

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(освітній ступінь)

на тему: **Методи та засоби побудови інтелектуальної
комп'ютеризованої системи управління парковкою**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СІм-61
спеціальності **123 «Комп'ютерна інженерія»**
(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Галас М.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Ясній О.П. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Луцик Н.С. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Осухівська Г.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Дуда О.М. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
 Кафедра комп'ютерних систем та мереж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Осухівська Г.М.

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
 (назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
 (шифр і назва спеціальності)

студенту Галас Микола Миколайович
 (прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи) Методи та засоби побудови інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою

Керівник проекту (роботи) Ясній Олег Петрович, д.т.н., проф.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» грудня 2023 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Принципи організації розумних парковок, апаратні засоби фіксації об'єктів парковки, технології аналізу зображень, алгоритми машинного навчання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз підходів до організації розумних парковок. 2. Побудова архітектури та розробка методів організації інтелектуальною комп'ютерної системи управління парковкою 3. Реалізація підсистеми розпізнавання реєстраційних номерів авто та аналіз показників ефективності системи управління парковкою 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Актуальність і мета дослідження. 2. Задачі дослідження, об'єкт і предмет, наукова новизна і практична цінність дослідження. 3. Архітектура системи управління парковкою 4. Архітектура підсистеми розпізнавання номерних знаків. 5. Метод управління парковкою 6. Показники ефективності системи управління парковкою. 7. Структура бази даних 8. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Осухівська Г.М., зав. каф. КС</i>		
	<i>Стадник І.Я., проф. каф. ОХ</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Аналіз підходів до організації розумних парковок</i>		<i>виконано</i>
2.	<i>Побудова архітектури та розробка методів організації інтелектуальної комп'ютерної системи управління парковкою</i>		<i>виконано</i>
3.	<i>Реалізація підсистеми розпізнавання реєстраційних номерів авто та аналіз та аналіз показників ефективності системи управління парковкою</i>		<i>виконано</i>
4.	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		<i>виконано</i>
5.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>		<i>виконано</i>
6.	<i>Оформлення графічного матеріалу</i>		<i>виконано</i>
7.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи магістра</i>		<i>виконано</i>
8.	<i>Захист кваліфікаційної роботи магістра</i>		

Студент _____

(підпис)

Галас М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

(підпис)

Ясній О.П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та засоби побудови інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою // Кваліфікаційна робота магістра// Галас Микола Миколайович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль, 2023 // с. – 84 , рис. – 31 , табл. –15 , аркушів А1 –8 , додат. – 1, бібліогр. – 25.

Ключові слова: метод, засіб, управління, парковка, комп'ютерна система.

У кваліфікаційній роботі магістра проведено аналіз сучасних систем управління парковками та принципів їх організації, досліджено корпоративні, бізнес-орієнтовані рішення, які використовуються при управління мережами парковок, а також проаналізовано принципи організації контрольованого в'їзду та виїзду із закритих парковок на основі розумних шлагбаумів

Спроектовано архітектуру інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками з використанням мережі IoT пристроїв на базі технології RFID, відеокамер та хмарних сервісів.

Розроблено метод управління парковокою, який використовує функцію визначення оптимальної вартості паркування з врахуванням параметрів відстані до парковки та доступності вільних місць, а також імплементовано метод керування автоматичним шлагбаумом, як одного з компонентів комплексної системи управління парковкою.

Спроектовано та реалізовано систему управління автоматичним шлагбаумом на основі інтелектуального розпізнавання номерів авто за допомогою модифікованої нейронної мережі AlexNet.

ABSTRACT

Methods and means of constructing an intelligent computerized parking management system /Master's graduation thesis / Halas Mykola / Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and software engineering, group CIm -61 // Ternopil, 2023// p. - 84, fig. – 31, table. – 15, Sheets A1 – 8, Add – 1, Ref. – 25.

Keywords: method, means, management, parking, computer system

In the master's thesis, an analysis of modern parking management systems and the principles of their organization was carried out, corporate, business-oriented solutions used in the management of parking networks were studied, and the principles of organizing controlled entry and exit from closed parking lots based on smart barriers were analyzed.

The architecture of an intelligent computerized parking management system was designed using a network of IoT devices based on RFID technology, video cameras and cloud services.

A parking management method has been developed, which uses the function of determining the optimal cost of parking, taking into account the parameters of the distance to the parking lot and the availability of free spaces, as well as the method of controlling the automatic barrier, as one of the components of the complex parking management system, has been implemented.

An automatic barrier control system was designed and implemented based on the intelligent recognition of car numbers using a modified AlexNet neural network.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗУМНИХ ПАРКОВОК	12
1.1. Аналіз структури та принципів організації сучасних систем управління парковками.....	12
1.2. Аналіз методів та інструментів у сфері організації розумних парковок	15
1.3. Аналіз систем контролю парковок з використанням автоматичних шлагбаумів	17
1.4. Висновки до розділу	23
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА АРХІТЕКТУРИ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВОКОЮ	25
2.1. Проектування архітектури інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками.....	25
2.2. Процедура визначення доступності паркування	30
2.3. Розробка методу управління парковкою	31
2.4. Метод розпізнавання реєстраційних номерів авто на основі згорткової нейронної мережі	37
2.5. Висновки до розділу	42
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ РЕЄСТРАЦІЙНИХ НОМЕРІВ АВТО ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВОКОЮ	43
3.1. Проектування та реалізація підсистеми розпізнавання реєстраційних номерів авто	43
3.2. Програмна імплементація моделі управління автоматичним шлагбаумом.....	47
3.3. Аналіз показників ефективності.....	53

3.4. Висновки до розділу	62
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
4.1. Охорона праці.....	63
4.2 Створення метеорологічних умов виробничого середовища користувачів ВДТ ЕОМ, ПЕОМ	66
4.3 Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру.....	69
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76
Додаток А Тези конференцій	79

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток методів і засобів штучного інтелекту, а також сфери інтернету речей стимулює автоматизацію багатьох галузей і породжує все нові напрямки досліджень. Однією із перспективних сфер їхнього застосування та впровадження є розумні будинки, розумні світлофори та інші розумні системи. Враховуючи інтенсивність розвитку таких технологій, інтелектуалізація процесів сприяє розвитку цілих секторів господарської діяльності на різних рівнях, зокрема на рівні міст.

Розумні міста представляють собою комплекс взаємопов'язаних інтелектуалізованих систем, які підвищують ефективність процесів у багатьох галузях, зокрема, у громадській безпеці, при управлінні транспортними потоками, паркувальними системами та ряду інших.

Розумне місто використовує інформаційно-комунікаційні технології для підвищення інституційної ефективності, обміну знаннями з громадськістю та надання вищого рівня громадських послуг і здоров'я громадян.

Враховуючи тенденції щодо постійного зростання кількості транспортних засобів в умовах щільної міської забудови, важливими та актуальними завданнями влади є управління потоками автомобілів та організація місць для паркування. Особливо гостро питання паркомісць, зважаючи на кількість використовуваних автомобілів, стоїть у містах мільйонниках та у містах, які є туристично привабливими. Враховуючи ці фактори, актуальним завданням на сьогодні є розробка і впровадження інтелектуальних комп'ютеризованих систем управління парковками з використанням пристроїв інтернету речей та методів машинного навчання.

Дослідженню методів і засобів організації смарт систем присвячено доволі багато наукових і прикладних публікацій як українських, так і закордонних науковців і практиків. Так, компанії Google, IBM, Amazon, Microsoft реалізували хмарні платформи і сервіси для зберігання та

інтелектуального аналізу різного типу даних, що дає змогу розв'язувати задачі у сфері комп'ютерного зору, зокрема при забезпеченні громадської безпеки, керування автомобільними потоками, оптимізації роботи служб надзвичайних ситуацій та ін. Серед досліджень науковців потрібно виділити праці Мацюка О., Дуди О., Станька А., Єршова О., Бажан Л., а серед закордонних – Viljanen K., Koronen P., Recorella T., Minoli D, які зробили значний вклад у розвиток і побудову систем на основі IoT та штучного інтелекту. Однак, розвитку і вдосконалення все ж потребує сектор, який забезпечуватиме управління стаціонарними та динамічними парковками, що вимагає розробки відповідних методів, засобів і практичних заходів.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у розробці методів і засобів реалізації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками відкритого і закритого типів.

До важливих **задач**, які потрібно розв'язати для досягнення мети, визначено наступні:

- аналіз сучасних підходів до організації інтелектуальних комп'ютеризованих систем управління;
- проведення аналітики принципів та практичних рішень щодо організації систем управління парковками;
- визначення та дослідження факторів гнучкості керування парковками;
- розробка методу керування паркомісцями з врахуванням відстані до парковки та доступності місць;
- розробка методу інтелектуального розпізнавання номерів авто при управлінні автоматичним шлагбаумом;
- проектування архітектури і бази даних системи управління парковками;
- проведення експериментальних досліджень щодо ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження: процеси розробки інтелектуальних комп'ютеризованих систем управління парковками.

Предмет дослідження: методи і засоби інтелектуального управління парковкою.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні способів організації комп'ютеризованих систем керування парковкою; математичної статистики і машинного навчання – при розробці методів управління парковкою та розпізнавання реєстраційних номерів авто; проектування та програмування – при реалізації компонентів комп'ютеризованої системи управління парковокою; експеримент – при аналізі показників ефективності запропонованих рішень.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна, одержаних у роботі результатів полягає в наступному.

– уперше розроблено метод управління парковокою, який використовує функцію визначення оптимальної вартості паркування з врахуванням параметрів відстані до парковки та доступності вільних місць, що дає можливість спрогнозувати час протягом якого водій зможе скористатися вільним паркомісцем, або запропонувати альтернативні стоянки для транспортного засобу.

– уперше розроблено метод керування автоматичним шлагбаумом, як одного з компонентів комплексної системи управління парковкою, що дало змогу забезпечити доступ до паркомісць та збір додаткової інформації про авто на основі інтелектуального розпізнавання реєстраційних номерів авто.

Практичне значення одержаних результатів. Спроектовано та реалізовано систему управління автоматичним шлагбаумом на основі інтелектуального розпізнавання номерів авто, розроблено схему бази даних і реалізовано відповідні алгоритми функціонування інтелектуальної

комп'ютеризованої системи управління парковками, що дало змогу обґрунтувати ефективність запропонованих рішень.

Публікації. Результати кваліфікаційної роботи апробовані на XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів (6-7 грудня 2023 р.) та XI науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (13-14 грудня 2023 року) як тези конференцій.

1. Ясній О.П., Галас М.М. Архітектура інтелектуальної комп'ютерної системи управління доступністю паркомісць. Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (6-7 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2023. С. 463.

2. Ясній О.П., Галас М.М. Нейронна мережа розпізнавання номерних знаків при організації системи керування парковкою. Матеріали XI науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (13-14 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2023. С. 141.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота містить розрахунково-пояснювальну записку та графічний матеріал. До складу записки входить вступу, 4 розділи, загальні висновки, список використаних джерел і додатки. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 83 арк. формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗУМНИХ ПАРКОВОК

1.1. Аналіз структури та принципів організації сучасних систем управління парковками

Системи інтелектуального управління паркуванням у «розумних містах» дають змогу підвищити ефективність міського планування та надання комунальних послуг. Для цього при організації розумних парковок необхідно використовувати сенсори паркування, як засоби збору даних щодо доступності паркомісць в режимі реального часу. Камери, датчики та бездротові технології передачі даних є ключовими для вирішення цих задач, оскільки дають можливість збирати і опрацьовувати важливі дані.

Системи інтелектуального управління парковками повинні функціонувати таким чином, щоб забезпечувати можливість надсилання детальної інформації в реальному часі туристам і водіям щодо відкриття парковок і кількості доступних місць на них.

Використання датчиків Smart Parking, камер або датчиків підрахунку, є одним із способів вирішити проблему пошуку місця для паркування. Такі датчики можна вбудовувати в паркувальні місця або розміщувати біля них, і вони будуть показувати, чи використовуються місця у даний момент часу чи вони є вільними.

Розумне паркування може мінімізувати трафік, створюючи доступні для використання паркувальні місця, зменшуючи ймовірність відволікатися від кермування транспортними засобами. Технологія смарт паркування допомагає водіям визначати місця датчиків, які аналізують, чи простір вільний чи заповнений, та виконують відповідні сповіщення за допомогою індикаторів освітлення. Такі методи і засоби допомагають зменшити проблеми з дорожнім рухом, спричинені порушенням правил паркування,

шляхом надання інформації про можливість залишити авто в конкретному районі у конкретному місці.

Однією з цілей реалізації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління паркуванням є задоволення потреб у випадку обмежених паркомісць та надання органам влади простих стратегій щодо вирішення таких проблем. З іншої точки зору, система смарт паркування – це система, яка допомагає водіям знайти місце для паркування. Відкриті місця, зазвичай, вказують на те, що водії знаходяться в порожньому місці з додатком для смартфона або цифровими екранами поруч з автомагістралями [5]. Пристрій включає в себе бездротові датчики паркування з батареєю, що не потребує обслуговування, для збору інформації в реальному часі. Ці пристрої допомагають водіям без зайвих проблем знаходити доступні стоянки. Водії направляються безпосередньо до місця паркування та витрачають менше кілометрів на петлі, шукаючи порожні автостоянки [4].

Імплементація систем розумного паркування дає змогу економити на витраті палива та підвищити ефективність водіння. Це в свою чергу формує ще одну перевагу – витрачання меншої кількості кілометрів на місце для паркування і зменшення шкідливих викидів [7]. Вископне паливо, нафта, дизельне паливо та більшість альтернативних видів палива створюють викиди, особливо CO₂.

Розумне місто – це міський центр, який ефективно управляє своїми ресурсами для підтримки високого рівня життя для своїх громадян. Через складність і важливість енергетичних систем, управління системою постачання та використання палива є однією з найактуальніших проблем у густонаселених містах. Незважаючи на це, вуглекислий газ є головним попередником парникових газів і, отже, зміни клімату. Дивлячись на дороги, травматизм зменшується, а безпека автомобілів і пішоходів підвищується. Таким чином, зростаюча щільність трафіку, незахищеність

парковок і доступність оплати зробили можливим впровадження розумних систем паркування.

Розумна система парковок оптимізує використання місць для паркування і покращує їх якість, а також робить рух транспорту більш плавним. Розумні рішення для паркування надають водіям оптимальний вибір під час подорожі від початку до кінця, не дивлячись на паркування, ціну, час тощо. Ця перевага надається за умови, що оператори інтелектуального паркування повинні сплачувати податки.

До складу систем управління розумними парковками входять апаратні датчики, системи динамічного обміну повідомленнями та керування трафіком, бездротові та кабельні послуги клієнтів, сервери, апаратні драйвери та програмні інтерфейси. Найбільшою перешкодою для мінімізації витрат і складнощів розумного паркування є можливість підключення всіх цих пристроїв від тисяч виробників до однієї мережі.

Для цього можна використовувати детектори, які визначають межі паркомісць, наприклад, із застосуванням технологій комп'ютерного зору OpenCV. Однак існує проблема, яка полягає в тому, що не на всіх парковках є окреслені місця. Альтернативою є припущення, що автомобілі, які деякий час не пересувались є припаркованими.

Технологія Інтернету речей (IoT) зробила революцію в багатьох сферах життя, а технологія розумного паркування все ще є викликом, який необхідно розв'язати для того, щоб скористатися перевагами значного технологічного зростання. У кваліфікаційній роботі пропонується використати основи рішення, яке розвивається, і представляє собою надійне хмарне рішення AIPS, засноване на Інтернеті речей.

У більшості житлових, робочих і громадських закладів використовується звичайне планування автостоянок. Спеціальні паркувальні зони призначені для легкого в'їзду та виїзду, щоб зменшити затори та покращити організацію руху. Тут потрібна лише електрична

енергія для забезпечення світлового оповіщення з низьким енергоспоживанням щодо руху транспортних засобів.

Будь-яка система паркування створюється як мережа IoT пристроїв. Ці пристрої генерують дані, які передаються до автомобільних GPS сенсорів та забезпечують аналіз відстані між місцями для паркування та кількості вільних місць на парковці.

Моделі машинного навчання використовується для класифікації топологій місця паркування на основі стаціонарного розташування. Також у пропонованій системі управління парковкою необхідно забезпечити організацію способу пошуку безкоштовного місця для паркування за низькою ціною на основі переглянутих заходів надійності для розрахунку вартості паркування користувачів з урахуванням відстані та прогнозування зміни стану паркомісць на кожній стоянці.

1.2. Аналіз методів та інструментів у сфері організації розумних парковок

У [8] досліджено системи інтелектуального паркування на основі мережі P2PN з використанням підходу обчислення границь. Інтелектуальні технології паркування та інтелектуальні транзитні мережі широко використовуються фахівцями у сфері штучного інтелекту. Мережа P2P пропонує розумне рішення для паркування з використанням Edge Computing. Хмарні обчислення, периферійні обчислення та мережеві технології P2P пропонують різноманітні додатки, зокрема для аналізу автостоянок, у вітрильному спорті, при ідентифікації номерних знаків транспортних засобів, при формуванні рахунків та запитів про ДТП.

У [9] представлено техніку теорії прийняття рішень про інформаційну невизначеність (IGDT) для інтелектуальної стоянки електромобілів на основі зберігання водню. Електричні транспортні засоби (EV), з їх основними характеристиками, такими як екологічність, незабаром

становитимуть значну частину транспортних мереж. Можливості, детерміновані та стійкі функції IGDТ були розроблені для формування гнучкої цінової політики на електроенергію на ринку та визначення оптимальної кривої номіналу цін. Таку задачу сформульовано за допомогою оптимізаційних інструментів GAMS розв'язувача DICOPT у контексті змішаноцілочисельної моделі нелінійного програмування.

У [10] розроблено інтелектуальну систему паркування з підтримкою Інтернету речей (IoT-SPS) для промислових логістичних послуг. У останніх галузях промисловості практики сталого розвитку логістики є більш привабливими, особливо якщо ефективність транспорту стає вузьким місцем. Для виконання транспортних завдань транспортні засоби часто з'єднують і від'єднують. Комплексні знання про вантажні авто і причепа у приміщенні є критичним для користувачів у режимі реального часу. Крім того, можна визначити безладне паркування, щоб мінімізувати можливі небезпеки шляхом встановлення перегородок на камери. Впровадження стійкої логістики веде до підвищення продуктивності логістики та мінімізації утворення корків.

В [11] описано глибоку нейронну мережу з довготривалою короткочасною пам'яті (DLSTM) для систем розумного паркування. Транспортні затори є однією з найбільш помітних проблем міського транспорту, що спричиняє високий попит на енергію та забруднення повітря. Однією з головних причин заторів є брак вільних паркувальних місць. В [11] представлено метод прогнозування доступного місця для паркування за допомогою Інтернету речей, хмарних технологій і сенсорних мереж, зосереджених на глибокій мережі довгострокової пам'яті (DLSTMN).

У [12] досліджено інтелектуальну систему паркування на основі «квитків» із використанням мобільних додатків (TSPSMA) для мережі транспортних засобів. Було запропоновано використовувати Інтернет речей (IoT) і додаток для смартфонів у мережі транспортних засобів, щоб

забезпечити розумну схему паркування транспортних засобів на основі квитків. Мобільна інтелектуальна програма для паркування автомобілів допомагає знайти місце для паркування за допомогою даних у реальному часі від датчиків паркування. Датчики встановлюються в кожному паркувальному ряду та надсилаються користувачам у вигляді повідомлень на мобільні телефони для фіксації всіх деталей, таких як призначення слотів, напрямок і виставлення рахунків.

У [12] побудовано модель нейронної мережі вейвлетів (WNNM) для міської інтелектуальної системи керування паркуванням з пристроями інтернет речей. Оскільки економіка зростає в геометричній прогресії, якість життя людей має тенденцію до підвищення, тому посилюється зростання кількості автомобілів. Зростання автомобілів полегшило подорожі та сприяло економічному зростанню. Вони знаходять оптимальну дорогу та найкоротший час для в'їзду на будь-яку автостоянку з поточної позиції. У кваліфікаційній роботі пропонується модель вейвлет-нейронної мережі (WNNM). Результати експерименту вказують на те, що система індукції паркування моделі Logit вибирає найкраще місце для паркування.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи розглядаються попередні методи для систем розумного паркування і за допомогою IoT-AIPS пропонується зменшити перешкоди для паркування в розумному місті. Базуючись на оновлених показниках надійності для обчислення плати за паркування користувачів, у роботі пропонується застосувати метод виявлення вільного місця для паркування за низькою ціною, враховуючи відстань і прогнозовану зміну місця для паркування в кожному паркомісті.

1.3. Аналіз систем контролю парковок з використанням автоматичних шлагбаумів

Зважаючи на щільність забудови інфраструктури незалежно від типу населеного пункту, а також доступності транспортних засобів для

пересічних громадян, сьогодні спостерігається їх зростання, що вимагає розв'язку проблеми керованого доступу до приватних парковок підприємств та інших спеціально для цього призначених ділянок.

В Україні станом на зараз застосовується багато напів автоматизованих та автоматизованих систем, які забезпечують контрольованість потоків руху у закритих стоянках та спеціально відведених паркувальних майданчика. В основі практично усіх цих систем лежить використання автоматичного шлагбаума.

До складу будь-якого автоматичного шлагбаума завжди входять дві найбільш важливі компоненти, які включають:

- силовий механізм, який забезпечує рух стріли по вертикалі;
- електронний модуль управління;

Наочне зображення типового шлагбаума та його компонентів представлено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Типові складові елементи шлагбаума

Багато автоматичних шлагбаумів також обладнують допоміжними світловими сигналізаціями, засобами запобігання неконтрольованого опускання стріли під час виявлення руху в межах під ним та ряду інших.

Потрібно відмітити, що однією з найбільш важливих характеристик автоматичних шлагбаумів є швидкість реакції стріли. Сучасні системи обмеження проїзду мають швидкість реакції в діапазоні від 1с до 10 с. Також сьогодні вже з'являються розумні шлагбауми, типова структура яких забезпечує фіксацію та розпізнавання номерного знаку і віддалене керування станом стріли. Типова організація розумного шлагбаума показана на рис. 1.2.

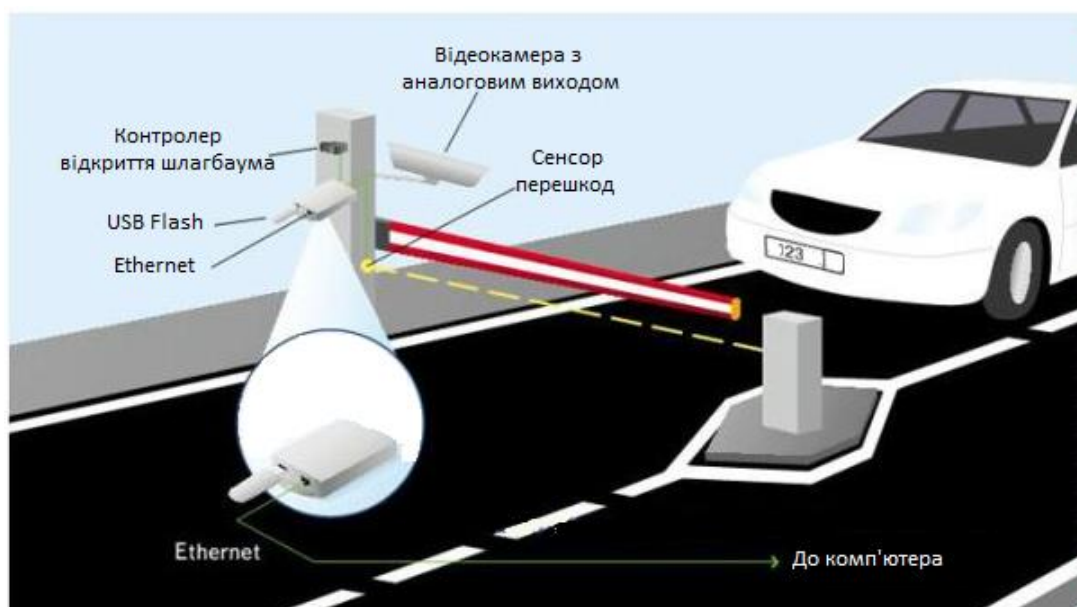


Рис. 1.2. Типова структура автоматичного шлагбаума з відеокамерою

При віддаленому управлінні шлагбаумами можуть бути використані різноманітні види ключів, які класифікують за двома групами: унікальні та універсальні. Характерна властивість унікальних ключів полягає в інтеграції спеціальної електронної мікросхеми шифратора, яка генерує унікальні ідентифікатори. Після цього контролер управління шлагбауму зчитує його і у випадку їх відповідності виконується команда надіслана з пристрою віддаленого керування.

Для універсальних ключів характерні ті ж процеси і процедури генерації ідентифікатора, однак відмінність полягає в тому, що у кожного виробника під певну модель шлагбауму генерується обмежена кількість ідентифікаторів. Це дає змогу використовувати однакові ключі для різних шлагбаумів і навпаки.

Приклад структурної схеми, що використовується для дистанційного керування автоматичним шлагбаумом показана на рис. 1.3.

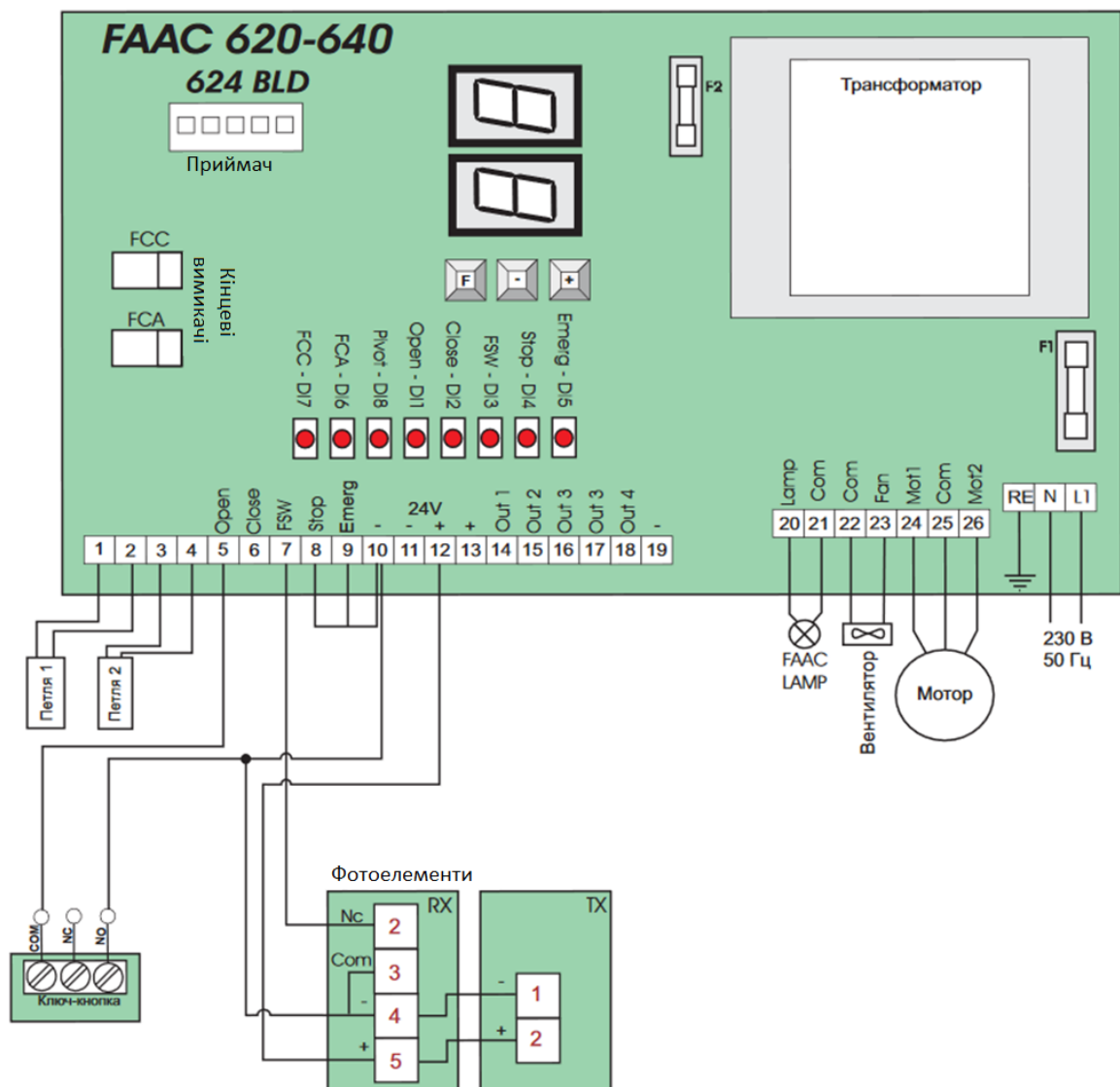


Рис. 1.3. Приклад структурної схеми управління автоматичним шлагбаумом

Важливо при проектуванні інтелектуальної системи управління парковою забезпечити автоматизоване розпізнавання номерного знака автомобіля при його в'їзді та виїзді зі стоянки. Як показали результати пошуку та аналізу наукових і практичних публікацій сьогодні для вирішення цієї задачі можна використати кілька відкритих бібліотек з підтримкою різних мов програмування.

Одним із ефективних рішень в контексті розпізнавання номерів авто є проект «Oros» написаний мовою C # [9]. У ньому використано відкриту бібліотеку для опрацювання зображень OpenCV та обгортку Puma.NET. Проте даний проект володіє і недоліками, які полягають у попередньому зберіганні зображень, одержаних з камери на локальному диску, які провокують сповільнення швидкості опрацювання, особливо при їх використанні у системах реального часу.

Інший проект у сфері розпізнавання номерних знаків – «JavaANPR» [10]. Перевагою його застосування є кросплатформність системи та імплементація усіх алгоритмів нативними засобами мови програмування Java. Цей проект можна адаптувати для застосування під керуванням операційної системи Android. Варто зазначити, що продуктивність з якою система розпізнає одне зображення номерного знаку коливається в межах від 0,2 с до 0,8 с, що дає змогу забезпечити ефективність її впровадження для систем реального часу.

Проект «Automatic License Plate Recognition» написаний також на C# і складається з двох бібліотек:

- «Emgu» - забезпечує пошук номерного знаку на авто;
- «Tessnet» – виконує безпосереднє розпізнавання реєстраційного номера авто.

До переваг такого рішення можна віднести той факт, що система здатна розпізнавати кириличні символи

Найбільш ефективним рішенням для реалізації системи управління шлагбаумом з функцією розпізнавання номерного знаку є застосування

бібліотеки OpenCV, що дає змогу визначати місце встановлення номера на авто і бібліотеки Tesseract OCR – реалізує алгоритм машинного навчання розпізнавання зображень.

Серед готових рішень, які реалізують функції управління автоматичним шлагбаумом та розпізнавання номерів автомобілів є продукт «Smart Gate» української компанії SoftServe. Архітектуру цього рішення представлено на рис 1.4.

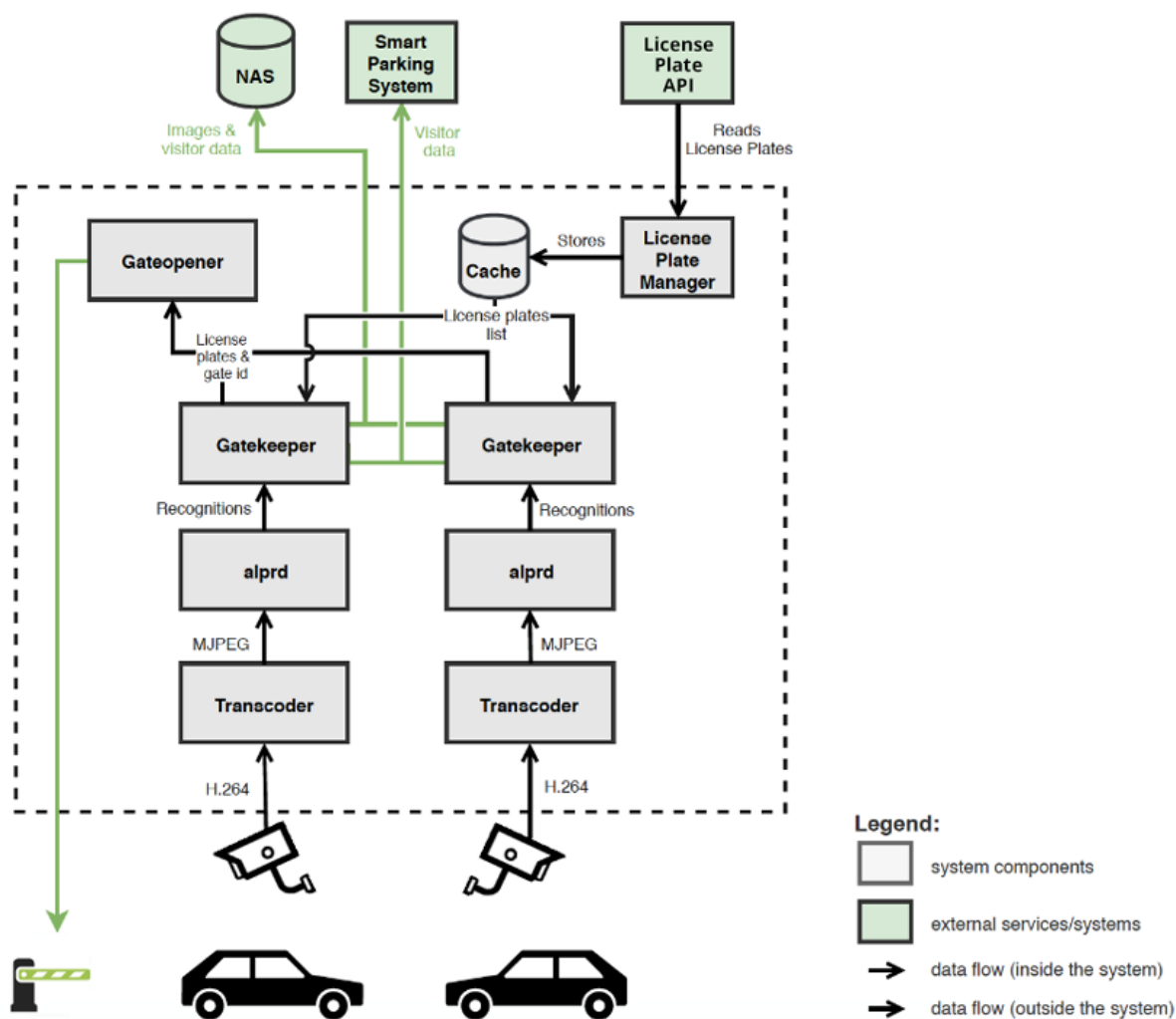


Рис. 1.4. Архітектура системи керування автоматичним шлагбаумом фірми SoftServe

Зі слів головного розробника у сфері інтелектуального аналізу даних О. Гурбича при реалізації цього проекту були задіяні фахівець у сфері Data Science, розробник зі стеком технологій Python і розробник користувацьких

інтерфейсів. В основі «Smart Gate» лежить реалізація алгоритмів машинного навчання в області комп'ютерного зору. При практичній реалізації та впровадженні цієї системи на в'їзді до стоянки компанії було інтегровано IP-камери, які зорієнтовані таким чином, щоб можна було отримувати зображення номерів авто. Далі обгрунтовано обраний фахівцями алгоритм YOLO виконує операції пошуку реєстраційного номера на одержаному з камери зображенні і відбувається процес його вирізання та розвороту у перспективу.

Одержання символів із трансформованого зображення виконує бібліотека Tesseract шляхом його опрацювання та оцифрування. Як результат на виході такого pipeline отримують інтерпретацію номерного знаку у вигляді текстового формату. Наступний крок полягає у виконанні процедур валідації щодо відповідності стандартам.

Якщо результат виконання описаних вище процедур був успішним, то відбувається перевірка валідності номерного знаку з тими, які зареєстровані у базі даних. Далі протягом 1-2 с контролер на базі RPi, який інтегрований у штатну систему керування шлагбаумом, подає команду на підняття стріли.

Варто зазначити, що продуктивність системи забезпечується шляхом зберігання зображень з камер у кешах системи.

1.4. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу полягають в наступному:

1. Проведено аналіз сучасних систем управління парковками та принципів їх організації і як наслідок виявлено основні структурні компоненти на рівні апаратного і програмного забезпечення, які забезпечують автоматизацію процесів керування і моніторингу, що дало змогу встановити можливі шляхи вдосконалення таких систем із застосування IoT пристроїв, хмарних та інтелектуальних сервісів.

2. Досліджено корпоративні, бізнес-орієнтовані рішення, які використовуються при управлінні мережами парковок, що дало змогу виявити недоліки при їх використанні та обґрунтувати доцільність розробки методів і засобів на основі прогнозування доступності паркомісць з врахуванням параметрів оптимальної вартості і шляху від локації водія до найближчої парковки.

3. Проаналізовано принципи організації контрольованого в'їзду та виїзду із закритих парковок на основі розумних шлагбаумів, що дало змогу визначити доцільність їх інтеграції при організації гнучких інтелектуальних комп'ютеризованих систем керування парковками.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА АРХІТЕКТУРИ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВОКОЮ

2.1. Проектування архітектури інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками

У кваліфікаційній роботі пропонується науково-обґрунтоване та практичне рішення щодо організації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою. Система включає в себе підсистему управління автоматичним шлагбаумом та підсистему керування доступністю паркомісць і проектується на основі пристроїв інтернету речей і хмарних платформ.

Підсистема визначення доступності паркомісць дає можливість вбудованим камерам відстежувати їх використання. Однак розташування самих місць для паркування розмічаються вручну, перш ніж водії зможуть ними скористатися, навіть після впровадження системи. Підхід використовується для розрізнення топологій на паркувальному місці в залежності від регулярності і використовує метод машинного навчання.

Основна мета рішення для розумного паркування – точно визначити, чи припарковано автомобіль у певній частині парковки, а потім передавати цю інформацію в систему для її перегляду та аналізу користувачам, зокрема, менеджеру з паркування ТЗ або правоохоронним органам.

IoT-AIPS може автоматично знаходити вільний простір за мінімальну плату, враховуючи відстань і кількість альтернативних автостоянок у кожного паркінгу на основі методів для розрахунку вартості паркування для конкретного користувача системи.

Результати показують, що алгоритм покращує ефективність паркування та зменшує час очікування водія. На рис. 2.1 детально показано сенсорну мережу на основі IoT-AIPS.

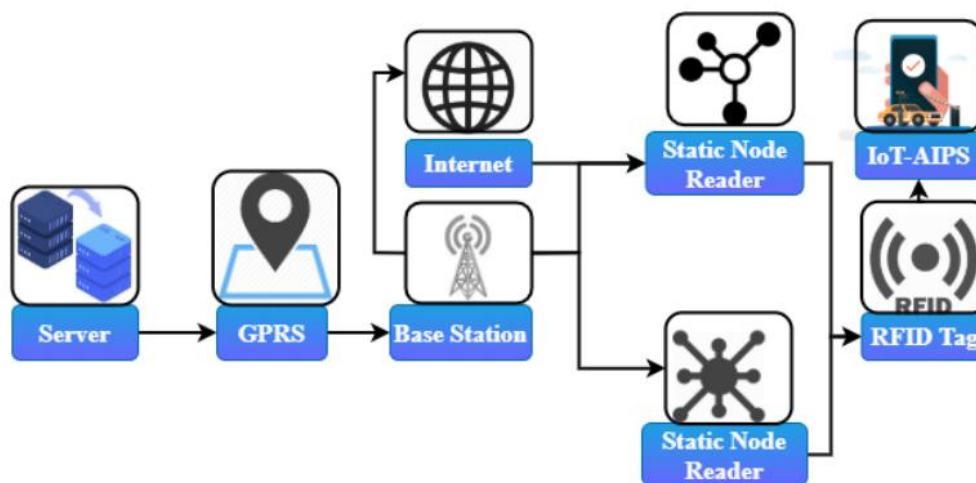


Рис. 2.1. Сенсорна мережа на основі IoT-AIPS

Бездротові сенсорні мережі (WSN) і мережі на основі RFID комунікують між собою через мережу Інтернет або інші технології чи протоколи. Ці технології є основними і покликані сформувати базис для аналізу та зв'язку IoT пристроїв.

Завдяки низькій вартості та великому інтересу з боку корпоративної спільноти, RFID є провідною технологією. Дана технологія може перетворювати звичайні об'єкти в інтелектуальні об'єкти.

Мережа сенсорів поєднує численні методи опрацювання даних з давачів, забезпечує розподілену передачу інформації, реалізує вбудований і бездротовий зв'язок. У розвитку IoT сенсори та RFID технологія відіграють важливу роль.

Кілька RFID сенсорів підключені до бездротових мереж і працюють разом, щоб обмінюватися даними один від одного та реального світу для виконання різноманітних завдань. Для зручності як місцевих жителів, так і туристів необхідно належним чином розвинути паркувальну інфраструктуру міста.

Оскільки автомобілі відіграють вирішальну роль у міській мобільності, місто має задовольняти вимоги своїх автомобілістів.

Конвергенція RFID, WSN та інтелектуальних технологій має важливе значення для впровадження IoT-AIPS. Технології RFID і бездротової мережі даних використовуються для побудови мережі передачі даних. Мережа міститиме артефакти, такі як RFID-мітки та зчитувачі, камери, стільникові телефони, інтелектуальні машини та вбудовані комп'ютери, і обмінюватиметься даними через уніфіковані схеми адресації.

Ці об'єкти можуть працювати, обробляти, зберігати та досить ефективно працювати в мережі. Завдяки прогресу технологій сенсори можна інтегрувати у будь-які предмети, які оточують людину. На основі даних із сенсорів також можна розрахувати різні показники, наприклад завантаженість парковки. Для цього треба помножити часовий інтервал на кількість автомобілів у визначеній частині парковки. Одиницею вимірювання при цьому є навісність автомобіля у слоті протягом однієї години. Критерій середнього часу, проведеного на парковці обчислюється наступним чином: вимірюється кількість припаркованих автомобілів у відсотках від загальної кількості годин, протягом яких автомобілі використовувалися.

Отже, виходячи з цього, система буде генерувати величезні обсяги даних, які потрібно буде збирати, аналізувати та відображати з визначеним рівнем точності та у зручному форматі. IoT дозволяє людям і різним об'єктам бути пов'язаними, використовувати будь-яку мережу і в будь-якому місці, а також спілкуватися один з одним онлайн у режимі реального часу.

Хмарні сервіси, моделювання даних, зберігання, відновлення та комунікаційні технології є іншими необхідними компонентами системи управління парковкою. Бездротові персональні мережі (Bluetooth), локальні мережі (WiFi), регіональні бездротові мережі (WiMAX), глобальні мережі

(3G/4G) і супутникові мережі є основними бездротовими технологіями для створення сенсорних мереж (GPS).

Основні параметри для сенсорної мережі на основі RFID представлені на рис. 2.1. Вона складається з RFID сенсорів малої потужності, які взаємодіють із бездротовими сенсорами високої потужності. Останні отримують інформацію з вузлів низької потужності. Зібрані дані в надсилаються до статичних вузлів терміналів-зчитування.

Термінали-зчитувачі транслюють одержану інформацію до бездротових базових станцій, які опрацьовують наперед визначену кількість даних з сенсорів.

Дані, що передаються через Інтернет (або іншу мережу) на сервери вищого класу можуть бути проаналізовані та передані в інші системи.

Рис. 2.2 демонструє запропонований підхід на основі IoT-AIPS.

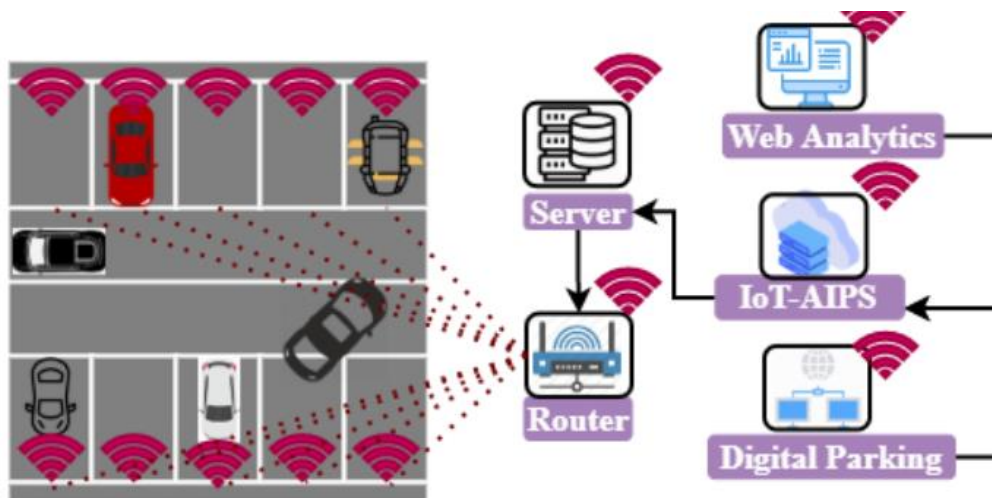


Рис. 2.2. Архітектура інтелектуальної підсистеми управління доступністю паркомісць

Для відстеження кожного паркувального місця запропонована система використовує WSN. Доступність будь-якого місця для паркування переається через бездротовий маршрутизатор на автоматизований сервер реального часу. Цей маршрутизатор може керувати великою зоною паркування при низькій вартості обслуговування.

Водії автомобілів, які одночасно є користувачами системи, можуть обирати відповідні паркувальні місця, авторизуючись на пристрої та при в'їзді на стоянку, шляхом зчитування номерних знаків авто. Кілька сповіщень повинні перевіряти водіїв щодо деталей обраного місця для паркування. На основі отриманих вхідних даних, пристрій «очікує» та запобігає численним бронюванням від інших водій. При цьому виконується автоматичне оновлення статусу доступності місць.

Якщо водій не сплачує плату за паркування, система може вирішити, що на цьому місці не було припаркованого автомобіля і через дві хвилини система оновлює статус паркувального місця на «відкрите».

Припустимо, що водій сплачує за паркомісце. Коли нові автомобілі під'їжджають до стоянки, код оновлює статус паркувальних місць у вузлах WSN. Таким чином, паркомісця змінюють свій статус у реальному часі.

Акумуляторної батареї достатньо для живлення запланованої інтелектуальної мережі управління паркуванням, щоб забезпечити надійне обслуговування та функціонування в умовах дефіциту електроенергії. Запропонована схема розумного паркування автомобіля показана на рис. 2.1.

Розширена хмарна база даних зберігає інформацію, яку локальний сервер керування паркуванням генерує на кожному паркувальному місці. Власники транспортних засобів можуть безпосередньо входити на хмарний сервер і генерувати інформаційний запит з усіх паркувальних зон (не з тільки локального сервера).

Сервер керування локальною автостоянкою містить пристрій керування, який підключається до всіх точок доступу Wi-Fi. Кожна точка доступу має спеціальний тег для пошуку доступних паркувальних місць. Для резервування паркувальних місць і надання доступу користувачі автомобілів використовують програмну структуру прикладного програмного забезпечення в поєднанні з апаратним забезпеченням.

2.2. Процедура визначення доступності паркування

Для розрахунку вартості паркування для авто, який представляє потенційний конкретний вузол мережі, запропоновано використати функцію $E(\sigma, \gamma)$. Дана функція оцінює наскільки далеко знаходяться два вузли від вільної зони паркування цільового вузла.

$E(\sigma, \gamma)$ розглядається як зважений зв'язок між двома вузлами мережі паркування. Якщо немає чіткого зв'язку між двома вузлами, то $E(\sigma, \gamma) = \infty$. Автомобіль буде перенаправлено до наступного вузла, а вузол сусідньої стоянки – до наступного вузла з найменшим значенням E вузла найближчої стоянки, якщо транспортний засіб увійде у вузол і вузол не є доступним.

Обчислення оптимальної вартості паркування розраховується за формулою, яка враховує відстань від вузла Q_j до вузла Q_i

$$E_{ji} = E_{ji}(\sigma, \gamma) = \sigma \times \frac{C_{ji}}{C_{up}} \times \gamma \times \frac{S_i}{S_{up}}, \quad (2.1)$$

де σ – коефіцієнт залежності відстані між двома вузлами;

γ – коефіцієнт, що залежить від кількості доступних паркомісць у цільовому вузлі.

$E_{ji}(\sigma, \gamma)$, інтервал між двома вузлами обернено пропорційний, а кумулятивні вільні паркомісця в цільовому вузлі прямо пропорційні. Коефіцієнти σ і γ експериментальні параметри зі значенням $(0, 1)$. Якщо $\sigma = 0$, то необхідно кількісно визначити вартість при наявності кількох вільних місць. Припустимо, що $\gamma = 0$, інтервал між двома вузлами буде враховуватися лише для розрахунку споживчих витрат. E_{ji} представляє функцію доступності вільного місця для паркування, $E_{ji}(\sigma, \gamma)$ визначає функцію вартості на основі довжини шляху та коефіцієнта вільних паркомісць, C_{up} – коефіцієнт загальної верхньої межі мережі паркування, C_{ji}

інтерпретує відстань у функції вартості, S_i інтерпретує кількість паркомісць, S_{up} виражає загальну верхню межу потужності стоянки.

На рис. 2.3 показано функцію вартості вільного паркувального місця; у формулі (2.1) було описано кількісну вартість.

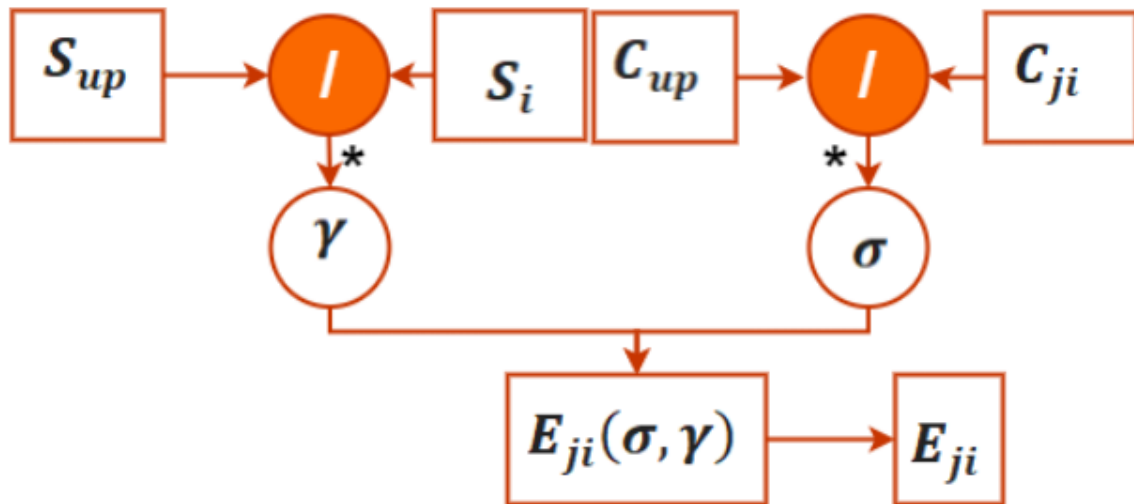


Рис. 2.3. Функція визначення вільного паркомісця

На основі отриманих даних будується статистична модель для системи управління парковкою.

2.3. Розробка методу управління парковкою

Нехай Q позначає всі транспортні засоби в черзі, які сформували запити на паркування, а T показує загальну кількість доступних місць для паркування. Нехай Z визначає сукупність Z_{ji} , де вартість знаходиться між Q_j і стоянкою t_i . Відстань від автомобіля до паркомісця та кількість доступних зон позначимо як Q_i .

Паркування можна обчислити по відношенню до Z . Це формує H і M , які відповідно, є парковками Q і D . Таким чином, розмір Z_{ji} дорівнює M . W_{ji} — це витрати сервера t_i на виконання роботи Q_j . Враховуючи, що

автомобілі належать працівникам компанії, а місця для паркування є серверами, то одержуємо систему рівнянь:

$$Y_{ji} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } Q_j, \text{ припарковано в } t_i, \\ 0, \text{ якщо } Q_j, \text{ не припарковано в } t_i. \end{cases} \quad (2.2)$$

Як показано у системі рівнянь (2.2), місця для паркування були отримані. Загальна вартість проїзду до місць паркування D , виділених для всіх транспортних засобів у Q описується наступною формулою:

$$D = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N Z_{ji} \times Y_{ji}. \quad (2.3)$$

Використання $E_{ji}(\sigma, \gamma)$, як оптимальної вартості, передбачають трансформацію формули обчислення загальної формули у наступний вигляд:

$$D = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N E_{ji}(\sigma, \gamma) \times Y_{ji}. \quad (2.4)$$

Як видно з формули (2.4), поточні загальні витрати були розраховані з врахуванням оптимальної вартості. Запропоновано використання мінімального значення $E_{ji}(\sigma, \gamma)$, для зниження витрат замовника. Далі потрібно мінімізувати D , якщо будь-який транспортний засіб має точно один паркувальний ресурс, і один транспортний засіб може бути виділено на кожне місце для паркування

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N Y_{ji} \leq 1, \\ \sum_{i=1}^N Y_{ji} = 1. \end{cases} \quad (2.5)$$

Як зазначено у (2.5), у даному випадку отримано кожне місце для паркування транспортного засобу.

$\sum_{i=1}^N Y_{ji} \leq 1$ означає, що будь-якій особі в черзі буде виділена одна автостоянка, і вона не може бути призначена в опрацювання. $\sum_{i=1}^N Y_{ji} = 1$ гарантує, що кожен клієнт підтверджує розподіл паркувальних місць у своїй черзі.

Якщо транспортний засіб не знаходить вільного місця для паркування після прибуття на заповнену стоянку, запропонована схема буде рекомендувати перенаправити його на іншу стоянку. Нехай буде вказано кількість транспортних засобів, що перенаправляються. Кожному паркомісцю можна призначити L_i – вільний слот T_i , а $\sum_{i=1}^N L_i = 1$ тоді:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N Y_{ji} \leq g, \\ \sum_{i=1}^N Y_{ji} = L_i. \end{cases} \quad (2.6)$$

Таким чином на основі (2.6) визначається загальна кількість вільних паркомісць. Шукаючи вільний ресурс для паркування, передбачено зменшення витрат часу на обслуговування кожної машини. Середня вартість у статистичній моделі зведена до мінімуму, а розподіл користувачів із загальною потужністю мережі досягається найкращим чином. Метод моделюється за допомогою моделі черги. Усі користувачі, які мають доступ до кожної паркувальної зони, включені у розрахунок. Кожен вузол розглядається як черга без пріоритетів на початку застосування алгоритму, а для його опису можна використати процес Маркова.

Перший процес – Маркова (розподіл Пуассона) N , а другий процес з експоненціальним розподілом, де сервер має мітку «1», а число позначає кількість слотів для паркування. Таким чином, L є сумою слотів δ_b . Час між запитами двох користувачів δ_t , де t – це час обслуговування (час стоянки). Алгоритм «перший прийшов, перший вийшов» використовується для балансування навантаження в розумних системах паркування, щоб зменшити затори.

За допомогою алгоритму Дейкстри та алгоритму мурашиної колонії можна визначити місцезнаходження найближчого доступного місця для паркування. Черга не переповнюється, якщо справджується нерівність $\delta_b > \delta_t$. Середній час очікування в черзі визначається за формулою:

$$S_b = \frac{\delta_t^2}{\delta_t - \delta_b} \quad (2.7)$$

За формулою (2.7) визначено середній час очікування у черзі. Розрахунковий тривалий період очікування у черзі для усіх користувачів показано у формулі (2.8).

$$S_b = \frac{\delta_t^2}{L(\delta_t - \delta_b)}. \quad (2.7)$$

Як правило, сенсор збирає дані та надсилає їх до центру управління системи, згідно з налаштуваннями IoT. У цьому випадку вибір визначається правилами, які вже встановлені. Таким чином, команда керує актуатором у відповідь на вхідні дані. Це означає, що датчики та виконавчі механізми в IoT працюють разом, незважаючи на те, що вони знаходяться на протилежних сторонах системи. На рис. 2.4 зображені паркувальні місця у вигляді черги, а тривалість часу очікування розраховується за (2.8).

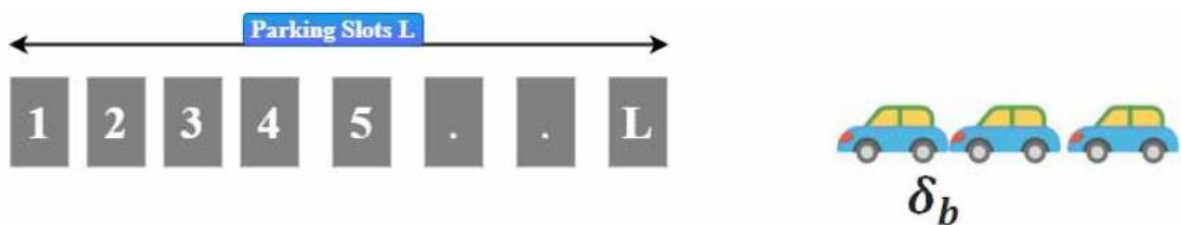


Рис. 2.4. Черга паркомісць

Загальна тривалість очікування описується формулою:

$$\overline{S_b} = \frac{\sum_{i=1}^M S_{bj \leq g}}{M}. \quad (2.9)$$

Отже, формула (2.9) дає змогу визначити загальний час очікування, M – сума паркувальних місць. Запропонований метод забезпечує можливість знаходження місць для паркування для автомобілів. Такий підхід передбачає, що паркування відбувається у часі на основі опрацювання черги запитів щодо вільного паркомісця. Після цього функція розпізнавання транспортного засобу керує процесом аналізу зображення слотів паркування. Далі класифікація транспортного засобу діє як екстрактор у системі, збираючи характеристики транспортного засобу з виявлених фотографій і повертаючи їх як відповідні характеристики.

Для класифікації автомобілів використовується метод кластеризації ознак, що орієнтований на середнє значення характеристик ознак з високою достовірністю для визначення місць паркування, які найчастіше зайняті. Як центральний алгоритм визначення залежностей, середнє зміщення центру кластеру оновлюється для формування вибірки в межах заданої смуги пропускання для кандидатів у його центр. Потім ці кандидати фільтруються для видалення близьких дублікатів для отримання остаточної колекції центрів на етапі постобробки. Кандидат модифікується за формулою (2.10), маючи кластер Y_j на ітерації s :

$$Y_j^{s+1} = Y_j^s + n(Y_j^s). \quad (2.10)$$

Формула (2.10) дає змогу визначити центроїд кластеру. Також у формулі, $n(Y_j^s)$ – позначає область, навколо якої зразки розташовані на певній відстані в околі Y_j і вказують для кожного центру кластера вектор середнього зсуву. Вектор зсуву орієнтований на максимальне збільшення

щільності вибірки. Параметр $n(Y_j^s)$ обчислюється за допомогою формули (2.11), яка оновлює центроїд, щоб визначити елементи в межах його області:

$$n(Y_j^s) = \frac{\sum_{Y_j \in MY_j} (Y_i - Y_j) Y_j}{\sum_{Y_j \in MY_j} (Y_i - Y_j) L}. \quad (2.11)$$

Таким чином результат застосування формули (2.11) дає модоивість знайти щільність розподілу кластера. Функція $(Y_i - Y_j)L$ визначає масштаб поля пошуку, який множиться на 1 або 0 залежно від відстані зразка до центру кластера на параметр пропускну здатності. Коли зміщення центроїда мінімізується, алгоритм зупиняється. Знаходження найближчого центроїда для зразка є способом формування його мітки. Цей кластерний алгоритм містить мало інструкцій і може динамічно повторно виконуватися.

Єдина пропускну здатність параметра може бути відкалібрована для роздільної здатності сенсора та практичних розмірів спостережуваних зображень під час експерименту. Процедура виявлення паркувального місця полягає в наступному: пристрій автоматично визначає змінюваність зайнятості автостоянки в точці виявлення зайнятості, що розпізнається як інцидент паркування. Щоб виміряти ймовірність паркування автомобілів, використовуються фотографії, зроблені вбудованою камерою. База знань про топологію пропонує деталі паркомісця та сірої області. Було виявлено, що зображення звичайного порожнього паркомісця мають меншу щільність відтінків сірого, ніж зображення зайнятого на попередньому етапі навчання. Інтуїтивно це раціонально, оскільки порожнє зображення місця паркування, зазвичай, складається з асфальтованої поверхні. Тому доцільним є використання E-тесту щільності відтінків сірого. Суб'єкти дослідження інтерпретуються так, що щільність зайнятих паркувальних зон буде порівнянна або вища за мінімальну щільність сірого, знайдену під час процесу навчання топології.

Формула (2.12) обчислює статистичний тест E :

$$E = \frac{T_1^2}{T_2^2}. \quad (2.11)$$

Оскільки статистичний критерій Фішера задовольняє закону F-розподілу, визначається ймовірність кожного паркувального місця автостоянки. Окрім цього, можна додати нижній поріг ймовірності. Потім результати та дані спостереження надсилаються та зберігаються в базі даних AWS.

IoT – AIPS було запропоновано для підвищення економічної ефективності та ймовірності, покращення середнього загального часу та часу очікування, покращення коефіцієнта точного розподілу маршрутів, коефіцієнта передбачення доступності паркування та коефіцієнта попиту на паркування транспортних засобів.

2.4. Метод розпізнавання реєстраційних номерів авто на основі згорткової нейронної мережі

Згорткова нейронна мережа є особливим типом нейромережі, яка призначена для забезпечення ефективності в процесі розпізнавання зображень. Запропонована організація її структури дає змогу проводити класифікацію і пошук зображень, виявляти цільові ознаки об'єктів [13]. Глибокі згорткові нейронні мережі зменшують розмір вхідних зображень, однак збільшують кількість hidden layers за рахунок включення згорткових шарів і шарів вибірки, що дає можливість отримати розріджені властивості зображення у меншому просторі ознак. Розподіленість ваг у згорткових мережах визначає меншу кількість нейронів у шарах, а також параметрів, що дозволяє знизити використання ресурсів при навчанні мережі.

Демонстрація процесу переходу між структурними шарами CNN, а також перетворення зображень, які отримує людина через зорові органи сприйняття показано на рис. 2.5.

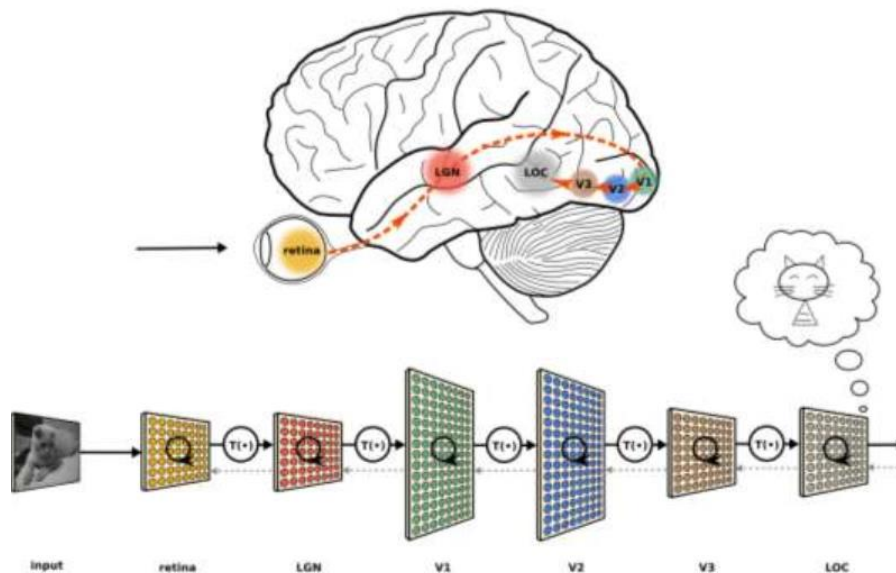


Рис. 2.5. Модель CNN

Проведемо аналіз операції згортки на прикладі двовимірної згорткової мережі. Згортка у двовимірному просторі є доволі простою операцією, основний зміст якої полягає у ковзанні вікна з наперед заданим розміром по зображенні у 2D просторі. Далі над кожним елементом зображення виконується операція множення над тим фрагментом даних, які перебувають в області дії вікна, і обчислюється сума усіх отриманих значень у вигляді єдиного вихідного пікселя. Таким чином, функція вікна, до складу якої входить параметр ядра, застосовується для усіх ділянок зображення і дає змогу трансформувати вхідний двовимірний масив у таблицю ознак.

У результаті обходу всього зображення за допомогою вікна отримують зважені суми ознак на вході. Такі ознаки локалізуються доволі близько до розташування вихідного пікселя вхідного шару. Сам же ж піксель формується згідно місця його локалізації у межах вікна. При такому підході, розміри вікна згорткової мережі визначають кількість ознак, що на наступних етапах об'єднуються і на їх основі отримують нові ознаки.

Як приклад, розглянемо ситуацію з набором вхідних ознак, які мають розмір $5 * 5$, а в якості вихідних ознак потрібно одержати представлення зображення розміром $3 * 3$, тобто з 25 ознак перейти до 9. При цьому fully

connected шар буде містити та описувати матрицю вагових коефіцієнтів з кількістю параметрів $25 * 9$, а довільна вихідна ознака визначається як зважена сума всіх ознак. Операція згортки виконується за дев'ятьма параметрами. Застосування згорткової нейронної мережі у режимі класифікатора для визначення реєстраційного номера автомобіля показана на рис. 2.6.

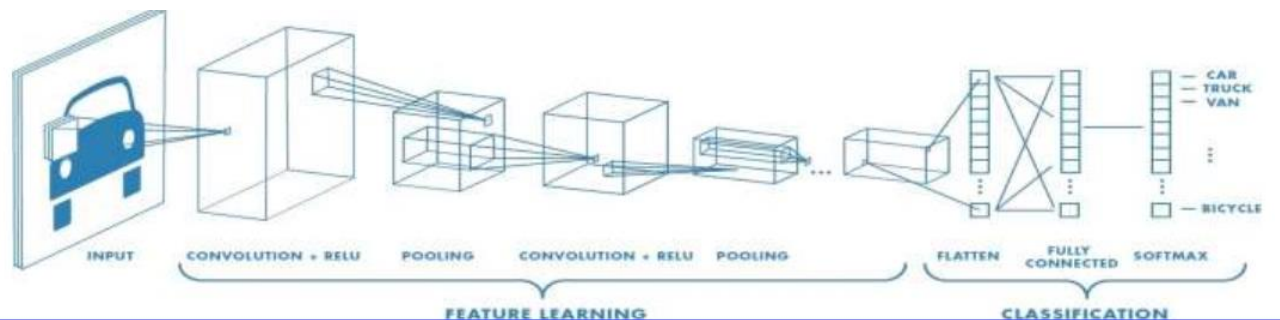


Рис. 2.6. Згорткова нейронна мережа в режимі класифікатора

Згорткова нейронна мережа може використовувати два способи при ковзанні вікна – «Padding» і «Striding». Коли вікно (фільтр) ковзає по зображенню (рис. 2.7), то його границі не враховуються, що забезпечує перетворення матриці ознак $5 * 5$ у матрицю $3 * 3$. Пікселі, які знаходяться на краю зображення взагалі не попадають в центральну область ядра. Це доволі погано, оскільки обов'язковою умовою є рівність розмірів зображення на виході та вході.

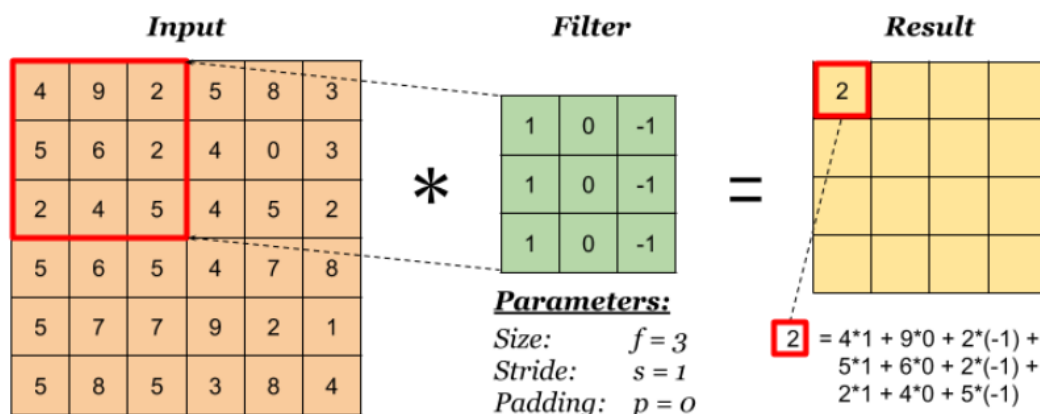


Рис. 2.7. Операція згортки

Методика «Padding» базується на тому, що до граничних пікселів штучно додаються пікселі переважно з нульовим значенням, тобто виконується "нульове додавання". Така процедура забезпечує можливість ковзання фільтра над крайніми пікселями зображення і додавати їх у ядро фільтра. Це забезпечує узгодження розмірів вхідної та вихідної матриці.

Доволі часто при опрацюванні зображень виникає ситуація, коли необхідно на виході одержати дані меншого об'єму. Одним із шляхів реалізації є застосування та інтеграція pooling layer у нейронну мережу. Як варіант, можна оперувати середнім/максимальним значенням на кожній гілці (2×2) для зменшення усіх просторових розмірів у два рази. Використання функції максимізації у субдискретизованому шарі проілюстровано на рис. 2.8.

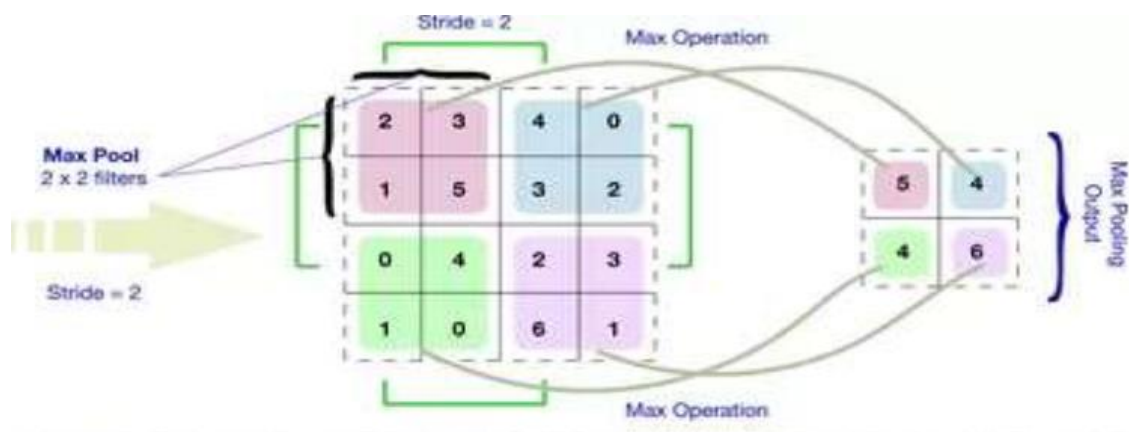


Рис. 2.8. Субдискретизований шар (Max pooling)

Процедура «stride» передбачає можливість пропущення деяких ділянок зображення при ковзанні фільтра. Якщо $stride = 1$, то обираються елементи-ознаки фільтра через один піксель, а це означає, що кожне ковзання є операцією стандартної згортки. У випадку, коли $stride = 2$ – фільтр створюється через два послідовні пікселі і при цьому не враховуються інші ознаки, що дає можливість забезпечити зменшення розмірності на виході практично у 2 рази.

На практиці доволі часто для розпізнавання номерів авто використовується попередньо навчена згорткова нейронна мережа AlexNet, структура якої представлена на рис. 2.9.

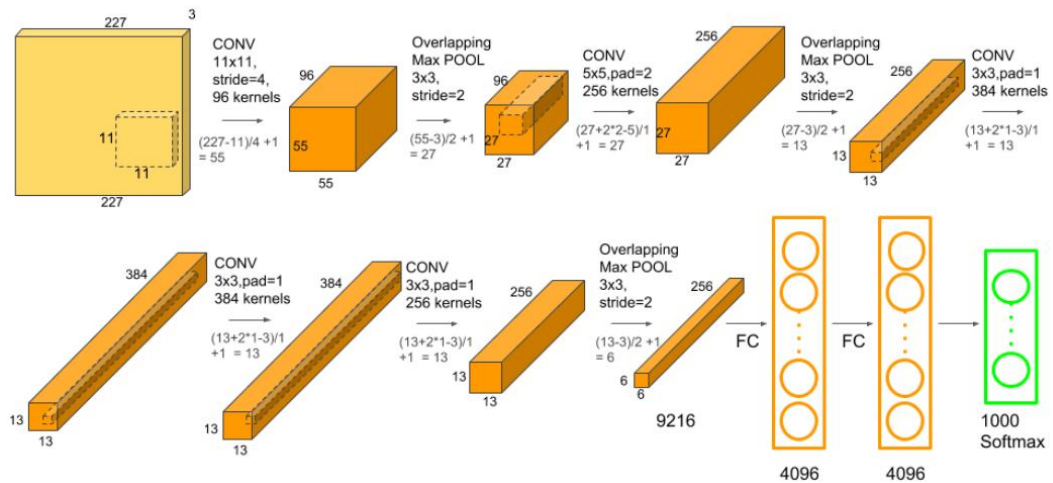


Рис. 2.9. Структура згорткової нейромержі AlexNet

У роботі, при організації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою пропонується модифікувати базову версію AlexNet для підвищення точності та ефективності розпізнавання номерів авто, які ідентифікуються за допомогою інтегрованої в автоматичний шлагбаум відекамери. На рис. 2.10 показано архітектуру модифікованої нейронної мережі.

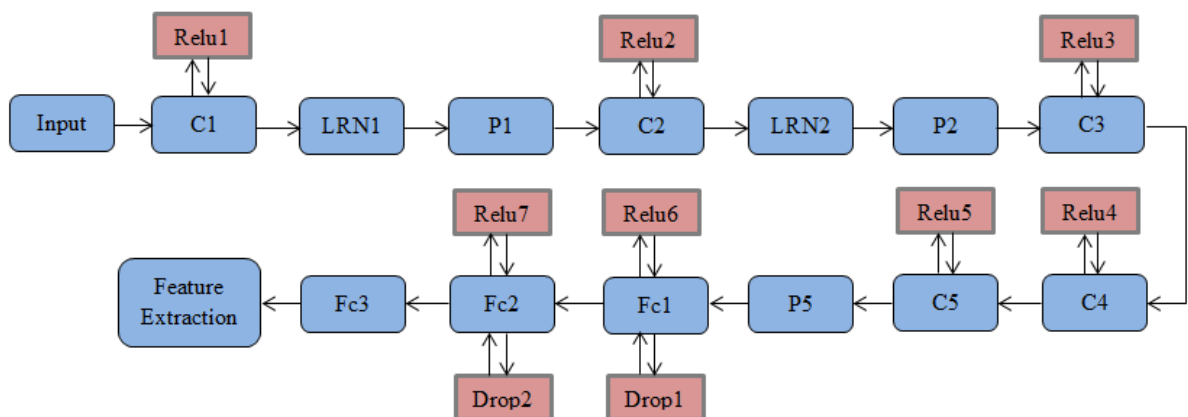


Рис. 2.10. Модифікована нейронна мережа для розпізнавання номерів авто

Таким чином, обґрунтовано доцільність застосування глибоких згорткових нейромереж на основі AlexNet, що забезпечує можливість досягнення високої точності і продуктивності ідентифікації реєстраційних номерів авто.

2.5. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу полягають в наступному:

1. Спроектовано архітектуру інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками з використанням мережі IoT пристроїв на базі технології RFID, відеокамер та хмарних сервісів, що дало змогу забезпечити можливість імплементації методів і засобів автоматичного виявлення вільних паркомісць і формувати відповідні сповіщення для водіїв, які виконали запит на паркування.

2. Розроблено метод управління парковою, який використовує функцію визначення оптимальної вартості паркування з врахуванням параметрів відстані до парковки та доступності вільних місць, що дає можливість спрогнозувати час протягом якого водій зможе скористатися вільним паркомісцем , або запропонувати альтернативні стоянки для транспортного засобу .

3. Розроблено метод керування автоматичним шлагбаумом, як одного з компонентів комплексної системи управління парковою, що дало змогу забезпечити доступ до паркомісць та збір додаткової інформації про авто на основі інтелектуального розпізнавання реєстраційних номерів авто.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ РЕЄСТРАЦІЙНИХ
НОМЕРІВ АВТО ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОВКОЮ3.1. Проектування та реалізація підсистеми розпізнавання
реєстраційних номерів авто

Структурна схема компонентів та алгоритм інтелектуальної підсистеми розпізнавання номерів авто, як частини комплексної системи управління парковкою представлена на рис. 3.1.

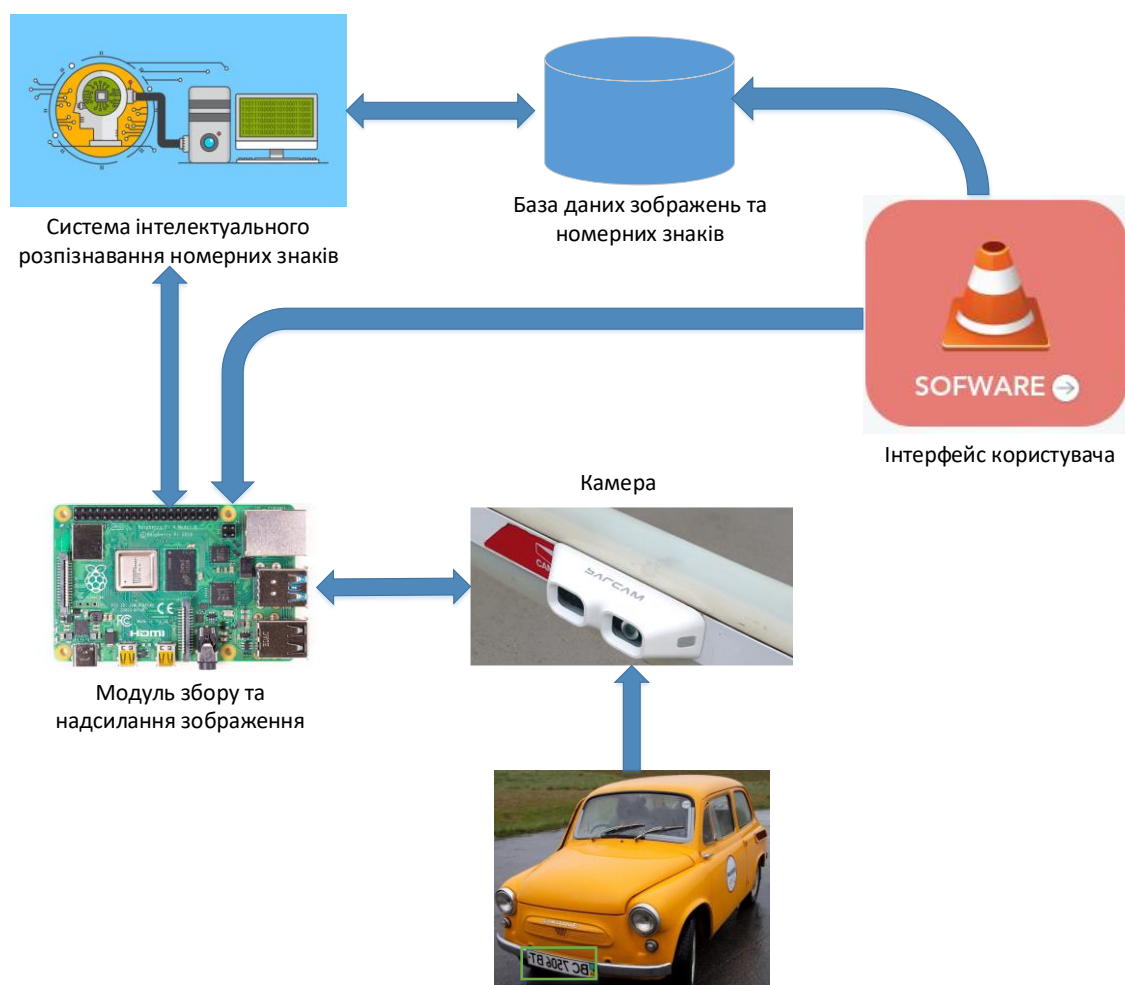


Рис. 3.1. Структурна схема підсистеми розпізнавання номерів авто

Як видно, з рис. 3.1, основними структурними компонентами підсистеми є:

- відеокамера – для захоплення зображення номерного знаку;
- Raspberry Pi 4 – IoT пристрій, що забезпечує попереднє опрацювання зображень та передачі даних до центрального вузла;
- система розпізнавання зображень – забезпечує класифікацію і безпосередній аналіз номерів авто.

Функція відеокамери полягає у захопленні зображення номерного знаку авто, який знаходиться перед шлагбаумом протягом часу більшого за 10 с. Далі мінікомп'ютер RPi 4 виконує надсилання зображення до високорівневого ПЗ, що забезпечує його розпізнавання. Інтелектуальна підсистема розпізнає номер авто і виконує запит до БД для пошуку відповідного екземпляра. Якщо запит повертає не порожню відповідь, що сигналізує про успішність виявлення екземпляра номера, то формується службове повідомлення до контролера управління автоматичним шлагбаумом на виконання відповідної дії.

Інтерфейс користувача ПЗ забезпечує можливість авторизованого доступу до БД, а також ручного примусового управління шлагбаумом. Якщо авто вперше користується послугами парковки, або існує необхідність в'їзду спецслужб, то в інтерфейсі забезпечено можливість ручного підтвердження додавання запису про авто.

Ключові функціональні вимоги, які було визначено при розробці ПЗ управління автоматичним шлагбаумом показано на рис. 3.2.

Аналізуючи рис. 3.2, можна сказати, що найбільш важливими вимогами до підсистеми розпізнавання номерів авто, що забезпечує інтелектуальну складову їх аутентифікації є:

- здатність забезпечувати управління автоматичним шлагбаумом;
- можливість створення нових записів про авто, які використовують парковку;
- можливість доступу і зчитування відеопотоку з відеокамери.

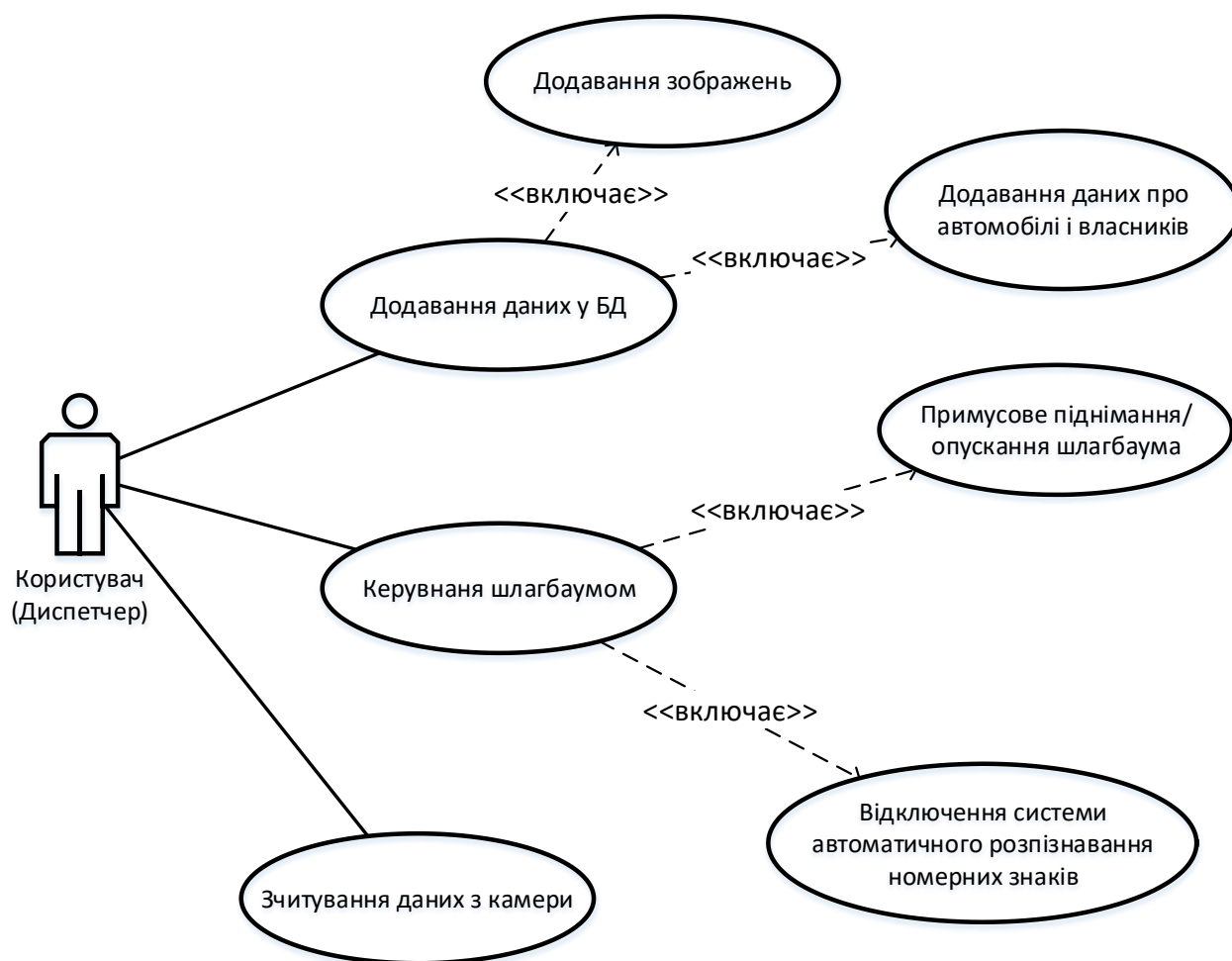


Рис. 3.2. Ключові вимоги при організації підсистеми інтелектуального розпізнавання номерів авто

Розробка модулів опрацювання зображень номерних знаків, а також реалізації моделей розпізнавання номерів авто потребує забезпечення можливості реалізації таких вимог для розробника як:

- можливість організації доступу до нейромережі AlexNet;
- здатність гнучко налаштувати параметри моделі, зокрема, кількість шарів та функцію активації нейронів;
- можливість управління параметрами щодо швидкості навчання моделі;
- імплементация підходу transfer learning;
- можливість налаштування та управління синаптичними вагами.

Найбільш важливі функції, які необхідно забезпечити розробнику моделі інтелектуального розпізнавання зображень номерів авто показано на рис. 3.3.

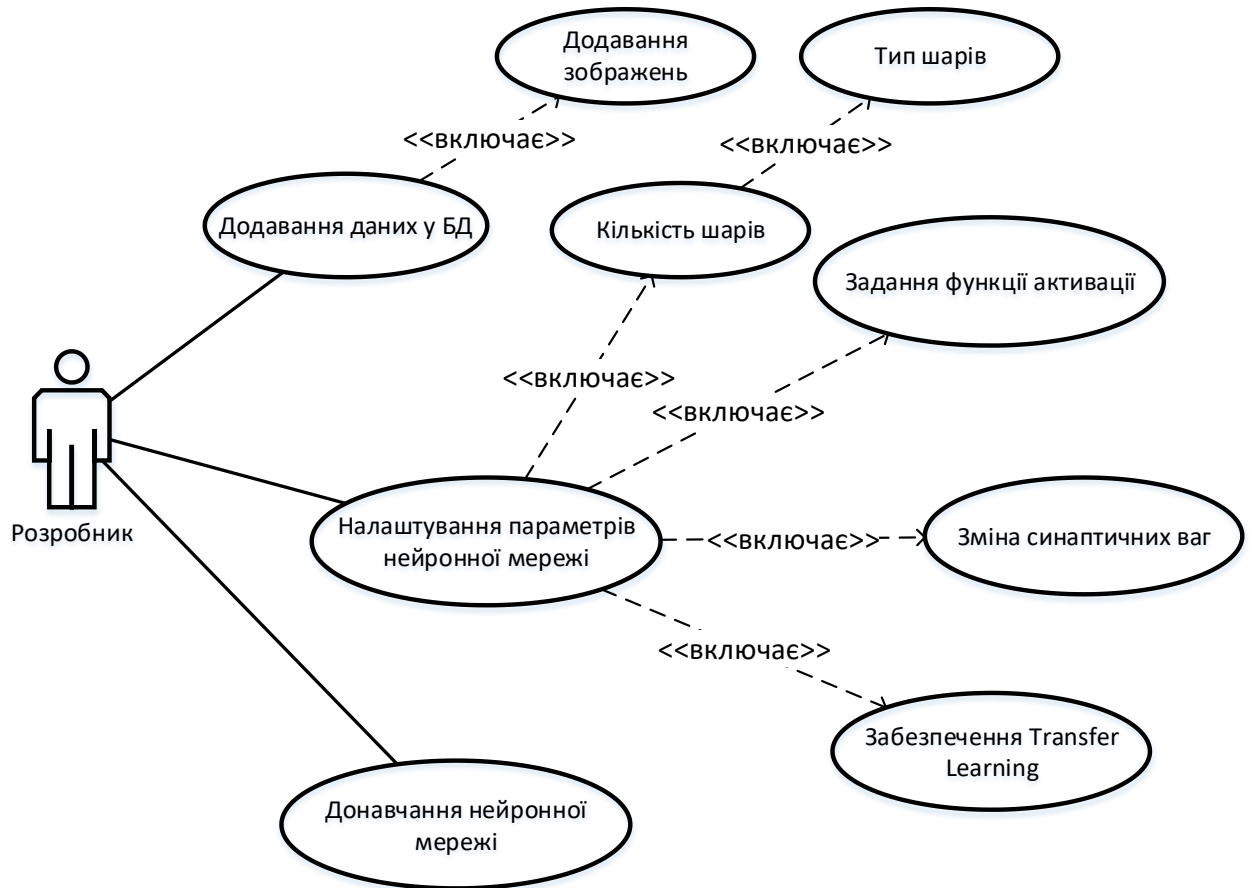


Рис. 3.3. Діаграма варіантів використання при розробці моделі інтелектуального розпізнавання номерів авто

Враховуючи той факт, що функціонування інтелектуального сервісу неможливо без відповідних, то важливим було спроектувати базу даних для зберігання та опрацювання необхідної інформації. Структурну схему реалізованої реляційної БД представлено на рис. 3.4. База даних відображає основні сутності і зв'язки між ними, які дають змогу ефективно використовувати підсистему управління автоматичним шлагбаумом при в'їзді/виїзді з парковок.

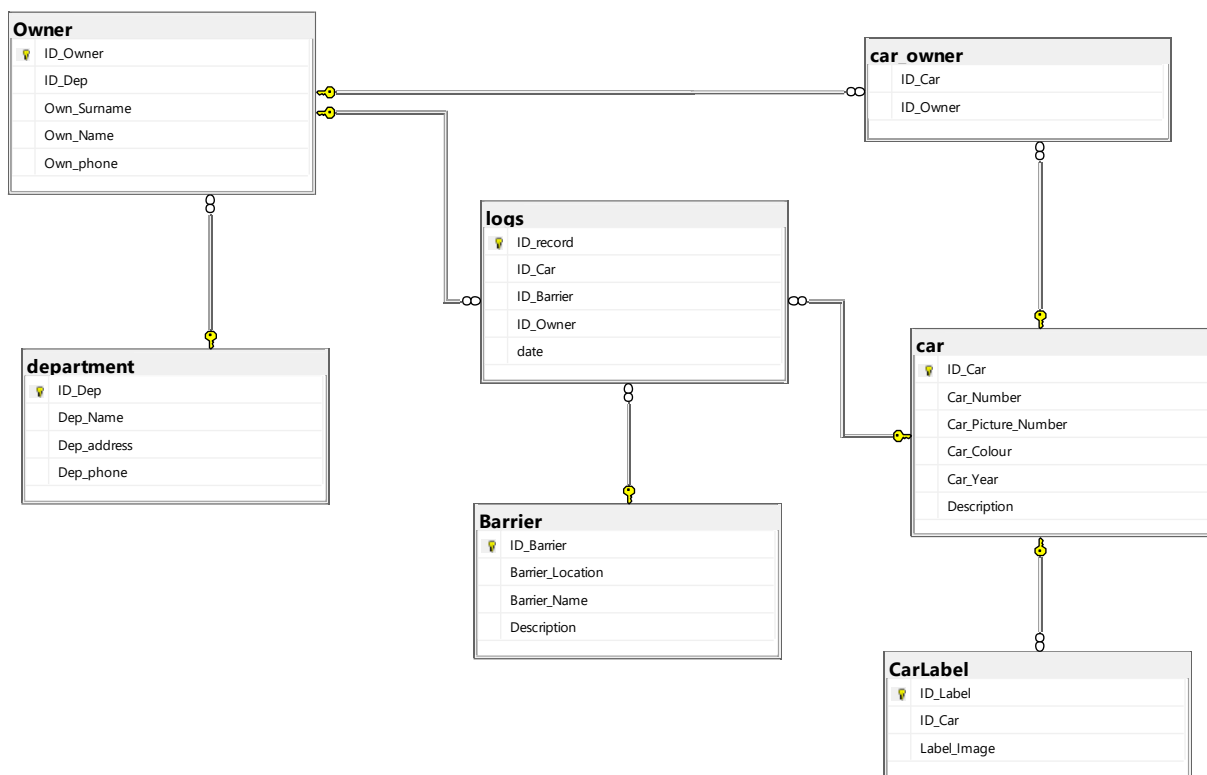


Рис. 3.4. Структурна схема БД при управлінні автоматичним шлагбаумом

3.2. Програмна імплементація моделі управління автоматичним шлагбаумом

При програмній реалізації будь-якої моделі у сфері комп'ютерного зору, першим кроком є підключення необхідних бібліотек, які містять базові алгоритми для опрацювання зображень. На рис. 3.5 продемонстровано підключення бібліотек, які будуть використані при розпізнаванні зображень номерів авто.

```

import keras
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Activation, Dropout, Flatten, Conv2D, MaxPooling2D
from keras.layers.normalization import BatchNormalization
import numpy as np
    
```

Рис. 3.5. Підключення бібліотек для інтелектуального розпізнавання номерів авто

Як видно з рис. 3.5, опрацювання даних і реалізація моделі машинного навчання буде імплементована на основі keras і numpy. Далі потрібно сформулювати та налаштувати шари нейронної мережі AlexNet. Реалізація початкового шару згортки продемонстровано на рис. 3.6.

```
#Instantiate an empty model
model = Sequential()

# 1st Convolutional Layer
model.add(Conv2D(filters=96, input_shape=(224,224,3), kernel_size=(11,11), strides=(4,4),
padding='valid'))
model.add(Activation('relu'))
```

Рис. 3.6. Ініціалізація мережі та створення першого згорткового шару

Параметри моделі, які налаштовано і показано на рис. 3.5 мають наступні значення:

- «Conv2D» – формує двовимірний згортковий шар;
- «filters=96» – визначає 96 фільтрів (вікон);
- «input_shape= (224,224,3)» – розміри зображення, які є вхідними даними для навчання мережі з трьома каналами;
- «kernel_size=(11,11)» – задання розмірів фільтрів;
- «strides=(4,4)» – ітератор зсуву фільтра по вертикалі і горизонталі;
- «padding='valid'» – вказує на обов'язковість проходу по всіх пікселях зображення.

Реалізацію шару «Pooling» для забезпечення процедури об'єднання і зниження розміру результуючого зображення шару згортки показано на рис. 3.7.

```
# Max Pooling
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2), strides=(2,2), padding='valid'))
```

Рис. 3.7. Реалізація шару «Pooling»

Аналогічно до рис. 3.7 виконується програмна імплементація й інших шарів нейронної мережі (рис. 3.8).

```
# 2nd Convolutional Layer
model.add(Conv2D(filters=256, kernel_size=(11,11), strides=(1,1), padding='valid'))
model.add(Activation('relu'))
# Max Pooling
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2), strides=(2,2), padding='valid'))

# 3rd Convolutional Layer
model.add(Conv2D(filters=384, kernel_size=(3,3), strides=(1,1), padding='valid'))
model.add(Activation('relu'))

# 4th Convolutional Layer
model.add(Conv2D(filters=384, kernel_size=(3,3), strides=(1,1), padding='valid'))
model.add(Activation('relu'))

# 5th Convolutional Layer
model.add(Conv2D(filters=256, kernel_size=(3,3), strides=(1,1), padding='valid'))
model.add(Activation('relu'))
# Max Pooling
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2), strides=(2,2), padding='valid'))
```

Рис. 3.8. Імплементація шарів нейронної мережі

Реалізація шарів «Fully Connected» продемонстрована на рис. 3.9.

```
# Passing it to a Fully Connected layer
model.add(Flatten())
# 1st Fully Connected Layer
model.add(Dense(4096, input_shape=(224*224*3,)))
model.add(Activation('relu'))
# Add Dropout to prevent overfitting
model.add(Dropout(0.4))

# 2nd Fully Connected Layer
model.add(Dense(4096))
model.add(Activation('relu'))
# Add Dropout
model.add(Dropout(0.4))

# 3rd Fully Connected Layer
model.add(Dense(1000))
model.add(Activation('relu'))
# Add Dropout
model.add(Dropout(0.4))
```

Рис. 3.9. Налаштування та реалізація шарів «Fully Connected»

Вихідний шар нейронної мережі реалізується як показано на рис. 3.10.

```

# Output Layer
model.add(Dense(17))
model.add(Activation('softmax'))

model.summary()

# Compile the model
model.compile(loss=keras.losses.categorical_crossentropy, optimizer='adam', metrics=["accuracy"])

```

Рис. 3.10. Програмна реалізація вихідного шару

У документації бібліотеки keras можна ознайомитися з основними параметрами, які можна налаштувати як у вихідному шарі, так і інших шарів [20].

У даному випадку налаштовано параметри мережі CNN, як представлено на рис. 3.11.

	Layer	Feature Map	Size	Kernel Size	Stride	Activation
Input	Image	1	227x227x3	-	-	-
1	Convolution	96	55 x 55 x 96	11x11	4	relu
	Max Pooling	96	27 x 27 x 96	3x3	2	relu
2	Convolution	256	27 x 27 x 256	5x5	1	relu
	Max Pooling	256	13 x 13 x 256	3x3	2	relu
3	Convolution	384	13 x 13 x 384	3x3	1	relu
4	Convolution	384	13 x 13 x 384	3x3	1	relu
5	Convolution	256	13 x 13 x 256	3x3	1	relu
	Max Pooling	256	6 x 6 x 256	3x3	2	relu
6	FC	-	9216	-	-	relu
7	FC	-	4096	-	-	relu
8	FC	-	4096	-	-	relu
Output	FC	-	1000	-	-	Softmax

Рис. 3.11. Параметри згорткової нейронної мережі на основі AlexNet

Основні результати, які отримано при навчанні і тестуванні моделей інтелектуального розпізнавання номерів представлено у табл. 3.1 і табл. 3.2.

Таблиця 3.1

Точність розпізнавання за різними наборами даних

Точність/(%) (ImageNet2012)			Точність/(%) (NUS-WIDE)		
	Lib-SVM	SoftMax		Lib-SVM	SoftMax
0	91.01	90.73	0	88.25	87.75
1	83.89	83.61	1	80.29	79.41
2	81.17	80.52	2	78.67	78.33
3	80.18	79.87	3	74.15	73.37
4	91.16	91.54	4	86.42	86.78
5	87.14	86.67	5	82.44	81.20
6	92.04	92.39	6	86.00	85.67
7	85.03	85.03	7	81.48	80.42
8	95.02	94.35	8	91.04	89.92
9	93.00	92.33	9	89.32	88.46
10	90.00	90.00	10	87.45	85.47
11	90.07	89.38	11	89.21	86.92
Avg	88.31	88.03	Avg.	84.56	83.72

Таблиця 3.2

Точність розпізнавання на основі різних архітектур нейромереж

AC/(%) on ImageNet2012				AC/(%) on NUS-WIDE			
	HOG	KNN	DCNN		HOG	KNN	DCNN
0	73.26	80.13	91.01	0	71.02	77.32	88.20
1	70.21	71.39	83.89	1	67.76	69.34	80.28
2	73.26	78.34	81.17	2	70.05	76.02	75.58
3	70.03	69.96	80.18	3	67.81	69.06	74.13
4	80.00	84.06	91.16	4	77.83	82.89	86.54
5	81.32	82.65	87.14	5	78.36	79.86	82.43
6	85.34	86.65	92.04	6	81.16	83.10	86.08
7	70.22	70.34	85.03	7	67.22	69.03	81.48
8	75.01	82.45	95.02	8	73.06	79.67	91.03
9	76.65	82.87	93.00	9	73.78	80.00	89.36
10	78.08	83.15	90.00	10	75.54	81.18	87.45
11	76.34	78.23	90.07	11	73.89	76.08	89.01
Avg.	75.81	79.18	88.31	Avg.	73.39	76.96	84.55

Отже, виходячи з аналізу результатів порівняння різних архітектур нейронних мереж, найбільш доцільним та ефективним є застосування нейромережі DCNN з синаптичними вагами попереднього навчання на основі ImageNet2012.

3.3. Аналіз показників ефективності

Запропонована інтелектуальна комп'ютеризована система управління парковкою орієнтована на підвищення продуктивності з врахуванням параметрів економічної ефективності та розрахунку ймовірності середнього загального часу та часу очікування у черзі, а також точного визначення шляху і прогнозування доступності паркомісць

Середній загальний час і час очікування є відносними показниками. Пропускна здатність мережі значно зростає у порівнянні зі стандартною мережею за рахунок співвідношення загальної кількості вільних зон до параметрів відстані планування паркування.

Відстань від поточного розташування авто до парковки доволі обмежена, і водій навряд чи матиме вільне місце для паркування на наступній автостоянці, оскільки частка відкритих автостоянок не враховується. Мережевий вихід у цій ситуації не такий самий, як звичайна мережа.

Доступність вільного місця паркування, як метрики, при підготовці сповіщень користувачам означає, що люди будуть розуміти, що воно може бути зайнято з більшою імовірністю, ніж у загальній мережі. Якщо значення σ дорівнює 0,8 і γ дорівнює 0,2, запропонована нами мережа працює краще з мінімальним часом очікування. Якщо значення $\sigma = 1$ і $\gamma = 0$, середній період очікування для запропонованої мережі є найдовшим, оскільки лише $E_{ji}(\sigma, \gamma)$ обчислюється за допомогою параметра відстані.

На рис. 3.12 показано середній загальний час, а на рис. 3.2 – час очікування.

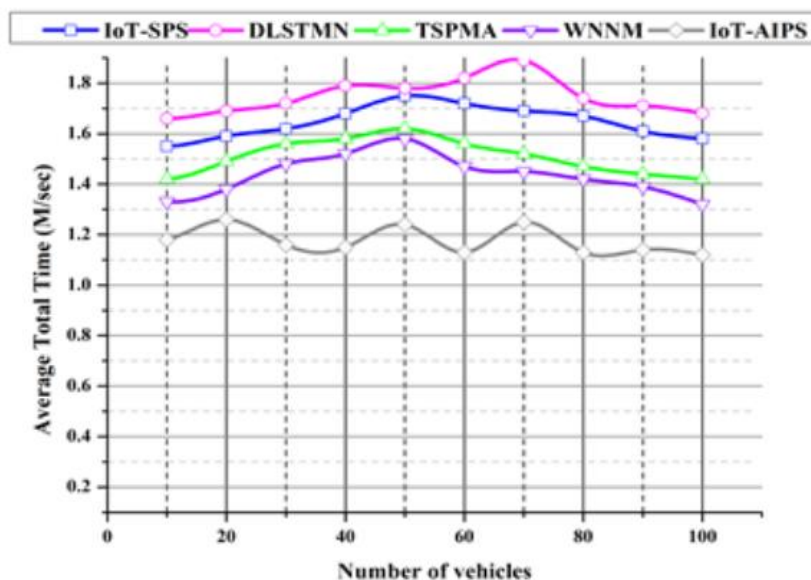


Рис. 3.12. Середній загальний час

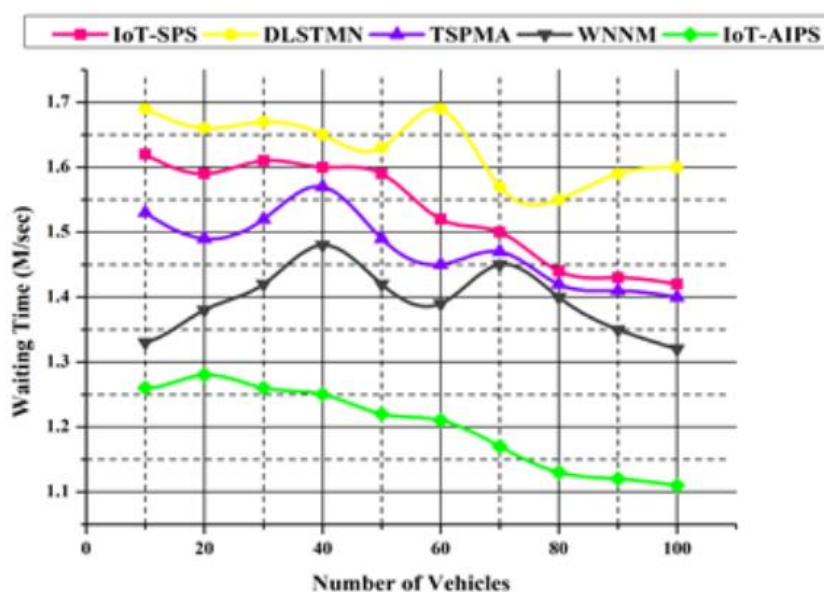


Рис. 3.13. Час очікування

Параметр продуктивності системи – це вартість, яка розраховується за часом користувача системи для вимірювання її ефективності. Вартість розраховується на основі часу, за який клієнт сплачує парковці за використання паркомісця. Якщо ці витрати зменшуються, інші витрати можуть також бути зменшені, зокрема, грошові витрати, витрати на бензин і витрати на викиди в навколишнє середовище.

Час аналізу системи представляє загальний час очікування користувача на обслуговування та середній сукупний час користувача пристрою, включаючи час очікування, трафік і час обслуговування. Нижча вартість відповідає за підвищення ефективності системи. Відповідно до змодельованих параметрів, найменший параметр витрат часу розглядається як ідеальне рішення та рекомендація для реалізації подібної операційної моделі.

Розумна схема паркування для зниження витрат щодо найму працівників та ефективного використання ресурсів власниками автостоянок застосовуються системи управління дорожнім рухом. Щоб знайти місце для паркування під час руху в місті з великою щільністю транспорту, потрібен час і терпіння.

Варіантом для розв'язання цієї задачі є заздалегідь визначена стоянка з великою місткістю. У кваліфікаційній роботі реалізовано ідею щодо сповіщення водіїв поблизу паркувальних місць і бронювання на підтримуваних пристроях, таких як смартфони та планшетні ПК, за кілька хвилин до цього.

По-друге, алгоритм реалізує найдешевший механізм бронювання паркомісць. По-друге, якщо стоянка повна, спрацьовує механізм вибору альтернативної стоянки, яка пропонує мережу паркувальних місць та створює вузол мережі для кожного місця.

Кожен вузол отримує інформацію від наступного вузла, щоб забезпечити безперебійне переміщення за низькою ціною та виявляти вільне місце для паркування. Така схема забезпечує кращу продуктивність порівняно з іншими системами паркування, що відображено на графіках на рис. 3.14 і рис. 3.15.

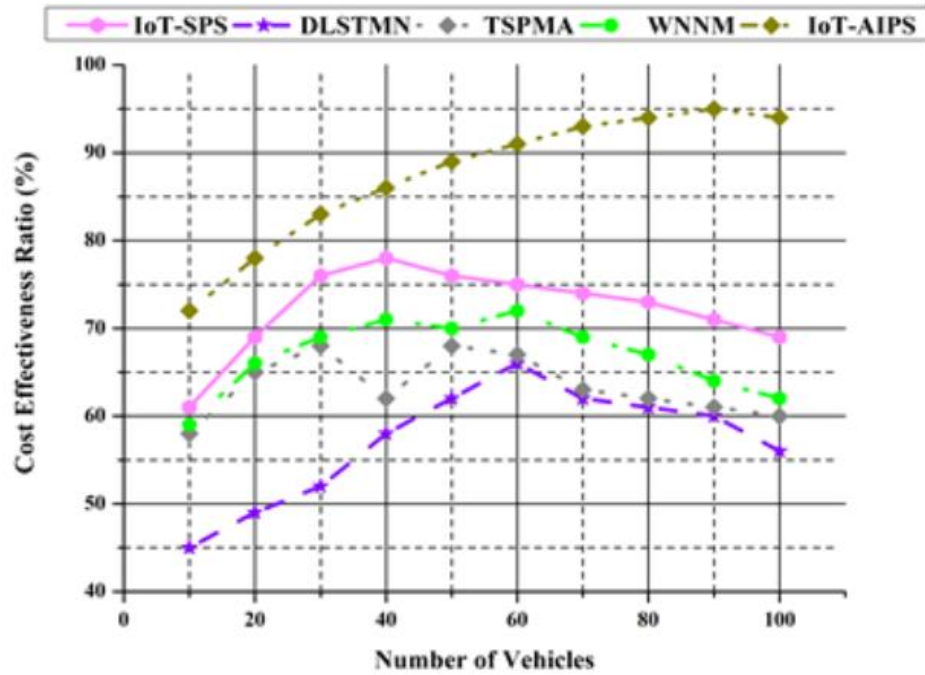


Рис. 3.14. Співвідношення рентабельності («витрати-ефективність»)

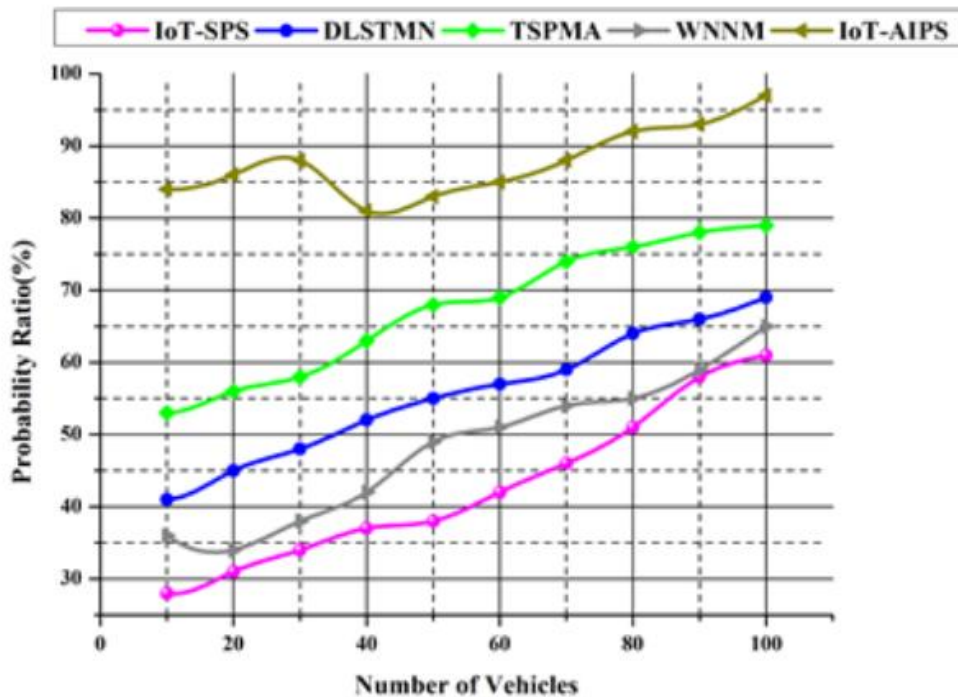


Рис. 3.15. Показник прогнозованості заповнення парковок

За допомогою моделювання та аналізу результатів вимірюється ефективність запропонованої системи. Результати моделювання подібні до

інших математичних моделей і навіть мають вищі показники. Запропонована схема зменшує кількість автомобілів, які не перебувають на паркомісцях та зменшує витрати на проїзд всередині паркувальної системи. Описані вище витрати – це час, який споживач повинен чекати на послугу, щоб заощадити час і ресурси для зниження забруднення атмосфери.

Показник точного розподілу шляху (%)

Показник точного розподілу шляху дає змогу значно підвищити безпеку на дорозі та продуктивність. Однак засоби зв'язку, зберігання та обчислення, доступні у транспортних засобах, недостатньо використовуються для задоволення вимог роботи інтелектуальних транспортних систем.

Vehicle Cloud Computing (VCC) — це прогресуюча система, яка використовує переваги хмарних обчислень і поширює їх на мережі транспортних засобів. Будучи платформою інтелектуальних послуг Інтернету речей у реальному часі глобального масштабу, Smart Cloud дозволяє розробляти складні та універсальні послуги за допомогою стандартних веб-протоколів.

Smart Parking співпрацювала з Google, щоб розгорнути платформу Google Cloud IoT Core, яка призвела до створення Smart Cloud. У роботі забезпечено ефективний розподіл ресурсів для оптимізації загального стимулу AIPS у довгостроковій перспективі.

Заохочення використання системи стимулюється тим фактом, що враховуються всі доходи та витрати AIPS, а також варіативність доступних послуг. Проблема оптимізації визначається як множинний ML з розподілом AIPS, визначеним простором стану, простором для функціонування, моделлю стимулів і ймовірністю трансформації.

Ітераційний алгоритм використовується для побудови оптимального методу, щоб вирішити, які кроки необхідно зробити. Чисельні результати показують, що AIPS може істотно підвищити ефективність за відповідної складності. На рис. 3.16 показано коефіцієнт точного розподілу шляху (%).

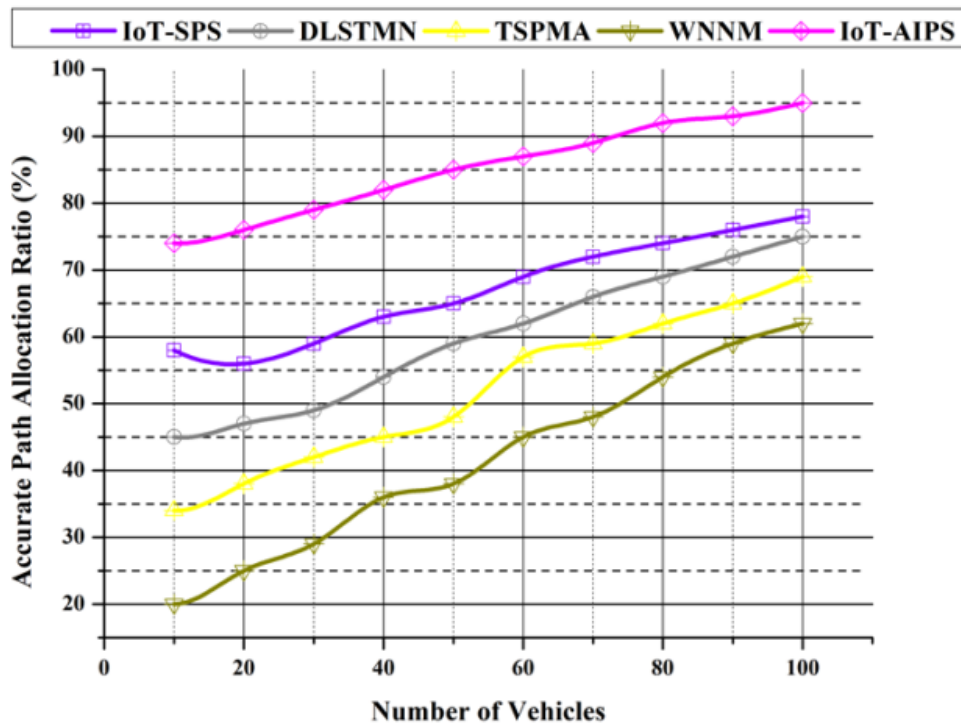


Рис. 3.16. Коефіцієнт точності розподілу шляху (%)

Коефіцієнт прогнозування доступності паркувальних місць (%)

Прогнозування наявності паркувальних місць є одним із критичних факторів для подорожей приватним автомобілем і міського транспорту. Вибір водіїв залежить від часу, а це означає, що на них впливає попередній досвід керування і досвід пресування у реальному часі. Паркування – це ситуація, в якій попереднє сприйняття майбутніх обставин впливає на рішення водіїв щодо використання парковок. У цей же час транспортні потоки і погода негативно впливають на автомобілі, які шукають вільні місця. Надання інформації про паркування є досить актуальним у цьому сенсі, оскільки запропонована технологія підключення до мережі парковок пропонує альтернативні засоби надання туристам інформації, забезпечуючи високий рівень їх достовірності та ефективності. На рис. 3.17 показано коефіцієнт прогнозування доступності місця для паркування.

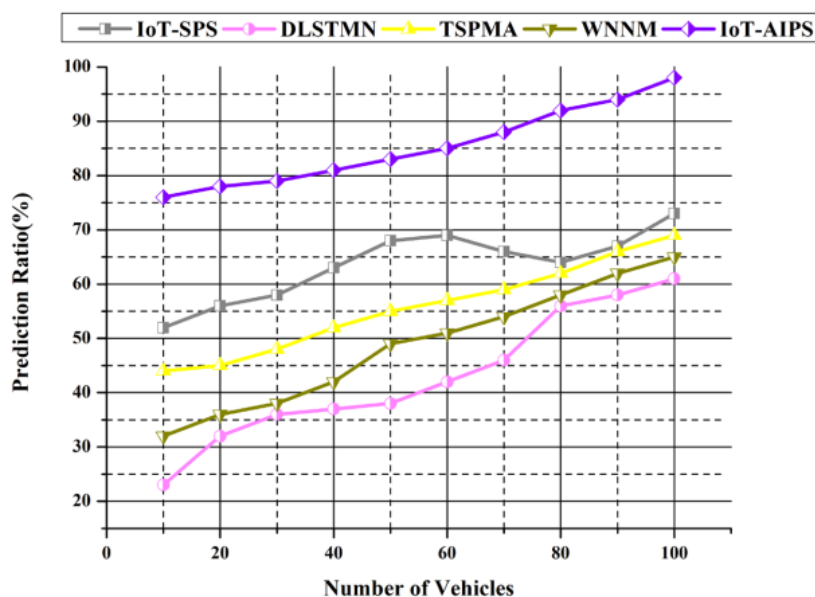


Рис. 3.17. Коефіцієнт прогнозування доступності паркомісць

Коефіцієнт попиту на паркування транспортних засобів (%)

Завдяки технологічному прогресу, наприклад гібридним і автомобільним транспортним засобам, і парадигмам подорожей, таким як автомобіль і спільне використання поїздок, транспорт зазнає істотних змін.

Це, у поєднанні зі швидким поширенням IoT пристроїв, дає багатьом компаніям, які мають великі місця для паркування, можливість ширше використовувати ці об'єкти, мінімізувати вуглецевий слід і використовувати інформацію, що генерують IoT системи. У роботі використано алгоритми глибокого навчання для прогнозування потенційного попиту на автостоянках щодо часу прибуття та відправлення. Також суттєвий внесок розробленої системи забезпечує ефективність розподілу паркувальних місць, яка дозволяє адміністраторам парковок отримувати дохід від звичайних автомобілів. У табл. 3.3 показано коефіцієнт попиту на паркування транспортних засобів (%)

Таблиця 3.3

Коефіцієнт попиту на паркування транспортних засобів (%)

Кількість транспортних засобів	Показник попиту на паркування (%)				
	IoT-SPS	DLSTMN	TSPMA	WNNM	IoT-AIPS
10	43.1	34.2	28.3	52.1	83.2
20	45.4	45.3	35.5	65.2	85.1
30	36.2	52.6	45.4	61.4	81.4
40	55.5	58.8	59.7	59.6	84.6
50	68.7	64.5	74.5	64.8	88.7
60	62.1	69.7	72.1	68.6	89.8
70	71.4	74.8	65.3	71.2	93.9
80	75.8	65.1	75.4	74.3	94.2
90	81.9	79.2	72.7	77.8	96.3
100	84.2	81.3	69.2	79.3	97.5

Коефіцієнт виявлення паркувального місця (%)

Коефіцієнт виявлення паркувальних місць дає змогу скористатися перевагами математичних і комп'ютерних аналітичних методів, щоб створити методологію, яка використовується в розумних міських середовищах у кілька етапів перед паркуванням на вулиці.

Запропонована система має переваги за рахунок величезної доступності даних про паркування в режимі реального часу, отриманих від великої мережі датчиків паркування у розумному місті. Створено моделі для прогнозування запланованих парковок та ймовірності наявності вільних паркувальних місць. Модель розроблена як для традиційного статистичного аналізу, так і для моделювання нейронної мережі. При такому підході система використовує моделі прогнозування в режимі реального часу та веб-систему. Табл. 3.4 ілюструє коефіцієнт виявлення паркувального місця.

Таблиця 3.4

Коефіцієнт виявлення паркувального місця (%)

Кількість транспортних засобів	Коефіцієнт виявлення паркомісць, (%)				
	IoT-SPS	DLSTMN	TSPMA	WNNM	IoT-AIPS
10	35.1	28.1	43.2	62.2	72.3
20	38.3	43.3	52.4	59.4	74.2
30	45.2	35.5	56.6	56.6	79.5
40	49.6	42.7	59.5	52.7	82.5
50	57.1	47.9	68.1	58.9	85.6
60	52.2	49.2	69.2	65.2	87.7
70	56.6	56.3	71.3	67.1	91.1
80	64.8	62.1	67.4	68.3	93.3
90	72.3	69.2	59.5	72.3	95.4
100	78.1	81.4	62.7	74.2	98.1

Запропонована технологія IoT-AIPS орієнтована на підвищення продуктивності за допомогою параметрів економічності та прогнозованості, середнього загального часу та часу очікування, точного розподілу шляху, прогнозування доступності паркувальних місць, попиту на паркування транспортних засобів і виявлення паркувальних місць у порівнянні з інтелектуальною закритою системою паркування з підтримкою Інтернету речей (IoT-SPS), мережею глибокої довготривалої короткострокової пам'яті (DLSTM), розумною системою паркування на основі квитків з використанням мобільного додатку (TSPSMA), методи вейвлет-нейронної моделі (WNNM).

У кваліфікаційній роботі досліджено інтелектуальні системи, які використовуються у сфері паркування на основі IoT та хмарної платформи, які дозволяють вбудованим камерам контролювати використання автостоянок.

Однак ручну конфігурацію драйверів можна використати перед встановленням системи перед цими пристроями. Стосовно відстані та орієнтовної кількості паркувальних місць для кожного парку IoT-AIPS може автоматично знаходити вільне місце за мінімальною ціною, використовуючи оновлені методи ефективності для оцінки споживчих витрат на паркування. Таким чином, експериментальні результати показують, що IoT-AIPS підвищує продуктивність на основі цих параметрів: економічна ефективність 94,3% і ймовірність 92,35%, середній загальний час 1,29 мс і час очікування 1,11 мс, точний розподіл маршруту 95,2%, прогноз доступності паркування 98,7%, запит на паркування 97,5%, виявлення паркувального місця 98,1% у порівнянні з іншими методами.

3.4. Висновки до розділу

1. Спроектовано та реалізовано систему управління автоматичним шлагбаумом на основі інтелектуального розпізнавання номерів авто за допомогою модифікованої нейронної мережі AlexNet, що дало змогу забезпечити збір, зберігання та опрацювання номерів авто та підвищити ефективність керування паркомісцями на закритих територіях.

2. Розроблено схему бази даних і реалізовано відповідні алгоритми функціонування інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками, що дало змогу в подальшому провести аналіз ефективності запропонованих рішень шляхом порівняння з існуючими системами.

3. Проаналізовано показники ефективності розробленої інтелектуальної комп'ютеризованої системи керування парковками, зокрема щодо розрахунку вартості паркування, показників доступності вільних місць, прогнозування часу зайнятості паркомісць та ін., що дало можливість обґрунтувати доцільність її впровадження.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

При дослідженні методів і засобів побудови інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою дотримано правил та норм охорони праці і вимог техніки безпеки, що є невід'ємною частиною виконання всіх видів робіт. Робоче приміщення та місце оператора парковки відповідати вимогам охорони праці при організації роботи персональними комп'ютерами і терміналами.

На сьогодні основним нормативним документом, який визначає і регламентує норми і правила експлуатації електронно-обчислювальної техніки є НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [23]. Правила встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць операторів ЕОМ.

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 електронно-обчислювальні засоби повинні відповідати вимогам чинних в Україні стандартів і пройти державну санітарно-епідеміологічну експертизу у Порядку проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Природне світло у приміщення, в якому працює оператор парковки проникає через три віконні отвори. Також наявні жалюзі з можливістю захисту від прямого попадання сонячних променів і регулювання рівня освітленості в приміщенні. Вікна приміщення орієнтовані на північний схід. Оскільки будинок розташований у відносній віддаленості від прилеглих будівель, то які-небудь перешкоди природному освітленню відсутні.

Всередині приміщення стіни обклеєні світлими шпалерами, стеля побілена (переважає білий колір).

У приміщенні використовується система загального рівномірного штучного освітлення. У приміщенні наявні внутрішні джерела постійного шуму:

- вентилятори блоків ЕОМ;
- принтери;

Рівень шуму, які створюють пристрої, відповідає нормам державних санітарних правил і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Шум, створюваний усіма перерахованими джерелами, можна кваліфікувати як постійний.

Фактичний вимірний рівень шуму в робочій зоні оператора парковки складає 43 дБА, що задовольняє нормативному рівню шуму (не повинен перевищувати 50 дБА), та не перевищує санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

Аналіз стану електробезпеки в робочому приміщенні при експлуатації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою показав що:

- усі прилади в кабінеті використовують напругу 220 В;
- електропроводка захована і ізольована від працівників спеціальним коробом;
- кожне робоче місце з ПК чи терміналом обладнане окремими розетками по 220 В;
- у приміщенні знаходяться наступні споживачі електроенергії: 4 ПК, 4 термінали та 8 світильників (по 4 лампи);
- відносна вологість повітря – 60%, температура повітря +22 - +24 °С, струмопровідний пил і хімічно активні речовини в повітрі відсутні;
- підлога: ізолююча – лінолеум.

Проаналізувавши наведене вище, можна сказати, що приміщення оператора парковки відноситься до приміщень без підвищеної електробезпеки.

Комп'ютери та комутаційні пристрої, що використовуються в даному приміщенні підключаються до трифазної мережі і мають захисне занулення (за допомогою окремого захисного нульового провідника). Корпуси терміналів і принтера виготовлені з пластику і не є струмопровідними. Щодо корпусів самих ПК, то вони виготовлені зі струмопровідного матеріалу, крім передньої панелі, що виготовлена з пластику.

До роботи не допускаються особи, які не пройшли навчання з техніки безпеки. Даний кабінет задовольняє вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями що, відображені в НПАОП 0.00-7.15-18 [23].

З огляду на можливість виникнення пожежі слід з'ясувати, які речовини і матеріали можуть горіти. У приміщенні, що розглядається, можуть горіти вироби з дерева, пластмас, тканини і паперу. Горючі рідини, пил та волокна у приміщенні не використовуються і не виділяються. Тому приміщення, що аналізується, відноситься, відповідно до нормативної документації, до зони П-Па і до категорії пожежної небезпеки В.

Експлуатація ліній електромережі практично повністю унеможлиблює виникнення електричного джерела загоряння як наслідок короткого замикання та перевантаження проводів. Застосовуються дроти з важкогорючою і негорючою ізоляцією.

Приміщення має один вихід, оскільки в ньому працює менше 25 чоловік. Ширина проходу між робочими місцями у приміщенні перевищує 1 м. Будинок має три виходи – головний і 2 запасних. Коридор між приміщеннями має два виходи на різні сходи, одні з яких ведуть до головного виходу, а другі - до спеціального евакуаційного виходу.

Для гасіння пожежі кімната обладнана ручними вуглекислотними вогнегасниками ВВК-1,4. У загальному коридорі встановлені пінні вогнегасники ВВП. На сходах присутній спеціальний щит пожежного гідранта з відповідним рукавом. Розглянуте приміщення обладнане датчиками централізованої системи пожежної сигналізації.

Таким чином, проведено аналіз основних питань і заходів, які стосуються охорони праці та можуть впливати на здоров'я і життя оператора парковки. У результаті аналізу встановлено основні вимоги до приміщень з експлуатації інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковкою, вимоги до мікроклімату у приміщенні, а також освітлення і ключових ергономічних характеристик.

4.2 Створення метеорологічних умов виробничого середовища користувачів ВДТ ЕОМ, ПЕОМ

Одним з найважливіших параметрів в роботі користувачів з комп'ютерною технікою є мікроклімат. Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, тоді як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка постійності температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здібності організму регулювати віддачу тепла в оточуюче середовище. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем.

У людини температура підтримується на постійному рівні (36,5...37,0°C). Незмінність ця забезпечується двома процесами – теплотворення і тепловіддачі. Джерелом утворення тепла в організмі є окислювальні процеси. Особливо багато тепла утворюється в м'язах під час роботи. Посилення теплотворення забезпечується мимовільним мускульним тремором, що складає механічну регуляцію. Оскільки робота за комп'ютером характеризується малими фізичними навантаженнями, то цей вид діяльності належить до категорії легких робіт за критерієм енерговитрат організму. Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини відбувалися нормально, тепла енергія, яка виділяється під час роботи організмом, повинна повністю відводитися в навколишнє середовище, оскільки порушення теплового балансу може привести до перегріву або ж переохолодженню організму людини і, зрештою, до захворювання. Віддача

тепла організмом людини здійснюється в основному за рахунок випромінювання і випаровування вологи з поверхні шкіри. Чим нижче температура повітря і швидкість його руху, тим більше за тепло віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту.

Показники віддачі води через шкіру і легені працівника використовуються для оцінки тяжкості праці, для користувачів комп'ютера показник складає 0,15 кг/г, тобто роботи відносяться до легенів.

Значна втрата поту під час роботи спричиняє до порушень в організмі працівника, зокрема до обезводнення і у зв'язку з цим до здатності згущуватися крові, а також втрат великої кількості солей і вітамінів. Тому одним з важливих заходів запобігання порушенням водно-сольового і вітамінного балансу в організмі працюючих в умовах нагріваючого мікроклімату є раціональний питний режим (вода з домішкою 0,5...0,75% хлориду натрію, білково-вітамінні суміші і тому подібне). Дослідження показують що: випаровування 10 мл поту з поверхні тіла спричиняє до втрати 0,585 ккал тепла. В стані спокою при температурі 18...20 °С тепловіддача організму забезпечується за рахунок конвекції – на 30%, за рахунок випромінювання – на 45% і за рахунок випаровування – на 25%. При підвищенні температури зовнішнього середовища до 34...35°С тепловіддача здійснюється винятково шляхом випаровування поту. В умовах підвищеної температури, коли в організмі працівника збільшується тепловіддача, потовиділення може збільшуватися до 1 л за годину проти 0,5...0,7 л за добу.

При високій температурі виробничого середовища у працівників наголошуються збільшення частоти пульсу до 140...180 ударів за хвилину, підвищення кров'яного артеріального тиску і підвищення температури шкіри. В деяких випадках можливий тепловий удар, тобто гіпертермія (перегрів організму) третього ступеня, який спричиняє до втрати свідомості, погіршення кровообігу, спостерігається головний біль, запаморочення,

зміна колірнього сприйняття, сухість у роті, нудота, прискорене дихання, в крові зростає зміст залишкового азоту і молочної кислоти.

Обчислювальна техніка є джерелом істотних тепловиділень, що може привести до підвищення температури і зниження відносної вологості в приміщенні. У приміщеннях, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певні параметри мікроклімату. В санітарних нормах встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови праці. Ці норми затверджують залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру виробничого приміщення (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Параметри мікроклімату для приміщень, де встановлені комп'ютери

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні	22-24°C
	Відносна вологість	40-60 %
	Швидкість руху повітря	до 0,1м/с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	23-25°C
	Відносна вологість	40-60 %
	Швидкість руху повітря	0,1-0,2м/с

Об'єм приміщень, в яких розміщені працівники, що використовують комп'ютерну техніку, не повинен бути меншим 19,5м³/людина з урахуванням максимального числа одночасно працюючих в зміну. Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери, приведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Норми подачі свіжого повітря в приміщення з комп'ютерами

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається в приміщення, м ³ /на одну
Об'єм до 20 м ³ на людину	Не менше 30
20 – 40 м ³ на людину	Не менше 20
Більше 40м ³ на людину	Природна вентиляція

Для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт залежно від пори року і доби, чергування праці і відпочинку), так і технічні засоби (вентиляція, кондиціонування повітря, опалювальна система).

4.3 Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру

При загрозі чи виникненні надзвичайних ситуацій природного, техногенного чи воєнного походження, згідно [25], правовою основою організації оповіщення населення є:

- Конституція України;
- Кодекс Цивільного захисту України;
- Постанови Кабінету Міністрів "Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту";
- "Положення про єдину державну систему цивільного захисту";
- накази центрального органу виконавчої влади з питань НС, відповідні розпорядження обласної державної адміністрації та інші акти [25].

Система централізованого оповіщення області представляє собою комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, засобів та каналів зв'язку, мереж проводового, радіо, телевізійного мовлення призначених для своєчасного доведення сигналів та інформації з питань цивільної оборони (цивільного захисту) до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення [25]. Для зосередження уваги громадян перед передачею інформації вмикаються сирени, інші сигнальні засоби. Їх звук означає попереджувальний сигнал "УВАГА ВСІМ".

Взагалі система оповіщення складається із загальнодержавної, регіональних і спеціальних систем централізованого оповіщення; локальних та об'єктових систем оповіщення, систем циркулярного виклику [25]. Ці системи забезпечують оповіщення і подальше інформування:

- чергових служб міністерств та інших центральних органів виконавчої влади по службових телефонах;
- чергових служб місцевих органів виконавчої влади;
- чергових аварійно-рятувальних служб.

Для виконання основних завдань оповіщення, які визначені керівними документами, а саме: забезпечення своєчасного проходження інформації між органами управління щодо ступенів готовності; оповіщення керівного складу, населення про загрозу радіоактивного, хімічного і бактеріологічного ураження, про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і особливий період та постійне інформування його про наявну обстановку [25].

Система оповіщення працює за принципом відбору каналів з єдиної національної системи зв'язку. Апаратура оповіщення розташована на відповідних об'єктах органів управління, електрозв'язку, чергових відділах МВС, на радіо-теле-передавальних центрах та інших визначених підприємствах і установах [25].

Для оперативного доведення відповідної інформації до керівного складу по телефонам застосовуються стійки циркулярного виклику та апаратура автоматизованого багатоканального оповіщення [25].

Для передачі попереджувального сигналу "УВАГА ВСІМ" застосовуються електричні сирени централізованого і автономного включення, наявна кількість яких в основному забезпечує озвучення території де проживає населення області [25].

Інформація до населення доводиться через радіотрансляційні вузли, радіо-теле-передавальні центри по проводовому мовленню до якого підключено радіоточки і вуличні гучномовці, по визначеним радіо та телевізійним каналам.

На випадок виникнення надзвичайної ситуації безпосередньо на потенційно небезпечних підприємствах за їх рахунок створюються об'єктові системи оповіщення [25]. Локальні системи оповіщення створюються на потенційно небезпечних об'єктах, зона ураження від яких, у разі виникнення на них надзвичайної ситуації, досягає заселених територій або інших підприємств, установ, організацій. До їх складу входять абонентські радіоточки мережі радіомовлення та відомчих радіотрансляційних вузлів, вуличні гучномовці, пристрої запуску електросирен та самі електросирени, система централізованого виклику, магнітофони, магнітні стрічки із записаними текстами звернень [25].

Спеціальні системи оповіщення створюються і функціонують:

- на атомних електростанціях;
- на гідротехнічних спорудах Дніпровського та Дністровського каскадів та в зонах їх можливого катастрофічного затоплення;
- на магістральних продуктопроводах.

Такі системи передбачають взаємодію з відповідними територіальними та місцевими автоматизованими системами централізованого оповіщення.

На атомних електростанціях спеціальні системи оповіщення повинні забезпечувати:

- передачу сигналу “Увага всім”;
- передачу повідомлень на території атомної електростанції та її промислової зони;
- оповіщення міста - супутника атомної електростанції;
- оповіщення відповідних оперативно-чергових (чергових) служб місцевих органів виконавчої влади (органів місцевого самоврядування), територіальних органів ДСНС та Національної поліції.

Готовність систем оповіщення забезпечено шляхом:

- організованої цілодобової чергової відповідних служб;
- налагодження телефонного зв'язку чергових служб потенційно небезпечних підприємств, зона ураження яких може поширюватися на заселені території або території інших підприємств, установ, організацій з оперативно-черговою службою пункту управління облдержадміністрації, чергових служб органів МВС в містах та районах області;
- завчасної підготовки персоналу чергових служб до дій у надзвичайних ситуаціях;
- впровадження автоматизованих систем оповіщення з використанням сучасних технологій;
- якісного експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та системи зв'язку.

Забороняється відключати радіотрансляційні точки та абонентські лінії, через які здійснюється запуск електросирен від мереж радіомовлення, демонтувати вуличні гучномовці без погодження з відповідними органами управління з питань ЦЗН [25].

Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру є важливим аспектом життєзабезпечення і досягається шляхом організації локальних,

територіальних та загальнодержавних систем оповіщення. Такі системи функціонують з використанням радіоканалу передачі інформації про надзвичайні події, звукових сирен на території підприємства або міста, а також засобів телебачення чи інших систем зв'язку.

Висновки

Створення метеорологічних умов виробничого середовища користувачів ВДТ ЕОМ, ПЕОМ у відповідності до існуючих норм і правил в галузі охорони праці і безпеки життєдіяльності є важливою процедурою організації робочого місця оператора, оскільки це безпосередньо впливає на його здоров'я і працездатність. Дотримання метеорологічних показників і норм, наведених у п. 4.2 цього розділу, дозволяє забезпечити комфортні умови праці.

Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру є чітко регламентовано на рівні законодавчих актів, а їх дотримання, особливо у воєнний час, дає змогу зменшити імовірність негативного впливу факторів НС на життя і здоров'я людей.

ВИСНОВКИ

Основні наукові та практичні результати полягають в наступному.

1. Проведено аналіз сучасних систем управління парковками та принципів їх організації і як наслідок виявлено основні структурні компоненти на рівні апаратного і програмного забезпечення, які забезпечують автоматизацію процесів керування і моніторингу, що дало змогу встановити можливі шляхи вдосконалення таких систем із застосування IoT пристроїв, хмарних та інтелектуальних сервісів.

2. Досліджено корпоративні, бізнес-орієнтовані рішення, які використовуються при управлінні мережами парковок, що дало змогу виявити недоліки при їх використанні та обґрунтувати доцільність розробки методів і засобів на основі прогнозування доступності паркомісць з врахуванням параметрів оптимальної вартості і шляху від локації водія до найближчої парковки.

3. Проаналізовано принципи організації контрольованого в'їзду та виїзду із закритих парковок на основі розумних шлагбаумів, що дало змогу визначити доцільність їх інтеграції при організації гнучких інтелектуальних комп'ютеризованих систем керування парковками.

4. Спроектовано архітектуру інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками з використанням мережі IoT пристроїв на базі технології RFID, відеокамер та хмарних сервісів, що дало змогу забезпечити можливість імплементації методів і засобів автоматичного виявлення вільних паркомісць і формувати відповідні сповіщення для водіїв, які виконали запит на паркування.

5. Розроблено метод управління парковокою, який використовує функцію визначення оптимальної вартості паркування з врахуванням параметрів відстані до парковки та доступності вільних місць, що дає можливість спрогнозувати час протягом якого водій зможе скористатися

вільним паркомісцем , або запропонувати альтернативні стоянки для транспортного засобу .

6. Розроблено метод керування автоматичним шлагбаумом, як одного з компонентів комплексної системи управління парковкою, що дало змогу забезпечити доступ до паркомісць та збір додаткової інформації про авто на основі інтелектуального розпізнавання реєстраційних номерів авто.

7. Спроектовано та реалізовано систему управління автоматичним шлагбаумом на основі інтелектуального розпізнавання номерів авто за допомогою модифікованої нейронної мережі AlexNet, що дало змогу забезпечити збір, зберігання та опрацювання номерів авто та підвищити ефективність керування паркомісцями на закритих територіях.

8. Розроблено схему бази даних і реалізовано відповідні алгоритми функціонування інтелектуальної комп'ютеризованої системи управління парковками, що дало змогу в подальшому провести аналіз ефективності запропонованих рішень шляхом порівняння з існуючими системами.

9. Проаналізовано показники ефективності розробленої інтелектуальної комп'ютеризованої системи керування парковками, зокрема щодо розрахунку вартості паркування, показників доступності вільних місць, прогнозування часу зайнятості паркомісць та ін., що дало можливість обґрунтувати доцільність її впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hurwicz, L., Stanley R. Designing Economic Mechanisms: Cambridge University Press. 2006. 341 p.
2. З чого складаються сучасні комп'ютерні системи? URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/vidi-kompyuterno-nformacynih-sistem/> (дата звернення: 06.09.2023).
3. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ. 2018. 383 с.
4. Брайант Р., О'Халларон Д. Комп'ютерні системи. Архітектура та програмування, 3-є видання. Print2print. 358 с.
5. Доля Г. Комп'ютерні системи штучного інтелекту. Університет «Україна». 2011. 296 с.
6. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія проектування комп'ютерних систем» для студентів напряму 6.050102 «Комп'ютерна інженерія» всіх форм навчання (частина 1) / Уклад. Осухівська Г.М., Шаблій Н.Р. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. 150 с.
7. Загнітко А., Данилюк І., Краснобаєва-Чорна Ж., Путіліна О., Ситар Г. Парадигмально-категорійні основи прикладної лінгвістики : Монографія. Вінниця : «ТОВ Нілан-ЛТД». 2015. 472 с.
8. Загнітко А.П. Словник сучасної лінгвістики : поняття і терміни : у 4-х т. Том 1. Донецьк : ДонНУ, 2012. 402 с.
9. Комп'ютерна лінгвістика. URL: <https://esu.com.ua/article-4396> (дата звернення: 18.09.2023).
10. Arkhipenko K., Kozlov I., Trofmovich J., Skorniakov K., Gomzin A., Turdakov D. Comparison of Neural Network Architectures for Sentiment Analysis of Russian Tweets // In Proceedings of International Conference on computational linguistics and intellectual technologies Dialog-2016. 2016. P. 50-58.

11. Amigo E., Corujo A., Gonzalo J., Meij E., Rijke M. Overview of RepLab 2012: Evaluating Online Reputation Management Systems // CLEF-2012.
12. Aue A., Gamon M. Customizing sentiment classifiers to new domains: A case study // In Proceedings of International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing, Borovets, BG, 2005.
13. Baccianella, S., Esuli, A., Sebastiani F. SentiWordNet 3.0: An Enhanced Lexical Resource for Sentiment Analysis and Opinion Mining // Proceedings of LREC-2010, V. 10, 2010. P. 2200-2204.
14. Bagheri A., Saraee M., de Jong F. An Unsupervised Aspect Detection Model for Sentiment Analysis of Reviews // Natural Language Processing and Information Systems. Springer: Berlin Heidelberg, 2013. P. 140–151.
15. Ben-Ami Z., Feldman R., Rosenfeld B. Entities' Sentiment Relevance //In Proceedings of ACL-2014. 2014. P. 87-92.
16. Benamara F., Taboada M., Mathieu Y. Evaluative language beyond bags of words: Linguistic insights and computational applications //Computational Linguistics, V.43, 2017. P. 201-264.
17. Blinov P.D., Kotelnikov E.V. Semantic Similarity for Aspect-Based Sentiment Analysis // Proceedings of International Conference of Computational Linguistics and Intellectual Technologies Dialog-2015. 2015. V. 2. P. 23–33.
18. Ясній О.П., Галас М.М. Архітектура інтелектуальної комп'ютерної системи управління доступністю паркомісць. Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (6-7 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 463.
19. Ясній О.П., Галас М.М. Нейронна мережа розпізнавання номерних знаків при організації системи керування парковкою. Матеріали XI науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (13-14 грудня 2023 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 141.

20. Bollen J., Mao H., Zeng X. Twitter mood predicts the stock market //Journal of computational science. 2011. Т. 2. N. 1. P. 1-8.
21. Blei D., Ng A., Jordan M. Latent dirichlet allocation // The Journal of Machine Learning Research, 2003. № 3. P. 993–1022.
22. Blair-Goldensohn S., Hannan K., McDonald R., Neylon T., Reis G. A., Reynar J. Building a sentiment summarizer for local service reviews //Proceedings of WWW Workshop on NLP in the Information Explosion Era. 2008.
23. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів: Афіша, 2011. 176 с.
24. Желібо Е.Н. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник/ За редакцією Е.П. Желібо, В.М. Львів: «Новий світ - 2000», 2011. 320с.
25. Стадник І.Я., Зварич Н.М. Оцінка хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин та застосуванні хімічної зброї. ТНТУ. 2020. 36 с.

Додаток А
Тези конференцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

70.	О. П. Ясній, І. В. Крисюк ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА НАДІЙНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЇХ РОЗРОБКИ	462
71.	О. П. Ясній, М. М. Галас АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПНІСТЮ ПАРКОМІСЦЬ	463
72.	В. В. Яцишин, Ю. О. Рапацький, Вік. В. Яцишин МЕТОДОЛОГІЯ QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT У ПРОЦЕСІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	464
73.	С. А. Жураковський, В. Ю. Олійник, В. Р. Ковалишин ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 5.0	465
74.	В. Р. Ковалишин, С. В. Марценко ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 5G В УКРАЇНІ	466
75.	І. Р. Плавуцька, Сас Д. В. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ІННОВАЦІЇ У СФЕРІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	467
76.	І. Р. Плавуцька, Я. Р. Гриневич РОБОТИЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА	469
77.	В. Б. Сендецький, М. Ю. Степанюк, В. С. Форгель, І. Ю. Дедів ЗАДАЧА ПРОЕКТУВАННЯ АНТЕН ДЛЯ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	471
78.	І. М. Недошитко, М. В. Багрій, Я. В. Мельник, І. Ю. Дедів ЗАХИСТ ВІД КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	472
79.	О. А. Дедів, Я. В. Липницький, Л. Є. Дедів, В. Г. Дозорський, О. Ф. Дозорська ЗАДАЧА СИНХРОНІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРИ СВІЛЛОТЕРАПІЇ ІЗ РОБОТОЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ	473
80.	Б. В. Галенда, М. М. Кузнецов, Л. Є. Дедів ЗАДАЧА РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ З ВІДКРИТИМ КАНАЛОМ	474
81.	А. І. Маняк, І. Ю. Дедів СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	475

УДК 004.38

О. П. Ясній докт. техн. наук, М. М. Галас

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПНІСТЮ ПАРКОМІСЦЬ

O. P. Yasnii, Dr, Prof., M. M. Halas

ARCHITECTURE OF THE INTELLIGENT COMPUTER SYSTEM FOR MANAGING THE AVAILABILITY OF PARKING SPOTS

У зв'язку з постійним зростанням автотранспорту в міських умовах, особливої актуальності набуває задача управління у сфері оренди паркомісць. Одним з варіантів організації автопарковок є встановлення паркоматів або залучення спеціальних фахівців з паркування. Однак такі методи не завжди є ефективними, оскільки не дають можливості водіям володіти інформацією щодо вільних місць в умовах інтенсивного трафіку, а також людський фактор та сумління водіїв не завжди супроводжуються ефективністю та прибутковістю такого виду бізнесу. Тому для вирішення таких проблем потрібно впроваджувати інтелектуальні програмно-апаратні сервіси, які б давали змогу аналізувати зайнятість паркомісць на автостоянці, а також надавати водіям актуальну інформацію щодо можливості вибору місць для паркування.

Виходячи з актуальності задач, пропонується побудова інтелектуальної комп'ютерної системи із застосуванням IoT пристроїв, зокрема RFID, методів і засобів машинного навчання, які забезпечать розв'язання описаних вище задач. У випадку парковки закритого типу, до складу системи входить: інтелектуальний шлагбаум та система аналізу паркомісць.

Інтелектуальний шлагбаум представляє собою комплекс програмно-апаратних засобів з інтегрованою відеокамерою, який дозволяє в автоматичному режимі фіксувати номерні знаки автомобіля з подальшим їх розпізнаванням та виконувати відповідні записи в базі даних. Система аналізу доступності місць для паркування транспортних засобів на основі технології RFID показана на рис. 1.



Рисунок 1. Система аналізу вільних паркомісць

У даному випадку, RFID сенсори підключені до бездротових мереж і працюють разом, щоб обмінюватися даними для виконання задач виявлення доступності паркомісць.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



13-14 грудня 2023 року

ТЕРНОПІЛЬ
2023

Андрій Волощук, Галина Осухівська АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДАНИХ ПРО СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ Andrii Volochchuk, Halyna Osukhivska ARCHITECTURE OF THE ENERGY COMPANY'S SYSTEM FOR OBTAINING DATA ON ELECTRICITY CONSUMPTION	140
Олег Ясній, Микола Галас НЕЙРОННА МЕРЕЖА РОЗПИЗНАВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПАРКОВКОЮ Oleh Yasnii, Mykola Halas NEURAL NETWORK FOR RECOGNITION OF NUMBER SIGNS IN THE ORGANIZATION OF THE PARKING MANAGEMENT SYSTEM	141
Лупенко А. М., Гарасівка А. В. РОЛЬ ТА ПЕРЕВАГИ РЕЗЕРВНОГО КОПИВАННЯ ДАНИХ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ У СУЧАСНОМУ ЦИФРОВОМУ СВІТІ Lupenko A. M., D.E.Sc., Harasivka A. V. ROLE AND BENEFITS OF MOBILE DATA BACKUP IN TODAY'S DIGITAL WORLD	142
Лупенко А. М., Гарасівка А. В. КЛЮЧОВІ ЕЛЕМЕНТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ХМАРНИХ СХОВИЩ Lupenko A. M., Harasivka A. V. KEY ELEMENTS OF THE INFORMATION MODEL OF CLOUD STORAGE	144
Андрій Луцків, Віктор Гладій СТРУКТУРА ТА ВЗАЄМОДІЯ МІЖ БЛОКАМИ У БЛОКЧЕЙН Andriy Lutskiv, Viktor Hladii STRUCTURE AND INTERACTION BETWEEN BLOCKS IN BLOCKCHAIN	145
Олександр Голотенко, Андрій Бойчук РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІоТ Oleksandr Holotenko, Andrii Boichuk DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING OF THE MICROCLIMATE OF WAREHOUSES OF A TRANSPORT COMPANY USING ІoT TECHNOLOGIES	146
Василь Яцишин, Олександр Горбач ШАБЛОН ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВІДГУКІВ КОРИСТУВАЧІВ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ Vasyl Yatsyshyn, Oleksandr Horbach TEMPLATE OF USER FEEDBACK IN THE DEVELOPMENT PROCESS OF COMPUTER SYSTEMS	147
М.В. Дрогобицький, А.М. Паламар, Н.С. Луцук КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ШУМУ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ M.V. Drohobyt'skyi, A.M. Palamar, N.S. Lutskuk COMPUTERIZED NOISE LEVEL MONITORING SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS	148
О.А. Дячук, Р.О. Жаровський ВИКОРИСТАННЯ SDN ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ O.A. Diachuk, R.O. Zharovskiy USING SDN TO OPTIMIZE DATA TRANSMISSION IN COMPUTER NETWORKS	149

УДК 004.38

Олег Ясній докт. техн. наук, професор, Микола Галас

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

НЕЙРОННА МЕРЕЖА РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПАРКОВКОЮ

Oleh Yasnii Dr., Prof., Mykola Halas

NEURAL NETWORK FOR RECOGNITION OF NUMBER SIGNS IN THE ORGANIZATION OF THE PARKING MANAGEMENT SYSTEM

Згортовка нейронна мережа AlexNet є практичним втіленням результатів досліджень у сфері комп'ютерного зору, яка дає змогу детектувати зображення з високою точністю.

За структурними особливостями клас нейроммерек AlexNet подібний до одного з екземплярів мережі LeNet. Однак варто відмітити й відмінності, які полягають у різній кількості фільтрів у шарах, а також кількості шарів згортки. На рис. 1 продемонстровано узагальнену структуру мережі AlexNet.

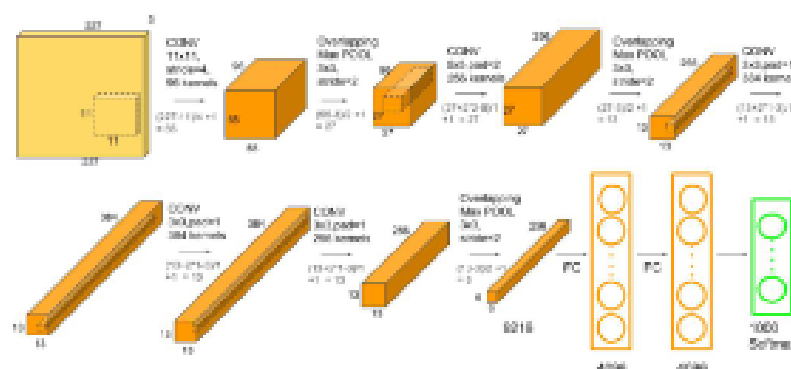


Рис. 1. Узагальнена структура неромережі AlexNet

Як видно з рис. 1, представлена структура містить шари: згортки шари, MaxPooling; dropout; flatten; Relu. Нелінійність функції активації нейронів та шарів відбувається шляхом застосування Relu, що обґрунтовується вищим рівнем продуктивності (практично у 6 разів) без втрати точності у порівнянні з функцією активації арктангенс.

Шар dropout дає змогу запобігти перенавчанню мережі та використовується замість регулярних виразів. Однак час для навчання зростає практично у два рази.

Шар Maxpooling дозволяє зменшити розмірність нейроммережі через те, що використовує шари, які орієнтовані на зменшення помилок у першому шарі на 0,4%, а в п'ятому – на 0,3%.

Для навчання та застосування нейронної мережі AlexNet використовуються дані з набору ImageNet до складу якого входить 15 млн. зображень з мітками та з високою роздільною здатністю. Такі зображення розділено за двадцятьма двома тисячами класів. Серед цих класів наявні групи зображень, які дають можливість розпізнавати номерні знаки автомобілів і можуть бути використані при організації інтелектуалізованої комп'ютерної системи управління парковкою.