

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем
Кафедра телекомунікацій

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____Сергій КРАВЧУК

« ____ » _____ 2022р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Інженерія та програмування
інфокомунікацій»
зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
на тему: «Використання технології міжмашинної комунікації для
підвищення строку служби смарт автомобілів»

Виконав:
студент II курсу, групи ТЗ – 11мп
Волох Максим Андрійович _____

Керівник:
Доцент кафедри ТК НН ІТС, к.т.н., с.н.с.
Міночкін Д.А. _____

Рецензент:
Доцент кафедри ІКТС НН ІТС, к.т.н., доц.
Новогрудська Р.Л. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент _____

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем
Кафедра телекомунікацій**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітньо-професійна програма «Інженерія та програмування
інфокомунікацій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Сергій КРАВЧУК
« ____ » _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Волоху Максиму Андрійовичу

1. Тема дисертації «Використання технологій міжмашинної комунікації для підвищення строку служби смарт автомобілів», науковий керівник дисертації Міночкін Дмитро Анатолійович, к.т.н., с.н.с., затверджені наказом по університету від «28» жовтня 2022 р. № 3995-с.
2. Термін подання студентом дисертації 12.12.2022 р.
3. Об'єкт дослідження мережа Інтернету-речей
4. Предмет дослідження метод підвищення строку служби смарт автомобілів
5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
 1. Провести дослідження міжмашинної комунікації і виявити їх особливості та недоліки.
 2. Провести дослідження технології IoT в управлінні смарт автомобілями.
 3. Розробити метод підвищення строку служби смарт автомобілів.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:
 - 1) Назва теми дисертації
 - 2) Мета і завдання
 - 3) Актуальність дисертації
 - 4) Технологія міжмашинної комунікації (M2M)
 - 5) Технологія IoT в управлінні смарт автомобілями
 - 6) Метод підвищення строку служби смарт автомобілів
 - 7) Висновки

7. Орієнтовний перелік публікацій:

1. Волох М.А., Міночкін Д.А. Аналіз сучасних стандартів і платформ для побудови IoT систем // XIII Міжнародна науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем»(ПРІТС-2021). Збірник тез конференцій. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021

2. Волох М.А.. Покращення в управлінні автопарком завдяки IoT // Науково-практична конференція Молодий Вчений «Теоретичне та практичне застосування сучасних наукових досліджень». Збірник тез конференції. Одеса: Видавництво «Молодий вчений», 2022 с. 84-86

8. Дата видачі завдання «01» вересня 2021р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Опрацювання отриманого завдання	15.09-15.10.2021	Виконано
2	Опрацювання джерел з вибраної теми	16.10-15.11.2021	Виконано
3	Огляд архітектури міжмашинної комунікації	16.11-31.12.2021	Виконано
4	Підготовка першого розділу магістерської дисертації	10.01-28.02.2022	Виконано
5	Огляд архітектури IoT системи	01.03 -01.04.2022	Виконано
6	Огляд системи смарт автомобілів	02.04-12.04.2022	Виконано
7	Підготовка другого розділу магістерської дисертації	01.09-20.09.2022	Виконано
8	Підготовка тез доповідей на наукову конференцію «Молодий вчений - 2022»	21.09-03.10.2022	Виконано
9	Публікація наукової статті на тему «Покращення в управлінні автопарком завдяки IoT»	04.10-18.10.2022	Виконано
10	Підготовка третього розділу магістерської дисертації	19.10-08.11.2022	Виконано
11	Підготовка стартап проекту за магістерською дисертацією	09.11-24.11.2022	Виконано
12	Написання висновків по всім розділам	25.11-26.11.2022	Виконано
13	Оформлення магістерської дисертації	27.11-01.12.2022	Виконано

Студент

Максим ВОЛОХ

Науковий керівник дисертації

Дмитро МІНОЧКІН

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація викладена на 118 сторінках та включає 11 ілюстрацій, 22 таблиць та 40 джерел за переліком посилань.

Актуальність. Багато людей, наприклад, не приділяє увагу тиску в шинах свого автомобіля. Інша частина людей перевіряє його тільки тоді, коли відвідує заправку. Но не всі задумувались, що коливання тиску та температури можуть сильно вплинути на термін служби шини. Хоча для окремих людей це може не мати такого великого впливу на загальну вартість технічного обслуговування автомобіля, але оператори автопарків, які мають сотні транспортних засобів, розуміють важливість правильного тиску в шинах і його вплив на загальні витрати на технічне обслуговування шин – настільки так, що просто підтримання потрібного тиску в шинах їхніх транспортних засобів, залежно від розміру автомобіля та навантаження, може заощадити тисячі доларів щорічних витрат на технічне обслуговування.

Метою роботи є визначення за допомогою технології міжмашинної комунікації методу підвищення строку служби смарт автомобілів.

Поставлені завдання:

- 1.Провести дослідження міжмашинної комунікації і виявити їх особливості та недоліки.
- 2.Провести дослідження технології IoT в управлінні смарт автомобілями.
- 3.Розробити метод підвищення строку служби смарт автомобілів.

Матеріалом дослідження стали архітектури міжмашинної комунікації(M2M) та Інтернету-речей, сучасні та існуючі датчики, сучасний пристрій для комунікації M2M та бездротова стільникова мережа.

Об'єктом дослідження є міжмашинна комунікація.

Предметом досліджень є метод підвищення строку служби смарт автомобілів.

Новизна: запропонований метод підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації. Це дозволить збільшити термін служби смарт автомобілів, а отже це зменшить витрати на автомобілі і технології до них.

Структура роботи. Робота складається із реферату, змісту, списку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, загальний висновок та список використаних джерел.

Ключові слова: Міжмашинна комунікація, M2M, IoT, смарт автомобіль.

Орієнтовний перелік публікацій:

1. Волох М.А., Міночкін Д.А. Аналіз сучасних стандартів і платформ для побудови IoT систем // XIII Міжнародна науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем»(ПРІТС-2021). Збірник тез конференцій. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.

2. Волох М.А.. Покращення в управлінні автопарком завдяки IoT // Науково-практична конференція Молодий Вчений «Теоретичне та практичне застосування сучасних наукових досліджень». Збірник тез конференції. Одеса: Видавництво «Молодий вчений», 2022 с. 84-86

ABSTRACT

The master's thesis is laid out on 118 pages and includes 11 illustrations, 22 tables and 40 sources in the list of references.

Topicality. Many people, for example, do not pay attention to the pressure in the tires of their car. The rest of the people check it only when they visit a gas station. But not everyone thought that fluctuations in pressure and temperature can greatly affect the service life of a tire. While it may not have that much of an impact on the overall cost of vehicle maintenance for individuals, fleet operators with hundreds of vehicles understand the importance of proper tire pressure and its impact on overall tire maintenance costs - so much so that simply maintaining the proper tire pressure in their vehicles, depending on the vehicle's size and load, can save thousands of dollars in annual maintenance costs.

The purpose of the work is to determine the method of increasing the service life of smart cars using inter-machine communication technology.

The set goal involves solving the following tasks:

1. Conduct a study of machine-to-machine communication and identify their features and shortcomings.
2. Conduct research on IoT technology in the management of smart cars.
3. Develop a method of increasing the service life of smart cars.

The research material was machine-to-machine communication (M2M) and Internet of Things architectures, modern and existing sensors, modern M2M communication device and wireless cellular network.

The object of research is M2M communication.

The subject of research is a method of increasing the service life of smart cars.

Novelty: the proposed method of increasing the service life of smart cars using machine-to-machine communication. This will increase the service life of smart cars, and therefore it will reduce costs for cars and technologies for them.

Structure of work. The work consists of an abstract, a table of contents, a list of conventional abbreviations, an introduction, four sections, conclusions to each section, a general conclusion and a list of used sources.

Keywords: Inter-machine communication, M2M, IoT, smart car.

Approximate list of publications:

1. Voloh M.A., Minochkin D.A. Analysis of modern standards and platforms for building IoT systems // XIII International Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduate Students "Prospects for the Development of Information and Telecommunication Technologies and Systems" (PRITS-2021). Collection of abstracts of conferences. K.: KPI named after Igor Sikorskyi, 2021.

2. M.A. Voloh. Improvement in fleet management thanks to IoT // Scientific and practical conference Young Scientist "Theoretical and practical application of modern scientific research". Collection of abstracts of the conference. Odesa: "Young Scientist" Publishing House, 2022 p. 84-86

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1	14
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖМАШИННОЇ КОМУНІКАЦІЇ (M2M)	14
1.1 Історія появи M2M	14
1.2 Архітектура мережі M2M	16
1.3 Як працює M2M?	18
1.4 Сучасні застосування та приклади M2M	22
1.5 Ключові особливості та переваги M2M	26
1.6 M2M проти IoT	28
1.7 Безпека M2M	31
1.8 Вимоги та нормативи M2M	35
1.9 Комунікації в автомобільних мережах	36
1.9.1 Автомобільні мережі	37
1.9.2 Безпека та уникнення зіткнень	38
1.9.3 Управління дорожнім рухом та інфраструктурою	38
1.9.4 Автомобільна телематика	39
1.10 Комунікаційні рівні M2M в автомобільних мережах	40
1.11 Підтримка M2M для транспортних мережевих середовищ	43
1.11.1 Підтримка M2M для безлічі різноманітних пристроїв	43
1.11.2 Підтримка M2M для автономності та керування системою	45
1.11.3 Підтримка M2M для візуалізації та звітності	46
1.11.4 Підтримка M2M для кроссплатформних мереж і підключення	47
1.11.5 Підтримка M2M для безпеки та конфіденційності	48
1.12 Виклики та проблеми M2M для автомобільної мережі	50
1.12.1 Безпека та конфіденційність	50
Висновок	51
РОЗДІЛ 2	52
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ В УПРАВЛІННІ СМАРТ АВТОМОБІЛЯМИ	52
2.1 Архітектура IoT	52

2.2 Технологія IoT в управлінні автопарком електромобілів.....	57
2.3 Рішення, пропоновані IoT в управлінні автопарком.....	61
2.4 Телематика і уніфікована платформа керування автопарком.....	65
2.5 Компанії, які використовують систему управління автопарком.....	69
2.6 Як система керування автопарком уникає дорожньо-транспортні пригоди.....	73
2.7 Покращення в управлінні автопарком завдяки IoT.....	76
2.8 Смарт автомобілі і міжмашинна комунікація.....	79
Висновок.....	84
РОЗДІЛ 3.....	85
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖМАШИННОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТРОКУ СЛУЖБИ СМАРТ АВТОМОБІЛІВ.....	85
3.1 Технологія автомобільного вбудованого Інтернету.....	85
3.2 Платформа надання автомобільних послуг на основі архітектури M2M.....	86
3.2.1 Архітектура послуг.....	87
3.3 Можливості архітектури.....	89
3.3.1 Приклад потоку даних.....	91
3.3.2 Обмін даними в платформі M2M.....	91
Висновок.....	93
РОЗДІЛ 4.....	94
РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ.....	94
4.1. Опис ідеї проекту застосування методу підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації.....	94
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту.....	96
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	97
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту.....	103
4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	105
Висновок.....	108
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	113

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

OEM	Original equipment manufacturer(Виробник комплектного обладнання)
M2M	Machine-to-machine(Міжмашинна комунікація)
AI	Artificial Intelligence(Штучний інтелект)
IoT	Internet of Things (Інтернет-речей)
ML	Machine Learning(Машинне навчання)
RFID	Radio frequency identification(радіочастотна ідентифікація)
TCP	Transmission Control Protocol(Протокол керування передаванням)
IP	Internet Protocol(Міжмережевий протокол)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute(Європейський інститут телекомунікаційних стандартів)
DEP	Data endpoint(Кінцева точка даних)
DIP	Data integration point(Точка інтеграції даних)
IIoT	Industrial Internet of things(Індустріальний інтернет речей)
SSL	Secure Sockets Layer(Рівень захищених сокетів)
OMA DM	Open Mobile Alliance Device Management(Протокол управління пристроями)
MQTT	Message Queue Telemetry Transport(Протокол обміну повідомленнями)
V2V	Vehicle-to-Vehicle(Комунікація транспортних засобів)
ABS	Anti-lock braking system(Антиблокувальна система)
CAN	Controller Area Network(Локальна мережа контролерів)
IdP	Identity Provider(Програмне забезпечення третьої сторони)
EV	Electro Vehicle(Електромобіль)
CoAP	Constrained Application Protocol (Обмежений прикладний протокол)

ВСТУП

Завдяки прогресу пристроїв споживчої електроніки (CE), таких як смартфони та планшети, вимоги людей до функціональності, можливості налаштування та підключення їх автомобільної мультимедійної системи (ICM) постійно зростають. Крім того, у контексті інтелектуальних транспортних систем (ITS) уряди, організації з розробки стандартів (SDO) та інженери протягом багатьох років проводили багато досліджень для підвищення безпеки та ефективності руху.

Підключення транспортних засобів до Інтернету є основою для цих бачень, і кількість автомобілів, обладнаних GPRS, UMTS і LTE, уже зростає. Хоча необхідні подальші вдосконалення технологій бездротової стільникової мережі, мережевих протоколів і вбудованого автомобільного обладнання, адекватні архітектури та платформи автомобільного програмного забезпечення (ПЗ) є ключовими для того, щоб транспортні засоби стали інтегрованою частиною Інтернету та зробили їх інтелектуальними. Варіанти використання та застосування колишніх неавтомобільних доменів повинні бути інтегровані та сформовані в однорідну загальну систему. Але автомобільна промисловість і, наприклад, промисловість споживчої електроніки та зв'язку мають інші вимоги до продуктивності та безпеки, а також цикли життя та інновації. Наприклад, моделі транспортних засобів зазвичай випускаються сім-вісім років, і вони повинні бути ремонтпридатними щонайменше 15 років після покупки. Навпаки, життєвий цикл обладнання, наприклад ЦП, становить менше п'яти років. Частіше, навіть на етапі виробництва, OEM-виробники можуть захотіти інтегрувати нові функції програмного забезпечення (наприклад, інших серій автомобілів). На це вже може вплинути інноваційний цикл програмного забезпечення CE, але останній ще коротший. Багато програм для смартфонів у соціальних мережах, таких як Facebook і Spotify, оновлюються від кількох днів до кількох тижнів. Навпаки, програмне забезпечення автомобіля оновлюється лише під час обслуговування в гаражі. Незважаючи на те, що існують загальні механізми

для виконання оновлень бездротовим способом (OTA), поточні архітектури автомобільного програмного забезпечення не є достатніми для безпечної реалізації цього з огляду на можливі побічні ефекти та сумісність. Це посилюється величезною кількістю можливих варіантів транспортного засобу не тільки щодо доопрацювань апаратного та програмного забезпечення, але й щодо можливостей конфігурації обладнання автомобіля. Проблеми сучасної автомобільної інженерії програмного забезпечення також підкреслюються цим фактом: у той час як функціональні можливості від одного покоління автомобіля до наступного в багатьох піддоменах відрізняються лише на 10% через вдосконалення та зміни, більше 90% програмного забезпечення переписано. Це викликано низькорівневим апаратним кодом, який важко змінити або перенести. Незважаючи на те, що проблеми, пов'язані з програмним забезпеченням, можна значною мірою вирішити, апаратні обмеження продовжують існувати. Через суворі умови автомобільної галузі з широким діапазоном температур і вологості, а також особливі вимоги щодо стійкості до ударів, необхідно використовувати спеціалізоване вбудоване обладнання. Зазвичай вони менш потужні порівняно з СЕ і зазвичай дорожчі. Однак можна припустити, що впровадження нових програм протягом життєвого циклу в «традиційно спроектований головний пристрій», де дійсно встановлено всі функціональні можливості, буде обмежено апаратними обмеженнями – подібно до сьогоденного СЕ, необхідно оновити або замінити апаратне забезпечення в обліковому записі.

Зустрічаючись із цими проблемами, нова парадигма архітектури, включаючи значну частку автомобільних додатків, реалізованих поза транспортним засобом як служби, що знаходяться на ОЕМ-серверах, може бути цінною та становить основу для представленої архітектури.

Актуальність. Багато людей, наприклад, не приділяє увагу тиску в шинах свого автомобіля. Інша частина людей перевіряє його тільки тоді, коли відвідує заправку. Но не всі задумувались, що коливання тиску та температури можуть сильно вплинути на термін служби шини. Хоча для окремих людей це

може не мати такого великого впливу на загальну вартість технічного обслуговування автомобіля, але оператори автопарків, які мають сотні транспортних засобів, розуміють важливість правильного тиску в шинах і його вплив на загальні витрати на технічне обслуговування шин – настільки так, що просто підтримання потрібного тиску в шинах їхніх транспортних засобів, залежно від розміру автомобіля та навантаження, може заощадити тисячі доларів щорічних витрат на технічне обслуговування.

Метою роботи є визначення за допомогою технології міжмашинної комунікації методу підвищення строку служби смарт автомобілів.

Поставлені завдання:

- 1.Провести дослідження міжмашинної комунікації і виявити їх особливості та недоліки.
- 2.Провести дослідження технології IoT в управлінні смарт автомобілями.
- 3.Розробити метод підвищення строку служби смарт автомобілів.

Матеріалом дослідження стали архітектури міжмашинної комунікації(M2M) та Інтернету-речей, сучасні та існуючі датчики, сучасний пристрій для комунікації M2M та бездротова стільникова мережа.

Об'єктом дослідження є міжмашинна комунікація.

Предметом досліджень є метод підвищення строку служби смарт автомобілів.

Новизна: запропонований метод підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації. Це дозволить збільшити термін служби смарт автомобілів, а отже це зменшить витрати на автомобілі і технології до них.

Структура роботи. Робота складається із реферату, змісту, списку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, загальний висновок та список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖМАШИННОЇ КОМУНІКАЦІЇ (M2M)

1.1 Історія появи M2M

Machine-to-machine, або M2M - є широкою назвою, яка може бути використана для опису будь-якої технології, яка дозволяє мережевим пристроям обмінюватися інформацією та виконувати дії без ручної допомоги людини. Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML) полегшують зв'язок між системами, дозволяючи їм робити власний автономний вибір.

Технологія M2M була вперше прийнята у виробничих і промислових умовах, де інші технології, такі як SCADA і віддалений моніторинг, допомагали віддалено управляти і контролювати дані з обладнання. З тих пір M2M знайшов застосування в інших секторах, таких як охорона здоров'я, бізнес і страхування. M2M також є основою для Інтернету речей (IoT) [1].

Машина-машина в сучасному світі здебільшого складається з пристроїв із SIM-картами, які зазвичай використовуються в промислових програмах для спілкування з іншими машинами для передачі даних і керування обладнанням.

Під час Першої світової війни Британська рада з винаходів і досліджень доручила Роберту Вільяму Бойлю та А. Б. Вуду розпочати проєкт виявлення звуку для протикорабельної війни, що дозволить кораблям і підводним човнам «чути» інші машини під водою. Це перетворилося на ASDIC у 1920 році та SONAR під час Другої світової війни.

До Другої світової війни британський флот винайшов радар, як засіб використання машин для виявлення близькості інших машин. Під час війни британський флот також винайшов перші GPS у вигляді технологій LORAN і Decca Navigator для кораблів [2].

RADAR і SONAR були родоначальниками LIDAR, лазерної технології, яка забезпечить безпілотні автомобілі майбутнього.

Під час холодної війни розвивалися досягнення в галузі телематики, телеметрії та радіо, а також перші концепції Інтернету. Мало хто про це знає, але спочатку Інтернет був задуманий як спосіб спілкування один з одним для тих, хто пережив очікуваний ядерний апокаліпсис.

У 1968 році в американському штаті Міннесота вперше почали використовувати радіопередавачі для відстеження пересування кількох сотень вовків. Того ж року батько M2M Теодор Г. Параскевакос (також винахідник Caller ID) запропонував концепцію M2M, за допомогою якої машини автоматично спілкуватимуться одна з одною. За десять років він заснував Metrotek у Мельбурні, щоб створити перші розумні лічильники для електромереж [38].

Поки все це відбувалося, заводи почали автоматизуватися, у 1950-х роках з'явилися перші програмовані логічні контролери, а світ побачив створення систем SCADA, які були операційними системами для складальних ліній і електростанцій [2].

Наступним великим кроком в еволюції M2M стала інтелектуальна технологія штрих-кодування RFID, де пасивні мітки збирали енергію від опитувальних радіохвиль зчитувача RFID, що знаходився поблизу для відстеження товарів на складах. Одне з перших застосувань RFID відбулося на початку 1970-х років, коли лабораторії Лос-Аламоса використовували RFID-мітки від імені уряду США для відстеження великої рогатої худоби.

У 1973 році Вінт Серф і Боб Кан винайшли протокол керування передачею (TCP) і протокол Інтернету (IP), щоб забезпечити обмін даними через мережі. Так само, як Інтернет збирався змінити світ назавжди – завдяки Тіму Бернерсу-Лі, який винайшов HTML, щоб полегшити використання – у 1991 році у Фінляндії було розгорнуто першу цифрову стільникову мережу GSM.

Станом на 2022 рік із 26,5 мільярдів мобільних з'єднань на планеті Земля близько 12,5 мільярдів є пристроями M2M [2].

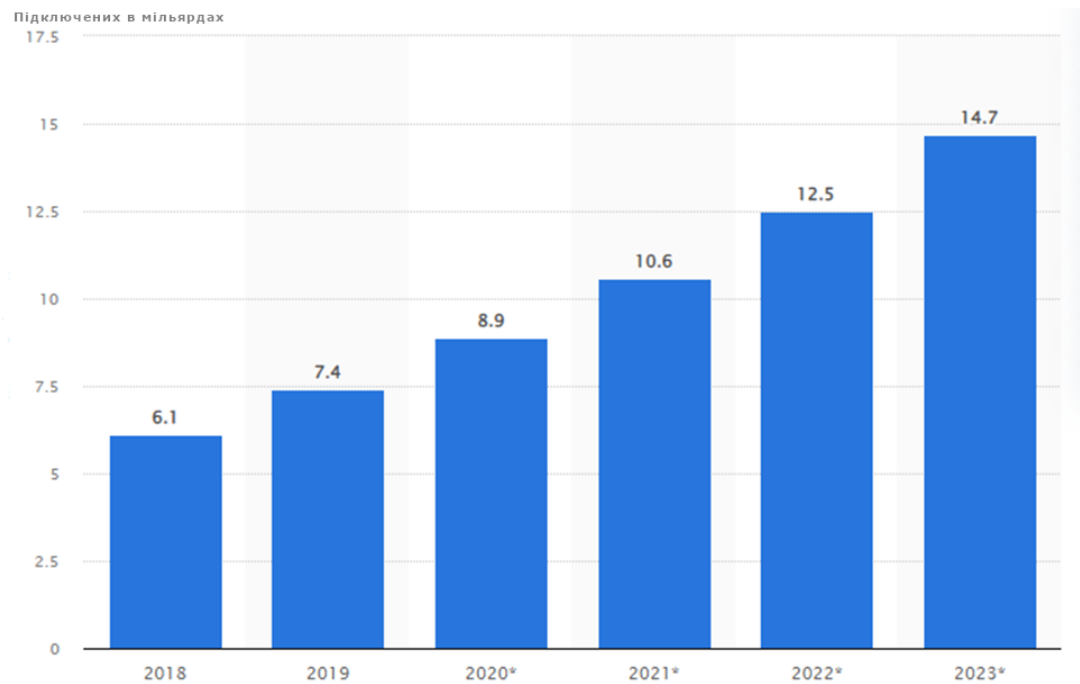


Рис. 1.1 Статистика підключених пристроїв у всьому світі

1.2 Архітектура мережі M2M

Європейська організація стандартів телекомунікацій (ETSI) запропонувала архітектуру мереж M2M. З точки зору продуктивності запропонована архітектура M2M розділена на три взаємопов'язані домени, які називаються доменом M2M, мережевим доменом і доменом додатків [39]. Ці домени описані таким чином:

Домен M2M: цей домен містить набір пристроїв, які використовуються для встановлення зв'язку M2M. Деякі з цих пристроїв оснащені датчиками, а деякі використовуються для зберігання інформації. Коли необхідна інформація зібрана, пристрої M2M надсилають цю інформацію на віддалені сервери.

Мережевий домен: цей домен оснащено технологіями гетерогенного доступу до мережі, які забезпечують зв'язок між доменом M2M і прикладним доменом. Серед технологій доступу до мережі можна відзначити Ethernet, xDSL, WiMax, 3G, LTE тощо [3].

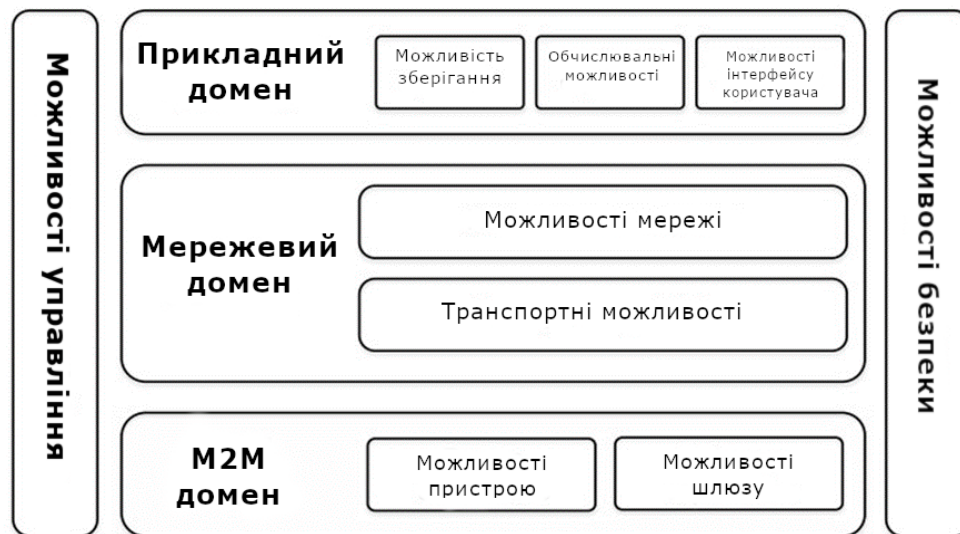


Рис. 1.2 Архітектура мережі M2M

Прикладний домен: цей домен містить сервери, які зберігають інформацію, зібрану в домені M2M. Ця інформація надається додаткам авторизованим користувачам. Ці додатки дозволяють користувачеві здійснювати дистанційне зондування, дистанційне керування та віддалений збір даних.

На рис. 1.2 зображено різні домени в архітектурі M2M. Зв'язок між пристроями та мережею може здійснюватися безпосередньо через шлюз. Зв'язок у домені M2M зазвичай здійснюється за допомогою технологій бездротового зв'язку малого радіусу дії, таких як WiFi, ZigBee, Bluetooth або UWB. Якщо пристрої хочуть бути підключеними безпосередньо до мережі, це буде зроблено через комунікаційний модуль, який автоматично виконує автентифікацію, реєстрацію та керування [23]. Але якщо пристрої хочуть підключитися до мережі через шлюз, усі ці дії виконуватиме шлюз. Зазвичай підключення здійснюється через шлюз, якщо апаратне забезпечення просте, наприклад сенсорний пристрій [3].

1.3 Як працює M2M?

Основне призначення технології «машина-машина» полягає в тому, щоб скористатися даними датчика і передати їх в мережу. На відміну від SCADA або інших інструментів віддаленого моніторингу, системи M2M часто використовують загальнодоступні мережі та методи доступу - наприклад, стільниковий зв'язок або Ethernet - щоб зробити його більш економічно-ефективним.

Основні компоненти системи M2M включають датчики, RFID, канал Wi-Fi або стільникового зв'язку, а також автономне обчислювальне програмне забезпечення, запрограмоване на те, щоб допомогти мережевому пристрою інтерпретувати дані та приймати рішення. Ці програми M2M перетворюють дані, що може викликати попередньо запрограмовані, автоматизовані дії[1].

Одним з найбільш відомих видів зв'язку між машинами є телеметрія, яка використовується з початку минулого століття для передачі оперативних даних. Спочатку в телеметрії використовували телефонні лінії, а пізніше і радіохвилі, для передачі вимірювань продуктивності, зібраних з приладів моніторингу, у віддалених місцях.

Інтернет та вдосконалені стандарти бездротових технологій розширили роль телеметрії від чистої науки, техніки та виробництва до повсякденного використання в таких продуктах, як теплові агрегати, електричні лічильники та пристрої, підключені до Інтернету.

Окрім можливості віддаленого моніторингу обладнання та систем, основні переваги M2M включають:

- зниження витрат за рахунок мінімізації технічного обслуговування обладнання та простоїв;
- збільшення доходів за рахунок виявлення нових можливостей для бізнесу, обслуговування продуктів у цій галузі;

- покращене обслуговування клієнтів шляхом проактивного моніторингу та обслуговування обладнання до його виходу з ладу або лише тоді, коли це необхідно [1].

Основною метою міжмашинного зв'язку є збір даних і передача їх у мережу. Іншою метою M2M є автоматичне виконання дій, які викликаються послідовністю подій. Крім того, можна використовувати мистецтво машинного навчання, щоб машини оптимізували свої послідовності дій. Ця програма для технології M2M тісно пов'язана зі штучним інтелектом і є основою для Інтернету речей [4].

Щоб зрозуміти технологію, корисно знати її визначальні характеристики. Усі міжмашинні системи складаються з трьох основних компонентів:

- **Кінцева точка даних (DEP)** - це система, що містить дані, які передаються або контролюються. DEP може бути торговим автоматом, який надсилає інформацію про запаси до центрального офісу, приладом, який записує дані про погоду, або медичним пристроєм, який передає дані про здоров'я пацієнта. Кінцеві точки даних — це мікрокомп'ютерні системи, тобто передавачі, які під'єднані до приймача. Комунікаційна мережа M2M може складатися з багатьох кінцевих точок даних і підключених пристроїв. Кінцеві точки даних надсилають потрібну інформацію в мережу, де вона передається до точки інтеграції даних. Індивідуальні кінцеві точки даних також спілкуються один з одним через мережу.

- **Мережі зв'язку.** Існують різні типи мереж зв'язку для передачі даних від однієї машини до іншої. До них належать стільникові мережі та бездротові або дротові підключення до Інтернету, якими ми користуємося щодня. Однак існує також низка інших технологій для передачі даних, які в основному використовуються в програмах Інтернету речей:

1. Технологія RFID (радіочастотна ідентифікація) - використовує електромагнітні хвилі для безконтактного обміну даними та в основному використовується в логістиці. RFID також використовується для платіжних карток і ідентифікаційних тегів тварин.

2. Радіостандарт малого радіусу дії NFC також базується на RFID. NFC широко використовується для безконтактних платежів, безпаперового контролю доступу, двофакторної автентифікації та багато іншого. Є навіть деякі програми та ігри для смартфонів, які використовують сигнали NFC для спілкування з користувачами.

3. Bluetooth також використовується в Інтернеті речей. Ця технологія дозволяє швидко передавати дані в пікомережі. Bluetooth використовується не лише для надсилання фотографій і відео, але також в аудіосистемах у розумних будинках або системах гучного зв'язку в автомобілях. Крім того, Bluetooth відіграє важливу роль у медичному обладнанні, такому як слухові апарати, протези або пристрої для моніторингу цукру в крові.

- **Точка інтеграції даних (DIP)** - машина, яка отримує інформацію. Хоча кінцевих точок даних може бути багато, у мережі існує лише одна точка інтеграції даних. DIP може бути сервером, центром керування, який відстежує показання лічильників, або веб-сканером, який збирає дані на великій кількості веб-сайтів [4].

Легко зрозуміти, чому міжмашинний зв'язок має так багато застосувань. Завдяки кращим датчикам, бездротовим мережам і розширеним обчислювальним можливостям розгортання M2M має сенс для багатьох секторів.

Комунальні компанії, наприклад, використовують зв'язок M2M як для збирання енергетичних продуктів, таких як нафта та газ, так і для виставлення

рахунків клієнтам. У полі дистанційні датчики можуть виявляти важливі параметри на місці буріння нафти. Датчики можуть надсилати інформацію по бездротовому зв'язку на комп'ютер із конкретними відомостями про тиск, швидкість потоку та температуру або навіть рівень палива в обладнанні на місці. Комп'ютер може автоматично регулювати обладнання на місці для досягнення максимальної ефективності.

Контроль дорожнього руху є ще одним динамічним середовищем, яке може виграти від комунікацій M2M. У типовій системі датчики контролюють такі змінні, як інтенсивність руху та швидкість. Датчики надсилають цю інформацію на комп'ютери за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке керує пристроями регулювання дорожнього руху, такими як ліхтарі та змінні інформаційні знаки. Використовуючи вхідні дані, програмне забезпечення маніпулює пристроями контролю дорожнього руху, щоб максимізувати транспортний потік. Дослідники вивчають способи створення мереж M2M, які контролюватимуть стан інфраструктури, наприклад мостів і автомагістралей [5].

Телемедицина пропонує інше застосування. Наприклад, деякі хворі на серце носять спеціальні носії, які збирають інформацію про те, як працює їхнє серце. Дані надсилаються до імплантованих пристроїв, які дають удар для виправлення неправильного ритму.

Бізнес також може використовувати комунікації M2M для відстеження запасів і безпеки. Наприкінці 2007 року комунікації M2M допомогли розбити групу крадіжок важкого обладнання. Прокатна компанія помітила, що датчики на її обладнанні показали, що бульдозери були майже в 100 милях від місця, де вони мали бути. Перевірка іншого обладнання, орендованого того ж дня в різних місцях, показала схожу тенденцію, і компанія використала свій зв'язок M2M, щоб вимкнути двигуни на обладнанні та зв'язалася з правоохоронними органами. Офіцери виявили, що обладнання компанії разом із десятком інших викрадених одиниць прямували до кордону з Мексикою [5].

1.4 Сучасні застосування та приклади M2M

Сучасні пристрої M2M призначені для виконання певних завдань, таких як передача інформації про температуру та місцезнаходження вантажівок-холодильників, що перевозять їжу та ліки, аналізу та звітування про поведінку водія від імені страхових компаній, а також інструктування виробників безалкогольних напоїв щодо поповнення торгових автоматів [2].

Але коли ці пристрої починають з'єднуватися з хмарию та аналітикою через шлюзи Інтернету речей, стають можливими можливості покращити наше життя, створити нові послуги та переосмислити цілі галузі. Таким чином, M2M є серцевиною індустріального Інтернету речей (IIoT), що забезпечує живлення розумних фабрик, якими можна керувати віддалено з планшетного комп'ютера, і розумних будівель, які контролюють своє середовище та передають дані назад у хмару.

У світі споживачів M2M надихає ціле нове покоління винахідників. Тоні Фаделл придумав пристрій Nest, щоб дізнаватися температурні уподобання людей у їхніх домівках, а ірландський стартап Drop створив розумні підключені ваги, щоб допомогти людям готувати та випікати краще.

Без M2M Інтернет речей, який домінуватиме в нашому житті в наступні роки, був би знаком питання, а цифровий зрив, що трансформує традиційні галузі, був би неможливим.

Безпілотні автомобілі стануть втіленням епохи M2M, оскільки автомобілі використовуватимуть ряд сенсорних технологій і взаємодіятимуть з нашими персональними пристроями та іншими автомобілями, щоб знати, де інші транспортні засоби і де люди, які знаходяться на наших вулицях і пішохідних доріжках [2].

Компанія Taoglas розробляє бездротові антени M2M і промислові гіганти від ThermoKing до Audi можуть розгортати їх у своїх автомобілях. Співзасновник Дермот О'Ші сказав, що компанія вперше почала працювати

над M2M, коли це було відомо просто як телематика, працюючи над наданням діагностичної інформації про продуктивність автомобіля для виробників автомобілів. Зараз компанія зосереджена на нових можливостях M2M, таких як охорона здоров'я та нові категорії дронів і автономних транспортних засобів [25].

Дублінська фірма Asavie виграла угоди з Eir і EMC щодо забезпечення безпечних операційних мереж для груп пристроїв M2M, створивши платформу підключення, щоб змусити машини спілкуватися з іншими машинами безпечним і контрольованим способом. Asavie також співпрацює з іншою ірландською компанією під назвою Firmwave, щоб створити платформу бездротової сенсорної мережі з низьким енергоспоживанням, побудовану на процесорі Intel Quark, розробленому в Ірландії, для забезпечення безпечного зв'язку між периферійними пристроями через низку бездротових типів, від RFID до NFC, Wi-Fi, Bluetooth, GSM і Sigfox [2].

Розумним кроком для фірми Cisco, було придбання компанії Jasper Technologies, розробника хмарних технологій IoT, за 1,4 мільярда доларів, ставши компанією-центром екосистеми IoT. Цей крок дозволить виробникам підключених машин набагато швидше виводити продукти на ринок.

Проект Intel із перетворення Дубліна на перше у світі місто Інтернету речей розпочався з Croke Park, і понад 70 компаній, а також дослідники з Дублінського міського університету та університету штату Арізона працюють разом, щоб випробувати розумні технології в ірландській столиці.

EMC і Vodafone спільно інвестували 2 мільйони євро в нову індустріальну платформу INFINITE Internet of things, яка проходитиме через Корк і забезпечить можливості для тестування та дослідження таких технологій, як зв'язок M2M [2].

Зв'язок між машинами часто використовується для віддаленого моніторингу. Наприклад, під час поповнення запасів товарів торговий автомат

може надсилати повідомлення мережі дистриб'ютору або машині, коли певний товар закінчується, щоб надіслати поповнення. M2M, що сприяє відстеженню та моніторингу активів, є життєво важливим у системах управління складом (WMS) та управлінні ланцюгами поставок (SCM) [1].

Комунальні компанії часто покладаються на пристрої та програми M2M не тільки для збору енергії, такої як нафта та газ, але й для виставлення рахунків клієнтам - за допомогою розумних лічильників - та для виявлення факторів робочого місця, таких як тиск, температура та стан обладнання.



Рис. 1.3 Застосунки M2M у різних сферах

У телемедицині пристрої M2M можуть дозволити в режимі реального часу відстежувати життєво важливу статистику пацієнтів, видачу ліків за потреби або відстежувати медичні активи [1].

Поєднання IoT, AI та ML трансформує та покращує процеси мобільних платежів і створює нові можливості для різної купівельної поведінки. Цифрові гаманці, такі як Google Wallet і Apple Pay, швидше за все, сприятимуть широкому поширенню фінансової діяльності M2M.

Системи розумного будинку також увібрали в себе технологію M2M. Використання M2M у цій вбудованій системі дозволяє побутовій техніці та іншим технологіям мати контроль операцій в режимі реального часу, а також можливість віддаленого спілкування.

M2M також є важливим аспектом програмного забезпечення для віддаленого управління, робототехніки, управління трафіком, безпеки, логістики та управління автопарком та автомобільної промисловості [1].

Існує ряд дивовижних повсякденних додатків, безпосередньо пов'язаних із з'єднанням M2M. Ось деякі ключові моменти:

- Поїздка на роботу. Якщо засіб масового транспорту (наприклад, поїзд) затримується, мандрівник буде проінформований про ситуацію. За потреби він або вона може змінити бронювання або вибрати інший маршрут.
- Розумні будинки. Бездротові термостати тепер можуть автоматично регулювати температуру в кімнаті, якщо вона падає нижче певного порогу. Подібним чином M2M можна використовувати в секторі безпеки. Автоматичне сповіщення власника будинку про несправність або дозвіл дистанційного відмикання дверей, якщо випадково прийде гість.
- Здоров'я та фітнес. Носимі пристрої, такі як розумні годинники, можуть активно відстежувати такі показники, як частота

серцевих скорочень, артеріальний тиск і режим сну. Вони не тільки нададуть цінну інформацію споживачеві, але використання комунікацій M2M може дозволити медичним працівникам віддалено спостерігати за здоров'ям пацієнта (наприклад, особи, яка може бути під загрозою серцевого нападу).

- **Шопінг.** Присутність технології M2M сильно впливає на рекламу на основі розташування та персоналізовані маркетингові кампанії. Таким чином, споживачам пропонуються більш актуальні пропозиції. Це може допомогти підприємствам орієнтуватися на потрібних людей у відповідний час [6].

1.5 Ключові особливості та переваги M2M

До ключових особливостей та переваг технології M2M можна віднести:

- Низьке енергоспоживання, в прагненні поліпшити здатність системи ефективно обслуговувати додатки M2M.
- Оператор мережі, що надає послуги з пакетною комутацією
- Можливості моніторингу, які забезпечують функціональність для виявлення подій.
- Толерантність до часу, тобто передача даних може затримуватися.
- Контроль часу, тобто дані можуть бути надіслані або отримані лише в певні заздалегідь визначені періоди.
- Тригери певного розташування, які попереджають або будять пристрої, коли вони входять у певні області.
- Можливість постійно відправляти і отримувати невеликі обсяги даних [1].
- Зниження витрат завдяки мінімізації технічного обслуговування та простою.
- Збільшення доходу завдяки відкриттю нових бізнес-можливостей для обслуговування продукту на місці.

- Покращене обслуговування клієнтів шляхом моніторингу та обслуговування обладнання в режимі реального часу до того, як воно виходить з ладу, або лише тоді, коли це необхідно.

Будь-яка комунікаційна система M2M базується на безлічі компонентів, які знаходяться в гнучкій структурі. Деякі з найбільш актуальних включають:

- Апаратні компоненти (включаючи кінцеві точки даних, мікропроцесори, датчики RFID і бездротові датчики, будь-яке відповідне обладнання та сервери точок інтеграції даних).
- Мобільні та фіксовані мережеві послуги (такі як бездротові маршрутизатори, Bluetooth-сумісні пристрої та жорсткі внутрішні системи).
- Системна інтеграція та консультаційні послуги (наприклад, обчислювальні бездротові мережі, програмне забезпечення для керування цифровими конвеєрами та сторонні фірми, призначені для забезпечення вищого рівня гарантії якості).
- Програми M2M (наприклад, програмні рішення для управління активами, які пропонує ToolSense) [6].

Анонімність є ще однією основною рисою підключення M2M, особливо коли йдеться про галузі, пов'язані з передачею приватних даних. Ось чому поточні новини M2M зосереджені на таких секторах, як:

- Телемедицина.
- Фінансові платежі та білінгові послуги.
- Віддалений моніторинг.
- Побутові та комерційні мережі безпеки.
- Телематика.

Наскрізне шифрування, використання протоколів SSL і проактивне керування ресурсами допоможуть гарантувати, що конфіденційні та потенційно конфіденційні дані випадково не потраплять у чужі руки. Крім

того, приклади сучасних міжмашинних комунікацій повинні мати вроджене відчуття масштабованості [26].

Тому гнучку архітектуру можна формувати відповідно до потреб організації. Це ще одна величезна перевага сучасних рішень M2M, оскільки кінцеві користувачі можуть насолоджуватися вищим рівнем ефективності та стабільною рентабельністю інвестицій [6].

Однією з характеристик зв'язку M2M є низьке споживання енергії, що підвищує ефективність систем під час обміну даними. Оператор мережі відповідає за пакети послуг, які часто включають функції моніторингу, щоб користувачі могли відстежувати важливі події. Передача даних у мережі може бути відкладена, якщо одночасно надсилаються дані з вищим пріоритетом. Крім того, користувачі можуть планувати передачу даних за допомогою таймера або невеликі обсяги даних можуть передаватись постійно. У логістиці, машину можна навіть запрограмувати за місцем розташування, щоб вона автоматично надсилала сповіщення або вмикалась, коли знаходиться в певній зоні.

Міжмашинна комунікація має більше переваг, окрім швидших методів передачі та можливості планування передачі даних. До них відносяться дистанційне керування пристроями, зменшення потреби в обслуговуванні, запобігання відключень і подальша економія коштів. Технологія «машина-машина» також створює нові бізнес-можливості для IT-послуг і дозволяє компаніям покращувати технічне обслуговування та обслуговування клієнтів у існуючих сферах діяльності [4].

1.6 M2M проти IoT

Хоча багато хто використовує терміни як взаємозамінні, M2M та IoT не однакові. IoT потребує M2M, але M2M не потребує IoT.

Обидва терміни стосуються зв'язку підключених пристроїв, але системи M2M часто являють собою ізольоване, автономне мережеве обладнання.

Системи IoT виводять M2M на новий рівень, об'єднуючи різні системи в одну велику, пов'язану екосистему.

Системи M2M використовують зв'язок «точка-точка» між машинами, датчиками та апаратним забезпеченням через стільникові або провідні мережі, тоді як системи IoT покладаються на мережі на основі IP для надсилання даних, зібраних з пристроїв, підключених до IoT, до шлюзів, хмарних або проміжних платформ [1].

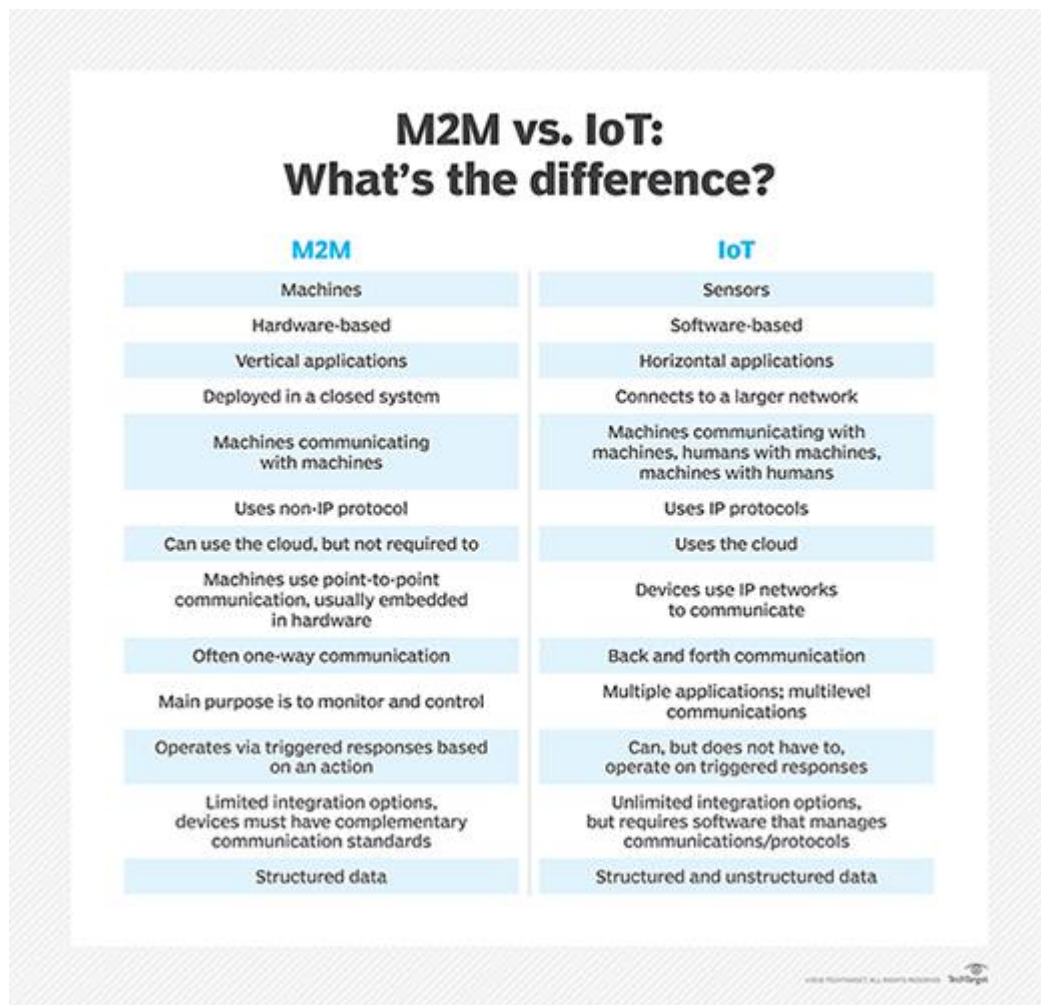


Рис. 1.4 Порівняльна характеристика M2M і IoT

Дані, зібрані з пристроїв M2M, використовуються програмами управління послугами, тоді як дані IoT часто інтегруються з корпоративними системами для підвищення ефективності бізнесу в кількох групах. Інший

спосіб поглянути на це полягає в тому, що M2M впливає на те, як працюють підприємства, тоді як IoT робить це і впливає на кінцевих користувачів.

Наприклад, у наведеному вище прикладі поповнення запасів продукції M2M включає в себе торговий автомат, який передає машинам дистриб'ютора, що потрібна заправка. Якщо додати туди IoT і виконати додатковий рівень аналітики, то торговий автомат може передбачити, коли певні продукти потребуватимуть поповнення на основі поведінки покупок, пропонуючи користувачам більш персоналізований досвід [1].

Ще одне спостереження полягає в тому, що хмарний спосіб підключення IoT може бути пов'язаний з більшим ступенем масштабованості порівняно з технологією M2M. Зважаючи на це, однією з примітних особливостей M2M є те, що він може покладатися на безліч методів зв'язку. Підключення IoT зазвичай обмежується лише бездротовими варіантами.

Однак слід підкреслити, що рішення IoT насправді є підмножиною комунікацій M2M в цілому. Іншими словами, IoT також передбачає передачу даних між двома або більше машинами без втручання людини. Основна відмінність полягає в тому, що підключення IoT використовується для позначення більш конкретного терміна в порівнянні з системою M2M [6].

Системи M2M використовують одноранговий зв'язок між машинами, датчиками та обладнанням через дротові або бездротові мережі, тоді як системи IoT покладаються на IP мережу для надсилання даних, зібраних із під'єднаних пристроїв, до шлюзів, хмарних платформ або проміжного ПЗ [7].

Сервіси мобільних платежів використовують поєднання Інтернету речей, штучного інтелекту та машинного навчання. Все більше споживачів використовують цю технологію та використовують електронні гаманці, такі як Google Wallet або Apple Pay. Подібним чином існує багато способів використання зв'язку M2M в розумних будинках для керування освітленням,

увімкнення та вимкнення електроприладів або автоматичного створення списків покупок [4].

1.7 Безпека M2M

Системи «машина-машина» стикаються з низкою проблем безпеки, від несанкціонованого доступу до бездротового вторгнення або злому пристроїв. Також слід врахувати фізичну безпеку, конфіденційність, шахрайство та викриття критично важливих програм [20].

Типові заходи безпеки M2M включають захист пристроїв і машин від несанкціонованого втручання, вбудовану систему безпеки в машини, забезпечення безпеки зв'язку за допомогою шифрування та захисту внутрішніх серверів тощо. Сегментація пристроїв M2M на власну мережу та управління ідентифікацією пристрою, конфіденційністю даних та доступністю пристроїв також може допомогти боротися з ризиками безпеки M2M [1].

Основні проблеми M2M, пов'язані з безпекою. Очікується, що пристрої M2M працюватимуть без людського напрямку. Це збільшує потенціал загроз безпеці, таких як злом, порушення даних та несанкціонований моніторинг. Для того щоб виправити себе після шкідливих атак або несправностей, система M2M повинна дозволяти віддалене управління, на зразок оновлень прошивки.

Необхідність віддаленого управління також викликає занепокоєння при розгляді тривалості часу, витраченого на розгортання технології M2M. Можливість обслуговування мобільного обладнання M2M стає нереальним, оскільки неможливо відправити персонал на роботу над ними [21].

Неможливість належного обслуговування обладнання M2M створює різні унікальні вразливості безпеки для систем M2M та бездротових мереж, які вони використовують для зв'язку [1].

Вимоги безпеки визначаються відповідно до особливостей і використання інформаційних систем. Основні вимоги до безпеки інформації в комунікаціях M2M такі:

- **Конфіденційність:** дані зв'язку захищені від перехоплення неавторизованими сторонами, і лише авторизовані особи можуть читати дані в комунікаціях M2M. Конфіденційність необхідна (але недостатня) для збереження приватності користувача в мережах M2M. Конфіденційність стає дуже важливою в комунікаціях M2M, коли надсилаються особисті дані. Наприклад, якщо інформація про здоров'я пацієнта розкривається несвідомо, це може мати згубний вплив на життя пацієнта.
- **Цілісність:** щоб виявити несанкціоновані зміни в інформації, необхідно забезпечити цілісність інформації. Ці несанкціоновані зміни включають видалення, затримку або повторення повідомлення випадково або зі зловмисним наміром. У комунікаціях M2M життєво важливо забезпечити цілісність інформації, оскільки несанкціоновані зміни інформації можуть мати негативні наслідки.
- **Доступність:** мережеві служби в програмних і мережевих доменах мають бути доступними, коли вони потрібні авторизованим користувачам. Необхідно використовувати різні механізми, щоб запобігти відмові в обслуговуванні, зберегти енергію та продовжити термін служби мережі.
- **Автентифікація:** доступ пристроїв до додатків і мережевих доменів слід контролювати, і лише авторизовані користувачі повинні мати доступ до конфіденційної інформації. Іншими словами, механізм безпеки повинен підтверджувати, що обидві залучені сторони є тими, за кого себе видають [3].

Оскільки більшість додатків M2M створюють і передають конфіденційні дані між вузлами M2M, вони повинні бути безпечними за своєю конструкцією. Важливим кроком у сфері інформаційної безпеки є запобігання загрозам і вразливостям на початкових етапах проектування. Існують деякі

обмеження в різних областях архітектури M2M, які роблять комунікації M2M вразливими. Поширені вразливості та проблеми безпеки в комунікаціях M2M:

- **Фізична безпека:** відсутність фізичного захисту допомагає зловмиснику отримати фізичний доступ до пристрою. Фізичний доступ до пристрою або його навколишнього середовища може призвести до отримання оманливих даних або поставити під загрозу конфіденційність інформації.
- **Обмеження ресурсів:** зменшення витрат на розробку та виробництво більшості пристроїв M2M призвело до обмеження їх ресурсів (енергія, пропускна здатність, пам'ять, обчислення тощо). Ці обмеження ресурсів мають прямий вплив на незахищеність мережі, оскільки складні рішення безпеки часто не можуть працювати на пристроях з низькою потужністю.
- **Бездротовий зв'язок:** трансляційний характер бездротового зв'язку робить цей зв'язок більш вразливим до загроз безпеки порівняно з дротовим зв'язком.
- **Неоднорідність:** для побудови мережі M2M інтегровані різні пристрої та мережі. Пристрої M2M майже завжди є системами від багатьох постачальників, і кожен продукт може мати власні проблеми безпеки, тобто компоненти можуть бути розроблені, виготовлені та впроваджені різними організаціями та, нарешті, інтегровані розробником мережі. Ця інтеграція накопичує властиві вразливості кожного продукту та перешкоджає реалізації однорідних алгоритмів безпеки мережі.
- **Глобальне з'єднання:** мережі M2M більше пов'язані з Інтернетом, ніж будь-яка інша мережа. Послуги M2M покладаються на відкриті мережі та глобальний доступ до всіх підмереж. Оскільки пристрої M2M мають більше доступу до зовнішніх мереж, вони є легкою мішенню для зовнішніх атак.

- Вразливості програмного забезпечення: будь-яке програмне забезпечення може мати власні вразливості, що загрожує безпеці всієї мережі. Популярною веб-вразливістю є SQL-ін'єкція, за допомогою якої неавторизований користувач може отримати доступ до записів бази даних.
- Відкритий стандартний протокол: залежність M2M від відкритих стандартних протоколів, таких як TCP/IP та ICMP, зростає. Зазвичай у розробці цих протоколів безпека не враховується. Наявність слабких місць безпеки в цих протоколах робить додатки M2M вразливими.
- Обмеження щодо затримки: деякі додатки M2M, такі як eHealth, критично важливі для життя та чутливі до затримок. Тому зволікання може призвести до небажаних наслідків. Це робить атаки, які призводять до затримок (наприклад, DoS-атака), дуже ефективними. Крім того, рішення безпеки, які призводять до затримок, у більшості випадків можуть бути непрактичними.
- Масштабованість: на відміну від мереж, які мають обмежену кількість вузлів, у мережах M2M розміщуються мільйони пристроїв. Масштабованість посилює загрози безпеці та знижує ефективність традиційних методів безпеки [3].

Вищезазначені моменти роблять мережі M2M надзвичайно вразливими до зловмисних атак. Це призводить до того, що механізм безпеки є складним завданням для мереж M2M.

Безпека комунікацій M2M ще не досягла своєї зрілості. Більшість досліджень у цій галузі базуються на класичних уразливостях і рішеннях безпеки. Однак фундаментальні відмінності між уразливістю мереж M2M і традиційних бездротових мереж спонукають нас шукати нові рішення. Проектувальники та розробники мереж повинні враховувати питання безпеки, щоб забезпечити більш безпечні мережі для різних програм M2M [3].

1.8 Вимоги та нормативи M2M

За даними Європейського інституту телекомунікаційних стандартів (ETSI), вимоги системи M2M включають:

- Масштабованість - система M2M повинна мати можливість продовжувати ефективно функціонувати, оскільки додається більше підключених об'єктів.
- Анонімність - система M2M повинна бути в змозі приховати ідентичність пристрою M2M за запитом і за умови дотримання нормативних вимог.
- Логування - системи M2M повинні підтримувати запис важливих подій, таких як невдалі спроби установки, непрацююче обслуговування або виникнення несправної інформації. Журнали повинні бути доступні за запитом.
- Принципи зв'язку додатків M2M - системи M2M повинні забезпечувати зв'язок між додатками M2M в мережі і пристроєм або шлюзом M2M за допомогою методів зв'язку, таких як служба коротких повідомлень (SMS).
- Способи доставки - система M2M повинна підтримувати режими зв'язку Unicast, anycast, multicast і broadcast, при цьому трансляція по можливості замінюється на багатоадресну або будь-яку передачу, щоб мінімізувати навантаження на мережу зв'язку.
- Планування передачі повідомлень - системи M2M повинні мати можливість контролювати графіки доступу до мережі та обміну повідомленнями та повинні усвідомлювати толерантність до затримки планування додатків M2M.
- Вибір шляху зв'язку повідомлень - оптимізація шляхів передачі повідомлень у системі M2M повинна бути можливою та базуватися на таких політиках, як збої передачі, затримки, коли існують інші шляхи, та витрати на мережу [1].

Технологія «машина-машина» не має стандартизованої платформи пристроїв, і багато систем M2M побудовані так, щоб бути специфічними для завдань або пристроїв. Протягом багатьох років з'явилося кілька ключових стандартів M2M, багато з яких також використовуються в налаштуваннях IoT, включаючи:

- OMA DM (Open Mobile Alliance Device Management) - протокол управління пристроями
- OMA LightweightM2M — протокол керування пристроями
- MQTT - протокол обміну повідомленнями
- TR-069 (Технічний звіт 069) - протокол прикладного рівня
- HyperCat — протокол виявлення даних
- OneM2M - протокол зв'язку
- Google Thread — бездротовий mesh-протокол
- AllJoyn - фреймворк програмного забезпечення з відкритим кодом [1].

1.9 Комунікації в автомобільних мережах

Коли дві електронні системи спілкуються автономно, тобто без втручання людини, процес описується як зв'язок між машинами (M2M). Основна мета комунікацій M2M - забезпечити автономний обмін інформацією між електронними системами. Завдяки появі та швидкому впровадженню бездротових технологій, повсюдному поширенню електронних систем керування та зростанню складності програмних систем, бездротовий M2M привертає велику увагу промисловості та наукових кіл.

Зв'язок M2M включає дротовий зв'язок, але останнім часом інтерес зосереджений на бездротовому зв'язку M2M. Нещодавні дослідження комунікацій M2M досліджували такі сфери, як енергоефективність мережі та екологічні мережі, компроміс між енергоспоживанням пристрою та інтелектом пристрою або потужністю обробки, стандартизація зв'язку,

агрегація даних і пропускна здатність, конфіденційність і безпека, а також масштабованість мережі [8].

Хоча технічно «архітектура M2M» може стосуватися будь-якої кількості машин, що спілкуються (наприклад, на основі досить широкого визначення, наданого Європейським інститутом стандартів телекомунікацій, ETSI), загальноновизнано, що принципи M2M особливо добре застосовуються до мереж, де велика кількість використовуються навіть до 26,5 мільярда бездротових пристроїв майбутнього. Це означає, що коли обговорюється програма M2M, вона, як правило, представлена в національному або глобальному масштабі з безліччю датчиків, які координуються централізовано. Отже, коли ми оцінюємо автомобільну мережу як тип архітектури M2M, це оцінювання виконується для великомасштабної мережі, до якої потенційно підключено багато інших пристроїв, деякі з яких можуть не бути пов'язаними з автомобільними мережами [8].

1.9.1 Автомобільні мережі

У автомобільній мережі транспортні засоби спілкуються з іншими транспортними засобами (Vehicle-to-Vehicle (V2V)) або з інфраструктурою (Vehicle-to-Infrastructure (V2I)). Програми для автомобільних мереж можна розділити на чотири широкі категорії, а саме: безпека та уникнення зіткнень, управління дорожньою інфраструктурою, телематика транспортних засобів, а також розважальні послуги та підключення до Інтернету [28].

Здебільшого попередні дослідження автомобільних мереж були зосереджені на зв'язку «точка-точка» або підтримці обмеженого набору транспортних засобів. З точки зору мережевої архітектури, цей фокус являє собою підхід «знизу вгору», де фокус спочатку зосереджується на розробці протоколів маршрутизації, фізичного рівня (PHY), рівня керування доступом до середовища (MAC) і трансляції. Мережі M2M використовують централізований і автономний моніторинг і керування пристроями збору даних, які просторово розподілені, використовуючи ієрархічний підхід

«зверху вниз». Таким чином, парадигма M2M може покращити здатність автомобільних мереж підтримувати такі функції, як міжплатформна мережа, автономний моніторинг і контроль, а також візуалізація пристроїв і інформації в мережі M2M [8].

1.9.2 Безпека та уникнення зіткнень

Під час керування транспортним засобом без мережі, водій приймає рішення лише на основі інформації в межах прямої видимості водія (LoS). Однією з основних причин використання бездротового зв'язку M2M між транспортними засобами є уникнення аварій шляхом подолання обмеження LoS. У разі аварійної ситуації інформація від датчиків аварійного виявлення (таких як акселерометри та гальмівна система) надсилається до інших транспортних засобів та до придорожньої комунікаційної інфраструктури в межах дальності зв'язку. Щоб уникнути аварії чи подальших аварій, необхідно виявляти надзвичайні ситуації та надсилати попереджувальні сповіщення достатньо швидко, щоб водій міг зреагувати[19]. Оскільки передача цього повідомлення має відбуватися лише за десятки мілісекунд, гарантія якості обслуговування (QoS) і низька затримка є першорядними для зв'язку між транспортним засобом, що сповіщає, і кількома транспортними засобами, що приймають. Оскільки повідомлення мають лише кілька байтів, передають лише найважливішу інформацію і надсилаються лише під час надзвичайних ситуацій, потрібна низька пропускну здатність і безперервні з'єднання необов'язкові [8].

1.9.3 Управління дорожнім рухом та інфраструктурою

Затори на дорогах - поширена проблема, з якою щодня стикаються багато водіїв у всьому світі. Кількість транспортних засобів на дорогах багатьох країн швидко переросла застарілу інфраструктуру. Вплив заторів не обмежується особистим дискомфортом. Затори призводять до збільшення споживання палива, що, у свою чергу, збільшує витрати, збільшує кількість викидів, що призводить до збільшення забруднення. І навпаки, краще керована

та жорстко контрольована інфраструктура підвищує продуктивність і зменшує витрати та забруднення. Це створює потужний стимул для суспільства більш ефективно використовувати дорожню інфраструктуру.

Мережа транспортних засобів спрямована на вирішення цієї потреби шляхом забезпечення двонаправлених з'єднань M2M між транспортними засобами та інфраструктурою, яка передає інформацію про дорожній рух. Чотири додатки, які можуть базуватися на інформації про дорожній рух, це стягнення мита за принципом «оплата за кермом», управління транспортною інфраструктурою в реальному часі, правоохоронні органи та планування транспортної інфраструктури. Позиційна інформація, необхідна для включення цих додатків, не потребує частоти дискретизації частіше, ніж раз на кілька секунд через низьку швидкість зміни для звичайного водіння. Оскільки потрібно зафіксувати лише час, координати, швидкість та ідентифікацію автомобіля, для вибірки потрібно лише кілька байтів [8].

1.9.4 Автомобільна телематика

Автомобільна телематика використовується для дистанційного моніторингу та керування транспортними засобами, наприклад, для відстеження чи керування автопарками або для повернення викрадених транспортних засобів. Фізичні властивості транспортного засобу записуються та передаються центральному координуючому агенту. Ці властивості включають інформацію глобальної системи позиціонування (GPS), внутрішні параметри двигуна, такі як температура двигуна, або відео, зняте зовнішньою встановленою камерою. Вимоги до пропускної здатності не є високими, коли захоплення відео не потрібне, а послуги стільникового зв'язку другого покоління (наприклад, служба загальної пакетної передачі даних (GPRS) і служба обміну короткими повідомленнями (SMS)) достатні для простих програм відстеження. Проте існує зростаюча тенденція підтримки відеотелематики. Попередні дослідження показують, що захоплення зображень і потокове відео можливе з транспортного засобу з доступом до

бездротової технології високої пропускної здатності, такої як WiMAX або Wi-Fi [8].

1.10 Комунікаційні рівні M2M в автомобільних мережах

У автомобільній мережі прилади та датчики в автомобілі є збирачами даних. Прикладами збирачів даних є система керування подушками безпеки та система автоматичного гальмування (ABS). Зв'язок між приладами в автомобілі позначається як зв'язок всередині автомобіля і зазвичай відбувається через дротову мережу контролера (CAN) або волоконно-оптичне кільце медіа-орієнтованих транспортних систем (MOST). Нерозважальні компоненти розміщуються на шині CAN, а розважальні – на кільці MOST. Бортовий пристрій (OBU) діє як агрегатор даних і підключений до шини CAN. Кільце MOST містить майстер шини, який діє як агрегатор медіаданих [8].

OBU різних транспортних засобів з'єднуються бездротовим способом один з одним (між автомобілями) та з RSU (поза автомобілями) за допомогою стандарту бездротового доступу в транспортному середовищі (WAVE), який є фактичним стандартом для зв'язку OBU та RSU для екстрених випадків і дорожнього руху. Майстер кільця MOST дозволяє медіа-компонентам у кільці підключатися до доступної інфраструктури за допомогою бездротових технологій із високою пропускною здатністю (додатковий автомобіль), таких як стільниковий зв'язок, WiMAX і Wi-Fi, щоб забезпечити відео, аудіо та підключення до Інтернету [33].

Точки доступу цих високошвидкісних бездротових технологій і RSU діють як шлюзи до Інтернету та до мережі інтелектуальної транспортної системи (ITS), як транспортні послуги. Мережі ITS намагаються запровадити інтелектуальну та спільну транспортну інфраструктуру, яка включає електронне стягнення мита та моніторинг руху за допомогою дорожніх датчиків. Мережа ITS та Інтернет дозволяють усім транспортним засобам, підключеним до шлюзу, спілкуватися з внутрішніми серверами. Хоча ITS у найширшому значенні стосується будь-якої підтримки комунікаційної

інфраструктури для транспортних мереж, це ще один варіант використання, де очевидна додаткова перевага застосування принципів M2M.

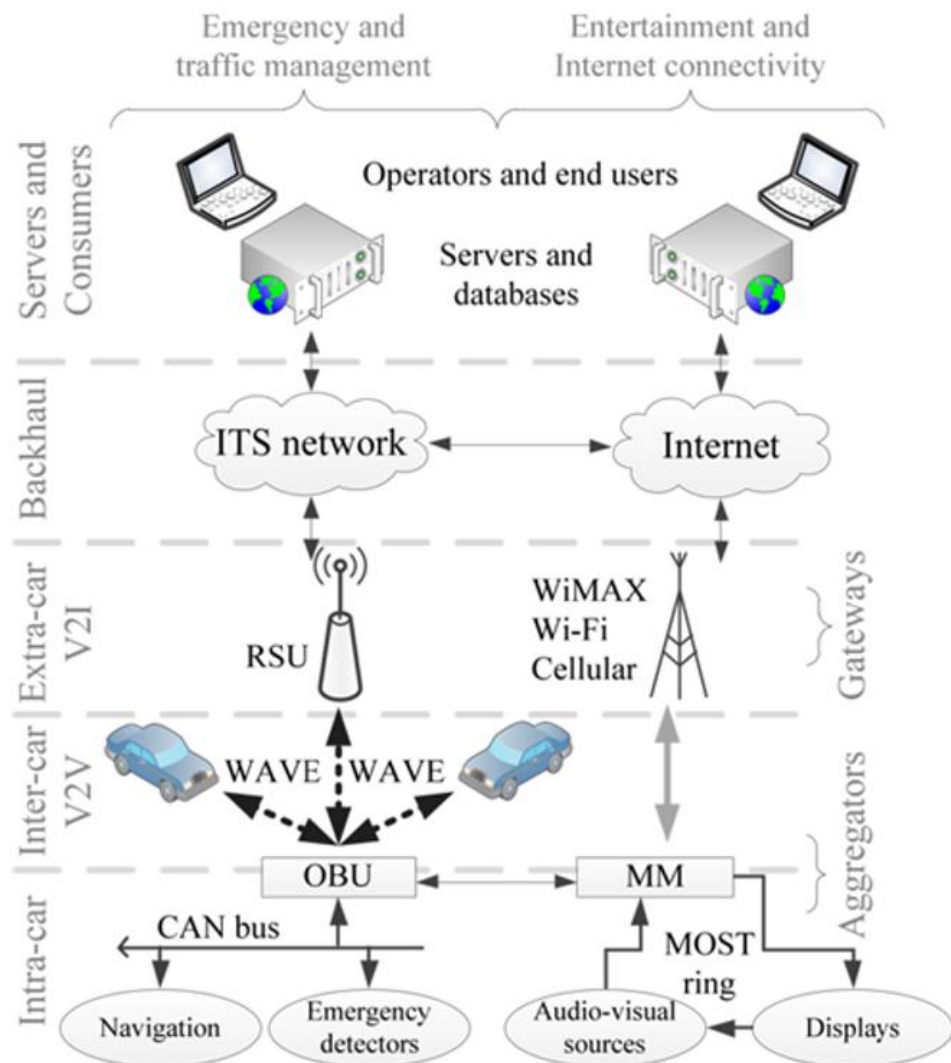


Рис.1.5 Схема мережі M2M, що застосовується в інтелектуальних мережах, домашніх мережах та охороні здоров'я

Сервери та бази даних, підключені до Інтернету, дозволяють кінцевим користувачам отримувати віддалений доступ до різних сервісів автомобільної мережі. Транспортний орган або інші сторонні постачальники послуг можуть забезпечити централізоване керування інфраструктурою та транспортними засобами за допомогою серверів і баз даних, підключених до мережі ITS. Інформацію ITS також можна завантажити в Інтернет, щоб забезпечити широкий доступ для кінцевих користувачів [8].

У таблиці 1.1 узагальнено області зв'язку, показані на рисунку 1.5, а також найпопулярніші стандарти, які зараз використовуються в цих областях.

Таблиця 1.1

Популярні технології в автомобільних мережах

Площа	Стандарт	Опис
Int ra- ca r (w ire d)	CAN	Мережа контролера (CAN) з'єднує різні електронні компоненти автомобіля, включно з кластером дисплея, електронним блоком керування, датчиками аварій, GPS і OBU через електронну дротову мережу. CAN підтримує високу швидкість передачі невеликих обсягів даних [34].
	MOST	Кільце транспортування медіа-орієнтованих систем (MOST) використовується для підключення медіа-пристроїв усередині автомобіля. Кільце MOST має високу вартість зв'язку на вузол порівняно з CAN, але може передавати на вищих швидкостях, ніж CAN (25 Мбіт/с порівняно зі 125 Кбіт/с) [36].
V2 V an d V2 I (w ire les s)	WAVE	Стандарт WAVE містить набір протоколів, які складають стек протоколів зв'язку WAVE. Набір протоколів WAVE містить стандарти рівнів PHY і MAC, а також підтримку вищого рівня для IPv6 і протоколу коротких повідомлень WAVE, розробленого для передачі коротких повідомлень з низькою затримкою. Однак є деякі області, де WAVE не є ідеальним для зв'язку V2V, наприклад, короткий діапазон покриття, відсутність підтримки високої мобільності та відсутність підтримки екстремальних ефектів багатопроменевого поширення [37].
	Wi-Fi	Wi-Fi або IEEE 802.11 — це стандарт бездротового зв'язку, який охоплює відносно велику територію (250 м на вулиці та 70 м у приміщенні) і здатний передавати на високій швидкості (від 54 Мбіт/с для 802.11g до 600 Мбіт/с для 802.11n).

1.11 Підтримка M2M для транспортних мережевих середовищ

Автомобільні мережі та комунікації M2M є взаємодоповнюючими та зростаючими напрямками досліджень, які розвивалися незалежно один від одного. Однак останні технологічні тенденції демонструють, що автомобільні комунікації можуть значно виграти від прогресу, досягнутого в комунікаціях M2M. Дослідження автомобільної мережі зосереджено на нижніх рівнях комунікаційного стеку зв'язку «точка-точка». Дослідження M2M зосереджено на централізованому та автономному моніторингу з просторово розподіленою кількістю пристроїв в ієрархічній мережі.

Робоча група з комунікаційних моделей семінару Dagstuhl нещодавно представила звіт, в якому оцінює майбутні тенденції в транспортних комунікаційних моделях. У цьому звіті визнається, що автомобільні мережі є частиною нової галузі досліджень комунікацій M2M. Група припустила, що існуючі автомобільні технології, такі як IEEE 802.11p, також можуть бути адаптовані для зв'язку M2M [8].

1.11.1 Підтримка M2M для безлічі різноманітних пристроїв

Через кількість транспортних засобів на дорозі і різноманітність пристроїв, присутніх у кожному, автомобільна мережа повинна мати можливість підтримувати велику кількість пристроїв. Крім того, мережа транспортних засобів не є фіксованою за розміром. Вона повинна бути масштабованою, щоб адаптуватися до безперервної зміни топології мережі через високу мобільність вузлів. Різноманітність комунікаційних і сенсорних пристроїв ще більше ускладнює проблему для автомобільних мереж. Оскільки виклики великої кількості та різноманітності пристроїв і стандартів зв'язку є загальною проблемою в мережах M2M. M2M підтримує різноманітність і безліч пристроїв у автомобільній мережі на рівні внутрішнього автомобіля мережевої архітектури, зображеної на рисунку 1.5.

У проблема кількох пристроїв розглядається за допомогою бортових пристроїв (OBU) для агрегування, консолідації та фільтрації вимірювань від

кількох датчиків у транспортному засобі, включаючи пристрої збору плати за проїзд, тахографи, бортові блоки управління та датчики стану навантаження. Консолідована інформація зберігається в OBU для передачі лише за потреби. Цей підхід ефективно зменшує кількість пристроїв у мережі M2M шляхом заміни пристроїв у транспортному засобі одним репрезентативним агрегатором OBU, який консолідує інформацію з пристроїв, які він представляє в ієрархії M2M автомобіля [8].

Для вирішення проблем, пов'язаних із неоднорідністю та великою кількістю пристроїв кінцевих користувачів і комунікаційних шин, на яких знаходяться ці пристрої, автомобільний M2M підключається до пристроїв через Object Linking and Embedding (OLE) для керування процесом (OPC) - сервер, який надає загальний інтерфейс прикладного програмування (API) для всіх компонентів. Сервер налаштовано на використання розширеного набору загальних каналів введення та виведення (IO), доступних для пристроїв кінцевих користувачів. Тому підхід забезпечує загальний метод доступу для різних пристроїв у автомобільній мережі M2M, а також спрощує керування великою кількістю пристроїв через виділений сервер.

Щоб подолати проблеми, пов'язані з різноманітністю комунікаційних і сенсорних пристроїв, зробити пристрої простими та зберегти низьке споживання електроенергії, перерозподіляють якомога більше інтелекту, традиційно наявного в самому пристрої, до вищих рівнів автомобільної мережі M2M. Крім того, програми виконуються як віддалені служби на сервері M2M, а не на пристрої. Програмні модулі розроблено для надання стандартних API для пристроїв, які додатково підтримують різноманітні типи пристроїв. Цей підхід, заснований на M2M, полегшує портування програмного забезпечення між пристроями, спрощує керування різними пристроями та дозволяє авторам використовувати єдиний комунікаційний стек для однакового доступу до всіх пристроїв [8].

1.11.2 Підтримка M2M для автономності та керування системою

Додатки автомобільних мереж, а саме безпека та уникнення зіткнень, управління дорожньою інфраструктурою та телематика транспортних засобів, вимагають автономного збору даних, агрегування зібраних даних, передачі та розподілу агрегованих даних, а також зберігання та звітування інформації. Хоча автономія є фундаментальною для автомобільних мережевих додатків (наприклад, вона необхідна для уникнення зіткнень). Автономність системи є однією з відмінних рис мережі M2M і важлива в кількох сферах архітектури M2M, зображених на рисунку 1.5, включаючи централізовану систему управління, підключення, безпеку та сенсорні пристрої.

Система застосовує принципи M2M до автомобільної мережі шляхом реалізації автономії на основі правил на всіх рівнях архітектури, показаних на рисунку 1.5. Для автономного вибору між доступними комунікаційними з'єднаннями (стільниковий, WiMAX або WAVE), транспортні засоби (вузли) слідує системі на основі правил, яка використовує таку інформацію, як місцезнаходження автомобіля, доступність з'єднання та потужність сигналу, вартість передачі, а також пріоритет і розмір завдання для виконання (наприклад, чи потрібно завантажити нове мікропрограмне забезпечення або чи потрібно завантажувати інформацію про місцезнаходження GPS). Такий підхід може знизити витрати на зв'язок транспортних засобів у мережі. Подібний підхід заснований на правилах механізму керування подіями (ECA) представлено для підтримки автономного контролю маршрутів транспортних засобів і раннього виявлення критичних ситуацій у автомобільній мережі M2M. Ці конфігуровані правила розгортаються або в централізованому центрі керування, або в транспортних засобах, або в обох, щоб забезпечити адаптовану автономію.

У транспортній мережі M2M, інформація про соціальні мережі генерується водіями, а інша інформація автоматично реєструється датчиками в автомобілях. Для підтримки автономного збору та обробки даних

програмним забезпеченням керування, транспортні засоби опитуються за допомогою запиту даних, а інформація зберігається в централізованій базі даних. Оператор системи налаштовує періодичну автоматичну генерацію звітів (інтенсивність руху, завантаження дороги тощо). Аномалії (аварії, поломки тощо) визначаються оператором як події, які автоматично позначаються та, що більш важливо, автономно розподіляються між іншими транспортними засобами [8].

1.11.3 Підтримка M2M для візуалізації та звітності

У великій і складній системі, якою керують централізовано, такій як мережа транспортних засобів, корисно спростити візуальне представлення об'єктів, полегшити керування пристроєм і автоматизувати звітність.

Щоб покращити інтерпретацію та візуалізацію вимірювань, отриманих від широкого діапазону сенсорних пристроїв і вузлів у автомобільній мережі M2M, для всіх пристроїв використовується загальне візуальне представлення. Для кожного типу об'єкта в автомобільній мережі M2M створюється конфігурована користувачем модель. Наприклад, можна створити одну модель для загальної системи подушок безпеки, а іншу модель – для загального колісного манометра. Щоб забезпечити легку інтерпретацію інформації, пропонують високовізуальні моделі даних із вбудованими циферблатами та елементами керування, які можна конфігурувати. Наприклад, загальна модель для пристрою визначення місця розташування (наприклад, GPS-навігаційного пристрою) побудована для вказівки, де знаходиться вузол на карті та позначити його швидкість. Якщо контроль швидкості потрібен для керування автопарком, цю загальну модель можна налаштувати для окремих транспортних засобів, щоб також відображати обмеження швидкості, повідомляти про перевищення цього обмеження та керувати приводами (наприклад, сигналізацією) на транспортному засобі. Програмне забезпечення побудовано на інтерфейсі програм OpenSocial (API)

від Google, який можна вбудувати у веб-сторінку, щоб забезпечити повний доступ до пристроїв на базі автомобіля в мережі M2M [8].

1.11.4 Підтримка M2M для кроссплатформних мереж і підключення

Транспортні засоби є мобільними за визначенням, а позиційний розподіл транспортних засобів є змінним. Бездротовий зв'язок, який є центральним для автомобільного зв'язку, має обмежене покриття, і для взаємодії можуть знадобитися різноманітні бездротові технології. Таким чином, підключення транспортних засобів до інфраструктури чи до інших транспортних засобів, а також кроссплатформна мережа є викликами для мережевих середовищ транспортних засобів. Фундаментальним аспектом комунікацій M2M є основна мережа, яку він використовує, і пов'язане підключення віддалених пристроїв до цієї мережі. M2M підтримує кроссплатформну мережу та підключення для зв'язку між автомобілями на рівнях та поза автомобілями мережевої архітектури, зображеної на рисунку 1.5 [8].

Для підтримки фактично повсюдного підключення до транспортного зв'язку та інформації про місцезнаходження в автомобільній мережі M2M транспортні засоби, оснащені стільниковими модемами GPRS і пристроями GPS. Проект CoCar, досліджує доцільність використання лише існуючої технології стільникового зв'язку 3-го покоління (3G) у мережі M2M, щоб увімкнути мережу як транспортний засіб. Проект передбачає повну мережу транспортних засобів, де всі транспортні засоби з'єднані через дорожню інфраструктуру для забезпечення безпеки та розповсюдження медіа. Стільниковий зв'язок (HSPA) також використовується SMART. SMART надає мережевий агностичний інтерфейс для підтримки пристроїв (без підключення до Інтернету) у будь-якій стільниковій мережі. Для цього провайдери зробили точку доступу доступною та розмістили послуги для проекту. Постачальники мобільних послуг були готові це зробити через потенційний дохід від передачі даних. Покриття стільникових мереж є практично повсюдним для

транспортної інфраструктури, що робить її придатною для підключення в автомобільній мережі M2M із розподіленою кількістю пристроїв.

Мережа M2M використовується для віддаленої навігації та маршрутизації транспортних засобів за допомогою різних модемів мобільних технологій, які включають WAVE, Wi-Fi, стільникові з'єднання та супутникові служби. Ті самі з'єднання використовуються для передачі транспортним засобам інструкцій щодо маршруту. Вибір відповідного підключення залежить від розташування транспортних засобів, доступності локального підключення та потужності сигналу, вартості передачі та завдання, яке потрібно виконати [8].

1.11.5 Підтримка M2M для безпеки та конфіденційності

Багато додатків, передбачених для автомобільних мереж, вимагають безпечного та приватного зв'язку. Наприклад, у програмах для запобігання зіткненням підробка даних може бути фатальною, тоді як конфіденційність важлива при розгляді відстеження транспортних засобів та електронного збору. Безпека може бути порушена чотирма типами атак: несанкціонований доступ, зловмисна модифікація та відмова в обслуговуванні. Традиційна централізована модель безпеки мережі є занадто жорсткою і тому не підходить для автомобільних архітектур M2M. Тому в автомобільній мережі, де компоненти розосереджені та часто не охороняються, потрібні децентралізовані та масштабовані моделі безпеки. Підтримка безпеки M2M впливає з сильного архітектурного визначення мереж M2M [8].

Програмне забезпечення третьої сторони, яке називається Identity Provider (IdP), працює на централізованому сервері автомобільної мережі M2M. IdP використовується для приховування ідентифікаційних даних водіїв у спільній інформації (наприклад, інформації про місцезнаходження) і для приховування безпечної інформації (наприклад, банківських реквізитів) від інших користувачів. Програмне забезпечення працює, вимагаючи від кожного вузла входити в IdP із віддаленого місця в автомобільній мережі, щоб пройти

автентифікацію. Після автентифікації IdP реєструє інформацію про особу на сервері Drive and Share (DaS). Після реєстрації особи транспортний засіб надсилає зашифровану інформацію в DaS через мережу M2M без шкоди для власної ідентифікації [22].

Автономна перевірка корисна завдяки можливості встановити надійність у пристрої, незалежному від мережі, таким чином подолавши проблему ненадійного з'єднання. Недолік автономної перевірки полягає в тому, що мережа M2M потребує відстеження стану кожного пристрою та постійної синхронізації компонентів безпеки всієї мережі. Віддалена перевірка долає вимогу поінформованості про стан, але робить безпеку залежною від покриття мережі. Автомобільна мережа, використовує напівавтономну перевірку. Цей підхід збалансовує довіру, орієнтовану на пристрій, і традиційне забезпечення безпеки, передаючи ключові функції безпеки окремим транспортним засобам. Автомобільна мережа, використовує підхід M2M для забезпечення безпечної системи на основі концепції межі довіри. Щоб реалізувати розподілену систему довіри, кожен пристрій у транспортному засобі оснащено логічно окремою сутністю під назвою TRust Environment (TRE). TRE приховує конфіденційні дані та програмне забезпечення (наприклад, функції та ключі шифрування, ідентифікацію TRE, функції політики безпеки тощо) від ненадійного доступу. TRE формує межу довіри після безпечного завантаження та може передавати цю довіру іншим пристроям і розширювати межу довіри на інші пристрої в транспортному засобі та на інші транспортні засоби за допомогою перевірки очікуваних станів TRE. Заходи безпеки апаратного забезпечення зосереджені на наборі основних довірених функцій Root of Trust (RoT), які використовуються для захисту прив'язки довіри та запобігання втручанню в неї. RoT захищає внутрішні операції свого пристрою та може передавати конфіденційну інформацію зовнішнім особам. Конфігурований набір функцій безпеки зберігається централізовано в мережі M2M [8].

1.12 Виклики та проблеми M2M для автомобільної мережі

Автономність потрібна на кількох рівнях архітектури M2M, а саме централізованих системах керування, динамічному підключенні, безпеці та сенсорних пристроях. Однак для застосування автономії M2M у автомобільних мережах все ще потрібні значні дослідження. Наприклад, застарілі сенсорні пристрої та технологія OBU мають обмежені можливості обробки. Це обмежує здатність таких пристроїв використовуватися як автономні джерела даних і агрегатори в автомобільних мережах M2M. Вони рекомендують провести подальші дослідження, щоб зробити автомобільні системи M2M більш автономними, шляхом включення функцій сповіщення про присутність і автоматичного узгодження на OBU та поєднання цього з технологією RFID [31].

Ще одним очікуваним внеском, пов'язаним із M2M, у розвиток автомобільних мереж є використання централізованого інтелекту для більш ефективного обміну інформацією в мережі. Корисність зв'язку між автомобілями обмежена очевидною випадковою поведінкою сусідніх вузлів. Центральний агент, який перебуває в контакті з усіма транспортними засобами та знає їх розташування та напрямки, може використовувати знання про попит на дані для покращення координації та управління передачею інформації між вузлами. Наприклад, централізований агент може використовувати стільникову мережу або мережу WiMAX для організації обміну інформацією між транспортними засобами, що, у свою чергу, використовує технології Wi-Fi або WAVE [8].

1.12.1 Безпека та конфіденційність

Потрібні інноваційні рішення для забезпечення конфіденційності водіїв і пасажирів у автомобільній мережі M2M, особливо в програмах, де транспортні засоби відстежують поведінку водіїв (наприклад, для управління автопарком і звітності про трафік) [24]. Виділяють і інші виклики безпеки, які стосуються методу, який використовується для перевірки стану TRE під час

перевірки автономного вузла. Наприклад, під час використання перевірки автономного вузла маркування фальшивих пристроїв неможливо, а дистанційне керування ускладнене. Крім того, мережа повинна знати про стан обслуговування кожного пристрою, що практично неможливо. Користувачі повинні мати можливість установлювати рівні анонімності для різних типів спільної інформації [8].

Висновок

Тепер можна повністю зрозуміти, чому системи зв'язку M2M стали такою важливою частиною сучасного суспільства. Щоб переглянути основні моменти, висвітлені вище, основні переваги M2M включають:

- Покращена ефективність роботи.
- Зменшення витрат і вища віддача інвестицій.
- Гарантія якості.
- Більший ступінь нагляду.
- Технологія M2M є масштабованою за своєю природою та здатна адаптуватися до конкретних потреб організації.
- Цей метод часто є набагато більш вимогливим у порівнянні з процесами прийняття рішень людиною.

Незалежно від того, чи йдеться про зручні розумні будинки, передову телемедицину чи ефективне управління автопарком, переваги M2M неможливо заперечити. Однак також слід пам'ятати, що ця технологія продовжує розвиватися шаленою швидкістю. Цілком розумно припустити, що найближчим часом ми станемо свідками ще більш надзвичайних досягнень.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ В УПРАВЛІННІ СМАРТ АВТОМОБІЛЯМИ

2.1 Архітектура IoT

По мірі того, як ми просуваємося вперед у 22-е століття, ми, швидше за все, будемо підключені практично до всього, що ми використовуємо для нашої зручності. Нова хвиля носимих технологій прискорює розвиток Інтернету речей (IoT). За останні кілька років IoT став одним із найпопулярніших модних слів, але це набагато більше. Підключені пристрої в усьому світі є розповсюдженими: від смарт-годинника на зап'ясті до ремінців для фітнес-трекерів, розумних міст і промислових підприємств. Тепер все працює для нас, не тільки в науковій фантастиці. IoT обіцяє стимулювати інновації, спрощуючи аналіз, використання та керування даними за допомогою надійної, перспективної, масштабованої та безпечної архітектури. Незважаючи на те, що архітектура IoT може надавати різноманітні рішення для різних галузей, вона прагне створити екосистему, яка є економічно ефективною, функціональною, гнучкою, з можливістю масштабування та обслуговування [9].

Інтернет речей означає повсюдний взаємозв'язок різних пристроїв, таких як годинники, планшети, пульти дистанційного керування, датчики, побутова техніка тощо, з людьми, які ними користуються. Зокрема, інтернет речей збирає дані з великої кількості пристроїв, які потім надсилаються до центрів обробки даних і серверів для подальшого аналізу, який стимулює автоматизацію та дії. Однак між вашим командуванням і виконанням ваших завдань залишається розгалужена та здебільшого невидима архітектурна структура, яка спирається на численні елементи та взаємодії.

IoT - це концепція, яка стосується всіх об'єктів, які зараз підключені до Інтернету, і того, як вони можуть спілкуватися один з одним або з людьми навколо них. Спочатку, думаючи про IoT, більшість людей думають про

бездротові датчики або розумні домашні гаджети, підключені до Інтернету. Насправді IoT - це набагато більше. Здебільшого йдеться про великі дані та про те, як ці дані обробляються та передаються в мережах. Зараз підключено мільярди пристроїв, які щодня передають трильйони байтів даних [9].

Архітектура IoT відноситься до переплетення таких компонентів, як датчики, приводи, хмарні служби, протоколи та рівні, які складають мережеві системи IoT. Загалом він розділений на рівні, які дозволяють адміністраторам оцінювати, контролювати та підтримувати цілісність системи. Архітектура IoT - це чотириетапний процес, через який дані передаються від пристроїв, підключених до датчиків, через мережу, а потім через хмару для обробки, аналізу та зберігання. З подальшим розвитком, Інтернет речей буде розвиватися ще далі, надаючи користувачам нові та покращені можливості.

Через постійний розвиток пристроїв IoT і широке розмаїття датчиків не існує універсальної архітектури для проектів IoT. Однак деякі блоки будуть схожими від проекту до проекту. Немає однакових проектів IoT, но всеодно основні рівні завжди залишалися послідовними. Чотири рівні: сприйняття (або пристрої), мережевий, шар обробки та прикладний рівень:

- **Сприйняття:** самі датчики знаходяться на цьому шарі. Ось звідки надходять дані. Дані можуть бути зібрані з будь-якої кількості датчиків на підключеному пристрої. Датчики, які діють на навколишнє середовище, також знаходяться на цьому рівні архітектури. Перший рівень будь-якої системи IoT включає «речі» або кінцеві пристрої, які служать провідником між фізичним і цифровим світами. Сприйняття відноситься до фізичного рівня, який включає датчики та виконавчі механізми, які здатні збирати, приймати та обробляти дані через мережу. Датчики та виконавчі механізми можна підключати бездротовим або дротовим підключенням. Архітектура не обмежує ні обсяг його компонентів, ні їх розташування [9].

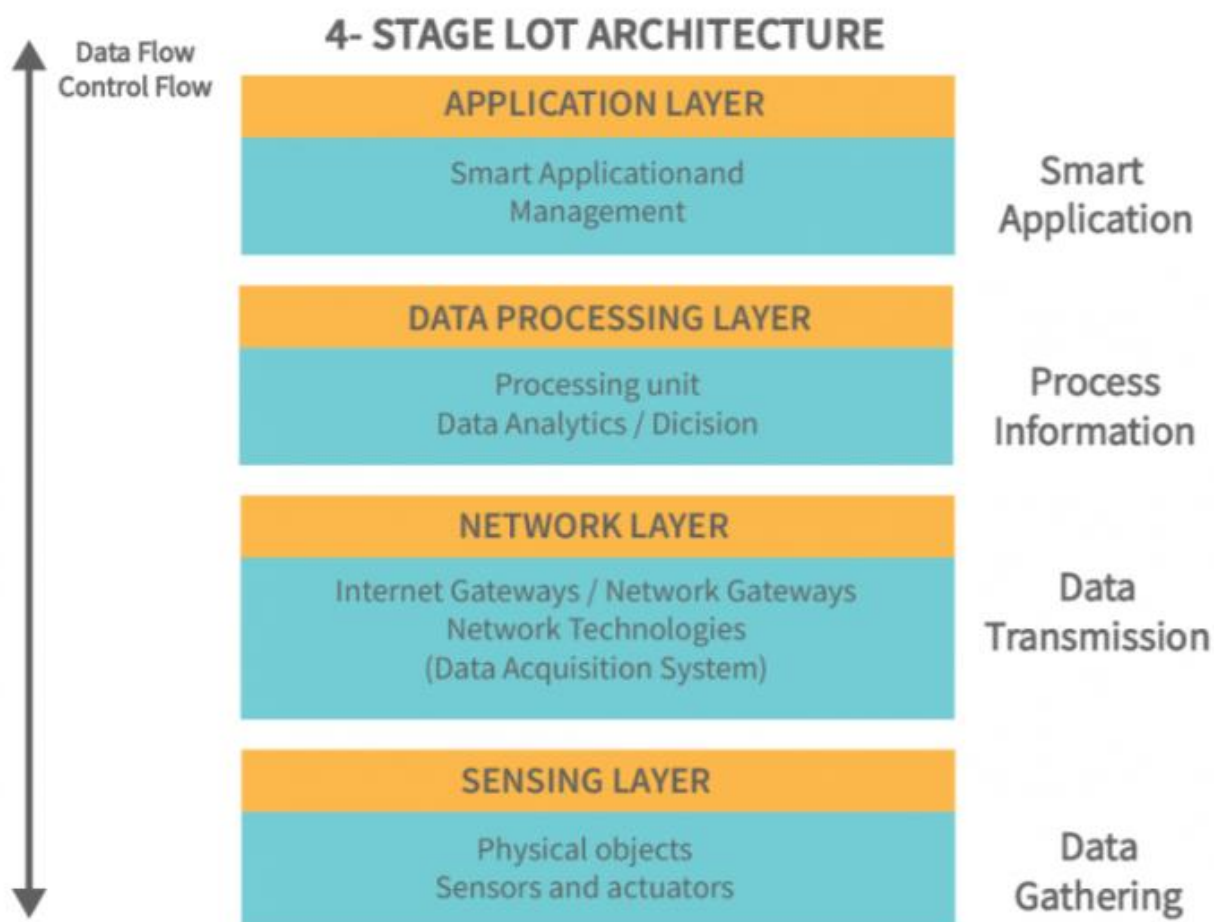


Рис. 2.1 Стандартний і найбільш прийнятий формат архітектури IoT

- **Мережа:** мережевий рівень описує, як великі обсяги даних переміщуються через програму. Цей рівень з'єднує різні пристрої та надсилає дані до відповідних серверних служб. Мережеві рівні забезпечують огляд того, як дані переміщуються в програмі. Цей рівень містить системи збору даних (DAS) та шлюзи Інтернет/Мережа. DAS виконує функції агрегації та перетворення даних (збирання та агрегування даних із датчиків, потім перетворення аналогових даних у цифрові тощо). Це необхідно для передачі та обробки даних, зібраних сенсорними пристроями. Це те, що робить мережевий рівень. Це дозволяє цим пристроям підключатися та спілкуватися з іншими серверами, смарт-пристроями та мережевими пристроями. Крім того, він обробляє всі передачі даних для пристроїв.

- Шар обробки: рівень обробки є мозком екосистеми IoT. Як правило, дані аналізуються, попередньо обробляються та зберігаються тут перед надсиланням у центр обробки даних, де до них отримують доступ програмні додатки, які відстежують та керують даними, а також готують подальші дії.

- Прикладний: прикладний рівень – це те, що бачать користувачі. Це може бути програма для керування пристроєм в екосистемі розумного будинку або інформаційна панель, яка показує статус пристроїв, які є частиною системи. Взаємодія з користувачем відбувається на прикладному рівні, який надає користувачеві послуги, пов'язані з програмою. Прикладом може бути програма «Розумний дім», де користувачі можуть увімкнути кавоварку, натиснувши кнопку в програмі або на інформаційній панелі, яка показує стан пристроїв у системі. Існує багато способів розгортання Інтернету речей, наприклад розумні міста, розумні будинки та розумне здоров'я [9].

Інтернет речей може стосуватися підключених пристроїв і протоколів, але насправді дані з цих пристроїв ізольовані та фрагментовані. Таким чином, сама по собі ця фрагментована інформація не дає достатньо інформації, щоб виправдати стратегію IoT, яка передбачає значні інвестиції ресурсів. Нижче наведено різні етапи впровадження архітектури IoT:

- Підключені об'єкти/пристрої.

Як перший крок до архітектури IoT, фізичний рівень повинен бути встановлений у середовищі. Не було б Інтернету речей без «розумних» або пов'язаних об'єктів. Як правило, це бездротові датчики або приводи на рівні сприйняття. Датчики збирають і аналізують дані з навколишнього середовища, щоб зробити їх придатними для подальшого аналізу. Можна підключити датчики або виконавчі пристрої дротовим або бездротовим способом, щоб виконувати вимірювання та активацію. Локальні мережі (LAN) і персональні

мережі (PAN) можна використовувати для підключення датчиків і виконавчих механізмів.

- Інтернет-шлюз.

Коли перший крок виконано належним чином, наступним кроком, який потрібно зробити, є налаштування інтернет-шлюзу. Оскільки датчики та виконавчі механізми збирають дані в аналоговій формі, ми повинні мати засоби перетворення аналогових даних у цифрові, щоб обробити їх. Для виконання цього завдання ми використовуємо інтернет-шлюз. На етапі інтернет-шлюзу необроблені дані будуть отримані з пристроїв і попередньо оброблені перед надсиланням у хмару. Системи збору даних можна використовувати для перетворення аналогових даних у цифрові форми. Він підключається до датчиків і виконавчих механізмів і збирає всі дані, перетворюючи їх у цифрову форму, щоб їх можна було направити через мережу. Він відповідає за агрегацію та перетворення даних. Ми також можемо додати додаткові функції, такі як аналітика та безпека, щоб підвищити продуктивність і ефективність [9].

- Edge IT Systems.

Третій етап архітектури IoT передбачає попередню обробку та розширену аналітику даних. З огляду на значну кількість даних, зібраних системами IoT, і відповідні вимоги до пропускної здатності, периферійні IT-системи відіграють вирішальну роль у зниженні тиску на основну IT-інфраструктуру. IT-системи Edge використовують методи машинного навчання та візуалізації, щоб генерувати інформацію на основі зібраних даних. Алгоритми машинного навчання забезпечують розуміння даних, тоді як методи візуалізації представляють дані в легкому для розуміння вигляді. Пряме надсилання даних на сервер або центр обробки даних призведе до зниження швидкості системи, а також пропускної здатності локальної мережі або маршрутизаторів. Аналогові дані генеруються з величезною швидкістю і

вимагають багато місця. Тому завжди рекомендується конвертувати дані в цифрову форму. У більшості випадків дані, зібрані датчиками та виконавчими механізмами, не є цінними для організації, тому лише важливі дані обробляються та передаються до центрів обробки даних і серверів.

- Центри обробки даних і хмарне сховище.

Після належної попередньої обробки та аналізу даних і усунення всіх лазівок дані надсилаються до центрів обробки даних і серверів для остаточного аналізу та звітності. Центри обробки даних і хмарні служби підпадають під категорію «Послуги керування» й зазвичай обробляють дані за допомогою засобів аналітики, керування пристроями та засобів безпеки. Крім того, хмара також дозволяє передавати дані додаткам кінцевих користувачів, таким як Healthcare, Retail, Environment, Emergency, Energy тощо. Після аналізу, дані можуть бути відправлені на хмарні сервери або центри обробки даних для остаточної обробки. Використання хмарної платформи може знизити витрати на апаратне забезпечення, але захист даних також викликає занепокоєння. Що стосується фізичних серверів або центрів обробки даних, вони безпечніші, але й коштують дорожче [9].

2.2 Технологія IoT в управлінні автопарком електромобілів

Наразі очевидно, що використання електричних транспортних засобів швидко замінить традиційні транспортні засоби з двигунами внутрішнього згоряння, якими ми користувалися майже століття. Як споживачі, так і компанії, що керують автопарками, дедалі більше схилитимуться до цього варіанту, і до кінця цього десятиліття у нас має бути світ, де електромобілі стануть нормою.

Дотримуючись цієї зміни, компанії з управління автопарком також повинні перейти на використання систем управління автопарком, які обладнані для роботи з новим набором змінних, викликів і переваг, які приносить парк електромобілів [10].

Можна з упевненістю сказати, що однією з найбільш значущих змін цього десятиліття майже напевно стане швидке впровадження електромобілів (EV) людьми в усьому світі. Оскільки відсоток проданих електромобілів стрімко зростає, виробники, а також уряди постійно прагнуть просувати цю інновацію, щоб споживач продовжував замінювати свій традиційний автомобіль з двигуном внутрішнього згоряння на електромобіль [27].

Щоб зіграти свою роль, уряди в усьому світі збільшують інвестиції в різні аспекти екосистеми електромобілів, щоб полегшити власникам придбання, експлуатацію та обслуговування електромобіля. Кілька мільярдів доларів інвестуються у створення заводів з виробництва електромобілів, надання податкових пільг як продавцю, так і покупцеві, а також у встановлення зарядних станцій, щоб заряджати електромобілі [10].

Подібно до того, як споживач приймає електромобіль, галузь транспорту та управління автопарком також вносить подібні зміни. І переваги, які приносить парк електромобілів, є значними. Наприклад, виключається найбільша стаття витрат у експлуатації автопарку, тобто споживання палива. Додайте до цього різноманітні інші переваги, як менші витрати на технічне обслуговування, підвищену цінність протягом усього терміну служби тощо.

Цілком природно, що система управління автопарком, яку використовують логістичні та транспортні компанії, також потребує переосмислення, щоб бути впевненими, що вони залишаються на вершині управління парком електромобілів, але також користуються всіма перевагами, які пропонує автопарк електромобілів.

Можна сказати, що компанія керує «парком електромобілів», коли вона орендує або купує купу електромобілів для роботи своєї транспортної чи логістичної компанії. «EV», звичайно, розшифровується як «електричний транспортний засіб», який працює повністю або частково за допомогою електроенергії [10].

Ці транспортні засоби часто називають «екологічними транспортними засобами», оскільки вони не викидають вуглекислого газу, а отже, надзвичайно екологічні. Електромобілі працюють від акумуляторів, які можна заряджати через «зарядну станцію», яка, по суті, є фізичним місцем, де доступні кілька зарядних пристроїв, які можна підключити до вашого EV і відновити його заряд. Це не тільки оптимізує продуктивність парку електромобілів, але й забезпечує цілісну перспективу управління ним.

Незважаючи на всі свої переваги, електромобілі також приносять свої унікальні виклики, особливо тому, що вони представляють новий набір динаміки роботи. Деякі з них включають:

- Змусити водіїв взяти на себе відповідальність за стягнення плати
- Розгортання транспортних засобів без знання їх SOC (стану заряду)
- Використання громадських станцій для заряджання транспортних засобів понад необхідне [10]

Зменшення викидів вуглецю та боротьба зі зміною клімату залишаються єдиною, найбільшою перевагою використання парку електромобілів. І хоча електромобілі все ще далекі від досягнення свого потенціалу з точки зору кількості транспортних засобів на дорозі, уряди, виробники та політики докладають неабияких зусиль, щоб збільшити їх впровадження, а отже, і переваги. Ось деякі переваги:

1) Статистика заряджання в реальному часі. Можливо, найбільшою перевагою системи керування автопарком електромобілів є те, що вона надає інформацію про заряджання в реальному часі. Це має вирішальне значення для менеджерів автопарку при розрахунку відстані, яку здатний подолати кожен транспортний засіб. Завдяки автопарку електромобілів це є відправною

точкою для розподілу та відправлення транспортних засобів на щоденні маршрути доставки.

2) Проста інтеграція з хмарними системами. Найбільша перевага хмарного програмного забезпечення для керування електромобілями в управлінні парком електромобілів полягає в тому, що інтеграція проста. Оскільки електромобілі вбудовані в хмарне програмне забезпечення, обидва можуть бути легко інтегровані. Це полегшує обмін даними, спілкування, відстеження в реальному часі тощо.

3) Усуває споживання палива. Витрати на паливо є найвищими витратами на обслуговування та експлуатацію парку транспортних засобів. Таким чином, перехід на електромобілі зменшує величезну частину цих експлуатаційних витрат і позитивно впливає на кінцевий результат.

4) Зниження витрат на технічне обслуговування. Електромобілі скорочують час простою транспортного засобу і, отже, загальні витрати на технічне обслуговування парку – оскільки вони мають менше рухомих частин і потребують мінімальної заміни компонентів.

5) Підвищення ефективності. Системи електропарків дають менеджерам автопарків цілісне уявлення про роботу всього автопарку та дозволяють їм ефективно контролювати діяльність автопарку. Керівники автопарку мають перспективу в режимі реального часу щодо всіх аспектів роботи автопарку, включаючи місцезнаходження транспортних засобів, ETA, поточні роботи, стан завершення, доставки, а також можуть підтримувати прямий зв'язок із водіями свого автопарку, коли вони виконують свій щоденний графік.

6) Підвищена безпека автопарку. Зрештою, безпека всіх учасників роботи автопарку має першочергове значення, і компанії, які керують автопарком, несуть пряму відповідальність за це. Системи керування

електромобілями відстежують, чи дотримуються призначені протоколи безпеки, і за потреби вживають швидких коригувальних заходів.

7) Підвищення рентабельності. Завдяки низьким витратам на технічне обслуговування та іншим покращеним параметрам продуктивності (не кажучи вже про податки, які пропонують органи влади в усьому світі), використання електромобілів значно підвищує рентабельність. Використання програмного забезпечення для керування парком електромобілів для підтримки ефективної роботи ще більше додає прибутку [10].

2.3 Рішення, пропоновані IoT в управлінні автопарком

Основна мета операторів автопарків, які стоять за їхніми зусиллями, полягає в досягненні найнижчої сукупної вартості володіння (ТСО), одночасно намагаючись відповідати суворим нормам безпеки та охорони навколишнього середовища.

Подібно до того, як програмне забезпечення для керування автопарком забезпечує плавне відстеження транспортних засобів, Інтернет речей об'єднує додатки, роблячи роботу автопарку екологічнішою, безпечнішою та економічнішою [11].

Рішення, пропоновані IoT в управлінні автопарком:

– Робота з 3 основними технологіями

IoT працює за допомогою трьох основних технологій управління автопарком – RFID, GPS і OBD II. GPS і OBD II допомагають отримувати інформацію в режимі реального часу про технічне обслуговування автомобіля, маршрути та умови водіння, тоді як RFID сприяє контролю та відстеженню продуктів.

– Пропонує кращу видимість

IoT збирає дані з різних датчиків і допомагає компаніям з управління автопарком використовувати цю інформацію для досягнення різних цілей,

таких як продуктивність автопарку, дотримання законів, поведінка водія, холостий хід і перевищення швидкості автомобіля. Завдяки автоматизації, менеджери автопарків постійно знають про місцезнаходження транспортних засобів і водіїв.

Автоматизоване керування автопарком також допомагає керівнику автопарку швидше виявити потенційні проблеми, щоб можна було зменшити ризики до того, як вони вийдуть за межі керованих меж [11].

Таким чином, рішення IoT можуть захистити компанію від загрози задоволеності клієнтів або вплинути на безпеку водіїв, тим самим зменшуючи ймовірність збільшення витрат.

– Забезпечує миттєві покращення та швидке прийняття рішень

Правильне впровадження IoT гарантує миттєве підвищення продуктивності за рахунок оптимального використання ресурсів. Швидкий збір і обмін інформацією може допомогти вам діяти в реальному часі, допомагаючи компанії миттєво вдосконалюватися та швидко приймати рішення.

Це може скоротити час, витрачений на простої та перевищення швидкості, а також зменшити непотрібний знос транспортних засобів.

– Розумний моніторинг для профілактичного обслуговування

Технологія не тільки допомагає вам отримати краще уявлення про підключення до всіх транспортних засобів у вашому парку та поведінку водія, але ви також можете контролювати стан автопарку у віддалених місцях за допомогою пристроїв IoT [11].

Ця техніка гарантує, що ви отримуватимете сповіщення про такі послуги, як температура охолоджуючої рідини, низький рівень заряду батареї,

нагадування про перевірку, перевірка двигуна та інші фактори, необхідні для технічного обслуговування ваших транспортних засобів, а також для забезпечення їх безпеки та працездатності протягом довшого періоду.

– **Використання величезних даних**

Автопарк із великою кількістю транспортних засобів генерує величезні дані та інформацію, як пройдені милі, споживання палива, використання транспортних засобів, відстеження швидкості та багато іншого.

До впровадження IoT, менеджеру автопарку доводилося збирати всю інформацію вручну, що призводило до значних провалів у неефективності. Однак із появою Інтернету речей офісні технології, транспортні засоби та пристрої водіїв підключаються в режимі реального часу. Це дає менеджерам автопарків достатньо часу, щоб зібрати дані, проаналізувати їх і зрозуміти проблеми транспортних засобів, щоб швидко діяти.

– **Можливе дистанційне відстеження в будь-який час**

Інтернет речей допомагає логістичним компаніям відстежувати щоденні операції за допомогою хмарного програмного забезпечення та допомагає менеджерам автопарків відстежувати автопарки у віддаленій місцевості в будь-який час і в будь-якому місці. Технологія також стає в нагоді, коли транспортні засоби не працюють під час поганої погоди [11].

Автоматичні оповіщення та повідомлення гарантують, що обидві вантажівки будуть відправлені, щоб забрати зламані транспортні засоби, або водій буде вчасно повідомлений про погані погодні умови, і неприємності будуть врятовані через попередження, сповіщення або автоматичне змінення маршруту.

– **Оптимізація палива**

Однією з найбільших проблем для керівників автопарків є зростання вартості палива. IoT також допомагає забезпечити економію палива.

Поведінка та стиль водіння водіїв значною мірою впливають на паливну ефективність автопарку. Як оператор автопарку, ви можете навчити водіїв практикувати оптимізоване використання палива на основі інформації, яку вони отримують через автоматизоване програмне забезпечення.

Таким чином водії можуть економити паливо під час гальмування, перемикання передач, поворотів і прискорення.

– **Зменшення витрати на технічне обслуговування**

Своєчасне обслуговування збільшує термін служби автомобіля. Автоматизований трекер і численні датчики, які прикріплені до транспортних засобів, надсилають попередження та сигнали, коли деталі транспортного засобу наближаються до поломки та потребують технічного обслуговування. Це допомагає скоротити час безвідмовної роботи автомобіля [11].

– **Усунення можливості затримки доставки**

Затримки в доставці впливають на надійність і довіру до вашої компанії. Розбіжності в розкладі зрештою знижують якість послуг, які пропонує ваша компанія. Коли менеджер автопарку знає про причини затримки доставки, він може вжити відповідних заходів. Побічно це підвищує якість послуг, які ви надаєте, тим самим завойовуючи лояльність клієнтів у довгостроковій перспективі.

Використовуючи правильну програму IoT, ви можете приймати своєчасні бізнес-рішення та випереджати конкурентів.

– **Створення додаткової вартості для постачальника послуг**

Рішення для бездротового відстеження пропонують додаткову цінність як для кінцевого користувача, так і для постачальника послуг. Оскільки датчики дверей і температури з'єднані в причепі без проводів із пристроєм

відстеження GPS, це зменшує проблеми, які виникають під час використання кабелів.

У середньому потрібно від 20 до 30 метрів кабелю, щоб прокласти всі кінці від кабіни до причепа. Ці кабелі вимагають додаткових витрат на інсталяцію, а також весь процес електропроводки [11].

Крім того, це також вигідно для кінцевих користувачів, оскільки драйвери не знаходять жодних кабелів, вони не можуть пошкодити, підробити або пошкодити систему відстеження.

– Підтримка продуктивності двигуна

Загальна ефективність автопарку залежить від продуктивності транспортних засобів. Справність двигуна дуже важлива для загальної роботи автомобіля. Рішення «Віддалений моніторинг і діагностика» IoT допомагають організації відстежувати та аналізувати критичні частини механізму.

Аналіз забезпечує оновлення кодів діагностичних несправностей і управління запчастинами, пропонуючи таким чином інтегроване рішення для управління автопарком.

– Оптимізація маршруту

Завдяки дистанційному відстеженню ви завжди будете в курсі маршруту, яким їде водій. Крім того, ви маєте можливість підвищити ефективність подорожі шляхом оптимізації маршруту. Найкраще програмне забезпечення для керування автопарком приносить успіх бізнесу, покращує робочий процес і підвищує дохід.

За допомогою IoT стає легше запровадити систему відстеження автопарку, а також прийняти рішення про отримання прибутку [11].

2.4 Телематика і уніфікована платформа керування автопарком

Автопарк сповнений сюрпризів через необдумані звички водіїв, непотрібні зупинки, зношеність транспортних засобів, викрадення

транспортних засобів, а також часті зміни правил дорожнього руху та дотримання правил дорожнього руху [12].

І це рецепт нещасних випадків, шахрайства з витратами, зрештою, призводить до збитків бізнесу. Таким чином, дуже важливо мати систему управління автопарком або телематичну систему. Такі системи допомагають відстежувати та контролювати транспортні засоби ефективно в економічно вигідний спосіб [29].

Це може запропонувати компаніям конкурентну перевагу, особливо під час фінансових труднощів, коли будь-яка економія може допомогти компаніям пройти довгий шлях. Найважливіше, що тут слід зауважити, це те, що терміни «система управління автопарком» і «система телематики» не можна використовувати як взаємозамінні. Обидві програмні системи відрізняються і мають свої відповідні переваги [12].

Система керування автопарком діє як центральне сховище інформації, яке зберігає всі дані про ваші автопарки, необхідні для ефективного керування ними, наприклад:

- Незалежно від того, куплені чи орендовані транспортні засоби
- Детальні характеристики транспортних засобів
- Графіки обслуговування та ремонту
- Історія обслуговування
- Документи, пов'язані з водійськими правами, страхуванням автомобіля, відповідністю, податками тощо.
- Облік витрат на паливо та інші витрати

Ці системи спрямовані на зменшення зусиль, пов'язаних із керуванням автопарками, упорядкуванням їх операцій і їх оновленням. Таким чином, це допомагає власникам автопарків зменшити експлуатаційні витрати, відповідати вимогам і підвищити ефективність.

Завдяки вбудованим комплексним інструментам звітування програми для керування автопарком можуть допомогти вам налаштувати сповіщення для таких функцій, як геозона, несанкціонований доступ, простої транспортного засобу тощо, а також дають вам змогу посилити контроль над керуванням автопарком [12].

Телематичні рішення – це більше, ніж просто відстеження розташування транспортних засобів на карті. Він включає в себе встановлення пристроїв (відомих як чорні скриньки) у транспортному засобі, які контролюють і відстежують інформацію, наприклад місцезнаходження автомобіля, його продуктивність, поведінку водія за кермом, і надсилають дані на сервер компанії або в додаток, встановлений на смартфоні.

В таблиці 2.1 представлено різницю між керуванням автопарком і телематичним рішенням.

Переваги інтеграції двох:

- Поєднання створює більш комплексний моніторинг та аналіз ризиків шляхом відстеження даних про поведінку водія з інформацією про швидкість, порушення правил дорожнього руху, штрафи тощо.
- Можливість відстежувати та сповіщати про технічне обслуговування автомобіля для забезпечення своєчасного ремонту.
- Усунення холостого ходу автомобіля
- Оптимізація маршрутизації
- Оптимізує процеси, автоматизувавши адміністративні завдання
- Підвищує точність, усунувши схильну до помилок паперову роботу

Коротше кажучи, інтеграція системи відстеження транспортних засобів і керування автопарком із телематичним програмним забезпеченням створює

можливість для підприємств зменшити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність [12].

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика керуванням автопарком і телематичним рішенням

Програмне забезпечення для керування автопарком	Телематичне програмне забезпечення
• Зберігає специфікації транспортних засобів, відстежує технічне обслуговування транспортних засобів, планує записи водія та документи відповідності, веде записи транзакцій, як квитанції про паливо, рахунки на ремонт тощо. • Зберігає дані водія, як контактний номер, історію хвороби, інформацію про ліцензії тощо. • Веде відстеження політики парку а також витрати на володіння та експлуатацію.	• Відстежує місцезнаходження транспортного засобу, стежить за поведінкою водія, планує оптимізовані маршрути. • Переглядає паливо в режимі реального часу, зчитує одометр у реальному часі, надсилає сповіщення на основі геозонування, надсилає сповіщення для нагадування про технічне обслуговування. • Відстежує швидкість автомобіля, сповіщає про несправності автомобіля в режимі реального часу, підтримує маршрут історії.

Управління автопарком і телематика – це, безумовно, різні рішення, і вони мають відповідні переваги. Однак при спільному використанні ця комбінація значно розширює можливості власників автопарків щодо картографування, моніторингу та керування транспортними засобами [30].

Надання корисної інформації щодо використання транспортного засобу, поведінки водія, маршрутів, пройденої відстані, спожитого палива, відвіданих місць тощо – поєднання двох систем допомагає власникам автопарків підвищити ефективність роботи [12].

2.5 Компанії, які використовують систему управління автопарком

Транспортні компанії є опорою будь-якої економіки. Різним підприємствам потрібні різні види транспорту, щоб надавати послуги з доданою вартістю та гарантувати безпечну та своєчасну доставку своєї продукції клієнтам.

Ось список 10 найкращих транспортних компаній, які використовують систему керування автопарком і програмне забезпечення GPS-відстеження для оптимізації своєї роботи та отримання інших переваг:

– Allied Transport Company

Allied Transport Company (ATC), провідна транспортна компанія в Дубаї, спеціалізується на наземних вантажних перевезеннях і перевезеннях усіх типів вантажів. ATC використовує обладнання та технології лише найкращих брендів, щоб підтримувати світові стандарти для свого автопарку з понад 1000 вантажівок і 2800 причепів.

Він використовує спеціально розроблене транспортне обладнання разом із передовою високотехнологічною системою відстеження. Завдяки спеціалізованим відстеженням і технологіям GPS компанія ATC може без проблем обробляти свій парк причепів і дає можливість своїм клієнтам самостійно відстежувати свої відправлення.

– Al-Futtaim Logistics

Al-Futtaim Logistics, провідна логістична компанія в Дубаї, працює з парком автобусів, вантажівок-рефрижераторів, причепів і бічних навантажувачів для контейнерних перевезень. На всіх їхніх транспортних засобах встановлено системи відстеження транспортних засобів, щоб контролювати ефективність транспортного засобу та водія та гарантувати швидку та безпечну доставку товарів.

Система управління автопарком допомагає розробляти оптимальні вантажі та маршрути для економічного транспортування та розподілу.

– **Логістика Momentum**

Momentum Logistics використовує окремі системи транспортування, планування та маршрутизації, а також систему управління активами, яка використовується для управління їхніми активами. Програмне забезпечення для відстеження активів відстежує, як поводить себе кожен автомобіль у автопарку, а потім планує подальші дії щодо ремонту чи технічного обслуговування.

Система, керована GPS, допомагає координувати маршрут, визначати місцезнаходження автомобіля тощо.

– **Швидкий доступ(Rapid Access)**

Rapid Access, глобальний постачальник обладнання для платформи доступу з електроприводом, використовує власну систему керування автопарком для відстеження всіх своїх активів. Система управління активами забезпечує глибоке уявлення про використання активів за типами машин для кожної країни та кожного депо в цих країнах.

Система дозволяє Rapid Access приймати обґрунтовані рішення щодо всіх місць, де може знадобитися її автопарк у всьому регіоні.

– **Almajdouie Logistics**

Компанія Almajdouie Logistics оснастила свій автопарк передовими телематичними рішеннями для підвищення ефективності, безпеки та підключення транспортних засобів для свого великого парку з 1200 вантажівок і 1400 причепів. Рішення дозволяє компанії все більше розвивати свій бізнес за допомогою можливостей керування автопарком у режимі реального часу та аналізу на основі даних.

Технологічне рішення допомагає підвищити ефективність як автопарку, так і операцій бек-офісу, скоротити операційні витрати, відповідати вимогам законодавства та підвищити безпеку водія та вантажу.

– **ShipChain**

ShipChain, постачальник логістичних рішень на базі блокчейну, впровадив сучасне рішення для управління автопарком, яке надає краще розуміння їх товарних запасів і покращує видимість у всьому глобальному ланцюжку поставок. Система управління автопарком, застосована в ShipChain, має повністю сумісний ELD і повний набір функцій, таких як GPS-відстеження, звітність IFTA, відстеження часу простою, діагностика транспортних засобів і багато іншого.

Завдяки інтеграції телематичних даних у свою систему керування автопарком через рішення Electronic Logging Device (ELD), весь автопарк і водії компанії можуть доставляти вантажі вчасно та на повну потужність.

Це значно підвищило операційну ефективність і бізнес-можливості компанії.

– **Galadari Motors, OAE**

Система управління автопарком, запроваджена в Galadari Motors, допомогла оптимізувати їхню діяльність і ефективно управляти їхніми активами. Моніторинг розташування активів у режимі реального часу, а також ідентифікація водіїв допомогли їм підвищити продуктивність і підзвітність. Також відбулося суттєве скорочення непотрібних витрат і нецільового використання транспортних засобів.

Функція нагадування про обслуговування допомогла усунути пропущені графіки обслуговування, тоді як підсумок робочого часу допоміг підтримати відвідуваність і зменшити помилкові претензії щодо понаднормової роботи.

– BEE'AH

Bee'ah, компанія Waste Bin Management, розташована в Шарджі, запровадила найсучасніше рішення для управління автопарком, яке покращило її операції та управління витратами за допомогою моніторингу в реальному часі, відстеження історії транспортних засобів, звітів на вимогу тощо. Функції моніторингу активів, включаючи керування обслуговуванням, моніторинг рівня палива та створення звітів про ефективність активів, допомогли Bee'ah зменшити свої операційні витрати та підвищити продуктивність активів.

Оптимізація маршруту та планувальник допомагають оптимізовано планувати щоденні дії та забезпечують ідентифікацію фактичного робочого часу.

Система Fleet Management приносить користь компанії, оскільки має сигналізацію в режимі реального часу та інформацію про дії як водія, так і транспортного засобу, щоб ідентифікувати будь-яке неправильне використання транспортного засобу в режимі реального часу. Це допомогло оптимізувати маршрути.

– Airlink International OAE:

Airlink International UAE - це універсальне рішення для будь-яких потреб у подорожах і логістиці в ОАЕ та інших країнах.

Підрозділ управління подорожами Airlink оснащено найновішими технологіями та розширеними можливостями відстеження транспортних засобів для ефективного управління логістичними та вантажними послугами, що охоплюють складування та розподіл, повітряні/морські/наземні вантажні перевезення, військовий транспорт та логістику, логістику подій, а також пакування та перевезення.

Маючи ефективну систему управління автопарком, компанія Airlink повністю оснащена сучасним обладнанням для керування операціями свого автопарку та ефективного обслуговування повного власного обслуговування транспортних засобів.

– **Freight Systems Limited (FSL)**

FSL, міжнародна транспортно-експедиційна компанія, пропонує широкий спектр логістичних послуг клієнтам у понад 30 країнах світу.

Інтегровані IT-рішення та система управління автопарком допомагають компанії керувати повсякденними операціями, включаючи рух вантажів з порту в порт і управління складними ланцюгами поставок.

Завдяки розширеним службам електронного відстеження клієнти можуть бути в курсі всіх своїх відправлень, наприклад, авіап перевезення, морські перевезення або запити щодо митного оформлення [13].

2.6 Як система керування автопарком уникає дорожньо-транспортні пригоди

Транспортні компанії можуть суттєво зменшити кількість аварій, використовуючи ефективні технології управління автопарком.

Таким чином, все більше операторів автопарків звертаються до інтелектуальних систем керування автопарком, щоб відстежувати дії та поведінку водіїв, забезпечувати дотримання правил дорожнього руху та правил безпеки дорожнього руху та допомагати уникнути аварій. Ось як допомагає система керування автопарком [14].

Моніторинг автомобіля:

Телематика на основі штучного інтелекту, пристрої моніторингу поведінки в транспортному засобі та інструменти профілювання водія допомагають менеджерам автопарків відстежувати автопарки, контролювати та аналізувати дії та поведінку водіїв, а також відстежувати години водіння.

Проактивний моніторинг водіїв забезпечує відповідність вимогам водія та знижує кількість аварій [14].

Ці системи можуть виявляти водіїв із групи ризику та водіїв із найвищими показниками, заохочувати до належної поведінки та надавати зворотний зв'язок без втручання людини.

Сповіщення в реальному часі:

Керівники автопарку отримують сповіщення в режимі реального часу про проблеми з безпекою в автомобілях, наприклад:

- Використання ременя безпеки
- Уважність водія або ознаки вживання алкоголю чи наркотиків
- Поведінка водія, зокрема перевищення швидкості, раптові повороти, різке гальмування та в'їзд у заборонені зони.
- Аварії та інші надзвичайні ситуації

Система гарантує, що очі водія завжди будуть на дорозі, надсилаючи в реальному часі оновлення важливих подій і відволікаючих факторів менеджеру автопарку [14].

У разі надзвичайних ситуацій, тривога на основі програми запускає сповіщення, яке надсилається на телефон менеджера автопарку, що дозволяє йому негайно вжити заходів.

Передові системи допомоги водієві:

- Система відстеження GPS, інтегрована з передовими технологіями безпеки, допомагає запобігти нещасним випадкам.
- Інструменти для навчання водіїв забезпечують вербальний інструктаж водіїв у режимі реального часу, щоб допомогти їм зрозуміти, як саме їм потрібно керувати автомобілем, щоб бути безпечним і ефективним.

- Електронна система контролю курсової стійкості може передбачити втрату контролю або ситуацію перекидання, якщо водій раптово повертає, і може навіть застосувати гальма, щоб контролювати ситуацію.
- Система запобігання зіткненням використовує радарну технологію для виявлення металевих об'єктів на відстані до 500 футів попереду, подає попередження та застосовує автоматичні гальма, якщо водій не дотримується безпечної дистанції.
- Система Lane Assist використовують відеокамеру для виявлення розмітки смуги руху, визначення положення автомобіля та попередження водія, якщо транспорт починає заносити. Якщо водій не помічає, він автоматично повертає автомобіль назад на лінію.
- Intelligent Speed Assistance використовує дані про обмеження швидкості, пов'язані з GPS, або камери розпізнавання дорожніх знаків, щоб попереджати водіїв про обмеження швидкості на дорозі та навіть може автоматично припиняти прискорення [14].

Профілактичне обслуговування:

Функція профілактичного обслуговування системи допомагає власникам автопарків підтримувати транспортні засоби в технічному обслуговуванні в будь-який час, тому вони залишаються безпечними та ефективними на дорогах. Система відстежує терміни придатності шин і планує періодичну заміну шин.

Служби періодичної перевірки та технічного обслуговування стежать за шинами та термінами їх придатності, мастильними матеріалами для двигунів, коробкою передач, гальмами та світлом, щоб автопарк продовжував працювати безперебійно [14].

Система керування автопарком перевіряє стан кожного компонента автомобіля та надсилає докладний звіт до командного центру автопарку. Будь-

яка деталь автомобіля, яка виявляє шум чи несправність, може бути негайно відремонтована або замінена.

Безпека є великою проблемою в операціях автопарку. Тож водії мають дотримуватись усіх правил дорожнього руху під час руху, щоб створити безпечні умови дорожнього руху для всіх учасників дорожнього руху [32].

Удосконалена система керування автопарком допомагає власникам автопарків постійно контролювати продуктивність і поведінку водіїв, щоб переконатися, що вони дотримуються правил дорожнього руху, щоб зменшити кількість нещасних випадків [14].

2.7 Покращення в управлінні автопарком завдяки IoT

Для окремих користувачів приділення уваги тиску в шинах може не мати такого великого впливу на загальну вартість технічного обслуговування автомобіля, але оператори автопарків, які мають сотні транспортних засобів, розуміють важливість правильного тиску в шинах і його вплив на загальні витрати на технічне обслуговування шин – настільки, що просто підтримання потрібного тиску в шинах їхніх транспортних засобів, залежно від розміру автомобіля та навантаження, може заощадити тисячі доларів щорічних витрат на технічне обслуговування [15].

Тиск у шинах є одним із багатьох аспектів оптимального керування автопарком – оператори автопарків працюють над зниженням загальної вартості володіння за допомогою відповідного керування маршрутами, оптимізації споживання палива, підвищення безпеки, керування продуктивністю водія та технічного обслуговування автомобіля.

Завдяки впровадженню правильних рішень IoT, можна озброїти автопарки новими можливостями та допомогти їм підвищити ефективність роботи, зручність, безпеку та зменшити загальні витрати [40].

Оператори автопарку та компанії, які володіють автопарком, витрачають багато часу, грошей і ресурсів на ефективне управління активами автопарку,

щоб гарантувати, що вони відповідають стандартам безпеки та працюють на бажаних рівнях продуктивності [15].

Ось кілька способів, завдяки яким IoT покращує управління автопарком

Екологічно

Для прикладу візьмо автопарк таксі з будь-якого міста. Головною метою впровадження рішення Інтернету речей в автопарк - є відстеження продуктивності водія та споживання палива разом із усіма стандартними функціями керування автопарком (і відстеженням транспортних засобів), а також інтегрованим рішенням для служби таксі - моніторинг стану.

Перевищення дозволеної швидкості або простоювання транспортних засобів шкідливо впливають на навколишнє середовище, крім того, що вони також спричиняють надмірне зношування та додаткові витрати на паливо. Використовуючи технологію IoT, компанія може легко відстежувати поведінку водіїв і отримувати автоматичні сповіщення в реальному часі, що надзвичайно допоможе їм мінімізувати неприйнятну поведінку.

Профілактичне обслуговування

Транспортні засоби, обладнані датчиками, надсилають автоматичні сигнали та ранні сповіщення, коли контрольовані частини потребують технічного обслуговування або близькі до поломки. Крім того, сповіщення про низький рівень заряду батареї, температуру охолоджувальної рідини або технічне обслуговування двигуна можуть допомогти в проведенні профілактичного обслуговування – усі ці фактори допомагають транспортним засобам безпечно працювати протягом тривалого часу.

Продуктивність двигуна

Продуктивність транспортного засобу має дуже вирішальний вплив на загальну ефективність автопарку. Однією з найважливіших частин

транспортного засобу є двигун. Є декілька компаній з виробництва двигунів, і згадані двигуни зазвичай використовуються у великому автопарку. У той час, коли IoT був лише модним словом, ці компанії спочатку впроваджували «Віддалений моніторинг і діагностику», а пізніше повномасштабне рішення IoT, яке допомогло їм дистанційно контролювати та аналізувати критичні параметри двигуна разом із діагностичними кодами несправностей і подальший збір даних у транспортному засобі, а пізніше інтегрована оптимізація польових інженерів і керування запасними частинами з інтегрованим рішенням для керування автопарком.

Підвищення ефективності використання палива

Як правило, стиль водіння та поведінка водія сильно впливають на економію палива. Такі речі, як непотрібний холостий хід, моделі прискорення та уповільнення, відмова від звичок, середня швидкість тощо впливають на економію палива. Використовуючи IoT, менеджери автопарків можуть відстежувати всі такі дані за допомогою вбудованих датчиків і працювати з водіями, щоб покращити економію палива.

Отримання інформації

Завдяки різноманітним датчикам автопаркові компанії мають доступ до великої кількості даних, які вони можуть аналізувати, щоб отримати практичну інформацію про дотримання водіями законів, перевищення швидкості та холостого ходу транспортного засобу, а також моделі водіння тощо. Ця інформація може допомогти компаніям швидко приймати рішення в режимі реального часу для миттєвого вдосконалення. Фактично, ці відомості також можуть допомогти в ефективному управлінні загальним ланцюжком поставок.

Автоматизація

IoT в управлінні автопарком дозволяє операторам автопарку автоматизувати різні процеси та планування поїздок. Наприклад: якщо

автомобіль ламається, система може надіслати автоматичне сповіщення про квиток на евакуатори та найближчі станції технічного обслуговування. У разі попередження про погоду водіям можуть надсилатися автоматичні сповіщення, щоб допомогти їм змінити маршрут тощо.

На основі зібраних даних про маршрут, трафік, швидкість транспортного засобу, кількість пасажирів тощо ці системи генерують сповіщення та відображають повідомлення, які допомагають пасажирам планувати їхні маршрути та подорожі. Справді розумна інновація для розумних міст.(ТЕЗА) [15]

2.8 Смарт автомобілі і міжмашинна комунікація

Комунікації між машинами (M2M), і особливо Smart Cars, можуть допомогти покращити запобігання нещасним випадкам. Один із способів, яких я хотів показати в своїй роботі – це програма Waspnote. Університет Макгілла розробив пілотну програму керування автомобілями з дистанційним керуванням за допомогою Waspnote, щоб зменшити кількість автомобільних аварій, спричинених помилками людини [15].

ДТП зі смертельними наслідками є однією з найважливіших причин смерті в усьому світі. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, до 2023 року буде вбито понад 150 000 людей, оскільки автомобілі стануть більш присутніми в країнах, що розвиваються, що збільшить кількість транспортних засобів на дорогах світу до 2 мільярдів. Багато технологічних інновацій підвищили безпеку дорожнього руху. Проте близько 90% нещасних випадків стаються через помилку людини [35].

Розумні автомобілі або навіть автомобілі без водія забезпечать додаткові переваги, крім безпеки. Вони могли когось висадити, а потім припаркуватися самі. Крім того, вони зменшать стрес від водіння, дозволяючи їхнім пасажирам читати чи навіть працювати. Деякі дослідження, проведені Інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE), показують, що до 2040 року

безпілотні автомобілі становитимуть до 75 відсотків автомобілів на дорогах у всьому світі. На рисунку 2.2 представлений автомобіль від компанії Google [15].

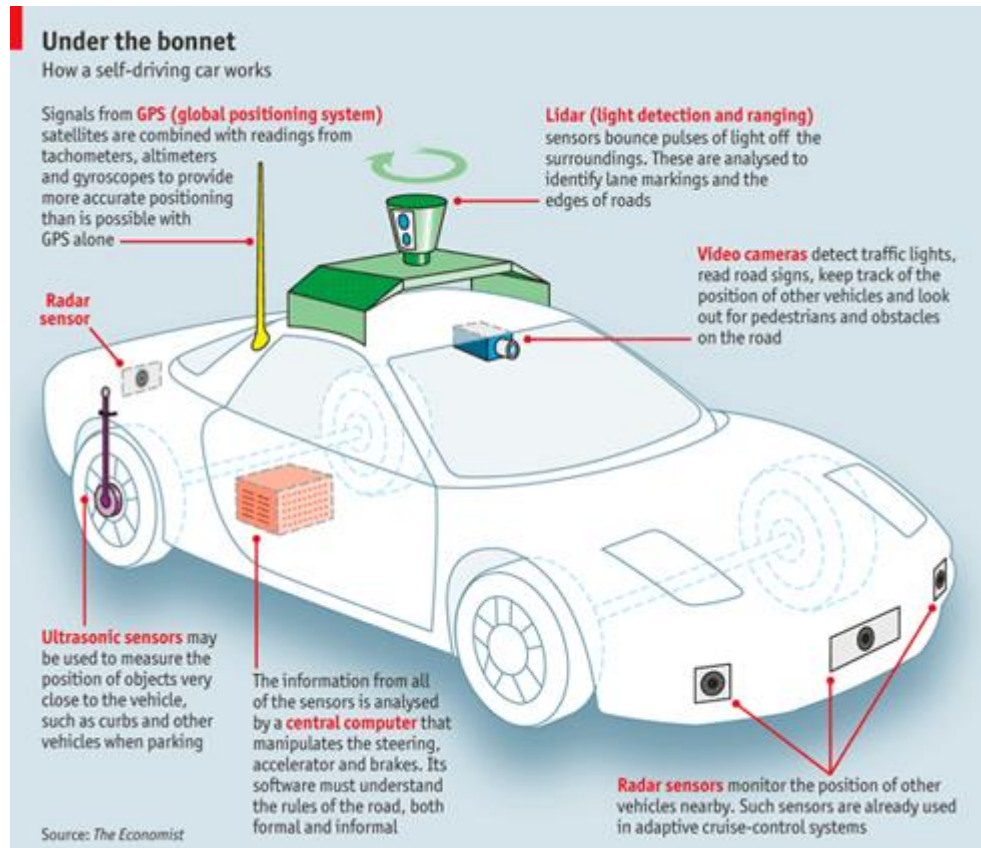


Рис. 2.2 Розумний автомобіль, розроблений Google

Передбачається, що розумні автомобілі будуть повністю розроблені за кілька років. Проте багато людей не довіряють технології настільки, щоб повністю передати повний контроль.

Дослідницький проект

Департамент електротехніки та комп'ютерної інженерії Університету Макгілла опублікував статтю про проект, розроблений минулого року. З одного боку, їхньою короткостроковою метою було створити прототип сенсорного автомобіля, оснащеного ультразвуковим датчиком і ZigBee, яким користувач може дистанційно керувати. З іншого боку, їхня довгострокова мета полягала в тому, щоб створити сітчасту мережу з кількома автомобілями для тестування зв'язку між транспортними засобами (V2V) [15].

Вони створили плату для дистанційного керування автомобілем за допомогою Wasmote через мережу ZigBee. Координатор ZigBee був підключений до комп'ютера, щоб відправляти команди безпосередньо в автомобіль. Крім того, машина могла працювати в двох режимах [15].

Режим акселерометра: автомобіль з дистанційним керуванням використовує акселерометр Wasmote, щоб знати, як він рухається. Ці дані надсилаються до іншого Wasmote, підключеного до пульта дистанційного керування, який відповідає відповідними інструкціями. Завдяки ультразвуковому датчику та інструкціям, які повертає інший Wasmote, автомобіль на дистанційному керуванні може слідувати правильним маршрутом.

Екранний режим: карта приміщення, де знаходиться автомобіль, завантажується в комп'ютерну програму. Ця програма створює маршрут для автомобіля з дистанційним керуванням і надсилає інструкції до Wasmote на автомобілі. Завдяки цим інструкціям і ультразвуковому датчику автомобіль на дистанційному керуванні може слідувати маршрутом, створеним на комп'ютері.

Проекти M2M, а особливо V2V, мають широкий спектр застосування. Платформа Wasmote також дозволяє охоплювати широкий спектр різноманітних сценаріїв і додатків завдяки своїй горизонтальності, що створює ідеальне рішення для використання в проектах M2M [15].

Wasmote для комунікацій M2M

Машина-машина (M2M) відноситься до технологій, які дозволяють спілкуватися з іншими пристроями з такою ж здатністю. M2M використовує пристрій для отримання даних зі свого середовища та надсилає ці дані на інший пристрій, який перетворює отримане повідомлення на значущу інформацію. Є чотири основні етапи, які є загальними для майже кожної програми M2M:

- Отримання даних із середовища
- Передача вибраних даних через мережу
- Обробка даних
- Відповідь на отриману інформацію

Waspote - це пристрій Libelium для бездротових сенсорних мереж, його можна використовувати для програм M2M. Окрім дистанційного керування автомобілем, його можна використовувати для широкого спектру застосувань.

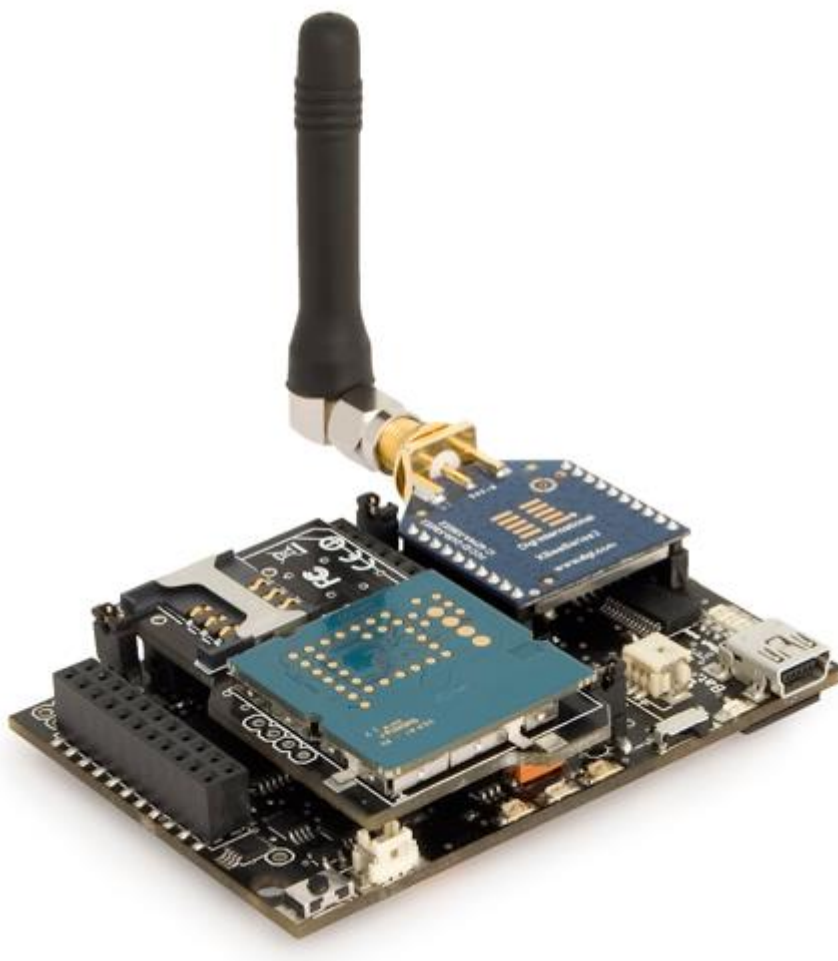


Рис. 2.3 Пристрій Waspote

У нашу платформу WSN вже інтегровано понад 50 датчиків . Щодо Smart Cars, ультразвуковий датчик можна використовувати для виявлення близькості автомобіля до об'єкта або навіть до іншого автомобіля. Крім того, датчики навколишнього середовища можуть збирати дані про навколишнє

середовище автомобіля, щоб створювати карти забруднення в місті в реальному часі [15].

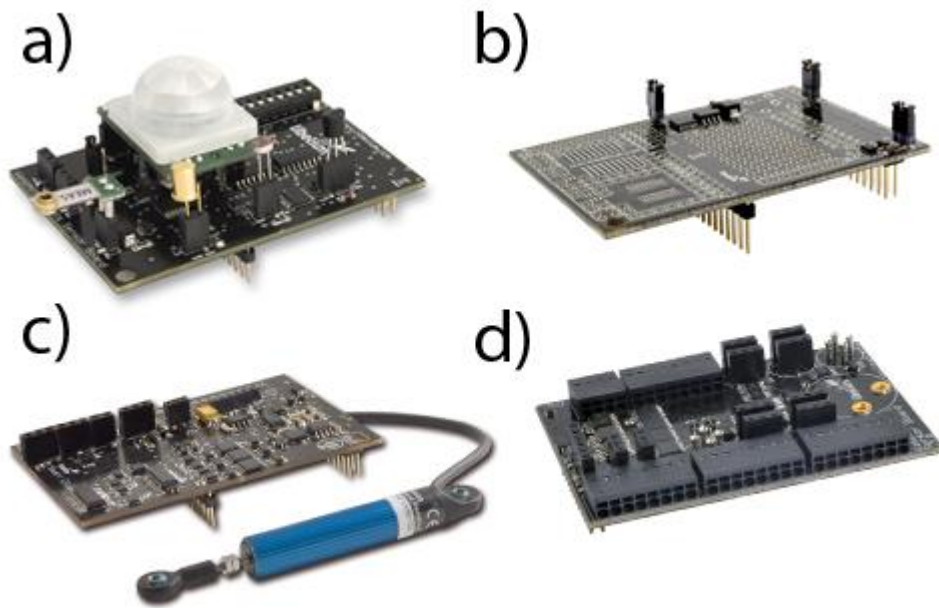


Рис. 2.4 а) Плата датчиків подій б) Плата датчиків прототипів в) Плата датчиків Smart Cities г) Плата датчиків газу

Крім того, інтеграція нових датчиків дуже проста завдяки модульності та горизонтальності Wasp mote [15].

Висновок

У сучасну епоху, швидкий технологічний прогрес об'єднує людей і речі по всьому світу. В останні роки рішення IoT стали невід'ємною частиною нашого життя. Наприклад, ви просто торкаєтесь екрана свого смартфона або говорите слово, і ви отримуєте негайну відповідь/результат. Архітектура IoT може відрізнятися від проекту до проекту, але обробка великих обсягів даних завжди буде невід'ємною частиною будь-якого проекту IoT.

Використовуючи такі технології, як вбудовані пристрої з датчиками та виконавчими механізмами, хмарні платформи та Інтернет-зв'язок, підприємства, можуть автоматизувати бізнес-процеси. Аналітика великих даних зробить інформацію, отриману з наборів даних IoT, цінним джерелом інформації для підприємств.

Система управління автопарком надає транспортним компаніям єдину інтегровану платформу для ефективного управління та моніторингу всього життєвого циклу транспортування.

Система допомагає їм зменшити витрати на транспортування та підвищити надійність доставки шляхом постійного моніторингу продуктивності та поведінки водія та відстеження роботи всіх транспортних засобів у парку.

Управління парком електромобілів є складним завданням, і використання програмного забезпечення для керування автопарком електромобілів має важливе значення для керування всіма критичними показниками продуктивності, такими як графіки зарядки, ефективна маршрутизація та споживання енергії.

РОЗДІЛ 3

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖМАШИННОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТРОКУ СЛУЖБИ СМАРТ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Технологія автомобільного вбудованого Інтернету

Перенесення автомобільних функцій («інтелекту») на сервери - є багатообіцяючим підходом для наступного покоління архітектур автомобільного програмного забезпечення. На рисунку 3.1 показано загальну архітектуру та задіяні компоненти/домени: Головний пристрій OEM є центральним компонентом автомобіля, який функціонально з'єднує дисплеї, датчики, виконавчі механізми тощо. Потім головний пристрій підключено до блоку стиснення даних. Блок стиснення даних підключено через бездротові стільникові мережі до OEM-сервера, розташованого в Інтернет-домен («Хмара»). Він, у свою чергу, може підключитися до сторонніх серверів.

Очікується, що блок стиснення даних зменшить вимоги до апаратного забезпечення головного пристрою, тим самим це підвищить швидкість передачі інформації до серверу. Крім того, налаштування та додавання нових функцій протягом терміну служби автомобіля не підвищує вимоги до апаратного забезпечення головного пристрою так сильно, як інтегровані підходи. Але не кожна автомобільна програма однаково підходить для перетворення на веб-службу. Зокрема, слід враховувати відповідні вимоги до мереж бездротового доступу, оскільки їх можна розглядати як вузьке місце цього підходу. Нарешті, слід враховувати, що транспортні засоби можуть проїжджати через зони без покриття. Отже, функціональні можливості, що залишилися під час втрати з'єднання, повинні бути добре розглянуті. Однак, оскільки багато з вищезгаданих майбутніх автомобільних функціональних можливостей все одно потребують підключення до даних, можна очікувати, що кількість придатних додатків для хмарної реалізації зросте вище середнього.

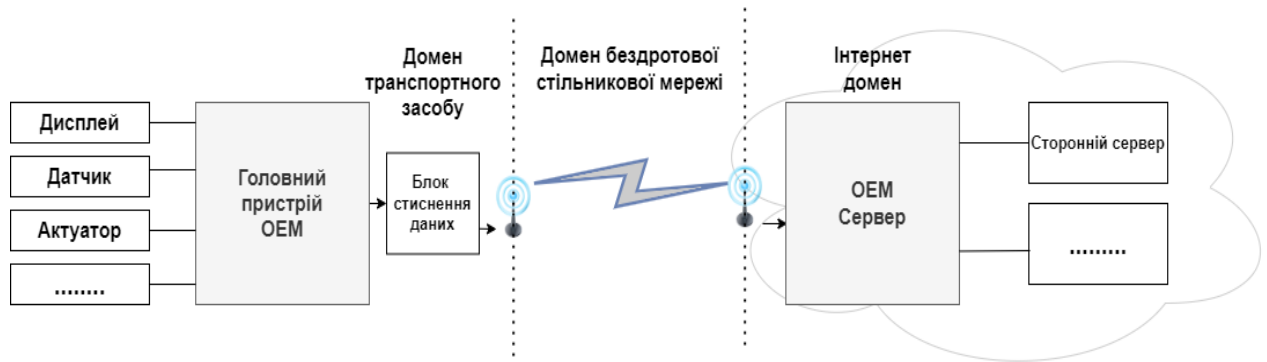


Рис. 3.1 Загальна архітектура розподіленої автомобільної програмної платформи

Розробникам програмного забезпечення для автомобілів потрібне наскрізне (E2E) рішення, яке розширює простір для розробки додатків від автомобіля до OEM-сервера. Ця архітектура називається - платформою надання автомобільних послуг (ASDP). Згідно з цим підходом, він повинен відповідати таким вимогам: він має пропонувати відповідні відкриті та стандартизовані інтерфейси та модульну конструкцію, щоб уможливити повторне використання загальних функцій відповідно до сервісно-орієнтованої архітектури (SOA). Результуючі комунікаційні можливості повинні запропонувати відповідні механізми для проектування та контролю потоків даних, а також для запобігання розбіжностям мережі щодо функціонального розподілу та масштабованості. Він повинен пропонувати можливості для посередництва та адаптації послуг. Оскільки майбутні транспортні засоби, як частина ASDP, споживатимуть і також надаватимуть послуги, їх слід розглядати не лише як підключені, але як інтегровану частину Інтернету до автомобільного вбудованого Інтернету.

3.2 Платформа надання автомобільних послуг на основі архітектури M2M

Міжмашинна комунікація (M2M), також відомий як Machine-Type Communication (MTC), був обраний як технологія для реалізації ASDP, яка відповідає наведеним вище вимогам. На даний момент повної архітектури

M2M не визначено, оскільки кращим шляхом було визначення M2M як набору функціональних блоків, розроблених різними дослідницькими інститутами, компаніями та SDO, зокрема Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів ETSI. Проект партнерства третього покоління 3GPP і відкритий мобільний альянс OMA. Потім основні заходи зі стандартизації були об'єднані в oneM2M для глобальної гармонізації.

3.2.1 Архітектура послуг

Поточна архітектура послуг ETSI M2M визначає три типи компонентів: пристрій M2M (D), шлюз M2M (G) і мережу M2M (N). D і G розташовані в домені пристроїв M2M і підключені за допомогою мереж бездротового доступу до мережевого домену, де знаходиться N. Це дозволяє створювати ієрархічні структури, де кілька D підключаються до одного G, а кілька G підключаються до одного N, що підкреслює необхідність масштабованості в контексті мільйонів пристроїв. Стосовно ASDP, D – це транспортний засіб, а N – OEM-сервер. Шлюз наразі не розглядається, оскільки транспортний засіб було вирішено бути сумісним з M2M і, отже, він може підключатися безпосередньо до N.

На відміну від широко розповсюджених вертикально інтегрованих додатків, які спричинені прагненням до кінцевої програми, M2M було розроблено як відкриту, горизонтальну та, отже, більш універсальну інтеграцію. Таким чином, рівень можливостей обслуговування (SCL), включаючи можливості обслуговування (SC), було введено в кожен компонент M2M, щоб інкапсулювати функції, які мають використовуватися багатьма додатками M2M (xA), які, таким чином, повинні містити лише бізнес-логіку. Наразі запропоновано 11 SC: увімкнення додатків (xAE), загальний зв'язок (xGC), доступність, адресація та репозиторій (xRAR), вибір зв'язку (xCS), віддалене керування об'єктами (xREM), безпека (xSEC). Збереження історії та даних (xHDR), керування транзакціями (xTM), компенсаційний посередник (xCB), Проксі-сервер взаємодії (xIP) і доступ до оператора Telco

(xTOE). X — це показник місця заповнення для компонента, в якому реалізовано SCL SC. Якщо xAE, наприклад, розташований на D, він називається DAE, xGC у мережі називається NGC тощо.

ETSI визначив чотири контрольні точки (інтерфейси): dla (вертикальна між DSCL і DA), mla (вертикальна між NSCL і NA), mld (горизонтальна між D і N) і mIm (горизонтальна між N і N). На рисунку 3.2 зображено складену функціональну архітектуру, створену відповідно до запропонованої мною ASDP на основі M2M.

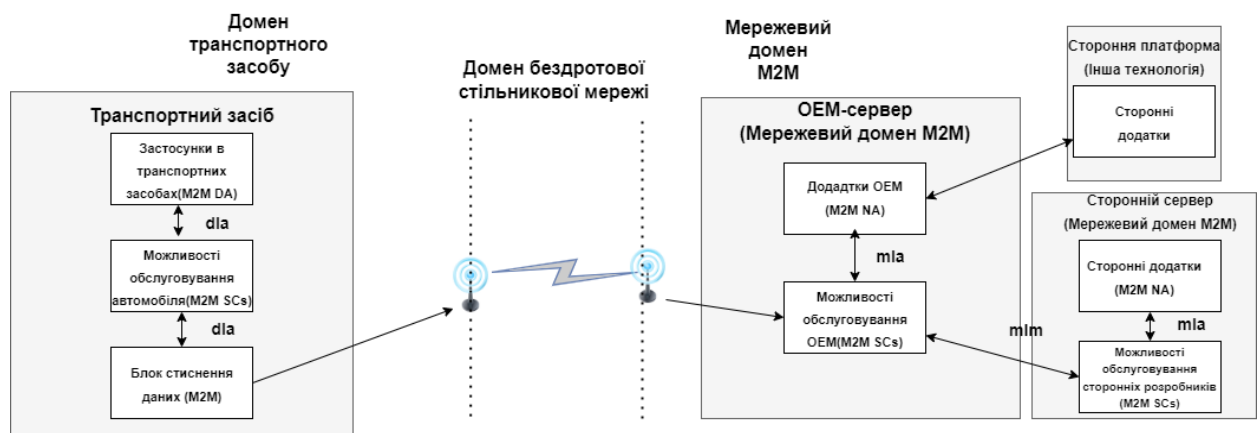


Рис. 3.2 Складена функціональна архітектура організації та управління ресурсами ASDP на основі M2M

Внутрішня архітектура сервісу M2M полягає в тому, що організація ресурсів і відповідні процедури управління відповідають архітектурному стилю RESTful. Цей стиль особливо підходить для комунікацій M2M.

Загальне, ієрархічно структуроване дерево ресурсів розташоване всередині кожного SCL для співпраці та обміну додатками, даними та SC на D, G та N. Воно описує, як різні ресурси пов'язані один з одним і його введено, щоб покращити загальну продуктивність системи за рахунок використання мінімальних структурованих даних. Піддерево на рисунку 3.2 показує загальну структуру дерева ресурсів. Кілька ресурсів, наприклад контейнери даних, повторюються на різних рівнях дерева ресурсів, яке використовується для моделювання їхнього обсягу.

Дерево ресурсів зіставляється з уніфікованими ідентифікаторами ресурсів (URI) і маніпулюється через опорні точки RESTful dIa , mIa , mId і mIm за допомогою чотирьох основних методів CRUD, так званих дієслів: CREATE , RETRIEVE , UPDATE , DELETE і можна розширити за допомогою NOTIFY і EXECUTE. Ці методи можна зіставити з протоколами прикладного рівня RESTful, швидше за все, HTTP (протокол передачі гіпертексту). Було також розроблено Constraint Application Protocol (CoAP), який спеціально розроблено для зв'язку RESTful дуже обмежених електронних пристроїв, але він також може бути цінним для ASDP.

3.3 Можливості архітектури

Основні елементи ASDP на основі M2M були реалізовані як прототип. Для оцінки можливостей поточної архітектури сервісу ETSI M2M та його застосовності до ASDP, було зіставлено приклади варіантів використання відповідно до базової архітектури, представлені вище. Три з них представлені нижче:

- 1). FCD описує транспортні засоби, які використовуються як датчики водіння, періодично повідомляючи принаймні про своє поточне місцезнаходження разом із міткою часу на сервер OEM. Ініціатор для звітування може бути пов'язаний із часом, відстанню або їх поєднанням. Сервер OEM збирає та аналізує дані з усіх транспортних засобів. Відповідні алгоритми та моделі дорожнього руху дозволяють виявляти затори та середній час у дорозі, що, у свою чергу, можна використовувати для покращеного супроводу маршруту. XFCD може передавати додаткові дані на сервер OEM, наприклад значення датчика дощу, статус датчика світла та аварійних вогнів, зовнішню температуру або дані про динаміку автомобіля, отримані від активних систем допомоги водієві. Ці дані дозволяють розширені висновки щодо безпеки та ефективності руху на конкретному маршруті. Наприклад, ожеледь на дорогах, сильний дощ або екстрене гальмування можна визначити

та передати іншим транспортним засобам, які наближаються до відповідної ділянки.

2). Сучасні транспортні засоби мають змінні інтервали обслуговування залежно від їх використання, які відстежуються з часом, щоб оцінити, коли перевищено порогові значення та необхідне обслуговування. Крім того, різні датчики та процедури перевірки можуть виявляти окремі несправності компонентів. Наразі вони зберігаються лише локально за допомогою реєстратора несправностей та зчитування вручну на станції технічного обслуговування автомобіля. M2M має забезпечувати випадки використання, коли відповідні дані можуть надсилатися на сервер OEM періодично або на основі подій/збоїв.

3). Припустимо додавання до ASDP системи онлайн-навігації, яка розраховує маршрути на сервері OEM. У такому випадку сервер знає пункт призначення, маршрут і, можливо, навіть майбутні поїздки (через доступ до онлайн-календаря). Крім XFCD і технічного обслуговування автомобіля, система також має інформацію про поточний рівень бака, відстань, що залишилася, і середню економію. На основі цих даних у поєднанні зі статистичним аналізом історичних даних про ціни на газ щодо міст, дня та часу він може надати оптимальні пропозиції щодо проміжних зупинок для заправки. Важливість таких варіантів використання зростає, особливо щодо електромобілів, де зупинки для заряджання можуть вимагати більш комплексного планування щодо мінімізації радіусу дії, часу заряджання, можливостей електростанції тощо. Удосконалення розрахунків із цими додатковими обмеженнями потребує лише вдосконалення послуг на OEM-сервер і відсутність оновлень автомобільного програмного забезпечення або значно покращені можливості бездротової мережі доступу. Крім того, послугу об'єднання автомобілів можна додати, просто підключивши її до OEM-сервера, оскільки необхідні дані (наприклад, пункт призначення, маршрут і

поточне місце розташування) уже доступні завдяки базовій програмі, як служба навігації.

3.3.1 Приклад потоку даних

Сервісна архітектура M2M загалом сприяє прозорому транспортуванню даних між D (автомобіль) і N (сервер OEM). DA і NA ніколи не обмінюються даними безпосередньо, а через свої локальні SCL. За допомогою механізмів «Оголошення» та «Підписки» архітектури сервісу ETSI M2M можна повністю або вибірково передавати дані від D до N і навпаки через дерево ресурсів, SC(L)s і зв'язок RESTful. У результаті в NSCL виникає транспортний засіб («заглушка транспортного засобу»), а в DSCL — сервер OEM («заглушка сервера OEM»). Тому локальні програми (IA) можуть споживати дані зі свого локального SCL (ISCL), спочатку згенерованого віддаленою програмою (rA), яка охоплює простір дизайну для обміну даними, розподілу, зберігання, вимог до мережі бездротового доступу та обробки з'єднання.

Оскільки дані автомобільних датчиків є основою для багатьох додатків, пов'язаних з автомобілем, вони повинні бути доступні для DA та NA в рамках ASDP. Відповідно, було введено DA «Постачальник даних транспортного засобу», щоб зробити доступними дані про місцезнаходження (наприклад, широту, довготу, висоту, курс, швидкість) і дані датчиків (наприклад, температуру води, температуру масла, стан обслуговування, рівень бака, середню економію) у локальному дереві ресурсів через спеціалізовані контейнери даних, такі як XML. З цієї причини програма може отримати дані транспортного засобу, наприклад, із зовнішнього джерела (польової шини мережі контролера (CAN-шина)) і обробляти їх відповідно. Крім того, введено NA «плаваючі дані автомобіля» для реалізації бізнес-логіки FCD.

3.3.2 Обмін даними в платформі M2M

Сучасні транспортні засоби виробляють кілька сотень мегабайт даних датчиків за секунду: наприклад, дані про місцезнаходження змінюються з частотою 1-4 Гц, але частота може сягати 20 Гц у разі швидкості, завдяки

можливостям пристрою, конструкції системи чи закону положення. Враховуючи представлений варіант стиснення даних, це дає змогу швидше отримати дані з датчиків і перенести їх на сервер, і тим самим забезпечити всіма даними інші транспортні засоби. Відповідно, теоретично між D і N має бути передано лише кілька значень, що навіть дає змогу використовувати деякі випадки з урахуванням обмежень бездротових стільникових мереж і тисяч транспортних засобів. Але в ETSI було вирішено, що інформація, яка передається між додатками M2M (наприклад, DA та NA), є чорною скринькою, непрозорою, для платформи M2M.

Отже, щоб реалізувати конкретні випадки використання, фільтрація даних транспортного засобу повинна виконуватися на прикладному рівні M2M. Таким чином, як обхідний шлях, дані можуть бути надані не звичайні, а специфічні. Оскільки можна очікувати, що правила збору даних не є фіксованими та можуть часто змінюватися під час виконання, залежно від запусканих програм, поточного регіону руху, стану трафіку, використання мережі бездротового доступу тощо, розширення для динамічної конфігурації можуть бути цінними. Однак це знову спричиняє вертикально інтегровані та ізольовані рішення на основі загальної архітектури сервісу M2M.

У контексті складних M2M-пристроїв, таких як транспортні засоби, які потенційно пропонують величезну кількість інформації, підтримка семантики, усвідомлення даних для Підписки/Повідомлення нижче прикладного рівня M2M обіцяє важливе скорочення пропускну здатності, зберігаючи найбільшу гнучкість. Це також може сприяти функціям посередництва даних на D і N, які запобігають багаторазовій передачі тієї самої інформації, спричиненій незалежними, роз'єднаними додатками.

Висновок

Підключення та відповідні розподілені автомобільні програмні платформи є основою для майбутніх транспортних засобів, які забезпечують додатковий рівень логічного висновку, передбачення та оперативності, що сприйматиметься як інтелект. Такі інтелектуальні транспортні засоби запропонують покращений досвід роботи з користувачами та розвиватимуть діяльність, пов'язану з рухом до інтелектуальної транспортної системи, з підвищеною безпекою та ефективністю руху. Щоб реалізувати це бачення, у цьому розділі пропонується платформа надання автомобільних послуг на основі M2M, яка полегшує роботу багатьох автомобільних додатків, реалізованих на зовнішніх головних блоках на серверах OEM. Було обрано сервісну архітектуру ETSI M2M, оскільки вона визначає горизонтальну сервісну платформу із загальними сервісними можливостями, інтерфейсами та зв'язком на основі ресурсів RESTful на деревах ресурсів, і вона була запропонована для реалізації в автомобільній області. Було помічено, що наразі рівень M2M лише допомагає уніфікувати зв'язок із пристроями та керувати ними, досягти роз'єднання між програмами та пристроями та обробляти технології гетерогенних мереж доступу. Але сервісна архітектура ETSI M2M наразі не дуже ефективна для складних пристроїв, які пропонують багато інформації з високою швидкістю, як транспортні засоби. Щоб підтримати це, необхідні вдосконалення, які роблять дані зрозумілими (прозорими) для платформи M2M і будуть предметом подальших досліджень.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ

Метою даного розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатностей щодо методу підвищення строку служби смарт автомобілів, а також можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів [16].

4.1. Опис ідеї проекту застосування методу підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації

У цьому розділі мною запропоновано підхід до підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації, яке вже створене або тільки планується. Мій проект направлений на збільшення терміну служби смарт автомобілів, а отже це зменшить витрати на ремонт їх і ремонт технологій до них. За допомогою міжмашинної комунікації можна повідомляти своє місцезнаходження разом з міткою часу на сервер дозволяючи виявляти затори та середній час у дорозі, що у свою чергу, можна використовувати для покращеного супроводу маршруту. Також дані датчиків дощу, світла, аварійних вогнів, зовнішню температуру або дані про динаміку автомобіля дозволяють зробити висновки щодо безпеки та ефективності руху на конкретному маршруті, наприклад, ожеледь на дорогах, сильний дощ або екстрене гальмування можна визначити та передати іншим транспортним засобам, які наближаються до відповідної ділянки.

Варто приділити увагу блоку стиснення даних, який дозволяє швидше доставити інформацію на сервер і тим самим забезпечити інші транспортні засоби всіма даними. Це дозволить досягти переваги під час порівняння з конкурентами, недоліки і переваги, яких наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.1

Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Метод підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації, що дає можливість зменшити витрати на ремонт автомобілів і ремонт їх технологій.	1. Зменшення кількості поломок і аварій. 2. Зменшення витрат на нові автомобілі чи деталі до них.	Компанії що займаються автоперевезенням різних товарів чи чогось іншого зможуть зменшити витрати на свої автомобілі і більш ефективно використовувати їх. Прокладати вигідні маршрути без заторів і поганих погодних умов.

Таблиця 4.2

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Smartcar	CerebrumX			
1	Використовується лише власне обладнання	-	+	-			+
2	Непрогнозоване збільшення ціни продукту	+	+	+	+		
3	Існування мобільного додатку	+	+	-		+	

Продовження таблиці 4.2

4	API, як спосіб обслуговування клієнтів	+	-	+			+
5	Сумісність з штучним інтелектом	+	-	+			+

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Для того, щоб реалізувати проект можлива оренда серверних ресурсів та власних, залежно від потреб компанії.

Для полегшення розробки даного застосунку, конкретний код реалізації безпосередньо розгортається в Docker. Для зменшення витрат обрано створення власних серверних потужностей, так як оренда серверних ресурсів може бути дорогою для компанії в перспективі, що збирається запроваджувати даний метод.

Таблиця 4.3

Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Автомобільна програмна платформа для підвищення строку служби	Технологія віртуалізації Docker	Існуючий інструмент управління ізольованими контейнерами	Доступний і безкоштовний для використання
3	смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації	Створення власного обладнання	Залежить від компанії, яка розгортає	Доступний, необхідна купівля\створення обладнання
3		Технологія надання автомобільних послуг	Існують компанії, які пропонують дані послуги	Доступний, але не безкоштовний
Обрана технологія реалізації проекту: створення власного обладнання з використанням технології віртуалізації Docker				

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4) [16].

Таблиця 4.4

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	5
2	Загальний обсяг продаж, грн	200 000 000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Швидке зростання
4	Наявність обмежень для входу	Немає
5	Специфічні вимоги для стандартизації, специфікації	Підтримка стандартів ETSI
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	11,5

Виходячи із отриманих даних та необхідності підвищення строку служби смарт автомобілів можна зробити висновок, що ринок є привабливим для входження.

Надалі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 4.5) [16].

Таблиця 4.5

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару (послуги)
1	Підвищення строку служби смарт автомобілів	Компанії, які керують великими автопарками з смарт автомобілями	Компанії можуть самі обрати за допомогою якої технології віртуалізації та на якому обладнанні буде реалізовуватися даний метод	Впровадження методу для підвищення строку служби автомобілів. Зменшення кількості аварій із-за несправностей автомобілів

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (таблиці 4.6-4.7)

Таблиця 4.6

Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Введення нового типу передачі даних	Компанії, які вже використовують інший тип передачі даних, який їх влаштовує, не будуть бачити необхідності змінювати його на такий як у нашого пристрою, так як це призведе затрат.	Запропонований тип передачі даних має менші ризики, а отже можливі збитки будуть меншими.

Таблиця 4.7

Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Збільшення кількості даних з різних датчиків	Під час роботи датчиків є можливість бачити який маршрут є більш вигідним і безпечним.	Створення більше різних датчиків для збирання даних
2	Зменшення часу на доставку інформації до сервера	Блок стиснення даних дає можливість швидше доставити необхідні дані до сервера.	Створення блоку стиснення даних

Загрозою є недостатня економічна доцільність зміни способу передачі даних, проте можливістю виступає зменшення часу на передачу. Можливість, яка може бути загрозою являє собою велику кількість даних, що вимагає певних підходів і методів обробки і поводження з ними для досягнення необхідного рівня ефективності.

Наступним етапом є аналіз пропозиції під час якого визначаються загальні риси конкуренції на ринку [16].

Таблиця 4.8

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції: чиста	На ринку України існує декілька компаній, які можуть бути зацікавлені у даному стартапі, але їх кількість може збільшитися при зацікавленості введення в свої автопарки смарт автомобілів.	Висвітлення результату, що досягається за допомогою міжмашинної комунікації для підвищення строку служби смарт автомобілів. Відкриття переваг нового продукту, які показали свою ефективність у вже існуючих продуктах.

Продовження таблиці 4.8

2. Рівень конкурен тної боротьби: національний/інтер національний	Співробітництво з компаніями, які володіють автопарками смарт автомобілів. А також з компаніями-вендорами, які виробляють смарт автомобілі з подальшим виходом на ринки інших країн.	Спочатку проект орієнтований на ринок України, успіхи якого допоможуть зацікавити компанії, які працюють в інших країнах світу.
3. Галузева ознака: міжгалузева	Підвищення строку служби смарт автомобіля дасть ефект в різних галузях де вони використовуються.	Завдяки перевагам, які поєднані з двох напрямків можна отримати більшу ефективність у порівнянні з іншими методами, які є конкурентами.
4. Конкуренція за видами товарів: між бажаннями	Існує багато методів підвищення строку служби смарт автомобілів, за допомогою яких досягається відповідний результат. Тому, все залежить від пріоритетів.	Різні датчики які збирають інформацію і також різна система передачі даних між серверами
5. За характером конкурентних переваг: нецінова	Застосування методу, який буде конкурувати не за рахунок ціни, а через його новизну.	Акцент на поєднанні переваг існуючих методів.
6. За інтенсивністю: марочна	Виведення товару під власною маркою дозволить ідентифікувати його з-поміж конкурентів.	Робота над брендом продукту.

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю сил М. Портера) (таблиця 4.9) [16].

Таблиця 4.9

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Метод підвищення строку служби автомобілів, передача даних	Патенти, дешевші методи	З часом затрати постачальників змінюються	Чутливість до впровадження нових методів та заміни існуючих	Ціна, пріоритет строку служби
Висновки:	Конкуренція не інтенсивна, кожен метод має свою мету.	Технологічні компанії, в яких можливість входу в ринок є високим.	Партнерські відносини з певними компаніями для розвитку та вдосконалення методу.	Кожен споживач має свої потреби і пріоритети у розвитку та підтримці строку служби автомобілів	Обмеження, які можуть бути викликані товарами-замінниками на даний час відсутні

Результатом проведення аналізу таблиці 4.9 є висновок: конкуренція присутня (технологічні компанії), можливість виходу на ринок є високою. Для виходу на ринок товар повинен пропонувати унікальні характеристики, які відсутні у продуктах конкурентів. На нашому ринку безпека та її пріоритети у технологіях міжмашинної комунікації з кожним днем стає все більш чутливим питанням, тому даний проект може зробити вагомий внесок у створення методу підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 4.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 4.2), вимог споживачів до товару (таблиця 4.5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 4.6 та 4.7), визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності (таблиця 4.10) [16].

Таблиця 4.10

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактори конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Досвід наших та іноземних компаній	Використання різних методів для виявлення нових способів підвищення строку служби.
2	Динаміка розвитку міжмашинної комунікації	Потрібно встигати за розвитком міжмашинної комунікації і оновлювати системи які з'являються
3	Обслуговування та підтримка	Задоволення потреб компаній, які будуть використовувати даний продукт

За визначеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 4.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту(таблиця 4.11)

Таблиця 4.11

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін методу підвищення строку служби смарт автомобілів

№ п/п	Фактори конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з власним методом						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Досвід наших та іноземних компаній	4						+	
2	Динаміка розвитку міжмашинної комунікації	3							+
3	Обслуговування та підтримка	3						+	

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 4.12) [16].

Таблиця 4.12

SWOT - аналіз стартап проекту

Сильні сторони: • Новий метод • Зменшення кількості аварій • Зменшення поломок дорогих технологій	Слабкі сторони: • Нова торгівельна марка • Малий стартовий капітал коштів
Можливості: • Нові методи компаній • Нові технології	Загрози: • Введення нового типу передачі даних

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринковою стратегії передбачає визначення стратегії охоплення ринку (опис цільових груп потенційних споживачів) (таблиця 4.13) [16].

Таблиця 4.13

Вибір цільових груп потенційних клієнтів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Компанії автопарків	Готові	Дуже високий	Середня	Легко
2	Компанії виробництва автомобілів	Переважно готові	Високий	Низька	Переважно легко
Цільовими групами обрано компанії автопарків та виробництва автомобілів, які зацікавлені у підвищенні строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) визначено стратегію охоплення ринку – масовий маркетинг. Тому, що компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками товару/послуги).

Для роботи в обраних сегментах ринку сформована базова стратегія розвитку (таблиця 4.14) [16].

Таблиця 4.14

Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції	Базова стратегія розвитку
1	Створення нових видів датчиків для збору інформації	Введення нових видів датчиків для компаній операторів на внутрішньому ринку і далі пропозиція компаніям на міжнародному ринку	Існує багато різних типів датчиків, але створюється такі, які зможуть, наприклад, бути більш унікальними і протидіяти атакам на безпеку автомобілів	Стратегія диференціації
2	Швидкий розвиток завдяки використанню нового методу підвищення строку служби автомобіля	Унікальність методу для задоволення потреб компаній	Використання методів аналізу зібраних даних	Стратегія диференціації

Залежно від міри сформованості галузевого ринку, характеру конкурентної боротьби була обрана одна з чотирьох стратегій конкурентної поведінки: лідера, виклику лідера, наслідування лідера або заняття конкурентної ніші (таблиця 4.15).

Таблиця 4.15

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки
-------	--	--	--	----------------------------------

Продовження таблиці 4.15

1	Проект не є першопрохідцем	Компанія буде шукати нових споживачів, або співпраця з конкурентами, якщо буде така можливість	Компанія буде копіювати найкращі характеристики товару конкурентів	Стратегія наслідування лідеру
---	----------------------------	--	--	-------------------------------

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (таблиця 4.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (таблиця 4.14) та стратегії конкурентної поведінки (таблиця 4.15) була розроблена стратегія позиціонування (таблиця 4.16) [16].

Таблиця 4.16

Визначення стратегії позиціонування

№п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувану позицію власного проекту
1	Доступність для всіх компаній	Стратегія диференціації	Швидкий розвиток завдяки використанню нового методу підвищення строку служби автомобіля і створення нових видів датчиків для збору інформації	Доступність, якість, швидкість

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач [16].

Таблиця 4.17

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентом
1	Створення нових датчиків	Під час роботи датчиків є можливість бачити який маршрут є більш вигідним і безпечним	Можливість впровадження нових і оновлення старих систем датчиків
2	Створення блоку стиснення даних	Отримання потрібної інформації по зміні різних даних стає бистрішою	Акцент на швидкості і економії

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару [16].

Таблиця 4.18

Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
Товар за задумом	Забезпечує підвищення строку служби смарт автомобілів за допомогою міжмашинної комунікації
Товар у реальному виконанні	Властивості: якість, швидкість, доступність
	Товар представляє собою систему, за допомогою якого можна підвищити термін служби автомобілів
	Поставляється як і окремий образ так і вбудованим уже в автомобіль
	Назва: ASP(Automotive software platform)
Товар із підкріпленням	До продажу: Оновлення системи згідно зауважень або потреб замовників
	Після продажу: Підтримка продукту, оновлення, внесення змін в залежності від ситуацій
За рахунок методу підвищення безпеки технологій міжмашинної комунікації та Інтернету-речей.	

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 4.19) [16].

Таблиця 4.19

Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Власна або залучена система збуту в залежності від потреб замовника	Розгортання системи на своїх автомобілях або автомобілях автопарку	Продаж товару безпосередньо замовникам або через фірми, що виробляють автомобілі	Прямий збут при відсутності посередників

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 4.20) [16].

Таблиця 4.20

Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення
1	Завжди готові до чогось нового	Веб-застосунки, соціальні мережі	Якість, швидкість, прозорість, доступність. Можливість створення методів для підвищення строку служби автомобілів	Зробити акцент на відкрите тестування і новизні технологій.

Висновок

У розділі було проведено аналіз реалізації методу підвищення строку служби смарт автомобілів та проведено оцінювання можливостей виходу на ринок. Встановлено, що існує можливість ринкової комерціалізації проекту, спочатку на нашому ринку з можливістю виходу на міжнародний ринок завдяки методу підвищення строку служби автомобілів. Це дає можливість наділити продукт такими характеристиками:

- швидкість
- якість
- прозорість

Конкурентами можуть стати інші компанії, але конкурентна ситуація така, що дозволяє впровадити продукт, так як найближчі аналоги націлені на захоплення більшої аудиторії клієнтів. В той час як запропоноване мною рішення дозволяє працювати на те, щоб підвищити термін служби смарт автомобілів. Аналіз реалізації методу підтверджує, що подальша імплементація стартап-проекту є доцільною.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Щоб задовольнити потребу в автономному управлінні віддаленими та розподіленими мобільними системами, міжмашинна комунікація швидко привертає увагу як наукових кіл, так і промисловості. Комунікації M2M були розгорнуті в інтелектуальних мережах, домашніх мережах, мережах охорони здоров'я та транспортних засобів. Мій проект зосереджений на комунікації M2M у контексті автомобільної мережі та досліджує сфери, де принципи M2M можуть покращити мережу автомобіля. Оскільки підключені транспортні засоби по суті є мережею машин, які спілкуються. Автомобільні мережі можуть отримати велику користь від підтримки зв'язку M2M. Парадигма M2M покращує роботу автомобільних мереж, підтримуючи широкомасштабне розгортання пристроїв, кросплатформену мережу, автономний моніторинг і контроль, візуалізацію системи та вимірювань, а також безпеку. Я також показав деякі проблеми, які ще потрібно вирішити, щоб повністю забезпечити підтримку M2M у мережевому середовищі транспортних засобів. З них стандартизація компонентів і управління безпекою даних вважаються найбільш серйозними проблемами.

У першому розділі був проведений аналіз:

- Архітектури мережі M2M. Європейська організація стандартів телекомунікацій (ETSI) запропонувала архітектуру мереж M2M. З точки зору продуктивності запропонована архітектура M2M розділена на три взаємопов'язані домени, які називаються доменом M2M, мережевим доменом і доменом додатків.
- Те, як працює міжмашинна комунікація. Основне призначення технології «машина-машина» полягає в тому, щоб скористатися даними датчика і передати їх в мережу. На відміну від SCADA або інших інструментів віддаленого моніторингу, системи M2M часто використовують загальнодоступні мережі та методи доступу - наприклад, стільниковий зв'язок або Ethernet - щоб зробити його більш економічно-ефективним.

- Сучасних пристроїв M2M, які призначені для виконання певних завдань, наприклад, таких як передача інформації про температуру та місцезнаходження вантажівок-холодильників, що перевозять їжу та ліки, аналізу та звітування про поведінку водія від імені страхових компаній, а також інструктування виробників безалкогольних напоїв щодо поповнення торгових автоматів.
- Ключових особливостей та переваг міжмашинної комунікації
- Безпеки M2M. Системи «машина-машина» стикаються з низкою проблем безпеки, від несанкціонованого доступу до бездротового вторгнення до злому пристроїв. Також слід враховувати фізичну безпеку, конфіденційність, шахрайство та викриття критично важливих програм.
- Вимог та нормативів міжмашинної комунікації
- Комунікацій в автомобільних мережах
- І виклики та проблеми M2M для автомобільної мережі

У другому розділі:

- Досліджено архітектуру IoT
- Технології IoT в управлінні автопарком електромобілів. Наразі очевидно, що використання електричних транспортних засобів швидко замінить традиційні транспортні засоби з двигунами внутрішнього згоряння, якими ми користувалися майже століття. Як споживачі, так і компанії, що керують автопарками, дедалі більше схилитимуться до цього варіанту, і до кінця цього десятиліття у нас має бути світ, де електромобілі стануть нормою.
- Рішення, пропоновані IoT в управлінні автопарком
- Телематику і уніфіковані платформу керування автопарком. Автопарк сповнений сюрпризів через необдумані звички водіїв, непотрібні зупинки, зношеність транспортних засобів, викрадення

транспортних засобів, а також часті зміни правил дорожнього руху та дотримання правил дорожнього руху.

- Проаналізовано компанії, які використовують систему управління автопарком.
- Як системи керування автопарком уникають дорожньо транспортні пригоди. Транспортні компанії можуть суттєво зменшити кількість аварій, використовуючи ефективні технології управління автопарком.
- Смарт автомобілі і міжмашинна комунікація. Комунікації між машинами (M2M), і особливо Smart Cars, можуть допомогти покращити запобігання нещасним випадкам.

У третьому розділі:

Описана технологія міжмашинної комунікації для підвищення строку служби смарт автомобілів. Перенесення автомобільних функцій («інтелекту») на сервери - є багатообіцяючим підходом для наступного покоління архітектур автомобільного програмного забезпечення. Зокрема, додавання блоку стиснення даних зменшить вимоги до апаратного забезпечення головного пристрою, тим самим це підвищить швидкість передачі інформації до серверу.

Сучасні транспортні засоби виробляють кілька сотень мегабайт даних датчиків за секунду: наприклад, дані про місцезнаходження змінюються з частотою 1-4 Гц, але частота може сягати 20 Гц у разі швидкості, завдяки можливостям пристрою, конструкції системи чи закону положення.

Підключення та відповідні розподілені автомобільні програмні платформи є основою для майбутніх транспортних засобів, які забезпечують додатковий рівень логічного висновку, передбачення та оперативності, що сприйматиметься як інтелект. Такі інтелектуальні транспортні засоби запропонують покращений досвід роботи з користувачами та розвиватимуть діяльність, пов'язану з рухом до інтелектуальної транспортної системи, з підвищеною безпекою та ефективністю руху. Щоб реалізувати це бачення, у цьому розділі пропонується платформа надання автомобільних послуг на

основі M2M, яка полегшує роботу багатьох автомобільних додатків, реалізованих на зовнішніх головних блоках на серверах OEM.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Shea, S. (2019, August 2). machine-to-machine (M2M). IoT Agenda. <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/machine-to-machine-M2M>
2. Kennedy, J. (2016b, May 17). How M2M technology spawned the internet of things. Silicon Republic. <https://www.siliconrepublic.com/machines/m2m-cutting-edge-machines-internet-of-things-explained>
3. Imani, A., Keshavarz-Haddad, A., Eslami, M., & Haghighat, J. (2018). Security Challenges and Attacks in M2M Communications. 2018 9th International Symposium on Telecommunications (IST). <https://doi.org/10.1109/istel.2018.8661044>
4. Machine-to-machine communication (M2M) – definition, characteristics, and advantages. (2020, October 19). IONOS Digital Guide. <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/what-is-machine-to-machine-communication-m2m/>
5. Crosby, T. (2022, December 1). How Machine-to-Machine Communication Works. HowStuffWorks. <https://computer.howstuffworks.com/m2m-communication.htm>
6. ToolSense. (2022, September 13). What Is Machine-to-Machine (M2M)? | ToolSense Glossary. <https://toolsense.io/glossary/m2m/>
7. Team, M. (2019, June 13). Machine to Machine (M2M): what it is and how it works. MJV Technology & Innovation. <https://www.mjvinnovation.com/blog/m2m-what-it-is-and-how-it-works/>
8. Booyesen, M. (2012). Machine-to-Machine (M2M) Communications in Vehicular Networks. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*. <https://doi.org/10.3837/tiis.2012.02.005>
9. IoT Architecture - Detailed Explanation. (2022, June 3). InterviewBit. <https://www.interviewbit.com/blog/iot-architecture/>
10. M, K. (2022, May 26). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations - Fleetroot. <https://fleetroot.com/blog/the-fleet-management-systems-for-electric-vehicles/>

11. M, K. (2021, January 7). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations - Fleetroot. <https://fleetroot.com/blog/how-does-iot-assist-in-fleet-management/>
12. M, K. (2020, December 3). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations - Fleetroot. <https://fleetroot.com/blog/telematics-vs-unified-fleet-delivery-management-platform/>
13. M, K. (2020b, December 21). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations - Fleetroot. <https://fleetroot.com/blog/top-10-transport-companies-in-the-uae-using-the-fleet-management-system/>
14. M, K. (2020c, December 22). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations - Fleetroot. <https://fleetroot.com/blog/how-can-fleet-management-system-help-avoid-road-accidents-in-the-uae/>
15. Smart Cars: a practical implementation of M2M communications is becoming a reality ever closer. (2021, November 9). Libelium. https://www.libelium.com/libeliumworld/smart_cars_m2m_accident_prevention/
16. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей/За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
17. Marketing FC. (Aug 15, 2020). What is the role of IoT in Fleet Management? Retrieved October 24, 2022, from <https://blog.fleetcomplete.com/role-of-iot-fleet-management>
18. M. K. (2021, January 7). Post author: Keshavdas M. All-In-One Tool for Optimizing Connected Operations – Fleetroot. Retrieved October 24, 2022, from <https://fleetroot.com/blog/how-does-iot-assist-in-fleet-management/>
19. Rongxing Lu, Xu Li, Xiaohui Liang, Xuemin Shen, & Xiaodong Lin. (2011). GRS: The green, reliability, and security of emerging machine to machine communications. IEEE Communications Magazine, 49(4), 28–35. <https://doi.org/10.1109/mcom.2011.5741143>

20. Nie X. & Zhai X. (2013). M2M security threat and security mechanism research. Proceedings of 2013 3rd International Conference on Computer Science and Network Technology, Dalian, pp. 906-909.
<https://doi.org/10.1109/iccsnt.2013.6967252>
21. Ren, W., Yu, L., Ma, L., & Ren, Y. (2013). RISE: A Reliable and SEcure scheme for wireless Machine to Machine communications. Tsinghua Science and Technology, 18(1), 100–117. <https://doi.org/10.1109/tst.2013.6449413>
22. S. Chen and M. Ma, “A dynamic-encryption authentication scheme for M2M security in cyber-physical systems”, IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), Atlanta, GA, pp. 2897-2901, 2013.
23. ETSI, “Machine-to-machine communications (m2m); functional architecture”, ETSI TS 102 690, V2.1.1, October 2013.
24. Barki, A., Bouabdallah, A., Gharout, S., & Traore, J. (2016). M2M Security: Challenges and Solutions. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18(2), 1241–1254. <https://doi.org/10.1109/comst.2016.2515516>
25. Niyato D., Lu Xiao, & Ping Wang. (2011). Machine-to-machine communications for home energy management system in smart grid. IEEE Communications Magazine, 49(4), 53–59.
<https://doi.org/10.1109/mcom.2011.5741146>
26. Geng Wu, Talwar, S., Johnsson, K., Himayat, N., & Johnson, K. D. (2011). M2M: From mobile to embedded internet. IEEE Communications Magazine, 49(4), 36–43. <https://doi.org/10.1109/mcom.2011.5741144>
27. C.-Y. Chan, “Connected vehicles in a connected world,” in VLSI Technology, Systems and Applications (VLSI-TSA), 2011 International Symposium on , Hsinchu, Taiwan, 25-27 April 2011 , pp. 1 – 4.
28. Z.M. Fadlullah et al., “Toward intelligent machine-to-machine communications in smart grid,” IEEE Communications Magazine, vol. 49, no. 4, pp. 60-65, 2011.
29. Kapsalis, V., Fidas, C., Hadellis, L., Karavasilis, C., Galetakis, M., & Katsenos, C. (2010). A networking platform for real-time monitoring and rule-

based control of transport fleets and transferred goods. 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems.

<https://doi.org/10.1109/itsc.2010.5625183>

30. Mezghani, F., Dhaou, R., Nogueira, M., & Beylot, A. L. (2014). Drive and share: efficient provisioning of social networks in vehicular scenarios. *IEEE Communications Magazine*, 48(11), 90–97.

<https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6979949>

31. I. Cha, Y. Shah, A.U. Schmidt, A. Leicher, and M.V. Meyerstein, “Trust in M2M communication,” *Vehicular Technology Magazine, IEEE*, vol. 4, no. 3, pp. 69 – 75, Sept. 2009.

32. Bilstrup, K., Uhlemann, E., Ström, E., & Bilstrup, U. (2009). On the Ability of the 802.11p MAC Method and STDMA to Support Real-Time Vehicle-to-Vehicle Communication. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*. <https://doi.org/10.1155/2009/902414>

33. Aguado, M., Matias, J., Jacob, E., & Berbineau, M. (2008). The WiMAX ASN Network in the V2I Scenario. 2008 IEEE 68th Vehicular Technology Conference. <https://doi.org/10.1109/vetecf.2008.457>

34. ISO 11898, “Road vehicles – Controller area network (CAN),” International Organisation for Standardisation, Standard 2007.

35. ISO 11519, “Road vehicles – Low-speed serial data communication,” International Organisation for Standardisation, Standard 1994.

36. MOST Cooperation, “MOST Specification [CP/DK],” MOST Cooperation, Karlsruhe, Germany, 2008.

37. IEEE 1609.4, “IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)–Multi-channel Operation,” IEEE Std, 2011.

38. ETSI, “Machine to Machine Communications (M2M); M2M definitions,” ETSI, DTR/M2M-00004 (draft), 2011.

39. ETSI, “Machine to Machine Communications (M2M); M2M functional architecture,” ETSI, TS 102 690 (draft), 2011.

40. V. Galetić et al., “Basic principles of Machine-to-Machine communication and its impact on telecommunications industry,” in Proceedings of 34th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO, 2011, pp. 89-94.