

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПРОВОДОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ LPWAN ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ INDUSTRY 4.0 НА БАЗІ ПРОТОКОЛУ LORAWAN

Рижов І.С., магістрант, lifeindas@rambler.ru

*ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет», м. Покровськ,
Україна*

Існує думка, що технології бездротової передачі даних недостатньо надійні через вплив перешкод. Незважаючи на те що прогрес в області бездротових рішень не стоїть на місці, можливість їх застосування на критично важливих об'єктах викликає у ряду фахівців недовіру і скепсис. Проте, бездротові мережі знаходять широке застосування в промисловості.

Крім того, використання бездротових технологій на промислових майданчиках дозволяє застосувати принципово новий підхід до організації виробництва (так зване інтегроване виробництво, що поєднує промислові та інформаційні технології, або Індустрія 4.0). Постійне поліпшення і все більшого поширення бездротових рішень в останні роки також сприяє активному освоєнню нових високотехнологічних областей їх застосування.

LPWAN (Low power wide area networks / енергоефективна мережа далекого радіусу дії) - бездротова технологія передачі невеликих за обсягом даними на далекі відстані.

Мережі LPWAN використовуються, коли інші бездротові рішення (Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee і т.і.) не підходять для передачі даних через значні відстані, дорогий трафік. Рішення мобільних операторів M2M могли б бути виходом, але вони дорогі, енергоємні і жорстко зав'язані на мобільних операторах. Технологія LPWAN ідеально підходить для connected пристроїв, що надсилають невеликі обсяги інформації на далекі відстані, одночасно залишаючись енергоефективними для довгої роботи.

У типовій LoRaWAN мережі шлюзи передають зашифровані дані, отримані від кінцевих пристроїв на центральний сервер мережі провайдера (Network Server) і далі на сервер додатків (App Server) сервіс-провайдера, з якого дані надходять кінцевому користувачеві.

Кінцеві пристрої LoRa є елементами LoRaWAN мережі системи LoRa, де вони виконують такі функції, як вимір або управління і контроль. Вони розташовуються віддалено і мають, як правило, батарейне живлення. Використовуючи мережевий протокол LoRaWAN, ці кінцеві точки можуть бути налаштовані для зв'язку з шлюзом LoRa (концентратором або базовою станцією).

Дані в LoRaWAN мережі можуть передаватися в обидві сторони, як від кінцевих точок до сервера, так і назад. Точки передають дані не постійно, а включають передачу лише на деякий проміжок часу (як правило на 1-5 секунд), після закінчення якого відкривається два тимчасових вікна для при-

йому даних. Решту часу трансивери кінцевих вузлів знаходяться або в неактивному стані, або в стані прийому, в залежності від класу пристрою (А, В або С).

1. Клас А

Вузол передає дані на шлюз короткими сигналами за заданим графіком. Ініціатором обміну виступає сам кінцевий вузол. Точка, як правило, не вимагає отримання підтвердження свого повідомлення додатком, однак протокол передбачає і повідомлення, на які сервер додатків формує спеціальний відповідь, "квитанцію", а мережевий сервер вибирає найкращий маршрут (шлюз) для відправки підтвердження в момент відкриття вузлом вікна прийому. Вузол переходить в режим прийому відразу після відправки даних на деякий нетривалий час, в інше, більш тривалий час, знаходиться в режимі енергозбереження або сну. Сервер накопичує для точок повідомлення і персилає їх відразу, як точка виходить на зв'язок. Цей клас кінцевих вузлів найбільш економічний у використанні енергії та найбільш поширений на практиці.

2. Клас В

Вузол включає приймач за графіком, заданому сервером. Сервер відправляє повідомлення вузлу відповідно до розкладу. Ініціатором обміну може бути і сервер LoRaWAN. Пристрої цього класу синхронізують внутрішнє час з часом мережі за допомогою маяків, які регулярно отримують від шлюзу. Вузли цього класу мають відносно низьку тимчасову затримку в обміні даними і відкривають більш широке тимчасове вікно прийому, в порівнянні з класом С. Точки класу В також мають всі можливості пристроїв класу А.

3. Клас С

У точок цього класу вікно прийому відкрито постійно і закривається тільки на період короткочасної передачі даних. Сервер може ініціювати обмін в будь-який час, і передати повідомлення вузлу відразу, у міру їх появи. Цей клас пристроїв споживає найбільшу кількість енергії (в порівнянні з класами А і В), тому зазвичай не використовує батарейне живлення, але отримуює дані від сервера LoRaWAN мережі з найменшими затримками. Пристрої класу С мають всі можливості пристроїв класу А і В.[1]

Точки можуть проводити обмін як з одним, так і з декількома шлюзами, вузли можуть працювати в двох режимах: точка-точка, коли обмін відбувається між кінцевим пристроєм і шлюзом, і в гібридному режимі, коли один з вузлів підключений, з одного боку, по радіоканалу до інших вузлів, а з іншого боку, має дротове підключення до мережі по TCP / IP і виступає в ролі шлюзу. Такий одноканальний міні-шлюз може обслуговувати від одного до декількох десятків кінцевих пристроїв, які будуть конкурувати між собою за вільні тайм слоти міні-шлюзу для прийому і передачі даних.

