

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(позначення документа)

Розробка функціональної 3D моделі персонажа та її інтеграція
у відеоігрове середовище
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи СТМм-22-2
Євгеній СНІЦАР
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Системи, технології і
комп'ютерні засоби мультимедіа
(повна назва освітньої програми)

Керівник ас. Вікторія КОЛІСНИК
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис) Володимир КАРТАШОВ
(прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Сніцару Євгенію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка функціональної 3D моделі персонажа та її інтеграція у відеоігрове середовище

затверджена наказом по університету від "20" _____ 11 2023 р. № 1371 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

1. Розробити концепцію та дизайн моделей для відеоігри

2. Створити тривимірні моделі на основі розробленого дизайну

3. Приготувати моделі для інтеграції у відеоігрове середовище розробки

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Обґрунтування вибору програмного забезпечення для створення 3D-моделі персонажа

2. Аналіз принципу розробки 3D-персонажів у відеоігровій індустрії.

3. Розробка дизайну 3D-моделей персонажу та та подальшої інтеграції у відеоігрове середовище.

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1. Створення скульптури; 2. Ретопологія; 3. Розгортка; 4. Карти нормалей; 5. Текстурування. 6. Риггінг. 7. Готова модель у позі. 8. Додаткові асети. 9. Готова модель у відеоігри. 10. Висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термин виконання етапів роботи	Примітка
1.	Обґрунтування вибору програмного забезпечення для створення 3D-моделі персонажа	20.11.23–28.11.23	
2.	Аналіз принципу розробки 3D-персонажів у відеоігровій індустрії	21.11.23–28.11.23	
3.	Розробка дизайну 3D-моделей_персонажу та та подальшої інтеграції у відеоігрове середовище	23.11.23–02.12.23	
4.	Графічна частина роботи	15.12.21–20.12.23	
5.	Перевірка керівником	20.12.23-24.12.23	
6.	Перевірка на академічний плагіат	24.12.23-26.12.23	
7.	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	27.12.23-31.12.23	

Дата видачі завдання _____ 20.11.2023 р.

Студент _____ Євгеній СНІЦАР
(підпис)

Керівник роботи _____ ас. Вікторія КОЛІСНИК
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 51 с., 21 рис., 4 додатки, 35 джерел.

ВІДЕОІГРИ, 3D-МОДЕЛЮВАННЯ, ZBRUSH, CGI, СКУЛЬПТИНГ, UNITY
3D

Об'єкт дослідження – використання 3D моделювання у відеоігровому середовщі розробки.

Предмет дослідження – методи та принципи розробки 3D моделей у відеоігровому середовщі розробки.

Мета кваліфікаційної роботи – Розробка функціональної 3D моделі персонажа та її інтеграція у відеоігрове середовище.

Методи дослідження – теоретичний аналіз, практична розробка.

У даній роботі наведено пайплайн (систематизовані етапи) професійної розробки комп'ютерних тривимірних відеоігрових моделей, огляд існуючих та актуальних сьогодні засобів їх створення, розробка дизайну та концепту майбутньої моделі, створення моделі за концептом та підготування її до інтеграції у відеоігрове середовище розробки.

ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 51 pages, 21 figures, 4 appendices, 25 sources.

VIDEO GAMES, 3D MODELING, ZBRUSH, CGI, SCULPTING, UNITY 3D

The object of research is the use of 3D modeling in the video game development environment.

The subject of the study is the methods of developing 3D models in the video game development environment.

The purpose of the qualification work is to research the methods of developing game three-dimensional models.

Research methods – theoretical analysis, practical development.

This work provides a pipeline (systematized stages) of professional development of computer three-dimensional video game models, an overview of the existing and current means of their creation, development of the design and concept of the future model, creation of the model according to the concept and preparation for integration into the video game development environment.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

2D Graphics – двовимірна графіка, без виміру «глибини»;

3D Graphics - тривимірна графіка;

3D Pipeline - 3D конвеєр;

AR - доповнена реальність;

Anti-aliasing - технологія, що робить межі кривих ліній гладкими;

Occlusion - метод глобального висвітлення;

Ray Tracing - симуляції взаємодії променя об'єктами;

Rendering - процес створення фінального зображення;

Texture - зображення на поверхні об'єкта;

UV - проекція 2D на 3D;

VR - віртуальна реальність;

ПЗ – програмне забезпечення.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	6
Вступ.....	9
1 Обґрунтування вибору програмного забезпечення для створення 3D-моделі персонажа.....	11
1.1 Аналітичний огляд Zbrush.....	12
1.2 Аналітичний огляд 3D Coat.....	13
1.3 Аналітичний огляд Marmoset Toolbag	14
1.4 Аналітичний огляд Substance Painter	16
1.5 Аналітичний огляд Blender	18
1.6 Висновки до розділу	20
2 Аналіз принципу розробки 3D-персонажів у відеоігровій індустрії	21
2.1 Історія розвитку технологій створення 3D персонажів та їх графічна еволюція	21
2.2 Аналіз місця 3D-моделей персонажів у відеоіграх	24
2.3 Аналіз пайплайну створення 3D-персонажу.....	26
2.3.1 Скульптинг.....	26
2.3.2 Ретопологія	26
2.3.3 UV-розгортка	27
2.3.4 Запікання карт нормалей	28
2.3.5 Текстурування	28
2.3.6 Ріггінг	28
2.3.7 Анімація	29
2.4. Висновки до розділу	30

3 Розробка дизайну 3D-моделей персонажу та подальшої інтеграції у відеоігрове середовище	31
3.1 Скульптинг.....	31
3.2 Ретопологія	34
3.3 UV-карти та текстурування.....	35
3.4 Риггінг	37
3.5 Додаткові асети	38
3.6 Імпорт моделей в ігровий двигун та розробка ігрового прототипу на їх основі	40
3.7 Висновки до розділу	44
ВИСНОВКИ.....	45
Перелік посилань.....	47
Додатки.....	52
Додаток А.....	53
Додаток Б	55
Додаток В.....	60

ВСТУП

Сучасна індустрія відеоігор швидко розширює свої горизонти та привертає зростаючий інтерес гравців усього світу. Разом із стрімким розвитком цього сегменту виробництва виникає необхідність створення вражаючих та високоякісних 3D-персонажів, які стають невід'ємною складовою геймплею. Тема розробки відеоігрових 3D-персонажів визнана як актуальна і викликає значний інтерес серед розробників та дослідників.

Розглядаючи сучасний стан відеоігрової індустрії, слід враховувати не лише її масштаби, але й соціокультурний вплив на гравців різних вікових та інтересних груп. Гри вже давно вийшли за межі простої розваги, перетворюючись на засіб спілкування, спільнот та навіть навчання. У цьому контексті 3D-персонажі грають вирішальну роль у залученні та утриманні уваги гравців. Інтелігентно створений персонаж здатний викликати і підтримувати емоційну прив'язку гравця, роблячи геймплей більш захоплюючим та занурюючим.

Помітно, що сучасні технології комп'ютерної графіки та розробки ігор розкривають безліч можливостей для створення унікальних та реалістичних 3D-персонажів. Проте цей процес супроводжується складнощами та викликами, що вимагають від розробників високого рівня кваліфікації. Розробка якісного 3D-персонажа передбачає глибокі знання та навички в галузі моделювання, текстуровання, анімації, а також розуміння психології та дизайну персонажів. Така складність робить тему "Розробка функціональної тривимірної моделі персонажа та її інтеграція у відеоігрове середовище" актуальною і захопливою для дослідження.

Основні аспекти дослідження об'єднують вивчення та аналіз процесу створення 3D-персонажів для відеоігор, зосереджуючись на таких складових, як моделювання, створення текстур та матеріалів, анімація та ригінг, а також дизайн. Отже, ця кваліфікаційна робота має на меті вивчення та практичне

застосування методів та технологій створення відеоігрових 3D-персонажів. Отримані результати не тільки знайдуть практичне застосування в ігровій промисловості, але й допоможуть підняти якість та реалізм героїв, що сприятиме привертанню та утриманню уваги гравців.

Важливо відзначити, що дана тема має перспективи не лише у галузі ігрової промисловості. 3D-персонажі можуть знаходити застосування у віртуальній реальності, анімації, фільмах, рекламі, а також в освітніх та тренувальних цілях. Отже, розуміння процесу створення відеоігрових 3D-персонажів має широкий спектр застосування та є актуальним для численних професійних областей.

Популярність ігрового контенту показує, що створення відеоігрових 3D-персонажів є надзвичайно актуальною та перспективною темою, що тісно пов'язана з розвитком ігрової індустрії та застосуванням передових технологій. Робота над якісними та реалістичними персонажами вимагає глибоких знань у галузі комп'ютерної графіки, анімації та програмування. Мета цієї кваліфікаційної роботи – дослідження та практичне застосування методів та технологій створення відеоігрових 3D-персонажів для внесення вагомого внеску у розвиток ігрової індустрії та створення неповторних вражень для гравців.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ ПЕРСОНАЖА

У сучасній ігровій індустрії створення високоякісних та реалістичних 3D-персонажів відіграє важливу роль у створенні захоплюючих ігрових світів та утриманні уваги гравців. Реалізація вражаючих персонажів вимагає не тільки творчого підходу та художньої майстерності, а й використання відповідних інструментів та програмного забезпечення.

Метою даної роботи є вибір та обґрунтування програмного забезпечення для створення 3D-моделей персонажів, а саме програм, які вважаються стандартом в ігровій індустрії та мають максимальний функціонал для 3D-художника. Від вибору правильного програмного забезпечення залежить ефективність та якість роботи над моделями персонажів, а також можливості втілення творчих ідей у реалістичні та захоплюючі персонажі.

Серед багатьох програмних рішень, після проведеного дослідження та аналізу, були обрані такі програми: ZBrush, 3D Coat, Marmoset Toolbag, Substance Painter і Blender. Кожна з цих програм має свої переваги та функціональність, які дозволяють покрити всі необхідні етапи створення 3D-персонажів, від скульптингу та моделювання до ретопології, запікання карт, текстурування, ригінгу та анімації.

Зазначений список програм був обраний виходячи з їх популярності, широкого визнання ігрової індустрії та використання професіоналами у створенні ігрових персонажів. Ці програми пропонують передові інструменти та технології, які дозволяють створювати високоякісні та реалістичні моделі з підтримкою текстур, матеріалів, освітлення та анімації.

У подальшому розділі роботи буде більш докладно розглянуто кожне з обраних програмних рішень, включаючи їх основні функції та переваги, щоб обґрунтувати їх вибір як стандарт та оптимальний вибір для 3D-художника, який працює над створенням ігрового персонажа.

В результаті вибору правильного програмного забезпечення, 3D-художник зможе більш ефективно та якісно втілити свої творчі ідеї у 3D-моделі персонажа. Кожна з обраних програм має унікальні можливості, спеціалізовані інструменти та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, що забезпечує комфортну і продуктивну роботу художника.

1.1 Аналітичний огляд Zbrush

ZBrush - це програмне забезпечення, яке вважається одним із лідерів в індустрії 3D-моделювання та скульптингу. Воно надає потужні інструменти створення високоякісних і деталізованих моделей персонажів [1].

Основними особливостями ZBrush є його унікальні можливості у сфері скульптингу та моделювання. Воно дозволяє художнику вільно та творчо працювати з геометрією моделі, створювати деталі на мікрорівні та вносити різні зміни у форму персонажа. Завдяки технології динамічної субдивізії ZBrush забезпечує високий ступінь деталізації моделі, зберігаючи її візуальну якість навіть при підвищенні рівня подробиць.

ZBrush пропонує різні пензлі та пенцелі, спеціальні інструменти для створення поверхонь та текстур, а також можливість імпорту та експорту моделей у різних форматах.

Завдяки потужній системі полігонів, ZBrush забезпечує високий рівень гнучкості та керованості над моделлю персонажа. Художник може створювати складні форми, реагувати на зміни дизайну та легко маніпулювати геометрією. Це дозволяє досягти високого ступеня деталізації та реалізувати найсміливіші ідеї у створенні персонажів.

ZBrush також підтримує різні текстурні карти, включаючи карти нормалей, картини освітлення та дифузних текстур, що дозволяє художнику додавати до моделі додаткові деталі та надавати їй реалістичного вигляду.

Насамкінець, ZBrush є потужним і широко використовуваним інструментом в ігровій індустрії для створення високоякісних і деталізованих

3D-моделей персонажів. Його інтуїтивний інтерфейс, безліч інструментів та можливостей скульптингу та моделювання роблять його незамінним

1.2 Аналітичний огляд 3D Coat

3D Coat - це програмне забезпечення, яке спеціалізується на ретопології, UV-розгортці та текстуруванні 3D-моделей, включаючи персонажів. Це потужний інструмент, який дозволяє художникам оптимізувати геометрію моделей, створювати ефективні UV розгортки та наносити текстури з високою якістю [2].

Однією з ключових особливостей 3D Coat є можливість ретопології. Ретопологія - це процес перебудови геометрії моделі зі збереженням форми та деталей, але з оптимізацією топології для кращої продуктивності та керованості моделі. 3D Coat пропонує інструменти та алгоритми, які дозволяють художнику проводити ретопологію з високою точністю та ефективністю, забезпечуючи оптимальний потік роботи.

Іншою важливою функцією 3D Coat є UV розгортка. UV-розгортка дозволяє перетворити поверхню моделі на 2D-простір, що необхідно для правильного нанесення текстур. 3D Coat надає інструменти для створення ефективних та оптимальних UV-розгорток, що дозволяють художнику управляти розміщенням текстурних координат та забезпечувати правильне відображення текстур на моделі персонажа.

Крім того, 3D Coat пропонує широкі можливості для текстурування моделей. За допомогою програми художник може створювати фотореалістичні текстури, додавати різні ефекти, такі як зношування, бруд та безліч інших деталей, щоб зробити персонажа більш реалістичним та привабливим. 3D Coat також підтримує роботу з різними типами текстурних карток, включаючи дифузні, нормальні, бамп-карти та інші, що дозволяє художнику досягти високого ступеня деталізації та реалізму [3].

На закінчення, 3D Coat є потужним та корисним інструментом для ретопології, UV-розгортки та текстурювання 3D-моделей персонажів. Його функціональність та можливості забезпечують художнику контроль над геометрією, ефективною розміткою UV та створенням високоякісних текстур. За допомогою 3D Coat художник може оптимізувати модель, забезпечити правильне розміщення текстурних координат та створити реалістичні та привабливі текстури.

Крім того, 3D Coat має зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його доступним навіть для новачків. Програма пропонує набір інструментів для редагування та роботи з геометрією, можливість накладання текстурних карток, а також зручні інструменти для ретопології та UV-розгортки. Все це дозволяє художнику ефективно працювати над моделлю персонажа та досягти бажаного результату.

3D Coat також забезпечує інтеграцію з іншими програмами, що полегшує робочий процес. Наприклад, моделі, створені в ZBrush, можуть бути експортовані до 3D Coat для виконання ретопології, UV-розгортки та текстурювання. Це дозволяє художнику використовувати різні інструменти та програми у поєднанні, щоб досягти найкращих результатів у створенні 3D-персонажів.

У результаті 3D Coat є важливим інструментом для 3D-художників, які працюють над створенням ігрових персонажів. Його можливості по ретопології, UV-розгортці та текстурюванню забезпечують контроль над геометрією моделі та створення високоякісних текстур. Програма пропонує ефективні інструменти та інтеграцію з іншими програмами, що робить її незамінним інструментом у розробці персонажів для ігор [4].

1.3 Аналітичний огляд Marmoset Toolbag

Marmoset Toolbag – це програмне забезпечення, яке спеціалізується на створенні реалістичних рендерів та візуалізації 3D-моделей, включаючи

персонажів для відеоігор. Воно надає художникам можливість створювати високоякісні рендери та попередні перегляди своїх моделей, що допомагає їм оцінити зовнішній вигляд персонажа у контексті ігрового оточення [5].

Однією з основних особливостей Marmoset Toolbag є його швидкодія та реалтайм-рендерінг. Програма дозволяє художникам отримувати миттєві результати візуалізації своїх моделей з високою якістю освітлення, тіней та матеріалів. Це дозволяє прискорити процес розробки та дозволяє художникам швидко оцінити зовнішній вигляд та атмосферу персонажа в ігровому середовищі.

Marmoset Toolbag пропонує широкий набір інструментів для налаштування освітлення та матеріалів, що дозволяє художникам створювати реалістичні та привабливі візуалізації. Програма підтримує різні типи освітлення, включаючи динамічне освітлення, сонячне освітлення, глобальну та навколишню ілюмінацію. Художник може налаштовувати параметри освітлення, створювати різні ефекти, такі як відображення, заломлення та тіні, щоб досягти бажаного візуального ефекту [6].

Також Marmoset Toolbag надає можливість накладання різних типів текстурних карток, включаючи картки нормалей, карти оточення, карти освітлення та інші. Це дозволяє художникам додавати додаткові деталі та реалістичність до моделі персонажа. Програма також підтримує роботу з матеріалами PBR (фізично заснований рендеринг), що дозволяє досягти високого ступеня реалізму та природності матеріалів персонажа.

Marmoset Toolbag має простий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його доступним навіть для новачків. Програма надає художникам зручні інструменти для налаштування освітлення, матеріалів та текстур, а також управління камерою та доквіллям[7]. Все це дозволяє художникам швидко та ефективно створювати візуалізацію своїх 3D-персонажів.

Ще однією значущою особливістю Marmoset Toolbag є можливість попереднього перегляду моделей в режимі реального часу. Художник може миттєво побачити, як його персонаж виглядатиме у русі, анімації чи різних

ракурсах. Це дозволяє робити коригування та вносити зміни, щоб досягти найкращого зовнішнього вигляду персонажа.

Крім того, Marmoset Toolbag має можливість створення інтерактивних презентацій та демонстрацій моделей персонажів. Художник може створювати анімації, налаштовувати ефекти переходів між різними сценами та додавати додаткові елементи, такі як ефекти частинок або пост-обробку, щоб зробити презентацію динамічнішою та привабливішою [6].

На закінчення, Marmoset Toolbag є потужним інструментом для візуалізації та попереднього перегляду 3D-моделей персонажів. Швидкодія, можливість налаштування освітлення та матеріалів, а також інтуїтивно зрозумілий інтерфейс роблять його оптимальним вибором для художників, які працюють над створенням ігрових персонажів. Програма забезпечує високу якість візуалізації та дозволяє художникам оцінити зовнішній вигляд та естетику персонажа в режимі реального часу, що є необхідним кроком у процесі розробки відеоігор.

1.4 Аналітичний огляд Substance Painter

Substance Painter – це потужне програмне забезпечення для текстурування 3D-моделей, включаючи персонажів для відеоігор. Воно пропонує інтуїтивно зрозумілий та зручний інтерфейс, а також широкий набір інструментів, які дозволяють художникам створювати високоякісні та реалістичні текстури [7].

Однією з ключових особливостей Substance Painter є можливість працювати з матеріалами PBR (фізично заснований рендеринг). Це дозволяє художникам створювати текстури, які реалістично взаємодіють із освітленням та матеріалами в ігровому середовищі. Substance Painter підтримує створення та застосування різних типів карт, таких як дифузні, нормальні, металеві, шорсткість та інші, щоб досягти високого ступеня деталізації та реалізму в текстурах персонажа.

Програма також пропонує широкий вибір інструментів для створення та редагування текстур. Художник може використовувати пензлі, олівці, штампи та інші інструменти для нанесення та редагування текстурних деталей. Substance Painter також підтримує використання масок, що дозволяє точно контролювати області застосування текстур та додавати складні деталі, такі як подряпини, знос, бруд та багато іншого.

Однією з особливостей Substance Painter є можливість реалістичного перегляду текстур в режимі реального часу. Художник може миттєво побачити, як текстури виглядають на моделі персонажа з урахуванням освітлення та матеріалів. Це дозволяє робити швидкі коригування та налаштовувати текстури, щоб досягти бажаного візуального ефекту [8].

Крім того, Substance Painter має можливість створення та використання "смарт-матеріалів". Смарт-матеріали - це встановлені матеріали, які містять не лише текстурні інформації, а й інформацію про освітлення та інші властивості матеріалу що дозволяють додатково деталізувати створювану модель і наблизити її до реалізму. Художник може використовувати готові смарт-матеріали або створювати власні, що значно прискорює процес текстурування та забезпечує високу якість результатів.

Substance Painter є невід'ємним інструментом для художників, які працюють над створенням текстур для 3D-персонажів в ігровій індустрії. Завдяки його широкому набору інструментів, можливості роботи з матеріалами PBR та реалістичного перегляду текстур у режимі реального часу художники можуть створювати високоякісні та реалістичні текстури для своїх персонажів та об'єктів оточення.

Програма забезпечує гнучкість та контроль над текстуруванням, дозволяючи художникам створювати різноманітні деталі, ефекти зношування, поверхневі відображення та багато іншого. Використання масок та інструментів редагування дозволяє точно контролювати області застосування текстур та додавати складні елементи.

Смарт-матеріали є ще одним сильним аспектом Substance Painter, що дозволяє художникам швидко застосовувати встановлені матеріали або створювати власні. Це значно прискорює процес текстурування та дозволяє досягти високої якості результатів [9].

У результаті Substance Painter надає художникам усі необхідні інструменти для створення високоякісних та детальних текстур для 3D-персонажів та об'єктів оточення. Програма має потужні функції, інтуїтивний інтерфейс і можливість роботи в реальному часі, що робить її кращим вибором для текстурування персонажів в ігровій індустрії та монополістом на ринку професійного софту для PBR текстурування.

1.5 Аналітичний огляд Blender

Blender - це безкоштовне та відкрите програмне забезпечення для тривимірного моделювання, ригінгу, анімації та візуалізації, яке пропонує широкий спектр можливостей для створення 3D-персонажів у відеоіграх [10].

Однією з головних особливостей Blender є його повна вичерпна функціональність, яка включає всі етапи створення 3D-персонажу, починаючи від моделювання і закінчуючи анімацією. Blender надає художникам інструменти для створення та редагування геометрії персонажів, включаючи формування та маніпуляцію вершинами, краями та полігонами. Програма підтримує різні методи моделювання, включаючи полігональне моделювання, субдивізіонні поверхні та моделювання за допомогою каркасних структур [11].

Blender також володіє потужними інструментами для ригінгу, тобто створення структури персонажа, і присвоєння йому контрольних елементів. Художник може визначити кістки, суглоби та контролери, щоб забезпечити анімаційну гнучкість та контроль над персонажем. Blender також підтримує розширені функції автоматичного вагового розподілу, які дозволяють швидко призначити ваги вершин, щоб досягти плавних та реалістичних деформацій під час анімації.

Важливою особливістю Blender є його вбудований редактор анімації, який дозволяє художникам створювати різноманітні рухи та анімації для персонажів. Програма підтримує ключову анімацію, скелетну анімацію, анімацію форми та інші техніки анімації. Художник може створювати переходи між анімаційними станами, налаштовувати швидкість, часову шкалу та інші параметри для досягнення бажаного ефекту анімації персонажа [12].

Blender також надає можливість візуалізації та рендерингу 3D-сцен із використанням різних методів та рендерерів. Програма підтримує візуалізацію з використанням реалістичного освітлення, глобальної та навколишньої ілюмінації та різних матеріалів, щоб досягти високої якості візуалізації персонажів. Blender підтримує різні рендерери, такі як Cycles та Eevee, які надають широкі можливості налаштування освітлення, тіні, відображення, прозорості та інших атрибутів матеріалів.

Крім того, Blender має вбудовані інструменти для створення спеціальних ефектів, таких як частинки, симуляція рідин, вибухи, дим та інші. Це дозволяє художникам додавати додаткові елементи та ефекти до персонажів, роблячи їх більш живими та цікавими.

Ще однією важливою особливістю Blender є його активна спільнота та підтримка розробників. Blender постійно оновлюється та розвивається завдяки внеску спільноти розробників та художників з усього світу. Це означає, що Blender завжди знаходиться в передовій позиції з новими функціями, покращення продуктивності та виправлення помилок.

Blender є стандартним інструментом в індустрії створення відеоігор і широко використовується професійними художниками. Завдяки своїй безкоштовності, відкритому вихідному коду та потужним можливостям, Blender надає доступ до професійних інструментів для створення та анімації 3D-персонажів.

На закінчення Blender надає художникам широкий спектр інструментів для моделювання, ригінгу, анімації та візуалізації. Завдяки своїй активній

спільноті та постійному розвитку, Blender залишається лідером серед інструментів 3D-моделювання та незамінним вибором для художників[13].

1.6 Висновки до розділу

Після аналізу існуючого програмного забезпечення для створення 3D-моделі стало ясно, що треба використовувати кілька програм одночасно та обґрунтовано вибір наступного програмного забезпечення для створення 3D-моделі персонажа.

ZBrush є лідером ринку серед усіх програм для тривимірного скульптингу і використовується в абсолютній більшості професійних компаній для створення високополігональних моделей персонажів. Ця програма має всі необхідні інструменти для створення силуету, опрацювання деталей і найдрібніших елементів персонажа, аж до фактури шкіри та одягу.

3D Coat використовується в цій роботі для ретопології та створення розгортки моделі. Інструмент програми дозволяє здійснювати ці етапи швидко, а підсумковий результат позбавлений артефактів і багів, тому придатний для використання на наступних етапах створення моделі.

Marmoset Toolbag є програмою для створення рендерів, але також у цій роботі використовується можливість цієї програми запікати високоякісні текстурні карти з високополігональної на низькополігональну модель.

Substance Painter – монополіст на ринку програм для створення реалістичних текстур моделей. Програма дозволяє накладати на модель звичайні текстури, так і використовувати розумні маски, для автоматичного створення потертостей, подряпин, забруднень та інших деталей на текстурі.

Blender – багатофункціональний пакет тривимірної графіки. У цьому роботі використовується для ригинга готової моделі. завдяки наявним передумовкам риггов антропоморфних істот та якісної автоматичної генерації ваг персонажа.

2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПУ РОЗРОБКИ 3D-ПЕРСОНАЖІВ У ВІДЕОІГРОВІЙ ІНДУСТРІЇ

2.1 Історія розвитку технологій створення 3D персонажів та їх графічна еволюція

З появою комп'ютерних ігор та розвитком графічних технологій, 3D-персонажі стали невід'ємною частиною відеоігрової індустрії. Історія розвитку 3D-графіки та 3D-персонажів налічує кілька десятиліть, і за цей час відбулися значні зміни в якості та деталізації графіки [14]. Розглянемо основні етапи цієї еволюції:

Ранній період (1970-і - 1980-і роки):

На початку розвитку комп'ютерної графіки та створення 3D персонажів, технології були обмежені за обчислювальною потужністю та можливостями. Перші спроби створення 3D-моделей персонажів пов'язані з використанням векторної графіки, яка дозволяла створювати прості двовимірні форми. Але вже 1974 року з'явилася перша тривимірна модель – модель руки, створена Едом Кетмулом (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Модель руки, створена Едом Кетмулом [15]

Поява полігонів (1990-ті роки):

У 1990-х роках з'явилися комп'ютерні ігри, у яких використовувалися полігональні моделі персонажів (рис. 2.2). Це стало можливим завдяки покращенню апаратного та програмного забезпечення. Полігональні моделі склалися з багатьох багатокутників (полігонів), які формували форму персонажа. Однак графіка була відносно простою, з низькою кількістю полігонів та простими текстурами.



