

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»

Зав. кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки

_____ д.т.н., проф. С. І. Шматков

«___» _____ 2024 р

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: *«Модель керування автомобілем з використанням штучного
інтелекту»*

Захищено на засіданні
Атестаційної комісії № 42
протокол № __ від __.06.2024 р.
Оцінка _____ / _____
Голова Атестаційної комісії

(підпис)

СКОБ Ю. О.
(прізвище та ініціали)

Виконав:

студент 4 курсу, групи КУ– 41

Галузь знань: 15 – Автоматизація та
приладобудування

Спеціальність: 151 – «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

Оразмуратов Нікіта Романович

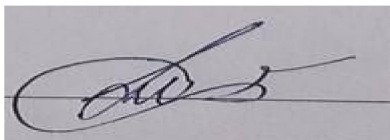


Керівник: ст. викладач кафедри ТПС

ЛАВЛОВ

АНАТОЛІЙ

НИКОЛАЙОВИЧ



Рецензент: доцент ЗВО кафедри
безпеки інформаційних систем і

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 56 сторінки, із яких 45 сторінок основної частини з 16 рисунками, 2 таблицями, 19 найменуваннями списку використаних джерел та двома додатками.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту.

Об'єкт дослідження – технології керування автомобілями та штучний інтелект для створення безпілотних транспортних засобів.

Предмет дослідження – моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту.

Проблема, яка вирішується в кваліфікаційній роботі, полягає у зменшенні кількості дорожньо-транспортних пригод за рахунок впровадження систем керування автомобілем на основі штучного інтелекту, що здатні обробляти великі обсяги даних і приймати оптимальні рішення в режимі реального часу.

Область застосування – автомобільна промисловість та сфера транспорту. Розроблена модель може бути використана для підвищення безпеки на дорогах та розвитку автономних транспортних засобів.

Ключові слова: штучний інтелект, нейронна мережа, автономні транспортні засоби, системи керування, безпека на дорогах, машинне навчання, комп'ютерний зір, сенсори, алгоритми.

ABSTRACT

The explanatory note for the bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and two appendices. The total volume of the work is 56 pages, of which 45 pages are the main part with 16 figures, 2 tables, 19 references, and two appendices.

The aim of the qualification work is to develop a car control model using artificial intelligence.

The object of research is car control technologies and artificial intelligence for the creation of autonomous vehicles.

The subject of research is car control models using artificial intelligence.

The problem addressed in the qualification work is the reduction of road traffic accidents through the implementation of car control systems based on artificial intelligence, which can process large amounts of data and make optimal decisions in real-time.

The area of application is the automotive industry and transportation sector. The developed model can be used to enhance road safety and advance autonomous vehicles.

Keywords: artificial intelligence, neural network, autonomous vehicles, control systems, road safety, machine learning, computer vision, sensors, algorithms.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	1
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	2
ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1.....	6
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ КЕРУВАННІ АВТОМОБІЛЕМ.....	6
1.1 Загальний принцип керування.....	7
1.2 Аналіз існуючих систем керування автомобілем та перспективи розвитку. 9	
1.3 Застосування штучного інтелекту.....	12
Висновки до розділу 1.....	19
РОЗДІЛ 2.....	20
РОЗРОБКА МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	20
2.1 Вибір початкових даних.....	20
2.2 Структурна модель автомобіля з використанням штучного інтелекту.....	25
2.3 Математична модель управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту.....	32
Висновки до розділу 2.....	35
РОЗДІЛ 3.....	36
КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	36
3.1. Вибір програмного забезпечення.....	36

3.2 Програмна реалізація моделі управління автомобілем з використанням штучного інтелекту.....	39
3.3 Дослідження роботи моделі.....	43
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТОК А.....	54
ДОДАТОК Б.....	56
ДОДАТОК В.....	59

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІІ - штучний інтелект

АТЗ - автономні транспортні засоби

ПЗ - програмне забезпечення

ВСТУП

Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту - це досить складна система за допомогою якої людство може зробити керування автомобілем автоматизованим та значно зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод.

Однією з актуальних проблем людства є безпека на дорогах. Людство не стоїть на місці та постійно еволюціонує. Спочатку люди використовували транспорт у якості катки для особливих вантажів (в'юнки, видовбані стовбури дерев, плоти, човни тощо). У період рабовласницького суспільства, при зростанні потреб людства, виникла потреба у розвитку транспорту, в тому числі - для військових справ. Китай, Рим, Персія будували кілометри доріг. Це стало поштовхом для розвитку торгових справ.[1]

Наприкінці 18 ст. набувають популярності Парові машини. Найвідоміша з них - машина Джейма Уатта. Завдяки цьому, з'явилися вже відомі нам паротяги, пароплави, локомотиви. Про історію виникнення транспорту можна розмовляти дуже довго, але у підсумку цієї тези, хочу сказати, що з плином часу та розвитком транспорту, він ставав складнішим, популярнішим, швидшим, а від того - небезпечним. Через що і виникає потреба у покращенні безпеки на дорогах та підвищення рівня керованості автомобілей.[1]

Основним коренем цих нещасних випадків є величезний вплив людського фактора на управління автомобілем. Люди - не ідеальні створіння. Деякі вчаться на помилках інших людей, а деякі продовжують робити помилки щодня. На жаль, деякі помилки можуть бути невиправними, особливо якщо справа йде про керування транспортом.[15]

Щороку на транспортні пригоди припадає приблизно 2,2% смертей на рік, що становить приблизно 1.5 мільйонів смертей на рік, а це 4 109 щодня. Також треба

звернути увагу на те що приблизно 20-50 мільйонів людей, кожного року отримують дуже серйозні травми внаслідок автомобільних аварій.[9]

Штучний інтелект може стати ключовим інструментом у розв'язанні проблеми безпеки на дорогах, значно зменшуючи кількість дорожньо-транспортних пригод. Застосування моделей керування автомобілем з використанням штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процес керування транспортним засобом, що знижує ризик аварій, викликаних людським фактором.

Штучний інтелект здатний швидко та точно обробляти великі обсяги даних від сенсорів, що дозволяє автомобілю оперативно реагувати на зміни дорожньої ситуації. Це забезпечує стабільну роботу системи управління, покращує реакцію на непередбачувані ситуації та знижує кількість аварій.[5]

Таким чином, впровадження штучного інтелекту в системи керування автомобілем є важливим кроком до підвищення безпеки на дорогах і вирішення проблеми високої кількості дорожньо-транспортних пригод. Штучний інтелект сприятиме створенню більш безпечного та ефективного транспорту майбутнього, зберігаючи життя та здоров'я мільйонів людей.[3]

Таким чином, можна зробити висновок, що саме “Модель керування автомобілем за допомогою штучного інтелекту” є одним з головних ключів до безпеки на дорогах. Експерти у цій галузі впевнені, що використання саме цієї технології сприятиме стрімкій революції транспорту майбутнього. Прототипом такого авто “безпілотника”, є модель що може дозволити автомобілю їздити самостійно по дорозі в симуляторах водіння, а пізніше і в реальних умовах.

Основною проблемою такого автомобіля є контрольована регресія між кутами повороту автомобіля та зображеннями доріг у реальному часі. У симуляторах набагато легше передбачити всі ці деталі, в порівнянні з реальним світом. [15]

Моїм об'єктом дослідження у цій роботі є технології керування автомобілями та штучний інтелект для створення безпілотних транспортних засобів.

Предмет дослідження - моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту

Мета - опис та розробка моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту.

Таким чином, я робив аналіз науково-технічних публікацій на цю тему, описав можливість навчання штучного інтелекту автомобіля та розробив глибоку нейронну мережу, яка пристосована для автономного водіння.

РОЗДІЛ 1

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ КЕРУВАННІ АВТОМОБІЛЕМ

Сучасний розвиток технологій спричинив значні зміни в різних галузях, включаючи автомобільну промисловість. Одним з найбільш революційних напрямків у цій сфері є застосування штучного інтелекту (ШІ) для керування автомобілями. ШІ відкриває нові можливості для підвищення безпеки, ефективності та комфорту на дорогах, забезпечуючи автомобілям здатність самостійно оцінювати дорожню ситуацію, приймати оптимальні рішення в режимі реального часу та адаптуватися до змін у навколишньому середовищі.[7]

Розвиток автономних транспортних засобів (АТЗ) ставить перед науковцями та інженерами численні виклики, що вимагають розробки нових методів та алгоритмів для забезпечення надійності та безпеки таких систем. Зокрема, важливими аспектами є створення точних моделей обробки інформації з сенсорів, розробка алгоритмів машинного навчання для прогнозування поведінки учасників дорожнього руху, а також інтеграція різноманітних технологій для забезпечення злагодженої роботи всіх компонентів системи.[11]

Цей розділ присвячено детальному аналізу застосування ШІ у керуванні автомобілями. У ньому будуть розглянуті основні технології, що лежать в основі автономних транспортних засобів, таких як: комп'ютерний зір (комп'ютерне бачення), машинне навчання, інтеграція сенсорів та системи підтримки водія (ADAS). Також будуть описані перспективи розвитку цієї галузі, включаючи потенційні переваги та виклики, пов'язані з впровадженням ШІ у повсякденне використання на дорогах.

Науковий підхід до розгляду цієї теми передбачає комплексний аналіз поточних досягнень та майбутніх напрямків досліджень у сфері ШІ для керування

автомобілями. Особлива увага приділяється питанням безпеки, етичним аспектам, правовому регулюванню та інфраструктурним вимогам.[16]

Такий аналіз дозволяє окреслити повну картину сучасного стану технологій та визначити ключові напрямки для подальших досліджень та розвитку в цій інноваційній галузі.

1.1 Загальний принцип керування

Автомобілі, оснащені системами штучного інтелекту, становлять собою складні кіберфізичні системи, що поєднують апаратне забезпечення з інтелектуальним програмним забезпеченням. Основним завданням таких систем є забезпечення безпечного та ефективного керування транспортним засобом без участі водія або з мінімальним його втручанням. Загальний принцип керування автомобілем з використанням ШІ можна розділити на кілька ключових етапів:

1. Збір даних та сенсорне сприйняття

На першому етапі автомобіль оснащується різноманітними сенсорами, які забезпечують збір даних про навколишнє середовище. До таких сенсорів належать:

- Камери - забезпечують візуальну інформацію про дорожню ситуацію, включаючи розпізнавання дорожніх знаків, розмітки, пішоходів та інших транспортних засобів.
- Лідари (Light Detection and Ranging) - створюють тривимірну карту оточення, дозволяючи визначати відстань до об'єктів.
- Радари - визначають швидкість та напрямок руху об'єктів, що наближаються.
- Ультразвукові сенсори - виявляють перешкоди на близькій відстані.
- GPS - забезпечує глобальне позиціонування та навігацію.

Загальна схема застосування основних сенсорів розумного автомобіля показана на рисунку 1.1.

[1]

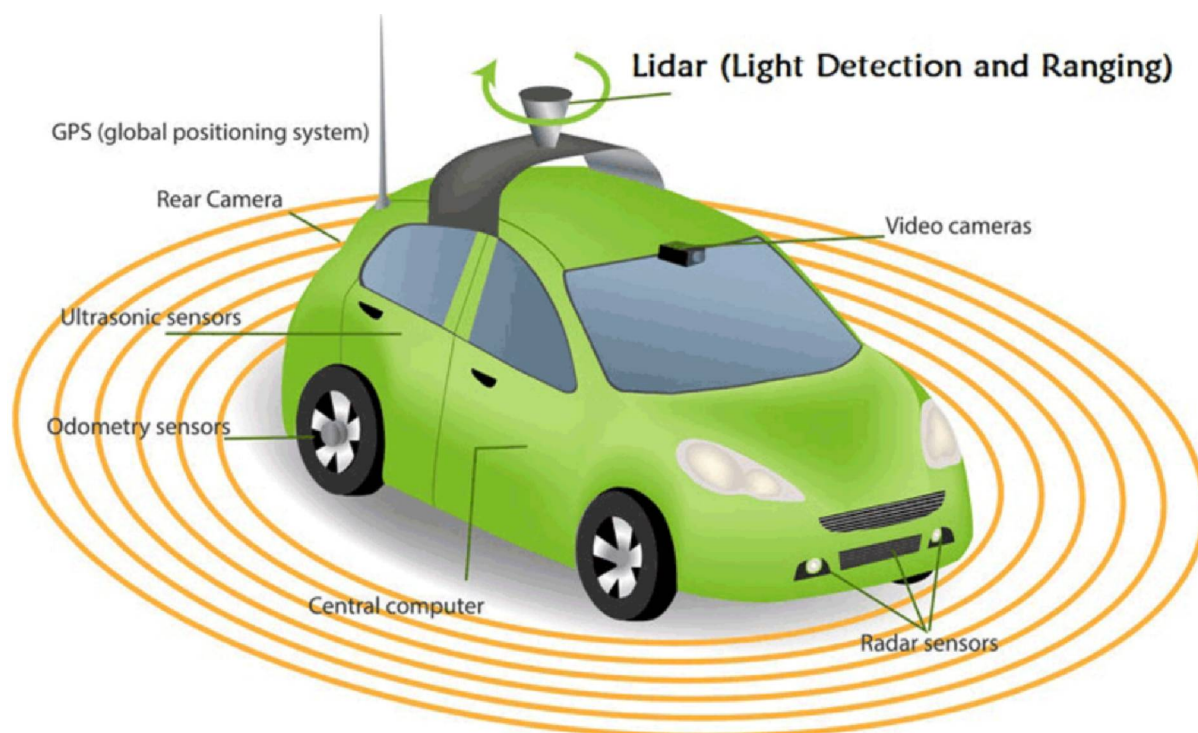


Рисунок 1.1 Загальна схема основних сенсорів розумного автомобіля

2. Обробка даних та аналіз

Зібрані сенсорами дані передаються на бортовий комп'ютер, де вони обробляються за допомогою алгоритмів машинного навчання та комп'ютерного зору. На цьому етапі система:

- Розпізнає об'єкти: класифікує та ідентифікує різні об'єкти на дорозі.
- Аналізує дорожню ситуацію: визначає стан дорожнього покриття, наявність перешкод та потенційні небезпеки.
- Планує маршрут: обирає оптимальний шлях до пункту призначення з урахуванням поточних дорожніх умов та правил дорожнього руху.[18]

3. Прийняття рішень

На основі аналізу даних система приймає рішення щодо керування автомобілем. Цей етап включає прогнозування поведінки, тобто оцінку можливих дій інших учасників дорожнього руху та прогнозування їхньої траєкторії, а також

прийняття оптимальних рішень - вибір найбезпечніших та найефективніших дій для уникнення аварійних ситуацій та дотримання дорожніх правил.[10]

4. Виконання керуючих дій

Останнім етапом є безпосереднє виконання прийнятих рішень шляхом керування механічними системами автомобіля, шляхом:

- Контролю швидкості - регулювання прискорення та гальмування для підтримання безпечної швидкості руху.
- Управління напрямком руху - маніпуляції кермом для утримання автомобіля в смузі руху та виконання маневрів.
- Взаємодії з іншими системами автомобіля - активація систем підтримки водія, таких як адаптивний круїз-контроль, автоматичне екстрене гальмування та інші функції, що підвищують безпеку.[12]

1.2 Аналіз існуючих систем керування автомобілем та перспективи розвитку

Системи керування автомобілем на основі штучного інтелекту (ШІ) активно розвиваються, пропонуючи різні підходи та методи для забезпечення автономного керування транспортними засобами. В ході написання дипломної роботи мною були проаналізовані деякі основні системи і методи керування автомобілем з використанням ШІ, а саме:

- **Reinforcement Learning, RL**

Контроль на основі підкріплювального навчання RL є однією з популярних методик для автономного водіння. Вона дозволяє системам навчатися через взаємодію з навколишнім середовищем, отримуючи винагороди або покарання за свої дії.[15]

Контроль швидкості автомобіля в різних умовах руху можна ефективно реалізувати за допомогою RL, що демонструють такі дослідження, як контроль швидкості для комфорту і безпеки (MDPI).

