

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической теории упругости и биомеханики

Проектирование системы управления роботом

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 442 группы
направление 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета

Буйлова Никиты Валерьевича

Научный руководитель
к.ю.н., доцент

Р.В. Амелин

подпись, дата

Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

Л.Ю. Коссович

подпись, дата

Саратов 2024

Введение. В современном мире робототехника играет всё более значимую роль в различных областях человеческой деятельности, от промышленного производства до услуг для частных лиц. Разработка эффективных систем управления роботами становится ключевой задачей, которая позволяет расширить возможности и функциональность роботизированных систем, а также повысить их эффективность и безопасность использования. Важность данной задачи обусловлена быстрым развитием технологий и необходимостью их адаптации под изменяющиеся условия эксплуатации и новые требования рынка.

Цель данной дипломной работы заключается в разработке системы управления мобильным роботом TurtleBot с использованием современных программных и аппаратных средств. Особое внимание уделяется разработке удобного пользовательского интерфейса, обеспечению надёжности работы системы и возможности её масштабирования для различных применений.

Актуальность работы обусловлена растущим спросом на роботизированные системы в промышленности и повседневной жизни, что требует постоянного совершенствования технологий управления для повышения их эффективности, адаптивности и автономности.

Задачи исследования:

- Проектирование архитектуры системы управления, включая выбор аппаратных и программных компонентов.
- Разработка программного обеспечения для управления роботом с использованием C# и симуляционной среды Gazebo.
- Тестирование и оптимизация системы управления в виртуальной среде и реальных условиях.
- Разработка пользовательского интерфейса для удобства эксплуатации системы.

Методология исследования включает в себя применение теоретических знаний в области робототехники и программирования, использование программного обеспечения для проектирования систем управления и симуляции их работы, а также проведение ряда экспериментов для проверки и демонстрации работоспособности разработанной системы.

Ожидаемые результаты:

Разработанная система управления для TurtleBot позволит повысить эффективность использования роботизированных систем за счет оптимизации алгоритмов управления и улучшения интерфейса взаимодействия с пользователем.

Полученные в ходе работы данные и опыт могут быть использованы для дальнейших исследований и разработок в области робототехники.

Таким образом, проектирование системы управления для TurtleBot позволит не только изучить современные подходы к разработке робототехнических систем, но и создать практическое решение, готовое к внедрению и использованию в реальных приложениях.

Структура работы. Основная часть состоит из 3 разделов:

- Анализ предметной области
- Проектирование системы управления
- Программирование алгоритмов

В первом разделе проводится анализ предметной области.

1.1 Введение в предметную область

Введение в предметную область робототехники и управления роботами включает изучение основ робототехники, типов роботов и их применения в различных областях. Особое внимание уделяется

мобильным роботам, таким как TurtleBot, который является популярной платформой для обучения и исследований в области робототехники.

1.2 Обзор существующих систем управления роботами

Обзор существующих систем управления роботами включает анализ текущих технологий и решений, используемых в робототехнике. Рассматриваются различные платформы, такие как ROS (Robot Operating System), а также популярные роботы, такие как TurtleBot и его аналоги. Анализируется их функциональность, особенности и ограничения.

1.3 Технологические аспекты

В разделе технологических аспектов рассматриваются основные технологии, используемые для разработки систем управления роботами. Это включает языки программирования, такие как C# и Python, а также фреймворки и библиотеки, такие как .NET и RosSharp. Описываются преимущества и недостатки каждой технологии, а также их применимость в различных сценариях.

1.4 Анализ требований

Анализ требований включает сбор и документирование функциональных и нефункциональных требований к системе управления роботом TurtleBot. Функциональные требования охватывают основные задачи, которые система должна выполнять, такие как навигация, обработка данных с сенсоров и взаимодействие с пользователем. Нефункциональные требования включают производительность, надежность, безопасность и масштабируемость системы.

1.5 Сценарии использования

Сценарии использования описывают типичные случаи применения системы управления роботом. Это могут быть сценарии,

такие как обход препятствий, следование по заданному маршруту и автономная навигация в неизвестной среде. Каждый сценарий детализируется с указанием последовательности действий, взаимодействия с пользователем и ожидаемых результатов.

1.6 Критический анализ и потенциальные улучшения

Критический анализ существующих систем управления роботами выявляет их сильные и слабые стороны. На основе этого анализа предлагаются потенциальные улучшения, направленные на повышение эффективности и надежности системы управления. Рассматриваются возможности улучшения алгоритмов навигации, интеграции с симулятором Gazebo и оптимизации обработки данных с сенсоров.

Во втором разделе проводится проектирование системы управления.

2.1 Анализ существующих решений и технологий в области управления роботами

В данном разделе проводится детальный анализ существующих решений и технологий в области управления роботами. Рассматриваются системы, такие как ROS, и их применение в различных роботах, включая TurtleBot. Описываются преимущества и недостатки каждого решения, а также их пригодность для использования в разработке системы управления роботом TurtleBot.

