

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий
інститут електроенергетики

(інститут)

Факультет інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Булата Павла Павловича
(ПІБ)

академічної групи 123М-23-1
(шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія»
(офіційна назва)

на тему «Розробка інформаційної системи служби таксі Opti з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для контролю поточного фізичного стану водія»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	проф. Олевський В.І.			
розділів:				
теоретичний розділ	проф. Олевський В.І.			
синтез системи	доц. Бешта Д.О.			
розроблення програмного забезпечення	ас. Панферова Я.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			
----------------	--------------------	--	--	--

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри
інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«__» грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістр
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Булат П.П. академічної групи 123М-23-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

за освітньою-професійною програмою 123 «Комп'ютерна інженерія»
(офіційна назва)

на тему «Розробка інформаційної системи служби таксі Орті з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для контролю поточного фізичного стану водія»

затверджена наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 17 жовтня 2024 р.
№1388-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів практик, інших науково-технічних джерел сформулювати наукове завдання, конкретизувати предмет та мету досліджень	10.10.2024
Теоретичний	Обґрунтувати теоретичну базу розв'язання наукового завдання, якому присвячено роботу	25.10.2024
Синтез системи	Розробка комп'ютерної системи	15.11.2024
Розроблення програмного забезпечення	Розробка програмного забезпечення	29.11.2024
Експериментальний розділ	Проведення і обробка результатів експериментів	06.12.2024

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Дата видачі 06 вересня 2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

проф. Олевський В.І.
(прізвище, ініціали)

10.12.2024 р.

Булат П.П.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 40 рис., 9 табл., 1 дод., 27 джерел.

ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, АНАЛІЗ ВІДЕОПОТОКУ, VISUAL STUDIO, OPENCV, РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ, ФІЗИЧНИЙ СТАН

Об'єкт розробки: інформаційна система для служби таксі «Opti».

Мета роботи: розробка інформаційної системи для служби таксі Opti з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія. Створення власної системи розпізнавання фізичного стану водія поміж існуючих рішень.

Пояснювальна записка має аналіз існуючих систем відеоспостереження та систем аналізу контролю поточного фізичного стану водія, описує недоліки та переваги кожної з них.

За допомогою цих даних було сформульовано завдання дослідження.

У теоретичному розділі вирішено наукове завдання побудування моделі системи відеоспостереження з аналітичним модулем.

У розділі «Синтез системи» сформульовані технічні вимоги до створюваної системи, побудована структурна схема системи відеоспостереження.

У розділі «Розроблення програмного забезпечення» проведена розробка тестового програмного забезпечення на основі побудованих схем алгоритмів OpenCV, описаний зв'язок між програмами та їх функціональні можливості.

В експериментальному розділі поставлена задача експерименту і проведено літературний аналіз можливих результатів експерименту на бази створеної системи відеоспостереження з аналітичним модулем пошуку обличчя на фото та відео.

Результати кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати для демонстрації роботи технології розпізнавання обличчя, та в подальшому інтеграції у компанії таксі «Opti».

ЗМІСТ

Перелік скорочень, умовних познач, одиниць і термінів	6
Вступ.....	7
1 Стан питання і завдання дослідження.....	11
1.1 Загальні відомості про підприємство	11
1.1.1 Історична довідка	11
1.1.2 Конкурентоспроможність в сфері перевезення	13
1.1.3 Системи допомоги водієві.....	14
1.1.3.1 ADAS	14
1.2 Аналіз існуючих систем моніторингу фізичного стану водія	19
1.2.1 Опис системи моніторингу водія.....	19
1.2.2 Аналіз існуючих систем моніторингу поведінки водія.....	21
1.3 Програмно-апаратна платформа для реалізації система моніторингу фізичного стану водія.....	26
1.3.1 Принцип роботи програмного моніторингу водія	26
1.4 Завдання	29
2 Теоретичний розділ.....	31
2.1 Вступ.....	31
2.2 Розвиток система моніторингу водія	32
2.3 Функцій аналізу стану водія	33
2.4 Аналіз стану водія	36
2.4.1 Визначення обличчя для аналізу стану водія.....	36
2.4.1 Метод аналізу неухважності	36
2.4.2 Метод аналізу сонливості.....	38
3 Синтез комп'ютерної системи	42
3.1 Еволюція систем диспетчеризації таксі	42
3.2 ПЗ диспетчеризації таксі	44

	5
3.3 Апаратна складова для побудови систем моніторингу водіння.....	51
3.3.1 Система розпізнавання фізичного стану водія	51
3.3.2 Система розпізнавання фізичного стану водія	55
3.3.3 Камера в автомобілі	55
3.3.4 Система передачі інформації з автомобіля до диспетчерської служби	60
3.3.5 Апаратна КС	62
3.4 Висновок	67
4 Програмне забезпечення	68
4.1 Призначення й область застосування ПЗ.....	68
4.1.1 Загальні відомості	68
4.2 Технічні характеристик програмних інструментів.....	68
4.3 Опис ПЗ	70
4.3.1 Загальні відомості	70
4.3.2 Функціональне призначення.....	70
4.3.3 Опис логічної структури програми	71
4.3.4 Технічні засоби.....	72
4.4 Очікувані техніко-економічні показники	73
4.5 Висновок	73
5 Експериментальний розділ.....	74
5.1 Мета і завдання експерименту.....	74
5.2 Методика експерименту	75
5.3 Удосконалення ПЗ.....	78
5.3.1 Виділення очей і рота водія, руху голови, обчислення їх контурів.....	78
5.4 Висновок за розділом.....	84
Висновки	86
Перелік посилань.....	87
Додаток А.....	90

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

- ІТ – інформаційна система;
- ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
- КС – комп'ютерна система;
- ПК – персональний комп'ютер.

ВСТУП

У сучасному світі, який постійно і дуже швидко розвивається, комп'ютерні системи (КС) стали звичайною і невід'ємною частиною повсякденного життя майже кожної людини. Великі підприємства та малий бізнес застосовує КС, які відіграють дуже великий вплив на оптимізаційні процеси з метою підвищення продуктивності роботи та в забезпеченні оперативного і безперебійного спілкування між співробітниками. Технологія КС продовжує постійно розвиватися, таким чином зростають вимоги до якості розробки апаратних та програмних рішень, щоб задовольнити вимоги багатьох сучасних організацій.

Розробка комп'ютерних систем включає наступні етапи: проектування, синтез, впровадження, технічне і програмне обслуговування КС, що в кінцевому випадку забезпечить ефективну та оперативну обробку даних, забезпечить зберігання цієї інформації, забезпечить зв'язок, поліпшить якість прийняття рішень. Розробка КС, як правило передбачає системний та ітераційний підхід, щоб повністю врахувати конкретні вимоги, цілі, враховуючі конкретні обмеження, властиві тій чи іншій організації, чи програмному забезпеченню (ПЗ), для яких і розробляється комп'ютерна система. Також процес розробки зазвичай включає ще декілька кілька специфічних етапів – аналіз завдання, проектування та впровадження, кінцеве тестування та розгортання КС на підприємстві [1].

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується розробкою, створенням і поширенням відео-інформаційних технологій, заснованих на обробці та використанні зображень. Актуальність відео-інформаційного сектору зумовлена необхідністю розробки систем штучного інтелекту, придатних для візуального переміщення в просторі, візуального аналізу сцен, візуального дослідження нерухомих і рухомих об'єктів, оцінки їхньої геометрії та кількісних характеристик. Такі можливості є важливою споживчою характеристикою

інтелектуальних систем не лише для промислового застосування, але й для побутового використання [24].

Зі швидким розвитком технології комп'ютерного зору різноманітні програми штучного інтелекту, пов'язані з транспортними засобами, включаючи автономне водіння, стали предметами масштабних досліджень. Однак у сфері мобільності дорожньо-транспортні пригоди, спричинені сонливістю водія, вживанням алкоголю та недбалістю в утриманні уваги переднього огляду, продовжують переважати щороку. Щоб вирішити ці проблеми, регулюючі органи в усьому світі активно реагують на технологічний прогрес в автомобільній промисловості. Європейська комісія, наприклад, випустила рекомендації щодо технологій та правил моніторингу водіїв для підвищення рейтингів безпеки транспортних засобів.

Починаючи з 2022 р., правила Європейської комісії передбачатимуть обов'язкове впровадження технологій моніторингу водіїв. Аналогічним чином, Національна рада з безпеки на транспорті США (NTSB) рекомендує впроваджувати системи моніторингу водія (DMS) у напівавтономних транспортних засобах.

Незважаючи на наявність комерційно доступних технологій автономного водіння на рівнях від 2,5 до 3, які вимагають уваги водія, щоб уникнути потенційних аварій через неухважність користувача, потреба в надійній DMS залишається першочерговою. DMS призначена для аналізу стану водія та виявлення потенційно небезпечних ситуацій, таких як сонливе водіння, водіння в нетверезому стані та провали в увазі переднього огляду. У міру того, як ризики, пов'язані з дорожньо-транспортними пригодами, загострюються в залежності від нормального стану водія, важливість впровадження систем DMS продовжує зростати [11].

В кваліфікаційній роботі магістра розглянуті існуючі операції у служби таксі Opti, визначенні проблемні області, запропоновано заходи до їх вдосконалення на основі типових і інноваційних рішень, які використовують переваги застосування комп'ютерних системи з метою вирішення поставлених завдань, з якими стикається галузь перевезення пасажирів.

Цими проблемами активно займаються корейські установи, такі як:

1. Науково-дослідний інститут електроніки та телекомунікацій, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Республіка Корея.
2. Департамент іміджу, Університет Чун-Анг, 84 Хеуксок-ро, Сеул 06974, Корея.
3. TQS Корея, 406ho, B, Jiphyeonjungang 7-ro, Sejong-si, Корея.
4. CANLAB, 604ho, Daewootechnopia 296, Sandan-ro, Danwon-gu, Ansan-si, Gyeonggi.
- 5 Менталітет штучного інтелекту, Університет Чун-Анг, 84 Неуксеок-ро, Сеул 06974, Корея, sau.ac.kr [11].

Застосування сучасних методів проектування КС, розробки ПЗ кваліфікаційна робота спрямована на створення комплексної та надійної комп'ютерної системи, яка оптимізує організаційну роботу служби таксі Opti, контроль і розподіл апаратних ресурсів і покращує загальний досвід обслуговування клієнтів таксі Opti, забезпечуючи безпеку експлуатації автопарку, знижуючи ризики для водія і перевезення клієнтів.

Завданням для кваліфікаційної роботи магістра є розробка комп'ютерної інформаційної системи служби таксі Opti з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія.

Актуальність кваліфікаційної роботи «Розробка інформаційної системи служби таксі Opti з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія» на базі бібліотеки OpenCV ґрунтується на тому, що сьогодні автотранспортні компанії часто турбуються про безпеку учасників дорожнього руху. Це створює значні репутаційні ризики, такі як втрата стабільності компанії, моральний ризик або ризик того, що конкуренти скористаються розвитком подій і завдадуть значних збитків.

Мета і завдання дослідження - підвищення ефективності моніторингу фізичного стану водія за рахунок використання технології розпізнавання обличчя.

Для досягнення поставленої мети необхідно здійснити аналіз сучасного стану задачі розпізнавання обличчя та існуючих технологій для її вирішення, дослідити особливості розробки алгоритмів для реалізації функцій розпізнавання образів, розробити базовий функціонал застосунку з функцією розпізнавання обличчя, виконати тестування системи розпізнавання обличчя.

Для досягнення мети та виконання поставлених завдань слід використати методи системного та структурного аналізу наукової літератури для характеристики розробки системи розпізнавання обличчя у додатку, створеному на мові програмування C++. Методи аналізу, формалізації, абстрагування та узагальнення мають бути використані для формулювання та систематизації результатів.

Об'єкт дослідження – алгоритми і програмні засоби розпізнавання обличчя.

Предмет і методи дослідження – технології та програмні засоби розпізнавання обличчя.

Ідея роботи – ефективне розпізнавання обличчя в сфері надання послуг перевезення людей та вантажів з метою збільшення рівня безпеки поїздки, шляхом упередженого виявлення стану втоми, сп'яніння, відволікання водія.

Практичні результати - розробка базового функціоналу для застосунку з функцією розпізнавання обличчя, перевірка його працездатності.

Очікується, що розроблене ПЗ матиме великий попит завдяки своїй широкій доступності, зручності та простоті використання. Інструмент розпізнавання обличчя допоможе компаніям і автотранспортним фірмам підвищити безпеку при перевезенні пасажирів і вантажів, а також унеможливить використання транспортних засобів, якщо водій недостатньо придатний для цього.

1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про підприємство

1.1.1 Історична довідка

Українська група компаній Opti Global надає транспортні, туристичні, охоронні послуги. Компаній Opti Global заснована 2005 року, ця компанія також працює також на міжнародному рівні - наразі Польщі та Литві.

Засновником компаній Opti Global є Петро Ковтун, з початковим брендом у 2005 році «Оптимальне таксі 579». На початку розвитку ця служба працювала тільки в місті Києві, з офісом, який знаходився в приватній квартирі, де і приймалися і оброблялися замовлення для клієнтів на пасажирські і приватні перевезення. Але вже до кінця 2000-х років мережа «Оптимальне таксі» увійшла до рейтингу найбільших приватних перевізників столиці України та запровадила розширення своєї діяльності до інших великих містах країни. З початку у 2009 році компанія «Оптимальне таксі 579» почала активно працювати в таких містах як Львів і Запоріжжя, а в наступному 2010 в містах Одеса та Дніпро. Вже з початком 2011 року і протягом всього 2013 року були активно охоплені міста Івано-Франківськ, Рівне та місто Миколаїв.

Найбільший розвиток для компанії «Оптимальне таксі 579» був у 2014 році, де за один рік філії компанії відкрилися ще в понад 16 містах України, таких як місто Житомир, місто Кам'янське, місто Луцьк, місто Кривий Ріг, місто Тернопіль, місто Хмельницький, місто Чернівці, місто Херсон, місто Біла Церква, місто Кропивницький, місто Черкаси, курорт Буковель, місто Кам'янець-Подільський, місто Чернігів та міста Суми і Маріуполь.

Вже починаючи з 2019 року компанія «Оптимальне таксі 579» провела ребрендинг, результатами якого стала поява група компаній «Opti Global» під спільним брендом Opti та мала вже власний додаток у для встановлення на комп'ютери та смартфони існуючих та потенційних клієнтів. Цей додаток мав

функцію для замовлення до 10 окремих транспортних послуг, можливість замовлення адресної, або кур'єрської доставки, покупки квитків на всі види залізничних, автобусних та авіа рейсів в Україні [1].



Рисунок 1.1 - Opti Таксі

Станом на середину 2024 року компанія Opti має філії в 48 найбільших містах та населених пунктів України, таких як: Івано-Франківськ, Ірпінь, Бердичів, Бердянськ, Бровари, Буковель, Біла Церква, Володимир, Вінниця, Городок, Дніпро, Дрогобич, Дубно, Дунаївці, Житомир, Запоріжжя, Здолбунів, Калуш, Кам'янець-Подільський, Кам'янське, Канів, Київ, Ковель, Кривий Ріг, Кропивницький, Луцьк, Львів, Маріуполь, Миколаїв, Одеса, Полтава, Рівне, Самбір, Сміла, Стрий, Суми, Тернопіль, Трускавець, Ужгород, Харків, Херсон, Хмельницький, Чемерівці, Черкаси, Чернівці, Чернігів, Чорноморськ, Яремче.

Наразі компанія має гнучку систему тарифів, таких як: «Стандарт» (іномарки та вітчизняні автомобілі), «Комфорт» (авто підвищеної комфортності), «Бізнес» (авто преміум класу BMW 5, Audi A6 і подібні), «Універсал» (авто з великим багажником), систему скидок: «40% на 2 поїздки у додатку», «3% кешбек з кожної поїздки у додатку», має служба підтримки клієнтів «16/7».

Має ще такі послуги:

- професійне медичне перевезення хворих;
- послуги евакуатора;
- вантажних перевезень.
- послуги таксі для корпоративних клієнтів [2].

1.1.2 Конкурентоспроможність в сфері перевезення

Визначення поняття «бренд», іншими словами «торгова марка» (ТМ) і «брендинг» - функція з просування на ринку торгової марки, є одними з найважливіших складових сучасної мережевої компанії, що планує успішний розвиток та розширення своєї діяльності на ринку послуг з перевезення пасажирів і товарів.

Як правило, фірми змушені вкладати значні суми коштів в рекламу своїх товарів і послуг і створення надійної репутації послуг на цьому ринку. У свою чергу, ця діяльність впливає на вибір конкретного споживача, що і загалом визначає комерційний успіх. Брендінг в основному і формує конкуренцію фірм, що має важливі наслідки для економічного добробуту, ось чому важливо розуміти стратегії брендингу фірм, як вони впливають на позитивні і негативні результати на ринку послуг.

У міру того як економіка спільного використання розширюється в Україні, поява служб замовлення поїздок зменшила ринкову частку індустрії таксі. Будучи регульованою та загальнодоступною службою зі спеціальною клієнтською базою, традиційна індустрія таксі потребує підвищення власної конкурентоспроможності та збереження своєї частки на ринку [3].

Різні споживачі можуть віддавати значну перевагу одному продукту перед подібним іншим з різних на то причин, наприклад, наскільки функціональним або ефективним є запропонований продукт; наскільки він є надійним; як довго він триває свої властивості; наскільки він простий у повсякденному використанні. Найчастіше це не можна легко спостерігати під час покупки, але споживачі можуть їх оцінити лише в міру знайомства з цим продуктом. Щоб споживач міг обрати продукт, який найкраще відповідає його потребам і вподобанню, він повинен спиратися на свій минулий досвід споживання та на інформацію про продукт, надану виробником або третьою стороною. Тобто йому потрібно

покладатися на репутацію продукту. Це працює лише тоді, коли споживач можуть надійно ідентифікує товар від різних виробників на ринку, тобто спирається на функцію, яку виконують бренди. Якби виробники могли самостійно продавати свою продукцію під одним і тим же брендом, то споживча аналітика мала б невелику цінність, і виробники не могли б створити репутацію.

Бренди пропонують не лише репутаційну цінність. Споживач, який стоїть перед вибором між двома подібними товарами, але з різними торговими марками, все одно може вибрати одну марку замість іншої. Навіть може бути готовий заплатити вищу ціну за бажану марку. І, як правило, це пов'язано з тим, що бренди мають іміджеву цінність. Споживач може отримати значне задоволення від носіння тих же сонцезахисних окулярів, що і голлівудський актор. Частіше цінність іміджу пов'язана і з демонстрацією права власності на певний запропонований бренд іншим членам суспільства. Особливо це актуально для багатьох предметів розкоші, де бренди дозволяють споживачеві повідомити про свій достаток. Однак це стосується і інших зображень; Споживачі вибирають бренди, щоб передати, наскільки вони традиційні, сучасні, альтернативні, спортивні та модні.

Раціоналізуючи систему товарних знаків, економічний аналіз в основному зосереджується на репутаційній цінності бренду [9].

Одним із факторів, який визначає пріоритет вибору клієнтом служби тієї чи іншої служби таксі є надійність і рівень надання сервісу і безпека його поїздки.

Для цього автомобілі служби таксі мають відповідати удосконаленій система допомоги водієві (ADAS).

1.1.3 Системи допомоги водієві

1.1.3.1 ADAS

Удосконалена система допомоги водієві включає набір технологій у транспортному засобі, які надають активну інформацію про безпеку, втручання

водія та допомогу з паркуванням за допомогою людино-машинного інтерфейсу (HMI) в автомобілі. Інформація з камер і датчиків поєднується зі складними програмними розрахунками для надання допомоги під час виконання цілого ряду функцій водіння.

Переваги ADAS:

1. Найбільш значною перевагою ADAS є підвищення безпеки водіння за рахунок зменшення людських помилок. Оскільки багато його функцій (наприклад, допомога в русі руху та підтримка нічного бачення) пов'язані з уникненням аварій до того, як вони відбудуться, ADAS вважається частиною набору функцій «активної безпеки» автомобіля. У 2020 році в США сталося 38 824 дорожньо-транспортних пригоди зі смертельними наслідками та понад 5 мільйонів зіткнень. Більше третини з них були спричинені порушенням керування транспортним засобом. ADAS може допомогти зменшити ці цифри, підвищуючи обізнаність водіїв про потенційні небезпеки навколо них і надаючи своєчасні заходи для запобігання аварії. Втручання можуть включати застосування гальм, регулювання керма і навіть прискорення, щоб уникнути зіткнень ззаду.

2. Комплексна функціональність ADAS стає необхідною в сучасних транспортних засобах. Рейтинги безпеки, такі як NCAP у різних регіональних формах, тепер вимагають функцій безпеки ADAS для досягнення найвищого балу. Транспортні засоби без широких можливостей ADAS можуть отримати низький показник безпеки або взагалі не отримати його, що негативно позначиться на продажах.

ADAS може надавати широкий спектр допоміжних функцій, включаючи:

1. Виявлення сліпих зон, коли система виявляє транспортні засоби, які можуть бути поза прямим оглядом через бічне дзеркало, викликаючи попередження водія.

2. Система попередження про виїзд зі смуги руху, де ADAS виявляє дорожню розмітку на автомагістралі та сповіщає водія, коли автомобіль збивається зі шляху.

3. Допомога в утриманні смуги руху, яка йде далі, ніж попередження про виїзд зі смуги руху, шляхом завчасного коригування рульового управління, щоб гарантувати, що автомобіль залишається в межах проїзної частини.

4. Адаптивний круїз-контроль, при якому автомобіль підтримує задану швидкість, але також може виявляти автомобілі попереду і знижувати швидкість, якщо транспортний засіб попереду сповільнюється.

5. Адаптивні фари, які виявляють зустрічні транспортні засоби та ближні ділянки дальнього світла для запобігання відблисків

6. 360-градусні паркувальні камери, включаючи вид «з висоти пташиного польоту», які об'єднують вхідні дані з різних напрямків камер у круговий огляд

7. Автоматичне паркування, коли автомобіль маневрує на паркувальне місце з обмеженим втручанням водія.

8. Система попередження про перехресний рух, яка виявляє зустрічні транспортні засоби збоку під час виїзду заднім ходом з паркувального місця.

