

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
Кафедра інформаційних технологій

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: **Розробка маршрутів з доповненою реальністю для**
абітурієнтів та першокурсників ОДЕКУ

Виконав студент групи К-20i
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
Рословцев Сергій Сергійович

Керівник доцент
Терещенко Тетяна Михайлівна

Консультант _____

Рецензент к.техн.н., доцент
Домаскін О.М.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	5
Вступ.....	6
1. Аналіз предметної області та постановка задачі.....	8
1.1. Аналіз предметної області.....	8
1.2. Огляд існуючих рішень.....	9
2. Дослідження навігаційних систем з доповненою реальністю.....	14
2.1. Поняття технології доповненої реальності.....	14
2.2. Доповнена та віртуальна реальність: порівняльний аспект.....	15
2.3. Класифікація систем доповненої реальності.....	21
2.4. Характеристика системи візуального позиціонування (VPS).....	24
2.5. Галузі використання внутрішньої навігації AR.....	25
2.6. Опис технології Deep Location.....	26
3. Методи та засоби проектування програми з доповненою реальністю....	29
3.1. Вибір програмних засобів для вирішення задачі.....	29
3.2. AR Kit: AR-навігація на iPhone та iPad.....	36
3.3. AR Core: AR-навігація на Android.....	37
4. Практична реалізація.....	38
4.1. Розробка структурної схеми прототипу.....	38
4.2. Тестування застосунку InfoPop.....	41
Висновки.....	50
Перелік джерел посилання.....	52

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

AR – Augmented Reality – доповнена реальність

IDE – Integrated Development Environment – інтегроване середовище розробки

GPS – Global Positioning System) — сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері.

SDK – Software Development Kit – набір засобів розробки

VPS – Visual Positioning System

ВСТУП

Актуальність дослідження. Коли в 1978 році було винайдено GPS і стало доступним для громадськості в наступне десятиліття, навігація глибоко змінилася. Оскільки GPS керує автомобілями, літаками та кораблями в морі, GPS має величезний вплив на те, як пересуваємося. Однак є ще проблеми, які потрібно подолати. Як можна використовувати доповнену реальність, щоб керувати користувачами у приміщенні та на вулиці?

Доповнена реальність дозволяє використовувати потужні та інтуїтивно зрозумілі рішення для навігації. Показуючи віртуальні довідники у фізичному просторі за допомогою смартфона або гарнітури, користувачі можуть бути спрямовані від точки до точки більш природно, ніж порівнюючи карту з їхнім безпосереднім оточенням. Завдяки цій великій перевазі навігація AR може допомогти як у приміщенні, так і на вулиці.

Розробку доповненої реальності легко увійти, але важко освоїти. Оскільки попит на більш складні та якісніші програмні продукти AR зростає, багато організацій переходять до більш спеціалізованих рішень, щоб задовольнити їхні потреби. Навігація в приміщенні та на відкритому повітрі – це завдання, які вимагають більш спеціалізованого рішення, заснованого на навколишньому середовищі, що вимагає спеціального обладнання, технологій та досвіду для успішної реалізації.

Однак існують деякі обмеження для цих типів рішень. Якщо покладатись на послуги GPS, добре відомо, що датчики GPS не завжди надають точну інформацію про місцезнаходження. Особливо це стосується тих будинків, які перекривають пряму видимість для супутників, які обчислюють положення. Супутники GPS не передають достатньо потужних сигналів, щоб досягти користувачів всередині приміщень. А сигнали, які потрапляють у будівлі через вікна, часто ненадійні і можуть викликати помилки розташування

до сотень метрів. Ось чому потрібне зовсім інше технологічне рішення, щоб забезпечити точні напрямки до внутрішніх місць.

Внутрішня навігація з доповненою реальністю або навігація в приміщенні з доповненою реальністю - це рішення, яке надає покрокові напрямки до місць або об'єктів, де GPS та інші технології не можуть точно працювати.

Мета та завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи першокурсникам та новим викладачам швидше орієнтуватися у стінах університету ОДЕКУ з використанням технології доповненої реальності у смартфоні. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання:**

- провести аналіз предметної області;
- провести порівняльний аналіз існуючих програм-аналогів;
- переглянути технології, пов'язані з доповненою реальністю;
- впровадити програму маршруту з доповненою реальністю для заданих умов.

Структура роботи. Дипломна робота бакалавра складається зі вступу, основної частини із чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, додатків. Зміст роботи викладено на 53 сторінках. Перелік джерел посилання складається із 29 найменувань.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз предметної області

Перші спроби створення інтерактивних пристроїв, що дозволяють взаємодіяти з імітованою реальністю або доповнюють реальність інформації, що накладається, робилися ще на початку ХХ століття, сама концепція змішаної реальності («континуум реальності-віртуальності»), елементами якої є AR і VR в сучасному уявленні, є досить молодого (24 роки), так само як і ринок самих технологій віртуальної та доповненої реальності. І хоча поняття та концепції віртуальної та доповненої реальності не зазнали радикальних змін за останні 30 років, але технології віртуальної та доповненої реальності пройшли значний еволюційний шлях як у плані вдосконалення пристроїв та програмного забезпечення, так і контенту та вже пережили кілька стрибків зростання .

Їх застосування не обмежиться лише сферою розваг та ігор. Багато експертів вважають, що технології віртуальної та доповненої реальності поряд із BigData, хмарними технологіями, штучним інтелектом та деякими іншими стануть ключовими технологіями четвертої промислової революції. Технології доповненої та віртуальної реальності можуть лягти в основу нової обчислювальної платформи. Вже сьогодні проекти на їх основі допомагають не лише створювати концептуально нові ринки, а й міняти існуючі.

Розглянуто розвиток понять віртуальної та доповненої реальності, властивих їм видів технологій, а також сучасні тренди ринку технологій віртуальної та доповненої реальності. У ході опитування виявлено перешкоди для масового поширення технологій доповненої та віртуальної реальності: висока вартість впровадження та подальшої експлуатації рішень; недолік спеціалізованого контенту та недосконалість пристроїв; неочевидна користь від використання доповненої та віртуальної реальності.

На основі емпіричного дослідження сформовано досить широкий спектр вигод від використання технологій віртуальної та доповненої реальності: прискорення та здешевлення процесів навчання, тренувань та інструктажу, а також збільшення їх ефективності, скорочення витрат на елементи та витратні матеріали, необхідні у навчанні, та на навчальний персонал; запобігання загрозі здоров'ю та життю працівників та інших людей у процесі спеціального навчання та тренувань (медичні операції та інвазивні процедури, евакуація, забезпечення безпеки, порятунк у різних надзвичайних ситуаціях) та пов'язана з цим оптимізація витрат на виплати компенсацій; скорочення кількості помилок та прискорення процесу при складанні, ремонті та експлуатації спеціального обладнання, пошуку інформації, необхідних деталей, розташування товарів на складі; значне зниження аварійності, і навіть вартості експлуатації одиниць техніки з допомогою своєчасного виявлення несправностей; прискорення процесу проектування та прототипування об'єктів, значне зниження витрат та часу на фізичне моделювання; покращення клієнтського досвіду, дизайну продуктів та торгових майданчиків та відповідне збільшення обсягів продажу; вдосконалення (спрощення) та підвищення результативності комунікацій.

1.2 Огляд існуючих рішень

На даний час створюються різноманітні програми, що надають можливість прокладати маршрути у доповненої реальності для студентів ОДЕКУ. Розглянемо деякі з них.

Застосунок GD Navigator App (рис.1.1) Використовується Visual Markers для програми, перш за все тому, що цей підхід не вимагає GPS, додаткового обладнання або постійного підключення до мережі. Дані можуть бути завантажені на пристрій на запит, наприклад, через зміни на стороні сервера. Після завантаження та кешування даних маршрут, представлений візуальними

маркерами, може бути створений на пристрої без підключення до Інтернету. Програма має два режими - Адмін та Користувач.

У режимі адміністратора адміністратор створює вручну маршрути з різними пунктами призначення. У режимі користувача користувачі можуть вибрати бажаний пункт призначення, визначити своє поточне місцезнаходження всередині будівлі, а потім побачити маршрут, представлений стрілками на екрані.

З переваг програми можна позначити швидкість роботи, доступ без інтернету, орієнтування по тексту, високу підтримку. З мінусів можна відзначити, що програма доступна тільки для компаній і тільки на платній основі.

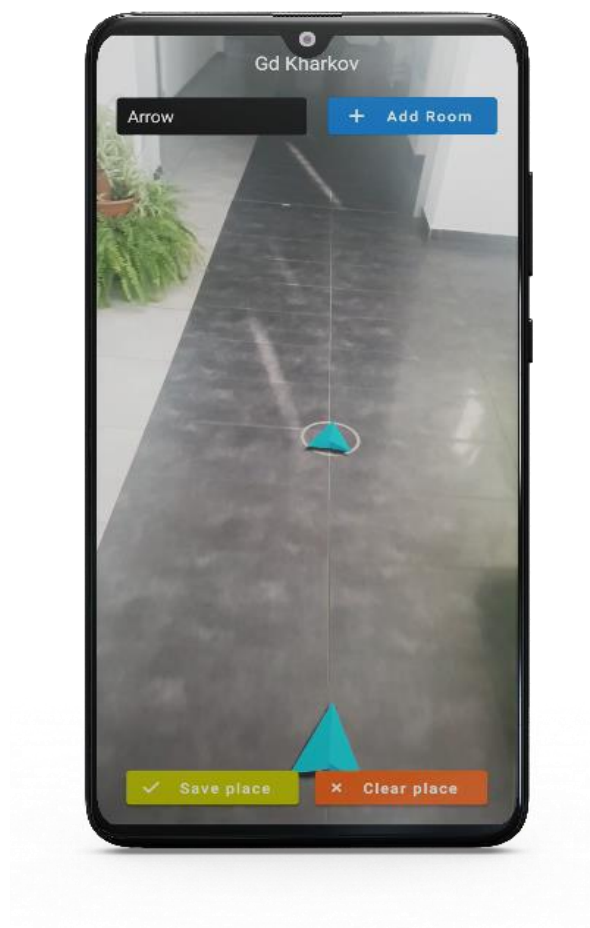


Рисунок 1.1 – Інтерфейс застосунку GDNavigatorApp

Застосунок XRGO AR Navigation (рис 1.2) Рішення для навігації в приміщенні та на відкритому повітрі з доповненою реальністю без GPS, без маяків, без маркерів і без магнітних датчиків. Єдиною вимогою є активне підключення до Інтернету.

З переваг програми можна позначити швидкість роботи, можливість створити віртуального гіда. З мінусів можна відзначити, що програма доступна вузькому колу осіб і працює в бета-режимі.

