

## ІННОВАЦІЙНІ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЇ У КЕРУВАННІ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

**Антонюк І.О.**

студент мІЦТ гр.

факультету фізико-математичної, комп'ютерної і технологічної освіти  
Бердянський державний педагогічний університет

**Алексєєва Г.М.**

к.пед.н. доцент

Бердянський державний педагогічний університет

**Актуальність.** Безпілотні літальні апарати (БПЛА) застосовуються у різних галузях, включаючи аграрну промисловість, моніторинг навколишнього середовища, реагування на екстрені ситуації та інші. Завдяки використанню передових інформаційних технологій, ефективність та доступність використання БПЛА значно зросли. Зростаючий інтерес до цих систем вимагає подальшого вдосконалення систем управління та забезпечення якісного потоку відеоданих у режимі реального часу.

**Мета.** У цьому дослідженні ми розглянемо використання технології WebRTC для передачі відеоданих та протоколу MQTT для управління БПЛА, що відкриває нові можливості в сфері управління та моніторингу.

**Сутність дослідження.** У цьому дослідженні розроблено програму на мові C++, призначену для використання на БПЛА (ESP32 або іншому мікроконтролері з достатньою обчислювальною потужністю). Програма використовує протокол WebRTC (бібліотека Mediasoup) для передачі відеопотоку та MQTT (PahoMQTT Client) для передачі команд управління та сигналів WebRTC. Інтерфейс оператора може бути реалізований у форматі мобільного застосунку або веб-застосунку. Для передачі даних можна використовувати 4G або інші доступні швидкі інтернет-з'єднання.

Розробка такого БПЛА також потребує налагодження та інтеграції необхідних датчиків, актуаторів та GPS для точності та стабільності польоту. Усі ці компоненти мають бути впроваджені в аеродинамічному корпусі дрона, і всі їхні функції мають бути забезпечені з ефективністю та безпекою використання. Такий інженерний виклик може бути реалізований завдяки співпраці висококваліфікованих інженерів, програмістів та інших фахівців в галузі робототехніки та авіаційної техніки.

Технологія WebRTC (Web Real-Time Communication) дозволяє передавати аудіо та відео дані у реальному часі через Інтернет без необхідності встановлення додаткових плагінів чи програм. Типова схема роботи WebRTC для передачі відео між двома комп'ютерами зображена на Рис. 1. Використання WebRTC для передачі відео дозволяє операторам БПЛА миттєво отримувати візуальну інформацію з дрону [1].

Ця технологія забезпечує стабільну та низьку затримку при передачі даних, що робить її ідеальною для використання в ситуаціях, де важлива реальність часу. Завдяки WebRTC, оператор може отримувати відеопотік з БПЛА на свій комп'ютер або мобільний пристрій та реагувати на події в реальному часі [2, 3].

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) - це легкий протокол обміну повідомленнями, розроблений для використання в сенсорних та обмінних мережах IoT (Internet of Things). Схема роботи сервера MQTT зображена на рис. 2. MQTT дозволяє ефективно керувати БПЛА та обмінюватися інформацією між ними та земною станцією [4].