9. Активне екстрене гальмування, яке виявляє об'єкти на шляху автомобіля та намагається автоматично зупинитися, щоб уникнути аварії.

10. Система запобігання зіткненню, яка втручається в рульове керування, щоб запобігти аварії, або попереднє натягування ременів безпеки, якщо зіткнення неминуче.

11. Виявлення пішоходів і велосипедистів, яке доповнює активне екстрене гальмування та запобігання зіткненню для виявлення пішоходів і велосипедистів на шляху транспортного засобу

12. Моніторинг водія за допомогою камер, спрямованих на водія, які виявляють, наприклад, відволікання, спричинене сонливістю.

Виробники автомобілів зазвичай об'єднують свої ADAS у фірмові пакети, такі як CoPilot 360 від Ford, Safety Sense від Toyota та Active Driving Assistant від BMW (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Деталізації оточення автомобіля за допомогою система ADAS

ADAS покладається на датчики для деталізації оточення автомобіля. До таких датчиків належать камери, ультразвукові прилади, радары, LiDAR, датчики

лобового скла та температури, а також спідометр. Дані з цих входів обробляються програмним забезпеченням на транспортному засобі, яке може їх інтерпретувати. Результати або відображаються водієві за допомогою сповіщень, або при активації втручання в процес водіння.

Система ADAS може забезпечувати попереджувальні вогні на бічних дзеркалах, попередження в цифровій кабіні пілота та проєкційному дисплеї або додаткові огляди на додаткових екранах. На деяких транспортних засобах навіть показано, як система ADAS моделює світ навколо себе, включаючи дорожню розмітку, інші транспортні засоби та такі елементи, як дорожні конуси.

ADAS – це тип периферійних обчислень, у якому транспортний засіб має значну вбудовану обчислювальну потужність плюс складні програмні алгоритми, що дозволяють ефективно інтерпретувати дані з входів датчиків.

Функції ADAS можна класифікувати за рівнем автономності. Термін «автономне водіння» відноситься до функцій ADAS, що знаходяться на найвищому кінці спектру автономності та дозволяють транспортному засобу перейти деякі або всі функції водіння від людини-оператора. Складна система ADAS вже забезпечує певний ступінь автономного водіння. Існує шість рівнів автономності ADAS. На рівні 0 ADAS є лише інформаційним, без активного втручання водія. Рівень 5 – ADAS керує автомобілем повністю автономна; Кермо не є обов'язковим, тому що автомобіль може їздити і переміщатися без допомоги людини. Рівень 5 ще не став комерційно доступною функцією [4].

Згідно з темою кваліфікаційної роботи магістра треба розробити інформаційну систему для служби таксі Орті з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія.

До ADAS і входить функція моніторингу фізичного стану водія за допомогою камер, спрямованих на обличчя водія, які і за допомогою КС і виявляють, відволікання, спричинене сонливістю, алкогольним станом,

попереджають водія, сприяють безпечній зупинці автомобіля, вмикають аварійну сигналізацію та оперативно передають цю інформацію у диспетчерський цент.

Системи моніторингу водія ставатимуть все більш важливою частиною набору функцій ADAS автомобіля. Нові можливості будуть додані разом з даними з інших зовнішніх і внутрішніх датчиків за допомогою злиття датчиків.

1.2 Аналіз існуючих систем моніторингу фізичного стану водія

1.2.1 Опис системи моніторингу водія

Система моніторингу водія – це функція безпеки, що включає датчик (зазвичай камеру) у кабіні автомобіля, який спостерігає за людиною за кермом. Він попереджає водіїв, коли вони сонливі або неуважні до дороги, і втручається, якщо водій став недієздатним або не реагує на аварію, що насувається.

Переваги системи моніторингу водія:

1. Системи моніторингу водія спочатку були розроблені для підвищення безпеки. Попередження водія про те, що він не концентрується на дорозі, може запобігти багатьом аваріям. У найгірших сценаріях, коли водій міг повністю втратити свідомість, транспортний засіб зі складною системою ADAS може безпечно зупинитися або навіть з'їхати на узбіччя, використовуючи можливості автономного водіння.

2. У міру того, як більш високі рівні автономності транспортних засобів легалізуються і комерційно доступні, системи моніторингу водія набуватимуть все більшого значення. Для рівнів автономності до 4 рівня включно водії повинні залишатися уважними та готовими взяти на себе керування в надзвичайних ситуаціях. Ефективна система моніторингу водія матиме важливе значення для того, щоб автономна система транспортного засобу отримала схвалення регулюючих органів.

Тепер Європейський Союз зобов'язує, щоб усі моделі транспортних засобів мали системи моніторингу водія, починаючи з 2024 року. Кваліфікаційна

програма Euro NCAP з безпеки також додає бали до оцінки безпеки транспортного засобу, якщо на його борту є система моніторингу водія, що робить це важливою функцією для отримання п'ятизіркового рейтингу.

Системи моніторингу водія вперше були представлені компанією Toyota в 2006 році. З тих пір вони були впроваджені у вигляді фірмових рішень, серед яких:

- супер круїз для Cadillac;
- розширена система асистента руху в пробках для BMW;
- система моніторингу водія Seeing Machines (вбудована в ADAS від декількох виробників).

У зв'язку з важливим характером систем моніторингу водія для високих рейтингів безпеки в майбутньому, більшість виробників почали впроваджувати їх в існуючі автомобілі або оголосили про впровадження для майбутніх нових моделей.

Хоча додаткові функції, такі як датчики дотику на кермі, можуть доповнити це, повнофункціональна система моніторингу водія працює за допомогою камери. Ця камера може бути в рульовій колонці, але в деяких системах вона розміщена в іншому місці салону, наприклад, на панелі приладів. Камера оснащена інфрачервоними світлодіодами або лазерами, щоб гарантувати, що вона може бачити обличчя водія навіть вночі та очі, навіть якщо вона прикрита сонцезахисними окулярами.

Камера відстежує голову, очі та обличчя водія. Ці дані використовуються для побудови базової моделі того, як вони будуть виглядати при уважному керуванні, на яку потім звертаються для виявлення сигналів неухважності водія, оп'яніння або сонливості. Сигнали можуть включати надмірне моргання, нахил голови або закриття очей. Система також може розрізнити водія, який дивиться на дорогу попереду, і розсіяна дивиться. Ці системи стають все більш витонченими у виявленні неухважної поведінки за допомогою штучного інтелекту.

Як тільки система моніторингу водія помітить неуважність або водій виглядає сонним, вона згенерує попередження. Залежно від автомобіля та поточних умов це може бути звуковим, видимим або обома. Деякі системи можуть навіть вібрувати сидіння водія. Якщо автомобіль в даний час знаходиться в режимі допоміжного водіння, який включає самостійне кермо, попередження можуть починатися з менш нав'язливого попередження, яке неухильно збільшується, поки водій не відновить увагу.

Якщо автомобіль виявляє неуважність одночасно з аварійною ситуацією, що очікується, він може автоматично застосувати гальма або керувати кермом, щоб уникнути зіткнення. Деякі транспортні засоби також можуть виявляти недієздатність водія та знижувати швидкість до повної зупинки або з'їжджати на узбіччя. Це також може зробити автономні режими водіння недоступними до кінця сеансу водіння.

Системи моніторингу водія можуть забезпечити більш складне керування на основі жестів. Камери з оглядом більшої частини салону автомобіля можуть включати моніторинг пасажирів. Це може дозволити системі моніторингу повідомляти водія, який залишає свій транспортний засіб, якщо він залишив дитину на задньому сидінні або інші предмети, що залишилися в автомобілі.

У майбутньому можливості ідентифікації систем моніторингу водія також можуть бути використані для розпізнавання обличь, що дозволить автомобілю виявляти авторизованих водіїв для додаткової безпеки. Ця система також може автоматично активувати індивідуальні налаштування водія, регулювання положення сидіння, системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, інформаційно-розважальної системи та інших конфігурацій салону [5].

1.2.2 Аналіз існуючих систем моніторингу поведінки водія

Система моніторингу поведінки водія – це цифрова платформа, яка відстежує та аналізує поведінку та дії водіїв у автопарку. Використовуючи

комбінацію датчиків, GPS і бортової діагностики, ці системи надають безцінну інформацію про те, як водії взаємодіють з транспортними засобами, сприяючи безпеці, ефективності та дотриманню вимог.

Відомо, що системи моніторингу поведінки водія підвищують ефективність та безпеку під час управління автопарками. Використання цих платформ у своїй діяльності має багато переваг. Ось деякі з ключових причин використовувати ці системи моніторингу для управління поведінкою та безпекою водія:

1. Зменшення кількості нещасних випадків. Системи моніторингу поведінки водія допомагають керівникам виявляти ризиковану поведінку, таку як різке гальмування та перевищення швидкості. Це дозволяє керівникам швидше вирішувати ці питання, що призводить до меншої ймовірності нещасних випадків.

2. Паливна економічність. Моніторинг поведінки водія також дозволяє керівникам виявляти, як і коли водії неефективно використовують паливо. Це полегшує організаціям визначення того, які методи економії палива спрацюють для організації, а також знижують операційні витрати.

3. Відповідність та підзвітність. Ці платформи допомагають забезпечити дотримання правил дорожнього руху та правил безпеки. Ось чому системи моніторингу поведінки водіїв підвищують підзвітність, захищаючи як водіїв, так і організації від юридичних ускладнень.

4. Ключові особливості. Найкраще вибирати програмне забезпечення для моніторингу водіїв, яке має функції, що задовольняють потреби конкретної організації. Таким чином, можна отримати платформу, яка пропонує найбільші переваги для конкретної діяльності. Однак є також деякі функції, які є обов'язковими в системах моніторингу поведінки водія, наприклад, наступні:

- відстеження в режимі реального часу: миттєво контролюйте та відстежуйте місцезнаходження та рух транспортних засобів у режимі реального часу, забезпечуючи швидке реагування у разі надзвичайних ситуацій або відхилень від запланованих маршрутів;

- запис подій: фіксація та аналіз критичних подій, таких як раптове прискорення, різке гальмування та різкі повороти, забезпечуючи повне розуміння поведінки водія;

- оцінювання водіїв - запровадження системи оцінювання на основі поведінки водія, що дозволяє виявляти високопродуктивних водіїв і тих, хто потребує додаткового навчання;

- настроюванні звіти - створення індивідуальних звітів на основі конкретних показників, які сприяють прийняттю рішень на основі даних та оцінці продуктивності;

- мобільна доступність - отримання доступу до даних моніторингу та звітів на ходу через мобільні додатки, забезпечуючи статистику в режимі реального часу з будь-якого місця.

5. Вибір правильної системи моніторингу поведінки водія. З усіма різноманітними системами моніторингу на ринку може бути важко знайти найкращу для конкретної організації.

Розглянемо шість найкращих систем моніторингу поведінки водія (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Логотипи шістьох найкращих систем моніторингу поведінки водія

1. SafetyCulture (раніше iAuditor) – система моніторингу поведінки водіїв.

Ідеально підходить для компаній, яким потрібна потужна та масштабована платформа, SafetyCulture дозволяє відстежувати поведінку водія на дорозі та збирати дані Глобальної системи позиціонування (GPS). Використовуючи SafetyCulture, організації також можуть оцифрувати свої перевірки безпеки та

оцінку ризиків, гарантуючи, що всі водії проходять необхідні методи безпеки перед виїздом на дорогу, має наступні функції:

- відстежує дані GPS водія та відстежує поведінку водія, таку як при аварії, перекидання, перевищення швидкості, різкому гальмуванні та проходженні поворотів, налаштовуючи та інтегруючи телеметричні пристрої та інші рішення для моніторингу;

надайте можливість водіям-одинакам на полі дотримуватися правил безпеки та дотримуватися правил за допомогою системи SHEQSY;

- оцифровує процес перевірки безпеки за допомогою цифрових контрольних списків, щоб переконатися, що водії проходять усі бази, перш ніж вирушити в дорогу.

- сприяє регулярному навчанню нових та існуючих водіїв методам безпеки та новим технологіям або практикам впровадження стандартних протоколів;

- спрощує для водіїв повідомлення про різні інциденти та проблеми та використовуйте дані для пошуку потенційних сфер для вдосконалення за допомогою функцій звітування про інциденти.

2. Motive – система моніторингу поведінки водія, яка дозволяє проводити інструктаж водія та виявлення аварій у режимі реального часу, а також оцінювати показники безпеки водія протягом певного часу, щоб отримати точний показник ризику для водія, та має наступні функції:

- динамічний підрахунок ризиків;
- інструменти для навчання водіїв;
- профілактичне обслуговування;
- платформи, що підтримуються: Інтернет, ПК, iOS, Android.

3. Verizon Connect – система моніторингу поведінки водія дає змогу відстежувати транспортні засоби в полі в режимі реального часу, отримуючи краще уявлення про поведінку водія та ввімкнувши своєчасні плани реагування на мінливі ситуації, особливо коли водії перебувають у дорозі. Ця платформа надає

способи вимірювання та просування економічного та безпечного водіння автопарком організації, та має наступні функції:

- контроль перевищення швидкості та суворі попередження про водіння;
- реєстрації історій з призначень водіїв;
- оцінка безпеки водія та порівняльний аналіз;
- платформи, що підтримуються: Інтернет, ПК, iOS, Android.

4. Samsara – система моніторингу поведінки водія.

Samsara є популярним вибором для організацій, яким потрібна потужна та проста у використанні платформа для керування автопарком та моніторингу поведінки водіїв. Ця платформа допомагає водіям формувати безпечні звички та покращувати свою поведінку, особливо на дорозі, та має наступні функції:

- автоматичні призначення водія та завдання;
- виявлення інцидентів;
- реєстрація та аналіз показників паливної економічності водія;
- підтримувані платформи: Web, iOS, Android.

5. Система моніторингу поведінки водія MiX від Powerfleet розроблена для підвищення безпеки водіння. MiX від Powerfleet допомагає організаціям відстежувати та повідомляти про небезпечне водіння та підтримувати дотримання вимог безпеки. Він також пропонує комплексну систему моніторингу поведінки водія, яка зосереджена на підвищенні ефективності та економічності для компаній, які керують власним автопарком, та має наступні функції:

- контроль залученості водіїв та підрахунок балів;
- моніторинг небезпечної поведінки за кермом;
- навчання водіїв у режимі реального часу;
- платформи, що підтримуються: Інтернет, ПК, iOS, Android.

6 Fleet Complete – система моніторингу поведінки водія автопарку здійснює контроль поведінки водія. Fleet Complete – це комплексне рішення, яке допомагає компаніям підвищити безпеку, ефективність та дотримання вимог. Платформа

пропонує інструменти для відстеження, аналітики та проактивного тренінгу в режимі реального часу, а також численні інтегровані датчики для всебічного моніторингу, та має наступні функції:

- повідомлення про ризики;
- персональний трекер для безпеки самотнього працівника;
- моніторинг справності автомобіля
- платформи, що підтримуються: Інтернет, ПК, iOS, Android.

Щоб спростити завдання з вибору конкретної системи попередньо розглянутих шістьох найкращих систем моніторингу поведінки водія, можна рекомендувати коротку розбивку варіантів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Критерії вибору системи моніторингу поведінки водія [6]

Система моніторингу поведінки водія	Безкоштовна версія	План оплати	Мобільний додаток
SafetyCulture	Так, пробна	\$24/за користувача на місяць (виставляється щорічно)	Так
Motive	Ні	Зв'яжіться з постачальником для уточнення цін	Так
Verizon Connect	Ні	Зв'яжіться з постачальником для уточнення цін	Так
Samsara	Ні	Зв'яжіться з постачальником для уточнення цін	Так
MiX by Powerfleet	Ні	Зв'яжіться з постачальником для уточнення цін	Так
Fleet Complete	Ні	Зв'яжіться з постачальником для уточнення цін	Так

Як видно з табл. 1.1 у рейтингу топ-6 існуючих систем моніторингу поведінки водія вартість є досить суттєвою, що негативно вплине на тариф перевезення, тому доцільно розробити власну систему моніторингу поведінки водія.

1.3 Програмно-апаратна платформа для реалізації система моніторингу фізичного стану водія

1.3.1 Принцип роботи програмного моніторингу водія

Система моніторингу водія – це нова технологія на основі камери, яка відстежує пильність водія. Система не тільки розпізнає водія, а й перевіряє його

рівень пильності, щоб підвищити безпеку для пасажирів та інших учасників дорожнього руху. Система моніторингу водія попереджає водія про виявлення ознак сонливості або відволікання. Інші системні додатки включають ідентифікацію водія та вибір певних функцій в інтерфейсі приводу за допомогою очей. Ці функції сприяють підвищенню безпеки та більш інтуїтивному використанню функцій допомоги водієві нового покоління (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 - Моніторинг водіїв

Автомобіль оснащений вбудованою в приладову панель камерою, яка фокусується на обличчі водія, що дозволяє використовувати такі функції, як:

- ідентифікація водія для автоматичного відновлення транспортних засобів та налаштувань;
- моніторинг втоми водія та оповіщення його про сонливість;

- моніторинг уважності водія та забезпечення того, щоб він не відволікався на дорозі та був у курсі будь-якої небезпечної ситуації [7].

Система моніторингу водія має повідомити самого водія та менеджерів, як тільки буде зафіксовано будь-яка дія у автомобілі, яка може призвести до дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). Це може запобігти наведеним нижче діям за допомогою сповіщень про події:



Куріння



Відволікання



Сонливість



Позіхання



Відсутність водія



Камеру заблоковано

Рисунок 1.5 - Дії водія у автомобілі, які можуть призвести до ДТП

Сучасна технологія системи моніторингу водія має і недоліки. Може бути важко точно оцінити поведінку водія, особливо в складних сценаріях. Деякі змінні можуть ускладнити розпізнавання втоми, відволікання або навіть емоцій. Обставини освітлення, варіації рис обличчя та прикуси, такі як сонцезахисні окуляри, є прикладами цих факторів.

Помилкові спрацьовування та негативні результати іноді можуть спричинити проблеми, такі як непотрібні попередження або пропущені важливі події.

Ось чому при розробці автомобільних систем безпеки, де практично немає місця для помилок або компромісів, треба розробляти якісне ПЗ у тісній співпраці з автомобільною промисловістю відповідно до автомобільних процесів.

Програмне забезпечення має бути гнучким і незалежним від апаратного забезпечення, що дозволить застосовувати його в будь-якій системі, в будь-якому транспортному засобі. Це дозволить запропонувати найкращу продуктивність при найменших вимогах для процесорів, існуючих на ринку, забезпечуючи при цьому плавну адаптацію до різних потреб наших клієнтів.

Використання пристроїв моніторингу водія має етичні наслідки:

- доступ роботодавця до інформації про водіїв у режимі реального часу;
- забезпечення справедливості і запобіганню упередженого ставлення через поведінку водія;
- отримати доступу до даних, зібраних системами моніторингу водіїв

Встановлення чітких етичних принципів та правил має вирішальне значення для належної розробки та впровадження систем моніторингу водіїв [10].

1.4 Завдання

Система розпізнавання обличчя в сфері надання послуг перевезення людей та вантажів дозволяє збільшити рівень безпеки поїздки, шляхом упередженого виявлення стану втоми, сп'яніння, відволікання водія.

В даній роботі треба розглянути можливість створення системи розпізнавання обличчя для таксі Opti.

Предметом дослідження слід вважати технології та програмні засоби розпізнавання обличчя.

Метою роботи буде підвищення ефективності моніторингу фізичного стану водія за рахунок використання технології розпізнавання обличчя.

Основним завданням для досягнення поставленої мети буде необхідність здійснення аналізу сучасного стану вирішення задачі розпізнавання обличчя.

Провести аналіз існуючих алгоритмів і технологій для реалізації функцій розпізнавання обличчя, розробка базового функціоналу застосунку з функцією розпізнавання обличчя, тестування системи розпізнавання обличчя.

Розроблювана система моніторингу водія в режимі реального часу з розпізнаванням поведінки на основі орієнтирів обличчя має пропонувати практичний і надійний підхід для підвищення безпеки та пильності водія під час поїздки.

2 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

В кваліфікаційній роботі магістра необхідно розробити інформаційну систему служби таксі Орті з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія.

Розглянемо теоретичні відомості, які необхідні для створення надійної система моніторингу водія в режимі реального часу з виявленням заплющення очей на основі орієнтирів обличчя та розпізнаванням пози голови [11].

2.1 Вступ

Система моніторингу водія в режимі реального часу - DMS, призначена для моніторингу поведінки водія під час водіння, використовуючи розпізнавання поведінки на основі оцінки орієнтирів обличчя.

Система, як правило, використовує інфрачервону (ІЧ) камеру для захоплення та аналізу відеоданих. За допомогою оцінки орієнтуру обличчя з виявленої області обличчя витягується важлива інформація про положення голови водія та зону навколо очей, отриману за допомогою детекції обличчя.

Запропонований в літературі [11] метод складається з двох окремих модулів, кожен з яких орієнтований на розпізнавання конкретних форм поведінки.

У першому модулі використовується аналіз пози голови для виявлення випадків неуважності. Відстежуючи рухи голови водія по горизонтальній і вертикальній осях, цей модуль оцінює рівень уваги водія.

У другому модулі реалізований фільтр розпізнавання із закриттям очей для виявлення випадків сонливості. Залежно від безперервності закриття очей система класифікує їх як періодичну сонливість або постійну сонливість. Переваги запропонованого методу полягають у його ефективності та можливостях у режимі реального часу, оскільки він повністю покладається на відео з ІЧ-камери для обчислень та аналізу.

Розроблювана система має пройти оцінку за допомогою IR-наборів даних, що продемонструвавши її ефективність у моніторингу та точному розпізнаванні поведінки водія.

2.2 Розвиток система моніторингу водія

Для аналізу стану водія досліджуються різні методи, включаючи сонливість і неухважність, про що свідчать літературні попередні дослідження [12...15].

Традиційні системи моніторингу водія зазвичай оцінюють поведінку водія на основі моделей водіння, таких як дрифт і ривок, які були розроблені до ери технологій глибокого навчання та функцій автономного водіння. Ці системи використовують протокол OBD-II (яким обладнанні всі автомобілі, починаючи з 2000 р.) для збору даних про водіння, а статус водія аналізується шляхом інтеграції схем водіння з системою комп'ютерного зору. Дослідники також аналізували використання технології комп'ютерного зору для аналізу стану водія на основі рис обличчя. Однак камери RGB стикаються з проблемами в реальних програмах через варіації навколишнього середовища, такі як зміна освітлення, умови та складні передумови. Щоб подолати ці обмеження, деякі дослідження використовували ІЧ-камери для параметризації рис обличчя для методів комп'ютерного зору.

Аналіз рис очей і жестів водія відіграє вирішальну роль в оцінці їх стану. У різних дослідженнях вивчалася інформація про очі та жести водія, щоб зрозуміти їхній стан. Крім того, з появою глибокого навчання були проведені помітні дослідження щодо аналізу статусу водія за допомогою розпізнавання поведінки за допомогою мереж згорткових нейронних мереж (CNN). Існують різні методології для систем аналізу стану водія. Серед них чільне місце займають методи, засновані на класифікації зображень, для розпізнавання виразу обличчя водія і його загального стану. Останнім часом техніка трансформатора зору набула популярності в області комп'ютерного зору. Крім того, для забезпечення надійності

та управління мультимодальними даними можуть бути використані методи класифікації зображень на основі злиття рішень. Отже, багато сучасних систем моніторингу водіїв використовують технології глибокого навчання. Однак при впровадженні комп'ютерного зору на основі глибокого навчання в системи можуть знадобитися подальші дослідження для протидії атакам зловмисника¹.

Проаналізуємо DMS, яка використовує зображення, отримані за допомогою ІЧ-камери, для виявлення сонливості та неуважності водія. Щоб виявити ці стани лише на основі відеозаписів, необхідно проаналізувати поведінку водія.

Все починається з виявлення обличчя водія, після чого витягуються орієнтири на обличчі для двох основних цілей: оцінка пози голови для виявлення неуважних ситуацій і розпізнавання закриття очей для виявлення сонного стану водіння.

Оцінка пози голови дозволяє аналізувати напрямок погляду водія, а якщо використовувати нещодавно запропонований фільтр розпізнавання закритих очей використовується для визначення того, чи є водій сонливим чи ні.

Часто використовується методу розширення Юнга [Jung]. Спрямованість робіт з літературних джерел полягає в наданні всебічного опису запропонованої системи, з детальним викладом функціональних можливостей кожного компонента.

2.3 Функцій аналізу стану водія

Розглянемо виділення рис обличчя, які дозволяють аналізувати стан водія. Щоб виявляти випадки сонливого та неуважного водіння, розроблена система моніторингу водія, а також щоб виявити випадки сонливого та неуважного водіння, ми існує система моніторингу водія, така як показано на рис. 2.1.

DMS використовує ІЧ-камеру як джерело вхідного зображення, а зняте зображення використовується для оцінки орієнтиру обличчя.

Ці виділені орієнтири на обличчі служать важливими ознаками для оцінки пози голови та виявлення випадків заплющених очей, які свідчать про сонливість керування автомобілем.

Алгоритми виявлення обличчя відіграє вирішальну роль як попередній крок для оцінки моргання очей і пози голови, які мають важливе значення для аналізу стану водія. Знімки, отримані в системі, повинні мати роздільну здатність 1280×800 пікселів, а рис. 2.2 ілюструє, що обличчя водія має бути послідовно розташоване в центрі зображення.

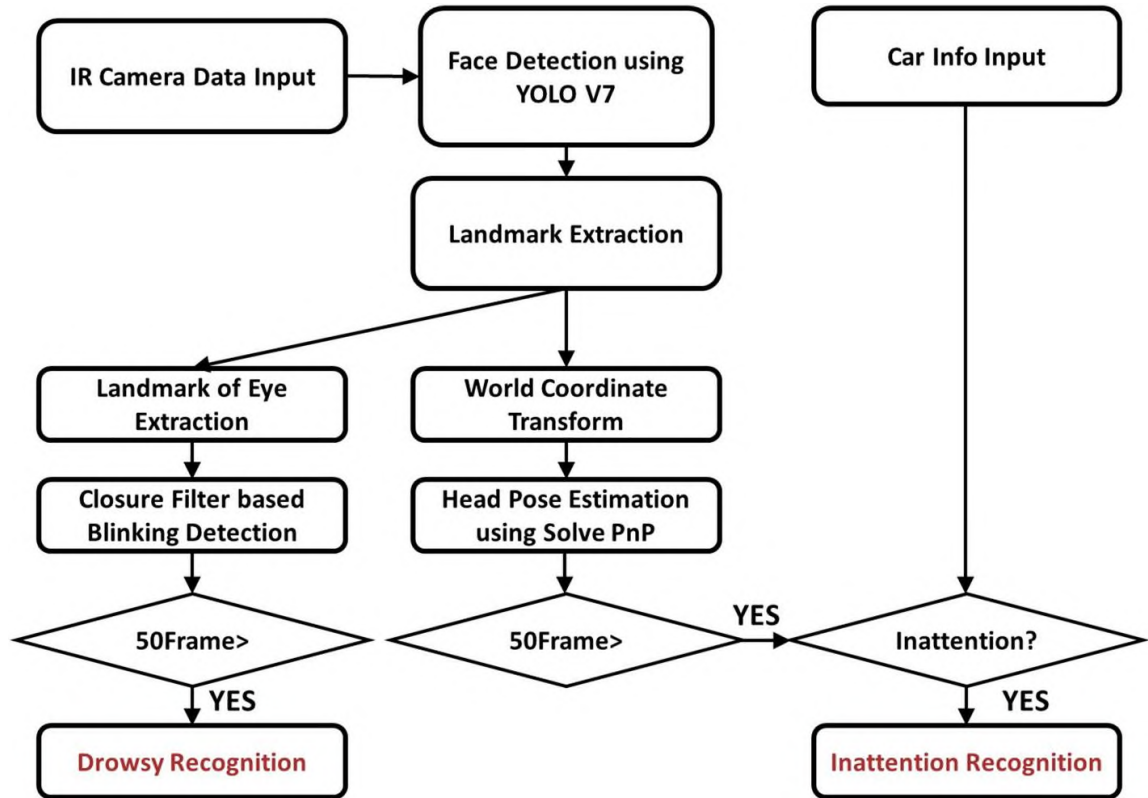


Рисунок 2.1 - Блок-схема аналізу стану водія

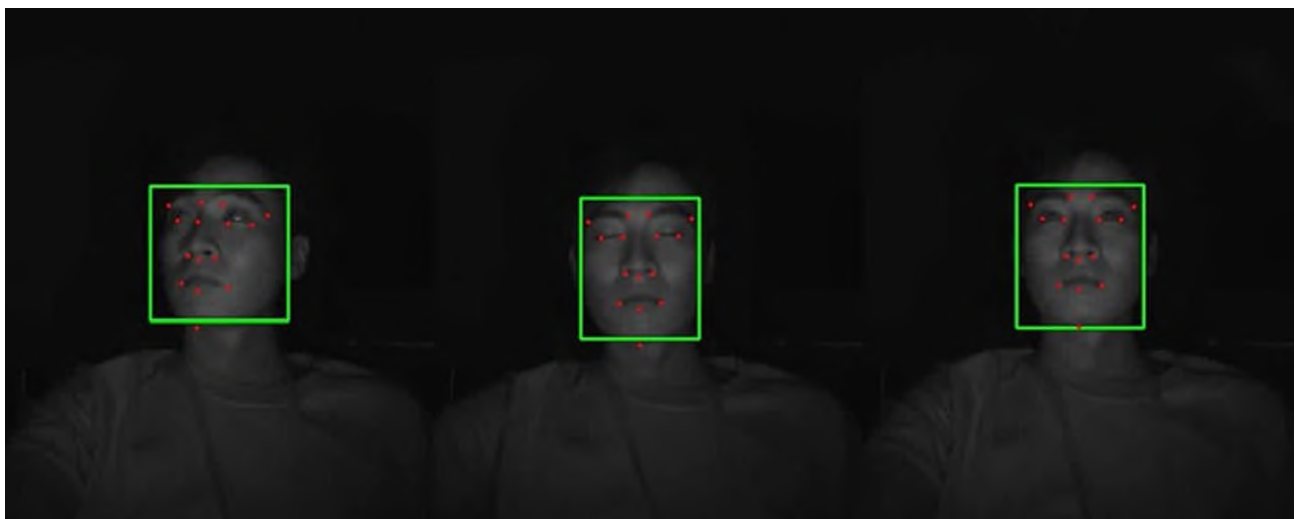


Рисунок 2.2 - Результат виявлення обличчя з приблизними точками орієнтирів на ІЧ-зображеннях.

Завдяки контрольованому середовищу для збору зображень, на яке не впливають обертання, складність фону, умови освітлення та різні розміри об'єктів, кілька алгоритмів виявлення обличчя, таких як SSD, Faster RCNN24 та Efficient Det, показали чудову продуктивність. Оцінивши різні високопродуктивні алгоритми, літературні джерела у переважній більшості рекомендують використовувати мережу YOLOv7 [15...17].

YOLOv7 – це 1-ступеневий алгоритм детектування, схожий на SSD-детектор, що пропонує як задовільну продуктивність, так і високу швидкість обробки. Для навчання детектору YOLO ми використовуємо спеціальні набори даних разом із дикими наборами даних. Виокремлюючи риси обличчя на основі виявлених обличч на зображеннях, дається змога детально аналізувати стан водія.

Останніми роками виявлення орієнтирів на обличчі зазнало значного прогресу, завдяки технологіям глибокого навчання, таким як Openface і Retinaface, які лідирують [18, 19].

Однак у системі моніторингу водія існують значні витрати, пов'язані з виявленням обличчя за допомогою глибокого навчання та виявленням закриття очей за допомогою фільтрів зображень. Щоб вирішити цю проблему, можна використати алгоритм швидкого вилучення орієнтирів на обличчі Kazemi et al [20].

Алгоритм Kazemi заснований на випадкових сходах і пропонує вигідне поєднання найвищої швидкості виконання та хорошої продуктивності. Враховуючи, що DMS повинна працювати у вбудованому середовищі автомобілю, а не в середовищі робочого столу, метод випадкових сходів по лісам добре підходить для системи аналізу стану водія.

Експериментальне відео, що демонструє виявлення орієнтирів на обличчі за допомогою ІЧ-зображень, наведено на рис. 2.2. Ці витягнуті орієнтири служать обов'язковими ознаками.

2.4 Аналіз стану водія

2.4.1 Визначення обличчя для аналізу стану водія

Обраний алгоритм аналізу стану водія зосереджений на розпізнаванні двох основних факторів ризику дорожньо-транспортних пригод: 1 - сонливість за кермом та 2 - неуважна поведінка за кермом. У той час як звичайні системи моніторингу водія (DMS) зазвичай інтегрують інформацію програмного аналізу, таку як закриття очей, кивки та виявлення погляду вперед, з інформацією про аналіз обладнання, такою як дані про кермо та швидкість автомобіля, у нашому випадку не розглядається – так як є обмежений доступ до даних ECU автомобіля, які контролюються самим виробником.

Замість цього пропонується система, яка використовує одну камеру для аналізу стану водія, де можна отримати апаратну інформацію, таку як кут повороту керма автомобіля та чи перебуває автомобіль у русі чи припаркований, та інтегрувати її із розробленим ПЗ. Включивши логіку інформації управління транспортним засобом в ПЗ можна створити комплексну систему DMS.

Розглянемо аналіз сонливості і відволікання за кермом виключно на основі даних, знятих однією камерою. Зосереджуючись на цих критичних факторах, система спрямована на підвищення безпеки водіння та зниження ризику аварій, спричинених втомою та неуважністю водія.

2.4.1 Метод аналізу неуважності

Щоб виявити неуважність водія, система має ініціювати процес оцінки положення голови. Оцінка пози голови надає важливу інформацію про кут нахилу голови водія та напрямок погляду, що має важливе значення для розпізнавання жестів голови та визначення погляду вперед. Слід звернути увагу на ознаки сонного водіння, такі як похитування головою з боку в бік або послідовне

кивання, а також на вказівки зосередженості водія на дорозі попереду на основі орієнтації голови при фіксації керма.

Оцінку положення голови можна розділити на два основних підходи: 1 - алгоритми оцінки пози голови на основі глибокого навчання та 2 - алгоритми оцінки пози голови на основі оцінки solvePnP. У той час як методи, засновані на глибокому навчанні, мають перевагу в тому, що не вимагають окремого виділення орієнтиру граней, вони мають обмеження, коли справа доходить до класифікації вивчених класів, і можуть не забезпечувати чисельний аналіз для кожного кадру, що може призвести до помилок у практичному застосуванні. Більш того, використання ресурсномістких алгоритмів в системах реального часу, які вимагають обробки даних в режимі реального часу, може призвести до перепадів у послідовності кадрів.

Рекомендовано обирати метод оцінки пози голови, заснований на алгоритмі оцінки solvePnP орієнтирів обличчя. Алгоритм оцінки пози голови на основі PnP визначає позу голови шляхом встановлення відповідності між 2D координатами та 3D координатами виділених орієнтирів обличчя. 3D координати, які слід оцінити, існують у світовій системі координат, і зі знаннями вектору переміщення та вектору обертання голови, таким чином можна проектувати відповідні 2D координати на 3D системі координат. Оцінка пози голови за допомогою алгоритму solvePnP, наданого OpenCV [21].

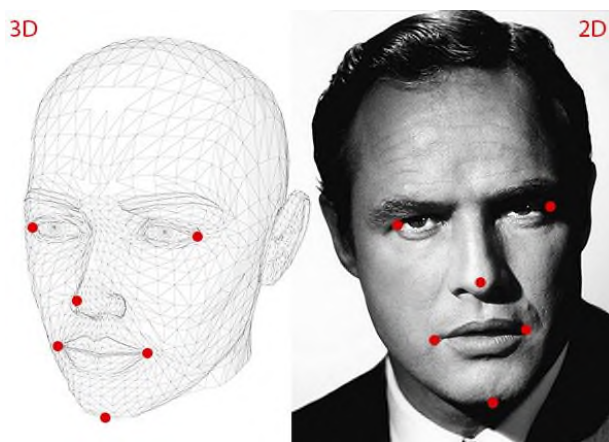


Рисунок 2.3 - Розрахунок 3D пози об'єкта з зображення 2D

Алгоритм solvePnP оцінює вектори обертання та трансляції та перетворює 2D-координати в 3D-координати за допомогою DLT (прямого лінійного перетворення) та оптимізації Левенберга-Марквардта. На рис. 2.4 показана поза голови, виділена за допомогою алгоритму solvePnP.

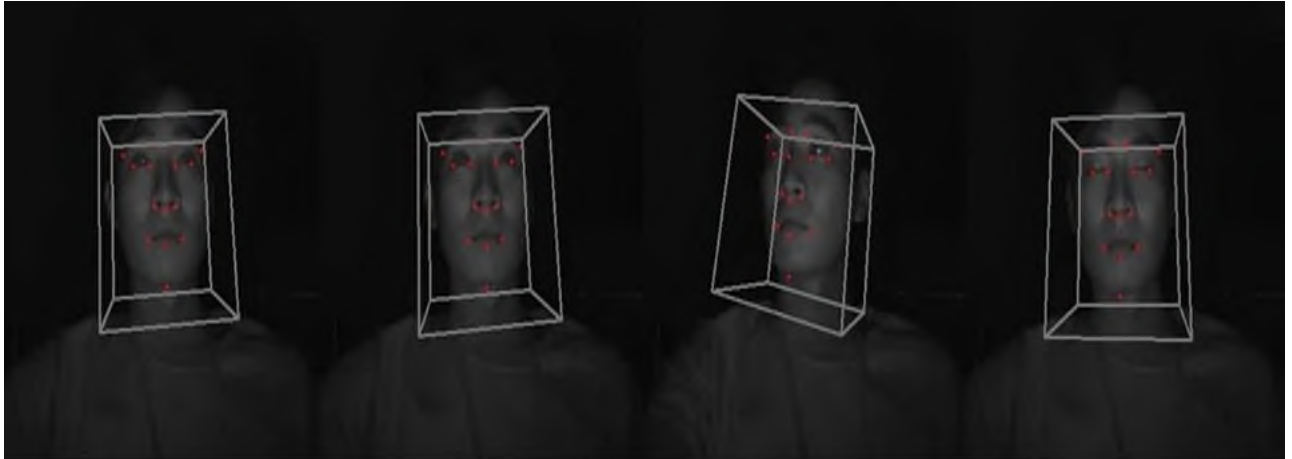


Рисунок 2.4 - Поза голови, виділена за допомогою алгоритму solvePnP

Алгоритм використовує інформацію про кут, отриману з цієї оцінки пози голови, для визначення орієнтації голови та подальшого аналізу ситуації з поглядом вперед. Застосовуючи цей підхід, можна точно оцінити увагу водія до дороги, надаючи цінну інформацію для забезпечення безпечних умов водіння.

2.4.2 Метод аналізу сонливості

Щоб ефективно аналізувати сонливість за кермом, важливо виявляти випадки, коли водій закриває очі. Для цього можна застосувати фільтр виявлення закривання очей, для розпізнавання таких ситуацій. Існуючі екземпляри, що детектують об'єкти, що закривають очі та відкривають очі, виявляються складними через часті випадки закриття очей помилкових спрацьовувань та помилково негативних результатів.

Для вирішення цієї проблеми, слід визначаючи оптимальне порогове значення для точного аналізу області закривання очей на зображенні. На рис. 2.5 представлена візуалізація глибини в інфрачервоному (ІЧ) зображенні на основі значень пікселів.

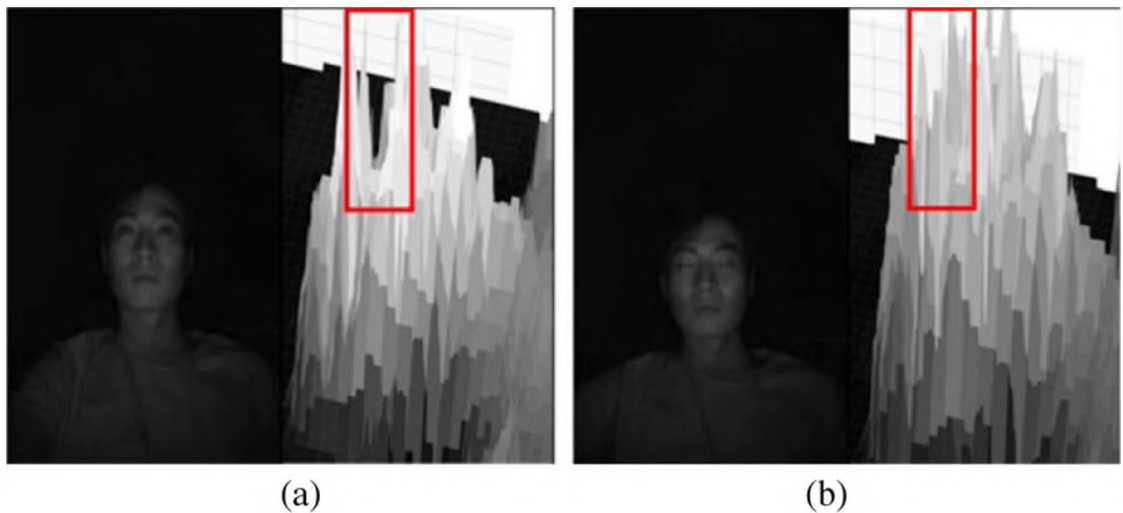


Рисунок 2.5 - Візуалізація результатів глибини на ІЧ-зображенні:

(a) - нормальний стан людини; (b) – людина сонна

Ця візуалізація допомагає зрозуміти, як запропонований метод розрізняє ситуації, що закривають очі. Завдяки точному налаштуванню порогового значення та використанню фільтра виявлення, що закриває очі, наша система прагне надійно визначати, коли водій закриває очі, сприяючи кращій оцінці поведінки водія в сонному стані та підвищуючи загальну безпеку водіння.

На рис. 2.5, а показаний результат візуалізації при відкритих очах водія. Оскільки пікселі, що відповідають очам, мають значення яскравості, близькі до 0, очевидно, що на візуалізації з'являються порожні місця. І навпаки, рис. 2.5, б показує результат, коли очі водія закриті, при цьому область навколо очей заповнюється яскравими пікселями.

Щоб розрізнити стани відкритого та закритого ока, можна використати метод з контролем порогового значення, який заснований на значеннях яскравості пікселів. Процес починається з вилучення обрізаного зображення очей за допомогою орієнтирів на обличчі. Далі здійснюється обчислення порогового значення T за допомогою (2.1), яке усереднює мінімальне та максимальне значення пікселів на зображенні I . Це порогове значення потім використовується для бінаризації, де пікселі, більші за T , встановлюються як білі, а пікселі, менші або рівні T , — як чорні.

$$T = (\min(I) + \max(I)) / 2, \quad (2.1)$$

Отримане бінаризоване зображення, отримане за допомогою цього процесу порогового регулювання, зображено на рис. 2.5. Ефективно застосовуючи цю техніку бінаризації, цей метод точно визначає стан очей, сприяючи надійному виявленню випадків, що закривають очі. Це сприяє ретельному аналізу сонної поведінки за кермом, що в кінцевому підсумку підвищує загальну безпеку водіння.

Виконуючи порогову обробку, як показано на рис. 2.6, низькі значення пікселів очей дозволяють чітко визначити риси очей.

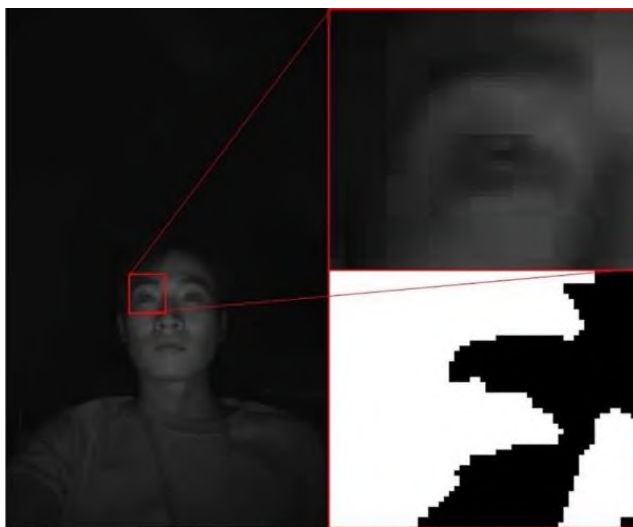


Рисунок 2.6 - Результат порогового процесу на області очей

Щоб виявити ці характеристики, слід застосовувати фільтр виявлення закриття очей на основі фільтра зображення, зображеного на рис. 2.7.

Цей запропонований фільтр сканує зображення, ковзаючи по ньому, і шукає області пікселів, які відповідають певним умовам.

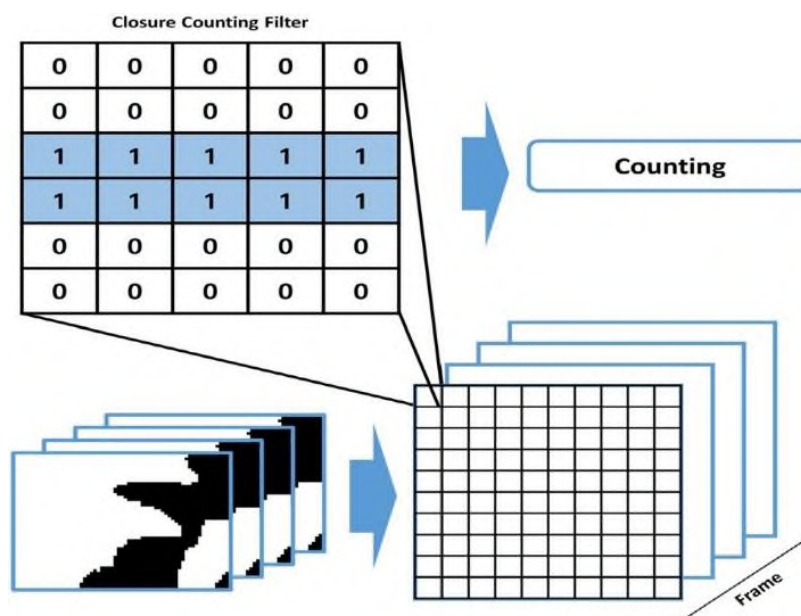


Рисунок 2.7 - Фільтр розпізнавання закриття очей для розпізнавання сонливості на ІЧ-зображеннях.

Коли фільтр застосовується до ситуацій, коли очі відкриті, не знаходить задовільної зони. Однак при застосуванні фільтра до ситуацій, коли очі закриті, як показано на рис. 2.7б, точно визначаються закриті риси очей. Запропонований метод виявляється придатним для виявлення ситуацій сонливості, оскільки він може точно визначити область навколо очей порівняно з алгоритмами на основі глибокого навчання та забезпечує швидку швидкість обробки. Визначення сонної ситуації, коли кількість пікселів, виявлених через фільтр, перевищує 40 і зберігається протягом 50 кадрів і більше. Такий підхід є ефективним засобом виявлення випадків сонливого водіння шляхом аналізу поведінки очей. Надійно виявляючи ситуації із заплющеними очима за допомогою запропонованого фільтра, можна підвищити безпеку водія, своєчасно попереджаючи або втручаючись у сценарії сонного водіння, що в кінцевому підсумку запобігає потенційним аваріям.

3 СИНТЕЗ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Еволюція систем диспетчеризації таксі

Системи диспетчеризації таксі відіграють вирішальну роль в ефективній роботі та управлінні службами таксі. Протягом багатьох років ці системи еволюціонували від традиційних ручних методів диспетчеризації до передових технологічних рішень. У цій статті ми розглянемо еволюцію систем диспетчеризації таксі, від їх раннього початку до сучасних рішень, які сьогодні трансформують індустрію таксі.

На зорі існування служб таксі диспетчеризація передбачала ручний радіозв'язок між таксистами та центральною диспетчерською конторою. Водії повідомляли про свою наявність і отримували завдання на поїздку через двосторонній радіозв'язок. Хоча цей метод дозволяв певну координацію, він часто був неефективним, схильним до непорозуміння та обмеженим у своїй здатності обробляти великі обсяги дзвінків.

Впровадження комп'ютерних диспетчерських систем зробило революцію в індустрії таксі. Системи CAD автоматизували процес диспетчеризації, що дозволило підвищити ефективність зв'язку та координацію. Диспетчери можуть керувати замовленнями на поїздки, відстежувати місця розташування таксі та призначати поїздки залежно від близькості. Цей прогрес значно скоротив час реагування, покращив розподіл ресурсів і покращив загальну якість обслуговування.

Інтеграція мобільних терміналів передачі даних ще більше вдосконалила системи диспетчеризації таксі. MDT дозволили здійснювати зв'язок між водіями та диспетчерами в режимі реального часу за допомогою мереж передачі даних. Водії отримували інформацію про поїздки безпосередньо на своїх терміналах, усуваючи потребу в голосовому зв'язку. MDT забезпечили швидшу та точнішу диспетчеризацію та підвищили продуктивність водія.

Інтеграція GPS ознаменувала значну віху в еволюції систем диспетчеризації таксі. Оснастивши таксі GPS-пристроями, диспетчери отримали видимість місцезнаходження транспортних засобів у режимі реального часу. Ця інновація дозволила більш точно відстежувати, точно визначати приблизний час прибуття та ефективно розподіляти поїздки залежно від близькості. Інтеграція з GPS підвищила ефективність роботи, скоротила час реакції та підвищила задоволеність клієнтів.

Поява веб-додатків і мобільних додатків зробила революцію в індустрії таксі. Додатки для виклику таксі, такі як Uber, Lyft та місцеві альтернативи, змінили спосіб бронювання та відстеження таксі пасажирів. Ці додатки дозволяли пасажирам замовляти поїздки, переглядати дані водія, відстежувати місцезнаходження таксі та здійснювати безготівкові платежі — і все це зі своїх смартфонів. Цей прямий зв'язок між пасажирами та водіями обійшов традиційних диспетчерів, що ще більше спростило процес бронювання та розподілу поїздок.



Рисунок 3.1 - Інтеграція технології штучного інтелекту для диспетчеризації таксі

Останнім досягненням у системах диспетчеризації таксі є інтеграція технології штучного інтелекту (ШІ). Системи на основі штучного інтелекту використовують алгоритми машинного навчання для аналізу величезних обсягів даних, включаючи історичні схеми поїздок, дорожню обстановку та доступність водія. Це дозволяє диспетчерам приймати більш обґрунтовані рішення в режимі

реального часу, оптимізуючи розподіл ресурсів, скорочуючи час очікування та підвищуючи загальну операційну ефективність.

Платформи спільного використання поїздок, такі як UberPOOL і Lyft Line, запровадили динамічну маршрутизацію для подальшої оптимізації диспетчеризації. Ці системи узгоджують кілька пасажирів, які подорожують в одному напрямку, зменшуючи кількість окремих поїздок і максимізуючи використання транспортного засобу. Динамічні алгоритми маршрутизації розраховують найефективніші маршрути з урахуванням кількох точок висадки, дорожніх умов та вподобань пасажирів. Такий підхід значно зменшує затори, знижує витрати та підвищує екологічну стійкість.

Еволюція систем диспетчеризації таксі принесла значний прогрес у галузі таксі. Від традиційної радіодиспетчеризації до комп'ютерних систем, мобільних терміналів передачі даних, інтеграції GPS, веб-додатків і мобільних додатків, диспетчеризації на основі штучного інтелекту та динамічної маршрутизації – кожен етап сприяв підвищенню ефективності, скороченню часу очікування та покращенню якості обслуговування пасажирів. Оскільки технології продовжують розвиватися, ми можемо очікувати подальших інновацій, які змінять індустрію таксі, зробивши її більш зручною, ефективною та орієнтованою на клієнта, ніж будь-коли раніше [22].

3.2 ПЗ диспетчеризації таксі

Програмне забезпечення для диспетчеризації таксі призначене для управління та автоматизації процесу відправлення таксі клієнтам. Це комп'ютерна система, яка використовує передові алгоритми та дані в режимі реального часу для ефективного призначення та відправлення таксі до місць розташування клієнтів. Це ПЗ використовується компаніями таксі, компаніями з виклику таксі та компаніями з управління автопарком для оптимізації своєї діяльності та забезпечення кращого досвіду клієнтів.



Рисунок 3.2 - Диспетчерська комп'ютерна система таксі

ПЗ працює шляхом збору та аналізу даних у режимі реального часу з кількох джерел, включаючи GPS, потік трафіку та запити клієнтів. Потім ці дані обробляються алгоритмами програмного забезпечення для розрахунку найоптимальнішого маршруту для таксі, щоб швидко та ефективно дістатися до місця розташування клієнта. Система також враховує такі фактори, як поточні погодні умови та відстань до пункту призначення, щоб забезпечити найкращий сервіс як для клієнта, так і для водія таксі.

За допомогою програмного забезпечення для диспетчеризації таксі таксомоторні компанії можуть ефективніше керувати своїм автопарком, скорочуючи час простою та максимізуючи використання своїх транспортних засобів. Це також дозволяє їм відстежувати продуктивність своїх водіїв, включаючи їхню поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів. Ця інформація допомагає компаніям приймати обґрунтовані рішення щодо навчання водіїв та покращення обслуговування клієнтів.

ПЗ також приносить користь клієнтам, надаючи простий і зручний спосіб замовлення таксі. Вони можуть замовити поїздку через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонні дзвінки та чекати прибуття таксі. Програмне забезпечення також забезпечує відстеження таксі в

режимі реального часу, дозволяючи клієнтам знати точне місцезнаходження та час прибуття їхньої поїздки.

ПЗ для диспетчеризації таксі є цінним інструментом як для таксопарків, так і для клієнтів. Це оптимізує процес відправлення, підвищує ефективність і покращує загальний досвід клієнтів. З розвитком технологій це програмне забезпечення продовжує розвиватися та пропонувати більше функцій, щоб зробити індустрію таксі більш ефективною та зручною для всіх залучених сторін.

ПЗ для диспетчеризації таксі революціонізувало спосіб роботи служб таксі, забезпечивши більш оптимізовану та ефективну роботу. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для ефективної відправки таксі до місць розташування клієнтів.

ПЗ збирає дані з різних джерел, таких як GPS і транспортний потік, і обробляє їх для розрахунку найоптимальнішого маршруту для таксі до місця призначення. Він також враховує такі фактори, як погодні умови та відстань, щоб забезпечити найефективніший сервіс як для клієнта, так і для водія.

За допомогою ПЗ для диспетчеризації таксі компанії можуть ефективно керувати своїм автопарком та скорочувати час простою. Це також дозволяє їм відстежувати продуктивність водія, включаючи поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів. Ця інформація допомагає компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення навчання водіїв та обслуговування клієнтів.

Клієнти можуть скористатися цим ПЗ завдяки зручному та простому процесу бронювання. Вони можуть замовити поїздку через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонні дзвінки та чекати таксі. Програмне забезпечення також забезпечує відстеження таксі в режимі реального часу, дозволяючи клієнтам знати точне місцезнаходження та час прибуття їхньої поїздки.

Використання ПЗ для диспетчеризації таксі значно підвищило ефективність та задоволеність клієнтів у галузі таксі. Ця комп'ютерна система використовує

дані в режимі реального часу та передові алгоритми для ефективної диспетчеризації таксі до місць розташування клієнтів.

Дані з різних джерел, включаючи GPS і транспортний потік, збираються і обробляються програмним забезпеченням для визначення найбільш оптимального маршруту для таксі до місця призначення. Інші фактори, такі як погодні умови та відстань, також беруться до уваги, щоб забезпечити найкращий сервіс як для клієнта, так і для водія.

ПЗ для диспетчеризації таксі є цінним інструментом як для таксопарків, так і для клієнтів. Це оптимізує процес відправлення, підвищує ефективність і покращує загальний досвід клієнтів. З розвитком технологій це програмне забезпечення продовжує розвиватися та пропонувати більше функцій, щоб зробити індустрію таксі більш ефективною та зручною для всіх залучених сторін.

ПЗ для диспетчеризації таксі революціонізувало спосіб роботи служб таксі, забезпечивши більш оптимізовану та ефективну роботу. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для ефективної відправки таксі до місць розташування клієнтів.

ПЗ збирає дані з різних джерел, таких як GPS і транспортний потік, і обробляє їх для розрахунку найоптимальнішого маршруту для таксі до місця призначення. Він також враховує такі фактори, як погодні умови та відстань, щоб забезпечити найефективніший сервіс як для клієнта, так і для водія.

За допомогою КС для диспетчеризації таксі компанії можуть ефективно керувати своїм автопарком та скорочувати час простою. Це також дозволяє їм відстежувати продуктивність водія, включаючи поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів. Ця інформація допомагає компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення навчання водіїв та обслуговування клієнтів.

Клієнти можуть скористатися цим ПЗ завдяки зручному та простому процесу бронювання. Вони можуть замовити поїздку через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонні дзвінки та чекати

таксі. Програмне забезпечення також забезпечує відстеження таксі в режимі реального часу, дозволяючи клієнтам знати точне місцезнаходження та час прибуття їхньої поїздки.

Використання ПЗ та КС для диспетчеризації таксі значно підвищило ефективність та задоволеність клієнтів у галузі таксі. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для ефективної диспетчеризації таксі до місць розташування клієнтів.

Дані з різних джерел, включаючи GPS і транспортний потік, збираються і обробляються програмним забезпеченням для визначення найбільш оптимального маршруту для таксі до місця призначення. Інші фактори, такі як погодні умови та відстань, також беруться до уваги, щоб забезпечити найкращий сервіс як для клієнта, так і для водія.

ПЗ для КС дозволяє таксомоторним компаніям ефективно керувати своїм автопарком, скорочуючи час простою та максимізуючи використання своїх транспортних засобів. Це також дозволяє їм відстежувати продуктивність водія, включаючи такі фактори, як поведінка за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів. Ця інформація допомагає приймати обґрунтовані рішення для покращення операційної діяльності та обслуговування клієнтів.

Для клієнтів програмне забезпечення пропонує спрощений і зручний процес бронювання. Вони можуть замовити поїздку через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонні дзвінки та чекати таксі. Програмне забезпечення також забезпечує відстеження таксі в режимі реального часу, надаючи клієнтам точне місцезнаходження та час прибуття їхньої поїздки.

ПЗ для ефективного управління диспетчеризацією пропонує численні переваги для компаній у різних галузях. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для оптимізації процесу диспетчеризації та підвищення операційної ефективності.

Однією з переваг цього ПЗ є його здатність збирати та аналізувати дані в режимі реального часу з кількох джерел, включаючи GPS і потік трафіку. Це дозволяє точно та ефективно планувати маршрут, скорочувати час у дорозі та підвищувати загальну ефективність.

ПЗ може відстежувати та контролювати продуктивність транспортних засобів, скорочуючи час простою та максимізуючи використання ресурсів. Це сприяє зниженню витрат і підвищує операційну ефективність.

Крім того, ПЗ пропонує більш зручний та ефективний процес бронювання для клієнтів. Вони можуть бронювати послуги через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонний дзвінок і чекати відповіді. Відстеження транспортного засобу в режимі реального часу також надає клієнтам приблизний час прибуття та підвищує задоволеність.

ПЗ також забезпечує кращу комунікацію та координацію між диспетчерами та водіями. Оновлення та сповіщення в режимі реального часу дозволяють диспетчерам надавати водіям точну та своєчасну інформацію, забезпечуючи безперебійну роботу та ефективне надання послуг.

Використання ПЗ для диспетчеризації таксі зробило революцію в індустрії таксі, надавши численні переваги як для компаній, так і для клієнтів. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для оптимізації процесу диспетчеризації та підвищення операційної ефективності.

Одним із основних наслідків цього ПЗ є відмова від ручних процесів диспетчеризації. Це призводить до більш точного та ефективного управління парками таксі, скорочення простоїв та підвищення загальної прибутковості.

ПЗ також пропонує більш зручний та ефективний процес бронювання для клієнтів. Вони можуть бронювати послуги через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонний дзвінок і чекати відповіді.

Відстеження транспортного засобу в режимі реального часу також надає клієнтам приблизний час прибуття та підвищує задоволеність клієнтів.

Ще одним значним впливом є покращення моніторингу продуктивності водія та транспортного засобу. ПЗ збирає дані про поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів, що дозволяє компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення навчання водіїв та якості обслуговування.

Крім того, програмне забезпечення забезпечує кращу комунікацію та координацію між диспетчерами та водіями. Оновлення та сповіщення в режимі реального часу дозволяють диспетчерам надавати водіям точну та своєчасну інформацію, забезпечуючи безперебійну роботу та ефективно надання послуг.

ПЗ для диспетчеризації таксі пропонує різноманітні функції, які значно покращують управління автопарком для служб таксі. Ця комп'ютерна система використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для ефективної диспетчеризації таксі та оптимізації загальної роботи.

Однією з основних переваг цього ПЗ є оптимізація управління автопарком. Використовуючи дані в режимі реального часу, компанії таксі можуть відстежувати та контролювати продуктивність своїх транспортних засобів, скорочуючи час простою та максимізуючи використання ресурсів. Це призводить до зниження витрат і підвищення операційної ефективності.

ПЗ також пропонує функції, які допомагають контролювати роботу водія. Збираються та аналізуються дані про поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів, що дозволяє компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення навчання водіїв та якості обслуговування.

Крім того, ПЗ дозволяє краще координувати та комунікувати між диспетчерами та водіями. Оновлення та сповіщення в режимі реального часу дозволяють диспетчерам надавати точну та своєчасну інформацію водіям, що призводить до більш безперебійної роботи та ефективного надання послуг.

ПЗ забезпечує більш зручний та ефективний процес бронювання для клієнтів. Вони можуть бронювати послуги через мобільний додаток або веб-сайт, позбавляючи від необхідності здійснювати телефонні дзвінки та чекати відповіді. Відстеження транспортного засобу в режимі реального часу також дає клієнтам приблизний час прибуття, покращуючи їх загальний досвід роботи з компанією.

Підсумовуючи, програмне забезпечення для диспетчеризації таксі — це комп'ютерна система, призначена для ефективної диспетчеризації таксі до місць розташування клієнтів. Він використовує дані в режимі реального часу та передові алгоритми для оптимізації операцій та підвищення задоволеності клієнтів. Деякі ключові висновки цього ПЗ включають оптимізоване управління автопарком, покращений моніторинг роботи водія, кращу координацію та комунікацію, а також зручний процес бронювання для клієнтів.

ПЗ робить революцію в індустрії таксі, усунувши ручні процеси та підвищивши загальну ефективність, що зробило його цінним інструментом як для компаній, так і для клієнтів [23].

3.3 Апаратна складова для побудови систем моніторингу водіння

3.3.1 Система розпізнавання фізичного стану водія

Система моніторингу водіння включає в себе систему моніторингу водія (Driver Monitoring Systems - DMS) на основі камери, спрямовану на обличчя водія, що забезпечує оцінку присутності та стану водія в режимі реального часу.

DMS складається з системи камер, які спостерігають за обличчям водія, особливо з акцентом на очі. Для того, щоб мати чіткий огляд у темряві, камери підтримуються світлодіодним підсвічуванням або навіть малопотужними лазерами.

Рівень подразників, що застосовуються до водіїв, залежить від фонового шуму та вібрації в транспортних засобах. Таким чином, DMS отримує додаткову інформацію з різних параметрів двигуна, таких як коробка передач, швидкість

обертання, швидкість автомобіля та шум під час руху, який відчувається в салоні автомобіля.



Рисунок 3.3 - Система камер DMS

Якщо DMS вирішує взяти на себе контроль над системами безпеки, вона взаємодіє з додатковими датчиками для зовнішнього світу, такими як зовнішні камери, радар і лідар, щоб впоратися з поточною дорожньою ситуацією.

У випадку, якщо автомобіль оснащений функцією автономного водіння, DMS також повинна співпрацювати з цією системою. Тому, з технічної точки зору, вимоги до апаратного забезпечення досить низькі або навіть присутні, в той час як програмна частина виконує всю важку роботу. Алгоритми виявлення та

аналізу облич відіграють основну роль у DMS. DMS може допомогти надати водієві оповіщення та ініціювати втручання для керування керуванням автомобілем. Система моніторингу водія гарантує, що водій готовий взяти на себе контроль над автомобілем, коли цього вимагає ситуація (табл. 3.1, рис. 3.4).

