0.5, x-0.5];
    Y = [y-0.5, y-0.5, y+0.5, y+0.5];
    fill(X, Y, color);
    hold on;
-end
axis equal;
-end
```

Рис.16 – Программа раскраски

Далее определим, является ли рассматриваемая точка стеной, если флаг=1, иначе 0 (рис. 17).

```
]for io=1:length(obstacle(:, 1))
    if isequal(obstacle(io, :), m(1:2))
        flag=true;
        return;
    end
-end
flag=false;
-end
```

Рис.17 – Процедура оценки

1.4.2 Блок-схема программы

Ядро Алгоритма А* определяет следующий шаг, вычисляя F (общую стоимость движения электронной мыши) во времени. Блок-схема программы представлена на рис. 18.

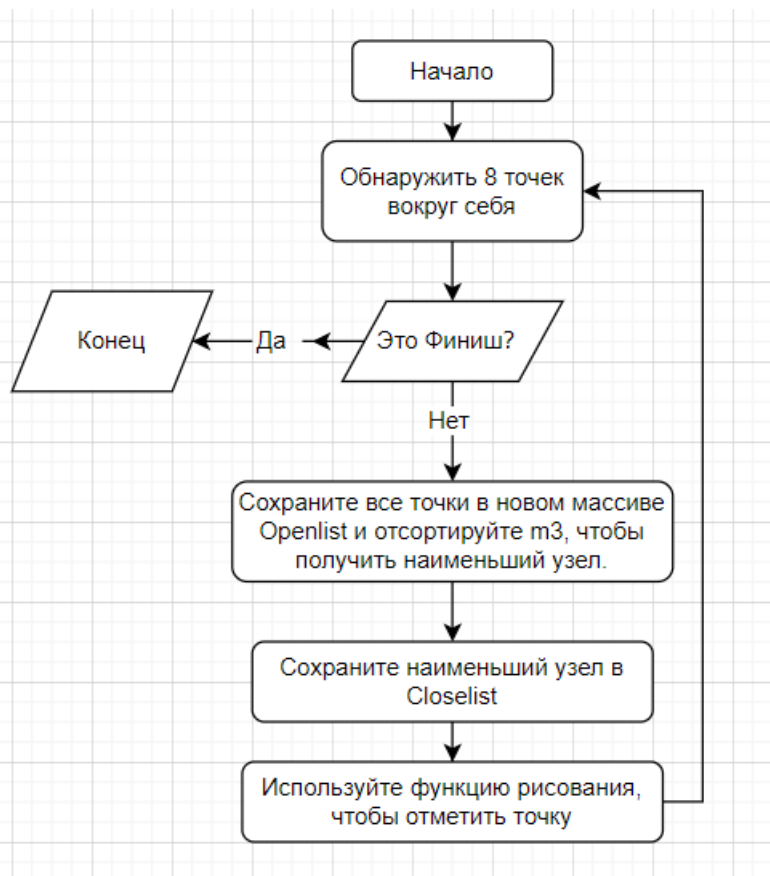


Рис.18 – Блок-схема программы

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Дизайн электронной мыши

2.1.1 Научное значение электронной мыши

Электронная мышь является платформой для реализации этой темы. Она имитирует реальные дорожные условия с помощью программного управления микрокомпьютера с одним чипом. Самое большое значение этой платформы заключается в том, что она может быть совместима с различными алгоритмами. Произведен анализ производительности алгоритмов и их соответствующие преимущества и недостатки, чтобы люди могли выбрать алгоритм в будущем.

2.1.2 Структура электронной мыши.

Фотоэлектрический датчик: Модель KC-IRS имеет четыре клеммы, две линии питания и две сигнальные линии.

Двигатель постоянного тока: двигатель с кодом N20, с собственным энкодером, каждый раз, когда двигатель приводится в действие, импульс будет записываться энкодером.

Привод: HW-166, может одновременно управлять двумя электронами, номинальное напряжение 6-46 В.

