

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МІСЬКОГО
ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ ТА БЕЗПЕКИ МЕШКАНЦІВ»**

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Володимир ПАНАСЮК
(підпис) *Ім'я, ПРИЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: Панасюк Володимир
Володимирович
здобувач вищої освіти
група ІСДМ-64

Керівник: Андрій КАЛИНЮК
доцент
*науковий ступінь,
вчене звання*

Рецензент:
*науковий ступінь,
вчене звання*

Київ 2023

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру ІПЗАС

_____ Каміла СТОРЧАК

« _____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Панасюк Володимир Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців.

керівник кваліфікаційної роботи Андрій КАЛИНЮК к. т. н., доцент,

(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «19» 10.2023р. №145

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «29» грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, технічна документація міського планування, вимоги до створення систем керування містом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

аналіз моделей систем міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів
розробка проекту ІОТ рішення та методів міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів

реалізація архітектури ІОТ рішення міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів

програмна реалізація ІОТ рішення та аналіз результатів міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Аналіз основних моделей міського планування та теоретична частина
2. Розробка проєкту
3. Реалізація архітектури
4. Програмна реалізація

6. Дата видачі завдання «19» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	19.10-05.11.23	
2	Вивчення теоретичних основ планування міста	05.11-12.11.23	
3	Дослідження технічних аспектів впровадження ІОТ систем у міські системи та системи планування	13.11-18.11.23	
4	Аналіз проблем впровадження ІОТ систем у міські системи та системи планування	19.11-23.11.23	
5	Огляд практичного впровадження та прикладів застосування автоматизації управління ланцюгом постачання	24.11-03.12.23	
6	Програмна реалізація та аналіз результатів	04.12-10.12.23	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	11.12-20.12.23	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.12-29.12.23	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Володимир ПАНАСЮК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Андрій КАЛИНЮК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 65 стор., 39 рис., 70 джерел.

Мета роботи – дослідження розвитку систем міського планування на основі даних від датчиків Інтернету речей для підвищення комфорту та безпеки мешканців.

Об'єкт дослідження – є системи міського планування, які використовують дані від датчиків IoT і їх вплив на комфорт та безпеку мешканців у міських умовах.

Предмет дослідження – методи та стратегії використання систем IoT та датчиків для збору даних та їх вплив на міське планування, комфорт та безпеку мешканців міста.

Короткий зміст роботи: методи та стратегії використання систем IoT та датчиків для збору даних та їх вплив на міське планування, комфорт та безпеку мешканців міста.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК, АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВОСТІ, СИСТЕМИ ІОТ, ТЕХНОЛОГІЇ ДАТЧИКІВ.

ABSTRACT

The text part of the qualifying work for obtaining a master's degree: 65 pages, 39 figures, 70 sources.

Purpose - to explore the development of urban planning systems based on data from IoT sensors to enhance comfort and safety for residents.

The object of research is Urban planning systems that utilize data from IoT sensors and their impact on the comfort and safety of residents in urban environments.

The subject of this research is the Methods and strategies for using IoT systems and sensors for data collection and their impact on urban planning, comfort, and safety of city residents.

Summary of work: The thesis focuses on the development of practical strategies and recommendations for improving urban planning systems using IoT sensors. It considers the integration of IoT in various aspects of urban life, including traffic management, environmental monitoring, and public safety.

KEYWORDS: INTERNET OF THINGS, URBAN PLANNING, IOT SENSORS, URBAN COMFORT, PUBLIC SAFETY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ.....	10
1.1. Порівняльний аналіз результатів досліджень в галузі ІоТ-сенсорів.....	10
1.2. Огляд існуючих моделей та підходів до міського планування на основі ІоТ-сенсорів.....	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІОТ РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ.....	24
2.1. Розробка ІоТ-рішень та методів для підвищення комфорту та безпеки в містах.....	24
2.2. Налаштування системи розумного паркування за допомогою ІоТ.....	27
2.3. Принцип роботи інтелектуального датчика паркування.....	28
2.4. Принцип роботи розумної парковки LoRa.....	29
2.5. Архітектура роботи розумної планки з bluetooth beacon.....	30
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ.....	38
3.1 Інтелектуальне паркування з підключенням до хмари.....	38
3.2 Особливості рішень для транспортної інфраструктури.....	39
3.3. Паркувальні роботи.....	45
РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ.....	55
4.1 Додавання Інтернету речей.....	55
4.2. Програмний застосунок для виявлення вільних парковочних місць з боку користувача.....	59
4.3. Архітектура системи пошуку парковочних місць.....	61
4.4. Режим підприємства.....	62
4.5. Режим користувача.....	67
4.6. Керування входом користувачів та обслуговування бази даних.....	69
4.7.Тестування функціоналу пошуку паркомісць у системі паркування.....	71
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	Помилка! Закладку не визначено.

ВСТУП

Сучасний світ переживає період інтенсивного міського розвитку, де міста стають домом для мільярдів людей. Зростання міської популяції, вплив змін клімату, та соціально-економічні виклики ставлять перед міськими владами низку завдань і обов'язків. Як результат, міське планування стає ключовою складовою управління містами та забезпеченням комфорту та безпеки для мешканців.

Таким чином, *актуальність* даної дипломної роботи полягає в обґрунтуванні дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців є надзвичайно актуальним завданням в сучасному світі.

Інтернет речей (IoT) надає можливості для збору та аналізу даних з великої кількості сенсорів, які можуть бути використані для моніторингу стану міського середовища та інфраструктури.

Метою даної магістерської роботи є дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців. IoT, або Інтернет речей, відкриває нові можливості для збору та аналізу даних, що стає ключовим фактором для розуміння потреб містян та прийняття обґрунтованих рішень у сфері міського планування.

Об'єктом дослідження є системи міського планування, що базуються на даних з IoT-сенсорів, і їх вплив на комфорт та безпеку мешканців у міських середовищах.

Предметом дослідження є методи та стратегії використання IoT-систем та сенсорів для збору даних, а також їхній вплив на міське планування, комфорт та безпеку мешканців міст.

Для досягнення мети дослідження використовуються наступні методи:

- Огляд наукових джерел, статей, та публікацій, що стосуються IoT-систем у міському плануванні та їх впливу на комфорт та безпеку мешканців.
- Збір даних в реальних міських середовищах за допомогою IoT-сенсорів для аналізу стану міського середовища та комфорту мешканців.

- Використання аналітичних методів та математичного моделювання для оцінки даних, отриманих від сенсорів, та їхнього впливу на міське планування.
- Залучення експертів та мешканців для отримання відгуків та оцінок щодо комфорту та безпеки в міських середовищах.

Джерелами дослідження є наукова література, репортажі, дані з датчиків, результати опитувань та експертні оцінки, а також інформація від міських влад і організацій, що займаються міським плануванням.

Науковою новизною є розробка і обґрунтування практичних стратегій та рекомендацій для вдосконалення систем міського планування на основі IoT-сенсорів з метою підвищення комфорту та безпеки мешканців. Дослідження також враховує нові можливості та технології IoT для міського планування.

Практична цінність роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані міськими владами, планувальниками, технологічними компаніями та громадами для покращення міського планування та забезпечення комфорту та безпеки мешканців. Це може покращити якість життя в містах та зробити їх більш стійкими до викликів сучасного світу.

Апробація дослідження здійснювалась у формі участі в загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок» та науково-практичній конференції «Telecommunication: problems and innovation»

Структура роботи. Загальний обсяг роботи 65 сторінок друкованого тексту. Дана робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури, що включає 70 одиниць. Текст містить 39 рисунків та 1 таблиці. Робота буде корисною практичного внесоку у покращення життя мешканців міст і розвиток сучасних технологій для міського планування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ

1.1. Порівняльний аналіз результатів досліджень в галузі ІоТ-сенсорів

Сучасний світ зіштовхується з безпрецедентними викликами у сфері міського розвитку та планування. Швидке зростання населення, збільшення міських обсягів та екологічні проблеми створюють необхідність у нових підходах для покращення комфорту, безпеки та якості життя мешканців міст. В цьому контексті, інтернет речей (ІоТ) виявляється важливим каталізатором для досягнення цих цілей.

Наукові дослідження, пов'язані із впровадженням ІоТ-систем в міську інфраструктуру та житлові будівлі для оптимізації комфорту та безпеки мешканців, широко представлені в науковій літературі. Деякі із них знайдені в академічних журналах, конференційних матеріалах і наукових базах даних, наприклад:

- "Smart Cities: A Survey of Emerging Technologies". Автори: Gharaibeh, A., Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Rayes, A. Описується дослідження, яке розглядає різні аспекти впровадження ІоТ-технологій для створення "розумних міст" та аналізує технології, що підтримують цей концепт.

- "The Role of IoT in Smart Cities". Автори: Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., Zorzi, M. У цьому дослідженні досліджується роль ІоТ в створенні "розумних міст" і вплив цих технологій на житлові будівлі та інфраструктуру.

- "Internet of Things (IoT) for Smart Cities: Networking, Field Sensing, and Control". Автори: Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Mehmood, Y., Gani, A., Mokhtar, S., Guizani, M. Дослідження розглядає технології ІоТ для створення "розумних міст" і важливі аспекти мереж, сенсорів та управління.

- "IoT-Based Smart Cities: A Survey". Автори: Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. Це дослідження проводить аналіз ІоТ-рішень для створення "розумних міст" та оглядає ключові виклики та перспективи.

- "Internet of Things (IoT) Applications for Smart Cities". Автори: Naphade, M., Banavar, G., Harrison, C., Paraszczak, J., Morris, R. Дослідження вивчає різні

застосування IoT в контексті "розумних міст", включаючи моніторинг екології, транспорту та комфорту мешканців.

Розглянемо, наприклад, деякі конкретні аспекти роботи автора Сидоренка О.П. з заголовком "Розумні міста: використання IoT для оптимізації транспортної системи" більш докладно.

Мета цієї роботи полягала в тому, щоб дослідити, як впровадження Internet of Things (IoT) може бути використане для оптимізації транспортної системи міста. Основний об'єкт дослідження - міська транспортна інфраструктура.

Автор використовував метод аналізу даних про рух транспорту, включаючи дані з датчиків на світлофорах та транспортних засобах. Він також впровадив IoT-датчики для моніторингу та збору даних про рух.

В результаті дослідження автори встановили, що впровадження IoT-систем дозволяє зменшити затори на дорогах та покращити рух транспорту в місті. Дані з датчиків та систем моніторингу були використані для оптимізації синхронізації світлофорів та управління рухом транспорту в режимі реального часу.

Робота автора підкреслює важливість використання IoT-технологій для покращення міської транспортної інфраструктури та розв'язання проблем заторів. Автор визначив обмеження в зборі та аналізі даних про транспорт, також можуть існувати обмеження з точки зору вартості впровадження IoT-систем у місті.

1.2. Огляд існуючих моделей та підходів до міського планування на основі IoT-сенсорів

IoT відкриває перед нами безмежні можливості для збору, аналізу та використання даних для покращення міського планування. Датчики та пристрої, підключені до Інтернету, здатні надавати великий обсяг інформації про стан навколишнього середовища, інфраструктуру, рух та інші параметри, що є ключовими для ефективного міського управління.

Розглянемо кілька типових моделей та підходів:

1. Системи моніторингу якості повітря. IoT-сенсори встановлюються по всьому місту для вимірювання різних показників повітря, таких як рівень

забруднення, концентрація CO₂, PM_{2.5} та інші. Отримані дані використовуються для моніторингу та управління якістю повітря та реагування на забруднення.

2. Системи моніторингу трафіку. IoT-сенсори на дорогах та перехрестях збирають дані про рух транспорту, швидкості руху, затори тощо. Ці дані використовуються для покращення трафіку та скорочення часу витрати на дорогу.
3. Системи безпеки міста. Вони включають в себе відеоспостереження, акустичні датчики, датчики вибухів та інші IoT-технології для виявлення потенційних загроз безпеці мешканців та швидкого реагування на них.
4. Системи управління енергозабезпеченням. Вони використовують IoT для моніторингу та оптимізації енергоспоживання в місті. Це може включати в себе розумне вуличне освітлення, керування споживанням електроенергії у будівлях, а також розподіл енергії під час пікових навантажень.
5. Системи водопостачання та водовідведення. Вони використовують IoT-сенсори для вимірювання рівня води, якості води та стану систем водопостачання та каналізації. Це допомагає виявляти витіки та оптимізувати ресурси.
6. Системи управління відходами. IoT-сенсори на контейнерах для сміття визначають, коли контейнери заповнені, і оповіщають служби збору сміття, щоб вони прибрали їх у відповідний час.
7. Системи для підвищення комфорту мешканців. Включають в себе IoT-технології для контролю навколишнього середовища, включаючи контроль якості повітря, температури та шуму, а також для покращення доступності послуг, таких як громадський транспорт.
8. Системи розумних будинків і квартир. IoT дозволяє жителям моніторити та керувати різними аспектами свого житла, включаючи освітлення, опалення, безпеку та енергозбереження. Це покращує комфорт та безпеку вдома.

Наведемо кілька прикладів проєктів та досліджень, що вдосконалюють комфорт та безпеку в містах завдяки Internet of Things (IoT):

- Смарт-освітлення в Копенгагені, Данія. Копенгаген встановив IoT-системи управління освітленням вулиць, які регулюють яскравість освітлення в залежності від руху та погодних умов. Дана система допомагає зменшити споживання енергії та покращити безпеку на вулицях міста.
- Система моніторингу якості повітря в Лондоні, Велика Британія. Лондон встановив IoT-сенсори для постійного моніторингу рівнів забруднення повітря. Мешканці мають доступ до даних про якість повітря, що дозволяє їм уникати забруднених районів та захищати своє здоров'я.
- Система управління паркуванням в Сан-Франциско, США. Сан-Франциско використовує IoT для створення системи паркування, яка дозволяє водіям знаходити вільні парковочні місця та оплачувати паркування через мобільний додаток. Дана система зменшує затори та поліпшує комфорт для водіїв.
- Система моніторингу якості води в Сідней, Австралія. Сідней використовує IoT-сенсори для моніторингу якості води в річках та озерах навколо міста. Допомагає вчасно виявляти забруднення та забезпечувати безпеку питної води для мешканців.
- Системи розумних будинків в Амстердамі, Нідерланди. Амстердам активно впроваджує IoT-рішення в житлові будинки, що дозволяють жителям керувати освітленням, опаленням та безпекою через мобільні додатки та поліпшує комфорт та енергоефективність житла.
- Моніторинг дорожньої безпеки в Торонто, Канада. Торонто використовує IoT-системи для моніторингу дорожньої безпеки та виявлення аварій. Допомагає правоохоронним органам реагувати на аварії швидко та забезпечувати безпеку на дорогах міста.

Україна також розвиває рішення IoT для поліпшення комфорту та безпеки мешканців у містах. Наведемо кілька прикладів-проектів та ініціатив в Україні:

- Системи моніторингу руху великогабаритного транспорту в Києві (рис.1.1). Київ встановив IoT-системи для моніторингу руху великогабаритних транспортних засобів, таких як трамваї та тролейбуси.

Дана система дозволяє моніторити рух транспорту в реальному часі та зменшує час очікування для пасажирів.



Рисунок 1.1 – GPS-моніторинг транспорту

- Системи моніторингу забруднення повітря в Львові (рис.1.2). Львів використовує IoT-сенсори для вимірювання рівнів забруднення повітря та розміщує цю інформацію відкрито для громадськості через онлайн-платформи. Це допомагає мешканцям бути більш обізнаними щодо якості повітря у місті.

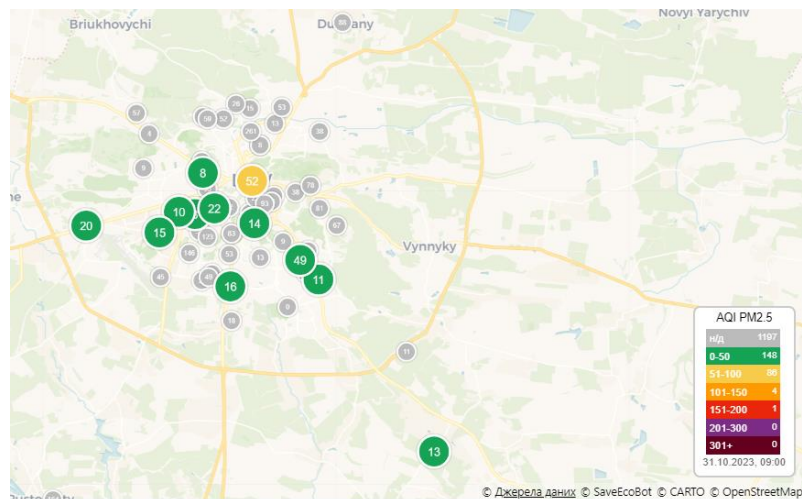


Рисунок 1.2 – Інтерактивна карта моніторингу якості повітря у Львові

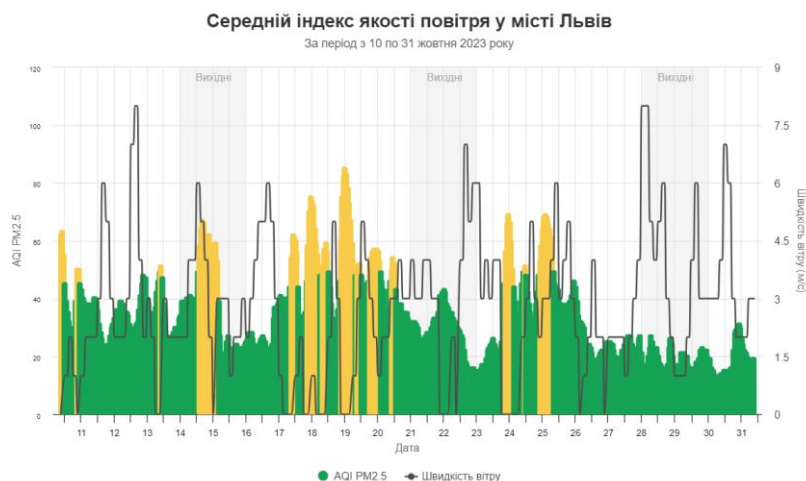


Рисунок 1.3 – Діаграма середнього індексу якості повітря у м. Львів.

- Системи "розумних" ліхтарів в Одесі. Одеса встановлює "розумні" ліхтарі, які регулюють яскравість освітлення в залежності від руху та погодних умов. Це допомагає зменшити споживання енергії та поліпшує комфорт для пішоходів та водіїв.
- Системи контролю та управління транспортом в Харкові (рис.1.4). Харків впроваджує IoT-рішення для моніторингу руху громадського транспорту та створення інтерактивних розкладів для пасажирів. Це робить користування громадським транспортом більш зручним.



Рисунок 1.4 – Система посилення контролю на дорогах у Харкові

- Системи безпеки в житлових комплексах. Українські розробники активно працюють над розумними системами безпеки для житлових будинків та

комплексів (рис. 1.5). Дані системи включають в себе відеоспостереження, сигналізацію та доступ через мобільний додаток.

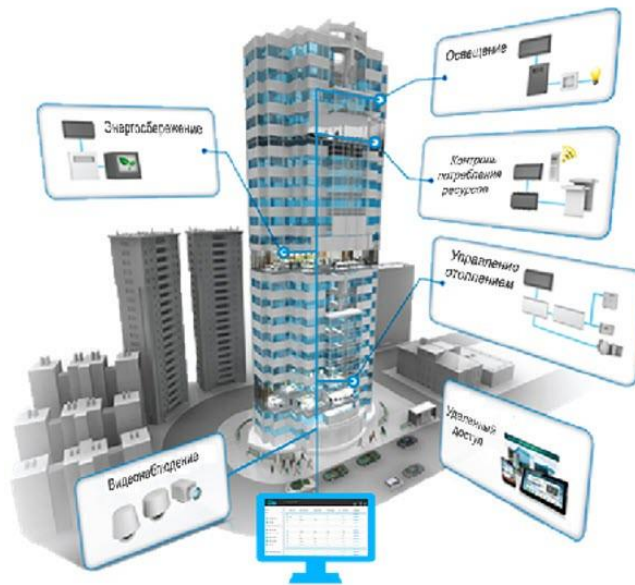


Рисунок 1.5 – Система диспетчеризації житлових комплексів тімі SMART

Розглянемо декілька прикладів досліджень та проектів, пов'язаних із впровадженням IoT-систем в житлові будівлі та міську інфраструктуру:

1. *Проект "Смарт-дім" від Google Nest.* Компанія Google Nest розробила і впровадила систему "Смарт-дім", яка дозволяє власникам житлових будівель керувати освітленням, температурою, безпекою та багатьма іншими аспектами житла через мобільний додаток або голосовий інтерфейс.

Впровадження системи "Смарт-дім" значно покращило комфорт та енергоефективність житла, що відобразилося на зниженні витрат на енергію та покращенні якості життя мешканців (рис.1.6).



Рисунок 1.6 – Структура функціоналу системи- новий рівень комфорту
Основні функції розумного будинку:

Збільшення комфорту. Домашня автоматизація дозволяє оптимізувати рутинні процеси, щоб користувач міг економити свою енергію і час. В розумному будинку освітлення буде налаштоване на вечірній час, температура буде регулюватися для забезпечення зручності влітку та тепла взимку, а улюблена музика може відтворюватися в потрібний момент, і все це без активної участі користувача.

Забезпечення безпеки. Розумний будинок надає можливість захистити себе від потенційних загроз, таких як затоплення, витіки газу, пожежі, вандалізм та крадіжки.

Економія та збереження енергії. Ретельно спроектована система сприяє зменшенню потенційних витрат, пов'язаних з аварійними ситуаціями (наприклад, витрати на ремонт через затоплення сусідів або на заміну викраденої техніки). Крім того, раціональне використання ресурсів, таких як електроенергія та газ, може призвести до зменшення рахунків за комунальні послуги, оскільки основні споживачі цих ресурсів не будуть працювати надмірно.

2. *Проект "Смартне місто Сінгапур" (Smart Nation Singapore).* Сінгапур впроваджує концепцію "Смартне місто" для покращення управління міською інфраструктурою та послугами для громадян. Включає в себе використання ІоТ для моніторингу та оптимізації руху транспорту, створення екологічності та забезпечення безпеки мешканців.



Рисунок 1.7 – Функціональна структура м. Сінгапур

Впровадження рішень "Смартного міста" призвело до покращення якості повсякденного життя (рис.1.7), зменшення заторів на дорогах та зниження екологічного впливу.

Концепція "Розумного міста" або "Smart City" включає в себе не лише інтернет-сервіси для віддаленого управління, але й стратегічні рішення, спрямовані на покращення комфорту та забезпечення безпеки громадян:

- управляти громадським транспортом;
- постачати населенню цифрові сервіси;
- збирати та аналізувати об'ємні дані (Big Data);
- забезпечувати моніторинг руху та доступ до бездротового Інтернету (Wi-Fi);
- мати системи контролю якості навколишнього середовища та "розумного" освітлення;
- реалізувати систему електронного управління та захисту особистих даних.

3. Дослідження "Зелений будинок: ефективне використання ресурсів" (*The Green House: Resource-Efficient Housing*). Дослідники досліджують вплив IoT-систем на житлові будинки для забезпечення ефективного використання енергії, води та

інших ресурсів. Автоматизація систем опалення, кондиціонування повітря та електроживлення грає важливу роль у зменшенні впливу будинків на навколишнє середовище.

Впровадження IoT-систем у житлові будинки дозволяє ефективніше використовувати ресурси та зменшувати енерговитрати, що сприяє сталому розвитку та зменшенню викидів парникових газів.

Наприклад, Чикаго - місто «зелених дахів». У 2000 році все почалося з озеленення даху міської адміністрації, і зараз такі «небесні сади» займають понад 500 тисяч квадратних метрів (рис.1.8). Така фаза дозволила знизити рівень CO₂ у місті і позитивно позначитися на кліматі. Містам, які хочуть розширити свої інвестиції в зелену інфраструктуру або розпочати ініціативу, доведеться продемонструвати результати. Завдяки більшій кількості прикладів успішних реалізацій, нових технологій та постійно зростаючих доказів про переваги, зростає зацікавленість до використання зеленої інфраструктури для вирішення таких питань, як злилова вода, забруднення та підвищення температури, а також поліпшення зовнішнього вигляду та відчуття наших міст. Приклади включають існуючі парки та річки, а також вуличні дерева, зелені дахи, живі стіни та проникні тротуари. Не всі ініціативи зеленої інфраструктури є настільки радикальними, але вони все ще мають велике значення.



Рисунок 1.8 – Зелені дахи в Чикаго

4. Проект "Смартне водопостачання у місті Копенгаген" (*Smart Water Supply in Copenhagen*). Місто Копенгаген впровадило систему моніторингу водопостачання за допомогою IoT-датчиків для виявлення витоків та оптимізації використання води. Дані з цих датчиків передаються в реальному часі до мережі, де їх аналізують та використовують для прийняття управлінських рішень.

Завдяки впровадженню IoT-систем у водопостачанні, місто Копенгаген змогло зменшити витрати на обслуговування мережі та зменшити втрати води через витoki. Це призвело до збереження ресурсів та зменшення витрат на водопостачання для мешканців.

5. Проект "Смарт-парковка в Сан-Франциско" (*Smart Parking in San Francisco*). Місто Сан-Франциско використовує IoT-системи для моніторингу наявності вільних місць на парковках (рис. 1.9). Водії можуть отримувати інформацію про доступні місця через мобільні додатки та веб-платформи.

Проект допоміг раціоналізувати парковочні ресурси та зменшити трафік в пошуку парковки, що покращило рух на дорогах та зменшило викиди шкідливих речовин.

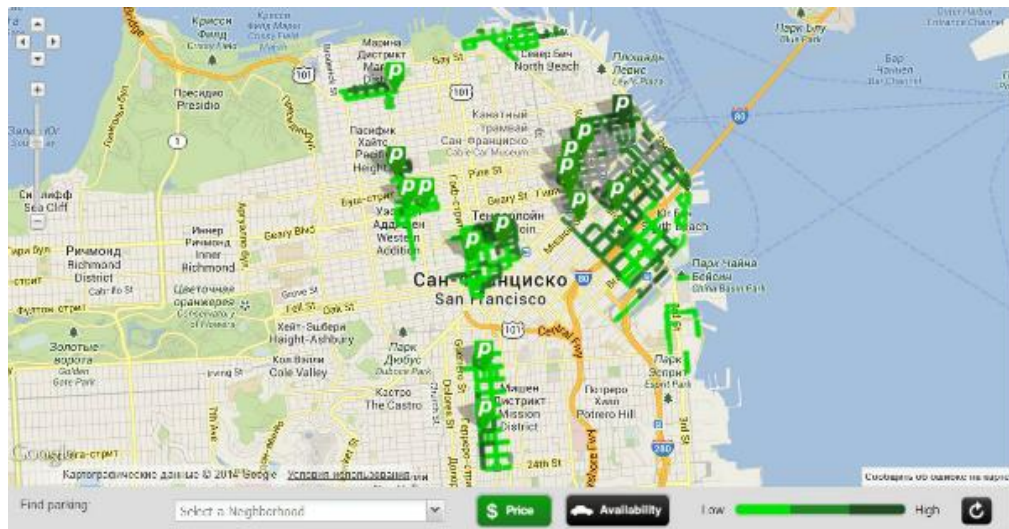


Рисунок 1.9 – Схема смарт-парковки в Сан-Франциско

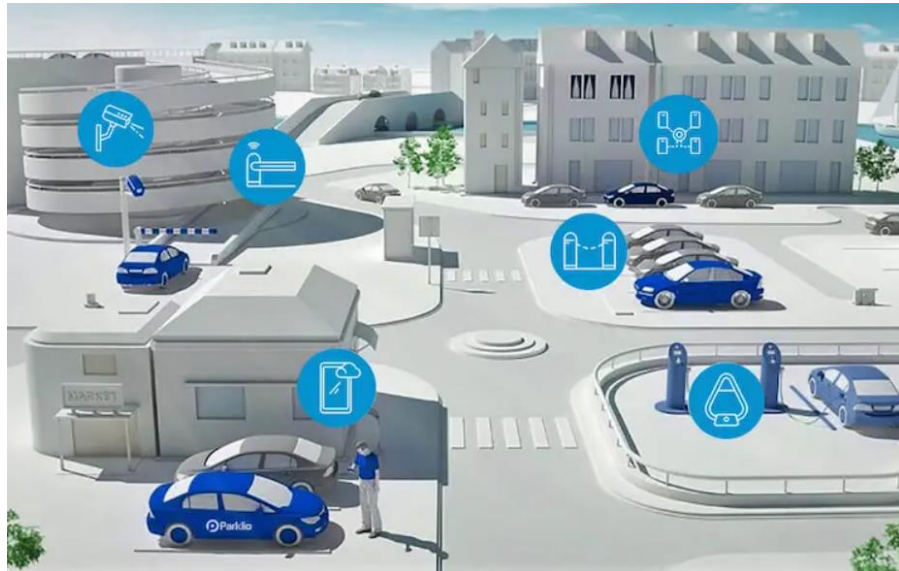


Рисунок 1.10 – Структура Смарт-парковки

Розглянемо структуру Смарт-парковки (рис.1.10), яка надає можливість підключення, моніторингу активності в режимі реального часу, оптимізації ресурсів і інтеграції у розумну парковку міста.

Кожне парковочне місце обладнане датчиком присутності з живленням від батареї, який визначає відсутність, присутність, наявність та виїзд транспортних засобів. Дані датчики можна налаштувати самостійно завдяки їх низькій споживаній потужності, і призначити кожному пристрою унікальну MAC-адресу, яка пов'язана з серійним номером та штрих-кодом. Пристрій може працювати до 10 років без зовнішнього живлення.

Коли датчик присутності виявляє активність автомобіля, вбудований приймач надсилає коротке повідомлення зі зміною статусу до будь-якого шлюза бездротової мережі в своєму радіусі дії.

Шлюз може бути частиною приватної мережі або вузлом постачальника послуг. Він передає пакети до хмарного додатку для паркування за допомогою PIN-коду, який може бути розташований на хмарному сервері або відокремленому сервері. Готове рішення для управління паркуванням використовує інформацію з датчиків для відстеження вільних та зайнятих місць. Воно може відображати події паркування на веб-сторінці і надавати дані про паркування стороннім додаткам, які

генерують інформацію щодо оплати та сповіщають водіїв про доступні парковочні місця через смартфони та інші бездротові пристрої. Більше того, його також можна налаштувати для надання більш розширених спеціалізованих послуг.

Протокол підтримує можливості двостороннього зв'язку, що дозволяє адміністраторам паркування запитувати датчики.

Хмарна служба паркування PIN обмінюється даними про паркування в режимі реального часу з іншими службами розумного міста, які перебувають під управлінням муніципальних та районних органів влади. Вона використовує інформацію, зібрану з багатьох частин міської інфраструктури, для надання унікальних додатків, таких як віддалене забезпечення дотримання правил паркування. Сенсорні монітори паркування та вуличні камери співпрацюють з іншими технологіями паркування для усунення "кемпінгу" в короткостроковій перспективі.

Дані приклади демонструють різні способи використання IoT-систем в житлових будівлях та міській інфраструктурі з метою покращення комфорту, безпеки та сталості.

Розділ "Аналіз моделей систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів" зосереджувався на ретельному огляді існуючих моделей та підходів до міського планування на основі IoT-сенсорів. IoT-технології мають значний потенціал для перетворення сучасних міст в більш "розумні" та ефективно управляються системи. Дозволяють збирати великі обсяги даних в режимі реального часу та використовувати їх для прийняття обґрунтованих рішень.

Застосування IoT-сенсорів в міському плануванні може покращити багато аспектів міського життя, включаючи транспорт, енергозбереження, якість повітря та безпеку громадян. Важливим було встановлено, що розвиток моделей міського планування на основі IoT-сенсорів вимагає інтеграції різноманітних технологій, включаючи штучний інтелект, машинне навчання та аналіз великих даних. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до вирішення завдань у цій області.

Результати аналізу свідчать про актуальність використання IoT-сенсорів у міському плануванні та створення ефективних моделей, які враховують

комплексність та динаміку міського середовища. Далі в дослідженні буде продовжено розглядати конкретні аспекти розробки нових моделей систем міського планування, що базуються на даних з IoT-сенсорів, з метою вдосконалення сучасних методів управління міськими ресурсами та підвищення якості життя мешканців.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІОТ РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ

2.1. Розробка ІоТ-рішень та методів для підвищення комфорту та безпеки в містах

Розглянемо план та загальна схема проекту "Спостереження за рухом та паркуванням для поліпшення транспортної інфраструктури":

План проекту "Спостереження за рухом та паркуванням для поліпшення транспортної інфраструктури"

- Основна мета проекту полягає у поліпшенні транспортної інфраструктури міста.
- Вивчення поточних проблем транспортної інфраструктури міста.
- Визначення зон та ділянок, де буде реалізовано спостереження за рухом та паркуванням.
- Вибір та придбання ІоТ-сенсорів для моніторингу руху та паркування.
- Розробка системи збору, передачі та аналізу даних.
- Інтеграція ІоТ-рішення з центральним сервером.
- Встановлення сенсорів на вулицях та парковках відповідно до попереднього аналізу.
- Налаштування системи для збору та передачі даних.
- Постійний моніторинг руху та паркування за допомогою ІоТ-системи.
- Аналіз даних для визначення годин пік руху, найбільш перевантажених ділянок доріг та доступності парковочних місць.
- Розробка рекомендацій для оптимізації руху та паркування.
- Планування і реалізація змін в транспортній інфраструктурі.
- Постійна оцінка впливу впроваджених змін на рух та паркування.
- Виправлення та коригування рішень на основі результатів моніторингу.

Загальна схема проекту (рис.2.1):

Збір даних з ІоТ-сенсорів:

- Моніторинг руху на вулицях та автомагістралях.
- Моніторинг доступності парковочних місць на парковках та вулицях.

Передача даних на центральний сервер:

- Використання бездротового зв'язку для передачі даних на центральний сервер для аналізу.

Аналіз та обробка даних:

- Використання аналітичного програмного забезпечення для обробки та аналізу даних.

Розробка рекомендацій для оптимізації транспортної інфраструктури:

- Вивчення результатів аналізу даних та розробка конкретних.

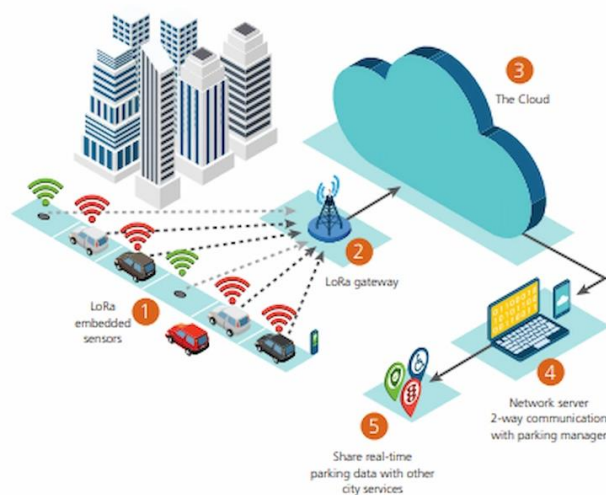


Рисунок 2.1 – Функціональна схема транспортної інфраструктури IoT

Розумні системи паркування широко використовуються для покращення повсякденного життя людей. Тому очікується, що використання інтелектуальних систем паркування продовжуватиме зростати. А також можна додати такі додаткові функції до вашої системи, що робить її універсальним інструментом керування:

- управління попитом на паркування та оптимізація простору;
- індивідуальний гід по парку;
- система бронювання паркінгу;
- динамічна оптимізація вартості та політики паркування;
- паркування, зарядка, виявлення незаконного паркування;

Для великих автостоянок можна створити відображення доповненої реальності з реальних зображень, зроблених за допомогою смартфона. Зовнішні та внутрішні навігаційні системи доповненої реальності можуть направляти водіїв до припаркованих автомобілів за допомогою віртуальних шляхів.

Ще одним нововведенням є використання технології обробки візуальних зображень для уловлювання номерного знака автомобіля та його ідентифікації за допомогою технології оптичного розпізнавання символів. Потім він автоматично відкриває ворота на паркування, і система вказує водієві відповідне місце для паркування.

Майбутнє інтелектуальних паркувальних систем видається перспективним. Технології, що лежать в основі цього рішення, включають Інтернет речей, штучний інтелект, машинне навчання та доповнена реальність, які також стимулюють цифрову трансформацію підприємств у промисловості. Використання таких інновацій підвищить ефективність паркувальних систем за рахунок вирішення проблем урбанізації.

Розумна система паркування з використанням IoT.

Ультразвукові датчики, датчики електромагнітного поля, інфрачервоні датчики тощо є типами розумних датчиків паркування IoT.

Ультразвук покращує точність інтелектуальних датчиків паркування. Недоліком такого датчика є те, що він може забитися брудом.

Виявлення електромагнітного поля датчик може виявляти невеликі зміни в магнітному полі, коли поблизу знаходиться металевий предмет.

Інфрачервоний –цей тип датчика вимірює зміни температури навколишнього середовища та виявляє рух.

Різні типи датчиків вимагають різних методів встановлення. Наприклад, камери складні, і їх потрібно розміщувати на певних відстанях і під певними кутами, щоб уникнути сліпих зон. Лазерні радіолокаційні датчики зазвичай встановлюються на щоглах висотою від 30 до 80 сантиметрів і неодноразово встановлюються в певних зонах, але корисні лише для масового лікування.

Найпростіший спосіб встановити датчики IoT на наземні транспортні засоби. Наземні транспортні засоби зазвичай встановлюються на підлозі стоянки та виявляють автомобілі, припарковані над ними. Датчики IoT просто потрібно приклеїти або прикрутити до поверхні. Крім того, такі датчики IoT можна легко переобладнати без будь-яких спеціальних заходів щодо встановлення, і більшість датчиків не потребують обслуговування. Розумні системи паркування, які використовують IoT, можуть спілкуватися зі шлюзами за межами паркувального майданчика та надсилати дані в Інтернет.

Три можливі умови виявлення

Статус зайнятості: відстань до об'єкта, виявленого датчиком, становить від 10 до 50 сантиметрів (приблизно від 4 до 20 дюймів).

Відстань: відстань до виявленого об'єкта становить не менше 50 см (приблизно 20 дюймів).

Брудна кімната: відстань до виявленого об'єкта менше 10 см (приблизно 4 дюйми).

Якщо стан брудний, датчик може бути закритий або заблокований і його слід перевірити (рис.2.2).

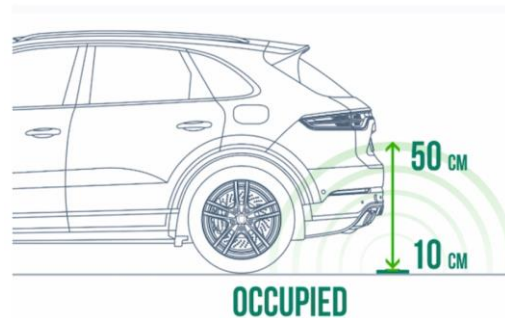


Рисунок 2.2 – Датчики фіксування дистанції паркування

2.2. Налаштування системи розумного паркування за допомогою IoT

Кількість паркувальних місць визначає вимоги до апаратного та програмного забезпечення для конфігурації IoT та архітектури системи. Для великих парковок датчики використовують шлюзи та протоколи LPWAN.

Запровадження стандарту LoRaWAN є одним із трендів в Інтернеті речей. А також спосіб зменшити споживання енергії та подовжити час безвідмовної роботи автоматизованих систем. Відповідає специфікаціям LoRa Alliance, що зменшує потребу в заміні батареї, з терміном служби батареї 5 років між замінами.

Задіяні компоненти в розумній системі паркування з використанням IoT (рис.2.1):

- датчик, який визначає присутність автомобіля;
- мікроконтролер, який підтримує обробку даних;
- хмарна платформа відновить ваші дані;
- мобільний додаток дозволяє контролювати процес розумного паркування.



Рисунок 2.3 – Схема компонентів в розумній системі паркування з використанням IoT

2.3. Принцип роботи інтелектуального датчика паркування

Визначає присутність автомобіля в два етапи. По-перше, пристрій рішення IoT має виявити наявність автомобіля, припаркованого на певному паркувальному місці. Далі, оскільки є лише одна машина, нам потрібно переконатися, що місце для паркування визначено як зайняте. Обидва кроки можуть бути реалізовані за допомогою різних технологічних підходів, що дозволяє створювати розумні системи паркування, які використовують IoT для пошуку, навігації та бронювання паркувальних місць.

2.4. Принцип роботи розумної парковки LoRa

Комп'ютерне бачення, визначення наближення, визначення відстані та навіть радіочастотна/магнітна присутність можуть бути використані для створення розумних датчиків паркування. Дана технологія забезпечує такі переваги, як високоточне виявлення паркування. Тому використання гібридного датчика паркування з дистанційним зв'язком є найкращим вибором. Датчики паркування LoRa забезпечують необхідний великий діапазон і мінімізують кількість шлюзових пристроїв, зменшуючи загальну вартість системи.

Ось як працює розумне паркування LoRa:

Технологія LoRa від МОКО-Smart забезпечує підключення, моніторинг зайнятості та активності в реальному часі, оптимізацію ресурсів та інтеграцію з розумним містом.

1. Кожна стоянка обладнана датчиками присутності на батарейках, які фіксують відсутність, присутність, присутність та від'їзд автомобіля. Завдяки конструкції з низьким енергоспоживанням ці датчики можна індивідуально налаштувати для призначення кожному пристрою унікальної MAC-адреси, пов'язаної із серійним номером і штрих-кодом. Пристрій може працювати до 10 років без зовнішньої проводки.
2. Коли датчик присутності виявляє активність автомобіля, вбудований приймач LoRa надсилає коротке повідомлення, що містить зміну статусу, на всі шлюзи бездротової мережі в межах свого діапазону.
3. Шлюз може бути частиною приватної мережі LoRa або вузлом загальнодоступного постачальника послуг LoRaWAN. Надішліть свій пакет у хмарну програму камердинера за допомогою PIN-коду. Крім того, його можна налаштувати для надання більш комплексних професійних послуг.
4. Протокол LoRaWAN підтримує функцію двостороннього зв'язку, що дозволяє менеджерам паркінгу запитувати датчики.

5. Хмарний сервіс паркування PIN обмінюється даними про паркування в режимі реального часу з іншими сервісами розумного міста в муніципалітеті або районі. Він використовує інформацію, зібрану з різних частин міської інфраструктури, для створення унікальних додатків, таких як віддалений моніторинг паркування. Монітори паркування з сенсорним екраном і вуличні камери працюватимуть у поєднанні з іншими технологіями паркування, щоб унеможливити "кемпінг" у короткостроковій перспективі.

2.5. Архітектура роботи розумної планки з bluetooth beacon

На схемі зображена на рисунку 2.4 показана архітектура системи управління вуличним паркуванням з чотирма ролями: передавач маячків, зчитувач маячків, шлюз і сервер паркування.

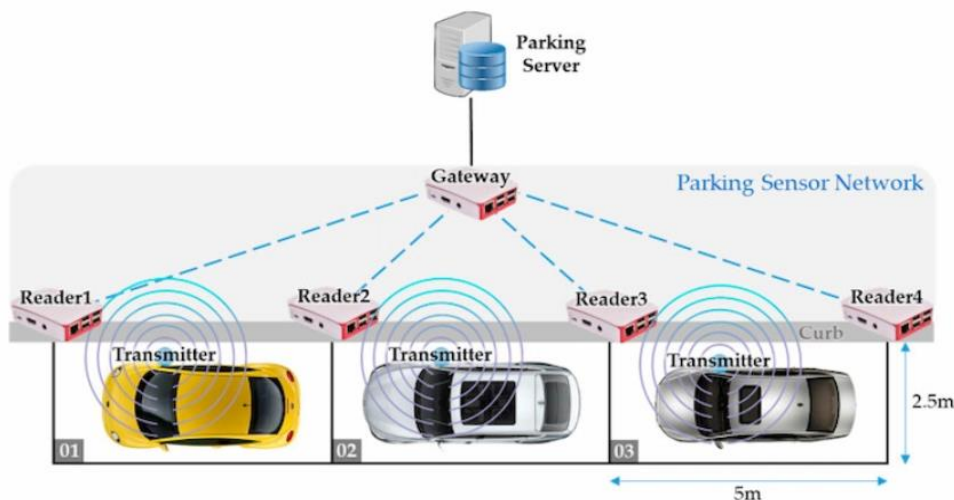


Рисунок 2.4 – Принцип роботи сервера паркування

1. *Передавач маячка.* Водії, які мають право на розумне вуличне паркування, повинні зареєструвати свої транспортні засоби, щоб отримати зареєстрований передавач маячка. Передавач маячка встановлюється на правому дзеркалі заднього виду транспортного засобу (для країн з правостороннім рухом). Передавач маячка періодично передає пакети даних, які можуть бути виявлені зчитувачем маячка.

Вихідна Bluetooth MAC-адреса конкретного автомобіля записується, і зчитувач маяка може ідентифікувати власника вхідного пакету маяка (тобто автомобіль).

2. *Зчитувач маяків* розташований у кутку стоянки, як показано на фото. Зчитувач періодично сканує пакети маяків, що містять UUID певної служби від зареєстрованих відправників маяків. Коли UUID збігаються, зчитувач обробляє пакет RSSI за допомогою фільтра Калмана для генерації оцінки відстані. Нарешті, зчитувач надає дані шлюзу, включаючи виявлену MAC-адресу Bluetooth, приблизну відстань і час виявлення.

3. Основна функція *шлюзу* полягає в перевірці статусу зайнятості кожного паркувального місця на основі даних, наданих зчитувачем маяків. Спеціальні паркомісця. Потім шлюз надсилає результати до бази даних віддаленого сервера паркування.

4. *Сервер паркування* відповідає за запити про зайнятість та ідентифікацію транспортних засобів, які користуються автостоянкою. Адміністратори можуть увійти в системну базу даних і переглянути інформацію про зайнятість та історію паркування. Електронне паркування для водіїв дозволяє водіям перевіряти свої записи про паркування за допомогою паркувального сервера.

Переваги розумних систем паркування з використанням IoT.

Оптимізація паркувальних місць:

Прямі переваги:

- спеціальні дозволи на завантаження та розвантаження товарів, таксі тощо;
- моніторинг паркувальних місць для інвалідів;
- створення зон для аварійних транспортних засобів;
- створення пунктів зарядки для електромобілів;
- оптимізація паркувальних місць;
- спеціальні дозволи: вантажно-розвантажувальні роботи, таксі тощо;
- управління паркувальними місцями для людей з обмеженими можливостями;

- збільшення доходу.

Непрямі переваги:

- зменшення кількості порушень правил паркування;
- зменшення шумового забруднення;
- зменшення викидів шкідливих газів;
- до 35% збільшення доходів від паркування;
- покращення репутації екологічно чистого міста/місця;
- покращення міської мобільності та міського планування;
- приватні території: торгові центри, готелі, тематичні парки.
- стратегія динамічного ціноутворення на основі використання;
- для нових клієнтів ми відкриємо паркувальні місця для каршерингу;
- підвищення якості обслуговування клієнтів;
- оптимізація робочої сили відповідно до звичок споживачів.

Розумна система паркування Smart Parking (рис.2.4) з використанням рішень IoT дозволяє знизити:

- трафік: -8%;
- викиди газів: -40%;
- пробіг: -30%;
- витрачений час: -43%.

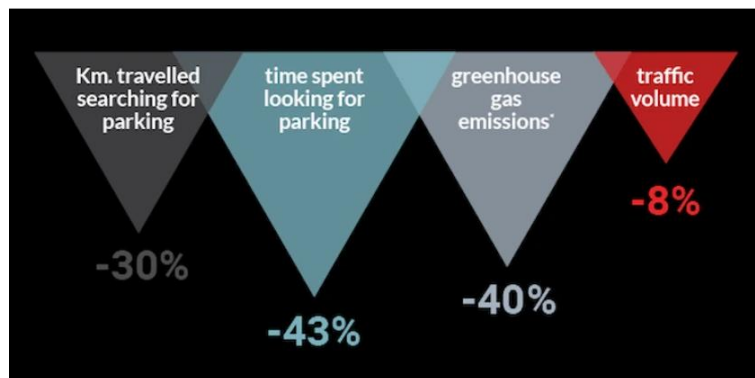


Рисунок 2.4 – Діаграма ефективності системи паркування Smart Parking з використанням рішень IoT

Принцип пошуку місця для паркування:

Якби людина витратила 10 хвилин на пошук автомобіля кілька разів на день, тоді б витратила 240 годин на рік або в середньому 700 днів свого життя на пошуки автомобіля (рис.2.5).

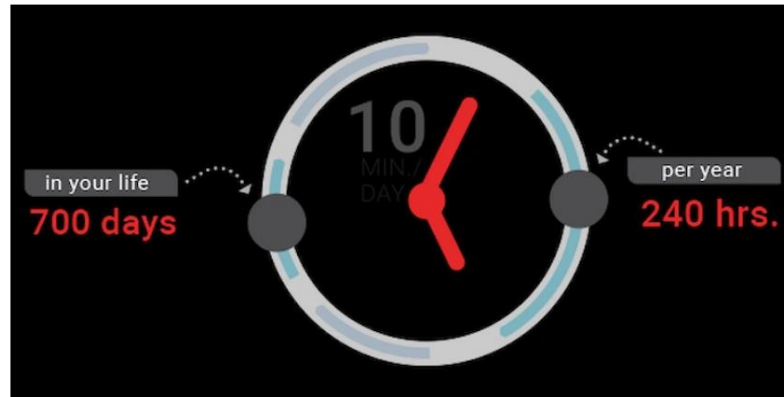


Рисунок 2.5 – Схема порівняння пошуку парковки в порівнянні із часом людського життя

Інтелектуальні системи паркування з використанням Інтернету речей.

Щоб уникнути заторів, необхідно припаркувати кілька транспортних засобів у певному місці. У цьому випадку система управління паркуванням надає водієві інструкції з паркування і забезпечує точність.

- торгові центри;
- аеропорти;
- лікарні;
- спортивні центри;
- університети;
- програми для інтелектуальних систем.

2.6. Інновації в рішеннях для розумного паркування

Згідно з опитуванням Smart Parking Institute 42 % респондентів проголосували за необхідність систем паркування. Хороша новина полягає в тому, що завдяки системам паркувальних датчиків, платформ зв'язку та іншим додаткам Інтернету речей водії можуть знати, де знаходиться найближче паркувальне місце, навіть

якщо воно зайняте. У майбутньому карти паркування в реальному часі стануть звичним явищем.

Ось деякі з найкращих розумних додатків для паркування, які були випущені або будуть випущені в найближчому майбутньому, оскільки інновації в цій сфері вже йдуть повним ходом.

1. Відстеження транспортного засобу за допомогою сенсорних систем IoT є основною технологією платформ для відстеження транспортних засобів: такі інструменти, як GPS і датчики OBD, збирають дані про місце знаходження транспортних засобів і автопарків, а також допомагають відстежувати зайнятість паркувальних місць. Інформація передається до CSA, обробляється, а потім надсилається на мережевий сервер. Дані відображаються у формі, зрозумілій для водіїв та менеджерів автопідприємств.

В даний час пристрої відстеження транспортних засобів на основі Інтернету речей в основному використовуються для управління автопарком у великих корпоративних організаціях

2. Розумні системи обліку, які підключені, визначають, коли транспортний засіб заїжджає на місце для паркування або виїжджає з нього. У цьому випадку платформа IoT може надати водіям лічильник вільних місць в режимі реального часу.

Менеджери об'єктів можуть використовувати систему обліку для підвищення ефективності своїх парковок, виявлення тенденцій і закономірностей пасажиропотоку та прогнозування майбутніх сплесків транспортних засобів.

3. Автоматизовані системи паркування можуть допомогти зменшити кількість паркувальних місць і максимізувати ефективність використання простору. Автоматизовані системи використовуються для підйому та спуску автомобілі в на верхні рівні об'єкта та зверхніх рівнів; об'єкти APS повністю автоматизовані, а доступ до них обмежений, що робить паркування безпечнішим.

Автоматизовані системи паркування допомагають скоротити час пошуку місця та зменшити викиди відпрацьованих газів, які накопичуються через збільшення часу роботи двигуна.

4. *Системи управління IoT* сприяє міській безпеці та порядку, будучи потужним охоронцем правил дорожнього руху. Використовуючи мережу датчиків і швидкі алгоритми обробки даних, системи управління паркуванням можуть виявляти і реєструвати порушення правил паркування залічені секунди, збирати і зберігати необхідні докази, виписувати штрафи і повідомляти про порушення.

Розумне паркування впливає на всіх учасників процесу. Водії можуть заздалегідь бронювати паркувальні місця, планувати поїздки та поїздки, враховувати заповненість паркінгу. Даний механізм підсилення зможе виявити та оцінити серйозність незаконного паркування за лічені секунди.

Менеджери паркування можуть оптимізувати використання місць для паркування та ресурсів і ефективно формувати майбутній розвиток. Керівники кожної організації кажуть, що використовуватимуть рішення IoT на паркінгах, щоб покращити зручність для громадян. Ось деякі додаткові переваги, які IoT приносить паркуванню.

Коли термін дії паркомата закінчується, підключена платформа повідомляє водія. Такі інструменти допомагають водіям продовжити час паркування в один клік після сплати збору за продовження. Система автоматичного подовження паркомату зменшує кількість порушень правил дорожнього руху та збільшує дохід цільової особи.

Інноваційні паркувальні рішення, що визначають безпеку паркувальних місць.

Червоні зони, такі як автобусні зупинки, місця посадки та висадки пасажирів, а також паркувальні місця для інвалідів, ідентифікуються платформою та повідомляються водіям. У цьому випадку буде менше порушень недбалого паркування. Якщо водій все-таки припаркується в забороненій для паркування зоні, підключена платформа негайно сповістить про це правоохоронців, збільшивши можливість покарання порушника.

Системи керування паркуванням можуть бути універсальними, об'єднуючи менеджерів парків, правоохоронні органи, водіїв та інших зацікавлених сторін у зв'язану мережу. Люди, які постраждали від трансформації управління

паркуванням, спілкуються один з одним, задають запитання та відповідають на них, а також роблять свій внесок у загальний добробут міських громад.

На екрані відобразатимуться відкриті та зайняті паркувальні місця. Керування заповненістю автостоянки в режимі реального часу зі свого комп'ютера чи смартфона. Водії повинні мати можливість у режимі реального часу бачити, скільки вільних паркувальних місць є біля кожного паркувального місця. Інтерактивні карти заповнюваності є важливими для ефективних інструментів підключеного керування паркуванням. АРІ для кінцевих користувачів і програм керування. Оскільки інструменти керування парком впливають на критичне здоров'я членів спільноти, розробники додатків повинні переконатися, що їхні інструменти забезпечують інтеграцію сторонніх розробників і можуть бути реалізовані в інших інструментах керування та моніторингу парку. Права доступу, зручний інтерфейс для різних груп користувачів. Не всі водії мають досвід або досвід навігації на платформі. Різні групи користувачів (люди з вадами зору, водії старше 50 років тощо).

У другому розділі "Розробка проекту IoT рішення та методів міського планування на основі даних з IoT-сенсорів" було проведено глибокий аналіз і розробка принципів та методів, спрямованих на використання Інтернету речей (IoT) для підвищення комфорту та безпеки в міському середовищі. Представлені різні IoT-рішення для оптимізації паркування, такі як інтелектуальні датчики та системи LoRa. Використання IoT може ефективно вирішити проблеми з паркуванням у містах, полегшуючи пошук вільних місць та зменшуючи транспортний рух.

Розглянуто налаштування та принцип роботи системи розумного паркування на основі IoT. Впровадження датчиків та технологій IoT дозволяє ефективно використовувати парковочні ресурси та поліпшує взаємодію з користувачами.

Зрозумілий принцип роботи інтелектуальних датчиків паркування та систем LoRa для отримання точної та швидкої інформації про вільні парковочні місця.

Висвітлено архітектурні рішення для розумної планки з використанням Bluetooth Beacon, що сприяє покращенню системи позначення місць та забезпечує точність інформації.

В цілому, розділ надає обґрунтоване розуміння та концептуальну основу для подальшого розгортання IoT-системи у сфері міського планування та паркування.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ

3.1 Інтелектуальне паркування з підключенням до хмари

З розвитком Інтернету речей та хмарних сервісів паркування переходить від ручних систем до інтелектуального віддаленого моніторингу та управління. Таким чином оператори сподіваються вирішити традиційну проблему неефективної оплати за паркування. Технології навігації та пошуку автомобілів роблять паркувальні місця більш варіативними, в той час як розумне освітлення допомагає краще використовувати енергію.

Кількість транспортних засобів на вулицях великих міст продовжує зростати, що має багато негативних наслідків. Тому сьогодні дуже важливо оптимізувати функціональність транспортних мереж. Advantech пропонує системним інтеграторам можливість використовувати в проектах автоматизації готові розробки в області роботизованого паркування та управління транспортною інфраструктурою міста.

Повноцінна хмарна інтелектуальна система управління паркуванням повинна включати кілька елементів: базовий апаратний пристрій, хмарну платформу середнього рівня, що відповідає за підключення хмарної платформи до нижнього рівня, і верхній рівень SaaS-додатку. Робота системного інтегратора з розробки та інтеграції вимагає багато часу і зусиль. У поєднанні з необхідністю задовольнити потреби різних випадків і забезпечити стабільну роботу системи, завершення проекту часто стикається з серйозними затримками, що може мати негативний вплив на загальну конкурентоспроможність компанії.

Готовий пакет хмарних сервісів від Advantech (SRP) надає широкий спектр апаратних засобів периферійної розвідки, критично важливих продуктів для виявлення і бездротового зв'язку, а також готову до використання хмарну платформу PaaS IoT. Він не тільки дозволяє системним інтеграторам зосередитися на розробці прикладних сервісів SaaS, але також відповідає широкому спектру вимог і усуває необхідність повторної інтеграції обладнання в хмару.

3.2 Особливості рішень для транспортної інфраструктури

Стандарт NEMA TS2 (ініціатива національної асоціації виробників електрообладнання США) є розвитком стандарту TS1 для обладнання керування дорожнім рухом, у тому числі світлофорами, аварійними дорожніми знаками та сигналізацією. Він розроблений як документ для виробників, який регламентує відповідність продукції набору мінімальних вимог для забезпечення високої надійності інтелектуальних транспортних систем (ITS). Вимоги до багатьох програм ITS включають можливість віддаленого монтажу та зовнішнього розміщення обладнання, широкі діапазони робочих температур та вологості, підтримку різних технологій комунікації. Стандарт TS2 додатково містить вимоги до умов роботи та тестування обладнання, включаючи діапазон температур, значення вологості та напруги електроживлення, стійкість до вібрації та ударів.

Усі продукти Advantech у цьому асортименті пройшли випробування та відповідають або перевищують вимоги вищезазначених стандартів NEMA TS2. Шафи управління рухом Advantech включають комутатори EtherNet, розширювачі та маршрутизатори, волоконно-оптичні медіаконвертери, послідовні ізолятори, пристрої бездротового зв'язку тощо.

Деякі пристрої передачі використовуються в системах управління світлофорами для з'єднання між собою шаф контролю руху. Подовжувачі EtherNet встановлюють в операційних системах, де вже є кабельне підключення. Це найкращий варіант для нових установок або якщо є доступ до волоконної оптики. Багато керуючих пристроїв все ще мають послідовні інтерфейси, а дистанційний моніторинг реалізують за допомогою протоколів IP або EtherNet. Сервери послідовного порту застосовують для польового обслуговування, конфігурації та діагностики.

Дорожні радарні знаки зазвичай встановлюються на придорожніх стовпах або невеликих мобільних причепах. У разі необхідності дані радара надсилаються для оновлення інформації про цифрові вивіски та до правоохоронних органів. Магістраль мережі передачі використовує керовані комутатори EtherNet, які

підтримують волоконно-оптичну кільцеву технологію. Стільникові маршрутизатори застосовують для зв'язку з комплексами віддалених або мобільних пристроїв. Сервери послідовного інтерфейсу використовуються для забезпечення роботи мережних радіолокаційних пристроїв EtherNet, а послідовні ізолятори – для захисту віддалено встановлених радіолокаційних пристроїв в екстремальних погодних умовах. Пристрої, які є в цих програмах, повинні працювати в широкому діапазоні робочих температур від -34 до $+74$ °C і повинні витримувати вплив ударів і вібрації.

Є можливість створювати великомасштабні мережі цифрових вивісок за допомогою керованих комутаторів EtherNet, підключених до послідовних серверів або волоконно-оптичних медіаконвертерів (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Приклад керування дорожніми цифровими табло

Якщо потрібно, серійні ізолятори або модулі медіаконвертерів також служать для високоякісної гальванічної розв'язки та захисту від перешкод.

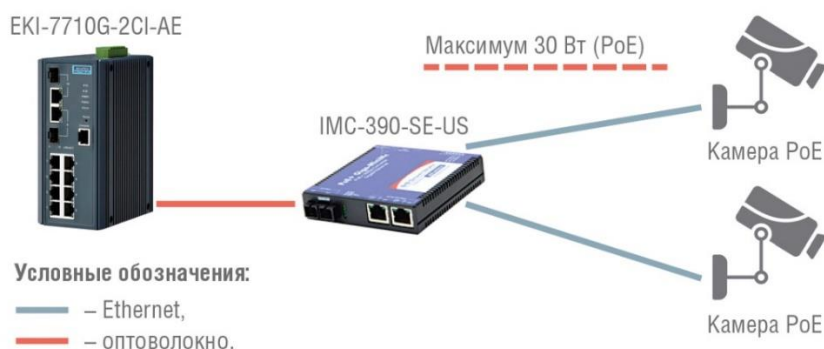


Рисунок 3.2 – Відеокамери PoE спрощують та здешевлюють кабельне розведення

Гарним рішенням є також використання вуличних відеокамер, підключених за стандартом PoE (Power over Ethernet, рис. 3.2).

PoE – це технологія, яка дозволяє забезпечувати живлення віддалено підключених пристроїв через стандартну виту пару в мережі Ethernet. Для підключення цього пристрою використовується спеціальний мережевий комутатор і медіаконвертер, що підтримує PoE. До таких пристроїв відноситься, наприклад, медіаконвертер ІМС-390-SE-US (рис. 3.3), який дозволяє передавати до 25,5 Вт потужності підключення.



Рисунок 3.3 – Медіаконвертер з підтримкою технології PoE Advantech ІМС-390-SE-US

Міста всіяні дорогами та вулицями, якими рухаються всі види транспортних засобів-пішоходи, велосипедисти, мотоцикли, автомобілі, автобуси, тролейбуси, трамваї тощо. На структуру транспортних потоків і пропускну спроможність дорожньої інфраструктури значною мірою впливає робота світлофорів на перехрестях. Для досягнення ефективності та безпеки необхідний точний моніторинг транспортних потоків по всьому місту. Традиційні методи зондування, такі як ультра звукові датчики, мікрохвильові радари та інфрачервоні датчики, є або занадто дорогими, або дані неможливо зберігати у вигляді архівних записів. Системи відеоаналізу на основі штучного інтелекту (ШІ) можуть подолати такі недоліки.

Аналіз відео легко надає інформацію про номер транспортного засобу, напрямок руху та час очікування.

Граничні системи ШІ захоплюють відеопотоки з IP-камер і аналізують вміст; IP-камери отримують живлення PoE через стандартний порт LAN RJ-45, що дозволяє легко встановлювати камери у віддалених місцях. Низьке енергоспоживання, без вентиляторна конструкція комп'ютера і широкий діапазон робочих температур в таких додатках необхідні для задоволення вимог при дорожніх систем, оскільки обладнання встановлюється в елементах світлофорів. Для обробки логічних висновків і аналізу наборів метаданих за допомогою моделей глибокого навчання сервери додатків ШІ потребують високої обчислювальної потужності. Таку потужність забезпечує, наприклад, платформа SKY-6100. Світлофора ми може знадобитися ручне керування з диспетчерського центру, і це також слід враховувати при проектуванні системи.

В якості системи штучного інтелекту ми використали Advantech MIC-7200, невеликий модульний комп'ютер на базі обчислювальної платформи штучного інтелекту NVIDIA Jetson Tegra X2 (TX2). Для моніторингу великого обсягу зібраних даних MIC-7200 реалізує технологію логічного мислення AI, яка перевершує традиційні методи виявлення транспортних засобів з точки зору відстеження об'єктів. MIC-7200 відповідає вимогам обчислювальної технології глибокого навчання та конструктивно підходить для встановлення в місцях із несприятливими умовами експлуатації. Цей комп'ютер також має кілька інтерфейсів для інтеграції з іншими пристроями контролю дорожнього руху.

Сервер логічного виводу SKY-6100 (рис. 3.4), що монтується в стійку висотою 1U, отримує метадані від усіх периферійних систем ШІ і відстежує всі умови трафіку за допомогою моделі глибокого навчання.



Рисунок 3.4 – Масштабований сервер SKY-6100 з двома процесорами Intel® Xeon® в стійці 1U

Сервер із двома масштабованими графічними процесорами Intel® Xeon®, що масштабуються, має наступні характеристики:

Процесор: Dual Intel Xeon Scalable.

Пам'ять: DDR4 2666 MHz ECC-REG типу ECC-REG до 512 ГБ.

Віддалене керування: підтримка функції IPMI.

Розширення: підтримка 1 дводекової карти PCIe x16 FH/FL + 1 однодекової карти PCIe x16 FH/HL або 5 однодекових карт PCIe x16 HH/HL.

Блок живлення: резервний блок живлення 1+1 потужністю 1200 Вт із сертифікацією рівня 80 PLUS Platinum.

У системах управління паркуванням підключаються найрізноманітніші пристрої: системи продажу/перевірки квитків, шлагбауми, касові апарати, камери спостереження, цифрові вивіски і т.д. Подовжувачі EtherNet підходять для передачі даних між пристроями паркування, оскільки вони відмінно працюють з існуючими дротовими з'єднаннями. Для підключення декількох пристроїв можна використовувати розширювач EtherNet. Для підключення декількох пристроїв можна використовувати послідовно сервери та комутатори EtherNet. Ізоляція забезпечує додатковий захист встановленого обладнання. Волоконна оптика є кращим вибором, коли потрібна надійність в різних погодних умовах.

Автоматизовані керовані транспортні засоби (AGV) найчастіше використовуються в промисловості для транспортування матеріалів між виробничими об'єктами, лініями або складами. У сучасну епоху промислового Інтернету речей системи AGV також переходять від простої автоматизації до інтелекту, причому діапазон таких застосувань поширюється від заводів до громадських парковок. Один з виробників AGV розробив інтелектуального паркувального робота, який може підняти, перемістити і припаркувати автомобіль всього за 120 секунд, використовуючи модулі Wi-Fi, лазерну навігацію і технологію стільникової передачі даних (рис.3.5).

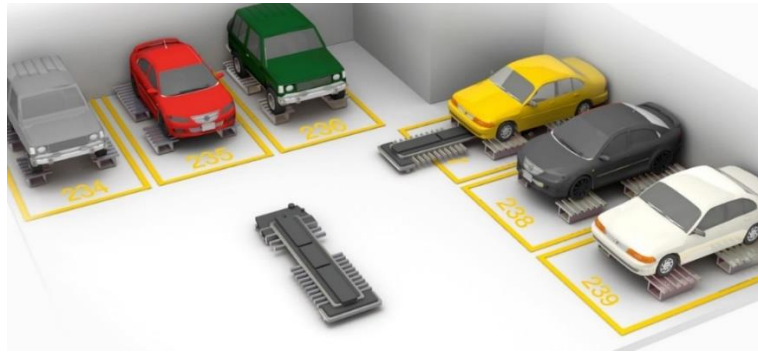


Рисунок 3.5 – Автоматизована система паркування

Компактні, без вентиляторні, вбудовані промислові комунікаційні шлюзи на базі архітектури x86 використовуються для того, щоб паркувальні роботи могли точно отримувати завдання від централізованих систем управління і виконувати команди без зіткнень і аварій. До цього часу AGV зазвичай контролювалися і управлялися програмованим логічним контролером (ПЛК). Однак, щоб забезпечити комплексний моніторинг, припарковані AGV повинні виконувати багато операцій, і ПЛК більше не можуть впоратися з такими завданнями.

Вбудований комп'ютер Advantech UNO-2272G (рис. 3.6) з двома модулями і DOOR (з підтримкою зв'язку Wi-Fi і польової шини CAN-open) не тільки відповідає вимогам до продуктивності паркувальних AGV, але також надає модульну операційну систему реального часу (Windows Embedded Compact 7), налаштовувальні драйвери і підтримку програмного забезпечення Advantech для віддаленого управління і моніторингу (WISE-PaaS/RMM-Remote Monitoring and Management Platform). Дана функція надає роботам AGV додаткові можливості для діагностики стану системи та автоматичного планування.



Рисунок 3.6 – Універсальний без вентиляторний комп'ютер Advantech UNO-2272G

Комп'ютер UNO-2272G на базі Intel® Atom™ має технічні характеристики:

- розмір з долоню з 1 x GbE, 2 x mPCIe, VGA / HDMI;
- процесори Intel® Atom™ N2800/J1900 з 2 ГБ пам'яті DDR3/DDR3L;
- 1 x GbE, 3 x USB 2.0/3.0, 1 x COM, 1 x VGA або HDMI;
- компактна конструкція без вентилятора;
- гумова пробка з гвинтом, що не випадає;
- різноманітне системне введення-виведення та ізольоване дискретне введення-виведення за допомогою технології iDoor;
- підтримка протоколу Fieldbus за технологією iDoor;
- підтримує MRAM від iDoor Technology;
- 3G/GPS/GPRS/Wi-Fi зв'язок за технологією iDoor.

3.3. Паркувальні роботи

Заснована в 2014 році на базі материнської компанії Shenzhen Yee Fung Automation, яка спеціалізується на розробці та виробництві 3D-систем для паркування в гаражах, компанія Shenzhen Yee Fung Robot Technology Co Ltd розробила універсального паркувального робота AGV. Нещодавно компанія оновила концепцію паркувального AGV, замінивши контролер, який раніше використовувався в паркувальних AGV, найбільш економічно ефективний шлюз, зробивши доступними нові ключові технології і підвищивши конкурентоспроможність продукту. Новий інтелектуальний паркувальний робот AGV компанії Shenzhen Yeefung має два режими позиціонування (лазерний і магнітний) і може автоматично рухатися впереді назад, повертати вліво і вправо, обертатися і рухатися в площині. Однак через обмежені розміри самого AGV (довжина 4548 мм, ширина 1773 мм, висота 320 мм), простір, доступний для контрольного обладнання, необхідного AGV, мінімальний, і робот не пропонує найкращих умов експлуатації. Тому шлюз управління AGV повинен бути досить

компактним, щоб інтегруватися в транспортний засіб і бути захищеним від вібрації, ударів і зіткнень, виконуючи при цьому складні розрахунки траєкторії руху. У той же час, інтелектуальна система паркування AGV повинна керувати більш ніж 100 транспортними засобами одночасно. Для цього потрібне програмне забезпечення для віддаленого моніторингу пристроїв, щоб інформувати центральну диспетчерську про стан транспортних засобів у режимі реального часу. Крім того, для забезпечення без перервної роботи інтелектуального паркування AGV необхідна функція раннього попередження, яка дозволить менеджерам прогнозувати і організувати технічне обслуговування транспортних засобів.

Шлюз UNO-2272G від Advantech дуже компактний і розміром з долоню (157x88x50 мм). Однак він оснащений процесором Intel Atom J1900 з максимальною частотою 2,41 ГГц, 2 ГБ оперативної пам'яті DDR3L, модулем бездротового зв'язку (PCM-24S2WF) і CANbus (PCM-26D2CA), тому він не тільки отримує команди від центральної системи диспетчеризації транспортних засобів, але також може також обробляти дані, зібрані датчиками запобігання зіткненням, 360° лазерним передавачем і магнітним сканером, для визначення паркувальних місць і маршрутів руху, а також для надання інструкцій паркувальному AGV самостійно транспортувати транспортний засіб напевне паркувальне місце. Що стосується довговічності та надійності, то легке алюмінієве шасі системи покращує розсіювання тепла і захищає компоненти та модулі від пошкодження водою та пилом. Швидкість читання/запису підвищується завдяки надійному внутрішньому жорсткому диску mSATA. Крім того, UNO-2272G сертифікований за стандартами IEC на ударостійкість та вібростійкість, що гарантує надійність у суворих умовах експлуатації.

Розглянемо більш детально технічні параметри PCM-24S2WF (рис.3.7):

- модуль iDoor: WiFi/Bluetooth 2-портовий SMA;
- відповідає стандартній технології Advantech iDoor;
- модуль M.2 2230 (A-E Key) з адаптером mPCIe;
- IEEE 802.11 ac/a/b/g/n + Bluetooth 5.1;

- 2 порти SMA, 2Tx / 2Rx.



Рисунок 3.7 – Модуль бездротового зв'язку PCM-24S2WF

Розглянемо більш детально технічні параметри PCM-26D2CA (рис. 3.8):

- модуль iDoor: 2-портовий ізольований CANBus mPCIe, DB9;
- відповідає стандарту технології Advantech iDoor;
- сумісний зі специфікацією карт PCI Express® Mini версії 1.2;
- працює з двома розділеними CAN мережами одночасно;
- висока швидкість передачі даних до 1 Мбіт/с;
- адреса вводу/виводу автоматично призначається за технологією PCIe plug & play;
- підтримка Win10, Linux, Ubuntu;
- захист оптичної ізоляції 2 500 В постійного струму забезпечує надійність системи;
- включає бібліотеку Windows® DLL.



Рисунок 3.8 – CANbus - PCM-26D2CA

Підтримка вбудованих автоматизованих ПК серії UNO та панельних ПК серії TPC

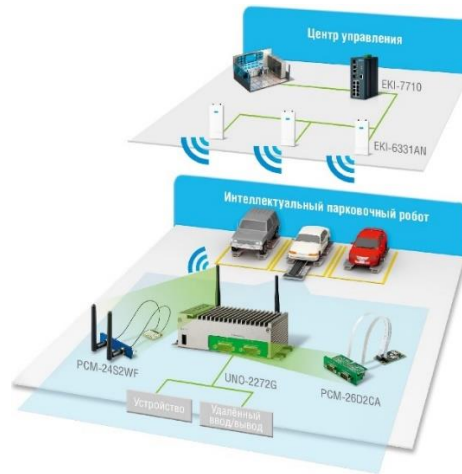


Рисунок 3.9 – Побудова системи автоматичного паркування

Хоча основною метою цього проекту був вибір найкращого апаратного забезпечення для інтелектуальної системи паркування AGV, Advantech також надав драйвери для налаштованих модулів Wi-Fi і CANbus, а також програмне забезпечення для моніторингу віддалених пристроїв (рис. 3.9). Реалізація проекту (рис. 3.10):

- ITA-1711: контролер самообслуговування з кількома COM-портами;
- MIC-7700: компактна безвентиляторна система;
- PPC-3150: 15-дюймовий планшетний комп'ютер без вентилятора;
- WISE-6610: шлюз LoRaWAN;
- хмарна платформа WISE-PaaS: промислова хмарна платформа IoT.

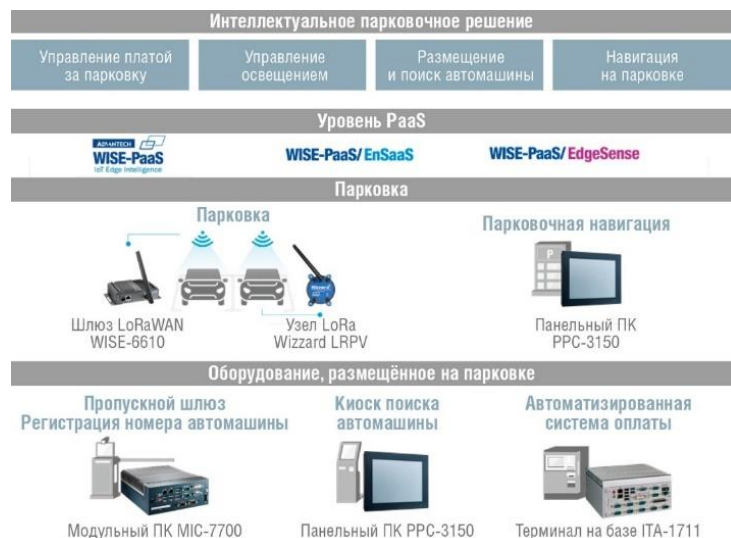


Рисунок 3.10 – Інтелектуальне IoT-рішення для парковок

Ось три найкращі варіанти найкращого модуля LoRa для LoRaWAN шлюз:
Semtech LR1120 – це периферійний модуль LoRa, який підтримує зв'язок LR-FHSS (дальній діапазон - спектр зі стрибкоподібною перебудовою частоти) на частоті 2.4 ГГц ISM і в діапазонах 150-960 МГц, а також у ліцензованому S-діапазоні для супутників.

Модуль має чутливість Rx до -144dBm і вихідну потужність Tx до 22dBm. Він також потребує джерела живлення постійного струму 1.8-3.7 вольт. Крім того, він споживає менше 118 мА електричного струму.

Цей модуль LoRa ідеально підходить для міжконтинентальної логістики, відновлення, визначення місцезнаходження активів у декількох регіонах, простежуваності управління запасами, додатків для запобігання крадіжкам і втрати активів.

Частота: 434-915 МГц / 2412-2484 МГц;

Швидкість передавання даних: від 1 до 2 Мбіт/с;

Напруга живлення: 1.8 - 3.7 V;

Модуляція: ФСК, ДБСК, ГФСК, БПСК;

Вихідна потужність: До 22 дБм;

Тип монтажу: Surface Mount.

KYOCERA AVX – ETH-LORA-M-AX-01 модуль LoRa працює в неліцензованому діапазоні від 868 до 915 МГц. Він максимізує передачу потужності між антеною і радіо, поєднуючи модуль Semtech LoRa SX1272 з перевагами технології активного рульового управління Ethertronic і рішенням для узгодження імпедансу.

Цей малопотужний модуль LoRa забезпечує вихідну потужність 14-19 дБм. Це призводить до чутливості до -138 дБм і бюджету каналу понад 156 дБ. Модуль ідеально підходить для додатків Smart Grid, Smart Metering, Telemetry, Smart City і IoT.

Технології: LoRa;

Тип інтерфейсу: UART;

Чутливість: 138-дБм;

Вихідна потужність: 14 - 19 дБм;

Напруга живлення: 2.5 - 3.6 вольт;

Частота: 863 щоб 915 МГц.

ІМСТ – iM881A-XL малопотужний, компактний, двонаправлений модуль LoRa працює в діапазоні частот 863-870 МГц у неліцензованому діапазоні. Модуль може досягати дальності до 12 км у вільному просторі та має чудову чутливість - 138 дБм. Він споживає струм 28 мА і вимагає робочої напруги 1.8-3.6 В для забезпечення вихідної потужності до +13 дБм.

Він ідеально підходить для таких сфер застосування, як бездротові мережі, автоматизоване зчитування показань лічильників, бездротові системи сигналізації та безпеки, телеметрія, бездротові датчики, дистанційне керування та автоматизація будівель/будинку/промисловості.

Частота: 863-870 МГц;

Технологія: LoRa;

Напруга живлення: 1.8 - 3.6 вольт;

Вбудована антена: ПІ;

Вихідна потужність: 15 дБм;

Швидкість передачі даних: 0.24 - 50 Кбіт/с;

Тип інтерфейсу: I2C, SPI, UART.

Вузол Wzzard LRPv від Advantech підключається до чотирьох датчиків одночасно і ідеально підходить для виробничих ліній з великою кількістю датчиків або для додатків з обмеженим простором для додаткових пристроїв. Програмне забезпечення спеціально розроблено так, щоб його можна було налаштувати, щоб воно відповідало найскладнішим планам моніторингу. Оскільки Wzzard LRPv Node пропонує високу гнучкість як в апаратному, так і в програмному аспектах, він звільняє користувачів від необхідності розгортання обтяженої інфраструктурою бездротової мережі, а це означає, що ресурси можуть бути спрямовані на інші більш важливі інвестиції.

Вузол Wzzard LRPv має два режими: сплячий режим (коли вузол не використовується) і робочий режим (для передачі даних). Він постачається з вбудованою системою сигналізації, яка сповіщає користувачів про перевищення певного порогового значення, щоб можна було вжити заходів. Розумний дизайн режимів роботи та сигналізації допомагає контролювати бюджет, заощаджуючи споживану енергію та повідомляючи користувачів про необхідність вжити екстрених заходів.

Корпус IP66 і живлення від батареї/сонячної батареї для віддалених зовнішніх майданчиків

Завдяки класу захисту IP66 обидва пристрої захищені від потрапляння пилу та потужних струменів води. Крім того, їхня конструкція з подвійним живленням (акумуляторна батарея для вузла Wzzard LRPv і сонячна батарея для шлюзу SmartSwarm 243) забезпечує безліч варіантів розгортання.

MIC-7700 – настільна компактна безвентиляторна система з Intel® Core i 6-/7-го покоління:

Процесор Intel® 6th/7th Gen Core™ (LGA1151) з чипсетом Intel® Q370/H370;

Порти 2 x RS-232/422/485 і 4 x RS232 (опціонально);

Накопичувачі 1 x 2.5" HDD, 1 x CFast, 1x mSATA і 1 mini-PCIe з SIM;

Підтримка 2 x LAN, ізольовані COM, і 32-бітний GPIO;

2 x GigaLAN and 8 x USB 3.0;

Роз'єми VGA і DVI;

Підтримка Advantech i-Module, SUSIAccess і API для вбудованого програмного забезпечення;

Діапазон вхідних напруг: 9-36 В пост. струму;

Широкий діапазон робочих температур.



Рисунок 3.11 – Зображення вигляду MIC-7700

SRP Advantech для цього проекту – комплексне рішення від граничних пристроїв до хмари, що включає три промислові комп’ютери: базовий MIC-7700, ІТА-1711 і PPC-3150. Ці безвентиляторні комп’ютери створюють компактну та високопродуктивну апаратну платформу, яка забезпечує чудове охолодження, оскільки розроблена для широкого діапазону робочих температур. Сенсорні вузли Wzzard другого рівня та шлюзи WISE-6610, встановлені на паркувальних місцях, налаштовані для бездротового підключення, заощаджуючи витрати на проводку.

Робочий процес системи побудований таким чином: дані, зібрані обладнанням нижнього рівня, надсилаються на хмарну платформу WISE-PaaS через Ethernet, а потім необхідні дані передаються до трьох додатків SaaS верхнього рівня. Коли автомобіль заїжджає на стоянку, ворота автоматично відкриваються, а світлодіодний дисплей на стоянці вказує напрямок вільного паркувального місця до автомобіля. Ліхтарі над паркувальними місцями вмикаються залежно від їх поточного стану. Центр моніторингу отримує інформацію від польових пристроїв у режимі реального часу, тому, якщо станеться якась аномалія (наприклад, ворота не зачиняються), диспетчерська буде негайно попереджена та зможе швидко вирішити проблему.

Застосоване типове рішення Advantech SRP відповідає багатьом вимогам клієнтів щодо паркування: визначення доступу транспортних засобів, впровадження механізмів оплати паркування, розподіл паркувальних місць, забезпечення інтерфейсів «людина-машина» та підключення до інших хмарних платформ. Наприклад, MIC-7700 із чотирма слотами розширення PCIe дозволяє шлюзам розпізнавання номерних знаків отримувати сигнали RFID від eTags. ІТА-

1711 забезпечує до 14 COM-портів, а платіжний автомат може працювати в режимі оплати за рахунком, готівкою або кредитною картою. Що стосується бездротової технології, Advantech пропонує інші варіанти, окрім LoRa, енергозберігаючої технології, яка використовує метод імпульсного кодування лінійної частотної модуляції Chirp Spread Spectrum. Якщо систему керування паркуванням потрібно інтегрувати зі сторонніми системами (наприклад, системою застосування паркувальних місць уряду міста Тайбей), переваги безпроблемного підключення різних публічних і приватних хмар до хмари WISE-PaaS є дуже важливими.

Хмарні інтелектуальні сервіси IoT дозволяють операторам паркування економити робочу силу, збільшувати дохід і зменшувати витрати на управління. При цьому підвищується задоволеність клієнтів за рахунок надання механізмів альтернативних способів оплати та зручності швидкого пошуку вільного паркувального місця. Для системних інтеграторів, які спеціалізуються на цій послугі, використання SRP Advantech – це можливість зменшити тягар розробника та витрати на післяпродажне обслуговування. Advantech SRP забезпечує гнучке розширення та конфігурацію, тому підходить не лише для комерційних паркінгів, але й для паркування офісних будівель. Наприклад, системний інтегратор використовував цю архітектуру при розробці розумної системи паркування для кампусу Linkou компанії Advantech. Також реалізовані такі функції, як бронювання конференц-залів, бронювання паркувальних місць для відвідувачів, вітальні таблички, підказки щодо паркування, пошук автомобіля та енергозберігаюче освітлення. Базуючись на успішних прикладах застосування, системні інтегратори продовжують використовувати Advantech SRP для розробки систем керування паркуванням і надання комплексних хмарних інтелектуальних послуг IoT для все більшої кількості клієнтів.

У третьому розділі «Реалізація архітектури IoT рішення міського планування на основі даних з IoT-сенсорів» магістерської роботи була проведена реалізація архітектури Інтернету речей (IoT) для міського планування, зокрема для вдосконалення системи паркування та транспортної інфраструктури. А саме,

розглянуто інтелектуальне паркування, яке базується на зборі та аналізі даних з ІОТ-сенсорів. Інтеграція з хмаровою інфраструктурою дозволяє оптимізувати обробку та зберігання великих обсягів даних, а також полегшує впровадження нових функцій та покращень у майбутньому. Інтелектуальне паркування, поєднане з хмаровим зберіганням та обробкою даних, відкриває шлях до ефективного використання паркомісць та покращує взаємодію з користувачами.

Особливості використання ІОТ-рішень у сфері транспортної інфраструктури.

Використання ІОТ-рішень у транспортній інфраструктурі може значно покращити якість та безпеку міського транспорту, зменшити затори та сприяти раціональному використанню транспортних засобів. Розглядання алгоритми та процесів паркувальних робіт, які базуються на даних від ІОТ-сенсорів. Описано методи оптимального використання паркомісць та полегшення пошуку вільних місць. Впровадження ІОТ-рішень у паркувальні роботи може суттєво полегшити завдання водіїв при пошуку паркомісць і, таким чином, сприяти зменшенню транспортних навантажень у місті.

Загальною тенденцією цього розділу є те, що використання ІоТ-сенсорів та їх інтеграція в міське планування може вирішувати актуальні проблеми управління транспортом та паркуванням в сучасних міських умовах.

РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРИВ

4.1 Додавання Інтернету речей

Відповідно до тенденції розвитку Інтернету речей та хмарних сервісів, управління паркуванням рухається в бік інтелектуальних систем з дистанційним моніторингом і контролем. Водночас оператори паркування хочуть вирішити класичні проблеми, так і як низька ефективність та маніпуляції з оплатою за паркування (рис. 4.1).



Рисунок 4.1– Паркувальні системи з елементами ІоТ.

Повноцінна хмарна система управління розумним паркуванням повинна включати в себе кілька аспектів, в тому числі базові апаратні пристрої, хмарну платформу проміжного програмного забезпечення, що з'єднує хмарні сервіси з низькорівневою автоматизацією, і додатки SaaS верхнього рівня.

Розробка та впровадження таких складних систем вимагає значних витрат часу та зусиль. У поєднанні з необхідністю дотримання численних вимог та забезпечення стабільності системи, реалізація проекту часто невиправдано затягується.

Пакет хмарних сервісів Solution Ready Platform (SRP) від Advantech пропонує широкий спектр апаратних продуктів для периферійного інтелекту (периферійні обчислення і ШІ), продукти для бездротового зв'язку в польових умовах і готову до використання хмарну платформу PaaS IoT хмарну платформу PaaS IoT. Системні інтегратори можуть зосередитися на розробці прикладних сервісів SaaS, а оскільки ці рішення вже відповідають основним вимогам, потреба в апаратній інтеграції в хмару відпадає (рис. 4.2, рис. 4.3, рис. 4.4).

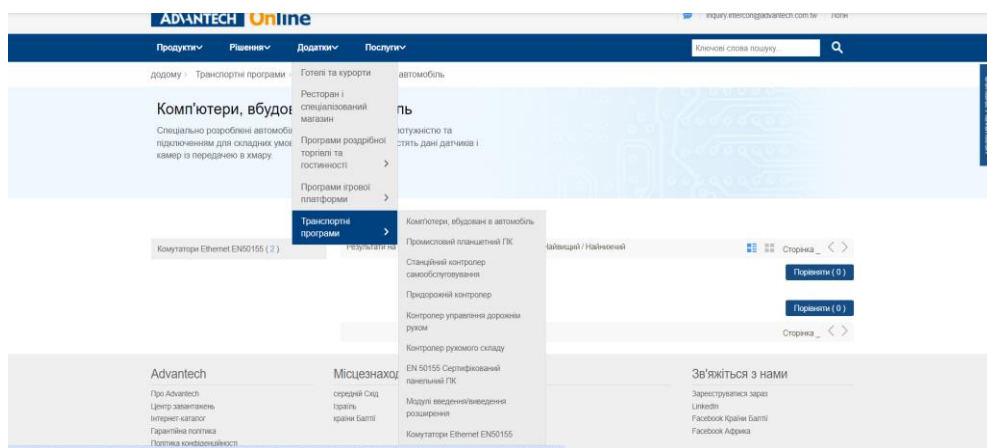


Рисунок 4.2 – Пакет хмарних сервісів Solution Ready Platform (SRP) від Advantech

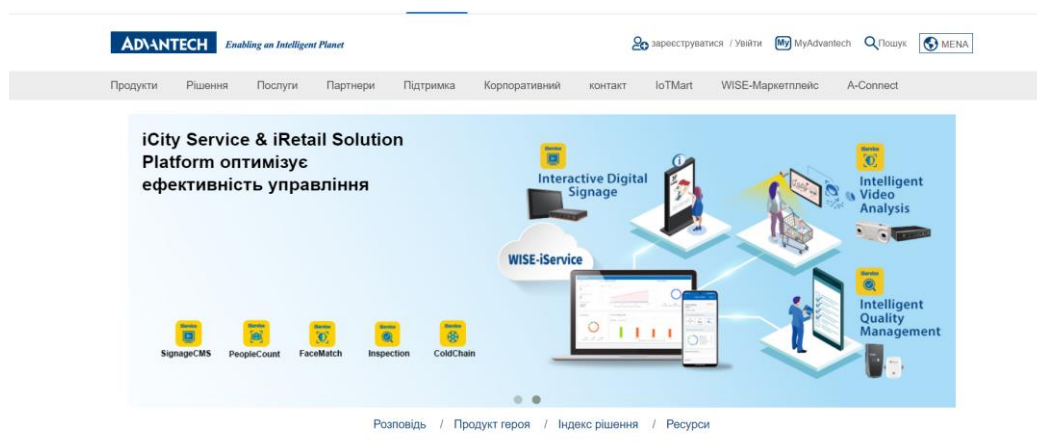


Рисунок 4.3 – Смарт-місто від компанії Advantech

Один системний інтегратор, що спеціалізується на наданні хмарних інтелектуальних послуг Інтернету речей компаніям, що займаються управлінням паркуванням, нещодавно працював над проектом підземного паркінгу для бутикового універмагу в торговому районі Сінї в Тайбеї.

Нова система повинна була керувати 400 паркувальними місцями, а також забезпечувати якісний користувацький досвіді враховувати різні уподобання клієнтів що до різних способів оплати, включаючи оплату через третіх осіб, Easy Card (поширена система транспортних платежіву Тайбеї), кредитні картки та готівку. Проект також потребував мінімізації витрат на обслуговування та управління автостоянкою.

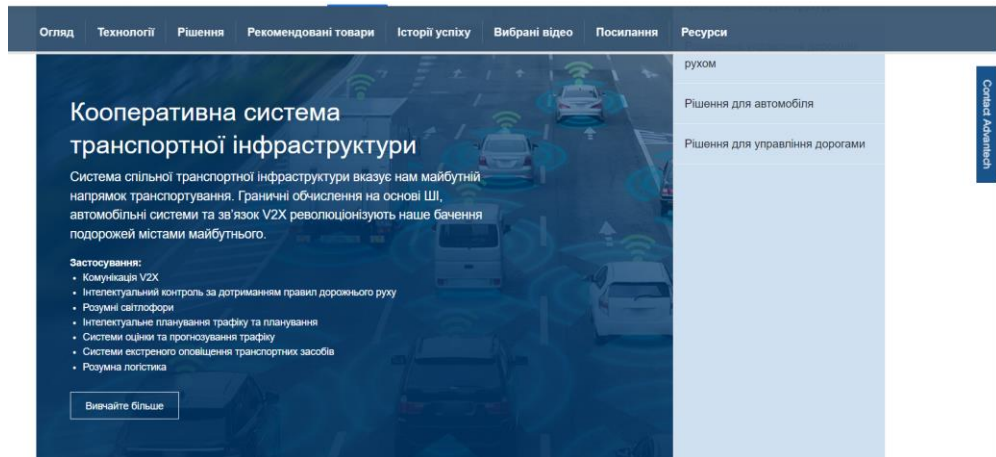


Рисунок 4.4 – Програмне рішення від компанії Advantech

Тому системному інтегратору потрібно було розробити три додатки SaaS для цього проекту: систему паркування та пошуку автомобілів, систему управління платежами та інтелектуальну систему управління освітленням. На додаток до цих трьох програмних додатків, компанія також мала встановити систему розпізнавання номерних знаків, інтелектуальні кіоски для пошуку автомобілів, автоматизовані платіжні термінали, бездротові датчики та знаки для паркування.

Через часові обмеження компанія могла розробити лише перелічені SaaS-сервіси. У цій ситуації компанії потрібно було знайти комплексне рішення, яке включало б сучасні пристрої та хмарну платформу. При цьому компанія сподівалася, що обрані пристрої та хмарна архітектура будуть універсальними і в майбутньому зможуть застосовуватися на різних типах авто стоянок.

За цієї умови проект хмарної інтелектуальної парковки віддаленого моніторингу може бути завершений шляхом простого налаштування конфігурації обладнання та розробки нового інтерфейсу керування.

Компанія Advantech розділила завдання створення хмарного розумного паркування в цьому проекті на чотири частини: нижній рівень, представлений додатком Smart Edge, є системою шлюзу, яка обробляє в'їзд і виїзд транспортних засобів; другий рівень відповідає за вибір паркувальних місць після в'їзд на стоянку та оновлена паркувальна сітка та автоматичне керування світлом; третій рівень – це хмарна платформа WISE-PaaS, яка служить мостом між пристроями та додатками; а верхній рівень – це три програми SaaS, розроблені в рамках демонструвати.

Третім рівнем системи є хмарна платформа WISE-PaaS, яка дозволяє розробникам легко створювати власні SaaS-додатки за допомогою периферійних служб WISE-PaaS/EnSaaS, центрів Інтернету речей і панелей моніторингу (Dashboard). Завдяки можливостям хмарного обміну повідомленнями та віддаленого керування WISE-PaaS/EdgeSense IoT користувачі можуть дистанційно діагностувати, ремонтувати та перезапустити обладнання Advantech. Це робить технічне обслуговування системи швидшим і легшим, а також зменшує витрати.

WISE-PaaS надає різні інструменти та сервіси для розробки та управління IoT-рішеннями. Ось деякі з найбільш важливих інструментів та компонентів цієї хмарної платформи:

IoT аналітика дозволяє аналізувати дані, отримані від підключених пристроїв та систем, і видобувати з них цінні інсайти. Це включає в себе інструменти для візуалізації даних, створення звітів і використання аналітичних моделей.

IoT Edge дозволяє обробляти дані на місці (на краю мережі) і виконувати аналізи та дії безпосередньо на IoT-пристроях або локальних серверах.

IoT Connect – сервіс надає засоби для підключення і керування пристроями та сенсорами через різні протоколи зв'язку, такі як MQTT, CoAP і багато інших.

IoT Hub – сервіс дозволяє керувати великою кількістю пристроїв та забезпечує централізований доступ до них. Він включає в себе можливості моніторингу статусу пристроїв та віддаленого управління ними.

IoT Studio – інструмент надає інтерфейс для розробки, тестування та впровадження IoT-застосунків. Він має можливості для створення логіки застосунку, візуального розробки та інтеграції з різними джерелами даних.

IoT Dashboard – компонент дозволяє створювати і налаштовувати веб-панелі для моніторингу та управління даними та пристроями.

Інтеграція з хмарними сервісами: WISE-PaaS також підтримує інтеграцію з популярними хмарними сервісами, такими як AWS, Microsoft Azure і іншими. Це лише деякі інструменти і компоненти WISE-PaaS. Платформа пропонує широкий спектр можливостей для створення, впровадження та управління IoT-рішеннями в різних галузях промисловості.

4.2. Програмний застосунок для виявлення вільних парковочних місць з боку користувача

Програмне забезпечення для паркування автомобіля - це спеціалізований набір програм, який допомагає автовласникам знаходити, вибирати та ефективно використовувати парковочні місця. Такі програми можуть мати різноманітні функції та можливості, включаючи:

- Програмне забезпечення використовує дані від датчиків або інші джерела, щоб інформувати водіїв про наявність вільних парковочних місць у певній області.
- Користувачі мають можливість резервувати парковочні місця заздалегідь через додаток, що забезпечує їм зручність та впевненість в наявності місця.
- Програмне забезпечення надає водіям маршрути та інструкції для ефективного доїзду до обраної парковки.
- Додаток надає інформацію про вартість паркування, часові обмеження та інші деталі, щоб водії могли приймати інформовані рішення.
- Додатки включають зручні методи оплати паркування, такі як електронні платіжні системи або підключення до мобільних платіжних додатків.
- Водії отримують сповіщення про час завершення оплаченого періоду паркування та інші корисні нагадування.

- Деякі програми інтегровані з іншими сервісами, такими як картографічні додатки, щоб надати додаткові зручності користувачам.

Для вирішення даної задачі було вибрано платформу JavaScript, використовуючи Angular Framework 7 для розробки програми. Для мобільної версії обрано Ionic Framework, який дозволяє створювати мобільні додатки для операційних систем Android та iOS. Базою даних для проєкту став Firebase Realtime Database від Google. Для автентифікації використовується сервіс Firebase Authentication від Google. Ці компоненти взаємодіють, а також налаштовують базу даних та управляти користувачами з використанням правил доступу.

Мінімальні вимоги для коректної роботи програми визначено наступним чином:

- Пристрій з операційною системою iOS версії 12.4.4 або новіше;
- Пристрій з операційною системою Android версії 5.0 або новіше;
- Стабільне підключення до Інтернету;
- Браузер Google Chrome версії 54 або новіше;
- Браузер Mozilla Firefox версії 71 або новіше;
- Браузер Safari версії 5.1.7 або новіше;
- Мобільний пристрій із 2 ГБ оперативної пам'яті;
- Процесор із частотою 2.2 ГГц або вище;

Такі вимоги спрямовані на забезпечення оптимальної роботи програми на різних пристроях та платформах.

Нова система пошуку парковочних місць пропонує ряд унікальних можливостей, щоб відзначитися серед існуючих рішень. Основна ідея полягає в наданні більш детальної інформації про стан кожного конкретного парковочного місця в режимі реального часу. Система складається з двох режимів: для користувача та для підприємства.

У режимі користувача зареєстрований користувач може переглядати всі доступні парковки на мапі. Маркери на карті позначаються різними кольорами, де зелений означає вільне місце, червоний – недоступне за технічними причинами, а

оранжевий – зайняте місце. Користувач може переглядати інформацію про кожне парковочне місце та побачити його статус в реальному часі.

Режим підприємства призначений для власників парковок. Вони додають та налаштовують свої парковки на мапі, обирати тарифи, групувати їх і встановлювати різні параметри, такі як робочі години чи послуги, які надає парковка. Кожне парковочне місце обладнане датчиками, результати яких відображаються на мапі у вигляді маркерів з трьома кольорами, відповідно до стану кожного місця.

Веб-сторінка системи працює в двох режимах: для користувача та для підприємства. Користувач може реєструватися, переглядати інформацію про парковки та обирати оптимальний маршрут. Власники парковок можуть додавати, редагувати та контролювати параметри своїх парковок через веб-інтерфейс.

4.3. Архітектура системи пошуку парковочних місць

Архітектура системи пошуку парковочних місць складається з двох ключових етапів: розробка режиму користувача та режиму підприємства. Проектне рішення включає три основні модулі:

Login:

- Відповідає за авторизацію користувачів та реєстрацію нових.
- Реалізує функціонал перевірки валідації та відправку запитів на сервер для перевірки даних і отримання відповіді.

Map:

- Основний модуль, що обробляє основні процеси в системі.
- Завантажує Google Maps та відображає на ній маркери паркувальних місць.
- Запитує базу даних про інформацію користувача та усі парковочні місця, потім відображає цю інформацію на карті.
- Виконує редагування та створення нових парковок та тарифів.

- Оновлює дані у реальному часі після будь-яких редагувань та додавань, надсилаючи оновлені дані до бази даних.

Setting:

- Відповідає за редагування та створення парковок і тарифів.
- Працює в парі з модулем Map, надаючи можливість користувачам редагувати та створювати нові об'єкти.
- Відображає вікна для заповнення даних, які після заповнення передаються модулю Map для подальшої обробки та відправлення до бази даних.

Дана структура дозволяє ефективно управляти процесами авторизації, відображення мапи та редагування об'єктів у системі паркування.

Створення інтерфейсу для системи паркувальних місць починається з визначення ключового засобу взаємодії користувача з системою. Першим етапом є розробка вікна для реєстрації (рис. 4.5). Після цього формується основне меню для навігації користувача в системі (рис. 4.6). Під час реєстрації користувач має можливість вибрати бажаний режим реєстрації: як користувач або представник підприємства.

4.4. Режим підприємства

Для реєстрації в режимі підприємства необхідно вибрати цей режим під час реєстраційного процесу на веб-сайті. Користувач повинен ввести свою електронну адресу, обрати пароль та представити інформацію про свою компанію (рис. 4.5).

Режим користувача Режим підприємства

Введіть ваше ім'я

Введіть e-mail

Введіть пароль

Введіть пароль ще раз

Створити

Рисунок 4.5 – Форма для реєстрації на сайті

Після завершення реєстрації, система автоматично висилатиме повідомлення на зазначений електронний адрес для підтвердження. У процесі реєстрації також передбачена валідація полів. У випадку некоректного введення електронної адреси або паролю, система виведе повідомлення про помилку та підсвітить невірні введені поля. Користувачу слід ввести коректні дані, оскільки при невірному введенні реєстрація буде неможливою.

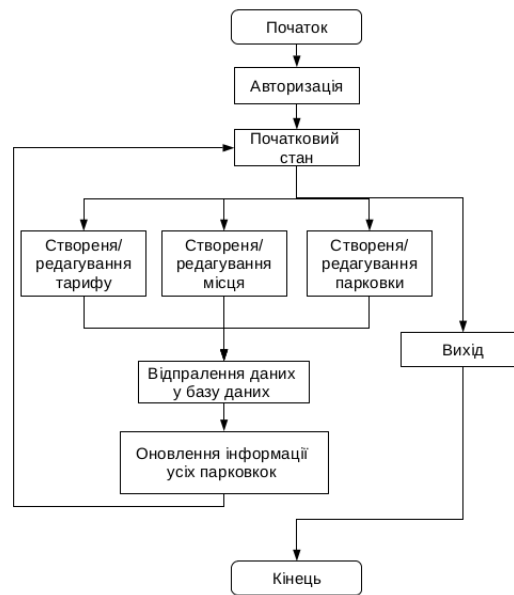


Рисунок 4.6 – Блок-схема режиму підприємства

Якщо користувач вже має реєстраційний запис, йому достатньо пройти процес авторизації в системі. Для цього необхідно ввести електронну адресу та пароль, а потім натиснути кнопку "Увійти". Система автоматично визначає режим реєстрації користувача та перенаправляє його у відповідний режим. На блок-схемі, що представлена в режимі підприємства, можна ознайомитися з можливостями та послідовністю дій у цьому режимі (рис. 4.6).

У випадку успішної авторизації, користувача перенаправляють на головне меню (рис. 4.7), де буде відображена карта з його створеними парковками. Клікнувши на будь-який маркер, користувач може внести зміни до тарифу чи інформації (рис. 4.8). Відкриється вікно, яке містить дані про парковку, такі як назва, ідентифікаційний номер, прикріплене місце та діючий тариф.

У цьому вікні доступні дві кнопки: одна для редагування парковки, інша для видалення. Клацнувши "Видалити", користувач може видалити парковку із бази даних, що призведе до видалення маркера на карті для всіх користувачів. Натискання "Редагувати парковку" відкриє вікно аналогічне тому, що використовується при створенні нової парковки (рис. 4.9). Тут можна змінювати назву, обирати інше місце, тариф та встановлювати потрібний статус.

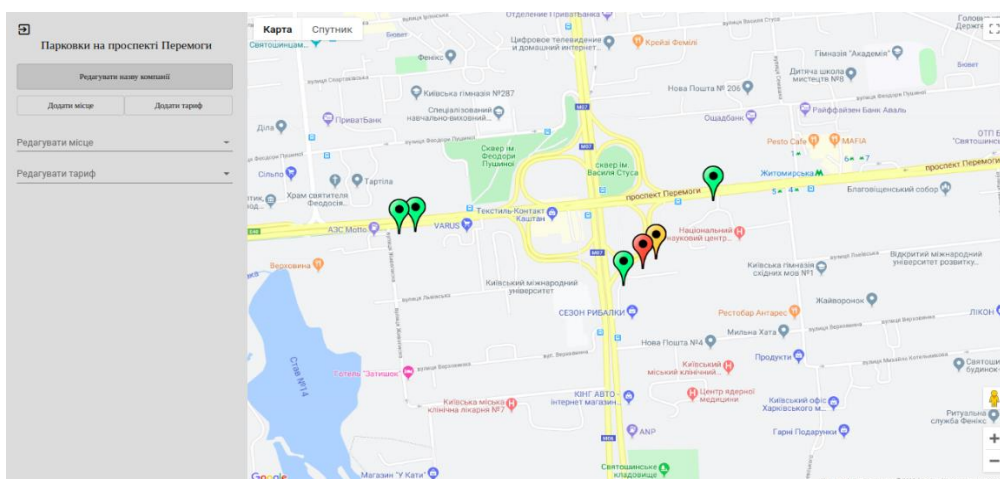


Рисунок 4.7 – Меню в режимі підприємства

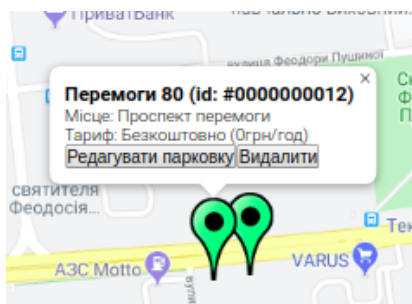


Рисунок 4.8 – Інформація, що стосується конкретної парковки

На карті парковки виділені маркерами трьох різних кольорів: зелений, червоний і оранжевий. Зелений маркер вказує на те, що відповідна парковка вільна на даний момент, червоний - що парковка зайнята, а оранжевий - що на парковці проводяться технічні роботи.

Для додавання нового маркера потрібно клікнути по карті, що спричинить її збільшення, а потім натискати для додавання нового місця. З'явиться вікно для підтвердження створення нового місця. Користувач може відмінити створення нової парковки, натиснувши "Ні". Якщо ж обрано "Так", відобразиться нове вікно (рис. 4.9.), де треба вказати назву парковки, обрати місце для прикріплення нового

місця парковки та вибрати тариф. Це дозволить прикріпити нову парковку до існуючого місця з обраним тарифом.

Також необхідно вибрати режим: "Вільна", якщо парковка має бути доступною відразу після створення, або "На ремонті", якщо парковка тимчасово недоступна для користувачів. В останньому випадку маркер буде оранжевого кольору і показаний на карті, але не буде доступний для використання. Створення можна скасувати, натискуючи кнопку "Ні".

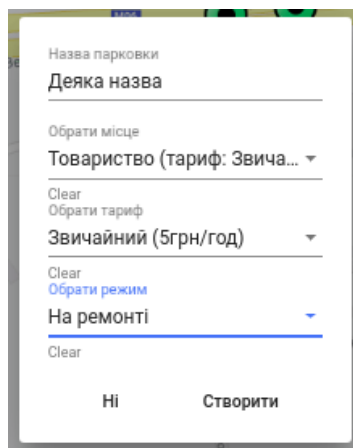


Рисунок 4.9 – Вікно ініціювання нової парковки.

Ліворуч від карти доступна можливість редагувати назву компанії, додавати нові або змінювати існуючі місця, а також створювати нові або відредаговувати існуючі тарифи. Для редагування назви компанії користувач повинен клікнути на кнопку "Редагувати назву компанії" у лівій частині екрану. Це відкриє вікно редагування, де в полі для введення тексту буде відображена поточна назва. Користувач може внести необхідні зміни та підтвердити їх або скасувати редагування назви компанії.

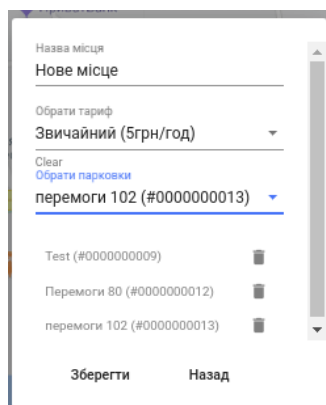


Рисунок 4.10 – Вікно формування нового місця паркування.

Якщо бажаєте створити нове місце, натискайте кнопку "Додати місце" у лівій частині екрану. Вас перенаправить на вікно для створення нового місця паркування (рис.4.10). Тут вам слід вказати назву нового місця та обрати наявний тариф. Після створення, усі парковки, що прикріплені до цього місця, автоматично отримають обраний тариф, за винятком тих, у яких вже встановлено інший тариф. Зі списку парковок можна обрати ті, які ви хочете прикріпити до цього нового місця. Після створення нового місця, інформація про парковки негайно оновиться для всіх користувачів, включаючи дані про місце та новий тариф.

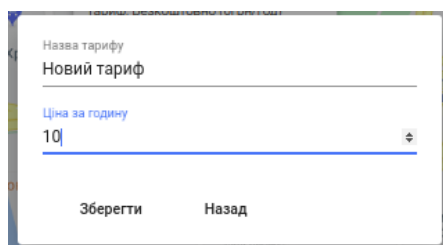


Рисунок 4.11 – Створення нового тарифу

Якщо ви бажаєте відредагувати існуюче місце, виберіть його зі списку ліворуч від карти. З'явиться вікно для підтвердження, в якому ви можете або відредагувати інформацію про місце, або видалити його. Вибравши "Редагувати місце", відкриється те саме вікно, що і при створенні (рис.4.11). Усі дані будуть заповнені відповідним чином. Після успішного редагування, нова інформація негайно оновиться для всіх користувачів.

Для створення нового тарифу, користувач повинен натискати кнопку "Додати тариф" розташовану зліва від карти. Це викличе відкриття вікна створення тарифу (рис.4.11). У цьому вікні необхідно вказати назву нового тарифу та встановити ціну за одну годину. Після створення нового тарифу його можна використовувати при створенні або редагуванні нових місць, а також при створенні або редагуванні парковок. Для редагування існуючих тарифів необхідно зліва від карти обрати потрібний тариф зі списку, що викличе відкриття вікна редагування,

аналогічного вікна для створення нового тарифу. Після успішного редагування вся нова інформація буде оновлена для всіх користувачів.

4.5. Режим користувача

Для реєстрації в режимі користувача необхідно обрати відповідний режим під час реєстрації на веб-сайті. Користувач повинен ввести свій емейл, пароль та особисту інформацію (рис.4.12). Після завершення реєстрації, на вказаний емейл буде вислано повідомлення для підтвердження. У разі неправильного введення емейлу або паролю система повідомить про помилку та підсвітить невірні введені поля (рис.4.13). Для успішного входу користувач повинен ввести свій емейл та пароль, а потім натиснути кнопку "Увійти".

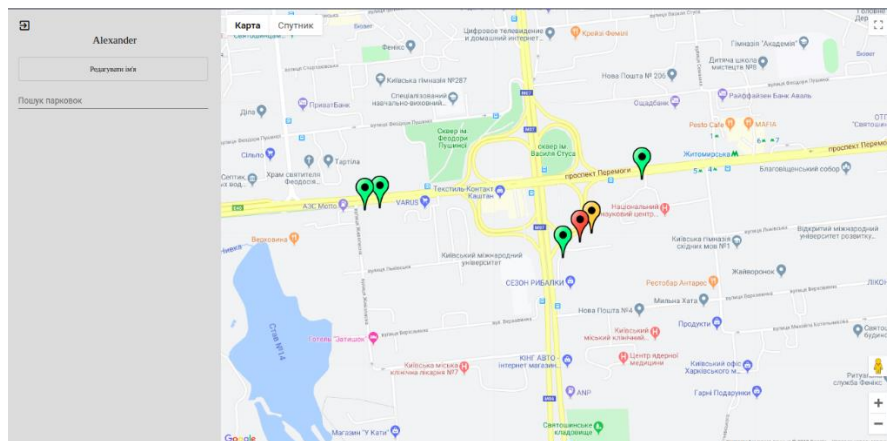


Рисунок 4.12 – Меню для користувача

Система перевірить, чи користувач зареєстрований, і після успішної авторизації перенаправить його до головного меню у режимі користувача (рис. 4.12). На блок-схемі для режиму користувача можна оглянути можливості та кроки, які можна виконати у цьому режимі (рис. 4.13).

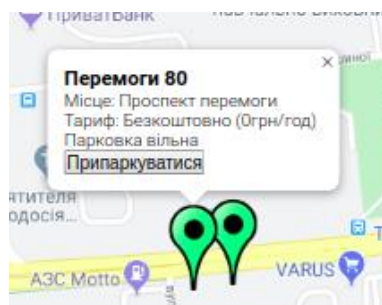


Рисунок 4.13 – Інформація щодо парковки

На головному меню буде представлена карта, на якій відображені всі створені парковки у системі. При кліку на будь-який маркер користувач може переглянути інформацію про відповідну парковку (рис. 4.13). З'явиться вікно, де буде відображена детальна інформація, така як назва парковки, призначене місце, поточний тариф та статус парковки. У цьому вікні також розміщена кнопка "Припаркуватися". По кліку на неї, користувачеві буде запропоновано маршрут від його поточного місцезнаходження до цієї парковки, і статус парковки буде змінено на "зайнята", оновлюючи інформацію для всіх користувачів.

Зліва від карти є опція редагування імені. Щоб відредагувати ім'я, користувач повинен натискати кнопку "Редагувати ім'я", відкриваючи вікно для редагування імені. У текстовому полі буде відображене поточне ім'я, яке можна відредагувати та підтвердити або скасувати зміни. Під цією кнопкою знаходиться поле для пошуку парковок. У цьому полі можна ввести адресу, і система відобразить список парковок, розташованих поблизу цієї адреси (рис. 4.14).

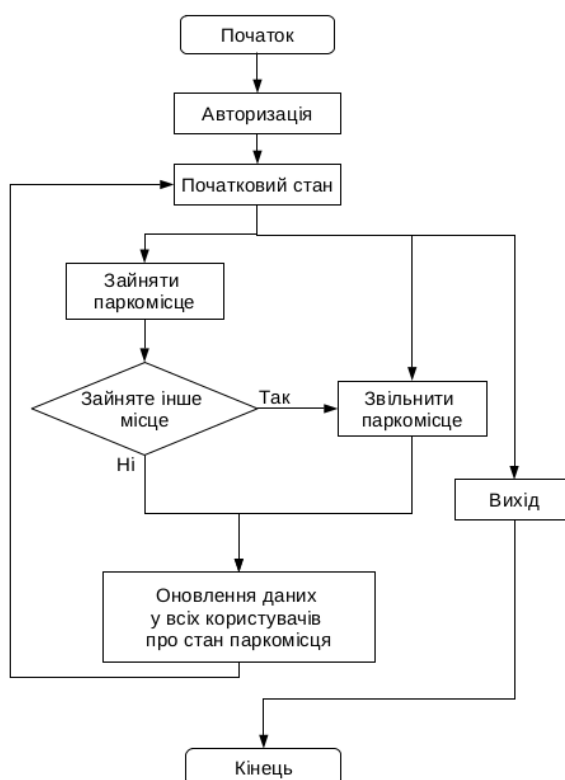
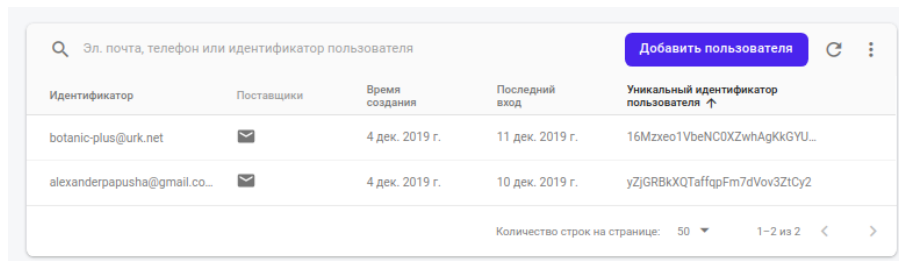


Рисунок 4.14. Блок-схема у режимі користувача

4.6. Керування входом користувачів та обслуговування бази даних.

Система авторизації налаштована за допомогою сервісу Firebase Authentication [7], а база даних реалізована через сервіс Firebase Realtime Database [6]. Для використання цих сервісів необхідно зареєструватися у Google для розробників. Після успішної реєстрації розробник отримає доступ до всіх сервісів, які надає Google.



Идентификатор	Поставщики	Время создания	Последний вход	Уникальный идентификатор пользователя ↑
botanic-plus@urk.net	✉	4 дек. 2019 г.	11 дек. 2019 г.	16Mzxeo1VbeNC0XZwhAgKkGYU...
alexanderpapusha@gmail.co...	✉	4 дек. 2019 г.	10 дек. 2019 г.	yZjGRBkXQTaffqpFm7dVov3ZiCy2

Количество строк на странице: 50 1-2 из 2

Рисунок 4.15 – Авторизовані користувачі

Для управління користувачами слід увійти на свою особисту сторінку та перейти в розділ "Authentication", а там обрати вкладку "Користувачі". Тут відображено список усіх авторизованих користувачів (рис. 4.15), з докладною інформацією про кожного, таку як метод авторизації та унікальний ідентифікатор. Користувач може вручну додавати нових користувачів, видаляти, скидати паролі або відключати авторизацію для конкретних користувачів.

Щодо управління базою даних, для налаштування та редагування, треба обрати відповідну базу даних у розділі "Database". Для встановлення правил та контролю доступу до редагування або видалення даних, слід перейти до вкладки "Правила". Тут можна налаштовувати права доступу для користувачів.

Для перегляду та редагування даних у базі даних, потрібно перейти у вкладку "Дані", де відображені дані бази (рис. 4.16). Інформація представлена у вигляді об'єкту з полями. Поле "parkingLastId" є лічильником ідентифікації нових парковок, який збільшується на один після створення нової парковки. У полі "parkings" знаходяться дані про всі парковки.

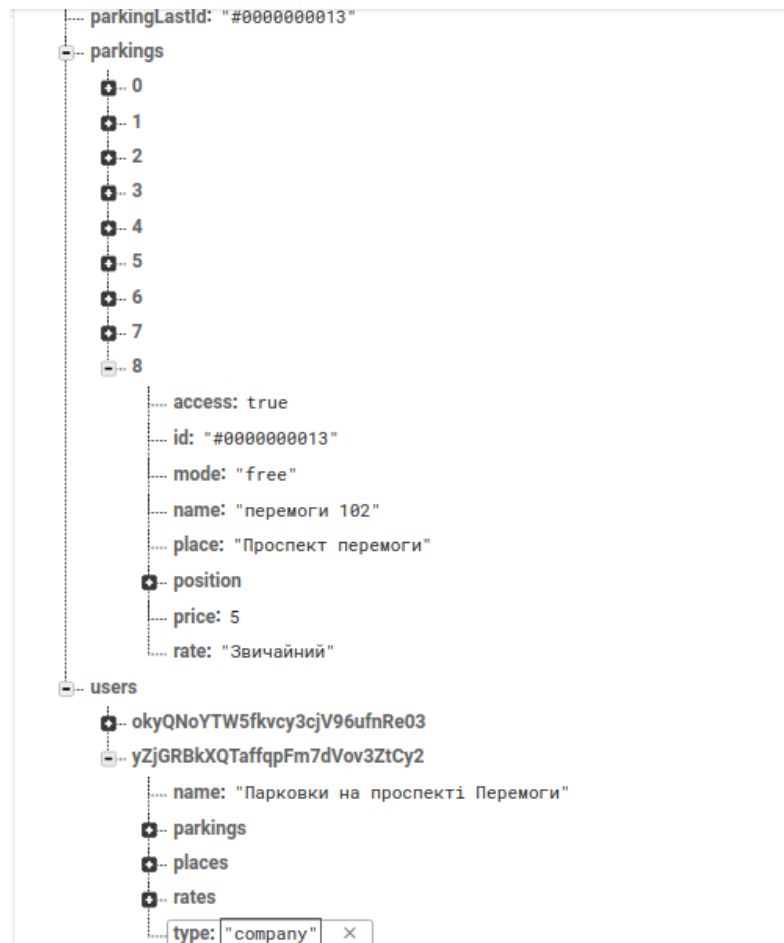


Рисунок 4.16 – Сегмент даних із бази даних

Інформація про кожну парковку включає наступні дані:

- Стан парковки;
- Ідентифікатор парковки;
- Назва парковки;
- Координати;
- Тариф;
- Місце, до якого прикріплена парковка;
- Ціна за одну годину.

У базі даних зберігається інформація про всіх користувачів, розміщена в папці "users". В цій папці можна знайти перелік ідентифікаторів авторизованих користувачів, а в кожного користувача зберігається відомість про нього.

Щодо інформації користувача, який зареєструвався в режимі підприємства, вона включає наступне:

- Назва компанії;
- Усі парковки, що належать користувачеві;
- Створені місця;
- Створені тарифи;
- Тип користувача.

Інформація про користувача, який зареєструвався в режимі користувача, включає такі дані:

- Ім'я;
- Ідентифікатор зайнятої парковки;
- Тип користувача.

4.7.Тестування функціоналу пошуку паркомісць у системі паркування

Вище була розглянута структура та інтерфейс системи. Результати тестування системи будуть представлені у вигляді таблиці, в якій враховуються параметри тестування для мобільної версії та веб-сторінки реалізованої системи. Зокрема, буде виміряно час запуску системи, час, необхідний для опрацювання авторизації та реєстрації, час завантаження головного меню, а також виконання операцій, таких як пошук парковок, створення нових тарифів та парковок, редагування тарифів та парковок.

Для тестування веб-сторінки був використаний комп'ютер з такими характеристиками:

- Операційна система: Ubuntu 16.04 LTS x64;
- Процесор: Intel Core i5-5200 CPU 2,20GHz*4;
- Оперативна пам'ять: DDR4 12 Gb;
- Відеокарта: Intel HD Graphics 5500.

Характеристики мобільного телефону для тестування:

- Операційна система: Android 6.0;
- Процесор: MediaTek MT6753 + GPU ARM Mali-T720 1,3GHz*8;
- Оперативна пам'ять: 3 Gb.

Результати тестування будуть враховувати продуктивність обох платформ та порівнювати їх ефективність.

Аналіз таблиці 4.1 вказує на те, що час виконання на мобільному пристрої є більшим. Це обумовлено характеристиками самого пристрою. З урахуванням характеристик мобільної техніки, на якій проводилось тестування, можна визначити, що ці параметри є невисокими. При тестуванні на пристроях із вищими характеристиками час виконання системи буде суттєво меншим. Щодо часу виконання веб-сторінки, він залишається практично незмінним, можливі невеликі відмінності, але вони не є суттєвими. Головне, щоб комп'ютер задовольняв мінімальні вимоги системи.

Таблиця 4.1.

Тестування можливостей системи

№	Об'єкт тестування	Час виконання у мобільній версії	Час виконання веб-сторінкою
1	Авторизація користувача	~0.5012	~0.4511
2	Реєстрація користувача	~0.9108	~0.8925
3	Запуск системи	~3.1707	~2.8601
4	Створення нової парковки	~0.8487	~0.7992
5	Створення нового тарифу	~0.5578	~0.4135
6	Редагування парковки	~0.8159	~0.7811
7	Редагування тарифу	~0.5091	~0.3973
8	Видалення парковки	~0.3328	~0.2981
9	Видалення тарифу	~0.3295	~0.2877

Продовдження таблиці 4.1

10	Оновлення даних	~1.5108	~1.3905
11	Пошук парковки	~0.8108	~0.8007

В четвертому розділі «Програмна реалізація IoT рішення та аналіз результатів міського планування на основі даних з IoT-сенсорів» розглянуто управління користуванням системою пошуку парковочних місць. Доступні два режими: режим користувача та режим підприємства. Надано докладну інформацію щодо використання системи в кожному з режимів. У режимі користувача доступні всі парковочні місця, зареєстровані в системі, а також можливість пошуку парковок за адресою та зміни імені. У режимі підприємства користувач може створювати нові парковочні місця, налаштовувати їх та редагувати. Також є можливість створювати, видаляти та редагувати місця, до яких можна прикріплювати парковки, а також можливість створювати, видаляти та редагувати тарифи. Після будь-яких змін інформація оновлюється для всіх користувачів системи.

Також розглянуто налаштування та контроль авторизації користувачів. Можливість видалення користувачів із системи, створення нових та скидання паролів була оглянута. Проведено огляд бази даних, можливості налаштування правил та доступу кожному користувачу, а також редагування, видалення або додавання нових даних до бази даних. Також було проведено тестування мобільного додатку та веб-сторінки, і зроблені висновки на основі результатів тестування.

ВИСНОВОКИ

У результаті дослідження та аналізу впливу хмарних інтелектуальних послуг IoT на системи управління парковками, було виявлено, що використання цієї технології призводить до значних переваг для як операторів парковок, так і користувачів. Зокрема, встановлено, що:

Завдяки автоматизації багатьох процесів управління парковками, таких як контроль доступу та оплата, витрати на робочу силу можуть бути значно зменшені. Це дозволяє підприємствам знизити витрати та оптимізувати робочий процес.

Хмарні інтелектуальні послуги IoT дозволяють впроваджувати системи бронювання, множинних платежів та інші інноваційні рішення, які збільшують доходи від парковок. Користувачі можуть легко та зручно оплачувати послуги і бронювати паркувальні місця. Оператори парковок можуть скоротити витрати на енергоспоживання, обслуговування та управління завдяки автоматизованим інтелектуальним системам.

Покращена доступність і зручність паркування завдяки хмарним інтелектуальним послугам IoT поліпшує задоволеність клієнтів. Можливість множинних платежів та швидкий пошук порожніх місць для паркування роблять процес більш зручним і ефективним.

У першому розділі "Аналіз моделей систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів" йдеться про зосередження на ретельному огляді існуючих моделей та підходів до міського планування на основі IoT-сенсорів. IoT-технології мають значний потенціал для перетворення сучасних міст в більш "розумні" та ефективно управляються системи. Дозволяють збирати великі обсяги даних в режимі реального часу та використовувати їх для прийняття обґрунтованих рішень.

У другому розділі "Розробка проекту IoT рішення та методів міського планування на основі даних з IoT-сенсорів" було проведено глибокий аналіз і розробка принципів та методів, спрямованих на використання Інтернету речей (IoT) для підвищення комфорту та безпеки в міському середовищі. Представлені різні IoT-рішення для оптимізації паркування, такі як інтелектуальні датчики та системи LoRa.

У третьому розділі «Реалізація архітектури IoT рішення міського планування на основі даних з IoT-сенсорів» магістерської роботи була проведена реалізація архітектури Інтернету речей (IoT) для міського планування, зокрема для вдосконалення системи паркування та транспортної інфраструктури. А саме, розглянуто інтелектуальне паркування, яке базується на зборі та аналізі даних з IoT-сенсорів. Інтеграція з хмаровою інфраструктурою дозволяє оптимізувати обробку та зберігання великих обсягів даних, а також полегшує впровадження нових функцій та покращень у майбутньому. Інтелектуальне паркування, поєднане з хмаровим зберіганням та обробкою даних, відкриває шлях до ефективного використання паркомісць та покращує взаємодію з користувачами.

В четвертому розділі «Програмна реалізація IoT рішення та аналіз результатів міського планування на основі даних з IoT-сенсорів» розглянуто управління користуванням системою пошуку парковочних місць. Доступні два режими: режим користувача та режим підприємства. Надано докладну інформацію щодо використання системи в кожному з режимів.

Архітектура SRP від Advantech надає гнучкість і конфігурацію для різних типів парковок, включаючи комерційні та офісні парковки, що дозволяє впроваджувати рішення на основі IoT для широкого спектру клієнтів.

Надано приклад успішної імплементації системи управління парковками на основі технології SRP в комплексі Advantech. Система включає в себе різні функції, такі як бронювання парковки, навігація, бронювання конференц-залів, інформаційні покажчики та інші послуги.

У підсумку, використання хмарних інтелектуальних послуг IoT в системах управління парковками дійсно допомагає економити кошти, підвищувати доходи та поліпшувати задоволеність клієнтів. Ця технологія виявляється дієвим інструментом для оптимізації управління парковками та їх ефективною експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «ETCETERA». Україну підключають до «Інтернету речей»: навіщо це потрібно? / «ETCETERA» // Україну підключають до «Інтернету речей»: навіщо це потрібно? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.etcetera.media/ukrayinupidklyuchayut-do-internetu-rechey-navishho-tse-potribno.html> (дата звернення: 23.11.2023).
2. «Платформа». Як зробити мегаполіс комфортним для життя: Сінгапур / «Платформа» // Як зробити мегаполіс комфортним для життя: Сінгапур [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://platfor.ma/magazine/text-sq/pb/comfortablesingapore/> (дата звернення: 23.11.2023). 10 ознак «розумного міста» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://thefuture.news/smart-city> (дата звернення: 23.11.2023).
3. 2.У Сінгапурі запустили інноваційну програму «Розумна нація» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/05/06/u-singapuri-zapustili-innovatsiynu-programu-rozumna-natsiya/> (дата звернення: 23.11.2023).
4. 37. Howling Pixel. Інтернет речей [Електронний ресурс] / Howling Pixel // Інтернет речей [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://howlingpixel.com/i-uk/Інтернет_речей (дата звернення: 23.11.2023).
5. Allam, Z. On Smart Contracts and Organisational Performance: A Review of Smart Contracts through the Blockchain Technology. *Rev. Econ. Bus. Stud.* 2018, 11, 137–156.
6. Bandman O. Computation properties of spatial dynamics simulation by probabilistic cellular automata / O. Bandman // *Future Generation Computer Systems.* - 2019. - V.21. - P. 633-664.
7. Bandman O. Computation properties of spatial dynamics simulation by probabilistic cellular automata / O. Bandman // *Future Generation Computer Systems.* - 2019. - V.21. - P. 633-664.
8. Benenson I. Entity-based modeling of urban residential dynamics: the case of Yaffo, Tel-Aviv. *Environment and Planning B: Planning and Design.* / Benenson I., Omer I., Hatna E. - 2019. - V. 29. - P. 491-512.

20. Parking UA [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.parkingapp.android> (дата звернення: 23.11.2023).
21. Parkopedia Парковки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.parkopedia&hl=ua> (дата звернення: 23.11.2023).
22. Patrakeev I.M. Foundation of the parking lots in major cities on the basis of the space-accurate simulation / I.M. Patrakeev, V.E. Zhukov, O.G. Leontyeva // Scientific Notes of Taurida National V. Vemadsky University. - Series: Geography. - 2010. - Vol. 23 (62). - № 2 - P. 222-231.
23. Patrakeev I.M. Foundation of the parking lots in major cities on the basis of the space-accurate simulation / I.M. Patrakeev, V.E. Zhukov, O.G. Leontyeva // Scientific Notes of Taurida National V. Vemadsky University. - Series: Geography. - 2010. - Vol. 23 (62). - № 2 - P. 222-231.
24. Smart city Guidance Package. A Roadmap for Integrated Planning and Implementation of Smart city projects. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://smart-citiesmarketplace.ec.europa.eu/news/smart-city-guidance-package> (дата звернення: 23.11.2023).
25. Smart city. Business dictionary. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html#ixzz2rujyIJ10> (дата звернення: 23.11.2023).
26. Smart Parking Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://smartparkingsystems.com/en/> «Розумні парковки» - новий підхід до вирішення проблеми паркінгу в містах. (дата звернення: 23.11.2023).
27. Smarter Cities: New cognitive approaches to long-standing challenges, UK. 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview (дата звернення: 23.11.2023).
28. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Центр Разумкова, видано за підтримки Представництва Фонду Фрідріха

- Науманна за Свободу в Україні. Київ: Зановід, 2021. URL: <https://razumkov.org.ua/uploads/other/2021-SMART-%D0%A1YTI-SITE.pdf> (дата звернення: 23.11.2023).
29. Soaibuzzaman, A.S.; Rahman, M.S.; Rahaman, M. A Blockchain Based Architecture for Integrated Smart Parking Systems. In Proceedings of the International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, Kyoto, Japan, 11–15 March 2019.
30. Top 10 Smart city Trends & Innovations in 2022. Startus. 2022. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/smart-city-trends> (дата звернення: 23.11.2023).
31. Toppeta D. The Smart city Vision: How Innovation and ICT Can Build Smart, in Livable, Sustainable Cities. The Innovation Knowledge Foundation. 2010. URL: http://www.thinkinnovation.org/file/research/23/en/Toppeta_Report_005_2010.pdf (дата звернення: 23.11.2023).
32. UNIP – паркуйся без проблем [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=biz.unip.unip> (дата звернення: 23.11.2023).
33. What is a smart city? – definition and examples. TWI-global. 2021. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-smart-city> (дата звернення: 23.11.2023).
34. What is IoT? Oracle. 2022. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.oracle.com/cis/internet-of-things/what-is-iot> (дата звернення: 23.11.2023).
35. Yang, J.; Portilla, J.; Riesgo, T. Smart parking service based on Wireless Sensor Networks. In Proceedings of the 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, Montreal, QC, Canada, 25–28 October 2012. [Google Scholar].
36. Yang, J.; Portilla, J.; Riesgo, T. Smart parking service based on Wireless Sensor Networks. In Proceedings of the 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, Montreal, QC, Canada, 25 –28 October 2012.

37. Автомобіль до всього [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle-to-everything> (дата звернення 08.10.2020).
38. Автомобільні системи зв'язку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular_communication_systems (дата звернення: 23.11.2023).
39. Бажинова Т.О. Інтелектуальні та інтелектуалізовані інформаційні системи автомобілів/Бажинова Т.О.//Міжнародної науково-практичної конференції "Новітні технології розвитку автомобільного транспорту" 16-19 жовтня 2018 р. С. 468-469 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F_Automobile/conf/2018_conf_V/_Tezisy_part18Opdf.pdf
40. Бізнес для розумних міст: в Україні вперше відбувся унікальний Міжнародний ЕКСПО-конгрес [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hochu.ua/cat-razvitie/article-91957-biznesdlya-rozumnih-mist-v-ukrayini-vpershe-vidbuvsya-unikalniy-mizhnarodniy-ekspokongres/> (дата звернення: 23.11.2023).
41. Виділені комунікації короткого радіусу дії [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Dedicated_shortrange_communications (дата звернення: 23.11.2023).
42. Датчики руху [Електронний ресурс] – Режим доступу: // <https://en.wikipedia.org/> (дата звернення: 23.11.2023).
43. Єршова, О. Л. Бажан, Л. І. // Розумне місто – концепція, моделі, технології, стандартизація// електрон. текст. дані [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/5372> (дата звернення: 23.11.2023).
44. Інтелектуальне паркування з підключенням до хмари. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.proxis.ua/ru/solution/building-a-cloud-connected-smart-parking/> (дата звернення: 23.11.2023).
45. Інтелектуальні системи управління дорожнім рухом (розумний світлофор). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mvkom.net/en/node/47> (дата звернення: 23.11.2023).

46. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобілетракторобудування. – Х.: НТУ «ХП», 2014. – № 9 (1052). – С. 106-112. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.
47. Інтернет речей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD> (дата звернення: 23.11.2023).
48. Інфочервоний датчик руху [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor/how-pirs-work> (дата звернення: 23.11.2023).
49. Круц А.О. Особливості явища Інтернету речей в окремих сферах життєдіяльності. Матеріали Науково-практична конференція «Інтернет речей: проблеми правового регулювання та впровадження». – Київ, 2017. – С. 139-140
50. Лебедев О.Г., Карцев А.В. Застосування технології ІоТ для розробки концепцій розумного міста. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення: тези доповідей 53 міжн. наук. інтер. конф., м. Тернопіль, 16 листопада 2020р. Тернопіль, С. 48.
51. Методи локального позиціонування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/realtrac/blog/301706/> (дата звернення: 23.11.2023).
52. Мигаль В.Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія [Електронний ресурс] / В. Д. Мигаль. – Харків: Майдан, 2018. – 262 с.
53. Н. О. Біліченко С. В. Цимбал Я. Ю. Крупський. Світовий досвід розвитку інтелектуальних транспортних систем, Вінницький національний технічний університет, 2009
54. Никифорок О.І. Модернізація наземних транспортних систем України / О.І. Никифорок; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогнозів. НАН України". – К., 2014. – 414 с.
55. Ольга Катерна, Сутність і особливості використання технологій інтелектуальних транспортних систем. Економічний аналіз. 2012 рік. Випуск 11. Частина 3.

- 56.Офіційний сайт компанії Акіома [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.aksioma-group.ru/proekty/sistema-monitoringa-parkovochnykh-mest-vpredelakh-bulvarnogo-koltsa-moskvy/> (дата звернення: 23.11.2023).
- 57.Парамонов В. Інтернет речей. /Парамонов В.// «Розумна» електроніка. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.turkaramamotoru.com/uk/Інтернетречей-20010.html> (дата звернення: 23.11.2023).
- 58.Парамонов В. Інтернет речей. /Парамонов В.// «Розумна» електроніка. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.turkaramamotoru.com/uk/Інтернетречей-20010.html> (дата звернення: 23.11.2023).
59. Перехоплювальний паркінг [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%85%5> (дата звернення: 23.11.2023).
- 60.Петруня А. Інтернет речей. Новомодне захоплення чи технологія, що змінює світ?/ Петруня А. // Економічна правда – 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.uipdp.com/articles/2015-06/03.html#top> (дата звернення: 23.11.2023).
- 61.Петруня А. Інтернет речей. Новомодне захоплення чи технологія, що змінює світ? / Петруня А. // Економічна правда – 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.uipdp.com/articles/2015-06/03.html#top> (дата звернення: 23.11.2023).
62. Портал Європейської Комісії. Закони про Інтернет речей [Електронний ресурс] /ПЄК//Закони про Інтернет речей. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ec.europa.eu/digital-singlemarket/en/policies/internet-things> (дата звернення: 23.11.2023).
- 63.Принципи застосування технології інтернет речей у сучасному світі техніки// електрон. текст. дані [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/6_2020/part_1/26.pdf
- 64.Радіохвильовий датчик руху [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://simplisafe.com/blog/motion-detector-guide> (дата звернення: 23.11.2023).

65. Технології інтернету речей// електрон. текст. дані [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42078/1/Zhurakovskiy_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf
66. Технології позиціонування РТЛС [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.rtlsnet.ru/technology/view/2> (дата звернення: 23.11.2023).
67. ТОП-3 новини Смарт Сіті. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ula.lantec.ua/news/top-3-novosti-smart-siti-2> (дата звернення: 23.11.2023).
68. ТОП-6 компонентів Smart City. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ua-bud.com.ua/top-6-komponentiv-smart-city/> (дата звернення: 23.11.2023).
69. Функціональна схема транспортної інфраструктури IoT. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mokosmart.com/ru/smart-parking-system-using-iot/> (дата звернення: 23.11.2023).
70. Чукут С.А. Дмитренко В.І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. Інвестиції: практика та досвід. № 13. 2016. С. 89-93.

Презентаційні матеріали



Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій
Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ ТА БЕЗПЕКИ МЕШКАНЦІВ

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології
ВИКОНАВ: ЗДОБУВАЧ ВИЩОЇ ОСВІТИ ГР. ІСДМ-64
ВОЛОДИМИР ПАНАСЮК
КЕРІВНИК: АНДРІЙ КАЛИНЮК



Актуальність

Актуальність даної дипломної роботи полягає в обґрунтуванні дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців є надзвичайно актуальним завданням в сучасному світі.

Інтернет речей (IoT) надає можливості для збору та аналізу даних з великої кількості сенсорів, які можуть бути використані для моніторингу стану міського середовища та інфраструктури.



Метою даної магістерської роботи

Метою даної магістерської роботи є дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців. IoT, або Інтернет речей, відкриває нові можливості для збору та аналізу даних, що стає ключовим фактором для розуміння потреб містян та прийняття обґрунтованих рішень у сфері міського планування.

Об'єктом дослідження є системи міського планування, що базуються на даних з IoT-сенсорів, і їх вплив на комфорт та безпеку мешканців у міських середовищах.

Предметом дослідження є методи та стратегії використання IoT-систем та сенсорів для збору даних, а також їхній вплив на міське планування, комфорт та безпеку мешканців міст.

Для досягнення мети дослідження використовуються наступні методи:

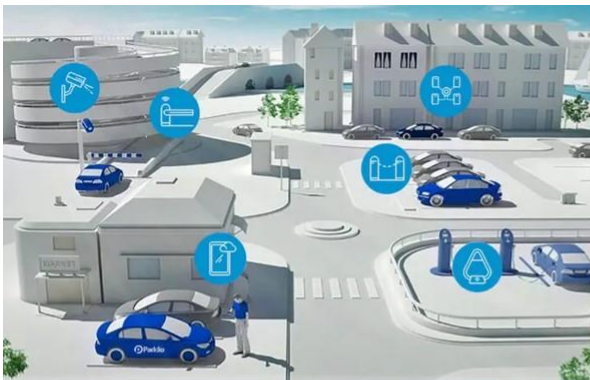
- Огляд наукових джерел, статей, та публікацій, що стосуються IoT-систем у міському плануванні та їх впливу на комфорт та безпеку мешканців.



- Збір даних в реальних міських середовищах за допомогою IoT-сенсорів для аналізу стану міського середовища та комфорту мешканців.
- Використання аналітичних методів та математичного моделювання для оцінки даних, отриманих від сенсорів, та їхнього впливу на міське планування.
- Залучення експертів та мешканців для отримання відгуків та оцінок щодо комфорту та безпеки в міських середовищах.



РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ



Розділ "Аналіз моделей систем міського планування на основі даних з IoT-сенсорів" зосереджувався на ретельному огляді існуючих моделей та підходів до міського планування на основі IoT-сенсорів. Дозволяють збирати великі обсяги даних в режимі реального часу та використовувати їх для прийняття обґрунтованих рішень.

Застосування IoT-сенсорів в міському плануванні може покращити багато аспектів міського життя, включаючи транспорт, енергозбереження, якість повітря та безпеку громадян. Важливим було встановлено, що розвиток моделей міського планування на основі IoT-сенсорів вимагає інтеграції різноманітних технологій, включаючи штучний інтелект, машинне навчання та аналіз великих даних. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до вирішення завдань у цій області.





РОЗДІЛ 2.

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІОТ РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ

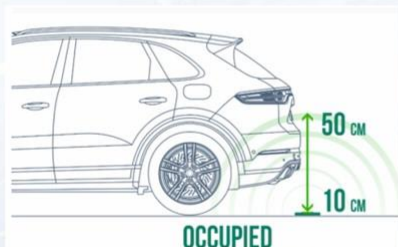


Функціональна схема транспортної
інфраструктури ІоТ

Розумні системи паркування широко використовуються для покращення повсякденного життя людей. Тому очікується, що використання інтелектуальних систем паркування продовжуватиме зростати. А також можна додати такі додаткові функції до вашої системи, що робить її універсальним інструментом керування:

- управління попитом на паркування та оптимізація простору;
- індивідуальний гід по парку;
- система бронювання паркінгу;
- динамічна оптимізація вартості та політики паркування;
- паркування, зарядка, виявлення незаконного паркування.

Найпростіший спосіб встановити датчики IoT на наземні транспортні засоби. Наземні транспортні засоби зазвичай встановлюються на підлозі стоянки та виявляють автомобілі, припарковані над ними. Датчики IoT просто потрібно приклеїти або прикрутити до поверхні.



Датчики фіксування дистанції паркування

Три можливі умови виявлення

Статус зайнятості: відстань до об'єкта, виявленого датчиком, становить від 10 до 50 сантиметрів (приблизно від 4 до 20 дюймів).

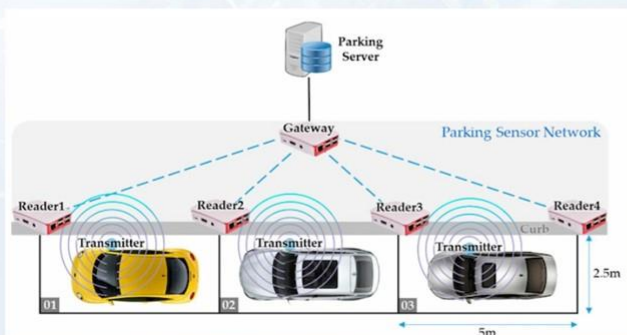
Відстань: відстань до виявленого об'єкта становить не менше 50 см (приблизно 20 дюймів).

Брудна кімната: відстань до виявленого об'єкта менше 10 см (приблизно 4 дюйми).

Якщо стан брудний, датчик може бути закритий або заблокований і його слід перевірити.

Задіяні компоненти в розумній системі паркування з використанням IoT:

- датчик, який визначає присутність автомобіля;
- мікроконтролер, який підтримує обробку даних;
- хмарна платформа відновить ваші дані;
- мобільний додаток дозволяє контролювати процес розумного паркування.



Архітектура системи управління вуличним паркуванням визначена чотирма ролями: передавач маячків, зчитувач маячків, шлюз і сервер паркування.



РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ



У третьому розділі «Реалізація архітектури IoT рішення міського планування на основі даних з IoT-сенсорів» магістерської роботи була проведена реалізація архітектури Інтернету речей (IoT) для міського планування, зокрема для вдосконалення системи паркування та транспортної інфраструктури.

Розглянуто інтелектуальне паркування, яке базується на зборі та аналізі даних з IoT-сенсорів. Інтеграція з хмаровою інфраструктурою дозволяє оптимізувати обробку та зберігання великих обсягів даних, а також полегшує впровадження нових функцій та покращень у майбутньому. Інтелектуальне паркування, поєднане з хмаровим зберіганням та обробкою даних, відкриває шлях до ефективного використання паркомісць та покращує взаємодію з користувачами.

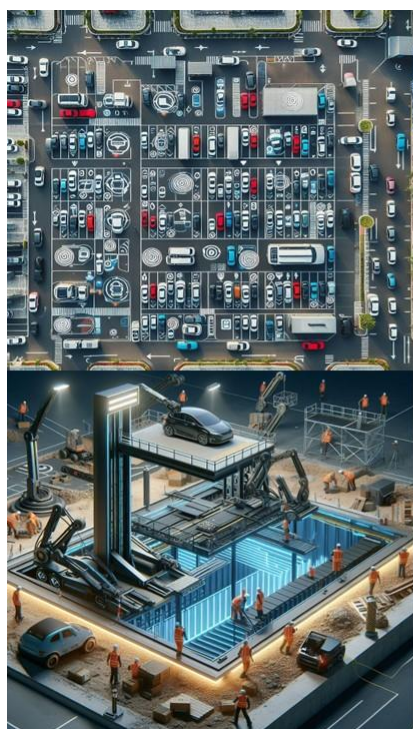
Особливості використання IoT-рішень у сфері транспортної інфраструктури.

Інтелектуальне IoT-рішення для парковок



Реалізація проекту:

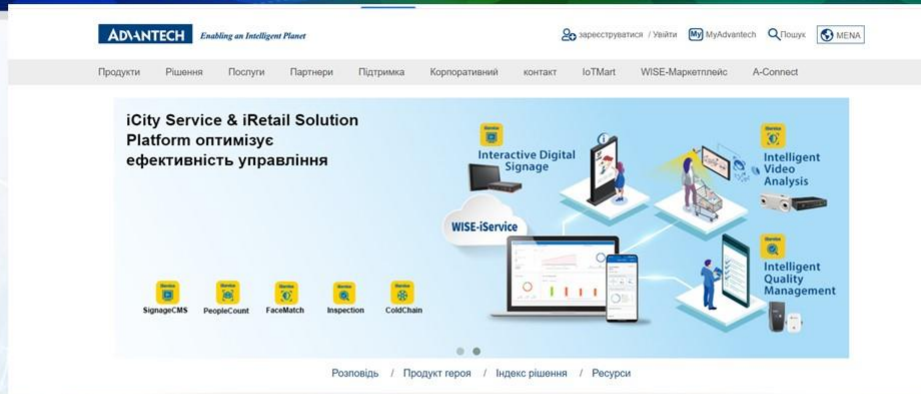
- ІТА-1711: контролер самообслуговування з кількома COM-портами;
- МІС-7700: компактна безвентиляторна система;
- РРС-3150: 15-дюймовий планшетний комп'ютер без вентилятора;
- WISE-6610: шлюз LoRaWAN;
- хмарна платформа WISE-PaaS; промислова хмарна платформа IoT.



РОЗДІЛ 4.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ З ІОТ-СЕНСОРІВ

Смарт-місто від компанії Advantech



Пакет хмарних сервісів Solution Ready Platform (SRP) від Advantech пропонує широкий спектр апаратних продуктів для периферійного інтелекту (периферійні обчислення і ШП), продукти для бездротового зв'язку в польових умовах і готову до використання хмарну платформу PaaS IoT хмарну платформу PaaS IoT. Системні інтегратори можуть зосередитися на розробці прикладних сервісів SaaS, а оскільки ці рішення вже відповідають основним вимогам, потреба в апаратній інтеграції в хмару відпадає.

Програмний застосунок для виявлення вільних парковочних місць з боку користувача



Такі програми можуть мати різноманітні функції та можливості, включаючи:

- Програмне забезпечення використовує дані від датчиків або інші джерела, щоб інформувати водіїв про наявність вільних парковочних місць у певній області.
- Користувачі мають можливість резервувати парковочні місця заздалегідь через додаток, що забезпечує їм зручність та впевненість в наявності місця.
- Програмне забезпечення надає водіям маршрути та інструкції для ефективного доїзду до обраної парковки.
- Додаток надає інформацію про вартість паркування, часові обмеження та інші деталі, щоб водії могли приймати інформовані рішення.



Архітектура системи пошуку парковочних місць

Архітектура системи пошуку парковочних місць складається з двох ключових етапів: розробка режиму користувача та режиму підприємства.

Проектне рішення включає три основні модулі:

Login:

- Відповідає за авторизацію користувачів та реєстрацію нових.
- Реалізує функціонал перевірки валідації та відправку запитів на сервер для перевірки даних і отримання відповіді.



Архітектура системи пошуку парковочних місць

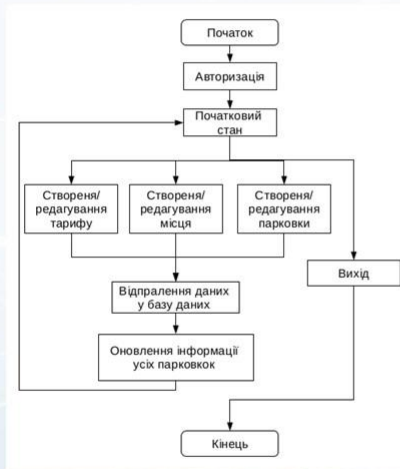
Map:

- Основний модуль, що обробляє основні процеси в системі.
- Завантажує Google Maps та відображає на ній маркери паркувальних місць.
- Запитує базу даних про інформацію користувача та усі парковочні місця, потім відображає цю інформацію на карті.
- Виконує редагування та створення нових парковок та тарифів.
- Оновлює дані у реальному часі після будь-яких редагувань та додавань, надсилаючи оновлені дані до бази даних.

Setting:

- Відповідає за редагування та створення парковок і тарифів.
- Працює в парі з модулем Map, надаючи можливість користувачам редагувати та створювати нові об'єкти.
- Відображає вікна для заповнення даних, які після заповнення передаються модулю Map для подальшої обробки та відправлення до бази даних.

Режим підприємства

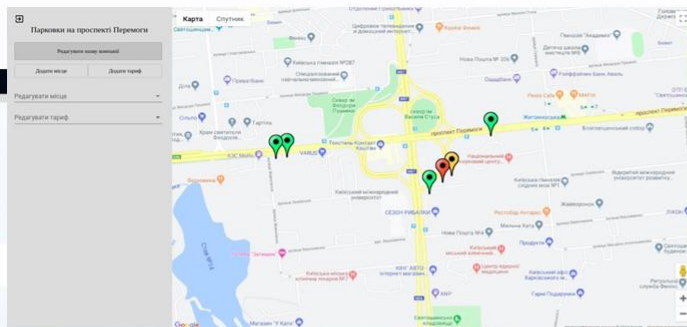


Блок-схема режиму підприємства

Для реєстрації в режимі підприємства необхідно вибрати цей режим під час реєстраційного процесу на веб-сайті. Користувач повинен ввести свою електронну адресу, обрати пароль та представити інформацію про свою компанію.

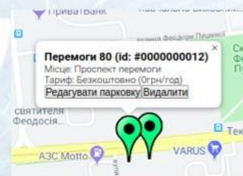
Щодо інформації користувача, який зареєструвався в режимі підприємства, вона включає наступне:

- Назва компанії;
- Усі парковки, що належать користувачеві;
- Створені місця;
- Створені тарифи;
- Тип користувача.



Меню в режимі підприємства

Для додавання нового маркера потрібно клікнути по карті, що спричинить її збільшення, а потім натискати для додавання нового місця. З'явиться вікно для підтвердження створення нового місця.



Інформація, що стосується конкретної парковки

Користувач може відмінити створення нової парковки, натиснувши "Ні". Якщо ж обрано "Так", відобразиться нове вікно, де треба вказати назву парковки, обрати місце для прикріплення нового місця парковки та вибрати тариф.

Вікно ініціювання нової парковки

Вікно формування нового місця паркування

Інформація про кожну парковку включає наступні дані:

- Стан парковки;
- Ідентифікатор парковки;
- Назва парковки;
- Координати;
- Тариф;
- Місце, до якого прикріплена парковка;
- Ціна за одну годину.

Інформація про користувача, який зареєструвався в режимі користувача, включає такі дані:

- Ім'я;
- Ідентифікатор зайнятої парковки;
- Тип користувача.

Апробація роботи

- ❖ Панасюк В.В. «Дослідження розвитку систем міського планування на основі даних з ІОТ-сенсорів для підвищення комфорту та безпеки мешканців». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ - №1, 2024. – С. 234-242
- ❖ Панасюк В.В. «Особливості оптимізації виробничих процесів з використанням алгоритмів машинного навчання». Тези у науково-практичній конференції «Telecommunication: problems and innovation» – Київ, 16 січня 2024 р.