

## ІНТЕГРАЦІЯ КАМЕРИ ESP32-CAM OV2604 З МОБІЛЬНИМИ МЕСЕНДЖЕРАМИ

Я. В. Смолянік, С. В. Пузирьов

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,  
кафедра комп'ютерної інженерії

© Смолянік Я. В., Пузирьов С. В., 2020

Розглянуто питання про створення IP-камери на основі модуля ESP-32 CAM та інтеграцію та передавання знімків до месенджера. Запропоновано забезпечення та підвищення безпеки під час передавання даних та взаємодії з ботом. Також запропоновано створити спеціальний telegram бот за допомогою Telegram API для отримання знімків з камери в будь-який час при встановленому з'єднанні з інтернетом. Проаналізовано ефективність роботи мікроконтролера за заданої задачі. Запропоновано використання протоколу передавання MQTT та розглянуто його переваги для цієї системи. Наведено приклади вдосконалення цього проєкту, компонування цього модуля, обговорено місце та сфери застосування цього модуля. Визначено переваги модуля ESP-32 CAM саме для цієї задачі. З'ясовано, чому він кращий у своєму сегменті для початкових робіт і вдосконалення знань у цій роботі. Наведено приклади використання модуля з іншими мобільними застосунками.

**Ключові слова** – модуль ESP-32 CAM, месенджер, MQTT, переваги, мікроконтролер, telegram.

### Вступ

Однією з важливих складових Інтернету речей (Internet of Things, IoT) є засоби та інструменти інтеграції IoT-пристроїв із мобільними терміналами користувачів, зокрема із месенджерами, найпопулярнішими з яких є Viber, Telegram, WhatsApp, Snapchat. Функціональні можливості месенджерів дозволяють об'єднувати у мережі не тільки людей, але й технічні пристрої, зокрема IoT-пристрої. Це допомагає користувачам оперативно отримувати інформацію з різних підключених пристроїв на свій месенджер, у будь-який момент часу, в будь-якому місці.

Однією з популярних можливостей сучасних месенджерів є обмін фото та відеоданими між користувачами. Ці можливості можна використовувати для прийняття вхідного відеопотоку з різноманітних пристроїв, які можуть його формувати, наприклад, камери.

Наведено концепт безпроводної камери, інтегрованої із заданим месенджером через його API (прикладний програмний інтерфейс). За допомогою такого пристрою (або мережі пристроїв) можна:

- вести спостереження за певною територією у полі зору камери;
- оперативно передавати відеодані або статичні зображення користувачу;
- виконувати попередню обробку зображення або відеопотоку.

Як апаратний модуль використовують WiFi-камеру ESP32-OV-2604, яка може передавати дані до месенджера Telegram за допомогою спеціально створеного бота.

Для управління екраном ESP32-CAM створено Telegram-бот, щоб можна було контролювати свою ESP32-CAM з будь-якого місця (якщо ваш смартфон має доступ до інтернету). Також можна використовувати такі команди для взаємодії з вашим ботом:

- /start: надсилає привітальне повідомлення з дійсними командами для управління екраном.
- /photo: робить нову фотографію та надсилає її на ваш акаунт у Telegram.
- /date: виводить час та дату останнього фото.
- /info: надає інформацію про цей бот.

ESP32-CAM взаємодіє з Telegram-ботом для отримання та обробки повідомлень, а також для надсилання відповідей на запити Telegram-користувача.

### Протокол MQTT та його переваги

Відеодані відправляють до бота за допомогою протоколу MQTT, який працює над протоколом TCP/IP та орієнтований на обмін інформацією між пристроями за принципом “Producer-Consumer”. Видавець (Publisher) відправляє дані на MQTT-брокер, вказуючи в повідомленні певну тему (topic). Підписники можуть отримувати різні дані від безлічі видавців залежно від підписки на відповідні топіки.

Перевагами протоколу MQTT є:

1. Простота використання. Це програмний блок без зайвої функціональності, може бути легко вбудований до будь-якої складної системи.
2. Зручність для більшості рішень із датчиками, а саме надає можливість пристроям виходити на зв'язок і публікувати повідомлення, які не були заздалегідь відомі або визначені.
3. Легкість адміністрування.
4. Низьке навантаження на канал зв'язку.
5. Надійність роботи в умовах ненадійного зв'язку.
6. Гнучкі формати передаваного контенту.

На рис. 1 показано схему взаємодії пристроїв за протоколом MQTT.