Микроконтроллер: STM32F103C8T6

Таблица.2 — Структура электронной мыши

Система	Подсистема	Элементы
Система управления	Система контроля	Батарейка

электронной мыши		Двигатели
		Фотоэлектрические датчики
		Привод
	Структурные компоненты	Печатная плата
		Проводный
		Колесо
		Female Header

2.1.3 Логика работы электронной мыши

Если пять датчиков, расположенных спереди. Они используются для определения ситуации вокруг себя. Сигнал поступает на однокристалльный микрокомпьютер, который затем анализирует ситуацию и выдает сигналы для управления двигателем в соответствии со своей собственной внутренней логикой работы. Нумерация пяти датчиков электронной мыши слева направо: 12345.. Когда датчик обнаруживает стену, он выводит 1, в противном случае он выводит 0. Среди них 1 и 5 обнаруживают наличие дорожных ограждений, а остальные 234 не обнаруживаются, следовательно, выходной сигнал в это время равен 10001. В этом случае машина будет ехать прямо. Если в процессе движения электронная мышь наклонена вправо, то входной сигнал первого датчика в это время изменился и перестал определять наличие стены. Таким образом, датчик 4 обнаруживает, и сигнал в это время равен 00011, тогда пусть у автомобиля правое колесо вращается быстрее левого. Он может достичь положения баланса возврата

автомобиля на фундамент. Проанализировав различные ситуации, можно получить следующую логическую таблицу 3.

Таблица 3— Действия, соответствующие сигналам датчиков

Нормальные ситуации		выходной сигнал датчика	моторное исполнение
Нормальные ситуации	Повернуть налево	00001	Пройти полединицы вперед, выполнить «поворот налево», пройти одну единицу вперед
	Повернуть направо	10000	Продвинуться на полединицы вперед, выполнить «поворот направо», продвинуться на одну единицу
	вперед	10001 (Рис.19)	Левый и правый двигатели имеют одинаковую скорость
	Разворот	10101	Выполнить два «правых поворота»
	ненормальная ситуация	тело наклонено вправо	00011 или 00010 (Рис.20)
ненормальная ситуация	тело наклонено влево	11000	Выполнить «правый поворот»

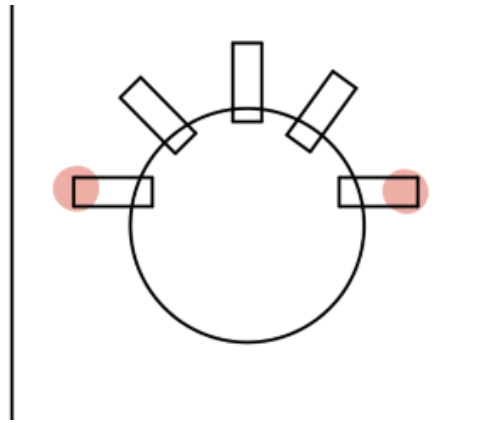


Рис.19 – Сигналы с датчиков для движения вперед

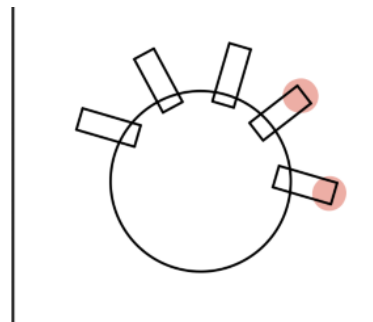


Рис.20 – Сигналы с датчиков для поворота налево

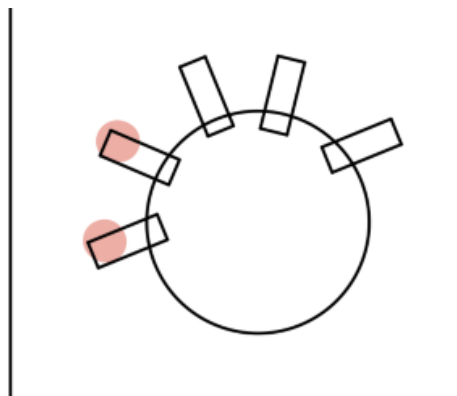


Рис. 21 – Сигналы с датчиков для поворота направо

2.2 Лабиринт

Цель лабиринта - отразить, как найти оптимальный путь. Причина выбора лабиринта в том, что лабиринт имеет достаточную сложность, и большинство дорог в реальности можно упростить как модель лабиринта.

