

Безпека інтернет речей

Лекція №11

IoT
(Internet of Things)

Лекцію проводить:
доц. Лимаренко Вячеслав Володимирович

к.т. 066-0708586

Інтернет речей у сфері промисловості

Промисловий (Індустріальний) Інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT) – це основна тенденція, що визначає наступний етап розвитку промисловості під назвою Індустрія 4.0. Інтернет речей покращує бізнес-процеси та рішення за допомогою датчиків, пристроїв, шлюзів та платформ. При зборі всіх даних у єдиному просторі виробники можуть приймати виважені рішення та підвищувати ефективність процесів. Це дозволяє їм задовольняти попит, що росте, на високоякісні товари, що виготовляються за індивідуальним замовленням, при скороченні витрат і термінів робіт.

Але Інтернет речей для бізнесу – це не просто збирання даних. Дані також необхідно аналізувати та доповнювати, щоб підприємства могли діяти на їх основі. Для цього потрібні штучний інтелект, роботизована автоматизація процесів та аналітика. В інтелектуально розроблених програмах ці інструменти використовуються для виявлення прихованих тенденцій, оптимізації бізнес-процесів та підтримки співробітників.

Інтернет речей у сфері промисловості

Індустріальний інтернет речей – концепція побудови інфокомунікаційних інфраструктур, що має на увазі підключення до інтернету будь-яких непобутових пристроїв, обладнання, датчиків, сенсорів, автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП), і навіть інтеграцію даних елементів між собою, що зумовлює формування нових бізнес-моделей під час створення товарів та послуг, і навіть доставці споживачам.

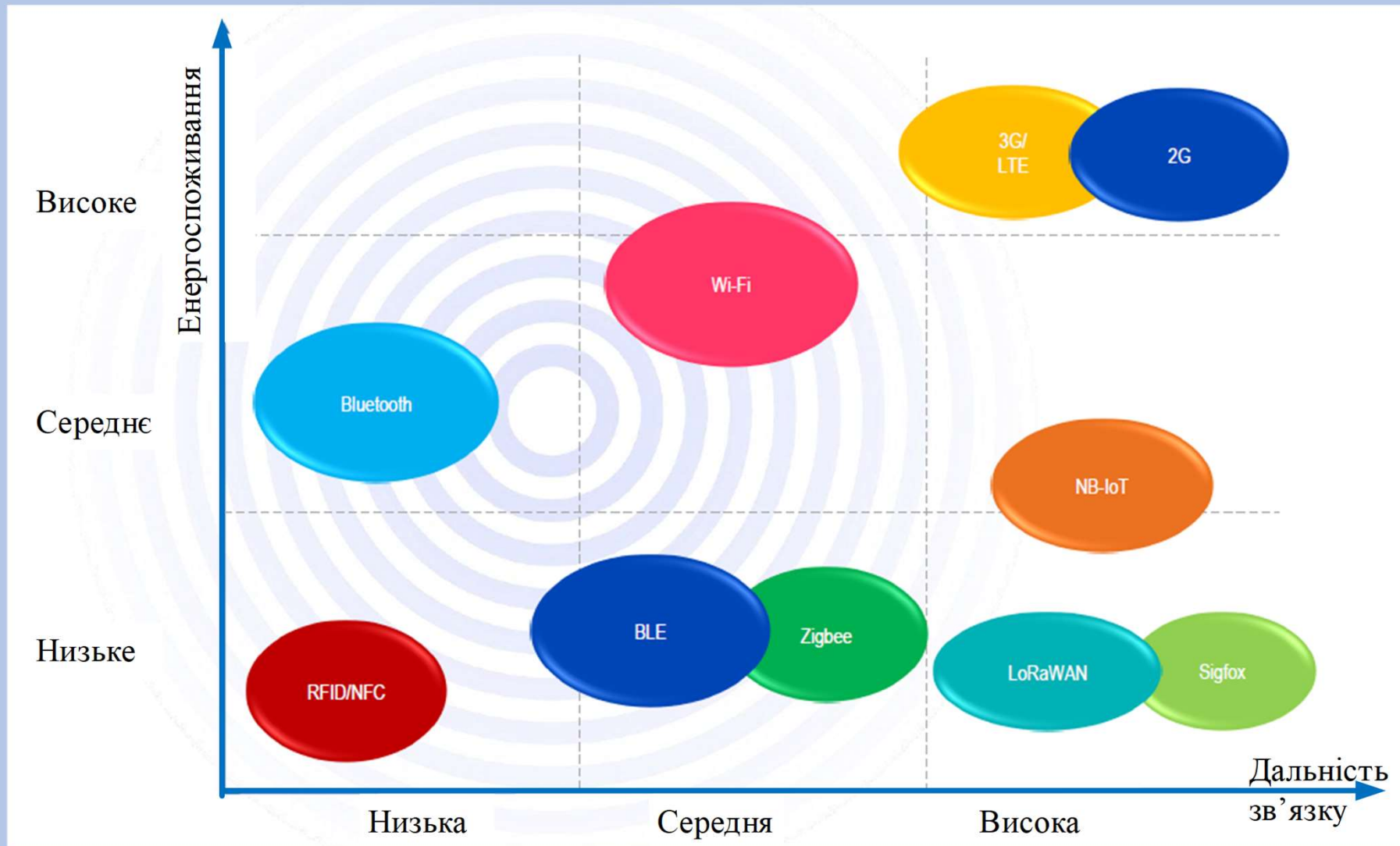
Бізнес-моделі:

- B2G (Business-to-government) – відносини між бізнесом і державою.
- G2B (Government-to-Business) – відносини між державою і бізнесом.
- B2B (Business-to-Business) – відносини між комерційними організаціями.
- B2C (Business-to-Consumer) – відносини між організацією і споживачем.

Інтернет речей у сфері промисловості. Основні напрямки

- Відеоаналітика
- Охорона праці
- Система контролю витрати пального
- Розумний офіс
- Моніторинг фізичних активів
- Інтернет речей на базі мереж LoRa

Енергоспоживання і дальність передачі в бездротових мережах



Параметри сучасних радіотехнологій для IoT

Технологія	LoRaWan	LTE-M	Sigfox	NB-IoT	NFC	BLE	Wi-Fi	Z-Wave	ZigBee
Стандарт зв'язку	Власний	3GPP	Власний	3GPP	ISO 13157	Bluetooth SIG	802.11	Власний	IEEE 802.15.4
Частота	433 МГц, 868 МГц, 915 МГц.	700 МГц-2,2 ГГц. 452,5-467,5 МГц.	868 МГц, 915 МГц, 921 МГц.	700 МГц-2,2 ГГц, 452,5-467,5 МГц.	13,56 МГц.	2,4 ГГц.	2,4/5,0 ГГц.	868-926 МГц.	2,4 ГГц
Швидкість передачі даних	RX 290 біт/с TX 50 Кбіт/с	1 Мбіт/с	0,1 Кбіт/с	~200 Кбіт/с	424 Кбіт/с	125 Кбіт/с- 2Мбіт/с	до 150 Мбіт/с	100 Кбіт/с	250 Кбіт/с
Топологія мережі	Зірка	Зірка	Зірка	Зірка	P2P	P2P, broad	Зірка	Mesh	Mesh
Кількість учасників мережі	Дуже велика	Дуже велика	Дуже велика	Дуже велика	2	20	100	232	250+
Дальність	5-15 км	5 км	10-50 км	5 км	1-10 см	40-1000 м	40-100 м	40-100 м	40-100 м
Потужність	Середня	Висока	Середня	Висока	Низька	Низька	Середня	Середня	Середня
Спосіб застосування	Мобільний/ локальний	Мобільний/ локальний	Мобільний/ локальний	Мобільний/ локальний	Локальний	Локальний	Локальний	Локальний	Локальний

Історія LPWAN

History of LPWA



Два основних варіанти реалізації LPWAN мережі:

- ліцензійний діапазон частот (підвищена потужність, відносно висока швидкість, немає перешкод);
- безліцензійний діапазон частот (низька потужність, низька швидкість, обмеження робочого циклу передавача, можливі перешкоди з інших гравців)

Три основні технології побудови LPWAN мереж:

- NB-IoT – еволюція стільникового зв'язку;
- SigFox – UNB безліцензійний LPWAN;
- LoRa – широкосмуговий безліцензійний LPWAN;

NB-IoT швидше за все захопить більшу частину високоприбуткового ринку, але безліцензійні технології можуть захопити більш низькодохідний ринок з мільярдами підключених найпростіших і найдешевших пристроїв.

Активно розвивають мережі LPWAN LoRa Alliance, Sigfox, Ingenu та інші провайдери.

Інтернет речей на базі мереж LoRa

LoRa (Long Range) – метод частотної модуляції та однойменна енергоефективна мережна технологія, що забезпечує бездротовий обмін даними між IoT-датчиками та контролерами.

Мережа складається з IoT-пристроїв (end devices), що працюють за технологією LoRa, базових станцій (LoRa Gateways) та мережевого сервера LoRa (LoRa Network Server, LNS). Вона працює у вільному (неліцензійному) частотному діапазоні. На мережі LoRa не потрібне встановлення СОРМ (системи технічних засобів для забезпечення функцій оперативно-розшукових заходів).

Особливості роботи мережі LoRa

- Мережі працюють у вільному (неліцензійному) частотному діапазоні. На мережі LoRa не потрібне встановлення СОРМ.
- Мережі LoRa можуть застосовуватися в щільній міській забудові, на промислових об'єктах та районах зі складним рельєфом, у тому числі тих, куди не доходять сигнали стільникового зв'язку.
- LoRa-мережі споживають приблизно в 15 разів менше енергії, ніж мобільні.
- LNS розміщується на території замовника, також використовуються ізольовані від інтернету канали Orange, які гарантують повну безпеку мережі LoRa. Проект розгортається на основі обладнання вендора Kerlink.



Інтернет речей на базі мереж LoRa. Протокол передачі даних LoRaWAN

LoRa – це фізичний рівень використання радіосигналів, а LoRaWAN® – програмний протокол передачі інформації. Протокол забезпечує взаємодію між кінцевим пристроєм та базовою станцією: керує частотою та потужністю радіосигналу, а також швидкістю передачі даних. Іншими словами: LoRa можна порівняти з людським голосом, а LoRaWAN® – з промовою.

Протокол LoRaWAN® використовують для енергоефективних мереж із далеким радіусом дії. Дальність передачі сигналу в LoRaWAN®-мережі – до 15 км, за умови прямої видимості між точками з'єднання.

Фізичний рівень LoRa та мережевий протокол LoRaWAN® дозволяють сформувати радіохвилі з високою проникною здатністю. Завдяки цьому інформацію можна передавати із важкодоступних місць (підземних приміщень, забудованих міських просторів).

LoRaWAN® – протокол із низьким споживанням енергії. Його застосовують у роботі пристроїв із автономними джерелами живлення (датчики, сенсори, радіомодулі віддаленого збору інформації). Батареї живлення таких аксесуарів можуть працювати до 15 років. Витрата енергії залежить від частоти передачі.

Інтернет речей на базі мереж LoRa. Що таке радіотехнологія LoRa

LoRa – технологія модуляції радіосигналу передачі даних в IoT. Модуляцію використовують для створення громадських, приватних та гібридних мереж. Технологія забезпечує більшу зону покриття, ніж стільникові мережі. Сигнали в таких мережах передаються на відстань до 15 км. і не вимагають великої витрати енергії.

Для роботи мережі LoRa необхідні центральний сервер, базова станція (шлюз) та кінцевий пристрій.

Кінцеві пристрої використовують для керування обладнанням або зняття телеметрії.

Базова станція збирає дані з кінцевих пристроїв та передає їх на центральний сервер.

Центральний сервер обробляє та зберігає зібрану інформацію, а також керує роботою базових станцій та кінцевих пристроїв.

Стандарт LoRa використовує радіохвилі на субгігагерцових частотах:

- Європа – 433 МГц, 868 МГц;
- Азія – 923 МГц;
- Північна Америка та Австралія – 915 МГц.

