

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ІОТ ПОСЛУГ

Сабурова С.О., Сазонов Б., Кадацька О.І.

Кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна.

E-mail: svitlana.saburova@nure.ua,
bohdan.sazonov@nure.ua,
olha.kadatska@nure.ua

Abstract

Research of system Quality of service requirements, which helps a business organization prevent delays in transmitting these sensitive packets in technologies Internet of Things services. The importance of QoS goes beyond business networks. As the internet of things grows with every passing day, there is a greater need for data traffic control and management. Machines now also have access to network bandwidths and must provide real-time status updates to the administrator. It ensures that the user experience is as expected. In addition, QoS makes the Broad Band-Internet of Things 5G (BB-IoT 5G) networks adaptable. More people, devices, and computers are loaded into Internet of Things networks daily. Without quality of service technology and tools, it would be difficult to satisfy all the network demands of subsidiaries. Thus by prioritizing, the end-user experience does not suffer despite an increased amount of users plugged into the BB-IoT 5G networks. They also help to wipe out the elderly.

Інтернет речей (ІоТ) – це мережа пристроїв, які передають дані на платформу для забезпечення зв'язку та автоматизованого управління. ІоТ з'єднує машини або людей з іншими машинами. У першу чергу ІоТ підключає фізичні пристрої до цифрових інтерфейсів.

Ці фізичні пристрої мають датчики, які надсилають дані на централізовану платформу. Найчастіше вони отримують інструкції на основі цих даних. Платформа також аналізує дані, щоб надати розуміння власникам бізнесу та персоналізувати клієнтів.

Ці пристрої можуть включати розумні годинники, ідентифікаційні чіпи для тварин, датчики температури в реактивних двигунах або голосові контролери вдома. Яскравими прикладами є Google Home і Amazon Echo.

Кажуть, що першим рудиментарним пристроєм ІоТ був торговий автомат у Карнегі-Меллон, який був підключений до ARPANET у 1970 році. Цю фразу придумав Кевін Ештон у 1999 році, хоча технології знадобилися десятиліття, щоб наздогнати бачення. Відповідно до звіту IoT Analytics State of IoT Summer 2021, до 2025 року буде працювати близько 27 мільярдів підключень ІоТ [1].

Технологічні досягнення, які допомогли розвитку ІоТ:

1. RFID-мітки: RFID-мітки – це малопотужні чіпи, які можуть обмінюватися бездротовим зв'язком. Вони невеликі і можуть бути додані до більших, дорожчих машин, щоб зробити їх доступними.

2. Безпроводові та мобільні мережі: тепер існує розширений доступ до послуг безпроводових і мобільних мереж, завдяки чому пристрої легко залишаються на зв'язку в дорозі. Удосконалення мереж 5G і Wi-Fi6 забезпечують високу пропускну здатність, необхідну для підтримки низьких показників затримки мереж ІоТ згідно вимог системи QoS.

3. IPv6: Коли світ перейшов від IPv4 до IPv6, було створено достатньо IP-адрес для кожного пристрою на планеті в осяжному майбутньому.

4. Недорогі датчики з низьким енергоспоживанням. Напівпровідникова промисловість розвивалася стрибкоподібно і продовжує розвиватися. Дешеві датчики тепер не споживають

значної енергії. Вони мають достатню обчислювальну потужність для запуску штучного інтелекту (ШІ) – AI (Artificial Intelligence) на найменших пристроях.

5. Ефективні алгоритми машинного навчання: Алгоритми машинного навчання – ML (Machine learning) тепер складніші, досконаліші та ефективніші, ніж будь-коли раніше. ResearchOpens a new window показує, що тепер для роботи таких алгоритмів, як навчання нейронної мережі, потрібно в 44 рази менше часу, ніж у 2012 році.

6. Хмарні обчислення: поширення хмарних технологій, яке вже було на підйомі, прискорилося через пандемію. Згідно з дослідженням O'Reilly 2021 року, компанії сподіваються, що 50% або більше їхніх додатків будуть розміщені в хмарі. Хмара спрощує передачу даних між пристроями IoT і платформами AI, які їх аналізують.