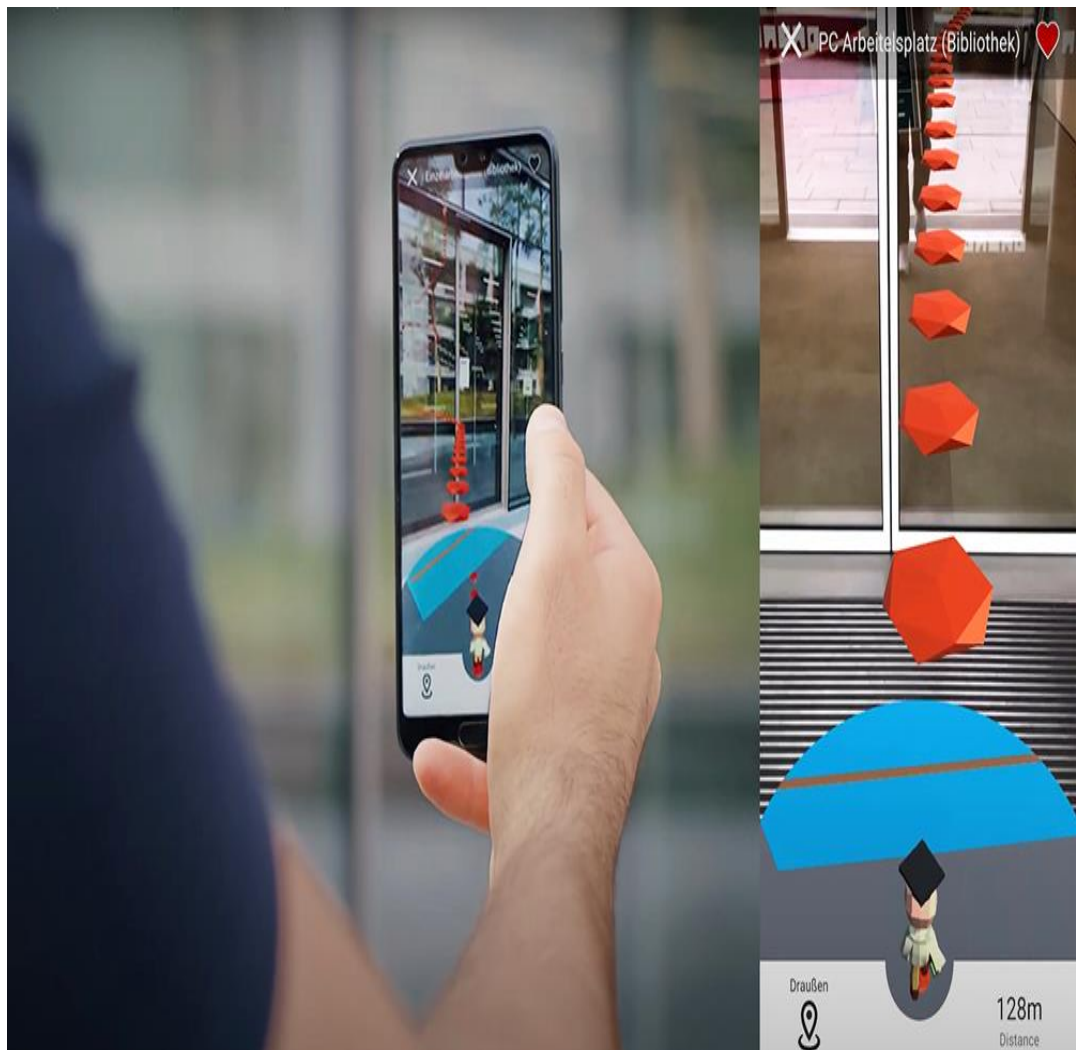


Рисунок 1.2 – Інтерфейс застосунку XRGO AR Navigation

Застосунок InfoPop (рис 1.3) За допомогою цієї програми можна легко та швидко створити маршрути у приміщеннях. Потрібно роздрукувати QR код (Як початкова позиція) і почати прокладати маршрути за допомогою міток. Плюси в тому, що це безкоштовно, не потребує додаткового обладнання та легке у використанні. Мінус в тому, що додаток доступний тільки на iOS і погано справляється з багатоповерховими будівлями.

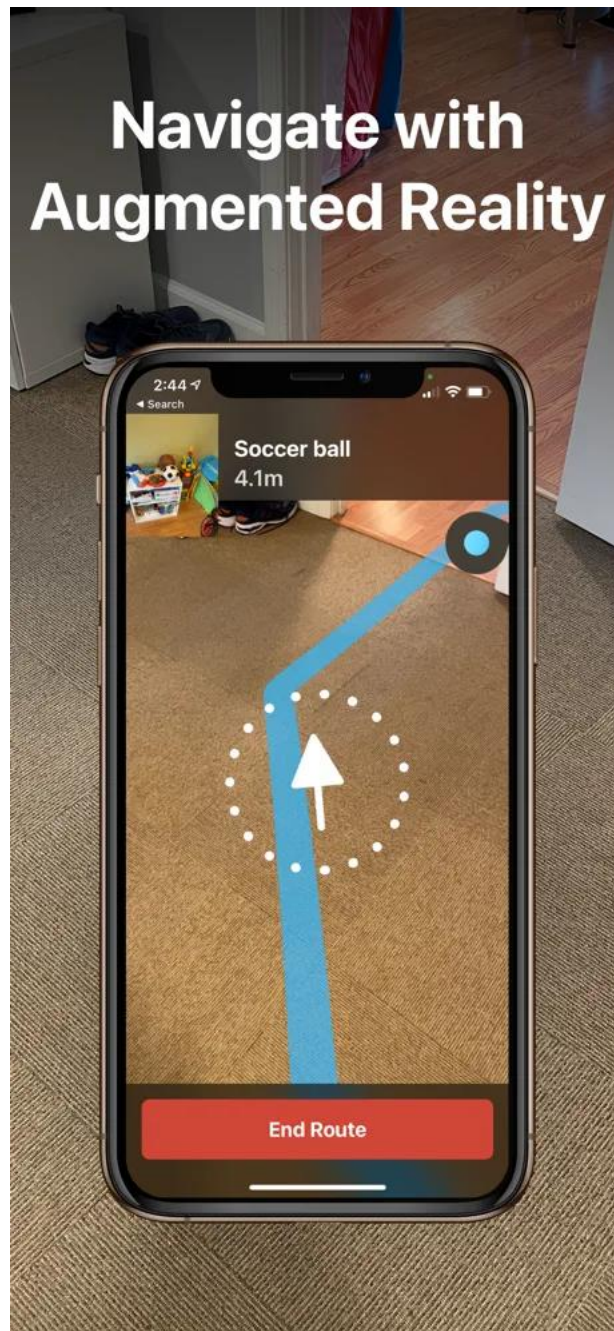


Рисунок 1.3 – Застосунок InfoPop

В результаті проведеного аналізу були вироблені вимоги до системи, що розробляється.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМИ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ

2.1 Поняття технології доповненої реальності

Доповнена реальність (AR) - це розширена версія реального фізичного світу, яка досягається за допомогою використання цифрових візуальних елементів, звуку або інших сенсорних стимулів, що передаються за допомогою технології. Це зростаюча тенденція серед компаній, що займаються мобільними комп'ютерами та бізнес-додатками.

На тлі зростання обсягів збору й аналізу даних, однією з основних цілей доповненої реальності є виділення конкретних особливостей фізичного світу, покращення розуміння цих особливостей та отримання розумних і доступних уявлень, які можна застосувати до реальних додатків.

Такі великі дані можуть допомогти компаніям приймати рішення та отримати уявлення про звички споживчих витрат.

Доповнена реальність продовжує розвиватися і стає все більш поширеною серед широкого кола застосувань. З моменту зародження маркетологам і технологічним фірмам довелося боротися з уявленням, що доповнена реальність - це не більше ніж інструмент маркетингу. Однак є докази того, що споживачі починають отримувати відчутні переваги від цієї функціональності і очікують її як частину процесу покупки.

Наприклад, деякі з перших користувачів у секторі роздрібної торгівлі розробили технології, призначені для покращення споживчого досвіду покупок. Включаючи доповнену реальність у програми для каталогу, магазини дозволяють споживачам уявити, як виглядали б різні продукти в різних середовищах. Для меблів покупці направляють камеру на відповідну кімнату, і продукт з'являється на передньому плані.

В іншому випадку переваги доповненої реальності можуть поширитися на сектор охорони здоров'я, де вона може відігравати набагато більшу роль.

Одним із способів є використання додатків, які дозволяють користувачам бачити дуже деталізовані тривимірні зображення різних систем організму, коли вони наводять свій мобільний пристрій на цільове зображення.

Наприклад, доповнена реальність може стати потужним інструментом навчання для медичних працівників протягом усього їхнього навчання.

Деякі експерти вже давно припускають, що носимі пристрої можуть стати проривом у доповненій реальності. У той час як смартфони та планшети показують невелику частину ландшафту користувача, розумні окуляри, наприклад, можуть забезпечити більш повний зв'язок міжреальним і віртуальним царствами, якщо вони розвинуться достатньо, щоб стати масовими.

2.2 Доповнена та віртуальна реальність: порівняльний аспект

Віртуальна реальність, скорочено VR, є уявлення і одночасне сприйняття реальності, що здається, і її фізичних властивостей в інтерактивному віртуальному середовищі, створеному комп'ютером у режимі реального часу.

Термін «віртуальна реальність» був придуманий письменником Демієном Бродеріком у його науково-фантастичному романі 1982 «Мандала Іуди».

Суміш віртуальної реальності та фізичної реальності називається змішаною реальністю (англ. Mixed Reality, також доповнена реальність). Занурення у віртуальну реальність може викликати тимчасову хворобу, схожу на морську хворобу, яка називається хворобою віртуальної реальності або хворобою симулятора. Щоб створити відчуття занурення, для відображення віртуальних світів потрібні спеціальні пристрої виведення, які називаються гарнітурами віртуальної реальності. Насамперед, добре відомі Oculus Rift, HTC Vive та CAVE.

Щоб передати просторове враження, генеруються два зображення та відображаються з різних точок зору (стереопроєкція). Існують різні технології для подачі відповідного зображення на праве око. Розрізняють активні

(наприклад, окуляри із затвором) та пасивні технології (наприклад, поляризаційні фільтри або Infitec).

У той час, як перші гарнітури віртуальної реальності завжди залежали від ПК, зараз існують так звані автономні гарнітури віртуальної реальності. Вони працюють абсолютно незалежно. Це означає, що вони не вимагають ПК або підключення до джерела живлення і, отже, можуть використовуватися в бездротовому режимі та з акумулятором для мобільного використання. Продуктивність нижче в порівнянні з гарнітурою, підключеною до ПК, але вона, як і раніше, може відображати віртуальні середовища з відносно інтенсивним використанням графіки. Прикладом такої автономної гарнітури VR є Oculus Quest 2.

З віртуальним світом можна взаємодіяти через спеціальні пристрої введення. Приклади включають 3D-мишу, Data Glove і Flystick, а також всеспрямовану бігову доріжку, за допомогою якої ходьба у віртуальному просторі управляється реальними рухами ходьби. Проте деякі системи взагалі не потребують будь-яких зовнішніх пристроїв введення, і ними можна керувати, наприклад, тільки за допомогою жестів рук або кнопок на гарнітурі.

Віртуальну реальність можна використовувати у багатьох областях. Відома сфера застосування - навчання пілотів на авіасимуляторах. Ця технологія також все частіше використовується у промисловості, особливо для створення віртуальних прототипів, планування виробництва, віртуального навчання, для ергономічних оцінок та просторових досліджень у геології. Іншими областями застосування є візуалізації в архітектурі, медицині, хімії, енергетиці та освіті (наприклад, віртуальна культурна спадщина).

Інший приклад застосування - планування інфраструктурних заходів, що змінюють ландшафт. Навколишнє середовище може бути відтворене таким чином, щоб городяни могли не лише побачити, а й відчувати зміни, що відбуваються в результаті проекту. Можна вибрати, де переглядатимете гру, або за допомогою геймпада, або за допомогою клавіш зі стрілками у веб-версії.

Доповнена реальність (AR) - це інтерактивний досвід реального середовища, в якому об'єкти, що знаходяться в реальному світі, доповнюються

згенерованою комп'ютером інформацією про сприйняття, іноді в декількох сенсорних модальностях, включаючи візуальну, слухову, тактильну, соматосенсорну та нюхову.

AR можна визначити як систему, що включає три основні функції: поєднання реального і віртуального світів, взаємодія в реальному часі і точне тривимірне поєднання віртуальних і реальних об'єктів. Накладена сенсорна інформація може бути конструктивною (тобто доповнювати природне середовище) або деструктивною (тобто маскувати природне середовище). Цей досвід органічно переплітається з фізичним світом, тому він сприймається як іммерсивний аспект реального середовища. Таким чином, доповнена реальність змінює поточне сприйняття навколишнього середовища реального світу, тоді як віртуальна реальність повністю замінює реальне середовище користувача змодельованим. Доповнена реальність пов'язана з двома багато в чому синонімічними термінами: змішана реальність та комп'ютерна реальність.

Основна цінність доповненої реальності полягає в тому, що компоненти цифрового світу поєднуються з сприйняттям людиною реального світу не як просте відображення даних, а за допомогою інтеграції іммерсивних відчуттів, що сприймаються як природні частини реальності.

Ранні функціональні AR-системи, які забезпечували іммерсивну змішану реальність для користувачів, були винайдені на початку 1990-х років, починаючи з системи Virtual Fixtures, розробленої в лабораторії Армстронга ВПС США в 1992 році.

