Державний торговельно-економічний університет
Кафедра інженерії програмногозабезпечення та кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Алгоритми та методи генерації 3D-моделей»

Студента 2 курсу, 1.3м групи, спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» _____ Мозгового Вадима Сергійовича
підпис студента

Науковий керівник доктор технійчних наук, професор, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки _____ Криворучно Олена Володимірівна
підпис керівника

Гарант освітньої програми кандидат педагогичних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки _____ Котенко Наталія Олексіївна
підпис гаранта

КИЇВ – 2024

Факультет інформаційних технологій
Кафедра інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Освітній ступінь магістр
Освітня програма 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Затверджую
Зав. кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Криворучко О. В.
«13» грудня 2023 р.

Завдання
на кваліфікаційну роботу студентові

Мозговий Вадим Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Алгоритми та методи генерації 3D-моделей на платформі Blender»

Затверджена наказом ректора від «27»листопада 2023 р. № 4141

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 15 листопада 2024

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи

Мета роботи Розробляйте методи та прийоми для ефективного створення 3D-моделей у Blender, включаючи найкращі практики для оптимізації робочих процесів, проектування моделей і скорочення часу створення.

Об'єкт дослідження Аналіз плагінів та аддонів, які розширюють можливості Blender в контексті моделювання, та їх вплив на ефективність роботи.

Предмет дослідження є доповнення у Blender, різні аспекти, які стосуються створення, використання або впливу цих доповнень на процес моделювання і загальну ефективність роботи.

4. Консультанти роботи із зазначенням розділів, які консультують:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

5. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань за кожним розділом)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

1.1. Розвиток генерації 3D-моделей на платформі Blender

1.2.Сутність генерації 3D-моделей на платформі Blender

1.3. Сучасний стан, проблеми та перспективи генерації 3D-моделей на платформі Blender

1.4. Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

2.1. Стратегії робочого процесу генерації 3D-моделей на платформі Blender

2.2. Найкращі практики при генерації 3D-моделей на платформі Blender

2.3. Виклики та рішення при генерації 3D-моделей на платформі Blender

2.4Методологічні принципи генерації 3D-моделей на пратформі Blender

2.5. Висновки до розділу 2

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

3.1. Дослідження аддона в Blender

3.2. Реалізація написанян аддона в Blender

3.3. Висновок до розділу 3

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

6. Календарний план виконання роботи

№ пор.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		за планом	фактично
1	2	3	4
1.	*Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи*	*07.11.2023*	*07.11.2023*
2.	*Розробка та затвердження завдання на роботу магістра (стац/заоч)*	*13.12.2023*	*13.12.2023*
3.	*Вступ та перелік літературних джерел*	*22.02.2024*	*22.02.2024*
4.	*Розробка технічного завдання*	*14.03.2024*	*14.03.2024*
5.	*Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER*	*10.04.2024*	*10.04.2024*
6.	*Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER*	*23.05.2024*	*23.05.2024*
7.	*Розділ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER*	*05.09.2024*	*05.09.2024*
8.	*Розробка програми та методики тестування*	*27.09.2024*	*27.09.2024*
9.	*Написання наукової статті*	*16.04.2024*	*16.04.2024*
10.	*Керівництво користувача*	*11.10.2024*	*11.10.2024*
11.	*Висновки та пропозиції*	*16.10.2024*	*16.10.2024*
12.	*Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедру (перша перевірка)*	*18.10.2024*	*18.10.2024*
13.	*Підготовка реферату та презентації доповіді*	*28.10.2024*	*28.10.2024*
14.	*Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи*	*29.10.2024 – 31.10.2024*	*29.10.2024 – 31.10.2024*
15.	*Здача зброшурованої випускної кваліфікаційної роботи*	*15.11.2024*	*15.11.2024*
16.	*Зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи*	*28.10.2024*	*28.10.2024*
17.	*Підготовка до публічного захисту випускної кваліфікаційної роботи*	*02.12.2024-03.12.2024*	*02.12.2024-03.12.2024*

7. Дата видачі завдання «13» грудня 2023 р.

8. Науковий керівник кваліфікаційної роботи

Криворучно О.В.

(прізвище, ініціали, підпис)

9. Гарант освітньої програми Котенко Н.О.

(прізвище, ініціали, підпис)

10. Завдання прийняв до виконання студент _____Мозговий В.С____

(прізвище, ініціали, підпис)

11. Відгук керівника кваліфікаційної роботи

_____

Науковий керівник кваліфікаційної роботи

_____

(підпис, дата)

Відмітка про попередній захист _____

(ПІБ, підпис, дата)

12. Висновок про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційна робота студента _____Мозговий В.С_____

(прізвище, ініціали)

може бути допущена до захисту екзаменаційній комісії.

Гарант освітньої програми _____Котенко Н.О._____

(прізвище, ініціали, підпис)

Завідувач кафедри _____Криворучко О. В._____

(підпис, прізвище, ініціали)

«_____»_____20 ___ р.

АНОТАЦІЯ

Відповідно до мети дослідження, випускна кваліфікаційна робота на тему «Алгоритми та методи генерації 3D моделей», присвячена написанню доповнень для Blende, містить 72 сторінок та 44 рисунки. Список використаних джерел містить 37 найменувань.

Підкреслено ефективність Blender як багатофункціональної платформи для 3D-моделювання, зокрема, у сферах автоматизації процесів та інтеграції нових технологій, таких як машинне навчання, які можуть бути розвинуті в подальшому.

Проаналізовано еволюцію платформи Blender: досліджено історію розвитку інструментів генерації 3D-моделей та їх вплив на сучасні робочі процеси в галузі комп'ютерної графіки.

Проаналізовано сучасні проблеми та шляхи їх вирішення: визначено основні проблеми, з якими стикаються розробники 3D-моделей, такі як оптимізація полігонів, створення коректних УФ-сканів та автоматизація деяких процесів, а також запропоновано шляхи їх вирішення.

Проведено практичні реалізації: в рамках роботи досліджено створення доповнень для Blender, які могли б автоматизувати деякі процеси та додати новий функціонал до платформи. Це дозволило навести приклади практичних реалізацій отриманих знань.

Виявлено перспективи розвитку: дослідження виявило перспективи подальшого розвитку технології 3D-моделювання за рахунок автоматизації процесів та впровадження штучного інтелекту в процес генерації контенту.

Ключові слова: Генерація 3D-моделей,Алгоритми 3D-моделювання

Blender, Полігональне моделювання, Процедурна генерація, Скульптинг, Ретопологія, Аддони, Blender, Текстурування, UV-розгортка, PBR-матеріали, Автоматизація, 3D-моделювання, Машинне навчання в 3D-графіці, Оптимізація полігонів, Візуалізація/

ABSTRACT

The final qualification work on the topic “Algorithms and Methods to Generate 3D Models” dedicated to writing add-ons for Blende, in line with the objectives of the study, contains 70 pages and 44 figures. The reference list contains 37 titles.

The paper highlights the effectiveness of Blender as a multifunctional platform for 3D modeling, especially in the area of process automation and integration of new technologies such as machine learning.

The evolution of the Blender platform will be analyzed, and the history of the development of 3D model generation tools and their impact on contemporary workflows in the field of computer graphics will be studied.

The main methods and algorithms for generating 3D models will be described: how different algorithms such as polygon modeling, procedural generation, sculpting, and other approaches help to solve 3D modeling problems.

Contemporary problems and solutions will be analyzed: the main problems faced by 3D model developers, such as optimizing polygons, creating correct UV scans, and automating some processes, will be identified and solutions will be proposed.

As part of the work, the creation of an add-on for Blender that could automate several processes and add new capabilities to the platform was investigated. This allowed us to provide practical implementation examples of the knowledge gained.

Identification of Prospects for Development: This study identified prospects for further development of 3D modeling technology through process automation and the introduction of artificial intelligence into the content generation process.

Keywords 3D model generation, 3D modeling algorithms

Blender, polygon modeling, procedural generation, sculpting, retopology, add-ons, Blender, texturing, UV scanning, PBR materials, automation, 3D modeling, machine learning in 3D graphics, polygon optimization, visualization/ Visualization

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

3D — тривимірний (трьохвимірний) простір або об'єкти

API (Application Programming Interface) — інтерфейс програмування застосунків

Blender — платформа для моделювання, анімації, рендерингу та інших аспектів 3D-графіки

UX/UI (User Experience/User Interface) — користувацький досвід та інтерфейс користувача

HTML (HyperText Markup Language) — мова розмітки для створення веб-сторінок

CSS (Cascading Style Sheets) — мова стилів для опису вигляду веб-сторінок

JS (JavaScript) — мова програмування для створення інтерактивних елементів на веб-сторінках

REST (Representational State Transfer) — архітектурний стиль для взаємодії клієнт-сервер

API — набір методів для інтеграції і взаємодії різних програмних компонентів

Git — система контролю версій для відстеження змін у коді

UI — інтерфейс користувача (веб, десктоп, мобільні додатки)

UX — досвід користувача

JSON (JavaScript Object Notation) — формат обміну даними між клієнтом і сервером

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) — протокол передачі гіпертексту для зв'язку клієнта і сервера

CI/CD (Continuous Integration/Continuous Deployment) — безперервна інтеграція та розгортання

IDE (Integrated Development Environment) — інтегроване середовище розробки

DOM (Document Object Model) — об'єктна модель документа

NPM (Node Package Manager) — менеджер пакетів для JavaScript

ЗМІСТ

ВСТУП **10**

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER **12**

1.1. Розвиток генерації 3D-моделей на платформі Blender 12

1.2. Сутність генерації 3D-моделей на платформі Blender 25

1.3. Сучасний стан, проблеми та перспективи генерації 3D-моделей на платформі Blender 29

1.4. Висновки до розділу 1 33

РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER **34**

2.1. Стратегії робочого процесу генерації 3D-моделей на платформі Blender 34

2.2. Найкращі практики при генерації 3D-моделей на платформі Blender 39

2.3. Виклики та рішення при генерації 3D-моделей на платформі Blender 42

2.4. Методологічні принципи генерації 3D-моделей на пратформі Blender 45

2.5. Висновки до розділу 2 47

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER. **49**

3.1. Дослідження аддона в Blender 49

3.2. Реалізація написанян аддона в Blender 51

3.3. Висновок до розділу 3 57

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ **59**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ **61**

ДОДАТКИ **64**

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБІТ **72**

ВСТУП

Актуальність У сучасному світі зростає попит на 3D-моделювання в різних сферах, таких як кіноіндустрія, відеоігри, архітектура, медіа та реклама. Blender — це безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, яке стає все більш популярним серед професіоналів і аматорів.

Blender має велику та активну спільноту користувачів, яка надає доступ до великої кількості ресурсів, навчальних посібників і плагінів. Це дозволяє новачкам швидко освоїти програму та підвищити кваліфікацію.

Blender постійно оновлюється та впроваджує нові технології, такі як підтримка віртуальної та доповненої реальності, фізичний рендеринг, а також нові інструменти для моделювання та текстурування. Це робить його потужним інструментом для створення високоякісних 3D-моделей.

Можливість працювати в Blender є перевагою для професіоналів у різних сферах, які потребують 3D-візуалізації, таких як дизайн, інженерія, освіта та наука. Це створює нові можливості для міждисциплінарної співпраці.

Збільшення обсягу онлайн-контенту також сприяє зростанню попиту на 3D-моделі, що, у свою чергу, збільшує попит на високоякісні 3D-ресурси для веб-сайтів, соціальних мереж і реклами.

Апробація результатів дослідження підтверджується публікацією статті " Алгоритми та методи генерації 3D-моделей " Збірник наукових статей студентів" (Державний торговельно-економічний університет). Стаття опублікована на сторінці 182 збірника та доступна за посиланням: https://knute.edu.ua/file/Mjk1NzE=/1c2ccad46604d10990fe86decee8b6cb.pdf.

Мета дослідження: Розробляйте методи та прийоми для ефективного створення 3D-моделей у Blender, включаючи найкращі практики для оптимізації робочих процесів, проектування моделей і скорочення часу створення.

Об'єктом дослідження є. Аналіз плагінів та аддонів, які розширюють можливості Blender в контексті моделювання, та їх вплив на ефективність роботи.

Предмет дослідження - є доповнення у Blender, різні аспекти, які стосуються створення, використання або впливу цих доповнень на процес моделювання і загальну ефективність роботи.

Предметна область для дослідження доповнень у Blender може включати кілька ключових аспектів, які дозволяють охопити всі важливі складові цього питання.

Основні компоненти предметної області можуть бути такими:

Наукова новизна Наукова новизна роботи полягає в розробці та впровадженні інноваційних методів та інструментів генерації 3D моделей на платформі Blender, які дозволяють підвищити ефективність, якість та автоматизацію процесів моделювання в різних галузях комп'ютерної графіки.

Методи дослідження включають комбінацію теоретичних і практичних підходів, що дозволяють всебічно дослідити процеси генерації 3D-моделей на платформі Blender.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

1.1. Розвиток генерації 3D-моделей на платформі Blender

Розвиток створення 3D-моделей на платформі Blender має багату і складну історію, що характеризується інноваціями та еволюцією. Blender був задуманий на початку 1980-х років голландським розробником програмного забезпечення Тоном Роосендаалом(подано на Рис.1.1), який почав працювати над програмою під назвою «Traces» («Сліди»). Він почав працювати над програмою під назвою Traces.

Рис 1.1. Тон Роосендаал

Ця рання версія мала обмежену функціональність, дозволяючи користувачам створювати лише прості фігури, але заклала основи того, що згодом стало Blender'ом У 1994 році Роосендаал надихнувся піснею «Samba Triste» бразильського музиканта Хорхе Бен Жора (Jorge Ben Jor). У 1998 році Роосендал заснував компанію NaN (Not a Number), маючи на меті зробити інструменти 3D-моделювання та анімації професійного рівня доступними для

широкого загалу. На відміну від інших комерційних 3D-додатків, які коштували тисячі доларів, Blender пропонувався безкоштовно.

Цей революційний підхід привернув велику увагу, особливо після успішної презентації NaN на конференції SIGGRAPH 1999 року, де модель відкритого коду, прийнята у Blender, дозволила динамічній спільноті розробників і художників зробити свій внесок у постійне вдосконалення. Модель відкритого вихідного коду компанії дозволила динамічній спільноті розробників і художників зробити свій внесок у постійне вдосконалення. З роками набір функцій Blender значно розширився, перетворившись з базового інструменту для моделювання, рендерингу та анімації на комплексний пакет,

який тепер включає такі розширені можливості, як ліплення, ригінг, симуляцію, композицію та відстеження руху. Впровадження Cycles, рушія рендерингу з трасуванням променів, стало важливим кроком вперед, що дозволило створювати реалістичне освітлення та текстури, ще більше зміцнивши позиції Blender'a у професійному виробничому середовищі.

Нещодавні розробки показали інтеграцію різноманітних плагінів та доповнень, які розширюють можливості генерації 3D-моделей. Серед помітних прикладів - Генератор 3D-моделей, який перетворює текстові підказки та зображення на 3D-моделі і спрощує творчий процес Blender продовжує впроваджувати інновації, зберігаючи свою позицію потужного інструменту для художників і розробників, а також перебуває на передовій у сфері 3D і знаходиться в авангарді 3D-моделювання.

Особливості Blender для генерації 3D моделі

Blender(подано на Рис.1.2) - це потужний і універсальний пакет для створення 3D-моделей, який пропонує безліч функцій для різних аспектів генерації 3D-моделей. Зручний інтерфейс і безліч інструментів роблять його придатним як для початківців, так і для досвідчених професіоналів.

Рис.1.2 Логотип пакету для створення 3D-моделей Blender

Основні можливості

Основна функція Blender'a - створення 3D-об'єктів і сцен за допомогою потужного набору інструментів моделювання. Користувачі можуть маніпулювати геометрією, включаючи вершини, ребра і грані, щоб створювати складні моделі для задоволення своїх творчих потреб. Програмне

забезпечення підтримує цілий ряд методів моделювання, від традиційного полігонального моделювання до просунутих методів ліплення, щоб задовольнити різноманітні вимоги проекту.

Інструменти для моделювання та скульптування

Blender пропонує широкий спектр інструментів для моделювання та ліплення. Набір інструментів для ліплення(подано на Рис.1.3) дозволяє додавати складні деталі до 3D-об'єктів ефективніше, ніж стандартні інструменти для моделювання. Це особливо корисно при створенні персонажів для відеоігор та високоякісної анімації.

Рис.1.3 Зображено персонажа який був створений за допомогою інструмента ліплення.

Традиційні інструменти для скульптування

- Скульптурні стеки та шпателі: Інструменти різної форми, що використовуються для моделювання та обробки глини, пластиліну або іншого матеріалу.
- Металеві або дерев'яні шпателі для згладжування поверхні.
- Петлеві стеки для вибірки матеріалу і надання деталей.
- Ножі та різці: Використовуються для вирізання деталей, нарізання і формування елементів.

- Стилет – інструмент для тонкої різьби або створення дрібних деталей.
- Гончарне коло: Інструмент для виготовлення симетричних форм із глини. Широко застосовується в кераміці та гончарстві.
- Молотки та долота: Використовуються для обробки каменю або деревини. Для скульптур із мармуру чи інших твердих матеріалів.
- Шкурки, рашпіль і наждачний папір: Для шліфування та полірування поверхні готових скульптур із дерева або каменю.
- Скульптурні штампи та формовочні інструменти: Вони використовуються для додавання текстури та деталей.

Матеріали для моделювання та скульптування

- Глина (теракота, полімерна глина, кераміка).
- Пластилін або пластика – для моделювання невеликих або більш деталізованих робіт.
- Камінь (мармур, піщаник, граніт) – використовується в традиційній скульптурі.
- Дерево.
- Метал (бронза, алюміній).
- Гіпс або цемент для відливання та створення форм.

Цифрові інструменти для моделювання та скульптування

- Blender: Вільний і відкритий програмний пакет для 3D-моделювання, текстурування, рендерингу та скульптування.
- Підтримує скульптурні техніки та додавання деталей до моделей.
- ZBrush(подано на Рис.1.4): Професійний інструмент для цифрового скульптування та моделювання, широко використовуваний у кіноіндустрії та відеоіграх.

Рис.1.4 Логотип ZBrush

- Відзначається глибокою деталізацією та можливістю роботи з текстурами.
- Mudbox(подано на Рис.1.5): Програмне забезпечення від Autodesk для цифрового скульптування та малювання текстур. Підходить для створення високодеталізованих 3D-моделей.

Рис.1.5 Логотип Mudbox

- Sculptris(подано на Рис.1.6): Програма від розробників ZBrush, проста у використанні та орієнтована на новачків у цифровому скульптуванні.

Рис.1.6 Логотип Sculptris

- Tinkercad(подано на Рис.1.7): Інструмент для початківців, що використовується для створення простих 3D-моделей. Придатний для 3D-друку.

Рис.1.7 Логотип Tinkercad

- Autodesk Maya(подано на Рис.1.8): Один із найвідоміших інструментів для 3D-моделювання, анімації та рендерингу.

Рис.1.8 Логотип Autodesk Maya

- Cinema 4D(подано на Рис.1.9): Популярна програма для 3D-моделювання, яка також підтримує скульптування та текстурування.

Рис.1.9 Логотип Cinema 3D

Комунікація та інтеграція робочого процесу

Ефективна комунікація важлива для уникнення дублювання роботи та суперечливих змін під час спільних проектів. Команди використовують спільну платформу для безперешкодного обміну файлами та інтегровану систему контролю версій у Blender'і, щоб тримати все впорядкованим та актуальним. Ця стратегічна комунікаційна структура дозволяє командам

використовувати свої різноманітні сильні сторони для вирішення проблем, що виникають під час процесу моделювання.

Відзначення різноманітних творінь

Створені спільнотою Blender'івці відображають різноманітні інтереси та досвід учасників, створюючи багате розмаїття жанрів та стилів, від складних моделей персонажів до обширних віртуальних ландшафтів. Ці проекти не лише відзначають індивідуальні таланти, але й підкреслюють колективну силу спільноти Blender'ів. Беручи участь у цих проектах, учасники отримують практичний досвід навчання, що дозволяє їм зробити свій внесок у велику творчу справу, працюючи з інтерфейсом та інструментами(подано на Рис.1.10) Blender'a.

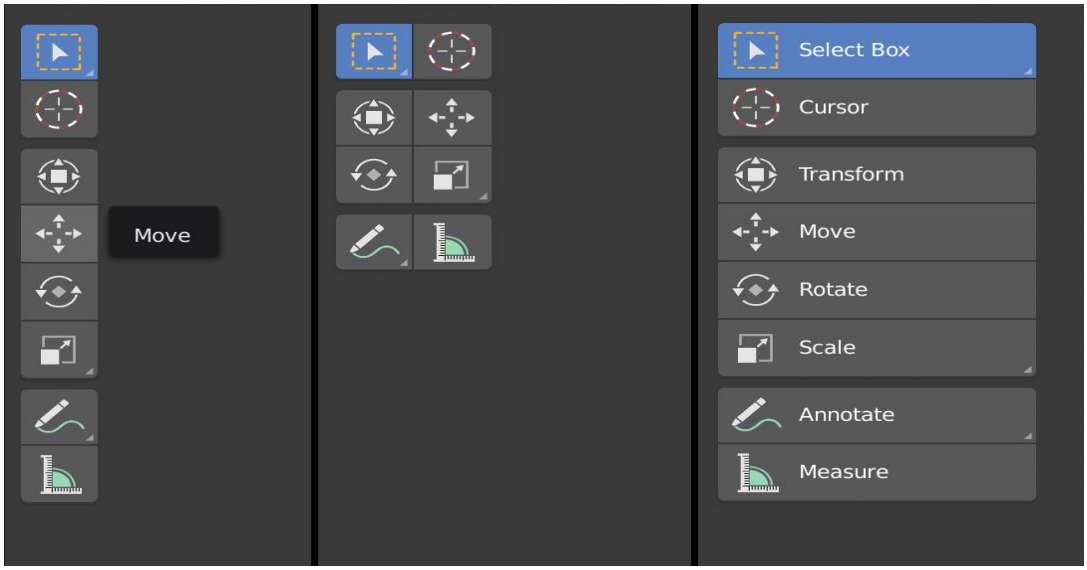

Рис.1.10 Інтерфейс та інструменти в Blender

Вплив спільного навчання

Дослідження показують, що середовище спільного навчання покращує навчальний досвід і сприяє глибшому розумінню та розвитку навичок. Такі фактори, як склад групи, розмір і структура спільної діяльності відіграють важливу роль у формуванні цього досвіду; колективний підхід у проектах Blender сприяє створенню такого середовища, дозволяючи новачкам вчитися у досвідчених професіоналів і спиратися на спільні знання і, зрештою, призводить до більш складних проектів.

Випадки використання:

- Моделювання тканин у моделюванні персонажів

Моделювання тканин(подано на Рис.1.11) покращує моделювання персонажів, забезпечуючи реалістичні обтікання одягу та аксесуарів, що значно підвищує візуальну достовірність. У поєднанні з м'язовими манекенами ці симулятори дозволяють персонажам переконливіше взаємодіяти з навколишнім середовищем. Модифікатори відіграють важливу роль, дозволяючи художникам тонко налаштовувати симуляцію для більш природного вигляду, тим самим спрощуючи процес анімації.

Рис.1.11 Зображено моделі тканини які були створені в Blender

- Точність у моделюванні твердих поверхонь(подано на Рис.1.12)

В архітектурній візуалізації модифікатори діють як потужні інструменти, що дозволяють архітекторам динамічно змінювати геометрію без постійної модифікації базової моделі. Наприклад, модифікатор «Хвиля» можна використовувати для створення хвилеподібних поверхонь на фасаді, втілюючи проект в життя ще до початку будівництва. Цей цикл зворотного зв'язку в реальному часі сприяє швидкому експериментуванню, дозволяючи архітекторам швидко та ефективно виконувати ітерації.

Рис.1.12 Моделі твердих поверхонь

- Архітектурні інновації з Modifier(подано на Рис.1.13)

Модифікатори зробили революцію в архітектурній візуалізації, процедурно генеруючи складні патерни та деталі, значно скоротивши час, необхідний для ручного моделювання. Ця інновація відкрила можливості та уможливила дослідження складних проектів, які раніше вважалися нездійсненними. Застосування цих методів підкреслює невід'ємну роль модифікаторів в анімації та VFX.

