

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: Розробка мобільного додатку «Healthy Market» з використанням те-  
хнологій доповненої реальності

Виконав студент 4 курсу групи К-41  
спеціальність 122«Комп'ютерні науки»  
Мамедов Фуад Різван оглу

Керівник к.геогр.н., доцент  
Коваленко Людмила Борисівна

Консультант \_\_\_\_\_

Рецензент д.ф.-м. н., професор  
Ковальчук Володимир Володимирович

Одеса 2020

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки .....	5
Вступ .....	6
1 Аналіз предметної області та програмних систем аналогів.....	8
1.1 Аналіз предметної області.....	8
1.2 Аналіз програмних систем аналогів .....	10
2 Вибір та обґрунтування засобів розробки .....	16
2.1 Функціональні та нефункціональні вимоги .....	16
2.2 Обґрунтування вибору операційної системи .....	16
2.3 Вибір середовища розробки .....	18
2.4 Загальна схема роботи застосунків Android.....	20
2.5 Вибір мови програмування .....	22
2.3 Опис технології доповненої реальності.....	23
2.3.1 Історія та розвиток технології доповненої реальності .....	23
2.3.2 Огляд існуючих рішень доповненої реальності.....	27
2.3.3 Огляд технологій для роботи з доповненою реальністю .....	30
3 Проектування та розробка програмного продукту.....	34
3.1 Створення мокапів та діаграми стану взаємозв'язку мокапів .....	34
3.2 Створення діаграми прецедентів .....	36
3.3 Створення діаграми послідовності, діяльності та класів.....	38
3.4 Робота з платформою Vuforia .....	39
3.5 Робота з Java та IDE AndroidStudio .....	43
3.6 Тестування мобільного застосунку.....	44
3.7 Інструкція користувача мобільного застосунку.....	46
Висновки.....	48
Перелік джерел посилання .....	49
Додаток А Діаграма класів .....	52
Додаток Б Програмний код .....	52

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД	– база даних
ЗСЖ	– здоровий спосіб життя
ІС	– інформаційна система
ПЗ	– програмне забезпечення
ПК	– персональний комп'ютер
ПП	– програмний продукт
ПС	– програмна система
РДК	– рекомендована добова кількість калорій
ADT	– Android Development Tools
AR	– Augmented Reality – доповнена реальність
IDE	– Integrated Development Environment – інтегроване середовище розробки

## ВСТУП

В наш час надлишкова маса тіла стала однією з найбільш серйозних проблем громадської охорони здоров'я. Тому все більше і більше людей хочуть контролювати свою вагу, харчування і фізичну активність, щоб підтримувати себе у формі і не відчувати психологічного дискомфорту в суспільстві через зайву ваги. Турбота про своє здоров'я – очевидний тренд на ринку технологій. Тому актуальність проблеми здоров'я обумовлена соціальною потребою в турботі про здоров'я як невід'ємної частини сучасного суспільного життя.

Всі хочуть бути стрункими і красивими. Багато людей для досягнення мети рахують вжиті і витрачені калорії. Вкрай незручно рахувати калорії на папері, які постійно губляться, весь час носити з собою калькулятор аби витрачати багато часу на різні підрахунки.

Щоб полегшити процес контролю своєї дієти актуальним є створення застосунку з доповненою реальністю для обліку калорій.

Подібну функціональність може забезпечити використання мобільних технологій, так як практично у кожної сучасної людини є смартфон, який в будь-який момент часу може бути використаний користувачем застосунку. Тому розробка подібного програмного забезпечення у вигляді мобільного застосунку є досить актуальним завданням.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка мобільного застосунку «Healthy Market» для підтримки здорового харчування з використанням технологій доповненої реальності. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- провести аналіз предметної області щодо організації підтримки у здоровому харчуванні;
- провести порівняльний аналіз існуючих програм аналогів;
- обґрунтувати вибір програмних засобів розробки та технологій;

- провести проектування програмної системи з використанням мови UML;
- виконати реалізацію клієнтської та серверної частин застосунку;
- підготувати інструкцію користувача;
- виконати тестування застосунку.

Структура дипломної роботи складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань на 16 найменувань, додатків. Повний обсяг проекту становить 65 сторінок, містить 19 рисунків і 3 таблиці.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ АНАЛОГІВ

## 1.1 Аналіз предметної області

Спосіб життя – узагальнений чинник, що визначає основні тенденції в зміні здоров'я, розглядається як вид активної життєдіяльності людини. У структуру способу життя входять:

- виховання з раннього дитинства здорових звичок і навичок;
- навколишнє середовище – безпечне і сприятливе для проживання, знання про вплив несприятливих факторів навколишнього середовища на здоров'я;
- відмова від куріння, наркотиків та вживання алкоголю;
- здорове харчування – помірне, відповідне фізіологічним особливостям конкретної людини, інформованість про якість вживаних продуктів;
- рухи – фізично активне життя, включаючи спеціальні фізичні вправи (наприклад, фітнес), з урахуванням вікових та фізіологічних особливостей;
- особиста і суспільна гігієна – сукупність гігієнічних правил, дотримання і виконання яких сприяє збереженню та зміцненню здоров'я, володіння навичками першої допомоги .

Концентрованим виразом взаємозв'язку способу життя і здоров'я людини є поняття «здоровий спосіб життя».

Здоровий спосіб життя (ЗСЖ) – спосіб життя людини, спрямований на профілактику хвороб і зміцнення здоров'я, активізацію захисних сил організму, забезпечення високого рівня працездатності, досягнення активного довголіття.

Таким чином, ЗСЖ можна розглядати як основу профілактики захворювань. Він спрямований на усунення факторів ризику (низький рівень трудової активності, незадоволеність працею, пасивність, психоемоційна напру-

женість, невисока соціальна активність і низький культурний рівень, екологічна безграмотність, гіподинамія, нераціональне, незбалансоване харчування, куріння, вживання алкоголю, наркотичних і токсичних речовин, напружені сімейні відносини, нездоровий побут, генетичний ризик та ін.). ЗСЖ є важливим фактором здоров'я (підвищує трудову активність, створює фізичний і душевний комфорт, активізує життєву позицію, захисні сили організму, зміцнює загальний стан, знижує частоту захворювань і загострень хронічних захворювань).

Формування здорового способу життя – це створення системи подолання чинників ризику в формі активної життєдіяльності людей, спрямованої на збереження і зміцнення здоров'я.

Сьогодні, коли відбуваються глобальні зміни у всьому світі: зростає виробництво, розвивається інфраструктура міст, з'являються все нові і нові хімічні методи «боротьби» за врожай, освоюється випуск модифікованих продуктів, відбуваються глобальні зміни в навколишньому середовищі, нам як ніколи необхідні засоби для боротьби з даними проблемами. Саме тому останнім часом люди стали частіше замислюватися і говорити про своє здоров'я.

Здоровий спосіб життя виражає певну орієнтованість діяльності особистості в напрямку зміцнення та розвитку особистого і громадського здоров'я. Тим самим здоровий спосіб життя пов'язаний з особистісно-мотиваційним втіленням індивідами своїх соціальних, психологічних, фізичних можливостей і здібностей. Звідси зрозуміло величезне значення формування здорового способу життя в створенні оптимальних умов функціонування індивіда і суспільства [1]<sup>1)</sup>.

Головною метою мобільного додатку «Healthy Market» є підтримка здорового харчування користувача та автоматизація розрахунки калорійності їжі, що споживається (калькулятор калорій). Цей застосунок допоможе кори-

---

<sup>1)</sup> [1] Рэй Курцвейл, Терри Гросман. Девять шагов на пути к вечной жизни. МИФ. ЗОЖ, 2015. 384 с.

стувачам оптимізувати своє харчування для досягнення цілей, таких як схуднути, зберегти вагу або наростити м'язи.

## 1.2 Аналіз програмних систем аналогів

В даний час існує досить велика кількість пристроїв, програм і сайтів, призначених для моніторингу дієти і активності. Далі розглянемо деякі з них.

Мобільний застосунок СИТ30 (рис. 1.1). Має непоганий дизайн, зручний доступ до всіх функцій в кілька кліків і різноманітну статистику для схуднення. Дозволяє вести облік споживаних калорій, враховує обсяги тіла. Застосунок становить індивідуальну програму харчування і фізичних вправ, а також рецепти по догляду за тілом, які можна виконати в домашніх умовах, виходячи з введених користувачем даних. В результаті схуднення ведеться у формі гри, що може значно полегшити досягнення кінцевого результату на психологічному рівні.

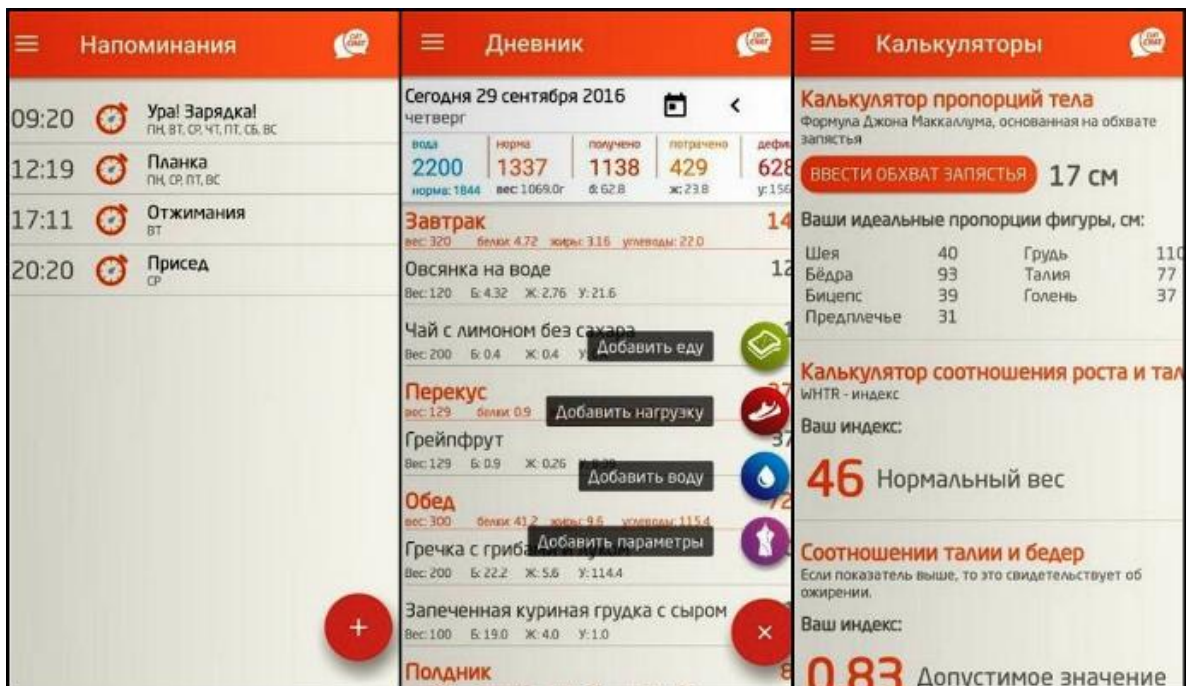


Рисунок 1.1 – Інтерфейс програми СИТ30



Основна відмінність програми від аналогів – не тільки схуднення в ігровій формі, а й наявність докладних рецептів на кожне рекомендоване блюдо або вправу. Крім того, СИТ30 містить і рецепти народної медицини. Якщо якісь процедури слід повторити, додаток повідомить і про це.

Має не зовсім якісно опрацьовану базу даних, присутній механізм додавання своїх рецептів з урахуванням теплової обробки. Велика частина функціоналу розрахована на платну версію.

Мобільний застосунок Dine4Fit (рис. 1.2). Використовується для підрахунку калорій. У цій програмі реалізовані всі основні функції для ведення щоденника харчування. Також додана така корисна інформація як вміст холестерину, солі, трансжирів, жирних кислот в більшості продуктів. Крім цього, є дані за вмістом вітамінів і мікроелементів.

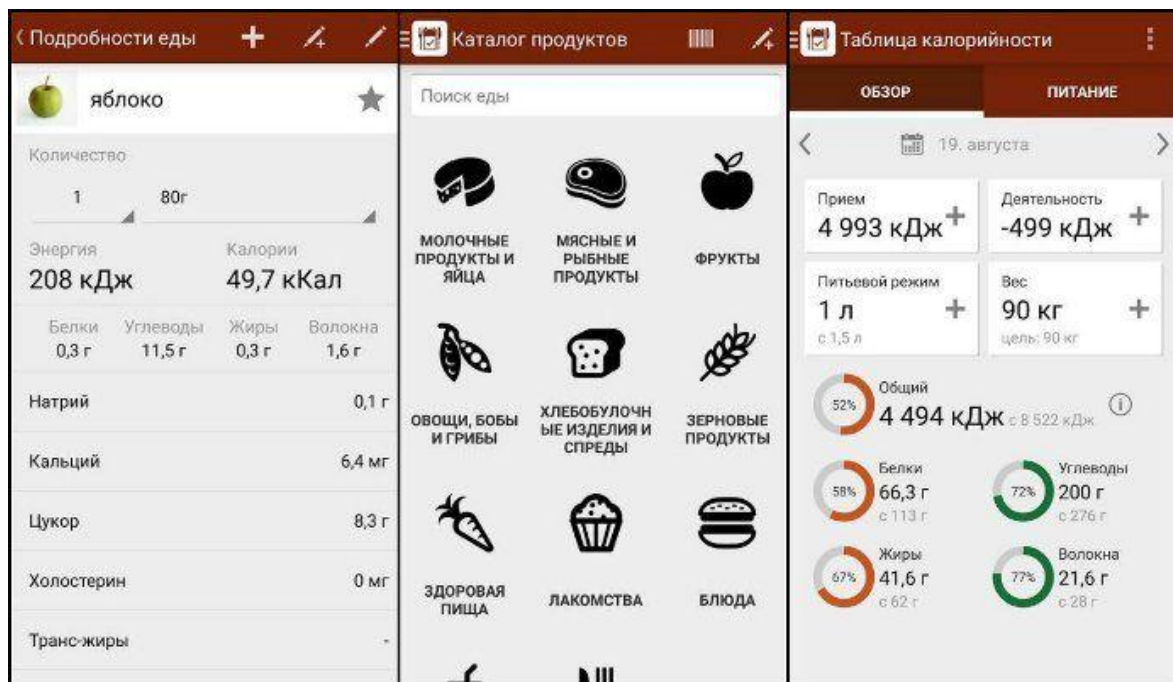


Рисунок 1.2 – Інтерфейс програми Dine4Fit

Споживані продукти можна зберігати і за допомогою штрих-коду, що міститься на упаковці. Лічильник калорій підраховує енергетичну цінність спожитих продуктів і витрати енергії щодня. Застосунок для своєї роботи

вимагає підключення до Інтернету. Таблицю калорійності дозволяє зберігати всю спожиту їжу і проведену активність, а потім експортувати до електронних таблиць. Користувачі мають повний доступ до своїх даних, право на редагування і інші можливості які не суперечать правилам а особиста інформація повністю захищена і недоступна іншим користувачам.

Застосунок має велику базу даних, яка регулярно поповнюється. Мінусами є: неможливість додати власний рецепт і повільна робота програми.

Багатофункціональний застосунок Health для операційної системи iOS вже встиг завоювати величезну кількість шанувальників здорового способу життя (рис.1.3).

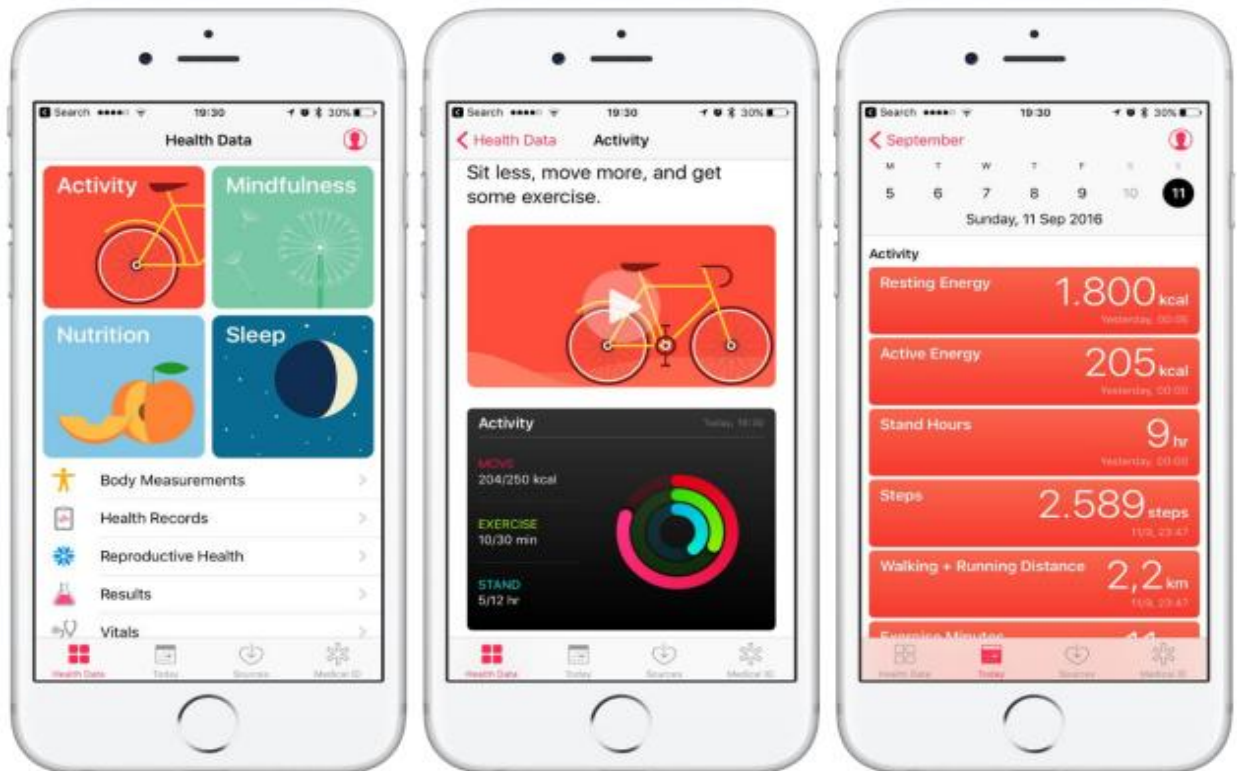


Рисунок 1.3 – Інтерфейс програми Health для ОС iOS

По-перше, це повноцінна медична карта, в яку можна внести всі відомі дані про здоров'я. Наприклад, алергічні реакції, прийом медикаментів, рівень цукру, холестерину. По-друге, додаток збирає всі необхідні дані з

інших додатків iPhone – FitStar Personal Trainer, Zova, 7 Minute Workout (програми фітнес тренувань), Calorie Counter & Diet Tracker, Human (лічильники калорій і активності), MotionX 24/7 (контроль сну) та ін. Це дозволяє створювати різнобічну картину Вашого здоров'я в одному додатку [2]<sup>1)</sup>.

FatSecret – багатоплатформовий лічильник калорій, які допомагає досягти мети (рис.1.4). Функції програми: вибір мети, внесення параметрів, облік калорій, відстеження прогресу. Можна обрати одну з трьох цілей: схуднути, зберегти поточний вагу або набрати масу. Сервіс постачає користувача інформацією, необхідною для досягнення обраної мети. Він буде приблизно знати, скільки калорій споживає, і як змінити своє харчування, щоб домогтися потрібних результатів.

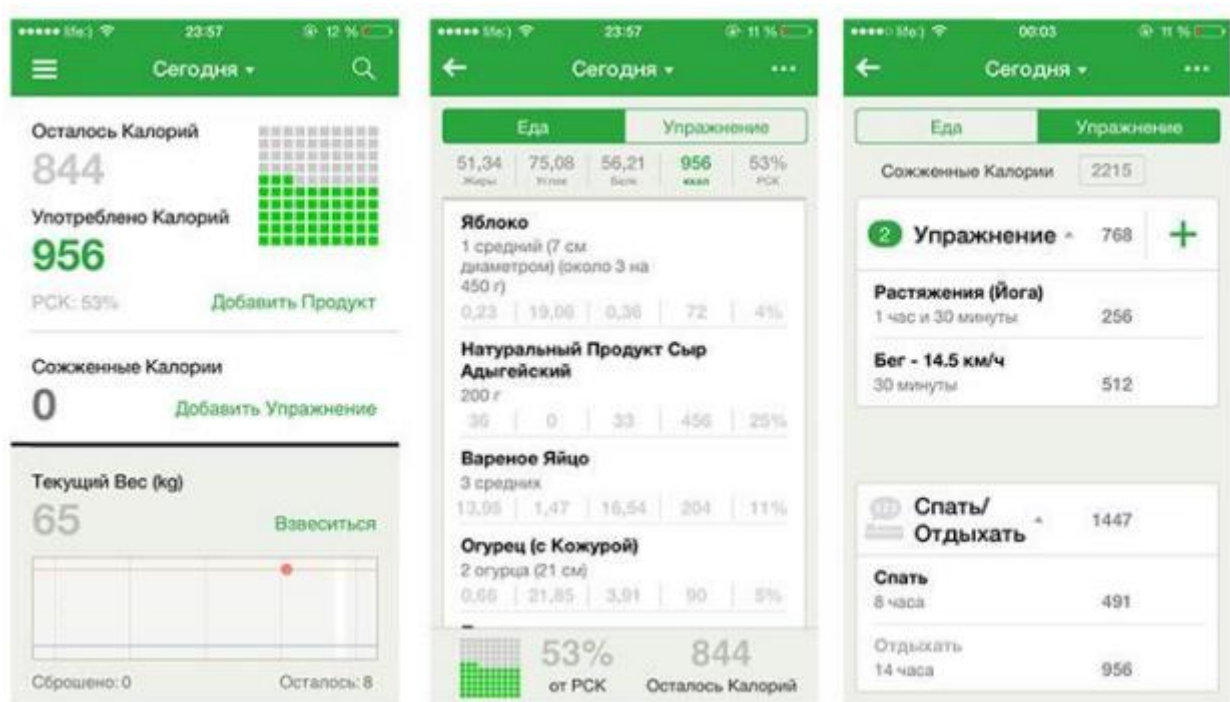


Рисунок 1.4 – Інтерфейс програми FatSecret

FatSecret підлаштовується під індивідуальні параметри користувача.

<sup>1)</sup> [2] Інтернет-портал «Здоровье». URL: <http://health.wild-mistress.ru/> (дата звернення 17.04.2020).

Тому після вибору мети вам треба буде вказати свій вік, стать, зріст, спосіб життя (наприклад, активний або сидячий), а також фактичний і бажаний показники ваги. На основі цих даних сервіс рахує показник РДК (рекомендована добова кількість калорій), якої користувач повинен дотримуватися.

FatSecret постійно фіксує спожиті і витрачені калорії. Для цих цілей призначена вкладка «Щоденник». Відкривши її, можна додати продукти і порції, які користувач з'їв протягом доби. Або вправи та інші активності, якими він займався. Система сама переведе всі в калорії.

База даних проекту містить відомості про калорії в харчових товарах відомих брендів, а також в стравах великих ресторанів. Ця інформація використовується FatSecret при підрахунках і дозволяє не вносити зайві дані вручну. Знайти потрібний продукт, товар або блюдо можна за допомогою вбудованого каталогу або форми пошуку. Стежити за динамікою калорій можна на вкладці «Звіти».

Сервіс доступний у вигляді сайту і додатків для мобільних пристроїв. Розташування елементів в браузерної і мобільних версіях трохи відрізняється. FatSecret може відлякати новачків кількістю параметрів і не самим інтуїтивним інтерфейсом.

Порівняння перерахованих вище програм і застосунку, який було розроблено наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння мобільних застосунків обліку калорій

Критерії порівняння	FatSecret	СІТ30	Dine4Fit	HealthyMarket
Виведення кількості калорій в продукті за допомогою камери	-	-	-	+
Денна норма калорій	+	+	+	+
Велика і якісна БД	+	+/-	+/-	+
Доступність додатку	-	-	+	+

Висновки до розділу: під час виконання першого розділу бакалаврської роботи була обрана предметна область, в рамках якої розглянуті аналогії і їх особливості. Переваги та недоліки розглянутих мобільних застосунків були взяті до уваги при розробці програмного продукту.

## **2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ**

### **2.1 Функціональні та нефункціональні вимоги**

Перед початком розробки веб-додатку були визначені функціональні та нефункціональні вимоги до нього.

До функціональних вимог належать:

- розпізнавання етикетки товарного продукту за допомогою камери смартфона;
- відображення інформації про енергетичну цінність та шкідливі добавки продукту;
- можливість зберігати продукт у локальній базі даних додатку.

До нефункціональних вимог віднесемо такі пункти:

- смартфон з ОС Android версією 4.0.3+;
- камера на смартфоні;
- підключення до Інтернету.

### **2.2 Обґрунтування вибору операційної системи**

На даний час існують багато різних мобільних операційних систем (ОС), але всі вони мають різну популярність. Якщо застосунок не крос-платформне, то розробка для вузького кола користувачів може заздалегідь зробити його провальним. Тому що чим більше користувачів будуть працювати з застосунком, тим більше залишиться зацікавленості в ньому. Тому однією з головних завдань є вибір ОС, під яку буде розроблятися застосунок.

На рис.2.1 представлена діаграма, що показує частки, які займають різні мобільні ОС на ринку.

Згідно статистики від компанії NetMarketShare [3]<sup>1)</sup>, особистому досвіду та діаграмі на рис.2.1 були виділені три найбільш популярні ОС, які необ-

---

<sup>1)</sup> [3] Скільки днів в году люди тратят на смартфони. URL:<http://it-news.club/13588422> (дата звернення 17.04.2020).

хідно розглянути (в порядку збільшення популярності): Windows Phone, iOS, Android.

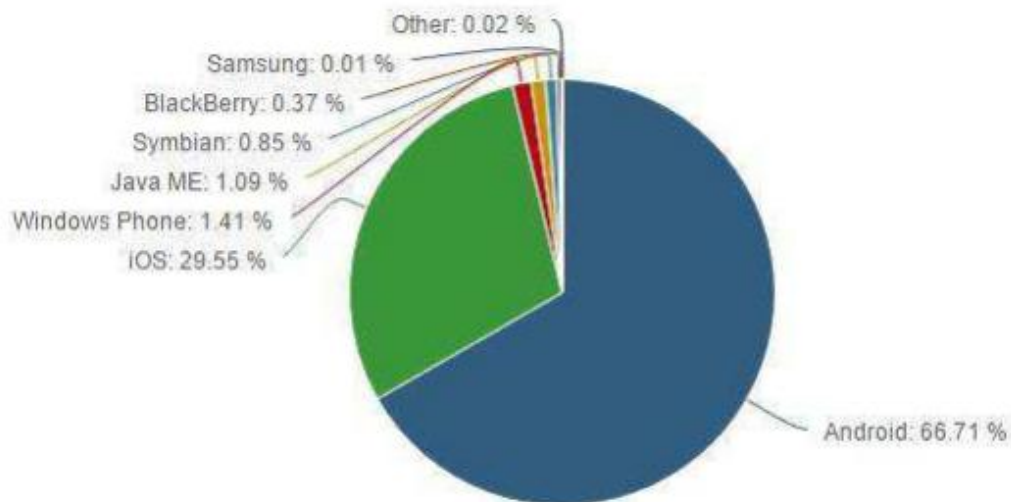


Рисунок 2.1 – Діаграма співвідношення мобільних ОС на ринку смартфонів

Windows Phone – мобільна ОС, яка розроблена американською компанією Microsoft. Вона встановлена на 1.41% смартфонів. Через невелику частку ринку та неясні перспективи кількість застосунків для Windows Phone помітно поступається кількості застосунків для iOS і Android, але магазин застосунків Windows Phone Store може задовольнити практично будь-які потреби, тому що кількість застосунків в ньому перевищує 300 тисяч.

Однак, враховуючи щорічний спад популярності, розробка застосунків під дану ОС не є привабливою перспективою, тому що коло користувачів буде зовсім мале.

iOS – ОС для смартфонів та електронних планшетів, що розроблена американською компанією Apple. Частка iOS на ринку мобільних ОС (29.55%) в точності відображає частку ринку айфонів на ринку смартфонів, тому що iOS встановлюється лише на айфонах та айпадах (мобільних пристроях від компанії Apple), у той час як Android та Windows Phone викорис-

товуються різними виробниками смартфонів. Кількість застосунків для iOS в магазині застосунків App Store перевищує мільйон.

Дана ОС є дуже привабливою для розробки, тому що має широку аудиторію користувачів. Але, не зважаючи на це, є ряд недоліків:

- кількість користувачів iOS все ж менше, ніж користувачів Android;
- недешевий акант розробника для завантаження за стосунку в App Store;
- відсутність необхідних інструментів для розробки.

Android – ОС для смартфонів та безлічі інших пристроїв. Спочатку розроблялася каліфорнійською компанією Android Inc., яку потім купив американський пошуковий гігант Google. Частка Android на ринку ОС складає 66.71. Кількість застосунків для Android в магазині застосунків Google Play перевищує 1.43 млн.

Ця ОС має саму велику аудиторію користувачів, а тому, як було сказано вище, привабить більший відклик серед тих, хто встановить за стосунок. Акаунт розробника для публікації застосунка в Play Маркет теж платний, але коштує значно менше ніж в App Store і платіж здійснюється одноразово (в App Store щорічний платіж).

Після проведення аналізу самих популярних мобільних ОС було вирішено, що розробка буде виконуватися під пристрої з ОС Android, тому що вона найбільш відповідає заявленим вимогам.

### **2.3 Вибір середовища розробки**

Самими популярними середовищами розробки під ОС Android є: Eclipse, Microsoft Xamarin, Android Studio.

Eclipse є безкоштовною програмною платформою з відкритим кодом, яка контролюється організацією Eclipse Foundation. Написана на мові програмування Java і основною метою його створення є підвищення продуктивності процесу розробки програмного забезпечення. Eclipse сам по собі не є



середовищем розробки застосунків для мобільних пристроїв, але до нього можна підключити окремий плагін Android Development Tools (ADT).

Все же, це середовище розробки не орієнтоване конкретно на розробку мобільних застосунків, тому можливі різні проблеми на етапі розробки, які можна уникнути, обравши інше середовище розробки.

Microsoft Xamarin – це платформа розробки мобільних застосунків для створення нативних застосунків Windows, iOS та Android з загального коду C# або .NET, яка дозволяє багаторазово використовувати між платформами від 75% до 100% коду. Застосунки, що написані за допомогою Xamarin і C#, мають повний доступ до інтерфейсів API базової платформи і можливість створювати нативні інтерфейси користувача, а також компілювати код у машинний, тому вплив на продуктивність під час виконання є незначним [4]<sup>1)</sup>.

Розробники, що знайомі з C#, .NET та Visual Studio, можуть розраховувати на такі ж можливості, що включають віддалену відладку на пристроях Windows, iOS та Android, без необхідності вивчати нативні мови, наприклад, Objective-C або Java. Дивно, але багато високопродуктивних застосунків з красивими інтерфейсами користувача – наприклад, NASCAR, Aviva і MixRadio – створені за допомогою Xamarin.

Однак, через невисоку популярність даного середовища розробки та передбачувальних проблем з пошуком інформації від нього прийшлося відмовитися.

Android Studio – це інтегроване середовище розробки (IDE) для роботи з платформою Android, що була анонсована 16 травня 2013 року на конференції Google I/O [5]<sup>2)</sup>. Це відносно молоде, але вже дуже популярне середовище розробки під ОС Android. Він має ряд позитивних особливостей:

---

<sup>1)</sup> [4] Visual Studio і Xamarin. [URL:https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/mt299001.aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/mt299001.aspx) (дата звернення 17.04.2020).

<sup>2)</sup> [5] Android Studio – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:https://ua.wikipedia.org/wiki/Android\_Studio (дата звернення 17.04.2020).

- розширений редактор макетів: WYSIWYG, здатність працювати з UI компонентами за допомогою Drag-and-Drop, функція перегляду макета на декількох конфігураціях екрану;
- зборка застосунків, що заснована на Gradle;
- різні види зборок та генерування декількох .apk файлів;
- рефакторинг коду;
- статичний аналізатор коду (Lint), що дозволяє знаходити проблеми продуктивності, несумісності версій та інше;
- шаблони основних макетів та компонентів Android;
- підтримка розробки застосунків для Android N Preview SDK, а це означає, що розробники зможуть почати роботу по створенню застосунка для нової програмної платформи.

Дане середовище, як це видно з назви, орієнтоване на розробку застосунків саме під ОС Android, що є істотною перевагою перед іншими IDE.

За підсумком аналізу існуючих середовищ розробки, було обрано середовище розробки Android Studio, тому що воно ідеально підходить під потреби застосунка, що розроблюється, а також в Інтернеті є багато інформації про налаштування та роботу з ним.

## 2.4 Загальна схема роботи застосунків Android

ОС Android є досить унікальною. Для отримання доброго результату розробнику застосунків треба знати багато тонкостей та особливостей даної операційної системи. При розроблені існує декілька труднощів, які варто враховувати:

- застосунок після встановлення потребує у два рази, а в деяких випадках навіть у чотири рази більше місця, ніж розмір оригінального застосунку;
- на вбудованій флеш-карті швидкість роботи з файлами падає в декілька десятків разів при маленькій кількості вільного місця;

- процеси можуть використовувати до 16 Мб, а в деяких випадках і 24 Мб оперативної пам'яті, між ядрами та застосунком лежить свій шар API і на нативному коді – шар бібліотек.

В Android можна запускати необмежену кількість застосунків, яку дозволяє оперативна пам'ять в пристрої. Але тільки одне з застосунків є головним і відображується на екрані. Від відкритого застосунку можна перейти до фоновому режиму або запустити нове. Даний процес візуально нагадує вкладки браузера.

Екрани інтерфейсу користувача представлені класом Activity в коді і містяться в процесах. Activity може жити довше процесу. Activity при зупинці може бути запущено знову з збереженням всієї потрібної нам інформації. При цьому використовуються спеціальні механізми опису дій, що засновані на Intent. Коли потрібно зробити дзвінок, послати лист, показати вікно або виконати дії, викликається Intent.

Також Android містить сервіси подібні демонам в Linux для виконання потрібних дій у фоновому режимі, наприклад, як програвання музики або відео. З такою метою використовується Content providers (провайдери змісту) для обміну даними між застосунками.

Застосунки для Android використовують вікна у своїй роботі подібно Windows вікнам, хоча в даній системі вікна носять іншу назву – Activity. Як і в Windows, любе вікно має життєвий цикл та свої характерні риси. Схема життєвого циклу застасунку для Android наведена на рис.2.2.

Для того, щоб створити нове вікно викликається метод onCreate(), при розробці цей метод переназначається і в ньому відбувається ініціювання застосунку та його елементів. Далі йде метод onStart() та метод onResume(), які викликаються перед показом вікна при його створенні, або його відновленні (при переході з іншого застосунку, при відкритті згорнутого застосунку та ін.). При згортанні використовується метод onDestroy(), в даному методі зберігаються параметри і дані користувачів. Послідовність викликів методів та більш докладний опис їх можливостей можна знайти на офіційному сайті.

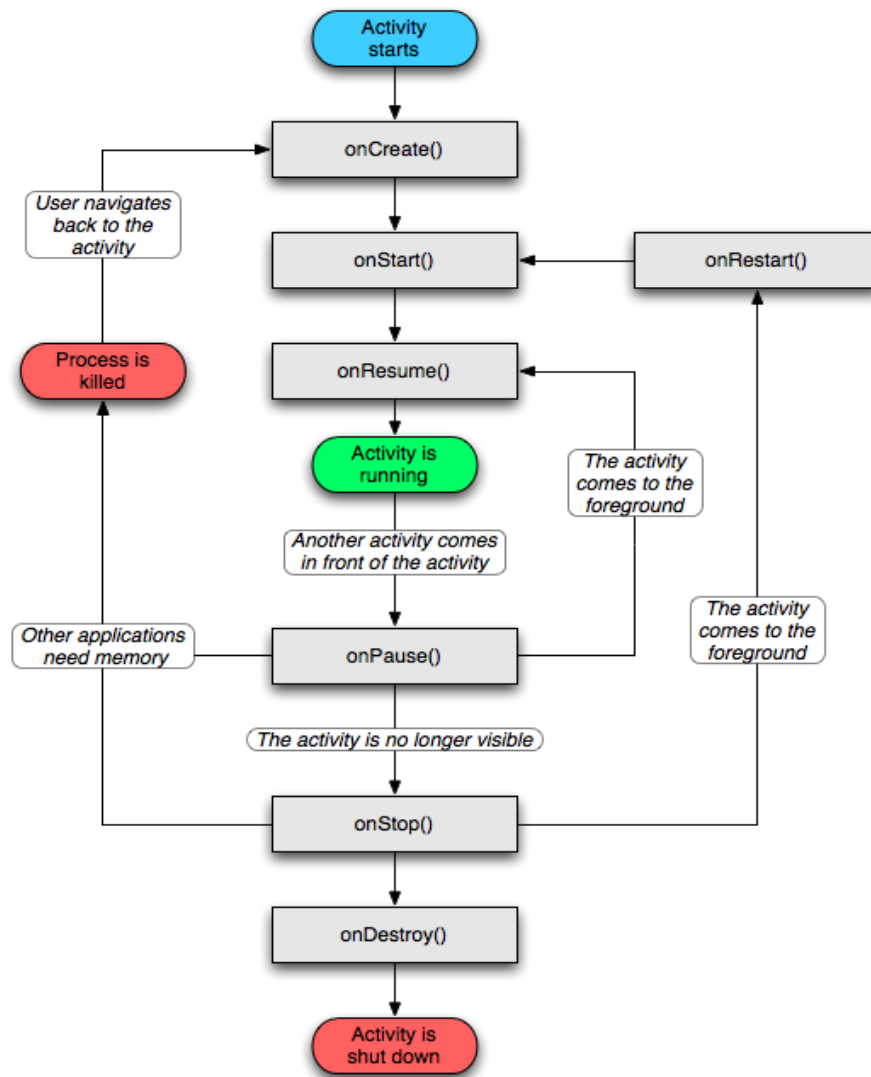


Рисунок 2.2 – Життєвий цикл додатки для системи під управлінням Android

## 2.5 Вибір мови програмування

Java – об'єктно-орієнтована мова програмування, що була розроблена компанією Sun Microsystems в 1991 році і офіційно випущена 23 травня 1995 року. Відмінною особливістю Java в порівнянні з іншими мовами програмування загального призначення є забезпечення високої продуктивності програмування та ефективність використання пам'яті [6]<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> [6] Герберт Шилдт. Java. Полное руководство (Java SE 7, 8-е издание). М.: Изд. Дом «Вильямс», 2012. 1104с.

В Java використовуються практично ідентичні угоди для оголошення змінних, передачі параметрів, операторів і для управління потоком виконанням коду. В Java додані всі хороші риси C ++. Мова Java вже багато років є стандартом у розробці корпоративних систем та має величезну кодову базу та багато готових рішень.

Java надає програмісту багатий набір класів об'єктів для ясного абстрагування багатьох системних функцій, використовуваних при роботі з вікнами, мережею і для введення-виведення. Ключова риса цих класів полягає в тому, що вони забезпечують створення незалежних від використовуваної платформи абстракцій для широкого спектра системних інтерфейсів.

Величезна перевага Java полягає в тому, що на цій мові можна створювати застосунки, здатні працювати на різних платформах. Також головною перевагою Java є оновлення та підтримка мови, велика кількість написаних бібліотек, які вирішують самі різні задачі, а також те, що написані на мові програмування Java застосунки можуть бути запущені на всіх пристроях, на яких встановлена віртуальна машина Java. Для написання застосунків для ОС Android використовується версія Java 1.7. Застосунки компілюються в байт-код, який запускається у віртуальній машині JVM. В Android використовується власна віртуальна машина Dalvik, а починаючи з версії 4.4 – Art, що накладає деякі обмеження на кількість методів в застосунку та на використання стандартних бібліотек, що містяться в Java SE.

## **2.3 Опис технології доповненої реальності**

### **2.3.1 Історія та розвиток технології доповненої реальності**

Незважаючи на те, що технологія доповненої реальності (Augmented Reality або AR) отримала широке поширення лише в останні 10 років, поява цієї технології можна датувати 60-ми роками минулого століття, коли ця технологія розвивалася як частина технологій віртуальної реальності і застосо-

увалася тільки в сфері комп'ютерних технологій [7]<sup>1)</sup>. Однак за 50 років ця технологія удосконалилася, що дозволило їй виділитися в окрему область, а також розділитися на різні сфери застосування завдяки своїм практичним властивостям. Щоб зрозуміти, що вдає із себе технологія AugmentedReality, необхідно розглянути це технологію з усіх боків, включаючи причини її появи, історію розвитку, характеристики і вимоги для роботи, сфери застосування, плюси і мінуси використання AR в різних галузях. Крім того, важливо розглянути в роботі тенденції розвитку технології і прогнози зростання ринку мобільних технологій і AR.

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.2.3).

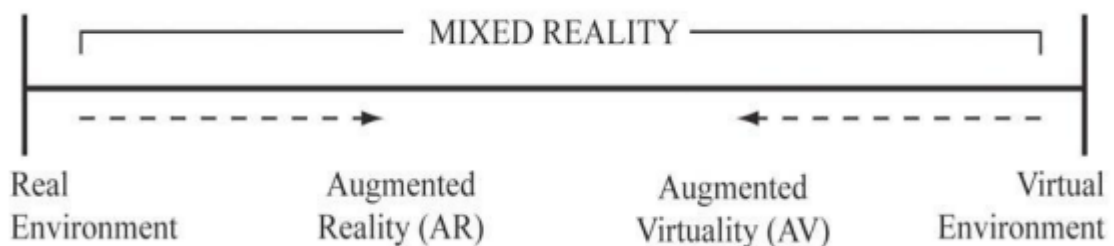


Рисунок 2.3 - Діапазон технологій змішаної реальності

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. Ві-

<sup>1)</sup>[7] Бойченко И.В., Лежанкин А.В. Дополненная реальность: состояние, проблемы и пути решения. Доклады ТУСУРа, № 1 (21), часть 2, 2010. С.22-34

ртуальна 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 і т.д [8]<sup>1)</sup>. Схема середовища доповненої реальності представлена на рис. 2.4.