В конструкции платформы в этом исследовании в качестве материалов используются печатные платы, которые легкие и быстрые и не загрязняют окружающую среду.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Планирование научно-исследовательских работ

Для построения такого графика приведем в таблице 5 перечень работ и занятость исполнителей.

Таблица – 4. Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ Этапа	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	НР – 100%
2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	НР – 50% С – 100%
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент	НР – 30% С – 100%
6	Написание программы	Студент	С – 100%
7	Тестирование программы	Студент	С – 100%
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент	С – 100%
9	Оформление графического материала	Студент	С – 100%
10	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	НР – 60% С – 100%

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества

трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3*t_{min} + 2*t_{max}}{5} \quad (1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ, требуется группа специалистов из следующего состава:

- Студент (С), соискатель степени бакалавра;
- Научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рд}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Так, для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$ ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} * K_{д} \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

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). Возьмем значение $K_D = 1$.

Продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе представлена в таблице 2.

Таблица –4. Временные показатели проведения научного исследования

№ Этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ, дни			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	С	НР	С
1	Научный руководитель	1	2	1,6	1,6	-	1,92	-
2	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
3	Научный руководитель, студент	10	15	12	6	12	7,2	14,4
4	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
5	Научный руководитель, студент	1	2	1,6	1,6	0,48	1,92	0,58
6	Студент	15	20	17	-	17	-	20,4
7	Студент	3	5	3,8	-	3,8	-	4,56
8	Студент	10	20	14	-	14	-	16,8
9	Студент	1	2	1,6	-	1,6	-	1,92
10	Научный руководитель, студент	5	10	7	4,2	7	5,04	8,4
Итого:				72,6	27,4	57,28	32,88	68,74

Выполнение ВКР является небольшим по объему исследованием, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Так, построим ленточный график. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}}, \quad (3)$$

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

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, который определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (4)$$

Где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$ для при шестидневной рабочей недели);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10}$$







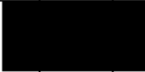





Таким образом, коэффициент календарности $T_{\text{К}}$ равен 1,20.


Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Пример построения линейного графика приведен в таблице 5.

Таблица – 5. Линейный график работ

Этап	Вид работ	НР	С	Продолжительность выполнения работ															
				март			апрель			май									
				10	20	30	10	20	30	10	20	30							

1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,92	-										
2	Составление и утверждение ТЗ	8,4	0,84										
3	Подбор и изучение материалов по тематике	7,2	14,4										
4	Разработка календарного плана	8,4	0,84										
5	Обсуждение литературы	1,92	0,58										
6	Написание программы	-	20,4										
7	Тестирование программы	-	4,56										
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	-	16,8										
9	Оформление графического материала	-	1,92										
10	Анализ полученных результатов	5,04	8,4										

 – Научный руководитель;

 – Студент.

3.2 Бюджет научно-технического исследования

3.2.1 Расчет материальных затрат

Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице

б.

Таблица – б. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
электроэнергия				801,27
Бумага	Пачка	1	300	300
Канцелярские принадлежности	шт.	5	100	500
Картридж для принтера	шт.	1	3000	3000
Итого:				4601,27

Для ТПУ ЦЭ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы б для студента (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} * K_t, \quad (5)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени. Возьмем его равным 1.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} * K_C, \quad (6)$$

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 $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 7.

Таблица – 7. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты Эоб, руб.
Персональный компьютер	464	0,3	800,12
Струйный принтер	2	0,1	1,15
Итого:			801,27

3.2.2 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_D} \quad (17)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

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

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Например, для ПК в 2022 г. (299 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 299 * 8 = 2392$ часа.

Для принтера из справочника $F_d = 500$ часов.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для ПК найдем $N_A = 0,4$. Для принтера $N_A = 0,5$.

Стоимость ПК= 20 000 рублей. Время использования 304 часа, тогда для

него:

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4 * 20000 * 464 * 1}{2392} = 1551,84 \text{руб}$$

Стоимость принтера 5000 руб. Время использования 2 часа, тогда для него

$$C_{AM}(ПР) = \frac{0,5 * 5000 * 2 * 1}{500} = 10 \text{руб}$$

Итого начислено амортизации 1 561,84 руб.

3.2.3 Расчет заработной платы для исполнителей

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25.083} \quad (13)$$

Учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 9. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 8. Районная надбавка $K_p = 1,3$.

Таблица – 8. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад с K_p , руб./мес.	Среднедневная тарифная ставка руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Фонд з/платы,руб.
НР	43893,2	1312,09	23	63 435,9
С	20111	616,75	58	57 425,83
Итого:				120861,73

Отчисления во внебюджетные фонды: $C_{соц} = 120861,73 * 0,302 = 80778.5$ руб.

3.2.4 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч} = (C_{мат} + C_{зд} + C_{соц} + C_{эл.об} + C_{ам}) * 0,1 \quad (14)$$

Для нашего примера это:

$$C_{проч} = (3\,990 + 121\,795,73 + 36\,782,31 + 801,12 + 1\,561,84) * 0,1 = 16\,495,1$$

руб.

3.2.5 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта. Данные результаты можно посмотреть в таблице 9.

Таблица – 9. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	4601,27
Амортизационные отчисления	1 561,84
Основная заработная плата	121 795,73
Отчисления в социальные фонды	36 782,31
Прочие расходы	16 495,1
Итого:	181236,25

Бюджет научно-технического исследования составил **181236,25** рубля.

4. Социальная ответственность

Безопасность жизнедеятельности – одна из важнейших сторон практических интересов человечества. Для обеспечения безопасности человека необходимо выделить опасные и вредные факторы, возникающие при его деятельности, и создать оптимальные условия труда.

Так как результатом данного дипломного проекта является программа, которая находит оптимальный путь курьера, работа с которой производится непосредственно на персональном компьютере (ПК), то в данном разделе целесообразно рассмотреть вопросы анализа опасных и вредных факторов при работе с ПК, влияния этих факторов на окружающую среду и мероприятий по её защите.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)

правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197-ФЗ работник аудитории 101, 10 корпуса ТПУ имеет право на:

- Рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- Отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- Внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 (Система стандартов безопасности труда рабочее место при выполнении работ сидя) Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рис.1 и 2.

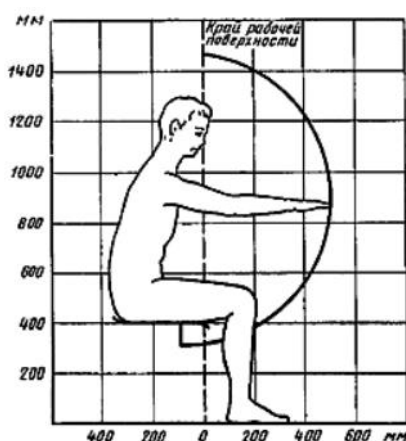


Рис.22 -Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

Кроме того, Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой

работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

4.2 Профессиональная социальная безопасность.

4.2.1 Анализ опасных и вредных факторов, которые может создать объект исследования.

Любой производственный процесс, в том числе и работа с вычислительной техникой, сопряжен с появлением опасных и вредных факторов. Опасным называется фактор, воздействие которого на человека вызывает травму, то есть внезапное повреждение организма в результате воздействия внешних факторов. Вредным называется фактор, длительное воздействие которого на человека, приводит к профессиональным заболеваниям.

Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при работе с

ПК, подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические;
- химические;
- психофизиологические.

Основные опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при работе с компьютером, представлены в таблице 1.

Таблица 10 – - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте название рабочего места

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Недостаточная освещенность;	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
Несоответствующие параметры микроклимата;	ГОСТ 30494-2011 здания жилые и общественные параметры микроклимата в помещениях.
Повышенный уровень шума;	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
Повышенный уровень вибрации;	ГОСТ 26568-85 «вибрация методы и средства защиты».

