

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет програмної інженерії та бізнесу

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Пояснювальна записка до дипломного проекту

магістра

(освітній ступінь)

на тему «Застосунок для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору»

XAI.603.667П1.121. 1505158.200

Виконав: студент 6 курсу групи № 667 П1
Спеціальність 121 – Інженерія програмного
забезпечення

(код та найменування)

Освітня програма Хмарні обчислення
та Інтернет речей

(найменування)

Новіков Ю.О.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: Туркін І.Б

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Іващенко Г.С

(прізвище й ініціали)

Міністерство світи і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет програмної інженерії та бізнесу

(повне найменування)

Кафедра інженерії програмного забезпечення

(повне найменування)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121 – інженерія програмного забезпечення

(код та найменування)

Освітня програма хмарні обчислення та Інтернет речей

(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ І.Б.Туркін _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

“ _____ ” _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

_____ Новікову Юрію Олександровичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломного проекту Застосунок для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору

керівник дипломного проекту _____ Туркін Ігор Борисович заф. каф.603 _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № _____ від “ _____ ” _____ 2020 року

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: Програмний застосунок має полегшувати орієнтацію та навігацію людей з обмеженим зором в міському просторі шляхом запровадження комбінованих методів обчислення, які гарантують точне знаходження координат людини. Програмний застосунок має працювати на мобільних пристроях з операційною системою Android-9 та вище

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

- Аналіз проблемної області та постановка завдання
- Моделі і методи програмного застосунку, що полегшує орієнтацію та навігацію людей з вадами зору в міському просторі
- Розроблення прототипу програмного забезпечення для людей з вадами зору

5. Перелік графічного матеріалу (усього 72 сторінка), 15 рисунків, 7 таблиць, 24 джерела, додаток А

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Туркін І.Б. заф. каф.603		
2	Туркін І.Б. заф. каф.603		
3	Туркін І.Б. заф. каф.603		

Нормоконтроль _____ В.А. Постернакова «__» _____ 20__ р.
 (підпис) (ініціали та прізвище)

7. Дата видачі завдання «__» _____ 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз проблемної області та постановка завдання	24.12.2019	
2	Моделі і методи програмного застосунку, що полегшує орієнтацію та навігацію людей з вадами зору в міському просторі	26.05.2020	
3	Розроблення прототипу програмного забезпечення для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору	15.11.2020	
4	Оформлення пояснювальної записки	15.11.2020– 01.12.2020	
5	Передзахист дипломного проекту	23.11.2020	
6	Захист дипломного проекту	03.12.2020	

Студент

(підпис)

Новіков Ю.О

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Туркін І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект магістра на тему «Застосунок для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору»: 65 сторінки, 15 рисунків, 24 посилань на літературні джерела.

Метою дипломного проекту магістра є полегшення орієнтації та навігації людей з обмеженим зором в міському просторі шляхом розробки програмного застосунку, який реалізує комбіновані методи обчислення, що гарантує точне визначення координат людини.

Для досягнення даної мети в дипломній роботі були вирішені наступні завдання:

- обґрунтовано необхідність створення спеціалізованих застосунків, орієнтованих на потреби людей з обмеженим зором
- проаналізовано існуючі програмні рішення для людей з обмеженим зором та виявлено їх недоліки;
- шляхом аналізу сучасних методів обчислень координат запропоновано метод інтеграції відомих підходів, який забезпечує підвищення точності визначення координат об'єкта в міському просторі;
- проаналізовано вимоги до програмного застосунку, який реалізує метод інтеграції відомих підходів для підвищення точності визначення координат об'єкта в міському просторі;
- розроблено архітектуру програмного забезпечення та реалізовано програмний застосунок, який комбінує відомі методи обчислення, що гарантують точне визначення координат людини;

ДОПОМІЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ; ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОРІЄНТАЦІЯ, НАВІГАЦІЯ, ЛЮДИ З ВАДАМИ ЗОРУ

РЕФЕРАТ

Дипломный проект магистра на тему «Приложение для навигационной поддержки в городских условиях для людей с нарушениями зрения»: 65 страницы, 13 рисунков, 24 ссылок на литературные источники.

Целью дипломного проекта магистра является облегчение ориентации и навигации людей с ограниченным зрением в городском пространстве путем разработки программного приложения, который реализует комбинированные методы вычисления, гарантирует точное определение координат человека.

Для достижения данной цели в дипломной работе были решены следующие задачи:

- обоснована необходимость создания специализированных приложений, ориентированных на потребности людей с ограниченным зрением
- проанализированы существующие программные решения для людей с ограниченным зрением и выявлены их недостатки;
- путем анализа современных методов вычислений координат предложен метод интеграции известных подходов, который обеспечивает повышение точности определения координат объекта в городском пространстве;
- проанализированы требования к программному приложению, реализующий метод интеграции известных подходов для повышения точности определения координат объекта в городском пространстве;
- разработаны архитектуру программного обеспечения и реализовано программное приложение, которое комбинирует известные методы вычисления, гарантирующие точное определение координат человека.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
ОРИЕНТАЦИЯ, НАВИГАЦИЯ, ЛЮДИ С НЕДОСТАТКАМИ ЗРЕНИЯ

ABSTRACT

Master's thesis project on "Application for urban navigation support for the visually impaired": 65 pages, 13 figures, 24 references.

The aim of the master's thesis project is to facilitate the orientation and navigation of visually impaired people in urban space by developing a software application that implements combined calculation methods that ensure accurate determination of human coordinates.

To achieve this goal in the thesis were solved the following tasks:

- the need to create specialized applications focused on the needs of visually impaired people is substantiated
- the existing software solutions for people with limited vision are analyzed and their shortcomings are revealed;
- by analyzing modern methods of coordinate calculations, a method of integration of known approaches is proposed, which provides an increase in the accuracy of determining the coordinates of the object in urban space;
- the requirements to the software application realizing a method of integration of the known approaches for increase of accuracy of definition of coordinates of object in urban space are analyzed;
- the software architecture is developed and the software application which combines the known methods of calculation guaranteeing exact definition of coordinates of the person is implemented;

**ASSISTIVE TECHNOLOGIES; INFORMATION TECHNOLOGIES,
ORIENTATION, NAVIGATION, PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENT**

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів	8
Вступ.....	9
1 АНАЛІЗ предметної області та існуючих рішень	11
1.1 Аналіз проблем пересування у міському каньоні людей з погіршеним зором та засоби вирішення	11
1.2 Аналіз проблем.....	15
1.3 Аналіз існуючих аналогів додатків для людей з обмеженим зором.....	19
1.4 Висновки з розділу 1	27
2 Сучасні інформаційно-комунікаційні технології у Вирішенні проблем людей з візуальними порушеннями	28
2.1 Дослідження методів конфігурації акустики у приміщенні	28
2.2 Дослідження Побудова доповненої реальності.....	36
2.3 Висновки за розділом 2	40
3 Розроблення прототипу програмного забезпечення для Людей з Обмеженим Зором.....	41
3.1 Ціль та задачі розроблення прототипу програмного забезпечення.....	41
3.2 Побудова діаграми варіантів використання	42
3.3 Вимоги до ПЗ.....	44
3.4 Специфікація варіантів використання	46
3.5 Розробка макетів екранних форм	48
3.6 Початкові дані.....	48
3.7 Архітектура додатку	50
3.8 Вибір і обґрунтування вибору стека технологій.....	52
3.8.1 Засоби розробки	54
3.8.2 С#	54
3.8.3 Node.js.....	55
3.8.4 Фреймворк Redux	56
3.8.5 База даних MongoDB	57
3.9 Висновки з розділу 3	58
Перелік посилань.....	63

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

API – Application Program Interface;

AR – Augmented Reality;

UML – Unified Modeling Language;

МП – мобільний пристрій;

БД – база даних;

ОС – операційна система;

ПК – персональний комп'ютер;

ПЗ – програмне забезпечення;

ВСТУП

Актуальність теми. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), в 2012 році у всьому світі близько 285 мільйонів людей були слабким зором. У 2018 році згідно з офіційним веб-сайту ВООЗ, близько 1,3 мільярда чоловік у всьому світі жили з тією або іншою формою порушень зору, з яких 36 мільйонів є сліпими. 90% людей з проблемами зору живуть в країнах, що розвиваються. Кожна дев'ята людина старше 60 років живе з втратою зору.

В ході аналізу проблеми була визначена роль інформаційних технологій в житті сліпих людей, шляхи вирішення проблеми, а також була розглянута класифікація комп'ютерних засобів реабілітації незрячих людей.

В результаті аналізу проблеми було поставлено завдання розробити програмне забезпечення, можливості якого полягають у допомозі пересуванню людей з обмеженим зором у міському каньйоні за допомоги технологій доповненої реальності.

Проблемою використання інформаційних технологій для забезпечення соціальної рівності людей з порушеннями зору займалися такі провідні науковці як Цейтлін Г.О, Терзян Т.К, Швецов В.І.

Частково проблему забезпечення соціальної рівності людей з порушеннями зору вирішують такі програмні застосунки, як Be My Eyes, TapTapSee, DotWalker, Seeing AI, Airpoly.

Але, відомі програмні рішення мають наступні недоліки: відсутня багатфакторна авторизація, відсутнє резервне копіювання у декількох місцях, відсутній таргетинг, неповністю безкоштовно, відсутнє відстеження навігації.

Тому робота, націлена на розробку програмного застосунку для навігаційної підтримки людей з порушеннями зору в міських умовах є актуальною.

Об'єкт дослідження: інформаційні технології, що допомагають соціально адаптуватися людям з вадами зору.

Предмет дослідження: моделі та методи, що забезпечують точність визначення координат людиною з порушеннями зору в міських умовах.

Метою роботи: є полегшення орієнтації та навігації людей з обмеженим зором в міському просторі шляхом розробки програмного застосунку, який реалізує комбіновані методи обчислення, що гарантують точне визначення координат людини проектування прототипу мобільного додатку даних, що допоможуть людям з обмеженим зором орієнтуватися по місту

Методи дослідження: для виявлення об'єктів на відео були використані такі популярні методи як:

- маркери доповненої реальності
- комп'ютерний зір
- генетичні алгоритми
- Feature delection

Також для програмного забезпечення для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору потрібно використовувати фільтр Kalman для обробки необроблених даних з акселерометра.

Наукова новизна отриманих результатів: вдосконалено методи орієнтації та навігації людей з обмеженим зором в умовах міського простору шляхом комбінації відомих методів та алгоритмів.

Практична значущість роботи: завершена реалізація програмного застосунку допоможе людям з обмеженим зором орієнтуватися у місті.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1 Проблема забезпечення соціальної рівності людей з порушеннями зору в сучасному світі

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), в 2012 році у всьому світі близько 285 мільонів людей були слабким зором [1]. У 2018 році згідно з офіційним веб-сайту ВООЗ [2], близько 1,3 мільярда чоловік у всьому світі жили з тією або іншою формою порушень зору, з яких 36 мільонів є сліпими. 90% людей з проблемами зору живуть в країнах, що розвиваються. Кожна дев'ята людина старше 60 років живе з втратою зору.

