СИСТЕМА ПОРТАТИВНИХ БЕЗДРОТОВИХ СВІТЛОФОРІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТРАФІКУ НА ДОРОГАХ З УСКЛАДНЕННЯМ РУХУ

Красницький М. О., Мирончук О. Ю., PhD
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Автоматизація контролю трафіку на дорозі з ускладненням руху є актуальною проблемою, так як в Україні активно будуються та ремонтуються дороги і такий тренд буде підтримуватися [1]. Під час ремонтних робіт ділянка дороги може бути ускладнена більше ніж на час робочої зміни. Це означає, що система з людей регулювальників, які по черзі пропускають потоки машин через звужену ділянку дороги, не може контролювати трафік весь час, поки існує ускладнення трафіку. Для вирішення проблеми була розроблена система портативних світлофорів.

На рис. 1 представлено приклад дорожньої ділянки, яка потребує контролю руху потоків автомобілів у протилежних напрямках, що може бути реалізовано шляхом встановлення системи світлофорів.

Рисунок 1. Контроль трафіку на ускладненій ділянці світлофорами

Оскільки довжина ділянки дороги, де виконуються ремонтні роботи, змінна, то при встановленні світлофорів необхідно проводити налаштування часу зеленого та червоного світла для кожного з світлофорів. Щоб підвищити ефективність контролю трафіку світлофорам були додані камери з комп'ютерним зором, що можуть підраховувати кількість автівок з обох сторін та при явній перевазі пропускати більший затор. Камери, в свою чергу, також потребують налаштування, зокрема встановлення маски для видалення непотрібних при аналізі ділянок відео.

Захист налаштувань і даних системи від зловмисників реалізовано шляхом застосування механізму аутентифікації. Структурна схема розробленого алгоритму аутентифікації представлено на рис. 2. Алгоритм включає в себе підключення до світлофору через додаток на телефоні з використанням BlueTooth. Після запиту на налаштування світлофору система буде очікувати RFID мітку що має бути прикладена до світлофора. Такий метод аутентифікації унеможливлює спуфінг ключа для доступу.

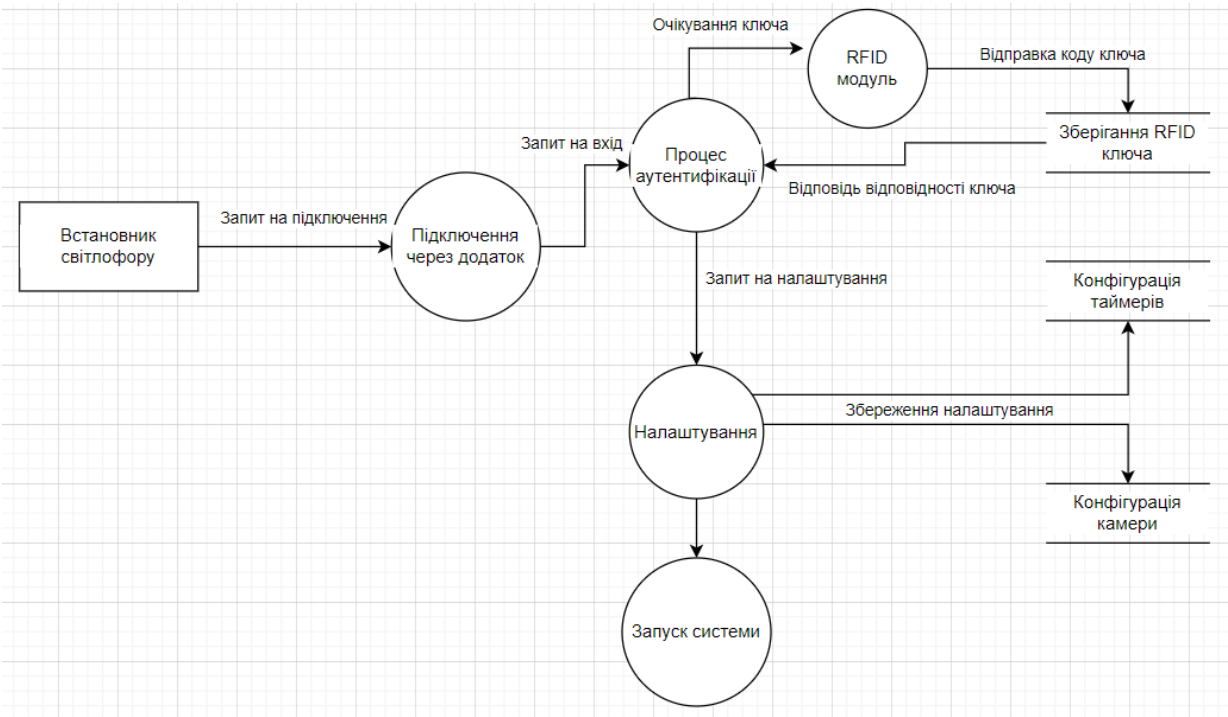

Рисунок 2. Data flow diagram аутентифікації та налаштування світлофора

Був розроблений загальний алгоритм роботи системи світлофорів. Важливим фактором, який впливає на роботу системи, являється синхронізація таймерів світлофорів. Необхідність синхронізації полягає в тому, що при невеликій різниці точності таймерів з часом світлофори почнуть працювати в різнобій, що може привести до ДТП.

Для реалізації даної системи в якості основного обчислювального пристрою було обрано мікроконтролер ESP-32 з вбудованою камерою, слотом для SD карти до 4 Гб та BlueTooth модулем. Через протокол UART до ESP-32 під'єднується мікроконтролер Arduino pro mini, що виступає доповненням до основного MCU, зменшуючи навантаження та збільшуючи кількість пінів. Arduino pro mini підключений через протокол SPI до модуля RFM95W що дає можливість бездротової комунікації по протоколу LoraWAN з другим світлофором на дистанції в кілометр. Також мікроконтроллер підключений через протокол SPI до модуля RC522, що є RFID сканером. Схема підключення мікроконтролерів і застосовуваних модулів представлена на рис. 3.

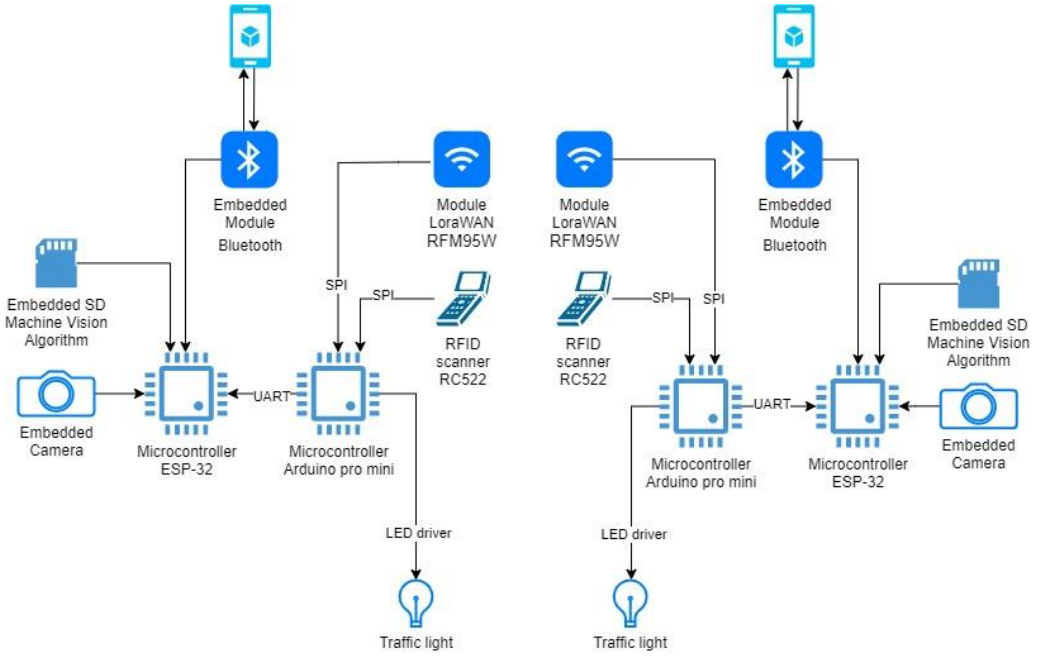

Рисунок 3. Схема підключення елементів

Для детектування автівок по зображенню з камери на ESP-32 реалізовано алгоритми OpenCV, в основі яких лежить нейронна мережа YOLO version 3. Час, який необхідний для знаходження автомобілів на відеокадрі, становить приблизно 1 секунду, чого цілком достатньо для роботи системи світлофорів.

Перелік посилань

1. Макєєв В. Состояние дорог в Украине: на каком этапе находится ремонт основных трасс [Електронний ресурс] / Вадим Макєєв. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://thepage.ua/auto/news/na-kakom-etape-nahoditsya-remont-osnovnyh-trass-ukrainy

2. Newton A. ESP32 CAM Based Object Detection & Identification with OpenCV [Електронний ресурс] / Alex Newton. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://how2electronics.com/esp32-cam-based-object-detection-identification-with-opencv/

Анотація

Розроблено систему портативних бездротових світлофорів для регуляції трафіку на ділянці з ускладненим рухом. Розроблено алгоритм аутентифікації, який забезпечує безпеку даних і налаштувань системи. Запропоновано елементну базу для реалізації системи і представлено схему підключення елементів.

Ключові слова: світлофор, управління рухом, машинний зір, бездротовий зв'язок, мікроконтролери.

Abstract

A portable wireless traffic light system has been developed to regulate car flow in areas with difficulties. An authentication algorithm has been developed to ensure the security of data and system settings. The element base for system implementation is offered and the scheme of elements connection is presented.

Keywords: traffic light, traffic management, machine vision, wireless communication, microcontrollers.