<p>Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда;</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).</p>
<p>Короткое замыкание;</p>	<p>ГОСТ IEC 61439-1-2013 Оборудование информационных технологий требования безопасности.</p>
<p>Статическое электричество;</p>	<p>ГОСТ 12.4.124-83 средства защиты от статического электричества</p>
<p>Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправками).</p>

4.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

4.2.2.1 Микроклимат

ЭВМ выделяет значительное количество тепла и является причиной

повышения температуры и снижения влажности воздуха на рабочем месте, вызывающих раздражение кожи. Но повышения температуры незначительны и системы кондиционирования воздуха, и регулярное проветривание способствуют поддержанию здорового микроклимата в помещении. При продолжительной работе может возникнуть сильное переутомление, что может ослабить защитные свойства организма.

Место работы должен согласно ГОСТ 30494-2011.

Таблица 11 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий.

Период года	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
Холодный	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
	19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
	19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
	18-20	16-22	17-19	15-21	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Теплый	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров в теплый период года используются системы вентиляции, а в холодный период

года используется центральное водяное отопление.

4.2.2.2 Освещенность

Одним из важнейших условий безопасности жизнедеятельности человека является рациональное и достаточное освещение рабочего места и помещения в целом. Помещение может быть плохо освещено, вследствие чего пользователю приходится напрягать зрительные органы. Пользователь ПК подвергается воздействию плохой освещенности с самого начала работы. Ее воздействие продолжается до окончания работы на ПК или с оргтехникой. Последствиями плохой освещенности являются песок в глазах, тени перед глазами, напряжение зрительных органов. Последствия проходят через некоторое время после окончания работы за ПК. Длительность “восстановительного периода” зависит от времени, проведенного за ПК при плохой освещенности.

Рабочая аудитория, в которой проводилась работа за компьютером по написанию ВКР, находится в учебном 10 – ом корпусе ТПУ. Помещение проветривалось, так как кондиционер отсутствовал. В рабочем помещении использовалось комбинированное освещение — искусственное и естественное. Люминесцентные лампы типа ЛД можно отнести к искусственному освещению.

Чтобы исключить напряженность глазных мышц, необходимо организовать достаточный уровень света.

Параметры освещенности рабочего места должны соответствовать требованиям СНиП 23-05-95* порядка 200-300 Лк.

4.2.2.3 Уровень шума

Шум неблагоприятно влияет на человека. Длительный шум влияет не только на слух. Он делает человека нервным, ухудшает ее самочувствие, снижает работоспособность и скорость движения, замедляет умственный процесс.

Шум влияет на систему пищеварения и кровообращения, сердечнососудистую систему. В случае постоянного шумового фона до 70 дБ возникает нарушение эндокринной и нервной систем, до 90 дБ – нарушает слух, до 120 дБ – приводит к физической боли, которая может быть нестерпимой. Шум не только ухудшает самочувствие человека, но и снижает производительность труда на 10-15 %. В связи с этим борьба с ним имеет не только санитарно-гигиеническое, но и большое технико-экономическое значение. Приведенное выше определение шума соответствует ГОСТ 31191.5-2007.

Одним из важных профилактических средств предупреждения усталости при действии шума является чередование периодов работы и отдыха.

Отдых снижает отрицательное воздействие шума на работоспособность лишь в том случае, если продолжительность и количество отдыха соответствует условиям, при которых происходит наиболее эффективное восстановление раздражаемых мер воздействия шума нервных центров. Поэтому при выборе рациональных средств повышения работоспособности для конкретного производства необходимо учитывать влияние отдыха на ограничение воздействия интенсивного шума на организм человека.

4.2.2.5 Электричество

Под электробезопасностью понимается система организационных и

технических мероприятий по защите человека от действия электрического тока, электрической дуги, статического электричества, электромагнитного поля.

При эксплуатации электроприборов возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов:

- поражение электрическим током при прикосновении к токоведущим частям;
- неисправность изоляции или заземления;
- искрение;
- возгорание.

Согласно ГОСТ Р 50571.3-2009 «Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током».