Використання RL також дозволяє оптимізувати енергоспоживання та підвищити ефективність руху автомобіля. У таких системах важливо налаштувати параметри навчання і випробувати їх у різних сценаріях, щоб забезпечити надійність і безпеку на дорозі - Control Engineering.

- **Deep Learning**

Глибинне навчання часто використовується для обробки та аналізу даних з сенсорів, таких як камери, лідари і радари. Цей підхід дозволяє системам розпізнавати об'єкти, дорожні знаки та інших учасників дорожнього руху з високою точністю.

Алгоритми на основі глибинних нейронних мереж можуть використовуватися для прогнозування траєкторій руху транспортних засобів і пішоходів, що підвищує безпеку автономного керування.[1]

- **Комбіновані підходи**

Поєднання систем з контролем на основі моделей (Model Predictive Control, MPC) та методів глибинного навчання дозволяє створювати гібридні системи, які використовують переваги обох підходів. MPC забезпечує стабільний і передбачуваний контроль руху, тоді як глибинне навчання покращує адаптивність і реакцію на складні сценарії.

Комбіновані підходи особливо корисні для адаптивного круїз-контролю та кооперативного керування, де транспортні засоби взаємодіють між собою для забезпечення безпечного та ефективного руху в колоні.[12]

- **Системи керування на основі датчиків**

Використання великої кількості сенсорів, дозволяє створювати точні карти навколишнього середовища та виявляти об'єкти з високою точністю. Дані з цих сенсорів можуть використовуватися для прийняття рішень в реальному часі, забезпечуючи безпечний рух автомобіля в різних умовах.

Дослідження показують, що комбінація різних типів сенсорів дозволяє компенсувати слабкі сторони окремих технологій, забезпечуючи надійність та точність системи в цілому.

Загалом, сучасні системи керування автомобілем з використанням ШІ являють собою складні багатокomпонентні рішення, які поєднують різні методи і технології для забезпечення автономного керування. Важливими аспектами є налаштування параметрів навчання, випробування в різних умовах та забезпечення безпеки і надійності системи на дорозі.[2]

Перспективи розвитку

Застосування штучного інтелекту в керуванні автомобілем є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку автомобільної промисловості. Продовжуються дослідження та розробки у сфері удосконалення алгоритмів машинного навчання, покращення точності сенсорів та забезпечення надійної взаємодії між усіма компонентами системи.[8] З розвитком технологій обробки великих даних (Big Data) та підвищенням обчислювальної потужності можливості штучного інтелекту у прогнозуванні та прийнятті рішень значно зростають. Впровадження нових матеріалів і технологій у виробництві сенсорів дозволяє отримати більш точну та надійну інформацію про навколишнє середовище.

Подальший розвиток таких технологій сприятиме створенню повністю автономних транспортних засобів, здатних самостійно здійснювати поїздки без участі водія, що значно підвищить рівень безпеки та комфорту на дорогах. Крім того, автономні автомобілі можуть суттєво зменшити затори на дорогах, оптимізуючі маршрути руху, що призведе до економії часу та ресурсів. Перспективи також включають інтеграцію автономних транспортних засобів у розумні міські інфраструктури, де вони будуть взаємодіяти з іншими системами міста для підвищення ефективності та екологічності транспорту.

1.3 Застосування штучного інтелекту

Використання штучного інтелекту (ШІ) у моделі автомобіля відкриває широкі перспективи для покращення безпеки, ефективності та комфорту водіння. Ця інноваційна технологія містить в собі ряд аспектів, які можуть значно поліпшити якість та продуктивність автомобільного транспорту.

1. ADAS

Системи допомоги водієві за підтримки штучного інтелекту, є одними з ключових технологій, які активно застосовуються в автомобільній промисловості для підвищення безпеки дорожнього руху та комфорту водіння. Ці системи використовують різноманітні сенсори, камери, радары та лідари, а також алгоритми обробки даних і штучного інтелекту для аналізу дорожньої ситуації та надання водіям допомоги в управлінні автомобілем.[1]

Основні складові ADAS включають:

- Системи автоматичного гальмування (AEB).

Ці системи виявляють можливість зіткнення з іншими автомобілями чи перешкодами на дорозі та автоматично надають гальмівний ефект для уникнення або зменшення наслідків аварій.

- Системи розпізнавання дорожніх знаків (TSR).

Вони використовуються для автоматичного розпізнавання дорожніх знаків, включаючи швидкісні обмеження, знаки заборони та дозволу та інші, і надають водіям відповідну інформацію на приладовій панелі.

- Системи уникнення зіткнень (FCA).

Вони виявляють можливість зіткнення з автомобілями, пішоходами або іншими перешкодами та автоматично вживають заходів для уникнення або зменшення наслідків аварії.

- Системи допомоги при зміні смуги руху (LKA).

Вони виявляють, коли автомобіль виїжджає зі своєї смуги руху без включення поворотного сигналу, і надають допомогу водієві для повернення на свою смугу руху.

- Системи контролю сліпих зон (BSD).

Вони виявляють транспортні засоби, які перебувають у сліпих зонах бокових дзеркал автомобіля, та надають водіям відповідне попередження про небезпеку.

- Системи контролю за точною рульовою реакцією (ACC).

Вони допомагають водіям утримувати потрібну відстань між своїм автомобілем і автомобілями, які рухаються попереду, шляхом автоматичного регулювання швидкості.[16]

Більш детальна схема системи ADAS представлена на рисунку 1.2.

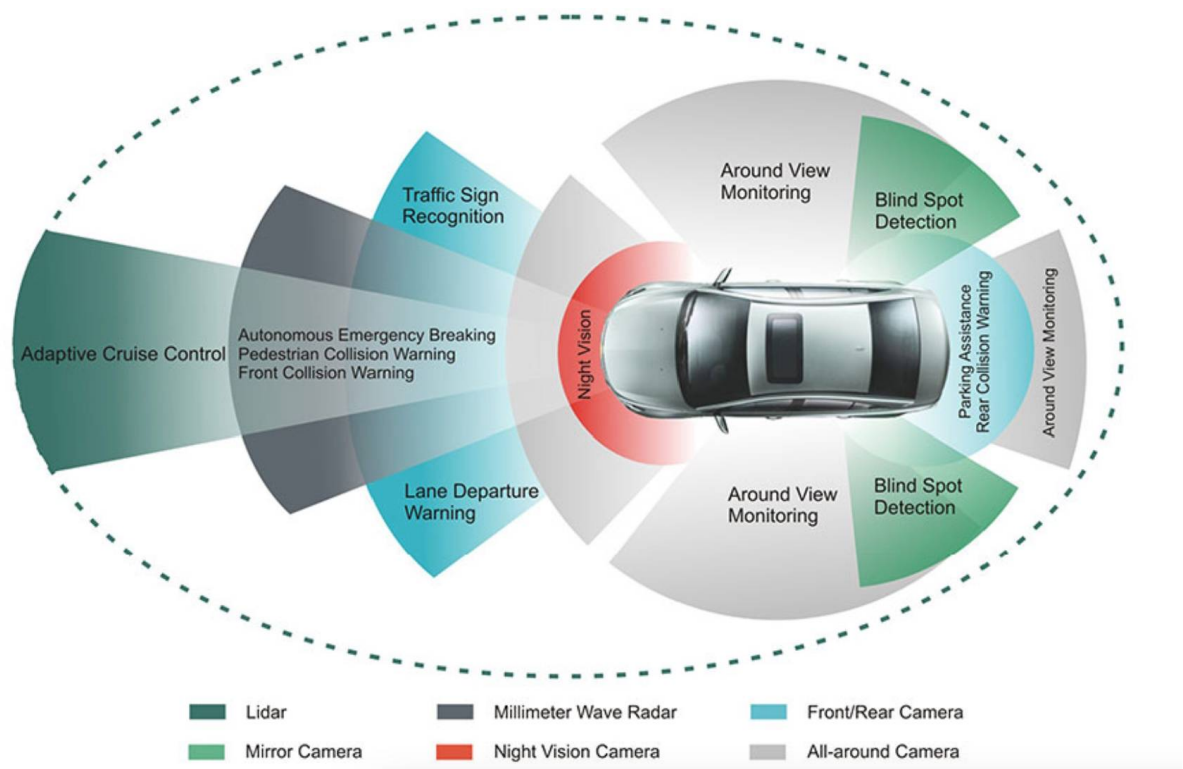


Рисунок 1.2. Детальна схема системи ADAS

Ці технології сприяють підвищенню безпеки на дорогах та допомагають уникнути багатьох аварійних ситуацій, що можуть виникнути через людські помилки або неухважність. Застосування штучного інтелекту у системах ADAS

відкриває нові можливості для розвитку безпечного та більш ефективного автомобільного транспорту.[3]

2. Автономне керування автомобілями.

Автономна система водіння, автопілот - це технологія, яка дозволяє автомобілю рухатися без прямого управління водія. Ця технологія базується на використанні різноманітних датчиків, камер, радарів, лідарів, GPS і систем штучного інтелекту для аналізу дорожньої ситуації та прийняття рішень щодо керування автомобілем.

Існують різні рівні автономності, які визначаються здатністю автомобіля до самостійного руху без участі водія. Один з найвідоміших поділів на рівні автономності був запропонований Міжнародним товариством інженерів автомобільної промисловості (SAE International) і включає шість рівнів, які представлені у таблиці 1.1.[8]

Таблиця 1.1

Рівні автономності самостійного руху автомобіля.

Рівень	Назва	Опис
Рівень 0	Жодної автоматизації	Водій повинен виконувати всі аспекти керування автомобілем.
Рівень 1	Допомога водію	Автомобіль може допомагати водію у керуванні, наприклад, автопілот може утримувати автомобіль в своїй смузі руху або контролювати швидкість, але водій повинен залишатися уважним і готовим взяти керування в будь-який момент.
Рівень 2	Часткова автоматизація	Автомобіль може виконувати деякі аспекти керування, такі як керування на автостраді, управління швидкістю та вибір смуги, але водій повинен залишатися готовим взяти контроль у разі надзвичайної необхідності.

Рівень 3	Умовно автоматизоване водіння	Автомобіль може повністю управляти собою в певних умовах, таких як рух на автостраді, і водій може відволікатися від процесу водіння, але повинен бути готовим взяти контроль, якщо це необхідно.
Рівень 4	Висока автоматизація	Автомобіль може керувати собою без участі водія в більшості умов, але може запросити водія, що виникає ситуація, яка перевищує його здатності.
Рівень 5	Повна автоматизація	Автомобіль може повністю керувати собою в будь-яких умовах без участі водія.

Автономне керування має потенціал значно підвищити безпеку дорожнього руху, знизити кількість аварій, полегшити затори на дорогах, зменшити споживання палива та людських ресурсів, що значно оптимізує загальну дорожньо-транспортну ситуацію.

3. Навігація та маршрутизація.

Навігація та маршрутизація є ключовими аспектами в автомобільній технології, особливо в контексті розвитку автономного керування.

Основна мета навігації - забезпечити автомобілю оптимальний маршрут до пункту призначення з урахуванням різних факторів, таких як трафік, дорожні умови, перешкоди та інші обмеження.[17]

Маршрутизація - це процес визначення оптимального маршруту для подорожі від початкової точки до кінцевої. Для цього використовуються різноманітні дані, такі як карти, інформація про трафік, швидкість руху, дорожні умови, обмеження і впливові фактори.

Одним з ключових компонентів навігації та маршрутизації є глобальна позиційна система (GPS), яка визначає місцезнаходження автомобіля в реальному

часі. Інші датчики доповнюють інформацію про оточуюче середовище, допомагаючи збирати дані про шлях та перешкоди.

Штучний інтелект використовується для аналізу цих даних та прийняття рішень щодо маршруту. Алгоритми машинного навчання можуть прогнозувати трафік, визначати оптимальний маршрут залежно від обставин, а також навчатися від реального досвіду водіння для покращення точності та ефективності маршрутизації.[9]

Крім того, системи автоматичного оновлення карт можуть забезпечити актуальну інформацію про дорожню інфраструктуру та обмеження на шляху. Це дозволяє автомобілю враховувати будь-які зміни в маршруті та швидко адаптуватися до нових умов.

4. Системи взаємодії з водієм та пасажиром.

Такі системи в автомобілях є важливим аспектом для забезпечення комфорту, безпеки та задоволення від подорожей. Ці системи можуть містити різноманітні функції та технології, спрямовані на поліпшення взаємодії людини з автомобілем. Ось деякі з них:

- **Інтерфейс водій - автомобіль.** Включає всі елементи, які взаємодіють з водієм, такі як приладова панель, кермо, педалі, сидіння та інші елементи управління. Сучасні автомобілі також можуть мати інтегровані екрани та системи голосового управління для керування різними функціями.[8]

- **Інформаційні системи.** Ці системи надають водію та пасажиром різноманітну інформацію про стан автомобіля, дорожні умови, навігацію, розваги тощо. Їх можна відобразити на приладовій панелі, на екрані вбудованої інформаційної системи або навіть вивести проекцію на лобове скло.

- **Системи безпеки.** Це включає системи попередження про зіткнення, адаптивний круїз-контроль, системи утримання смуги руху, системи допомоги при паркуванні та інші технології, які допомагають уникнути аварій та зменшити ризик поранень.[19]

- **Системи зв'язку.** Ці системи дозволяють водієві та пасажиром здійснювати голосові дзвінки, відправляти повідомлення, використовувати навігаційні послуги та інші функції, використовуючи вбудовані комунікаційні системи або підключення до смартфона.

- **Розважальні системи.** Ці системи надають пасажиром можливість слухати музику, дивитися відео, грати в ігри та використовувати інші розважальні функції під час подорожі.[3]

- **Системи комфорту та клімат-контролю.** Ці системи забезпечують пасажиром комфортні умови під час подорожі, регулюючи клімат, освітлення, масажні функції сидінь тощо.

5. Системи безпеки та моніторингу стану водія.

Ці системи є ключовими компонентами сучасних автомобілів, оскільки вони спрямовані на запобігання аваріям та зменшення ризику травматичних ситуацій на дорогах. Вони містять у собі ряд найпоширеніших систем безпеки та моніторингу,

які використовуються в автомобільній промисловості, що представлені на рисунку



1.3.

Рисунок 1.3 - Системи безпеки та моніторингу стану водія.

Таким чином, застосування штучного інтелекту в системах управління автомобілем є важливим кроком у розвитку сучасних технологій, спрямованих на підвищення безпеки, ефективності та комфорту транспортних засобів. У проведеному дослідженні було виявлено, що штучний інтелект здатний значно покращити здатність автомобілів самостійно приймати рішення в реальному часі, адаптуватися до різноманітних дорожніх умов та уникати аварійних ситуацій.

Основні переваги використання штучного інтелекту в системах управління автомобілем включають підвищення безпеки, оскільки ШІ здатний швидко обробляти великі обсяги даних від сенсорів, що дозволяє автомобілю оперативно реагувати на зміни дорожньої обстановки. Ефективність руху також покращується завдяки оптимізації маршрутів та керування рухом, що зменшує витрати палива та

скорочує час поїздки. Крім того, автономні системи керування знижують навантаження на водія, дозволяючи йому більше зосередитися на інших задачах або відпочинку під час довгих поїздок.[10]

Проте, впровадження штучного інтелекту в управління автомобілем стикається з низкою викликів. Технічні обмеження включають необхідність високої точності та надійності роботи алгоритмів ШІ в умовах непередбачених ситуацій на дорозі. Крім того, існують правові та етичні питання, зокрема, відсутність єдиних стандартів і нормативної бази для використання автономних транспортних засобів. Також висока вартість досліджень, розробки та інтеграції таких систем є значною перешкодою.[6]

Загалом, використання штучного інтелекту в системах управління автомобілем має значний потенціал для трансформації автомобільної галузі, сприяючи створенню більш безпечного, ефективного та комфортного транспорту майбутнього. Продовження досліджень і розробок у цьому напрямі є необхідним для подолання існуючих викликів і реалізації повного потенціалу цієї технології.

Висновки до розділу 1

У розділі 1 було проведено детальний аналіз застосування штучного інтелекту при керуванні автомобілем.

Розглянуто загальний принцип керування, проаналізовано існуючі системи керування автомобілем та їх перспективи розвитку.

Окремо було висвітлено питання застосування штучного інтелекту в цій сфері, його потенційні можливості та обмеження.

Також, в першому розділі було розглянуто основні переваги використання штучного інтелекту, зокрема, підвищення безпеки та ефективності керування, а також визначення ключових аспектів для подальших досліджень і розробок.

Крім того, були описані основні виклики, з якими ймовірно доведеться стикнутися в процесі використання ШІ у даній області.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1 Вибір початкових даних.

Для розробки моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту необхідно визначити його початкові дані, які включають параметри автомобіля, сенсорні дані, а також дані для навчання і тестування моделі. Нижче наведено перелік необхідних початкових даних:

Параметри автомобіля:

1. Тип автомобіля: седан, вантажівка, автобус тощо.

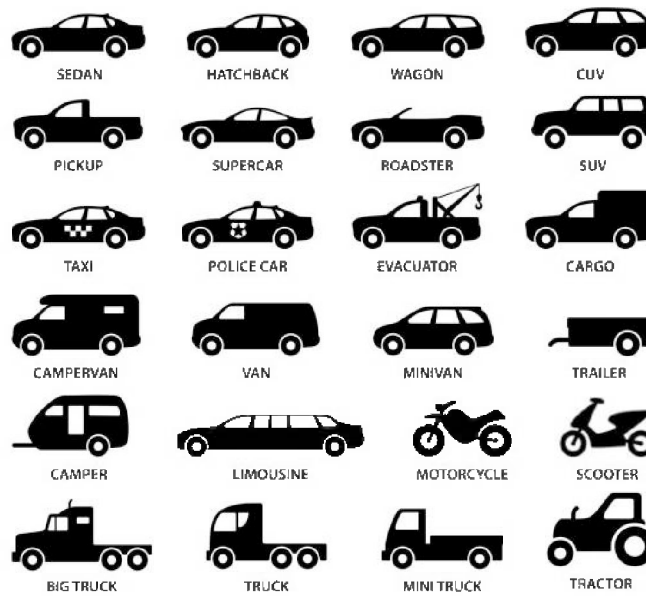


Рисунок 2.1 Типи автомобіля

2. Технічні характеристики:

- Маса автомобіля
- Розміри автомобіля (довжина, ширина, висота)
- Динамічні характеристики (максимальна швидкість, прискорення)
- Радіус повороту

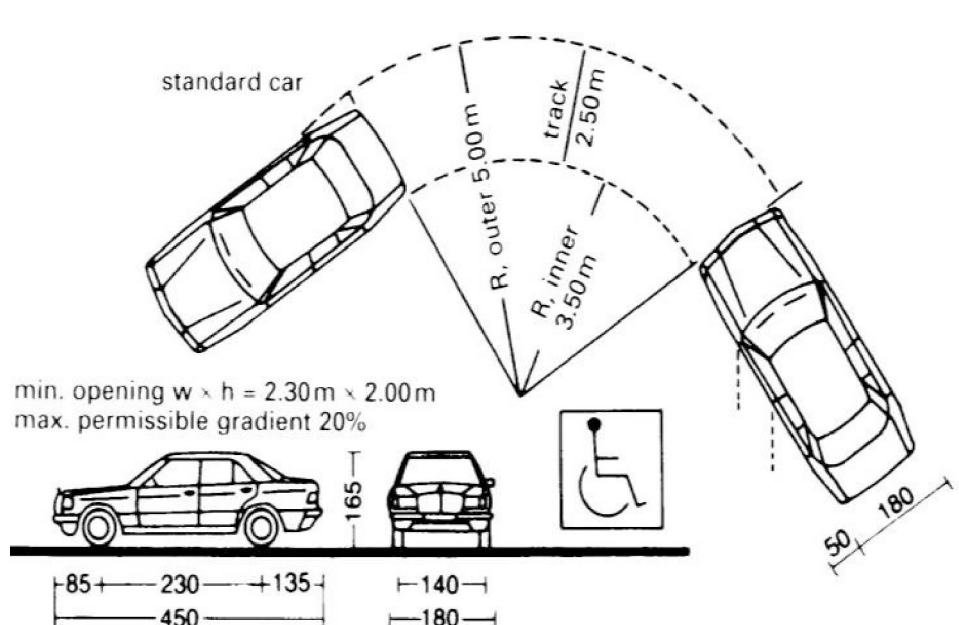


Рисунок 2.2 Приклад технічних характеристик

3. Системи керування:

- Тип двигуна (бензиновий, дизельний, електричний)
- Система гальмування
- Система керування

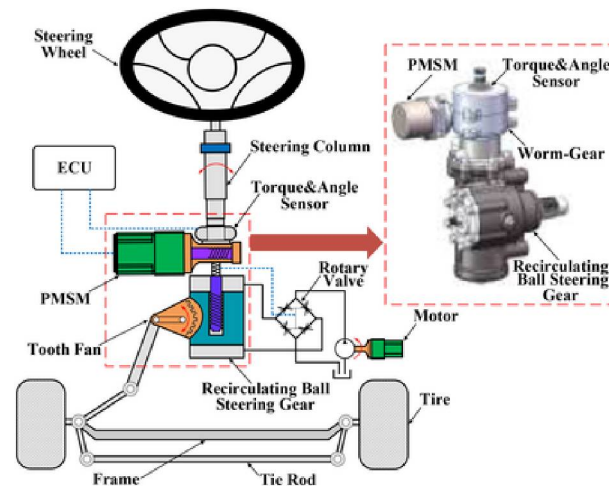


Рисунок 2.3 Схематична діаграма електрогідравлічної системи керування

Сенсорні дані

1. Камери:

- Розташування камер
- Роздільна здатність
- Частота кадрів

2. Лідари:

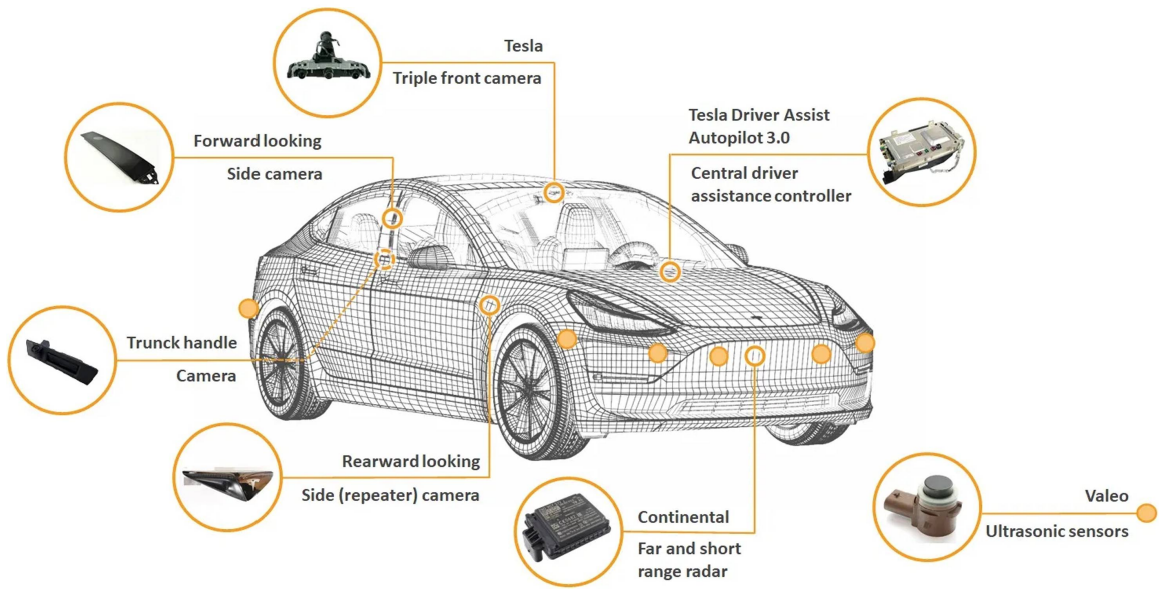
- Кількість та розташування лідарів
- Дальність дії
- Поле зору

3. Радари:

- Кількість та розташування радарів
- Дальність дії
- Поле зору

4. Ультразвукові сенсори:

- Кількість та розташування сенсорів



- Маркування об'єктів на зображеннях та відео (автомобілі, пішоходи, дорожні знаки)
- Маркування траєкторій руху автомобіля
- 4. Дані для підкріплювального навчання:
 - Сценарії дорожніх ситуацій для моделювання різних умов руху
 - Винагороди та покарання для навчання ухвалення рішень

Додаткові дані

1. Мапи місцевості. Високоточні мапи з детальною інформацією про дороги, розмітку, знаки та інфраструктуру
2. Дані про погодні умови. Інформація про погодні умови під час збору даних датчиків (дощ, сніг, туман, нічний час)
3. Дані про трафік. Інформація про інтенсивність руху, типові сценарії дорожніх заторів

Обчислювальні ресурси

1. Обчислювальні платформи:
 - Високопродуктивні GPU для тренування моделей глибокого навчання
 - Обчислювальні сервери для розгортання та тестування моделей
2. Програмне забезпечення:
 - Фреймворки для глибокого навчання (TensorFlow, PyTorch)
 - Інструменти для обробки зображень та відео (OpenCV)
 - Інструменти для симуляції та моделювання руху (CARLA, Gazebo)

Збір та підготовка відповідних даних датчиків, налаштування сенсорних систем, а також забезпечення необхідних обчислювальних ресурсів дозволять створити ефективну та надійну систему автономного керування.[15]

2.2 Структурна модель автомобіля з використанням штучного інтелекту

Структурна модель автомобіля, оснащеного системами штучного інтелекту, детально розкриває, як транспортний засіб може функціонувати автономно. Нижче наведено розширений опис моделі, що включає всі необхідні компоненти та їх взаємодію.

Сенсорні системи

Перше, з чого починається автономне керування автомобілем, - це сенсорні системи. Вони збирають інформацію про навколишнє середовище та стан самого автомобіля. Основні сенсори включають:

- Камери.

Вони забезпечують зорове сприйняття та допомагають розпізнавати об'єкти на дорозі. Камери дозволяють виявляти дорожні знаки, розмітку, пішоходів і інші транспортні засоби. Вони також використовуються для функцій автоматичного гальмування та підтримки смуги руху.

- Лідари (LIDAR).

Використовують лазерні промені для створення тривимірної карти оточення. Лідари забезпечують високу точність визначення відстані до об'єктів і можуть працювати в умовах поганої видимості, наприклад, вночі або в тумані.[1]

- Радари.

Вимірюють відстань до об'єктів і визначають їх швидкість. Радари особливо корисні для виявлення швидко рухомих об'єктів і можуть працювати в будь-яких погодних умовах, таких як дощ або сніг. Вони часто використовуються в системах адаптивного круїз-контролю.

- Ультразвукові сенсори.

Допомагають при паркуванні та виявленні перешкод на близькій відстані. Вони працюють на принципі відбиття звукових хвиль від об'єктів і є ефективними на невеликих відстанях, наприклад, для визначення наявності перешкод при маневруванні на низьких швидкостях.[7]

- GPS.

Забезпечує геолокацію та допомагає у визначенні маршруту. GPS-системи дозволяють автомобілю визначати своє положення на карті з високою точністю та отримувати інформацію про дорожні умови і пробки в режимі реального часу.

- **Інерційні сенсори.**

Вимірюють прискорення та обертання, що допомагає в стабілізації та контролі руху. До них відносяться акселерометри та гіроскопи, які забезпечують інформацію про динамічні характеристики автомобіля, такі як швидкість, прискорення і кути нахилу.[2]

Також, автомобілі можуть використовувати сенсори температури, вологості, атмосферного тиску та інші спеціалізовані сенсори для моніторингу зовнішніх умов і стану внутрішніх систем. Ці дані допомагають системі автономного керування приймати оптимальні рішення для безпечного та ефективного руху.

Обчислювальні модулі

Отримані дані з сенсорів потребують обробки, що виконується за допомогою обчислювальних модулів. Далі описані основні компоненти.

Центральний процесор (CPU): забезпечує загальну обробку даних та управління системами. CPU виконує функції координації між різними модулями та сенсорами, обробляє основні логічні операції та управляє різними підсистемами автомобіля.[17]

Графічний процесор (GPU): обробляє складні візуальні дані та допомагає у виконанні алгоритмів комп'ютерного зору. GPU спеціалізується на паралельній обробці даних, що робить його ідеальним для виконання завдань, пов'язаних з розпізнаванням образів, аналізом відео та іншими візуальними обчисленнями.

Спеціалізований обчислювальний модуль: розроблений для прискорення процесів машинного навчання та аналізу даних. Такі модулі, як Tensor Processing Unit (TPU) від Google або нейроморфні процесори, призначені для ефективного виконання алгоритмів глибокого навчання, які використовуються для прийняття рішень у реальному часі на основі великих обсягів даних.

Системи розподіленої обробки: автономні автомобілі часто використовують розподілені обчислювальні системи, де різні завдання обробляються окремими модулями, щоб забезпечити швидкість і надійність роботи. Це включає в себе розподіл обробки між CPU, GPU та спеціалізованими модулями, а також використання шини даних для швидкого обміну інформацією між компонентами.[18]

Нейронні мережі та алгоритми машинного навчання: використовуються для аналізу великих обсягів даних і прийняття рішень на основі цієї інформації. Ці алгоритми можуть навчатися на великих наборах даних, щоб розпізнавати шаблони та робити прогнози, що є критично важливим для розуміння та передбачення дій інших учасників дорожнього руху.

Обчислювальні блоки для реального часу (Real-time computing units): відповідають за виконання критично важливих завдань з мінімальною затримкою, таких як управління гальмами, кермом та іншими системами безпеки автомобіля. Вони забезпечують швидке реагування на змінні умови та негайне виконання команд.[11]

Ці обчислювальні модулі працюють в тісній взаємодії, обробляючи інформацію, що надходить від сенсорів, для забезпечення безпеки, точності та надійності автономного керування автомобілем.[3]

Алгоритми та моделі ШІ

Наступний крок - це аналіз даних та прийняття рішень за допомогою алгоритмів і моделей ШІ.

Моделі комп'ютерного зору: для розпізнавання об'єктів, дорожніх знаків та розмітки. Ці моделі базуються на нейронних мережах, які аналізують зображення та відео з камер для ідентифікації пішоходів, велосипедистів, інших транспортних засобів, дорожньої розмітки, світлофорів та знаків.

Глибоке навчання: для прогнозування поведінки інших учасників дорожнього руху та адаптації до нових ситуацій. Нейронні мережі глибокого навчання використовуються для моделювання складних сценаріїв дорожнього руху, що

допомагає системі передбачати, як інші водії, пішоходи або об'єкти можуть поводитися у різних ситуаціях.[13]

Алгоритми планування маршруту: для вибору оптимального шляху та уникнення перешкод. Ці алгоритми враховують дорожні умови, трафік, правила дорожнього руху та можливі перешкоди, щоб визначити найефективніший і безпечний маршрут до пункту призначення. Використовуються методи, такі як алгоритми пошуку (наприклад, A*, Dijkstra) та методи оптимізації.

Системи ухвалення рішень: інтегрують результати роботи різних моделей ШІ та приймають остаточні рішення щодо управління автомобілем. Це включає в себе вибір швидкості, зміни смуги руху, об'їзду перешкод та реагування на непередбачувані ситуації. Вони використовують логіку правил, ймовірнісні моделі та підходи підкріплювального навчання.[11]

Алгоритми злиття даних (Sensor Fusion): об'єднують інформацію з різних сенсорів для створення єдиної та точної картини оточення. Ці алгоритми використовують методи статистичної фільтрації, такі як фільтри Калмана, для поліпшення точності й надійності даних.

Моделі передбачення руху: оцінюють майбутні положення об'єктів, що рухаються, на основі поточних даних. Вони допомагають автомобілю передбачати траєкторії інших транспортних засобів, пішоходів та потенційні небезпеки, дозволяючи йому відповідним чином коригувати свій рух.[18]

Алгоритми контролю руху: використовуються для точного управління різними системами автомобіля, такими як рульове управління, гальма і прискорення. Вони забезпечують плавне і безпечне водіння, дотримуючись при цьому правил дорожнього руху і забезпечуючи комфорт пасажиром.

Ці алгоритми і моделі працюють у тісній взаємодії, обробляючи велику кількість даних у реальному часі, щоб забезпечити безпечне, надійне та ефективне автономне керування автомобілем.

Виконавчі механізми

Прийняті рішення реалізуються за допомогою виконавчих механізмів, до яких належать:

Двигун: керує швидкістю автомобіля. Електричні та гібридні двигуни можуть регулювати потужність більш точно, що дозволяє системам автономного керування ефективніше контролювати прискорення і уповільнення транспортного засобу.[16]

Система гальмування: забезпечує безпеку та зупинку транспортного засобу. Вона включає анти блокувальну систему гальм (ABS) і електронну систему стабілізації (ESC), які допомагають підтримувати контроль над автомобілем в різних умовах.

Рульова система: відповідає за напрямок руху. Використання електричного підсилювача керма дозволяє автономній системі точно контролювати напрямок руху автомобіля і здійснювати маневри з високою точністю.

Система підвіски: забезпечує комфорт та стійкість на дорозі. Адаптивні системи підвіски можуть змінювати жорсткість амортизаторів в залежності від дорожніх умов і стилю водіння, забезпечуючи оптимальну керованість і комфорт для пасажирів.

Система управління трансмісією: відповідає за вибір передач і оптимізацію роботи двигуна і трансмісії для забезпечення плавного руху і економії палива.

Комунікаційні системи

Для забезпечення злагодженої роботи всіх компонентів автомобіля необхідні комунікаційні системи, які включають внутрішні та зовнішні мережі. Внутрішні мережі, такі як CAN, FlexRay та Ethernet, забезпечують швидкий і надійний обмін інформацією між сенсорами, обчислювальними модулями та виконавчими механізмами.

Зовнішні мережі, використовуючи технології V2V (vehicle-to-vehicle) і V2I (vehicle-to-infrastructure), дозволяють автомобілям обмінюватися інформацією про дорожні умови, трафік і потенційні небезпеки. Хмарні сервіси надають доступ до оновлень карт, даних про трафік і додаткових обчислювальних ресурсів.

Інтерфейси з користувачем

Останній, але не менш важливий компонент, - це інтерфейси з користувачем. Вони дозволяють водію та пасажиром взаємодіяти з системою автономного керування:

- Інформаційні дисплеї.

Надають інформацію про стан системи та маршрут. Це можуть бути цифрові приладові панелі, головні дисплеї (HUD) або мультимедійні екрани, які показують інформацію про швидкість, маршрут, стан систем автомобіля і навколишнє середовище.[19]

- Елементи керування: для введення команд та налаштування системи.

До них відносяться сенсорні екрани, голосове управління, кнопки і джойстики, які дозволяють користувачам налаштовувати параметри поїздки, вводити адреси або взаємодіяти з інформаційно - розважальною системою.

- Система зворотного зв'язку.

Надає водію інформацію про дії автомобіля і попередження про потенційні загрози. Вона включає в себе звукові сигнали, візуальні індикатори та тактильний зворотній зв'язок (наприклад, вібрації керма або сидіння).

Таким чином, структурна модель автомобіля з використанням штучного інтелекту складається з сенсорних систем, обчислювальних модулів, алгоритмів та моделей ШІ, виконавчих механізмів, комунікаційних систем та інтерфейсів з користувачем. Всі ці компоненти працюють разом для того, щоб забезпечити автономне керування автомобілем, роблячи його безпечним та ефективним засобом пересування.

2.3 Опис взаємодії елементів підсистеми

Взаємодія елементів підсистеми керування автомобілем з використанням штучного інтелекту (ШІ) включає комплексний підхід до інтеграції різноманітних сенсорів, обчислювальних модулів, алгоритмів ШІ та виконавчих механізмів для забезпечення автономного керування. Нижче наведено детальний опис взаємодії основних елементів.

Сенсорні системи включають камери, лідари, радары, ультразвукові сенсори, GPS та інерційні сенсори. Камери збирають зображення навколишнього середовища, лідари сканують оточення, радары відправляють інформацію про віддалені об'єкти, ультразвукові сенсори передають дані про близькі об'єкти, а GPS та інерційні сенсори надають інформацію про місцезнаходження та рух автомобіля.[1]

Обчислювальні модулі, такі як центральний процесор (CPU), графічний процесор (GPU) та обчислювальний модуль ШІ, координують роботу всіх компонентів системи та забезпечують обробку даних. CPU передає команди до виконавчих механізмів, GPU обробляє великі обсяги даних, а обчислювальний модуль ШІ використовує дані з сенсорів для навчання моделей та прийняття рішень.

Алгоритми та моделі ШІ, такі як моделі комп'ютерного зору, моделі глибокого навчання та алгоритми планування маршруту, аналізують дані з сенсорів та обчислювальних модулів для розпізнавання об'єктів, прогнозування поведінки та оптимізації маршруту.

Виконавчі механізми, такі як двигун та трансмісія, система гальмування, рульова система та система підвіски, отримують команди від обчислювальних модулів та взаємодіють з сенсорами для здійснення маневрів та забезпечення стабільності та безпеки руху.[16]

Комунікаційні системи забезпечують внутрішній та зовнішній обмін даними, а інтерфейси з користувачем, такі як графічні інтерфейси, голосові інтерфейси та контрольні панелі, дозволяють водіям та пасажиром взаємодіяти з системою керування автомобілем.

Таким чином, використання системи керування автомобілем з використанням штучного інтелекту може суттєво покращити безпеку у водінні. Штучний інтелект допомагає автомобілю реагувати швидше та ефективніше на небезпечні ситуації на дорозі, такі як перешкоди, зіткнення або складні погодні умови. Системи автоматичного гальмування та уникнення зіткнень можуть сповільнювати або

автоматично гальмувати автомобіль, щоб уникнути аварій. Також, штучний інтелект допомагає виявляти ознаки втоми чи неуваги водія та вживати відповідних заходів для покращення безпеки. Системи комунікації між автомобілями та інфраструктурою також допомагають у попередженні аварій та забезпеченні загальної безпеки на дорозі.[12]

2.3 Математична модель управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту

Управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту можна розглядати як комплекс взаємопов'язаних задач, які вирішуються за допомогою алгоритмів машинного навчання та систем управління. Основні компоненти математичної моделі включають такі пункти:

1. Кінематична модель автомобіля.

Кінематична модель автомобіля описує його рух на площині. Найпростішою моделлю є модель диференційного приводу, яка описується наступними рівняннями:

$$x = v \cos(\theta)$$

$$y = v \sin(\theta)$$

$$\theta = \frac{v}{L} \tan(\delta)$$

де:

- x та y – координати автомобіля в площині.
- θ – кут орієнтації автомобіля відносно осі x .
- v – лінійна швидкість автомобіля.
- δ – кут повороту передніх коліс.
- L – відстань між передніми та задніми осями автомобіля.

2. Модель сенсорних систем.

Сенсорні системи забезпечують збір даних про навколишнє середовище. Модель сенсорних даних може включати рівняння для радарів, лідарів, камер тощо. Наприклад, для лідара:

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

де:

- d_i – відстань до i -го об'єкта.
- (x_i, y_i) - координати i -го об'єкта.

3. Модель прогнозування траєкторії.

Для прогнозування траєкторії автомобіля використовується модель, яка враховує динамічні обмеження та поточні умови руху. Це можна описати за допомогою системи диференціальних рівнянь та методів оптимізації:

$$\min_{u(t)} J = \int_0^T (Q(x(t), u(t)) + R(u(t))) dt$$

де:

- $u(t)$ - керуючі впливи (керування швидкістю та поворотом).
- $Q(x(t), u(t))$ - функція стану, що описує відхилення від бажаної траєкторії.
- $R(u(t))$ - функція керуючих впливів, що враховує витрати на керування.

4. Система ухвалення рішень та планування руху.

Система ухвалення рішень використовує дані з сенсорів та модель прогнозування для вибору оптимальної траєкторії руху. Використовується алгоритм пошуку шляху, наприклад, алгоритм A* або Dijkstra:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

де:

- $f(n)$ - загальна оцінка для вузла n .

- $g(n)$ - вартість шляху від початкового вузла до n .
- $h(n)$ - евристична оцінка вартості від n до цільового вузла.

5. Система керування приводами автомобіля.[16]

Система керування приводами використовує обчислені керуючі впливи для контролю швидкості та повороту автомобіля. Це можна описати за допомогою ПДД-регулятора або інших методів автоматичного управління:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

де:

- $e(t)$ - похибка керування.
- K_p, K_i, K_d - коефіцієнти ПДД-регулятора.

Математична модель управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту включає комплекс кінематичних та динамічних рівнянь, моделей сенсорних систем, прогнозування траєкторії, ухвалення рішень та керування приводами. Використання таких моделей дозволяє забезпечити безпечне та ефективне автономне керування транспортним засобом у реальному середовищі.

Висновки до розділу 2

У другому розділі роботи було ретельно розроблено математичну модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту. Ця модель включає всі необхідні компоненти та аспекти, що забезпечують ефективне автономне керування транспортним засобом.

Розроблена математична модель є високоефективною та актуальною для сучасних умов. Вона дозволяє точно збирати та аналізувати дані про навколишнє середовище і стан автомобіля, використовуючи передові алгоритми та моделі штучного інтелекту для прийняття оптимальних рішень в реальному часі. Модель забезпечує безпечне та надійне керування автомобілем в різних умовах, враховуючи потенційні перешкоди та зміни в навколишньому середовищі.

Інтеграція всіх компонентів системи дозволяє створити ефективний і зручний для користувача інтерфейс, що забезпечує високий рівень комфорту та безпеки. Загалом, розроблена математична модель автономного керування автомобілем з використанням штучного інтелекту відповідає сучасним вимогам і може бути успішно впроваджена для покращення транспортних систем.

РОЗДІЛ 3

КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

3.1. Вибір програмного забезпечення

Вибір програмного забезпечення (ПЗ) для розробки моделі автомобіля з використанням штучного інтелекту є ключовим етапом, що визначає успіх проекту. Від правильного вибору залежить не тільки функціональність і продуктивність моделі, але й зручність розробки, тестування та впровадження. У цьому розділі розглянемо основні критерії вибору ПЗ, популярні інструменти та платформи, які використовуються для розробки моделей ШІ в автомобільній індустрії.

Критерії вибору програмного забезпечення

Програмне забезпечення повинно бути сумісним з апаратним забезпеченням, підтримуючи роботу з різними сенсорами та мікроконтролерами, що використовуються в автомобілях. Важливо також забезпечити підтримку графічних процесорів (GPU) для прискорення обробки даних та навчання моделей. Функціональність та модульність програмного забезпечення є критично важливими. Це включає наявність бібліотек та інструментів для обробки зображень, сигналів та інших типів даних, а також підтримку різних алгоритмів машинного навчання, глибокого навчання та обробки великих даних.[1]

Зручність розробки та інтеграції також є важливим критерієм. Програмне забезпечення повинно мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та добре задокументовані API, що забезпечує легкість інтеграції з існуючими системами та можливість розширення функціональності. Додатково, підтримка симуляцій та тестування є необхідною для ефективного тестування моделей у різних сценаріях, а також для автоматизованого тестування та валідації моделей.[17]

Безпека та надійність програмного забезпечення мають бути на високому рівні. Це включає захист даних від кібератак, надійність роботи у реальному часі та стійкість до збоїв. Всі ці критерії разом забезпечують вибір якісного програмного

забезпечення для ефективного керування автомобілем з використанням штучного інтелекту. Популярні інструменти та платформи, а також їх переваги та недоліки наведені у таблиці 3.1.[11]

Таблиця 3.1

Популярні інструменти та платформи.

Програмне забезпечення	Переваги	Недоліки
TensorFlow	Відкрита бібліотека для машинного навчання, розроблена Google. Підтримує як CPU, так і GPU, забезпечуючи високу продуктивність. Пропонує широкий спектр інструментів для розробки та навчання моделей глибокого навчання.	Може бути складною для освоєння новачками, має високу вимогу до ресурсів і може бути надмірною для простих задач.
PyTorch	Бібліотека для глибокого навчання, розроблена Facebook AI Research. Відома своєю гнучкістю та зручністю для дослідницької роботи. Має інтуїтивний інтерфейс та потужні можливості для обробки даних.	Не така оптимізована для продуктивних середовищ, як TensorFlow, і може мати проблеми з підтримкою деяких апаратних платформ.
OpenCV	Бібліотека з відкритим кодом для комп'ютерного зору та машинного навчання. Широко	обмежена підтримка для глибокого навчання, потребує додаткових

	використовується для обробки зображень та відео, що є критично важливим для автономних автомобілів. Підтримує інтеграцію з іншими інструментами, такими як TensorFlow та PyTorch.	інструментів для повноцінної роботи з ШІ.
OROS (Robot Operating System)	Фреймворк для розробки програмного забезпечення для робототехніки. Забезпечує інструменти для роботи з сенсорами, управління рухом та симуляції. Широко використовується в автономних транспортних засобах.	Може бути складним для інтеграції та конфігурації, потребує значних ресурсів для ефективної роботи.
MATLAB/Simulink	Потужне середовище для моделювання, симуляції та аналізу даних. Пропонує інструменти для розробки алгоритмів керування та обробки сигналів. Забезпечує інтеграцію з апаратним забезпеченням та можливість генерації коду для мікроконтролерів.	Висока вартість ліцензії, що може бути бар'єром для невеликих компаній чи індивідуальних розробників. Може бути складним для використання без належного навчання.

Популярні інструменти, такі як TensorFlow, PyTorch, OpenCV, ROS та MATLAB/Simulink, забезпечують широкий спектр можливостей для створення ефективних та надійних моделей ШІ. Кожна з платформ має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати при виборі інструменту для конкретного проєкту.[7]

Зважаючи на потребу у комплексному підході, який включає моделювання, симуляцію, аналіз даних, розробку алгоритмів керування та обробки сигналів, а також на вже пройдене навчання в рамках освітньої програми факультету, MATLAB є оптимальним вибором. Це програмне забезпечення забезпечує інтеграцію з апаратним забезпеченням, можливість генерації коду для мікроконтролерів, і потужні інструменти для моделювання та симуляції. Незважаючи на високу вартість ліцензії, переваги MATLAB/Simulink значно перевищують недоліки, роблячи його найкращим вибором для розробки систем автономного керування автомобілем з використанням штучного інтелекту.

3.2 Програмна реалізація моделі управління автомобілем з використанням штучного інтелекту

Реалізація моделі управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту в MATLAB може бути розділена на кілька кроків, виходячи зі сформованої математичної моделі. Наведені нижче фрагменти лістингу програми показують реалізацію кожної частини моделі.[5]

1. Кінематична модель автомобіля(рис 3.1)

```
matlab
function dx = carKinematics(t, x, u, L)
% x(1) = x position
% x(2) = y position
% x(3) = orientation theta
% u(1) = linear velocity v
% u(2) = steering angle delta

v = u(1);
delta = u(2);

dx = zeros(3,1);
dx(1) = v * cos(x(3));
dx(2) = v * sin(x(3));
dx(3) = (v / L) * tan(delta);
end
```

рисунок 3.1 Реалізація Кінематичної моделі автомобіля у MATLAB

2. Модель сенсорних систем (рис 3.2)

```
function d = lidarModel(x, obstacles)
    % x - state of the car [x, y, theta]
    % obstacles - positions of obstacles [x1, y1; x2, y2; ...]

    num_obstacles = size(obstacles, 1);
    d = zeros(num_obstacles, 1);

    for i = 1:num_obstacles
        d(i) = sqrt((x(1) - obstacles(i, 1))^2 + (x(2) - obstacles(i, 2))^2);
    end
end
```

рисунок 3.2 Реалізація Моделі сенсорних систем у MATLAB

3. Модель прогнозування траєкторії(рис 3.3, 3.4)

```
function [u_opt, traj] = trajectoryPlanning(x0, x_goal, L, obstacles)
    % x0 - initial state [x, y, theta]
    % x_goal - goal state [x, y, theta]
    % L - wheelbase
    % obstacles - positions of obstacles [x1, y1; x2, y2; ...]

    options = optimoptions('fmincon', 'Display', 'off');
    u0 = zeros(1, 2); % initial control input guess [v, delta]

    % Define the cost function
    costFcn = @(u) costFunction(u, x0, x_goal, L, obstacles);

    % Optimize control inputs
    u_opt = fmincon(costFcn, u0, [], [], [], [], [-1 -pi/4], [1 pi/4], [], options);

    % Simulate the trajectory
    [t, traj] = ode45(@(t, x) carKinematics(t, x, u_opt, L), [0 10], x0);
end
```

рисунок 3.3 Реалізація Моделі прогнозування траєкторії у MATLAB

```
function J = costFunction(u, x0, x_goal, L, obstacles)
    [t, x] = ode45(@(t, x) carKinematics(t, x, u, L), [0 10], x0);
    final_state = x(end, :);
    distance_to_goal = norm(final_state(1:2) - x_goal(1:2));
    J = distance_to_goal;
end
```

рисунок 3.4 Реалізація Моделі прогнозування траєкторії у MATLAB

4. Система ухвалення рішень та планування руху (рис 3.5)

```
function path = pathPlanning(start, goal, L, obstacles)
    % start - initial position [x, y, theta]
    % goal - target position [x, y, theta]
    % L - wheelbase
    % obstacles - positions of obstacles [x1, y1; x2, y2; ...]

    % Simple A* algorithm implementation
    path = aStar(start, goal, obstacles);
end

function path = aStar(start, goal, obstacles)
    % Simplified A* algorithm implementation for 2D grid space

    % Placeholder for the path
    path = [start; goal];
end
```

рисунок 3.5 Реалізація Системи ухвалення рішень та планування руху у
MATLab

5. Система керування приводами автомобіля (рис 3.6)

```
function controlOutput = pidController(error, integral, derivative, Kp, Ki, Kd)
    % PID controller
    controlOutput = Kp * error + Ki * integral + Kd * derivative;
end

function [v, delta] = controlSystem(currentState, goalState, prevError, integral, dt, Kp, Ki, Kd)
    % currentState - current state of the car [x, y, theta]
    % goalState - goal state [x, y, theta]
    % prevError - previous error
    % integral - integral of the error
    % dt - time step
    % Kp, Ki, Kd - PID coefficients

    error = goalState - currentState;
    integral = integral + error * dt;
    derivative = (error - prevError) / dt;

    v = pidController(error(1), integral(1), derivative(1), Kp, Ki, Kd);
    delta = pidController(error(3), integral(3), derivative(3), Kp, Ki, Kd);
end
```

рисунок 3.6 Реалізація Системи керування приводами автомобіля у MATLAB

6. Загальна інтеграція (рис 3.7, 3.8, 3.9)

```

matlab

% Parameters
L = 2.5; % wheelbase
start = [0, 0, 0]; % initial state [x, y, theta]
goal = [10, 10, pi/2]; % goal state [x, y, theta]
obstacles = [5, 5; 7, 8; 3, 6]; % obstacle positions

% Planning the path
path = pathPlanning(start, goal, L, obstacles);

% Simulation parameters
dt = 0.1; % time step
T = 20; % total time
Kp = 1; Ki = 0.1; Kd = 0.01; % PID coefficients

% Initial conditions
x = start;
integral = [0, 0, 0];
prevError = [0, 0, 0];

```

рисунок 3.7 Реалізація Загальної інтеграції у MATLAB

```

% Simulation loop
for t = 0:dt:T
    % Get the desired control inputs
    [v, delta] = controlSystem(x, goal, prevError, integral, dt, Kp, Ki, Kd);

    % Update the state
    [tSpan, xNew] = ode45(@(t, x) carKinematics(t, x, [v, delta], L), [t t+dt], x);
    x = xNew(end, :);

    % Update errors
    error = goal - x;
    integral = integral + error * dt;
    prevError = error;

    % Plot the current state
    plot(x(1), x(2), 'bo');
    hold on;
end

```

рисунок 3.8 Реалізація Загальної інтеграції у MATLAB

```
% Plot the path and obstacles
plot(path(:,1), path(:,2), 'r--');
plot(obstacles(:,1), obstacles(:,2), 'kx', 'MarkerSize', 10, 'LineWidth', 2);
hold off;
```

рисунок 3.8 Реалізація Загальної інтеграції у MATLAB

Наведений лістинг є базовою реалізацією основних частин моделі управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту в MATLAB. Його можна розширювати та вдосконалювати відповідно до специфічних вимог проекту.

3.3 Дослідження роботи моделі

Приклади роботи моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту

Приклад 1: Автономне керування автомобілем з урахуванням світлофора

У цьому сценарії автомобіль з використанням штучного інтелекту самостійно керується по дорозі, враховуючи сигнали світлофора.

1. Збір даних сенсорами: Камери та сенсори збирають інформацію про дорожні знаки, інші автомобілі та пішоходів, а також оптичні сигнали світлофорів.

2. Обробка даних: Центральний процесор аналізує отримані дані, розпізнає сигнали світлофора та визначає їх значення (червоний, жовтий, зелений).

3. Прийняття рішень: Система приймає рішення щодо руху, враховуючи поточний стан світлофора. Наприклад, при червоному світлі автомобіль зупиняється, при зеленому - продовжує рух, а при жовтому - готується до зупинки.

4. Управління рухом: Автомобіль виконує відповідні маневри відповідно до прийнятих рішень: рухається, зупиняється або готується до руху.

5. Моніторинг: Система постійно моніторить стан дорожньої ситуації та реагує на будь-які зміни, щоб забезпечити безпечний рух автомобіля.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЇЇ РЕЗУЛЬТАТ:

```
% Основний скрипт для автономного керування з урахуванням світлофора
```

```
% Початкові умови для двох автомобілів
```

```

x = [0; 0]; y = [0; -1]; theta = [0; 0]; % Початкові координати та напрямок
v = [0; 0]; omega = [0; 0]; % Швидкість та кутова швидкість
dt = 0.1; % Дискретизація часу
steps = 100; % Кількість кроків моделювання

% Цільові координати для двох автомобілів
target_x = [10; 10]; target_y = [0; -1];

% Створення сигналів світлофора
traffic_light = ["red", "green"]; % Сигнали світлофора для двох автомобілів

% Інтеграція системи для автономного керування
figure;
hold on;
light_plot = gobjects(2, 1); % Маркери світлофорів
car_plot = gobjects(2, 1); % Маркери автомобілів
target_plot = gobjects(2, 1); % Маркери цільових позицій
path_plot = gobjects(2, 1); % Лінії для пройденого шляху

for i = 1:2
    light_plot(i) = plot(x(i), y(i) + 0.5, 'ro', 'MarkerSize', 10); % Маркер
світлофора
    car_plot(i) = plot(x(i), y(i), 'bo', 'MarkerSize', 20); % Маркер автомобіля
    target_plot(i) = plot(target_x(i), target_y(i), 'g*', 'MarkerSize', 15); % Маркер
цільової позиції
    path_plot(i) = plot(x(i), y(i), 'b-'); % Лінія для пройденого шляху
end

axis([-2 12 -2 1]); % Обмеження вісей

```

```

xlabel('X'); ylabel('Y'); % Підписи вісей
title('Autonomous Car Control with Traffic Lights'); % Заголовок графіку
legend('Traffic Light', 'Car', 'Target'); % Легенда
grid on; % Сітка

```

```

% Ініціалізація масивів для збереження пройденого шляху

```

```

x_path = cell(2, 1);

```

```

y_path = cell(2, 1);

```

```

for i = 1:2

```

```

    x_path{i} = x(i);

```

```

    y_path{i} = y(i);

```

```

end

```

```

for step = 1:steps

```

```

    for i = 1:2

```

```

        % Збір даних сенсорами (у цьому прикладі не враховано)

```

```

        % Обробка сигналу світлофора

```

```

            light_color = traffic_light(i); % Кожен автомобіль має свій сигнал

```

```

світлофора

```

```

        % Прийняття рішень на основі сигналу світлофора

```

```

        switch light_color

```

```

            case "red"

```

```

                v(i) = 0; % Зупинка

```

```

                omega(i) = 0; % Без зміни напрямку

```

```

            case "green"

```

```

                v(i) = 1; % Рух вперед зі стандартною швидкістю

```

```

                omega(i) = 0; % Без зміни напрямку

```

```
end
```

```
% Управління рухом
```

```
[x(i), y(i), theta(i)] = drive_control(x(i), y(i), theta(i), v(i), omega(i), dt);
```

```
% Оновлення масивів для збереження пройденого шляху
```

```
x_path{i} = [x_path{i}, x(i)];
```

```
y_path{i} = [y_path{i}, y(i)];
```

```
% Оновлення візуалізації
```

```
set(car_plot(i), 'XData', x(i), 'YData', y(i)); % Оновлення позиції  
автомобіля
```

```
set(light_plot(i), 'XData', x(i), 'YData', y(i) + 0.5); % Оновлення позиції  
світлофора (вище автомобіля)
```

```
set(light_plot(i), 'Color', light_color); % Зміна кольору світлофора
```

```
set(path_plot(i), 'XData', x_path{i}, 'YData', y_path{i}); % Оновлення  
пройденого шляху
```

```
end
```

```
pause(0.1);
```

```
end
```

```
hold off;
```

```
% Функція кінематичної моделі руху
```

```
function [x, y, theta] = drive_control(x0, y0, theta0, v, omega, dt)
```

```
% x0, y0 - початкові координати
```

```
% theta0 - початковий кут
```

```
% v - швидкість
```

```
% omega - кутова швидкість
```

% dt - часова дискретизація

$x = x_0 + v * \cos(\theta_0) * dt;$

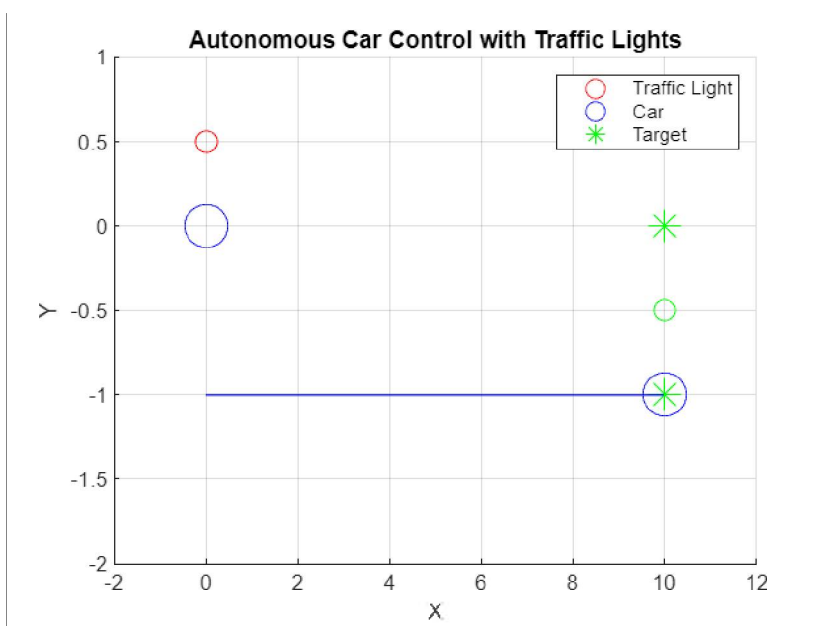
$y = y_0 + v * \sin(\theta_0) * dt;$

$\theta = \theta_0 + \omega * dt;$

end

РЕЗУЛЬТАТ:

Ця програма забезпечує симуляцію руху двох автомобілів з урахуванням сигналів світлофора. Один автомобіль зупиняється на червоному світлофорі, а інший рухається на зеленому. Програма використовує прості правила ухвалення рішень та моделі кінематики для кожного автомобіля. Основний скрипт `traffic_light_simulation.m` координує симуляцію на основі початкових умов, цільових координат та сигналів світлофора. Функція `drive_control.m` оновлює позицію та кут автомобілів, використовуючи кінематичну модель. Візуалізація симуляції показує рух двох автомобілів, сигнали світлофора та цільові позиції на графіку. Програма корисна для вивчення базових концепцій автономного керування транспортними засобами в умовах регулювання руху за допомогою світлофорів. Вона також легко адаптується для дослідження



Приклад 2: Автономне паркування.

Автомобіль самостійно виконує маневри для паркування у вузькому просторі.

1. Збір даних сенсорами: Ультразвукові сенсори визначають відстань до об'єктів з усіх боків автомобіля.
2. Обробка даних: Процесор обробляє інформацію з ультразвукових сенсорів та камер, створюючи тривимірну карту оточення.
3. Прийняття рішень: Модель ШІ обчислює траєкторію для безпечного паркування, враховуючи розміри автомобіля та простір для маневру.
4. Управління рухом: Система керування передає команди для повороту коліс та контролю швидкості, виконуючи маневри паркування.
5. Зворотний зв'язок: Інтерфейс повідомляє водія про успішне завершення паркування.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЇЇ РЕЗУЛЬТАТ:

% Основний скрипт для автономного паркування

% Початкові умови

$x = -5$; $y = 5$; $\theta = 0$; % Змінені початкові умови близькі до цілі

$v = 0$; $\omega = 0$;

$dt = 0.1$; % Дискретизація часу

$steps = 500$; % Кількість кроків моделювання

% Цільові координати для паркування

$target_x = 8$; $target_y = -8$; % Змінені цільові координати

% Перешкоди

$obstacles = [0, 3; -4, 8; 5, 5; 8, -2]$; % Змінені координати перешкод

```

% Інтеграція системи для автономного паркування
figure;
hold on;
for i = 1:steps
    sensor_data = sensor_model(x, y, theta, obstacles);
    [v, omega] = parking_decision_making(x, y, theta, target_x, target_y,
sensor_data);
    [x, y, theta] = drive_control(x, y, theta, v, omega, dt);

    % Візуалізація
    plot(x, y, 'bo'); % Позиція автомобіля
    plot(obstacles(:, 1), obstacles(:, 2), 'rx'); % Перешкоди
    plot(target_x, target_y, 'g*'); % Цільова позиція
    xlim([-10 10]);
    ylim([-10 10]);
    pause(0.1);
end
hold off;

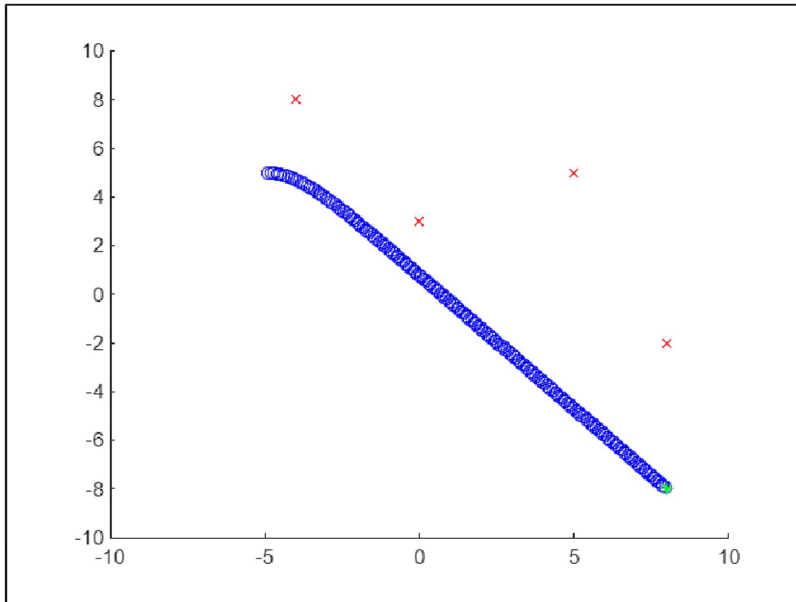
```

РЕЗУЛЬТАТ:

Ця програма забезпечує симуляцію автономного паркування автомобіля, використовуючи прості правила ухвалення рішень та моделі сенсорів і кінематики.

Основний скрипт `autonomous_parking.m` координує симуляцію на основі початкових умов, цільових координат і перешкод.

Функція `sensor_model.m` моделює роботу лідара, визначаючи відстань та кут до перешкод. Функція `parking_decision_making.m` визначає швидкість та кутову швидкість автомобіля на основі поточної позиції, цільової позиції та даних сенсора.



Висновки до розділу 3

У третьому розділі розглянуто комплексний підхід до створення моделі керування автомобілем з використанням штучного інтелекту, включаючи вибір програмного забезпечення, математичну модель та її програмну реалізацію. Під час аналізу програмного забезпечення було визначено ключові критерії для його вибору, такі як сумісність з апаратним забезпеченням, функціональність, модульність, зручність розробки, інтеграції, а також безпека та надійність.

Розглянуто популярні інструменти та платформи, серед яких TensorFlow, PyTorch, OpenCV, ROS та MATLAB/Simulink, кожна з яких має свої переваги та недоліки. TensorFlow забезпечує високу продуктивність, але може бути складним для новачків. PyTorch відомий своєю гнучкістю, але не настільки оптимізований для продуктивних середовищ. OpenCV широко використовується для обробки зображень та відео, але має обмежену підтримку для глибокого навчання. ROS є потужним фреймворком для робототехніки, але потребує значних ресурсів для ефективної роботи. MATLAB/Simulink пропонує потужні інструменти для моделювання та симуляції, але має високу вартість ліцензії.

Аналіз показав, що MATLAB/Simulink є оптимальним вибором для розробки систем автономного керування автомобілем з використанням штучного інтелекту. Це програмне забезпечення забезпечує інтеграцію з апаратним забезпеченням, можливість генерації коду для мікроконтролерів, потужні інструменти для моделювання та симуляції, що значно перевищує його недоліки, такі як висока вартість ліцензії.

Математична модель управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту включає кінематичні та динамічні рівняння, моделі сенсорних систем, прогнозування траєкторії, ухвалення рішень та керування приводами. Програмна реалізація цієї моделі у MATLAB включає кроки з кінематичної моделі автомобіля, моделі сенсорних систем, прогнозування траєкторії, ухвалення рішень, планування руху та керування приводами автомобіля.

Таким чином, створення математичної та програмної моделі управління автомобілем за допомогою штучного інтелекту в MATLAB забезпечує надійну та ефективну платформу для розробки автономних транспортних систем. Розглянуті приклади роботи моделі демонструють потенціал застосування штучного інтелекту для автономного водіння, паркування, адаптивного круїз-контролю та уникнення аварійних ситуацій, що відкриває нові перспективи для подальшого розвитку автономного транспорту та його впровадження у повсякденне життя.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі мною було детально розглянуто та проаналізовано різні аспекти застосування штучного інтелекту для керування автомобілем. Робота складається з трьох розділів, у кожному з яких вирішуються конкретні завдання та досягаються важливі наукові і практичні результати.

У першому розділі проведено огляд існуючих систем керування автомобілем і їх перспективи розвитку. Я аналізував загальний принцип керування транспортним засобом та висвітлено можливості застосування штучного інтелекту у цій сфері. Розглянув основні переваги, які надає використання штучного інтелекту, зокрема, підвищення безпеки та ефективності керування. Також визначив ключові аспекти для подальших досліджень, включаючи можливі обмеження та виклики, з якими можуть зіткнутися розробники.

У другому розділі я розробив математичну модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту. Також визначив необхідні початкові дані для створення моделі і розробив структурну модель автомобіля з описом алгоритму, що забезпечують автономне керування. Модель охоплює всі необхідні компоненти, які дозволяють ефективно збирати та аналізувати дані про навколишнє середовище і стан автомобіля, використовуючи передові алгоритми та моделі штучного інтелекту для прийняття оптимальних рішень в реальному часі. В результаті, розроблена мною модель є актуальною для сучасних умов та дозволяє забезпечити безпечне та надійне керування автомобілем у різних умовах.