2.2 Проектирование архитектуры системы управления

Проектирование архитектуры системы управления включает разработку модульной структуры системы, обеспечивающей гибкость и расширяемость. Описываются основные модули системы, такие как модуль управления движением, модуль обработки данных с сенсоров, модуль коммуникации и модуль логирования.

Представлены диаграммы, иллюстрирующие взаимодействие между модулями и их интеграцию с симулятором Gazebo.

2.3 Разработка программного обеспечения для управления роботом

Разработка программного обеспечения охватывает создание кода на языке C# для реализации функциональности системы управления роботом. Включены примеры кода для обработки данных с сенсоров, управления движением робота и взаимодействия с пользователем. Особое внимание уделяется обеспечению надежности и производительности системы.

2.4 Тестирование и оптимизация системы управления

Тестирование и оптимизация включают проведение юнит-тестирования, интеграционного тестирования и тестирования в симуляционной среде Gazebo. Описываются методы оптимизации алгоритмов управления и обработки данных для повышения производительности системы. Приводятся результаты тестирования и внесенные улучшения.

В третьем разделе описываются используемые в разрабатываемом программном обеспечении алгоритмы.

3.1 Разработка алгоритмов навигации

Разработка алгоритмов навигации включает создание и реализацию алгоритмов, таких как A* и Dijkstra, для планирования маршрутов и обхода препятствий. Описывается, как данные с сенсоров используются для построения карты окружающей среды и принятия решений о движении робота.

3.2 Интеграция системы управления с Gazebo

Интеграция системы управления с симулятором Gazebo описывает процессы настройки и взаимодействия с Gazebo. Описывается использование RosSharp для интеграции с ROS и взаимодействия с виртуальными моделями роботов. Приводятся примеры кода для отправки команд в Gazebo и получения данных с сенсоров.

3.3 Визуализация данных и мониторинг состояния робота

Раздел посвящен реализации системы визуализации данных и мониторинга состояния робота в реальном времени. Описываются инструменты, такие как RViz и Grafana, используемые для отображения данных с сенсоров и состояния системы. Приводятся примеры настройки и использования этих инструментов для создания дашбордов и графиков.

3.4 Система логирования и мониторинга

В данном разделе описывается система логирования и мониторинга, реализованная с использованием инструментов Logstash, Elasticsearch и Kibana. Описываются методы сбора, хранения и анализа логов, а также настройка дашбордов для мониторинга состояния системы в реальном времени.

В приложении представлены исходные программные коды реализации.

Заключение. В ходе выполнения данной дипломной работы была разработана система управления для робота TurtleBot, включающая в себя проектирование и реализацию архитектуры, программного обеспечения и интеграции с симуляционной средой Gazebo. Были достигнуты следующие ключевые результаты и выводы:

Анализ существующих решений и технологий:

Проведено исследование текущих технологий в области управления роботами, включая аппаратные и программные компоненты.

Определены оптимальные инструменты и платформы для разработки системы управления, такие как C#, .NET Framework и Gazebo.

Проектирование архитектуры системы управления:

Разработана модульная архитектура системы, обеспечивающая гибкость и расширяемость.

Спроектированы основные компоненты системы, такие как модуль управления, сенсорный модуль, модуль обработки данных и модуль коммуникации.

Разработка программного обеспечения:

Созданы и протестированы алгоритмы управления движением робота, включая алгоритмы поиска пути и обработки данных с сенсоров.

Разработано программное обеспечение для интеграции с Gazebo, позволяющее тестировать алгоритмы в симуляционной среде.

Реализованы механизмы логирования и мониторинга для отслеживания состояния системы и отладки.

Интеграция и тестирование:

Проведена интеграция разработанных модулей и компонентов в единую систему.

Выполнено тестирование системы в симуляционной среде Gazebo для оценки её работоспособности и эффективности.

Проведена оптимизация системы на основе результатов тестирования для повышения её производительности и надежности.

Разработка пользовательского интерфейса:

Создан удобный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс для настройки параметров робота и мониторинга его состояния в реальном времени.

Реализованы механизмы взаимодействия пользователя с системой через веб-интерфейс, обеспечивающий доступ к основным функциям системы управления.

Документирование и представление результатов:

Разработана подробная документация, описывающая архитектуру системы, принципы её работы и методы использования.

Подготовлены диаграммы, иллюстрирующие взаимодействие компонентов системы и процессы обработки данных.

Выводы:

Разработанная система управления роботом TurtleBot демонстрирует высокую эффективность и надежность, обеспечивая возможность её использования в различных приложениях, от исследовательских проектов до промышленных задач.

Полученные результаты и накопленный опыт могут быть использованы для дальнейшего совершенствования системы и её адаптации под новые требования и условия эксплуатации.

Использование современных технологий и инструментов, таких как C#, .NET Framework и Gazebo, позволяет создавать мощные и гибкие решения в области робототехники, способствующие развитию данной отрасли и её интеграции в повседневную жизнь.