Защитная мера должна состоять из:

1. Соответствующего сочетания защитных мер для основной защиты и независимой меры для защиты при повреждении или
2. Усиленной меры защиты, которая обеспечивает основную защиту и защиту при повреждении.

Дополнительная защита определена как часть защитной меры для специальных электроустановок при определенных условиях внешних воздействий на них и в определенных специальных размещениях в соответствии с частью 7 комплекса стандартов МЭК 60364-7 [1].

Примечание 1 - Для специальных условий эксплуатации электроустановок установлены защитные меры по 410.3.5 и 410.3.6.

Примечание 2 - Примером усиленной защитной меры является усиленная изоляция.

ВКР выполнялась в помещении, которое принадлежит к категории без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током.

4.2.2.6 Повышенный уровень вибрации

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц профессий, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций, например водителей транспортных средств). Согласно ГОСТ 26568-85 «вибрация методы и средства защиты».

Классификация методов вибрационной защиты

Методы защиты по отношению к источнику возбуждения вибрации подразделяют:

методы, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения;

методы, снижающие параметры вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения.

4.2.2.7 Психофизические факторы: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда

Психофизиологические факторы обусловлены содержанием труда и его организацией, поэтому их называют иногда трудовыми. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Основными мерами по снижению физической и нервно-психической напряженности являются следующие:

1. Повышение уровня механизации и автоматизации трудоемких производственных процессов, использование современной высокопроизводительной техники;
2. Совершенствование организации рабочих мест;
3. Организация приемов и методов труда;
4. Оптимизация темпа работы;
5. Оптимизация режима труда и отдыха;

4.2.2.8 Короткое замыкание

Под коротким замыканием (КЗ) понимают особый случай, когда соединены 2 проводника электрического тока разных потенциалов или фаз электрического прибора между собой или землей. В месте соединения проводников происходит

резкое увеличение значения силы электрического тока с превышением максимально допустимого параметра. Это приводит к остановке нормального функционирования" прибора и смежных элементов. Согласно ГОСТ IEC 61439-1-2013 Оборудование информационных технологий требования безопасности.

Для защиты от КЗ существуют различные устройства:

- автоматические выключатели;
- автоматические выключатели с автоматическим возвратом во включенное состояние;
- УЗО;
- плавкие предохранители;
- «пробки»;
- самовосстанавливающиеся предохранители.

4.2.2.9 Статическое электричество

По всей поверхности предмета распределяются заряды. Если тело не заземлено, то они находятся на контактной поверхности. Если же предмет будет подключен к земному контуру, то статическое напряжение будет быстро стекать с физического тела. Электризация возникает, если предмет получает большое число зарядов, которые не расходуются впоследствии во внешнюю среду. С таким положением требуется активно бороться. Важно обеспечивать своевременную эффективную защиту оборудования и оператора.

Подобное положение указывает на то, что все предметы необходимо заземлять. В быту и на производстве крайне важно избавиться от приобретаемых

предметами зарядов. Поэтому необходимо знать, как снимать статическое электричество.

Согласно ГОСТ 12.4.124-83 средства защиты от статического электричества
Требования к антиэлектростатическим предохранительным приспособлениям

1. Антиэлектростатические кольца и браслеты должны обеспечивать электрическое сопротивление в цепи человек - земля от 10 до 10 Ом.

2. Заземляющий проводник антиэлектростатического браслета должен обеспечивать свободу перемещения рук.

3. На средствах индивидуальной защиты от статического электричества должны наноситься обозначения по ГОСТ 12.4.103-83.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду

При выполнении ВКР использовались: электроэнергия для работы компьютера, бумага и люминесцентные лампы.

Компьютер потребляет небольшое количество электроэнергии. Это положительно сказывается на экономии потребления электроэнергии.

К отходам, производимым в помещении, можно отнести бытовой мусор и твердые отходы при поломки частей ПК. Согласно СанПиН 2.1.3684-21 оборудование в случае полной неработоспособности и неремонтопригодности должно быть утилизировано на полигоне твердых бытовых отходов [6].

