

User name:
Volodymyr Matiiivskyi

Check date:
17.01.2023 18:07:48 EET

Report date:
17.01.2023 18:08:43 EET

Check ID:
1013520063

Check type:
Doc vs Internet + Library

User ID:
100010994

File name: **Кисельов_диплом_без_джерел**

Page count: **53** Word count: **9017** Character count: **67501** File size: **7.87 MB** File ID: **1013284086**

2.06% Matches

Highest match: **0.58%** with Internet source (<https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchal...>)

2.04% Internet sources 6 Page 55

0.13% Library sources 1 Page 55

0.1% Quotes

Quotes 1 Page 56

Exclusion of references is off

0.09% Exclusions

Some exclusions were automatic (exclusion filters: matched word count less than **10 words** and **0%**)

0.09% Internet exclusions 2 Page 57

0.09% Library exclusions 2 Page 57

Вступ

Актуальність роботи. Одним з сучасних напрямків розвитку мобільного програмного забезпечення, є напрямок розробки ПЗ з використанням доповненої реальності. Цей напрямок програмного забезпечення має стрімкий ріст популярності через значне поширення мобільних пристроїв серед населення, та зручність і простоту використання цієї технології у порівнянні з технологією повної віртуальної реальності.

Досвід доповненої реальності процвітає як важлива тенденція, і, за оцінками, до 2023 року у світі буде 2,4 мільярда мобільних користувачів доповненої реальності. Однак у 2015 році було лише 200 мільйонів користувачів. Це чудовий приплив цифр, який не можна ігнорувати. Проте інтерес до даної технології в даному випадку пов'язаний із використанням доповненої реальності в освітніх та електронних програмах навчання.

Завдяки ДР освіта в класі може бути стати більш інтерактивною, та цікавою для студентів, оскільки ДР може дозволити вчителям показувати віртуальні приклади концепцій і додавати ігрові елементи для забезпечення матеріальної підтримки підручників. Це дозволить учням швидше навчатися та запам'ятовувати інформацію. Оскільки людська пам'ять не значно краще запам'ятовує зображення, ніж просто текстову інформацію.

Тож темою даного дипломного проектування є спроба проаналізувати та узагальнити наявні методи використання технології доповненої реальності у сфері навчання. Після чого на основі отриманих даних розробити приклад програмного застосунку для мобільних пристроїв з використанням технологій ДР для навчального призначення.

Метою роботи є розробка мобільного додатка з використанням технологій ДР навчального призначення.

Об'єктом дослідження є процес інтеграції технологій доповненої реальності в навчальні процеси.

Предметом дослідження є розробка мобільного додатку з використанням технологій доповненої реальності навчального призначення.

Відповідно до предмета, мети було визначено основні **завдання дослідження**:

- Узагальнити поняття, види та складові елементи програмного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності.
- Проаналізувати можливі області застосування технологій доповненої реальності у сфері освіти.
- Проаналізувати сучасні інструменти розробки програмного забезпечення з використанням технологій ДР.
- Виокремити та проаналізувати методи донесення інформації за допомогою технологій ДР, які будуть використані в застосунку, розробленому під час дипломного проекту.
- Змодельовати застосунок, та виділити окремі елементи, такі як окремі модулі, тощо.
- Виконати програмну реалізацію системи.

Для вирішення завдань дослідження використано такі **методи дослідження**: *теоретичні*: аналіз наукової літератури, збір та аналіз статистичних даних, узагальнення та систематизація теоретичних положень про інтеграцію нових цифрових технологій у сферу освіти в Україні; *емпіричні*: порівняльний аналіз можливостей засобів розробки програмного забезпечення для мобільних пристроїв з використанням AR технологій; *експериментальні*: тестування розроблених додатків.

До складу роботи входять три розділи, які висвітлюють питання методології розробки програмного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності для мобільних пристроїв, та використання такого програмного забезпечення у сфері освіти.

Практичне значення розробки – розроблений програмний додаток, який може використовуватися у закладах освіти для покращення загального рівня сприйняття інформації під час освітнього процесу.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд технологій доповненої реальності

Доповнена реальність (ДР) — це інтеграція цифрової інформації з середовищем користувача в реальному часі. На відміну від віртуальної реальності (VR), яка створює повністю штучне середовище, користувачі ДР відчують реальне середовище із згенерованою перцептивною інформацією, накладеною на нього.

Доповнена реальність використовується, щоб певним чином візуально змінити природне середовище або надати користувачам додаткову інформацію. Основна перевага ДР полягає в тому, що йому вдається поєднати цифрові та тривимірні (3D) компоненти з індивідуальним сприйняттям реального світу. Доповнена реальність має різноманітне застосування, від допомоги в прийнятті рішень до розваг (Таблиця 1.1 1).

Таблиця 1.1 1

Сфери використання технологій ДР, та їх опис

Сфера застосування	Опис
Ігрова сфера	ДР забезпечує кращий ігровий досвід, оскільки ігрові майданчики переміщуються з віртуальних сфер, щоб включити досвід реального життя, де гравці можуть виконувати реальні дії для гри.
Виробництво та обслуговування	У технічному обслуговуванні професіонали можуть дистанційно керувати техніками з ремонту, щоб вони проводили ремонт і технічне обслуговування, перебуваючи на землі, за допомогою додатків ДР, без професіоналів виїжджати на місце. Це може

4

	бути корисним у місцях, де важко доїхати до місця.
Освіта	Інтерактивні моделі ДР використовуються для навчання та навчання.
Роздрібна торгівля та реклама	Доповнена реальність може покращити взаємодію з клієнтами, представляючи клієнтам 3D-моделі продуктів і допомагаючи їм зробити кращий вибір, надаючи їм віртуальні огляди продуктів, наприклад, у нерухомості. Його можна використовувати, щоб направляти клієнтів до віртуальних магазинів і кімнат. Клієнти можуть накладати 3D-елементи на свої простори, наприклад, купуючи меблі, щоб вибрати предмети, які найкраще відповідають їхньому простору – щодо розміру, форми, кольору та типу. Реклама може бути включена в ДР-контент, щоб допомогти компаніям популяризувати свій контент серед глядачів.
Туризм	ДР, окрім розміщення реклами в ДР-контенті, може використовуватися для навігації, надання даних про пункти призначення, маршрути та огляд визначних пам'яток.
Медицина/Охорона здоров'я	ДР може допомогти дистанційно навчати медичних працівників, допомогти у моніторингу стану здоров'я та діагностиці пацієнтів.
Військова сфера	ДР допомагає в розширеній навігації та допомагає позначати об'єкти в режимі реального часу.

ДР передає користувачеві візуальні елементи, звук та іншу сенсорну інформацію через такий пристрій, як смартфон або окуляри. Ця інформація накладається на пристрій для створення переплетеного досвіду, де цифрова інформація змінює сприйняття користувача реального світу. Накладену

інформацію можна додати до середовища або замаскувати частину природного середовища.

Останніми роками все більше все більше відомих у світі дослідницьких установ, університетів і підприємств інвестують у дослідження ДР, публікують багато статей і результати наукових досліджень. Ці результати демонструють доцільність та інноваційність ДР як взаємодії людини з комп'ютером технології. З удосконаленням обчислювальної потужності комп'ютерного програмного та апаратного забезпечення, ДР поступово переходить від стадії теоретичних досліджень лабораторії до стадії масових і промислових і як міст між цифровим світом і реальним світом, він надає людям новий спосіб розпізнавати та відчувати речі навколо. Крім того, він увійшов до десятки найкращих найперспективніших технологій майбутнього авторитетними організаціями, такими як American Times Weekly. В останні роки хмарні обчислення стали гарячою точкою досліджень у сфері Інтернету. Він може передавати сховище та складні обчислення від клієнта до середовища хмарних обчислень, забезпечуючи можливу модель розподіленої архітектури для обчислення складних інтерактивних фізичних ефектів.

1.1.1 Огляд можливостей технології доповненої реальності

Як було описано в попередніх розділах, технології ДР включають в себе декілька різних аспектів, для кращого розуміння в цьому пункті буде відокремлено, та описано три окремі складові технології ДР, а саме:

1. Візуальні вказівки та асистування
2. Контекстні операції, або тригери
3. Візуалізація

1.1.1.1 Візуальні вказівки та асистування

Завдання, пов'язані з візуальними вказівками, найчастіше мають на увазі який-небудь процес, що протікає, в ході якого система надає контекстно залежну інформаційну підтримку користувачеві.

Для прикладу буде розглянуто роботу застосунку перекладача від Google для смартфонів.

Рис 1.1 1

Приклад роботи застосунку Google перекладач



На рисунку 1.1 1 зображений приклад роботи застосунку перекладача на якому можна побачити як виглядає складова технології ДР під назвою асистування. В даному випадку програма за допомогою штучного інтелекту розпізнала напис на вказівнику, що дало змогу перекласти отриманий текст. Після чого перекладений текст було повторно відображено користувачеві, на тому місці де є оригінальний текст, з максимально можливою симуляцією оригінального стилю самого тексту. За рахунок технологій ДР перекладач має

змогу відобразити перекладений текст на місці оригінального тексту, що значно краще сприймається користувачем, бо користувач бачить який саме текст написаний на конкретному місці, бо в разі потреби перекладу відразу декількох вказівників, які можуть бути розташовані один над одним, користувач може бути впевнений в тому який саме текст написаний на кожному з них.

Засобами ДР може бути ефективно вказано розташування необхідного об'єкта та контекстно у тривимірному просторі проілюстровані операції, які необхідно здійснити. Такі візуальні вказівки можуть бути призначені як для фахівців, і для непідготовлених користувачів.

1.1.1.2 Контекстні операції, або тригери

У разі контекстних операцій об'єкти реального світу, геопозиція чи положення у просторі використовуються користувачем як тригери для виклику релевантної операції.

Наприклад, користувач, навівши погляд на принтер, бачить відображувану засобами доповненої реальності інформацію про кількість, що залишилася чорнила в картриджі. Тобто системою було визначено та відповідним чином опитано конкретний пристрій (принтер) та згідно з отриманими даних було відображено відповідну інформацію. Причому ця інформація, наприклад у вигляді двовірного зображення, розташована у просторі поряд з позицією принтера і сприймається людиною як частина тривимірної реальності, інтерактивно змінюючи перспективу відповідно до його положення.

Припустимо, що у полі зору користувача знаходиться не один, а два принтер. У цьому випадку системою також будуть визначені пристрої та буде відображено релевантну інформацію. Важливо, що позиція відображення інформації сприятиме розуміння користувачем, до якого саме пристрою вона відноситься.

Також прикладом може бути застосунок для туристів який буде відображати на екрані інформацію про будівлі, та туристичні об'єкти на які направлена камера. При цьому в існуючих додатках тригером найчастіше виступає геопозиція і напрям погляду користувача, визначений при допомога магнітометра. Ще один приклад – перегляд інформації про товари на полиці магазину.

Рис 1.1 2

Приклад роботи застосунку для отримання інформації про туристичні об'єкти за допомогою технологій ДР



1.1.1.3 Візуалізація

Доповнена реальність пропонує унікальні способи відображення візуальної інформації, зокрема візуалізації тривимірних об'єктів. Засобами ДР об'єкт може бути візуалізований безпосередньо у контексті його експлуатації.

9

Прикладом може бути предмет меблів, візуалізований в інтер'єрі, рослини на присадибній ділянці, архітектурний об'єкт місцевості (рис. 1.2), комунікації у стіні будівлі, результати ультразвукового сканування, розроблені на пацієнта під час операції.

Концепція доповненої реальності пропонує більш досконалий інтерфейс для візуалізації за рахунок сукупності способів управління (1) та візуалізації (2). Управління ракурсом об'єкта здійснюється природними рухами голови користувача або пристрою зрозумілим та ефективним. Спосіб візуалізації тривимірного об'єкта шляхом поєднання його зображення з навколишньою обстановкою у відповідному ракурсі дозволяє краще сприймати об'єкт, його розміри (за умови відповідності масштабу) і, у деяких випадках, властивості матеріалів. При цьому, в на відміну від традиційних засобів візуалізації (ПЗ для 3d-моделювання), для візуалізації об'єктів засобами ДР не потрібно моделювання оточення.

Рис 1.1 3

Приклад роботи застосунку для візуалізації позиції меблів



1.2 Огляд підходів до розробки ПЗ навчального призначення з візуалізацію доповненої реальності

На сьогодні, коли студентам доводиться вчитися вдома, залучити студентів до лекцій стало дуже важко. Таким чином, власники програмного забезпечення у сфері освіти з ентузіазмом впроваджують технологію ДР. Загалом розробка доповненої реальності також підвищує свою популярність на ринку.

Програми електронного навчання з підтримкою ДР відображають доповнений об'єкт на екрані та відтворюють 3D-прикладні концепції, які дозволяють учням навчатися та залучати. Загалом також широко використовується комп'ютерна графіка, яка дає змогу зафіксувати об'єкт і відобразити його в розширеному середовищі, а також виконати пошук щодо об'єкта. Це означає, що програма може отримувати зображення об'єктів із реального середовища та надавати детальний опис об'єкта.

Залишаючи все осторонь, додатки ДР в освіті забезпечують широкий спектр переваг. Ось деякі переваги використання технологій ДР в освіті:

11

- Доступні навчальні матеріали – будь-коли та будь-де. Доповнена реальність має потенціал замінити паперові підручники, фізичні моделі, плакати, друковані посібники. Він пропонує портативні та менш дорогі навчальні матеріали. В результаті навчання стає доступнішим і мобільнішим.
- Спеціальне обладнання не потрібно. На відміну від VR, доповнена реальність не потребує дорогого обладнання. Оскільки 73% усіх підлітків наразі мають смартфон, технології ДР одразу доступні для використання більшості цільової аудиторії.
- Вища зацікавленість і зацікавленість студентів. Інтерактивне, ігрове навчання ДР може мати значний позитивний вплив на студентів. Це залучає їх протягом усього уроку та робить навчання веселим і легким.
- Покращено можливості співпраці. Додатки доповненої реальності пропонують величезні можливості для того, щоб урізноманітнити та потрясти нудні заняття. Інтерактивні уроки, коли всі учні залучені до навчального процесу одночасно, сприяють вдосконаленню навичок командної роботи.
- Швидкий і ефективний процес навчання. ДР в освіті допомагає учням досягати кращих результатів завдяки візуалізації та повному зануренню в предмет. Зображення варте тисячі слів, чи не так? Отже, замість того, щоб читати теорію про щось, учні можуть побачити це на власні очі, в дії.
- Практичне навчання. Крім навчання в школі, використання ДР також може отримати значну користь від професійного навчання. Наприклад, точне відтворення польових умов може допомогти оволодіти практичними навичками, необхідними для певної роботи.
- Безпечне та ефективне навчання на робочому місці. Уявіть собі, що ви можете виконувати операції на серці чи керувати космічним човником, не

наражаючи на небезпеку інших людей і не ризикуючи завдати збитків у мільйони доларів, якщо щось піде не так. Це можливо з ДР.

- Універсально підходить для будь-якого рівня освіти та підготовки. Будь то навчальні ігри для дитячого садка чи навчання на робочому місці, доповнена реальність не обмежується одним випадком використання чи сферою застосування.

Незважаючи на перераховані переваги, є й певні недоліки, які слід враховувати при створенні рішень із доповненою реальністю:

- Відсутність необхідної підготовки. Деяким вчителям може бути важко застосувати ці нові технології на практиці, оскільки їх базове навчання не забезпечує необхідних навичок. Тільки найбільш відкриті вчителі та інноваційні навчальні заклади готові застосовувати додатки доповненої реальності в освіті.
- Залежність від обладнання. Використання доповненої реальності в класі потребує певної ресурсної бази. Наприклад, не всі студенти мають смартфони, здатні підтримувати додатки ДР.
- Проблеми з переносом вмісту. Програма з використанням технологій ДР має однаково добре працювати на всіх платформах і пристроях. Однак забезпечити таку ж якість ДР-контенту на будь-якому пристрої практично неможливо.

Враховуючи наведені переваги й недоліки технологій ДР під час її використання в сфері освіти, варто зазначити що дані технології можуть принести багато користі, та все ж варто зрозуміти наскільки вагомим буде отримана користь від їх впровадження враховуючи всі складності, які виникають при роботі з технологіями ДР.

Група тайванський дослідників провела дослідження на тему впливу використання технологій ДР у освіти на результатах освіти, яке було профінансовано міністерством науки і технологій Тайваню. Під час досліду, науковці виявили, що навчання з доповненою реальністю в останнє десятиліття принесло більший ефект, ніж звичайне навчання без доповненої реальності для полегшення виступів учнів. Ефективність передбачає застосування та передачу знань і навичок у дії чи практику на роботі або в справжніх ситуаціях. Оцінювання успішності учнів часто використовує автентичне оцінювання, яке вимагає від учнів дій або практики вирішення проблем реального світу. Такий акцент на проблемах або ситуаціях реального світу добре узгоджується з можливостями ДР, включаючи занурення та контекстуалізацію. Крім того, ДР наголошує на використанні віртуальних об'єктів, але зосереджується на середовищах реального світу. Також це дослідження надає докази того, що ця унікальна функція ДР дозволяє навчатися, особливо з точки зору сприяння продуктивності учнів. Наприклад, Elfeku та Elbyaly (2021) показали, що використання доповненої реальності в темі дизайну одягу може значно покращити продуктивність студентів у розробці модних виробів порівняно зі звичайним навчанням без доповненої реальності.

За результатами того ж дослідження, також було визначено що, навчання з доповненою реальністю в середньому призвело до середнього чи великого ефекту для підвищення знань і навичок учнів. Наприклад, дослідження показало, що мобільна ДР-технологія підвищила успішність учнів під час тесту академічних досягнень з географічної освіти, що свідчить про те, що ДР є корисним інструментом для навчання та вдосконалення знань і навичок учнів. Зокрема, ДР забезпечує включення візуалізації та співпраці. Теоретичні та емпіричні дослідження візуалізації або співпраці показали, що візуалізація або співпраця під час навчання може покращити знання, або навички студентів.

Крім того, поточний огляд показує, що особливо з додатковою підтримкою навчання, такою як риштування або ігрові механізми, удосконалені або інноваційні втручання ДР можуть додатково підвищити знання та навички студентів ще одним середнім розміром ефекту.

Порівняно зі звичайними інструкціями, не пов'язаними з доповненою реальністю, навчання доповненій реальності в середньому призводить до середнього ефекту для значного сприяння позитивним реакціям учнів, включаючи афективні аспекти, такі як мотивація або ставлення до вивчення предмета.

Доповнена реальність із інструкціями чи підходами до ігор може бути хорошим навчальним інструментом для підвищення мотивації чи ставлення учнів. Однак порівняно з іншими результатами навчання, такими як продуктивність або знання та навички, ДР, здається, призводить до меншого впливу на відповіді учнів, незважаючи на те, що ефекти все ще позитивні та значні з нуля.

1.3 Огляд існуючих застосунків навчального призначення з використанням технологій ДР

Доповнена реальність в освіті може служити багатьом цілям. Це допомагає учням легко здобувати, обробляти та запам'ятовувати інформацію. Також застосунки з використанням технології ДР, не обмежуються однією віковою групою чи рівнем освіти і можуть однаково добре використовуватися на всіх рівнях навчання; від дошкільної освіти до коледжу або навіть на роботі.

До прикладу, можна використовувати доповнену реальність, щоб створити торнадо, а потім перенести воронку прямо в клас, щоб учні могли побачити ці руйнівні шторми зблизька. Або студенти можуть здійснити ДР-екскурсію по

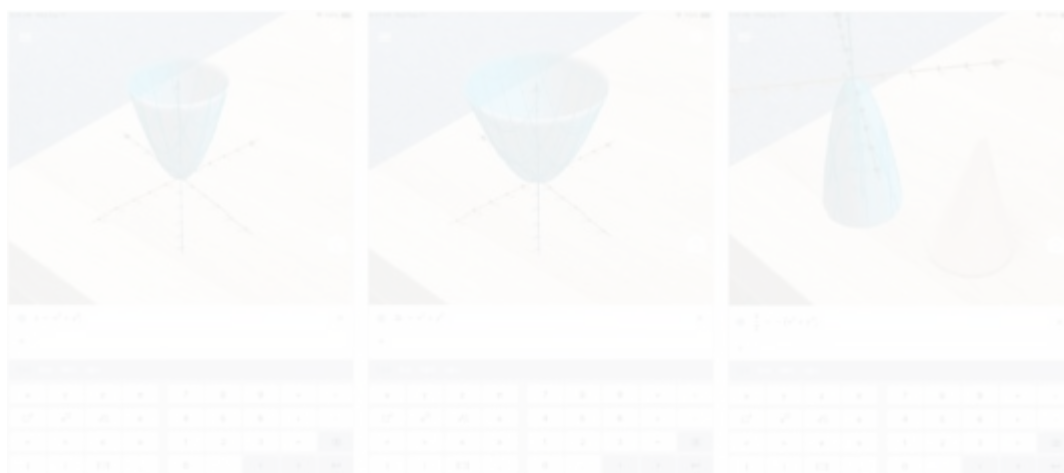
вулику, щоб побачити його внутрішню роботу та дослідити, як бджоли працюють разом, щоб підтримувати громаду.

Надалі, у вигляді списку, будуть наведені декілька існуючих застосунків з використанням технологій ДР, навчального призначення [1]

- Додаток Geogebra від розробника zSpace дозволяє учням візуалізовувати різні математичні функції, що відчутно збільшує розуміння предмету. Наразі понад 50 коледжів у США встановили інструменти доповненої реальності zSpace для покращення навчання [4].

Рис 1.3 1

Приклад роботи застосунку Geogebra

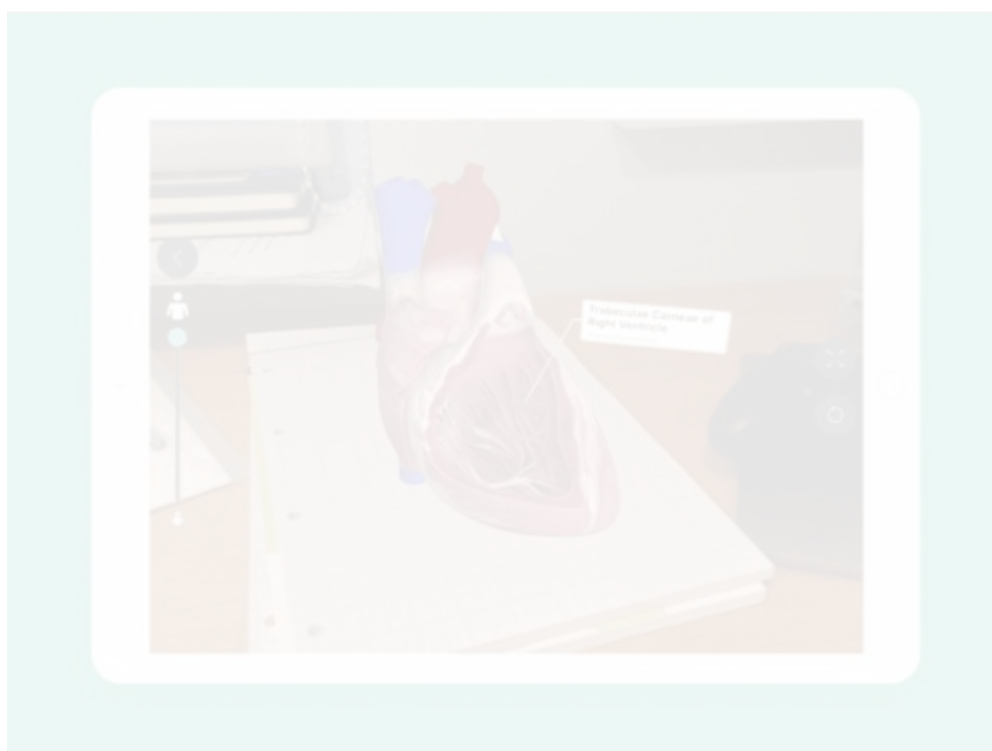


- Complete Anatomy - це кросплатформений додаток для студентів-медиків. Ця програма надає користувачам понад 17000 структур тіла людини, доступних у вигляді 3D-моделей. Учні можуть взаємодіяти з кожним із них як умовно, так і проектуючи тіло на плоску поверхню. ДР дозволяє користувачам краще зрозуміти анатомію тіла. За допомогою віртуального тіла студенти можуть вивчати функції кожного м'яза, дивитися детальну

анімацію м'язових рухів, розбирати великі кісткові структури на менші та вивчати різні шари кісток.

Рис 1.3 2

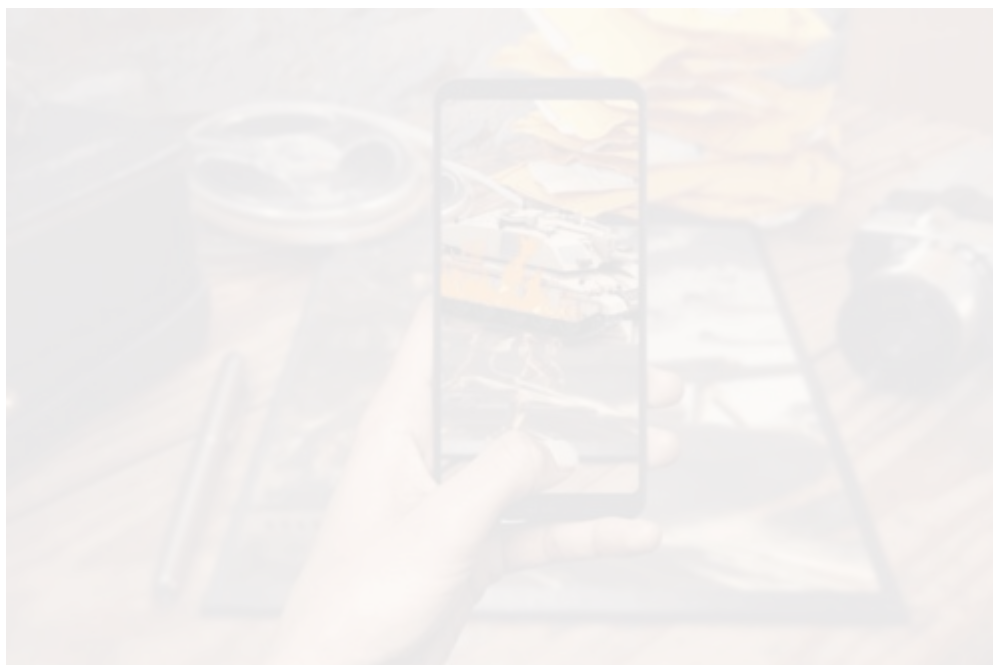
Приклад роботи застосунку Complete Anatomy



- HARA (Historic Augmented Reality Application), застосунок для інтерактивного вивчення історії, періоду американської колонізації. Додаток був розроблений дослідниками з технологічного інституту FEU на Філіппінах, для того щоб привернути увагу до предмету, за допомогою новітніх технологій. Для того щоб учням побачити ефекти ДР, а саме різного роду анімації, та 3Д моделі, достатньо лише навести камеру телефону на певний малюнок в книжці.

Рис 1.3 3

Приклад роботи застосунку Complete Anatomy



З наведених вище прикладів стає зрозуміло, що ДР в освіті може виявитися дуже корисним нововведенням, яке здатне покращити рівень освіти в цілому, ха рахунок широкого спектру використання даних технологій. Також важливим є те що це стосується не тільки початкової освіти, це також може трансформувати системи освіти у вищих навчальних закладах.

1.4 Огляд навчальних дисциплін в школах України та аналіз можливості впровадження технологій ДР для покращення рівня освіти

Відповідно до Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні [5], Проекту Європа 2030 [6] та Порядку денного Освіта 2030 [7], створення та використання комп'ютерних систем, зокрема систем, які базуються на хмарних технологіях, є одним із етапів цих стратегій на наступні роки. Це передбачає

18

формування нової цифрової інфраструктури та переоцінку цифрової сфери, в тому числі освітньої. Освітні програми мають бути адаптовані до цих змін. Так, сервіс YouTube і мобільні додатки, віртуальна (VR) та доповнена реальність (ДР) безкоштовні для студентів і викладачів під час занять. Це дозволяє зробити уроки цікавішими. Для віртуального відпочинку елементи ДР можна вбудовувати на веб-сайти, їх можна завантажувати в соціальні мережі та працювати на ПК, ноутбуках, планшетах або пристроях VR. В українській освітній сфері наявність навчально-методичних матеріалів, присвячених питанням організації ДР, досить обмежена через високу залежність від технічного оснащення, організації практичної частини та недостатню підготовленість викладачів. Існує порівняно небагато популярних програмних засобів і доступного технічного обладнання для розгортання цієї технології в навчальних закладах.

Оскільки впровадження технологій ДР в освітній процес є досить повільним та складним процесом, всі недоліки такої технології описані в Розділі 1.1, доцільним буде визначити вікову групу студентів, або школярів для якої впровадження технологій ДР буде найбільш результативним. Для визначення вікової групи, для якої впровадження технологій ДР буде найбільш ефективним, було оглянуто статистичні дані відносно вікових груп та їх користування смартфоном. Згідно статистичних даних за 2018 рік, які були опубліковані компанією LEAD9, найбільш активним користувачем смартфонів є вікова група 18-29 років. Проте беручи до уваги дані, що оприлюднені на сайті Вінницької обласної клінічної психоневрологічної лікарні, 91% дітей віком від 7 до 14 років мають мобільний телефон і користуються ним не менше 10 годин на тиждень. Враховуючи ці дані було вирішено виконати огляд навчальних дисциплін для учнів 6 - 9 класів, оскільки використання технологій ДР буде більш результативне в навчанні саме учнів шкіл, а не студентів ВНЗ.

