МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Фоменко Іван Вікторович

УДК 004.55

ТЕМА

Система електронної обробки документів з використанням технології доповненої реальності та графічної візуалізації

Напрям підготовки 6.050101 – «Комп’ютерні науки»

ДР.0-401.10790557

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Бакалавр комп’ютерних наук»

Миколаїв – 2019

Дипломна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: доцент, к.т.н. Є.В. Сіденко

Рецензент: доцент, к.т.н., декан ФКН
А.П. Бойко

Захист відбудеться «21» червня 2019 р. о $9^{\underline{30}}$ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
ст.викл. С.В.Дворецька

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Глобальна експансія мобільних пристроїв на користувацький ринок та щорічні підвищення технологічних можливостей мобільних пристроїв сьогодні надають можливість створювати та максимізувати процеси переведення звичних для нас дій та операцій у застосунку для мобільних ОС, та також застосувати мобільність та можливості цих ОС у різноманітних сферах.

Подібні ідеї та їх втілення забезпечують не тільки про апаратні оновлення мобільних пристроїв, такі як покращення камери, збільшення об’ємів оперативної та фізичної памяті пристроїв, тощо, а саме впровадження та розвинення технологій та комлексних алгоритмів на базі мобільних ОС.

Одними із прикладів подібних технології - алгоритми розпізнання образів та AR. На сьогоднішній день це два найпопулярніших напрямки розробки та досліджень у сфері РМЗ. Живим прикладом інтересу, великих компанії та ринку користувачів, до цих технологій може виступити презентації компанії Apple у 2018 році. А саме WWDC 2018 та традиційну осінню презентацію розробок. Презентації були присвячені двом головним темам - AR та розпізнавання образів на основні 3D моделювання середовища й об’єктів, ARKit та його розвиток й FaceID відповідно.

На сьогоднішній день можливості розвитку ринку технологій AR важко уявити, адже сучасна концепція AR будується на основі розширення майже усіх існуючих речей у нашому повсякденному житті, це й розвиток маршрутних карт, магазинів речей, магазинів мебелі, застосування у будівництві, оновлення навчальних процесів, тощо.

Доповнює усі вищеописані процеси й технологія розпізнавання образів на основні 3D моделювання середовища й об’єктів, адже навіть із урахуванням розвитку AR-орієнтованих систем, важливим питанням є орієнтація розробленого інструментарію у зовнішньому середовищі, а сама розрізнення об’єктів різної висоти, ширини, позиції відносно один одного у місцевій системі координат.

Для забезпечення коректного функціонування подібних операцій, розробники подібних систем зазвичай поєднуть ці технології для вирішення нагальних задач системи, як наприклад пошук та сканування паперових документів із метою їх оцифрування чи подальшої роботи з ними.

Метою дипломної роботи є дослідження інструментальних засобів та технологій використання AR й розпізнавання образів на базі 3D моделювання об’єктів, і об‘єднання їх у цілісну систему для роботи з паперовими документами чи нотаткам, шляхом створення застосунку на базі ОС iOS, який дозволяє розпізнавати паперові документи, сканувати їх та використовувати для подальшого створення приміток чи коментарів, збереження електронної версії документів та розповсюдження їх будь-якими електронними комунікаційними інструментаріями.

Практичне значення отриманих результатів.

Стрімкий розвиток технології доповненої реальності та алгоритмів розпізнавання образів та базових об’єктів створюють запити та можливості на вирішення таких повсякденних робочих задач, як работа із паперовими документами, нотатками, інформацією у печатному чи рукописному вигляді. Застосування системи для швидкої електронної обробки документу із можливістю його графічного редагування дозволить зменшити витрати часу на їх обробку та поліпшить можливість коммунікації із використанням необхідних документів.

Структура дипломної роботи.

Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, 3 розділів, висновків. Загальний обсяг роботи складає 103 сторінок, 14 рисунків, 2 таблиць та 50 посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі визначена актуальність роботи, практична значимість. сформульована мета роботи та задачі, що повинні бути вирішені в дипломній роботі.