Необходимо предпринимать различные меры, для того чтобы как можно больше сократить негативное влияние на окружающую среду. В качестве таких мер можно рассматривать:

- использование экономного режима работы электротехники;
- использовать энергосберегающие лампы для освещения помещений;
- устанавливать режим освещения, соответствующий времени года;
- правильно утилизировать отходы (компьютерный лом, газоразрядные лампы, бумага и др.);
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- использовать малотоксичные материалы при производстве компьютерной техники.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Чрезвычайная ситуация, которая может произойти на рабочем месте программиста при написании ВКР, является пожар.

Питаются электроустановки посредством кабельных линий, являющихся особо пожароопасными. Изоляционный материал - горюч. Электрические искры и дуги могут превратиться в источники зажигания. Из-за своей разветвленности и труднодоступности кабельные линии становятся местами наиболее вероятного возникновения и развития пожара.

4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Потушить пожар можно с помощью ручных углекислотных огнетушителей, установленных в помещениях из расчета один огнетушитель на 40-50 м². Но помимо этого помещение должно быть оборудовано пожарными сигнализациями и средствами связи. Сообщить о возгорании в службу пожарной охраны по телефону 101 или 112, сообщить адрес и место возникновения пожара.

4.5 Выводы по разделу

Хотя между фактическим значением и нормативным значением потенциального фактора есть погрешность, она все же в пределах разумного. При сравнении указа правила устройства электроустановок.

Согласно Общим правилам охраны труда при эксплуатации электроустановок

Это закон, я считаю, что программа может хорошо выполнять свои функции

Условия микроклимата соответствуют нормам СанПиН 1.2.3685-21. Рабочая среда программы может соответствовать ожидаемому стандарту и не причинит физического вреда персоналу.

Освещенность, которую обеспечивают люминесцентные лампы в помещении находится в пределах нормы.

Условия труда на рабочем месте по шумовому фактору соответствует допустимым нормам. категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений,

зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» ,
Содержание работы не несет потенциальной угрозы безопасности и
соответствует требованиям законодательства.

Так же указывается категория объекта, оказывающего значительное
негативное воздействие на окружающую среду "критериев отнесения объектов,
оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III
и IV категорий" упоминается в этом законе

Рабочее помещение, где была разработана ВКР, соблюдены все нормы
безопасности. Действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму. Само
помещение и рабочее место удовлетворяет всем требованиям.

Заключение

В этом исследовании мы перечисляем различные алгоритмы планирования пути и подробно анализируем три из них. Программное обеспечение для моделирования используется в лабиринте, и делаются эффективные выводы, которые могут предоставить справочные материалы для оптимизации алгоритма пути в будущем.

Цели, поставленные в данной работе, успешно достигнуты:

Обобщает обзор существующих алгоритмов поиска путей выхода.

Сравните различия между разными алгоритмами

Смоделируйте процесс с помощью MATLAB и Python

Создать прототип робота «электронная мышь» с использованием микроконтроллера и необходимого измерительного и исполнительного оборудования.

Список использованных источников

1. Кравченко К. И., Минеева Т. А. Алгоритм Дейкстры для определения кратчайшего маршрута следования // Тенденции Развития Науки И Образования. 2021. № 72–1.
2. Максимова Е. И. Сравнение Качества Результатов Алгоритма «a Star» И Его Модификации Для Дорожной Сети При Выборе Маршрута С Учетом Направления Движения На Перекрестке // Вестник Науки Сибири. 2014. № 4 (14).
3. Ян Минлян, Ли Нин Планирование траектории движения мобильного робота с помощью улучшенного алгоритма A* // Механические науки и технологии, С. 1–7.
4. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002. –222 с.
5. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс]. Avtoritet.net. URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 10.03.2019.
6. С.Н. Андреева. Понятие, элементы, виды и способы задания графов. //Теория графов: Краткое учебное пособие по теории графов. 2014. С. 14.
7. Кочева М.А. Транспортная задача //СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. №5. 2014.С. 178-179.
8. Маций О.Б. Повышение точности симметричной задачи класса коммивояжера большой размерности // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2011. № 55. С. 100-102.