Комерційні можливості доповненої реальності були вперше представлені в індустрії розваг та ігор. Згодом додатки доповненої реальності поширилися на комерційні галузі, такі як освіта, зв'язок, медицина та розваги. У сфері освіти доступ до контенту можна отримати шляхом сканування або перегляду зображення за допомогою мобільного пристрою або методів доповненої реальності без маркерів.

Доповнена реальність використовується для покращення природного середовища або ситуацій та пропонує збагачений сприйняттям досвід. За допомогою передових технологій доповненої реальності (наприклад, додавання

комп'ютерного зору, включення камер доповненої реальності до додатків для смартфонів та розпізнавання об'єктів) інформація про навколишній реальний світ користувача стає інтерактивною та обробляється у цифровому вигляді. Інформація про навколишнє середовище та його об'єкти накладається на реальний світ. Ця інформація може бути віртуальною.

Доповнена реальність - це будь-який штучний досвід, який доповнює реальність, що вже існує. Доповнена реальність також має великий потенціал у збиранні та обміні неявними знаннями.

У віртуальній реальності (VR) сприйняття реальності користувачами повністю ґрунтується на віртуальній інформації. У доповненій реальності (AR) користувачеві надається додаткова інформація, згенерована комп'ютером, даних, зібраних з реального життя, що покращує їх сприйняття реальності.

Наприклад, в архітектурі віртуальну реальність можна використовувати для створення наскрізної симуляції внутрішньої частини нової будівлі; а AR можна використовувати для демонстрації конструкцій та систем будівлі, накладених на реальний вигляд. Інший приклад - використання службових додатків. Деякі програми доповненої реальності, такі як Augment, дозволяють користувачам застосовувати цифрові об'єкти в реальному середовищі, дозволяючи підприємствам використовувати пристрої доповненої реальності для перегляду своїх продуктів у реальному світі.

Так само його можна використовувати для демонстрації того, як продукти можуть виглядати в середовищі для клієнтів, як це продемонстрували такі компанії, як Mountain Equipment Co-op або Lowe's, які використовують доповнену реальність, щоб дозволити клієнтам попередньо переглянути, як їх продукти можуть виглядати . як удома за рахунок використання 3D-моделей.

Доповнена реальність (AR) відрізняється від віртуальної реальності (VR) у тому сенсі, що в AR частина докільця є «реальною» і просто додає шари віртуальних об'єктів до реального середовища. З іншого боку, в VR навколишнє середовище повністю віртуальне і створене комп'ютером. Демонстрацію того, як AR накладає об'єкти на реальний світ, можна побачити в іграх із доповненою реальністю.

Апаратними компонентами для доповненої реальності є процесор, дисплей, датчики та пристрої введення. Сучасні мобільні обчислювальні пристрої, такі як смартфони і планшетні комп'ютери, містять ці елементи, які часто включають камеру і датчики мікроелектромеханічних систем (MEMS), такі як акселерометр, GPS і твердотільний компас, що робить їх підходящими платформами AR.

У доповненій реальності використовуються дві технології: дифракційні хвилеводи та відбивні хвилеводи.

Мобільні додатки доповненої реальності набирають популярність завдяки широкому впровадженню мобільних і особливо пристроїв, що носяться. Однак вони часто покладаються на алгоритми комп'ютерного зору, що вимагають великих обчислювальних ресурсів та потребують екстремальних затримок. Щоб компенсувати нестачу обчислювальної потужності, часто бажано перенести обробку даних на віддалену машину.

Розвантаження обчислень вводить нові обмеження у додатках, особливо з погляду затримки та пропускної спроможності. Хоча існує безліч протоколів передачі мультимедіа в реальному часі, також потрібна підтримка мережної інфраструктури.

Отже, важливо розуміти відмінності між доповненою реальністю і змішаною реальністю. У широкому сенсі доповнена реальність являє собою процес перегляду реального світу і віртуальних об'єктів одночасно, де віртуальна інформація накладається, вирівнюється і інтегрується в фізичному світі. У літературі з людино-машинної взаємодії доповнена реальність знаходиться в безперервному діапазоні інтерфейсів від «реальності» до віртуальної реальності «повного занурення» (рис. 2.1).

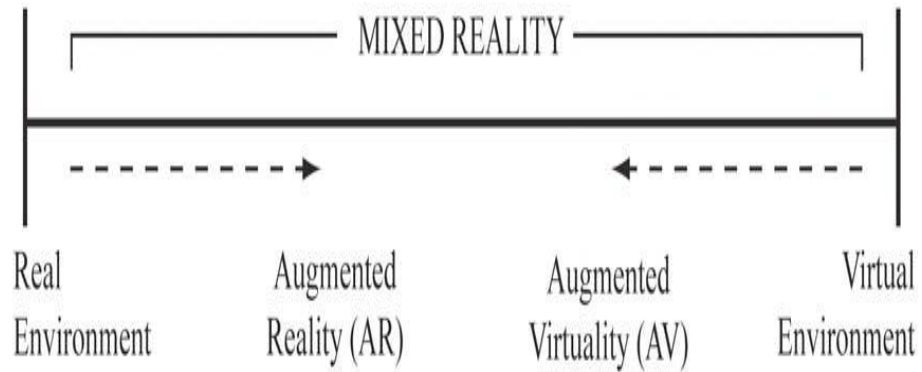


Рисунок 2.1 - Діапазон технологій змішаної реальності

Істотною відмінністю доповненої реальності від віртуальної є збереження фізичного світу як контексту, в якому представлені віртуальні об'єкти і з яким вони взаємодіють. Віртуальна реальність повністю абстрагується від фізичного світу, щоб помістити користувача повністю у віртуальний світ.

Віртуальна реальність використовує спеціальні позиційні трекери з дисплеями (окуляри віртуальної реальності), які динамічно оновлюють видимий користувачем простір у віртуальному середовищі. Важливо розуміти, що доповнена реальність повністю змінює це парадигму, і в підсумку віртуальні об'єкти розміщуються в реальному оточенні користувача.

Таким чином, доповнена реальність - це технології, що дозволяють доповнювати зображення реальних об'єктів різними об'єктами комп'ютерної графіки, а також поєднувати зображення, отримані від різних джерел комп'ютерного середовища: відеокамер, акселерометрів, компасів.

Схема середовища доповненої реальності представлена на рис. 2.2.

На відміну від «віртуальної реальності», яка передбачає повністю штучний синтезований світ (відеоряд), доповнена реальність припускає інтеграцію віртуальних об'єктів у природні відеосцени.

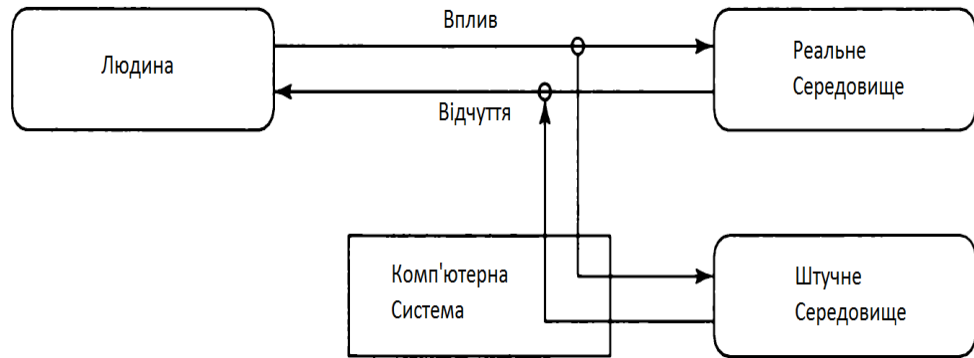


Рисунок 2.2 - Схема середовища доповненої реальності

Рональд Азума (Ronald Azuma) виділив ряд ознак, якими має володіти доповнена реальність:

- 1) комбінування реального та віртуального світу;
- 2) інтерактивність;
- 3) тривимірне представлення об'єктів.

2.3 Класифікація систем доповненої реальності

Людина отримує уявлення про навколишній простір за допомогою великого набору органів сприйняття навколишньої інформації. Система доповненої реальності, будучи посередником між людиною і реальністю, повинна створювати сигнал для одного з таких органів. Таким чином, за типом подання інформації системи доповненої реальності бувають:

1. Візуальні. В їх основі лежить зорове сприйняття людини. Завдання таких систем - створити зображення, яке буде використано людиною. Оскільки зображення для людини є більш інформативним і зрозумілим, такий вид систем є більш поширеним.
2. Аудіо. Такі системи орієнтовані на слухове сприйняття. Найчастіше такі системи використовуються в навігації. Наприклад, вони видають спеціальні сигнали, коли людина досягає певного місця. Можливе використання стереоскопічного ефекту, що дозволяє

людині йти в потрібному напрямку, орієнтуючись на джерело звуку. Прикладом такої системи є Hear & There.

3. Аудіовізуальні. Це комбінація двох попередніх типів, однак, аудіоінформація в них має лише допоміжний характер.

Системи доповненої реальності завжди потребують інформації, одержуваної з навколишнього середовища. Саме на основі цих даних будуються віртуальні об'єкти. Кожна з таких систем володіє певним набором сенсорів - пристроїв, що дозволяють збирати інформацію з навколишнього середовища: звукові і електромагнітні коливання, прискорення. Для класифікації має сенс розділяти сенсори не по типам реєстрованих фізичних величин, а за їх призначенням, оскільки подібні за своєю природою сигнали можуть нести різну інформацію. За типом сенсорів можна виділити наступні системи:

1. Геопозиційні. Орієнтуються, перш за все, на сигнали систем позиціонування GPS або ГЛОНАСС. На додаток до приймачів таких сигналів геопозиційні системи можуть використовувати компас і акселерометр для визначення кута повороту відносно вертикалі і азимута.
2. Оптичні. Такі системи обробляють зображення, отримане з камери, яка переміщається разом з системою або незалежно від неї.

Системи доповненої реальності можна розрізнити за ступенем взаємодії з користувачем. У деяких системах користувач грає пасивну роль, він лише спостерігає за реакцією системи на зміни в навколишньому середовищі. Інші ж системи вимагають активного втручання користувача - він може управляти як роботою самої системи, для досягнення результатів, так і змінювати віртуальні об'єкти. За цією ознакою системи діляться на:

1. Автономні. Вони не вимагають втручання користувача. Завдання таких систем зводиться до надання інформації про об'єкти. Наприклад, подібні системи можуть аналізувати об'єкти, що знаходяться в полі зору людини і видавати довідкову інформацію про них. Також системи такого типу використовуються в медицині.

Наприклад, система Gait Aid для людей з порушеннями опорно-рухового апарату. Вона шляхом використання віртуальних об'єктів надає мозку додаткову інформацію, яка допомагає координувати рухи.

2. Інтерактивні. Такі системи засновані на взаємодії з користувачем. На різні дії користувач отримує різну відповідь. У подібних системах необхідно мати пристрій введення інформації. В якості такого пристрою може застосовуватися сенсорний екран мобільного телефону, планшет або спеціальний маніпулятор. Вибір пристроїв введення залежить від специфіки системи. У разі простих дій з віртуальним об'єктом, достатньо простого вказівного пристрою. Якщо ж необхідна імітація будь-яких реальних процесів і виконання складних маніпуляцій з об'єктами використовуються спеціальні маніпулятори, які мають різну кількість ступенів свободи. Прикладом можуть служити пристрої PHANTOM.

Інтерактивність виражається в різному ступені. Бувають системи, що дозволяють користувачеві активно змінювати віртуальне середовище. Зазвичай це системи-симулятори будь-яких реальних дій. Вони використовуються у разі, коли використання реальних об'єктів неможливо, наприклад, спеціалізовані медичні тренажери, що дозволяють початківцям лікарям відпрацьовувати необхідні навички.

Існують інші системи, де користувачеві не потрібно змінювати віртуальне середовище. Замість цього користувач обирає, які віртуальні об'єкти він хоче побачити. Користувач також має можливість маніпулювати віртуальними об'єктами, але не на рівні структури, а на рівні відображення, тобто застосовувати, наприклад афінні перетворення типу повороту, переміщення. До даної групи можна віднести різні архітектурні системи, що дозволяють побачити, як впишеться в реально існуючу обстановку нова споруда або його частина, а також навігаційні та геоінформаційні системи. Подібні системи можуть показувати частини об'єктів інтересу, приховані іншими будівлями, додаткову інформацію про обрані об'єктах.

За ступенем мобільності системи доповненої реальності можна класифікувати як:

1. Стаціонарні. Системи цього типу призначені для роботи в фіксованому місці; переміщення таких систем означає часткове або повне припинення їх працездатності.
2. Мобільні. Системи цього типу можуть без зусиль переміщатися; часто таке переміщення і лежить в основі виконуваної ними функції.

Належність до того чи іншого типу визначається функціями системи. Так, симулятор хірургічного столу не повинен бути мобільним, оскільки його завдання - відтворити для людини спеціальні умови, максимально наближених до реальних. У той же час навігаційна система повинна бути якомога більш мобільною, щоб вона могла переміщатися разом з транспортним засобом або людиною, не створюючи додаткових витрат на її переміщення.

2.4 Характеристика системи візуального позиціонування (VPS)

Ця інноваційна технологія імітує те, як ми визначаємо своє місцезнаходження у реальному світі.

Так само, як ми шукаємо орієнтири очима, системи візуального позиціонування (VPS) можуть використовувати камеру вашого смартфона для аналізу вашого оточення та визначення вашого розташування.

Одне з найпомітніших застосувань VPS використовується GoogleMaps. Порівнюючи дані камери з великими базами даних StreetView, Google може визначити ваше місцезнаходження та дати вам вказівки на екрані.

Це особливо корисно у густонаселених міських районах, де хмарочоси блокують сигнали GPS.

Все це засноване на аналізі штучного інтелекту та машинному навчанні.

Проте, на відміну від прив'язки розташування AppleARKit, API для цього рішення поки що недоступні.

Вони можуть стати доступними у майбутньому (рис.2.3).

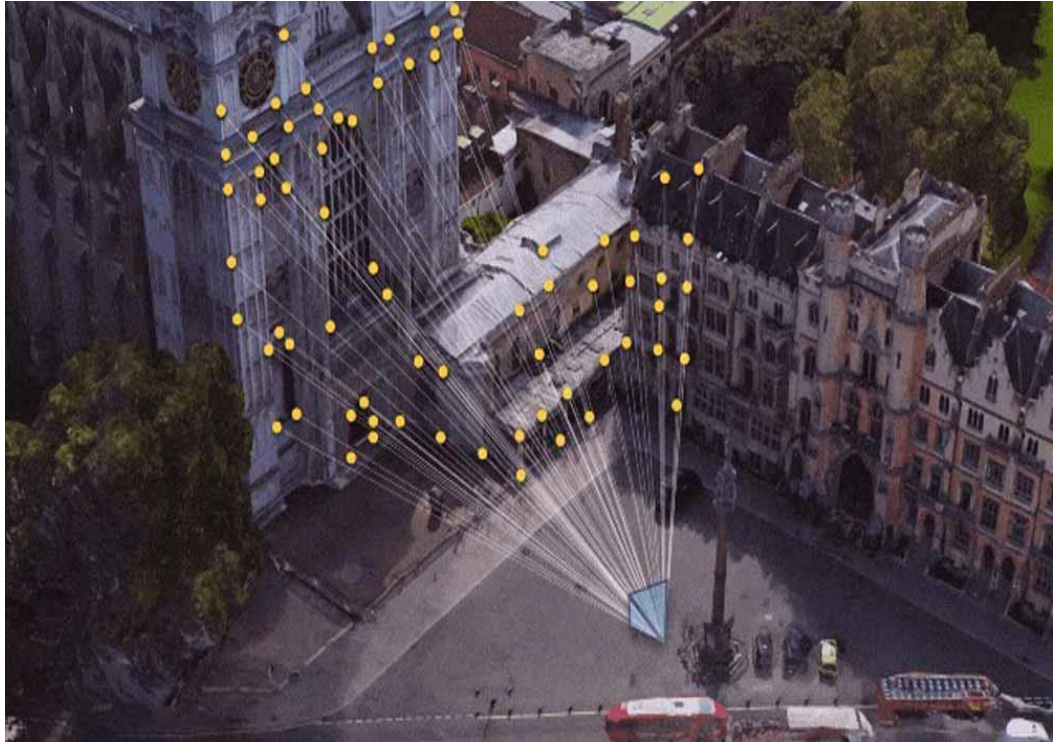


Рисунок 2.3 – приклад VPS

2.5 Галузі використання внутрішньої навігації AR

Доповнена реальність для навігації всередині приміщень може бути корисною в різних середовищах та додатках, включаючи:

Офісні будівлі: пошук конференц-залу, туалету чи робочого столу спрощується за рахунок внутрішньої навігації у розумних офісах. Співробітники можуть не тільки знайти конференц-зал, але й дізнатися, які конференц-зали вільні та вільні.

Крім людей і місць, можуть бути виявлені активи, такі як принтери, інструменти або обладнання.

Торгові центри та великі магазини.

Очевидне використання внутрішньої навігації у торгових центрах полягає у тому, щоб отримати покрокові інструкції до певного магазину. У великих магазинах він може призвести до конкретних продуктів.

Також можливе збирання корисних маркетингових даних із внутрішніх навігаційних систем.

Наприклад, він може вимірювати, скільки часу люди проводять у тому чи іншому магазині або як часто людям потрібний напрямок до певних продуктів або зон магазину.

За допомогою цієї інформації можна спростити пошук популярних товарів або магазинів або навіть змінити макет магазину на основі запитів або поведінки користувачів.

Лікарні: у лікарнях часто є кілька відділень та секцій, розташованих на кількох поверхах або навіть у кількох будинках.

Оскільки люди зазвичай не часто відвідують лікарні, внутрішня навігація може бути надзвичайно корисною при пошуку конкретних місць, які вони намагаються знайти вперше.

Аеропорти: сьгоднішні міжнародні аеропорти є величезними розлогими структурами, які можуть досягати миль у поперечнику.

Коли люди мають обмежений час, щоб дістатися до рейсів, покрокова навігація може допомогти людям дістатися до виходу на посадку набагато швидше і ефективніше.

Кампуси університетів: різні віртуальні об'єкти можуть бути прикріплені до певних позицій у будинках кампусу.

Це означає, що на додаток до допомоги людям дістатися туди, куди вони хочуть, внутрішня навігація може надати корисну інформацію керуючим будинками та координаторам об'єктів.

2.6 Опис технології Deep Location

Точне розташування в приміщенні дуже важко визначити. Ми змушуємо це працювати.

Технологія системи позиціонування в приміщенні PointR не покладається на використання компаса телефону, який у багатьох приміщеннях не забезпечує корисну орієнтацію.

Він також не покладається на зняття відбитків пальців або геомагнітні методи, які є менш точними та громіздкими в установці та обслуговуванні.

Натомість платформа Deep Location® Pointr використовує методи злиття датчиків і алгоритми машинного навчання, щоб забезпечити неймовірну точність як щодо розташування синьої точки, так і орієнтації.

Технологія Pointr забезпечує точне розташування всередині приміщень навіть у великих і складних будівлях і на кількох рівнях.

Багатоповерхового розташування важко досягти. Ось чому ми використовуємо з'єднання датчиків, щоб забезпечити високу точність навіть у будівлях з високими стелями та мезонінами. Наша технологія автоматично визначає, на якому поверсі знаходиться користувач, протягом максимум 3 секунд і відповідно оновлює інтерфейс користувача.

Багатоповерхова технологія Pointr вже використовується в деяких із найбільших і найскладніших будівель світу, таких як міжнародні аеропорти, місця проведення заходів і торгові центри.

Навіть з надточною системою позиціонування всередині приміщення, перевести це на навігацію всередині приміщення надзвичайно важко.

Навігація всередині приміщень повинна враховувати не тільки позиціонування та орієнтацію, а й відображене розташування та перешкоди, такі як переміщення з поверху на поверх будівлі або зсередини назовні і навпаки.

Технологія Pointr автоматично вибирає, чи використовувати Deep Location або GPS, завдяки функції позиціонування всередині приміщення. Немає необхідності встановлювати будь-яке обладнання на відкритому повітрі – це дозволяє легко інтегрувати нашу технологію в розумні міста з кількома місцями.

Воно використовує периферійні обчислення для обробки позиції користувача, забезпечуючи таким чином чудову точність незалежно від кількості активних користувачів на місці.

Завдяки MapScale, запатентованій технології картографування, можна отримувати персональні цифрові карти всіх своїх будівель протягом декількох годин.

Pointr може розгорнути цілу низку послуг на основі місцезнаходження в тисячах будівель, просто ввімкнувши нашу технологію, навіть віддалено (рис. 2.4).

Розташування в програмі

Позиціонування та визначення шляху

Додайте контекст місцезнаходження в режимі реального часу у ваші мобільні програми.

Увімкніть послуги на основі місцезнаходження, такі як позиціонування в приміщенні, навігація в приміщенні, контекстна взаємодія та багато іншого.

Як це працює

Позиція визначається через взаємодію між смартфоном користувача та датчиками, розміщеними через певні інтервали по всьому майданчику.

Переваги

- Цей метод дозволяє залучати користувачів (сповіщення, знайти свій шлях)
- Аналітика даних надається на рівні користувача
- Дуже насичена взаємодія через ваш мобільний додаток

Місцезнаходження без додатків

Відстеження активів та аналітика WiFi

Отримуйте анонімну аналітику на основі місцезнаходження у вашому місці без використання програми. Увімкніть позиціонування в приміщенні, прикріпивши тег до об'єкта або до особи без програми.

Як це працює

Наш власний POP-пристрій або подібний пристрій третьої сторони, який уже встановлено, може приймати сигнали Bluetooth/Wi-Fi зі смартфонів або смарт-тегів.

Переваги

- Анонімна аналітика для будь-якого смартфона
- Для випадків використання не в додатку
- Прикріпіть тег до активу або особи, щоб відстежувати їх - смартфон не потрібен

Рисунок 2.4 – Можливості з додатком та без нього

3 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМИ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ

3.1 Вибір програмних засобів для вирішення задачі

Існує кілька підходів, які можна застосувати для реалізації внутрішньої навігації AR. Ми дослідили кожен з основних підходів, які були розроблені, і представимо огляд переваг і недоліків кожного.

Внутрішня навігація на основі маяка та Wi-Fi RTT. Технологія Beacon – це модне слово, коли справа доходить до внутрішньої навігації AR. Найпоширенішим прикладом є 2000 батарейних маяків Bluetooth Low Energy, встановлених в аеропорту Гатвік у Великобританії, що дає, як заявлено, точність +/-3 метри. Недоліки:

- Згідно з документацією Apple, маяки дають лише приблизне значення відстані. Щоб визначити наше місцезнаходження за допомогою тріангуляції, нам потрібні принаймні три найближчі датчики, а це означає, що помилка наближення буде ще більшою. Це рішення не забезпечить прийняттого рівня точності.
- Якщо врахувати інші фактори, такі як вартість (10-20 доларів США за один предмет), заміна батареї (раз на 1-2 роки) і робочий діапазон (10-100 метрів), стає зрозуміло, що використання маяків для навігації в приміщенні є ефективним лише за певних умов.

Вбудовані мобільні датчики – це рішення спирається на вбудовані мобільні датчики, які можуть надати користувачам оціночне значення на основі інтерпретації електромагнітного поля в безпосередній зоні навколо користувача. Недоліки:

- Магнітне поле може змінюватися з часом через зовнішні фактори, тому потрібно неодноразово перевіряти та оновлювати магнітну карту будівлі.

Хмара AR із збереженням візуального світу – два рішення засновані на технології доповненої реальності. Хмарне рішення від Google дозволяє додавати віртуальні об’єкти до сцени AR.

Потім кілька користувачів можуть переглядати ці об’єкти та взаємодіяти з ними одночасно з різних місць у спільному фізичному просторі.

Позиція місця, навколо якого закріплений світ, зберігається в хмарі. У цьому випадку під «світом» розуміють зображення, зроблені з огляду камери.

Недоліки:

- Хмарні прив’язки можна розв’язати не довше, ніж через 24 години після їх розміщення. Наразі Google розробляє постійні хмарні прив’язки, які можна вирішити протягом набагато більшого періоду часу.
- Це рішення працює лише зі стабільним мережевим підключенням.
- Ідентичне (не унікальне) середовище може призвести до неточних результатів.