В першій частині розглянуто аналіз предметної сфери технологій доповненої реальності, проаналізовано основні відомості та складові технологій доповненої реальності. Проведенно аналіз основних технологій та платформ, що надаються можливість використовувати та імплементувати технології доповненої реальності під час розробки власних проектів. Із них можна виділити основні технолгії:

- ARCore;
- ARKit;
- ARFoundation;

ARCore - програмний інструмент для розробки застосунків чи комплексних систем із використанням AR на базі ОС Android. Інструмент було розроблено компанією Google та представлено 1 березня 2018 року. Стабільну версію під номером 1.7 компанія представила 14 лютого 2019 року.

У першу чергу, ARCore розроблявся на противагу технології ARKit (програмної розробки компанії Apple) та з метою надання можливостей використання NI для розробників ОС Android при розробці AR-застосунків.

Подальший розвиток та популярність ARCore вимагав розширення можливостей інструменту, тож компанія Google змінила свою політику та відкрила ARCore для розробників iOS, Unity, UE. Значною перевагою є те, що компанія Google надає підтримку розробок та регулярні оновлення для всіх платформ.

ARCore доступний для ряду мов програмування (використання залежить від ОС під яку розробляється застосунок чи система):

- Objective-C;
- Java;
- C#;

- C++;
- JavaScript;

ARCore використовує три ключові технології для інтегрування контенту віртуальної реальності в реальне середовище:

- відстеження пересувань - дозволяє мобільному девайсу дізнатися своє положення в реальному світі;
- розуміння довкілля - дозволяє мобільному девайсу визначити розмір та положення усіх типів поверхонь (вертикальних, горизонтальних та кутових);
- оцінка освітленості приміщення - це дозволяє смартфону оцінити поточні умови освітлення середовища чи приміщення, з метою налаштування системи та камери для роботи з AR.

ARFoundation - програмний інструмент для розробки застосунків чи комплексних систем із використанням AR на базі ігрової системи Unity3D від компанії Unity. Інструмент є кросплатформним на базі Unity та представлений у 2018 році.

ARFoundation не є унікальним продуктом, чи повноцінною розробкою компанії. Це система, яка об’єднує у собі API ARCore та API ARKit та надає можливість Unity-розробникам використовувати AR при кросплатформній розробці, без необхідності окремо розробляти різні застосунки під конкретну платформу.

ARFoundation доступний тільки на мові C# та в середовищі розробки Unity. Як і більшість AR-систем використовує три ключові технології для інтегрування контенту віртуальної реальності в реальне середовище:

- відстеження пересувань - дозволяє мобільному девайсу дізнатися своє положення в реальному світі;
- розуміння довкілля - дозволяє мобільному девайсу визначити розмір та положення усіх типів поверхонь (вертикальних, горизонтальних та кутових);

- оцінка освітленості приміщення - дозволяє смартфону оцінити поточні умови освітлення середовища чи приміщення, з метою налаштування системи та камери для роботи з AR.

ARKit - програмний інструмент для розробки застосунків чи комплексних систем із використанням AR на базі ОС iOS. Інструмент було розроблено компанією Apple та представлено широкому загалу у 2017 році, а вже 4 липня 2018 року компанія презентувала ARKit 2.0 із новими можливостями та унікальним форматом AR-файлів для всіх платформ типу OS (iOS, macOS).

ARKit розроблений із використанням системи типу SLAM та створений суто під ОС iOS, що дозволило створити максимально точну систему орієнтації у середовищі на базі власних розробок, пов’язаних із чипами та камерами у техніці, що виробляє компанія Apple.

ARKit створили із підтримкою досить широкого ряду девайсів. Серед вимог до використання технології, що базового зберігалась на нижчих рівнях ОС iOS, були ОС не молодше iOS 11 (представлена у 2017 році) та девайсів випуску, починаючи від 2016 року.

У ARKit існує декілька унікальних властивостей, що притаманні лише цьому програмному інструменту:

Камери типу TrueDepth - спеціалізований тип камери TrueDepth вперше були представлені на мобільному пристрої iPhone X. Саме ця технологія надала можливість компанії Apple представити першу систему біометричної авторизації FaceId на основні 3D моделювання обличчя. Завдяки TrueDepth ПЗ ARKit може розрізняти та аналізувати близько 50 лицевих мускулів, а також будує повноцінну віртуальну 3D-модель обличчя користувача, із урахуванням виразу обличчя, позицій та топології.

Візуальна Інерційна Одометрія - ARKit використовує технологію VIO для орієнтації та максимально точного формування моделі зовнішнього середовища. VIO комбінує дані, що отримуються із сенсора камери, та поєднує їх з даними сенсора вбудованого у телефон акселерометра (у ОС iOS ці дані збираються та використовуються на базі ПО CoreMotion). Використання та

комбінування такого роду даних надає можливість звести до мінімуму витрачання процесорного часу на перерахування позиції девайсу при його рухах чи переміщення у просторі.

Розпізнавання сцени та оцінка освітлення - додаткову точність роботи ПО надають цілий ряд датчиків, вбудованих у камеру девайсів. Ці датчики створені для розпізнавання інтенсивності світла, заломлення світла та формування середовища для відбудови тіней та підвищення реалізму поведінки AR-об’єктів.

Апаратні розробки та оптимізація роботи мобільного пристрою із графічною візуалізацією - ключом до високих показників ПО ARKit є власні чіпи компанії Apple: A9, A10, A11. Розробляючи власні чіпи, розробники компанії закладали в них необхідні характеристики та можливі архітектурні рішення - в першу чергу, задля того, щоб кожен чіп міг максимально ефективно та швидко проводити математичні розрахунки, пов'язані із графічною інформацією та геометричною орієнтацією у просторі (формування координатних сіток, побудова власних координатних осей, тощо).

ARKit доступний тільки на мовах, що використовуються при розробці застосунків під платформи iOS (тобто Swift та Objective-C) та в середовищі розробки Xcode

Також було визначено та класифіковано основні методи застосування технологій доповненої реальності.

В другому розділі розглянуто методи та технології для вирішення задачі створення систем електроннох обробки документів. Виконано огляд програмних засобів для створення мобільного застосунку для електронної обробки документів. Основною технологією для розробки мобільного застосунку, на базі операційної системи iOS, стала мова програмування Swift.

Swift - багапарадигмова компільована мова програмування, розроблена компанією Apple для того, щоб замінити, на той час домінуючу та досить складну у використанні мову Objective C, та бути більш стійкою до помилкового коду.

Мову програмування Swift було представлено на конференції розробників WWDC 2014. Мова Swift створена із LLVM компілятором. Першим середовищем розробки, у якому була доступа мова Swift, був Xcode 6 beta.

Swift успадкував найкращі елементи мов C та Objective-C, тому в більшості випадків синтаксис цих мов є подібним один до одного, але головною відмінністю мови Swift є система автоматичного розподілу пам’яті й система контролю переповнення змінних і масивів, що підвищує безпечність коду та його надійність (що було великою проблемою у Objective-C). Також важливою рисою Swift є швидкість роботи коду, адже сам код компілюється у машинний код, що й обумовлює цю характеристику.

На відміну від Objective-C, Swift прогресивна та сучасна мова програмування, що має в своєму інструментарії велику кількість сучасних методів програмування, таких як: замикання, узагальнене програмування, лямбда-вирази, кортежі, словникові типи, швидкі операції над колекціями, елементи функціонального програмування.

Мова програмування Swift дозволяє створювати користувацькі застосунки, системні віджети, системні розширення для macOS, iOS, tvOS, watchOS із використанням інструментарію Cocoa і Cocoa Touch. При цьому сирцевий код мовою Swift можно комбінувати із кодом виконанним на C та Objective-C в одному проекті, адже мова програмування Swift надає об’єктну модель, що є сумісною із кодом, виконаним із використанням Objective-C та мови програмування C.

Проаналізованно основні методи розпізнавання об’єктів на базі операційної системи iOS, в рамках цього аналізу було вивчено та порівнено оснвоні методології: ARKit та бібліотеку з відкритим кодом OpenCV. Наведені основні технології конвератації зображень у файли формату PDF.

В третьому розділі розглянуто аналіз основних та актульних шаблоніів програмування для розробки мобільних застосунків. Виходячи із проведенного анадізу, було вирішенно реалізоувати програмну код на основі шаблону

програмування model-view-view-model із використанням парадигми реактивноно програмування.

Модель-вигляд-модель представлення (англ. Model-view-viewModel, MVVM) — архітектурний шаблон, який використовується під час проектування та розробки програмного забезпечення.

Мета шаблону - відокремити розробку графічного інтерфейсу від розробки бізнес-логіки, що також називається моделлю, або відокремити представлення від моделі.

Шаблон MVVM ділиться на три частини:

- *Модель* (англ. Model), як і в класичному шаблоні MVC, Модель являє собою фундаментальні дані, що необхідні для роботи застосунку.
- *Вигляд* (англ. View) як і в класичному шаблоні MVC, Вигляд являє собою користувацький графічний інтерфейс.
- *Модель представлення* (англ. View Model) є з одного боку абстракцією Вигляду, а з іншого надає обгортку даних з Моделі, які мають зв'язуватись. Тобто вона містить Модель, яка перетворена на Вигляд, а також містить у собі команди, якими може скористатися Вигляд для впливу на Модель.

Модель представлення є частиною, яка відповідає за перетворення даних для її подальшої підтримки і використання. З цієї точки зору, модель представлення більше схожа на модель, ніж на представлення, і обробляє більшість, якщо не всю, логіку відображення даних. Модель представлення може також реалізовувати патерн медіатор, організовуючи доступ до бекенд-логіки навколо множини правил використання, які підтримуються представленням.

MVVM є найновішим з MV(X) типів шаблонів розробки програмного забезпечення. Він успадкував усе найкраще у вже існуючих типів MV(X) шаблонів розробки та був створений насамперед для забезпечення повноцінного функціонування реактивного програмування. Адже згідно

концепції MVVM, модель повинна динамічно та постійно обробляти чи змінювати вхідні дані, тобто виступати Observable, а представлення має у режимі реального часу оновлювати інтерфейс користувача та реагувати на зміни у потоці даних, тобто виступати Observer.

Також у розіділі представлені основні моделі бази даних, діаграми класів, діграми прецендертів, структуру розробленного мобільного застосунку. Наведено керівництво користувача для роботи з системою електронної обробки документів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи було дослідження технологій доповненної реальності, створення на базі них систему для розпізнавання та обробки паперових документів, шляхом створення мобільного застосунку на базі ОС iOS.

В процесі виконання даної дипломної роботи було зроблено аналіз існуючих систем електроної обробки документів. За допомогою отриманих даних визначено основні принципи, на яких базується система електронної обробки документів. Проаналізовано програмне забезпечення конкурентів. Виявлено плюси і недоліки кожного з сервісів.

Так як інформаційна система представляє собою мобільний-додаток на базі операційної системи iOS, то для створення графічного інтерфейсу було використано мову програмування Swift та його реактивне розширення RxSwift із бібліотекою RxCocoa. Це дозволило створити найбільш доступний і простий інтерфейс з гнучким налаштуванням.

Першою проблемою під час проектування було вирішення яким шаблоном проектування користуватись. Оскільки система передбачалась модульною, із використанням парадигми реактивного програмування, із архітектурою що мала на увазі розподілення модулів за їх ролями у системі та з можливістю подальшого додавання нових можливостей для електронної обробки документів, то було вибрано шаблон Model-View-ViewModel.

