

Комп'ютерна система детектування рухомих об'єктів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розробка комп'ютеризованої системи керування IoT-пристроями стосується функціонування "розумного будинку", що функціонує на основі розпізнавання жестів, зафіксованих камерою смартфона з операційною системою Android. Також у межах проєкту реалізовано власний IoT-пристрій, адаптований для взаємодії з цією системою. У ході роботи проаналізовано наявні технічні рішення, що стосуються систем управління жестами, а також досліджено інструменти для обробки відеопотоку з метою виявлення жестових команд. Розглянуто принципи побудови комунікації між клієнтським додатком та IoT-пристроями, спроектовано архітектуру всієї системи, включаючи Android-додаток та апаратну складову інтелектуального пристрою. Розроблено Android-клієнт із графічним інтерфейсом користувача, функцією розпізнавання жестів у реальному часі, а також засобами керування підключеним IoT-пристроєм.
Ключові слова: відеопотік, розпізнавання жестів, інтелектуальна розетка, Інтернет речей (IoT), Arduino, Android

Abstract

The development of a computerized IoT device control system concerns the operation of a "smart home", which operates based on the recognition of gestures recorded by the camera of a smartphone with the Android operating system. Also, within the framework of the project, an own IoT device adapted to interact with this system was implemented.. The work analyzed existing technical solutions related to gesture control systems, and also investigated tools for processing video streams to detect gesture commands. The principles of building communication between the client application and IoT devices were considered, and the architecture of the entire system was designed, including the Android application and the hardware component of the intelligent device. An Android client with a graphical user interface, real-time gesture recognition, and means of controlling a connected IoT device has been developed.

Keywords: video stream, gesture recognition, smart socket, Internet of Things (IoT), Arduino, Android

Вступ

У сучасному світі інтенсивний розвиток цифрових технологій сприяє впровадженню інтелектуальних систем в різні сфери людської діяльності. Однією з ключових складових такого розвитку є концепція Інтернету речей (IoT), яка передбачає інтеграцію пристроїв у мережу для обміну даними та автоматичного управління. Завдяки IoT з'являється можливість створення систем керування освітленням, температурою, безпекою, енергоспоживанням тощо, що суттєво підвищує комфорт і ефективність використання ресурсів.

Перспективним підходом є розробка комп'ютерної системи, що забезпечує взаємодію між користувачем та IoT-пристроями через зручний інтерфейс, зокрема, використовуючи можливості смартфонів, комп'ютерного зору та алгоритмів машинного навчання. Така система дозволить контролювати пристрої розумного будинку або офісу за допомогою інтуїтивно зрозумілих команд, включно з жестами.

Основна частина

Програмне рішення є комплексною системою, що складається з клієнтського застосунку та вбудованого IoT-пристрою, які взаємодіють між собою за допомогою обміну повідомленнями через MQTT-брокер. Такий підхід забезпечує просту, гнучку та масштабовану архітектуру, яка дозволяє ефективно інтегрувати нові пристрої та клієнтів без необхідності значної модифікації існуючої кодової бази.

У рамках цієї архітектури кожна квартира або об'єкт моніторингу асоціюється з окремим MQTT-топіком у брокері. Кожен топик функціонує як логічний канал зв'язку, до якого можуть підключатися як клієнтські пристрої, так і IoT-модулі. Обмін повідомленнями є двонаправленим: як клієнти, так і пристрої можуть надсилати та приймати повідомлення з відповідного топика.

У ролі клієнта може виступати будь-який пристрій, що має доступ до мережі, камеру та спеціалізоване програмне забезпечення. Формат переданих повідомлень — звичайний текст, що дозволяє уникати залежності від конкретних апаратних або програмних платформ. Завдяки цьому забезпечується високий рівень сумісності та гнучкості системи, а також можливість використання пристроїв з різними операційними системами та технічними характеристиками.

Використання MQTT як протоколу передачі даних дозволяє забезпечити:

- низький рівень споживання ресурсів мережі;
- високу швидкість обміну даними;
- можливість масштабування системи без зміни основної архітектури;
- стійкість до втрати з'єднання, завдяки механізмам повторної доставки повідомлень.

Архітектура є відкритою до розширення: до неї легко можуть бути додані нові типи IoT-пристроїв (сенсори руху, освітлення, датчики температури тощо) та нові клієнтські застосунки, включаючи мобільні, настільні або веб-інтерфейси, що суттєво підвищує універсальність рішення.

Таким чином, запропонована комп'ютерна система керування IoT-пристроями є перспективною для використання як у домашніх умовах, так і в комерційних або промислових середовищах. Вона слугує платформою для подальших досліджень у галузі розумних середовищ, зручних інтерфейсів керування та побудови персоналізованих IoT-рішень.

Висновки

У межах дослідження було реалізовано комп'ютерну систему для керування IoT-пристроями, яка використовує мобільний застосунок на базі Android та технології розпізнавання жестів, для чого на самперед було проведено аналіз існуючих підходів до управління IoT-пристроями та визначено їх переваги й обмеження.

Після чого розроблено масштабовану архітектуру системи, яка дозволяє інтегрувати нові типи пристроїв без істотних змін у структурі далі було створено Android-клієнт з підтримкою взаємодії користувача з IoT-пристроями через зручний графічний інтерфейс і жести, виготовлено та протестовано власний IoT-пристрій із відкритим інтерфейсом для приймання команд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fibaro. Swipe [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fibaro.com/ru/products/swipe/> – Дата звернення: 03.05.2025.
2. Leap Motion [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vr-store.com.ua/ua/leap-motion-detail> – Дата звернення: 03.05.2025.
3. Mediapipe [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developers.google.com/> – Дата звернення: 03.05.2025.
4. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1704.04861> – Дата звернення: 03.05.2025.

5. SSD object detection: Single Shot MultiBox Detector for real-time processing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://jonathan-hui.medium.com/ssd-object-detection-single-shot-multiboxdetector-for-real-time-processing-9bd8deac0e06> – Дата звернення: 03.05.2025.

6. Facial Landmarks Estimation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.nvidia.com/tao/tao-toolkit/text/facial_landmarks_estimation/facial_landmarks_estimation.html – Дата звернення: 03.05.2025.

Азаров Олексій Дмитрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: azarov2@vntu.edu.ua

Куляс Олександр Павлович, студент групи 1КІ-23мс, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Колесник Ірина Сергіївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Azarov Olexiy D., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Computer Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: azarov2@vntu.edu.ua

Kulias Olecsandr P., student of group 1CE-23ms, faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Iryna S. Kolesnyk – PHD, candidate of engineering sciences, associate professor of department of the computing engineering, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya.