

ДОДАТОК А

Графічний матеріал атестаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра ЕОМ

Технології IoT при розробці концепцій розумного міста

Атестаційна робота

Другий (магістерський) рівень

Автор:

Карцев А.В.

студ. гр. КСМзм-19-1

Керівник:

Лебедєв О.Г.

доц. каф. ЕОМ

МЕТА І ЗАДАЧІ РОБОТИ

2

МЕТОЮ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ є застосування технології IoT при розробці концепцій розумного міста.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ МЕТИ:

- ❖ провести аналіз архітектури Internet of Things;
- ❖ провести аналіз технологій Internet of Things;
- ❖ провести розрахунок ємності мережі LoRaWAN.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

3

Технології IoT несуть в собі величезний потенціал, який, на жаль, використовується не повною мірою. Розвиток Smart cities заснований на застосуванні цих технологій. Ми бачимо наскільки ефективніше і вигідніше застосування IoT в повсякденному житті, а також в масштабі держави, наскільки це допоможе оптимізувати всі процеси і отримувати вигоду, як в побутовому, так і в промисловому плані.

Якщо IoT стане непомітною, але невід'ємною частиною життя суспільства, що не буде ускладнювати життєві процеси, то можна буде говорити про повне і успішне його впровадження. IoT прискорить розвиток Smart cities.

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

4



АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

5

Рівень - мережа датчиків

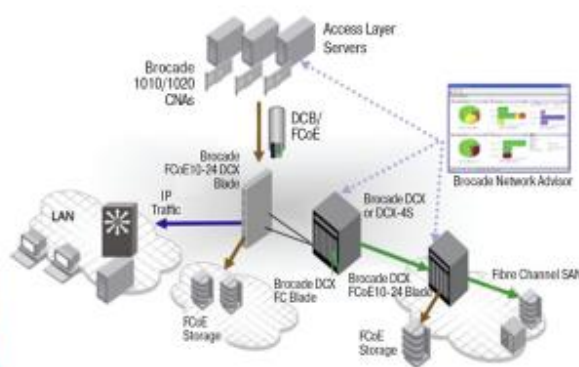


Найнижчий рівень архітектури IoT складається з «розумних» (смарт) об'єктів, з інтегрованими сенсорами (датчиками). Сенсори реалізують з'єднання фізичного і віртуального (цифрового) світів, забезпечуючи збір та обробку інформації в реальному масштабі часу.

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

6

Рівень шлюзів і мереж

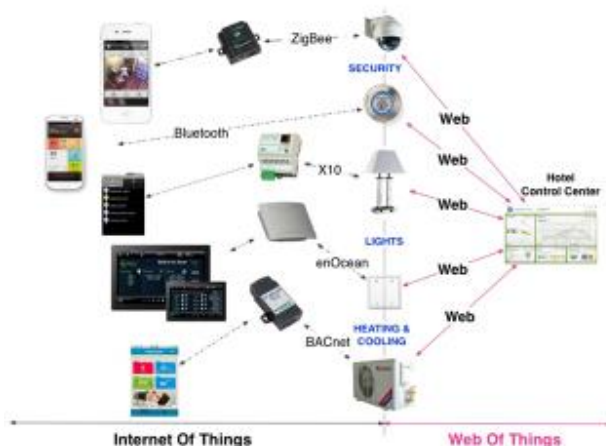


Великий обсяг даних, що накопичуються на першому рівні IoT численними сенсорами, вимагає надійної та високопродуктивної дротової або бездротової інфраструктури в якості транспортного середовища. Даний рівень складається з конвергентної мережевої інфраструктури, яка створюється шляхом інтеграції різномірних мереж в єдину мережеву платформу.

