

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра інформаційних технологій

До захисту допустити
Завідувач кафедри ІТ,
д.т.н., проф., Каргін А.О.

_07.01.2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

на тему: Управління парковкою мобільного роботу на основі гібридних даних
від лідару, інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення.

Здобувач (ка) ступеня магістра
Студент (ка) 2-го курсу,
213-ІТ-Д23 групи
Освітній рівень другий (магістр)
Галузь знань 12 - Інформаційні технології
Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
Освітньо-професійна програма - Інтелектуальні інформаційні технології (ІТ)

Бриксін Богдан Володимирович
(ПБ)

Керівник Каргін А.О.
(ПБ)

д.т.н., професор, завідувач кафедри ІТ УкрДУЗТ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Рецензент Шергін В.Л.
(ПБ)

к.т.н., доцент, доцент кафедри ІІІ ХНУРЕ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Рецензент Ковтун І.В.
(ПБ)

к.т.н., доцент, доцент кафедри ТЗ УкрДУЗТ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка (ECTS) _____

м. Харків – 2025 рік

Наступні сторінки пояснювальної записки недоступні для перегляду – 2, 4, 5, 13-49, 53-77.

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра інформаційних технологій

Затверджую
Завідувач кафедри ІТ,
д.т.н., проф., Каргін А.О.

06.10.2024 р.

Завдання

На кваліфікаційну роботу здобувача ступеня магістра	<u>Бриксін Богдан Володимирович</u> (прізвище ім'я по батькові)
Тема кваліфікаційної роботи	Управління парковкою мобільного роботу на основі гібридних даних від лідару, інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення.
Постановка завдання в стислій формі	Виконати аналіз предметної області та аналіз існуючих підходів до вирішення завдання, аналіз функцій проектуємої системи та аналіз правил керування системою відповідно до теми роботи та за результатами аналізу сформулювати динамічну модель програмно-апаратної системи в середовищі Node-RED
Вихідні дані (2 адреси сайтів, матеріали яких рекомендує керівник кваліфікаційної роботи)	Emerging trends that will determine the future of parking. https://parklio.com/en/blog/emerging-trends-that-will-determine-the-future-of-parking The World's Most Experienced Driver. https://waymo.com/What-is-an-Autonomous-Car? https://www.synopsys.com/glossary/what-is-autonomous-car.html

Календарний план роботи

Дата отримання версії звіту керівником	Етап виконання роботи	Виконання (зазначає керівник)
15.11.2024	Проектування системи (включно в MATLAB)	виконано
01.12.2024	Динамічна модель програмно-апаратного прототипу системи в Node-RED	виконано
09.12.2024	Підготовка та редагування пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи за зауваженнями керівника (за змістом)	виконано
15.12.2024	Редагування пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи (з оформлення)	виконано

Дата видачі завдання 06.10.24
Керівник (ПІБ) Каргін А.О.

РЕФЕРАТ

Бриксін Б.В. Управління парковкою мобільного роботу на основі гібридних даних від лідару, інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення. – На правах рукопису.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 77 сторінок, 7 додатків, 43 малюнків, 15 джерел, 3 таблиці.

Об'єкт дослідження – управління роботами.

Мета роботи – розробка системи управління парковкою мобільного роботу на підставі даних від датчика Lidar та інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення - роботу з повнопривідним шасі с чотирма колесами.

Методи дослідження – аналіз системи паркування за допомогою MATLAB, Mental Modeler, Tinkercad, Node-RED.

В даній роботі розроблено концептуальну модель паркування роботу на підставі даних від датчика Lidar та датчиків відстані й відображення, досліджено вплив параметрів на якість паркування шляхом моделювання в Mental Modeler, розроблено нечітку модель паркування в MATLAB, спроектовано апаратний прототип в Tinkercad і розроблено програмно-апаратний прототип системи в Node-RED.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДАТЧИК, ІНФРАЧЕРВОНИЙ ДАТЧИК
ВІДОБРАЖЕННЯ, ДАТЧИКИ ЛІДАР, СИСТЕМА ПАРКУВАННЯ, РОБОТ

ABSTRACT

Bohdan Bryksin. Parking control of a mobile robot based on hybrid data from lidar, infrared, and ultrasonic reflection sensors – Manuscript rights.

Master's thesis report: 77 pages, 43 figures, 3 tables, 15 sources, 7 appendices.

The object of study is robot control.

The purpose of the work is to develop a parking control system for a mobile four-wheel robot based on data from a Lidar sensor and Infrared and Ultrasonic reflection sensors.

Research methods are analysis and design of the parking system using MATLAB, Mental Modeler, Tinkercad, and Node-RED frameworks.

In this work, a conceptual model of a parking robot was developed based on data from a Lidar sensor and distance and reflection sensors, the influence of parameters on parking quality was investigated by modeling in Mental Modeler, a fuzzy parking model was developed in MatLab, a hardware prototype was designed in Tinkercad, and a hardware-software prototype of the system was tested in Node-RED.