Втрата гостроти зору визначається як відсутність біноккулярного зору або порушення вузького поля зору, яке не може бути відновлено за допомогою ліків, хірургічного втручання або інших методів лікування. Це заважає людині працювати, вчитися або виконувати інші види повсякденної діяльності. У цю категорію входять як повністю сліпі люди, так і люди зі слабким зором. Такі люди страждають від серйозної соціальної ізоляції, обмежених можливостей працевлаштування, освіти і низького соціального статусу. Некваліфіковане виробництво є основною можливістю для працевлаштування. Недостатній доступ до інформації, безсумнівно, є ще однією життєво важливою формою виключення з сучасного інформаційного суспільства. Точних статистичних даних по кількості сліпих в Україні немає. За неофіційними даними, близько 100 тисяч сліпих живуть в Україні, майже 4,5 тисячі – в Києві.

Закони в багатьох країнах в даний час вимагають рівного доступу до послуг і громадських місць. У разі людей з порушеннями зору часто використовуються допоміжні технології, щоб полегшити їх повну участь у багатьох соціальних заходах, починаючи від зустрічей і розваг і закінчуючи більш особистими справами, такими як читання книг або створення музики. У монографії

представлена всеосяжна модель допоміжних технологій для сліпих і людей з вадами зору, а також пояснюються технічні прийоми і принципи проектування, які використовуються в багатьох технологічних рішеннях.

Розвиток комп'ютерних технологій допомагає полегшити соціальну залежність сліпих людей. Екранні збільшувачі (програмне забезпечення, яке дозволяє користувачам збільшувати текст і графіку в широкому діапазоні масштабів) і програми читання з екрану (програми, які інтерпретують і переводять текстові та графічні дисплеї в висновок звуку) широко використовуються в даний час. Додаток пропонує результати розробки інтерактивного додатка для Android, яке використовує Android Voice Controlled на смартфоні, а також додає деякі функції, такі як відвідування функцій виклику по лінії і зворотній виклик за допомогою голосових команд. Це застосування призначене для людей з обмеженими можливостями. Однією з найбільш традиційних форм допомоги людям з порушеннями зору є використання собак - поводитирів. Сучасні інформаційні технології також використовуються в цій традиційній області з використанням ігрових підходів і сенсорів.

Незважаючи на технічні досягнення сліпі і слабозорі люди продовжують стикатися з перешкодами у використанні інформаційних і комунікаційних технологій, особливо якщо ці технології призначені тільки для зрячих користувачів. Незважаючи на низьку доступність і погану практичність таких ІКТ, дослідження продемонстрували готовність таких користувачів перемикатися на смартфони, хоча вони розуміють значні проблеми з їх простотою використання.

1.2 Аналіз проблем пересування у міському каньйоні людей з порушеннями зору та засоби вирішення

Громадський транспорт є ключем до незалежності багатьох людей з вадами зору, але, незважаючи на останні досягнення в області допоміжних технологій,

транспорт залишається непростю справою для тих, хто має вади зору. Відомі сучасні веб-картографічні сервіси, такі як Google Maps, Yandex Maps, 2GIS, Moovit, не пропонують людям зі слабким зором інформацію про майбутні транспортних засобах, які не оголошують про наближення до пункту призначення.

В автори пропонують мобільний додаток, яке передає інформацію через точки доступу Wi-Fi, встановлені на автобусах і автобусних зупинках, щоб допомогти сліпим пасажиром дістатися до пункту призначення. Система пошуку доріг для людей з обмеженими властивостями, запропонована, реалізує всі компоненти пошуку, а саме: налаштування поточного місцезнаходження, представлення результатів, планування маршрутів і взаємодія з користувачем. Метод одометра для оцінки відстані поєднується з використанням ручних маркерів або наклейок на фізичні об'єкти. Основною метою є створення надійних маршрутів подорожей в приміщенні. Пропонована процедура визначення та оптимізації орієнтирів / репрезентативних сцен навколишнього середовища, а також зручний інтерфейс розробленого програмного додатка на смартфоні вирішує проблему пошуку вірного шляху до бажаних цілей.

У статті наведені сучасні підходи до використання Computer Vision як засобу підтримки людей з вадами зору. У статті пропонується класифікувати такі кошти на основі критеріїв типів завдань з урахуванням користувачів, медичних, економічних і соціальних перспектив, а також нових відкритих проблем.

Стаття присвячена необхідності економічно ефективного використання програмних і апаратних рішень для підтримки людей з обмеженими можливостями. Саме тому смартфони на базі Android з вбудованими функціями обробки зображень і розпізнавання об'єктів повинні стати основою для такої підтримки. Оскільки Android є платформою з повністю відкритим вихідним кодом, результати розробки також відкриті, що дозволить використовувати її всім, у кого проблеми із зором. Допоміжна навігаційна система для слабозорих людей

(ANSVIP), яка використовує можливості ARCore для отримання надійної комп'ютерної локалізації, запропонована.

Платформа ARCore працює на сьомій версії Android з використанням вбудованих функцій телефонів і формує доповнену реальність, засновану на трьох принципах: аналіз освітленості; контроль руху; обізнаність і знання реальної середовища. У ANSVIP реалізований двоканальний механізм взаємодії людина-машина, який забезпечує точну і безперервну тактильний зв'язок через тактильний інтерфейс в поєднанні з довгостроковим плануванням і інформуванням про його результати за допомогою аудіо. У порівнянні зі звичайними наочними посібниками, які підтримуються одометр, система забезпечує краще відображення і відстеження.

Міський каньйон - це вулиця, яка оточена будівлями по обидва боки, створюючи схожу на каньйону середу. У цих місцях ефекти затінення і багатопрореневого поширення можуть сприяти поганому прийому сигналу GPS або приводити до повної втрати здатності визначати географічні координати. Досягнення в області географічної інформаційної системи і датчиків дозволяють інтегрованим інтелектуальним системам виконувати картографування, позиціонування і прийняття рішень при виконанні в міських районах. Загальна мета розробки програмного забезпечення полягає в створенні прототипу додатка, який міг би поліпшити або навіть надати нові можливості для користувачів міського транспорту з ослабленим зором, беручи до уваги обмеження міського каньйону.

Основна ідея - дослідити можливість використання інерційних навігаційних методів, наявних у сучасних смартфонах, для підвищення точності існуючих систем на базі GPS.

Наступні кроки необхідні для реалізації методу обліку обмежень міського каньйону.

- Окрім визначення координат GPS, вимірюйте показання інерційних навігаційних датчиків: акселерометра та гіроскопа;
- Використовуйте фільтр Kalman для обробки необроблених даних з акселерометра та гіроскопа. Кальманський фільтр використовує знання про систему, такі як управління-вхід, моделі спостережуваної системи, коваріація шуму, фізичні закони для отримання точної оцінки лінійного прискорення та кутової швидкості;
- Використовуйте числову інтеграцію та кватерніони для оцінки положення та орієнтації користувача. Кватерніони - це розширення складних чисел до чотирьох вимірів;
- Якщо координати GPS не викликають сумнівів у використанні цих координат, у протилежному випадку додайте оцінки, отримані від інерційних датчиків смартфона, до останніх правильних координат GPS;

1.3 Аналіз проблем

Роль інформаційних технологій в житті сліпих людей тісно пов'язана з їх основною діяльністю. Найчастіше соціально-психологічна теорія ділить життєдіяльність людини на дві основні, дуже тісно пов'язані між собою, що становлять:

- діяльність;
- спілкування.

У свою чергу, другу складову прийнято розділяти на чотири позиції, тобто на чотири основних механізми:

- комунікація - процес передачі та отримання інформації;
- когнітивний процес - процес пізнання;
- інтеракція - процес взаємодії;

- перцепція - процес сприйняття;

І тому для інваліда по зору ІТ-технології сьогодні - це не тільки інструмент, що дозволяє вирішити ту чи іншу задачу, а й, в прямому сенсі слова, засіб реабілітації. Це міст, який дозволяє подолати інформаційну прірву, яка відділяє незрячої людини від відносно здорових людей, отримати майже рівні можливості щодо доступу до інформації та роботи з нею. Якщо це цифрове інформаційне вікно буде закрито, сліпі і люди з погіршеним зором будуть позбавлені можливості повноцінно брати участь в сучасному житті .

У зв'язку з цим потрібно виникають такі завдання:

- Розробка нових методик для роботи сліпих людей з комп'ютером і ІТ-системами;
- Визначення нових напрямків у розвитку технічних пристроїв сприйнятті інформації незрячими в ІТ-системах;

Ефективним засобом вирішення інформаційних проблем інвалідів по зору можуть служити комп'ютерні тіфлотехнології, які базуються на комплексі апаратних і програмних засобів (див. рис. 1), що забезпечують перетворення комп'ютерної інформації в доступні для сприйняття незрячих і слабозорих форми (звукове відтворення, рельєфно-крапковий або укрупнений текст), і дозволяють їм самостійно працювати на звичайному персональному комп'ютері з програмами загального призначення (MS Word, Internet Explorer і т.д.), отримуючи призначені для користувача можливості, що не мають принципових відмінностей від можливостей користувачів з нормальним зором (за винятком роботи з графічною нетекстовою інформацією).

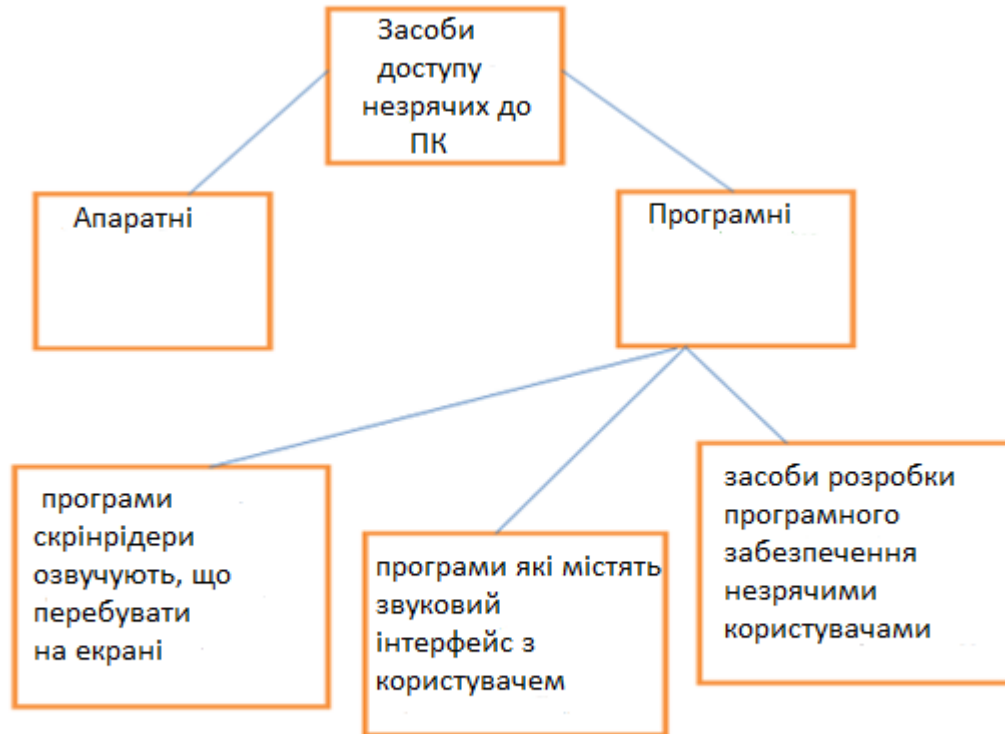


Рисунок 1.1 - Класифікація комп'ютерних засобів реабілітації незрячих людей

До категорії програм, які містять звуковий інтерфейс можна віднести популярну систему «Меркатор». Проект «Меркатор» розробляється в Технічному університеті штату Джорджія США. Дана система дозволяє озвучувати інтерфейс і програми системи X-Window для ОС Linux. Основна ідея полягає в тому, щоб дати можливість працювати на одному і тому ж робочому місці незрячому користувачеві і його зрячому колезі.