Візуальні маркери – навігація в приміщенні на основі AR. Це рішення засноване на створенні візуальних маркерів, також відомих як AR Markers, або ARReferenceImage, а потім визначення їх положення. У цьому випадку вам знадобиться лише камера.

Маючи доступ до даних про світ навколо поля зору вашої камери, можливо обробляти ці дані та застосовувати будь-яку логіку, яку забажаєте. Ось чому ми в кінцевому підсумку обрали саме цей метод.

Візуальний маркер - це зображення, розпізнане навігацією Apple ARKit для приміщень, Google ARCore та іншими AR SDK. Візуальні маркери використовуються, щоб вказати додатку, де розміщувати вміст AR.

Варто додати, що мобільні системи доповненої реальності включають в себе мобільні додатки для телефонів. Використання мобільних телефонів для доповненої реальності має як переваги так і недоліки. Більшість мобільних пристроїв в даний час обладнано камерами, що робить мобільний телефон однією з найбільш зручних платформ для реалізації систем доповненої

реальності. Крім того, більшість сучасних телефонів мають додаткові вбудовані датчики такі як: акселерометри, магнітометри і GPS-приймачі, які можуть поліпшити роботу AR програми.

У мобільній доповненої реальності (AR), користувачі дивляться на пряме зображення, отримане з відеокамери на їх мобільному пристрої і сцени, які вони бачать (тобто реальний світ) збагачуються (доповнюються) інтегрованими тривимірними віртуальними об'єктами (тобто об'єктами доповненої реальності). Ця технологія має величезний потенціал у таких областях, як реклама, навігація, розваги, культурно-виставкова сфера.

Якщо віртуальний об'єкт просто накладається на реальне зображення, а не інтегрується в нього, то для створення середовища доповненої реальності можуть бути використані додаткові сенсори, присутні в сучасних мобільних пристроях, такі як акселерометр, компас, GPS. Використовуючи інформацію про місцезнаходження, користувач може переміщатися по світу доповненої реальності. Якщо віртуальні об'єкти мають безпосередній зв'язок з реальним світом, більшу ніж просто глобальне положення, наприклад віртуальне будівля, побудована на реальному пустирі, то для такої доповненої реальності необхідна додаткова інформація, така як кордони пустиря і його розміри. Отримання цієї додаткової інформації зазвичай досягається за допомогою спеціальних маркерів або за допомогою спеціальних функцій розпізнавання.



Рисунок 2.5 - AR на мобільному пристрої

Такими маркерами можуть слугувати: зображення, яке підготували завчасно, елементарні тривимірні фігури або об'єкти, які можуть розпізнаватися завдяки додатковим алгоритмам. Добре відомо, що для якісних AR систем, щоб надати реалістичний результат потрібно дуже точно відстежувати реальну середу для подальшої інтеграції в неї віртуальних об'єктів. Найбільш поширений тип системи спостереження для мобільних систем - це стеження шляхом комбінування даних, що надходять з декількох датчиків. У вуличних системах в основному використовують GPS або інерційні методи відстеження за допомогою акселерометрів, гіроскопів, компасів та інших датчиків, поряд з методами комп'ютерного зору. Система GPS забезпечує простоту відстеження, незважаючи на малу точність. Для більш точної оцінки положення користувача і його орієнтація GPS використовується в поєднанні з різними інерційних датчиками. Таким чином, точки інтересу користувача звужуються, і це дозволяє спростити візуальне відстеження.

У приміщенні GPS володіє поганими показниками, а отже не може бути використаний, тому використовуються тільки візуальні і інерційні методи. Поєднання цих методів має свої особливості: візуальне відстеження досягає найкращих результатів при низькій частоті руху, а інерційні датчики краще працюють при високій частоті руху.

Під час повільного руху вони не дають добрих результатів через дрейф зсуву. Взаємодоповнюючий характер цих систем призводить до спільного їх використання в більшості гібридних систем.

Деякі системи покладаються тільки на комп'ютерний зір, але більшість з них розраховані на роботу в приміщеннях, де навколишнє середовище легко контролюється. Коли справа доходить до візуального відстеження на вулиці, з'являються зовнішні фактори, які значно ускладнюють завдання.

Одна з найбільш "просунутих" мобільних систем є Google Goggles; ця система може: розпізнавати об'єкти простої форми, наприклад, штрих-коди або книги; визначати місце розташування й напрямок руху, завдяки GPS і акселерометру, які допомагають системі визначити напрям погляду, щоб звузити точку інтересу.

AR може також використовуватися для навчання. У галузі освіти системи доповненої реальності можуть мати широке застосування в багатьох областях, таких як історія, математика і т.д. Наприклад, Mark Billinghurst розробив Magic Book, книга, сторінки якої включені прості технології AR, для того, щоб зробити читання більш захоплюючим (рис 2.6).



Рисунок 2.6 - Magic Book

Ігрові програми з доповненою реальністю мають багато переваг перед традиційними іграми. Наприклад, здатність введення анімації та інших мультимедійних ефектів може не тільки додати інтересу до гри, але також може служити для навчання гравців.

У картографії та ГІС доповнена реальність стала потрібна в зв'язку з широким розповсюдженням мобільних пристроїв оснащених великою кількістю сенсорів. Так, подібні системи можуть ідентифікувати навколишні об'єкти, дозволяючи людині з легкістю орієнтуватися в просторі.

Як приклад можна привести сервіс Nokia City Lens який дозволяє отримувати в реальному часі доступ до інформації про навколишній світ через камеру мобільного телефону. Це може бути інформація про кафе, ресторанах, готелях і так далі (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 - Nokia City Lens

OpenCV - бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом. Реалізована на C / C ++, також розробляється для Python, Java, Ruby, Matlab, Lua та інших мов. Може вільно використовуватися в академічних та комерційних цілях - поширюється в умовах ліцензії BSD.

Vuforia SDK - це програмне забезпечення для мобільних пристроїв, яке дозволяє створювати додатки доповненої реальності. Воно використовує технологію комп'ютерного зору для того, щоб розпізнавати і відстежувати плоскі зображення і прості 3D-об'єкти в режимі реального часу. Ця можливість реєстрації зображень дозволяє визначати розташування й орієнтації віртуальних об'єктів, таких як 3D-моделі, в реальному світі, коли вони розглядаються через камеру мобільного пристрою. Положення і орієнтація віртуального об'єкта відстежується в реальному часі, так що точки зору глядача на об'єкт співвідносяться з їх точкою зору на зображення, так, що здається, що віртуальний об'єкт є частиною реальної сцени світу.

Vuforia SDK підтримує різні 2D і 3D цільові типи, включаючи безмаркерні цілі. Додаткові можливості SDK включає локалізовані виявлення

оклюзії за допомогою "віртуальних кнопок, зображень виконання цільового відбору, а також можливість створити і змінити цільові набори програмно під час виконання.

Vuforia забезпечує API для C ++, Java, Objective-C, і .Net мов. Є розширення ігрового движка Unity. Таким чином, SDK підтримує як рідні для IOS і Android мови, так і одночасно дозволяє розробляти додатки доповненої реальності в Unity, які можна легко портувати на обидві платформи. Саме тому, додатки, розроблені з використанням Vuforia, сумісні з широким спектром мобільних пристроїв, включаючи iPhone, iPad, Android - телефонів і планшетів під управлінням ОС Android версії 2.2 або вище і ARMv6 або 7 процесор з FPU.

ARToolkit - це бібліотека комп'ютерного стеження для створення додатків з доповненою реальністю Для цього він використовує можливості відео спостереження, розрахунок реального стану та орієнтації камери по відношенню до квадратного фізичного маркера в режимі реального часу. Коли реальний стан камери відомо, віртуальна камера може бути розташована в тій же точці і 3D модель накладається на реальний маркер. Так ARToolKit вирішує дві ключові проблеми в доповненої реальності: відстеження погляду і віртуальної взаємодії об'єктів.

ARToolKit був спочатку розроблений Hirokazu Kato Нара інституту науки і технологій в 1999 році і був випущений в університеті Лабораторія НІТ, у Вашингтоні. В даний час він функціонує як проект з відкритим розміщенням на SourceForge з комерційною ліцензією доступна ARToolWorks. ARToolKit дуже широко використовується (бібліотека з більш ніж 160000 завантажень з 2004 року).

Metaio SDK - готова бібліотека для створення мобільних додатків доповненої реальності. Використовує OpenGL використовує SLAM методи для більш точної роботи

3.2 ARKit: AR навігація на iPhone та iPad

ARKit часто вважають найпотужнішою з цих двох потужних мобільних платформ AR. Однак обидва виконують аналіз сцени, використовуючи майже ідентичні методи. Якщо це так, чому ARKit є потужнішим для навігаційних рішень AR?

ARKit і ARCore можуть використовувати ті ж методи, але ARKit підтримується набагато надійнішим апаратним і програмним забезпеченням. Apple має повний контроль над виробництвом і дизайном апаратного забезпечення iPhone і iPad, а також програмного забезпечення ОС.

Завдяки цьому продуктивність ARKit є більш оптимізованою. Його продуктивність є більш надійною, оскільки серед iPhone та iPad дуже мало різноманітності в продуктивності.

Між тим, пристрої ARCore на телефонах Android набагато суперечливіші, оскільки існує велика різноманітність апаратного та програмного забезпечення між телефонами Android.

Оскільки існує кілька виробників, Google важче створити послідовний і надійний досвід.

Однією з ключових особливостей, яка ставить iPhone над пристроями Android на арені AR, є датчик LiDAR. Це обладнання може полегшити навігацію AR завдяки своїм чудовим можливостям визначення глибини, що дозволяє ARKit аналізувати глибину сцени з безпрецедентною швидкістю. Це дозволяє швидше обробляти досвід AR з більш високою точністю.

3.3 ARCore: AR-навігація на Android

ARCore – це абсолютно новий SDK від Google, метою якого є надання можливостей доповненої реальності для всіх смартфонів на базі Android 7.0 Nougat та вище.

Подібно до Project Tango, технологія буде працювати, виявляючи фізичні об'єкти поруч із користувачем для відображення контенту доповненої реальності.

Для цього ARCore буде використовувати датчики у вашому смартфоні, щоб виявляти ці горизонтальні площини, враховувати відстеження руху пристрою та оцінювати світло, що потрапляє в кімнату, щоб об'єкти могли динамічно освітлюватись залежно від навколишнього середовища.

Google також привносить свої експерименти з AR до мережі, описуючи її як «критичний компонент майбутнього AR».

Як перший крок вона випускає прототип веб-браузера, який дозволить веб-розробникам почати працювати з AR, дуже схоже на їх мобільні аналоги. Хоча весь процес все щезнаходиться на експериментальній стадії, Google вважає, що ці браузери дозволять розробникам в кінцевому підсумку створювати веб-сайти з покращеною AR, які не залежать від платформи і працюють як на Android і ARCore, так і на iOS і ARKit.

Коли переміщається телефон, AR Core запам'ятовує оточення і буде власний світ, де він може розміщувати віртуальні об'єкти.

Він також використовує технологію відстеження руху для визначення того, як деякі об'єкти рухаються з огляду на рухи вашої камери.

Ось чому, коли розміщуєте віртуальний об'єкт у своїй кімнаті, виходите та повертаєтесь, а тим часом об'єкт все ще там. AR Core побудував свій віртуальний світ, де він пам'ятає, де знаходиться кожна деталь.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

4.1 Розробка структурної схеми прототипу

Візуальні маркери допомагають забезпечити точність GPS. Однак кожен маркер має свій унікальний ідентифікатор. Коли маркер видно, він порівнюється з усім списком маркерів, щоб знайти відповідність. Занадто багато маркерів може призвести до зниження продуктивності, оскільки цей етап порівняння може тривати довше і довше зі все більшою кількістю маркерів.

Це особливо актуально, якщо є тисячі маркерів, розкиданих у кількох місцях, які використовують одну програму для навігації у стінах університету.

Наприклад, мережа супермаркетів, яка намагається впровадити рішення для внутрішньої навігації, може використовувати маркери, щоб допомогти своїм клієнтам знайти продукти в своїх магазинах.

Коли тисячі маркерів існують у кількох різних магазинах, це може сповільнити роботу їхнього додатка. Однак GPS можна використовувати для фільтрації маркерів, щоб шукати лише маркери в магазині, в якому клієнт робить покупки.