Рисунок 2.2 – Приклад 3D моделі персонажу в грі 1998 року The Legend of Zelda: Ocarina of Time [16]

Зростання деталізації та фотореалізму (2000-і роки):

У 2000-ті роки з появою потужніших комп'ютерів і відеокарт почалося зростання деталізації та фотореалізму 3D-персонажів (рис. 2.3). Збільшилася кількість полігонів у моделях, що дозволило створювати більш реалістичні форми. Також з'явилися нові методи освітлення та рендерингу, які надавали моделям персонажів більш реалістичного вигляду. Особливо важливим у цьому розвитку стало використання шейдерів, які дозволяли створювати складні ефекти висвітлення, тіні та матеріалів.



Рисунок 2.3 – Приклад моделі персонажу в грі 2008 року Devil May Cry 4 [17]

Перехід до фізичної симуляції та реалістичної анімації (2010-і роки):

У 2010-ті роки стало активно розвиватися використання фізичної симуляції та реалістичної анімації у створенні 3D персонажів. Технології, такі як фізичне моделювання тканин та волосся, рідин та частинок, дозволяють створювати більш реалістичні ефекти та рухи персонажів. Також з'явилися нові методи захоплення руху (motion capture), які дозволяють акторам записувати свої рухи та передавати їх на 3D моделі персонажів із високою точністю (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Приклад 3D моделі персонажу в грі 2019 року Resident Evil 2 [18]

Розглянемо сучасні перспективи розвитку віртуальної реальності.

З появою віртуальної реальності (VR) та розширеної реальності (AR) стало можливим створювати більш іммерсивні та захоплюючі ігрові досліди. 3D-персонажі стали важливим складником віртуальних світів, де гравці можуть взаємодіяти з ними в режимі реального часу. Це потребує більш високої деталізації моделей, покращеної анімації та оптимізації продуктивності для забезпечення плавної взаємодії [19].

Історія розвитку технологій створення 3D персонажів та їх графічної еволюції демонструє невпинне прагнення розробників до створення все більш реалістичних та живих персонажів у відеоіграх. Сучасні технології дозволяють створювати унікальні і незабутні персонажі, які стають важливими елементами сюжету, взаємодії та емоційної привабливості ігрового досвіду.

2.2 Аналіз місця 3D-моделей персонажів у відеоіграх

Як видно із історії розвитку відеоігрової індустрії 3D-моделі персонажів займають важливе місце у відеоіграх та ігровій індустрії загалом. Вони відіграють ключову роль у створенні унікальної та відомої візуальної ідентичності ігор, впливають на емоційне сприйняття гравців та визначають візуальне враження від ігрового процесу. Розглянемо основні аспекти, чому 3D моделі персонажів є невід'ємною частиною відеоігор [20].

3D-моделі персонажів визначають візуальний стиль гри та створюють її унікальний вигляд. Візуальні аспекти персонажів, такі як їхній зовнішній вигляд, деталізація, текстури, анімації та особливості дизайну, допомагають встановити настрій гри та захопити увагу гравця. Якісно виконані та опрацьовані 3D-моделі персонажів здатні посилити імерсію та створити більш реалістичний ігровий світ.

Добре розроблені та унікальні 3D-моделі персонажів допомагають створити ідентичність гри та стати її впізнаваним символом. риси, що

запам'ятовуюються, і дизайн персонажів здатні викликати емоційне залучення гравців і створювати стійкі враження. Знайомі персонажі можуть стати основою для продовження серії ігор або іконами ігрової індустрії.

3D-моделі персонажів є основними учасниками ігрового сюжету та взаємодії. Вони не тільки пересуваються та виконують дії в ігровому світі, а й передають емоції, комунікують з іншими персонажами та створюють динамічне ігрове середовище. Якісні анімації та ригінг дозволяють персонажам оживати, надаючи їм реалістичних рухів та виразів, що посилює емоційну привабливість і дозволяє гравцям краще взаємодіяти з ігровим світом.

3D-моделі персонажів є основою для розвитку та прогресії персонажа у грі. Ігрові персонажі можуть набувати нових навичок, зброї, броні та інших предметів, які відображаються на їх 3D-моделях. Це створює відчуття розвитку та прокачування персонажа, що є важливим елементом багатьох відеоігор, особливо рольових ігор.

Якісні 3D-моделі персонажів відіграють важливу роль у маркетингу та просуванні відеоігор. Їх використання у трейлерах, обкладинках, постерах та інших рекламних матеріалах допомагає привернути увагу потенційних гравців та створити передчуття ігрового досвіду. Відомі та привабливі персонажі здатні стати ключовими елементами у просуванні гри та її успішній рекламі.

Всі перераховані вище аспекти підкреслюють важливість 3D-моделей персонажів у відеоіграх. Вони є невід'ємною частиною створення унікальних ігрових світів, впливають на емоційне сприйняття гравців та сприяють залученню до ігрового процесу. Кожен елемент дизайну і деталізації 3D-моделей персонажів важливий для створення неповторних ігрових персонажів, які стануть гравцями, що запам'ятовуються і любляться.

Більш того, сучасні технології дозволяють створювати все більш реалістичні та виразні 3D-моделі персонажів. Відображення деталей обличчя, вираз очей, міміка та жести стають все більш точними та природними завдяки розвитку програмного забезпечення та апаратних засобів. Це дозволяє

передавати емоції та особистість персонажів точніше, що посилює взаємодію гравця з ігровим світом та створює глибокий емоційний зв'язок [21].

В цілому, розробка 3D-моделей персонажів має велике значення у створенні захоплюючих та якісних відеоігор. Завдяки історичному розвитку технологій та еволюції графічних можливостей, 3D-персонажі стали живими і незабутніми героями, які надихають гравців і поглиблюють їхнє занурення в ігровий світ. Вони стають не лише об'єктами взаємодії, а й персонажами, з якими гравці створюють емоційний зв'язок.

2.3 Аналіз пайплайну створення 3D-персонажу

Пайплайн створення 3D-персонажу є основою процесу розробки та включає кілька важливих етапів, кожен із яких відіграє ключову роль у створенні якісної та реалістичної моделі персонажа. Розглянемо докладніше кожен із цих етапів.

2.3.1 Скульптинг

Цей етап є початковою точкою у створенні 3D-моделі персонажа. За допомогою програмного забезпечення, такого як ZBrush, художник-скульптор створює модель високої деталізації, надаючи їй форму, об'єм та основні риси зовнішності [22]. Скульптинг дозволяє додати дрібні деталі, такі як м'язи, зморшки та текстури шкіри, щоб надати персонажу реалістичність та виразність.

2.3.2 Ретопологія

На цьому етапі створюється нова сітка низької деталізації, яка називається ретопологією. Вона забезпечує оптимізацію моделі, роблячи її готовою для використання в ігровому двигуні. Програмне забезпечення, таке

як 3D Coat, дозволяє художнику-ретопологу створити нову сітку з правильною топологією, зберігаючи основні форми та пропорції персонажа (рис. 2.4). Це допомагає знизити кількість полігонів, покращити продуктивність та забезпечити більш ефективний розподіл текстур та анімації.

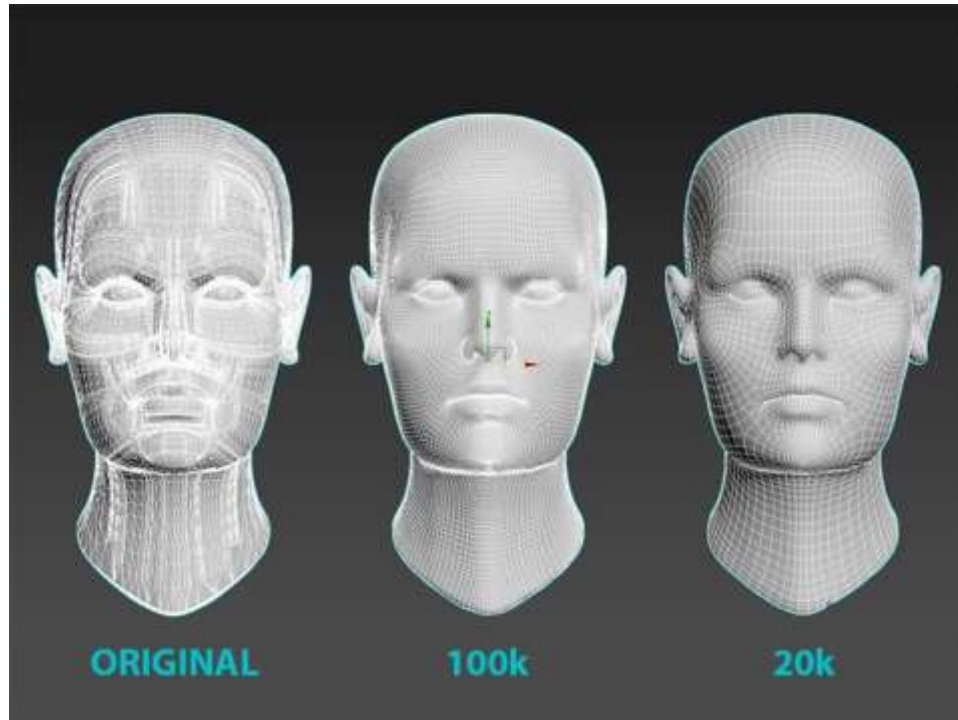


Рисунок 2.4 – Приклад полігональної сітки різної щільності [23]

2.3.3 UV-розгортка

На цьому етапі модель персонажа розбивається на окремі ділянки та розгортається у двовимірний простір, щоб створити UV-розгортку. Це важливо для правильного застосування текстур та матеріалів на поверхні моделі. Художник-розгортник використовує програмне забезпечення, таке як 3D Coat, для поділу поверхні персонажа на логічні ділянки та створення оптимальної UV-розгортки, мінімізуючи спотворення та спрощуючи процес текстурування [24].