По-справжньому надійна система Інтернету речей вимагає поєднання всіх цих технологій. Інші технологічні аспекти, такі як периферійні обчислення, можливо, доведеться розглянути на основі бізнес-вимог.

Система IoT складається з чотирьох важливих компонентів, які забезпечують її роботу.

1. Фізичні пристрої: фізичні пристрої з датчиками є відправною точкою будь-якого пристрою IoT. Вони надають необроблені базові дані про операційне середовище та дані користувачів.

2. Платформа підключення: ці пристрої можна підключити до мережі кількома способами. Найпоширенішими є Wi-Fi і мобільні мережі. Сенсорна або малопотужна безпроводова персональна мережа, дає змогу будь-якій малопотужній радіостанції спілкуватися з Інтернетом. ZigBee — це безпроводова мережа з низьким енергоспоживанням і низькою швидкістю передачі даних, яка в основному використовується в промислових умовах. Такі стандарти, як OneM2M, намагаються формалізувати шаблони зв'язку між машинами різних типів.

3. Аналітична платформа (платформа IoT): машинне навчання відіграє важливу роль в аналізі масивних даних, які надсилаються фізичними пристроями. Алгоритми навчені зчитувати ці дані та надавати поглиблений аналіз, підкріплений історичними даними. Це також можна використовувати для прогнозування майбутньої поведінки.

Платформа має дві основні мети. По-перше, це сприяти прийняттю обґрунтованих рішень на основі даних на рівні бізнесу. Другий – надсилати автоматичні інструкції назад на пристрої. Це дозволяє пристроям Інтернету речей розумно реагувати на дії користувача або зміни навколишнього середовища.

4. Machine learning. Менеджер конфігурації: величезна кількість задіяних пристроїв і даних робить системи на основі IoT складними для адміністрування. Менеджер конфігурації надає компанії з висоти пташиного польоту задіяні пристрої, різноманітні параметри, необхідні для моніторингу та управління машинами, а також алгоритмічні налаштування, необхідні з новими доповненнями. В ідеалі управління виправленнями безпеки також має бути частиною цього налаштування.

Інформаційна панель: інформаційна панель містить усі дані, отримані та проаналізовані з системи Інтернету речей.

На рис.1 представлено базові компоненти IoT платформи.

Інтернет речей на перспективу буде впроваджено скрізь. Ідея IoT полягає в тому, щоб створити інформоване середовище, роблячи невидимими повсякденні завдання.

Інтернет речей уже впроваджено в багатьох галузях. Виробництво, роздрібна торгівля, уряд, охорона здоров'я та автомобільний сектори збільшили впровадження IoT.

Дослідження параметрів ефективності та якості послуг 5G-IoT показують, що 5G мережі можуть забезпечити високу швидкість/пропускну здатність та надійність, низьку затримку, підвищену пропускну здатність, доступність і підключення, а також динамічний розподіл пропускну здатності.

Розроблені атрибути QoS, які використовуватимуться та характеризуватимуть сервіси 5G-IoT, які вони обслуговують [2].

1. Швидкість/пропускну здатність 10 Гбіт/с і цільова швидкість 20 Гбіт/с.
2. Наскрізна затримка зменшена до діапазону 1-10 мілісекунд і до 0,5 мілісекунд для фізичної мережі.
3. Доступність мережі розтягнуто до 100%.
4. Очікується, що такі параметри надійності, як коефіцієнт блокових помилок для 5G, становитимуть 0,00001 за 1 мілісекунду, порівняно з 0,01 у 4G.
5. Джиттер зведений до 10-100 мікросекунд.

6. Пропускна здатність від 100 Кбіт/с для малих сенсорних пристроїв та датчиків до кількох сотень мегабіт на секунду, наприклад, для промислових роботизованих камер.

