

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ БЕЗКОНТАКТНИХ МІТОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

У представленій роботі розглянуто принципи побудови мікроконтролерної системи ідентифікації рухомих об'єктів на основі безконтактних RFID-міток стандарту MIFARE та зчитувача RC522. Описано архітектуру системи, алгоритм функціонування програмного забезпечення та алгоритм перевірки й авторизації RFID-міток. Реалізовано відображення результатів на OLED-дисплеї SSD1306, бездротову передачу даних через Bluetooth-модуль HC-05 та автоматичне керування механізмом доступу через сервопривід SG90. Проведено експериментальні дослідження дальності та стабільності зчитування міток.

Ключові слова: RFID, RC522, Arduino Uno, безконтактна мітка, MIFARE, мікроконтролерна система, автоматична ідентифікація, рухомі об'єкти, Bluetooth, HC-05, контроль доступу, SSD1306.

Abstract.

The presented work examines the principles of building a microcontroller-based system for the identification of moving objects using contactless RFID tags of the MIFARE standard and an RC522 reader. The system architecture, the software operation algorithm and the RFID tag verification and authorisation algorithm are described. Results are displayed on an SSD1306 OLED screen, wireless data transmission is implemented via the HC-05 Bluetooth module, and automatic control of the access mechanism is provided through an SG90 servo. Experimental studies of tag reading range and stability were conducted.

Keywords: RFID, RC522, Arduino Uno, contactless tag, MIFARE, microcontroller system, automatic identification, moving objects, Bluetooth, HC-05, access control, SSD1306.

Вступ

Сучасні системи автоматизації дедалі активніше впроваджуються у сфери транспорту, логістики, промисловості та контролю доступу. Автоматична ідентифікація рухомих об'єктів дозволяє забезпечити швидке отримання інформації без безпосереднього контакту оператора з обладнанням, підвищити ефективність контролю транспортних потоків та мінімізувати вплив людського фактору. RFID-технологія (Radio Frequency Identification) є однією з найбільш перспективних для вирішення таких задач, оскільки забезпечує безконтактне зчитування інформації без необхідності прямої видимості між міткою та зчитувачем. Метою роботи є розроблення мікроконтролерної системи ідентифікації рухомих об'єктів на основі безконтактних RFID-міток та дослідження ефективності її роботи в умовах автоматизованого контролю.

Основна частина

Розроблена система побудована на базі мікроконтролерної платформи Arduino Uno та включає RFID-зчитувач RC522, датчик руху FC-51, OLED-дисплей SSD1306, Bluetooth-модуль HC-05 та сервопривід SG90. RFID-зчитувач RC522 працює у високочастотному діапазоні 13,56 МГц та підтримує роботу з пасивними безконтактними мітками стандарту MIFARE. Зв'язок між мікроконтролером та RFID-зчитувачем реалізовано через SPI-інтерфейс, OLED-дисплей підключено за інтерфейсом I2C, а Bluetooth-модуль HC-05 — через UART.

Алгоритм функціонування системи реалізовано у вигляді безперервного циклу опитування. У функції setup() виконується ініціалізація всіх модулів: запуск SPI-інтерфейсу, ініціалізація RFID-зчитувача RC522 за допомогою бібліотеки MFRC522, налаштування OLED-дисплея SSD1306 через бібліотеку Adafruit SSD1306 та конфігурація Bluetooth-модуля і сервопривода. В основному циклі loop() датчик руху FC-51 виконує виявлення рухомого об'єкта в зоні контролю. Після виявлення руху система активує режим очікування піднесення RFID-мітки до зчитувача.

Алгоритм перевірки та авторизації RFID-міток виконується у декілька етапів. На першому етапі RFID-зчитувач RC522 зчитує унікальний ідентифікаційний код (UID) мітки, яка потрапила у зону дії електромагнітного поля. На другому етапі отриманий UID-код порівнюється із базою дозволених ідентифікаторів, попередньо записаних у пам'яті мікроконтролера. У випадку успішної авторизації система виводить повідомлення про надання доступу на OLED-дисплей, передає результат через Bluetooth-модуль HC-05 на зовнішній пристрій та активує сервопривід SG90, який відкриває механізм доступу на заданий кут. Після завершення заданого проміжку часу сервопривід автоматично повертається у початкове положення. Якщо UID-код відсутній у базі дозволених ідентифікаторів, на дисплеї відображається повідомлення про відмову, а сервопривід не активується.

Програмне забезпечення системи реалізовано у середовищі Arduino IDE із використанням бібліотек MFRC522, Adafruit SSD1306 та Servo. Для перевірки авторизації використовуються умовні оператори та функції порівняння масивів байтів UID-коду.

Експериментальні дослідження проводились для перевірки дальності та стабільності зчитування RFID-міток. Виконано 100 послідовних спроб ідентифікації в різних умовах. Встановлено, що RFID-зчитувач RC522 забезпечує стабільне зчитування UID-коду на відстані до 4–5 см. Найбільш стабільне зчитування досягається при паралельному розташуванні мітки відносно площини антени зчитувача. Середній час зчитування UID-коду та виконання циклу авторизації становить менше однієї секунди. Bluetooth-модуль HC-05 забезпечує стабільну бездротову передачу даних на відстані до 10 метрів у межах приміщення.

Висновки

Розроблено мікроконтролерну систему ідентифікації рухомих об'єктів на основі безконтактних RFID-міток стандарту MIFARE та зчитувача RC522 на базі платформи Arduino Uno. Обґрунтовано вибір апаратних компонентів системи. Експериментально підтверджено стабільне зчитування міток на відстані до 4–5 см та середній час ідентифікації менше однієї секунди. Перспективами подальшого розвитку є використання криптографічного захисту RFID-даних, ведення журналу авторизацій та інтеграція із зовнішніми базами даних і хмарними сервісами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Токарев В. С. Основи мікроконтролерної техніки. — Київ : Ліра-К, 2020. — 280 с.
2. Білоус М. П. Основи автоматизованих систем керування. — Київ : Ліра-К, 2019. — 312 с.
3. MFRC522 RFID Reader Module. Datasheet. — Режим доступу: <https://www.nxp.com/docs/en/datasheet/MFRC522.pdf>
4. Adafruit SSD1306 OLED Display Library. — Режим доступу: https://github.com/adafruit/Adafruit_SSD1306
5. Miguel Balboa. MFRC522 Library. — Режим доступу: <https://github.com/miguelbalboa/rfid>

Мураховський Ростислав Андрійович — студент групи ІСП-22б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: romtykpro@gmail.com

Кадук Олександр Володимирович — доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua

Murakhovsky Rostyslav Andriiovych — student of group ISP-22b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romtykpro@gmail.com

Kaduk Oleksandr Volodymyrovych — Associate Professor of the Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kaduk.oleksandr@vntu.edu.ua