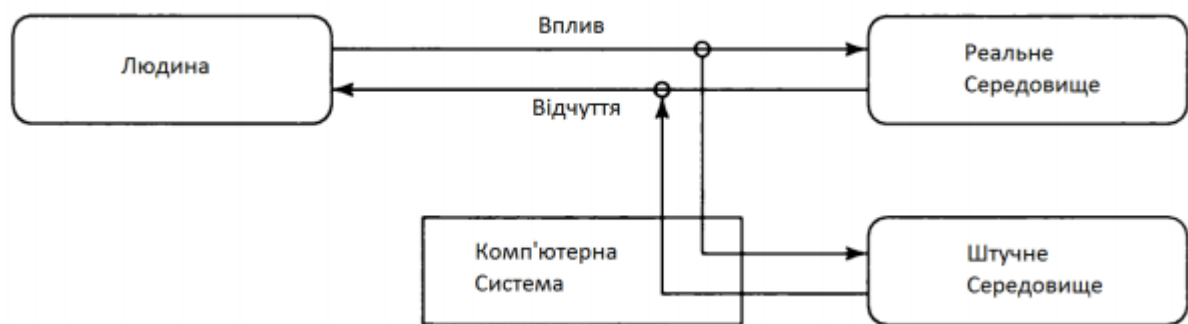


Рисунок 2.4 – Схема середовища доповненої реальності

Рональд Азума (Ronald Azuma) виділив ряд ознак, якими має володіти доповнена реальність[9]<sup>2)</sup>:

- комбінування реального та віртуального світу;
- інтерактивність;
- тривимірне представлення об'єктів.

<sup>1)</sup> [8] Доповнена реальність – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:[https://ua.wikipedia.org/wiki/Доповнена\\_реальність](https://ua.wikipedia.org/wiki/Доповнена_реальність) (дата звернення 17.04.2020).

<sup>2)</sup> [9] Ronald T. Azuma A Survey of Augmented Reality // In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. No 4. P. 355–385.

Початком розвитку віртуальної реальності можна вважати винахід машини під назвою *Sensorma* Мортонем Хейлінгом в 1956 році і винахід спеціальних шоломів, названих в честь Івана Сазерленда в 1965 році. У 70-х роках був створений алгоритм роботи з 3D графікою, але не було технічної можливості для роботи з цією технологією в реальному часі [10]<sup>1)</sup>.

Однак завдяки таким розробкам фотореалістичні зображення стали областю окремих досліджень. У 70х-80х рр. технології віртуальної і доповненої реальності активно вивчалися і доповнювалися в лабораторіях NASA, Масачусетському технологічному інституті та Інституті Північної Кароліни. На початку 90-х даними технологіями серйозно зацікавилися в компанії Boeing: в їх дослідних центрах стали розробляти нові програми для тренування своїх працівників. У 1993 р на базі Каліфорнійського Університету були створені нові навігаційні системи, що використовують технології доповненої реальності. В середині 90-х рр. віртуальна і доповнена реальність починає використовуватися для виконання повсякденних завдань. Наприклад, до 1997 р. при Колумбійському Університеті була розроблена *Touring Machine* – динамічна система, що дозволяє відвідувачам університету за допомогою доповнених об'єктів отримувати інформацію про кампус. Надалі, за допомогою цієї системи стали афішуватися різні ресторани на території кампуса університету.

Широке застосування технологій доповненої реальності багато в чому було пов'язано зі зменшенням розмірів пристроїв, що дозволяють ними користуватися. Дана тенденція спостерігається з середини 70-х років. Наприклад, в 1979 році кардинально змінюється спосіб повсякденного прослуховування музики – з'являється портативний плеєр *Sony Walkman* з мобільними дисплеями. Це пристрій став одним з трьох найбільш популярних товарів початку 80-х років, поряд з роликівими ковзанами і цифровим годинником. Таким чином, спостерігається початок широкого застосування технологій доповненої реальності в повсякденному житті для виконання простих завдань.

---

<sup>1)</sup> [10] Антон Чивчалов, «Через 5 лет рынок дополненной реальности увеличится более чем в 3 раза». ARNextвсе о дополненной реальности. URL: <http://arnext.ru/news/mobile-ar-2018-8799> (дата звернення 18.04.2020)



Початок 90-х років можна позначити як період мініатюризації комп'ютерів. Отже, технології віртуальної і доповненої реальності починають застосовуватися ще ширше. З'являється новий напрямок розробки переносної електроніки і мобільних комп'ютерних систем. Як приклад можна привести комерційно успішні пристрої типу AppleNewtonMessagePad (1993 рік) або PalmPilot (1997 рік), створені для спрощення виконання повсякденних завдань (створення і контроль розпорядку дня, дистанційне спілкування, обмін даними і так далі).

Термін «доповнена реальність» був введений Томом Коделл в 1992 році. Протягом 90-х років звичайний споживач не знав і нечасто стикався з технологіями доповненої реальності. Так було до уявлення широкого кола користувачів ARTtoolkit (комп'ютерна система для створення доповненої реальності в режимі реального часу з використанням реальних об'єктів) Хироказу Като, що докорінно змінило точку зору користувачів з цього питання. В 2000 році з'явилася перша відеогра з використанням технологій доповненої реальності, а до 2008 році широке застосування смартфонів серед звичайних користувачів зробило можливим широке поширення даних технологій.

### **2.3.2 Огляд існуючих рішень доповненої реальності**

Принцип роботи доповненої реальності полягає в накладанні віртуальних та існуючих об'єктів в режимі реального часу. На відміну від віртуальної реальності в доповненої реальності відбувається взаємодія з зображенням реального світу.

Виділимо декілька причин доцільності використання технологій доповненої реальності:

- інформаційна доступність;
- інтерактивність (створення великої кількості різних способів навчання);

- «вау» - ефект (незвичайний спосіб надання інформації, який приваблює увагу учнів та посилює запам'ятовування);
- реалістичність (посилення ефекту вплива на глядача в порівнянні з віртуальними сприйняттям);
- іноваційність (сприйняття доповненої реальності як щось нове, видатне та сучасне).

Більшість застосунків AR-технології йдуть із-за кордону. Проведемо огляд існуючих на даний час застосунків доповненої реальності.

EV Toolbox – універсальний конструктор для створення проєктів доповненої реальності для ПК та мобільних пристроїв. Це комплексний, доступний за вартістю програмний продукт готовими прикладами проєктів доповненої реальності, навчальними матеріалами та системою підтримки.

QR-код. Основний принцип QR -коду в тому, що він може працювати як гіперпосилання. Це особливо зручно, коли необхідно повідомити велику кількість інформації або спростити її використання. Використання QR -кодів в повсякденному житті відкриває нові можливості, створюючи ще один зв'язок між віртуальністю і реальністю, а також будучи прикладом використання елементів технології «доповненої реальності».

SkyView App. Застосунок по астрономії з доповнено реальністю. Шар доповненої реальності складається з карти зоряного неба або Сонячної системи. Дозволяє знаходити в певній точці земної кулі і переглядати карту зоряного неба, наводячи свій телефон на зоряні скупчення. У цьому застосунку підмальовують знаходження планет і, спрямовуючи свій телефон на небо, можна побачити, де в даний момент знаходиться будь-яка планета.

ANATOMY 4D. Безкоштовний додаток від Daqri, дає можливість користувачам досліджувати людське тіло і окремо вивчати різні системи організму. Дозволяє отримати повну модель з анатомії людини, розбирати його по верствам, дивитися як влаштована та чи інша система в організмі людини.

Нижче розглядаються браузері доповненої реальності.

Layer – браузер, що дозволяє користувачеві дивитися на реальність

через різні «шари», які відображаються на екрані мобільного пристрою. У шарах може міститися інформація про найближчі ресторани, готелі, визначні пам'ятки і навіть про користувачів соціальних мереж (FB та Twitter), що проходять повз. Інформація не обов'язково повинна бути прив'язана до певного місця.

HP Reveal – технологія розпізнавання зображень, що використовує камеру смартфона для ідентифікації об'єктів фізичного світу, а потім доповнює їх фантастичними «шарами» у вигляді анімації, відео, 3D-моделей та веб-сторінок. Створені AR-об'єкти тут називаються аурами. Створювати свої аури може будь-який користувач, просто прикріплюючи їх до конкретних зображень чи предметів.

У картографії та ГІС доповнена реальність стала потрібна в зв'язку з широким розповсюдженням мобільних пристроїв з GPS. 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.2.5).



Рисунок 2.5 – Інтерфейс застосунку Nokia City Lens

### 2.3.3 Огляд технологій для роботи з доповненою реальністю

OpenCV – бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом [11]<sup>1)</sup>. 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 [12]<sup>2)</sup>. 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

---

<sup>1)</sup> [11] OpenCV – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:[https:// ua.wikipedia.org/wiki/OpenCV](https://ua.wikipedia.org/wiki/OpenCV) (дата звернення 17.04.2020).

<sup>2)</sup> [12] Vuforia – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:[https:// ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia](https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia) (дата звернення 17.04.2020).

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 [13]<sup>1)</sup>. 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 доповненій 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 [14]<sup>2)</sup>. Використовує OpenGL використовує SLAM методи для більш точної роботи.

String – бібліотека для створення мобільних додатків орієнтована на iOS пристрою.

У табл.2.1 наведено порівняльний аналіз систем доповненої реальності. Порівняння будемо проводити за п'ятьма критеріями: наявність крос-платформності, якість документації, підтримка мов програмування, підтримка додаткових сервісів та тип ліцензії. Окремі критерії будемо оцінювати в балах від 0 до 5 (найбільший).

---

<sup>1)</sup> [13] ARToolKit – Wikipedia. (загол. з екрана). URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit> (дата звернення 17.04.2020).

<sup>2)</sup> [14] Metaio – Wikipedia. (загол. з екрана). URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/Metaio> (дата звернення 17.04.2020).

Таблиця 2.1 – Порівняння систем AR

Критерії	OpenCV	Vuforia	ARToolKit	Metaio SDK	String
Крос-платформність	iOS, PC, Android, Linux	iOS, Android, Unity	iOS, Android, Unity	iOS, Android, Unity, WEB	iOS, Unity
Якість документації	5	4	4	3	2
Підтримка мов програмування	C/C++, Python, Java, Ruby, Matlab, Lua	C++, Java, Objective-C, .Net	Java, Objective-C	Java, Objective-C, .Net	Objective-C, .Net
Підтримка додаткових сервісів	4	5	2	3	1
Тип ліцензування	Boost Software License	Free + Commercial SDK option	Free + Commercial SDK option	Free + Commercial SDK option	Commercial SDK option

Огляд альтернатив з урахуванням найбільш важливих критеріїв показав, що найоптимальнішим середовищем для розробки системи є Vuforia. Vuforia – безкоштовна бібліотека, постійно модернізується, дозволяє працювати як з нативними додатками, так і створювати крос-платформні програми за допомогою спеціального ігрового рушія Unity.