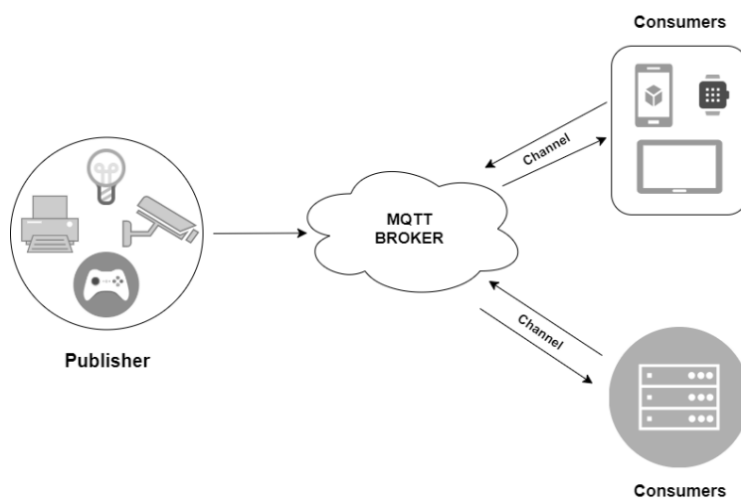


Рис. 1. Схема роботи MQTT протоколу

Роль видавця (publisher) можуть виконувати багато пристроїв (наприклад, стек IP-камер на ESP-32), і передавати дані через MQTT-брокер різній кількості підписників (consumers), які прослуховують цей брокер.

### Створення бота та захист від сторонніх запитів

Telegram-бот, який приймає дані з камери та передає їх користувачеві, виконано за допомогою Telegram API. Боти в Telegram являють собою чат-боти. Всі їхні імена повинні закінчуватися словом «bot», що зумовлено правилами сервісу. По суті, це користувацькі акаунти, якими замість людей керують програми. Для створення нового бота потрібно звернутися до сервісу “батька ботів” в акаунт @BotFather. Для створення нового бота треба дати йому ім’я та отримати унікальний ключ (API-key), яким будуть підписуватися усі запити до його API для управління ботом. Для створення бота знадобиться декілька команд. Це /start та /newbot.

Потрібно також врахувати, що доступ до даних камери повинні мати лише авторизовані користувачі. Для цього знадобиться ще один бот-IdBot. Цей бот повертає перевірений ідентифікатор Telegram-акаунта, який використовують для надсилання повідомлення. Так ми можемо приймати повідомлення лише від нашого клієнта і позбавляємо інших такої можливості (рис. 3).

Коли Telegram-бот отримує повідомлення, ESP може перевіряти, чи відповідає ідентифікатор відправника вашому ідентифікатору користувача і обробити повідомлення або виводити повідомлення про несанкціонованого користувача.

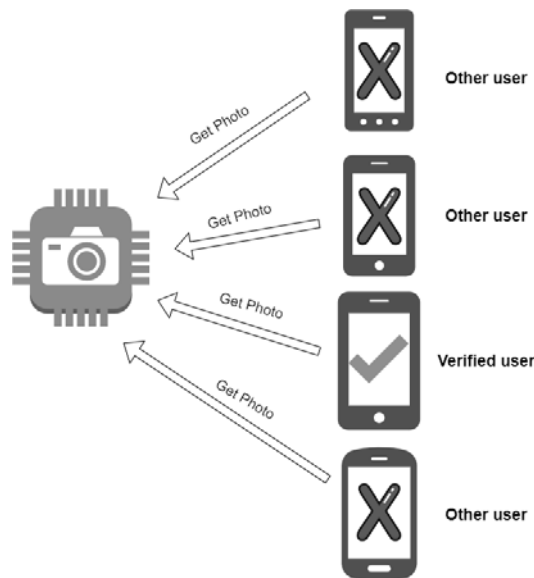


Рис. 3. Блокування запитів від неперевірених користувачів

Створити бот можна різними мовами програмування, такими як PHP, Python, JavaScript тощо. Складність його написання всіма переліченими мовами буде приблизно однаковою – це залежить від особистих вподобань розробника. Також є велика кількість створених бібліотек для створення ботів, однією з найпопулярніших є TelegramBotApi.

### Програмування камери ESP32-CAM для взаємодії з Telegram-ботом

ESP32-CAM – маленький модуль камери з чипом ESP32-S. Окрім камери OV2640 та декількох GPIO для підключення периферійних пристроїв, вона також має слот для карти MicroSD, який може бути корисним для збереження зображень, зроблених камерою, або для зберігання файлів для подальшого посилення їх користувачу.