ULTRASONIC SENSOR, INFRARED REFLECTION SENSOR, LIDAR SENSORS, PARKING SYSTEM, ROBOT

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	12
РОЗДІЛ 2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАВДАННЯ	13
2.1 Огляд апаратних засобів що застосовуються	13
2.2 Стратегія паркування	22
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВКОЮ МОБІЛЬНОГО РОБОТУ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ ДАНИХ ВІД ЛІДАРУ, ІНФРАЧЕРВОНОГО Й УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКІВ ВІДОБРАЖЕННЯ	
3.1 Концептуальна модель системи. UML Use case	24
3.2 Логічна модель системи. Моделювання в Mental Modeler	25
3.3 Логічна модель системи. Моделювання в MATLAB	28
3.4 Фізична модель системи. Апаратний прототип системи в Tinkercad	35
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ ПРОТОТИП СИСТЕМИ	44
4.1 Архітектура програмної частини прототипу системи	44
4.2 Компоненти програмної частини прототипу системи в Node-RED	45
4.3 Опис даних та бібліотек підтримки компонентів системи	45
4.4 Опис контрольних прикладів і результатів тестування	47
4.5 Опис інструкцій користувачеві	48
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	51
ДОДАТОК А ДІАГРАМИ UML	53
ДОДАТОК Б МОДЕЛЮВАННЯ В MENTAL MODELER	55
ДОДАТОК В МОДЕЛЮВАННЯ В MATLAB	58
ДОДАТОК Г МОДЕЛЮВАННЯ В TINKERCAD	68
ДОДАТОК Ґ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ В NODE-RED	69
ДОДАТОК Д ТЕКСТ ПРОГРАМИ В NODE-RED	70
ДОДАТОК Е РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ	74

ВСТУП

Актуальність теми пов'язана з сучасними автомобілями які оснащені системами паркування, ці системи допомагають водієві виконувати маневри з паркуванням. Однак, водій не завжди може зробити це безпечно та ефективно. Тому, важливо розробити систему управління парковкою роботу на підставі даних від датчиків відстані й інфрачервоного та датчика лідар, яка може допомогти спростити процес паркування.

Основною метою цієї роботи є розробка та впровадження системи управління парковкою роботу, що здатна автоматизувати процес паркування. За допомогою датчиків відстані, інфрачервоного датчику та датчика лідар, система здатна контролювати рух робота при паркуванні.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи - розробки системи управління парковкою роботу з повнопривідним шасі с чотирма колесами на підставі даних від датчика Lidar та датчиків відстані й інфрачервоного датчику - сформульовані наступні завдання:

1. Розробити концептуальну модель системи паркування.
2. Виявити параметри системи паркування та дослідити їх вплив на якість паркування шляхом моделювання системи в Mental Modeler.
3. Розробити нечіткий проект системи паркуванням що включає вхідні та вихідні змінні, лінгвістичні змінні та вербальні правила в MATLAB.
4. Спроекувати апаратний прототип системи в Tinkercad.
5. Розробити програмно-апаратний прототип системи в Node-RED.

Об'єктом дослідження в роботі є система управління роботами.

Предметом дослідження є система управління парковкою роботу.

Для вирішення поставлених завдань були використані методи: проектування систем в MATLAB, Node-RED, Tinkercad.

Рішення поставлених завдань дозволило отримати автору наступні результати: розробити концептуальну модель системи паркування, виявити параметри та дослідити їх вплив на якість паркування, розробити нечіткий

проект системи паркування, створити прототип системи та протестувати програмно-апаратний прототип в системі Node-RED.

Практичне значення отриманих результатів: програмно-апаратний прототип системи управління парковкою роботу з повнопривідним шасі з чотирма колесами може бути використован в якості компонента навчального лабораторного обладнання кафедри ІТ.

Особистий внесок здобувача: виконано проектування прототипу системи управління парковкою мобільного роботу за допомогою датчиків лідар, ультразвукових та інфрачервоного.

Основні положення і результати кваліфікаційної роботи були представлені і обговорювалися на 84-й студентській науково-технічній конференції (Харків, УкрДУЗТ, 11-12 грудня 2024 р.).

По темі кваліфікаційної роботи виконано одну науково-технічну публікацію у збірнику тез 84-ої студентської науково-технічної конференції.

Звіт по кваліфікаційній роботі складається зі вступу, 4-ох розділів, висновків, списку посилань з 15-и найменувань і 7 додатків. Звіт містить 43 малюнків, 3 таблиці. Повний обсяг звіту становить 77 сторінок, в тому числі 50 сторінок основного тексту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, а також охарактеризовано особистий внесок здобувача, практичне значення і наукова новизна отриманих результатів.