2.3.4 Запікання карт нормалей

Запікання карт нормалей дозволяє додати високу деталізацію, створену на етапі скульптингу, низькополігональну модель. Використовуючи програмне забезпечення, наприклад, Marmoset Toolbag або Substance Painter, художник-запікач створює карти нормалей, які містять інформацію про висоту, напрям і освітлення кожної точки на поверхні моделі. Запікання карт нормалей дозволяє зберегти зовнішній вигляд і деталізацію високополігональної моделі, використовуючи набагато меншу кількість полігонів.

2.3.5 Текстурування

На цьому етапі художник-текстурист додає кольори, текстури та матеріали на поверхню моделі, щоб надати їй візуального оформлення та стилю. З використанням програмного забезпечення, такого як Substance Painter, художник може малювати прямо на моделі, завдаючи текстури, створюючи реалістичні матеріали, додаючи ефекти та деталізацію. Текстурування включає роботу з різними типами текстур, такими як колірна текстура, текстура нормалей, текстура грубості та інші, щоб досягти бажаного зовнішнього вигляду персонажа.

2.3.6 Ріггінг

На цьому етапі створюється кісткова система, або клуня, яка дозволяє анімувати і деформувати модель персонажа. Ріггінг включає створення кісток, суглобів і контрольних елементів, які дозволяють аніматору управляти рухом персонажа. Спеціалізоване програмне забезпечення, таке як Blender, надає інструменти для створення клуні та налаштування його поведінки, включаючи згладжування ваг кісток і встановлення обмежень [25].

2.3.7 Анімація

Останній етап пайплайну - анімація, де аніматор надає життя персонажу, створюючи його рухи, висловлювання та акції. Анімація може включати ходьбу, біг, стрибки, атаки, мова та багато іншого. Аніматор використовує спеціалізоване програмне забезпечення, таке як Blender або Maya, для створення ключових кадрів, проміжних анімацій та налаштування таймінгу та поз [26].

Як впливає з перерахованого вище, пайплайн створення 3D-персонажу є складним та багатограним процесом, що потребує спеціальних навичок та інструментів. Кожен етап робить свій внесок у створення якісної 3D-моделі персонажа, яка буде готова для використання в ігровому проекті. Кожен фахівець, залучений до пайплайну, відіграє важливу роль у досягненні високого рівня якості та реалізації задуманого зовнішнього вигляду та функціональності персонажа.

Крім того, ефективне використання пайплайну створення 3D-персонажу дозволяє заощадити час та ресурси, забезпечуючи швидший та згладжений процес розробки. Кожен етап пайплайну взаємопов'язаний з іншими, і хороша організація та співпраця між різними фахівцями відіграють важливу роль у успішній реалізації проекту.

Нарешті, пайплайн створення 3D-персонажу схильний до постійних змін і вдосконалень разом з розвитком технологій та програмного забезпечення. Прагнення до створення більш реалістичних та виразних персонажів спонукає розробників та художників шукати нові інструменти та техніки, щоб досягти бажаних результатів.

Підбиваючи підсумки вищенаписаного - пайплайн створення 3D-персонажу є невід'ємною частиною розробки відеоігор та інших проектів, які потребують реалізації віртуальних персонажів. Завдяки послідовності етапів,

починаючи від скульптингу і закінчуючи анімацією, створюється якісна модель, здатна передати емоції, дії та особистість персонажа.

2.4. Висновки до розділу

У цьому розділі проаналізовано принцип розробки тривимірних персонажів у відеоігровій індустрії. В рамках зазначених завдань були розглянуті теми історії розвитку технологій розробки 3D персонажів у відеоігровій індустрії, аналіз важливості тривимірних персонажів у відеоіграх та огляд етапів пайплайну розробки тривимірних персонажів.

В ході роботи буде створено пайплайн 3D-персонажів, який включає кілька ключових етапів, кожен з яких буде задіяний у цій кваліфікаційній роботі:

- на етапі скульптингу буде створено основний вигляд персонажа в 3D-просторі, де персонаж набуде свою основну форму та дрібні деталі;
- на етапі ретопології буде створена оптимізована версія моделі;
- на етапі UV-розгортки - будуть створені текстурні координати для правильного накладання текстур;
- на етапі запікання карт нормалей буде переноситися інформація з високополігональної моделі на низькополігональну;
- на етапі текстурування додадуться текстури для надання реалістичності;
- на етапі ріггінгу будуть створені каркасні структури для можливості анімації;
- на етапі анімації будуть застосовуватися рухи для надання персонажу життєвості.

3 РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ 3D-МОДЕЛЕЙ ПЕРСОНАЖУ ТА ПОДАЛЬШОЇ ІНТЕГРАЦІЇ У ВІДЕОІГРОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Третій розділ кваліфікаційної роботи присвячений створенню 3D-моделі персонажа для відеоігри. Цей розділ є практичною частиною і охоплює весь процес розробки персонажа, починаючи від концепції і закінчуючи фінальною 3D-моделлю. У цьому розділі я детально розкрию кожен етап творчого та технічного процесу створення персонажа, відкриваючи секрети його концепції, моделювання, текстурування, ригінгу та анімації.

3.1 Скульптинг

Скульптинг є першим та ключовим етапом у створенні 3D-моделі персонажа. Почавши із звичайної сфери (рис. 3.1), ми застосовуємо метод блокінгу, використовуючи різні примітиви, щоб створити базовий силует персонажа. Цей блокінг є основою для подальших деформацій та доопрацювань.

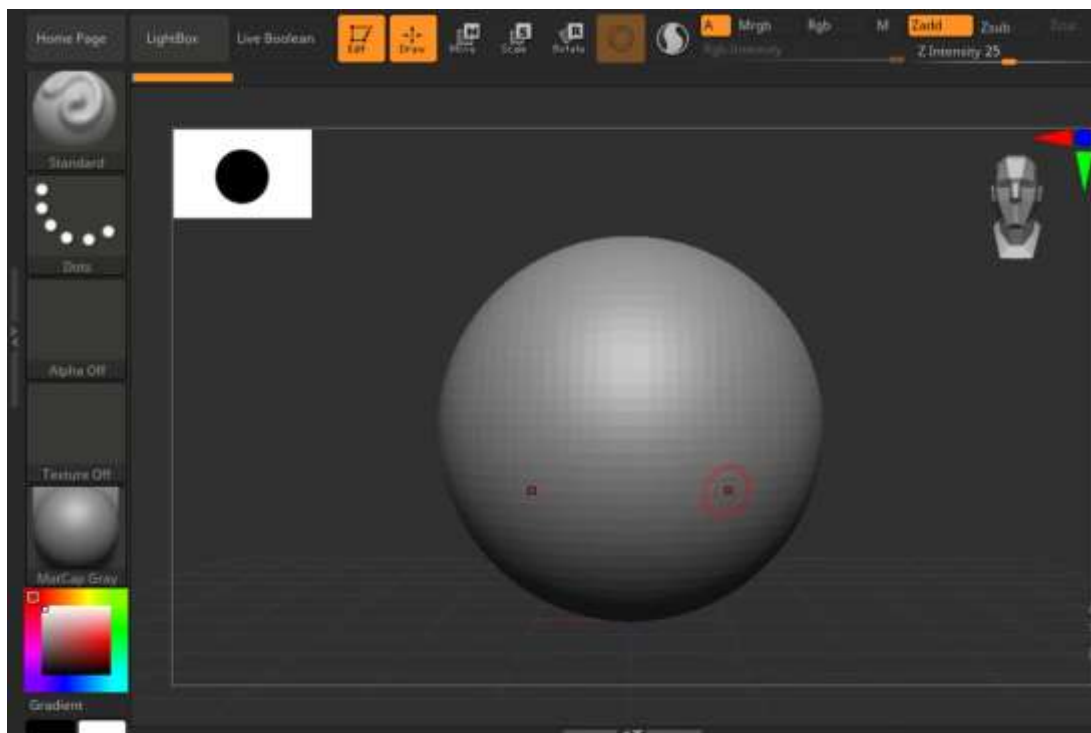


Рисунок 3.1 – Початок роботи

Використовуючи інструмент DynaMesh, ми об'єднуємо блоки у єдине ціле, створюючи єдиний та цілісний обсяг персонажа. Цей етап скульптингу дозволяє нам працювати із загальною формою (рис. 3.2), підганяючи її під задані параметри та забезпечуючи основу для подальшого деталізованого моделювання.