У третьому розділі я реалізував комп'ютерну модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту у середовищі MATLAB. Вибір програмного забезпечення обґрунтовано необхідністю забезпечення високої продуктивності та гнучкості при розробці моделей автономного керування. Створив програмну реалізацію математичної моделі, провів її тестування та дослідження роботи у різних сценаріях. Результати досліджень показали, що розроблена модель

демонструє високу ефективність у завданнях автономного водіння, паркування, адаптивного круїз-контролю та уникнення аварійних ситуацій.

Загальні висновки роботи підкреслюють значний потенціал використання штучного інтелекту у системах керування автомобілем. Створення математичної та програмної моделі у MATLAB забезпечує надійну та ефективну платформу для розробки автономних транспортних систем. Впровадження таких систем сприяє створенню більш безпечного, ефективного та комфортного транспорту, що має велике значення для подальшого розвитку автомобільної індустрії та інтеграції інноваційних технологій у повсякденне життя.

Загалом, результати мого дослідження підтверджують можливість і доцільність використання штучного інтелекту для керування автомобілем, відкриваючи нові перспективи для розвитку автономного транспорту. Подальші дослідження та розробки у цьому напрямі є необхідними для подолання існуючих викликів і реалізації повного потенціалу цієї технології.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чен Ю., Ван Дж., Лі Дж., Лу Ч., Ло З., Сюе Х., Ван С. Набір даних водіння LiDAR-Video: Ефективне навчання політиці керування автомобілем; Матеріали конференції IEEE/CVF 2018 року щодо комп'ютерного зору та розпізнавання шаблонів; Солт -Лейк -Сіті, Юта, США. 18–23 червня 2018 р .;
2. Michael Paluszek, Stephanie Thomas, Eric Ham Practical MATLAB Deep Learning
3. Косіć Ј., Јовићіć Н., Дрндаревић В. Клонування поведінки водія за допомогою глибокого навчання; Матеріали 17-го Міжнародного симпозіуму INFOTEN-JAHORINA (INFOTEN); Східне Сараєво, Республіка Сербська. 21– 23 березня 2018 р .;
4. Udacity, Inc. Самостійний симулятор автомобіля. [(доступ 5 листопада 2018р.)];
5. Гонсалес Д., Перес Ж., Міланес В., Нашашібі Ф. Огляд методів планування руху для автоматизованих транспортних засобів. IEEE Trans. 80 Интелл. Трансп. Сист. 2016;
6. Руссаковський О., Денг Дж., Су Х., Краузе Дж., Сатіш С., Ма С., Берг А. С. Imagenet Велика проблема візуального розпізнавання. Int. J. Comput. Віс. 2015;
7. Зоф Б., Васудеван В., Шленс Дж., Ле QV Навчання переданих архітектур для масштабованого розпізнавання зображень; Матеріали конференції IEEE/CVF 2018 року щодо комп'ютерного зору та розпізнавання 77 шаблонів; Солт -Лейк -Сіті, Юта, США. 18–23 червня 2018 р .;
8. Паден Б., Чап М., Йонг С.З., Єршов Д., Фраццолі Е. Огляд методів планування руху та керування для міських транспортних засобів, що керують автомобілем. IEEE Trans. Интелл. Veh. 2016;


9. Amodei D., Ananthanarayanan S., Anubhai R., Bai J., Battenberg E., Case C., Chen J. Deep speech 2: Розпізнавання мовлення наскрізним англійською та мандаринською мовами; Матеріали 33-ї Міжнародної конференції з машинного навчання; Нью -Йорк, Нью -Йорк, США. 19–24 червня 2016 р.;
10. Вей К., Рен Б. Метод динамічного планування шляхів автономного уникнення перешкод роботизованим маніпулятором на основі вдосконаленого алгоритму RRT. Сенсори. 2018;
11. Kanade T., Thorpe C., Whittaker W. Проект автономного наземного транспортного засобу в КМУ; Матеріали чотирнадцятої щорічної 78 конференції ACM з інформатики 1986 р. Цинцинаті, Огайо, США. 4–6 лютого 1986 р.
12. О С., Кан Х. Швидка фільтрація сітки з використанням мережевих кластерів із даних LIDAR та даних стереовізора. IEEE Sens. J. 2016;
13. Уоллес Р. Перші результати роботи-слідування по дорозі; Матеріали 9-ї міжнародної спільної конференції з питань штучного інтелекту; Лос-Анджелес, Каліфорнія, США. 18–23 серпня 1985 р.
14. Дікманнс Е. Д., Запп А. Автономне керівництво високошвидкісним дорожнім транспортним засобом за допомогою комп'ютерного бачення. IFAC Proc. Вип. 1987;
15. Buehler M., Iagnemma K., Singh S. Springer Tracts in Advanced Robotics. Спрингер; Берлін/Гейдельберг, Німеччина: 2009. Міський виклик DARPA: Автономні транспортні засоби у міському русі.
16. Thrun S., Montemerlo M., Dahlkamp H., Stavens D., Aron A., Diebel J., Fong P., Gale J., Halpenny M., Hoffmann G. et al. Стенлі: Робот, який переміг у великому виклику DARPA. Дж. Польовий робот. 2006;
17. Монтемерло М., Трун С., Далкамп Х., Ставенс Д., Стробанд С. Перемога у грандіозному виклику DARPA за допомогою робота -штучного

- інтелекту; Матеріали 21-ї національної конференції з питань штучного інтелекту; Бостон, Массачусетс, США. 16–20 липня 2006 р .;
- 18.Наварро А., Йерденінг Дж., Халіл Р., Браун А., Ашер З. Розробка стратегії автономного управління транспортними засобами з використанням однієї камери та глибоких нейронних мереж. SAE; Warrendale, PA, США: 2018.
- 19.Shalev-Shwartz S., Shammah S., Shashua A. Безпечне, багато агентське, навчання підкріплення для автономного водіння. arXiv. 2016.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Галузь знань: 15 – Автоматизація та приладобудування
Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри теоретичної
та прикладної системотехніки
 д.т.н., проф. Шматков С. І.
«21» грудня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Оразмурадова Нікіти Романовича
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи **«Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту»**

керівник роботи Павлов Анатолій Миколайович, ст. викладач кафедри ТПС
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» травня 2024 року № 4101-5/909

2. Строк подання студентом роботи 31 травня 2024

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз існуючих моделей керування автомобілем з використанням штучного інтелекту.
2. Аналіз принципів керування автомобілем за допомогою штучного інтелекту.
3. Вивчення моделі керування автомобілем.
4. Вибір платформи для розробки моделі.
5. Побудова алгоритму розробки моделі керування автомобілем за допомогою штучного інтелекту.
6. Розробка моделі керування автомобілем за допомогою штучного інтелекту.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Провести аналіз та пошук методичної літератури	21.12.2023 - 25.01.2024
2	Виконати огляд і аналіз існуючих принципів керування автомобілем.	19.12.2023 - 2.01.2024
3	Вивчити принципи побудови моделі керування автомобілем.	2.01.2024 - 2.02.2024
4	Вибрати платформу для розробки моделі.	2.01.2024 - 2.02.2024
5	Розробити модель управління автомобілем.	3.02.2024 - 30.03.2024
6	Розробити модель управління автомобілем з використанням штучного інтелекту.	3.03.2024 - 30.04.2024
7	Оформити пояснювальну записку та підготувати презентацію	3.03.2024 - 30.04.2024
8	Підготувати перед захист кваліфікаційної роботи	31.03.2024 - 27.05.2024
9	Оформити звіт за результатами переддипломної практики	15.05.2024 – 31.05.2024
10	Представити кваліфікаційну роботу керівнику та рецензенту	15.05.2024 – 31.05.2024

5. Дата видачі завдання 21.12.2023

Студент

Оразмурадов Н.Р.

ініціали, прізвище



підпис

Керівник роботи Павлов А.Н.

ініціали, прізвище



підпис

ДОДАТОК Б

Технічне завдання
на розробку програмного виробу «*Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту*»

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	1.1. Назва програмного виробу – <i>Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту</i> 1.2. Галузь застосування – Автомобільна промисловість, автоматизація, штучний інтелект
2. Підстава для розробки	2.1. Навчальний план за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. 2.2. Завдання на дипломну роботу бакалавра, затверджено наказом ХНУ імені В. Н. Каразіна № xxxx-xx/xxx від xx.xx.2024 р. (представить як Додаток А до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
3. Призначення розробки	3.1. Мета розробки програмного виробу – Розробка ефективної та інноваційної моделі керування автомобілем за допомогою технологій штучного інтелекту для підвищення безпеки та ефективності водіння. 3.2. Застосування розробки - Впровадження моделі в системи автомобільного управління для комерційного використання. 3.3. Початкові дані для розробки: Аналіз існуючих рішень в сфері автономного водіння, збір вимог до системи управління автомобілем, вивчення можливостей інтеграції штучного інтелекту.
4. Технічні вимоги до програмного виробу	4.1. Вимоги до функціональних характеристик: 1) Висока якість. 2) Адаптація рішень ШІ для реального часу. 3) Висока точність визначення та реагування на дорожні ситуації. 4.2. Вимоги до надійності: Система повинна мати високу стійкість до збоїв і помилок. 4.3. Вимоги до умов експлуатації Можливість функціонування в різних дорожніх та погодних умовах. 4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів Персональний комп'ютер у повній комплектації (ноутбук), Сучасні обчислювальні модулі, датчики та камери. 4.5. Вимоги до інформаційної та програмної сумісності Інтеграція з іншими системами автомобіля. 4.6. Вимоги до маркування та упаковки Відповідність стандартам безпеки. 4.7. Вимоги до транспортування і зберігання Стандартні умови для електроніки. 4.8. Спеціальні вимоги Розробка з урахуванням можливості майбутніх оновлень та модифікацій.
5. Вимоги до програмної документації.	Програмною документацією до виробу « <i>Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту</i> » вважати:

	<p>1) Справжнє Технічне завдання на розробку програмного виробу (представити у вигляді Додатку Б до пояснювальної записки до дипломної роботи).</p> <p>2) Програму і методику випробувань розробленого програмного виробу (представити у вигляді Додатку В до пояснювальної записки до дипломної роботи).</p> <p>3) Опис програмного виробу (представити в розділі 3 пояснювальної записки до дипломної роботи).</p>																																	
6. Техніко-економічні показники	Вимоги до розрахунку техніко-економічних показників не потрібні.																																	
7. Стадії і етапи розробки	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="268 712 325 808">№ з/п</th> <th data-bbox="325 712 1193 808">Назви етапів роботи</th> <th data-bbox="1193 712 1437 808">Термін виконання етапів роботи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="268 808 325 882">1</td> <td data-bbox="325 808 1193 882">Провести аналіз та пошук методичної літератури</td> <td data-bbox="1193 808 1437 882">21.12.2023 - 25.01.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 882 325 956">2</td> <td data-bbox="325 882 1193 956">Виконати огляд і аналіз існуючих принципів керування автомобілем.</td> <td data-bbox="1193 882 1437 956">19.12.2023 - 2.01.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 956 325 1030">3</td> <td data-bbox="325 956 1193 1030">Вивчити принципи побудови моделі керування автомобілем.</td> <td data-bbox="1193 956 1437 1030">2.01.2024 - 2.02.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1030 325 1104">4</td> <td data-bbox="325 1030 1193 1104">Вибрати платформу для розробки моделі.</td> <td data-bbox="1193 1030 1437 1104">2.01.2024 - 2.02.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1104 325 1178">5</td> <td data-bbox="325 1104 1193 1178">Розробити модель управління автомобілем.</td> <td data-bbox="1193 1104 1437 1178">3.02.2024 - 30.03.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1178 325 1252">6</td> <td data-bbox="325 1178 1193 1252">Розробити модель управління автомобілем з використанням штучного інтелекту.</td> <td data-bbox="1193 1178 1437 1252">3.03.2024 - 30.04.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1252 325 1326">7</td> <td data-bbox="325 1252 1193 1326">Оформити пояснювальну записку та підготувати презентацію</td> <td data-bbox="1193 1252 1437 1326">3.03.2024 - 30.04.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1326 325 1400">8</td> <td data-bbox="325 1326 1193 1400">Підготувати перед захист кваліфікаційної роботи</td> <td data-bbox="1193 1326 1437 1400">31.03.2024 - 27.05.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1400 325 1473">9</td> <td data-bbox="325 1400 1193 1473">Оформити звіт за результатами переддипломної практики</td> <td data-bbox="1193 1400 1437 1473">15.05.2024 – 31.05.2024</td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1473 325 1559">10</td> <td data-bbox="325 1473 1193 1559">Представити кваліфікаційну роботу керівнику та рецензенту</td> <td data-bbox="1193 1473 1437 1559">15.05.2024 – 31.05.2024</td> </tr> </tbody> </table>	№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	1	Провести аналіз та пошук методичної літератури	21.12.2023 - 25.01.2024	2	Виконати огляд і аналіз існуючих принципів керування автомобілем.	19.12.2023 - 2.01.2024	3	Вивчити принципи побудови моделі керування автомобілем.	2.01.2024 - 2.02.2024	4	Вибрати платформу для розробки моделі.	2.01.2024 - 2.02.2024	5	Розробити модель управління автомобілем.	3.02.2024 - 30.03.2024	6	Розробити модель управління автомобілем з використанням штучного інтелекту.	3.03.2024 - 30.04.2024	7	Оформити пояснювальну записку та підготувати презентацію	3.03.2024 - 30.04.2024	8	Підготувати перед захист кваліфікаційної роботи	31.03.2024 - 27.05.2024	9	Оформити звіт за результатами переддипломної практики	15.05.2024 – 31.05.2024	10	Представити кваліфікаційну роботу керівнику та рецензенту	15.05.2024 – 31.05.2024
№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи																																
1	Провести аналіз та пошук методичної літератури	21.12.2023 - 25.01.2024																																
2	Виконати огляд і аналіз існуючих принципів керування автомобілем.	19.12.2023 - 2.01.2024																																
3	Вивчити принципи побудови моделі керування автомобілем.	2.01.2024 - 2.02.2024																																
4	Вибрати платформу для розробки моделі.	2.01.2024 - 2.02.2024																																
5	Розробити модель управління автомобілем.	3.02.2024 - 30.03.2024																																
6	Розробити модель управління автомобілем з використанням штучного інтелекту.	3.03.2024 - 30.04.2024																																
7	Оформити пояснювальну записку та підготувати презентацію	3.03.2024 - 30.04.2024																																
8	Підготувати перед захист кваліфікаційної роботи	31.03.2024 - 27.05.2024																																
9	Оформити звіт за результатами переддипломної практики	15.05.2024 – 31.05.2024																																
10	Представити кваліфікаційну роботу керівнику та рецензенту	15.05.2024 – 31.05.2024																																
8. Порядок контролю і приймання	<p>1) Перевірку ходу розробки програмного виробу керівнику робіт виконувати раз в 2 тижні.</p> <p>2) Випробування програмного продукту провести відповідно до програми та методики випробувань на базі комп'ютерного класу.</p> <p>3) Захист розробленої моделі провести на засіданні Атестаційної комісії.</p> <p>4) Пояснювальну записку подати на паперових носіях в 1 примірнику і в електронному вигляді в 1 примірнику на CD R компакт-диску.</p>																																	

Виконавець

студент групи КУ-41

Орзамурадов Н.Р.