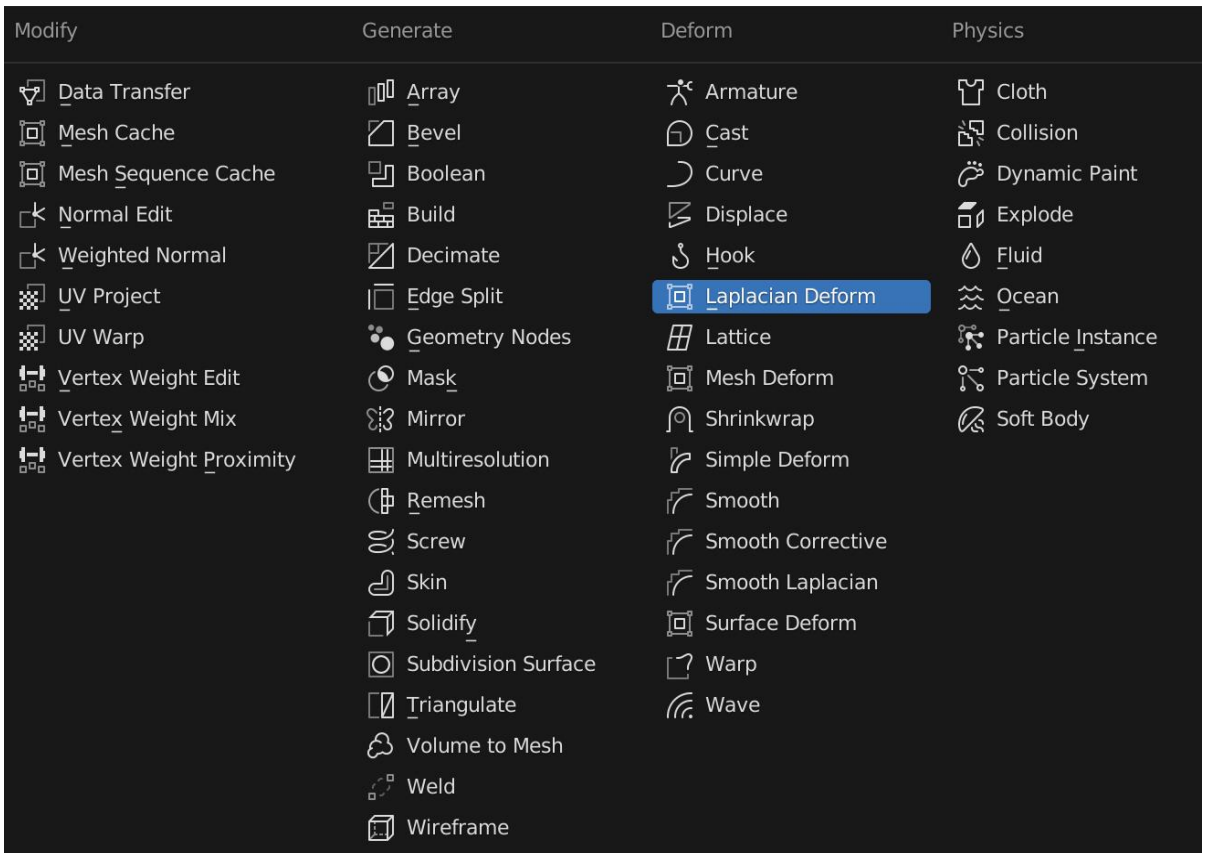

Рис.1.13 Модифікатори

- Створення концепт-арту(подано на Рис.1.14)

У сфері концепт-арту модифікатори підвищують ефективність, дозволяючи художникам швидко ітерувати дизайн, генеруючи безліч ідей, які можна втілити у фінальну роботу. Тематичні дослідження показують, як ці інструменти можуть трансформувати проєкти, кастомізуючи та впорядковуючи процеси, що підвищують естетичну якість. Наприклад, параметричне моделювання дозволяє дизайнерам ефективно маніпулювати складними моделями та економити час, пов'язуючи атрибути об'єктів з параметрами, які можна редагувати.

Рис.1.14 Концепт арт

- Методи динамічного моделювання персонажів(подано на Рис.1.15)

Інтеграція динамічного моделювання м'язів і тканин у моделювання персонажів підвищує реалістичність анімації. Ці методи дозволяють моделям персонажів рухатися і поводитися більш природно, посилюючи ефект занурення в історію. Розуміння стеку модифікаторів є важливим для керування складними модифікаціями.

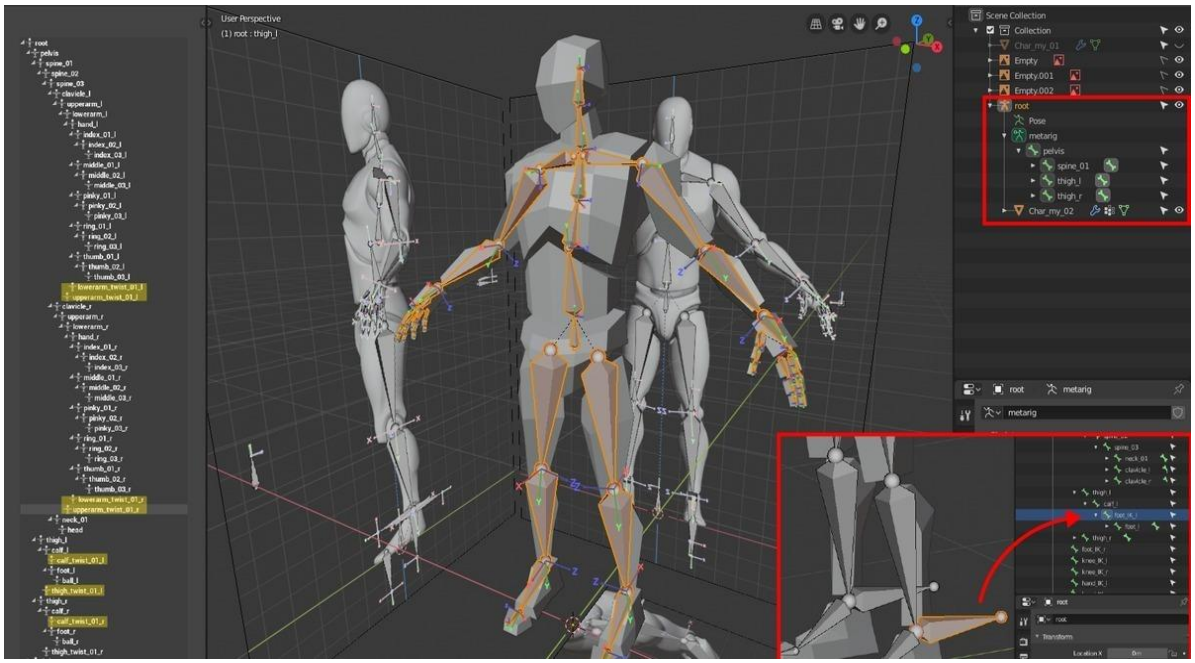

Рис.1.15 моделі які були створені динамічно

- Поширені випадки використання у Blender'і

Модифікатори Blender'a спрощують складні завдання моделювання та покращують кінцевий вигляд проєкту. Серед найпоширеніших - модифікатор

Subdivision Surface(подано на Рис.1.16) (Поділ Поверхні), який згладжує сіті органічних форм, та модифікатор.

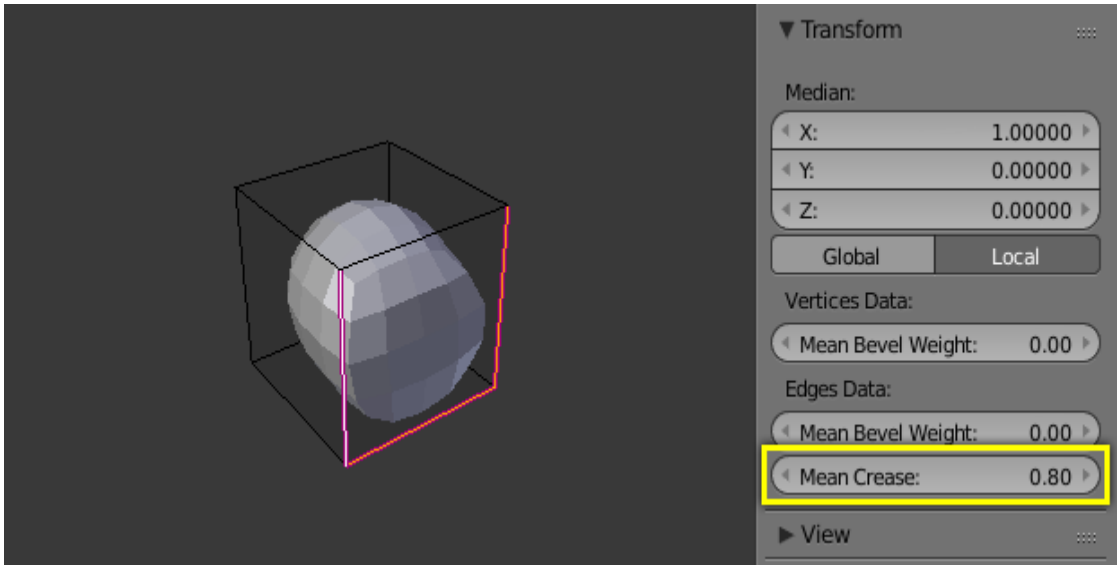

Рис.1.16 Модифікатор Subdivision Surface

Boolean(подано на Рис.1.17) (Булевий), який уможливлює неруйнівне комбінування сітей.

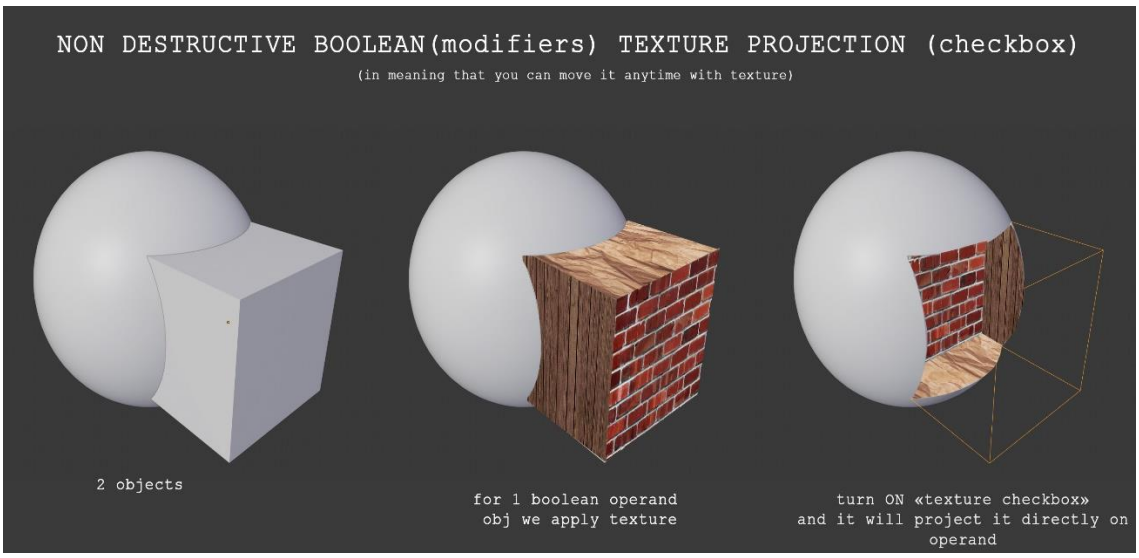

Рис.1.17 Модифікатор Boolean

Ці інструменти спрощують творчий процес і дозволяють художникам зосередитися на інноваційній роботі з меншою кількістю повторюваних завдань.

1.2. Сутність генерації 3D-моделей на платформі Blender

Можливості Blender'а для 3D-моделювання

Blender - це універсальне і потужне програмне забезпечення для 3D-моделювання з численними можливостями, які полегшують створення високоякісних 3D-моделей. У цьому розділі описано основні можливості, які роблять Blender чудовим вибором як для початківців, так і для досвідчених моделерів.

Інструменти моделювання

Blender пропонує повний набір інструментів моделювання для точного маніпулювання тривимірними об'єктами: інструмент Move (Переміщення), доступний з панелі інструментів у лівій частині 3D-вигляду, дозволяє користувачам переміщувати вибрані об'єкти вздовж осей X, Y та Z за допомогою стрілок напрямку. Для більш гнучкого переміщення користувачі можуть використовувати комбінацію клавіш G для вільного переміщення об'єктів або одразу після цього натиснути X, Y або Z, щоб обмежити переміщення певною віссю. Крім того, у режимі редагування підтримуються такі просунуті методи, як ковзання ребер і вершин, що дозволяють переміщувати вибрані ребра і вершини вздовж поверхні, яку вони займають.

Стеки модифікаторів.

Стеки модифікаторів є ще однією потужною можливістю Blender'a, яка дозволяє здійснювати неруйнівне редагування. Це дозволяє користувачам вносити різноманітні модифікації до моделі, не змінюючи оригінальної геометрії, що дає змогу експериментувати з різними дизайнами. Основні модифікатори включають модифікатор Subdivision Surface, який створює плавні, деталізовані моделі, та модифікатор Mirror, який полегшує симетричне моделювання.

Пропорційне редагування(подано на Рис.1.18)

Blender має інструменти пропорційного редагування, які дозволяють змінювати геометрію моделі, зберігаючи її загальну форму. Ця функція особливо корисна при створенні органічних і природних форм. Регулюючи

сферу впливу, модельєри можуть досягти плавних переходів і візуально привабливих форм.