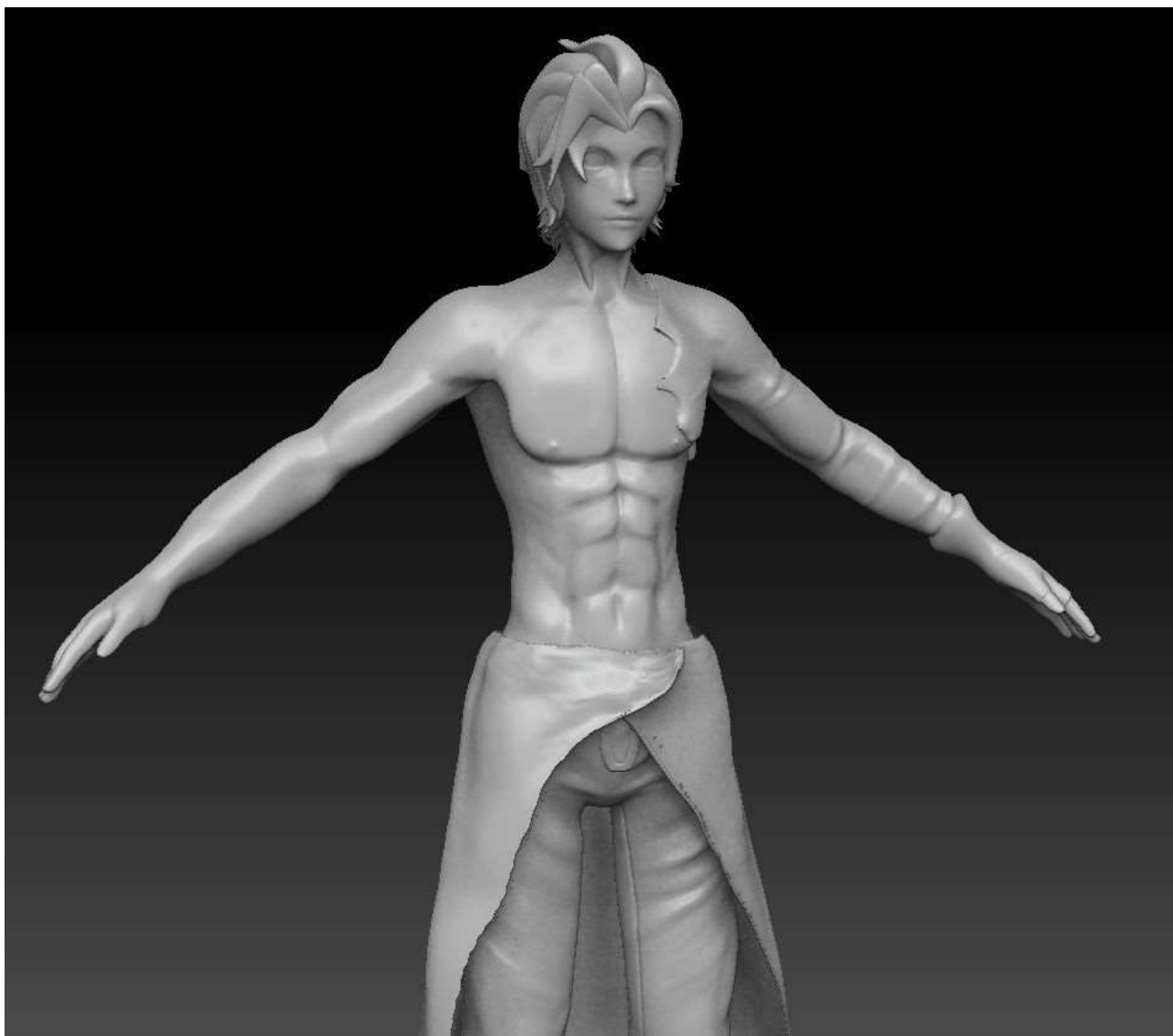


Рисунок 3.2 – Опрацювання анатомії та головних рис персонажу

Процес скульптингу стає ітеративним: ми використовуємо різні пензлі для виділення та деформації, опрацьовуючи анатомію та мускулатуру

персонажа. Це включає створення виражених рис обличчя, роботи над пропорціями тіла і надання йому унікального візуального стилю (рис. 3.3).

У ході роботи проводиться постійна взаємодія між художником та моделлю. Дизайн персонажа формується в процесі скульптингу: додаються елементи обладунків, плащ на стегнах, і крила, надаючи вигляду персонажа особливий характер. У цьому випадку, натхненні ідеєю занепалого ангела, ми прагнемо створити вишуканий і загадковий образ, який передає дух персонажа.



Рисунок 3.3 – Завершений скульпт персонажу

У фінальному варіанті 3D-моделі персонажа ми досягаємо гармонії між естетикою та функціональністю, надаючи йому унікальності та виразності. Такий підхід у скульптингу забезпечує нам не лише технічну точність, а й візуальний вплив, залучаючи глядача до історії та характеру створеного персонажа.

3.2 Ретопологія

Ретопологія є невід'ємним етапом у створенні 3D-моделі персонажа. Після завершення скульптингу необхідно оптимізувати кількість полігонів моделі для ефективної роботи в ігровому двигуні, зберігаючи при цьому її форму і деталізацію.

Процес ретопології включає в себе вручну створену низькополігональну сітку, яка слідує за формою високополігональної моделі (рис. 3.4). Цей етап є ретельним мистецтвом, де художник балансує між збереженням деталей та створенням оптимальної топології для анімації та ігрових умов.



Рисунок 3.4 - Ретопологізований меш

Крила як окремий елемент були виділені в окрему модель. Це забезпечує ефективне управління ресурсами, оскільки вони матимуть свою текстурну карту. Поділ крил також спрощує процес анімації та текстурування, надаючи більше контролю за деталями.

Готова низькополігональна модель буде оптимальною для використання у ігрових середовищах. Її кількість полігонів підтримує плавну анімацію

персонажа без критичних деформацій, що є ключовим чинником досягнення високої якості візуального сприйняття у грі (рис. 3.5).

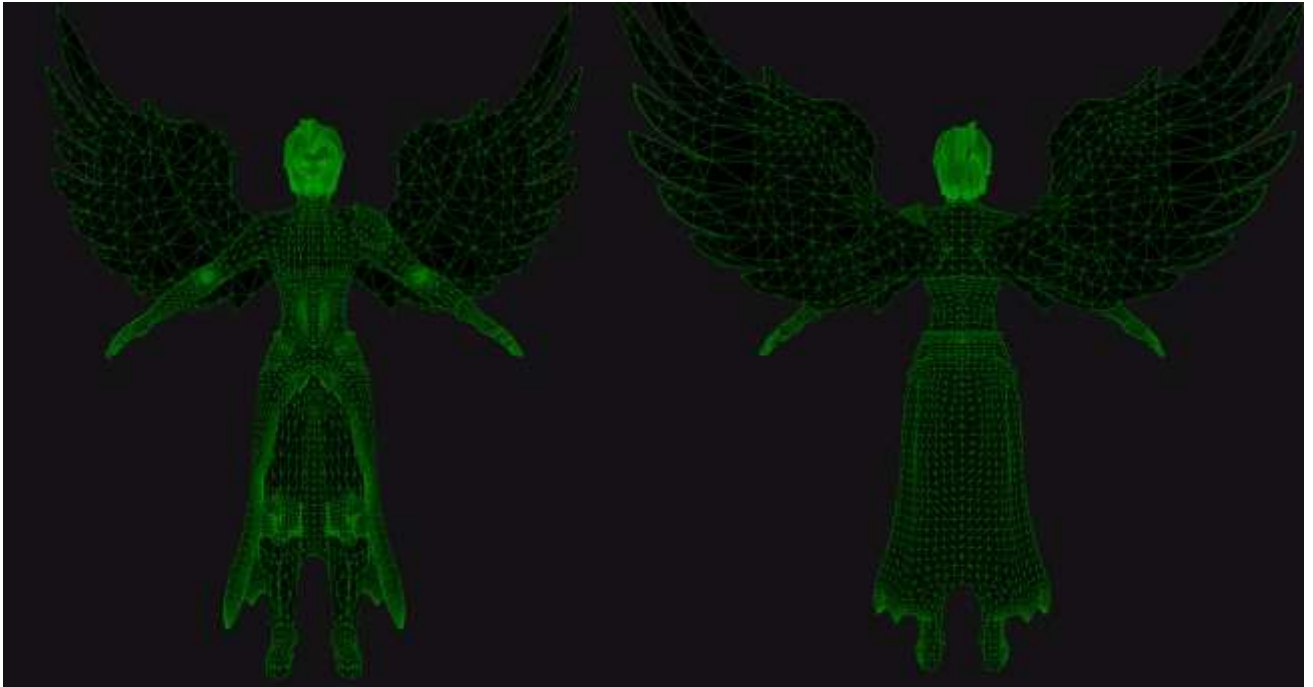


Рисунок 3.5 – Низькополігональна сітка моделі

3.3 UV-карти та текстурування

Наступним важливим етапом після ретопології є створення UV-карт та текстурування, які визначають зовнішній вигляд та структуру 3D-моделі (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – UV-карта верхньої частини тіла

Для початку проводяться лінії на моделі вздовж ребер полігонів низькополігональної сітки. Ці лінії розрізають модель та розгортають її на площину. Проекція моделі, що вийшла, на площину називається UV-картою. Завдяки цій карті на модель можна спроектувати плоске зображення, яке називається текстурою.

У цьому проекті були використані два види текстур - PBR (Physically Based Rendering) та Handpainted. Текстури PBR застосовувалися для обладунків та тканин, забезпечуючи фотореалістичний вигляд з реалістичною відбивністю та відбивністю. З іншого боку, Handpainted текстури були використані для шкіри та волосся, надаючи персонажу унікальний художній стиль. Цей мікс текстур додає глибину та деталізацію зовнішнього вигляду персонажа, створюючи більш насичений та цікавий візуальний досвід (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Текстурована модель

3.4 Риггінг

З завершенням текстурування переходимо до етапу риггінга, який дає моделі структуру для анімації, та робить її готовою до імпорту в ігровий движок.

