

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Передача та обробка даних інтернету речей

Мета роботи: ознайомитись з базовим принципами передачі даних IoT, вивчити методи збору, передачі та обробки даних з IoT-пристроїв, а також набуті практичних навичок використання відповідних технологій та протоколів у мережах IoT.

1.1 Теоретичні відомості

Основою роботи IoT-систем є процес збору, передачі та аналізу даних. Принцип роботи IoT об'єднує чотири різні етапи:

- Зчитування інформації за допомогою сенсорів;
- Передача даних від сенсорів до хмарних сховищ;
- Обробка даних отриманих за допомогою сенсорів;
- Передача інформації на інтерфейс користувача.

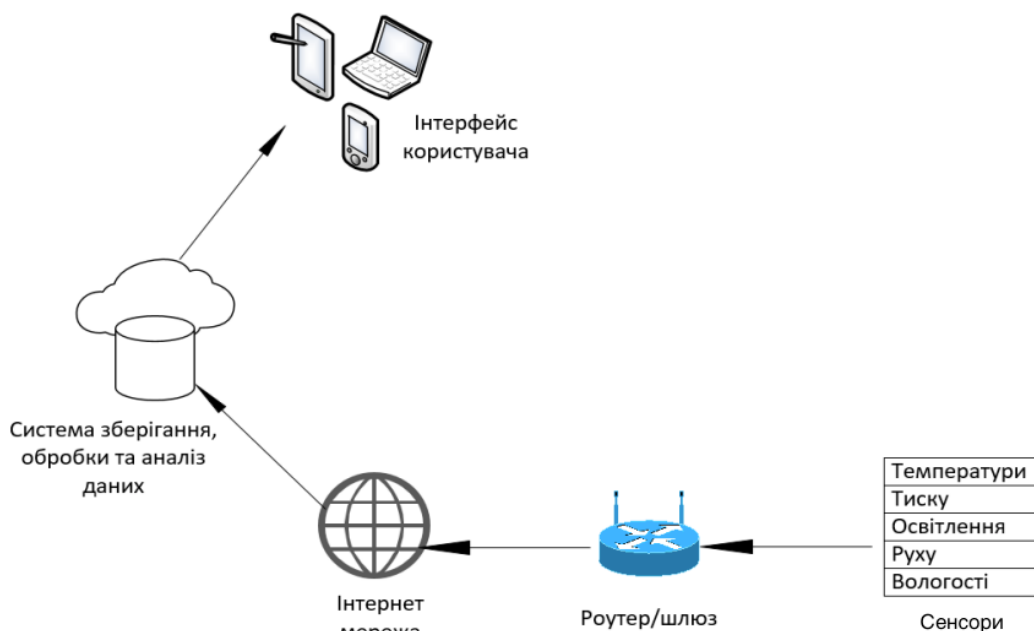


Рис. 1 Принцип роботи IoT

Сенсори, розташовані на пристроях, збирають інформацію про стан об'єкта або середовища. Далі ця інформація передається до серверів чи хмарних сервісів, де відбувається обробка та аналіз даних. В результаті аналізу формуються відповідні команди, які направляються до виконавчих пристроїв або систем для забезпечення потрібної реакції.

Роль сенсорів, виконавчих пристроїв та вбудованих систем у IoT-пристроях. Сенсори відіграють ключову роль у IoT-пристроях, оскільки вони відповідають за збір даних. Виконавчі пристрої (актуатори) забезпечують фізичну реакцію на команди, отримані від серверів чи хмарних сервісів. Вбудовані системи відповідають за обробку, зберігання та передачу інформації між різними компонентами IoT-пристрою.

Різноманітні способи передачі даних, включаючи дротові та бездротові мережі. Передача даних у IoT-системах може здійснюватися за допомогою дротових та бездротових мереж. До дротових мереж належать Ethernet, оптоволоконні кабелі та інші види кабельних з'єднань. Бездротові мережі включають Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, мобільні мережі (3G, 4G, 5G) та інші технології передачі даних бездротовим способом. Вибір способу передачі даних залежить від специфіки IoT-пристрою, відстані між пристроями, що взаємодіють, та вимог до швидкості та надійності передачі інформації. Крім того, передача даних може відбуватися через мережі, що використовують різні протоколи та стандарти, такі як MQTT, CoAP, HTTP та інші. Ці протоколи розроблені для специфіки IoT-систем, враховуючи особливості їх архітектури, ресурсів та вимог до енергоспоживання.

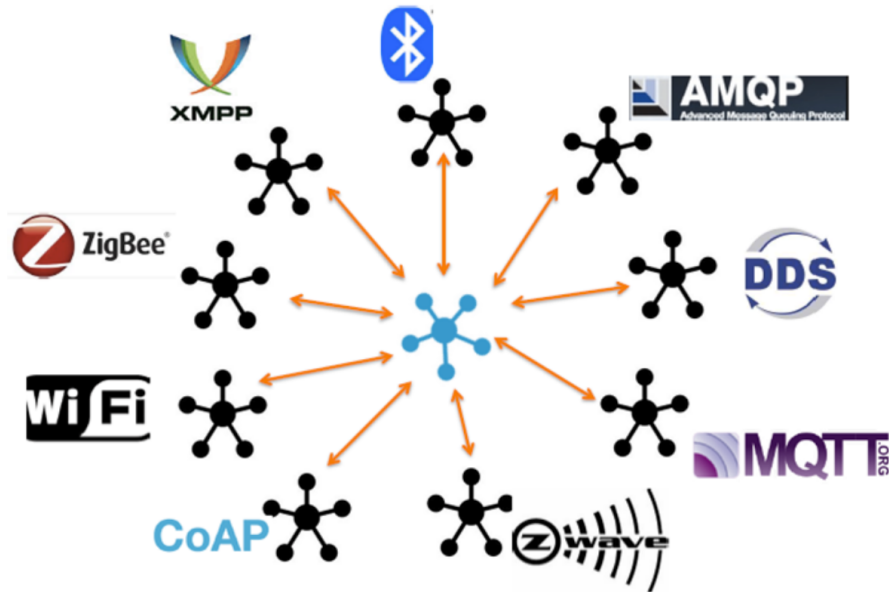


Рис. 2 Мережі та протоколи IoT

Протоколи інфраструктури. Кількість інформації, яку генерує один сенсорний вузол, є відносно невеликою, але більшість IoT-сервісів ґрунтуються на обробці даних від багатьох вузлів одночасно. Це принципово відрізняється від традиційних мережеских архітектур, таких як «абонент - вузол зв'язку» для телефонії чи «клієнт - сервер» для передачі даних.

Отже, ми маємо справу з новою архітектурною моделлю: «багато джерел - багато одержувачів». При цьому обсяг трафіку від кожного сенсорного вузла може значно варіюватися — від мінімального до дуже великого. Звичні протоколи передачі повідомлень не адаптовані до такого сценарію використання.



Рис. 3 – Протоколи архітектури IoT

Поява технології LoRaWAN викликало великий резонанс на ринку бездротового зв'язку, що спричинило необхідність прийняти єдиний стандарт для глобальних мереж з низьким енергоспоживанням - LPWAN (Low Power Wide Area Network). Аббревіатура LoRa об'єднує в собі метод модуляції LoRa у бездротових мережах LPWAN, розроблений Semtech та відкритий протокол LoRaWAN. LoRa (Long Range) - це технологія і однойменний метод модуляції. Метод модуляції LoRa запатентований компанією Semtech, заснований на технології розширення спектру (spread spectrum modulation) і варіацію лінійної частотної модуляції (chirp spread spectrum, CSS), за якої дані закодовано широкосмуговими імпульсами з частотою, що збільшується, або зменшується на деякому тимчасовому інтервалі. Таке рішення, на відміну від технології прямого розширення спектра, робить приймач стійким до відхилень частоти від номінального значення та спрощує вимоги до тактового генератора, що дозволяє використовувати недорогі кварцові резонатори.

LoRa використовує пряму корекцію помилок (forward error correction, FEC), працює в субгігагерцовому діапазоні частот. LoRa дозволяє демодулювати сигнали на рівні 20 дБ нижче рівня шумів, тоді як більшість систем з частотною маніпуляцією (frequency shift keying, FSK) можуть коректно працювати з сигналами на рівні не нижче 8-10 дБ над рівнем шумів. Модуляція LoRa визначає фізичний рівень, який може використовуватися в мережах з різними архітектурами: mesh-мережі, зірка, точка-точка та інші. Завдяки своїй високій чутливості (-148dbm) LoRa ідеально підходить для пристроїв з вимогами низького споживання електроенергії та високої стійкості зв'язку на великих відстанях.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) — відкритий протокол канального рівня для мереж з високою ємністю та великим радіусом дії і

низьким власним використанням енергії, який LoRa Alliance стандартизувала для мереж LPWAN.

DDS (Data Distribution Service) - протокол прикладного рівня M2M для систем реального часу. Базується на моделі "видавець-передплатник". Основна функція протоколу полягає в тому, щоб здійснити з'єднання пристроїв з іншими пристроями за допомогою шини обміну повідомленнями. Протокол DDS може ефективно та синхронно доставляти мільйони повідомлень в секунду. Пристрої дають запит на дані інакше, ніж в IT мережах. По-перше, пристрої працюють швидко. Масштаб реального часу часто вимірюється в долях мікросекунд. Пристроєм потрібно здійснювати зв'язок з іншими пристроями, використовуючи складні шляхи, тому прості і надійні двоточкові TCP потоки даних обмежують можливості для такої передачі. Натомість DDS забезпечує деталізований контроль якості обслуговування (QoS), багатоадресну передачу, переналаштовану надійність і всеосяжну надмірність. Крім того, сильною стороною DDS є розгалуження даних. Протокол DDS забезпечує потужні способи фільтрації та відбору даних за адресами призначення, причому число синхронних одержувачів даних може обчислюватися тисячами.

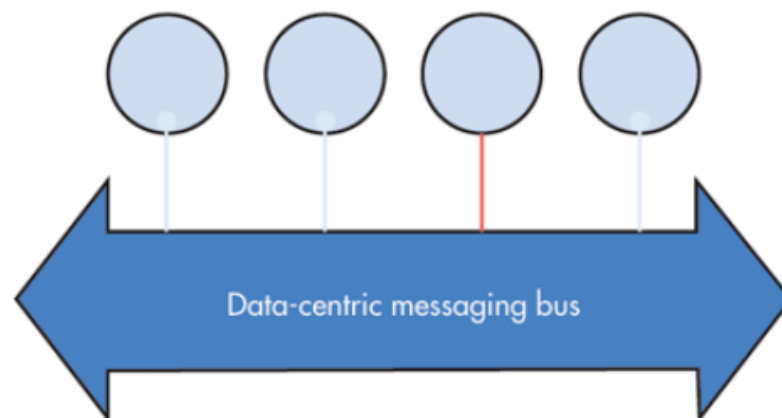


Рис. 4 Принцип з'єднання пристроїв за допомогою протоколу DDS в
IoT

Деякі пристрої досить компактні, тому існують полегшені версії протоколу DDS, які працюють в умовах обмеженого обсягу. Для використання даних від пристроїв зіркоподібна мережа зовсім не годиться. Замість цього DDS реалізує пряму шинний зв'язок між пристроями на базі реляційної моделі даних. Її називають шиною даних (DataBus), оскільки це мережевий аналог бази даних (database). Високопродуктивні системи інтегрованих пристроїв використовують протокол DDS. Це єдина технологія, яка забезпечує гнучкість, надійність та швидкість, необхідні для побудови складних додатків реального часу. Ці додатки містять в собі військові системи, вітроелектростанції, інтегровані системи лікарень, системи діагностичної візуалізації, системи супроводження ресурсів і автомобільні системи випробувань і забезпечення безпеки.

CoAP (Constrained Application Protocol) - це спеціалізований протокол передачі, розроблений робочою групою IETF-CORE, створений для мереж і пристроїв з обмеженими ресурсами, M2M додатків. CoAP можна розглядати як доповнення до HTTP, але на відміну від HTTP CoAP націлений на використання в пристроях з певними обмеженнями. CoAP використовує транспортний протокол UDP. Повідомлень, використовуваних протоколом CoAP, не так багато, більшість з них це запити відповіді: GET (отримати інформацію з приводу ресурсу), PUT (задати нове завдання над ресурсом), POST (зміна дій над ресурсом), DELETE (видалити активні можливості ресурсу), CONNECT (з'єднання). Клієнти (додатка користувача) використовують повідомлення для управління і спостереження за ресурсом. За запитом встановлюється прапор спостереження, і сервер продовжує відповідати після того, як початкове повідомлення було передано. Це дозволяє серверам організовувати потокову передачу змін станів сенсорів.