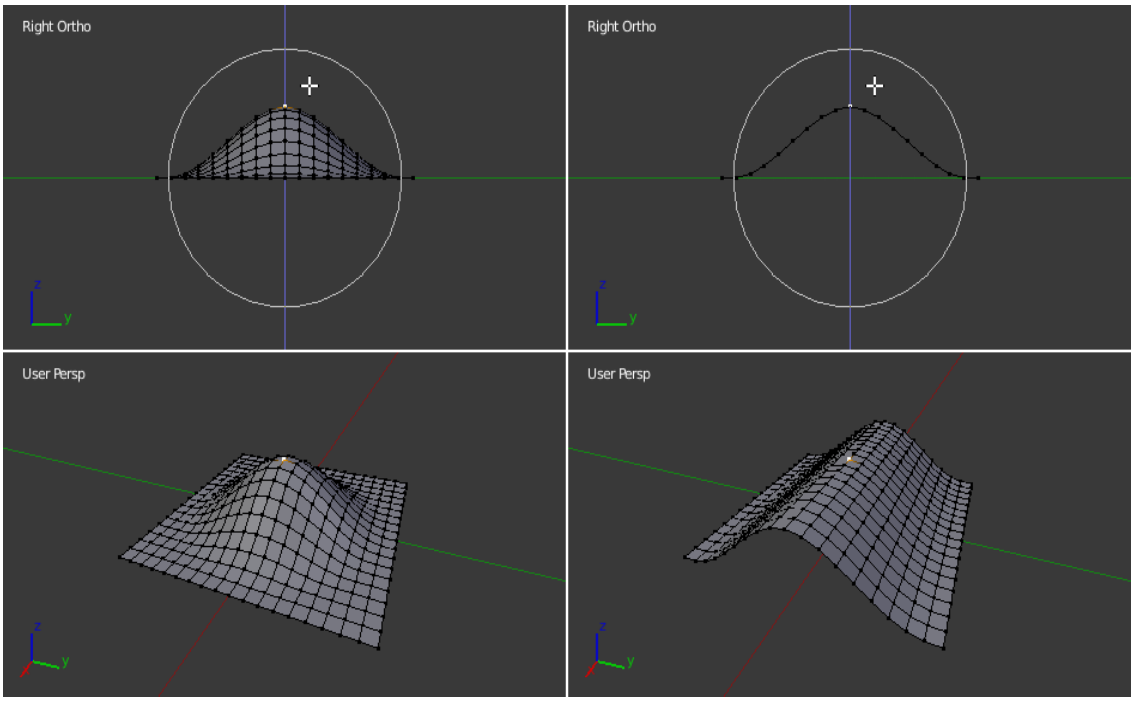

Рис1.18 Пропорційне моделювання

Підтримка анімації та такелажу

На додаток до моделювання, Blender пропонує потужні інструменти для анімації та ригінгу, що робить його комплексним рішенням для 3D-виробництва. Користувачі можуть використовувати техніку ключових кадрів для створення динамічної анімації, а також монтувати персонажів для реалістичного руху, покращуючи досвід моделювання.

Текстурування та UV-мапінг(подано на Рис.1.19)

Текстура відіграє важливу роль в реалістичності 3D-моделей, і Blender підтримує передові методи текстурування, починаючи з розгортання ультрафіолетового випромінювання, яке представляє поверхню 3D-об'єкта у 2D-форматі. Цей процес необхідний для точного накладання текстур та патернів на модель.

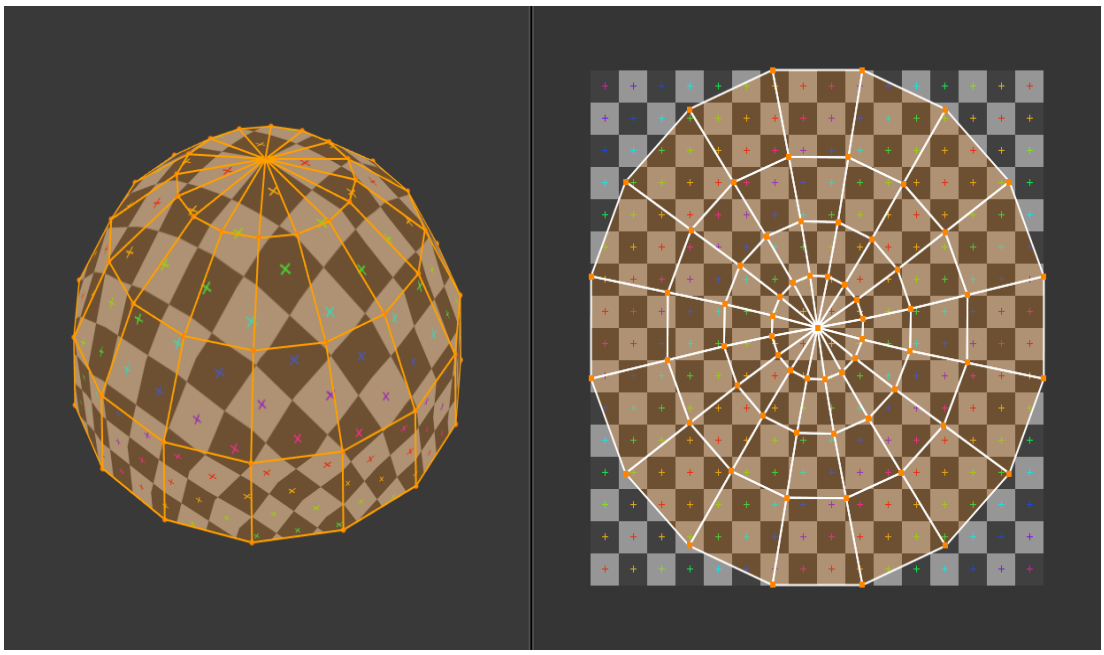

Рис1.19 UV розгортка текстури

Вихідні формати.

Blender підтримує різноманітні вихідні формати для експорту проектів, дозволяючи творцям вибирати формат, який найкраще відповідає їхнім потребам: доступні такі формати, як AVI JPEG, PNG, OpenEXR і STL, анімація, візуальні ефекти, 3D-друк та багато інших додатків.

Налаштування та плагіни(подано на Рис.1.20)

Blender відомий своїм високим ступенем кастомізації. Користувачі можуть розширити свої можливості моделювання за допомогою різноманітних плагінів, що полегшує ефективне створення складних моделей. Ці плагіни можуть бути адаптовані до потреб як професіоналів, так і ентузіастів, і надають додаткові інструменти та функції для покращення робочих процесів.

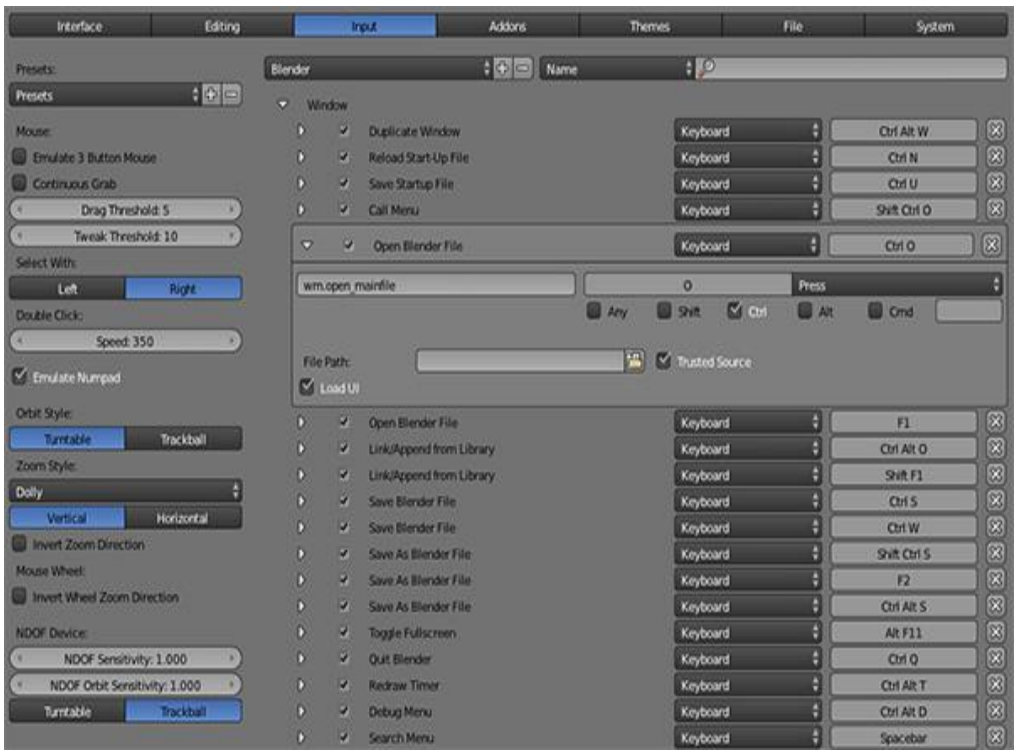

Рис.1.20 Представлено налаштуванян до плагінів

1.3. Сучасний стан, проблеми та перспективи генерації 3D-моделей на платформі Blender

Можливості та інструменти

Інтерфейс Blender розроблений таким чином, щоб бути зручним для користувача, спрощуючи процес моделювання за допомогою тривимірного вікна перегляду, панелі властивостей і контуру; підтримка широкого спектру форматів файлів, включаючи FBX, OBJ і 3DS, що підвищує сумісність з іншим програмним забезпеченням. Eevee також доступний як окреме програмне забезпечення. Нещодавні досягнення - інтеграція рушіїв рендерингу в реальному часі, таких як Eevee та Cycles X, які забезпечують миттєвий зворотній зв'язок щодо змін, внесених до 3D-сцени, що значно підвищує ефективність робочого процесу.

Спільнота та ресурси

Сильна спільнота, що оточує Blender, пропонує численні онлайн-ресурси, такі як навчальні посібники, форуми та спеціалізовані курси, які є безцінними

для навчання та підвищення кваліфікації; канали YouTube, такі як Blender Guru та CG Cookie, популярні серед користувачів, оскільки вони надають покрокові інструкції та інформацію про найкращі практики. Така підтримка спільноти демократизує доступ до високоякісної освіти в галузі 3D-моделювання, дозволяючи користувачам залишатися в курсі галузевих тенденцій і постійно вдосконалювати свої навички.

Проблеми генерації 3D-моделей

Генерація 3D-моделей стикається з кількома проблемами, які перешкоджають ефективності та точності. Однією з них є брак високоякісних наборів даних для навчання моделей. На відміну від 3D-моделей, які стають все більш доступними, набори 3D-даних залишаються обмеженими, що призводить до неточностей і віртуальних неточностей у створеному середовищі.

Відсутність повних наборів даних є технічною перешкодою, особливо при створенні 3D-сцен. Інша проблема полягає в тому, що існуючі 3D-моделі контенту, створені за допомогою ШІ, не можуть впоратися зі складними сценами, особливо з тими, що містять фон. Якщо вхідне зображення містить фон, модель повинна спочатку відокремити об'єкти, щоб запобігти неправильній оцінці глибини. Це обмеження контрастує з 2D моделями дифузії, які можуть більш ефективно узагальнювати по всій сцені, що ускладнює для 3D моделей створення цілісного середовища порівняно з окремими 3D об'єктами.

Було запропоновано кілька рішень, таких як модель ZeroNVS, яка використовує DDIM (Denoising Diffusion Implicit Models) (подано на Рис.1.21) для покращення узгодженості генерації сцени.

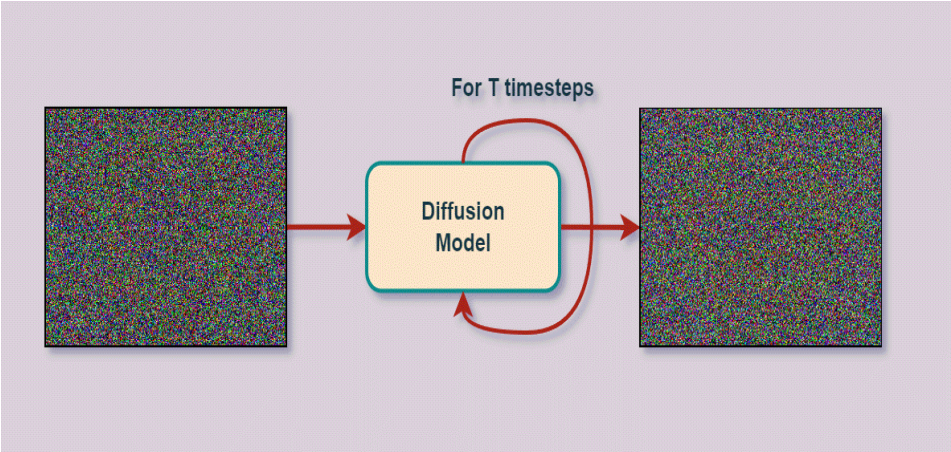

Рис.1.21 Denoising Diffusion Implicit Models

Крім того, традиційні методи генерації 3D-зображень з використанням сіток і хмар точок часто є недостатніми для конвеєрів навчання ШІ; новіші методи, такі як Neural Radiance Fields (NeRF) і 3D Gaussian Splatting (3DGS), пропонують менші вимоги до пам'яті і більш ефективні.

Нові технології та перспективи на майбутнє

Майбутнє 3D-моделювання у Blender'і виглядає багатообіцяючим, особливо завдяки постійним оновленням та вдосконаленням: дорожня карта розвитку до 2023 року демонструє такі ключові особливості, як симуляційна система на основі вузлів та динамічний перегляд топології.

Інновації в інтеграції віртуальної реальності (VR) також знаходяться на горизонті, надаючи творцям нові можливості для дослідження імерсивних середовищ.

Очікується, що з розвитком технологій Blender адаптується до цих досягнень і стане важливим інструментом у 3D моделюванні.

Майбутні розробки

Подальший розвиток Blender'а зосереджено на розширенні можливостей 3D-моделювання, і в майбутніх випусках заплановано кілька амбітних проектів та вдосконалень. Центральним елементом цієї еволюції є прагнення зробити найкращі у світі 3D технології доступними як інструмент з відкритим

вихідним кодом для художників, що узагальнено у фразі «Свобода творити» (Freedom to Create).