На цьому етапі до 3D-моделі персонажа додаються кістки, відомі як риг. Риг - це система кісток, яка дозволяє анімувати персонажа, контролюючи його рухи (рис. 3.8). Риг у цій моделі включає стандартні кістки для представлення анатомічних частин людського тіла, а також додаткові кістки для плаща. Це надає додаткові можливості для анімації, такі як коливання тканини плаща.

Процес ригінгу вимагає точного розміщення кісток, щоб вони коректно відповідали анатомії моделі. Кожна кістка пов'язана з певними частинами моделі, що забезпечує природний та реалістичний рух у процесі анімації.



Рисунок 3.8 – Кістки на моделі

Коректний риг дозволяє аніматорам легко і природно рухати частини персонажа, створюючи плавні та реалістичні анімації. У цій моделі, крім основних кісток, спеціальні кістки в плащі розширюють можливості аніматора, додаючи додаткові елементи руху та жвавості у вигляді персонажа.

3.5 Додаткові асети

Крім основного персонажа, важливим етапом є створення додаткових асетів, які збагатять ігровий досвід та середовище (рис. 3.9). Замість використання стандартних оточень для імпорту в ігровий движок, було прийнято рішення створити окремі моделі, що є блоками для конструювання унікальних рівнів.



Рисунок 3.9 – Блоки моделей елементів оточення на рівні відеоігри

Ці моделі розроблені за принципом окремих блоків, що дозволяє легко поєднувати їх між собою, формуючи різноманітні ігрові рівні. Такий підхід надає гнучкість у дизайні ігрового середовища, дозволяючи створювати рівні з різною структурою та складністю.

Крім того, була створена зброя для персонажа (рис. 3.9), яка з'являється під час використання кнопки атаки. Цей елемент додає нові механіки у гру, надаючи персонажу можливість взаємодії з оточенням та противниками.



Рисунок 3.9 – Моделі мечів персонажа

3.6 Імпорт моделей в ігровий двигун та розробка ігрового прототипу на їх основі

Для початку процесу розробки гри в Unreal Engine першим кроком було завантажити моделі асетів оточення.

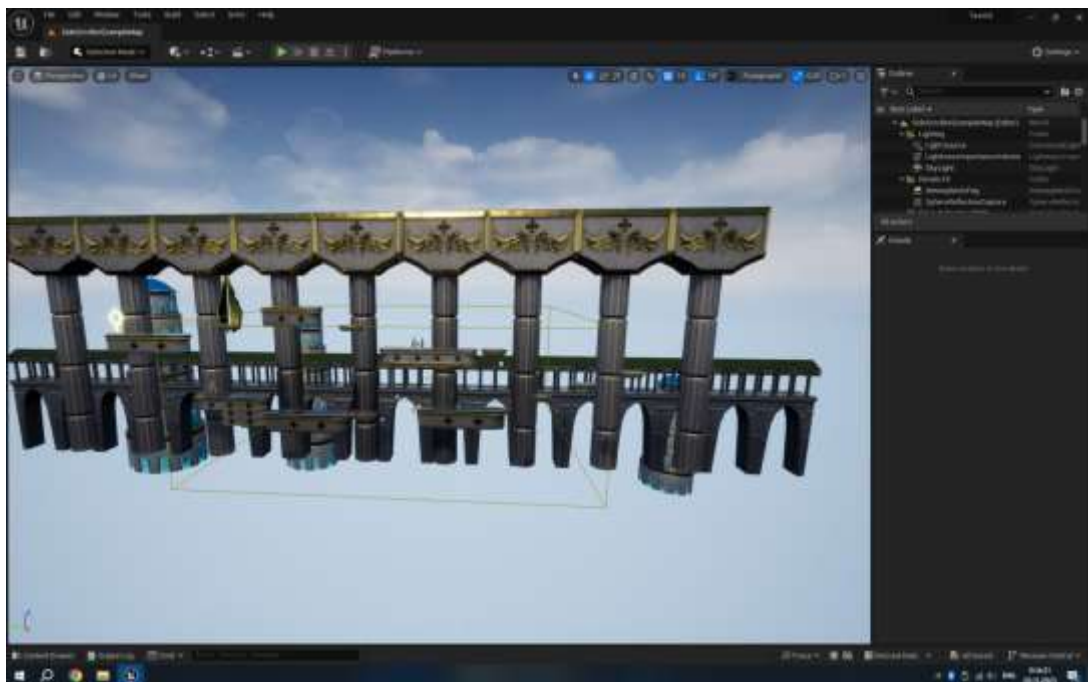


Рисунок 3.10 – Зібраний із змодельованих асетів рівень

З використанням цих асетів було зібрано простий рівень (рис. 3.10), де кожен об'єкт був налаштований з колізією, що забезпечує фізичну інтеракцію в двигуні.

Для імпорту персонажа в двигун були завантажені модель персонажа в Т-позі (рис. 3.11), та скелети із записаними анімаціями. Важливим аспектом було правильне налаштування скриптів анімації, щоб персонаж виглядав природно та відповідав на дії гравця. Анімації для персонажа були взяті з сайту Міхато, а потім трохи доопрацьовані для кращої відповідності унікальним характеристикам персонажа.



Рисунок 3.11 - Персонаж в ігровому двигуні

Після імпорту персонажа в Unreal Engine наступним кроком стало налаштувати скрипти, що контролюють рух та атаку персонажа. Цей етап був виконаний із застосуванням методу візуального програмування, відомого як Blueprints, вбудованого в Unreal Engine.

Blueprints надає графічний інтерфейс для створення логіки гри, що є особливо корисним для розробників без глибоких знань програмування. За допомогою графічного інтерфейсу, що є блоками і з'єднаннями між ними, можна визначити поведінку персонажа у відповідь на різні дії гравця, такі як переміщення та атака.

Використання візуального програмування Unreal Engine, таким чином, забезпечує ефективне і інтуїтивно зрозуміле створення логіки гри, спрощуючи процес розробки і забезпечуючи швидку ітерацію над механіками гри без необхідності написання коду.

Спільно всі ці кроки забезпечують створення ігрового прототипу, де персонаж успішно взаємодіє з оточенням, яке рухи і атаки реалізовані з допомогою візуального програмування. Отриманий прототип є основою подальшої розробки та тестування ігрових механік (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Скріншот геймплею готового ігрового демо

У результаті цього розділу завершено роботу, результатом якої став повноцінний ігровий прототип. Цей прототип включає не тільки створений з нуля 3D-персонаж, але і оточення, асети рівня, анімації, управління рухом і атакою. Робочий прототип надає можливість не лише візуально оцінити

зовнішній вигляд персонажа та оточення, а й провести тестування основних механік гри.

Етап створення персонажа включав скульптинг, ретопологію, створення UV-карт і текстурування, риггінг, анімацію та імпорт в ігровий двигун. Додаткові ассети, такі як блоки оточення та зброя, надали прототипу додатковий рівень глибини та інтересу.

Використання візуального програмування в Unreal Engine (рис. 3.13) спростило створення логіки гри, забезпечуючи гнучкість у налаштуванні та швидку перевірку змін.

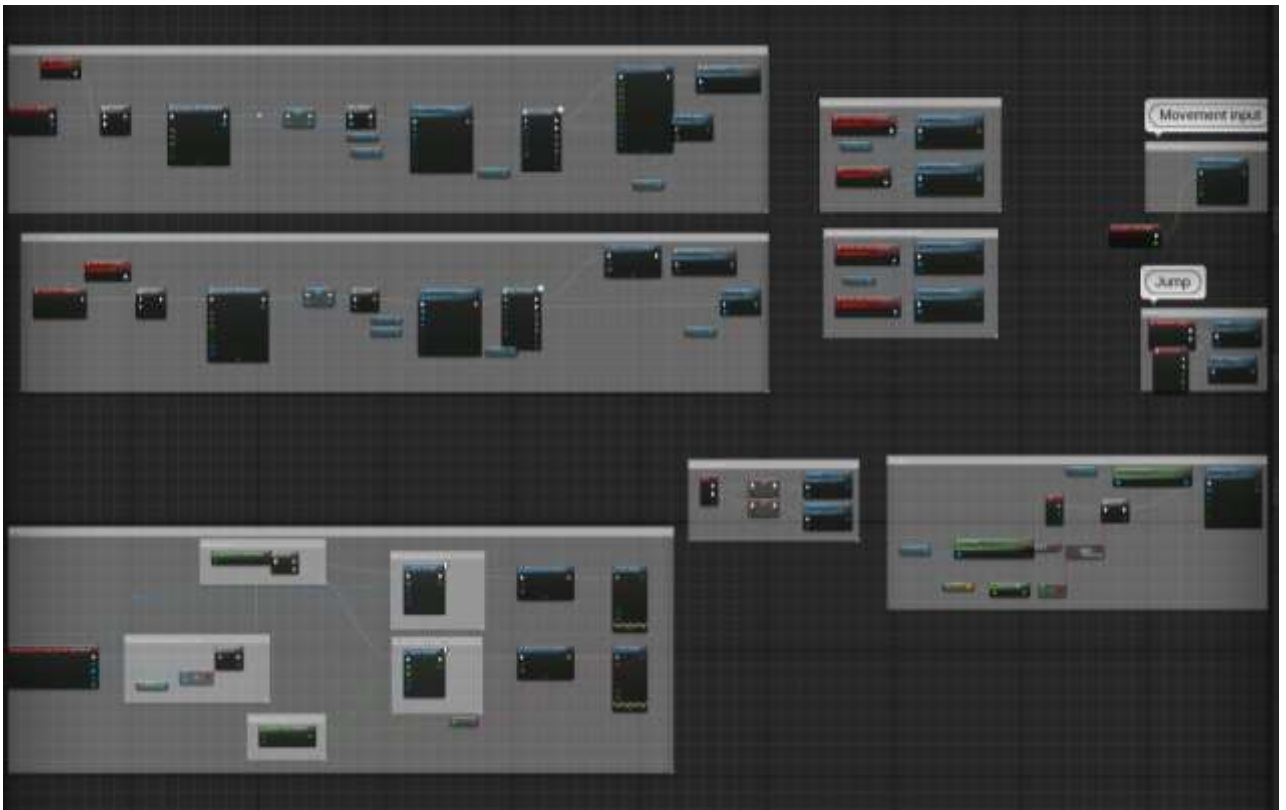


Рисунок 3.13 – Логіка керування персонажем, створена за допомогою візуального програмування

Отриманий результат не тільки демонструє візуальну та технічну майстерність у створенні персонажа, а й надає функціональний прототип, який можна використовувати для подальшого тестування, доробок та розробки більш складних ігрових механік.

