МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Осадчий Віктор Андрійович

УДК 004.93

СИСТЕМА СВІТЛОДІОДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВЕЛОСИПЕДИСТА

Напрям підготовки 123 – Комп’ютерна інженерія

Автореферат
магістерської роботи
на здобуття кваліфікації магістра з комп’ютерної інженерії

Миколаїв – 2021

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук
Дворник Ольга Василівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
заступник зав. кафедри, доцент кафедри
комп'ютерної інженерії

Рецензент: доктор технічних наук
Трунов Олександр Миколайович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій

Захист відбудеться «23» лютого 20121 р. о 13^{30} на засіданні Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням http://chmnu.edu.ua

Автореферат оприлюднений «22» лютого 2021 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
кандидат фіз.-мат. наук, доцент С. В. Пузирьов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зі встановленням теплих і сонячних днів збільшується кількість дітей, підлітків і дорослих, які використовують двоколісні транспортні засоби для пересування і катання на вулицях, дорогах та в парках. На жаль, статистика свідчить про щорічне травмування людей при їзді на велосипедах. Щоб уникнути цього, необхідно не тільки знати і виконувати правила дорожнього руху і правила використання велосипеда, але і використовувати допоміжні засоби, такі як: світловідбиваючий одяг, ліхтарі, шолом та інше.

У загальноприйнятих правилах дорожнього руху є розділ, присвячений їзді на велосипеді. Отже, велосипедист є повноцінним учасником дорожнього руху як автомобіль, мопед і т.д.. Однак не всі автомобілісти сприймають велосипедистів як рівноцінних учасників трафіку, що призводить до дорожньо-транспортних пригод. Також більшою проблемою є недостатня помітність велосипедистів через невеликий розмір порівняно з іншими учасниками, і найменшою кількістю світлових елементів.

Водій велосипеда повинен подавати сигнали повороту перед початком руху, перестроюванням, поворотом і зупинкою. Оскільки світловими покажчиками повороту велосипеди не обладнуються, сигнали необхідно подавати рукою. При використанні цього правила може здатися, що виконання даного маневру може викликати труднощі або проблеми, однак на практиці це не так. Достатньо лише трохи потренуватися на рівній поверхні. Однак, часто виникають ситуації, коли інші учасники дорожнього руху не помічають сигнали велосипедистів.

Метою роботи є розроблення системи світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста, яка призначається для допомоги водіям (подачі сигналів) та повинна розв’язувати наступні задачі:

1. Привернення уваги водіїв до сигналів, які подає

велосипедист.

2. Збільшення помітності велосипедиста.

3. Можливість за допомогою світлодіодної матриці відображати різноманітність сигналів.

Для досягнення мети в магістерській роботі поставлені та вирішені наступні **задачі**:

— аналіз існуючої бази пристроїв для світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста;

— отримати та обробити даних з акселерометру та гіроскопу;

— створити модель машинного навчання для розпізнавання жестів та налаштувати мікроконтролер для роботи зі штучним інтелектом;

— інтегрувати пристрій для розпізнавання жестів з пристроєм для світлодіодної візуалізації сигналів за допомогою бездротової технології Bluetooth;

— зібрати світлодіодну матрицю та створити набір зрозумілих сигналів;

— розробка питання спеціальної частини з охорони праці.

Предмет та об'єкт дослідження. Об'єктом даної роботи є методи машинного навчання для відображення сигналів, в залежності від поданих команд, а предметом – є пристрій світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста.

Використані методи: методи взаємодії пристроїв по бездротовому зв'язку, методи машинного навчання та методи отримання та обробки даних положення тіла у просторі.

Гіпотеза. Передбачається, що реалізація системи світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста збільшить помітність велосипедистів на дорозі, додасть водіям більше розуміння намірів велосипедиста і збільшить помітність сигналів, які подаються. У найкращому результаті

внесе коригування в ПДР.

Наукова новизна. Наукова новизна дослідження полягає в тому, що в роботі вперше вивчено вплив світлових сигналів, які були сформовані за допомогою класичного методу розпізнавання рухів руки велосипедиста. Також сформульована гіпотеза про можливість коригування ПДР.