Заплановані вдосконалення

Основні покращення включають значне підвищення продуктивності інструментів моделювання, що дозволить користувачам більш ефективно обробляти величезні масиви даних. Крім того, було визнано необхідність модернізації процесу роботи з текстуруванням у Blender'і, який все ще відкритий для пропозицій та обговорень спільноти.

Проект «Анімація 2020», розпочатий у 2020 році, буде відроджено з акцентом на новітні вдосконалення, включаючи робочі процеси на основі вузлів, вдосконалені техніки нашарування та автоматизовану систему для симуляції м'язів і фізики. Ці розробки мають на меті спростити процес анімації та розширити його можливості.

Майбутні можливості

У Blender 3.1 буде випущено бета-версію Blender Application Templates (Blender Apps), які дозволять користувачам використовувати скрипти на Python безпосередньо у файлах .blend для створення повністю настроюваних користувацьких інтерфейсів, а також Додатки дозволять користувачам створювати повністю настроювані користувацькі інтерфейси та додатки за допомогою скриптів Python безпосередньо у файлі .blend.

Така гнучкість дозволить художникам пристосовувати робоче середовище до своїх конкретних потреб. Крім того, поточний проект Everything Nodes розвиває успіх Geometry Nodes, впроваджуючи фізику та розв'язувачі на основі вузлів, підвищуючи складність та реалістичність симуляцій у Blender'і.

Покращена візуалізація та композитинг

Також триває повна перебудова рушія візуалізації Eevee, що включає переписування Vulkan з глобальним освітленням екранного простору та потенційними можливостями трасування променів у реальному часі. Ця

модернізація має на меті значно покращити продуктивність рендерингу та візуальну достовірність проектів у реальному часі.

Крім того, запровадження режиму «реального часу» має на меті відокремити симуляцію та анімацію від відтворення кадрів, що дозволить зробити робочий процес більш динамічним та оперативним.

1.4. Висновки до розділу 1

У цьому розділі булорозглянутоосновні теоретичні підходи, що лежать в основі алгоритмів і методів генерації 3D-моделей на платформі Blender. Вивчення цихосновдозволило зрозуміти, як різні алгоритми впливають на процес моделювання та які можливості вонинадаютькористувачеві.

Blender використовує широкий спектр алгоритмів для генерації таманіпулювання3D-об'єктами, включаючи алгоритмистворенняполігонів,поверхонь,текстур,анімаціїтарендерингу.Особлива увага приділяється методам оптимізації, які дозволяють значно скоротитичас,необхіднийдлястворення тавізуалізаціїмоделей, зберігаючи при цьому високу якість кінцевого продукту.

Теоретичні знання про різні підходи до моделювання, такі як NURBS,моделюваннярозбиття,булеві операції та інші методи,забезпечатьосновудля розуміння того, як створюються складні3D-об'єкти.Важливотакожрозглянутипроцедурніметодигенерації,якіавтоматизуютьбагато аспектів моделюванняідозволяютьстворювати складні структури на основі простих правил.

Загалом, розуміння теоретичних основ алгоритмів і методів генерації 3D-моделей у Blender'і дозволить не тільки ефективніше використовувати інструменти програми, але й відкриє нові горизонти для інновацій у сфері комп'ютерної графіки.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

2.1. Стратегії робочого процесу генерації 3D-моделей на платформі Blender

Планування проєкту

Референси: Першим кроком є збір референсів і створення чіткого плану майбутньої моделі. Це може бути скетч, креслення або фото для кращого розуміння структури моделі.

Створення модульних компонентів: Якщо модель складається з багатьох елементів, варто розбити проєкт на окремі частини (наприклад, окремі деталі для тіла персонажа чи архітектурної структури). Це дозволить спростити роботу та зосередитися на кожному компоненті окремо.

Основи моделювання

Базова геометрія (Blocking): Почніть з низькополігональних (low-poly) примітивів для створення основної форми об'єкта. Це спрощує роботу та дозволяє швидко налаштовувати пропорції.

Subdivision Modeling: Використання модифікатора Subdivision Surface дозволяє згладжувати геометрію моделі, зберігаючи основну топологію з низькою кількістю полігонів.

Mirror та Array модифікатори: Для симетричних об'єктів використовуйте Mirror, що значно економить час. Array корисний для тиражування елементів (наприклад, створення рядів вікон або цегли).

Удосконалення моделі

Sculpting: Якщо ваша модель має складну органічну структуру (наприклад, персонажі), використовуйте інструменти для скульптингу. Цей етап дозволяє деталізувати моделі на мікрорівні.

Retopology: Після скульптингу потрібно спростити топологію для створення чистої сітки. Це важливо для анімації та рендеру.

UV-розгортка: Для текстурування важливо коректно підготувати UV-розгортку, щоб текстури накладалися без спотворень.

Текстурування та матеріали

Texture Paint(подано на Рис.2.1): Blender дозволяє безпосередньо малювати текстури на моделі. Це корисно для створення кастомних текстур або деталей.

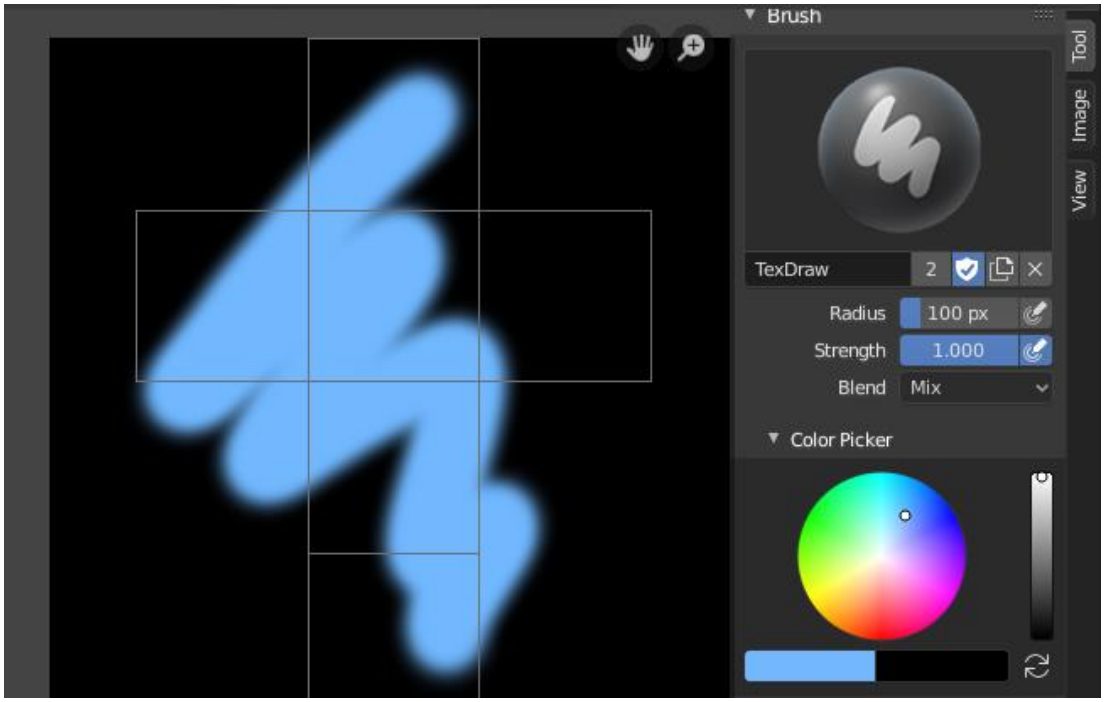

Рис.2.1 Texture Paint

PBR-матеріали(подано на Рис.2.1): Створення фізично-коректних матеріалів (PBR — Physically Based Rendering) додає моделі реалістичності. Враховуйте параметри, як альбедо, відблиски (specular), шорсткість (roughness) та нормалі.

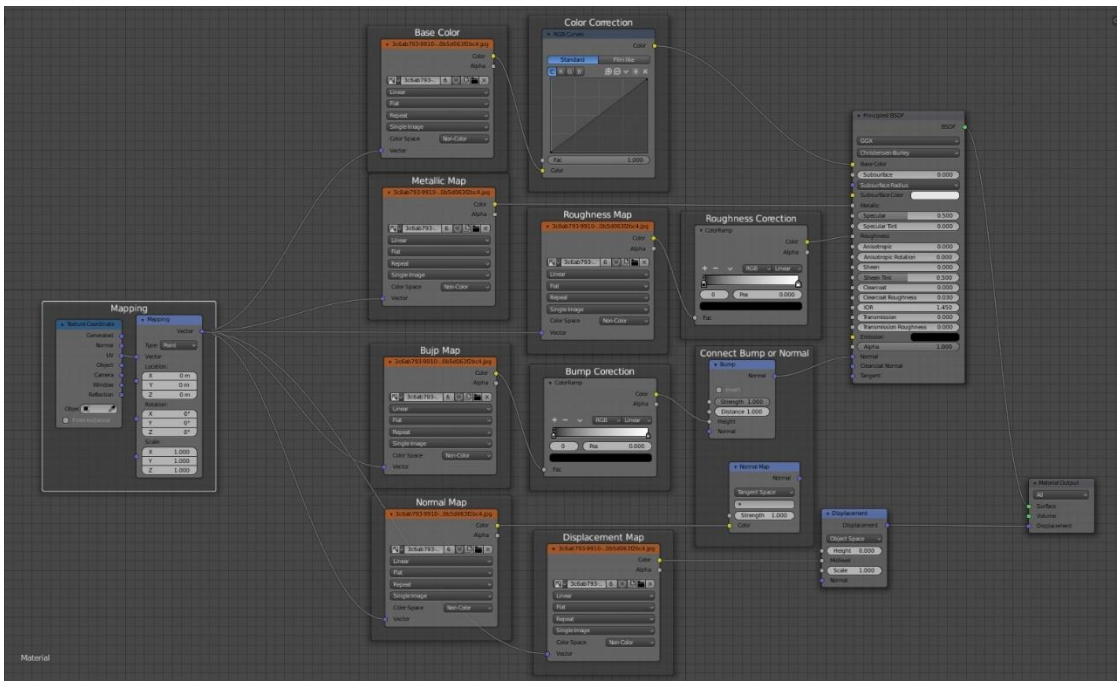

Рис.2.2 Інтерфейс PBR-матеріали

Node Editor(подано на Рис.2.3): Використовуйте Shader Editor для складніших матеріалів. Blender дозволяє комбінувати різні шейдери для створення унікальних текстур.

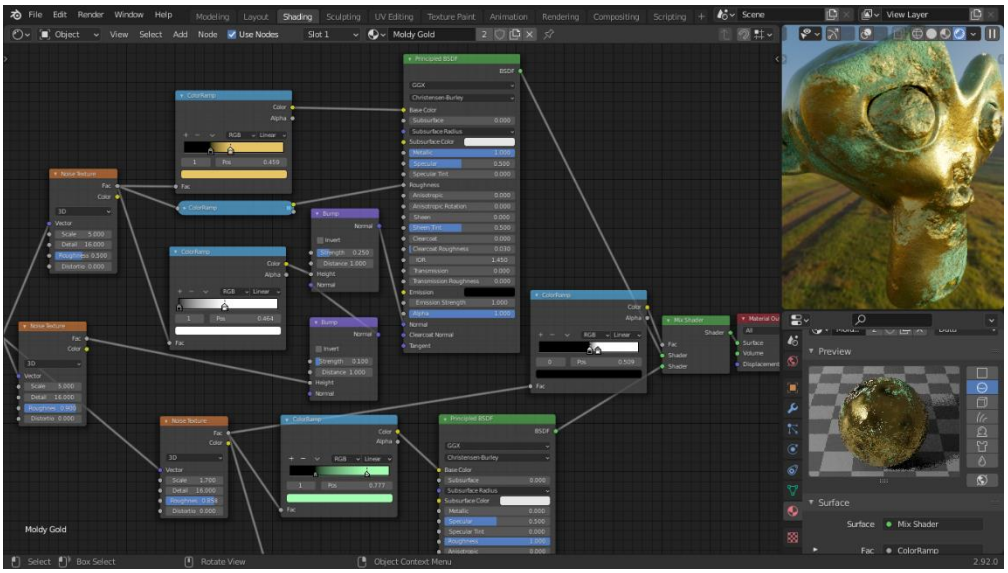

Рис.2.3 Інтерфейс Node Editor

Освітлення та рендеринг

Освітлення: Робота з освітленням суттєво впливає на фінальний вигляд моделі. Використовуйте триточкове освітлення (основне, заповнююче та контрове), щоб підкреслити форму об'єкта.

Eevee та Cycles(подано на Рис.2.4):: Blender має два основні рушії для рендерингу: Eevee (для швидкого попереднього перегляду та менш ресурсоємного рендеру) і Cycles (для фотореалістичного рендерингу). Обирайте рушій залежно від цілей проєкту.

Рис.2.4 Eevee та Cycles

Оптимізація та фіналізація

LOD (Level of Detail): Якщо модель буде використовуватися в реальних часі (ігри, інтерактивні сцени), створіть декілька варіантів з різним рівнем деталізації.

Оптимізація полігонів: Зменште кількість полігонів, зберігаючи важливі деталі. Це особливо важливо для ігрових або анімаційних проєктів.

Бейкінг: Замість того, щоб рендерити всі деталі в реальному часі, можна бейкнути (запікати) карти нормалей, шорсткості та інших характеристик текстури для оптимізації.

У Blender'і існує багато методів, що використовуються у процесі 3D-моделювання. Вони дозволяють користувачам створювати детальні та візуально привабливі моделі. Три основні техніки Кожна з них пропонує власну методологію побудови тривимірних фігур. Вони пропонують різні методології для побудови фігур. Коробкове моделювання зазвичай починається з простих фігур, таких як кубики. З іншого боку, полігональне моделювання часто починається з однієї вершини або площини.

Полігональне моделювання(подано на Рис.2.5) часто починається з однієї вершини або плоскої форми і поступово розгортається до більш детальної моделі.

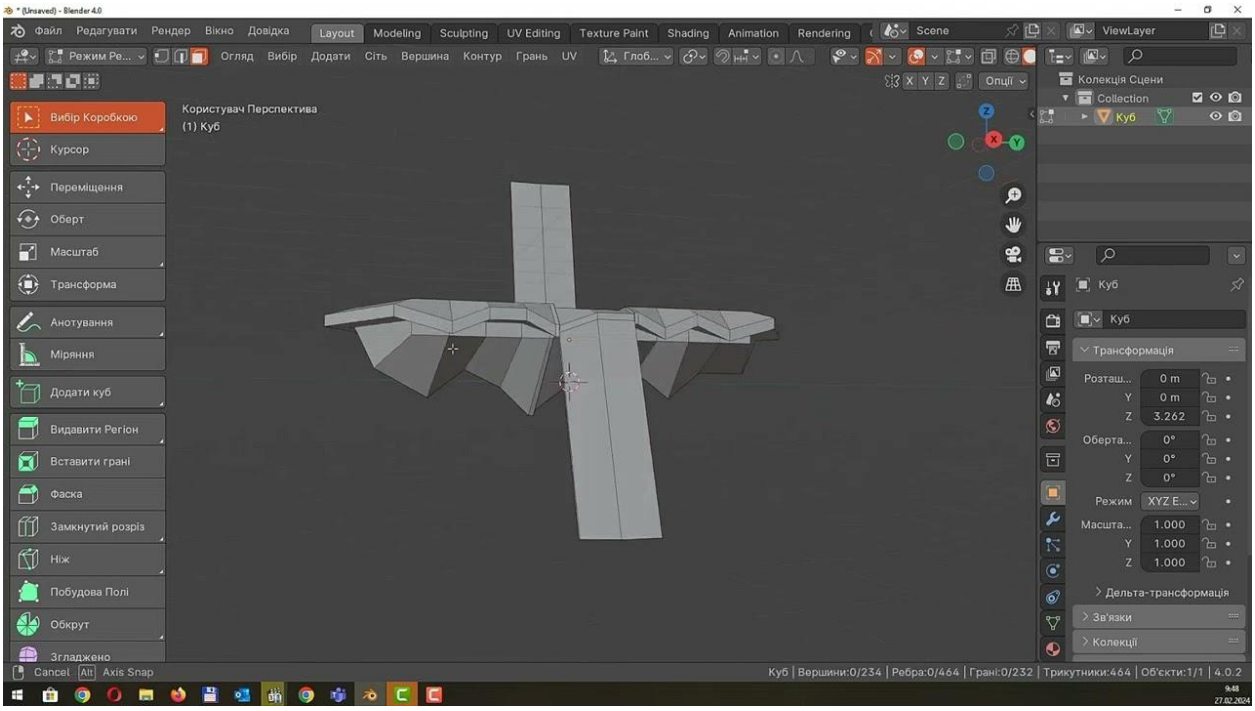

Рис.2.5 Модель яка створена за допомогою полігонального моделювання

Практичне застосування методів

Вивчення 3D-моделювання часто відбувається через практичні проекти, які підкріплюють теоретичні концепції.

Інтеграція теоретичних концепцій. Наприклад, проект може виступати в якості вступу до Наприклад, проект може слугувати вступом до основних принципів, які дозволяють користувачам дізнатися про УФ-сканування та текстурування зображень. Більш просунуті проекти, наприклад , дозволяють

користувачам застосовувати різні інструменти моделювання в єдиній, детальній структурі.

Підкреслюється важливість дизайнерського задуму стратегії навчання.

Щоб ефективно орієнтуватися в складнощах 3D-моделювання, користувачі можуть використовувати різні стратегії навчання. Можна використовувати стратегії навчання. Цей підхід заохочує початківців зосередитися на таких ключових моментах, як навички, необхідні для досягнення конкретної мети, наприклад, створення простого мультяшного 3D-об'єкта.

Заохочуйте їх зосередитися на ключових навичках, необхідних для досягнення конкретної мети, наприклад, створення об'єкта. Чергуйте складні та легкі завдання. Це сприяє збалансованому навчанню та запобігає втомі.

Розробка та використання інструментів Коли користувачі набувають впевненості, розглядаються різні інструменти моделювання та їх застосування розглядаються різні інструменти моделювання. Цей процес часто поєднує традиційні та сучасні методи.

Для досягнення ефективних результатів використовуються такі інструменти, як екструзія, контурне різання та зняття фасок. Розуміння обґрунтування вибору конкретного інструменту для виконання певного завдання може допомогти користувачам покращити свої можливості планування та успішного виконання власних проектів

2.2. Найкращі практики при генерації 3D-моделей на платформі Blender

Послідовна практика та терпіння

Одним з фундаментальних принципів успішного створення 3D-моделей на платформі Blender є важливість постійної практики і терпіння. Регулярна практика

Регулярна практика дозволяє користувачам поступово вдосконалювати свої навички, навіть коли вони стикаються з труднощами та невдачами.

Це відбувається навіть тоді, коли вони стикаються з проблемами та невдачами. Ця наполегливість має вирішальне значення для подолання складності інтерфейсу та функціональності Blender'a.

Подолання складності інтерфейсу та можливостей Blender'a призводить до створення більш складних та візуально привабливих моделей та анімацій призведе до створення більш складних та візуально привабливих моделей та анімацій.

Експерименти та методи навчання

Експериментування з різними техніками моделювання може значно покращити процес навчання.

Процес навчання може бути значно покращений. Користувачі можуть чергувати складні та прості проекти, щоб зберегти мотивацію до навчання та уникнути вигорання. Приклади включають навчальні посібники для складних моделей, такі як ті, що надаються Blender Guru та Oliver Villarx(подано на Рис.2.6), можуть чергувати з простішими проектами, щоб творчо застосувати набуті навички. Цей метод часто називають індивідуальним наставництвом, цей метод поглиблює розуміння та сприяє розвитку креативності.

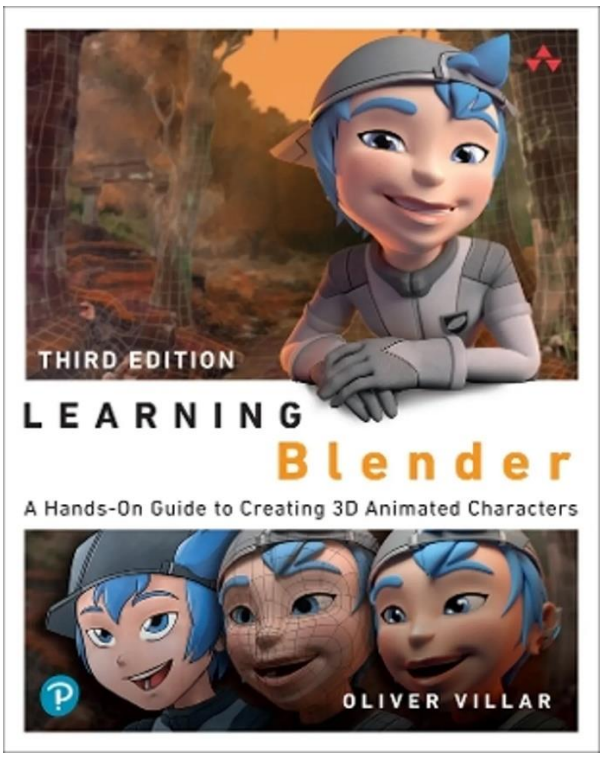

Рис.2.6 Обложка курсу від Oliver Villarx

Blender пропонує різноманітні техніки моделювання, включаючи ліплення, NURBS та полігональне моделювання, тощо, кожна з яких підходить для різних типів проектів. Наприклад. ліплення може бути найкращим підходом для органічних форм, тоді як полігональне моделюванняє більш точним для ребер і вершин.

Переваги кожного інструменту

Важливо розуміти конкретні переваги кожного інструменту і коли їх використовувати для досягнення оптимальних результатів у 3D-моделюванні.

Модифікатори відіграють важливу роль в оптимізації процесу моделювання у Blender'і. Користувач повинен експериментувати з порядком та налаштуваннями модифікаторів, щоб досягти бажаного візуального ефекту при збереженні продуктивності.

Користувач повинен експериментувати з порядком та налаштуваннями модифікаторів, щоб досягти бажаного візуального ефекту при збереженні

продуктивності. Надмірне використання певних модифікаторів може призвести до збільшення використання пам'яті та проблем з продуктивністю.

Це може призвести до збільшення використання пам'яті та проблем з продуктивністю. або вимкніть їх, якщо це необхідно. Наприклад, поверхня розбиття покращує деталізацію, але може впливати на продуктивність у складних сценах.

Взаємодія зі спільнотою може надати цінну інформацію та конструктивний зворотній зв'язок, що може прискорити навчання та розвиток навичок. Співпрацюйте з іншими користувачами.

Обмін досвідом може допомогти користувачам отримати різні точки зору та вдосконалити свої техніки.

Це може покращити техніку. Як стверджує Анжела, балансуючи між амбіціями та якістю, зберігаючи бажання зробити свій внесок.

Бажання зробити свій внесок, зберігаючи при цьому баланс між амбіціями та якістю, може ще більше зміцнити дух співпраці у спільноті Blender'a.

Дотримуючись цих найкращих практик, користувачі можуть підвищити свою ефективність у створенні високоякісних 3D моделей на платформі Blender.

2.3. Виклики та рішення при генерації 3D-моделей на платформі Blender

Подолання бар'єрів для співпраці

Під час пандемії COVID-19 перехід від традиційного очного навчання дизайну до онлайн-методів спричинив значні виклики, особливо у зв'язку з пандемією COVID-19. Пандемія COVID-19 створила значні виклики, особливо з точки зору співпраці між студентами.

Співпраця між студентами. Багато освітян виявили, що онлайн-платформи були альтернативою альтернативою, але часто перешкоджали процесам співпраці та творчості, які є важливими в дизайн-освіті.

Це важливий процес у дизайн-освіті. Щоб вирішити цю проблему, спільна команда освітян ініціювала серію воркшопів під назвою Blender.

Мета - створити інклюзивне навчальне середовище, яке підкреслює міждисциплінарну співпрацю та сприяє формуванню почуття спільноти серед студентів.

Воркшопи були ініційовані для того, щоб Ця ініціатива дозволила студентам долучитися до творчої спільноти.

Ця ініціатива дозволила студентам відновити зв'язок і створювати інноваційні роботи, незалежно від фізичної відстані.

Залучення громади та зміна лідерства

Лідерство у спільноті Blender відіграє важливу роль у підтримці духу співпраці, а з такою потужною фігурою, як Тон Розендаль на чолі, є занепокоєння щодо майбутнього Blender'a, коли Майбутнє Blender'у викликає занепокоєння, якщо така людина очолить Blender. Існують побоювання щодо майбутнього Blender'a, якщо такий культовий лідер піде з посади. Експерти припускають, що для того, щоб Blender процвітав у довгостроковій перспективі, він повинен розвивати модель, орієнтовану на спільноту, а не покладатися виключно на унікальність Blender'a.

Замість того, щоб покладатися виключно на унікальне бачення засновників, слід розвивати модель, орієнтовану на спільноту. Цей перехід має включати Підтримку основних цінностей проєкту в межах спільноти, та підтримувати основні цінності проекту та забезпечувати спадкоємність.

Подолання розриву між мистецтвом і технологіями.

Досвід Анжели підкреслює важливість подолання розриву між художниками та розробниками в екосистемі Blender.

Анжела працює з художниками та розробниками, підкреслюючи важливість подолання розриву між ними. У своїй ролі перекладача між цими

групами вона підкреслює необхідність у своїй ролі сполучної ланки між цими групами вона наголошує на необхідності атмосфери співпраці, в якій приймаються різні точки зору.Т акий підхід не лише сприяє творчості, але й будує довіру між учасниками і, зрештою, збагачує спільноту Blender'ів та її результати.

Це збагачує спільноту та її результати. Забезпечення того, що всі голоси будуть почуті та оцінені, призведе до
призведе до створення більш інноваційної та надійної технології 3D моделювання.

Адаптація до технологічних викликів

Оскільки 3D-моделювання продовжує розвиватися, адаптація до технологічного прогресу є викликом як для викладачів, так і для студентів. 3D

Оволодіння будівельними блоками 3D-моделювання, такими як вершини, ребра та грані(подано на Рис.2.7), має важливе значення для ефективного моделювання. Для початківців це може бути складно. Щоб полегшити це, структуроване навчання

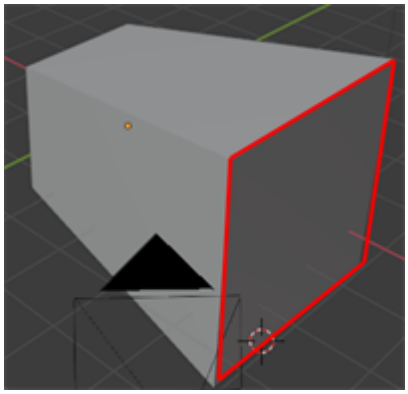

Рис 2.7 Зображено грані куба

Структуроване навчання та практичні семінари, такі як ті, що надає Blender, мають вирішальне значення для демістифікації моделювання.

Демістифікація процесу моделювання та надання учням навичок, необхідних для успішної роботи над проектами

Важливо надати учням навички, необхідні для успішної реалізації їхніх проектів. Наголошуючи на процесному підході до співпраці розвивати взаєморозуміння та заохочувати творчість, наголошуючи на Допомогти учням ефективно орієнтуватися в складнощах 3D-моделювання.

2.4. Методологічні принципи генерації 3D-моделей на пратформі Blender

Огляд технік 3D-моделювання

Процес тривимірного моделювання у Blender'і включає в себе різноманітні техніки. Вони дозволяють користувачам створювати детальні та візуально привабливі моделі. Дві основні з них кожна з них надає різну методологію побудови 3D форм.

Надає різні методології для побудови фігур. Коробкове моделювання(подано на Рис.2.8), зазвичай починається з простих форм, таких як куби. З іншого боку, полігональне моделювання часто починається з однієї вершини або площини.

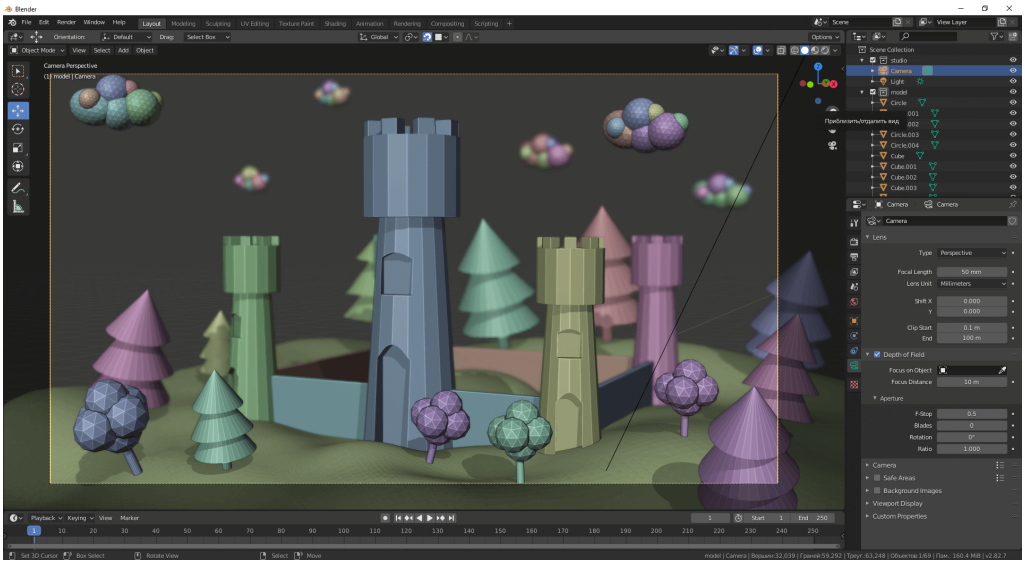

Рис.2.8 Можелювання за допомогою коробок

Полігональне моделювання(подано на Рис.2.9), з іншого боку, часто починається з однієї вершини або плаской фігури і поступово розгортається до більш детальної моделі.

Рис.2.9 Модель яка створеня за допомогою полігонів

Практичне застосування методів

Навчання 3D-моделюванню часто відбувається через практичні проекти, які підкріплюють теоретичні концепції. Наприклад, проекти слугують вступом до вивчення ультрафіолетового сканування та текстурування зображень.

У більш складних проектах, таких як проекти в розділі , користувачі змушені застосовувати різні інструменти моделювання в межах однієї детальної структури, що підкреслює важливість планування та дизайнерського задуму і підкреслює важливість дизайнерського задуму.

Стратегії навчання

Щоб ефективно орієнтуватися в складнощах 3D-моделювання, користувачі можуть використовувати різні стратегії навчання можуть бути використані. Цей підхід заохочує новачків зосередитися на ключових моментах, таких як наприклад, створення простих мультяшних 3D-об'єктів. Заохочуючи їх зосередитися на базових навичках, необхідних для досягнення конкретної мети, наприклад, створення об'єкта.

Чергування складних і легких завдань може запобігти втомі та сприяти збалансованому навчанню.

Досвід розробка та використання інструментів

Коли користувачі набудуть впевненості, будуть досліджуватися різні інструменти моделювання та їх застосування. Процес часто поєднує традиційні та сучасні техніки.

Ефективно використовуються такі інструменти, як екструзія, вирізання петель і зняття фасок, часто поєднуючи традиційні та сучасні техніки.

Розуміння обґрунтування вибору певного інструменту для конкретного завдання покращує здатність користувача планувати та успішно завершувати власні проекти.

2.5. Висновки до розділу

У розділі «Методологічні засади генерації 3D-моделей на платформі Blender» розглянуто основні принципи та підходи до створення 3D-моделей за допомогою Blender. Висновки з цього розділу:

Blender як інструмент 3D-моделювання: Blender є потужною та універсальною платформою для створення 3D-моделей і може виконувати завдання різної складності, від простих об'єктів до високодеталізованих сцен.

Гнучкість та масштабованість: Blender пропонує широкий спектр можливостей для створення 3D моделей завдяки підтримці різноманітних методів моделювання, включаючи полігональне моделювання, ліплення та процедурні методи. Це дозволяє адаптувати процес моделювання до потреб різних проектів.

Інструменти та функціональність: програмне забезпечення забезпечує комплексний підхід до створення реалістичних моделей, з інструментами для роботи з матеріалами, текстурами, освітленням та рендерингом. Крім того, вбудовані модулі для анімації та фізичного моделювання розширюють можливості 3D-моделей.

Ефективність та оптимізація: використання різних підходів для оптимізації моделі, таких як зменшення кількості полігонів, використання

процедурних текстур та правильне налаштування освітлення для ефективного рендерингу та візуалізації, є ключовим.

Важливість методології: розробка чіткої методології створення 3D-моделей допомагає структурувати процес, зменшити кількість помилок і підвищити ефективність робочого процесу. Методологічний підхід включає планування кожного кроку процесу, від початкового ескізу до фінальної візуалізації.

Навчання та підтримка спільноти: Blender має велику та активну спільноту, яка постійно підтримує розвиток програмного забезпечення та інформує користувачів про новітні технології та тенденції в 3D моделюванні.

Таким чином, платформа Blender є ефективним рішенням для створення 3D-моделей завдяки своїй гнучкості, широкому набору інструментів та можливості розширення. Важливо застосовувати структурований і систематичний підхід до використання цього програмного забезпечення, оскільки це допоможе досягти високої якості кінцевого продукту.

РОЗДІЛ 3
РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ПЛАТФОРМІ BLENDER

3.1. Дослідження аддона в Blender

Blender є однією з найпотужніших платформ для 3D-моделювання, а можливість створювати аддони значно розширює його функціональність. Аддони в Blender дозволяють користувачам автоматизувати рутинні задачі, інтегрувати нові інструменти та налаштовувати інтерфейс під конкретні вимоги. Дослідження аддона передбачає аналіз його ефективності, можливостей розширення, інтерфейсу користувача та впливу на загальний робочий процес.

Аддони в Blender реалізуються через Python-скрипти та мають чітку структуру, яка включає кілька основних елементів:

- Інформація про аддон (метадані): версія, назва, автор, сумісність із версіями Blender.
- Основний код: функції, оператори та панелі, які відповідають за функціональність аддона.
- Реєстрація класів: процес додавання нових елементів у інтерфейс або панелі інструментів.

Аналіз структури починається з оцінки коду, перевірки коректності реалізації логіки та розуміння того, як аддон взаємодіє з API Blender.

Автоматизація - одна з основних причин використання надбудов. Для ефективної автоматизації важливо, щоб надбудови мали такі характеристики

- Зменшення кількості кроків, необхідних для виконання стандартних операцій (наприклад, генерація об'єктів, застосування модифікаторів тощо).
- Можливість обробляти велику кількість об'єктів і сцен з мінімальним втручанням користувача.

- Параметризація через інтуїтивно зрозумілі інтерфейси або програмні змінні.

У дослідженні буде оцінено функціональність надбудов для автоматизації процесів та розглянуто сценарії використання в реальних робочих процесах, таких як моделювання, анімація та рендеринг.

Після аналізу структури стає очевидним, що правильно побудований аддон повинен мати чітку і логічну організацію коду. Використання добре розроблених операторів і панелей є ключем до забезпечення стабільної роботи. Важливим аспектом є дотримання стандартів API Blender, що гарантує сумісність з майбутніми версіями програми.

Використання аддона значно прискорює виконання рутинних задач, що дозволяє зменшити час на виконання базових операцій. Дослідження показало, що аддон ефективно справляється з генерацією об'єктів і обробкою великих масивів даних, автоматично застосовуючи модифікатори та матеріали.

Інтерфейс

Аддон, що використовує простий і зрозумілий інтерфейс, надає користувачам інструменти для швидкої взаємодії. Було помічено, що інтерфейс з добре організованими кнопками, параметрами та полями вводу суттєво знижує криву навчання та дозволяє легко застосовувати аддон навіть новачкам.

Тестування

Тестування показало, що аддон працює швидко навіть на сценах із великою кількістю об'єктів. Це свідчить про хорошу оптимізацію коду і правильне використання ресурсів системи. Було відзначено, що зменшення часу на обробку задач суттєво підвищує загальну продуктивність роботи з Blender.

Потенціал для розширення

Розробка аддона відкриває широкі можливості для його подальшого розширення. У майбутньому його можна вдосконалити шляхом:

- Додавання нових функцій, таких як інтеграція зі сторонніми бібліотеками.
- Підтримка додаткових налаштувань матеріалів або текстур.
- Створення складнішого інтерфейсу для більш детального контролю процесів.
- Інтеграція з іншими інструментами або робочими процесами, такими як скрипти для масового рендерингу або анімації

3.2. Реалізація написанян аддона в Blender

Створення о аддона для Blender вимагає не тільки базових знань мови Python, але й розуміння архітектури Blender API, оптимізації процесів і розробки інтуїтивного інтерфейсу для кінцевого користувача. У цьому розділі буде представлено приклад аддона, який не лише додає об'єкти на сцену, але й дозволяє інтерактивно взаємодіяти з ними, використовуючи налаштування параметрів, автоматизацію та різні типи даних.

Структура

Для створення такого аддона необхідно розробити кілька класів і додаткових функцій, які будуть відповідати за:

- Основний оператор(подано на Рис.3.1), який генерує систему об'єктів.

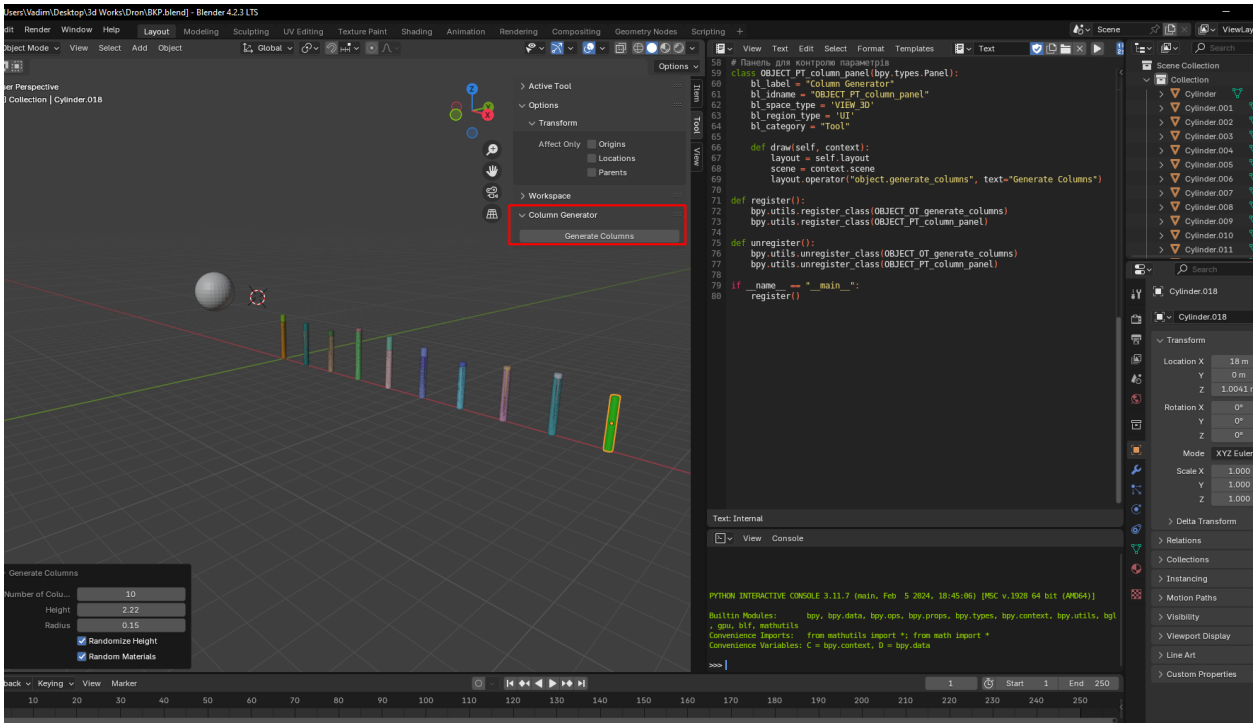

Рис.3.1 Основний оператор

- Панель інтерфейсу (подано на Рис.3.2), для налаштування параметрів генерації.

