

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ З ДАТЧИКАМИ РУХУ

Горішня К.О.

e-mail: kateryna.horishnia@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

The article presents a software system for intelligent lighting based on IoT technologies. The system utilizes motion sensors to automate lighting control, reducing energy consumption and enhancing user comfort. The architecture includes client-server interaction, MQTT protocol for data transfer, and PostgreSQL for data storage. The proposed algorithm activates and deactivates lighting based on motion analysis, with configurable settings via a web interface. Future prospects include integration with other smart technologies and machine learning for user activity prediction.

Програмна система для інтелектуального освітлення з датчиками руху є сучасним рішенням, що використовує технології автоматизації, IoT та аналізу даних для оптимізації освітлення у приміщеннях. Інтернет речей (IoT, Internet of Things) – це концепція мережевого з'єднання фізичних пристроїв, що забезпечує їхню взаємодію та обмін даними в реальному часі без необхідності безпосереднього втручання людини. Завдяки IoT технологіям пристрої, зокрема датчики руху, можуть автономно приймати рішення на основі аналізу зібраних даних.

Сучасні дослідження показують, що до 40% електроенергії в будівлях витрачається неефективно через людський фактор та відсутність автоматизованих систем управління освітленням [1]. У великих офісних приміщеннях або навчальних закладах світло може залишатися увімкненим годинами після завершення роботи або занять, що суттєво збільшує витрати. Використання інтелектуальних систем освітлення може знизити витрати, зменшивши загальне навантаження на енергомережу та екологію.

Подібні системи вже використовуються в багатьох офісних центрах, готелях і виробничих комплексах. Наприклад, у Європі активно впроваджуються технології розумного освітлення в державних установах, що дозволяє скоротити витрати на електроенергію до 30%. У майбутньому подібні рішення можуть інтегруватися з іншими IoT-системами, такими як енергетичні мережі нового покоління (Smart Grid) [2].

Запропонована система покликана вирішити ці проблеми, інтегруючи інтелектуальні датчики руху для автоматичного керування освітленням. Вона дозволяє визначати присутність людей у приміщенні та на основі отриманих даних приймати рішення щодо вмикання/вимикання освітлення [3]. Основними функціональними можливостями системи є автоматичне

керування освітленням на основі аналізу руху, ведення журналу подій, можливість індивідуального налаштування параметрів освітлення та оптимізація енергоспоживання за допомогою аналітичного модуля.

Розроблена система базується на клієнт-серверній архітектурі, що включає три основні компоненти: серверну частину, IoT-клієнти (датчики руху) та базу даних. Дані передаються за допомогою протоколу MQTT, який забезпечує швидку та стабільну взаємодію між пристроями. Серверна частина реалізована на основі фреймворку Flask, що забезпечує обробку запитів і керування логікою роботи системи. База даних PostgreSQL використовується для збереження історичних даних, включаючи журнали подій, налаштування системи та статистику використання освітлення.

Проектування бази даних передбачає використання кількох основних таблиць: *sensors* – містить інформацію про IoT-датчики (ідентифікатор, місцезнаходження, статус); *events* – зберігає історію спрацювань датчиків (час, інтенсивність руху, статус освітлення); *settings* – містить параметри освітлення, встановлені користувачем, включаючи режими роботи.

Алгоритм роботи системи передбачає активацію освітлення у разі виявлення руху та запис відповідної події до бази даних. Якщо рух не фіксується протягом заданого часу, система автоматично вимикає освітлення, що дозволяє мінімізувати енергоспоживання. Також, користувачі можуть налаштовувати параметри роботи системи, зокрема визначати графіки вмикання світла. Додатковий модуль аналітики дозволяє оптимізувати параметри освітлення на основі історії використання.

На рисунку 1 зображена діаграма розгортання (Deployment Diagram), що демонструє взаємодію основних компонентів системи. IoT-датчики руху підключаються до сервера через MQTT-брокер, що забезпечує передачу даних у реальному часі. Сервер отримує інформацію, обробляє її та приймає рішення щодо зміни стану освітлення. База даних використовується для збереження інформації та генерації аналітичних звітів.