Таблиця 3.1 - Апаратні продукти для системи моніторингу водія

MCU/MPU	S32V234: S32V2 Процесори для зору, машинного навчання та злиття датчиків
PMIC	FS5600: Автомобільний подвійний регулятор і контролер з моніторами напруги та сторожовим таймером PCA9452: PCA9452 Мікросхема керування живленням для IMX 93x автомобільного процесору PF8100_PF8200: Інтегральна схема керування живленням (PMIC) для високопродуктивних застосувань обробки: 12- Інтегральна схема управління живленням каналу (PMIC) для високопродуктивних додатків обробки FS84: Основа системи безпеки для S32 мікроконтролера, Підходить для ASIL B PF7100: 7-Інтегральна схема управління каналним живленням для високопродуктивних застосувань, підходить для ASIL B Safety Level
Motion Sensor	FXLS8974CF: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$, Малопотужний 12-Бітовий цифровий акселерометр IoT FXLS8964AF: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$, Малопотужний 12-Bit Цифровий акселерометр
CAN Transceiver	TJA1145A: Високошвидкісний CAN-трансивер з частковим підключенням до мережі, CAN FD Швидкість передачі даних до 5 Mbit/s
Ethernet Switches	SJA1110: Багатогігабайтний безпечний і надійний TSN Ethernet Switch з інтегрованим 100BASE-T1 PHYs
FlexRay Interface	TJA1080ATS: FlexRay transceiver: Трансивер FlexRay
Auto Ethernet	TJA1120: TJA1120, ASIL B Сумісний автомобільний сектор Ethernet 1000BASE-T1 PHY трансивер TJA1103: TJA1103, ASIL B Сумісний автомобільний Ethernet 100BASE-T1 PHY трансивер

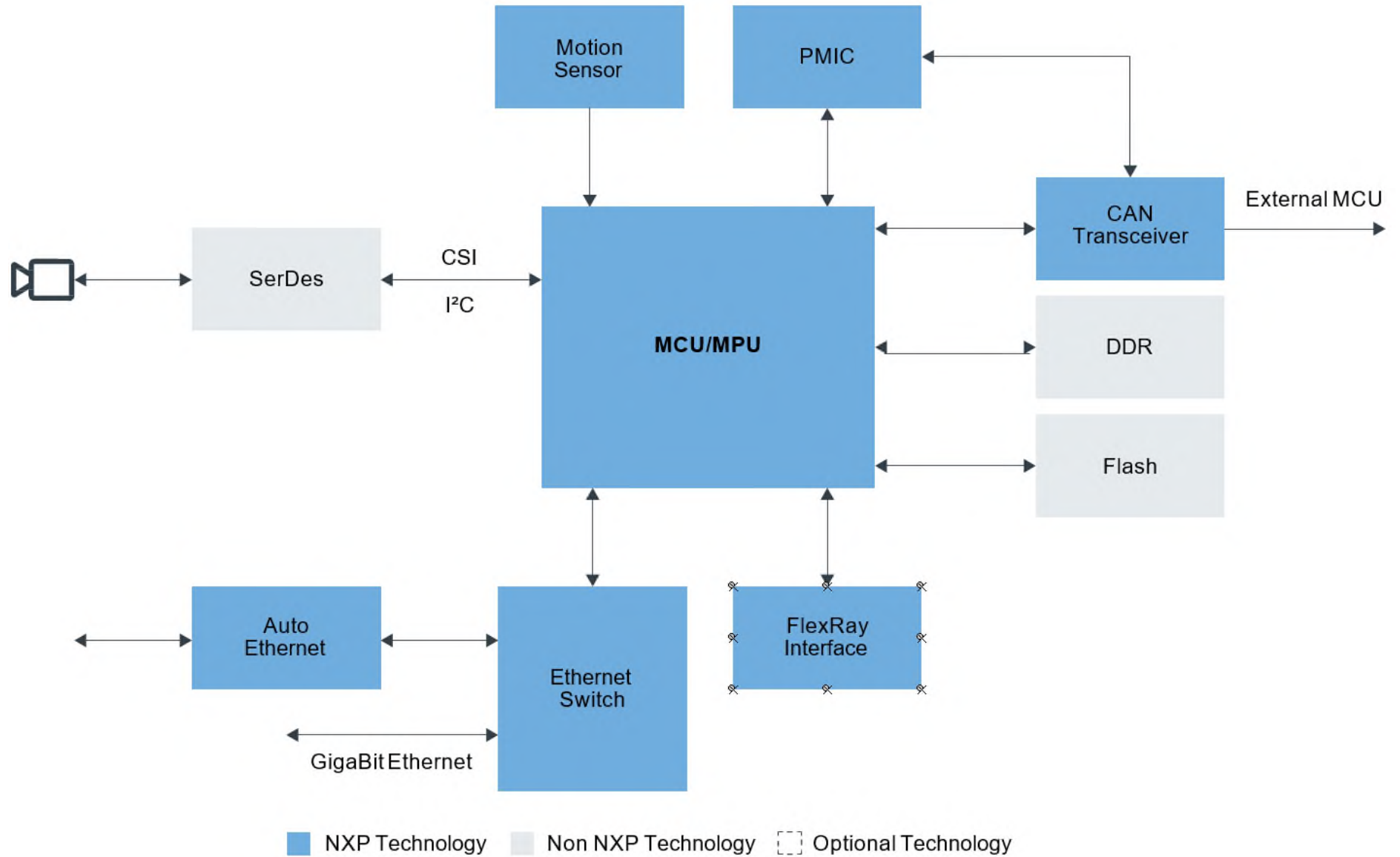


Рисунок 3.4 – Типова блок-схема системи моніторингу водія

3.3.2 Система розпізнавання фізичного стану водія

Для покращення моніторингу продуктивності водія та транспортного засобу є системи збору і обробки даних про поведінку за кермом, час прибуття та оцінки клієнтів, що дозволяє компаніям приймати обґрунтовані рішення для покращення навчання водіїв та якості обслуговування, фізичного стану водія.

Щоб полегшити збір відеоданих для розробки реальних продуктів, розробляються спеціалізовані пристрої для передачі відео в автомобілі. Оцінка ефективності запропонованого того чи іншого методу перевіряється з використанням спеціальних наборів даних під назвою «irdatasets» (Supplementary Information). Як правило, такий набір даних, для проведення досліджень, самостійно створюється розробниками.

Щоб створити надійну систему моніторингу стану водія на основі глибокого навчання, здатну обробляти зміни освітлення, спричинені обертанням запропонованих ІЧ-світлодіодів.

3.3.3 Камера в автомобілі

У сфері автомобільної безпеки системи моніторингу водія (DMS) центральне місце в функціональності цих систем займають різні технології камер, кожна з яких пристосована для задоволення конкретних потреб моніторингу.

Значення DMS помітно зросло після прийняття «Загальних правил безпеки (GSR) Європейського Союзу», які мають набути чинності в червні 2024 року. Ці нормативні акти, спрямовані насамперед на активні заходи безпеки, покликані завчасно запобігати аваріям на дорогах. З огляду на значний внесок людських помилок у виникнення аварії, акцент робиться на моніторингу поведінки водія за допомогою обов'язкових функцій «Попередження про сонливість та увагу водія» (DDAW) та «Розширене попередження про відволікання водія» (ADDW).

2D камери: У DMS переважно 2D NIR-камери використовуються для відстеження рис обличчя, руху очей і змикання повік, виявляючи ознаки сонливості, неуважності або інших форм порушення в режимі реального часу.

Камери ближнього інфрачервоного діапазону (NIR): NIR-камери працюють у ближньому інфрачервоному спектрі, знімаючи зображення за межами видимого діапазону людського зору. Відомо, що ці камери добре працюють за будь-яких умов освітлення, що робить їх ідеальними для програм моніторингу водія, які працюють вдень і вночі.

3D камери: У DMS 3D-камери не часто зустрічаються, оскільки варіанти використання добре висвітлюються в межах можливостей 2D-камер за нижчою вартістю. Однак вони можуть забезпечити точне визначення положення водія (голови) та потенційних відволікаючих факторів.

За результатами літературних джерел для здійснення відео-аналізу за допомогою камери, запропонована камера Can-lab (табл. 3.2) [16].

Таблиця 3.2 – Порівняння камер DSM для встановлення в автомобіль в якості штатного комплекту

Порівняння	CANLAB	Water + Air Jet	Coil Heater	Water jet	Air Jet
Очищення льоду	Підтримується (плавлення та видалення)	Не підтримується	Частково підтримується (тільки плавлення)	Не підтримується	Не підтримується
Очищення від бруду	Частково підтримується (тільки видалення)	Підтримується (видалення та сушка)	Не підтримується	Частково підтримується (тільки видалення я)	Частково підтримується (тільки видалення)
Очищення від пилу, піску)	Частково підтримується (видалення)	Підтримується (видалення та сушка)	Не підтримується	Частково підтримується (тільки видалення)	Частково підтримується (тільки видалення)
Туман	Підтримується	Не підтримується	Підтримується (обігрів)	Не підтримується	Не підтримується
Автономне прибирання (склоочисник)	- підтримується автоматичне виявлення матеріалів; - алгоритм виявлення туману; - алгоритм виявлення брудної лінзи	Не підтримується	Не підтримується	Не підтримується	Не підтримується
Режим очищення	- активне прибирання; - профілактичне чищення	Активне прибирання	Активне прибирання	Активне прибирання	Активне прибирання
Обслуговування	Підтримується	Високий	Низький	Середнє	Середнє

У табл. 3.3 представлено продуктивність камери DSM у припущенні про встановлення автомобіля штатного комплекту.

Конструкція обраної камери включає в себе такі важливі функції, як керування ІЧ-світлодіодом і безперебійне з'єднання між камерою та електронним блоком керування (ECU). Крім того, щоб покращити якість відео за рахунок зниження шуму, рекомендовано використовувати окреме джерело живлення для ІЧ-світлодіодного драйвера. Ці рекомендації є життєво важливими для оптимізації ефективності та продуктивності системи DSM.

Таблиця 3.3 - Продуктивність DSM-камери в припущенні про встановлення штатного автомобіля.

Кількість вихідних пікселів	1280 × 800
Динамічний діапазон	63.9 dB
Співвідношення сигнал/шум (SNR)	max 39 dB
Частота	30 кадрів
Номинальні показники напруги живлення	DC 12V ± 0.5V
Інтерфейс трансмісії	GMSL2
Діапазон робочих температур	- 40 + 85 °C
Діапазон температур зберігання	- 40 + 125 °C

На рис. 3.5 показано плати керування камерою та датчиком зображення. На рис. 3.6 показано зовнішній вигляд Can-lab DMS камера

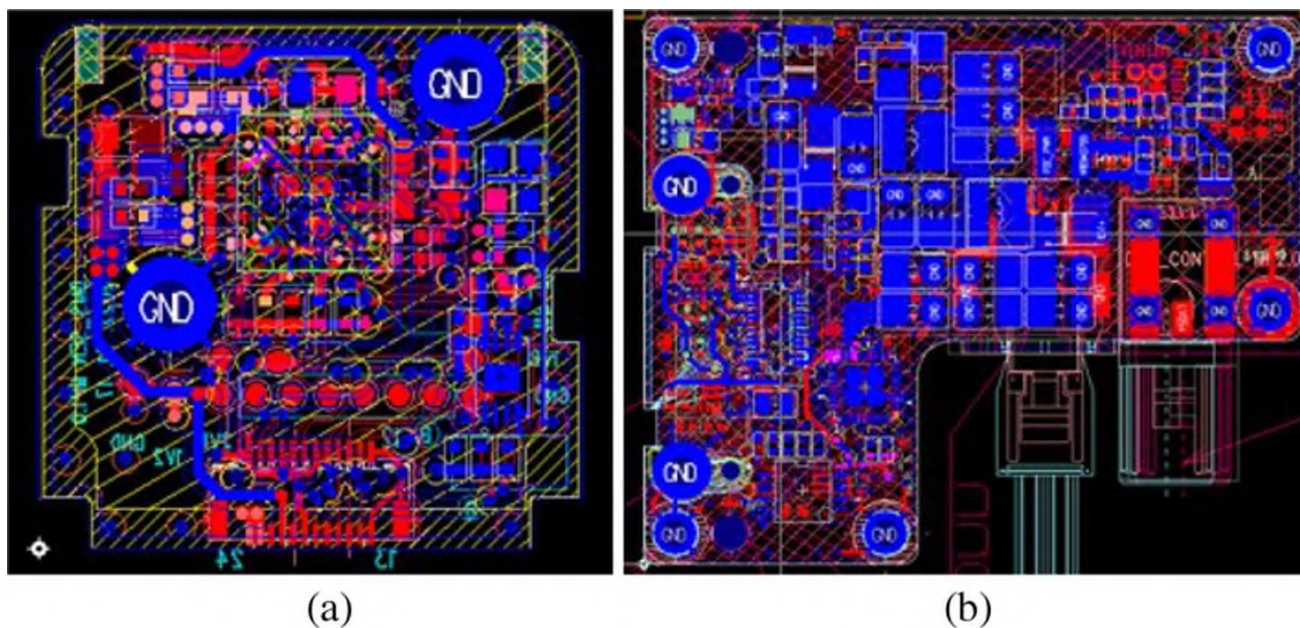


Рисунок 3.5 - Елементи камери DMS:

(a) датчик зображення та (b) плата керування



Рисунок 3.6 - Can-lab DMS камера

Щоб забезпечити ефективне управління теплом, у камери DMS використано стратегічно розсіяне розташування високотемпературних компонентів у конструкції схеми. Крім того, віддана перевага використанню автомобільних матеріалів, щоб підвищити загальну довговічність і надійність камери. Оптимальна ПЧ-друкована плата (PCB) камери виготовлена шляхом проведення температурних випробувань на основі площі друкованої плати. Такий скрупульозний підхід позитивно сприяє надійній роботі та термічній стабільності камери.

У системі моніторингу водія (DMS) для отримання зображень використовується спеціальний пристрій для отримання зображень, розроблений CANlab. Конфігурація цього пристрою для отримання зображень зображена на рис. 3.7, де на рис. 3.7, а показана механічна збірка камери, а рис. 3.7, б відображено розташування камери DMS всередині автомобіля.

Камера, розроблена CANLAB, для використовується тільки для фіксації та подальшого аналізу стану водія за допомогою отриманих зображень.

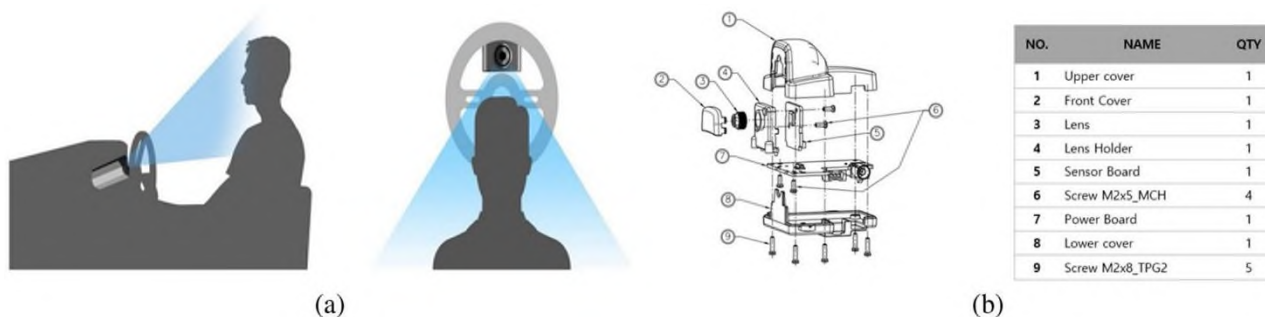


Рисунок 3.7 - Конфігурація системи моніторингу драйверів:

(a) - приклад інсталяції; (b) - внутрішня конфігурація компонентів

Рис. 3.8 ілюструє справжнє встановлення камери DMS разом із зображеннями камери, яка розташована на колонці керма.



Рисунок 3.8 - Камера DMS в CANLAB:

- (a) DMS-камера, встановлена на транспортному засобі;
 (b) прототип камери DMS.

На рис. 3.8, а показана автентична установка, а на рис. 3.8 б показано вигляд камери. Таким чином, пряме розташування камери за нерухомою рульовою колонкою гарантує, що він залишається непорушним під час будь-яких регулювань керма.

На рис. 3.9, а представлений передбачуваний вигляд прототипу запропонованої DMS, що ілюструє її установку в центрі рульового колеса для оптимізованого аналізу обличчя водія. На рис. 3.9, б представлені зразки зображень, що демонструють роботу DMS за допомогою DMS-камери, встановленої на транспортному засобі. Ці зображення відображають можливі результати аналізу стану водія, які будуть отримані шляхом постійного зіставлення інформації з кермового колеса з поточним станом водія.

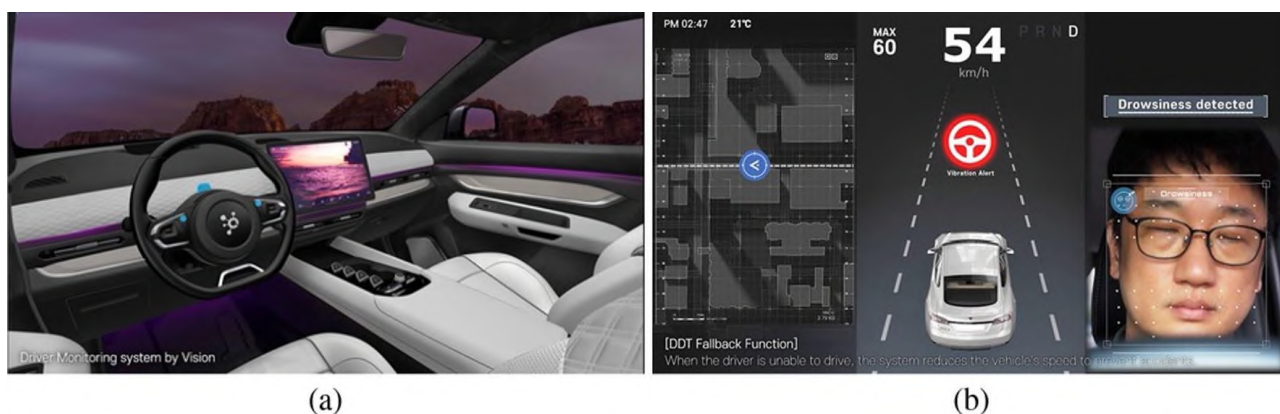


Рисунок 3.9 – Система моніторингу стану водія

- (a) камера DMS, встановлена в центрі керма;
- (b) зразки зображень, що демонструють роботу DMS

3.3.4 Система передачі інформації з автомобіля до диспетчерської служби

Для можливості передачі даних у режимі реального часу, комп'ютер зв'язку автомобіля (VCC) від ErvoCom типу VCC2152 встановлює новий стандарт у галузі автомобільного радіозв'язку. Завдяки модернізованій конструкції апаратного забезпечення та інтелектуальному програмному алгоритму, наш VCC може передавати дані, починаючи від простого визначення місцезнаходження GPS і закінчуючи складним відео-потоким, економічно та з економією часу.



Рисунок 3.10 - Комп'ютер зв'язку автомобіля VCC2152

Комп'ютер зв'язку автомобіля VCC2152 використовує передові радіо-технології, виконаний мініатюрному корпусі так, щоб парк транспортних засобів залишався практично на зв'язку без зусиль та ефективно, де б вони не рухалися.

На додаток до стандартного відстеження місцезнаходження GPS, спостереження за транспортними засобами в режимі реального часу робить його

більш потужним, тим самим прийняття рішень зі станції управління відбувається швидко і миттєво.

Він має додаткові функції, такі як вбудована точка доступу WLAN, періодична синхронізація даних CAN-шини та індивідуальна навігаційна програма, що роблять цей продукт ще більш динамічним та універсальним.

Завдяки вищезазначеним функціям, комп'ютер для зв'язку з транспортним засобом від ErgoCom встановлює для себе новий стандарт у галузі завдяки своєму інноваційному підходу до управління автопарком, він має наступні переваги:

- відстеження транспортного засобу в режимі реального часу;
- автоматична відправка замовлень на автотранспорт;
- спостереження за транспортними засобами в режимі реального часу;
- синхронізація даних CAN-шини автомобіля з сервером;
- централізована широкосмугова передача даних по GSM/UMTS/LTE і WLAN (2,4 і 5 ГГц);
- візуалізація та робота з внутрішнім дисплеєм автомобіля;
- управління системою сонячної панелі на даху за допомогою CAN-шини;
- високо-захищена вбудована точка доступу WLAN;
- міцну механічну конструкцію;
- робочу температуру - від -25 °C до +70 °C;
- призначений для жорстких умов з сильною вібрацією;

Особливості VCC2152:

- трекінг транспортного засобу за допомогою GPS, навігаційної системи ГЛОНАСС;
- 2xGSM, UMTS/HSPA+, LTE модуль з 2 слотами для SIM-карт для різних постачальників послуг;
- WLAN (2,4/5 ГГц) до 150 Мбіт/с із шифруванням WPA2
- запит / синхронізація даних про транспортний засіб у режимі реального часу через CAN-шину;
- пробіг;
- міжсервісний інтервал;

- статус палива, включаючи автоматичне визначення під час заправки та передачу статусу заправки;
- управління автомобілем по CAN-шині;
- відео-інтерфейс (DVI-D) доступ до дисплея автомобіля або зовнішнього дисплея (залежить від типу автомобіля);
- оновлення програмного забезпечення через інтерфейс USB/LAN/Ethernet 100 Мбіт/с, додаткова можливість оновлення через ефірний інтерфейс;
- ізольовані дискретні входи та виходи;
- вбудований контролер живлення з моніторингом системи та функцією автоматичного переходу в режим очікування;
- користувацька область програмного забезпечення (опціонально) [27].

Система моніторингу водіння, яка включає в себе систему моніторингу водія (Driver Monitoring Systems - DMS) виконану на основі CAN-lab DMS камери, яка спрямована на обличчя водія, і забезпечує оцінку присутності та стану водія в режимі реального часу, під'єднана до комп'ютер зв'язку автомобіля VCC2152 по CAN-шині. Програмне забезпечення з аналізу фізичного стану завантажується в користувацьку частину накопичувача для автоматичного його запуску при подачі живлення на комп'ютер зв'язку автомобіля VCC2152.

3.3.5 Апаратна КС

КС, яка розташована в диспетчерській службі таксі «Орті» це комп'ютерна мережа, в якій транспортні засоби та придорожні блоки є вузлами зв'язку, забезпечуючи один одного інформацією, такою як попередження про безпеку та інформацію про дорожній рух. Вони призначені для уникнення аварій і об'їзду заторів на дорогах. Автомобільний зв'язок зазвичай розробляється як частина інтелектуальних транспортних систем (ITS).

Нижче представлена апаратна частина КС, яка розташована в диспетчерській службі таксі «Орті».

Специфікація обладнання КС наведена в табл. 3.2

Таблиця 3.4 - Специфікація апаратних засобів КС

Тип, найменування	Технічна характеристика	Кількість
Маршрутизатор Cisco 2911/K9	Інтерфейс підключення (LAN-порт): 3x10/100/1000BASE-T Керування: Web-інтерфейс, SNMP Базові можливості: Ethernet Брандмауер (Firewall) NAT Підтримка VPN DHCP-сервер Демілітаризована зона (DMZ)	9
Комутатор Cisco WS-C2960L-24PQ-LL	Підтримка протоколу 802. 1x Живлення через Ethernet Plus (PoE+) з потужністю до 370 Вт RJ45 та USB-консоль для спрощених операцій Порти консолі RJ45 Ethernet USB міні-B USB-A порт для зберігання та Bluetooth консолі Процесор та пам'ять: CPU ARMv7 800 MHz DRAM 512 MB Flash 256 MB Продуктивність: Швидкість передачі (64-byte L3 packets) 41. 67 Mpps	15
Серверне обладнання Cisco UCS C180 M4S	Модель процесора Intel Xeon E5-2420 Частота процесора 2.8 GHz Кількість ядер 8 Об'єм оперативної пам'яті 8 Gb Інтерфейс SAS, SATA	5

Щоб побудувати архітектуру КС, було взято до уваги фізичну структуру будівлі та розташування мережевих вузлів. Всі підрозділи знаходяться на одному поверсі.

Мережа розділена на 5 підмереж в залежності від функцій і діяльності підприємства. Підмережа № 1 «Адміністративний відділ» призначена для підключення 46 користувачів. Підмережа № 2 «Департамент транспорту» призначений для підключення - 57 користувачів. Підмережа №3 «Відділ кадрів» призначена для підключення - 98 користувачів. Підмережа № 4 призначена для зв'язку з «фінансовим відділом» - 90 користувачів. Підмережа № 5 «диспетчерський центр» призначений для зв'язку з 221 користувачем.

При побудові КМ використовуються комутаційної будки, розташовані в центральній точці будівлі, де кабелі були прокладені до різних робочих місць і

мережевих вузлів. Кабельна інфраструктура включає в себе наступні типи кабелів:

1. Кабель Ethernet для локальної мережі (LAN);
2. Волоконна-оптичний кабель (HVAC);

Фізична структура мережі залежала від розміщення робочих станцій, серверних кімнат, розподільних шаф та інфраструктури в будівлі. Розташування кабелю розташоване вздовж горизонтальних і вертикальних кабельних лотків.

Горизонтальний кабельний лоток використовується для підключення робочих станцій до розподільних шаф.

Довжина горизонтального кабельного каналу залежить від розташування робочої станції і відстані до розподільного шафи. Для кожної групи локальної мережі з відповідною кількістю вузлів (46, 57, 98, 90, 221), розраховується необхідна довжина горизонтального кабельного каналу.

Шафа для ключів розташована в центральній точці, тому всі секції розташовані приблизно на однаковій відстані 30 м від шафи для ключів. Отже, загальна довжина горизонтальних кабельних каналів для кожної групи локальної мережі:

- група № 1 (46 вузлів): $46 * (30 + 10\%) = 46 * 33 = 1\,518$ м;
- група № 2 (57 вузлів): $57 * (30 + 10\%) = 57 * 33 = 1\,881$ м;
- група № 3 (98 вузлів): $98 * (30 + 10\%) = 98 * 33 = 3\,234$;.
- група № 4 (90 вузлів): $90 * (30 + 10\%) = 90 * 33 = 2\,970$ м;.
- група № 5 (221 вузол): $221 * (30 + 10\%) = 221 * 33 = 7\,293$ м.

Загальна довжина горизонтальних кабельних каналів для всієї мережі КС буде сумою довжин каналів кожної групи лану:

$$1\,518 + 1\,881 + 3\,234 + 2\,970 + 7\,293 = 16\,896 \text{ м.}$$

Було створено групи хостів VLAN із загальними вимогами та взаємодією з ними так, ніби вони підключені до одного домену, незалежно від їх фізичного розташування. Це дозволило групувати кінцеві підмережі на основі різних мережеских комутаторів.

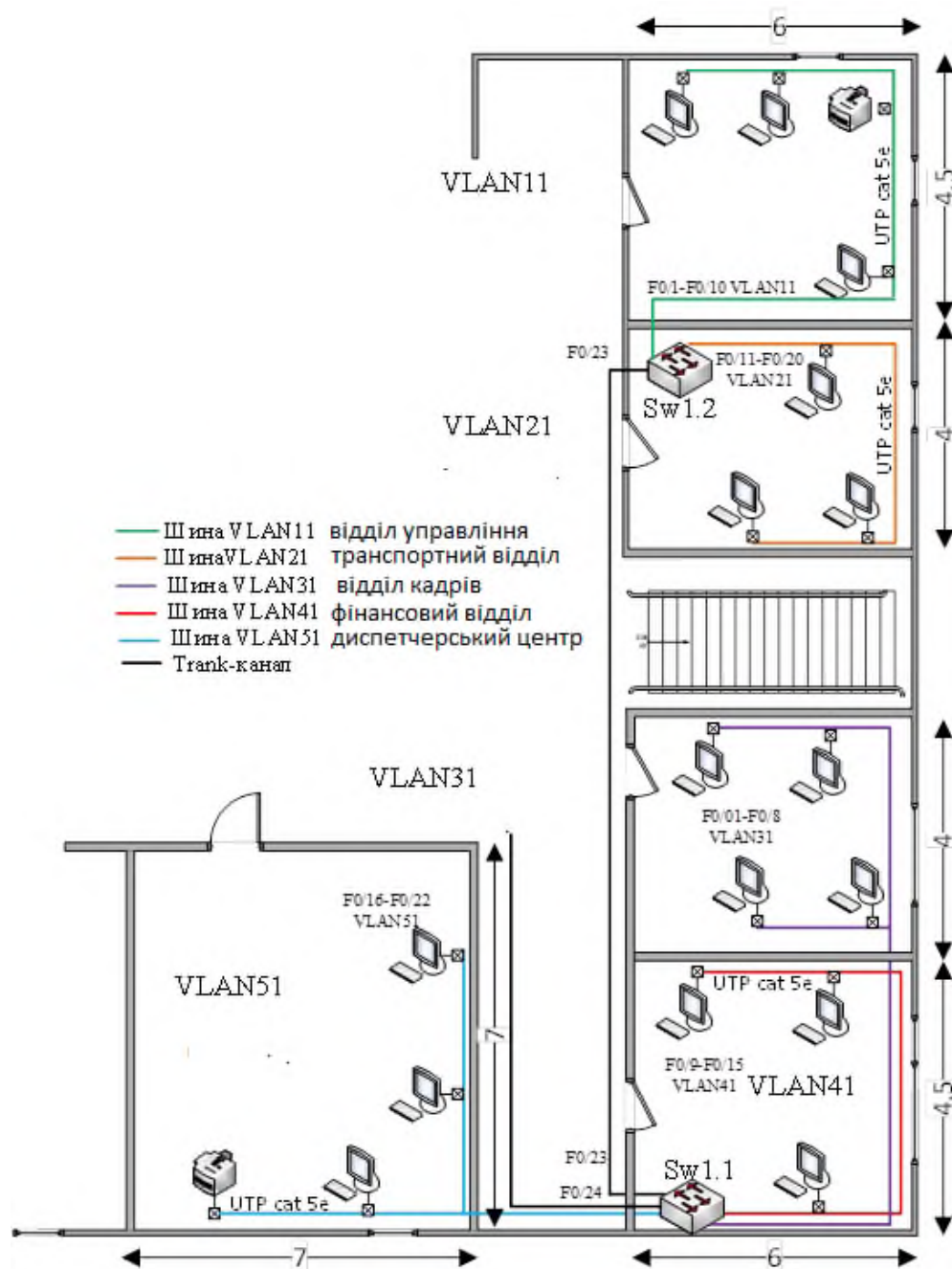


Рисунок 3.11 – Фрагмент схеми фізичної топології мережі

Для організації мережі та обрання маршрутизатору, були врахована кількість вузлів у кожній підмережі, а також загальні вимоги до мережі щодо трафіку та пропускну здатності.

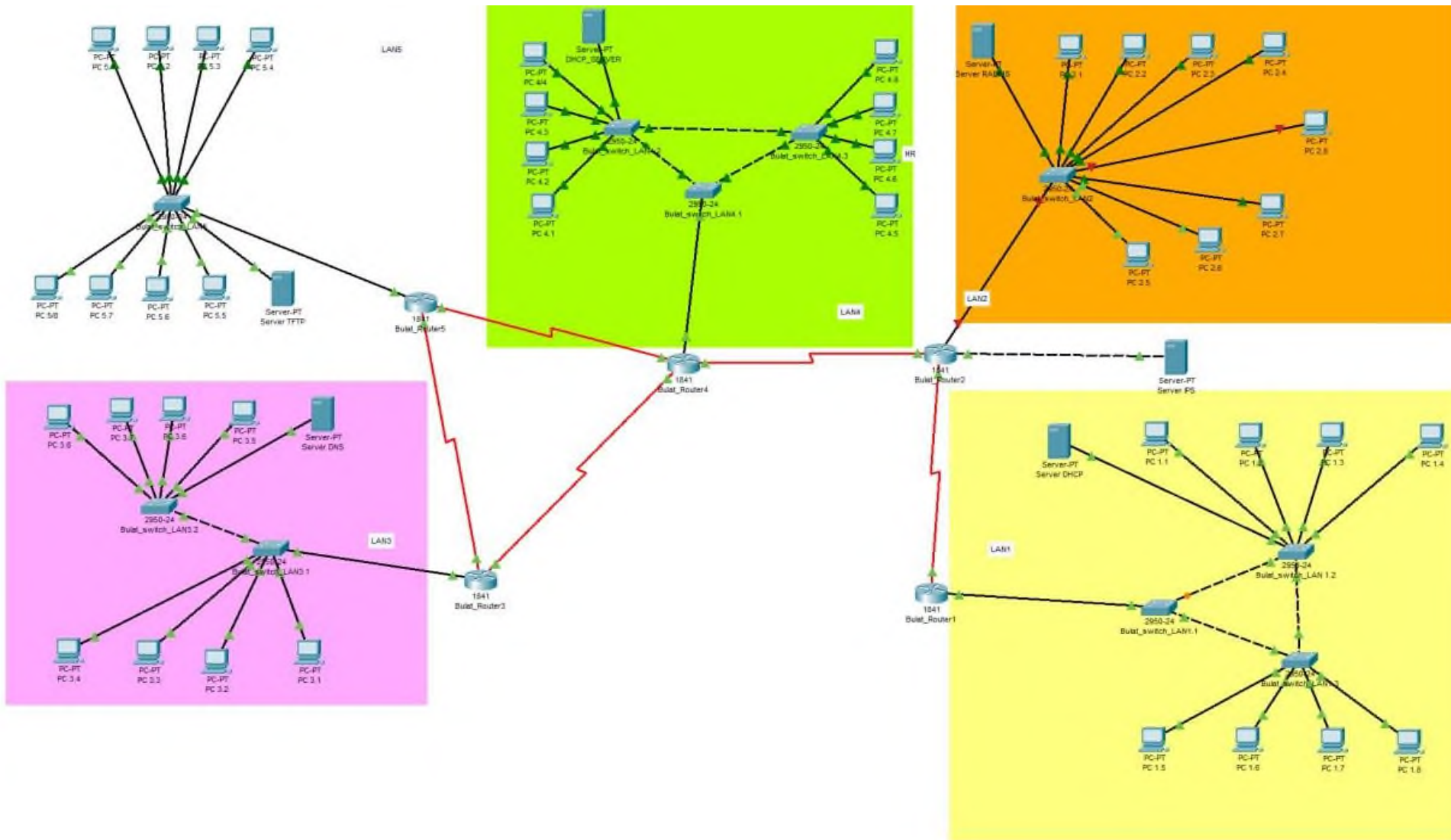


Рисунок 3.12 – Топологічна архітектура мережі

На основному рівні є 5 маршрутизаторів. Мережа Побудована з використанням IP-адреси 172.22.16.0 / 20. Маршрутизатор ділить сегмент IP-підмережу на 5 підмереж.

При розробці мережі використовується технологія NAT, що забезпечує мережевий доступ до Інтернету.

Технологія Ethernet була обрана в якості основної мережевої технології. На рівні доступу робочі групи підключаються за допомогою високошвидкісної технології Ethernet. Між маршрутизатором і комутатором є гігабітне Ethernet-з'єднання.

3.4 Висновок

В частині розділу синтез системи розглянуто інженерно-технічні заходи для здійснення синтезу комп'ютерної інформаційної системи служби таксі Орті з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану.

4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Призначення й область застосування ПЗ

4.1.1 Загальні відомості

В останні роки все більше людської діяльності автоматизується. Так керувати сучасними автомобілями може допомагати автопілот. Він використовує різноманітне ПЗ, яке ґрунтується на різноманітних алгоритмах машинного та глибокого навчання. Серед них можна виділити і задачу розпізнавання дорожніх знаків та різних зображень, розпізнавання людей, обличчя водія з метою аналізу його фізичного стану.

В кваліфікаційній роботі було вирішено розробити ПЗ, яке зможе розпізнавати обличчя зображеннях та відео-потоці. В подальшому ця програма буде інтегрована до КС таксі «Орті» аналізу фізичного стану водія таксі з метою попередження аварійних ситуацій, пов'язаних з небезпечним станом водія при якому заборонено керувати автомобілем.

Розпізнавання обличчя – легке завдання для людини. Експерименти показали, що навіть одно-триденні немовлята здатні розрізнити відомі обличчя.

Девід Хьюбел і Торстен Візель показали, що наш мозок має спеціалізовані нервові клітини, які реагують на конкретні локальні особливості сцени, такі як лінії, краї, кути або рух. Оскільки ми не бачимо світ як розрізнені шматочки, наша зорова кора повинна якимось чином поєднувати різні джерела інформації в корисні патерни. Автоматичне розпізнавання обличчя полягає в тому, щоб витягнути ці значущі риси із зображення, надати їм корисне зображення та виконати певну класифікацію на них.

4.2 Технічні характеристик програмних інструментів

Для написання програми були обрані безкоштовні спеціалізовані програмні продукти такі як середовище розробки програм на мові C++ Visual Studio 2022 та популярна бібліотека комп'ютерного зору OpenCV (Open Source Computer Vision) для версії 3.0 з мовою програмування теж C++. Які працюють на звичайних офісних комп'ютерах та не вимагають від них над великих можливостей.

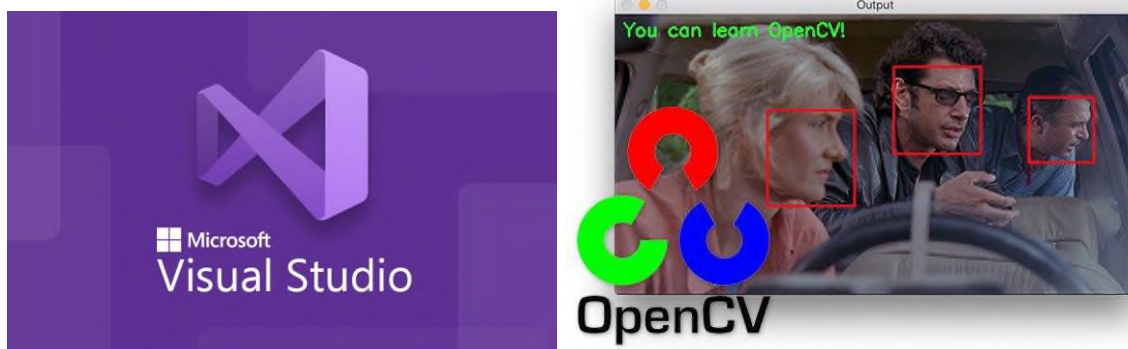


Рисунок 5.1 – Програмні продукти

Мова C/C++ є пріоритетною в автомобільній розробці. Тому створення системи розпізнавання обличчя за допомогою нейронної мережі на мові C++ є актуальною задачею. Сама по собі мова програмування C++ є складнішою для вивчення та розробки, ніж Python, але і є значно швидшою, крім того, бібліотека OpenCV первинно була розроблена саме для мови C++.

OpenCV, започаткована Intel у 1999 р. Кросплатформна бібліотека робить акцент на обробці зображень у режимі реального часу та включає безпатентні реалізації новітніх алгоритмів комп'ютерного зору. У 2008 р Willow Garage взяв на себе підтримку, і OpenCV 2.3.1 тепер поставляється з інтерфейсом програмування на C, C++, Python і Android. OpenCV випускається за ліцензією BSD, тому використовується як в академічних проектах, так і в комерційних продуктах.

OpenCV тепер поставляється з абсолютно новим класом FaceRecognizer для розпізнавання обличчя, тому є можливість відразу почати експериментувати з розпізнаванням обличчя.

Розроблене ПЗ демонструє, як виконувати розпізнавання обличчя за допомогою FaceRecognizer в OpenCV (з повним списком вихідного коду), і дає вам уявлення про алгоритми, що стоять за ними.

На даний момент доступні алгоритми:

1. Власні обличчя.
2. Фишингові обличчя;
3. Гістограми локальних двійкових шаблонів.

Виявлення обличчя стало мейнстрімним трендом на початку 2000-х, коли Пол Віола та Майкл Джонс винайшли спосіб виявлення обличчя, який був

достатньо швидким для роботи на дешевих камерах. Однак зараз є набагато надійніші рішення.

4.3 Опис ПЗ

4.3.1 Загальні відомості

ПЗ для розпізнавання обличчя може бути використана для контролю фізичного стану водія.

Програма має забезпечити високу точність розпізнавання, що дозволить підвищити рівень безпеки будь-якого автомобільного сервісу, а також дасть диспетчерам зручні можливості контролю адекватного стану водія, відображення цієї інформації на фотографіях та відео.

Зазвичай системи розпізнавання обличчя використовуються великими компаніями як внутрішні системи безпеки або в розроблюваних ними продуктах.

Актуальність роботи полягає в розробці системи розпізнавання обличчя, що представляє основу для створення веб-сервісу, який може бути інтегрований із зовнішніми системами і використовуватися в складі системи безпеки транспорту.

У кваліфікаційній роботі ставиться мета розробки такої системи і для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- вивчити можливість використання бібліотеки OpenCV для розпізнавання обличчя, на основі опублікованих джерел;
- вивчити технологію розробки ПЗ на основі бібліотеки OpenCV;
- навчитися розробляти ПЗ на основі Visual Studio та бібліотеки OpenCV на мові C++.
- на основі перерахованого вище реалізувати ПЗ розпізнавання обличчя у вигляді програми для операційної системи Windows 10.

4.3.2 Функціональне призначення

Система розпізнавання обличчя, яка має широкий спектр можливостей для інтеграції в існуючі системи безпеки на автотранспорті.

Для розробки цієї системи була використана мова програмування C++. Проект був побудований з використанням OpenCV, використовувалася спільнота

Visual Studio 2022.. Перебудова потрібна у зв'язку з відсутністю бібліотеки алгоритмів розпізнавання обличчя у стандартному пакеті та, відповідно, API для виклику цього функціоналу з C++.

4.3.3 Опис логічної структури програми

Перший крок.

1. Будемо працювати з двома основними елементами:

- жовта облямівка навколо впізнаваної особи;
- зображень обличчя Кожне з них буде збережено окремо в папку.

2. Виявлення та екстракція обличчя Виконаємо основні кроки: імпортуємо бібліотеки, завантажимо модель розпізнавання, створимо папки для введення зображень і вирізаємо грані.

3. Імпорт бібліотек. Імпортуємо інформацію для доступу до файлів зображень, яка допоможе працювати з багатовимірними масивами.

4. Визначаємо шляхи та завантажуюмо модель з репозиторію OpenCV. Прочитуємо обидва файли та завантажуюмо модель.

5. Створюємо папку. Здійснюємо перевірку, якщо папки не існує, вона буде створена. Те ж саме робимо для папки для вирізаних граней.

7. Читання зображень. Сортуємо всі зображення в папці. Далі перевіряємо розширення файлів, щоб працювати лише з файлами типу .png та .jpg.

8. Виявлення обличчя. Використовуючи `cv2.imread`, читаємо зображення та створюємо крапку за допомогою `cv2.dnn.blobFromImage`. Далі надсилаємо цю крапку в моделі та отримуємо виявлення за допомогою `model.forward()`.

Другий крок.

Побудова жовтих бордюрів навколо граней і збереження їх в каталозі `updated_images`. Далі збереження витягнутих граней в директорії файлів:

1. Створюємо коробки навколо всіх знайдених на зображенні, і фіксуємо початкову і кінцеву точки. Далі створюємо довірче значення. Якщо алгоритм більш ніж на 50 % впевнений, що до детекції обличчя, то показуємо прямокутник навколо нього.

2. Далі за допомогою `cv2.imwrite` зберігаємо зображення в папку `updated_images` з таким же іменем файлу.

3. Зображення з жовтою облямівкою навколо обличчя. Проходимо по всіх гранях, обчислюємо надійність детектування і, якщо вона більше 50 %, витягуємо грань. Саме тут і відбувається видобуток.

Далі зберігається це нове зображення в папці. Тепер все готово, можна обробляти стільки зображень, скільки є, створюючи набори даних для подальшої обробки з метою аналізу фізичного стану.

4.3.4 Технічні засоби

Для розробки та запуску ПЗ розпізнавання обличчя треба використовувати персональний комп'ютер з мінімальною конфігурацією не нижче:

- процесор Intel Core i5 (4 x 1,5 ГГц);
- жорсткий диск - 1 ТБ SCSI;
- оперативна пам'ять – 8 ГБ;
- кольоровий монітор 27";
- відеокарта, що підтримує роздільну здатність екрану не менше 2 048 x 1 536 пікселів і режим True Color;
- зовнішні гучномовці (опціонально);
- 3 мережевих порти по 100 Мб;
- принаймні один вільний USB-порт;

На ПК попередньо треба встановити всі необхідні драйвера для оптимізованої роботи апаратної частини ПК, а саме:

- операційна система Windows 10, або вище;
- офісний пакет Microsoft Office 2016 або вище (обов'язково у пакеті має бути MS Access);
- середа розробки програм Visual Studio 2022;
- бібліотека комп'ютерного зору OpenCV OpenCV 3.0.

4.4 Очікувані техніко-економічні показники

Здатність розпізнавати обличчя в системах автоматизації автотранспорту має вирішальне значення для соціальної безпеки. Про існування тісного взаємозв'язку між процесами розпізнавання фізичного стану водія та кількістю аварій свідчать численні дослідження які описані в літературі. В результаті виявлення загальних механізмів розпізнавання фізичного стану водія має значення не тільки для нормальної і безпечної роботи на автотранспорті, але соціального ефекту для учасників руху.

4.5 Висновок

У цьому розділі кваліфікаційної роботи магістра розроблено ПЗ для системи розпізнавання обличчя, яка є основою для подальшої побудови алгоритмів виявлення сонливості, розпізнавання закритих очей, відволікання від керування та інших небезпечних для керування автомобіля станів водія і яка має широкий спектр можливостей для інтеграції в існуючі системи безпеки на автотранспорті.