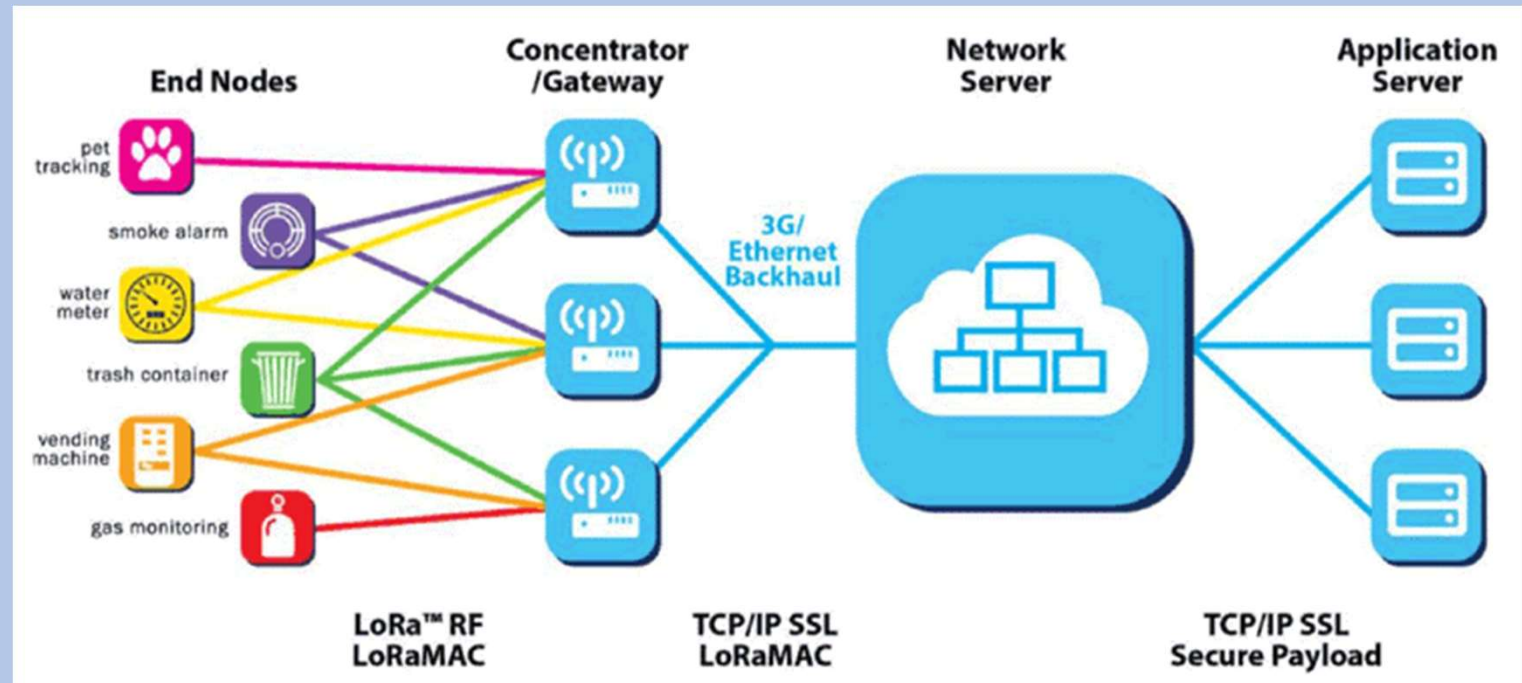
У більшості країн ці частоти знаходяться в діапазоні, що не потребує ліцензії. Тому для створення LoRa-мережі потрібне лише обладнання.

Сервер зв'язується з базовою станцією через IP-канал, а базова станція – з кінцевим пристроєм за допомогою радіохвиль із широкосмуговою модуляцією LoRa. Зв'язок між кінцевим пристроєм та базовою станцією двосторонній. Найчастіше інформацію передають у напрямку від кінцевого пристрою до базової станції. Одна базова станція може отримувати інформацію від кількох тисяч кінцевих пристроїв.

Інтернет речей на базі мереж LoRa. Архітектура мережі LoRaWAN

На відміну від топології стільникових мережі, прийнятої в більшості мереж, LoRaWAN використовує архітектуру зіркової мережі, тому замість того, щоб кожен кінцевий пристрій був майже завжди включений, повторюючи передачу від інших пристроїв для збільшення дальності, кінцеві пристрої мережі LoRaWAN зв'язуються безпосередньо зі шлюзами і працюють лише тоді, коли їм потрібно зв'язатися зі шлюзом, оскільки дальність зв'язку не є проблемою. Це фактор, що сприяє низькому енергоспоживанню та високому часу автономної роботи, отриманим в кінцевих пристроях LoRa. Архітектура мережі LoRa складається із чотирьох основних частин:

1. Кінцеві пристрої
2. Шлюзи
3. Мережевий сервер
4. Сервер програм

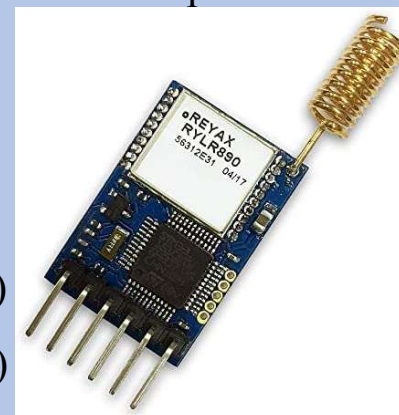
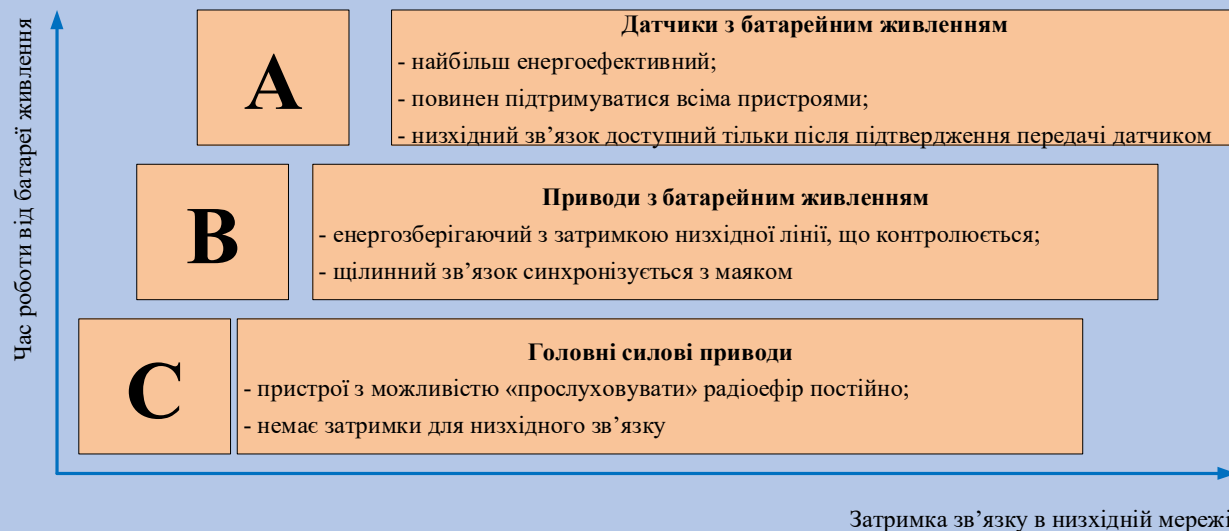


Інтернет речей на базі мереж LoRa. Кінцеві пристрої

Це датчики або виконавчі механізми межі мережі. Кінцеві пристрої обслуговують різні програми та мають різні вимоги. Для оптимізації різних профілів кінцевих програм LoRaWAN використовує три різні класи пристроїв, для яких можуть бути налаштовані кінцеві пристрої. Класи показують компроміси між затримкою зв'язку по низхідній лінії зв'язку та часом автономної роботи пристрою.

Три основні класи:

1. Двонаправлені кінцеві пристрої (клас А)
2. Двонаправлені кінцеві пристрої із запланованими слотами прийому (клас В)
3. Двонаправлені кінцеві пристрої з максимальними слотами прийому (клас С)



Інтернет речей на базі мереж LoRa. Кінцеві пристрої

Кінцеві пристрої класу А. Це пристрої, які вимагають тільки низхідного зв'язку від сервера відразу після висхідної лінії зв'язку. Наприклад, це пристрої, яким необхідно отримати підтвердження доставки повідомлення із сервера після висхідної лінії зв'язку. Для цього класу пристроїв вони повинні дочекатися відправлення висхідної лінії зв'язку на сервер, перш ніж може бути отримана будь-яка лінія зв'язку. Внаслідок цього зв'язок підтримується на мінімальному рівні, і, таким чином, вони мають найменшу потужність та максимальний термін служби батареї. Хорошим прикладом пристроїв класу А є інтелектуальний лічильник енергії на основі LoRa II.

Кінцеві пристрої класу В. Цим пристроям призначаються додаткові вікна низхідної лінії зв'язку через заплановані інтервали на додаток до низхідної лінії зв'язку, що отримується під час відправлення висхідної лінії зв'язку (клас А + запланована додаткова низхідна лінія зв'язку). Запланований характер цієї низхідної лінії зв'язку гарантує, що при роботі також споживатиметься мала потужність, оскільки зв'язок активний тільки з запланованими інтервалами, але додаткова потужність, що споживається під час запланованої низхідної лінії зв'язку, збільшує енергоспоживання в порівнянні з споживанням пристроїв класу А, тому вони мають нижчий термін життя від батареї у порівнянні з кінцевими пристроями класу А.