Роздільна здатність камери 2 МПкс. Підсистема I2S у ESP32 також передбачає високошвидкісну шину, підключену безпосередньо до ОЗУ для прямого доступу до пам'яті. Простіше кажучи, можна налаштувати підсистему I2S ESP32 для відправки або отримання паралельних даних під апаратним управлінням.

Слід зазначити, що програмувати саму плату неможливо без спеціального програматора (у цьому випадку FTDI), для завантаження коду через піни U0R та U0T (послідовні піни) (табл. 1). На борту у модуля 3 GND піни та два піни для живлення – 3,3 В або 5 В. GPIO 1 і GPIO 3 – є послідовними пінами. Ці контакти відповідають за завантаження коду на наш модуль (рис. 4).

Крім того, GPIO 0 також відіграє важливу роль, він визначає, перебуває ESP32 у режимі світлового спалаху, чи ні. Коли GPIO 0 під'єднано до GND, ESP32 перебуває у режимі світлового спалаху.

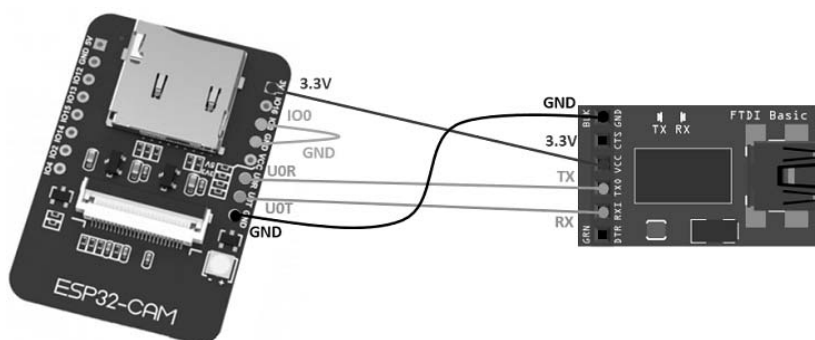


Рис. 4. Піни ESP32-CAM та FTDI програматора

Таблиця 1

#### Підключення пінів до програматора

ESP32-CAM	FTDI Programmer
GND	GND
5V	VCC (5V)
U0R	TX
U0T	RX
GPIO 0	GND

Цей модуль має великий список функцій, які якнайкраще підходять для цього проекту:

- Найменший модуль SoC 802.11b / g / n Wi-Fi BT
- 32-бітний ЦП із низьким енергоспоживанням
- Тактова частота до 160 МГц, загальна обчислювальна потужність до 600 DMIPS
- Вбудовані 520 КБ SRAM, зовнішній 4MPSRAM
- Підтримує UART / SPI / I2C / ШИМ / АЦП / ЦАП
- Підтримка камер OV2640 та OV7670, вбудована лампа спалаху
- Підтримка завантаження зображення по WiFi
- Підтримка картки TF
- Підтримує кілька режимів сну
- Вбудовані Lwip та FreeRTOS

- Підтримує режим роботи STA / AP / STA + AP
- Підтримка технології Smart Config / AirKiss
- Підтримка локального та віддаленого оновлення мікропрограмного забезпечення послідовного порту (FOTA)

Увесь список переваг ESP-32 CAM можна переглянути на офіційному сайті. Також на платі ESP32 існує спеціальний ряд пінів для підключення до Micro SD карти:

- GPIO 14: CLK
- GPIO 15: CMD
- GPIO 2: Data 0
- GPIO 4: Data 1 (також підключається на LED)
- GPIO 12: Data 2
- GPIO 13: Data 3

Після компіляції проекту можна побачити саму IP-адресу на COM порту, за яким можна перейти на стрімінг самого відеопотоку камери ESP32 та перевірити працездатність самого модуля.

ESP32-CAM ідеально підходить для домашніх інтелектуальних пристроїв, промислового управління, моніторингу, ідентифікації QR, сигналів системи позиціонування і інших додатків IoT, і все це за допомогою WiFi. Також на платі присутній модуль Wi-Fi BT SoC 802.11 b/g/n та 32-бітний процесор із низьким енергоспоживанням.