Об'єм роботи програми – програма, яка написана на мові C++ в середі розробки програм Visual Studio 2022 з використанням спеціалізованої бібліотека комп'ютерного зору OpenCV OpenCV 3.0.

Зараз багато крупних компаній займається дослідженнями в області розпізнавання людської поведінки і планує реалізувати кілька аналогічних проектів у найближчій перспективі. Паралельно реалізуються проекти з аналізу транспортних потоків (розпізнавання марок, моделей, номерних знаків автомобілів).

Очікується, що розроблене ПЗ матиме великий попит завдяки своїй широкій доступності, зручності та простоті використання. Інструмент розпізнавання обличчя допоможе компаніям і автотранспортним фірмам підвищити безпеку при перевезенні пасажирів і вантажів, а також унеможливить використання транспортних засобів, якщо водій недостатньо придатний для цього.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Мета і завдання експерименту

Наслідки втоми та відволікання уваги водія становлять значний ризик для безпеки дорожнього руху. Аналіз зображень рухів очей, рота та голови може надати цінну інформацію про обидва типи проблем поведінки водія.

Постійно йдуть намагання створити систему моніторингу втоми та відволікання водія з використанням обробки зображень для оцінки ефективності роботи водія. Для виявлення втоми та відволікання уваги відокремлюються візуальні сигнали, пов'язані з киванням головою, позіханням, заплющенням очей та рухами рота.

Для виявлення втоми та неувважності водія, можна аналізувати особливості зображення, витягнуті з відеокадрів. Аналіз зображень з невеликих ділянок вихідної сцени забезпечить швидку обробку. Таким чином, виявляються зони інтересу навколо очей і рота водія. Для цього використовується алгоритм, заснований на розширеному каскаді простих функцій для визначення областей, пов'язаних з обличчям водія. Алгоритм передбачає підсумовування пікселів зображення в прямокутній області, подібно до базової функції Хаара. Особливості виділяються на основі сильних змін в інтенсивності зображення, виявлених прямокутником. Ітеративний процес, заснований на послідовному оцінюванні схожих ознак у відеокадрах, дозволяє виділити об'єкти з фонові сцени. Нарешті, об'єкти ідентифікуються за допомогою порогового значення [25].

Сервіс Visual Studio від Microsoft популярна бібліотека комп'ютерного зору Open Source Computer Vision для версії 3.0 з мовою програмування теж C++ яка надає алгоритми штучного інтелекту, які виявляють, розпізнають і аналізують людські обличчя на зображеннях. ПЗ для розпізнавання обличчя є важливим у багатьох різних сценаріях, таких як підтвердження особи, безконтактний контроль доступу, розмивання обличчя для конфіденційності, біометричний аналіз, аналіз фізичного стану людини.

Служби бібліотеки OpenCV можна використовувати через SDK клієнтської бібліотеки.

5.2 Методика експерименту

В розробленому ПЗ за допомогою алгоритму Віюли та Джонса визначено обмежувальну рамку а обличчя водія.

У цьому розділі продемонстровані результати роботи ПЗ для автоматизованого розпізнавання обличчя в режимі реального часу.

Розробка ПЗ та його демонстрація відбувалась на ноутбучі з вбудованою WEB-камерою.

Для запуску проекту потрібно запустити файл «main.exe» звичайними засобами операційної системи Window 10, який може бути улюбій директорії проекту, але в цій же директорії мають бути наступні файли:

- haarcascade_frontalface_alt2.xml – файл шаблону;
- opencv_world490.lib – статична бібліотека OpenCV.

Після запуску ПЗ одразу з'являється інформаційне вікно, яке показано рис. 1.1.

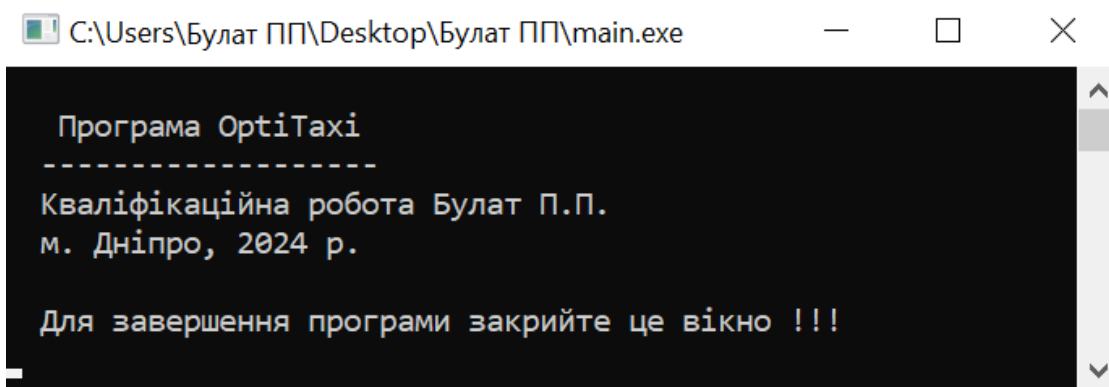


Рисунок 5.1 – Інформаційне вікно

Після запуску ПЗ одразу вмикається вбудована камера на ноутбучі, відкривається нове вікно, яке демонструє у режимі реального часу результати аналізу відео-потoku.

Оскільки камера буде розташована за кермом, то вона може охоплювати частину заднього сидіння. Тому за допомогою алгоритму Віюли і Джонса можна виявити й інші обличчя, окрім обличчя водія. У цьому випадку обличчя водія ідентифікується як обличчя з найбільшим розміром. Приклад цього показано на рис. 5.2.

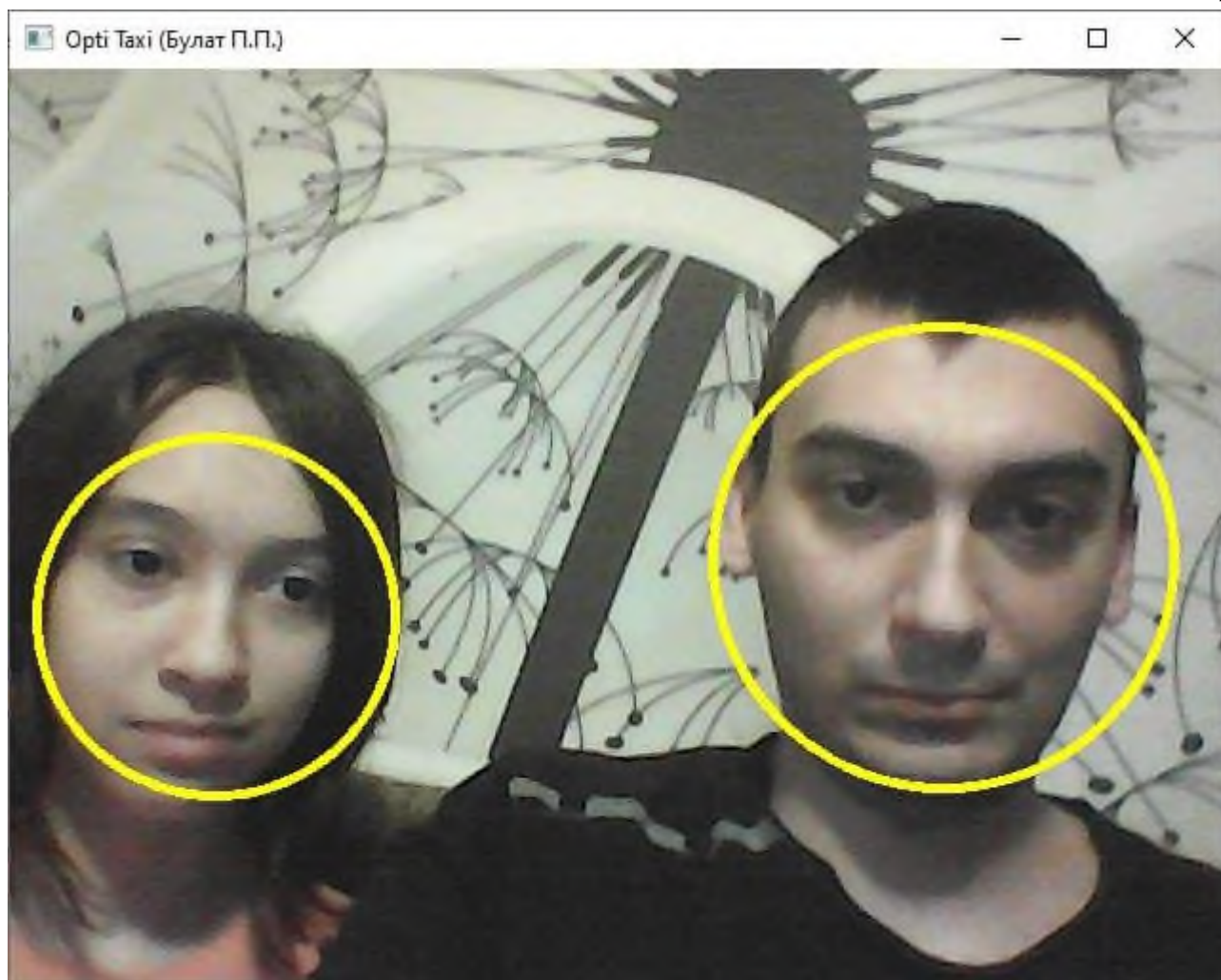


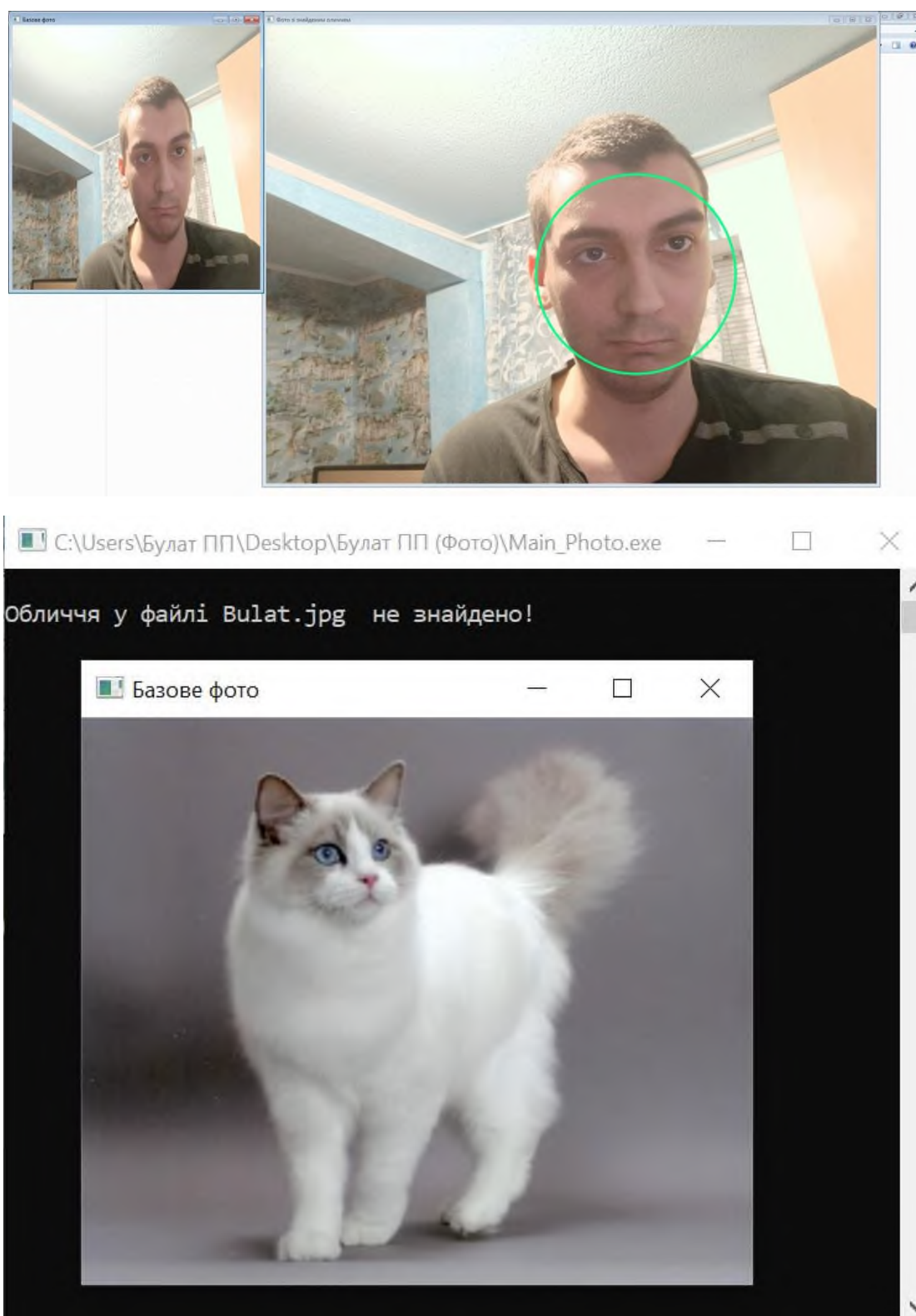
Рисунок 5.2 - Виявлення обличчя на відео

Результатом використання розробленого ПЗ є визначена зона обличчя, де немає нічого зайвого. Таким чином досягається найбільш ефективно використання корисних потужностей сервісу, що приводить до збільшення швидкості та поліпшує результати аналізу, адже в подальшому ПЗ не потрібно аналізувати все, що до обличчя не відноситься.

Також розроблено ПЗ для аналізу фотографій (), напрацювання якої будуть в подальшому використані у ПЗ аналізу фрагментів з відеоряду для визначення фізичного стану водія. Як і раніше для запуску проекту потрібно запустити файл «Main_Photo.exe» звичайними засобами операційної системи Window 10, який може бути улюбій директорії проекту, але в цій же директорії мають бути наступні файли:

- haarcascade_frontalface_alt2.xml – файл шаблону;
- opencv_world490.lib – статична бібліотека OpenCV.
- Bulat.jpg – файл для аналізу обличчя на фото;

Після запуску ПЗ одразу з'являються інформаційне вікно, вікно базового фото і вікно зі знайденим обличчям, яке буде збережену у ту же самум папку з ім'ям `Vulat_detected.jpg` (рис. 5.3 а). Якщо у файлі не буде знайдено обличчя – то результат відповідного попередження відобразиться в інформаційному вікні (рис. 5.3, б).



а)

б)

Рисунок 5.3 - Виявлення обличчя на фото

Як видно розроблене ПЗ функціонує адекватно.

У зв'язку з обмеженим часом та складністю розробку ПЗ подальший аналіз стану водія буде проведений на основі літературних джерел.

Приклад розробки програми у середовищу розробки Visual Studio 2024 програм на мові C++ із використанням бібліотеки OpenCL 3.0 прказано на рис. 5.4.

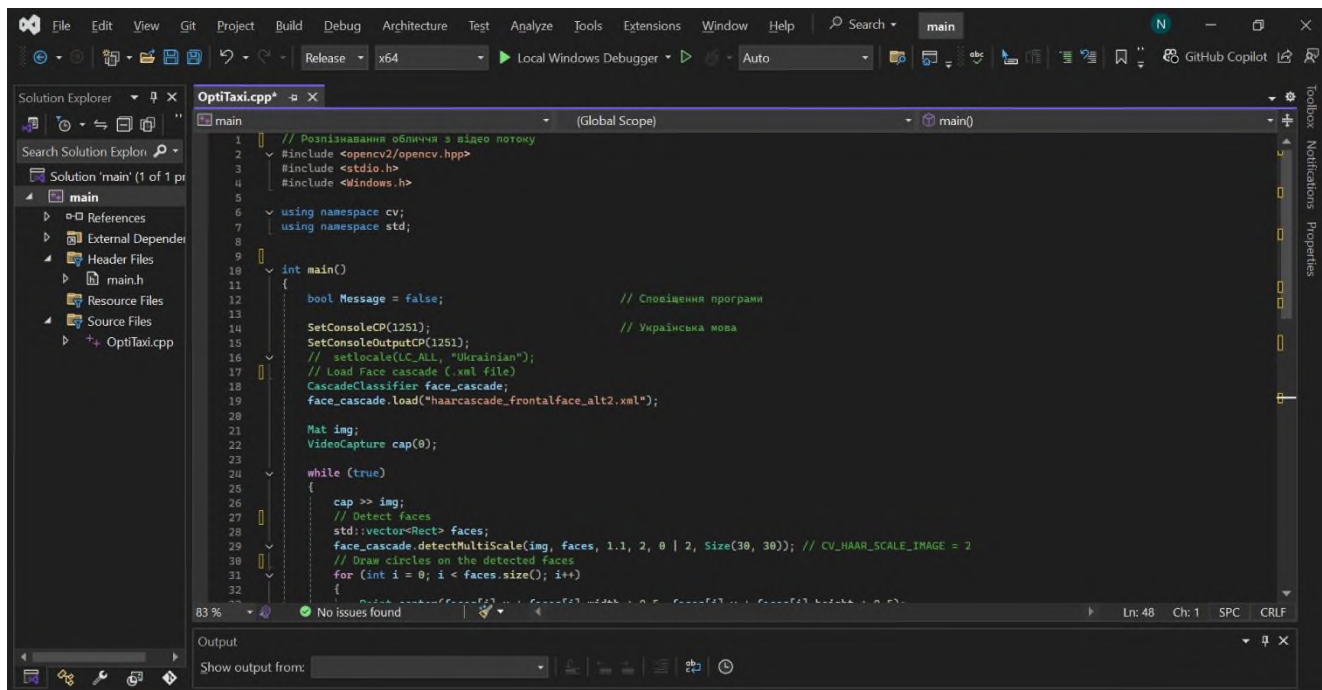


Рисунок 5.4 - Приклад розробки ПЗ у середовищу розробки Visual Studio 2024 програми розпізнавання обличчя на мові C++ із використанням бібліотеки OpenCL 3.0

5.3 Удосконалення ПЗ

5.3.1 Виділення очей і рота водія, руху голови, обчислення їх контурів

Після того, як обличчя водія виявлено, алгоритм Віюли і Джонса можна застосувати знову, але цього разу тільки до обмежувальної рамки обличчя, щоб виявити обмежувальну рамку очей і рота водія Три центри ваги трьох прямокутних областей з'єднуються один з одним, щоб виявити рухи голови, які визначають трикутники, що використовуються для виявлення рухів голови.

Прямокутні області, пов'язані з очима і ротом, а також з'єднувальний трикутник показані на рис 5.5 а.

Наступний етап полягає у виявленні контурів очей і рота для спостереження за їх відкриттям і закриттям. Контури в очах можна виділити за допомогою колірному простору RGB. Однак ця модель не підходить для розпізнавання контуру губ, які краще розпізнаються за допомогою компонента Cr колірною представлення YCbCr. Тому прямокутні області, що відповідають очам і роту, обробляються за допомогою різних колірних представлень, RGB для очей і YCbCr для губ. На рис. 5.5 б показані результати визначення контурів губ і очей водія.

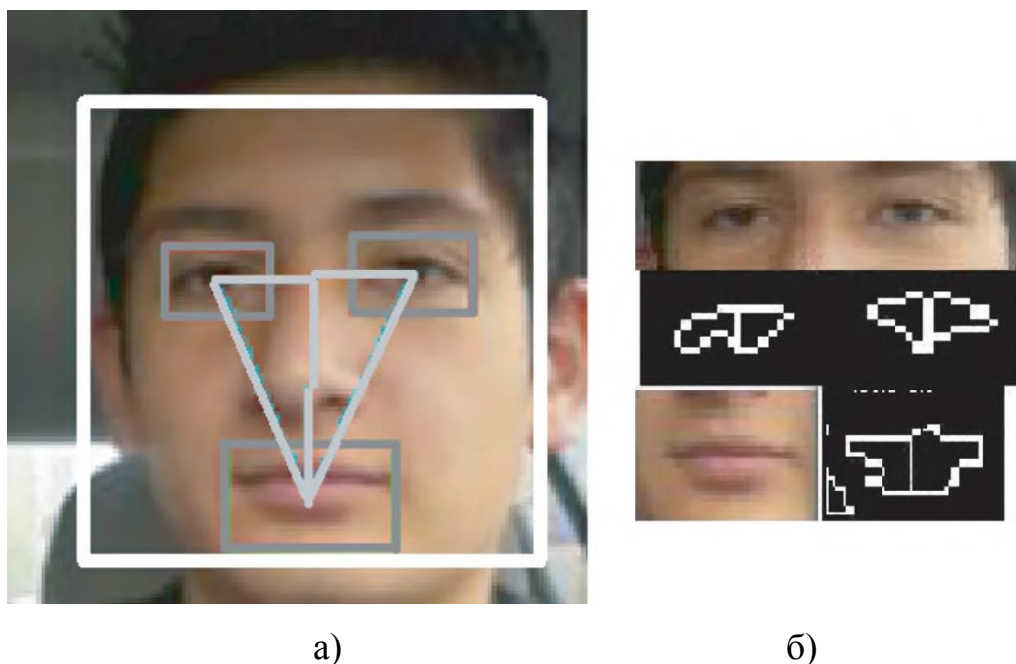


Рисунок 5.5 - Виявлення очей і рота водія

Алгоритм Віоли і Джонса (рис. 5.5 а) використовується для виявлення обмежувальних рамок, що відповідають очам і роту, в області обличчя водія. Три центри ваги трьох прямокутних областей з'єднані між собою, описуючи трикутник. Контури очей і губ визначаються (рис. 5.5 б) в межах обмежувальних рамок за допомогою різних просторів представлення кольорів (RGB для очей і YCbCr для рота).

Середня точка, що позначається $pH(x, y)$, між центром ваги обох очей визначає положення голови. Початкова позиція, що позначається $pH(x, y)$, обчислюється як середнє значення серед перших 30 кадрів. Коли водій рухає головою, кінцеве положення позначається $pH(x, y)$. Рух голови кількісно визначається як вектор величини A і кута θ , що представляє відстань між $pH(x, y)$ і $pH(x, y)$.

Вектор зміщення графічно проілюстрований на рисунку 3. Обидві точки намальовані вище їх реальних положень для полегшення візуалізації вектору, а також малювання обмежувальних рамок і їх з'єднань.