Однак є ще одна неминуча проблема з використанням візуальних маркерів. Власники бізнесу можуть не схвалювати те, як ці маркери впливають на зовнішній вигляд їхнього дизайну інтер'єру.

Оскільки багато компаній мають суворі стандарти дизайну інтер'єру, візуальні маркери можуть бути не найкращим рішенням для внутрішньої навігації AR.

На рис. 4.1 представимо структурну схему знаходження потрібного продукту.

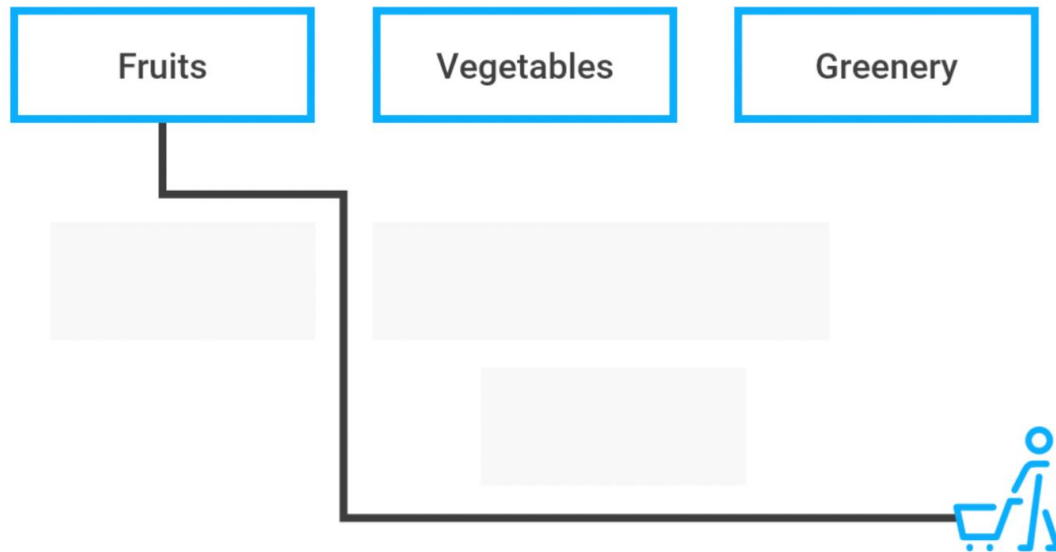


Рисунок 4.1 – Приклад знаходження потрібного продукту

Потужна альтернатива візуальним маркерам для внутрішньої навігації AR, Wi-Fi Round-trip time (RTT) насправді дуже схожий на технологію маяка BLE. Однак він може використовувати існуючу інфраструктуру маршрутизатора Wi-Fi для визначення місцезнаходження пристрою з точністю, потенційно в межах одного метра. Це важливо для навігації в приміщенні з доповненою реальністю, особливо тому, що за допомогою методу візуального маркера користувач повинен тримати свою камеру активною протягом усього сеансу, щоб підтримувати найкращу можливу точність.

Wi-Fi RTT набагато ефективніше традиційних систем позиціонування Wi-Fi (WPS). Традиційні методи створення відбитків Wi-Fi на будівлі мають точність від 5 до 15 метрів. Однак технологія Wi-Fi RTT, якщо задіяно три або більше маршрутизаторів, використовує алгоритм багатолатерції. Це дає змогу точно визначити позицію від 1 до 2 метрів. Можливо використовувати функцію визначення місцезнаходження Wi-Fi, яку надає API Wi-Fi RTT (Round-Trip-Time), щоб виміряти відстань до найближчих точок доступу Wi-Fi із підтримкою RTT та однорангових пристроїв Wi-Fi Aware .

Якщо вимірюється відстань до трьох або більше точок доступу, можливо використовувати алгоритм мультилатерації, щоб оцінити положення пристрою, яке найкраще відповідає цим вимірюванням. Результат зазвичай точний в межах 1-2 метрів.

З такою точністю можливо розробляти точні сервіси на основі місцезнаходження, такі як навігація в приміщенні, неоднозначне керування голосом (наприклад, «Увімкніть це світло») та інформацію на основі місцезнаходження (наприклад, «Чи є спеціальні пропозиції для цей продукт?»).

Пристрою, що запитує, не потрібно підключатися до точок доступу для вимірювання відстані за допомогою Wi-Fi RTT. Для збереження конфіденційності лише пристрій, який запитує, може визначити відстань до точки доступу; точки доступу не мають цієї інформації. Операції Wi-Fi RTT необмежені для програм на передньому плані, але обмежені для фонових програм.

Wi-Fi RTT і пов'язані з ним можливості точного вимірювання часу (FTM) визначені стандартом IEEE 802.11-2016. Wi-Fi RTT вимагає точного вимірювання часу, наданого FTM, оскільки він обчислює відстань між двома пристроями, вимірюючи час, необхідний пакету, щоб зробити туди й назад між пристроями, і множивши цей час на швидкість світла.

Надширокосмуговий (UWB).

Ця технологія має великі перспективи покращити позиціонування в приміщенні та додатки для навігації AR. Завдяки надширокосмуговій здатності передавати великі обсяги даних при низькій потужності, UWB може бути ефективним рішенням IPS.

Використовуючи різницю в часі прибуття (TODA), UWB-передавачі на предметах, які слід відстежувати, можуть локалізувати їх місцезнаходження.

Ця технологія ідеально підходить для відстеження таких предметів, як пакети на складах, але вона також обіцяє бути корисною для відстеження місцезнаходження смартфонів та інших пристроїв, щоб допомогти користувачам орієнтуватися в будівлях за допомогою додатків AR. Однак, незважаючи на неймовірну точність, технологія UWB не може пробити стіни та інші перешкоди.

API для UWB поки що недоступні, але очікується, що вони стануть доступними в майбутньому. Це призведе до значного підвищення точності систем позиціонування в приміщенні, якщо їх правильно використовувати.

Відстеження в приміщенні в промислових умовах часто вимагає дуже точної локалізації. Для цього пропонується рішення, засновані на технології ультраширокопосмугового радіозв'язку малої дальності (UWB). Він не працює з такими споживчими стандартами, як Wi-Fi і Bluetooth Low Energy, але забезпечує точність вище 30 см.

Позиціонування в приміщенні за допомогою ультраширокопосмугового має ряд істотних переваг: точність 10-30 см, що значно краще, ніж при роботі з маяками (1-3 метри) або Wi-Fi (5-15 метрів). Час затримки дуже низький (запит позиції до 100 разів на секунду). Перепади висоти можна точно виміряти. Однак ця техніка є особливим рішенням, яке вимагає відповідних компонентів і, таким чином, здебільшого підходить для спеціальних галузевих застосувань.

4.2 Тестування застосунку InfoPop

Додаток InfoPop спочатку був задуманий для навігації магазинами. У ньому виставляли цінники, асортимент товарів, щоб покупець міг легко знайти потрібний товар. Проте потенціал цього додатку дуже широкий.

Є великий вибір додатків для навігації в додатковій реальності, але цей додаток має головну перевагу перед конкурентами - він повністю

безкоштовний. На жаль, він доступний тільки на пристроях на базі iOS та iPadOS від версії 14.0.

З мінусів також можу відзначити, що додаток не дуже добре справляється з підняттям сходами. Напевно, було б розумно надрукувати QR-код на кожен поверх будівлі та написати попередження. Після цього починати створювати маршрути окремо. Якщо людина спробує знайти потрібний кабінет і його не буде у списку – це означатиме, що потрібний кабінет знаходиться на наступному поверсі. Нижче буде наведено докладний приклад створення маршруту у додатковій реальності для студентів ОДЕКУ.

Спочатку повинно завантажити цю програму з App Store і відкрити її.

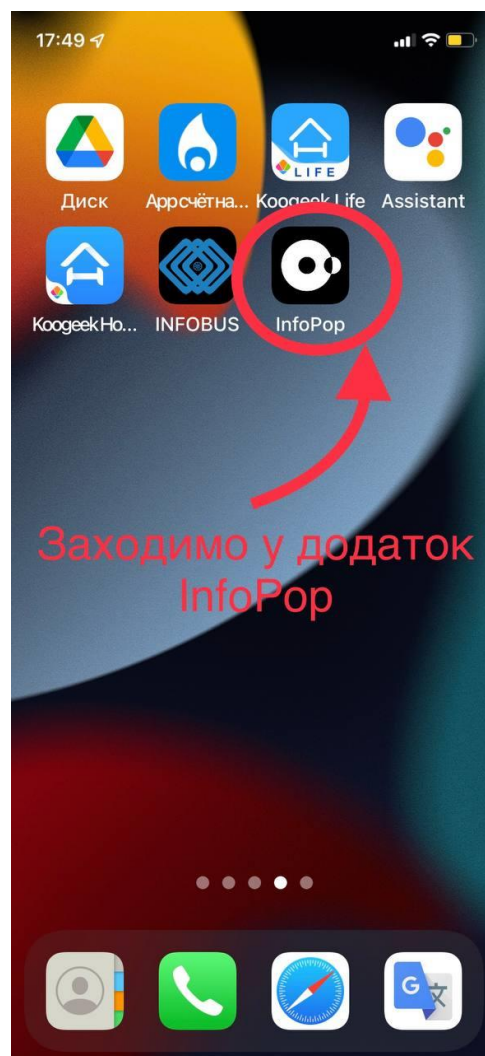


Рисунок 4.2 – Додаток Inforop

Для того, щоб почати створювати карту маршрутів, потрібно зареєструватися. Для цього натискаємо на іконку профілю.

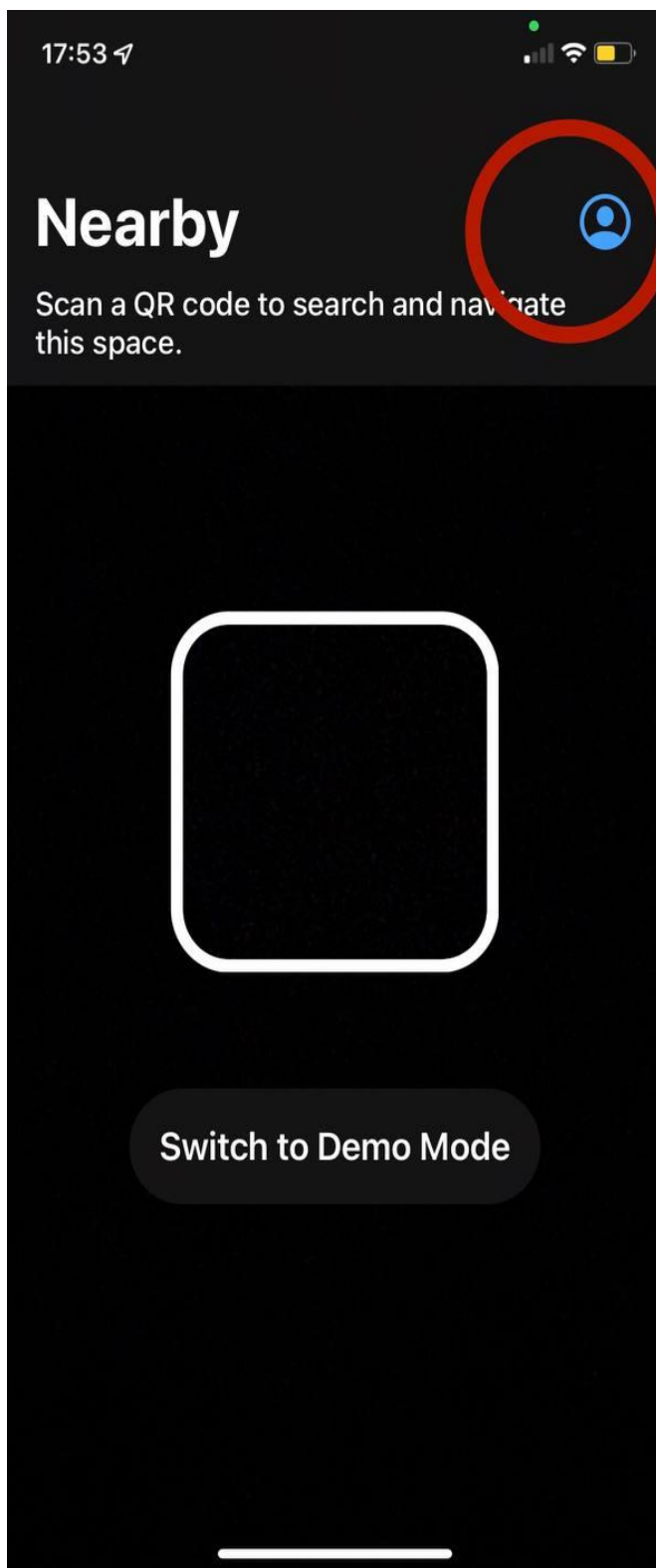


Рисунок 4.3 – Інтерфейс додатку InfoPop

Тепер нам потрібно зареєструватися за допомогою пошти або "Вхід з Apple"