Зв'язок між концентраторами і центральним сервером LoRaWAN мережі оператора здійснюється за допомогою традиційних технологій (Ethernet, WiFi, GSM) по протоколу TCP / IP.

Якщо шлюзи підключаються до мережевого сервера через стандартні IP-з'єднання, то кінцеві вузли використовують бездротове підключення до одного або декількох шлюзів. Всі кінцеві точки, як правило, є двонаправленими, але вони також підтримують і функціонування в режимі, що забезпечує можливість здійснення групового оновлення програмного забезпечення через стільникову мережу або передачу інших масових повідомлень (Broadcast), що дозволяє скоротити час на їх передачу. Залежно від бажаної їх каналної ємності і місць установки доступні різні версії шлюзів, вони можуть встановлюватися як всередині приміщень, так і на вишках або будівлях.

Вузли LoRaWAN мережі можуть бути в зоні покриття як одного шлюзу так і декількох. Шлюзом в мережах з високою щільністю абонентських пристроїв виступають спеціальні багатоканальні концентратори, які мають можливість приймати дані від декількох вузлів одночасно. Саме ця можливість шлюзу безпосередньо впливає на максимальну щільність абонентських пристроїв на ділянці місцевості, що обслуговується одним концентратором.[1]

Зараз ведеться серйозна боротьба серед прихильників різних IoT технологій і в порівняльних таблицях, де кожен нахваляє сам себе, ви побачите різну кількість вузлів, що обслуговуються одним шлюзом: від декількох сотень до мільйонів. Такі дані неінформативні і можуть ввести читача в оману, оскільки кожен вузол може відправляти дані з різною періодичністю, обсяг даних і швидкість передачі можуть істотно відрізнятися, тому говорити про теоретичну ємність мережі досить складно і для точних розрахунків потрібно брати до уваги безліч чинників.

Проблему можливих колізій при одночасній передачі даних декількома точками вирішує центральний сервер LoRaWAN мережі, який адресно відправляє вузлам мережі керуючі команди через шлюзи, виділяючи тайм-слоти для передачі і прийому індивідуально для кожної кінцевої точки.

Центральний сервер LoRaWAN мережі приймає рішення про необхідність зміни швидкості передачі даних точками, потужності передавача, виборі каналу передачі, її початку і тривалості за часом, контролює заряд батарей кінцевих вузлів, тобто повністю контролює всю мережу і управляє кожним абонентським пристроєм окремо.

Висока проникаюча здатність радіосигналу субгігерцового діапазону в будівлях і підвалах забезпечує стабільний зв'язок там, де інші бездротові технології виявляються безсилі.

Модем LoRa на суміщеному GMSK каналі має можливість придушення перешкод до 19,5 дБ (за рахунок гауссової фільтрації) або, кажучи іншими словами, він може приймати і демодулювати сигнали на 19,5 дБ нижче рівня

перешкод або шумів при тому, що для правильної демодуляції більшості систем з частотної маніпуляцією FSK потрібна потужність сигналу як мінімум на 8-10 дБ вище рівня шуму.[1]

Цей імунітет до перешкод дозволяє використовувати просту і недорогу систему з LoRa в тих місцях, де є важка спектральна обстановка (як в будь-якому сучасному мегаполісі) або в гібридних мережах зв'язку. У цих випадках використання технології LoRa дозволяє розширити діапазон покриття мережі зв'язку.

LoRaWAN протокол регламентує швидкість радіообміну від 300 біт / с до 50 кілобіт в секунду, швидкість падає зі збільшенням відстані між приймачем і передавачем. Фактично в існуючих пристроях, швидкість, може не перевищувати 11 кілобіт в секунду, що цілком достатньо для розв'язуваних даною технологією завдань.[2]

LoRaWAN мережу може бути розгорнута з мінімальними інвестиціями в інфраструктуру і з тієї її ємністю, яка конкретно потрібна для даного застосування. Якщо розгорнуто багато шлюзів, то технологія ADR буде зміщувати швидкість передачі даних в бік підвищення, що забезпечить масштабування ємності мережі в межах від 6 до 8 раз.

Література

1. LoRa Alliance. LoRa Specifications, 2015. (електронна версія)
2. Lo-Ra developers community. Developers documentation for LoRa. — 2016. (електронна версія)

Анотація

У даній статті розглядається один з основних протоколів LoRaWAN для бездротових мереж для дослідження концепції Industry 4.0. У протоколі є безліч недоліків, але це не заважає йому стати одним з основних протоколів в концепції розумного підприємства.

Ключові слова: Industry 4.0, LoRaWAN, концепція розумного підприємства.

Аннотация

В данной статье рассматривается один из основных протоколов LoRaWAN для беспроводных сетей для исследования концепции Industry 4.0. В протоколе есть множество недостатков, но это не мешает ему стать одним из основных протоколов в концепции умного предприятия.

Ключевые слова: Industry 4.0, LoRaWAN, концепция умного предприятия.

Abstract

This article discusses one of the main protocols LoRaWAN for wireless networks to study the concept of Industry 4.0. The protocol has many flaws, but it does not prevent him from becoming one of the main protocols in the intelligent enterprise concept.

Keywords: Industry 4.0, LoRaWAN, the intelligent enterprise concept.