Навчальні програми для 6-9 класів (Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти)

- Українська мова
- Українська література
- Історія України. Всесвітня історія
- Математика
- Фізика
- Хімія
- Біологія
- Інформатика (початок вивчення з 2 класу)
- Інформатика (початок вивчення з 5 класу)
- Іноземні мови
- Географія
- Зарубіжна література
- Мистецтво
- Трудове навчання
- Основи здоров'я
- Фізична культура
- Основи Правознавство

Розглянувши список навчальних програм для учнів 6 - 9 класів, стає зрозуміло, що використання технологій AP є доцільним для всіх програм. Проте крім визначення вікової групи для якої буде доцільно почати впроваджувати технології ДР, важливим є і виокремлення окремої групи предметів. Після аналізу певної кількості досліджень на цю тему було вирішено розглядати предмети які входять до освітньої програми STEM. STEM – це освітня програма, розроблена для підготовки учнів початкової та середньої школи до коледжу, аспірантури та кар'єри в галузі науки, технологій, інженерії та

20

математики. На додаток до предметного навчання, STEM має на меті розвивати допитливий розум, логічне мислення та навички співпраці. Технології ДР можуть бути використані для візуалізації різних 3D об'єктів, швидкого відтворення відео, та аудіо ефектів. Це особливо важливо під час вивчення «важких» дисциплін природничих, математичних галузей. Використання сучасних освітніх трендів, а саме інноваційних технологій, таких як власне технологія ДР та STEM-технологія, дає можливість стимулювати учнів до творчості, розвивати їх науково-дослідницькі вміння та навички, створювати мотиваційні умови для самовизначення у майбутній професії, саморозвитку та самореалізації, реалізувати актуальну компетентність у повсякденному житті.

1.5 Постановка задачі

Головною задачею на поточне дипломне проектування є розробка програмного забезпечення навчального призначення для візуалізації доповненої реальності. Проте загальну задачу на дипломне проектування варто розділити на певні етапи :

- Узагальнити поняття, види та складові елементи програмного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності.
- Проаналізувати можливі області застосування технологій доповненої реальності у сфері освіти.
- Проаналізувати сучасні інструменти розробки програмного забезпечення з використанням технологій ДР.
- Виокремити та проаналізувати методи донесення інформації за допомогою технологій ДР, які будуть використані в застосунку, розробленому під час дипломного проекту.
- Змоделювати застосунок, та виділити окремі елементи, такі як окремі модулі, тощо.

- Виконати програмну реалізацію системи.

Перші два пункти зі списку етапів реалізації дипломного проекту, вже були виконані в розділі 1.

1.6 Висновки до Розділу 1.

В результаті проведеної роботи в розділі 1, була проаналізована предметна область, що дало змогу розділити глобальну задачу по створенню програмного забезпечення для візуалізації технологій доповненої реальності, на окремі задачі. Також під час аналізу були встановлені нові обмеження, та вимоги до процесу створення застосунку з використанням технологій ДР, які були не очевидні на перший погляд. Висновком роботи проведеної в розділі 1 потрібно вважати отримання знань предметної області, завдяки яким в наступних розділах можна буде змодельовати програмний застосунок з використанням ДР навчального призначення.

РОЗДІЛ II. ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБКИ ПЗ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ДР.

2.1 Огляд існуючих методів реалізації доповненої реальності в мобільних додатках

Існують різні типи доповненої реальності. Вони класифікуються відповідно до того, як запускається доповнення: ДР на основі маркерів і ДР без маркерів. Надалі ці типи та підтипи безмаркерного способу реалізації технології ДР будуть описані детальніше.

2.1.1 ДР на основі маркерів

Маркери — це унікальні візерунки, які камери можуть зловити з будь-якого середовища. Користувачам знадобиться додаток, щоб сканувати їх і запускати розширений досвід, який з'являтиметься на пристрої людини. Залежно від дизайну, маркер або камеру можна переміщати для різних ефектів.

Іншими словами, ці програми пов'язані з певним маркером візерунка фізичного зображення в реальному середовищі, щоб накласти на нього 3D віртуальний об'єкт (Рис 2.1 1). Таким чином, камери повинні постійно сканувати вхідні дані та розміщувати маркер для розпізнавання шаблонів зображення, щоб створити його геометрію. Якщо камера неправильно сфокусована, віртуальний об'єкт не відобразиться.

Рис 2.1 1

Приклад роботи ДР на основі маркерів



Отже, система розпізнавання зображень на основі маркерів вимагає кількох модулів, таких як камера, захоплення зображення, обробка зображення та відстеження маркерів, серед інших. Загалом, це проста та недорога система, яку можна застосувати у фільтрах через спеціальну програму для розпізнавання певних шаблонів через камеру.

Прикладом такого типу доповненої реальності є використання фільтрів та ігор в Instagram і Snapchat. Таким чином, цей тип ДР вже введений у повсякденне життя людей, оскільки вони є рутинною соціальною діяльністю.

2.1.2 Безмаркерна ДР

Доповнена реальність без маркерів — це більш універсальний тип доповненої реальності, оскільки він не потребує візуальних підказок чи шаблонів. Натомість він збирає інформацію з навколишнього середовища за допомогою камери, GPS, акселерометра та цифрового компаса пристрою. Ось

24

тут і з'являється SLAM. Оскільки він пропонує більше гнучкості, ДР без маркерів більш популярний серед розробників.

Навпаки, ДР без маркерів дозволяє позиціонувати віртуальні 3D-об'єкти в середовищі реального зображення, досліджуючи характеристики, присутні в даних у режимі реального часу. Цей тип вказівок покладається на апаратне забезпечення будь-якого смартфона, зокрема камеру, GPS або акселерометр, а програмне забезпечення доповненої реальності завершує роботу.

У цій моделі немає потреби в системі відстеження об'єктів завдяки останнім технологічним досягненням у камерах, датчиках і алгоритмах ШІ. Таким чином, він працює з цифровими даними, отриманими цими датчиками, здатними записувати фізичний простір у реальному часі.

У першу чергу аналіз без маркерів використовує одночасну локалізацію та відображення (SLAM) для сканування середовища та створення відповідних карт для розміщення віртуальних об'єктів. Безмаркерне відстеження зображень SLAM сканує середовище та створює карти розміщення віртуальних об'єктів у 3D, навіть якщо об'єкти не знаходяться в полі зору користувача, не рухаються, коли користувач рухається, і користувачеві не потрібно сканувати нові зображення.

Таким чином, ця технологія здатна виявляти об'єкти або характерні точки в сцені без попереднього знання навколишнього середовища, наприклад, вона може ідентифікувати стіни або точки перетину. Ця технологія характеризується асоціацією з візуальним ефектом поєднання комп'ютерної графіки з зображеннями реального світу.

Перші системи, які використовували цей тип ДР, використовували локацію та апаратні служби пристрою для взаємодії з ресурсами, наданими програмним

забезпеченням ДР, таким чином, щоб визначали місцезнаходження та орієнтацію користувача в просторі, де він/вона знаходиться.

Ще одна особливість цього типу ДР полягає в тому, що користувачі можуть збільшити середній діапазон рухів під час досвіду. ARKit від Apple і ARCore SDK від Google зробили ДР без маркерів доступним на смарт-пристроях. Наразі безмаркерний ДР є кращим методом розпізнавання зображень для програм, які використовують цю технологію.

Таким чином, існує чотири категорії безмаркерних ДР:

- Доповнена реальність на основі проекцій
- Доповнена реальність на основі визначення місця розташування
- Доповнена реальність на основі накладання
- Доповнена реальність на основі контурів

2.1.2.1 Доповнена реальність на основі проекцій

Це метод доставки цифрових даних у стаціонарному контексті, оскільки ДР на основі проекцій зосереджується на візуалізації віртуальних 3D-об'єктів у фізичному просторі користувача або на ньому. Користувач може вільно переміщатися по навколишньому середовищу в межах визначеної зони, де розміщені стаціонарний проектор і камера для стеження. Він використовується для створення ілюзії щодо глибини, положення та орієнтації об'єкта шляхом проектування штучного світла на реальні плоскі поверхні (Рис 2.1 2). Доповнену реальність на основі проекцій можна застосовувати для належного керівництва, щоб спростити складні ручні завдання в компаніях або галузях. Це усуває потребу в комп'ютерах і екранах, оскільки інструкції можна розмістити в певному просторі завдань. ДР на основі проекцій також забезпечує зворотній зв'язок для вдосконалення процесу та унікальні цифрові ідентифікатори для циклів створення.

Рис 2.1 2

Приклад роботи ДР на основі проєкцій



2.1.2.2 Доповнена реальність на основі визначення місця розташування

Безмаркерна доповнена реальність на основі визначення місця розташування спрямована на об'єднання 3D-віртуальних об'єктів у фізичному просторі, де знаходиться користувач. Зрозуміло, що ця технологія використовує місцезнаходження та датчики смарт-пристрою, щоб позиціонувати віртуальний об'єкт у бажаному місці чи точці інтересу.

Найбільш репрезентативним прикладом такого типу доповненої реальності є гра для смартфонів Pokémon GO, яка використовує без маркерну доповнену реальність на основі локації, одразу оживляючи середовище користувача залежно від того, куди він дивиться.

Цей тип ДР пов'язує віртуальне зображення з певним місцем, зчитуючи дані в реальному часі за допомогою камери, GPS, компаса та акселерометра. Крім того, оскільки він заснований на доповненій реальності без маркерів, для

27

його роботи не потрібно відстежувати зображення, оскільки він здатний передбачити підхід користувача, щоб зіставити дані в реальному часі з місцем розташування користувача.

Крім того, ця типологія дозволяє додавати інтерактивний та корисний цифровий вміст до географічних регіонів, що представляють інтерес, що є дуже корисним для мандрівників у межах певної території, допомагаючи зрозуміти навколишнє середовище за допомогою 3D-віртуальних об'єктів або відео.

2.1.2.3 Доповнена реальність на основі накладання

Накладання ДР створює альтернативний вид об'єкта та може використовуватися для часткової або повної заміни оригінального вигляду об'єкта. Це означає, що ця технологія замінює або весь вигляд об'єкта, або його частину доповненим видом (Рис 2.1 3).

Рис 2.1 3

Приклад роботи ДР на основі накладання



У цьому типі доповненої реальності розпізнавання об'єктів є надзвичайно важливим. Якщо програмі не вдається визначити, на що вона дивиться, вона не зможе замінити вихідний вигляд на віртуальний. Накладання ДР забезпечує кілька переглядів цільового об'єкта з вибором виділення додаткової релевантної інформації про цей об'єкт.

2.1.2.4 Доповнена реальність на основі контурів

Спеціальні камери створені для людських очей, щоб окреслювати визначені об'єкти, як-от межі та лінії, щоб допомогти в певних ситуаціях. Такий тип ДР використовує розпізнавання об'єктів для кращого розуміння поточного середовища. Це спеціально використовуються автомобільні навігаційні системи для безпечної їзди після заходу сонця (Рис 2.1 4).

Рис 2.1 4

Приклад роботи ДР на основі контурів



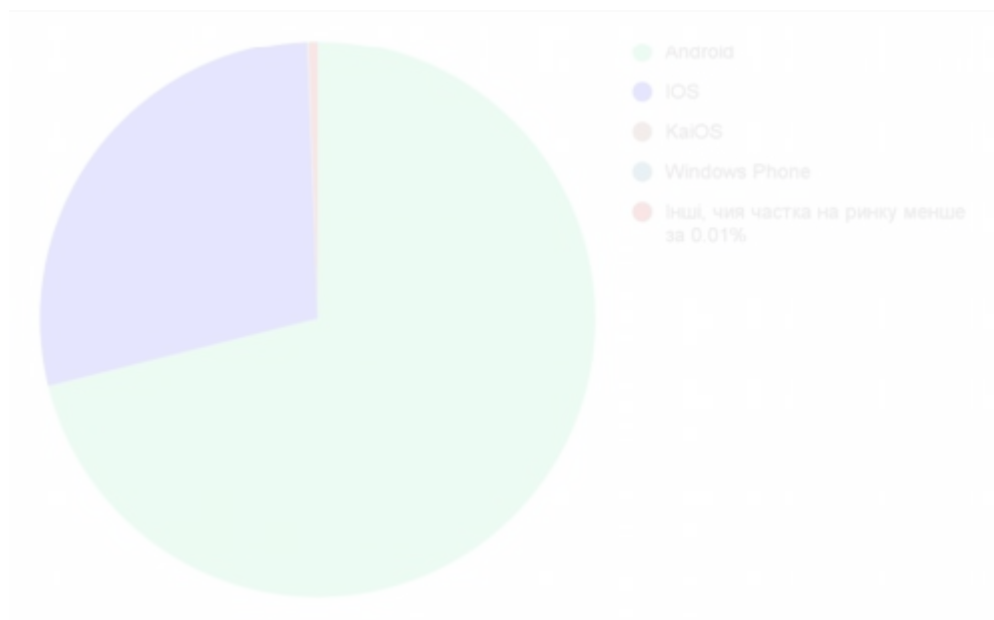
2.2 Огляд існуючих операційних систем для смартфонів

Оскільки цільовим пристроєм для застосунку, розробленому під час дипломного проектування було вирішено обрати саме смартфон, через високий рівень наявності даних пристроїв у студентів, та школярів. Наступним кроком варто визначитися з цільовою платформою, і операційною системою, для якої буде розроблено застосунок. Це важливо, оскільки не зважаючи на те що обрана середа розробки підтримує кросплатформність, що буде описано в наступних пунктах, все одно першочергово додаток створюється під конкретну ОС. Така стратегія створення обумовлена тим що, кожна ОС має свої власні особливості, які варто враховувати, і розробка одразу під декілька ОС потребує більше часу на початку, що не є доцільним.

Спочатку доречно буде переглянути частку ринку на світовому рівні між усіма наявними операційними системами.

Діаграма 2.2 1

Частка ринку різних ОС для смартфонів станом на 2022 рік



Згідно даним на діаграмі 2.2 1, отриманими з сервісу збору статистики [9] стає зрозуміло, що в цілому на ринку ОС для смартфонів існують лише дві операційні системи, а саме Android та iOS, які разом займають 99.4% від усієї кількості смартфонів. Надалі будуть надані короткі відомості про кожну з цих ОС.

Android

Android – це мобільна операційна система, яка існує вже майже 15 років. Ця мобільна ОС належить компанії Google. Однак система має відкритий вихідний код, що робить її вільно доступною для всіх, також і для комерційного використання. Це сильно відрізняє її від iOS, яка в свою чергу має закритий ком. Крім того, інші операційні системи підтримують Android-додатки, зокрема Chrome OS і Windows 11.

iOS

Apple (AAPL) iOS — це операційна система для iPhone, iPad та інших мобільних пристроїв Apple. Заснована на Mac OS, операційній системі, яка працює в лінійці настільних і портативних комп'ютерів Mac від Apple, Apple iOS розроблена для легкого безперебійного підключення до мережі між рядом продуктів Apple.

Після огляду даних операційних систем важливо також зрозуміти яка з цих операційних систем є більш розповсюдженою саме в Україні. За даними ресурсу StatCounter [10] за 2022 рік, середня частка ринку за рік між цими двома ОС є така: Android - 80%, та iOS - 20%. Різниця між світовим рейтингом в головному полягає в тому що продукція компанії Apple, яка використовує операційну систему iOS, має завищену ціну для даного регіону.

Враховуючи розповсюдженість ОС Android в Україні, та те що ця операційна система має відкритий код. Було вирішено обрати саме цю операційну систему, в якості цільової операційної системи для розробки дипломного проекту.

2.3 Порівняльний аналіз існуючих методів розробки

В даному пункті розділу буде розглянуто, та проаналізовано можливі методи розробки, а саме які SDK, та середовища розробки для розробки програмного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності. Також в даному пункті буде обрано методи розробки які будуть використані під час розробки застосунку поточного дипломного проектування.

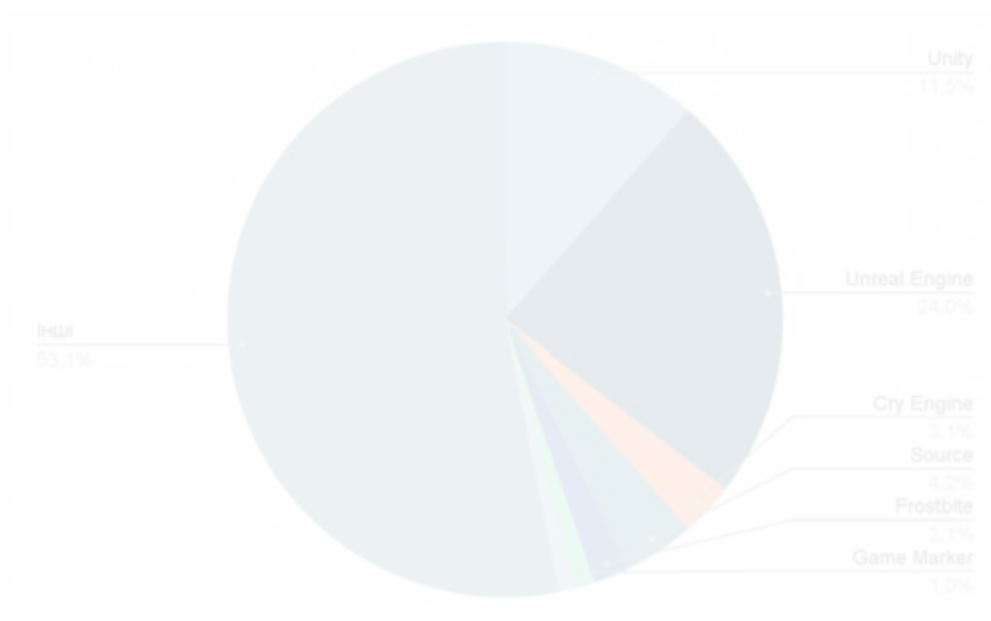
2.3.1 Порівняльний аналіз існуючих середовищ розробки ПЗ з використанням ДР

Візуалізація є одним із найбільш опрацьованих аспектів у реалізації технології доповненої реальності. Для реалізації частини технології доповненої

реальності, пов'язаної з тривимірною візуалізацією, може бути застосовано безліч існуючих рішень. Як один з найбільш низькорівневих варіантів можливе використання безпосередньо OpenGL - специфікацію для написання додатків, що використовують двовимірну та тривимірну комп'ютерну графіку. Вона слугує для розробки тривимірної графіки для більшості мобільних пристроїв. Однак використання потребує занадто багато часу. Також існують різні графічні рушії, що дозволяють розробляти складні програми більш простими засобами. Для відбору декількох рушіїв для їх подальшого порівняння було вирішено використати два рушії які займають найбільшу частку ринку ігор розроблених з використанням ігрових рушіїв. Результати досліджень з популярності рушіїв представлено на діаграмі 2.3 1.

Діаграма 2.3 1

Частка ринку ігор, створених за допомогою ігрових рушіїв у Steam за 2022 рік.



Після проведення аналізу було відібрано два найпопулярніші варіанти таких рушіїв, а саме Unreal Engine з часткою 24% та Unity з часткою в 11.5%. Також при відборі ігрових рушіїв при аналізі ринку рушіїв, важливим є параметр того, чи можливим є використання того чи іншого рушія стороннім розробникам. Тому що, до прикладу такі рушії як Cry Engine чи Frostbite є сильно розвинутими рушіями з широкими можливостями, проте це є закриті комерційні рушії, які були розроблені виключно для внутрішнього використання окремими компаніями.

Після проведення аналізу між двома рушіями, використовуючи статистику по загальній кількості проектів які використовують той чи інший рушій, було виявлено що Unity має значну більшу частку ринку, а саме 64.8% (11310 замовників), ніж Unreal Engine, у якого тільки 35.2% (6147 замовників) [8]. Ці результати будуть використані в подальшому порівнянні.

Надалі будуть наведені короткі відомості про кожен з вищезгаданих рушіїв.

Unity

Unity Technologies, компанія з Сан-Франциско, розробляє ігровий рушій Unity. Цей відносно молодий рушій використовується для розробки ігор на кількох платформах. Unity здобув репутацію зручнішого для початківців і простішого у використанні для мобільних ігор, але його також використовують для вмісту XR, наприклад ігор або навчальних програм. Кілька популярних VR-ігор, як-от Beat Saber та Superhot, були створені на цьому движку, а також більш «традиційні» відеоігри. Незважаючи на те, що Unity молодший за движок Unreal, він зберігає позиції в індустрії розширеної реальності завдяки вбудованій підтримці специфічних для VR функцій. Його також люблять незалежні розробники ігор за його легкість у використанні та багатство функцій,

призначених більше для невеликих команд або навіть індивідуальних розробників. Цей універсальний движок підходить не лише для мобільних платформ, це також є гарним варіантом для розробки кросплатформенних додатків.

Unreal Engine

Цей двигун був розроблений Тімом Суїні, засновником Epic Games. Перша ітерація була випущена в 1998 році і збіглася з випуском Unreal Tournament, FPS (шутер від першої особи). З тих пір і дотепер движок Unreal Engine постійно використовувався для встановлення планки різними способами для ігор та інших технічних демонстрацій. Ще один знаковий момент для Unreal стався з випуском PS5 наприкінці 2020 року. Цей движок постійно розширює межі того, що можна зробити з графікою. На жаль, репутація Unreal призвела до широко поширеної думки, що її можна використовувати лише для надзвичайно складних і високобюджетних проєктів. Epic відходить від цього поняття. Unreal Engine також добре підходить для розробки VR разом з іграми AAA. Це просто вимагає зменшення розміру та вдосконалення замість оптимізації та конвеєрів Unity. Epic також не стягує плату за використання свого двигуна, доки гра не заробить певну суму грошей.

Таблиця 2.3 1

Порівняльний аналіз рушіїв Unity та Unreal Engine

Особливість/критерій	Unity	Unreal Engine
Візуальне програмування (важливий критерій для початківців)	Візуальний скриптинг Unity (раніше Bolt). Доповнює сценарії C#, але з меншою кількістю документації. Легко розширюється.	Blueprint. У центрі уваги документація сценаріїв. Потужний, але віддалений від C++ сценаріїв. Більш складно продовжити.

35

Інтеграції XR	OpenXR, Oculus VR, Steam VR, Vive Wave, UWP for Hololens, Lumin OS for Magic Leap, Pico SDK, WebXR.	OpenXR, Oculus VR, Steam VR, Vive Wave, UWP for Hololens, Lumin OS for Magic Leap, Pico SDK.
Бібліотеки ресурсів	Unity asset store, Sketchfab, Unity Art Engine	Unreal marketplace, Sketchfab, Quixel Bridge
Кількість ресурсів на офіційних бібліотеках ресурсів	Близько 50000 ресурсів (асетів), з яких 31000 це 3Д ресурси.	Близько 10000 ресурсів.
Взаємодії на основі фізики для XR	PhysX, шаблон віртуальної реальності, інші плагіни сторонніх розробників	PhysX \ Chaos, шаблон віртуальної реальності, інші плагіни сторонніх розробників
Доступ до вихідного коду рушія	Доступ лише для читання	Доступ для читання/запису до вихідного коду двигуна (після компіляції зі сховища GitHub).
Можливості візуалізації	Ефективна/помірна якість за замовчуванням. Висока якість досягається більшими зусиллями.	Висока якість за замовчуванням. Продуктивність мобільних пристроїв може погіршитися без оптимізації.
Продуктивність	Менші дистрибутиви за замовчуванням. Менш складні конвеєри візуалізації призводять до меншої кількості вузьких місць у продуктивності.	Більші дистрибутиви за замовчуванням. Продуктивність може погіршитися, якщо неправильні функції залишаються увімкненими для менш потужного обладнання.
Підтримка	Unity має велику спільноту розробників, у	Unreal має меншу спільноту.

36

	разі виникнення проблем, легко знайти когось із подібною проблемою.	
Вартість ліцензії	Початок безкоштовний. 400\$ за одного користувача студії. Роялті відсутні.	Початок безкоштовний. 5% роялті за готові продукти, валовий прибуток яких перевищує 1 мільйон доларів США за весь термін служби продукту.
Цільові галузі	Кросплатформні ігри, розваги, освіта, ігри, віртуальне виробництво.	Ігри, промислове будівництво, медичне обладнання та фармацевтика.
Кросплатформне розгортання	Unity має більш широкую міжплатформенну підтримку, а завдяки конвеєру URP його легко розгортати на кількох платформах без повного перегляду проєктів.	Unreal має крос-платформне розгортання, але це вимагає більше ручного налаштування та знань компіляції програми.

З урахуванням результатів порівняльного аналізу, наведеними в таблиці 2.3. 1, для розробки дипломного проєкту було вирішено використати Unity, в якості середі розробки. Ключовими перевагами, через які було обрано саме Unity наведені в списку нижче.

- Кросплатформеність програм, розроблених за допомогою Unity.
- Краща продуктивність програм, розроблених для мобільних пристроїв.
- Більша кількість ресурсів в офіційних бібліотеках ресурсів. Це важливий аргумент для невеликих компаній, через вартість купівлі різного роду ресурсів.

2.3.2 Аналіз існуючих SDK для реалізації доповненої реальності в мобільних додатках

Комплект для розробки програмного забезпечення доповненої реальності, або AR SDK дозволяє розробникам створювати цифрові об'єкти, які, здається, зливаються з реальним світом. AR SDK має вирішальне значення для будь-якого проекту, який створює програмне забезпечення з використанням технологій ДР. Ці інструменти пропонують такі функції, як відстеження 3D-об'єктів, розпізнавання зображень, візуальний SLAM (одночасна локалізація та зіставлення), множинне відстеження та багато іншого, що дозволяє розробникам створювати цифрові зображення. Інженери ДР можуть використовувати ці SDK для розробки мобільних додатків, різних CAD-платформ, маркетингових заходів та багато іншого. Ці SDK зазвичай призначені для конкретних платформ та обладнання, однак деякі SDK AR можуть підтримуватись у кількох системах, що забезпечує більшу гнучкість.

Хоча деякі SDK AR також мають функціональні можливості для створення програм віртуальної реальності, ці інструменти не слід плутати з SDK VR, які надають розробникам інструменти для створення та тестування програм віртуальної реальності. Крім того, ці інструменти часто можна налаштовувати за допомогою API.

Після огляду ринку інструментів для розробки програмного забезпечення з використанням технології доповненої реальності, було відокремлено список з чотирьох найпопулярніших SDK. Важливим також є той факт, що при огляді інструментів для розробки, на даному етапі не було фільтрування інструментів за типом ОС для якої вони призначені. Це надає можливість порівняти SDK без урахування особливостей тої чи іншої ОС. Надалі будуть розглянуті такі SDK як:

- Apple ARKit

- Google ARCore
- AR Foundation by Unity

Apple ARKit

ARKit можна використовувати для створення додатків з використанням ДР які будуть працювати на пристроях під керуванням операційної системи IOS. Він дозволяє розробникам проектувати та розробляти програми, які розширюють можливості кожного користувача за допомогою безлічі функцій, таких як:

- Виявлення та відстеження 2D - зображень
- Розпізнавання та розміщення 3D - об'єктів
- Виявлення горизонтальної та вертикальної площин
- Трекінг особи
- Стабільне та швидке відстеження руху
- Розрахунок масштабу

Google ARCore

Google ARCore - це один з найпопулярніших SDK для створення програм для смартфонів і планшетів. Важливим також є та особливість, що AR-програми, розроблені з використанням даної SDK, підтримуються не тільки на Android, але і на пристроях на базі iOS, дозволяючи розробляти кросплатформні AR-програми. ARCore заснований на двох елементах: відстеження позиції та розпізнавання об'єктів. Деякі з його видатних особливостей включають:

- Оцінка освітленості у реальному часі
- Точне розміщення віртуальних об'єктів
- Легке відстеження для створення реалістичних об'єктів

- Визначення розміру та розташування вертикальних, горизонтальних та похилих поверхонь
- Відстеження руху відповідно до положення телефону

AR Foundation by Unity

AR Foundation включає базові функції ARKit, ARCore, Magic Leap та HoloLens, а також унікальні функції Unity, дозволяючи створювати повноцінні AR додатки. Це зручно, адже AR Foundation дозволяє використовувати всі функції у рамках єдиного робочого процесу.

Vuforia

Vuforia є одним із найпопулярніших SDK для розробки додатків доповненої реальності, які дозволяють компаніям надавати своїм клієнтам стабільний досвід взаємодії з ДР. Завдяки доступності API через Unity, Vuforia можна використовувати для розробки програм під iOS та Android. Вона також вважається повним SDK з великим набором функцій додатків ДР.

- Ідентифікація та відстеження цільових зображень, текстів англійською мовою та 3D-об'єктів у режимі реального часу
- Розміщення віртуальних об'єктів, таких як 3D-моделі, у реальному середовищі
- Багатоцільові 3D-конфігурації
- Vuforia Engine Area Targets разом з Area Target Generator
- Відскановані Model Targets
- Розширені Model Targets
- Виявлення кількох моделей
- Продовження роботи при зупиненні додатків
- Режим симуляції
- Vuforia Engine Tracking Scale

Після огляду списку найрозповсюдженіших SDK для роботи з технологіями ДР, та враховуючи те що цільовою платформою для розробки проекту було обрано ОС Android, було вирішено використовувати SDK Vuforia.

2.4 Висновки до Розділу 2.

Сучасні інструменти для розробки програмних додатків надають багато можливостей, та шляхів для реалізації програмного додатка. Одним з ключових елементів етапу розробки програмної реалізації проекту є вибір інструментів для розробки, оскільки цей вибір в багатому обумовлює подальший шлях розвитку проекту. В даному розділі було розглянуто основні типи реалізації технології доповненої реальності, та інструменти для її розробки.

Результатом роботи, проведеної в даному розділі можна вважати отримані знання про програмну реалізацію технології доповненої реальності, на основі яких було обрано технічне підґрунтя для подальшої програмної реалізації мобільного додатку з використанням технології ДР, а саме:

- Тип доповненої реальності, який в подальшому буде реалізований.
- Середина розробки.
- Найбільш відповідний до цілей дипломного проектування SDK.
- Цільова платформа (ОС), для якої буде розроблено мобільний додаток.

Розділ III. МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ.

3.1 Загальна структура додатку

Для початку було вирішено створити саму концепцію застосунку, а саме як він повинен працювати. Головна концепція додатку полягає в тому що він повинен сканувати зображення в навчальному посібнику і доповнювати це зображення різного роду матеріалами за допомогою технології доповненої реальності. Тож насамперед потрібно визначитися з типом реалізації доповненої реальності, а саме використовувати маркерну чи без маркерну доповнену реальність. Оскільки програма буде використовувати інформацію отриману саме з навчальних посібників, було вирішено використовувати цю інформацію, а саме зображення та різні символи в якості маркерів, оскільки в такому випадку є змога реалізувати саме маркерний тип доповненої реальності, який є більш продуктивнішим на пристроях користувачів, через те що застосунку доводиться збирати, та обробляти менше інформації з навколишнього середовища. Втім така реалізація застосунку має свої недоліки, а саме, при такій реалізації буде важче розширити цей додаток щоб він міг зображувати різного роду інформацію не спираючись на дані отримані з книжок, тощо. Наприклад, якщо буде потреба відобразити якусь інформацію, наприклад модель Сонячної системи на уроці із астрономії просто посеред класу, для відображення в більшому масштабі, то це буде важко виконати використовуючи саме маркерний тип доповненої реальності.

Наступним кроком потрібно визначитися з загальною структурою проекту, через те що проект буде містити в собі досить велику кількість різноманітних ресурсів, таких як, різноманітні маркери, зображення, відео та фотоматеріали, 3D об'єкти, тощо. Зважаючи на це доцільним є розділити програму на окремі модулі, кожен з яких буде відповідати за свою задачу. Це розділення було вирішено виконати за принципом навчальних дисциплін, які будуть наявні в

42

застосунку. Тобто кожна окрема дисципліна буде являти собою окрему сцену в ігровому рушії Unity. Це рішення значно збільшить продуктивність роботи застосунку, через те що застосунок буде аналізувати інформацію та намагатися знайти відповідний маркер, лише серед тих, які можуть знадобитися користувачу в відповідний момент. Для орієнтації між цими сценами, що для користувача будуть являтися навчальними дисциплінами, було вирішено створити головне меню додатку.

3.2 Підготовка даних

Вкрай важливим питанням при розробці застосунку дипломного проектування є питання підготовки даних. Загалом дані, а саме ресурси та маркери, які будуть використовуватися в додатку, можна розділити на кілька окремих груп, за типом, а саме:

- Фото матеріали
- Відео матеріали
- 3Д ресурси

Наділі буде надано опис процесу підготовки кожного з типу ресурсів.

3.2.1 Підготовка фото матеріалів

Фотоматеріали в даному застосунку в більшості будуть являти собою саме маркери. Це обумовлено тим що маркерами в даному застосунку будуть слугувати різного роду зображення з навчального підручника і немає сенсу замінювати одне зображення іншим.

Для підготовки маркерів було вирішено використовувати зображення з цифрових копій підручників які в подальшому будуть відредаговані наступним чином, в залежності від того наскільки SDK для роботи з технологіями ДР, а саме Vuforia , буде добре розпізнавати оригінальне зображення. У випадках

якщо SDK Vuforia, а саме їх сервіс для створення маркерів не зможе створити маркер використовуючи оригінальне зображення з підручника, у цих зображень буде відредаговано такі параметри як: контрастність та яскравість, тому що ці параметри є вкрай важливими для зображення, при спробі створити з нього маркер для використання з застосунками ДР. В середині розробки Unity представлені у вигляді файлів з розширенням Jpeg, PNG.

3.2.2 Підготовка відеоматеріалів

На відміну від фото матеріалів, відеоматеріали будуть використовуватися вже як об'єкт яким програма буде доповнювати або розміщувати інформацію отриману з маркером. Для реалізації процесу відтворення відеоматеріалу поверх зображення маркеру було вирішено використовувати компонент відеоплеєр з набору стандартних компонентів для розробки, які надаються середою розробкою Unity. Джерелом відео ресурсів було вирішено використати відеохостинг YouTube. Компонент розробки відеоплеєр в Unity надає змогу використовувати відео матеріали які зберігаються в мережі інтернет, та мають відкритий доступ. Це значно зменшить розмір початкового застосунку, через те що застосунок буде зберігати лише посилання на відео, яке в свою чергу буде зберігатися на відкритому ресурсі YouTube . Також при такому методі реалізації автоматично вирішується питання авторських прав, оскільки відео будуть відтворюватися з каналу правовласника, тобто саме даний проект не буде намагатися привласнити собі якимось чином ці матеріали. Проте важливо також зазначити що такий метод реалізації має є відповідні недоліки, а саме для використання таких ресурсів потрібен стабільний доступ до мережі інтернет ,з чим можуть виникнути проблеми у сильно віддалених школах, тощо.

3.2.3 Підготовка 3Д ресурсів

Ситуація з підготовкою 3D ресурсів є найскладнішою з усіх наявних в даному проекті, через те що немає єдиного ресурсу, з якого можна використовувати 3D об'єкти. Це пов'язано з великою різноманітністю 3D об'єктів які будуть використовуватися в застосунку. При розробці даного проекту було використано дві основних бібліотеки ресурсів звідки були залучені 3D ресурси для розробки застосунку. Першим з них є офіційна бібліотека асетів від розробників середовища розробки Unity, яка має в собі велику кількість різноманітних об'єктів не пов'язаних єдиною тематикою. Другим джерелом 3D ресурсів став сервіс 3dwarehouse, який являє собою велику бібліотеку з 3D об'єктами, які були отримані з супутникових знімків. Ці об'єкти здебільшого являють собою 3D об'єкти архітектурних споруд.

Для підготовки 3D ресурсів отриманих з бібліотеки асетів Unity, здебільшого не потрібно ніяких додаткових дій, окрім налаштування масштабу.

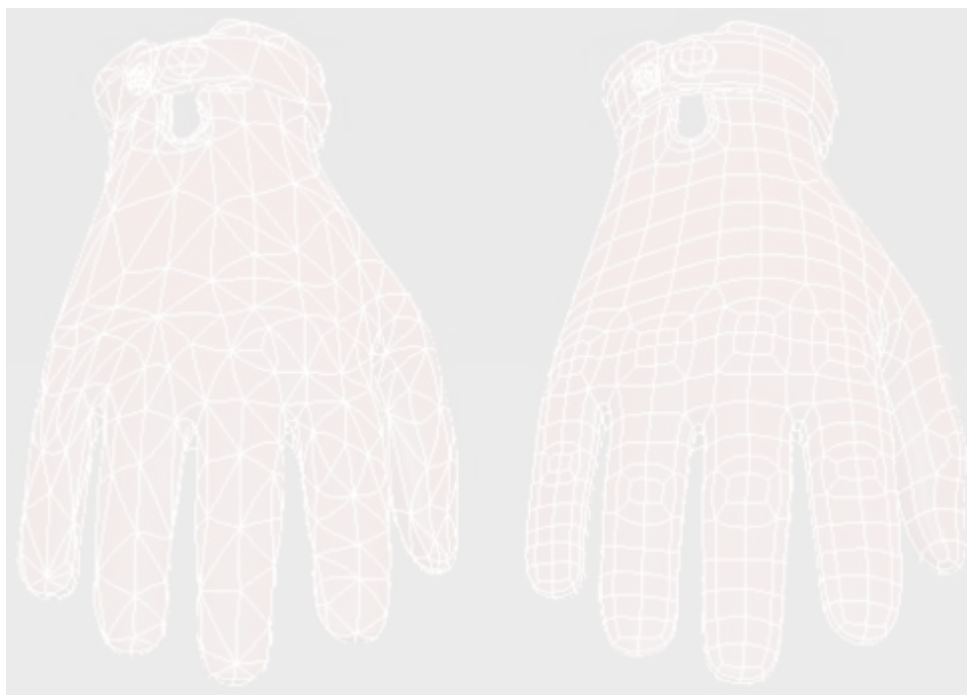
Ресурси отримані з бібліотеки ресурсів 3dwarehouse не можуть бути використані відразу після завантаження. Такі ресурси мають певні недоліки, які є спільними для всіх ресурсів. Першим спільною проблемою є те що на даному ресурсі всі 3D об'єкти зберігаються у зберігаються в спеціальному форматі, для об'єктів створених за допомогою знімків з космосу, або зі звичайної фото зйомки. Для роботи з таким форматом потрібно використовувати спеціалізоване ПЗ, а саме SketchUp. Проте для можливості експорту 3D моделей до іншого формату потрібна розширена версія програми SketchUp, а саме SketchUp Pro.

Наступними проблемами є те що, 3D об'єкти отримані за допомогою знімків мають проблеми з топологією, напрямком нормалей, та текстурованням. Надалі коротко про ці поняття. Меш або сітка - цими термінами називають сукупність вершин, ребер та полігонів, які становлять один 3D об'єкт. Слово меш походить від англійського mesh - осередок мережі. А слово сітка - від англійської wireframe, що перекладається як каркас. Топологія – це те, як саме

полігони формують 3D модель. На малюнку нижче (Рис 3.2 1) зображені дві 3D моделі та їх сітка, тобто топологія. На цьому прикладі видно, що ту саму 3D модель можна описати різною топологією: в даному випадку - неправильною (ліворуч) та правильною (праворуч).

Рис 3.2 1

Приклад правильної, та неправильної топології



Правильна топологія служить двом цілям:

- Правильні деформації під час анімації;
- Використання мінімальної кількості полігонів для опису потрібної форми.

