

Н. В. Белоконь^{1✉}, Д. Н. Титов¹

Разработка камеры с инфракрасным датчиком движения и интеллектуальной фильтрацией ложных срабатываний на базе ESP32

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: nik2004.bnv@gmail.com

Аннотация. В статье представлена разработка камеры с инфракрасным датчиком движения и интеллектуальной фильтрацией ложных срабатываний на базе ESP32-CAM. ESP32 представляет собой современный микроконтроллер с интегрированными модулями Wi-Fi и Bluetooth, широко применяемый в проектах интернета вещей и системах автоматизации. Для программирования устройства и организации связи с компьютером используется TTL-конвертер, обеспечивающий передачу данных через интерфейс UART. Основной темой исследования является создание компактной и энергоэффективной системы видеомониторинга, способной автоматически обнаруживать движение, выполнять фотофиксацию событий и передавать изображения пользователю через Telegram. Актуальность работы обусловлена растущим спросом на доступные интеллектуальные системы безопасности с возможностью удаленного мониторинга и снижением количества ложных срабатываний. В работе исследована возможность применения легковесных моделей искусственного интеллекта для интеллектуальной обработки изображений и автоматической классификации событий. Разработанная система сочетает низкое энергопотребление, простоту реализации и перспективы интеграции ИИ-технологий в IoT-устройства безопасности.

Ключевые слова: ESP32, интеллектуальная фильтрация, IoT, камера, Telegram-бот, искусственный интеллект

N. V. Belokon^{1✉}, D. N. Titov¹

Development of a camera with an infrared motion sensor and intelligent false alarm filtering based on the ESP32

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: nik2004.bnv@gmail.com

Abstract. This article presents the development of a camera with an infrared motion sensor and intelligent false alarm filtering based on the ESP32-CAM. The ESP32 is a modern microcontroller with integrated Wi-Fi and Bluetooth modules, widely used in Internet of Things projects and automation systems. A TTL converter is used to program the device and establish communication with a computer, enabling data transmission via the UART interface. The main focus of the research is the creation of a compact and energy-efficient video surveillance system capable of automatically detecting motion, capturing images of events, and transmitting them to the user via Telegram. The relevance of this work is driven by the growing demand for affordable intelligent security systems with remote monitoring capabilities and a reduced number of false alarms. This work explores the possibility of applying lightweight artificial intelligence models for intelligent image processing and automatic event classification. The developed system combines low power consumption, ease of implementation, and the potential for integrating AI technologies into IoT security devices.

Keywords: ESP32, intelligent filtering, IoT, camera, Telegram bot, artificial intelligence

Введение

Задачей исследования является разработка энергоэффективной системы видеомониторинга с автоматическим обнаружением движения, мгновенной отправкой уведомлений и интеллектуальной фильтрацией ложных срабатываний. Основной подход основан на интеграции модуля ESP32-CAM с инфракрасным PIR-датчиком движения и системой оповещения через Telegram-бота. Дополнительно рассматривается возможность применения легковесных моделей искусственного интеллекта для анализа полученных изображений и повышения точности работы системы.

Методы и материалы

PIR-датчик движения фиксирует изменение уровня инфракрасного излучения в зоне контроля и формирует электрический сигнал при обнаружении движения. Разработанная система построена на базе микроконтроллера ESP32-CAM [1], оснащенного встроенными модулями Wi-Fi и камерой для фотофиксации событий. Разработанное программное обеспечение непрерывно отслеживает состояние датчика. При появлении объекта в зоне обнаружения PIR-датчик формирует сигнал 3,3 В, после чего активируется камера ESP32-CAM и выполняется фотографирование контролируемой области. Полученное изображение автоматически передается через сеть Wi-Fi в Telegram-бот пользователя. После завершения передачи данных система возвращается в режим ожидания, что позволяет снизить энергопотребление устройства [2]. Для повышения точности работы системы исследована возможность внедрения легковесных моделей искусственного интеллекта для интеллектуальной обработки изображений. Проведено тестирование облачной ИИ-модели, выполняющей анализ фотографий и классификацию событий. Такой подход позволяет потенциально снизить количество ложных срабатываний, связанных с изменением освещения, движением животных или посторонних объектов. К основным преимуществам разработанного решения относятся низкая стоимость реализации, энергоэффективность за счет активации камеры только при обнаружении движения, возможность удаленного мониторинга через Telegram, а также перспективы внедрения интеллектуального анализа изображений для повышения надежности системы [3].

Результаты

В ходе работы разработан прототип интеллектуальной системы видеомониторинга на базе ESP32-CAM и PIR-датчик движения. Выполнено проектирование и сборка аппаратной части устройства, обеспечивающей стабильное взаимодействие микроконтроллера, камеры и датчика движения. Разработано программное обеспечение, обеспечивающее функционирование системы в реальном времени. При обнаружении движения система автоматически выполняет фотофиксацию события и передает изображение пользователю через Telegram-бота по сети Wi-Fi [4]. После завершения передачи система возвращается в режим

ожидания, обеспечивая экономию энергии. Дополнительно проведено исследование возможностей применения искусственного интеллекта для фильтрации ложных срабатываний. Выполнено тестирование облачной ИИ-модели для анализа изображений, получаемых с камеры. Результаты тестирования подтвердили возможность автоматической классификации событий и перспективность дальнейшей интеграции интеллектуальной обработки изображений в программное обеспечение системы.

Заключение

Разработана интеллектуальная энергоэффективная система видеомониторинга на базе ESP32-CAM и PIR-датчик движения, обеспечивающая автоматическое обнаружение движения, фотофиксацию событий и мгновенную передачу изображений пользователю через Telegram. Система позволяет организовать удаленный мониторинг охраняемой территории без необходимости постоянного контроля видеопотока. Проведенные исследования подтвердили возможность применения легковесных моделей искусственного интеллекта для интеллектуальной фильтрации ложных срабатываний и автоматической классификации объектов на изображениях. Полученные результаты демонстрируют перспективность дальнейшего развития системы путем интеграции ИИ-обработки непосредственно в Telegram-бота или программное обеспечение устройства. Модульная архитектура решения позволяет адаптировать систему для задач домашней безопасности, мониторинга помещений и других IoT-приложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Espressif Systems. ESP32-CAM Technical Reference Manual [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.espressif.com>
2. Random Nerd Tutorials. ESP32-CAM PIR Motion Detector with Photo Capture [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://randomnerdtutorials.com>
3. Kumar A., Sharma P. Low-Power IoT-Based Security System Using ESP32-CAM and PIR Sensor // International Journal of Advanced Research in Computer Science. – 2022. – Vol. 13. – №4. – P. 45-52.
4. Universal Telegram Bot Library for ESP32 [Электронный ресурс]. – GitHub, 2023. – URL: <https://github.com/witnessmenow/Universal-Arduino-Telegram-Bot>.

© Н. В. Белоконь, Д. Н. Титов, 2026