Основою побудови звукового інтерфейсу є ієрархічна модель звукового інтерфейсу. Кожен елемент інтерфейсу представляється вкладеним в певний елемент - контейнер. На верхівці ієрархії знаходиться сама графічна оболонка (в даному випадку - X-Window). Наступним рівнем ієрархії в системі МЕРКАТОР є вікна додатків, які в свою чергу містять нижні рівні інтерфейсу, такі, як панелі, кнопки, поля редагування і інші.

Використовуючи цю модель, а також двухкомпонентність системи X-Windows, що складається з X-клієнта і X-сервера, програма відстежує запити від клієнта до сервера і назад, використовуючи розширений протокол взаємодії Editres. Необхідно відзначити важливу гідність цього проекту - простота навігації по інтерфейсу, оскільки ієрархічну структуру набагато легше запам'ятати.

Тип озвучування такої системи переважно звуковий. Як засіб для озвучування подій використовуються близькі за родом звуки (наприклад, для вікна редагування - звук друкарської машинки).

Однак не всі звуки можна розрізнити з першого разу. Тому мовні і звукові технології мають ряд недоліків: сліпий отримує інформацію не точно, а з деяким спотворенням; не може швидко переглядати текст, як в прямому, так і в зворотному напрямку; немає точного уявлення про структуру тексту, що сприяє більш високій грамотності користувача. Дуже важливо розробляти нові методики подання додаткових звуків.

Комп'ютерні технології здатні істотно полегшити і зробити більш ефективним навчальний процес, і, отже, їх використання доцільно з найперших студентських днів. Уміння користуватися комп'ютером може значно полегшити процес адаптації незрячого або людей з вадами зору студента до умов вищої школи [3].

Основним завданням в розробці і створенні тифлотехнічних коштів повинна бути багатофункціональність. Так як вона має ряд переваг з різних точок зору. Сьогодні один пристрій допомагає вирішувати більше коло завдань, ніж цілий ряд тифлосредств десятирічної давності.

У зв'язку з цим виникає необхідність періодичного поновлення тифлоприборів, що є в розпорядженні незрячої людини. Причому в даному випадку оновлення не тільки робить роботу з приладом більш зручною, а й істотно розширює спектр можливостей користувача.

Багато незрячі і слабоворі люди активно користуються сканерами і програмами розпізнавання тексту, такими як FineReader для доступу до інформації. Однак виробники сучасних тифлотехнічних засобів ставлять завдання ширше: донести до користувача інформацію незалежно від того, в якій формі вона була представлена спочатку.

Це завдання успішно вирішують такі програми, як OpenBook (компанія Freedom Scientific) і Dolphin Easy Converter (британська компанія Dolphin Computer Access). Існують і апаратні засоби для вирішення подібних завдань - наприклад, камера Pearl і читаюча машина SARA.

Ці програми і прилади допоможуть працювати з друкованим текстом, з документами в важкодоступних додатках і форматах, з аудіофайлами. Наприклад, незрячий користувач може легко прочитати статтю в онлайн-версії газети чи журналу навіть в тому випадку, якщо сторінка представлена у вигляді фотографії.

Розпізнаний текст можна озвучити мовним синтезатором, вивести на дисплей Брайля, роздрукувати укрупненими шрифтом або по брайлем, вивести на екран комп'ютера в найбільш зручному поданні, конвертувати в MP3-файл за допомогою мовного синтезатора, а також зберегти в будь-якому з декількох підтримуваних форматів. Ось це і є багатофункціональність в дії.

1.4 Аналіз існуючих аналогів додатків для людей з обмеженим зором

1.4.1 Огляд додатку Be My Eyes

Be My Eyes – це краудсорсінговий додаток, який за допомогою відеочату з'єднує незрячих людей і волонтерів, готових допомогти їм в різних побутових ситуаціях, наприклад, перевірити термін придатності продуктів або перейти на інший бік вулиці.[4]

Переваги та недоліки наведені у таблиці 1.1, а приклад роботи на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1 – Переваги та недоліки Ве Му Еєс

Переваги	Недоліки
<p>Платформи: web, Android, iOS</p> <p>Розгортання: хмара</p> <p>Велика кількість мов, що підтримуються</p> <p>Безкоштовно</p> <p>Доступ за протоколом HTTPS</p> <p>Чат</p> <p>Відео-зв'язок</p> <p>Відстеження навігації</p>	<p>Відсутня багатфакторна авторизація</p> <p>Відсутнє резервне копіювання у декількох місцях</p> <p>Відсутній таргетинг</p> <p>Відсутнє API</p>

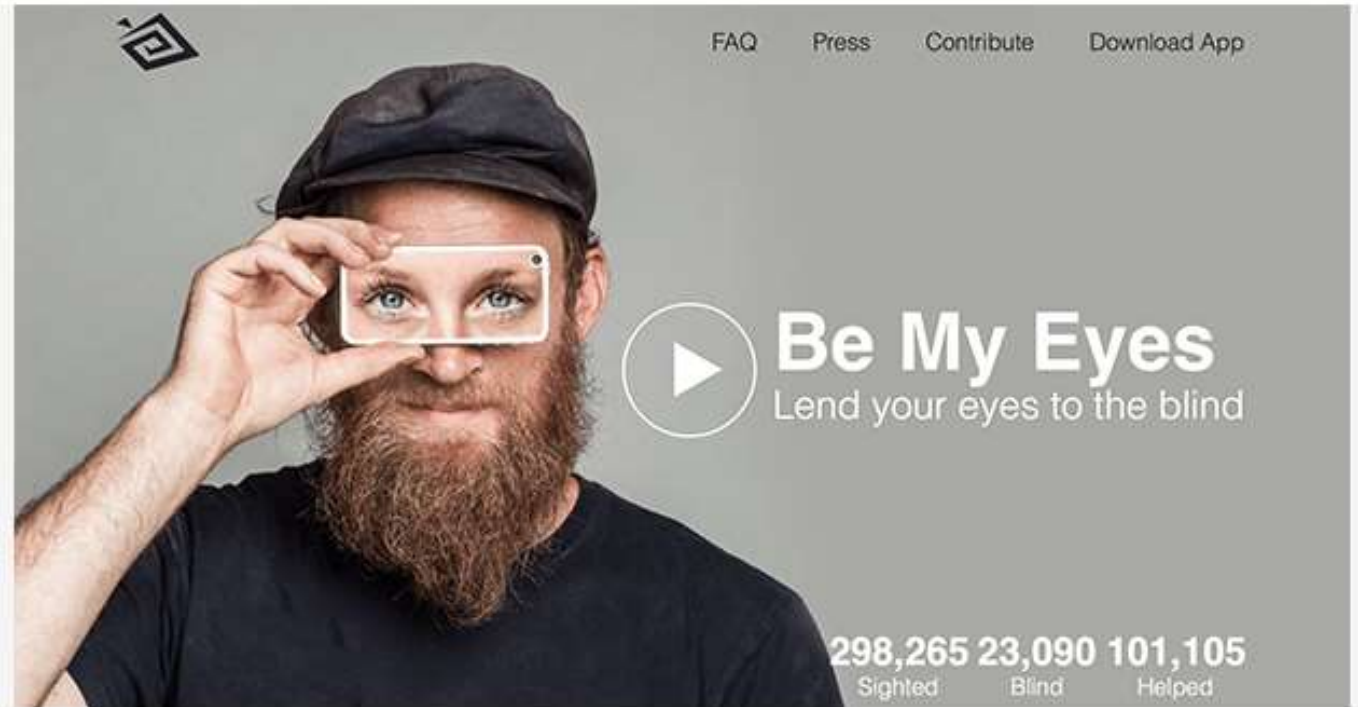


Рисунок 1.2 – Робота Be My Eyes

1.4.2 Огляд додатку TapTapSee

TapTapsee – вголос описує навколишню середу – досить тільки двічі торкнутися екрана, щоб зробити фото, і смартфон в парі слів розповість, що на знімку. Також за допомогою додатку можна визначати кольори речей.[5]

Переваги та недоліки наведені у таблиці 1.2, а приклад роботи на рисунку 1.2.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки TapTapSee

Переваги	Недоліки
Платформа: Android, IOS	Неповністю безкоштовно
Розгортання: хмара	Лише підтримка англійської мови
Доступ за протоколом HTTPS	Відсутня багатофакторна авторизація
Відстеження джерел	Відсутнє резервне копіювання у декількох місцях
Відстеження навігації	Відсутнє відстеження ключових слів
Відстеження конверсій	Відсутній таргетинг
А/В-тестування	Відсутнє відстеження популярності посилань
Відстеження часу перебування	
API	



Рисунок 1.3 – Работа TapTapSee

1.4.3 Огляд додатку DotWalker

DotWalker – це додаток яким незрячі люди користуються як стандартними навігаторами з голосовими функціями, так і спеціальними. Одні з найвідоміших спеціальних навігаторів для людей з порушеннями зору.[6]

Переваги та недоліки наведені у таблиці 1.3, а приклад роботи на рисунку 1.3.

Таблиця 1.3 – Переваги та недоліки DotWalker

Переваги	Недоліки
Платформа: Android, IOS	Неповністю безкоштовно
Розгортання: хмара	Лише підтримка англійської мови
Доступ за протоколом HTTPS	Відсутня багатофакторна авторизація
Відстеження джерел	Відсутнє резервне копіювання у декількох місцях
Відстеження навігації	Відсутній таргетинг
Створення бази даних	Відсутнє API
Голосовий помічник	



Рисунок 1.4 – Робота DotWalker

1.4.4 Огляд додатку Seeing AI

Важливий додаток, створений Microsoft. Автором технології став сліпий програміст Сакиб Шаїх, який розробив алгоритм візуального розпізнавання

найрізноманітніших об'єктів навколишнього світу і переклад цієї інформації в формат текстового коментаря. Вміє розпізнавати вирази облич співрозмовників, здатне прочитати значення на банкнотах (що дуже важливо для сліпих людей, які часто стають жертвами обману в магазинах), здатне допомогти підібрати гардероб, пояснюючи, якого кольору предмети в шафі, і багато іншого.[7]

Переваги та недоліки наведені у таблиці 1.4, а приклад роботи на рисунку 1.4.



Рисунок 1.5 – Робота Seeing AI

Таблиця 1.4 – Переваги та недоліки Segment

Переваги	Недоліки
Платформа: Android, IOS Розгортання: хмара Доступ за протоколом HTTPS Присутній штучний інтелект API Безкоштовність	Лише підтримка англійської мови Відсутня багатофакторна авторизація Відсутнє відстеження навігації

1.4.5 Огляд додатку “Airoly”

Додаток Airoly допомагає незрячим і людям зі слабким зором орієнтуватися за допомогою смартфона. Airoly використовує дані з фотокамери смартфона, яка передає інформацію про предметах, які потрапили в об'єктив. Зображення обробляється, після чого додаток озвучує назву предмета. Відбувається це все в режимі реального часу. Airoly підтримує 7 мов, може визначати колір предмета. Додаток здатний розрізняти різні предмети на одній поверхні, наприклад, якщо на столі є і кружка, і тарілка, і ложка, а також способи взаємодії, якщо мова йде про людину, яка їде на велосипеді.

