

*Клочко К.А., к.т.н., доцент
Журавель Р.В., здобувач
Завгородній Д.А., здобувач
Куропятник Б.В., здобувач
Ломоносов М.С., здобувач*

Дніпровський державний технічний університет

ІНТЕГРОВАНА ІоТ-СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРОЮ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Сучасні концепції розвитку міст (Smart City) передбачають інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій моніторингу та керування інфраструктурою населеного пункту, таких як Інтернет речей (ІоТ), з метою підвищення безпеки, енергоефективності та комфорту життя населення. Розглянуто ІоТ-систему «розумного освітлення», систему забезпечення безпеки дорожнього руху, систему моніторингу та прибуття громадського транспорту.

Запропоновану інтегровану систему реалізовано на базі Raspberry Pi 4 Model B та Raspberry Pi 5, які виконують функції периферійного вузла збору, локальної обробки та передавання даних. Raspberry Pi 4B застосовано для задач зчитування показів сенсорів, передавання телеметрії, роботи з MQTT, Node-RED та веб-інтерфейсом. Raspberry Pi 5 – у задачах з підвищеною обчислювальною продуктивністю, як обробка відеопотоку з камер та аналіз ситуації, детекції транспортних засобів та прогнозуванні його прибуття в реальному часі.

Для реалізації ІоТ-системи «розумного освітлення» до Raspberry Pi можуть бути підключені: датчики освітленості (LDR з ADC-модулем ADS1115 або BH1750 по I2C); датчики руху типу PIR HC-SR501; релейні модулі або MOSFET-драйвери для керування світильниками. Програмна частина цієї підсистеми реалізована засобами Python із використанням бібліотек Igrіo, а також smbus2 для роботи з I2C-пристроями. Для диспетчеризації й візуалізації стану освітлення застосовано Node-RED, який забезпечує швидке створення логіки керування, панелей моніторингу та сценаріїв автоматизації.

Для побудови системи забезпечення безпечного руху транспорту в місті базовими апаратними засобами є: Raspberry Pi Camera Module; ультразвукові датчики, індуктивні сенсори або ІЧ-датчики для фіксації присутності об'єктів; світлофори/сигнальні модулі, виконавчі реле, інформаційні табло; модулі звукового або світлового сповіщення.

На програмному рівні така підсистема може використовувати OpenCV для аналізу відеозображень, виділення об'єктів, підрахунку кількості транспорту, фіксації порушень або виявлення небезпечних ситуацій. Для інтеграції з мережею та серверною частиною використано Mosquitto, а для збереження подій базу даних SQLite.

Для реалізації системи моніторингу громадського транспорту до Raspberry Pi підключено: GPS-модулі типу u-blox NEO-6M; модулі Wi-Fi для передавання координат транспортних засобів.

Отримані координати зчитуються через UART або USB та надсилаються на сервер через MQTT або HTTP. На стороні сервера дані накопичуються і відображаються на картографічному веб-інтерфейсі. Таким чином формується підсистема диспетчерського контролю місцеположення транспортних засобів у реальному часі.

Для системи визначення та прогнозування прибуття громадського транспорту на зупинку використовуються ті самі GPS-модулі, сенсори моніторингу транспорту на контрольних точках; кнопки запиту інформації на зупинках; світлодіодні, LCD або e-paper дисплеї для виведення часу прибуття. Алгоритм роботи передбачає збір поточних координат транспорту, розрахунок швидкості руху, визначення відстані до зупинки та оцінювання орієнтовного часу прибуття.

Запропонована інтегрована IoT-система дозволяє об'єднати різні аспекти міської інфраструктури як автоматизація освітлення вулиць, моніторинг транспортних потоків та «розумних зупинок» в єдину інформаційну платформу для реалізації компонентів Smart City. Використання Raspberry Pi та сучасних IoT-технологій забезпечує гнучкість, доступність та ефективність впровадження таких рішень. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на використання методів машинного навчання для підвищення точності прогнозування транспортних потоків.

Список використаних джерел:

1. Ключко К.А., Пупков С.С. Розподілена система керування трафіком в «розумному» місті. Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення: матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції (Житомир, 02-03 грудня 2025 р.). Житомир: Житомирська політехніка, 2025. С.309-310.

2 Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2008. – 555 p.

3. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. Internet of Things for Smart Cities // IEEE Internet of Things Journal. – 2014. – Vol. 1, No. 1. – P. 22–32.