Ми виявляємо дві точки в прямокутній оправі кожного ока, щоб кількісно оцінити рівень відкриття/закриття очей. Позначимо x_s - центрально-вищу точку на контурі ока і x_i центрально-нижню точку на контурі ока. Розташування цих точок графічно показано на рис. 5.7 б і рис. 5.7 а.

Відкриття ока кількісно визначається як абсолютне значення різниці між цими точками. Сигнал, пов'язаний з відкриттям очей (EO), що використовується для сигналізації, обчислюється як середнє між цим вимірюванням, вимірним на обох правих (R) і лівих (L) очах таким чином:

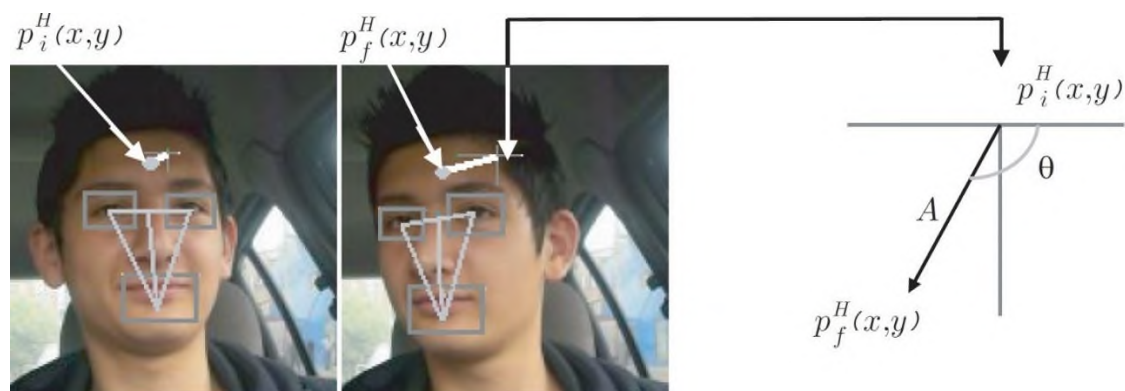


Рисунок 5.6 - Міра зміщення вектору для кількісної оцінки руху голови

На рис. 5.6 початкове положення голови позначається формулою $p_i^H(x, y)$, а кінцеве положення - $p_f^H(x, y)$. Рух голови характеризується вектором, що представляє підлітку ці дві точки.

$$EO = \frac{|x_s^R - x_i^R| + |x_s^L - x_i^L|}{2}, \quad (5.1)$$

де x_s^R , x_i^R , x_s^L і x_i^L відповідно є точками для правого і лівого ока. Точки на правому і лівому оці позначаються надрядковими знаками.

Жести, пов'язані з ротом, аналогічно кількісно оцінюються за допомогою двох тактів, одна в горизонтальній осі, а інша - у вертикальній. Для цього з прямокутника, що відповідає оточуючому гирла, витягуються чотири точки, замість двох. Ці дві міри обчислюються у вигляді набору, що позначається MO , наступним чином:

$$MO = \{|x_a - x_b|, |y_a - y_b|\},$$

де x_a і x_b - це дві точки, що представляють максимальну відстань контурів губ по горизонтальній осі, а y_a і y_b - дві точки, що представляють максимальну відстань контурів губ у вертикальній осі.



Рисунок 5.7 – Визначення розмірів очей і рота водія

На рис 5.7 а відстань між двома точками обчислюються за допомогою контурів очей, а рис. 5.5 б - чотири точки обчислюються за допомогою контурів рота [26].

5.3.2 Виявлення ознак втоми та /або відволікання

Слід спроектувати систему, яка ідентифікує сигнали втоми або відволікання водія за допомогою нейронної мережі на основі багатошарових перцептронів.

Сконструйована система має подати на виході три типи сигналів, а саме нормальний, попереджувальний і критичний. Система має бути розроблена з використанням чотирьох відеорядів, кожен з яких матиме свій драйвер.

Розглянемо як може бути розроблена ця система.

Втома водія визначається, спостерігаючи за кивком голови, нишпоренням і закриттям очей водія. Ці дії визначаються за допомогою заходів, розглянутих у раніше. Комбінація параметрів $\{EO, MO, A, \theta\}$, пов'язаних з розпізнаванням цих дій, варіюється від людини до людини. Наприклад, у разі нишпорення відстань між контурами губ у горизонтальній осі може зменшитися більш ніж на 60 % порівняно з випадком, коли рот закритий. Так само у вертикальній осі поділ контурів губ може збільшуватися більш ніж на 70 %. Тому можна запропонувати використання нейронної мережі, яка здатна підлаштовуватися під міміку водія для розпізнавання кивання головою, нишпорення по сторонам та закривання очей водія. Багатошаровий перцептрон складається з чотирьох нейронів у

вхідному шарі (закриття очей, відкриття рота, а також величина і кут руху голови) і трьох нейронів у вихідному шарі (нормальний, попереджувальний і критичний).

Як правило, проектування системи на основі нейронних мереж виконується в три етапи, а саме: навчання, перевірка та тестування. Тому кожен відеоряд має ділитися на три частини, основна частина яких відповідатиме даним, що використовуються на етапі навчання. Для тренування нейронної мережі можна припустити, що відстань від голови водія та камери під час руху постійна. Істина створюється вручну на основі табл. 5.1 з використанням 60 % відеоряду.

Таблиця 5.1 - Бали для навчання нейронної мережі для виявлення втоми на основі кивання головою, нишпорення по сторонам та моргання водія

Вхідна інформація для системи			Вихідний сигнал системи
Заплющення очей	Нишпорення очима	Кивання голови	Втоми
Ні	Ні	Ні	Ні
Ні	Ні	Так	Ні
Ні	Так	Ні	Ні
Ні	Так	Так	Попередження
Так	Ні	Ні	Попередження
Так	Ні	Так	Критично
Так	Так	Ні	Критично
Так	Так	Так	Критично

Максимальна кількість ітерацій спочатку визначається за допомогою наборів навчання та перевірки, а одна тисячі нейронів у прихованому шарі. Максимальна кількість ітерацій має визначатися, коли похибка залишатиметься постійною для навчальної множини і збільшуватиметься для перевірки множини. Розглядається це на великій кількості (сотні разів). Потім виконується аналогічний процес, але тепер змінюючи кількість нейронів з меншим кроком (десятки разів) щоразу і зберігаючи кількість ітерацій незмінною на попередньому рівні. Це дає необхідне число прихованих нейронів для конкретного випадку.

Для моніторингу відволікання водія нейронна мережа може тренуватися на основі табл. 5.2 за тими ж процедурами, що й у випадку виявлення втоми. На певній кількості ітерацій і та прихованих нейронів буде виявлено стан відволікання. На рис. 5.7 показані три приклади випадків попереджень про відволікання уваги.

Таблиця 5.3 - Бали, які використовуються розробниками ПЗ для тренування нейронної мережі для визначення рівнів відволікання

Вхідна інформація для системи				Вихідний сигнал системи
Амплітуда роту		Рух голови		
Вісь X	Вісь Y	Амплітуда	Кут	
Малий	Малий	Малий	Малий	Ні
Малий	Малий	Помірний	Малий	Попередження
Помірний	Малий	Помірний	Малий	Попередження
Помірний	Малий	Помірний	Помірний	Попередження
Великий	Помірний	Малий	Малий	Ні
Великий	Помірний	Помірний	Помірний	Попередження
Малий	Помірний	Помірний	Помірний	Критично
Помірний	Помірний	Помірний	Помірний	Критично
Великий	Малий	Великий	Помірний	Попередження

В обох випадках (втомі і неухважність) прогноз статусу водія оцінюється на основі останніх десяти кадрів - це позначено $NN(t)$ як реакцію нейронної мережі (NN) у реальному кадрі. Позначено нормальний: $NN(t) = 0.0$, попередження: $NN(t) = 0.5$ і критичні: $NN(t) = 1.0$. Прогноз оцінюється наступним чином:

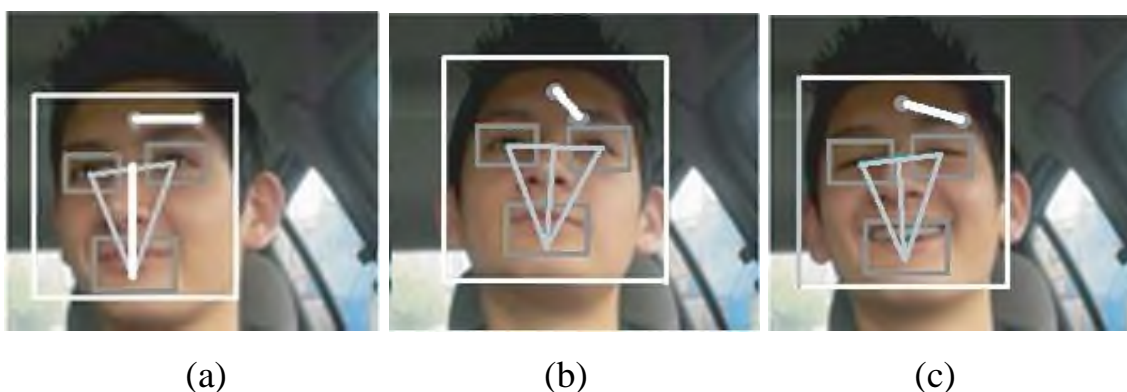


Рисунок 5.8 - Виявлення відволікання уваги на етапі валідації

$$Pred = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (NN(t-i+1)/i), Decision = \begin{cases} \text{Normal,} & 0.00 < Pred < 0.33 \\ \text{Warning,} & 0.33 < Pred < 0.66 \\ \text{Critical,} & 0.66 < Pred < 1.00 \end{cases} \quad (5.3)$$

При $i = 1, \dots, 10$ індекс використовується для ідентифікації останніх десяти кадрів.

Таблиця 5.4 - Виявлення результатів втомі та відволікання за допомогою чотирьох відеорядів по п'ять хвилин кожен

Відео	1	2	3	4
TP	534	533	535	536
FP	58	65	53	49
TN	4315	4423	5702	4989
FN	12	8	10	6

Чутливість	97,8	98,5	98,2	98,9
Специфіка	98,7	98,6	99,1	99,0

Відео	1	2	3	4
TP	412	351	602	516
FP	35	35	44	46
TN	4458	4634	5643	5001
FN	14	9	11	17
Чутливість	96,7	97,5	98,2	96,8
Специфіка	99,2	99,3	99,2	99,1

Система може також бути реалізована за допомогою OpenCV 3.0 на комп'ютері з 4,0 ГБ оперативної пам'яті і процесором з частотою 2,4 ГГц.

Для цього треба використовувати базу даних з чотирьох відео, кожне по п'ять хвилин, які знімаються зі швидкістю не менш ніж 20 кадрів в секунду. Відповідно буде використано відповідно 60 %, 20 % і 20 % бази даних для етапів навчання, валідації та тестування. Основну правду створювали вручну.

Результати в середньому очищуються високі з точки зору чутливості і специфічності для виявлення втоми водія, а також для виявлення відволікання водія. Ці висновки ґрунтуються на позитивних результатах, які наведені в табл. 5.3 для моніторингу стану як втоми, так і відволікання уваги на наборах тестових даних, що відповідають чотирьом відео.

Можливі помилкові спрацьовування, пов'язані з прямим впливом сонця на обличчя водія. Також на визначення контурів можуть вплинути тіні, які дають об'єкти на дорозі, тобто будівлі, вантажівки, що проїжджають близько або дерева, а також умови освітлення навколишнього середовища. Також помилкові спрацьовування можуть даватися, коли водій дивився на провідні дзеркала, тобто дзеркало заднього виду, як правило, цей фактор не враховувався при проектуванні систем. Ці фактори необхідно враховувати для подальшого розвитку подій [26].

5.4 Висновок за розділом

Область аналізу стану водія в даний час привертає значну увагу завдяки прогресу в технологіях автономного водіння.

У цьому розділі була розглянута ПЗ реалізації розпізнавання обличчя в режимі реального часу з відео-потоків та на фотографіях, яке успішно є протестованим, і яке є основою для подальшої розробки ПЗ для системи розпізнавання фізичного стану водія.

Для створення перспективного ПЗ для системи розпізнавання фізичного стану водія запропоновано алгоритм для визначення втоми та /або відволікання водія в режимі реального часу. Алгоритм очікується надійним. Однак його продуктивність змінюється залежно від умов навколишнього середовища, тобто освітлення та перешкод на дорозі. Тому для досягнення надійної системи необхідно провести подальші дослідження.

Інтегруючи цю систему в транспортні засоби, можна ще більше підвищити безпеку водіння та прокласти шлях до комплексного впровадження DMS. У майбутніх дослідженнях можна об'єднати методи, що були розглянуті, для вивчення поведінки водія за допомогою даних бортової діагностики OBD-II, приділяючи особливу увагу введенню керма та моделям водіння. Ця інтеграція ще більше вдосконалисть нашу оцінку стану водія. Крім того, слід прагнути адаптувати запропоновану систему для безперебійної роботи на компактних вбудованих платах. Кінцевою метою створення системи DMS є ретельне тестування та дослідження її роботи, її комерційне розгортання, щоб прокласти шлях до її виходу на ринок.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота є завершеною науковою роботою, в якій створена база розпізнавання обличчя в сфері надання послуг перевезення людей та вантажів дозволяє збільшити рівень безпеки поїздки, шляхом упередженого виявлення стану втоми, сп'яніння, відволікання водія.

В даній роботі треба розглянути можливість створення системи розпізнавання обличчя для таксі Opti.

Предметом дослідження були технології та програмні засоби розпізнавання обличчя.

Метою роботи було підвищення ефективності моніторингу фізичного стану водія за рахунок використання технології розпізнавання обличчя.

Основним завданням для досягнення поставленої була необхідність здійснення аналізу сучасного стану вирішення задачі розпізнавання обличчя. Проведено аналіз існуючих алгоритмів і технологій для реалізації функцій розпізнавання обличчя, розроблено базовий функціонал застосунку з функцією розпізнавання обличчя, тестування системи розпізнавання обличчя.

Розроблене ПЗ призначено для подальшої модернізації для підвищення ефективності моніторингу фізичного стану водія за рахунок використання технології розпізнавання обличчя

Всі поставлені завдання були успішно вирішені.

Розроблювана система моніторингу водія в режимі реального часу з розпізнаванням поведінки на основі орієнтирів обличчя має пропонувати практичний і надійний підхід для підвищення безпеки та пильності водія під час поїздки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Opti Global. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Opti_Global.
2. Opti таксі 579. Надійний сервіс замовлення таксі. Режим доступу: <https://opti.global/dnipro>.
3. The influence of knowledge-based factors on taxi competitiveness at island destinations: An analysis on tips. Режим доступу: <https://ideas.repec.org/a/eee/touman/v59y2017icp110-122.html>.
4. Advanced Driver Assistance System (ADAS). Режим доступу: <https://blackberry.qnx.com/en/ultimate-guides/software-defined-vehicle/advanced-driver-assistance-system>
5. Driver Monitoring System. Режим доступу: <https://blackberry.qnx.com/en/ultimate-guides/software-defined-vehicle/driver-monitoring-system#driver-monitoring-system-adas>
6. Top 6 Driver Behavior Monitoring System. Режим доступу: <https://safetyculture.com/app/driver-behavior-monitoring-system/>
7. Driver Monitoring. Режим доступу: <https://www.valeo.com/en/driver-monitoring/>
8. Driver Monitoring Systems (DMS) and Occupant Monitoring Systems. Режим доступу: <https://www.nxp.com/applications/DRIVER-MONITORING-SYSTEMS>
9. Моніторинг у репутаційному аудиті бренду. Режим доступу: <https://uk.looqme.io/blog/monitoring-u-reputacijnomu-auditi-brendu>
10. Driver monitoring system: what it is, latest developments, and features. Режим доступу: <https://bambooapps.eu/blog/driver-monitoring-system>
11. Real-time driver monitoring system with facial landmark-based eye closure detection and head pose recognition. Режим доступу: www.nature.com/scientificreports
12. Kaplan, S., Guvensan, M. A., Yavuz, A. G. & Karalurt, Y. Driver behavior analysis for safe driving: A survey. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 16, 3017–3032 (2015).

13. Dong, Y., Hu, Z., Uchimura, K. & Murayama, N. Driver inattention monitoring system for intelligent vehicles: A review. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 12, 596–614 (2010).
14. Ryani, M. & Azmi, R. Computer vision-based recognition of driver distraction: A review. *Concurr. Comput. Pract. Exp.* 33, e6475 (2021).
15. *Computer Vision–ECCV 2016: 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11–14, 2016, Proceedings, Part I* 14, 21–37 (Springer, 2016).
16. Ren, S., He, K., Girshick, R. & Sun, J. Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.* 28, 1–10 (2015).
17. Tan, M., Pang, R. & Le, Q. V. Efficientdet: Scalable and efficient object detection. in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 10781–10790 (2020).
18. Baltrušaitis, T., Robinson, P. & Morency, L.-P. Openface: an open source facial behavior analysis toolkit. In *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, 1–10 (IEEE, 2016).
19. Single-shot multi-level face localisation in the wild. in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 5203–5212 (2020).
20. Kazemi, V. & Sullivan, J. One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees. in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1867–1874 (2014).
21. Head-pose-estimation-using-opencv. [https:// learn opencv. com/ head-pose- estim ation- using- opencv- and- dlib/](https://learnopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/). Accessed 2023.
22. The Evolution of Taxi Dispatching Systems: From Traditional to Modern Solutions. Режим доступу: <https://www.zoom.taxi/the-evolution-of-taxi-dispatching-systems-from-traditional-to-modern-solutions/>
23. Taxi Dispatch Software. Режим доступу: <https://buildops.com/resources/taxi-dispatch-software/>
24. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навч. посіб. / С.М. Вовк, В.В. Гнатушенко, М.В. Бондаренко. – Д. : ЛІРА, 2016. – 148 с.

25. Intelligent Driver Monitoring System Using Camera. Режим доступа:
<https://www.researchgate.net/publication/262841130>

26. Video surveillance for monitoring driver's fatigue and distraction. Режим доступа:

[https://www.researchgate.net/publication/258717706_Video_surveillance_for_monitoring_driver%27s_fatigue_and_distraction?enrichId=rgreq-](https://www.researchgate.net/publication/258717706_Video_surveillance_for_monitoring_driver%27s_fatigue_and_distraction?enrichId=rgreq-157daef16306e3e71df9017db60d4d74-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1ODcxNzcwNjBzoyOTM2MjY2Mzk4NjM4MTdAMTQ0NzAxNzQ1NDYyMg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)

[157daef16306e3e71df9017db60d4d74-](https://www.researchgate.net/publication/258717706_Video_surveillance_for_monitoring_driver%27s_fatigue_and_distraction?enrichId=rgreq-157daef16306e3e71df9017db60d4d74-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1ODcxNzcwNjBzoyOTM2MjY2Mzk4NjM4MTdAMTQ0NzAxNzQ1NDYyMg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)

[XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1ODcxNzcwNjBzoyOTM2MjY2Mzk4NjM4MTdAMTQ0NzAxNzQ1NDYyMg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/258717706_Video_surveillance_for_monitoring_driver%27s_fatigue_and_distraction?enrichId=rgreq-157daef16306e3e71df9017db60d4d74-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1ODcxNzcwNjBzoyOTM2MjY2Mzk4NjM4MTdAMTQ0NzAxNzQ1NDYyMg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)

27. Vehicle Communication Computer VCC2152. Режим доступа:
https://www.ervocom.ch/en/module/business_areas/6-emergency-security/products/17-vehicle-communication-computer-vcc2152

ДОДАТОК А
Текст програми

**Інформаційна система служби таксі Опті з реалізацією функції
комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного
фізичного стану водія**

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СЛУЖБИ ТАКСІ ОРТІ З
РЕАЛІЗАЦІЮ ФУНКЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ
ОБЛИЧЧЯ ДЛЯ ПОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПОТОЧНОГО ФІЗИЧНОГО
СТАНУ ВОДІЯ

Текст програми

804.02070743.23028-01 12 01

Листів 6

АНОТАЦІЯ

Дана програма містить в собі програмний код інформаційної системи служби таксі Opti з реалізацією функції комп'ютерного розпізнавання обличчя для постійного контролю поточного фізичного стану водія

Програма призначена для обробки відео-потoku з метою виявлення обличчя.

Програма написана мовою програмування C++ з використанням середовища розробки програм Visual Studio 2024 та бібліотеки OpenCL 3.0.

ЗМІСТ

	стор.
1. Текст програми	4
2. Результати детекції обличчя	6

1 Текст програми

```

// Розпізнавання обличчя з відео потоку
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>

using namespace cv;
using namespace std;

int main()
{
    bool Message = false;           // Сповіщення програми

    SetConsoleCP(1251);              // Українська мова
    SetConsoleOutputCP(1251);
    // setlocale(LC_ALL, "Ukrainian");
    // Load Face cascade (.xml file)
    CascadeClassifier face_cascade;
    face_cascade.load("haarcascade_frontalface_alt2.xml");

    Mat img;
    VideoCapture cap(0);

    while (true)
    {
        cap >> img;
        // Detect faces
        std::vector<Rect> faces;
        face_cascade.detectMultiScale(img, faces, 1.1, 2, 0 | 2, Size(30, 30)); //
CV_HAAR_SCALE_IMAGE = 2
        // Draw circles on the detected faces
        for (int i = 0; i < faces.size(); i++)
        {
            Point center(faces[i].x + faces[i].width * 0.5, faces[i].y + faces[i].height * 0.5);
            ellipse(img, center, Size(faces[i].width * 0.5, faces[i].height * 0.5), 0, 0, 360,
                Scalar(0, 255, 255), 4, 8, 0);
        }
        imshow("Opti Taxi (Булат П.П.)", img);
        if (!Message)
        {
            Message = true;
            cout << "\n Програма OptiTaxi\n";
            cout << " -----\n";
            cout << " Кваліфікаційна робота Булат П.П.\n";
            cout << " м. Дніпро, 2024 р.\n";
        }
    }
}

```

```
        cout << "\n Для завершення програми закрийте це вікно !!!\n";  
    }  
    waitKey(1);  
}  
return 0;  
}
```

2 Результати детекції обличчя