Додаток використовує машинне навчання, в бібліотеці Airoly більше 1000 різних об'єктів, при цьому система вже пройшла навчання кількома сотнями тисяч зображень. Airoly продовжує вчитися і поповнювати свій каталог відомих їй додатків і ситуацій. Користувачі також можуть допомагати вчитися з додатком, вводячи інформацію про об'єкти.

Одна з цілей, яку вирішували розробники в ході створення додатка, - натренувати систему на особливо важливі для аудиторії Airoly групи об'єктів, наприклад, дорожні знаки або специфічні предмети з ужитку слабоворих людей (клавіатура зі шрифтом Брайля, біла тростина).

Airpoly може бути встановлено на iOS, готується версія для Android, а також пристрій у формі окулярів[8].

Приклад роботи на рисунку 1.5.



Рисунок 1.6 – Робота Airpoly

1.5 Висновки з розділу 1

В ході роботи у першому розділі було проаналізовано проблему пересування людей з обмеженим зором, виділено мету дипломного проекту та сформульовано завдання дослідження.

Були розглянуті статті з описом сучасних підходів до використання Computer Vision а також статті з запропонованими програмними засобами та їх реалізацією.

Виявлено переваги та недоліки розглянутих систем-аналогів, розроблюваного програмного забезпечення, а саме:

- Be My Eyes;
- TapTapSee;
- DotWalker;
- Seeing AI;
- Aipoly.

В ході аналізу проблеми була визначена роль інформаційних технологій в житті сліпих людей, шляхи вирішення проблеми, а також була розглянута класифікація комп'ютерних засобів реабілітації незрячих людей.

В результаті аналізу проблеми було поставлено завдання розробити програмне забезпечення, можливості якого полягають у допомозі пересуванню людей з обмеженим зором у міському каньйоні за допомоги технологій доповненої реальності.

2 МОДЕЛІ І МЕТОДИ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ, ЩО ПОЛЕГШУЄ ОРІЄНТАЦІЮ ТА НАВІГАЦІЮ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ В МІСЬКОМУ ПРОСТОРИ

2.1 Дослідження методів побудови доповненої реальності

Доповнена реальність (англ. Augmented reality, AR) є певною різновидом віртуальної реальності (англ. virtual reality, VR). Технології віртуальної реальності повністю занурюють людини в синтетичну середу. Будучи зануреним, він не може бачити навколишній реальний світ.

На відміну від віртуальної реальності, доповнена реальність дозволяє людині відчувати реальний світ разом з віртуальними об'єктами, накладеними на навколишнє обстановку. Таким чином, AR інтегрується і доповнює справжній світ замість того, щоб повністю його замінити.

2.1.1 Маркери доповненої реальності

Можна виділити два головних принципи побудови доповненої реальності:

- на основі маркера;
- на основі координат місця розташування користувача.

Безмаркерні технології найчастіше застосовується в мобільних пристроях, і будуються за допомогою спеціальних датчиків: акселерометр, гіроскоп, магнітометр, GPS-приймач. Подібний підхід в рамках нашої статті розглядатися не буде.

Основну увагу ми приділимо побудови доповненої реальності за допомогою маркерів і алгоритмів комп'ютерного зору.

Під маркером розуміється об'єкт, розташований в навколишньому просторі, який знаходиться і аналізується спеціальним програмним забезпеченням для подальшої відтворення віртуальних об'єктів. На основі інформації про стан маркера в просторі, програма може досить точно спроектувати на нього віртуальний об'єкт, від чого буде досягнуто ефект його фізичної присутності в навколишньому просторі. Використовуючи додаткові графічні фільтри і високоякісні моделі, віртуальний об'єкт може стати практично реальним і важко відмінним від інших елементів інтер'єру або екстер'єру.

Найчастіше в ролі маркера виступає аркуш паперу з деяким спеціальним зображенням. Тип малюнка може варіюватися досить сильно і залежить від алгоритмів розпізнання зображень. Взагалі кажучи, безліч маркерів досить широко: ними можуть бути і геометричні фігури простої форми (наприклад, коло, квадрат), і об'єкти у формі прямокутного паралелепіпеда, і навіть очі та обличчя людей.

В теорії маркером може бути будь-яка фігура (об'єкт). Але на практиці ми обмежені дозволом веб-камери (телефону), особливостями передачі кольору, освітлення і обчислювальною потужністю обладнання (все ж відбувається в реальному часі, а тому має робитися швидко), а тому вибирається зазвичай чорно-білий маркер простої форми. Як правило це прямокутник або квадрат з вписаним всередину ідентифікатором-образом.[9]

2.1.2 Методи комп'ютерного зору

Теорія комп'ютерного зору (англ. Computer vision) є основоположною для розвитку технологій доповненої реальності, і перш за все в галузі використання маркерів. Основний напрямок даної дисципліни - це аналіз і обробка зображень (в тому числі і відео потоку). Алгоритми комп'ютерного зору дозволяють виділяти ключові особливості на зображенні (кути, межі області), проводити пошук фігур і

об'єктів в реальному часі, виконувати 3D реконструкцію з кількох фотографій і багато іншого.

В області доповненої реальності алгоритми комп'ютерного зору використовуються для пошуку в відеопотоці спеціальних маркерів. Залежно від завдання в якості маркера можуть виступати як спеціально сформовані зображення, так і особи людей. Після знаходження маркера в відеопотоці і обчислення його розташування, з'являється можливість побудови матриці проєкції і позиціонування віртуальних моделей. За допомогою них можна накласти віртуальний об'єкт на відеопотік таким чином, що буде досягнутий ефект присутності. Основна складність якраз і полягає в тому, щоб знайти маркер, визначити його місце розташування в кадрі і спроектувати відповідним чином віртуальну модель.

За останнє десятиліття була створена велика теоретична база в сфері обробки зображень та пошуку на ньому різних об'єктів. Перш за все, це стосується методів контурного аналізу, *template matching*, *feature detection* і генетичних алгоритмів. З точки зору побудови доповненої реальності найчастіше використовуються останні два підходу. Зробимо невеликі пояснення по кожному з них.

2.1.2.1 Детектор Moravec

Детектор Моравець – це один з перших алгоритмів виявлення кутів. Робота алгоритму полягає в перевірці кожного пікселя, чи є піксель кутом. Для цього розглядаються ділянки в області пікселя. Даний метод є найпростішим з існуючих. Автор розглядає зміну яскравості квадратного вікна W (зазвичай розміру 3×3 , 5×5 , 7×7 пікселів) щодо цікавить точки при зсуві вікна W на 1 піксель в 8-ми напрямках (горизонтальних, вертикальних і діагональних). алгоритм детектора Моравець:

- Обчислюємо зміни інтенсивності для кожного з пікселів на зображенні (x , y)

$$V_{u,v}(x, y) = \sum_{(a,b) \in W} (I(x + u + a, y + v + b) - I(x + a, y + b))^2$$

$$(u,v) \in \{(1,0), (1,1), (0,1), (-1,1), (-1,0), (-1,-1), (0,-1), (1,-1)\}$$
(2.1)

- Далі будується карта ймовірності знаходження кутів в кожному пікселі (x, y) за допомогою обчислення оціночної функції
- $C(x, y) = \min(V_{(u,v)}(x, y))$. Тобто визначаємо, в якому напрямку знаходяться суміжні ребра (місце найменшої зміни інтенсивності).
- Відкинути пікселі, в яких значення $C(x, y)$ нижче порогового значення T .
- Видалення повторюваних кутів. Пошук локальних максимумів функції відгуку. Відкидаємо нульові значення.

Серед основних недоліків даного методу можна виділити відсутність інваріантності до перетворень повороту і виникнення помилок детектування при наявності великої кількості діагональних ребер.

Детектор Моравець анізотропний, так як зміна інтенсивності вимірюється тільки у 8 напрямках[7].

2.1.2.2 Детектор Харріса

Харріс і Стівенс поліпшили детектор Моравець. Вони розглядали диференціальну оцінку кута по відношенню до напрямку, замість використання зрушених плям. Цю оцінку кута часто називають автокореляційною, оскільки цей термін використовується в тому документі, в якому цей детектор описаний. Однак з математичної точки зору використовується метод суми квадратів різниць.

Для зображення I розглядається вікно W з центром (x, y) , а також його зрушення на (u, v) . Тоді зважена сума квадрата різниць між зрушеним і вихідним вікном (зміна околиці точки (x, y) при зсуві на (u, v)) буде дорівнювати [8]:

$$E(u, v) = \sum_{(a,b) \in W} w(x, y) (I(x+u, y+v) - I(x, y))^2 \approx \sum_{(x,y) \in W} w(x, y) (I_x(x, y)u + I_y(x, y)v)^2 \approx (x \ y) M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (2.2)$$

де $w(x, y)$ - вагова функція (зазвичай використовується функція Гаусса або бінарне вікно),

M – автокореляційна матриця.

$$M = \sum_{(u,v) \in W} w(u, v) \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

Кут характеризується великими змінами функції $E(x, y)$ по всіх можливих напрямках (x, y) , що еквівалентно великим по модулю власним значенням матриці M .

Підрахунок значень безпосередньо є трудомісткою завданням. Тому Харріс і Стефен запропонували міру відгуку [9]:

$$R = \det M - k(\text{tr} M)^2 > k \quad (2.4)$$

де k – емпірична константа, $k \in [0,04; 0,06]$.

Тобто, значення R позитивно для кутових особливих точок. Далі відкидаємо точки по знайденому умові R (точки, з значення R менше порога, виключаються). Далі відбувається пошук локальних максимумів функції відгуку (non-maximal suppression) по околиці заданого радіусу і вибираються в якості кутових особливих точок [10].

Детектор Харріса інваріантний до поворотів, частково інваріантний до афінних змін інтенсивності. Серед недоліків можна виділити наступні:

- велика обчислювальна трудомісткість;

- чутливість до шуму;
- залежність результатів детектування від масштабу зображення.

2.1.3 Генетичні алгоритми

Генетичні алгоритми - це евристичні алгоритми пошуку, які використовуються для вирішення завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію.

У комп'ютерному зорі вони використовуються для пошуку об'єкта деякого заданого класу на статичному зображенні або відео потоці. спочатку необхідно провести навчання алгоритму за допомогою двох різних наборів зображень:

1. "Хороші" - містять потрібний об'єкт.
2. "Погані" - помилкові зображення без шуканого об'єкта.

При цьому для навчання використовується велика кількість зображень, і чим їх більше - тим краще буде працювати сам алгоритм. Для кожної картинки проводиться

виділення різних ключових особливостей: кордону, лінії, центральні елементи.

За ним проводиться побудова статистичної моделі, яка потім і використовується для пошуку об'єкта на зображенні.

Прикладом використання даного підходу може служити алгоритм розпізнавання осіб і очей на потоці. Поступово навчаючи алгоритм, можна домогтися високих результатів знаходження заданого класу об'єктів. Однак необхідність навчання як раз і робить використання генетичних алгоритмів досить проблематичним. Для їх хорошої роботи потрібно значне число різних зображень (як "хороших", так і "поганих"), і побудова класифікатора для кожного об'єкта може займати тривалий час.

