

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.896-026.26

Нагараев
Михаил Владимирович

Система навигации мобильного робота

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники
по специальности 1-40 81 02 «Технологии виртуализации и облачных
вычислений»

Научный руководитель

Татур Михаил Михайлович

доктор технических наук, профессор

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

Среди роботов различных типов нужно выделить отдельную группу мобильных роботов.

Мобильный робот перемещается для решения тех или иных задач, получает данные с внешних датчиков, и должен постоянно обрабатывать информацию, чтобы управлять своим движением. Все эти процессы происходят непрерывно и тесно взаимосвязаны друг с другом.

Актуальность работы обусловлена тем, что в последнее время все больший интерес разработчиков стали привлекать автономные мобильные роботы, функционирующие в повседневном окружении человека – в индустриальной сфере или в сфере обслуживания. Мировой объем таких бытовых роботов уже более 1 миллиона штук.

По причине возрастающих с каждым годом требований к автономности мобильных робототехнических средств существует необходимость создания сложного навигационного комплекса для наземных мобильных роботов, позволяющего расширить их функциональные возможности по ориентации на местности, составлению карт, проходу по безопасным маршрутам и т.п.

Большинство разработок бытовых роботов испытывают дефицит алгоритмов и программ для решения наиболее трудной проблемы – автоматического управления траекторией для достижения цели в помещениях с присутствием большого числа заранее известных помех движению робота.

Говоря о навигации автономных мобильных роботов, выделяют два основных типа систем – глобальной и локальной. В данной работе речь пойдет о системах локальной навигации.

В данной работе предложен проект системы локальной навигации – одной из основных составляющих такого навигационного комплекса.

Системы ЛН планируют и контролируют выполнение маневров, составляющих движение по сформированному маршруту. ЛН – схема навигации автономных мобильных устройств, отвечающая за определение относительных координат объекта преимущественно в течение короткого промежутка времени.

Для обнаружения и объезда препятствий используются пара датчиков, сенсоров расстояния, которые позволяют в радиусе 1-1,5 метров определять препятствие. По мере своего продвижения робот выстраивает двумерную карту окружающего пространства. По ней, собственно, прокладывается путь и планируется движение робота вычислителем автопилота.

Программная часть будет состоять из приложения, которое будет предоставлять следующие функции:

- получение информации с датчиков расстояния;
- управление моторами по отдельности;

- регулирование скорости платформы;
- позиционирование платформы по заданным координатам.

При разработке системы перемещения робота необходимо учитывать следующие моменты:

- скорость или ускорение движения;
- точность позиционирования;
- гибкость и надежность при различных условиях;
- эффективность (низкое энергопотребление).

Библиотека БГУИР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объект исследования: система навигации мобильного робота.

Предмет исследования: алгоритмы и методы дистанционного управления мобильным роботом.

Цель исследования: разработка системы навигации мобильного робота, а также разработка тестовой подвижной платформы для исследования алгоритмов и методов управления данной системы.

Задачи исследования:

1. Обзор литературы по системам навигации и мобильным роботам.
2. Теоретические сведения построения системы навигации мобильного робота.
3. Разработка системы навигации мобильного робота.

Апробации: работа была представлена на 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР в 2020 году в докладе "Система навигации мобильного робота".

Публикации:

1. Нагараев М. В., Система навигации мобильного робота // Молодой ученый. — 2019. — №46. — С. 20-23. — URL <https://moluch.ru/archive/284/64004/> (дата обращения: 29.11.2019)

Научная и практическая значимость исследования: создание экспериментального образца мобильного робота и системы навигации для формирования управления автоматическим движением данного робота в стесненных условиях внутри бытовых помещений.

Публикация результатов исследований

Результаты исследований были опубликованы в виде тезисов доклада на 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. На основе полученных в ходе исследований результатов была опубликована статья "Система навигации мобильного робота".

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общий объем магистерской диссертации составляет 62 страницы, включая 27 иллюстраций, 3 таблицы, библиографический список из 31 наименования, 1 приложение.

В **общей характеристике работы** сформулированы цель и задачи исследования, даны сведения об объекте и предмете исследования, приведены апробации и публикации результатов.

Во **введении** дано обоснование актуальности работы, проведен краткий обзор систем навигаций, дан перечень наиболее актуальных проблем в данной области, описаны прикладные задачи, в которых может быть использована разработанная система.

В **первой главе** произведен анализ предыдущих работ в данном направлении. В первом разделе приведены примеры и описание систем навигаций, описание и сравнение алгоритмом обхода препятствий. Во втором разделе рассмотрены аналоги мобильных роботов, их достоинства, недостатки. В третьем разделе описываются микроконтроллеры, которые используются для создания мобильных роботов, сравнение и определение лучшего для механической платформы в этой работе.