Практична значимість системи полягає у:

1. Спрощення подавання сигналів.
2. Збільшення контролю керування, адже завдяки даній системі не потрібно відривати руки від керма.
3. Візуалізація поданих сигналів на світлодіодній матриці.
4. Можливість навчання будь-якого руху та призначення до нього відповідного світлового сигналу.

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час XXIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ–2020: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» (м. Миколаїв, Чорноморський національний університет імені Петра Могили) [1].

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 31 найменувань, 3 додатків на 11 сторінках. Основна частина роботи становить 74 сторінок, серед яких 41 рис. та 10 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, сформульовано мету, об’єкт, предмет та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора. У загальноприйнятих правилах дорожнього руху є розділ, присвячений їзді на велосипеді. Отже, велосипедист є повноцінним учасником дорожнього руху як автомобіль, мопед і т.д.. Однак не всі автомобілісти сприймають велосипедистів як рівноцінних учасників трафіку, що призводить до дорожньо-транспортних пригод. Також більшою проблемою є недостатня помітність велосипедистів через невеликий розмір порівняно з іншими учасниками, і найменшою кількістю світлових елементів.

Водій велосипеда повинен подавати сигнали повороту перед початком руху, перестроюванням, поворотом і зупинкою. Оскільки світловими покажчиками повороту велосипеди не обладнуються, сигнали необхідно подавати рукою. При використанні цього правила може здатися, що виконання даного маневру може викликати труднощі або проблеми, однак на практиці це не так. Достатньо лише трохи потренуватися на рівній поверхні. Однак, часто виникають ситуації, коли інші учасники дорожнього руху не помічають сигнали велосипедистів.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналітичний огляд літератури та патентної інформації**» проведено аналітичний огляд літератури та патентно інформації щодо аналогічних пристроїв.

Детально розглянуті технічні характеристики та функціональність мобільних застосунків аналогічний пристроїв. Аналіз показав, що найкращі з проаналізованих пристроїв мають досить гарні показники стійкості оболонки до впливу різних чинників,

достатньо великі світлодіодні матриці для розпізнавання сигналів на різних дистанціях та комфортне керування подачею світлових сигналів. Однак, всі пристрої мають механічне керування, тобто кнопки та важелі, що може відволікати водія від курування транспортним засобом.

Майже кожен аналог складається з двох або більше частин, що зумовлює необхідність окремо заряджати різні частини пристрою, а відсутність контролю рівня заряду зменшую комфортність користування.

Найкращі з аналогів мають інтуїтивно зрозумілі та помітні на достатній дистанції пристрої для подачі світлових сигналів також вражає аргономічний дизайн даних аналогів, однак найбільшим недоліком є механічне керування.

У **другому розділі** магістерської роботи **«Розроблення системи світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста»** проведено аналіз компонентів потрібних для створення пристрою, а також побудовано принципову схему. Також у розділі описані налаштування Bluetooth модуля та плати Arduino Nano, їх підключення та нюанси роботи. Для пристрою розпізнавання жестів описано роботу з бібліотекою Tensorflow Lite, підбір та налаштування мікроконтролера для роботи з машинним навчанням. На рисунку 1.1 зображено принципову схему пристрою для відображення світлових сигналів створену у Fritzing.

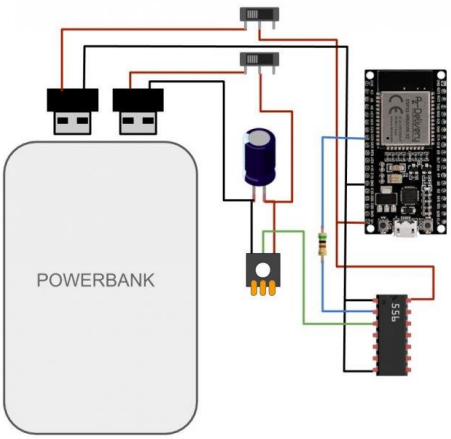

Рисунок 1.1 – Принципова схема пристрою для відображення світлових сигналів

При створенні апаратної частини проаналізовано різні мікроконтролери і інші модулі для розробки системи світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста. Найбільш оптимальним мікроконтролером для розпізнавання жестів та передачі команди за допомогою бездротової мережі обрано Arduino Nano 33 BLE Sense, адже даний мікроконтролер має невеликий розмір, достатні характеристики для стабільної роботи та виконання поставлених задач, однак недоліком є неможливість прослуховування декількох послідовних портів одночасно.

