

ДИСТАНЦІЙНА ПЕРЕДАЧА АУДІО В ІОТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто можливості дистанційного передавання аудіо в реальному часі та передачі аудіофайлів у локальній мережі. Досліджено основні транспортні протоколи та технології, що використовуються для передавання даних в сучасних IoT-пристроях. Також розглянуто можливості використання таких пристроїв та перспективи подальшого розвитку цього напрямку технологій.

Ключові слова: дистанційна передача аудіо, транспортні протоколи, обробка сигналів, IoT-системи.

Abstract

The article explores the possibilities of remote real-time audio transmission and audio file transmission in a local network. The main transport protocols and technologies used for data transmission in modern IoT devices are studied. The possibilities of using such devices and the prospects for further development of this area of technology are also considered.

Keywords: remote audio transmission, transport protocols, signal processing, IoT systems.

Вступ

Технології IoT дозволяють об'єднувати різноманітні пристрої в єдину мережу для збору, передачі та обробки інформації. Сучасний розвиток дає IoT-пристроєм змогу створювати повноцінні системи, що інтегруються в розумні будинки, промислові процеси, медицину, охорону та екологічний моніторинг. Однією з можливих сфер використання таких технологій є потокова передача аудіо в режимі реального часу між пристроями та передача аудіофайлів для їх подальшого відтворення.

Для реалізації пристроїв з подібною функціональністю було розглянуто основні технології та протоколи, що можуть використовуватись для передавання аудіо у сучасних IoT-системах в рамках локальних мереж. Також оглянуто сучасні мікропроцесорні платформи, що використовуються для реалізації подібних пристроїв — ESP та Arduino. Розглянуто можливості використання мобільних пристроїв та комп'ютерів для управління та обробки аудіо даних.

Основна частина

В IoT-системах передача аудіо в локальних мережах може здійснюватися у двох режимах: потокова трансляція (стрімінг) та передача попередньо сформованих аудіофайлів. Потокове передавання аудіо може використовуватись для віддаленого прослуховування, моніторингу приміщень, голосового зв'язку або керування пристроями в реальному часі, що дозволяє взаємодіяти з системою без затримок. Передача аудіофайлів надає можливість завчасного запису аудіо для його подальшого відтворення, що може бути використано для автоматизації голосових сповіщень та інтеграції з іншими «розумними» пристроями.

Для реалізації обміну будь-якої інформації, зокрема аудіоданих, потрібно пов'язати пристрої між собою. Обмін даних між пристроями виконується за певними правилами — протоколами передачі даних. Основними протоколами для передавання інформації в мережі, зокрема локальній, є UDP та TCP, які також використовуються протоколами верхніх рівнів, наприклад HTTP та FTP. Окрім цього, у сфері IoT широко

використовується протокол MQTT — легковаговий протокол, призначений для обміну невеликими масивами даних між пристроями, що мають обмежені ресурси.

UDP та TCP – основні протоколи транспортного рівня моделі TCP/IP. Кожен з них має свої переваги та недоліки. Протокол UDP (User Datagram Protocol) часто використовується для побудови систем, в яких є важливою швидкість передавання даних, наприклад для онлайн відеоігор, потокової трансляції аудіо та відео. Це досягається завдяки тому, що він не потребує встановлення зв'язку та не вимагає підтвердження доставки даних. Фактично функції UDP зводяться до операцій мультиплексування та демultipлексування, а також нескладної перевірки наявності помилок в даних. Таким чином, під час використання UDP програма майже напругу взаємодіє з протоколом мережного рівня IP. UDP отримує повідомлення з рівня додатків, додає до них поля номерів портів відправника і одержувача, а також два інших спеціальних поля і через нижні рівні передає створену дейтаграму одержувачу [3]. Завдяки цим характеристикам UDP є оптимальним вибором для реалізації потокового передавання аудіоданих у IoT-системах, забезпечуючи мінімальні затримки та високу швидкість обміну інформацією.

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) – це основний транспортний протокол зі стека протоколів TCP/IP. Він забезпечує надійне передавання потоку даних, використовуючи при цьому ненадійний сервіс транспортування пакетів, що надається протоколом IP [3]. Даний протокол часто використовують для електронної пошти, передачі файлів та онлайн-транзакцій, що можливо завдяки тому, що він встановлює з'єднання між відправником та одержувачем і гарантує, що дані буде доставлено. Якщо пакет загубився, TCP ініціює його повторну передачу. Завдяки цим властивостям TCP є оптимальним вибором для передавання аудіофайлів, коли важливо зберегти вихідну якість звуку. Однак для потокового аудіо цей протокол використовується рідко, оскільки механізми перевірки та повторної передачі можуть спричинити затримки та зниження швидкості передавання.