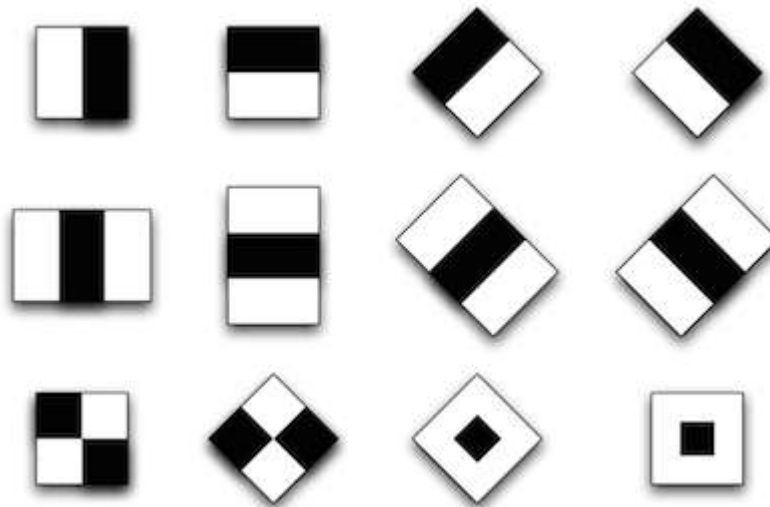


Рисунок 2.1 – Алгоритм який використовується на основі примітивів Хаара

2.1.4 Feature delection

Концепція feature detection в комп'ютерному зорі відноситься до методів, які націлені на обчислення абстракцій зображення і виділення на ньому ключових особливостей. Дані особливості можуть бути як у вигляді ізольованих точок, так і кривих або пов'язаних областей. Не існує суворого визначення того, що таке ключова особливість зображення. Кожен алгоритм розуміє під цим своє (кути, межі, області тощо).

Найчастіше для пошуку маркерів використовуються алгоритми, які виконують пошук і порівняння зображень по ключових точках. Ключова точка - це певний ділянку картинки, який є характерною для заданого зображення. Що саме приймається за дану точку - безпосередньо залежить від використовуваного алгоритму.

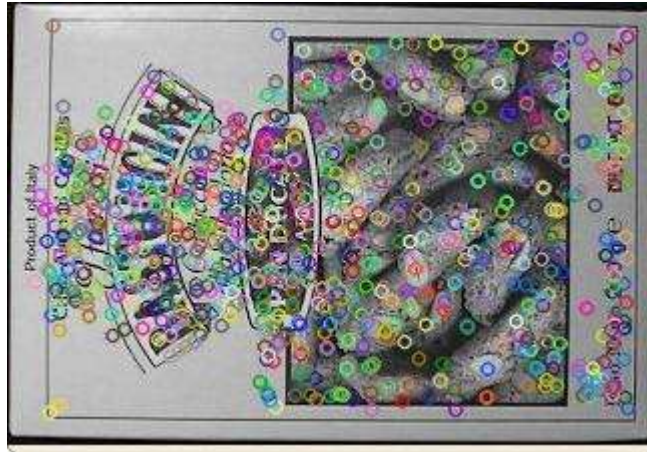


Рисунок 2.2 - Приклад ключових точок на зображенні

Для їх знаходження і подальшого порівняння використовуються три складові:

- Детектор (англ. Feature detector) - здійснює пошук ключових точок на зображенні.
- Дескриптор (англ. Descriptor extractor) - виробляє опис знайдених ключових точок, оцінюючи їх позиції через опис навколишніх областей.
- Матчер (англ. Matcher) - здійснює побудова відповідностей між двома наборами точок.

Спочатку за допомогою детектора проводиться пошук ключових точок шаблонного (шуканого) зображення. Отримані точки потім описуються за допомогою дескриптора. Дана інформація зберігається в окремий файл (або базу даних), щоб не виконувати цей процес повторно. При обробці відео потоку з метою пошуку заданого шаблону описаний процес виконується для кожного кадру (за винятком збереження даних). Для встановлення відповідності між ключовими точками і дескрипторами застосовується матчер.

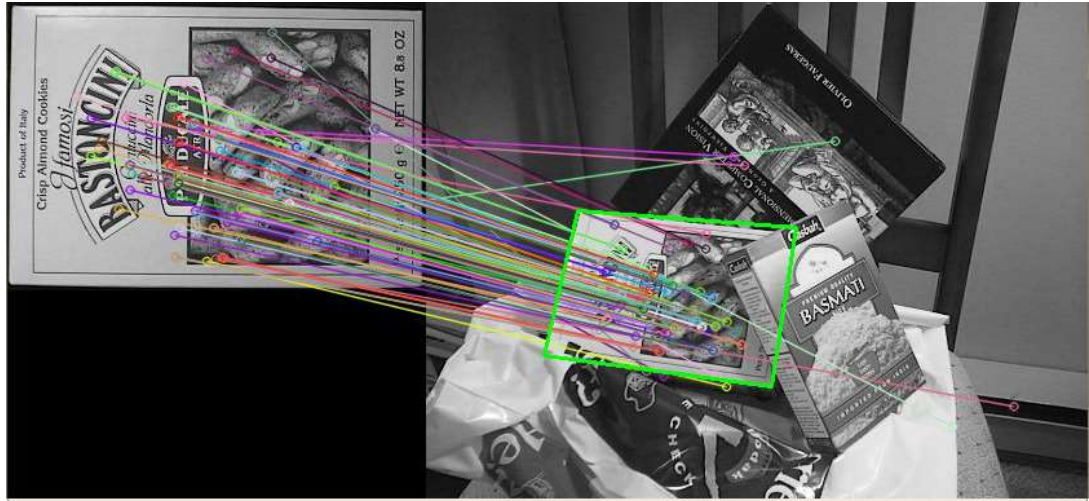


Рисунок 2.3 - Відповідності між точками шаблону та тестового зображення

Природно припустити, що різні алгоритми працюють з різною швидкістю та ефективністю. В умовах застосування їх для побудови доповненої реальності необхідно використовувати тільки ті, які показують високу швидкість роботи при досить хорошій якості відстеження позицій ключових точок. В іншому випадку ми можемо отримати помітні відставання у знімаються відеоданих.

Для підвищення швидкості роботи алгоритмів feature points detection застосовуються різні способи фільтрації точок, щоб мінімізувати їх число і відсіяти зовсім погані поєднання. Таким чином, можна домогтися не тільки підвищення швидкості роботи алгоритмів, але і якості трекінгу маркерів.

2.2 Дослідження Побудова доповненої реальності

Для вирішення поставленого завдання ми скористаємося описаної вище бібліотекою OpenCV. За допомогою неї буде проводитись пошук маркера на відео потоці, а потім відображає віртуального об'єкта.

Перш за все, нас цікавить питання побудови 3D простору по знайденої 2D гомографії.

Під гомографією розуміється матриця побудови взаємно-однозначного відображення проєктованого простору на себе, який переводить точки в точки, прямі в прямі і зберігає відношення інцидентності точок і прямих, а також подвійне ставлення будь-якої четвірки колінеарних точок. Вона дозволяє приводити зображення до єдиної перспективи і геометрії.

Для побудови 3D простору нам необхідно знати 2 матриці: внутрішню (Intrinsic matrix) і зовнішню (extrinsic matrix). Потім, скориставшись методами

OpenGL, можна без будь-яких проблем намалювати віртуальний об'єкт поверх маркера.

Внутрішня матриця (або матриця проєкції) складається з параметрів використовуваної камери: фокальної відстані по двох осях (f_x , f_y) і координат центру фокуса (c_x , c_y).

$$\begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Зовнішня матриця (або матриця моделі) - це матриця перетворень моделі за допомогою розтягування, повороту і перенесення. Вона дозволяє однозначно задати становище об'єкта в просторі.

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Діагональні елементи відповідають за розтягнення моделі. Інші елементи r - за поворот об'єкту в просторі. Елементи t відповідають за перенесення. В цілому структура даної матриці може варіюватися в залежності від рівнянь перетворень координат, але описані ключові елементи в ній присутні завжди.

Обчислення її виробляється шляхом визначення чотирьох пар точок об'єкта та відповідного його положення в кадрі. Точки положення в кадрі - це вершини чотирикутника, що описує (обмежує) об'єкт в кадрі. Отримати дані точки можна, якщо подіяти на крайні точки шаблону гомографій. Щодо точок самого об'єкта варто відзначити кілька моментів:

- Точки об'єкта задаються в 3D, а точки на кадрі в 2D. Відповідно, якщо задати їм нульове значення z , то початок координат на z буде зрушено щодо площині об'єкта на кадрі.
- Точки об'єкта задаються таким чином, щоб було зручно працювати в 3D просторі, а саме: початок координат знаходиться прямо по центру шаблону, а одиниця довжини дорівнює половині меншої сторони. В цьому випадку ми виключаємо залежність від конкретних розмірів шаблону в пікселях, а 3D простір буде отмасштабовані по меншій стороні.

Сконструйовані матриці потім використовуються для обчислення вектора повороту і перенесення з подальшим занесенням в матрицю моделі. Варто відзначити, що процес обчислення матриці моделі займає кілька мілісекунд і суттєво не впливає на швидкість роботи програми. Основне навантаження йде в області аналізу відеопотоку і пошуку на ньому шаблонного зображення[10].

2.3 Фільтр Kalman

Основна ідея - дослідити можливість використання інерційних навігаційних методів, доступних у сучасних смартфонах, для підвищення точності існуючих систем на базі GPS.

Наступні кроки необхідні для реалізації методу обліку обмежень міського каньйону.

Окрім визначення координат GPS, вимірюйте показання інерційних навігаційних датчиків: акселерометра та гіроскопа.

Використовуйте фільтр Kalman для обробки необроблених даних з акселерометра та гіроскопа. Кальманський фільтр використовує знання про систему, такі як управління та введення, моделі спостережуваної системи, коваріація шуму, фізичні закони для отримання точної оцінки лінійного прискорення та кутової швидкості.

Використовуючи числову інтеграцію та кватерніони для оцінки положення та орієнтації користувача. Кватерніони - це розширення складних чисел до чотирьох вимірів.

Якщо координати GPS не викликають сумнівів у використанні цих координат, у протилежному випадку додайте оцінки, отримані від інерційних датчиків смартфона, до останніх правильних координат GPS.

2.4 Висновки за розділом 2

У другому розділі роботи було розглянуто сучасні інформаційно-комунікаційні технології у вирішенні проблем людей з візуальними порушеннями.

Було проведено дослідження методів для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеним зором, в результаті чого були розглянуті наступні технології:

- маркери доповненої реальності;
- комп'ютерний зір;
- генетичні алгоритми;
- концепція feature detection.

Також було проведено дослідження побудови доповненої реальності, в результаті, для вирішення поставленого завдання було:

- описано процес побудови доповненої реальності;
- розглянута можливість використання інерційних навігаційних методів, для підвищення точності існуючих систем на базі GPS.
- визначено використання фільтру Kalman для обробки необроблених даних з акселерометра та гіроскопа.

Також була визначена трирівнева архітектура та компоненти програми для людей з обмеженим зором.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОТОТИПУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ В МІСЬКИХ УМОВАХ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ПОРУШЕННЯМИ ЗОРУ

3.1 Ціль та задачі розроблення прототипу програмного забезпечення

У проектуванні програмного забезпечення треба визначити мету і ціль, яку воно повинно досягнути. Прототип програмного забезпечення в рамках даної роботи має полегшувати орієнтацію та навігацію людей з обмеженим зором в міському просторі шляхом запровадження комбінованих методів обчислення, які гарантують точне знаходження координат людини.

На наступному етапі для того, щоб досягнути цілей потрібно зробити програмне забезпечення, яке буде за допомогою технологією доповненої реальності та комбінованих методів обчислення аналізувати та показувати перешкоди на маршруті користувача та орієнтувати його у просторі. Також мобільне забезпечення дозволить людям з обмеженим зором користуватись голосовим помічником.