Система світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста складається з двох пристроїв, тому для забезпечення комунікації між пристроями, не втрачаючи при цьому рівень комфортності, було обрано бездротову мережу Bluetooth. Пристрій для розпізнавання жестів повинен бути компактний, адже він виконує роль рукавиці. Саме тому для цього пристрою було обрано Arduino Nano 33 BLE Sense у який вбудований Bluetooth. Так як пристрій для відображення сигналів має менші обмеження щодо розміру та потужності мікроконтролера, то для зменшення ціни системи було обрано Bluetooth модуль HC-05 та Arduino Nano, який слугує для отримання та обробки даних з іншого мікроконтролера за допомогою Bluetooth модулю, а також виконує роль керування світлодіодною матрицею. Bluetooth модуль HC-05 обрано за його властивість працювати у різних режимах (master та slave), легкість використання, стабільність, зокрема через оптимальні розміри модулю.

Також комплекс складається з світлодіодної матриці WS2812 за допомогою якої відбувається відображення світлових сигналів.

У **третьому розділі** магістерської роботи **«Розробка програмної частини системи світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста»** описано процес створення алгоритмів для ПЗ пристрою розпізнавання

жестів та пристрою, який керує світлодіодною матрицею. Також описано використання потрібних бібліотек і процес налаштування мікроконтролера для роботи з штучним інтелектом та створення навчальної моделі. Обґрунтовано вибір середовища та мови програмування для розробки.

Однією з головних цілей програмної бази системи світлодіодної візуалізації велосипедиста є розпізнавання жестів за допомогою машинного навчання. Задача поділяється на дві підзадачі: створення моделі навчання та створення ПЗ для пристрою, який буде отримувати дані зміни свого положення у просторі. Створення та навчання моделі реалізовано за допомогою TensorFlow та Kernal API, що полегшує створення моделі навчання. Весь код для вирішення цієї підзадачі створений у блокноті Jupyter представлений Google Colab. Jupyter не потребує налаштування та надає доступ до потужних комп’ютерних ресурсів.

За допомогою Arduino IDE створено програмне забезпечення для пристроїв системи світлодіодної візуалізації велосипедиста адже обидва пристрої контролюються за допомогою мікроконтролерів Arduino.

У ПЗ пристрою для розпізнавання жестів використано бібліотеку TensorFlow Lite для використання моделі машинного навчання. Ця бібліотека спеціально створена для використання на мікроконтролерах для створення пристроїв з штучним інтелектом. Також у ПЗ додано бібліотеку для налаштування та зчитування даних з датчиків положення тіла у просторі, які використовуються як вхідні дані для моделі машинного навчання.

Основною задачею пристрою для відображення світлових сигналів є отримання команд та відображення відповідного сигналу на світлодіодній матриці. Для налаштування та контрою світлодіодної матриці використано ряд бібліотек: Adafruit_GFX, FastLED_NeoMatrix, FastLED.

Комунікація між пристроями реалізована за допомогою бездротової мережі Bluetooth, тому у кожному ПЗ пристроїв наявна бібліотека ArduinoBLE. Пристрій для відображення світлових сигналів виконує роль серверу, а пристрій розпізнавання жестів є клієнтом, який передає команди для виконання.

Додатки: А містить лістинг алгоритму моделі машинного навчання, В – лістинг алгоритму пристрою керування світлодіодною матрицею, В – лістинг алгоритму пристрою для розпізнавання жестів.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» наведено аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві ROOM4, виконано аналіз природного освітлення у виробничому приміщенні. Також встановлено порядок дій персоналу ROOM4 у надзвичайній ситуації пов'язаній з пожежею та шляхи евакуації людей. Слід зазначити, що було встановлено не відповідність для забезпечення умов праці у виробничому приміщенні за фактором освітлення та мікроклімат. Керівництву ROOM4 надано рекомендації щодо покращення умов праці на робочих місцях.