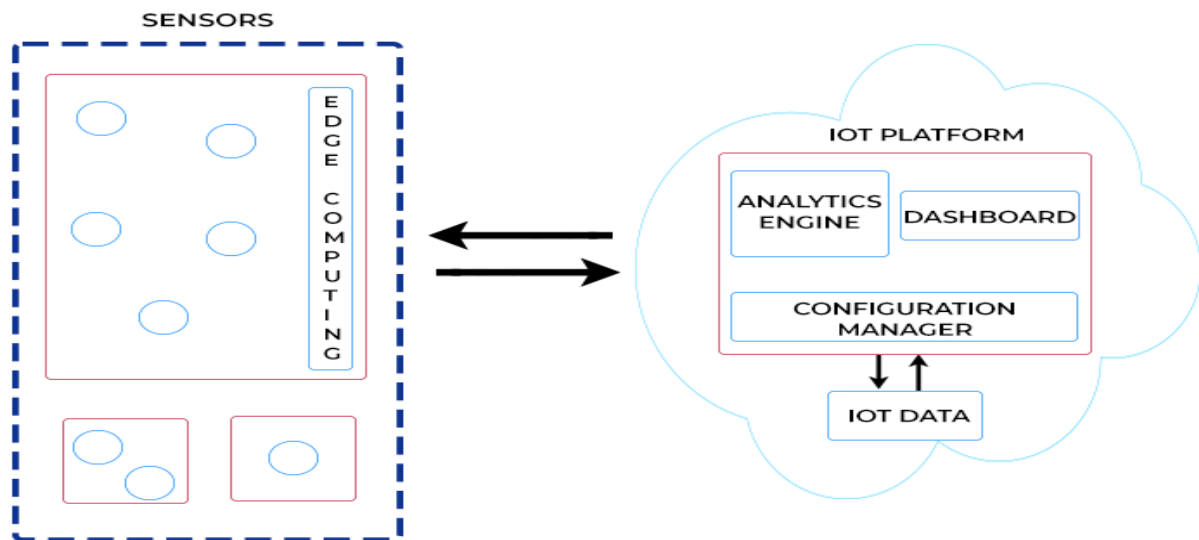


Рис.1. Базові компоненти ІоТ платформи

Для досягнення цих значень QoS проводиться величезна робота над антенами 5G MIMO, 5G Cloud RAN і базовою мережею NFV.

Концепція QoS заснована на потоках. Пакети класифікуються та позначаються (QFI). Існують два типи потоків: один зі стандартизованими профілями QoS, а інший – зі спеціальними профілями QoS для оператора. Для першого в мережі використовується лише значення QFI. Для останнього атрибуту QoS також передаються між елементами мережі. Потоки QoS 5G відображаються в мережі доступу до радіоканалів даних (Data Radio Bearers, DRB), на відміну від 4G, де показано порівняння Core) і радіоканалами.

На рис.2 зображено механізми QoS 5G.

QoS 5G описують обробку пересилання пакетів, який QoS потік отримує від краю до краю між UE та UPF з точки зору наступних характеристик продуктивності:

- тип ресурсу (GBR, критична підтримка GBR або Non-GBR);
- рівень пріоритету;
- бюджет затримки пакетів;
- частота помилок пакетів;
- вікно усереднення (тільки для типу ресурсу GBR і GBR, критичного до затримки);
- максимальний обсяг пакета даних (більше для типу ресурсу GBR, критичного до затримки).

Характеристики QoS 5G слід розуміти як рекомендації для встановлення параметрів, специфічних для вузла, для кожного потоку QoS, наприклад, для конфігурації протоколу каналного рівня радіодоступу 3GPP. Стандартизовані або раніше налаштовані характеристики QoS 5G вказуються через значення 5QI та не сигналізуються на жодному інтерфейсі, якщо певні характеристики QoS 5G не змінено [3].

На відміну від моделі QoS LTE на основі каналу зв'язку, модель QoS 5G базується на потоках. Це представлено такими способами:

1. Послуги E2E стосуються мерених або додаткових служб між UE та зовнішньою мережею даних, наприклад, Інтернетом. Різні служби E2E вимагають диференційованого лікування QoS.

2. Кожна служба E2E може мати один або кілька IP-потоків. SDF (Service Data Flow) — це один IP-потік або сукупність IP-потоків трафіку UE, класифікованого за типом послуги, що використовується.