Во **второй главе** приведено описание теоретической базы исследования. В первом разделе приведена теория локальных систем навигации, задачи и требования к локальным системам навигации, архитектура разрабатываемой системы навигации, обоснование выбора алгоритма обхода препятствий, графические иллюстрации. Также приведено обоснование выбора аппаратных модулей, структура механической части.

В **третьей главе** приведено подробное описание разработанной системы. В первом разделе приведена разработка подвижной платформы, графические иллюстрации, чертежи с этапами разработки платформы, описание программы для механической части, подробные иллюстрации с пошаговым подключением и запуском программы, также приведена блок-схема алгоритма подключения платформы к сети WiFi. Во второй главе описывается разработка программного средства, описываются команды взаимодействия с платформой, описывается реализация системы навигации и построение карты передвижения робота. В третьей главе описывается отладка взаимодействия подвижной платформы и механической части. В четвертой главе демонстрируются результаты тестирования, графические иллюстрации опытов запуска системы в реальных условиях. В пятой главе происходит оценка сложности и производительности системы.

В **заключении** приведены краткий обзор результатов, полученных на каждом из этапов исследования, критический анализ разработанной системы и

сравнение разработанной системы с аналогами. В главе описаны основные недостатки системы, а также приведена область, в которой можно применять данную систему и мобильного робота.

Библиотека БГУИР

Заключение

В ходе исследования предмета диссертации был проведен обзор большого количества работ по данной теме. Анализ литературных источников показал наличие множества способов в разработке отдельных систем навигации. Ключевым моментом в системе навигации является алгоритм обхода препятствий. В данной работе было использовано по сути два алгоритма: алгоритм A^* для запуска системы и вычисления оптимального пути для мобильного робота до цели и алгоритм Правой илилевой руки, использованный в реальном времени на подвижной платформе. Основными преимуществами данного алгоритма являются простота и скорость вычислений. Для оценки точности определения положения робота по описанному выше алгоритму была проведена серия экспериментов. Они показали, что для ситуаций с препятствиями легкого уровня и среднего уровня система ведет себя предсказуемо и надежно. Редко появляются ситуации, когда в реальном времени система приходит к тому, что цель не может быть достигнута. В таком случае работа робота прекращается и идет сообщение об ошибке.

Для проектирования механической части мобильного робота был выбран микроконтроллер Arduino Uno, исходя из его достоинств и так как он является оптимальным решением для проекта, целенаправленное программное обеспечение такое как Arduino IDE, дополнительные библиотеки для работы с компонентами Arduino Uno, а так же удобная и быстрая прошивка через USB-кабель.

Для разработки корпуса устройства были использованы программы AutoCAD и 3D Max. Данные программы без проблем позволили реализовать задуманные идеи. Решение использовать 3D-принтер оправдало свои ожидания.

В качестве среды разработки для программной части был выбран язык программирования Python, который обеспечил легкость и устойчивость к реализации данного программного средства. Пространство имен и модульность повлияли на условие расширяемости программного средства. С этими двумя факторами Python отлично справляется. В ходе разработки проекта это очень помогло.

В результате получилось два подхода в решении задачи навигации мобильного робота.

Первый подход подразумевает под собой заранее известные препятствия и цели на карте. Программа анализирует карту, матрицу и строит соответствующий список команд, которого должен придерживаться робот.

Второй подход является более комплексным и непредсказуемым. В режиме реального времени робот должен двигаться к цели по простому

алгоритму, встречая при этом препятствия, он их должен обойти, что может создать неприятную ситуацию.

Разработанная система предоставляет следующие возможности:

1. Подвижный, складывающийся корпус;
2. Дистанционное управление с помощью ПК;
3. Распознавание межсетевых команд;
4. Конфигурирование отдельных аппаратных модулей;
5. Программное средство для управления и отображения данных платформы;
6. Позиционирование устройства в пространстве.

Область применимости предлагаемого в настоящей работе алгоритма ограничена помещениями с простой структурой геометрии окружения робота. Примерами неудобных помещений являются помещения с замкнутыми препятствиями. В помещениях такого рода, как правило, робот может очень долго искать правильный маршрут или вовсе заикнуться на одном маршруте.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А Нагараев М. В., Система навигации мобильного робота // Молодой ученый. — 2019. — №46. — С. 20-23. — URL <https://moluch.ru/archive/284/64004/> (дата обращения: 29.11.2019)

2-А Нагараев М. В., Система навигации мобильного робота / Нагараев М. В. // Компьютерные системы и сети: 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 21-22 апреля 2020 г. — Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2020. — С. 63.

Библиотека БГУИР