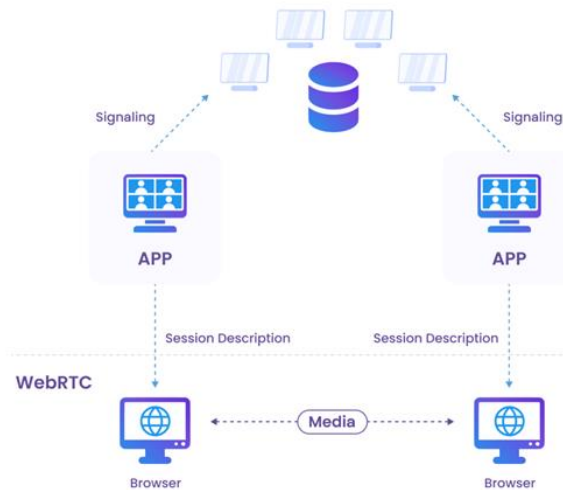


Рис. 1. Передача медіа в мережі Інтернет за допомогою WebRTC

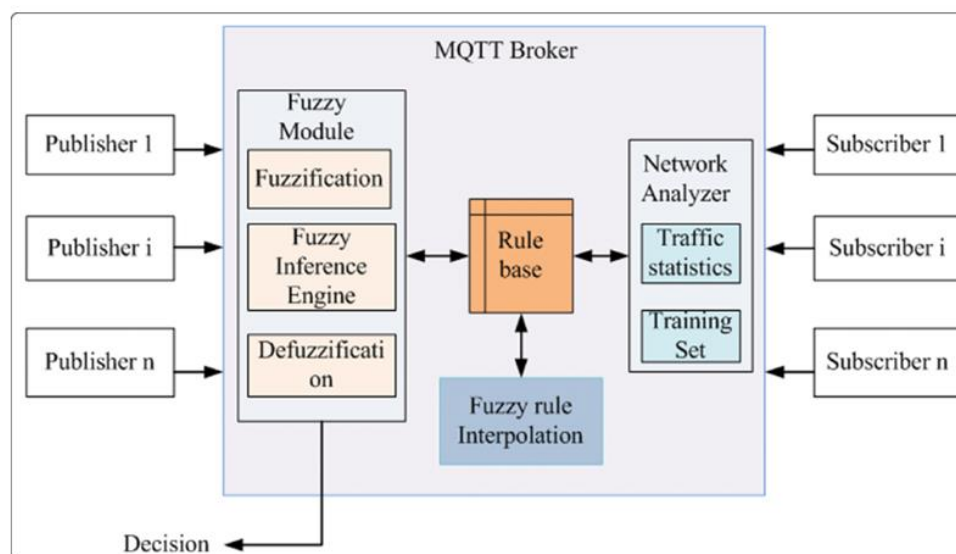


Рис. 2. Схема роботи брокера (сервера) MQTT за одночасного підключення декількох користувачів (відправників та отримувачів)

Використання MQTT для управління дроном дозволяє віддаленим операторам відправляти команди на зміну курсу, висоти, швидкості та інших параметрів дрона. Протокол також дозволяє отримувати статус та діагностичну інформацію від БПЛА, що полегшує моніторинг та обслуговування.

Інтеграція WebRTC і MQTT в систему управління БПЛА дозволяє операторам не тільки отримувати відеодані в реальному часі, але і надавати команди дрону в польоті. Під час місії оператор може спостерігати за об'єктом в режимі реального часу та виправляти траєкторію дрона за допомогою MQTT-команд [5].

Ця інтеграція робить управління БПЛА більш точним та ефективним, забезпечуючи операторам всю необхідну інформацію та можливість віддаленого контролю.

**Висновки.** Використання сучасних інформаційних технологій, таких як WebRTC і MQTT, сприяє покращенню якості та ефективності управління БПЛА. Завдяки цим технологіям, оператори можуть отримувати відеодані в реальному часі та взаємодіяти з дронами під час їх польоту, що робить їх важливим інструментом у багатьох галузях, включаючи рятувальні операції, моніторинг навколишнього середовища та забезпечення безпеки.

Застосування WebRTC та MQTT в управлінні БПЛА поліпшує доступність та ефективність цих систем, сприяючи розвитку сучасних технологій для покращення якості життя та безпеки суспільства.

**Список літератури:**

1. Aliksieieva, H., Shchetynina, O., & Nyshcheta, V. (2023). The realities of postmodern internationalization: The experience of the Ukrainian vocational education. *Amazonia Investiga*, 12(63), 42-52. <https://doi.org/10.34069/AI/2023.63.03.4>
2. Antonello Ricci, Davide Alborini, and Franco Chiaraluce. (2019). "A WebRTC-Based Solution for Drone Control and Telepresence." In 2019 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), pp. 1-6.
3. Cárdenas, Santiago Montagud, et al. (2019). "IoT Technologies for Smart Cities and Smart Grids: A Survey." *IEEE Access*, vol. 7, pp. 150920-150940.
4. Mosquera, Alejandro, et al. (2017). "Design and Evaluation of a Real-Time Video Streaming System for Unmanned Aerial Vehicles." *Sensors*, vol. 17, no. 9, p. 1968.
5. Tahir, Adnan, et al. (2020). "MQTT and CoAP: Communication Protocols for IoT-based Energy Management in Smart Homes." *IEEE Access*, vol. 8, pp. 66434-66447.