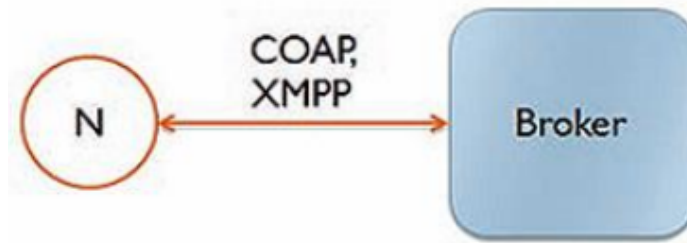


Рис. 5 Сегмент мережі де використовується протокол CoAP та XMPP

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) - це легкий, компактний і відкритий протокол обміну даними створений для передачі даних на віддалених локаціях, де потрібний невеликий розмір коду і є обмеження до пропускної здатності каналу. Перераховані вище вимоги дозволяють застосовувати його в системах M2M (машина-машина). Також існує версія протоколу MQTT-SN (MQTT для мереж датчиків), раніше відома як MQTT-S, яка призначена для вбудованих бездротових пристроїв без підтримки TCP/IP мереж. На рисунку 6 представлений загальний формат повідомлень протоколу MQTT.

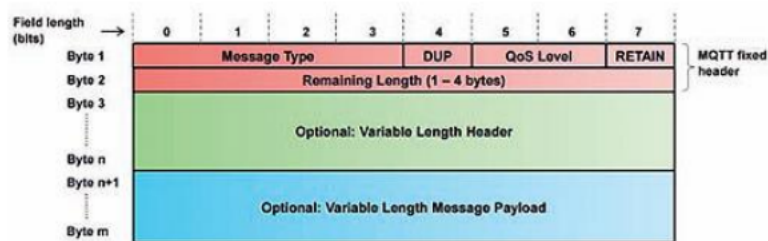


Рис. 6 Загальний формат повідомлення протоколу MQTT

Повідомлення складається з двох заголовків:

- MQTT Fixed Header – заголовок фіксованої довжини;
- Variable Length Header – заголовок змінної довжини (в залежності від типу повідомлення);

- Variable Length Message Payload – поля корисного навантаження змінної довжини.

До заголовка фіксованої довжини входять такі поля:

- Message Type – тип повідомлення;
- DUP – прапор дублювання повідомлення;
- QoS Level – рівень якості обслуговування;
- Retain – спеціальний прапор збереження останнього прийнятого брокером повідомлення;
- Remaining Length – залишкова довжина.

Спрощений процес роботи протоколу MQTT: Видавець передає повідомлення з певними даними (наприклад, інформація з датчиків вологості) на брокера, вказуючи при цьому тему (Topic), до якої ці дані відносяться (наприклад, "вологість"). Брокер аналізує, які із передплатників мають підписку на певні теми, в даному випадку – на тему "вологість". Передплатникам, які підписані на тему "вологість", брокером буде відправлено повідомлення з інформацією від датчиків вологості. Таким чином, безліч передплатників можуть бути підписані на різноманітні теми і в залежності від цих підписок отримувати необхідну їм інформацію, не спілкуючись з видавцем безпосередньо.

2.2 Завдання до виконання лабораторної роботи

- Ознайомитися з теоретичними відомостями.
- Описати архітектуру передачі та обробки даних інтернету речей згідно з варіантом.
 - Розумні парковки: Система моніторингу та резервування місць;
 - Інтелектуальна система керування шторами;

- Інтелектуальна система керування електроспоживанням будинку;
- Інтелектуальна система керування та оптимізації домашніх генераторів;
- Застосунок для керування LED-стрічкою та освітленням;
- Розумний інкубатор;
- Система моніторингу периметру і виявлення загрози;
- Інтелектуальна система догляду за садом;
- Розумний термостат для опалення;
- Розумні двері для домашніх тварин.
- Оформити звіт до лабораторної роботи.

2.3 Контрольні запитання

- Чим відрізняються протоколи MQTT та HTTP в контексті IoT? Який з них є більш оптимальним для IoT, і чому?
- Які існують протоколи для передачі даних в IoT?
- Які фактори впливають на швидкість передачі та обробки даних в IoT?
- Як може застосовуватися машинне навчання для обробки даних в IoT-системах?
- Що таке вузол IoT і як він функціонує в системі передачі даних?

2.4 Зміст звіту

- Мета лабораторної роботи.
- Теоретичні відомості.
- Знімки екрану, які відображають виконане завдання.
- Висновки до роботи.