У першому розділі сформульована загальна постановка задачі та стисло описані етапи вирішення. Висновки за розділом підтверджують виділення основних етапів створення системи.

У другому розділі виконано огляд і аналіз підходів до проектування системи управління парковкою роботу. За результатами огляду та аналізу зроблені висновки: о стратегії паркування. Висновки за розділом підтверджують виділення найбільш суттєвих характеристик системи що потребують втілення в прототипі мобільного робота.

У третьому розділі побудований проект та виконано моделювання системи в Mental Modeler та MATLAB. Висновки за розділом підтверджують формування моделей системи що описують функціональність системи з точки зору користувача системи та з точки зору розробника прототипу системи паркування мобільного роботу.

У четвертому розділі описана реалізація системи у вигляді динамічної моделі в Node-RED. Висновки за розділом підтверджують результати синтезу програмно-апаратної системи в середовищі Node-RED та результати тестування системи у додатку Е пояснювальної записки.

У висновках роботи представлені теоретичні та практичні результати роботи у вигляді проектування управління парковкою мобільного роботу на основі гібридних даних від лідару, інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення.

РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Мета кваліфікаційної роботи: проектування та реалізація системи управління парковкою мобільного роботу на основі гібридних даних від лідару, інфрачервоного й ультразвукового датчиків відображення.

Опис задачі:

1. Розробити концептуальну модель системи паркування.
2. Виявити параметри системи паркування та дослідити їх вплив на якість паркування шляхом моделювання системи в Mental Modeler.
3. Розробити проект нечіткої системи паркуванням, що включає вхідні та вихідні змінні, лінгвістичні змінні та вербальні правила в MATLAB.
4. Спроекувати апаратний прототип системи в Tinkercad.
5. Розробити програмно-апаратний прототип системи в Node-RED.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі був створений проект та сформовано прототип системи паркування мобільного роботу, яка базується на використанні даних від Lidar та датчиків інфрачервоного й ультразвукового. В процесі розробки системи було використано методи нечіткої логіки для прийняття рішень стосовно руху робота та паркування в MATLAB та симуляція динамічної моделі в Node-RED. Ці методи дозволили створити алгоритм керування роботом.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- 1) Parking Management. URL: <https://www.preciseparklink.com/news/top-24-solutions-to-optimize-your-parking-management-strategy-in-2024> (Last accessed: 14.12.24)
- 2) Automated Parking. URL: <https://parklio.com/en/blog/emerging-trends-that-will-determine-the-future-of-parking> (Last accessed: 14.12.24)
- 3) Парктронік. URL: <https://dzigoracomplex.kiev.ua/blog/uk/yak-obraty-parktronik-ua/> (Дата звернення: 14.12.24)
- 4) How Ultrasonic Sensors Work. URL: <https://maxbotix.com/blogs/blog/how-ultrasonic-sensors-work> (Last accessed: 14.12.24)
- 5) Observation Camera. URL: <https://www.haloview.com/> (Last accessed: 14.12.24)
- 6) 360-degree Parking Camera. URL: <https://techlekh.com/360-degree-parking-camera/> (Last accessed: 14.12.24)
- 7) Паркувальний асистент. URL: https://auto.24tv.ua/shcho_take_parkuvalnyi_asystent_ta_yak_vin_pratsiuie_n_45672 (Дата звернення: 14.12.24)
- 8) Smart Parking. URL: https://www.fleximodo.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8MG1BhCoARIsAHxSiQlGJ8XL7M9vCfVB0uVx2w708vMYdNzLreZpPPs5rZUkKKSBNxW--sIaAj6_EALw_wcB (Last accessed: 14.12.24)
- 9) Parking Control Systems. URL: <https://www.hardingaps.com/parking-blog/future-trends-in-parking-control-systems> (Last accessed: 14.12.24)
- 10) Лідар. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B4%D0%B0%D1%80> (Дата звернення: 14.12.24)
- 11) Optical Radar. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/optical-radar> (Last accessed: 14.12.24)

- 12) How does an ultrasonic sensor work. URL: <https://sensorpartners.com/en/knowledge-base/everything-about-the-operation-principles-of-ultrasonic-sensors/> (Last accessed: 14.12.24)
- 13) Applications of Ultrasonic Sensors. URL: <https://www.migatron.com/ultrasonic-detections-and-control-applications/> (Last accessed: 14.12.24)
- 14) Triangulation. URL: https://www.baumer.com/nl/en/service-support/function-principle/functionality-and-technology-of-optical-distance-sensors/a/Know-how_Function_optical-distance-sensors#:~:text=The%20distance%20measurement%20is%20based,laser%20point%20on%20the%20receiver (Last accessed: 14.12.24)
- 15) Лазерні датчики відстані. URL: <https://europromtrading.com.ua/lazerni-optichni-datchiki-vidstani-sho-ce-take-princip-roboti-vidi-ta-sfera-zastosuvannya> (Дата звернення:: 14.12.24)