

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп'ютерних наук

Дипломна робота
магістра

з теми: **«РОЗРОБКА РЕДАКТОРА ГЕНЕРУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ
ТРИВИМІРНИХ СЦЕН З ВИКОРИСТАННЯМ СТВОРЕНИХ
ГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи KN1-M21
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Дуцик Андрій Андрійович

Керівник: **Смалько О. А.**,
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук

Рецензент: **Кух А.М.**,
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри фізики

Кам'янець-Подільський – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	5
1.1. Поняття і класифікація тривимірних моделей, тривимірної графіки та її створення.....	5
1.2. Огляд програмних платформ створення застосунків для роботи з інтерактивними тривимірними сценами	10
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ РЕДАКТОРА.....	24
2.1. Процес створення тривимірних моделей.....	24
2.2. Інтерфейс та архітектура ігрового рушія Unreal Engine	27
РОЗДІЛ III. РОЗРОБКА РЕДАКТОРА.....	32
3.1. Проектування редактора та тривимірних моделей для нього.....	32
3.2. Створення тривимірних моделей	36
3.3. Реалізація інтерфейсу користувача та функціоналу генерування моделей.....	59
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
ДОДАТКИ.....	74
Додаток А. Порівняння функціональних можливостей поширених редакторів тривимірної графіки	75
Додаток Б. Визначення застосунку для створення тривимірних моделей та рушія для реалізації редактора.....	88
Додаток В. Приклади створених елементів інтерфейсу та фрагменти програмного коду до них.....	96
Додаток Г. Опис реалізації функціоналу програми мовою програмування Blueprints	107
Додаток Д. Робоче вікно застосунку та приклади генерування сцени.....	118

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сьогодні висуває підвищені вимоги до якості медіаконтенту, стрімкими темпами розвиваються технології відтворення цифрової тривимірної графіки, безперервно покращуються функціональні можливості застосунків, за допомогою яких вона створюється, а тому зростає потреба у спеціалістах, що вміють фахово працювати з нею. Робота з 3D-графікою – справа непроста. І хоч зацікавлених людей працювати у цій популярній та високооплачуваній сфері чимало, все ж вміння та навички формуються досить довго, спираючись на прикладання значних зусиль, застосування геометричних знань і розвиненого просторового мислення. Задля програмної підтримки користувачів, що бажають опанувати ази розробки та ефективного використання мультимедійних об'єктів, останнім часом створюються різноманітні редактори та сервіси їх генерування та опрацювання. Розробка подібного застосунку, орієнтованого на роботу з тривимірними об'єктами, проводилась впродовж даного дослідження.

Предмет дослідження: методи та засоби розробки інтерактивних 3D-застосунків.

Об'єкт дослідження: технології тривимірної комп'ютерної графіки.

Мета роботи: створення редактора для генерування інтерактивних тривимірних сцен, який може бути корисним для всіх, хто опановує основи 3D-моделювання.

Для реалізації мети виконувались наступні **завдання:**

- Аналіз і порівняння функціональних можливостей поширених редакторів тривимірної графіки.
- Дослідження доступних програмних платформ, придатних для реалізації інтерактивного тривимірного редактора.

- Проектування редактора та вибір візуального спрямування тривимірних моделей для подальшого використання у генерації сцени.
- Створення тематичних тривимірних моделей.
- Розробка зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача.
- Реалізація ефективного функціоналу програмного застосунку для генерування тривимірних сцен на базі створених 3D-моделей.

Методи дослідження: аналіз, синтез, порівняння, перевірка і контроль проєктних рішень, валідація дизайн-ідей та програмних застосунків, експеримент.

Практичне значення: результати проведеного теоретичного дослідження можуть бути корисними для всіх, хто починає працювати у сфері тривимірної графіки; реалізований проєкт редактора генерування тривимірних сцен може знадобитися майбутнім дизайнерам і розробникам комп'ютерних ігор для формування початкових навичок створення ігрового контенту; робота з розробленим авторським програмним застосунком сприятиме формуванню у всіх бажаючих початкового досвіду 3D-моделювання, базових вмінь конструювання тривимірних об'єктів, навичок моделювання поверхонь складних форм.

Апробація результатів. За темою магістерського дослідження подано статтю «Використання редактора генерування інтерактивних тривимірних сцен у процесі формування навичок роботи з графічними моделями» до Вісника Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки.

Структура роботи. Дипломна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

ВИСНОВКИ

В результаті проведення даного дипломного дослідження було виконано всі поставлені завдання. Зокрема:

- Проаналізовано і на основі функціональних можливостей з всіх поширених - обрано один редактор тривимірної графіки. Програма була обрана відповідно критеріїв, а саме – доступність та наявність інструментів що відповідають рівню сучасного 3D-редактора. Досліджено процес створення тривимірних моделей для подальшого використання досліджених методів і інструментів на практиці.
- Досліджено доступні програмні платформи, що відповідають можливості гнучкої та ефективної реалізації інтерактивного тривимірного застосунку на їх основі. На практиці досліджено можливість використання ігрового рушія як програмної платформи не для гри, а для редактора з інтерактивним тривимірним простором і сучасною візуалізацією (3D-рендерингом).
- Спроектовано редактор, а саме його інтерфейс та функціонал, та обрано візуальне спрямування для створюваних 3D-моделей, проведено роботу з пошуком прикладів для орієнтування при тривимірному моделюванні складних форм.
- Створено набір тематичних, складних тривимірних моделей за обраними технічними характеристиками та візуальними прикладами.
- Розроблено простий, гнучкий та інтуїтивний користувацький інтерфейс для програми з використанням інструментів інтегрованого редактору Unreal Motion Graphics.
- Реалізовано запланований функціонал програмного застосунку (з використанням мови візуального програмування Blurprints),

призначений для генерування тривимірних сцен, використовуючи створені тривимірні моделі.

Під час написання магістерської роботи я дослідив ринок тривимірних редакторів, детально ознайомившись з можливостями, інструментами, перевагами і недоліками кожного і в результаті обрав програму що відповідала моїм технічним потребам та зручному користувацькому досвіду. Користуючись інструментами 3D-редактора, створив набір власних тривимірних моделей в одному обраному художньому стилі, для чого було проведено роботу з пошуком прикладів і дослідженням фігур та структури об'єктів за візуальним прикладом яких і було створено тривимірні моделі. Досліджено ринок програмних платформ для створення інтерактивних застосунків, які підтримують роботу з тривимірним простором та рендерингом у реальному часі. Перевірено у використанні спроможності ігрового рушія Unreal Engine для створення власної програми-редактора, тобто досліджено використання ігрового рушія не за його прямим призначенням. На практиці використано для програмування інтегровану в рушій, візуальну мову програмування Blueprints, можливості ті інструменти якої цілком відповіли запиту реалізувати функціонал програми.

Функціонал і можливості створеного редактора можна розширювати до безкінечності, не порушуючи початкової структури та задуму програми. Є можливість додавати необмежену кількість нових тривимірних моделей для примноження кількості ітерацій фінальної сцени. Можливо повністю змінити художній напрям і замінити всі моделі на відповідні, отримати абсолютно новий застосунок для генерації нових сцен. Якщо додати в застосунок функціонал експорту сцени в поширених тривимірних форматах (OBJ; FBX), це автоматично примножить його практичні можливості, зробить його придатним та корисним у всіх сферах комп'ютерної графіки. Використання згенерованих сцен-моделей з редактору буде достатньо корисним в ігровій індустрії, індустрії візуальних ефектів та графіки, в художній сфері чи для тривимірного друку. Функціонал програми також можна розширити

інтеграцією нових можливостей внесення змін в сцену, наприклад інструменти базової трансформації чи корегування певних фрагментів моделі, наприклад - збільшення довжини леза, якщо говорити про створений застосунок. Також не слід ігнорувати можливість додання інструментів взаємодії з візуалізацією, це можуть бути такі нові функції, як: зміна кольору та відтінків текстурних мап, зміна масштабу текстурних мап, зміна насиченості текстурних мап типу Normal Map та Ambient Occlusion, зміна параметрів шейдерів, типу, параметру віддзеркалення для металевих поверхностей. Також можна додати можливість змінювати фон чи мапу оточення - HDRI.

Створення власного інтерактивного 3D-редактора на основі ігрового рушія відкриває двері для подальшого розвитку у цьому напрямі. Ніша допоміжних інструментів у комп'ютерній графіці на базі ігрових рушіїв замість створення, власне, ігрових застосунків – це перспективний напрям, подібних прикладів поки що мало, а подальше заглиблення в цей напрямок має дійсно чималий потенціал завдяки, як мінімум - простоті та зручності такого засобу реалізації своїх тривимірних застосунків. Такий нестандартний засіб використання ігрових рушіїв значно спрощує досягнення мети у розробці власних інструментів, які натомість вже можна використовувати за будь-яким спрямуванням в комп'ютерній графіці.

Згодом, для примноження можливостей програми, можна інтегрувати функціонал імпорту власних моделей для потенційного користувача. Таким чином, програма стає для користувача його власним, потужним інструментом для генерування будь-яких сцен за власною тематикою, залежно тільки від наявних 3D-моделей. Також, за задумом, функціонал поступово доповнюватиметься різними засобами деформування компонентів сцени, корегування їх візуалізації, типу вибору колірному тону для матеріалів з попередньо підготовлених палітр, вибір і налаштування текстур та текстурних мав, налаштування матеріалів, і в подальшому, створення

інструментів моделювання прямо в програмі, наприклад, інструментами тривимірного скульптингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сайт рушія Godot [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://godotengine.org//>.
2. Сайт рушія Unity3D [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://unity.com//>.
3. Загальний опис Unreal Engine [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.unrealengine.com//> .
4. Игорь Трефилов, Создание 3D моделей для игр — как это происходит? [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://dtf.ru/gamedev/651865-sozдание-3d-modeley-dlya-igr-kak-eto-proishodit//> .
5. PatientZero. Тьюторіал по Unreal Engine. Часть 1: знакомство с движком [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/344394//>.
6. OpenGL Wiki [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.khronos.org//>.
7. Загально про Blender [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.blender.org //>.
8. Допоміжна документація Blender [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://docs.blender.org//>
9. Допоміжна документація Godot [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://docs.godotengine.org/en/stable//>.
10. Сайт компанії розробника Сінема 4D [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.maxon.net//>.
11. Бібліотека Unreal Engine [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://dev.epicgames.com//>.
12. Документація Blender для розробників [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://developer.blender.org//>.

13. Орещенко А. В. Тривимірна графіка для кіно: виникнення і розвиток. Часопис картографії. 2013. Вип. 8. С. 181.
14. В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. Інженерна та комп'ютерна графіка : підруч. для студ. ВНЗ, 5-те вид., К. : Каравела, 2010., 360 с.
15. Д. Херн, М. П. Бейкер. Комп'ютерна графіка й стандарт OpenGL. 3-е вид., М. : Вільямс, 2005., 1168 с.
16. Дж. Лі, Б. Уер. Тривимірна графіка та анімація., 2-е вид., М. : Вільямс, 2002., 640 с.
17. Е. Енджел. Інтерактивна комп'ютерна графіка. Вступний курс на базі OpenGL., 2-е вид., М. : Вільямс, 2001., 592 с.
18. Г. Снук. 3D-ландшафти в реальному часі на C++ і DirectX 9., 2-е вид., М. : Кудиц-прес, 2007., 368 с.
19. Уроки по Unreal Engine [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://itproger.com/course/unreal-engine/>.
20. Веселовська Г. В. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник для вузів., Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004., 582 с.
21. Програмування комп'ютерної графіки та мультимедійні засоби : навч. посіб. / Л. М. Журавчак, О. М. Левченко. Львів : Львівська політехніка, 2019., 276 с
22. Основи комп'ютерної графіки: курс лекцій / О. Я. Різник ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка»., Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012., 220 с.
23. Pharr, Matt; Humphreys, Greg (2004). Physically based rendering from theory to implementation. Amsterdam: Elsevier/Morgan Kaufmann.
24. James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John Hughes. Computer Graphics: Principles and Practice 2nd Edition in C / James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John Hughes., 1995. – 1175 с.
25. Gambetta G. Computer Graphics from Scratch: A Programmer's Introduction to 3D Rendering / Gabriel Gambetta., 2021. 248 с.

26. Вольфф Д. OpenGL 4.0 Shading Language Cookbook / Девід Вольфф., 2011. 340 с.
27. Guha S. Computer Graphics Through OpenGL: From Theory to Experiments / Sumanta Guha., 2014. 951 с.
28. Luna F. Introduction to 3D Game Programming with DirectX 11 / Frank Luna., 2012. 600 с.
29. Gaboury J. Image Objects: An Archaeology of Computer Graphics / Jacob Gaboury., 2021. 312 с.
30. Kosarevsky S. 3D Graphics Rendering Cookbook: A comprehensive guide to exploring rendering algorithms in modern OpenGL and Vulkan / S. Kosarevsky, V. Latypov., 2021. 312 с.
31. Satheesh PV. Unreal Engine Game Development Essentials / Satheesh PV., 2016. 266 с.
32. LeE J. Learning Unreal Engine Game Development / Joanna LeE., 2016. 274 с.
33. Game Development Projects with Unreal Engine: Learn to build your first games and bring your ideas to life using UE4 and C++ / H.Fozi, G. Marques, D. Pereira, D. Sherry., 2020. 822 с.
34. Romero M. Blueprints Visual Scripting for Unreal Engine 5: Unleash the true power of Blueprints to create impressive games and applications in UE5, 3rd Edition / M. Romero, B. Sewell, L. Cataldi., 2022. 568 с. (3).
35. Nixon D. Beginning Unreal Game Development: Foundation for Simple to Complex Games Using Unreal Engine / David Nixon., 2020. 413 с. (1).
36. Unreal Engine Community Wiki [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <https://unrealcommunity.wiki/> / .
37. Blender Developer Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <https://wiki.blender.org/> / .