Тому в роботі для розпізнавання об'єктів буде використовуватися Vuforia. Vuforia використовує технології комп'ютерного зору, а також відстеження плоских зображень і простих об'ємних реальних об'єктів в реально-

му часі. Vuforia самостійно розставляє маркери на зображенні, щоб потім по ним проводити розпізнавання об'єкту.

Для проекту HealthyMarket було вибрано CloudReco. CloudReco – це частина фреймворка Vuforia, яка дозволяє зберігати дані про маркери в хмарній БД. Також в хмарній БД можна зберігати свої метадані, а потім їх завантажувати в наш застосунок. В проекті метадані зберігаються у форматі JSON.

Vuforia надає інтерфейси програмування додатків на мовах C++, Java, Objective-C і .Net, роботі будемо використовувемо мову програмування Java, тому є переваги у використанні саме цієї платформи.

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

На етапі проектування будуть створені мокапи інтерфейсу користувача, діаграма варіантів використання, діаграма прецедентів, діаграма послідовності, діаграма діяльності та діаграма класів. Кожна з діаграм наглядно зображує систему, яка була реалізована, тому вони є необхідними для створення якісного програмного продукту.

#### 3.1 Створення мокапів та діаграми стану взаємозв'язку мокапів

Предбачається, що програма буде складатися з декілька вікон:

- вікно з камерою, фрагментом з інформацією про продукт і кнопками зберегти і перейти в збережене;
- вікно збережене, яке складається з фотографій продуктів.

Вікно з камерою (рис.3.1) складається з кнопки додавання в збережене та кнопки переходу в збережене, камери для сканування та інформації про продукт.

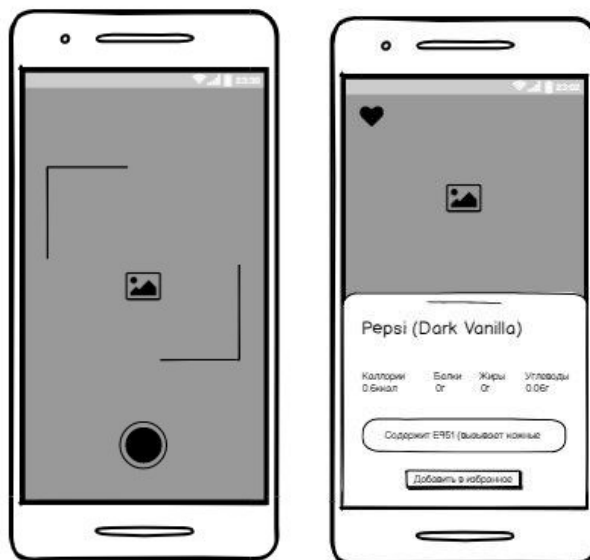


Рисунок 3.1 – Мокапи вікна сканування товару



Вікно збережене (рис. 3.2) складається зі списку фотографій продуктів та кількості їх калорій.



Рисунок 3.2 – Мокап вікна збережені

Далі була створена діаграма стану взаємозв'язку мокапів. (рисунок 3.3)

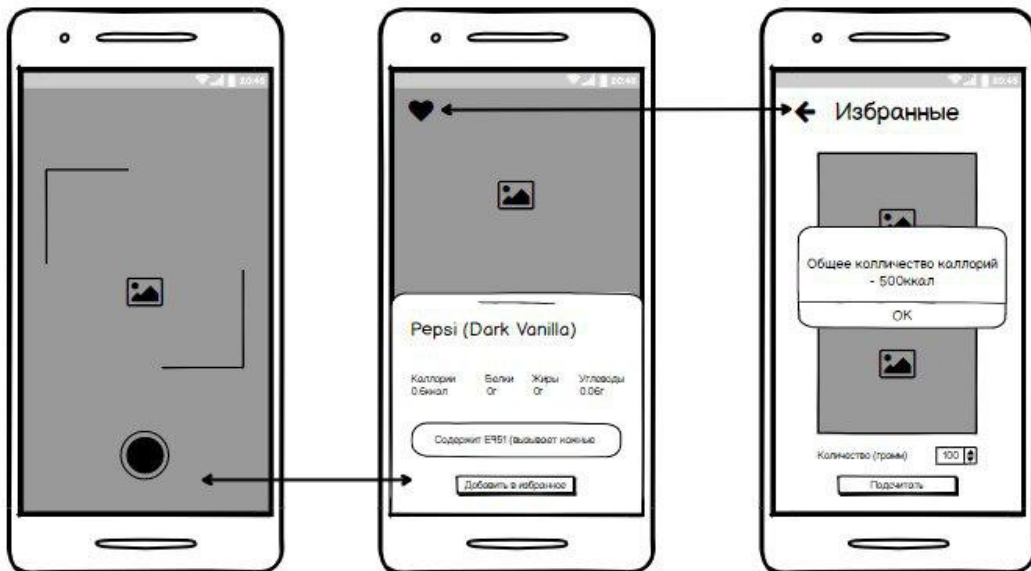


Рисунок 3.3 – Діаграма стану взаємозв'язку мокапів

### 3.2 Створення діаграми прецедентів

UML (Unified Modeling Language) – мова графічного опису створення моделей. UML створювався для використання в процесі розробки програмного забезпечення. Головною його метою було досягнення єдиного бачення розробників і користувачів при створенні програми [9]<sup>1)</sup>.

Створення моделей дозволяє більш наочно документувати рішення. До реалізації ідей в коді зрозуміти і пояснити іншим учасникам проекту, як буде працювати програма. А користувачам надання моделей дозволяє зрозуміти, чи відповідає заявлена робота тому, що їм дійсно потрібно.

Створити модель можна в сотні і тисячі разів швидше, ніж створити реальний прототип програми. Модель набагато легше і швидше допрацювати і змінити, якщо обговорення покаже прийняті рішення не вірними. В результаті створення моделей скорочується необхідність переробок в програмах, що робить розробку дешевше і швидше. Використання моделей при створенні великих систем, дозволяє охопити систему одним поглядом і досягти кращого його розуміння всіма зацікавленими особами.

Таким чином, цілями аналізу і моделювання є:

- досягнення угоди між розробниками, замовниками і користувачами про те, що повинне робити ПП;
- досягнення кращого розуміння розробниками поведінки ПП;
- обмеження системної функціональності;
- створення базису для планування розробки проекту;
- визначення призначеного для користувача інтерфейсу.

Діаграма прецедентів чи варіантів використання (Use Case Diagram) визначає функціональне призначення модельованої системи або предметної області. Дана діаграма відображає безліч акторів, що взаємодіють з проектованою системою (програмним засобом) за допомогою варіантів використання.

---

<sup>1)</sup> [9] Грейди Буч. Язык UML. Руководство пользователя / Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. СПб.: Питер, 2004. 432 с.

Таким чином, основними елементами діаграми варіантів використання є актор і варіант використання.

Актор – це зовнішня по відношенню до модельованої системи сутність, що взаємодіє з системою для вирішення деяких завдань. Як актор може використовуватися людина, інша система, пристрій або програмний засіб.

Варіант використання визначає деякий набір дій (операцій), які повинні бути виконані моделюється системою або програмним засобом при взаємодії з актором.

В роботі була створена діаграма прецедентів для цього додатка (рис.3.4). На діаграмі зображені два актора: користувач та адміністратор, а також зображена база даних.

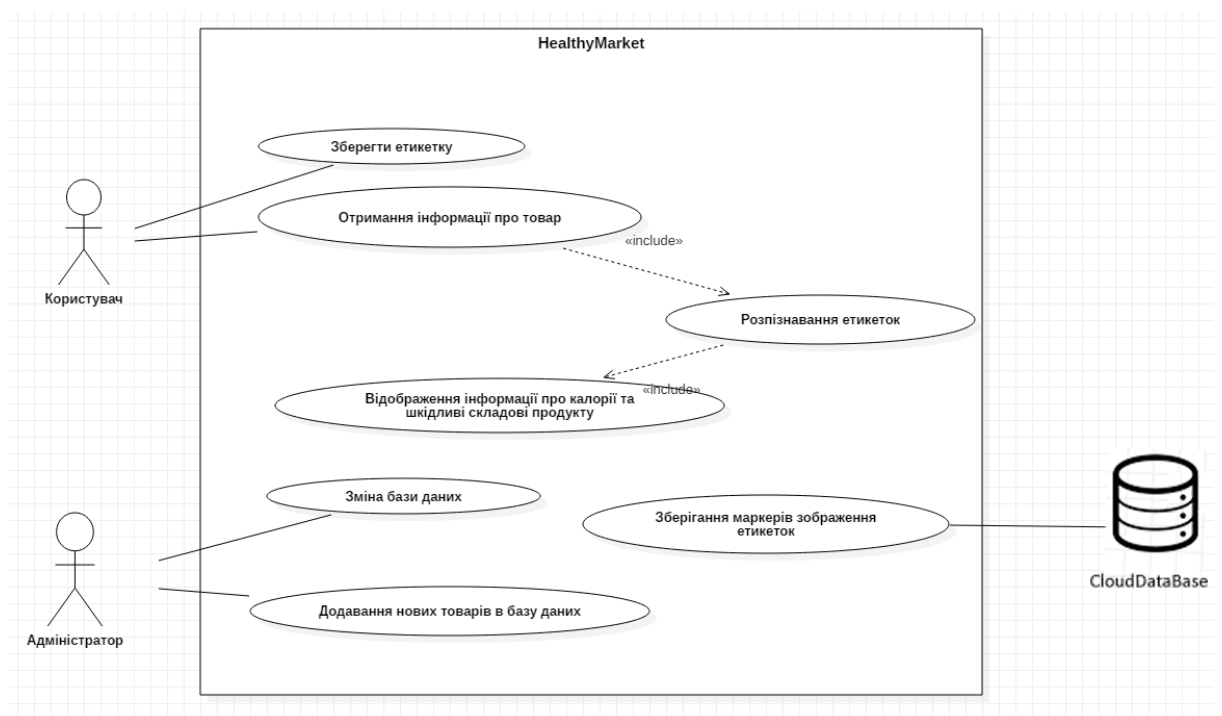


Рисунок 3.4 – Діаграма прецедентів

Користувач має можливість просканувати етикетку, далі програма розпізнає її та відображає інформацію про цей товар. Також користувач може зберегти етикетку. Адміністратор має право змінити дані в базі та додати чи видалити товар. На діаграмі також відображена база даних, яка відповідає за зберігання маркерів зображення.

### 3.3 Створення діаграми послідовності, діяльності та класів

Далі була створена діаграма діяльності для мобільного застосунку (рис. 3.5).