3.7 Висновки до розділу

У третьому розділі було розглянуто процес розробки дизайну тривимірної моделі персонажа та її подальшу інтеграцію у відеоігрове середовище.

Етап скульптингу було мтаорнно основу візуалу персонажа, створювався дизайн персонажа та продумувався характер моделі.

На етапі ретопології було зроблено необхідні дії для оптимізації моделі, що зробило її придатною для подальшої інтеграції в ігровий двигун.

На етапі текстурування було накладено їх на модель за допомогою розгортки, яка проєціює зображення з плоского малюнка на об'ємну фігуру.

До готової моделі додано кістки, звані риггом, необхідні для анімації моделі і постановки її в позу. А також додано завантажені анімації під кожен рух, що буде задіяні у майбутній грі.

Крім моделі персонажа, було створено низку додаткових моделей асетів оточення, із якими персонаж взаємодіятиме у грі.

Фінальним етапом роботи стала інтеграція всіх готових моделей в ігровий движок Unreal Engine і створення простої ігрової логіки з використанням інструментів візуального програмування Blueprints.

ВИСНОВКИ

Після аналізу існуючого програмного забезпечення для створення 3D-моделі стало ясно, що треба використовувати кілька програм одночасно та обґрунтовано вибір програмного забезпечення для створення 3D-моделі персонажа.

ZBrush є лідером ринку серед усіх програм для тривимірного скульптингу і використовується в абсолютній більшості професійних компаній для створення високополігональних моделей персонажів. Ця програма має всі необхідні інструменти для створення силуету, опрацювання деталей і найдрібніших елементів персонажа, аж до фактури шкіри та одягу.

3D Coat використовується в цій роботі для ретопології та створення розгортки моделі. Інструмент програми дозволяє здійснювати ці етапи швидко, а підсумковий результат позбавлений артефактів і багів, тому придатний для використання на наступних етапах створення моделі.

Marmoset Toolbag є програмою для створення рендерів, але також у цій роботі використовується можливість цієї програми запікати високоякісні текстурні карти з високополігональної на низькополігональну модель.

Substance Painter – монополіст на ринку програм для створення реалістичних текстур моделей. Програма дозволяє накладати на модель звичайні текстури, так і використовувати розумні маски, для автоматичного створення потертостей, подряпин, забруднень та інших деталей на текстурі.

Blender – багатофункціональний пакет тривимірної графіки. У цьому роботі використовується для ригинга готової моделі. завдяки наявним передумовкам риггов антропоморфних істот та якісної автоматичної генерації ваг персонажа.

В рамках зазначених завдань були розглянуті теми історії розвитку технологій розробки 3D персонажів у відеоігровій індустрії, аналіз важливості

тривимірних персонажів у відеоіграх та огляд етапів пайплайну розробки тривимірних персонажів.

В ході роботи було створено пайплайн 3D-персонажів, який включає кілька ключових етапів, кожен з яких буде задіяний у цій кваліфікаційній роботі.

А також розглянуто процес розробки дизайну тривимірної моделі персонажа та її подальшу інтеграцію у відеоігрове середовище.

Етап скульптингу було мтаорнно основу візуалу персонажа, створювався дизайн персонажа та продумувався характер моделі.

На етапі ретопології було зроблено необхідні дії для оптимізації моделі, що зробило її придатною для подальшої інтеграції в ігровий двигун.

На етапі текстуровання було накладено їх на модель за допомогою розгортки, яка проєціює зображення з плоского малюнка на об'ємну фігуру.

До готової моделі додано кістки, звані риггом, необхідні для анімації моделі і постановки її в позу. А також додано завантажені анімації під кожен рух, що буде задіяно у майбутній грі.

Крім моделі персонажа, було створено низку додаткових моделей асетів оточення, із якими персонаж взаємодітиме у грі.

Фінальним етапом роботи стала інтеграція всіх готових моделей в ігровий движок Unreal Engine і створення простої ігрової логіки з використанням інструментів візуального програмування Blueprints.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт Blender. [Електронний ресурс]
URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 17.06.2023).
2. Офіційний сайт ZBrush. [Електронний ресурс]
URL: [1. https://www.maxon.net/en/zbrush](https://www.maxon.net/en/zbrush) (дата звернення: 04.06.2023).
3. Офіційний сайт 3D Coat. [Електронний ресурс]
URL: <https://3dcoat.com/> (дата звернення: 21.06.2023).
4. Офіційний сайт Marmoset Toolbag. [Електронний ресурс]
URL: <https://marmoset.co/toolbag/> (дата звернення: 07.07.2023).
5. Офіційний сайт Substance Painter. [Електронний ресурс]
URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d-painter.html>
(дата звернення: 11.06.2023).
6. Офіційний сайт Cinema 4D. [Електронний ресурс]
URL: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d> (дата звернення: 18.06.2023).
7. Інформація про метод затінення Фонга. [Електронний ресурс]
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Phong_reflection_model (дата звернення: 17.06.2023).
8. Офіційний сайт Unreal Engine. [Електронний ресурс]
URL: <https://www.unrealengine.com/en-US> (дата звернення: 11.06.2023).
9. Інформація про рельєфне текстурування. [Електронний ресурс]
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bump_mapping (дата звернення: 17.06.2023).
10. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial

- Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358
11. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82
 12. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
 13. Avalos-Gonzalez, D., Sergiyenko, O., Hernandez-Balbuena, D., Tyrsa, V., Kartashov V.M., V., Rivas-Lopes, M., Murrieta-Rico, F.N. Constraints definition and application optimization based on geometric analysis of the frequency measurement method by pulse coincidence // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (USA). 2018, V.126. P. 184-193.
 14. Book “Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems”, Hardback - Advances in Computational Intelligence and Robotics English. Edited by Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Wendy Flores-Fuentes, Julio Cesar Rodríguez-Quíñonez, Lars Lindner. Editorial IGI Global, Hershey, United States, January 2020, 340 páginas. ISBN10 152259924X, ISBN13 9781522599241
 15. Cesar Sepulveda-Valdez ; Oleg Sergiyenko ; Vera Tyrsa ; Wendy Flores-Fuentes ; Julio César Rodríguez-Quíñonez ; Fabian Natanael Murrieta-Rico ; Jesús Elías Miranda-Vega ; Paolo Mercorelli ; Marina Kolendovska.

- "Geometric analysis of a laser scanner functioning based on dynamic triangulation," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1398-1403, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152268.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152268>
16. Cuauhtémoc Mariscal-García; Wendy Flores-Fuentes; Daniel Hernández-Balbuena; Julio C. Rodríguez-Quíñonez ; Oleg Sergiyenko. "Classification of Vehicle Images through Deep Neural Networks for Camera View Position Selection," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1376-1380, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152440.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152440>
17. Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision/ O. Sergiyenko, J.C. Rodriguez-Quíñonez, IGI Global, 2016; 341p.
18. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178, 9061337
19. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz and Radiotekhnika*), 2020, 79(11), стр. 985-995
20. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152255>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9161870>

21. I. Y. A. Corpus, L. Lindner, O. Sergiyenko. "Transimpedance Amplifier for Laser Scanning System Range Extension," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1421-1426, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152487.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152487>

22. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June, 8781209, c. 1162-1167.

23. Jonathan J. Sanchez-Castro ; Julio C. Rodríguez-Quiñonez ; Luis R. Ramírez-Hernández ; Guillermo Galaviz ; Daniel Hernández-Balbuena ; Gabriel Trujillo-Hernández ; Wendy Flores-Fuentes ; Paolo Mercorelli ; Wilmar Hernández-Perdomo ; Oleg Sergiyenko ; Félix Fernando González-Navarro. "A Lean Convolutional Neural Network for Vehicle Classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1365-1369, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152274.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152274>

24. Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (...), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.

25. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics

Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.

26. Murrieta-Rico, F.N., Petranovskii, V., Galvan, D.H., Sergiyenko, O., Yocupicio-Gaxiola, R.I., De Dios Sanchez-Lopez, J. Phase effect in frequency measurements of a quartz crystal using the pulse coincidence principle. 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 185-190, 9152255, DOI: 10.1109/ISIE45063.2020.9152255