Розробка програмного забезпечення складається з декількох етапів:

- формування вимог до програмного забезпечення;
- проектування і розробка бази даних;
- проектування дизайну користувальницького інтерфейсу;
- розробка дизайну користувальницького інтерфейсу;

3.2 Побудова діаграми варіантів використання

Для того, щоб точніше зрозуміти як повинна працювати веб-додаток, все частіше використовується опис функціональності веб-додатку через варіанти використання (UseCase або прецеденти). Варіанти використання це - опис послідовності дій, які може здійснювати веб-додаток у відповідь на зовнішні дії користувачів. Варіанти використання відображають функціональність веб-додатку.

Додаток містить логічні рівні, які відповідають трирівневій архітектурі. Вся система складається з декількох проектів, які містять компоненти відповідно до рівнів:

- Веб частина додатка включає компоненти, які відповідають за показ моделей для кінцевого споживача. Він також приймає дані, передані користувачем, збирає їх і передає рівень ділової логіки для обробки;
- Моделі містять класи, які логічно та структурно представляють дані та допомагають передавати та обробляти дані;
- Інтеграція містить основну логіку бізнесу програми. Він надає послуги для роботи з аналітикою, оглядами, сторонніми послугами та логікою для обробки даних, отриманих від користувача;
- Інтерфейси визначають зовнішні точки доступу для роботи з послугами бізнес-логіки. Завдяки своїм інтерфейсам рівень презентації працює з рівнем бізнес-логіки. Для того, щоб клас бізнес-логіки використовувався на рівні презентації, він повинен реалізувати відповідний інтерфейс цього проекту;
- Інтеграція сервісів Google включає послуги для роботи з API хмарної служби Google;

- База даних містить компоненти для роботи із зовнішніми сховищами. Спеціальна реалізація працює з SQL Server за допомогою ORM Entity Framework;

Розробка діаграми варіантів використання переслідує наступні мети:

- визначити загальні межі і предметну область;
- сформулювати загальні вимоги до функціональної поведінки проєктованого веб-додатку;
- розробити початкову концептуальну модель веб-додатку її подальшої деталізації у формі логічних і фізичних моделей;
- підготувати початкову документацію для взаємодії розробників системи з замовниками і користувачами.

Діаграма варіантів використання – це граф спеціального вигляду, який є графічною нотацією для представлення конкретних варіантів використання, акторів, можливо деяких інтерфейсів, і відносин між цими елементами. При цьому окремі компоненти діаграми можуть бути поміщені в прямокутник, який позначає проєктовану систему в цілому. Слід зазначити, що відносинами даного графа можуть бути тільки деякі фіксовані типи взаємозв'язків між акторами і варіантами використання, які в сукупності описують сервіси або функціональні вимоги до модельованої системи.

Суть діаграми варіантів використання полягає в наступному. Проєктована система представляється у вигляді безлічі суті або акторів, що взаємодіють з системою за допомогою варіантів використання. При цьому актором (actor) або дійовою особою називається будь-яка сутність, що взаємодіє з системою ззовні. Це може бути людина, технічний пристрій, програма або будь-яка інша система, яка може служити джерелом дії на модельовану систему так, як визначить сам

розробник. Варіант використання служить для опису сервісів, які система надає актору. Діаграма варіантів використання може доповнюватися текстом пояснення, який розкриває сенс або семантику складових її компонентів[7].

У системі є користувач мобільного додатку. Користувач має свої функції.

Користувач мобільного додатку має такі функції (рис. 3.1):

- розпізнавання адреси;
- створення маршруту;
- отримати місце знаходження;
- вибрати існуючі маршрути;

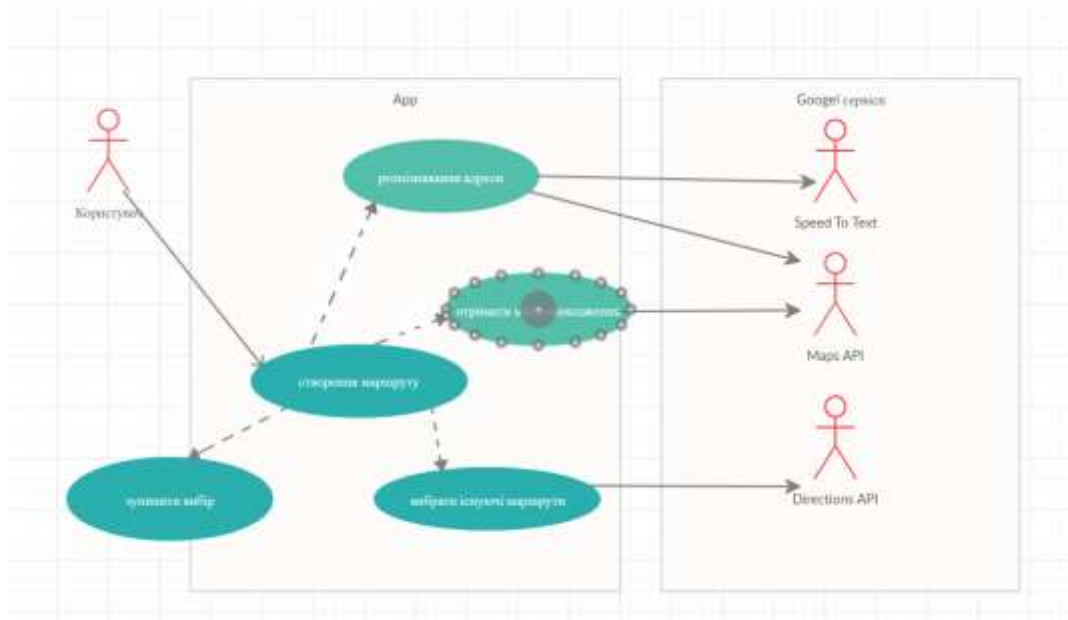


Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання користувача веб-застосунку

3.3 Вимоги до ПЗ

3.3.1 Функціональні вимоги

Функціональні вимоги до розроблювального ПЗ такі.

Користувач мобільного додатку повинен мати доступ до наступного функціоналу:

- розпізнавання адреси;
- створення маршруту;
- отримати місце знаходження;
- вибрати існуючі маршрути.

3.3.2 Нефункціональні вимоги

До нефункціональних вимог відносяться такі:

3.1 мінімальні системні вимоги для роботи мобільного додатку на стороні клієнта наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Конфігурація смартфона для роботи програми на стороні клієнта

Операційна система	Android 9
Процесор	Qualcomm Snapdragon 450 або краще
Об'єм оперативної пам'яті	1 ГБ

3.2 необхідно постійне підключення до інтернету;

3.3 форма побудови меню веб додатку на екрані:

- на сторінці повинна бути карта;
- в правому верхньому куті повинен бути список записів, які доступні для відображення.

3.4 форма побудови мобільно додатку на екрані:

3.4.1 Внизу головної сторінки повинна відобразитися кнопка для доступу до функцій програми.

3.4.2 Внизу повинні відображатися вкладки навігації такі як:

- карта;
- записи;
- налаштування.

3.4.3 На вкладці карта повинна відображатися карта і кнопка для доступу до функцій карти.

3.4 Специфікація варіантів використання

Сценарії використання, варіанти використання або прецеденти - специфікація послідовностей дій (варіанти послідовностей і помилкові послідовності) які може здійснювати система, підсистема або клас, взаємодіючи з зовнішніми дійовими особами.

Специфікація варіантів використання виконана у вигляді таблиць з описом прецедентів і сценаріїв і наведена в таблицях 3.4 – 3.5.

Таблиця 3.4 – Сценарій початку

Ім'я	Start_scanning
Назва	Початок сканування місцевості.
Опис	Початок сканування місцевості в якій знаходиться користувач.
Передумова	Додаток запущено, обрана вкладка Карта.
Постумова	Додаток починає сканування та починає відображення місцевості з обведеними перешкодами .
Основний потік	1 Користувач заходить на вкладку карта. 2 Користувач натискає на кнопку сканувати.
Альтернативний потік	1 Користувач заходить на вкладку карта. 2 Користувач натискає на кнопку сканувати.

	3 Користувачеві виводиться попередження про те що GPS не доступний.
--	---

Таблиця 3.5 – Сценарій виклик звукового помічника

Ім'я	Call_audio_directory.
Назва	Виклик звукового помічника
Опис	Додаток викликає звукового помічника
Передумова	Натискання на кнопку
Постумова	1 Помічник зчитує голос. 2 Помічник видає голосову підказку

3.5 Розробка макетів екранних форм

Згідно з вимогами до ПО складемо діаграму переходів між сторінками інтерфейсу рисунок 3.3.

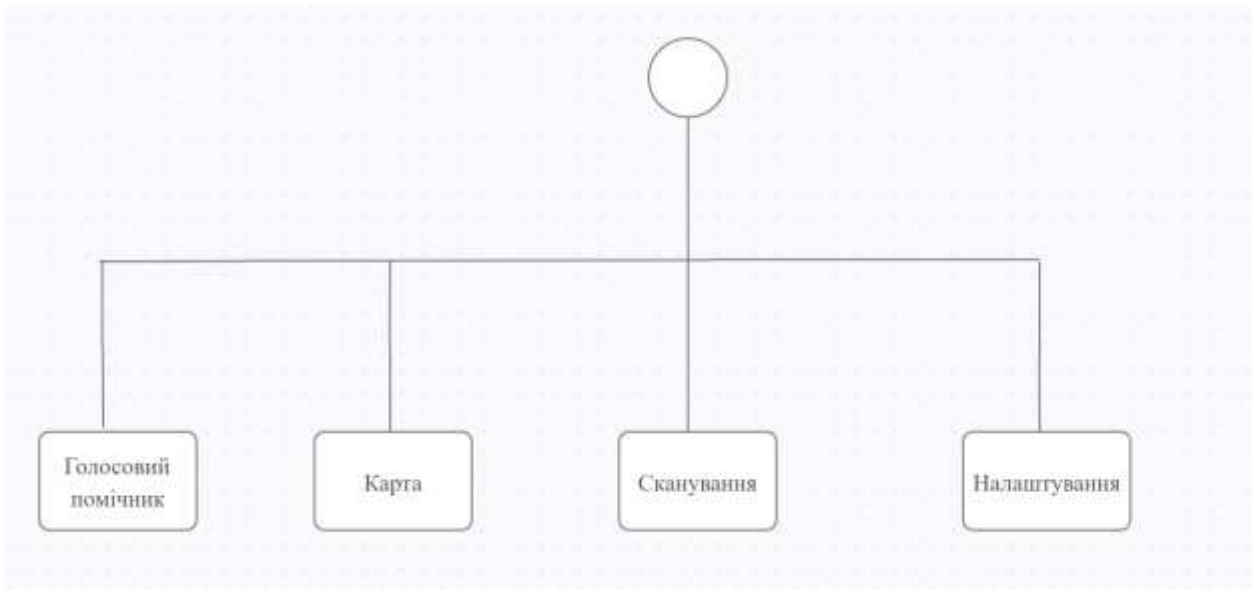


Рисунок 3.2 – Діаграма переходів між сторінками

3.6 Початкові дані

Для того, щоб забезпечити прозорий і простий інтерфейс взаємодії програмних модулів веб-додатку, які були виділені в попередньому розділі, необхідно забезпечити поділ функціональних можливостей між модулями.

Оскільки рішення задачі вимагає розробки інтерактивного інтерфейсу для взаємодії з користувачем, клієнтської частини веб-додатку знадобляться потужні інструменти для відображення інтерфейсу.