Також розглянемо протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), який є популярним протоколом обміну інформації між пристроями. Він призначений для телеметрії та дистанційного моніторингу та використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом «видавець – підписник», що дає їм змогу надсилати і отримувати дані при виникненні певної події [3]. У такій моделі видавець — це джерело інформації - датчик або інший пристрій, який генерує повідомлення, а підписник — це пристрій, який підписаний на отримання даних. MQTT зручний для застосування в системах, де необхідно обробляти велику кількість сенсорних даних або взаємодіяти з численними пристроями. Але, на відміну від попередніх протоколів, він не зовсім доречно підходить для передачі аудіофайлів або потокової інформації, оскільки не є достатньо оптимізованим для великих обсягів даних та не має механізмів для реалізації можливості трансляції обсягів інформації в реальному часі. Натомість, він ідеально підходить для обміну командами між пристроями в IoT-системах, завдяки чому може використовуватися для відправки налаштувань до кінцевих пристроїв.

Завдяки розвитку IoT-технологій та мікроконтролерних платформ сьогодні розробка пристроїв для передавання аудіо чи відео значно спростила. Замість того, щоб витрачати час на пошук і сумісність окремих компонентів, розробники можуть зосередитися безпосередньо на реалізації функціональних можливостей пристроїв. Сучасні апаратні платформи надають широкий набір вже вбудованих інструментів для роботи з аудіо, наприклад інтегровані модулі бездротового зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth) або підтримку обробки звукових сигналів.

Одним з найбільш популярних бездротових рішень є пристрої побудовані на модулі ESP32. ESP32 має вбудований двоядерний процесор, Wi-Fi, Bluetooth і підтримує режим низького енергоспоживання, що робить його високоефективним для пристроїв, що живляться від батареї. Його універсальність підкріплюється широким спектром можливостей вводу-виводу, що включає SPI, I2C, UART, ADC і DAC, які дозволяють йому взаємодіяти з різними датчиками та механізмами [2].

Іншим можливим варіантом є використання платформи Arduino, оскільки він має величезну екосистему вже створених модулів, в тому числі і Wi-Fi модулі, модулі захоплення та обробки звуку. Окрім цього, існує і декілька плат, які підтримують Wi-Fi та Bluetooth, наприклад Arduino Nano 33 IoT. Більшість плат Arduino також підтримують такі інтерфейси, як UART, TWI, SPI, I2C.

Окрім спеціалізованих пристроїв у системах передавання аудіо також можуть використовуватися комп'ютери та мобільні пристрої. Вони можуть виконувати роль серверів для обробки, зберігання та

керування аудіопотоками, а також приймачів для зчитування та відтворення звуку. Мобільні телефони можна застосовувати для отримання аудіопотоку в реальному часі та його відтворення. Крім того, мобільні пристрої можуть використовуватися для надсилання аудіофайлів на кінцеві пристрої або як засоби керування, наприклад, для регулювання гучності чи перемикання режимів роботи.

Висновки

Отже, було розглянуто основні технології та протоколи, що використовуються для передавання аудіо в IoT-системах. Було проаналізовано два основних режими передачі аудіоданих: потокове передавання (стрімінг) та передавання попередньо сформованих аудіофайлів та визначено, що для реалізації цих режимів доцільним є використання транспортних протоколів UDP та TCP відповідно, зважаючи на їхні особливості в швидкості передачі та гарантуванні доставки даних. Також було досліджено можливості використання протоколу MQTT. Також було розглянуто апаратні платформи, що можуть бути використані для реалізації IoT-пристроїв з функцією передавання аудіо – ESP32 та Arduino.

Таким чином, розвиток IoT-технологій та мікроконтролерних платформ відкриває нові можливості для реалізації систем передавання аудіо в реальному часі. Подальший прогрес у цій сфері, а саме удосконалення бездротових стандартів, створення нових протоколів, розробка нових алгоритмів обробки аудіоданих та використання штучного інтелекту дозволить удосконалювати якість передавання, оптимізувати використання ресурсів та інтегрувати IoT-пристрої в ширший спектр застосувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інтернет речей: основні складові та їхня роль у сучасному світі [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberset.com.ua/hi-tech/iot/>
2. How to Use ESP32 in IoT Projects: Applications and Case Studies [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://pipwr.com/how-to-use-esp32-in-iot-projects-applications-and-case-studies/>
3. Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В., Орлова М. М., Тарасенко В. П. Комп'ютерні мережі : підручник – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 378 с

Дациук Вадим Васильович – студент групи 1KI-21б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vadym.datsiuk.1ki21b@gmail.com

Бондарчук Олександр Борисович – студент групи 1KI-21б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sasha.bondarchuk.on@gmail.com

Богомолов Сергій Віталійович – к.т.н, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Мартинюк Тетяна Борисівна – доктор технічних наук, професор кафедри обчислювальної техніки, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: martynyuk@vntu.edu.ua

Vadym V. Datsiuk – student of group 1KI-21b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vadym.datsiuk.1ki21b@gmail.com

Oleksandr B. Bondarchuk – student of group 1KI-21b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sasha.bondarchuk.on@gmail.com

Serhii V. Bohomolov – PHD, candidate of engineering sciences, associate professor of department of the computing engineering, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Tetiana B. Martyniuk – Dr. Sc. (Eng), Professor of the Chair of Computer Engineering, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: martynyuk@vntu.edu.ua