

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ДЕТЕКЦІЇ РУХУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядається розробка мікропроцесорної системи детекції руху на базі модуля ESP32-CAM та PIR-датчика з можливістю дистанційного керування і отримання сповіщень через месенджер Telegram. Описано апаратну та програмну реалізацію системи, принцип її роботи, а також можливості практичного застосування у системах охоронного відеоспостереження та розумного будинку.

Ключові слова: ESP32-CAM, PIR-датчик, детекція руху, Telegram Bot, IoT, бездротовий зв'язок, розумний будинок.

Abstract

The paper presents the development of a microprocessor-based motion detection system using the ESP32-CAM module and a PIR sensor with remote control and notification capabilities via the Telegram messenger. The hardware and software implementation of the system, its operating principle, and practical applications in security surveillance and smart home systems are described.

Keywords: ESP32-CAM, PIR sensor, motion detection, Telegram Bot, IoT, wireless communication, smart home.

Вступ

Системи детекції руху набувають широкого застосування у сфері охорони, автоматизації будівель та Інтернету речей (IoT). Стрімкий розвиток компактних мікроконтролерних платформ з підтримкою бездротового зв'язку дозволяє створювати ефективні охоронні рішення з мінімальними витратами. Інтеграція відеокамери, інфрачервоного датчика руху та хмарних сервісів на єдиній платформі відкриває широкі можливості для побудови інтелектуальних систем спостереження з доступом у реальному часі [1].

Апаратна реалізація системи

Основу апаратної частини системи складає модуль ESP32-CAM — мікроконтролер ESP32 з інтегрованою камерою OV2640 роздільною здатністю 2 МП. Модуль підтримує Wi-Fi 802.11 b/g/n та Bluetooth 4.2, має 4 МБ Flash-пам'яті та 4 МБ PSRAM для буферизації зображень. Тактова частота двоядерного процесора Xtensa LX6 становить до 240 МГц, що забезпечує необхідну продуктивність для обробки зображень та підтримки мережевого стеку [2].

Для виявлення руху використовується пасивний інфрачервоний датчик (PIR) типу HC-SR501, який реагує на зміну теплового випромінювання в зоні огляду. Датчик має регульовані параметри чутливості та часу затримки спрацювання, кут огляду — 120°, дальність виявлення — до 7 м. Сигнал з виходу PIR-датчика подається на цифровий вхід GPIO мікроконтролера і викликає переривання для негайної реакції системи.

Програмна реалізація та інтеграція з Telegram

Програмне забезпечення розроблено в середовищі Arduino IDE. Для взаємодії з Telegram застосовується бібліотека Universal Arduino Telegram Bot, яка реалізує HTTP-запити до Telegram Bot API через захищене з'єднання TLS. Бот підтримує команди керування системою: отримання фото на вимогу, вмикання та вимикання спалаху, активація і деактивація PIR-датчика [3].

При спрацюванні PIR-датчика мікроконтролер захоплює зображення з камери, зберігає його у буфері PSRAM та передає через Telegram Bot API у вигляді повідомлення з прикріпленим фото на смартфон користувача. Система забезпечує автентифікацію за ідентифікатором чату, що унеможливорює несанкціонований доступ до керування пристроєм.

Принцип роботи системи

Алгоритм роботи системи передбачає такі етапи: ініціалізація периферії (камери, PIR-датчика, Wi-Fi) та підключення до Telegram Bot API; очікування сигналу від PIR-датчика або команди від користувача через месенджер; у разі виявлення руху — захоплення фото та відправка сповіщення;

обробка вхідних команд з відповідною реакцією системи. Для зниження хибних спрацювань реалізовано програмне придушення дребезгу та налаштовуваний інтервал між послідовними сповіщеннями [4].

Висновки

Розроблена мікропроцесорна система детекції руху на базі ESP32-CAM та PIR-датчика HC-SR501 з інтеграцією Telegram Bot є ефективним і доступним рішенням для охоронного відеоспостереження. Система забезпечує миттєве сповіщення користувача з передачею фотозображення, дистанційне керування через месенджер та захист від несанкціонованого доступу. Практична цінність розробки полягає у низькій вартості компонентів, простоті налаштування та можливості інтеграції в системи розумного будинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Espressif Systems. ESP32-CAM datasheet [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf – Дата звернення: 10.03.2025.
2. HC-SR501 PIR Motion Sensor datasheet [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.epitran.it/ebayDealers/MODULES/HC-SR501.pdf> – Дата звернення: 11.03.2025.
3. LucaTomei. Esp32-Cam-PIR-Telegram [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://github.com/LucaTomei/Esp32-Cam-PIR-Telegram> – Дата звернення: 12.03.2025.
4. Santos R. Telegram: ESP32 Motion Detection with Notifications / R. Santos [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://randomnerdtutorials.com/telegram-esp32-motion-detection-arduino/> – Дата звернення: 13.03.2025

Ігнащенко Віталій Сергійович, студент групи 2СП-226 факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: person.creator1@gmail.com

Богомолів Сергій Віталійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Ihnatenko Vitalii Serhiiovych, student, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Bohomolov Serhii Vitaliiovych, Ph.D., Associate Professor, Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua.