

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій,
обліку та фінансів
Кафедра комп'ютерних технологій
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Голяченко Максим Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти)

УДК 004.415

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Інформаційна технологія навігації та контролю завантаженості паркувальних
майданчиків

126 « Інформаційні системи та технології»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Дрейс Юрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

кандидат технічних наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

Висновок кафедри _____
за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____
№ _____ від « _____ » _____ 20 _____ р.

Завідувач кафедри _____

(науковий ступінь, вчене звання)
« _____ » _____ 20 _____ р.

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Голяченко М. І. Інформаційна технологія навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

У кваліфікаційній роботі описані етапи розробки та впровадження даної інформаційної технології. В ході дослідження стану системи паркування на території міста виявлено проблему завантаженості паркувальних майданчиків. Проведено аналіз існуючих методів та підходів до розробки системи паркування та визначено необхідні вимоги до інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків. Для більш детального аналізу функціональної моделі створено IDEF0 та її декомпозицію за допомогою якої буде реалізовано інформаційну систему та технологію навігації і контролю завантаженості паркувальних майданчиків.

За допомогою методології IDEF3 розглянуто більш детально всі нюанси роботи системи, її функціонування, цикли та розгалуження. Створено базу даних інформаційної системи паркінгу. Базу даних було спроектовано з можливістю подальшого розвитку її структури, під потреби для розширення інформаційної системи. Вона спроектована з орієнтуванням на web та десктопні додатки. Створено формалізовану модель інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків. Формалізовані системи приводять до систематизації та стандартизації, оскільки вони використовують стандартні процедури, що забезпечують консистентність і прозорість у процесах. Це сприяє узгодженості і зменшує можливість помилок. В результаті роботи створений додаток для навігації та контролю паркувальних майданчиків. Він містить:

віртуальну мапу, інформацію щодо завантаженості паркувального майданчика, інформацію щодо клієнтів, автомобілів, що відвідували парковку та дані платежів. На основі отриманих результатів було сформульовано рекомендації щодо подальшого розвитку інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків для покращення системи паркування в місті.

Ключові слова: інформаційна технологія, паркувальні майданчики, контроль завантаженості, додаток.

SUMMARY

Holiachenko M. I. Information Technology for Navigation and Load Control of Parking Lots. - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 126 - Information Systems and Technologies. - Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work describes the stages of development and implementation of this information technology. During the study of the parking system in the city, the problem of parking lot occupancy was revealed. An analysis of existing methods and approaches to parking system development was conducted and necessary requirements for the information technology of navigation and load control of parking lots were defined. For a more detailed analysis of the functional model, an IDEF0 and its decomposition were created, with the help of which the information system and navigation technology and load control of parking lots will be implemented. Using the IDEF3 methodology, all the nuances of the system operation, its functioning, cycles, and branching are considered in more detail. A database of the parking information system has been created. The database was designed with the possibility of further

development of its structure, under the needs for expanding the information system. It is designed with a focus on web and desktop applications. A formalized model of information technology for navigation and load control of parking lots has been created. Formalized systems lead to systematization and standardization, as they use standard procedures that ensure consistency and transparency in processes. This promotes coordination and reduces the likelihood of errors. As a result of the work, an application for navigation and control of parking lots was created. It contains: a virtual map, information about the occupancy of the parking lot, information about customers, cars that visited the parking lot, and payment data. Based on the results obtained, recommendations were formulated for the further development of information technology for navigation and load control of parking lots to improve the parking system in the city. Keywords: information technology, parking lots, load control, application.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення предметної області дослідження | 8 |
| 1.2 Огляд існуючих технологічних рішень проблеми | 10 |
| 1.3 Функціональне моделювання інформаційної системи технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків | 12 |
| Висновки до розділу 1 | 13 |
| РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НАВІГАЦІЇ І КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ПАРКУВАЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ | 14 |
| 2.1 Розроблення інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків | 14 |
| 2.2 Формалізація моделі технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків | 19 |
| Висновки до розділу 2 | 22 |
| РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ І КОНТРОЛЮ ПАРКУВАЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ .. | 23 |
| 3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи | 23 |
| Висновки до розділу 3 | 27 |
| ВИСНОВКИ | 28 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 29 |

ВСТУП

Зростання міського населення та погіршення заторів роблять паркувальні рішення надзвичайно важливими. Багато джерел показують, що міста по всьому світу вирішують проблеми паркування . Завдяки інформаційно-комунікаційним технологіям можемо покращувати стан міського паркування різними додатками. Це означає, що проблеми з паркуванням більше не потрібно вирішувати тільки шляхом будівництва нових паркувальних місць, а є можливість вирішувати їх шляхом кращого використання наявних сучасних технологій та Інтернету речей (IoT).

З розвитком технологій розумні пристрої стають все більш поширеними в повсякденному житті. Розробка пристроїв, які можуть підключатися до Інтернету та передавати дані, стали джерелом натхнення для дизайну розумних міст. Поширеною проблемою в наших містах є труднощі з пошуком вільних місць для паркування. Проблема паркування спричиняє затори на дорогах, і люди, які їдуть на роботу, витрачають час на пошуки місця.

Метою кваліфікаційної роботи є створення моделі інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків.

Завданням на кваліфікаційної роботу є:

- 1) дослідження предметної області, виявлення необхідності в розробці рішення для існуючих проблем;
- 2) створення математичної моделі майбутнього програмного засобу;
- 3) розробка зручного інтерфейсу на базі математичної моделі.

Об'єктом дослідження є процес побудови інформаційної системи використовуючи загальнодоступні сервіси відображення даних.

Предметом досліджень є методи та засоби, що використовуються при моделюванні системи, математичної моделі та створенні програмного інтерфейсу.

Розділ 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВІГАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ПАРКУВАЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ

1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення предметної області дослідження

Автомобільний транспорт є лідером з кількості пасажирських перевезент, що призводить до стрімкого збільшення кількості автомобілів. Для ефективного функціонування транспорту необхідна якісна інфраструктура, а саме: зручні транспорті розв'язки, дороги, автомагістралі, ремонті сервіси та паркувальні місця. Тому є потреба в забезпеченні потрібної кількості парковок та їх організації для навігації та контролю їх завантаженості.

Інтелектуальні додатки у сфері паркування є необхідною основою для будівництва розумних міст. Незважаючи на високу частку автомобільних поїздок у містах Словаччини, наприклад, інтелектуальні системи паркування можуть покращити міську транспортну систему. Це означає, що деякі водії можуть змінити вид громадського транспорту завдяки розвиненим сервісам паркування. Це системи Park and Ride або Kiss and Ride. Парковки складають значну частину громадського простору. За даними, паркінги в американському місті Лос-Анджелес складають 81% площі міста. Кращі за цим показником європейські міста. У Парижі є 23% паркувальних місць, у Мюнхені – 23%, у Копенгагені – 19%, у Гамбурзі та Цюріху – 18%. Міста повинні забезпечити ефективне використання цих територій. Інтелектуальні системи паркування також можуть зменшити затори. Якщо водій відразу знайде місце для паркування, він зекономить паливо та витратить менше часу на дорогу.

Існує чотири категорії систем керування паркуванням, що використовують різні технології на основі:

- лічильників;

- дротових датчиків;
 - бездротових датчиків;
1. Системи на основі лічильників використовують датчики для підрахунку кількості транспортних засобів, які в'їжджають і виїжджають із зони паркування. Це можуть бути лічильники затворів і детектори індукційної петлі, розташовані на входах і виходах [3]. Ця система може надавати інформацію про загальну кількість вільних місць на закритій автостоянці, але не дуже допомагає водієві орієнтуватися на точне розташування вільних місць. [3]
 2. Дротова система на основі датчиків використовує датчики виявлення, такі як ультразвукові датчики, які встановлюються на кожній парковці. Ці датчики підключені до центрального блоку керування, який зберігає та керує інформацією про зайнятість автостоянки. Потім ця інформація передається на панелі відображення в стратегічних місцях автостоянки. Дисплеї надають інформацію, спрямовують водіїв і направляють їх до вільних паркувальних місць. Одним з недоліків дротових сенсорних систем є довга і складна проводка, яка потрібна від парковок до центрального блоку управління.

Крім того, вартість розробки цієї системи є високою, оскільки потрібна велика кількість сенсорних блоків і велика відстань проводки від парковок до центру управління. З розвитком бездротових технологій бездротові методи використовуються в системах паркування. Розгорнуті вузли бездротових датчиків і кожна парковка обладнана одним вузлом.[12]

3. Існують також інші дослідження з використанням бездротових методів. Прикладами компаній-стартапів, які активно працюють у цій сфері, є ParkingCarma [10], Streetline Networks [11] і vehicleSense [12].

1.2 Огляд існуючих технологічних рішень проблеми

Австралійська компанія створила додаток ParkMobile [5] як додаток для смартфонів, який дозволяє користувачам оплачувати паркування за допомогою свого телефону. Користувач повинен ввести при паркуванні порядковий номер лічильника та кількість часу. Потім програма передає інформацію міській поліції, яка отримує вказівки не накладати штрафи на припаркований транспортний засіб.

Наступним відомим додатком для паркування є SecurePark [6]. Він схожий на ParkMobile, ключова відмінність полягає в тому, що SecurePark використовується як мобільний додаток для пошуку вільних місць для паркування по всьому місту. Додаток відображає доступну парковку на карті на основі геолокації користувача. Також в додатку є можливість знаходження найбюджетнішої парковки поблизу.

Аналогічним до SecurePark є рішення для керування паркуванням під назвою SFPark [7], він розроблений з метою покращення паркування міста біля закладів в Сан-Франциско. Ця система працює в реальному часі і надає інформацію про паркування на смартфони користувача, Однак те, що робить систему унікальною це зосередження на підвищенні коефіцієнта використання за допомогою технології. Ціна в додатку встановлюється відповідно до попиту. Система реагує на рівень попиту і пропозиції, періодично коригуючи ціни на лічильники та гаражі. Ціноутворення, що відповідає попиту заохочує водіїв паркуватися в місцях, які мало використовуються, зміщуючи попит із надмірно використовуваних площ. Крім того, вони також забезпечують ефективність, економічної вигоди (матеріальні/нематеріальні), економія часу та безпека для споживачів.

Ще одим рішенням паркувальних місць є система Parkeon, присутня в більш ніж 3000 містах і мегаполісах в 55 країнах світу, пропонуючи інноваційні інтелектуальні транспортні рішення і паркувальні рішення [2].

Схема роботи сервісу Parkeon [2]:

1) *В'їзд:*

- Машина зупиняється навпроти в'їзду, прямо перед шлагбаумом;
- Сенсор розпізнає присутність машин, а відповідна камера автоматично розпізнає і записує номер машини, дату і час в'їзду;
- Дистанційна система управління отримує дані, надані цією камерою і додає їх в базу даних. Якщо клієнт вже зареєстрований, то додається також інформація про членство і дата резервування;
- Шлагбаум на в'їзді піднімається, дозволяючи водієві потрапити на парковку. Шлагбаум автоматично опускається, коли машина проходить через сенсор безпеки;

2) *Виїзд:*

- Машина зупиняється на виїзді, прямо перед шлагбаумом;
- Сенсор розпізнає присутність машини, а камера перевіряє державний номер на відповідність інформації про платіж, або набору машин в базі даних;
- Система управління валідує коректний платіж, або дозвіл на парковку без платежу, щоб дозволити виїзд;
- Шлагбаум на виїзді піднімається, дозволяючи водієві покинути парковку;
- Шлагбаум автоматично опускається, як тільки машина проїжджає через сенсор безпеки.

1.3 Функціональне моделювання інформаційної системи та технології навігації і контролю завантаженості паркувальних майданчиків

Функціональне моделювання процесу інформаційної системи та технології навігації і завантаженості паркувальних майданчиків допомагає виявити основні цілі та етапи, що мають бути досягнуті за допомогою спроектованої моделі. Дана інформаційна система передбачає облік та довготривалу оренду паркувальних місць в жилих масивах із навігацією та контролем завантаженості паркувальних майданчиків.

Декомпозиція функціональної моделі інформаційної технології та системи навігації і контролю завантаженості паркувальних майданчиків, яка включає входи, виходи, механізми впливу та механізми керування (рис.1.1).

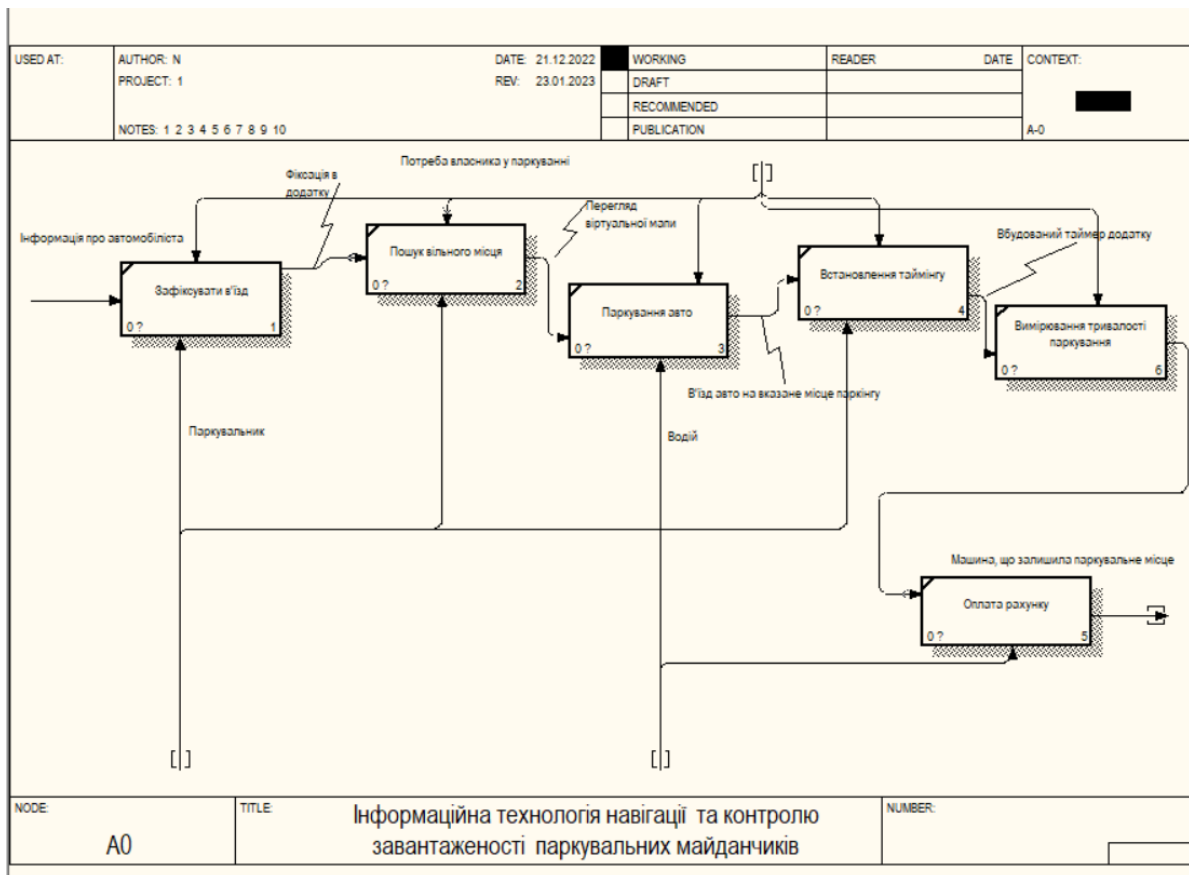


Рисунок 1.1 – IDEF0-діаграма технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків

На даній схемі зображено 5 основних блоків, що описують процес надання послуги паркування. Для більш детального розуміння розглянемо кожен блок окремо:

1. Фіксація контролером в'їзду авто на паркувальний майданчик. Керування блоком здійснюється потребою власника авто у паркуванні. На даному етапі користувач реєструється на касі паркінгу та вказує свої дані. Механізм, що виконує дану функцію є паркувальник, на виході маємо фіксацію в'їзда авто в зону паркування. Пошук вільного місця в зоні паркування.

2. Відбувається пошук вільного місця в зоні паркування за допомогою віртуальної мапи паркінгу, де зображено, які місця є орендованими та зайняті автомобілями. Механізм, що виконує дані дії – паркувальник. Після чого відбувається перегляд віртуальної мапи.

3. Паркування авто. Тобто водій відправляється на вказане місце паркування, що є вільним. Механізмом виконання даної функції є водій. В результаті ми маємо в'їзд авто на вказане місце у паркінгу.

4. Далі відбувається встановлення таймінгу паркувальником у веб-застосунку. Виконавцем функції також є паркувальник.

5. Останньою подією є оплата рахунку. Виконавцем функції є водій і в результаті ми маємо машину, що залишила паркувальне місце.

Висновки до розділу 1

В процесі аналізу предметної області було виявлені актуальні проблеми, що стосуються розвитку інфраструктури та завантаженості паркувальних майданчиків. Для аналізу функціональної моделі створено IDEF0 та її декомпозицію за допомогою якої буде реалізовано інформаційну систему та технологію навігації і контролі завантаженості паркувальних майданчиків.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НАВІГАЦІЇ І КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ПАРКУВАЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ

2.1 Розроблення інформаційної системи та технології навігації і контролю завантаженості паркувальних майданчиків

За допомогою методології IDEF3 розглянемо більш детально всі нюанси роботи системи, її функціонування, цикли та розгалуження. На відміну від IDEF0, IDEF3-модель розглядає виконання кожного процесу з певною послідовністю у часі. У такий спосіб можна чітко визначити, які дії необхідно виконати у конкретний момент часу і прослідкувати їх послідовність одна за одною. Ще однією перевагою такої методології є можливість використання перехресть, що представлені у вигляді логічних елементів. Вони часто зустрічаються в програмуванні та електротехніці. До них відносять: синхронне І, асинхронне І, синхронне АБО, асинхронне АБО, виключне АБО. Кожне з даних перехресть виконує ті ж функції, що і їх аналоги в електротехніці чи програмуванні. Але тут явно можна помітити різницю між суміжними елементами за параметром синхронності або асинхронності. Синхронність означає, що після завершення вхідного процесу, вихідні процеси буде запущено одночасно. У випадку асинхронності все відбувається навпаки. Для розробки декомпозиції IDEF3-моделі обрано перший блок із попередньої функціональної схеми (рис.2.1):

| | | | | | | |
|----------|-----------------------------|------------------|-------------|--------|------|-----------------|
| USED AT: | AUTHOR: | DATE: 23.01.2023 | WORKING | READER | DATE | CONTEXT: TOP |
| | PROJECT: 23 | REV: 23.01.2023 | DRAFT | | | |
| | NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | | RECOMMENDED | | | |
| | | | PUBLICATION | | | |

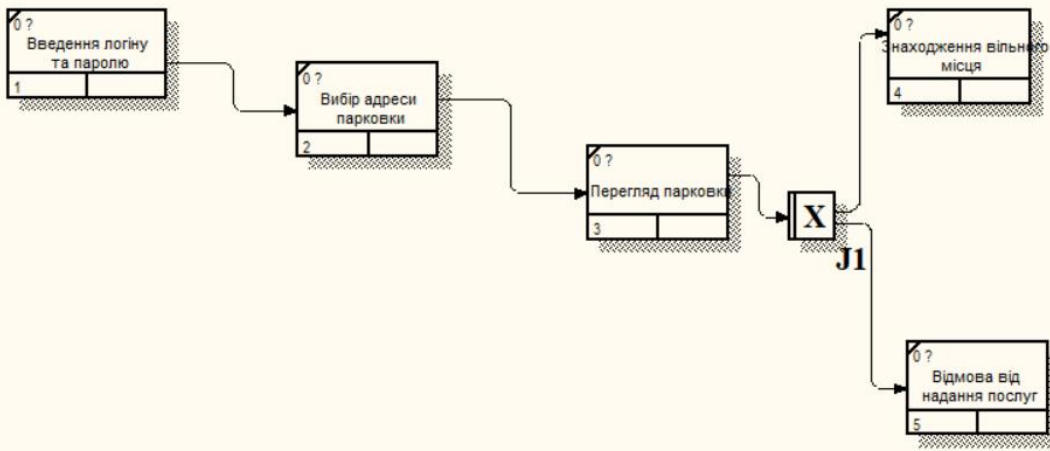


Рисунок 2.1 – Декомпозиція першого рівня процесу «Зафіксувати в'їзд»

Процес складається з наступних дій: 1. Паркувальник вводить дані водія, що приїхав; 2. Далі вводить адресу парковки або виявляє її місцезнаходження за геолокацією; 3. Відбувається перегляд парковки, пошук вільних місць. При наявності вільного місця, паркувальник вказує шлях водію; 4. якщо ж усі місця зайняті, то пункт 5 – відмова від надання послуг.

Далі створено базу даних інформаційної системи паркінгу. Базу даних було спроектовано з можливістю подальшого розвитку її структури, під потреби для розширення інформаційної системи. База даних спроектована з орієнтуванням на web та десктопні додатки. Проектування бази даних було виконано з використанням окремих таблиць, в які заноситься часто вживана інформація, такий підхід дозволяє суттєво підвищити швидкодію програмного забезпечення, оптимізувати запити та сприяє тому, що база даних займає невелику кількість місця на накопичувачі. Базу даних зображено на рисунку 2.2:

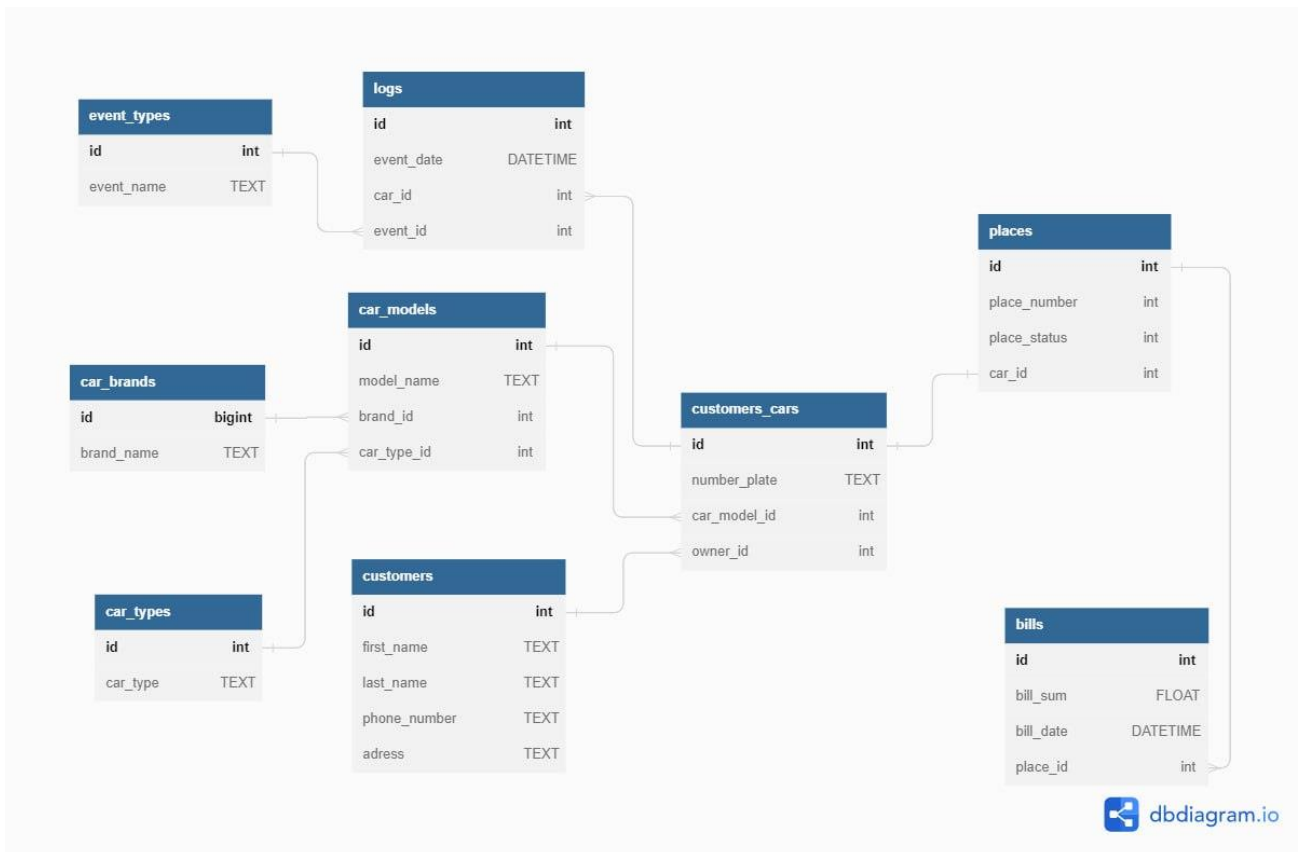


Рисунок 2.2 – База даних для технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків

База даних складається із таких таблиць:

event types – типи подій;

logs - журнал подій;

car_brands - бренди автомобілів;

car_types - типи автомобілів;

customers_cars - автомобілі клієнтів, що знаходяться на парковці;

places – місця для паркування;

bills – платежі.

Код схеми бази даних та зв'язків в ній:

```
Table "car_brands" {
```



```
"id" bigint [pk, not null, increment]
"brand_name" TEXT [not null]
}
Table "car_models" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "model_name" TEXT [not null]
  "brand_id" int [not null]
  "car_type_id" int [not null]
}
```

Ref: car_models.brand_id > car_brands.id

```
Table "customers_cars" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "number_plate" TEXT [not null]
  "car_model_id" int [not null]
  "owner_id" int [not null]
}
```

Ref: customers_cars.car_model_id > car_models.id

Ref: customers_cars.owner_id > customers.id

```
Table "car_types" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "car_type" TEXT [not null]
}
```

Ref: car_models.car_type_id > car_types.id

```
Table "customers" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "first_name" TEXT [not null]
  "last_name" TEXT [not null]
```

```
"phone_number" TEXT [not null]
"adress" TEXT [not null]
}
```

```
Table "places" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "place_number" int [not null]
  "place_status" int [not null]
  "car_id" int [not null]
}
```

Ref: customers_cars.id - places.car_id

Ref: bills.place_id > places.id

```
Table "bills" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "bill_sum" FLOAT [not null]
  "bill_date" DATETIME [not null]
  "customer_id" int [not null]
}
```

```
Table "logs" {
  "id" int [pk, not null, increment]
  "event_date" DATETIME [not null]
  "car_id" int [not null]
  "event_id" int [not null]
}
```

Ref: logs.event_id > event_types.id

Ref: customers_cars.id < logs.car_id

```
Table "event_types" {
  "id" int [pk, not null, increment]
```

```
"event_name" TEXT [not null]
}
```

2.2 Формалізація моделі системи технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків

В межах кваліфікаційної роботи реалізовано функцію, що отримує інформацію про кількість місць на паркінгу та про кількість тих місць, які зайняті станом на зараз та вираховує відсоток вільних місць і повертає його назад до основної програми(рис.2.1). Реалізація відбувалась мовою C++.

C++ — мова програмування високого рівня з підтримкою декількох парадигм програмування: об'єктно-орієнтованої, узагальненої та процедурної. Розроблена Б'ярном Страуструпом в AT&T Bell Laboratories (Мюррей-Хілл, Нью-Джерсі) у 1979 році та початково отримала назву «Сі з класами». Згодом Страуструп перейменував мову у C++ у 1983 р. базується на мові С. Назва C++ походить від оператора Сі «++» збільшення значення змінної на одиницю (інкремент)[7].

Програми, складені мовою C++, є мобільними, тобто можуть бути виконані на комп'ютерах різних виробників і в різних операційних системах, завдяки чому C++ є особливо популярною. Найвідоміші середовища програмування для мови C++ : Borland C++, C++ Builder, MS Visual Studio, Dev C++ тощо [7].

```
float freespacespercent(int allPlaces, int occupiedPlaces) {
    float freeSpaces = allPlaces - occupiedPlaces;
    float freeSpacesPercent = (freeSpaces / allPlaces) * 100;
    return freeSpacesPercent;
}
```

Рисунок 2.1 – Реалізація розрахунку відсотку кількості зайнятих місць на паркувальному майданчику

```
Enter all places: 15
Enter occupied places: 10
Free spaces percent: 33.3333
```

Рисунок 2.2 - Вивід результату

Формула за якою відбувався розрахунок функцію відсотка завантаженості паркувальних майданчиків:

(1)

$$x = (a - b) * \left(\frac{100}{a}\right)$$

де x - відсоток вільних місць, a - кількість місць на паркінгу, b - кількість зайнятих місць

Далі було розроблено наступну функцію (рис.2.3). Функція отримує масив даних, який містить в собі інформацію, про останні 10 тижнів середньої завантаженості паркінгу, отримує інформацію про кількість всіх місць на паркінгу та день неділі. Далі вона обирає з матриці необхідний день тижню та вираховує середнє значення завантаженості у цей день за останні 10 тижнів. Це дозволяє заздалегідь прогнозувати завантаженість паркінгу на кожен день, опираючись на інформацію за останні місяці

```
float averageload(int avgload[7][10], int allplaces, int day_of_week) {
    int temp_calculations = 0;
    float calculated_load;

    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        temp_calculations = temp_calculations + avgload[day_of_week-1][i];
    }

    calculated_load = temp_calculations / static_cast<float>(10);
    calculated_load = calculated_load * (100 / allplaces);
    return calculated_load;
}
```

Рисунок 2.3 – Функція для розрахунку середньої завантаженості паркінгу протягом минулого тижня

Розрахунок середньої завантаженості паркінгу відбувається за формулою:

(2)

$$a = ((b_1 + b_2 + \dots + b_{10})/10) * (100/c)$$

де a - відсоток середньої завантаженості паркінгу у вибраний день неділі, на основі останніх 10 неділей, b - середнє значення кількості зайнятих місць у вибраний день, c - кількість всіх місць на паркінгу.

Матриця з інформацією про останні 10 тижнів роботи має такий вигляд та перезаписується отримуючи інформацію з бази даних на початку кожного нового робочого дня. Використання даної матриці забезпечує економію ресурсів, у зв'язку з тим, що програмне забезпечення звертається до бази даних для отримання цих даних лише 1 раз на добу, а далі зберігає їх всередині себе, доки вони є актуальними (1 доба) (рис.2.4).

```
int avgload[7][10] = {
    { 14, 16, 20, 9, 17, 13, 12, 8, 19, 16 },
    { 5, 4, 7, 8, 6, 9, 4, 6, 9, 5 },
    { 7, 9, 9, 5, 9, 9, 11, 4, 7, 15 },
    { 5, 4, 7, 8, 6, 9, 4, 6, 9, 5 },
    { 7, 9, 9, 5, 9, 9, 11, 4, 7, 15 },
    { 7, 9, 9, 5, 9, 9, 11, 4, 7, 15 },
    { 14, 16, 20, 9, 17, 13, 12, 8, 19, 16 },
};
```

Рисунок 2.4 – Матриця з інформацією про останній тиждень роботи паркінгу

На рис. 2.5 відображено формалізовану схему математичної моделі аналізу даних, а також визначення тренду. Вона включає блоки, у межах яких здійснюються обчислення, а також перелік вхідних даних, що використовуються. Формалізована модель системи має такий вигляд:

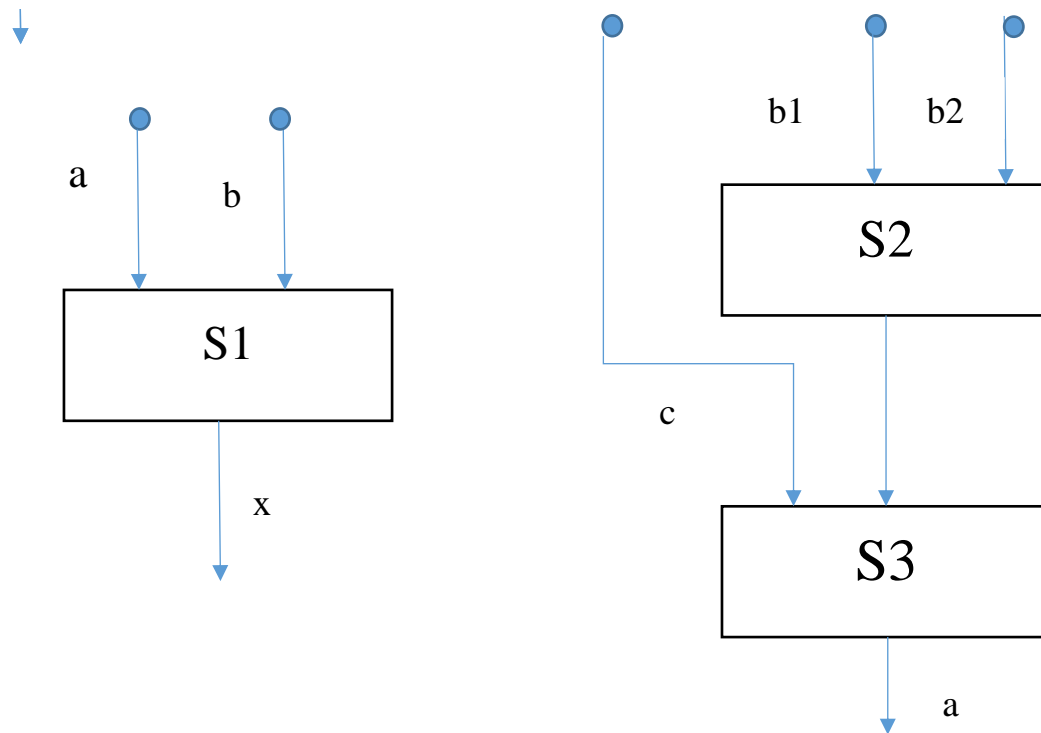


Рисунок 2.5 – Формалізована модель інформаційної технології навігації та контролю завантаженості паркувальних майданчиків

Висновки до розділу 2

У розділі два створено декомпозицію першого блоку за допомогою діаграми IDEF3, зроблено опис процес та з яких дій він складається. Далі створено базу даних інформаційної системи паркінгу. Базу даних було спроектовано з можливістю подальшого розвитку її структури, під потреби для розширення інформаційної системи. Та реалізовано формалізацію моделі системи контролю та навігації паркувальних майданчиків за допомогою мови C++.

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЇ НАВІГАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ПАРКУВАЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ

3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи

Важливою частиною всієї системи є додаток. Він повинен мати здатність обробляти велику кількість інформації одночасно.

Додаток має такі можливості:

- отримувати інформацію про поточне положення транспортного засобу або пункт призначення маршруту;
- спілкуватися на рівні бази даних і вибирати розташування та інформацію про доступні паркувальні місця;
- надсилати інформацію про розташування навколишніх паркувальних місць, їх ідентифікаційні знаки, включно з доступною місткістю.

Якщо водій хоче забронювати місце для паркування, програма надає можливість:

- отримувати інформацію від цільової автостоянки, де водій бажає приїхати припаркувати та ідентифікаційні дані транспортного засобу;
- перевірити на рівні бази даних наявність вільного місця, ввести ідентифікаційні дані транспортного засобу, налаштувати загальну кількість незайнятих паркувальних місць;
- надсилати підтвердження або відхилення бронювання.

Додаток працює з інформацією з локальних інформаційних систем паркування, а саме:

- отримувати інформацію про зменшення або збільшення кількості вільних паркувальних місць;
- на рівні бази даних, оновлювати дані про заповненість автостоянки на основі отриманої ідентифікації;
- надсилати інформацію про успішно внесену зміну в базу даних центральної системи;
- надсилати інформацію про зменшення кількості безкоштовних паркувальних місць, якщо місце для паркування було зарезервовано на даній автостоянці.

Саме тому було розроблено веб-додаток для навігації та контролю паркувальних майданчиків. Меню додатка має 5 пунктів, що містять:

- інформацію щодо паркувального майданчика;
- клієнти – водіїв, що вже зареєстровані у базі;
- автомобілі, що відвідували парковку;
- платежі та архів платежів, що сплачувались;
- логи – всі події, що користувач робить у додатку.

Також на головній сторінці міститься інформація щодо кількості вільних місць, яка кількість місць орендована, кількість автомобілів, що знаходяться зараз на паркінгу та відсоткове співвідношення. Праворуч віртуальна-мапа, на якій будуть умовні позначення: червоний колір – місце зайняте, жовтий – місце орендоване, білий – місце вільне для більш швидкого сприйняття та орієнтації щодо паркувальних майданчиків.

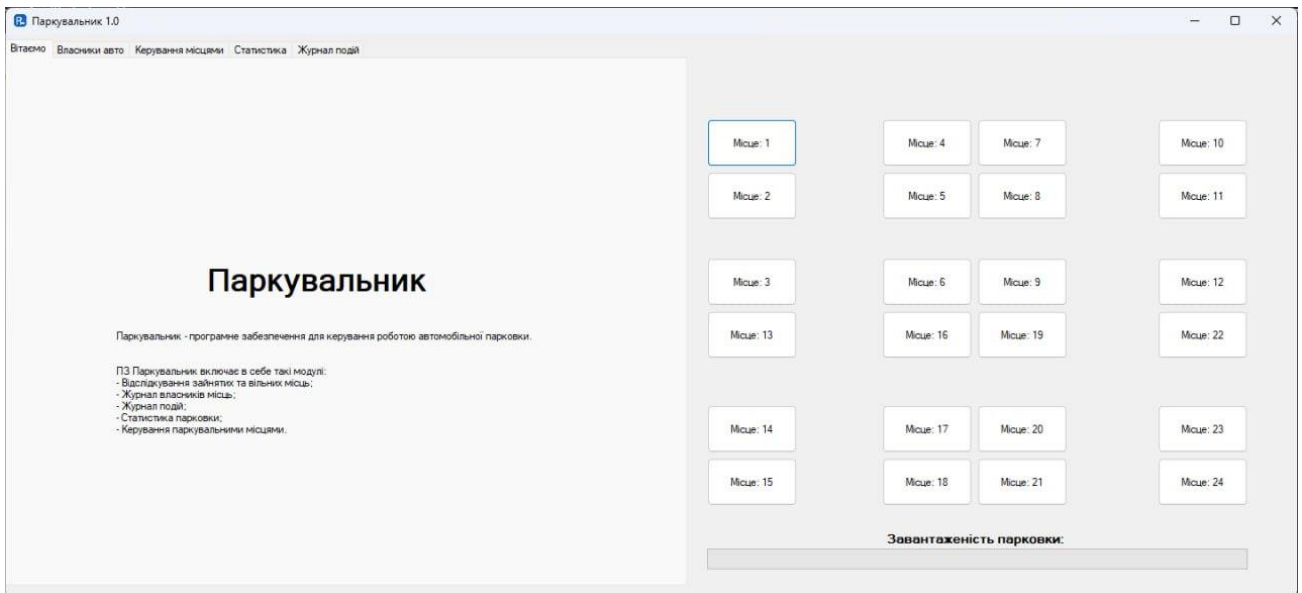


Рисунок 3.1 – Інтерфейс додатку

Далі зображена вкладка «Керування місцем», де міститься реєстраційна форма для додавання нового користувача та видалення користувача, коли він покинув місце парковки (рис.3.2):

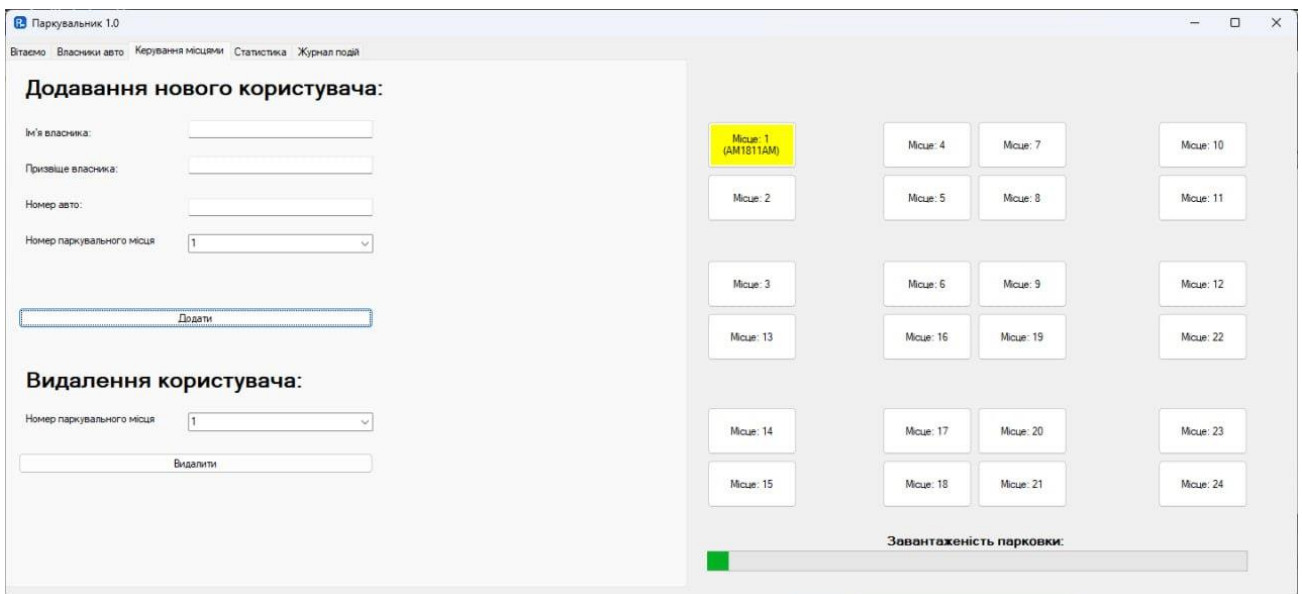


Рисунок 3.2 – Інтерфейс вкладки «Керування місцем»

б. Також можна переглянути мапу парковки з позначеннями, які вказують, які місця зайняті та які вільні;

3. Клієнти:

а. На сторінці "Клієнти" можна переглянути список зареєстрованих користувачів додатку;

б. Можна переглянути особисту інформацію кожного користувача, таку як його ім'я, прізвище, номер телефону та електронну адресу;

4. Автомобілі:

а. На сторінці "Автомобілі" можна переглянути список автомобілів, які відвідували парковку;

б. Можна переглянути детальну інформацію про кожен автомобіль, таку як його марку, модель, рік випуску та інші параметри.

Висновки до розділу 3

Таким чином, у розділі описано задачі, що виконує додаток та розроблено сам додаток з детальним описом головної сторінки. Визначено, що головною метою додатку є зручність та адаптивність у використанні. Описано інструкція користувача для користування даним сервісом.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі описані етапи розробки та впровадження даної інформаційної технології. В ході дослідження стану системи паркування на території міста виявлено проблему перевантаженості паркувальних майданчиків. Проведено аналіз існуючих методів та підходів до розробки системи паркування та визначено необхідні вимоги до інформаційної технології навігації та контролю перевантаженості паркувальних майданчиків. Для більш детального аналізу функціональної моделі створено IDEF0 та її декомпозицію за допомогою якої буде реалізовано інформаційну систему та технологію навігації і контролю перевантаженості паркувальних майданчиків.

За допомогою методології IDEF3 розглянуто більш детально всі нюанси роботи системи, її функціонування, цикли та розгалуження. Створено базу даних інформаційної системи паркінгу. Базу даних було спроектовано з можливістю подальшого розвитку її структури, під потреби для розширення інформаційної системи. Вона спроектована з орієнтуванням на web та десктопні додатки. Створено формалізовану модель інформаційної технології навігації та контролю перевантаженості паркувальних майданчиків. Формалізовані системи приводять до систематизації та стандартизації, оскільки вони використовують стандартні процедури, що забезпечують консистентність і прозорість у процесах. Це сприяє узгодженості і зменшує можливість помилок. В результаті роботи створений додаток для навігації та контролю паркувальних майданчиків. Він містить: віртуальну мапу, інформацію щодо перевантаженості паркувального майданчика, інформацію щодо клієнтів, автомобілів, що відвідували парковку та дані платежів. На основі отриманих результатів було сформульовано рекомендації щодо подальшого розвитку інформаційної технології навігації та контролю перевантаженості паркувальних майданчиків для покращення системи паркування в місті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Li, X.; Ranga, U.K. Design and implementation of a digital parking lot management system. *Technol. Interface J.* 2009, 10.
2. Jian, M.-S.; Yang, K. S.; Lee, C.-L. Modular RFID parking management system based on existed gate system integration. *WSEAS Trans. Syst.* 2008, 7, 706–716.
3. Pala, Z.; Inanç, N. Smart parking applications using RFID technology. In *Proceedings of the 1 st RFID Eurasia Conference, Istanbul, Turkey, 5–6 September 2007*; pp. 121–123.
4. Yass, A.A.; Yasin, N.M.; Zaidan, B.B.; Zeiden, A.A. New design for intelligent parking system using the principles of management information system and image detection system. In *Proceedings of the 2009 International Conference on Computer Engineering and Applications, Manila, Philippines, 6–8 June 2011*; Volume 2, pp.360–364.
5. Bong, D.B.L.; Ting, K.C.; Lai, K.C. Integrated approach in the design of car park occupancy information system (COINS). *IAENG Int. J. Comput. Sci.* 2008, 35, 7–14.
6. Tang, V.W.S.; Zheng, Y.; Cao, J. An intelligent car park management system based on wireless sensor networks. In *Proceedings of the 2006 1st International Symposium on Pervasive Computing and Applications, Urumqi, China, 3–5 August 2006*; pp. 65–70.
7. Bi, Y.; Sun, L.; Zhu, H.; Yan, T.; Luo, Z. A parking management system based on wireless sensor network. *Acta Autom. Sin.* 2006, 32, 968–977.
8. Benson, J.P.; O'Donovan, T.; O'Sullivan, P.; Roedig, U.; Sreenan, C.; Barton, J.; Murphy, A.; O'Flynn, B. Car-park management using wireless sensor

networks. In Proceedings of the 2006 31st IEEE Conference on Local Computer Networks, Tampa, FL, USA, 14–16 November 2006 ; pp. 588–595.

10. Geng, Y.; Cassandras, C.G. A new ‘smart parking’ system infrastructure and implementation. *Procedia–Soc. Behav. Sci.* 2012, 54, 1278–1287.

11. IBM Global Parking Survey: Drivers Share Worldwide Parking Woes [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35515.wss>

12. Smart Parking Systems [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://smartparkingsystems.com/en/>

13. Офіційний сайт компанії Микком [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://miccom.ru/products/pm-about/pm1>

14. «Розумні парковки» - новий підхід до вирішення проблеми паркінгу в містах. Офіційний сайт компанії Акіома [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.aksioma-group.ru/proekty/sistema-monitoringa-parkovochnykh-mest-vpredelakh-bulvarnogo-koltsa-moskvy/>