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

7

Рівень додатків

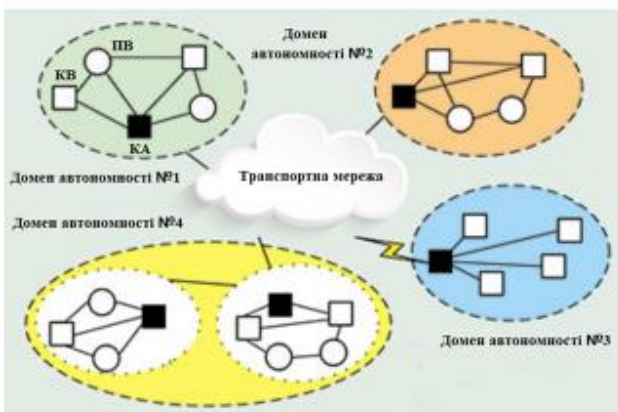


На даному рівні існують різні типи додатків для відповідних промислових секторів і сфер діяльності (енергетика, транспорт, торгівля, медицина, освіта та ін.). Додатки можуть бути «вертикальними», коли вони є «специфічними» для конкретної галузі промисловості, а також «горизонтальними», які можуть використовуватися в різних секторах економіки. Складовою частиною інтернету речей є - web речей (WEB of Things, WoT)

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

8

Приклад архітектури когнітивного IoT

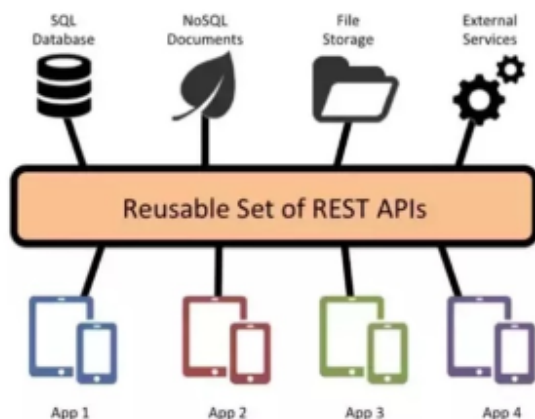


Інтернет речей є відкритою парадигмою, яка надзвичайно сприйнятлива і адаптивна для нових принципів і архітектур, що відносяться до різних напрямів розвитку науки і техніки. У зв'язку з цим, надзвичайно плідним може виявитися використання в IoT принципів і методів когнітивності (лат. *Cognitio*, «пізнання, вивчення, усвідомлення»).

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ INTERNET OF THINGS

9

Способи взаємодії з Internet-речами



Використовують три способи взаємодії з Internet-речами:

- прямий доступ;
- доступ через шлюз;
- доступ через сервер.

У разі прямого доступу всі Internet-речі повинні мати власну IP адресу або мережевий псевдонім, за яким до них можна звернутися з будь-якого клієнтського додатку і вони повинні виконувати функції web-сервера. У таких web-пристроях повинен бути інтегрований прикладний програмний інтерфейс REST ful API, для прямого доступу до них через Internet.

ВЗАЄМОДІЯ ІоТ З ПЕРСПЕКТИВНИМИ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

10



Так як Internet-речей породжує «Big Data», тому виникає закономірне питання: де їх зберігати і чим обробляти? Відповіддю на це питання є перспективна інфокомунікаційних технологій — хмарні обчислення (CC, Cloud Computing).

Хмарні обчислення мають на увазі оренду послуг і ресурсів для зберігання і обробки даних в глобальній мережі замість власної інфраструктури. У систем CC повинні бути п'ять основних характеристик:

- самообслуговування на вимогу;
- ширококутовий мережевий доступ;
- пул ресурсів;
- можливість швидкого перенастроювання або розширення;
- вимірюване обслуговування.

ВЗАЄМОДІЯ ІoT З ПЕРСПЕКТИВНИМИ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

11

Fog Computing



Туманні обчислення доповнюють хмарні обчислення і забезпечують взаємодію розумних речей між собою і хмарними ЦОД у вигляді тривірвнєвої ієрархічної структури.

Верхній рівень займають тисячі хмарних ЦОД, що надають ресурси, необхідні для виконання серйозних, наприклад аналітичних, програмних додатків ІoT.

Рівнем нижче розташовуються десятки тисяч розподілених керуючих ЦОД, в яких міститься «інтелект» Fog Computing, а на нижньому рівні знаходяться мільйони обчислювальних пристроїв розумних речей Fog Computing.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ІoT

12

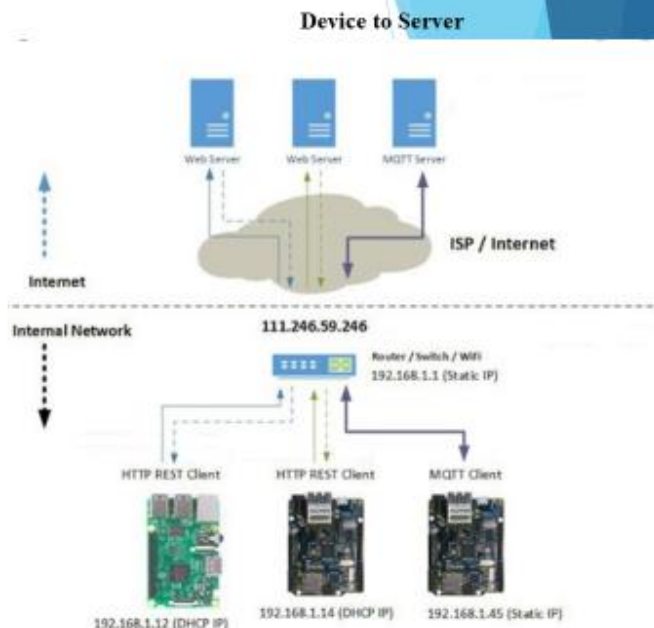
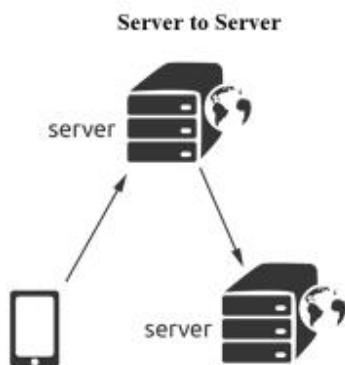


У мережі ІoT прийнята така модель:

- кінцеві пристрої, датчики, сенсори спілкуються один з одним (взаємодія D2D - Device to Device);
- дані, зібрані пристроями, відправляються на сервер для подальшого аналізу і обробки (взаємодія D2S – Device to Server);
- цей сервер може включати в себе кілька обчислювальних машин або об'єктів, яким також необхідно спілкуватися між собою (взаємодія S2S - Server to Server);
- для виконання різних завдань необхідно використання різних протоколів.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ІoT

13



ІoT В РОЗУМНОМУ МІСТІ

14



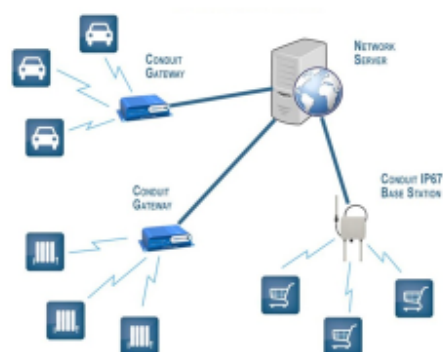
Ключову роль у розвитку ІoT в Розумному місті грають технологічні рішення machine-to-machine - міжмашинних комунікацій - (M2M). Дана технологія – це загальна назва технологій, що дозволяє машинам обмінюватися інформацією між собою.

Ринок M2M знаходиться в постійному зростанні. У деяких країнах кейси M2M успішно застосовуються в медицині. Це означає, що передача даних здійснюється між пристроями: з датчиків в центри обробки. Система M2M складається з:

- обладнання;
- периферійних вузлів;
- програмного забезпечення.

ПРОТОКОЛ LORAWAN

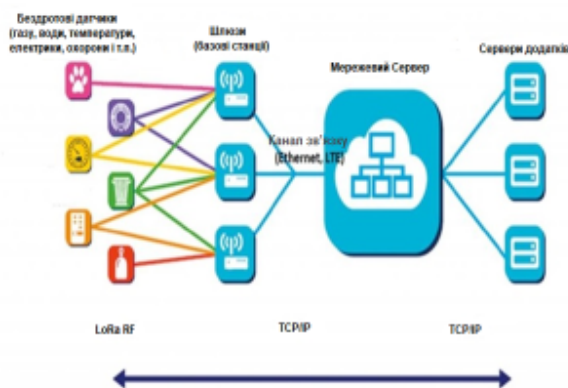
15



Цей протокол забезпечує масу переваг на відміну від Wi-Fi і стільникових мереж, завдяки застосуванню технологій M2M (міжмашинних комунікацій). На ринку бездротового зв'язку технологія викликала величезний інтерес у виробників і вендорів. Для її підтримки, розвитку та стандартизації створений альянс LoRa (LoRa Alliance). В даний час альянс розвивається, кількість його членів постійно збільшується. За останні три роки альянс збільшився більш ніж на 500 компаній.

АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖ LORAWAN

16



Мережі LoRaWAN працюють в діапазоні частот, які не потребують ліцензування. Вони володіють високою завадостійкістю. Одна базова станція обслуговує десятки тисяч пристроїв. Велика сміність мережі LoRaWAN досягається за рахунок використання самоналаштовуваної швидкості передачі даних, а також за рахунок використання багатоканального передавача в шлюзі. Це забезпечує одночасне отримання повідомлень на кількох каналах. Шлюзи дають можливість по одному каналу одночасно отримувати інформацію з пристроїв з різною швидкістю передачі даних.

АРХИТЕКТУРА МЕРЕЖ LORAWAN

17



В даний час до системи підключено десятки тисяч точок обліку. Лічильники з радіомодулями передають всі дані дистанційно. Це хороша можливість відстежити витрати і аварії на лініях, так як надмірна витрата відразу фіксується системою. Система працює в будинках будь-якої конфігурації.

На прикладі міст України застосування технологій LoRa і використання протоколу LoRaWAN виявилось ефективним. Незважаючи на деякі труднощі впровадження проекту, проект зарекомендував себе з позитивного боку.

РОЗРАХУНОК ЄМНОСТІ МЕРЕЖІ LORAWAN

18

Кількість символів в блоці даних фізичного рівня визначається наступною формулою:

$$\text{payloadSymbNb} = 8 + \text{ceil}\left(\frac{8 \cdot \text{PL} - 4 \cdot \text{SF} + 28 + 16 \cdot \text{CRC} - 20 \cdot \text{H}}{4 \cdot (\text{SF} - 2 \cdot \text{DE})}\right) \cdot (\text{CR} + 4)$$

Тривалість передачі преамбули визначається наступною формулою:

$$T_{\text{preamble}} = (n_{\text{preamble}} + 4.25) \cdot T_{\text{sym}}$$

Тривалість передачі блоку даних фізичного рівня визначається наступною формулою:

$$T_{\text{payload}} = \text{payloadSymbNb} \cdot T_{\text{sym}}$$

РОЗРАХУНОК ЄМНОСТІ МЕРЕЖІ LORAWAN

19

Тривалість передачі всього пакету по мережі LoRaWAN визначається наступною формулою:

T_packet = T_preamble + T_payload

Тривалість передачі одного символу визначається наступною формулою:

T_sym = 2^SF / W

Розрахункові дані тривалості передачі одного символу

Найменування параметру	Розрахункові значення					
SF	7	8	8	10	11	12
W,кГц.	125	125	125	125	125	125
T_sym	1.024	2.048	4.096	8.192	16.384	32.768

Найменування параметру	Розрахункові значення					
1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт розширення спектра, SF	7	8	8	10	11	12
Смуга радіоканалу, W, кГц.	125	125	125	125	125	125
Тривалість передачі 1-го символу, T_sym	1.024	2.048	4.096	8.192	16.384	32.768
Кількість символів в преамбулі, (6-65535)	6	6	6	6	6	6
Корисні дані, (FRMPayload)	0	0	0	0	0	0
Фізичний блок даних,	12	12	12	12	12	12

РОЗРАХУНОК ЄМНОСТІ МЕРЕЖІ LORAWAN

20

Розрахункові дані передачі кінцевим пристроєм в UL - каналі пакета з корисним навантаженням

ВИСНОВКИ

21

ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
БУЛО застосовано технології IoT при розробці концепцій розумного міста.

В МАГІСТЕРСЬКІЙ АТЕСТАЦІЙНІЙ РОБОТІ ВИРІШЕНІ ТАКІ ЗАДАЧІ:

- ❖ проведено аналіз архітектури Internet of Things;
- ❖ проведено аналіз технологій Internet of Things;
- ❖ проведено розрахунок ємності мережі LoRaWAN.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ



22