

Безпека інтернет речей

Лекція №12

IoT
(Internet of Things)

Лекцію проводить:
доц. Лимаренко Вячеслав Володимирович

к.т. 066-0708586

Області застосування IoT

Європа. IoT ринок Європи розглядає проекти, пов'язані з економією використання природних ресурсів. Типовим прикладом є денне/нічне освітлення, автоматизація опалення приміщень, керування використанням води, пожежна сигналізація.

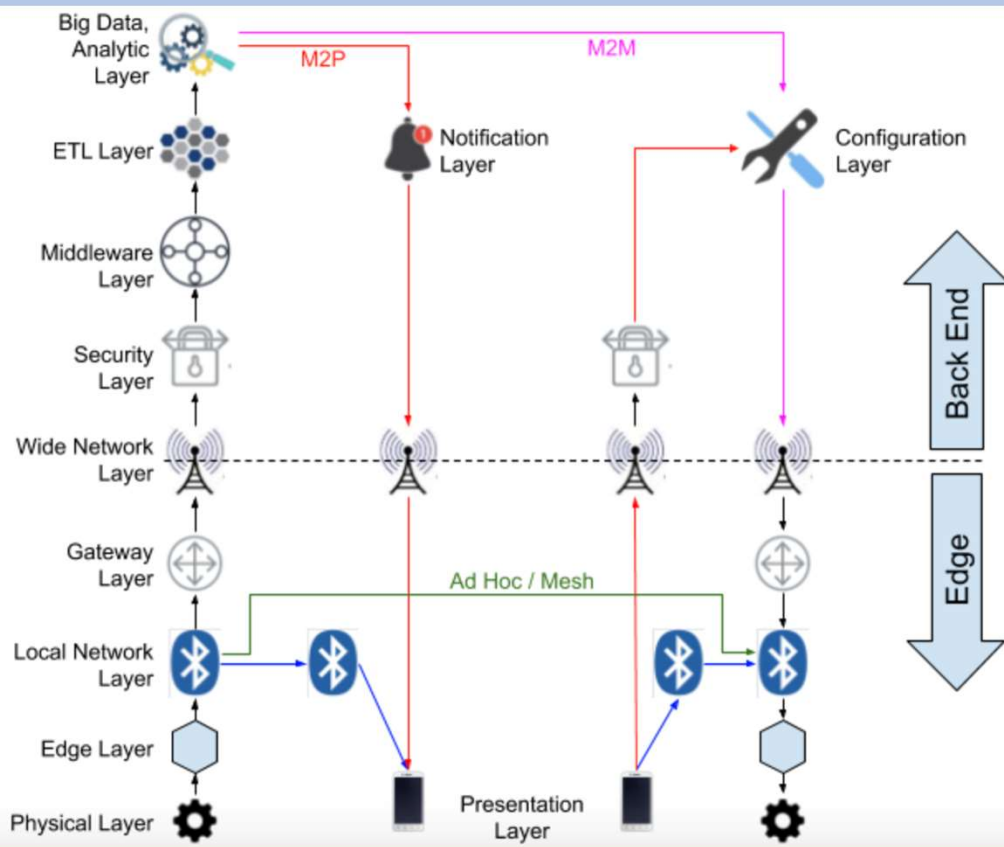
Далекосхідний регіон. На цьому ринку першим пріоритетом застосування IoT рішень є безпека. Типовим застосуванням є камери, що виявляють нестандартні ситуації на дорозі, транспорті, будинку. Другою великою областю є рішення безпеки та попередження стихійних лих, таких як сейсмічна активність, урагани, тайфуни, цунамі.

Північноамериканський ринок. На цьому ринку переважно представлені проекти IoT, спрямовані на оптимізацію бізнес-процесів, таких як оптимізація перевезень, ефективна доставка товарів, а також елементи розумних будинків та міст.

Класи рішень IoT

- ❑ *Розумне місто.* Головні завдання – управління та регулювання автомобільного руху, нічне/денне вуличне освітлення, повідомлення про небезпеку для пішоходів, визначення нестандартних та небезпечних ситуацій у місті.
- ❑ *Розумний дім.* Головні завдання – безпека, інтелектуальний дверний дзвінок, управління телевізором та кухнею, автоматичні системи поливу та освітлення, сигналізація пожежі, газу, витоку води, температури будинку.
- ❑ *Погода та стихійні лиха.* Метеорологічна інформація, сейсмічна активність, протипожежний контроль. Прогноз погодних даних.
- ❑ *Оптимізація використання ресурсів у будинку, місті, країні.* Освітлення, споживання електрики, опалення, оптимізація та прогнозування використання, наприклад, палива на електростанціях.
- ❑ *Оптимізація перевезень, доставок, зберігання та сортування.* Такі компанії як DHL, FedEx використовують рішення для побудови оптимальних транспортних маршрутів. Термінали зберігання та сортування вантажів у великих аеропортах.
- ❑ *Заводський моніторинг та контроль, керування конвеєрною лінією.* Управління роботами. Сортування товарів, сировини та тестування готової продукції.
- ❑ *Складні механізми, високотехнологічні пристрої, такі як сучасні автомобілі, літаки та ін.* Автоматизована система управління, захист від угону, контроль агрегатів системи. Розпізнавання обличчя та тіла водія для запобігання сну, втраті уваги. Прогнозування обслуговування та заміни компонентів системи.

Загальна топологія IoT рішення



Рівнева архітектура IoT рішень

IoT рішення має два фізичні розташування – перше це кінцеві (периферійні) пристрої, а друге – в центрі обробки даних Backend на серверах або в хмарі. У той же час, це не класична архітектура клієнт-серверної програми.

Можуть бути два типи логіки – M2M (від машини до машини) і M2P (від машини до людини), а також більш окремі випадки такі як C2C (від автомобіля до автомобіля, як правило в одній соті мобільного зв'язку LTE).

Загальна топологія IoT рішення. Physical Layer – фізичний рівень

Цей рівень представляє два типи операцій – збір інформації (датчики) та здійснення механічної роботи (виконавчі механізми).

Загальні вимоги до пристроїв:

- ☐ Якомога нижча ціна через велику кількість у рішенні IoT.
- ☐ Живлення від батарейки, що потребує низького енергоспоживання. Сьогоднішній запит ринку – робота периферійних пристроїв без обслуговування від 1 до 10 років.
- ☐ Часто розташування у важкодоступних та віддалених місцях з мінімальними витратами на встановлення та обслуговування.
- ☐ У разі використання відеокамер первинна обробка зображення з прийняттям рішення на основі штучного інтелекту

Загальна топологія IoT рішення. Physical Layer – фізичний рівень

Фізичний рівень в різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Датчики світла, звуку. Відеокамери. Датчики пішохода та автомобіля. Пристрої керування світлом. Гучномовці.	Низька вартість
Розумний дім	Датчики руху, освітлення, температури, пожежі, газу, витоку води, відкриття вікон та дверей. Відеокамери. Мікрофони. Пристрої відкриття дверей, управління світлом, контроль клімату.	Низький рівень електроспоживання датчиків
Погода/ Катаклізми	П'єзосенсори, датчики вологості, швидкості вітру, температури. Зазвичай немає виконавчих пристроїв.	Дуже низьке споживання енергії. Вуличне виконання
Економія ресурсів	Датчики освітлення, температури, води. Сигналізація витоків води, газу, диму. Пристрої регулювання води, температури та світла.	Низький рівень електроспоживання
Транспортна оптимізація	GPS трекери, відеокамери, баркод-рідери.	Немає спеціальних вимог
Заводи	Датчики, механічні обмежувачі. Відеокамери. Роботизовані елементи.	Заводське виконання із захистом від пилу, вібрації
Сложные механизмы	Відеокамери, спеціалізовані датчики. Виконавчі механізми.	Висока надійність

Загальна топологія IoT рішення. Проблеми фізичного рівня

- ❑ Низьке енергоспоживання. Потрібний високий рівень інтеграції з верхніми шарами.
- ❑ Використання відеокамер. Це також вимагає високого ступеня інтеграції з верхніми рівнями та вбудованими функціями AI/ML, реалізованими у периферійному пристрої.

Загальна топологія IoT рішення. Edge Layer – рівень периферійного обчислення

Цей рівень зазвичай підключається до одного датчика або виконавчого механізму. Він забезпечує мінімальну функціональність для перетворення аналогової інформації в цифрову та/або навпаки. Для підключення датчиків існують ті ж вимоги щодо ціни та споживаної потужності. Багато виробників, що випускають ці типи пристроїв, не мають єдиного стандарту моделі даних, конфігурації та експлуатації, що створює окремі проблеми інтеграції.

Для зниження енергоспоживання периферійні пристрої зазвичай мають чотири режими роботи:

- ☐ Режим сну
- ☐ Режим вимірювання та збору інформації з датчиків
- ☐ Режим зв'язку, передачі та отримання інформації
- ☐ Режим встановлення та підключення

Загальна топологія IoT рішення. Edge Layer – рівень периферійного обчислення

Рівень периферійного обчислення у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	SoC модулі, такі як Raspberry Pi, інтегровані системи машинного інтелекту.	Низька вартість
Розумний дім	SoC або Arduino модулі.	Низький рівень електроспоживання
Погода/ Катаклізми	Arduino та SoC модулі, модулі з програмованою логікою PLC.	Дуже низьке споживання енергії. Вуличне виконання
Економія ресурсів	SoC або Arduino модулі.	Низький рівень електроспоживання
Транспортна оптимізація	Tablet PC, промислові комп'ютери	Немає спеціальних вимог
Заводи	Arduino, PoC, промислові комп'ютери, інтегровані системи машинного інтелекту.	Заводське виконання із захистом від пилу, вібрації
Сложные механизмы	Спеціалізовані контролери, інтегровані системи машинного інтелекту.	Висока надійність. Присутність функціоналу гіпервізорів

Загальна топологія IoT рішення. Local Network Layer – рівень периферійної комунікації

Низьке енергоспоживання.

Часто наявність локального елемента штучного інтелекту.

Загальна топологія IoT рішення. Local Network Layer – рівень периферійної комунікації

Передача даних є енергоємною частиною периферійного пристрою, т.я. більшість периферійних пристроїв не підключені до електромережі та дротових засобів зв'язку. Крім того, периферійні пристрої можуть бути розташовані досить далеко від Шлюза (не більше кількох кілометрів). З іншого боку, кількість інформації, що передається зазвичай досить мала. Наступні протоколи застосовуються на рівні периферійної комунікації:

- ☐ ZigBee/Zwave
- ☐ BLE
- ☐ LoRa
- ☐ Proprietary low band

Для збільшення відстані та надійності зв'язку Ad Hoc та Mesh широко використовуються сьогодні на цьому рівні.

Для цілей конфігурації також можна використовувати протокол NFC. У процесі першої установки та/або технічного обслуговування сервісний інженер з мобільною програмою може підключатися до периферійного пристрою через рівень периферійної комунікації. Іноді Q-код, надрукований на периферійному пристрої, також використовується для автентифікації.

Загальна топологія IoT рішення. Local Network Layer – рівень периферійної комунікації

Рівень периферійної комунікації у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	PLC, WiFi, BLE, LoRa.	Підтримка Ad Hoc, Mesh
Розумний дім	BLE, WiFi, ZigBee, LoRa, Ethernet.	Низький рівень енергоспоживання. Технологія Mesh.
Погода/ Катаклізми	Lora чи схожі радіо протоколи, LTE.	Дуже низький рівень енергоспоживання. Невелика швидкість передачі. Великі відстані передачі (до 10 км).
Економія ресурсів	BLE, ZigBee, LoRa	Низький рівень енергоспоживання. Можливі технології Mesh та Ad Hoc.
Транспортна оптимізація	LTE	Немає спеціальних вимог
Заводи	PLC, BLE, WiFi, ZigBee, LoRa, Ethernet.	Можливі технології Mesh та Ad Hoc.
Сложные механизмы	CAN.	

Загальна топологія IoT рішення. Gateway Layer – рівень шлюзу

У IoT-рішенні існує кілька причин наявності рівня шлюзу:

- ❑ Якщо Backend отримуватиме необроблену інформацію, це збільшить його потужність і витрати будуть дуже великі.
- ❑ Робота Backend не може гарантувати реакцію реального часу для великої кількості периферійних пристроїв.
- ❑ Через обмеження безпеки деяка інформація не може бути надіслана до Backend і не може постійно контролюватись людиною. До такої інформації відносяться дані камер вуличного спостереження, медична інформація та ін.

Шлюз повинен забезпечувати наступний основний функціонал:

- ❑ Здійснювати другий рівень ETL від своїх периферійних пристроїв.
- ❑ Фіксувати критичну ситуацію та видавати локальну реакцію, навіть без зв'язку з Backend. Це можна порівняти з сигналами серцебиття людини або подиху легень без участі головного мозку.
- ❑ Комунікувати з Backend. Відправляти на сервер оброблену інформацію з периферійних пристроїв та отримувати дані конфігурації для периферійного пристрою.
- ❑ Зберігати інформацію про статус периферійних пристроїв та зібрані ними дані.

Загальна топологія IoT рішення. Gateway Layer – рівень шлюзу

Рівень шлюзу в різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Спеціалізовані комп'ютери із компонентами машинного інтелекту.	Повинен мати логіку для роботи без підтримки Backend.
Розумний дім	Mini PC із елементами машинного інтелекту.	Через вимоги безпеки повинні бути антивандальні компоненти.
Погода/ Катаклізми	Рідко затребуваний у цих завданнях.	
Економія ресурсів	SoC або Tiny комп'ютери	Низький рівень енергоспоживання.
Транспортна оптимізація	Не застосовується у цьому класі завдань	Немає спеціальних вимог
Заводи	Комп'ютери заводського виконання із елементами машинного інтелекту.	Повинен мати логіку для роботи без підтримки Backend.
Сложные механизмы	Не застосовується у цьому класі завдань	

Загальна топологія IoT рішення. Wide Network Layer – рівень зовнішнього зв'язку

Цей шар поділяє периферійну та BackEnd частину загального рішення. Шлюз в основному підключений до BackEnd з використанням мобільного бездротового зв'язку, такий як 4G/5G, але іноді використовується дротовий доступ до Інтернету. Логічний рівень зовнішнього зв'язку має стандартизований протокол рішень IoT, який називається LwM2M. Протокол LwM2M був розроблений для доступу до кожного периферійного пристрою, але оскільки багато постачальників периферійних пристроїв не підтримують інтерфейси LwM2M, шлюзовий пристрій може вирішити цю проблему та створити обгортку для зв'язку з периферійними пристроями.

Рівень зовнішнього зв'язку містить також комунікаційні послуги та моделі ISO у собі. Він включає служби балансування та позиціонування, засновані на DNS сервісі, транспортний протокол COAP, шифрування DTLS та багато інших компонентів.

Загальна топологія IoT рішення. Wide Network Layer – рівень зовнішнього зв'язку

Важливий коментар!

Протокол LvM2M використовує протокол DTLS. Протокол DTLS – це протокол із ключами безпеки та сесією встановлення з'єднання – handshake. Він працює за схемою точка-точка. Для розшифровки пакетів DTLS ми повинні використовувати той самий екземпляр Back End, який був у нас під час сесії з'єднання. Це створює проблему для балансувальника навантаження (Load Balancer), який є частиною безпеки на схемі. Балансувальник навантаження, у свою чергу, необхідний для автоматичного масштабування за високого завантаження системи. Щоб уникнути цього обмеження, DNS використовується як балансувальник навантаження. Кожний N DNS-запит отримує нову IP-адресу екземпляра рівня безпеки.

Загальна топологія IoT рішення. Wide Network Layer – рівень зовнішнього зв'язку

Рівень зовнішнього зв'язку в різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	PLC, Ethernet, LTE, LwM2M, FOTA/SOTA.	Зв'язок LTE може використовувати комунікацію в межах одного стільника без доступу до Backend.
Розумний дім	Ethernet, LTE.	Часто інтегровано з провайдерами Інтернет та відео контенту.
Погода/ Катаклізми	LTE, Radio, LwM2M.	Низька швидкість передачі – велика дальність передачі.
Економія ресурсів	PLC, Ethernet, LTE, LwM2M, FOTA/SOTA.	Найчастіше мобільний зв'язок для скорочення витрат на встановлення. Але може використовувати існуючу низькоточну та енергетичну інфраструктуру.
Транспортна оптимізація	LTE.	Тільки мобільний зв'язок.
Заводи	Ethernet, LTE, LwM2M, FOTA/SOTA.	В основному Ethernet.
Сложные механизмы	LTE, FOTA/SOTA.	Тільки мобільний зв'язок.

Загальна топологія IoT рішення. Security Layer – рівень безпеки

Цей рівень забезпечує функції AAA (Authentication, Authorization and Accounting – автентифікація, авторизація та облік) та шифрування/дешифрування разом з іншими послугами, пов'язаними з Інтернетом. Всі Cloud мають свої власні реалізації безпеки, але функціонально всі вони побудовані на принципі ролей і дозволів. Цей рівень виконує також функції термінатора шифрованого з'єднання DTLS.

Підключення кінцевого користувача до Backend також має компонент безпеки.

Загальна топологія IoT рішення. Security Layer – рівень безпеки

Рівень безпеки у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	В основному реалізовано у Cloud. AWS має понад 50% використання. В AWS використовуються 2 базові сервіси: R53 and IAM. Також EC2 для термінації DTLS.	Потрібно багато різних ролей, вертикальних за департаментами (поліція, адміністрація, обслуговування, місце проживання) та горизонтальних (становище в організації)
Розумний дім	Багато вендори мають свої Cloud.	Потрібні механізми Cloud-to-Cloud безпеки. SSO авторизація.
Погода/ Катаклізми	Azure Cloud може бути затребуваний, через хороші засоби аналітики	Дуже велика кількість підключень
Економія ресурсів	Часто використовуються фізичні сервери та легаси ACL безпеки, але можуть бути і Cloud рішення.	Додаткова вимога до безпеки – регіональне зберігання даних у межах країни.
Транспортна оптимізація	В основному AWS IAM сервіси	Немає спеціальних вимог
Заводи	Часто використовуються фізичні сервери та легаси ACL безпеки, але можуть бути і Cloud рішення.	Інтеграція із внутрішніми службами доступу, такими як ERP. SSO затребуване
Сложные механизмы	В основному AWS IAM сервіси	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Middleware Layer – рівень внутрішнього серверного зв'язку

Цей шар забезпечує внутрішню Cloud функціональність балансування навантаження, черги повідомлень та передачі потокової інформації. Компоненти цього шару повинні бути дубльовані та автоматично масштабуватися. Рівень реалізується переважно на основі мікросервісів або PaaS від Cloud провайдерів. Така вимога випливає з парадигми стрибків та провалів обсягу даних. Автоматичне масштабування знижує вартість Backend реалізації. Фактична реалізація сервісу може бути різною, але загальний принцип залишається одним – забезпечити асинхронну передачу повідомлень із буферизацією та перерозподілом навантаження. Таким чином, різні компоненти Backend можуть виконувати свою роботу незалежно і горизонтально масштабуватися в залежності від навантаження.

Загальна топологія IoT рішення. Middleware Layer – рівень внутрішнього серверного зв'язку

Рівень внутрішнього серверного зв'язку в різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	У цьому класі не так багато даних із піковим навантаженням. Тут важливіше потокове відео та корельований пошук ситуаційних даних.	Жодних особливих запитів. Звичайний балансувальник навантаження із механізмом черг. Однак потрібна реалізація потокового відео з використанням медіа серверів.
Розумний дім	Пік відеопотоків від камери розумного дзвінка під час свят та інших подій.	Для потокового відео потрібні медіа сервери та тимчасове зберігання відео.
Погода/ Катаклізми	Немає спеціальних вимог	Немає спеціальних вимог
Економія ресурсів	Черги та розподіл навантаження	Немає спеціальних вимог
Транспортна оптимізація	Немає спеціальних вимог	Немає спеціальних вимог
Заводи	Черги та розподіл навантаження	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Немає спеціальних вимог	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Etl layer – рівень збору, обробки та зберігання даних

Внутрішній рівень ETL (витяг, перетворення та завантаження) є третьою операцією ETL. Перший був у периферійному пристрої, другий – у шлюзі. Back End ETL накопичує дані з усіх периферійних пристроїв та шлюзів та відповідає за наступні операції:

- ☐ Збір інформації
- ☐ Приведення інформації до стандартного вигляду
- ☐ Збереження інформації для подальшого використання
- ☐ Управління життєвим циклом інформації, включаючи архівування та знищення
- ☐ Повідомлення інших сервісів про надходження нових даних

Загальна топологія IoT рішення. Etl layer – рівень збору, обробки та зберігання даних

Операції зберігання (Load) призначені для збереження, сортування та подальшого пошуку інформації. Залежно від типу інформації та варіантів її використання застосовуються різні інструменти. Якщо дані не мають суворої схеми (колонок таблиці), то вони зберігаються в базах NoSQL. Однак, якщо дані можуть бути систематизовані фіксованою схемою, то використовуються SQL типи баз даних. Останні, у свою чергу, мають 2 типи – OLTP (Online Transactional Processing) і OLAP (Online Analytic Processing). Як випливає з назви, перший тип найбільше підходить для самого процесу ETL – запису в базу нових значень, тоді як другий зручніше для пошуку та аналізу даних. Тому часто після завантаження в базу OLTP, у фоновому режимі, дані копіюються в OLAP. Трапляються ситуації, коли дані не зручно або неможливо зберігати в базах даних, наприклад у вигляді запису, Ці дані записують в Bucket, а метадані записів зберігають у базах даних. Для скорочення витрат на зберігання застарілі дані архівуються або видаляються.

Загальна топологія IoT рішення. Etl layer – рівень збору, обробки та зберігання даних

Рівень збору, обробки та зберігання у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	RabbitMQ, MQTT, Kafka, Docker containers, Lambda/Function, SQL, NoSQL, Bucket storages.	Великий об'єм інформації. Необхідно звертати увагу на дизайн, щоб не потрапити до надмірних платежів Cloud
Розумний дім	MQTT, Containers, SQL, NoSQL, Bucket storages.	Дані створюються пристроями різних виробників. Для інтеграції необхідно ретельно розробляти загальну модель даних
Погода/ Катаклізми	Kafka, SQL, Containers	Величезна кількість джерел інформації
Економія ресурсів	MQTT, Lambda/Function, SQL	Немає спеціальних вимог
Транспортна оптимізація	MQTT, Containers, SQL	Немає спеціальних вимог
Заводи	MQTT, Containers, SQL	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Мало релевантно	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Big Data and Analytic Layer – рівень аналітики

Залежить від конкретної програми IoT. Великі дані та аналітичний рівень витягуватимуть ситуативну інформацію з усього набору периферійних пристроїв. Ця частина менш стандартизована, тому що вона сильно відрізняється від одного застосунка до іншого через різні завдання рішень. Алгоритми AI/ML також широко використовуються в цьому шарі.

Окремою категорією є передбачення майбутніх подій, таких як необхідні частини на складі, споживання майбутніх ресурсів, погода та ін.

Загальна топологія IoT рішення. Big Data and Analytic Layer – рівень аналітики

Рівень аналітики у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Розпізнавання аномальних подій. Попередження катастроф	Немає спеціальних вимог
Розумний дім	Аналіз споживчих запитів клієнтів	Немає спеціальних вимог
Погода/ Катаклізми	В основному програми Big Data для передбачення погоди та природних катаклізмів	Немає спеціальних вимог
Економія ресурсів	Передбачення потреб ресурсів	Немає спеціальних вимог
Транспортна оптимізація	Побудова оптимальних маршрутів та процесів	Немає спеціальних вимог
Заводи	Передбачення технічного обслуговування та складу	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Рекомендації щодо часу заміни елементів системи	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Notification layer – рівень повідомлення

На цьому рівні може існувати кілька компонентів, але вони мають алгоритм сповіщення по підписці. Клієнтська програма підписується на необхідні події і, коли це відбувається, отримує інформаційний сигнал – повідомлення. В основному це програми електронної пошти та мобільні клієнти, рідше телефонні дзвінки (використовуються для екстреного оповіщення). Мобільний застосунок змушений переходити в режим сну для енергоспоживання, але ОС iOS і Android мають механізм повідомлень, що вказує на прибуття нових даних.

Загальна топологія IoT рішення. Notification layer – рівень повідомлення

Рівень повідомлення у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Повідомлення через мобільний застосунок. Дзвінок у екстреному випадку.	Немає спеціальних вимог
Розумний дім	Повідомлення через мобільний застосунок.	Немає спеціальних вимог
Погода/ Катаклізми	Повідомлення через електронну пошту та дзвінок в екстреному випадку.	Немає спеціальних вимог
Економія ресурсів	Повідомлення через електронну пошту та дзвінок в екстреному випадку.	Немає спеціальних вимог
Транспортна оптимізація	Слабо застосовно	Немає спеціальних вимог
Заводи	Повідомлення через електронну пошту, мобільний застосунок та дзвінок в екстреному випадку.	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Мало релевантно	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Presentation Layer – рівень представлення

Програма IoT може мати два потоки: M2M (від машини до машини) та M2P (від машини до людини).

Рівень представлення, пов'язаний із потоком M2M, де Back End обробляє інформацію та надає її клієнту або інженеру служби підтримки. Сьогодні немає стандартизованого UI/UX подання для цього рівня.

Рівень представлення також відповідає за обслуговування, конфігурацію та зміни стану системи, включаючи периферійні пристрої та шлюзи. У ньому представлені команди для периферійних пристроїв, що керують виконавчими механізмами.

Загальна топологія IoT рішення. Presentation Layer – рівень представлення

Рівень подання у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Оповіщення пішоходів про небезпеку на дорозі. Екстрені сигнали поліції, швидкої та пожежної служб. Рекомендації для водіїв.	Необхідний єдиний міський WiFi інтернет HotSpot та застосунок на мобільному.
Розумний дім	Оповіщення власника та управління елементами будинку.	Складність в інтеграції пристроїв від різних виробників
Погода/ Катаклізми	WEB застосунки для аналітики даних	Немає спеціальних вимог
Економія ресурсів	В основному для обслуговуючого персоналу мобільні програми.	Немає спеціальних вимог
Транспортна оптимізація	Програми на планшетах з картою та маршрутом.	Немає спеціальних вимог
Заводи	Інтеграція із системами ERP.	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Не застосовується	Немає спеціальних вимог

Загальна топологія IoT рішення. Configuration Layer – рівень конфігурацій

Цей рівень відноситься до обох потоків – M2M та M2P і працює як сховище для трьох типів статусів периферійних пристроїв:

- ☐ Актуальний стан периферійного пристрою
- ☐ Новий стан периферійного пристрою, який буде завантажено.
- ☐ Проміжний статус периферійного пристрою вказує на процес оновлення від старих станів до нових.

Часто цей статус відсутній.

Периферійний пристрій та навіть шлюз можуть мати лише короткий час підключення до Backend. Будь-яка зміна статусу від клієнта або системи зберігається на цьому рівні, і протягом часу зв'язку відправляється на шлюз або периферійний пристрій.

Якщо шлюз присутній у схемі передачі, то більшість інформації від периферійних пристроїв відправляється на серверну частину у вигляді пакетів даних, зібраних з декількох периферійних пристроїв.

Загальна топологія IoT рішення. Configuration Layer – рівень конфігурацій

Рівень конфігурації у різних класах IoT рішень

	Physical Layer types	Requirements
Розумне місто	Shadowing, twin pair, etc.	Немає спеціальних вимог
Розумний дім	Shadowing, twin pair, etc.	Немає спеціальних вимог
Погода/ Катаклізми	Слабо застосовно	Немає спеціальних вимог
Економія ресурсів	Shadowing, twin pair, etc.	Часто використовує три стани: старий, новий і в процесі
Транспортна оптимізація	Слабо застосовно	Немає спеціальних вимог
Заводи	Слабо застосовно	Немає спеціальних вимог
Сложные механизмы	Слабо застосовно	Немає спеціальних вимог

Підсумки та як будувати архітектуру IoT рішень

Наступні тенденції розвитку спостерігаються у IoT рішеннях:

- Датчики поділяються на 2 групи:
 - ❑ Прості, дешеві з максимально низьким споживанням енергії. Низькою швидкістю та високою дальністю передачі інформації. Це фактично разові пристрої, які підлягають обслуговуванню.
 - ❑ Засновані на відеокамері. Пристрій інтегрований з периферійним комп'ютером. Має вбудовані механізми розпізнавання образів та прийняття базових рішень.
- ETL процеси відбуваються на декількох рівнях – периферійних пристроїв, шлюзів та backend. Поки що немає єдиного підходу, що має робитися на кожному рівні, але ідеологія така – все, що можна обробити, має бути оброблено на якомога нижчому рівні.
- Основним, універсальним засобом передачі є бездротовий інтернет. Але фактичні протоколи відрізняються на різних рівнях. Логічний рівень зв'язку – протокол LwM2M.
- Backend переважно Cloud. Більшість рішень сьогодні використовують AWS.
- Як пристрій відображення фактичної інформації використовується мобільний застосунок, а аналітична інформація представляється WEB застосунками. Екстрене сповіщення через мобільний дзвінок із встановленим голосовим повідомленням. Електронною поштою приходять здебільшого звіти.

Як будувати архітектуру IoT рішень

- Визначити модель даних, яку ми можемо одержати від шлюзу, тобто, що передається в Backend.
- Перевірити які саме периферійні пристрої можуть зібрати дані і як їх треба обробити для приведення до моделі, що передається шлюзом.
- Перевірити вимоги до периферійних пристроїв – відстані, обсяг інформації, енергоспоживання та ін.
- Вибрати відповідний периферійний обчислювальний пристрій, його розташування до датчиків, протокол їх роботи.
- Вирішити архітектуру Cloud частини, включаючи:
 - ☐ Безпека
 - ☐ Розподіл навантаження
 - ☐ Асинхронність передачі даних усередині Cloud
 - ☐ Елементи зберігання, форму та життєвий цикл даних
 - ☐ Побудувати граф передачі інформації за системою
 - ☐ Побудувати аналітичні моделі, AI/ML компонент
 - ☐ Розробити типи та зміст повідомлень
 - ☐ Налаштувати резервування та автомасштабованість сервісів
 - ☐ Оцінити вартість та провести оптимізацію
- Дизайн UI/UX для мобільних клієнтів
- Побудувати зворотний зв'язок передачі даних у периферійний пристрій

Лекцію закінчено
Дякую за увагу