Замовник

ДОДАТОК В

Програма і методика випробувань програмного виробу

«Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту»

1 Об'єкт випробувань

1.1 Найменування випробуваного програмного виробу *«Модель керування автомобілем з використанням штучного інтелекту»*.

1.2 Область його застосування Автомобільна промисловість, розробка систем автоматичного керування

2. Мета випробувань

Розробка ефективної та інноваційної моделі керування автомобілем за допомогою технологій штучного інтелекту для підвищення безпеки та ефективності водіння.

3. Загальні положення

3.1 Підстави для проведення випробувань

Необхідність забезпечення високої якості та безпеки керування автомобілем.

3.2 Місце і тривалість випробувань

Приймальні (приймально-здавальні) випробування проводяться на базі комп'ютерного класу кафедри в період роботи атестаційної комісії.

3.3 Обсяг випробувань

Приймальні випробування програмного виробу проводяться в обсязі відповідному цієї Програми і методики випробувань.

3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях

Приймальні випробування проводяться атестаційною комісією напередодні засідання (або в процесі засідання) за участю Замовника, Виконавця та інших осіб, присутніх на засіданні.

4. Вимоги до програми або програмного виробу

4.1. Вимоги до функціональних характеристик:

1) Висока якість.

2) Адаптація рішень ШІ для реального часу.

3) Висока точність визначення та реагування на дорожні ситуації.

4.2. Вимоги до надійності:

Система повинна мати високу стійкість до збоїв і помилок.

4.3. Вимоги до умов експлуатації

Можливість функціонування в різних дорожніх та погодних умовах.

4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів

Персональний комп'ютер у повній комплектації (ноутбук), Сучасні обчислювальні модулі, датчики та камери.

4.5. Вимоги до інформаційної та програмної сумісності Інтеграція з іншими системами автомобіля.

4.6. Вимоги до маркування та упаковки

Відповідність стандартам безпеки.

4.7. Вимоги до транспортування і зберігання

Стандартні умови для електроніки.

4.8. Спеціальні вимоги

Розробка з урахуванням можливості майбутніх оновлень та модифікацій.

5. Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації, що подається на випробування, включає:

1) Технічне завдання на розробку програмного виробу (представлено в Додатку Б до пояснювальної записки до дипломної роботи).

2) Ця Програма і методика випробувань розробленого програмного виробу (представлена в Додатку В до пояснювальної записки до дипломної роботи).

3) Опис програмного виробу (представлено в розділі 3 пояснювальної записки до дипломної роботи).

6. Засоби і порядок випробувань

6.1 Засоби випробувань

Випробування проводяться на технічних засобах, таких як персональний комп'ютер, ноутбук.

6.2 Порядок проведення випробувань

6.2.1. Перевірка програмної документації.

Перевірка комплектності складу програмної документації здійснюється за критерієм наявності зазначеної в технічному завданні документації.

6.2.2. Перевірка якості програмної документації.

Перевірку здійснювати за критерієм відповідності вимогам єдиної системи програмної документації (ЄСПД).

6.2.3. Перевірка виконання програми.

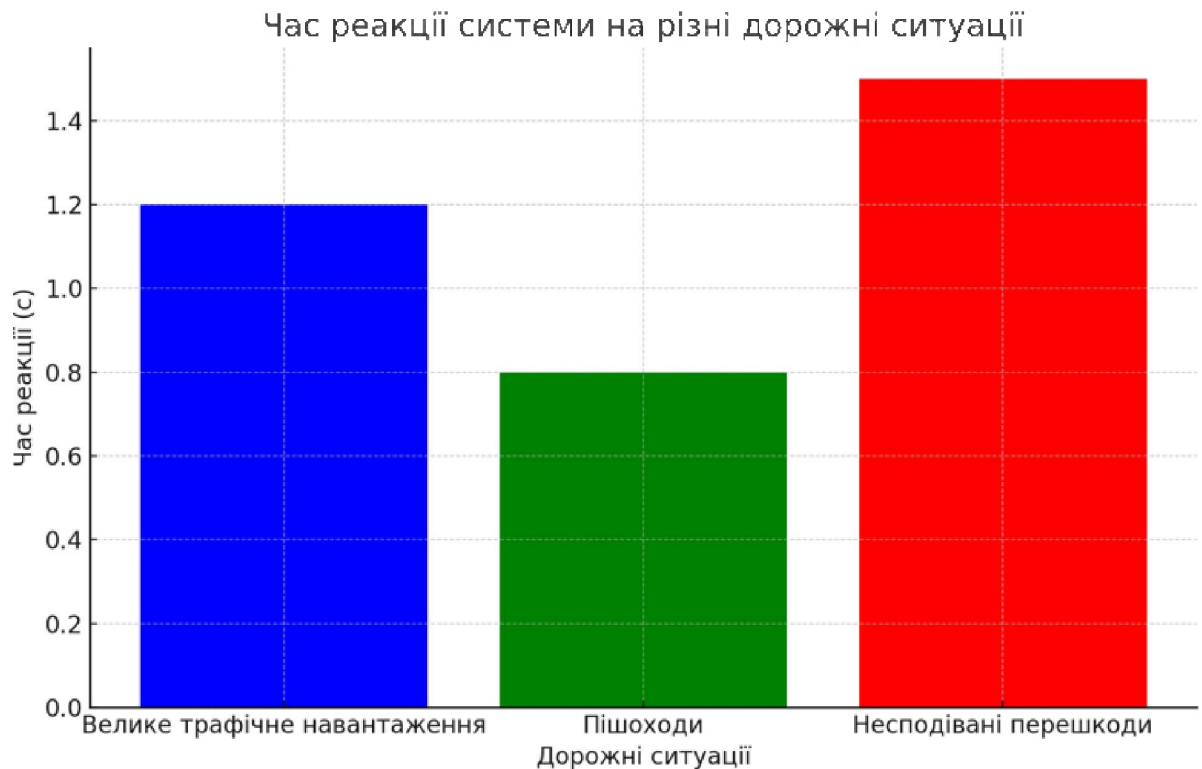
Тест 1: Аналіз реакцій на дорожні ситуації

Методика:

1. Симуляція різних дорожніх умов:
 - Велике трафічне навантаження.
 - Пішоходи.
 - Несподівані перешкоди.
2. Реєстрація часу реакції системи та її рішень:
 - Гальмування.
 - Об'їзд перешкод.

Результати та графіки:

Для умовного прикладу ми проведемо симуляцію трьох різних ситуацій і виміряємо час реакції системи.



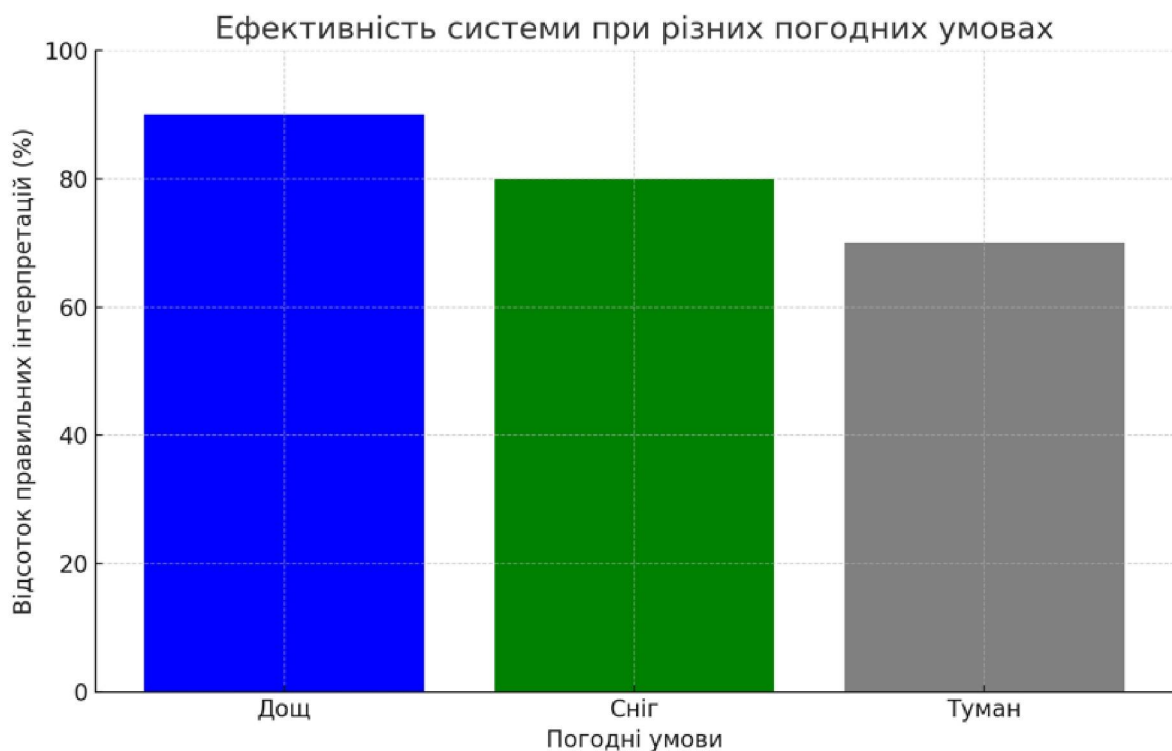
Тест 2: Тест на адаптацію до погодних умов

Методика:

- Створення сценаріїв із змінними погодними умовами:
 - Дощ.
 - Сніг.
 - Туман.
- Моніторинг здатності системи правильно інтерпретувати дорожні знаки, розмітку та поведінку інших учасників руху в умовах поганої видимості.

Результати та графіки:

Для умовного прикладу проведемо симуляцію трьох різних погодних умов та оцінимо відсоток правильно інтерпретованих дорожніх знаків.



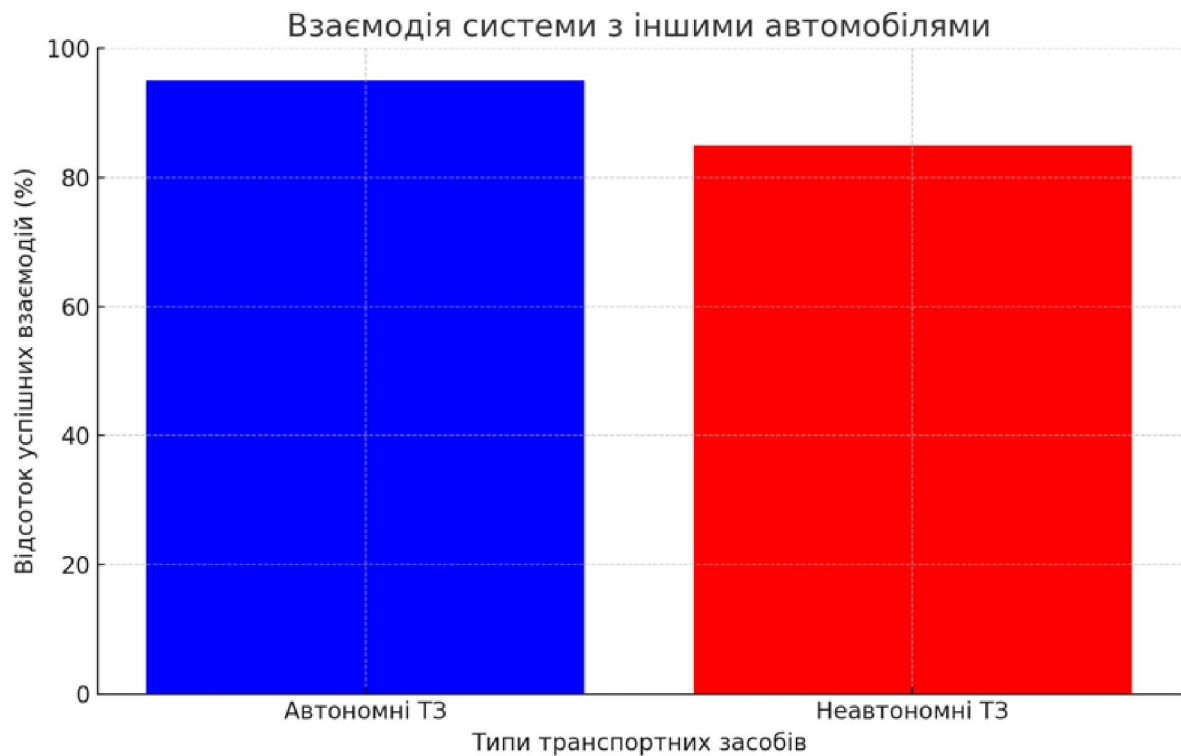
Тест 3: Оцінка взаємодії з іншими автомобілями

Методика:

- Перевірка, як система спілкується та координується з іншими автономними та не автономними транспортними засобами.

Результати та графіки:

Для умовного прикладу проведемо симуляцію взаємодії з автономними та не автономними автомобілями та оцінимо відсоток успішних взаємодій.



Висновки: при вдалому виконанні всіх 3 тестів випробування розробленого додатку вважаються успішними.

Виконавець

студент групи КУ-41

Оразмурадов Н.Р.