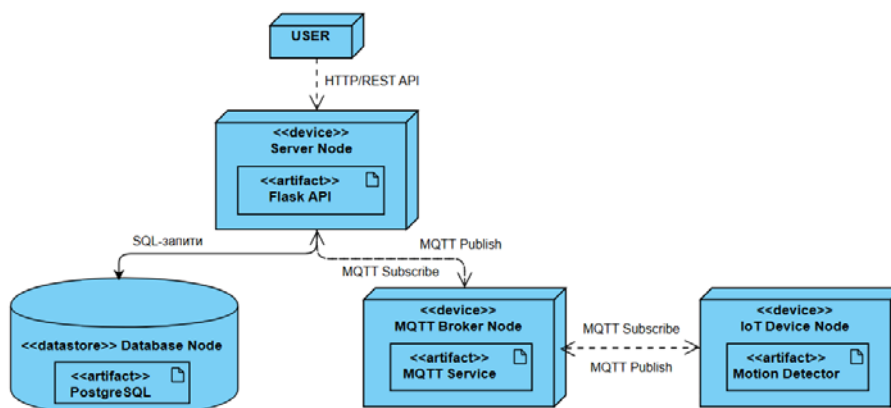


Рисунок 1 – Діаграма розгортання системи інтелектуального освітлення

Запропонована система є адаптивною та масштабованою, що дозволяє її застосування у різних сферах – від житлових приміщень до офісних будівель і навчальних закладів. Також система може бути використана у логістичних центрах, складах, паркінгах та аеропортах, де велика площа приміщень потребує оптимізованого освітлення. Вона може бути інтегрована з іншими IoT-рішеннями, такими як клімат-контроль чи системи безпеки, що забезпечує розширену функціональність та підвищену ефективність управління приміщенням.

Розроблена система дозволяє автоматизувати процес освітлення, підвищуючи рівень комфорту користувачів та значно знижуючи витрати електроенергії. Вона легко адаптується під конкретні умови за допомогою аналітичного модуля. Використані методи, зокрема MQTT для швидкої комунікації, Flask для обробки запитів та PostgreSQL для збереження даних, забезпечують стабільну та ефективну роботу системи.

Перспективи подальшого розвитку включають розробку зручного веб-інтерфейсу, що надасть користувачам можливість легко налаштовувати параметри освітлення, відстежувати аналітику енергоспоживання та контролювати систему в реальному часі. Такий інтерфейс забезпечить інтуїтивно зрозумілу взаємодію з системою, дозволяючи керувати освітленням дистанційно через браузер з будь-якого пристрою. Також можливе впровадження мобільного застосунку, що дозволить користувачам дистанційно контролювати систему, переглядати аналітику та змінювати налаштування в режимі реального часу.

Таким чином, запропонована система освітлення є частиною загальної концепції інтелектуальних систем управління будівлями. Її використання може значно зменшити навантаження на електромережі в умовах урбанізації, а також сприяти розширенню екологічних ініціатив, пов'язаних із зниженням рівня викидів CO₂ за рахунок економії електроенергії. Гнучка архітектура програмної системи дозволяє легко інтегрувати її з іншими технологіями та вдосконалювати функціональність відповідно до нових викликів у сфері енергоефективності та автоматизації будівель.

Список використаних джерел:

1. Smart Sensor Technologies for IoT. MDPI, 2021. URL: <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-2463-4> (дата звернення: 10.02.2025).
2. Bayindir R., Colak I., Fulli G., Demirtas K. Smart grid technologies and applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 66. P. 499-516.
3. Чалий С.Ф., Лещинська І.О. Принципи побудови ментальних моделей рішення для зовнішнього користувача в задачі формування пояснень в інтелектуальній системі // АСУ та прилади автоматики. 2024. № 181. С. 82-90.