Варіанти використання системи:

- сканування етикетки за допомогою камери;
- отримати інформацію про продукт;
- зберегти продукт.



Рисунок 3.5 – Діаграма діяльності

Далі була створена діаграма послідовностей (рис.3.6).

Після розробки всіх цих діаграм була створена діаграма класів, яка представлена у Додатку А. На цій діаграмі можна побачити два великих класи: Products та ProductsRenderer. Також на ній зображені допоміжні класи.

За допомогою створених діаграм: прецедентів, мокапів, діяльності, послідовності та класів ціль розроблення мобільного застосунку стала більш прозора, та його розробка стала легшою.

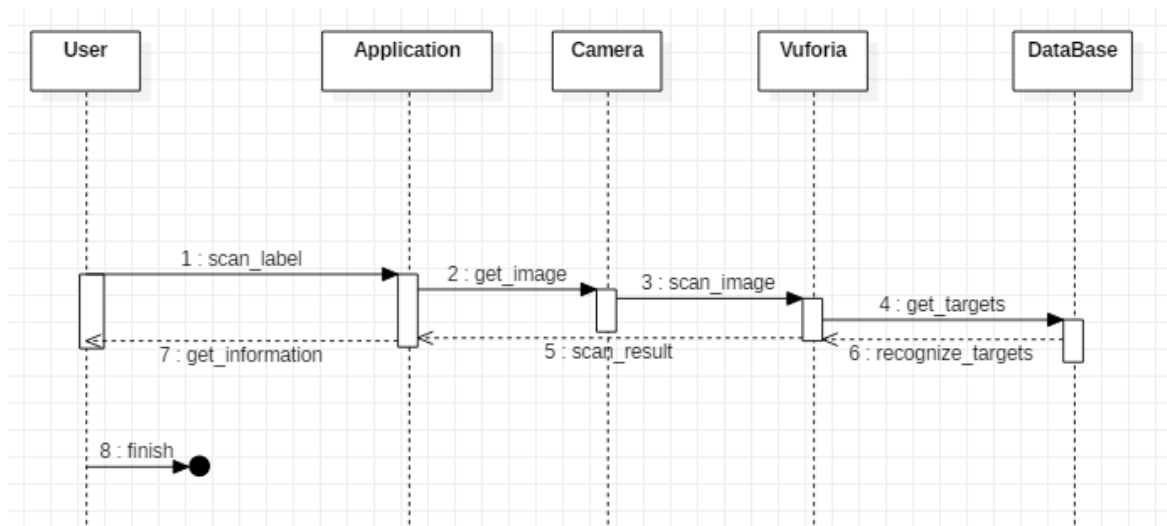


Рисунок 3.6 – Діаграма послідовностей для розпізнавання етикеток товарів

### 3.4 Робота з платформою Vuforia

Для початку роботи з платформу Vuforia, потрібно зареєструватися на їх офіційному сайті та отримати ліцензійний ключ. За допомогою їх сайту створюється база даних для зберігання маркерів зображення (рис. 3.7).

Vuforia пропонує три види бази даних: локальна база даних на пристрої (device database), хмарна база даних (cloud database) та базу даних для VuMark – це розробка компанії Vuforia Engine, яка замінює звичні нам QR коди).

Розглянемо докладніше як здійснюється позиціонування об'єктів за допомогою міток. Положення віртуальних предметів, які доповнюють реальний

простір, має бути пов'язане з певним нерухомим реальним об'єктом, відносно якого вони будуть розміщуватися. Цим об'єктом є так звана мітка або мішень.

Програмний модуль Vuforia аналізує зображення, що отримується з камери пристрою, і намагається знайти мітку. Як тільки мітка виявлена, проводиться оцінка її нахилу і спотворення, що дозволяє визначити становище користувача, який тримає пристрій, щодо цієї позначки. Знаючи положення користувача щодо мітки і положення віртуальних предметів в системі координат, пов'язаної з міткою, можна обчислити становище віртуальних предметів щодо користувача і вивести їх на екран пристрою.

Самим простим типом міток є Image Target. В якості такої мітки може використовуватися практично будь-який рисунок, який має достатньо велику кількість особливостей (features). Приклад міток Image Target наведено на рис.3.7.

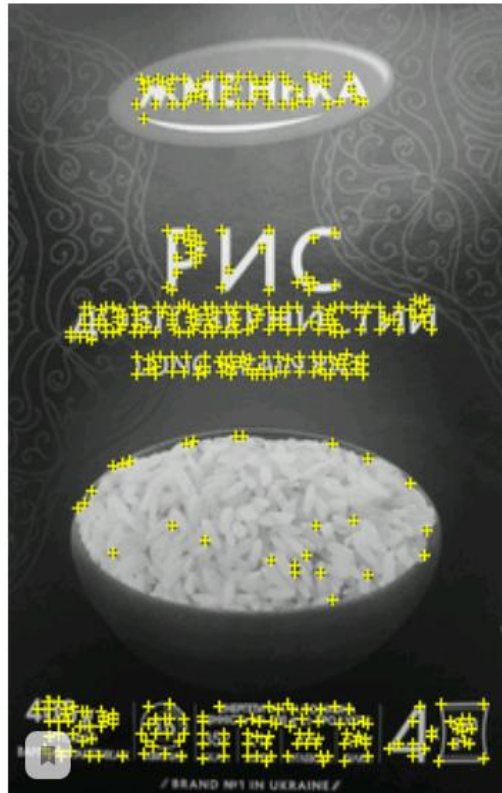


Рисунок 3.7 – Приклад розставлення маркерів на зображенні

Кожне зображення, яке буде використане в якості мітки, проходить обробку на сайті Vuforia, де виявляються всі контури та характерні риси. Крім того, за результатами обробки, кожне зображення оцінюється за 6-ти бальною шкалою в залежності від кількості знайдених особливостей (0 – мінімальна можливість виявити дане зображення; 5 – максимальна).

Метки VuMark представляють собою подальший розвиток міток Image Target [16]<sup>1)</sup>. Приклад такої мітки наведено на рис.3.8



Рисунок 3.8 – Компоненти мітки VuMark

Мітка VuMark має контур, межу, вільну зону, елементи коду, и може включати в себе логотип.

Межа та вільна зона (пустий простір) представляє собою дві контрастні області, лінія зіткнення яких формує контур. Програмний модуль Vuforia шукає контур мітки на зображенні, що отримується з камери пристрою, і, у випадку, виявлення, зчитує елементи коду.

Елементи коду поділяються на «світлі» та «темні» і в сукупності представляють собою двійковий код, при розшифруванні якого можна отримати

<sup>1)</sup> [16] VuMark// Vuforia Developer Library. URL: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark> (дата звернення 21.04.2020).

унікальний ідентифікатор виробу, посилання на інтернет-сторінку з довідковою інформацією про нього та інше.

В якості логотипу, зображуваного на мітці VuMark, може використовуватися логотип компанії-продавця товару або мережевий малюнок, який поліпшить процес виявлення мітки і стеження за нею.

Multi-Target складається з декількох міток Image Target, які певним чином розташовані відносно один одного. Положення і орієнтація кожної Image Target, що входить в Multi-Target, задаються в системі координат, початок якої знаходиться в об'ємному центрі Multi-Target.

Всі грані Multi-Target можуть відслідковуватися одночасно, оскільки, знаючи положення однієї з Image Target, а також положення інших Image Target щодо неї, ми можемо обчислити положення всіх Image Target, що входять в цю групу. Таким чином, при виявленні хоча б однієї з міток відбувається виведення на екран всіх об'єктів, пов'язаних з мітками цієї групи.

Multi-Target зазвичай використовується для розпізнавання друкованої продукції і товарів в спеціальній упаковці з метою проведення маркетингових кампаній, а також застосовується для візуалізації роботи виробів в тій обстановці, де людина планує їх встановити.

Циліндричні мітки дозволяють виявляти і відстежувати зображення, загорнуті навколо предметів циліндричної або конічної форми. Також з їх допомогою можна виявляти і відстежувати зображення, розташовані на підставах циліндра і конуса.

Cylinder Targets використовуються для роботи з такими об'єктами, як банки газованої води, чашки, кружки і пляшки для напоїв.

Vuforia може виявляти слова, що входять до раніше складеного списку. В SDK надається доступ до списку зі 100 000 найбільш уживаних англійських слів, однак можна скласти свій список, а також створити фільтр, який заборонить розпізнавання певних слів.

Розпізнавання тексту використовується для знаходження як окремих слів, так і їх послідовностей. Додатки з розпізнаванням тексту можуть вико-



ристовуватися для навчання дітей новим словам. Наприклад, якщо словник або інша дитяча книга містить назви домашніх тварин, то при наведенні камери пристрою на одне з назв можна буде побачити малюнок або 3D-модель тваринного на сторінці книги.

Vuforia може розпізнавати великі і малі латинські букви, дефіс, апостроф і пробіл. Підтримується більшість використовуваних шрифтів, текст може бути як курсивним, так і напівжирним.

Для розробки нашого мобільного застосунку була вибрана хмарна база даних, бо можна змінювати та оновлювати базу етикеток товарів не оновлюючи мобільний застосунок на всіх гаджетах. Також хмарна база даних має можливість зберігання метаданих. В цих метаданих зберігається інформація у форматі JSON про назву товару, кількість в ньому калорій, вуглеводів, протеїнів, жирів, та шкідливих добавків. Приклад коду для зберігання даних у форматі JSON.

```
{
  "name": "Рис довгозернистий (Жменька)",
  "calories": "352",
  "carbs": "77",
  "protein": "7,7",
  "fibers": "1,1"
  "elements_E": "null"
}
```

110-перше, було створено клас Product, який характеризує продукт в застосунку. Даний клас має такі поля:

- назва(name);
- калорії(calories);
- вуглеводи (carbs);
- білки(protein);
- жири(fibers);
- шкідливі добавки(elementsE).

В даному класі також були прописані геттери та сетти, що би дотримуватися принципу інкапсуляції.

Для того, щоб отримати дані з метаданих, потрібно використати метод, який повертає дані типу String: `CloudRecoSearchResult.getMetaData()`.

Далі ці дані будуть передані в об'єкт класу Product:

```
activityRef.get().mProductData = new Product();
activityRef.get().mProductData.setName(jsonObject.
getString("name"));
activityRef.get().mProductData.setCallories(jsonObject.
getString("callories"));
activityRef.get().mProductData.setCarbs(jsonObject.
getString("carbs"));
activityRef.get().mProductData.setProtein(jsonObject.
getString("protein"));
activityRef.get().mProductData.setFibers(jsonObject.
getString("fibers"));
activityRef.get().mProductData.setElementsE(jsonObject.
getString("elements_E"));
```

А після цього властивості об'єкта будуть завантажені у View мобільного застосунку. Далі буде наведено приклад завантаження даних про калорії продукту.

```
public void setProuctCallories(String productCallories) {
    TextView tv = findViewById(R.id.productCallories);
    tv.setText(productCallories);
}
```

### 3.6 Тестування мобільного застосунку

На етапі тестування мобільного застосунку були проведені такі види тестування:

- функціональне тестування;
- тестування сумісності;
- тестування інтерфейсу.