Другою проблемою під час проектування було вирішення яким чином записувати інформацію в базу даних. З огляду на безпеку, швидкість роботи й доступу до користувацьких даних, зручність налаштування та розробки було використано об’єктно орієнтовну базу даних Realm.

Були набуті навички зі створення мобільних застосунків на мові програмування Swift з використанням парадигми реактивного програмування, використанням технології доповненої реальності на базі фреймворку ARKit.

АНОТАЦІЯ

до дипломної роботи

на тему: «**Система електронної обробки документів з використанням технології доповненої реальності та графічної візуалізації**»

Студент: Фоменко Іван Вікторович
Керівник: к.т.н., доцент Сіденко Є.В.

Дана дипломна робота присвячена питанню розробки системи електронної обробки документів із використанням технології доповненоґ реальності та графічної візуалізації.

Метою дипломної роботи є дослідження інструментальних засобів та технологій використання AR й розпізнавання образів на базі 3D моделювання об’єктів, і об‘єднання їх у цілісну систему для роботи з паперовими документами чи нотаткам, шляхом створення застосунку на базі ОС iOS, який дозволяє розпізнавати паперові документи, сканувати їх та використовувати для подальшого створення приміток чи коментарів, збереження електронної версії документів та розповсюдження їх будь-якими електронними комунікаційними інструментаріями.

Основна частина складається з наступних розділів: аналіз та дослідження сучасного стану систем електронної обробки документів із використанням доповненої реальності; аналіз методів, моделей та технологій для вирішення задачі створення системи Електронної системи обробки документів; порівняння та вибір методів розпізнавання об’єктів; розробка системи Електронної обробки документів із використанням технології доповненої реальності та графічної візуалізації.

В спеціальній частині дипломної роботи з «Охорони праці» розглянуто умови праці на робочих місцях у відділі розробки програмного забезпечення ФОП «Лейзерович Роман Олегович». Результатом даного дослідження є інтегральна оцінка стану умов праці в приміщенні, а також рекомендації щодо їх покращення.

В цілому дипломна робота складається з вступу, три розділи, висновків та розділу з ООП, загальна кількість сторінок - 103, таблиць - 2, рисунків - 14, додатків - 2 та використаних джерел - 50.

Ключові слова: *доповнена реаліність, графічна візуалізація, ARKit, мобільний застосунок, реактивне програмування, система обробки документів.*

Annotation

for diploma work

«Electronic document processing system using augmented reality technology and graphical visualization»

Student: Fomenko Ivan
Chief: Ph.D., Assoc. Professor Sidenko I.

This diploma work is devoted to the issue of development of the system of electronic processing of documents using the augmented reality technology and graphic visualization.

The purpose of the thesis is to study the use of AR tools and technologies for 3D image simulation and to integrate them into a complex system for working with paper documents or notes by creating an iOS-based application that recognizes paper documents, scan them and use them to further create notes or comments, save electronic documents and distribute them by any electronic communications tools.

The main part consists of the following sections: analysis and research of the current state of systems of electronic processing of documents with the use of augmented reality; analysis of methods, models and technologies for solving the task of creating an electronic document processing system; comparison and selection of methods for object recognition; development of the system of electronic document processing using augmented reality technology and graphics visualization.

In the special part of the diploma work regarding the "Occupational safety and health" the evaluating of working conditions at the workplaces in the department of software development at «Leizerovich Roman Olegovich» Sep. are considered. The result of this study is an integrated assessment of the condition of working conditions in the premises, as well as recommendations for their improvement.

In general, the paper consists of an introduction, three sections, conclusions and a section on the "Occupational safety and health", the total number of pages - 103, tables - 2, drawings - 14, additionals - 2, and sources used - 50.

Key words: *augmented reality, graphics visualization, ARKit, mobile-application, reactive programming, document processing system.*