#### **Альтернативи використання месенджера і вдосконалення камери**

Альтернативою підключення до месенджера може бути такий мобільний додаток, як Blynk. Blynk дозволяє звичайному смартфону на ОС Android або IOS стати пультом для керування пристроями IoT типу. Blynk ідеально поєднується з ESP-32, Arduino та іншими популярними мікроконтролерами. По суті Blynk є додатком, який за допомогою графічного конструювання дозволяє створювати додатки для зв'язку їх з пристроєм на базі тієї ж самої ESP-32. Перевагою Blynk простота його створення та реалізації зв'язку з програмним кодом у пристрої. Достатньо тільки завантажити необхідну бібліотеку, налаштувати зв'язок між реєстраційним кодом програми та вихідним кодом і помістити в цикл обробника подій.

За бажання можна модернізувати свою ESP-32 CAM. Можна оновити лінзу на кращий варіант. При цьому покращиться якість самої картинки, але потрібно буде використати на це окремі засоби (рис. 5). Так само з лінзами потрібно експериментувати, бо не кожна буде сумісна з цією платою.



*Рис. 5. ESP32-CAM з покращеною лінзою*

Також хорошою ідеєю буде компонування всіх елементів в один пристрій. Для цього можна використати корпус фіктивної камери (dummy camera) чи створити свій корпус за допомогою 3D-принтера. Як джерело живлення, можна використати невеликий акумулятор, або 5В-адаптор.

### Висновки

ESP32 – це дуже практична і одночасно проста у використанні апаратна платформа. На її базі можна розробляти багато різноманітних проєктів, зокрема для інтернет-речей, охоронні системи тощо. Наведено концепт проєкту камери, яка може надсилати фото- та відеодані напряму у месенджер, що дає змогу легко інтегрувати її у різних системах: від “розумного” будинку до промислових систем інтернету-речей. Також розглянуто питання конфіденційності даних під час обміну даними між месенджером та камерою, вказано шляхи вдосконалення системи.

### Список літератури

1. Agus Kurniawan. *Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32*. 2019. 252 p.
2. Peter Hoddie, Lizzie Prader. *IoT Development for ESP32 and ESP8266 with JavaScript: A Practical Guide to XS and the Moddable SDK*. 2020. 628 p.
3. Neil Cameron. *Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32: Building Web Pages, Applications, and WiFi Enabled Devices*. 2020. 723 p.
4. Craig Hunt. *TCP/IP Network Administration (3rd Edition; O'Reilly Networking)*. 2020. 746 p.
5. Gaston C. Hillar. *MQTT Essentials – A Lightweight IoT Protocol*. 2017. 280 p.
6. Cuno Pfister. *Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors And Microcontrollers To The Cloud*. 2011. 194 p.
7. Douglas Comer. *Internetworking with TCP/IP Volume One*. 2013. 744 p.
8. Momot M. V. *Mobilnyie robotyi na baze ESP32 v srede Arduino IDE. (in Russian)* 2016. 272 p.
9. Douglas Crockford. *The Good Parts: The Good Parts*. 2008. 176 p.
10. Pradeeka Seneviratne. *Hands-On Internet of Things with Blynk: Build on the power of Blynk to configure smart devices and build exciting IoT projects*. 2018. 266 p.
11. Dogan Ibrahim, Ahmet Ibrahim. *The Official ESP32 Book*. 2017. 286 p.
12. Marco Schwartz. *Internet of Things with ESP8266*. 2016. 226 p.
13. Manoj Thakur. *Zero to Hero ESP8266*. 2016. 127 p.
14. Y. Krainyuk, A. Razzhyvin, O. Bondarenko, I. Simakova *Internet-of-things device set configuration for connection to wireless local area network*. In: *Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS – 2019)*, 2019, pp. 885–896.

## INTEGRATION OF ESP32-CAM OV2604 CAMERA WITH MOBILE MESSENGERS

Y. Smolianik, S. Puzyrov

Petro Mohyla Black Sea National University,  
Computer Engineering Department

© Smolianik Y., Puzyrov S., 2020

The issue of creating an IP camera based on the ESP-32 CAM module, and integration and transfer of images to the messenger is considered. Provision is made to ensure and increase security during data transmission and interaction with the bot. It is also proposed to create a special telegram bot, using the telegram API, to obtain images from the camera, at any time, when connected to the Internet. The efficiency of the microcontroller at a given task is analyzed. The use of MQTT transmission protocol is proposed, and its advantages for this system are considered. Examples of improvement of this project, layout of this module are given. Discussion of the place and scope of work for the use of this module. The advantages of the ESP-32 CAM module for this task are considered, and why it is the best in its segment for beginners and improvement of knowledge in this work. Examples of using the module with other mobile applications are given.

**Keywords:** ESP-32 CAM module, messenger, MQTT, advantages, microcontroller, telegram.