ВИСНОВКИ

В рамках виконання магістерської роботи були досліджені характеристики аналогічних пристроїв, а також їх позитивні та негативні чинники. Було виявлено, що всі аналоги або незручні у використанні, або мають обмежений функціонал. Також були отримані такі результати:

— проведено аналіз сфери використання пристроїв світлодіодної візуалізації сигналів;

— аналіз переваг та недолік існуючих аналогів;

— сформовано задачі створення прототипу в рамках дипломної роботи.

В результаті дослідження було виявлено, що даний комплекс може використовуватися як пристрій для збільшення безпеки їзди на велосипеді.

Теоретичне значення результатів полягає у аналізі ефективності систем світлодіодної візуалізації для безпеки велосипедистів та рівня комфортності використання даної системи. Практичне значення результатів полягає у можливості використання їх для створення ринкового продукту і подальшу його реалізацію.

Систему світлодіодної візуалізації сигналів є дуже перспективною, адже можливість подавати світлові сигнали не відриваючи рук від керма сильно збільшує контроль велосипедом, а візуальні сигнали попереджають інших учасників дорожньо-транспортного руху про наміри велосипедиста. У перспективі є дослідження роботи та створення пристрою, жести якому можна буде динамічно змінювати та кастомізувати під власника.

Сукупність моделі машинного навчання та описаних вище пристроїв створює цілісну систему світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Осадчий В. А., Дворник О. В. Чорноморський національний університет імені Петра Могили «Система світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста».

2. Білий О. Р., Гапчук А. О., Журавська І. М. Побудування теплових карт для виявлення теплових втрат житлових та промислових споруд. *Free and Open Source Software (FOSS-2018) :* тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конф. / Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури, Харків, 20–22 листопада 2018 р. Харків : Вид во ХНУБА, 2018. С. 59.

АНОТАЦІЯ

Осадчий В. А. Систему світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 123 Комп’ютерна інженерія. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2021.

Магістерська робота спрямована на дослідження методів машинного навчання для розпізнавання жестів та відображення відповідних світлових сигналів. Розглянуто бездротову технологію Bluetooth та методи машинного навчання. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у створенні системи для відображення світлових сигналів шляхом розпізнавання жестів.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилань, трьох додатків та спеціальної частини з охорони праці. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об’єкт, предмет і завдання дослідження та розроблення магістерської роботи. У першому розділі досліджується ринок аналогічних пристроїв. У другому розділі проводиться аналіз існуючих методів взаємодії пристроїв за допомогою Bluetooth та методів машинного навчання, а також аналіз і підбір компонентів для створення пристрою. У третьому розділі наведена блок-схема алгоритму керування апаратною частиною, програмній реалізації методів та алгоритмів. Спеціальна частина з охорони праці присвячена аналізу природного освітлення. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження і розроблення. У додатку А наведено лістинг алгоритму створення моделі машинного навчання, у додатку Б – лістинг алгоритму пристрою керування світлодіодною матрицею, додаток В – лістинг алгоритму розпізнавання жестів.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 74 сторінок, 41 рисунків, 10 таблиць, 31 джерел посилання.

Ключові слова: Bluetooth, машинне навчання, штучний інтелект, розпізнавання жестів, бездротовий зв'язок.

ABSTRACT

Osadchy V. A. LED visualization system for cyclist signals – Master’s thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2021

The master's thesis is aimed at the study of machine learning methods for gesture recognition and display of appropriate light signals. Bluetooth wireless technology and machine learning methods are considered. The practical significance of the results of research and development is to create a system for displaying light signals by gesture recognition.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of sources of references, three appendices and a special part on labor protection. The introduction determines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject and objectives of research and development of the master's thesis. The first section examines the market for similar devices. The second section analyzes the existing methods of device interaction using Bluetooth and machine learning methods, as well as analysis and selection of components to create a device. The third section presents a block diagram of the hardware control algorithm, software implementation of methods and algorithms. A special part on labor protection is devoted to the analysis of natural light. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A lists the algorithm for creating a machine learning model, Appendix B lists the algorithm of the LED matrix control device, and Appendix B lists the gesture recognition algorithm.

In total, the master's thesis without appendices contains 74 pages, 41 figures, 10 tables, 31 reference sources.

Keywords: Bluetooth, machine learning, artificial intelligence, gesture recognition, wireless communication.