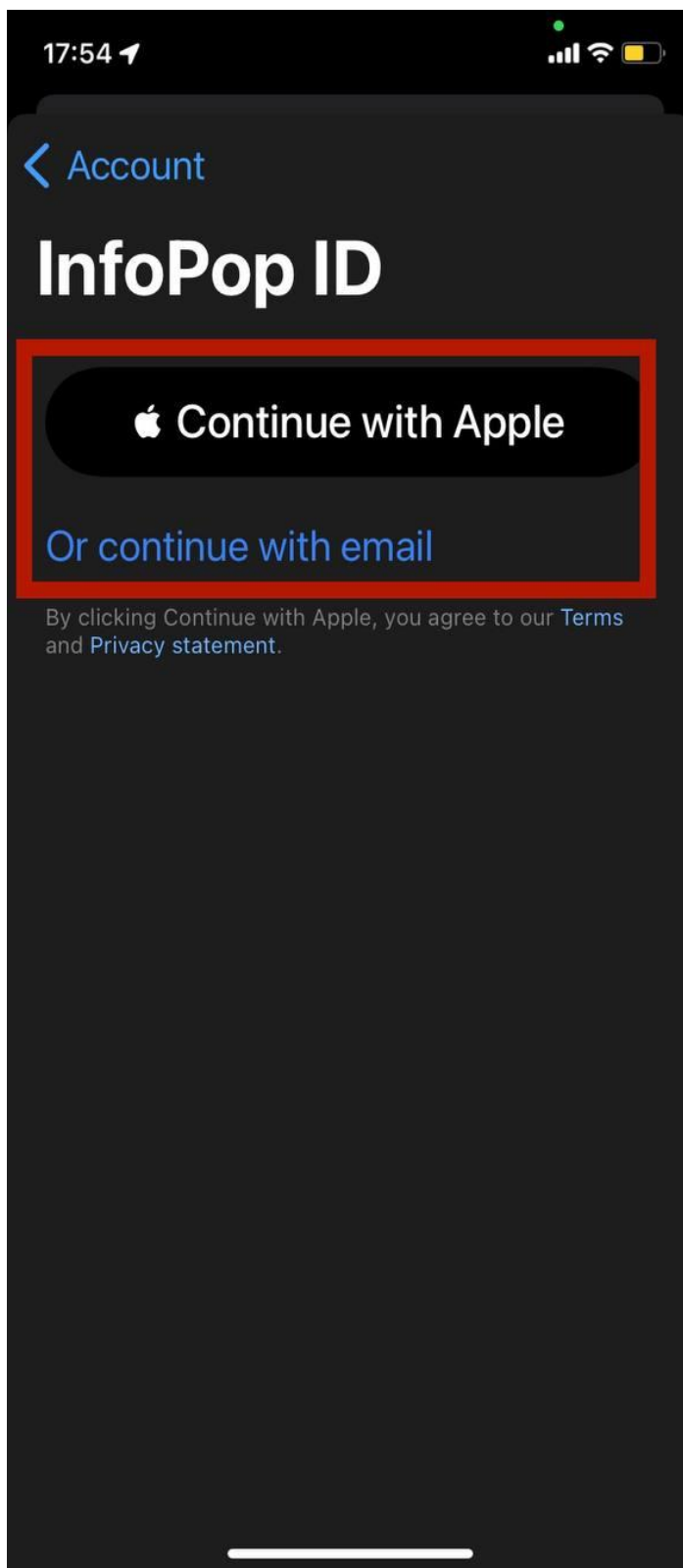


Рисунок 4.4 – Вхід до InfoPop ID

Після того як зареєструвалися за допомогою одного з двох способів, необхідно написати назву карти.

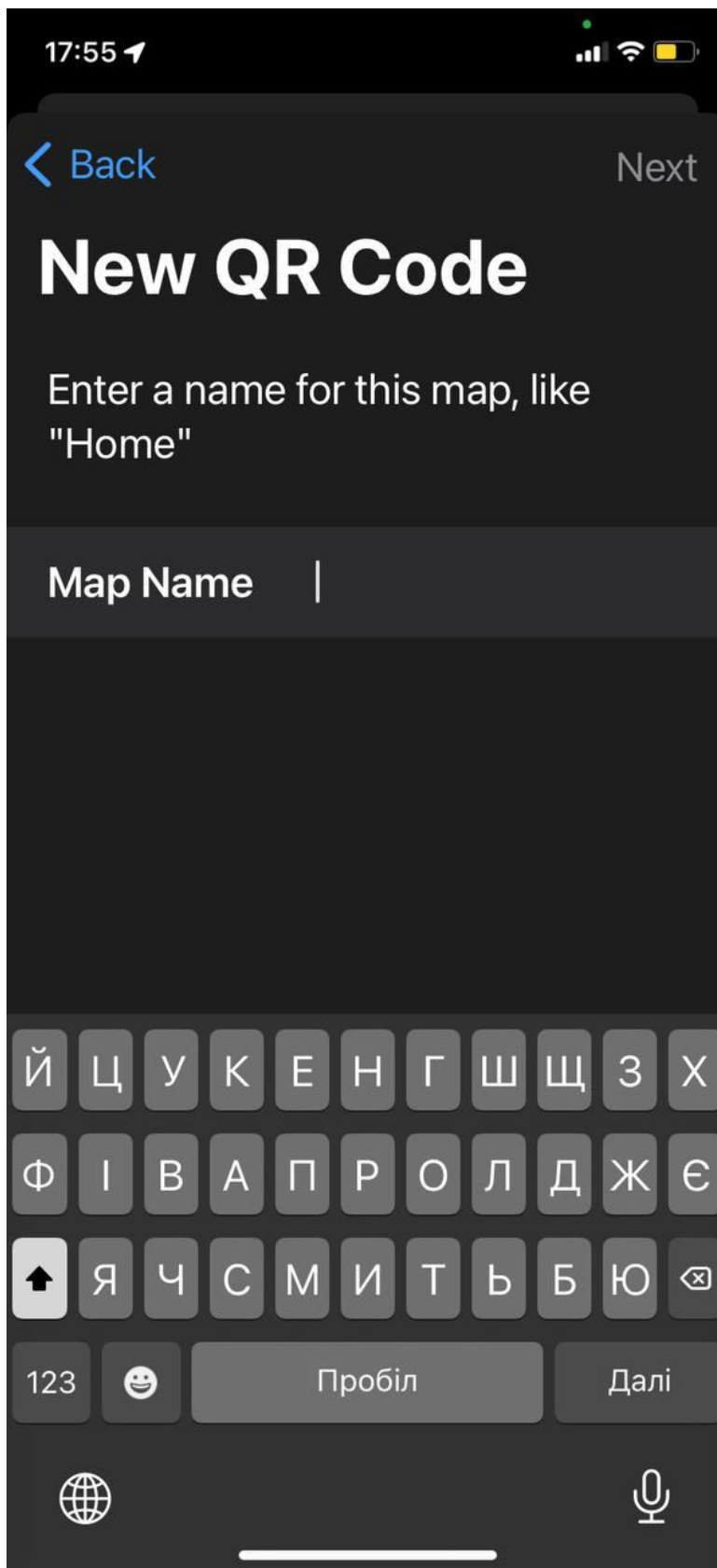


Рисунок 4.5 – Вибір назви карти

Після того, як задали ім'я картки, обов'язково потрібно звернути увагу на доступ до редагування міток. Щоб ніхто, крім адміна, не мав доступу.

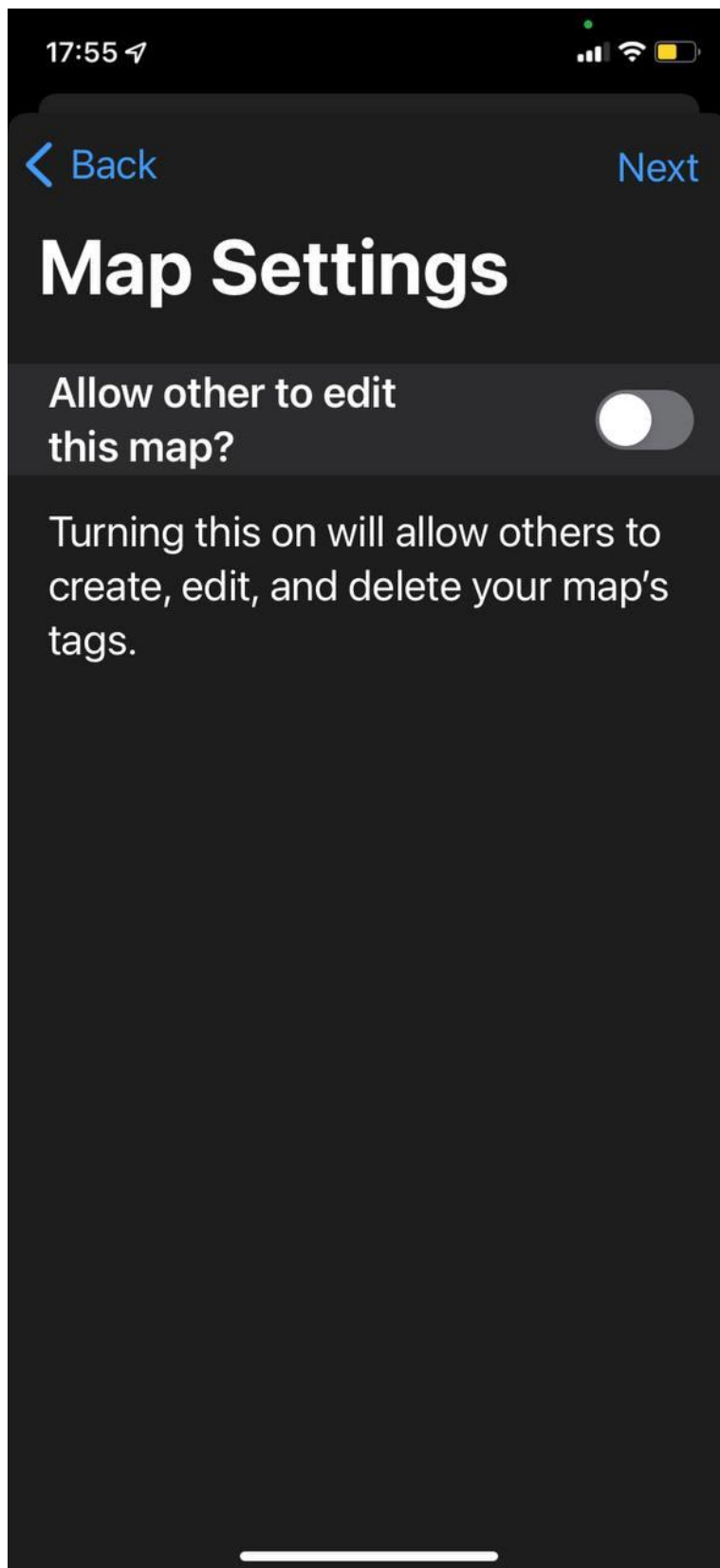


Рисунок 4.6 – Панель доступу до карт InfoPop

Для того щоб почати прокладати маршрути, нам потрібно надрукувати QR-код і прикріпити його до початкової позиції. Таким чином, програма запам'ятає позицію міток.