3. Один або кілька SDF можуть транспортуватися в тому самому потоці 5G QoS, якщо вони мають однакову обробку QoS.
4. Кожен пакет висхідної та низхідної лінії зв'язується з потоком QoS. Цей потік QoS забезпечує обробку переадресації E2E між UE та UPF протягом усього терміну дії сеансу PDU.
5. Один сеанс PDU може нести один або кілька потоків QoS, де всі потоки QoS певного сеансу PDU надсилаються через той самий тунель NG-U.
6. Ідентифікатор потоку QoS QFI використовується для ідентифікації потоку QoS у сеансі PDU. Трафік рівня користувача з однаковим QFI у сеансі PDU отримує однакову обробку пересилання трафіку, наприклад, планування або поріг доступу.
7. QFI використовується в усіх типах сеансу PDU, і його значення є унікальним у кожному сеансі PDU.
8. Кожен потік QoS характеризується набором параметрів, визначених у профілі QoS, наприклад, ідентифікатор 5G QoS (5QI), ARP або гарантована швидкість потоку (GFBR).
9. Канал радіозв'язку може передавати один або кілька потоків QoS. Кожен сеанс PDU має унікальний набір радіоканалів, і gNodeB вирішує, через який радіоканал надсилається потік QoS.

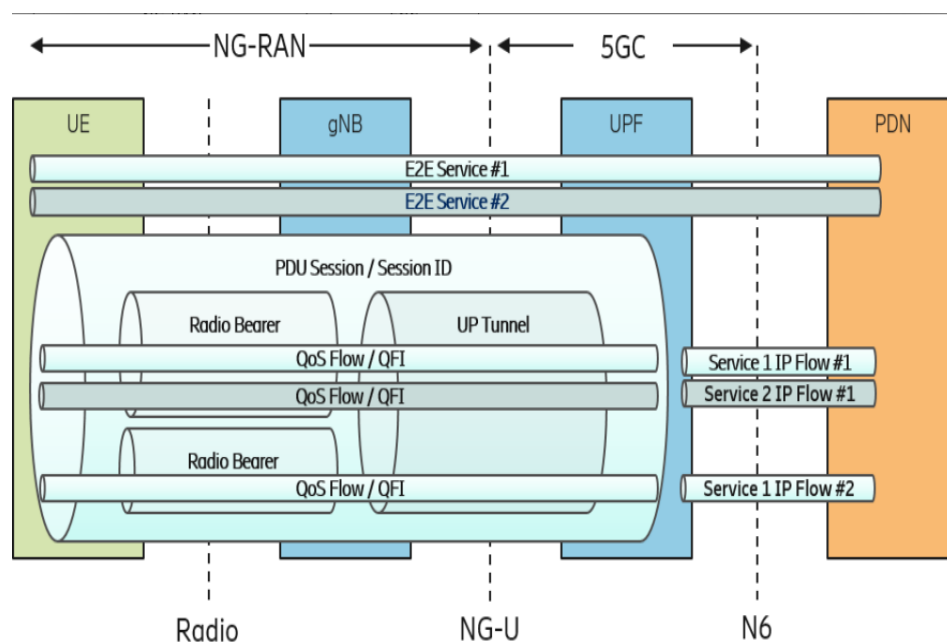


Рис.2. Механізми QoS 5G

Потік QoS є найнижчим рівнем деталізації в системі 5G, де застосовуються політики та тарифікація. Один або кілька потоків даних служби (SDF) можуть транспортуватися в тому самому потоці QoS, якщо вони мають спільну політику та правила стягнення плати (подібно до носія EPS у 4G LTE).

Слід зазначити, що з 21 мільярда екземплярів штучного інтелекту в 2030 році близько 99% будуть розгорнуті на пристроях Інтернету речей (IoT), що є приблизно незмінною цифрою протягом прогнозованого періоду.

Література

1. Кухарчук М.М., Сабурова С.О., Кадацька О.І. //Підвищення продуктивності інфраструктури для послуг IoT, EMC-2021: Збірник наукових праць сьомої міжнародної науково-технічної конференції, Харків: 25-26 листопада 2021 р./– Харків: ХНУРЕ, – 2021. – С.73-77.
2. Release 17-19 3GPP. // [Електронний ресурс]: – Доступ до ресурсу: <https://www.3gpp.org/release-17>.
3. 5G Core Service-Based Architecture (SBA) Components. // [Електронний ресурс]: – Доступ до ресурсу: <https://www.linkedin.com/pulse/introduction-5g-core-service-based-architecture-sba-marin-ivezic>.