Кінцеві пристрої класу С. Ці класи пристроїв не мають обмежень щодо низхідної лінії зв'язку. Вони розроблені так, щоб майже завжди бути відкритими для зв'язку із сервером. Вони споживають більше енергії, ніж інші класи, і мають найменший час автономної роботи. Хорошими прикладами пристроїв класу С є кінцеві пристрої, що використовуються в управлінні автопарком або моніторинг реального трафіку.

Інтернет речей на базі мереж LoRa. Сервер програм

Сервер програм визначає, для чого використовуються дані від кінцевих пристроїв. Візуалізація даних тощо. Як сервер застосунків краще використовувати «хмарні» PaaS платформи від провідних гравців ринку, наприклад:

- AWS IoT, хмарна платформа для IoT, випущена Amazon. Ця інфраструктура дозволяє інтелектуальним пристроям легко підключатися та безпечно взаємодіяти з хмарою AWS та іншими підключеними пристроями.

- ARM Mbed IoT – платформа для розробки програм для IoT на основі мікроконтролерів ARM. Мета платформи ARM Mbed IoT – забезпечити масштабоване та безпечне середовище для пристроїв IoT шляхом інтеграції інструментів та послуг Mbed.

- Microsoft Azure IoT Suite, платформа, яка складається з набору служб, які дозволяють користувачам взаємодіяти та отримувати дані зі своїх пристроїв IoT, а також виконувати різні операції над даними, такі як багатовимірний аналіз, перетворення та агрегування, та візуалізувати ці операції у спосіб, який підходить для бізнесу.

- Brillo/Weave від Google – платформа для швидкого впровадження IoT-застосунків. Платформа складається з двох основних магістралей: Brillo, операційної системи на базі Android для розробки вбудованих малопотужних пристроїв, та Weave, IoT-орієнтований протокол зв'язку, який служить мовою зв'язку між пристроєм та хмарою.

- Calvin, платформа IoT з відкритим вихідним кодом, випущена компанією Ericsson, призначена для створення та управління розподіленими програмами, які дозволяють пристроям взаємодіяти один з одним. Calvin включає середовище розробки для розробників застосунків, а також середовище виконання роботи з запуском застосунку.

Інтернет речей на базі мереж LoRa. Безпека та конфіденційність

Важливість безпеки та конфіденційності у будь-якому рішенні IoT не можна переоцінити. Протокол LoRaWAN визначає шифрування для забезпечення безпеки ваших даних, конкретно:

- ключі AES128 для кожного пристрою
- миттєва регенерація/відгук ключів пристрою
- пакетне шифрування корисного навантаження для конфіденційності даних
- захист від повторних атак
- захист від атак «людина посередині».

LoRa використовує два ключі: ключі сеансу мережі та сеансу програми, обидва з яких забезпечують роздільний, зашифрований зв'язок для керування мережею та взаємодії програм. Ключ сеансу мережі, спільно використовуваний пристроєм та мережею, відповідає за автентифікацію даних кінцевого вузла, тоді як ключ сеансу програми, спільно використовуваний програмою та кінцевим вузлом, відповідає за забезпечення конфіденційності даних пристрою.

Інтернет речей на базі мереж LoRa

Переваги LoRa

1. Дальність та охоплення: при дальності LOS до 15 км його дальність не можна порівнювати з діапазоном інших протоколів зв'язку.
2. Низьке енергоспоживання: LoRa пропонує радіоприймачі наднизького енергоспоживання, що робить їх ідеальними для пристроїв, які працюють протягом 10 років від однієї зарядки акумулятора.
3. Недороге обладнання. Інфраструктури для LoRaWAN є надзвичайно дешевими в порівнянні з іншими мережами, а вартість радіостанцій для кінцевих пристроїв однаково низька. Більше того, розробляються кілька версій інфраструктур із відкритим вихідним кодом, таких як шлюзи, що допомагає ще більше скоротити витрати. Не потрібно купувати ліцензії на радіочастоту.
4. Висока ємність. Тисячі кінцевих пристроїв можуть бути підключені до одного шлюзу LoRa.

Недоліки LoRa

При максимальній швидкості передачі даних близько 50 Кбіт/с LoRa має найнижчу швидкість передачі даних у порівнянні з більшістю інших технологій, що робить його не ідеальним для певних програм, де потрібна висока швидкість передачі даних.

Лекцію закінчено
Дякую за увагу