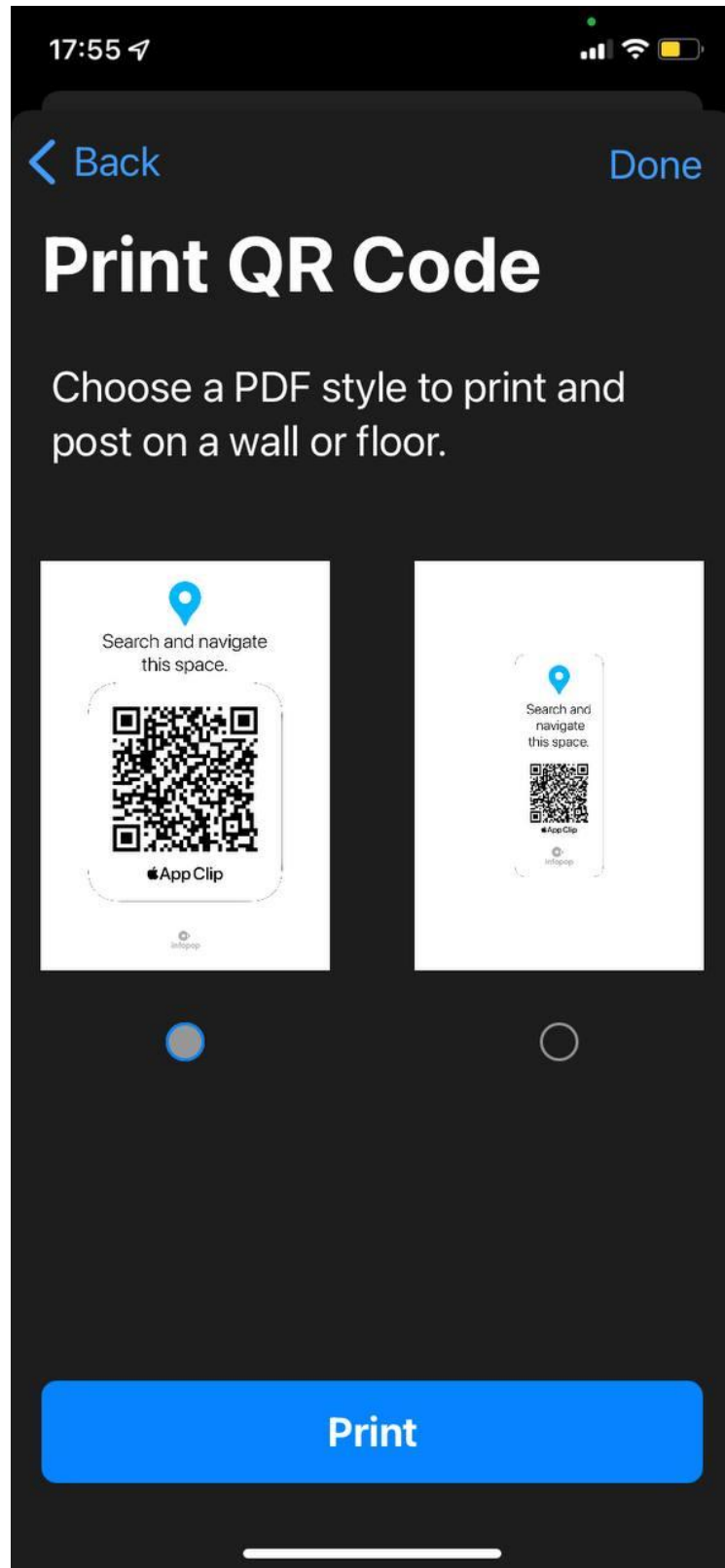


Рисунок 4.7 – Інтерфейс друку QR-кодів

Після того як зафіксували початкову позицію, потрібно навести камеру телефону на роздрукований QR-код і приступити до прокладання маршрутів.



Рисунок 4.8 – Початкова позиція міток

Після того як завершили налаштування маршрутів переходимо до перевірки роботи додатку. У пошуку вибираємо кінцевий пункт.

Як можемо помітити, з'являється стрілка навігації і веде нас до точки нашого призначення. Можна також просто навести камеру смартфона в різні боки і побачити місцезнаходження позначок призначення.

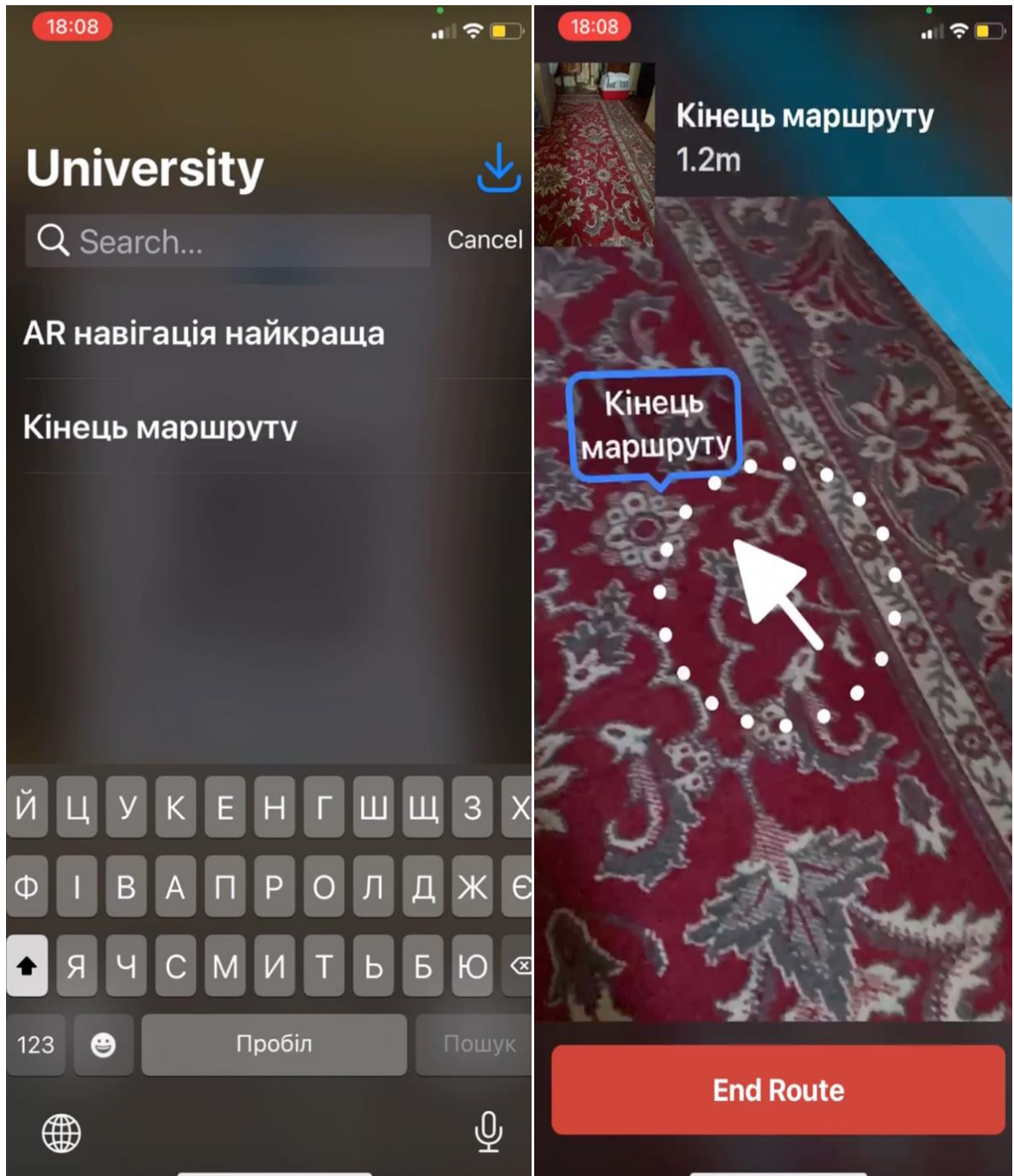


Рисунок 4.9 – Інтерфейс пошуку та навігації у AR

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи загальний зміст дослідження, можемо зробити такі висновки:

1. Визначено, що доповнена реальність (AR) - це розширена версія реального фізичного світу, яка досягається за допомогою використання цифрових візуальних елементів, звуку або інших сенсорних стимулів, що передаються за допомогою технології. Це зростаюча тенденція серед компаній, що займаються мобільними комп'ютерами та бізнес-додатками. На тлі зростання обсягів збору й аналізу даних, однією з основних цілей доповненої реальності є виділення конкретних особливостей фізичного світу, покращення розуміння цих особливостей та отримання розумних і доступних уявлень, які можна застосувати до реальних додатків.

2. З'ясовано, що істотною відмінністю доповненої реальності від віртуальної є збереження фізичного світу як контексту, в якому представлені віртуальні об'єкти і з яким вони взаємодіють. Віртуальна реальність повністю абстрагується від фізичного світу, щоб помістити користувача повністю у віртуальний світ. Віртуальна реальність використовує спеціальні позиційні трекери з дисплеями (окуляри віртуальної реальності), які динамічно оновлюють видимий користувачем простір у віртуальному середовищі. Важливо розуміти, що доповнена реальність повністю змінює цю парадигму, і в підсумку віртуальні

3. Проаналізовано, що ARToolkit - це бібліотека комп'ютерного стеження для створення додатків з доповненою реальністю. Для цього він використовує можливості відео спостереження, розрахунок реального стану та орієнтації камери по відношенню до квадратного фізичного маркера в режимі реального часу. Коли реальний стан камери відомо, віртуальна камера може бути розташована в тій же точці і 3D модель накладається на реальний маркер. Так

ARToolKit вирішує дві ключові проблеми в доповненої реальності: відстеження погляду і віртуальної взаємодії об'єктів.

4. З'ясували, що додаток InfoPop найкраще рішення для AR навігації для студентів ОДЕКУ. Він має широкий функціонал, зручний інтерфейс і повністю безкоштовний. За допомогою нього кожен може легко зробити навігацію в додатковій реальності приділивши всього пару годин свого часу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. InfoPop Info App. URL: <https://www.infopop.info/>
2. Locandis Indoor AR. URL: <https://www.locandis.de/en/ar-navigation-indoor-navigation-von-locandis-jetzt-mit-augmented-reality-funktion/>
3. Google VPS URL: <https://balloonone.com/blog/2018/06/15/google-maps-vps-augmented-reality/>.
4. MobiDev Indoor AR Navigation URL: <https://mobidev.biz/blog/augmented-reality-indoor-navigation-app-developement-arkit>.
5. Grid Dynamics. URL: <https://blog.griddynamics.com/ar-based-indoor-navigation/>
6. Softserve info. URL: <https://www.softserveinc.com/uk-ua/resources/ar-indoor-navigation>
7. TakeLeap. URL: <https://takeleap.com/services/augmented-reality/ar-indoor-navigation>
8. Untitled Project. URL: <https://untitledproject.sg/augmented-reality-wayfinding-the-future-of-indoor-navigation/>
9. XRGO. URL: <https://xrgo.io/en/product/xrgo-ar-navigation-augmented-reality-indoor-outdoor-navigation/>
10. ARWAY. URL: <https://medium.com/arway/augmented-reality-sdk-for-indoor-navigation-2c9a16020e34>
11. Raccoons Blog URL: <https://blog.raccoons.be/arcore-powered-indoor-navigation-unity>
12. Resonai. URL: <https://www.resonai.com/indoor-navigation>
13. IndoorAtlas. URL: <https://www.indooratlas.com/>
14. TANGAR. URL: <https://tangar.io/>
15. Mobile Operating System Market Share Worldwide. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>.

16. Augmented Reality Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality.
17. What is AR? Investopedia 2020. URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp>
18. ViewAR. URL: <https://industrial.viewar.com/>
19. Технология дополненной реальности AR. URL: https://funreality.ru/technology/augmented_reality.
20. Дополненная реальность (AR). URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar>.
21. Топ 18 SDK для работы с AR. URL: <https://medium.com/@grifer163/топ-18-sdk-для-работы-с-ar-44288137af76>.
22. Wikitude Products. URL: <https://www.wikitude.com/store>.
23. Vuforia: ведущее корпоративное решение дополненной реальности на рынке. URL: <https://www.ptc.com/ru/products/vuforia>.
24. Vuforia Engine Developer Portal. URL: <https://www.developer.vuforia.com>.
25. Firebase Console. URL: <https://www.console.firebase.google.com>.