Відповідно, для того, щоб ізолювати цю функціональність в одному модулі, необхідно сконцентрувати всі дії по формуванню відображення інтерфейсу в

клієнтському додатку. Односторінковий додаток забезпечує винос здебільшого логіки в модуль клієнтського додатку: обробка даних для відображення, відображення, обробка користувальницьких подій, відправка даних на сервер.

Таким чином, інтерфейс для клієнтського модуля представляє із себе методи по прийому й відправленню необроблених даних з відображенням.

Також у нашому програмному забезпеченні присутня технологія доповненої реальності

Для вирішення завдань клієнтського додатка було обрано такі технології:

- фреймворк ARCore для розробки доповненої реальності;
- Maps API для відображення сервісу Google Maps у додатку;
- бібліотека Redux для створення архітектури обробки внутрішніх дій в клієнтському додатку;
- бібліотека Fetch як бібліотека для створення запитів до серверної частини веб-додатку.

Основними завданнями серверного додатку при реалізації підходу односторінкового веб-додатку є:

- взаємодія з базою даних;
- процедура обробки запитів від клієнтського додатку і виконання бізнес-логіки додатка;
- формування веб-сторінки для першого користувальницького запиту.

Для вирішення завдань серверного додатку було обрано такі технології:

- Node.js - платформа, що дозволяє виконувати JavaScript на сервері і надає можливості для взаємодії з системними ресурсами сервера;

Взаємодію бази даних і веб-сервера слід організувати, дотримуючись принципу, що бізнес логіка знаходиться в коді серверного додатку, а не в базі даних. В цьому випадку база даних зберігає дані, і надає прямий доступ до даних, тоді як вся бізнес-логіка реалізована в підсистемах

серверного додатка. База даних дозволяє виконувати транзакції для проведення атомарних операцій над даними.

Ізоляція бізнес-логіки в підсистемах серверного додатку дозволяє забезпечити прозорий інтерфейс взаємодії сервера з базою даних.

Для забезпечення такої ізоляції, можна визначити наступну ієрархічну структуру завдань:

- розробка модуля клієнтської частини веб-додатку;
- розробка модуля серверної частини веб-додатку;
- модуль бази даних;
- проектування інтерфейсу взаємодії між модулем серверної частини і базою даних.

3.7 Архітектура додатку

Веб-додаток складається з клієнтської і серверної частини, тим самим реалізуючи мережеву архітектуру «клієнт-сервер». Клієнтська частина реалізує користувальницький інтерфейс, формує запити до сервера і обробляє відповіді від нього. Серверна частина приймає запити від користувача, виконує необхідні обчислення і потім формує веб-сторінку і відправляє її клієнту через мережу з використанням протоколу HTTP або HTTPS.

Довгий час при розробці веб-ресурсів найбільш популярним підходом було створення «тонкого клієнта» - веб-додатки, основна логіка роботи якого винесена в серверну частину. Інтенсивний розвиток інтернет-ресурсів і високі вимоги до інтерактивності сервісів привели до того, що зараз все більше веб-додатків створюється з використанням підходу «товстий клієнт» (або rich-клієнт), в якому клієнтська частина забезпечує розширену функціональність з надання і обробки інформації, а серверна займається переважно зберіганням даних.

Основою для реалізації такого підходу в веб-додатках став AJAX (від англ. Asynchronous JavaScript and XML). При використанні AJAX клієнт і сервер у фоновому режимі обмінюються даними без перезавантаження сторінки. Використання AJAX призвело до появи «односторінкових додатків» (англ. SPA або Single page applications), де з сервера веб-сторінка завантажується всього один раз на початку сесії, а вся подальша робота з обміну даними здійснюється у фоновому режимі. Такий підхід дозволяє бути веб-додаткам більш інтерактивним і продуктивним.

Також широко використовується технологія ARCore, яка потрібна для інтегрування віртуального контенту у реальний світ. При створенні веб-додатків на стороні сервера існує можливість контролювати середу виконання програми. Це дозволяє застосовувати для розробки таких програм широкий перелік різноманітних технологій і мов програмування. Найбільш поширеними мовами програмування для створення серверної частини веб-додатків є PHP, Python, Ruby, NodeJS, Java, Perl, ASP, ASP.NET, C / C ++, C # та інші.

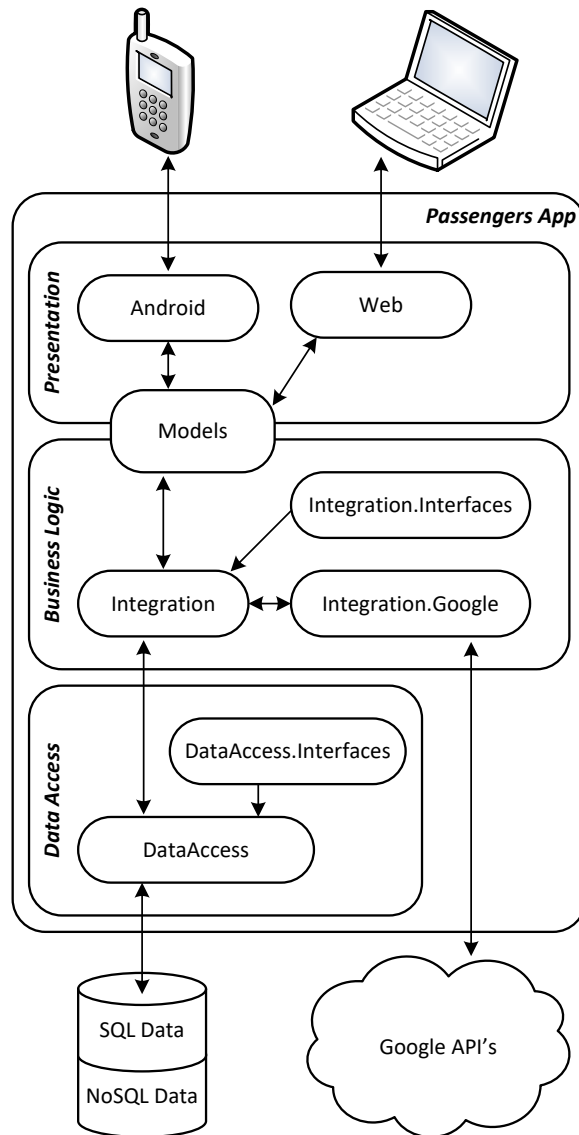


Рисунок 3.3 – Архітектура програмного засобу

3.8 Вибір і обґрунтування вибору стека технологій

Вибір технологій для розробки програми є важливим етапом роботи над проектом. Якісно підібране поєднання технологій повинно забезпечити в майбутньому комфортну роботу на всіх етапах існування програми.

До вибору стека технологій потрібно підходити вкрай уважно і з усією відповідальністю, потрібно заглянути далеко вперед у майбутнє і спрогнозувати потенційний розвиток і долю проекту. Очевидно, стек повинен бути легко масштабованим, функціональним, що відповідає останнім тенденціям на ринку, що використовують найсучасніші можливості і, найголовніше, легко підтримуваним в майбутньому іншими розробниками.

Так само, ті чи інші технології не повинні суперечити один одному, а навпаки їх існування спільно повинно бути гармонійним і виправданим. Так наприклад, MongoDB відмінно підходить для формування запитів на мові JavaScript, а також використовує JSON-подібну схему даних, зручну для використання на мові JavaScript.

Керуючись вище перерахованими факторами, а також прислуховуючись до думок провідних розробників ринку веб-технологій було визначено наступний стек технологій:

- С# на клієнтській стороні, для вирішення завдань по роботі зі станом додатку, та створення MVC архітектури;
- MVC (model, view, controller / модель-уявлення-контролер) архітектура передбачає, що ваша модель - це єдине джерело істини і все стан зберігається там.
- уявлення - це похідні моделі і повинні бути синхронізовані, коли модель змінюється - змінюється і уявлення;
- Node.js для створення веб-сервера і фреймворк Express.js для створення надійного API швидкого і легкого;

3.8.1 Засоби розробки

3.8.2 C#

C# — об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET. Розроблена Андерсом Гейлсбергом, Скотом Вілтамутом під егідою Microsoft Research (належить Microsoft).

Синтаксис C# близький до C++ і Java. Мова має строгу статичну типізацію, підтримує поліморфізм, перевантаження операторів, вказівники на функції-члени класів, атрибути, події, властивості, винятки, коментарі у форматі XML. Перейнявши багато від своїх попередників — мов C++, Object Pascal, Модула і Smalltalk — C#, спираючись на практику їхнього використання, виключає деякі моделі, що зарекомендували себе як проблематичні при розробці програмних систем, наприклад, мова C#, на відміну від C++, не передбачає множинне успадкування класів[2].

Нижче перелік можливостей мови:

- Сучасність. Підтримка ультрамодного асинхронного програмування, перетворює нудне, монотонне і щедре на помилки програмування в просте і приємне заняття. А анонімні типи, лямбда виразу, type inference, функціональне програмування і LINQ дозволяють писати виразний і легко підтримуваний код.
- Автоматичне управління пам'яттю. Прибирання сміття позбавляє від клопітно ручного управління пам'яттю. Замість війни з покажчиками розробники можуть зосередитися на реальних завданнях.
- Надійність. Суворі типізація прискорює і спрощує пошук помилок на етапі компіляції, це особливо важливо в мобільній розробці де цикл складання / запуск / тест займає більше часу через заливки на пристрій або емулятор .C

розробники не чекають падіння програми після запуску для пошуку очевидних помилок, компілятор робить це за них.

- Швидкість. C # на iOS використовує оптимізуючий компілятор LLVM. Їм же збирається, написаний на C і C ++, iOS. Ви отримуєте найкраще з обох світів: високу продуктивність C # і продуктивність низкоуровневого мови.
- На Android C # працює швидше Java через кращого дизайну мови (value types, real-generic types, невіртуальні методи за замовчуванням) і більш зрілою Mono Runtime в порівнянні з молодим Dalvik.
- крос-платформенність. Ви можете писати на C # під Windows Phone, iOS і Android, це більш ніж 2.2 мільярда пристроїв. Крім мобільних пристроїв C працює на багатьох вбудованих, десктопних і серверних платформах.

3.8.3 Node.js

Node.js є серверної реалізацією мови програмування JavaScript, що є великим плюсом для розробників, які займаються і клієнтської і серверної частиною одночасно. Node.js - платформа на движку V8. Основне призначення Node.js створення масштабованих розподілених мережевих додатків (веб-серверів) **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**. На відміну від скриптів JavaScript, Node.js реалізується на сервера, а не в браузері.

Node.js включається в себе установник пакетів npm, с допомогою якого легко встановлювати пакети за допомогою команди «npm install». Можна скористатися командою «npm search», щоб дізнатись, які пакунки доступні для установки і їх короткий опис. Всі команди виконуються в консолі вашого комп'ютера.

За допомогою Node.js ми реалізуємо наступні наші завдання:

- HTTP-сервер;

- маршрутизація, для роботи із запитами до тій чи іншій країні веб-додатки.
- оброблювач запитів, для виконання запитів, які прийшли на сервер і направляються роутером.
- оброблювач вхідних даних, для вхідних POST-запитів.
- логіка відображення, для відправки контенту, отриманого від обробника запитів, браузеру.

Для більш зручної роботи з Node.js існує фреймворк Express.js, широко використовуваний спільно з Node.js. Express.js надає великий набір функцій для мобільних і веб-додатків. За допомогою службових методів HTTP даного фреймворка і проміжних оброблювачів можна швидко і легко створити надійний API.

3.8.4 Фреймворк Redux

Redux - це JavaScript бібліотека з відкритим вихідним кодом, призначена для управління станом додатки [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Він в основному використовується спільно з React для створення інтерфейсів користувача.

Добре підходить для односторінкових додатків, в яких управління станом може з часом стає складним. Redux пропонує зберігати все стан додатки в одному місці, котре називається «store» («сховище»). Компоненти «відправляють» зміна стану в сховище, а не безпосередньо до інших компонентів.

Компоненти, які повинні бути в курсі цих змін, «підписуються» на сховище. Сховище може розглядатися як «посередник» у всіх змінах стану в додатку. З Redux компоненти не зв'язуються один з одним безпосередньо, всі зміни повинні пройти через єдине джерело істини, через сховище. С Redux всі компоненти

отримують свої статки зі сховища. Також ясно, куди компонент повинен відправити інформацію про зміну стану - знову ж в сховище. Компонент тільки ініціює зміну і не піклується про інших компонентах, які повинні отримати цю зміну. Таким чином, Redux робить потік даних більш зрозумілим.

Redux використовує тільки одне сховище для всього стану програми. Оскільки стан знаходиться в одному місці, його називає єдиним джерелом істини. Структура даних сховища повністю залежить від розробника, але для реального застосування це, як правило, об'єкт з декількома рівнями укладення.

Згідно з документацією Redux, «Єдиний спосіб змінити стан - передати екшен - об'єкт, що описує, що сталося». Це означає, що програма не може безпосередньо змінити стан. Замість цього, необхідно передати «action», щоб висловити намір змінити стан в сховище.

Redux не дозволяє змінювати стан безпосередньо. Замість цього екшен описує, які зміни необхідно зробити. Редьюсери (reducers) - це функції, які обробляють екшени і можуть вносити зміни в стан.

Редьюсери повинні бути реалізовані як "чисті" функції (pure functions), термін, що описує функції, що відповідають таким умовам:

- вони не повинні робити зовнішніх викликів по мережі або базі даних;
- вони повертають значення, залежне тільки від переданих параметрів;
- їх аргументи є незмінними, тобто функції не повинні їх змінювати;
- виклик чистої функції з тими ж аргументами завжди повертає однаковий результат.

Ці функції називають "чистими", тому що вони не роблять нічого, тільки повертають значення, залежне від параметрів. Вони не залежать від будь-якої з частин системи.

3.8.5 База даних MongoDB

Для більш точного уявлення про базу даних MongoDB можна виділити кілька концепцій [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]:

- MongoDB за своєю концепцією нічим не відрізняється від звично нам бази даних. База даних MongoDB може зберігати в собі нуль і більш даних, кожна з яких може бути контейнером для інших сутностей;
- база даних може зберігати від нуля і більше «колекцій». Колекції в MongoDB це аналог вже звичних там таблиць;
- самі колекції можуть зберігати в собі від нуля і більше «документів». Документи відповідають поняттю «рядок»;
- документи в свою чергу складаються з «полів», які аналогічні «колонкам»;
- «Індекси» майже ідентичних своїм аналогам в реляційних базах даних;
- ось тільки «курсори» значно відрізняються від попередніх концепцій. Потрібно розуміти, що після скоєння запиту в MongoDB ми отримуємо курсор, з яким ми можемо виконувати довільні операції.

Наприклад, підрахувати дані або пропустити визначено число записів. Все це буде відбуватися без завантаження самих даних. Можна підвести підсумок: MongoDB включає в себе бази даних, стан з колекцій, які в свою чергу складаються з документів. У кожному документі знаходяться поля. Колекції мають можливість бути проіндексованими і як наслідок з'являється можливість поліпшити продуктивність вибірки і сортування. Як результат, - отримання даних з бази даних MongoDB це отримання курсів, що віддає дані у міру потреби.

3.9 Висновки з розділу 3

В даному розділі проведено аналіз, вибір і обґрунтування технологій розробки програмного засобу.

В ході розроблення були поставлені ціль та задачі до прототипу програмного забезпечення для людей з обмеженим зором.

Була побудована діаграма варіантів використання а також розглянуто функціональні та не функціональні вимоги до програмного забезпечення.

Також в результаті розгляду вимог було описано специфікації варіантів використання та розроблені макети екранних форм.

Для реалізації ПО було обрано клієнт серверну архітектуру та мову програмування Java Script, а також обрано і обґрунтовано вибір стека технологій та визначені наступні засоби розробки:

- C#
- Node.js
- Фреймворк Redux
- База даних MongoDB
- Фреймворк ARCore

В результаті розробки прототипу було спроектовано та реалізовано серверну та клієнтську частину програмного забезпечення.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи розроблено програмне забезпечення для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеннями зору. В ході розробки додатку було вирішено поставлені завдання.

Було проаналізовано проблему пересування людей з обмеженим зором, виділено мету дипломного проекту та сформульовано завдання дослідження.

Були розглянуті статті з описом сучасних підходів до використання Computer Vision а також статті з запропонованими програмними засобами та їх реалізацією.

Виявлено переваги та недоліки розглянутих систем-аналогів, розроблюваного програмного забезпечення, а саме:

- Be My Eyes;
- TapTapSee;
- DotWalker;
- Seeing AI;
- Airpoly.

В ході аналізу проблеми була визначена роль інформаційних технологій в житті сліпих людей, шляхи вирішення проблеми, а також була розглянута класифікація комп'ютерних засобів реабілітації незрячих людей.

Проведено аналіз існуючих методів для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеним зором:

- маркери доповненої реальності;
- комп'ютерний зір;
- генетичні алгоритми;
- концепція feature detection.

Також було проведено дослідження побудови доповненої реальності, в результаті, для вирішення поставленого завдання було:

- обрано бібліотека OpenCV;
- описано процес побудови доповненої реальності;

- розглянута можливість використання інерційних навігаційних методів, для підвищення точності існуючих систем на базі GPS.
- визначено використання фільтру Kalman для обробки необроблених даних з акселерометра та гіроскопа.

Також була визначена трирівнева архітектура та компоненти програми для людей з обмеженим зором.

У етапі розробки програмного забезпечення для навігаційної підтримки в міських умовах для людей з порушеним зором була побудована діаграма варіантів використання а також розглянуто функціональні та не функціональні вимоги до програмного забезпечення.

Також в результаті розгляду вимог було описано специфікації варіантів використання та розроблені макети екранних форм.

Для реалізації ПО було обрано клієнт серверну архітектуру та мову програмування Java Script, а також обрано і обґрунтовано вибір стека технологій та визначені наступні засоби розробки:

- C#
- Node.js
- Фреймворк Redux
- База даних MongoDB

В результаті розробки прототипу було спроектовано та реалізовано серверну та клієнтську частину програмного забезпечення.

Таким чином, робота має наукову новизну, а саме вдосконалено методи орієнтації та навігації людей з обмеженим зором в умовах городського простору шляхом комбінації відомих методів та алгоритмів.

Практичною значущістю роботи є те, що програмний застосунок допоможе людям з обмеженим зором орієнтуватися у місті.

Напрямами майбутнього розвитку запропонованого рішення є інтеграція поточного рішення з методом локалізації та відображення (SLAM). SLAM вирішує завдання комп'ютера на побудову внутрішньої карти невідомої області, одночасно відстежуючи її положення. Алгоритми SLAM вимагають обладнання для збору даних, такого як камери, датчики глибини, датчики світла, гіроскопи та акселерометри. ARCore для Android використовує все це, щоб створити розуміння середовища для реалізації SLAM. Він виконує функцію поєднання захоплених візуально відмінних особливостей навколишнього середовища, щоб допомогти орієнтуватися людям з вадами зору при користуванні міським транспортом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 С. Ван та Дж. Ю.”Повсякденна інформаційна поведінка людей із вадами зору Китаї” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://InformationR.net/ir/22-1/paper743.html>.
- 2 “Порушення сліпості та зору” Всесвітня організація охорони здоров'я [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
- 3 Шилько Е.В., Звенигородський А.С. “ІТ-технології для людей з обмеженням зрення” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://masters.donntu.org/2014/fknt/shylko/library/article2.htm> .
- 4 Ве My Eyes [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.antevenio.com/usa/what-is-google-analytics-and-how-does-it-work/>.
- 5 TapTapSee [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://startpack.ru/application/similarweb-traffic-analysis>.
- 6 DotWalker [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://startpack.ru/application/contentinsights>.
- 7 Опис застосунку Seeing AI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://news.microsoft.com/ru-ru/prilozhenie-microsoft-seeing-ai-stanet-umnym-povodyrem/>.
- 8 Aipoly [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://te-st.ru/entries/aipoly-app/>
- 9 Розпізнавання маркера доповненої реальності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/135659/>
- 10 Технологии и алгоритмы для создания дополненной реальности [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://core.ac.uk/download/pdf/236369900.pdf>

- 11 Куок-Хун Нгуен, Хай Ву, Тхань Хай Тран і Куанг-Хоан Нгуен, «Розробка системи пошуку способів мобільного робота, який допомагає людям з вадами зору в приміщенні», Мультимедійні інструменти, додаток. 76, 2, січень 2017.
- 12 М. Лео, Г. Медіоні, М. Триведі, Т. Канаде та Г.М. Фарінелла. «Комп'ютерне бачення для допоміжних технологій», «Обчислювальна техніка». Віс. Image Underst, 154, С, січень 2017.
- 13 Sarvesh Athawale, Mohd. Javed Ali, Tejal Birajdar, Deepak Patil та Saurabh Saoji, "Виявлення об'єктів у смартфоні для людей із вадами зору", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Technology (IJARCST 2015), том. 3, випуск 1, січень - березень 2015, стор 127-128.
- 14 Роль ІТ в освіті та працевлаштуванні інвалідів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dnews.ru/560206> .
- 15 Цейтлін Г.Е, Терзян Т.К. Навчання інвалідів по зору технології «Вікно в світ»: основи алгоритмізації та програмування - К .: Вікно в Світ, 2001. - 143 с.
- 16 Рощина М.А. Проблеми навчання осіб з глибокими порушеннями зору використання комп'ютерних технологій - Нижній Новгород, 2008. - 102 с.
- 17 Швецов В.І., Рощина М.А. Комп'ютерні тіфлотехнології в соціальній інтеграції осіб з глибокими порушеннями зору: Навчальний посібник. - Нижній Новгород; Нижегородський державний університет ім. Н.І. Лобачевського, 2007. - 154 с.
- 18 Ибрагимова Н.Р. Средства реабилитации незрячих людей – Пермь, 2011.- 152с.
- 19 Пальто А.Є. Система технічних засобів навчання дітей з важкими ураженнями зору - Л .: ЛГПИ, 2006. - 295 с.

- 20 Герцена А.И. Теоретические и методические вопросы обучения слепых и слабовидящих – Л.: ЛГПИ, 1999. – 94 с.
- 21 Azuma R. A Survey of Augmented Reality // Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997. P. 355–385.
- 22 Amit Y. 2D Object Detection and Recognition: Models, Algorithms and Networks. The MIT Press, 2002.
- 23 Bay H., Tuytelaars T., L. Van. Gool. Surf: Speed up robust features // European Conference on Computer Vision, 2006. P. 404–417.
- 24 Lepetit V., Fua P., Pilet J. Point Matching as a Classification Problem for Fast and Robust Object Pose Estimation // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004