

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
Факультет інформатики
Кафедра інформатики

Курсова робота

освітній ступінь – бакалавр

на тему: **«Огляд основних інструментів та специфік розробки застосунків
віртуальної реальності »**

Виконав: студент 4-го року навчання,

Спеціальності

122-Комп'ютерні Науки

Студента Гайворонського Романа

Вячеславовича

Керівник Бабич Т.А., _____

магістр комп'ютерних наук, асистент

«_____» _____ 20____ р.

Київ – 2021

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Факультет інформатики

Кафедра інформатики

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 122-Комп'ютерні Науки

Освітня програма бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інформатики

Гороховський С. С.

“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

ДЛЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гайворонського Романа Вячеславовича

1. Тема роботи **«Огляд основних інструментів та специфік розробки застосунків віртуальної реальності»**, керівник роботи Бабич Трохим Анатолійович, магістр комп'ютерних наук, асистент
2. Строк подання студентом роботи 24.05
3. План роботи

Анотація

Вступ

Розділ 1. Дослідження та аналіз предметної області

1.1. Загальна інформація

1.2. Направленність VR застосунків

1.2.1 Ігри

1.2.2 Маркетинг

1.2.3 Освіта

1.2.4 Соціальні

1.2.5 Медицина

1.3. Види VR систем

1.3.1 Desktop VR

1.3.2 Standalone VR

1.3.3 Smartphone VR

1.4. Движки

1.4.1 Unity

1.4.2 Unreal Engine

1.4.3 Cry Engine, Godot, Amazon Lumberyard

1.5. Особливості VR розробки

1.5.1 3DOF і 6DOF VR

1.5.2 Переміщення

1.5.3 Фізична взаємодія

1.6. SDK

1.6.1 Oculus SDK

1.6.2 OpenVR SDK

1.6.2 Google VR SDK

Висновки

Зміст

Вступ	1
Розділ 1. Дослідження та аналіз предметної області	2
1.1. Загальна інформація	2
1.2. Види VR застосунків	5
<u>1.2.1</u> Ігри	6
<u>1.2.1</u> Маркетинг	7
<u>1.2.1</u> Освіта	8
<u>1.2.1</u> Соціальні	9
<u>1.2.1</u> Медицина	10
1.3. Види VR систем	11
<u>1.3.1</u> DesktopVR	12
<u>1.3.2</u> Standalone VR	13
<u>1.3.3</u> Smartphone VR	15
1.4. Рушії	16
<u>1.4.1</u> Unity	16
<u>1.4.2</u> Unreal Engine	17
<u>1.4.3</u> Cry Engine, Godot, Amazon Lumberyard	19
1.4. Особливості VR розробки	20
<u>1.5.1</u> 3DOF і 6DOF VR	20
<u>1.5.3</u> Фізична взаємодія	25
1.6. SDK	26
<u>1.6.1</u> Oculus SDK	27
<u>1.6.2</u> OpenVR SDK	28

1.6.3 Google VR SDK	29
Список використаних джерел	31
Додатки	32

Вступ

Віртуальна реальність (VR) – це в основному нова технологія занурення від “кінця до кінця”, від створення контенту, редагування, закодовування, написання коду та розповсюдження, до візуалізації на Head Mounted Display (HMD). Ця технологія має багато суттєвих відмінностей порівняно з попередніми споживчими розважальними технологіями, такими як телебачення, кіно або потокове відео. В 2017 році VR з’явився у так називаємому Gartner Hype Cycle[<https://www.xrtoday.com/virtual-reality/examining-the-gartner-hype-cycle-for-vr-technology/>], методології створенню щоб представити зрілість, прийняття та соціальне застосування конкретних технологій. Було передбачено, що через 5 років дана технологія вийде на «плато продуктивності» – місце, де технології знаходяться на етапі сяйві масового впровадження. Відтоді віртуальна реальність зникла з радарів Gartner, а це означає, що вона стала достатньо зрілою, щоб більше не вважатися технологією, що розвивається. Процес розробки застосунків та пристроїв під віртуальну реальність вже отримав стандарти від міжнародних організацій. Ці рекомендації та стандарти походять від багатьох різних організацій, включаючи VRIF, IEEE, VESA, та інших[<https://ieeivr.org/2022/>]. Наразі, основні движки, що використовуються для розробки, підтримують шаблони, налаштування та бібліотеки для VR застосунків «з коробки», тобто не потрібно встановлювати зовнішні плагіни, а все необхідне вже знаходиться в екосистемі середовища розробки, і потребує лише підлаштування під специфіку конкретного проекту. Однак, з іншого боку, велика кількість особливостей ще знаходяться у експериментальній стадії, і не існує єдино вірного шляху розробки. В даному папері описані основні інструменти, проблеми, та специфіка розробки під системи віртуальної реальності.

Розділ 1. Дослідження та аналіз предметної області

1.1. Загальна інформація

На базовому рівні, розробка будь якого VR програмного застосунку не відрізняється від розробки стандартного 3D застосунку. Потрібен рушій що підтримує 3D розробку, потрібні асети, об'єкти що будуть наповнювати простір, звуковий супровід, сцени для угруповання об'єктів та подій, код що буде прораховувати взаємодію світу та користувача, та система що визначає шляхи взаємодії клієнта або гравця з застосунком.

Однак, існують особливості, що можуть як відкривати нові можливості для розробників, як, наприклад, віртуальні контролери у 3D просторі якими користувач має змогу взаємодіяти зі світом, так і певні обмеження, які визначені технологічними та фізичними лімітами технологій, так і принципи дизайну VR простору, які поступово стали стандартами, завдяки емпіричним методам. Під час першої хвилі ігор VR багато розробників просто взяли популярні існуючі концепції та переклали їх для VR. Але час довів, що віртуальній реальності потрібні ідеї з урахуванням її сильних сторін. «Вам потрібно визначити, у чому медіум (VR простір) добре підходить, і що збігається з вашою ідеєю застосунку», — каже Денні Булла, співзасновник і директор ігор розробника Moss Polyarc [<https://www.gamesindustry.biz/articles/2020-04-01-the-best-practices-and-design-principles-of-vr-development>]. Таким чином, одним з принципів розробки під VR є принцип інтерактивності: якщо щось виглядає інтерактивним, воно має таким бути. Наприклад, якщо існує панель з кнопками — користувач потрібен мати змогу натискати на них.

Ще однією з багатьох особливостей можна назвати підхід до різних способів переміщення в VR. Те, як розробник збирається дозволити гравцеві рухатися, має вирішальне значення для досвіду VR. Це, в першу

чергу пов'язано саме з принциповою різницею VR медіуму від звичайного. Наш мозок сприймає віртуальну реальність максимально близько до звичайного сприйняття реального світу. Саме тому VR може викликати ефект заколисування, це пов'язано з невідповідністю зорової рецепції та інформації від інших органів чуття. Візуально наш мізок реєструє переміщення у просторі, проте вестибулярна система не відчуває подібного.

За експериментами проведеними в Колумбійському Університеті серед 30 людей 83% відчули ефект заколисування в віртуальній реальності

[<https://www.engineering.columbia.edu/news/fighting-virtual-reality-sickness>].

Також, був створений «індекс комфорту» застосунків VR, та були визначені основні фактори що впливають на це. Даний індекс зараз є обов'язковим для застосунків на другому за обсягом продаж торговому майданчику VR – Oculus Store.

Також, ігри і застосунки що створюються для віртуальної реальності завжди є набагато більш вимогливими до апаратної системи.

Найвпливовіший фактор – необхідність рендеру картинки для двох очей, для створення ефекту трьохвимірного простору, і той фактор що дисплей знаходиться на малій відстані від користувача, потребує більшої роздільної здатності від пристрою.

In order to show VR image equivalent to:	You must transmit as much data as would be required by:
480p SD (VGA or 640 x 480)	1080p FHD (1920 x 1080)
720p HD	1440p QuadHD (2560 x 1440)
Full HD (1920 x 1080)	4K/UHD-1 (3840 x 2160)
4K/UHD-1 (3840 x 2160)	8K/UHD-2 (7680 x 4320)

Друга причина – необхідність високої частоти розгортки, що зменшує ефект заколисування. Мінімальним прийнятним стандартом зараз є розподільна здатність 2160 x 1200, та 90 герцовий дисплей.

Через зазначений вище фактор, наявність росповсюдженість повноцінних AAA ігр на ринку низька. Лише в останні декілька років, для студії стало можливим знайти інвесторів на проекти з великим бюджетом. Водночас з анонсом Metaverse, від компанії Facebook, випуском нового покоління автономних шоломів віртуальної реальності та постійно зростаючим ринком VR індустрії, капіталізація досягла показника в 21.8 мільярда доларів у 2021 році. Проведений GrandViewForecast ринковий прогноз очікує зростання капіталізації до 87 мільярдів до 2030 року[<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>]. В 2022 році очікується реліз більш ніж 20 проектів середнього розміру, та 3 проектів рівня AAA.

Через зазначені вище фактори як технологічного, так і фізіологічного характеру, необхідно розуміти специфіку та визначальні фактори дизайну розробки віртуальних застосунків.

1.2. Види VR застосунків

Існує п'ять основних видів VR застосунків, під які можливо класифікувати майже всі створені програми. При розробці потрібно правильно визначити націленість проекту, через те що аудиторія певних видів застосунків майже не перетинається, не дивлячись на спільних для всіх медіум у вигляді шолому віртуальної реальності.

1.2.1 Ігри

Більшість людей знайомляться з віртуальною реальністю через відеоігри. Незважаючи на вражаючу ціну (популярні гарнітури коштують від \$299 до \$999), ігри VR залишаються найдоступнішим способом для споживачів відчувати цю технологію. Попит великий, а пропозиція не відстає. Steam, найбільший ринок ігор для ПК, повідомляє про зростання продажів VR ігор на 32% у порівнянні з минулим роком [<https://store.steampowered.com/news/group/4145017/view/2961646623386540826>]. Згідно з його щомісячним звітом, майже 2 відсотки клієнтів Steam мають гарнітуру віртуальної реальності, що становить близько 2,4 мільйона активних щомісячних користувачів сервісу. У 2020 році, який був прибутковим для ігор загалом, 1,7 мільйона людей приєдналися до платформи SteamVR, і загальний час гри зріс на колосальні 30 відсотків за рік.

1.2.1 Маркетинг

Симуляції клієнтського досвіду, демонстрації продуктів, веселі експерименти з туманним відношенням до компанії — найпоширеніші приклади використання VR в рекламі. Здебільшого це разові кампанії, спрямовані на створення галасу навколо бренду, захоплення клієнтів і надання їм можливості спробувати продукт у дещо гейміфікованій манері.

Ви можете використовувати VR, щоб запропонувати цифровий досвід замість фізичного, який може рекламувати продукти та послуги. Окрім просування існуючих продуктів, ви також можете використовувати VR для демонстрації розвитку. Наприклад компанія McDonalds зареєструвала торгову марку «віртуального ресторану» у всесвіті Metaverse.[
<https://www.forbes.com/sites/masonbissada/2022/02/09/mcdonalds-files-trademark-for-metaverse-based-virtual-restaurant/>]

1.2.1 Освіта

Одним із найпоширеніших та найефективніших способів використання віртуальної реальності в освіті є класи віртуальної реальності або класи з зануренням. Імерсивний клас — це навчальна кімната, в якій зображення проєктуються на внутрішні стіни кімнати. Це створює віртуальне середовище в класі. За дослідженнями було показано, що використання технологій віртуальної реальності підвищує залучення студентів і зосередитися, тоді як захоплююче та інтерактивне середовище спонукає студентів стати активнішими. Нарешті, здатність візуалізувати абстрактні поняття або моделювати і переживати рідкі або небезпечних ситуацій значно збагачує можливості, які студенти можуть досліджувати під час уроку [https://www.westpoint.edu/sites/default/files/inline-images/centers_research/center_for_teching_excellence/PDFs/mtp_project_papers/Boyles_17.pdf].

Наприклад, армія США просить оборонну промисловість розробити та створити технології віртуальної реальності (VR) для підтримки моделювання піхоти наступного покоління та репетицій місій. [<https://www.thedefensepost.com/2022/04/08/us-army-tech-simulation/>].

1.2.1 Соціальні

Віртуальні місця для спілкування з друзями або співпраці з віддаленими товаришами по команді були популярними ще до того, як Марк Цукерберг оголосив про своє відкриття Metaverse. Наприклад, платформа The Wild дозволяє дизайнерам і архітекторам візуалізувати і ділитися концепціями, таким чином повністю трансформуючи процеси створення прототипів і презентацій. Результати наукової роботи студентів *Frontiers in Psychology* зазначають що: прямий вплив залучення у VR соціальні активності на благополуччя був значним, і індекс поміркованого посередництва, що включає депресію, самооцінку та соціальні зв'язки, був позитивним [<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.753019/full>]. За 2021 рік, гра з найбільшою кількістю одночасних гравців на торговому майданчику Steam є VRChat, соціальний застосунок для користувачів зі всього світу з можливістю створювати свої світи та спілкуватися з користувачами VR, PC, та мобільних пристроїв [<https://steamdb.info/graph/?tagid=21978>].

1.2.1 Медицина

Варіанти використання віртуальної реальності в галузі охорони здоров'я надзвичайно широкі: від навчання, яке може підвищити залучення пацієнтів і дотримання медицини, до навчання лікарів та симуляції хірургії. Але деякі з найцікавіших прикладів пов'язані з допомогою людям впоратися з душевним і фізичним болем. Монографія 2022 року від Сильвії Байкач та Земовіта Островського розглядає підходи лікування синдрому одностороннього просторового ігнорування за допомогою технологій віртуальної реальності. Використання віртуальної реальності при лікуванні синдрому ігнорування може бути корисним у багатьох відношеннях.

На відміну від звичайних методів діагностики, методи VR дозволяють терапевтам контролювати поведінку пацієнта в динамічній діяльності, що включає багато органів чуття одночасно. Прикладом може бути симуляція водіння автомобіля або прогулянки в парку. Перевага методів VR є також можливість запису руху очних яблук, кінцівок і голови, а також реєстрація та аналіз реакції пацієнта на подразники. Це може значно полегшити реабілітацію, оскільки потім можна адаптувати додаток VR пацієнта та до ступеня його інвалідності.

Іншим успішним прикладом є використання VR-терапії для зняття болю, яка може стати безпечнішою альтернативою опіоїдів. У 2021 році FDA дозволило маркетинг EaseVRx, гарнітури для пацієнтів, які відчувають хронічний біль у попереку, яка має програми для розслаблення та відволікання болю. Полегшення болю від опікової рани, болю під час щоденної зміни пов'язки та болю при пологах є однією з найбільш обговорюваних тем у сфері медичної віртуальної реальності [<https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-authorizes-marketing-virtual-reality-system-chronic-pain-reduction>].

1.3. Види VR систем

Доступні різні типи гарнітур віртуальної реальності, щоб відчутти спектр доступних можливостей віртуальної реальності. Деякі вимагають приєднаного з'єднання з ПК, інші – повністю автономні з вбудованою обчислювальною потужністю, а інші використовують смартфон. Кожен тип має свої плюси і мінуси, і щонаймеш ці типи відрізняються видами взаємодії користувача з застосунком. Нижче розглянуто три основних види систем віртуальної реальності, та їх особливості.

1.3.1. Desktop VR

Desktop VR означає, що гарнітура фізично під'єднана до комп'ютера за допомогою кабелів, таких як HDMI та/або USB. Сама гарнітура не робить розрахунків, та не є комп'ютером. Очевидно, що для того щоб така гарнітура могла працювати, необхідна апаратна складова у вигляді персонального комп'ютера на якому і буде запущений застосунок. З однієї сторони, такі системи можуть підтримувати набагато більш потребуючі застосунки через потенціально вищі розрахункові можливості ПК. З іншого боку, це сильно обмежує користувача, як з економічної сторони, так і тим фактом що він не може відійти від комп'ютера на велику відстань.

Прив'язані гарнітури віртуальної реальності зараз набагато більш захоплюючі, ніж інші типи віртуальної реальності, завдяки високоякісному досвіду, який вони можуть надати. Незважаючи на те що зараз з'являються модифікації що дозволяють замінити фізичне підключення на передачу даних за стандартом WIFI 6, що надають можливості дистанційної роботи з малою затримкою, основний фактор класифікації даної системи є саме залежність від зовнішнього комп'ютера, який надсилає дані на дисплей гарнітури як і на звичайний дисплей [<https://www.roadtovr.com/qualcomm-wifi-6e-fastconnect-vr-streaming-latency/>].

Прикладами таких гарнітур є HTC Vive, Oculus Rift S та Valve Index. Стандартний PC VR складається з трьох основних компонент – два контролери, гарнітура, та інфрачервоні камери для реєстрації місцезнаходження пристроїв у просторі. Популярною девіацією від цього стандарту є заміна статичних камер на 4-8 камер на самій гарнітурі, що виконують ту ж саму роль.

1.3.2 Standalone VR

Ця категорія гарнітурів вимагає найменшої зовнішньої взаємодії; автономні гарнітури підключаються і працюють без роз'єму. Окрім заряджання акумулятора та, можливо, створення облікового запису для доступу до певних платформ VR, автономні гарнітури VR не потребують нічого іншого від користувача. Дійсно, автономні гарнітури VR мають вбудовані процесори, датчики, батареї, пам'ять і дисплеї, тому вони не вимагають підключення до ПК чи смартфона. Оскільки вони бездротові, користувачам не потрібно обмежуватися лише своїм фізичним простором.

Однак різні важливі технологічні компанії, такі як Google, Facebook і HTC, здається, зосереджують все більше зусиль на цій категорії VR. Справді, майбутнє за бездротовою, але потужною віртуальною реальністю, а не за прив'язаними гарнітурами VR. У якийсь момент ці категорії стануть більш домінуючими у віртуальній реальності, оскільки вони більш доступні та динамічні.

Громадськість схильна думати, що гарнітури віртуальної реальності «все в одному» набагато менш потужні, ніж гарнітури для ПК. Вони пропонують більш низьку якість графіки та нижчу частоту оновлення[<https://virtualrealitybrisbane.com/how-powerful-oculus-quest-2-comparison-with-the-quest-go-the-pc-and-consoles/>]. Безперечно, це один із основних мінусів standalone гарнітур, проте, є і опосередкованою перевагою водночас.

По перше, такі лімітації створюють певний стандарт вимог до розробника. На відміну від розробки під Desktop VR, у розробників є впевненість що певна гарнітура буде показувати необхідну швидкість у застосунку, так як розрахункові можливості не залежать від стороннього комп'ютера, і предетермінові. По перше, архітектура мобільних

процесорів та інтегрованою відеокарти у standalone гарнітур спрямованна на максимальну оптимізацію швидкодії віртуальних програм, що привело до створення стандартних SDK для розробки під Oculus та Vive.

1.3.3 Smartphone VR

Гарнітури віртуальної реальності для смартфонів (він же мобільний VR) включають кілька відомих брендів у сфері VR, таких як Samsung Gear, Google Daydream і Pansonite HMD. Крім того, існують сотні інших менш відомих мобільних VR-гарнітур, VR-окулярів і портативних засобів перегляду VR, більшість з яких засновані на платформі Google Cardboard. Смартфон VR пропонує відносно легке та мінімальне введення у віртуальну реальність. Ці пристрої в основному сумісні з більшістю смартфонів Android і iPhone, якщо вони поміщаються в гарнітуру VR. Цей тип віртуальної реальності вважається низькотехнологічним і урізаним.

Існує два основних типи пристроїв, щоб відчутися віртуальну реальність за допомогою смартфона: портативні пристрої для перегляду віртуальної реальності: ці базові пристрої віртуальної реальності не мають ременів на голові, тому віртуальна реальність відтворюється через мобільний пристрій, який під'єднано до засобу перегляду VR та піднесено до очей користувачів.

Пересувні мобільні VR HMD: зі смартфоном, вставленим у гарнітуру, ці пристрої пропонують кріплення на голові в різних формах, що створює більш комфортний досвід VR. Крім того, ці гарнітури пропонують додаткові функції для покращення досвіду користувачів VR.

1.4. Рушії

1.4.1 Unity

Ігровий рушій Unity вважається основним інструментом для сучасної розробки. Він підтримує усі необхідні вхідні формати з таких програм для 3D моделювання як Cinema4D, 3D Max, Maya, та інші. Він використовує C# – об'єктно-орієнтовану мову сценаріїв – для написання команд для ігрових об'єктів та загальної логіки вашого віртуального світу. Модульна система та зручність Unity дозволяють швидко розробити прототип ідеї. У ньому вже є такі функції, як редагування перетягуванням, шейдери, анімація та інші системи, які дозволяють зануритися безпосередньо в розробку гри. Графічний інтерфейс редактора дуже потужний та інтуїтивно зрозумілий. Це дозволяє призупинити ігровий процес і маніпулювати сценою в будь-який момент, а також прогресувати ігровий процес кадр за кадром. Він також має потужне управління активами та перевірку атрибутів [<https://www.juegostudio.com/blog/why-is-unity-3d-popular-for-games-and-vr-development>].

З іншого боку, є і фактори які вважаються недоліками при виборі Unity як основного рушія гри: Unity побудований на Mono і C#, і збірник сміття може вплинути на продуктивність або викликати проблеми швидкодії, Unity3D — це приватний ігровий движок із закритим кодом. Він просить гроші за такі функції, як базова підтримка контролю версій (якщо у вас більше 3 розробників, інакше це безкоштовно), орієнтованість на ринок платних асетів та скриптів для розробки, та інші.

Щоб почати розробку VR, Unity рекомендує використовувати XR Management для завантаження та керування пакетами SDK цільової платформи. Основні дві платформи які взаємно підтримуються на Unity це Oculus і OpenXR.

1.4.2 Unreal Engine

Другим на черзі після Unity є Unreal Engine. Цей інструмент використовує мову C++, яка вважається складнішою, ніж C# або Java, і вимагає певних знань програмування на C++ перед початком роботи. Існує також альтернативний метод написання сценаріїв під назвою Blueprints Visual Scripting, який дозволяє дизайнерам і програмістам працювати разом, використовуючи той самий набір інструментів. Це більш складний і витончений інструмент порівняно з Unity, який скомпрометований кращою продуктивністю та, можливо, найбільш реалістичними візуальними ефектами серед інших рушіїв. Серед переваг варто зазначити: UE4 надає повний доступ до вихідного коду C++, що дозволяє редагувати та оновлювати будь-що в системі. Перекомпіляція всієї гри для перевірки невеликих змін займає багато часу. UE4 швидко компілюється за секунди замість хвилин, покращуючи час ітерації на порядок, на відміну від Unity.

Варто відмітити, що основним недоліком UE вважається набагато менша кількість документації коду, порівняно з Unity, документація більшості класів та інструментів автогенерована з вихідного коду.

Для організацій, які хочуть розробляти VR-контент, однією з найбільших переваг UE4 є його редактор у VR. Редактор у VR дозволяє отримати доступ до меню браузера вмісту та вносити зміни, не виходячи з віртуального середовища. Це безцінний інструмент, який допомагає відкорегувати та налаштувати ваше середовище в режимі реального часу

Наступні платформи випустили середовища виконання OpenXR і наразі підтримуються в Unreal Engine:

- Windows Mixed Reality
- HoloLens 2

- Oculus
- SteamVR

Порівнюючи два основних конкурента ігрових рушіїв на поточному ринку, можна зробити наступний висновок. Як згадувалося раніше, Unity є хорошим вибором, якщо ваші потреби відносно скромні, як у заглибленні, так і в обчислювальній потужності. Завдяки потужній мобільній базі Unity є хорошим вибором, якщо ціль розробки є Smartphone VR, або Standalone VR.

З іншого боку, якщо ціль це великий проект з потребами у високому рівні візуального супровіду у віртуальній реальності, UE4 предстає більш перспективним кандидатом. Завдяки своїм корінням C++ він пропонує рівень продуктивності, з яким Unity не може зрівнятися, не кажучи вже про неперевершений контроль завдяки повному доступу до вихідного коду. Це означає, що, хоча Unity може бути орієнтований на мобільну, легку віртуальну реальність з коробки, UE4 пропонує кращу масштабованість — від найбільших VR-проектів до найменших, настільних і мобільних. Крім того, хоча UE4 іноді має репутацію складного для навчання, багато розробників вважають його підхід більш логічним, ніж Unity.

1.4.3 Cry Engine, Godot, Amazon Lumberyard

Також, існують рушії другого ешлону, які не так широко розповсюджені як Unity чи Unreal Engine, проте надають можливості які можуть зацікавити потенційних розробників. Сумарно, дані рушії (див. Додаток 1) займають менше 20% відсотків ринку, і більшість проектів є експериментальними, та не надають повноцінний VR досвід від відомих студій. Серед таких рушіїв варто відмітити три: Cry Engine від Crytek, Lumberyard створений компанією Amazon, та націлений на швидкість розробки та зручність користування для нових користувачів, та Godot що є за певними опитуваннями найулюбленішим рушієм для розробки 2D ігор.

Незважаючи на наявність особливостей які можуть привабити розробників віртуальних застосунків, за сукупною оцінкою вони програють Unity та Unreal Engine, через малу розповсюдженість, особливості мов програмування, менші загальні можливості та експериментальні стадії розробки самого рушія. Варто зазначити, що і Oculus SDK та OpenVR SDK не мають нативної підтримки більшості з рушіїв другого ешлону, що є критичним при розробці під ці системи.

1.4. Особливості VR розробки

1.5.1 3DOF і 6DOF VR

У віртуальній реальності DoF є загальним терміном, який означає ступені вільного руху. Число перед ним означає, скільки різних осей відстежується. Це важливо, коли вирішуєте, який вид застосунку під VR планується в розробку. Ліміти DoF першочергово встановлюються самою гарнітурою віртуальної реальності, наприклад Oculus Go підтримує лише 3 DoF, а Oculus Quest 2 – 6. Водночас, штучне обмеження степенів вільного руху є визначальним фактором при розробці.

Одна з ключових концепцій, яку потрібно зрозуміти, — це різниця між 3 ступенями свободи (3DOF) VR і 6 ступенями свободи (6DOF) VR. У 3DOF VR точка огляду фіксується розробником, і кінцевий користувач може змінювати лише напрямок точки зору. Система реагує на кутовий рух голови користувача під час крену, тангажу та ризання, а не за x-y-z. Термін 360° відео іноді використовується як синонім із 3DOF VR. Якщо є різниця між 3DOF VR і 360° відео, це походить від того факту, що VR зазвичай дозволяє глядачеві взаємодіяти з його візуальним середовищем, тоді як у 360° відео все, що глядач може зробити, це подивитися на різні частини попереднього запрограмоване відео.

Для 6DOF VR кінцевий користувач може керувати не тільки трьома кутовими вимірами напрямку точки огляду, але може керувати трьома просторовими вимірами (x, y і z) самого положення точки огляду, надаючи 6 степенів свободи. Знову ж таки, це може бути 2D або 3D, і звук повинен виходити з правильного напрямку та правильного положення. Якщо, наприклад, ви проходите повз нерухомий автомобіль із працюючим двигуном, не повертаючи голови, напрямок звуку все одно має змінитися, спочатку спереду, потім поруч, а потім позаду вас.

Наведений варіант є набагато складнішою проблемою з точки зору створення контенту, і більшість VR-контенту наразі є 3DOF. 6DOF VR зазвичай переглядається на Desktop VR гарнітурі, та більш сучасних Standalone VR системах. HMD на основі смартфонів зазвичай не використовуються, оскільки процесор смартфона зазвичай не має достатньої потужності обробки для створення високоякісного 6DOF.

1.5.2 Види переміщення

Проаналізувавши роботу Стівена М. Лавелля «Рух у реальному і віртуальних світах»[<http://vr.cs.uiuc.edu/vrch8.pdf>] можна зробити висновки що створення системи руху у віртуальному світі активно корелює з досвідом користувачів. За висновками роботи зроблені висновки по впливу різних факторів системи руху на вестибулярну систему гравця, та спосіб пошуку оптимальних коефіцієнтів для створення найбільш комфортного досвіду гравця. В розробці віртуальних додатків вже укріпилися принципіальні види систем руху, які, на сьогоднішній день, представлені у переважній більшості застосунків (див. Додаток 2).

Обмеження поля зору може стати хорошим трюком для уникнення заколисування під час використання плавного пересування – розробники називають це «тунельний зір», «віньєтки» або «штори», а Eagle Flight від Ubisoft був одним із перших, хто використав це [<https://www.ubisoft.com/en-us/game/eagle-flight>].

Варто відмітити, що у великій кількості проектів пропонується можливість налаштування, корегування, та зміни виду активного способу переміщення. Нижче представлені основні стандарти у розробці систем переміщення, більшість з яких представлена «з коробки» основними SDK.

Рух аватара.

Рух аватара – це коли досвід вимагає переміщення персонажа за допомогою певної комбінації джойстика, кнопки, гарнітури, контролерів руху або ігрових станів. Це метод пересування, який використовується в більшості сучасних ігор VR. Це те, як люди рухаються в будь-якій грі від першої особи, де вони постійно контролюють свою швидкість, напрямок руху та орієнтацію камери.

Рух за сценарієм

Скриптовий рух – це коли віртуальна камера рухається за попередньо визначеною траєкторією руху. Іноді, але не завжди, орієнтація камери є частиною цього руху. Кілька прикладів сценарного руху включають американські гірки, атракціони в тематичний парк, потяги та кінематографічні переміщення камери.

Рульове управління

За допомогою рульового керування гравець керує штучним рухом, який продовжує рухатися без постійного введення, наприклад, водіння автомобіля. Як правило, цей вид руху має інерцію та імпульс. На відміну від руху аватара, рух керма запобігає негайному запуску, зупинці або зміні напрямку. Приклади включають симулятори польотів та ігри з водінням.

Притягування світу

Притягування світу – це коли користувач нерухомий, поки не схопить якусь точку світу і не потягне або штовхне її. Ця дія зміщує перспективу, оскільки світ рухається відповідно до руху поштовху або витягування. Кілька прикладів включають лазіння по скелях, сходи, масштабування стіни та рух у нульовій гравітації.

Ці прийоми можна побачити в багатьох популярних іграх, таких як Lone Echo, The Climb і POPULATION: ONE.

Локомоція

VR locomotion — це технологія, яка дозволяє переміщатися з одного місця в інше (пересування) у середовищі віртуальної реальності. Пересування у віртуальному середовищі забезпечується за допомогою різноманітних методів, включаючи похитування головою та розмахування

руками, а також інші природні рухи, які перетворюються на рухи в грі. Підтипом данного способу є використання сторонніх пристроїв, як наприклад KatVR [<https://www.kat-vr.com/>].

1.5.3 Фізична взаємодія

Віртуальна реальність істотно революціонізувала моделювання людського досвіду. VR забезпечує захоплюючий віртуальний досвід, симулюючи та запускаючи більшість наших почуттів, ніби ми присутні в іншому середовищі. Примітно, що у VR можна бачити власні разом розташовані віртуальні руки, сприймати їх як власні реальні руки та взаємодіяти з віртуальними об'єктами [4]. Однак віртуальні об'єкти не мають реальної маси, і проблема полягає в тому, щоб включити дотик і візуальні сигнали, на які ми покладаємося для масового сприйняття.

Завдяки сучасним рушіям не потрібно створювати систему фізики у грі чи застосунку, однак, необхідно передбачити можливість користувача взаємодіяти з більшістю об'єктів у світі у такий спосіб, що найбільш повторює аналогічну ситуацію у реальному світі. Сучасні контролери часто транслюються у віртуальний світ у вигляді рук саме для створення більшого поглиблення у віртуальний простір, та підсвідомо асоціюються з реальними руками користувача.

Через зазначені вище фактори саме застосунки з повністю симульованою системою фізичної взаємодії, як піднімання об'єктів руками, можливість вчепитися за уступ, тощо, викликають найреалістичніші почуття у користувачів, та відкладаються в пам'яті позитивніше[<https://doi.org/10.1109/VR.2018.8448284>].

На відповідальності розробників залишається створення подібної системи, через те що рушії та SDK ще не мають повноцінної підтримки фізичної взаємодії.

1.6. SDK

SDK означає Software Development Kit, або набір для розробки програмного забезпечення. Також відомий як devkit, SDK являє собою набір інструментів для створення програмного забезпечення для певної платформи, включаючи будівельні блоки, налагоджувачі та, часто, фреймворк або групу бібліотек коду, наприклад набір підпрограм, специфічних для операційної системи.

Набори для розробки програмного забезпечення віртуальної реальності або VR SDK надають основні інструменти для проектування, створення та тестування VR. Ці пакети SDK є будівельними блоками для створення можливостей віртуальної реальності, таких як мобільні додатки, маркетинговий досвід, тощо. Хоча додатки AR працюють на будь-якому сучасному мобільному пристрої, і існує багато інді-інструментів/наборів, у світі віртуальної реальності все це прив'язано до певної гарнітури/платформи. Іншими словами, за допомогою комплекту PSVR ви можете створювати програми лише для PlayStationVR і ніяких інших гарнітур VR. Деякі платформи можуть мати кілька комплектів

1.6.1 Oculus SDK

Хоча розробники можуть певною мірою використовувати VRTK для Rift на Unity, Oculus SDK є найкращим VR SDK для Rift. Він включає в себе різні набори для конкретного двигуна (для Unity, Unreal, WebVR тощо), зразки, пакети активів та аудіо, які допомагають створювати програми VR. Є Oculus PC SDK для Windows і Oculus Mobile SDK. Цей набір розробників VR пропонує багато функцій і вирішує багато проблем VR-контенту, як-от оптичні спотворення та методи візуалізації, наприклад.

Oculus Mobile SDK включає бібліотеки, інструменти та ресурси для розробки програм Android на власному C/C++ для автономних пристроїв Oculus Quest, Oculus Quest 2 та Oculus Go. Однією з основних переваг є дуже обширна документація, та велика кількість інструкцій від обширної спільноти користувачів.

Пакет Oculus Integration (частина SDK) — це пакет асетів. Коли ви імпортуєте пакунок, рушій додає його в проект і підтримує оригінальну структуру каталогів пакунка. Це включає обширну бібліотеку готових блоків коду, префабів, та скриптів для пришвидшення процесу розробки, та стандартизації проектів для платформ Oculus:

- VR
- Аудіо менеджер
- Платформа
- Просторовий звук
- LipSync

1.6.2 OpenVR SDK

OpenVR — це API та середовище виконання, яке дає доступ до обладнання VR від кількох постачальників, не вимагаючи, щоб програми мали конкретні знання про обладнання, на яке вони націлені. Цей репозиторій є SDK, який містить API та зразки. Час виконання знаходиться під SteamVR в Інструментах у Steam.

API реалізовано як набір класів інтерфейсу C++, повних чистих віртуальних функцій. Коли програма ініціалізує систему, вона поверне інтерфейс, який відповідає заголовку в SDK, який використовується цією програмою. Щойно версія інтерфейсу буде опублікована, вона підтримуватиметься в усіх наступних версіях, тому програмі не потрібно буде оновлюватися до нового SDK, щоб перейти до нового обладнання та інших функцій.

OpenVR ділиться на 2 рівні: додаток і драйвер. OpenVR для додатку спілкується зі SteamVR. Потім SteamVR спілкується з драйвером OpenVR. Отже, додаток OpenVR працює на більш високому рівні, ніж драйвер OpenVR. Програмісти можуть писати програму OpenVR або драйвер OpenVR для зв'язку з SteamVR (SteamVR є єдиною програмою з закритим вихідним кодом на конвеєрі).

Даний SDK є одним із основних для розробки Desktop VR програм, а також платформа SteamVR використовує його як інтерфейс програмного програмування за замовчуванням.

1.6.3 Google VR SDK

Google VR — це технологія, яка лежить в основі платформ як Google Daydream, так і Google Cardboard VR. Google VR охоплює підтримку смартфонів, пристроїв перегляду та контролерів на голові, автономних дисплеїв і програм. Google VR надає пакет SDK для Unity, який дозволяє створювати VR-контент для цієї багатой екосистеми пристроїв.

Технології Google VR включають Daydream, платформу для високоякісної мобільної віртуальної реальності та Cardboard, створену для невеликої віртуальної реальності та 360-градусного відео. Daydream складається з телефонів, гарнітур, контролерів і програм з підтримкою Daydream, а також підтримує мобільні пристрої Android через Daydream. Cardboard працює практично з будь-яким смартфоном як на iOS, так і на Android. Google Cardboard — це найдоступніше рішення для мобільних пристроїв віртуальної реальності, яке дає змогу кожному, хто має смартфон на iOS або Android, користуватися додатками віртуальної реальності.

Сам SDK складається з великої кількості готових асетів для проектування на Unity та Unreal. Цей VR SDK також є NDK (нативний комплект для розробників), що надає API для рідного коду на C і C++. Завдяки Google VR SDK розробники можуть створювати програми віртуальної реальності, витрачаючи менше часу та зусиль на такі завдання, як:

- Виправлення лінз
- Аудіо
- Відстеження голови
- 3D калібрування
- Рендерінг
- Конфігурація геометрії

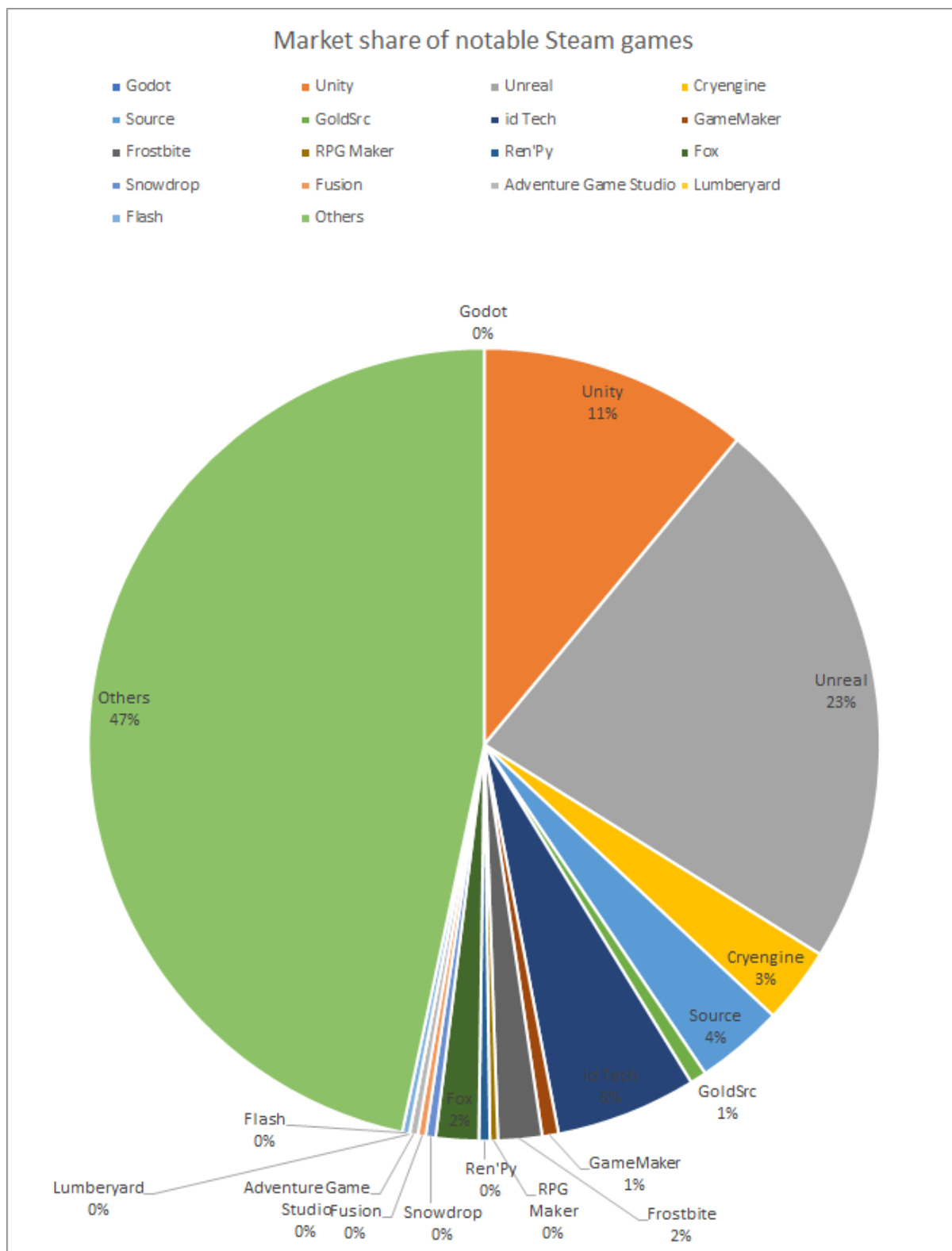
Висновки

Список використаних джерел

1. <https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sdtp.12476>.
2. https://www.westpoint.edu/sites/default/files/inline-images/centers_research/center_for_teching_excellence/PDFs/mtp_project_papers/Boyles_17.pdf
3. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.753019/full>
4. L. Lin and S. Jorg. The effect of realism on the virtual hand illusion. Proceedings - IEEE Virtual Reality, 2016-July:217–218, 2016. doi: 10.1109/VR.2016.7504731

Додатки

Додаток 1



Додаток 2