Та друга проблема, окрім топології, це невірний напрямок нормалей. Простими словами, нормаль – це перпендикуляр до поверхні. По ньому графічний рушій визначає, під яким кутом від полігону відбивати світло. Оскільки програми для

46

роботи з 3Д моделями використовують шейдери у яких використовуються двостороння обробка нормалей, їх напрямок був обраний автоматично при створенні. В Unity шейдери використовують односторонню обробку нормалей, через що потрібно вручну їх виставити в правильному напрямку.

І останньою проблемою є проблема з текстурванням. Ці проблеми можуть бути пов'язані з відсутністю частини текстури. Для вирішення такої проблеми, потрібну самостійно доповнити текстуру. Також невірний вигляд текстури на 3Д об'єкті може бути пов'язана з невірною UV розгорткою, через те що вона була створена автоматично. UV-маппінг - це процес перенесення сітки 3D моделі на 2D поверхню для подальшого розфарбовування цієї моделі. UV розгортка це результат отриманий в процесі UV маппінгу (Рис 3.2 2).

Рис 3.2 2

UV розгортка 3Д моделі куба в програмі Blender



Для вирішення всіх вище перерахованих проблем було використано програму для роботи з 3Д моделями - Blender 3D.

Blender — це безкоштовний пакет для створення 3D моделей з відкритим кодом. Він підтримує весь процес створення 3D — моделювання, монтаж, анімацію, симуляцію, рендеринг, композицію та відстеження руху, навіть редагування відео та створення ігор. Досвідчені користувачі використовують API Blender для створення сценаріїв Python, щоб налаштувати програму та створити спеціалізовані інструменти; часто вони включені до майбутніх випусків Blender. Blender добре підходить для окремих осіб і невеликих студій, які отримують переваги від його уніфікованого конвеєра та адаптивного процесу розробки [11].

3.3 Розробка застосунку

Використовуючи комплект Vuforia, відразу стає зрозуміло, що з ним дуже легко працювати, і він має приголомшливі можливості під час створення програми доповненої реальності за допомогою Unity. Фреймворк починається з навчальних посібників, щоб користувачі чітко отримували бали за розробку моделей доповненої реальності. В ньому чітко пояснено процедуру створення програми доповненої реальності за допомогою Vuforia та Unity.

Щоб використовувати та проектувати, розробляти додаток доповненої реальності з unity 3d і vuforia, користувач повинен перейти на платформу Vuforia Developer і створити обліковий запис. Після чого буде можливо перейти до свого облікового запису.

Спочатку користувач повинен отримати ліцензійний ключ, який є унікальним ідентифікатором для обробки розробки додатків в Unity. Для створення ліцензійного ключа, потрібно перейти у розділ “Розробка” та виберіть вкладку “Менеджер ліцензій”. Потім вибрати “Додати ліцензійний ключ” і обрати опцію реєстрації нового ключа. Надалі потрібно ввести назву та

підтвердити умови. Для цього додатка пакет SDK є безкоштовним і перевіряється на розвиток.

Наступним кроком є створення бази даних додатку. Це було виконано в розділі “Розробка”. Після створення бази даних, наступним кроком є додавання завчасно підготовлених зображень-маркерів, в екосистемі SDK vuforia вони мають назву “таргет”. Додавання нових зображень-маркерів в системі Vuforia не є складним процесом, для цього потрібно лише слідувати інструкція, наданими на порталі для розробників. На даному етапі також важливо звертати увагу на те наскільки добре системі vuforia вдається зчитати зображення-маркер, оскільки це буде впливати на стабільність роботи фінального продукту. В разі якщо системі vuforia не вдається перетворити зображення в маркер, для цього потрібно виконати дії з редагування зображення, які були описані в попередніх розділах, а саме підвищити контрастність та яскравість зображення за допомогою програми графічного редактора зображення.

Щоб почати працювати з Unity, необхідно завантажити Vuforia SDK. Після завантаження SDK для початку роботи потрібно лише увести зареєстрований ліцензійний ключ від договору та завантажити базу даних з маркерами створену на порталі для розробників від Vuforia .

Створення головного меню додатку.

Головне меню додатку має вкрай простий вигляд для користувача, та не менш просту його реалізацію. На головному екрані користувач зможе побачити назву програми та декілька кнопок, кожна з яких буде відповідати за окремий навчальний предмет. Після натискання на кнопку програма буде виконувати зміну сцени, тим самим переходячи до якогось з предметів.

Для створення головного меню додатку не було використано ніяких додаткових ресурсів, таких як, розширення, або плагіни для середи розробки

Unity. При створенні меню використовувалися стандартні графічні елементи від Unity, а саме кнопки, написи тощо. Також для реалізації функціоналу головного меню було створено скрипт мовою C#, який буде наведено нижче (Листінг 3.3 1)

Листінг 3.3 1

Функція для відкриття дисципліни

```
public class MenuItem_ChangeScene : MonoBehaviour
{
    public string SceneToOpen;
    public void PerformCommand()
    {
        if (SceneToOpen == null)
        {
            Debug.LogError("MenuItem; SceneToOpen is null");
            return;
        }
        SceneManager.LoadScene(SceneToOpen);
    }
}
```

Створення сцен для кожного з навчальних предметів.

Створення сцен для кожного з навчальних предметів завдяки простоті SDK Vuforia є досить простим процесом. Першочергово після створення нової сцени потрібно замінити стандартну камеру від Unity на камеру від Vuforia, потім ввести певні налаштування в цю камеру, які залежать від того на яку цільову платформу розрахований фінальний продукт. Після створення камери потрібно перенести до сцени всі зображення-маркери які будуть

50

використовуватися під час навчання цього навчального предмету, та відповідні ресурси, такі як фото або відео матеріали, та 3D об'єкти. Важливим також є етап налаштування освітлення сцени, оскільки різні 3D об'єкти потребують різного освітлення, тіней, можливо певних налаштувань шейдерів для їх матеріалів тощо. Після додавання маркерів та ресурсів які будуть доповнювати цей маркер важливим є етап тестування, оскільки як вже було сказано, для різних 3D об'єктів можуть знадобитися різні типи освітлення. Тестування додатку може бути виконане без повної компіляції програми та встановлення її на будь-якому смартфоні, замість цього тестування можна виконати прямо знаходячись у середі розробки Unity, підключивши камеру до комп'ютера, ноутбука, та провести тестування в режимі реального часу.

3.4 Висновки до Розділу 3

Етап моделювання системи, та як її складових програмних додатків, є над важливим етапом в розробці будь-якої системи, оскільки проведення саме цього процесу визначає подальший розвиток проекту, та ефективність процесу розробки. Моделювання систем та програмних додатків розділена на декілька етапів на кожному з яких предметна область набуває все більшої чіткості та деталізації, відповідно до програмної реалізації проекту. Також перед програмною реалізацією було проведено етап підготовки даних, який в даному проекті є не менш важливим, ніж моделювання, чи програмна реалізація.

Також на даному етапі виконання дипломного проекту було проведено програмну реалізацію мобільного додатку з урахуванням усіх даних, отриманих на попередніх етапах.

Результатом роботи в даному розділі можна вважати проведення успішного моделювання програмного додатку та подальша його програмна реалізація.

Загальні Висновки

У магістерській роботі було розглянуто розробку програмного забезпечення навчального призначення з використанням технологій доповненої реальності.

Результатом виконаної роботи є отримані дані різноманітних досліджень предметної області, та розроблений мобільний додаток з використанням технологій доповненої реальності навчального призначення, розроблений з урахуванням результатів проведених досліджень. Головною задачею розробленого мобільного додатку є доповнення інформації, наданої в навчальних посібниках, за допомогою технологій доповненої реальності, що має підвищити ефективність навчання, згідно наведених в роботі досліджень.

Розроблений мобільний додаток дозволяє не лише збільшити ефективність навчання, за рахунок нових технологій, а саме технологій доповненої реальності, а й покращити рівень цифровізації сфери освіти, що є одним з напрямків розвитку освіти в Україні.

Необхідно також відмітити, що завдяки проведеним дослідженням предметної області, наведеним у даній роботі, було створено саме такий мобільний додаток, який є актуальним саме для України. Для підвищення актуальності розробляемого додатку були проведені такі дослідження як:

- Дослідження з ефективності навчання з залученням технологій ДР відповідно до вікових груп
- Визначення групи навчальних дисциплін, при вивченні яких використання технологій ДР є продуктивнішим.
- Визначення ринку поширення операційних систем в Україні для визначення цільової оперативної системи.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

52

- Узагальнено поняття, види та складові елементи програмного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності.
- Проаналізовано можливі області застосування технологій доповненої реальності у сфері освіти.
- Проаналізовано сучасні інструменти розробки програмного забезпечення з використанням технологій ДР.
- Виокремлено та проаналізувати методи донесення інформації за допомогою технологій ДР, які будуть використані в застосунку, розробленому під час дипломного проекту.
- Змодельовано застосунок, та виділено окремі елементи, такі як окремі модулі, тощо.
- Виконано програмну реалізацію системи.

Загалом проблему дипломного проектування можна вважати успішно вирішеною, оскільки всі цілі та завдання які були поставлені на початку дипломного моделювання були успішно виконані.

Matches

Internet sources

6

1	https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas	0.58%
2	https://xrbootcamp.com/unity-vs-unreal-engine-for-xr-development	0.54%
3	https://jak.koshachek.com/articles/topologija-retopologija-mesh-sitka-3d-slovník.html	0.52%
4	https://innaterletska.blogspot.com/p/blog-page_9.html	0.17%
6	https://arbook.info/osvita/vyznachennya-efektyvnosti-uroku-z-vykorystannyam-suchasnyh-tehnologij	0.12%
7	https://er.ucu.edu.ua/bitstream/handle/1/2272/Toroptsev_Osoblyvosti%20seksualnoi%20povedinky.pdf?sequence=1	0.11%

Library sources

1

5	Student submission File ID: 1013158457 Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University	0.13%
---	---	-------

Quotes

Quotes

1

1 LoadScene(SceneToOpen); } } Створення сцен для кожного з навчальних предметів.

Exclusions

Internet exclusions

2

<https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

0.1%

<http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6091/14.pdf?sequence=1>

0.09%

Library exclusions

2

Student submission File ID: 1013096591 Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University

0.09%

Student submission File ID: 1013238733 Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University

0.09%