В табл.3.1 наведені результати тестування мобільного застосунку.

Таблиця 3.1 – Функціональне тестування додатку

№	Функція	Сценарій перевірки	Очікуваний результат	Отриманий результат
1	Завантаження activity з логотипом мобільного додатку.	Запуск додатку з робочого стола смартфона.	Завантаження додатку починається з логотипу	Завантаження додатку починається з логотипу
2	Завантаження камери смартфона	Після запуску мобільного додатку завантажується камери	Завантаження камери	Завантаження камери
3	Розпізнання камерою етикетки присутню в базі даних	Після завантаження камери наводимо її на етикетку продукту.	Мобільний додаток розпізнає продукт	Мобільний додаток розпізнає продукт
4	Виведення інформації про продукт	Після розпізнання продукту, буде виведення таблиця про його вміст.	Вивід інформації про вміст у вигляді таблиці	Вивід інформації про вміст у вигляді таблиці

В результаті функціонального тестування були протестовані основний функціонал мобільного застосунку.

При тестуванні сумісності систем було виявлено, що до складу технічних засобів користувача повинен входити смартфон з ОС Android 4.0.3+ , що включає в себе камеру та підключення до Інтернету. Тестування сумісності проводилося на смартфоні Redmi Note 5 з версією Android 9.

Для проведення тестування інтерфейсу було запропоновано користуватися мобільним застосунком користувачам, які не бачили цього застосунку. Було виявлено деякі недоліки, а саме:

- не вистачає можливості зберегти свій продукт;
- не вистачає можливості підрахувати калорії.

Всі зауваження та побажання були прийняті до уваги, проте терміни здачі проекту не дозволяють виправити недоліки і додати новий функціонал.

### 3.7 Інструкція користувача мобільного застосунку

Після запуску мобільного додатку зі свого Android смартфона, можна побачити вікно з логотипом програми (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Вікно загрузки

Після загрузки можна побачити вікно з камерою. Користувач має можливість керувати камерою. Для того що би сфокусуватися на об'єкті потрібно коротко натиснути (тапнути) по екрану два рази. Для того що би включити спалах потрібно свайпнути екран вліво.

Для того що би вивести інформацію про продукт потрібно просто навести камеру на етикетку про яку хочете отримати інформацію (рис. 3.10).

Висновок до розділу: в даному розділі була надана інформація про етапи проектування та роботу мобільного застосунку для просто користувача, який відкриває цей програмний продукт в перший раз.



Рисунок 3.9 – Відображення таблиці про інформацію вмісту продукту

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської роботи було проведено аналіз предметної області та розглянуті існуючі аналоги запропонованої програмної системи для підтримки здорового харчування з використанням технології доповненої реальності. Здійснено обґрунтований вибір програмних засобів розробки. Мобільний застосунок був створений для ОС Android з використанням мови програмування Java.

В роботі для розпізнавання об'єктів буде використовуватися Vuforia. Vuforia використовує технології комп'ютерного зору, а також відстеження плоских зображень і простих об'ємних реальних об'єктів в реальному часі. Vuforia самостійно розставляє маркери на зображенні, щоб потім по ним проводити розпізнавання об'єкту. Тема доповненої реальності була опрацьована в роботі з різних боків: були класифіковані системи, які використовують доповнену реальність; були розглянуті і порівняні AR-прилади; оглянуті мобільні системи доповненої реальності; а також запропоновані принципи та методи використання доповненої реальності у майбутньому.

Для проекту HealthyMarket було вибрано CloudReco. CloudReco – це частина фреймворка Vuforia, яка дозволяє зберігати дані про маркери в хмарній БД. Також в хмарній БД можна зберігати свої метадані, а потім їх завантажувати в наш застосунок. В проекті метадані зберігаються у форматі JSON.

На етапі проектування програмної системи було створено діаграми: прецедентів, діяльності, класів, послідовностей для розпізнавання етикеток товарів та мокапів. За допомогою них мета створення веб-застосунку стала більш прозора, та його розробка стала легшою.

Також в роботі наведено інструкцію користувача. Показано головні можливості інтерфейсу користувача, та послідовність його використання. Проведено тестування програмної системи, яке не виявило проблем при її використанні.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Рэй Курцвейл, Терри Гросман. Девять шагов на пути к вечной жизни. МИФ. ЗОЖ, 2015. 384 с.
2. Интернет-портал «Здоровье». URL: <http://health.wild-mistress.ru/> (дата звернення 17.04.2020).
3. Сколько дней в году люди тратят на смартфоны. URL:<http://it-news.club/13588422> (дата звернення 17.04.2020).
4. Visual Studio і Xamarin. URL:<https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/mt299001.aspx> (дата звернення 17.04.2020).
5. Android Studio – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:[https://ua.wikipedia.org/wiki/Android\\_Studio](https://ua.wikipedia.org/wiki/Android_Studio) (дата звернення 17.04.2020).
6. Java. Полное руководство (Java SE 7, 8-е издание). М.: Изд. Дом «Вильямс», 2012. 1104с.
7. Бойченко И.В., Лежанкин А.В. Дополненная реальность: состояние, проблемы и пути решения. Доклады ТУСУРа, № 1 (21), часть 2, 2010. С.22-34.
8. Доповнена реальність – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:[https://ua.wikipedia.org/wiki/Доповнена\\_реальність](https://ua.wikipedia.org/wiki/Доповнена_реальність) (дата звернення 17.04.2020).
9. Ronald T. Azuma A Survey of Augmented Reality // In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. No 4. P. 355–385.
10. Антон Чивчалов, «Через 5 лет рынок дополненной реальности увеличится более чем в 3 раза». ARNextвсе о дополненной реальности. URL: <http://arnext.ru/news/mobile-ar-2018-8799> (дата звернення 18.04.2020).
11. OpenCV – Вікіпедія. (загол. з екрана). URL:<https://ua.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата звернення 17.04.2020).
12. Vuforia – Википедия. (загол. з екрана). URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia> (дата звернення 17.04.2020).

13. ARToolKit – Wikipedia. (загол. з екрана). URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit> (дата звернення 17.04.2020).
14. Metaio – Wikipedia. (загол. з екрана). URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/Metaio> (дата звернення 17.04.2020).
15. Грейди Буч. Язык UML. Руководство пользователя / Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. СПб.: Питер, 2004. 432 с.
16. VuMark// Vuforia Developer Library. URL:[https://library.vuforia.com/articles/ Training/VuMark](https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark) (дата звернення 21.04.2020).



**Д О Д А Т К И**

# ДОДАТОК А

## Діаграма класів

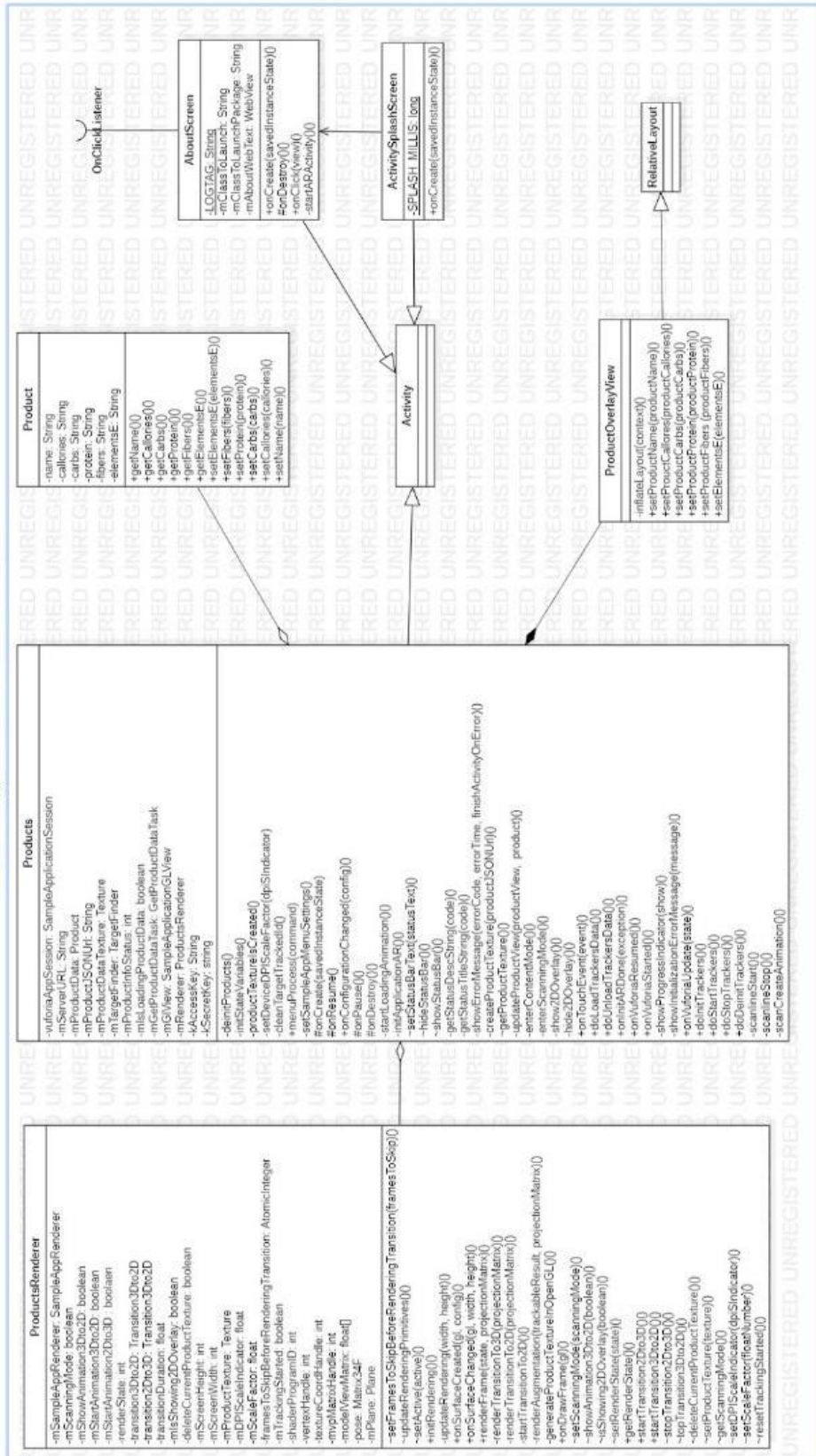


Рисунок А.1 – Діаграма класів