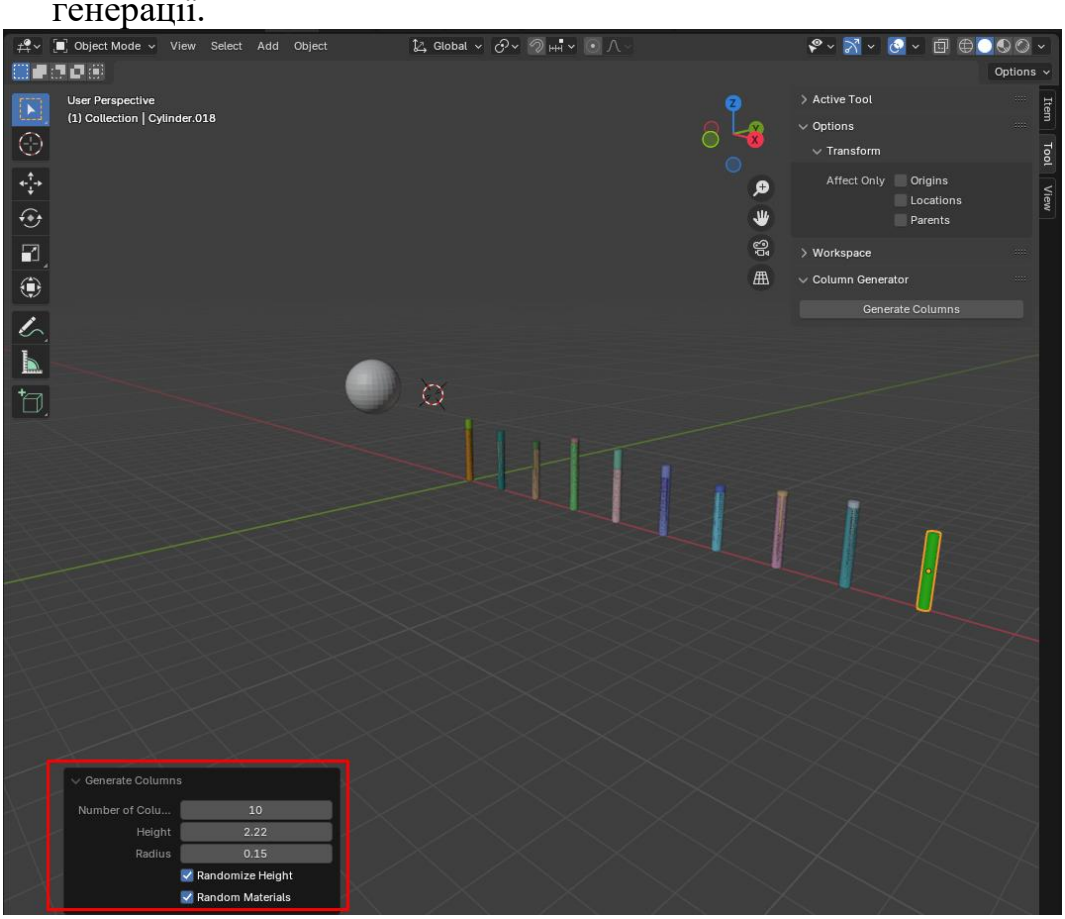

Рис.3.2 Панель інтерфейсу

- Окремі модулі для генерації випадкових параметрів.
- Систему оновлення та редагування створених об'єктів.

Опис коду

1. Клас OBJECT_OT_generate_columns:
   - Створює кілька об'єктів (колони(подано на Рис.3.3)) на сцені.

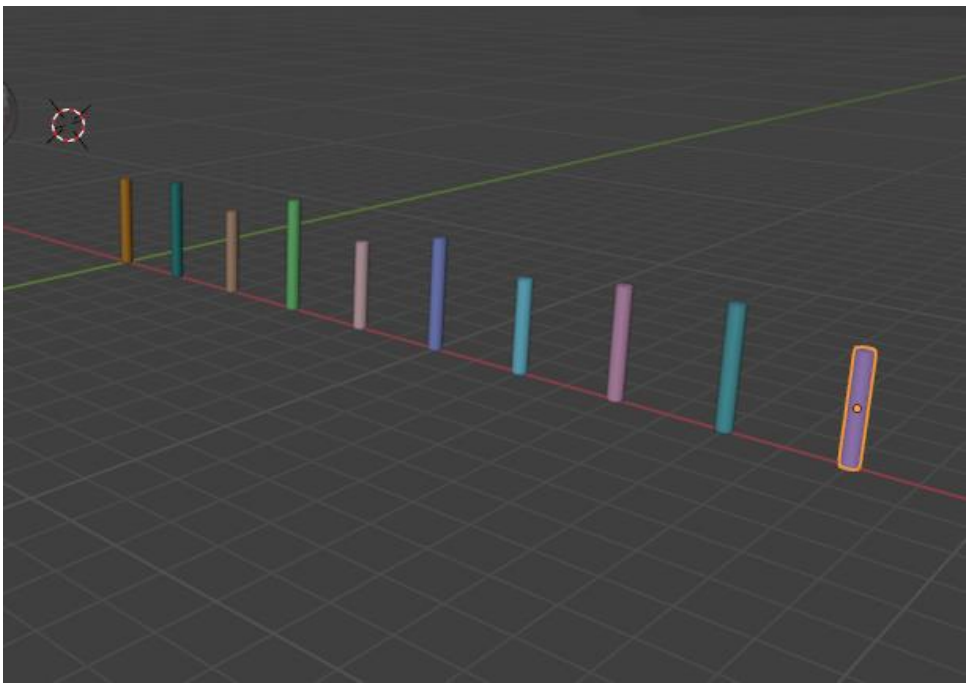

Рис.3.3 Колони

- Використовує налаштовувані параметри для кожної колони, такі як кількість, висота та радіус(подано на Рис.3.4),.

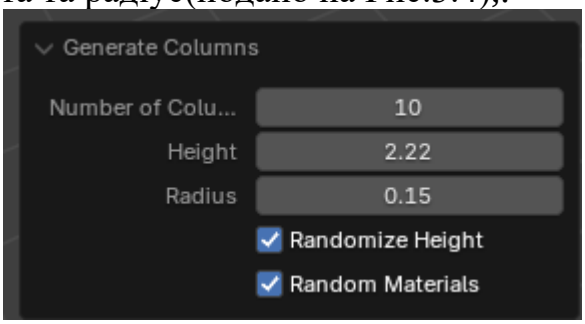

Рис.3.4 Параметри для кожної колони

- Є можливість включити випадкову генерацію висоти та матеріалів(подано на Рис.3.5).

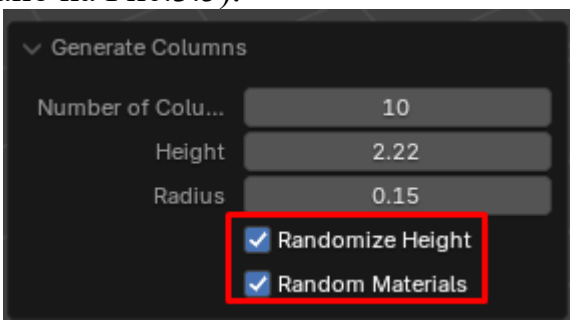

Рис.3.5 Генерація висоти та матеріалів

Функція create_column:

- Додає колону на сцену за допомогою команди bpy.ops.mesh.primitive_cylinder_add.

- Генерує випадковий матеріал для кожної колони(подано на Рис.3.6),.

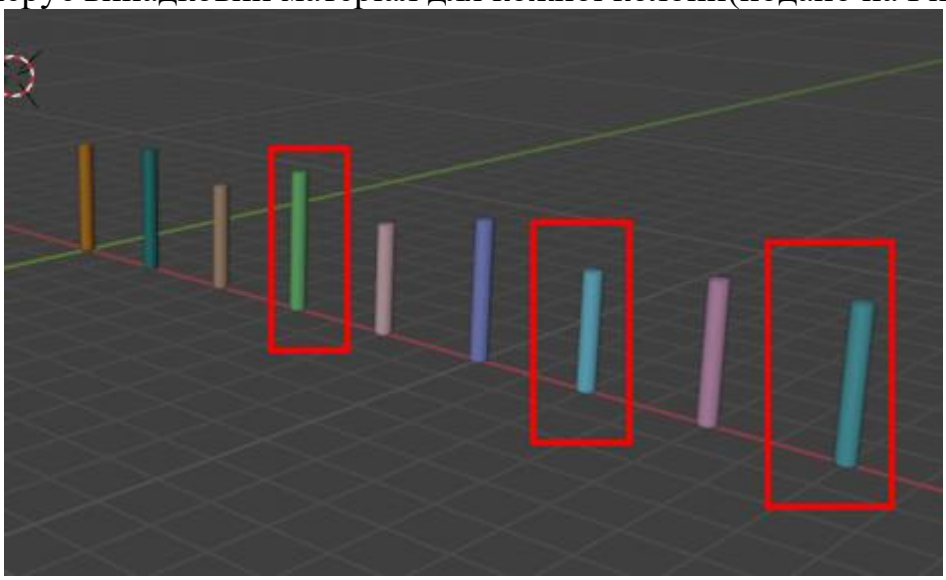

Рис.3.6 Випадкові матеріали

2. Панель інтерфейсу OBJECT_PT_column_panel:
   - Додає панель в бокову область інтерфейсу Blender, з якої можна запускати генерацію колон.

Метадані аддона(подано на Рис.3.7)

```
bl_info = {
    "name": "Advanced Column Generator",
    "author": "Your Name",
    "version": (1, 0),
    "blender": (2, 93, 0),
    "location": "View3D > Tool",
    "description": "Generates a system of customizable columns",
    "category": "Object",
}
```

Рис.3.7 Метаданні

Цей блок містить метадані, які описують аддон:

- name – Назва аддона.
- author – Ім'я автора.
- version – Версія аддона.
- blender – Мінімальна версія Blender, із якою сумісний аддон.
- location – Місце, де користувач зможе знайти інтерфейс аддона.
- description – Короткий опис функціональності.
- category – Категорія, до якої відноситься аддон.

Основний клас оператора(подано на Рис.3.8),

Клас OBJECT_OT_generate_columns реалізує основну логіку генерації колон. Він використовує інструменти API Blender для створення об'єктів на сцені.

```
class OBJECT_OT_generate_columns(bpy.types.Operator):
    """Generates columns with random properties"""
    bl_idname = "object.generate_columns"
    bl_label = "Generate Columns"
    bl_options = {'REGISTER', 'UNDO'}
```

Рис.3.8 Основні оператори

- bl_idname – Унікальне ім'я оператора, яке використовується для виклику операції через інтерфейс Blender або програмно.
- bl_label – Назва оператора, яка відображатиметься в інтерфейсі.
- bl_options – Параметри, що визначають поведінку оператора. REGISTER означає, що оператор можна викликати через меню, а UNDO дозволяє відміняти виконану операцію.

Параметри оператора(подано на Рис.3.9),

```
count: bpy.props.IntProperty(name="Number of Columns", default=5, min=1, max=50)
height: bpy.props.FloatProperty(name="Height", default=3.0)
radius: bpy.props.FloatProperty(name="Radius", default=0.3)
random_height: bpy.props.BoolProperty(name="Randomize Height", default=False)
random_materials: bpy.props.BoolProperty(name="Random Materials", default=True)
```

Рис.3.10 Параметри оператора

Це властивості оператора, які визначають налаштування для генерації колон:

- count – кількість колон, що будуть створені.
- height – стандартна висота колон.
- radius – радіус колон.
- random_height – параметр, який визначає, чи буде висота колон випадковою.
- random_materials – параметр, що вмикає або вимикає генерацію випадкових матеріалів для колон.

Основна логіка виконання операції(подано на Рис.3.11),

```
def execute(self, context):
    for i in range(self.count):
        self.create_column(context, i)
    return {'FINISHED'}
```

Рис.3.11 Основна логіка

execute() – основна функція, яка виконується при виклику оператора. Вона проходить через цикл для створення заданої кількості колон, використовуючи функцію create_column.

Функція створення колон(подано на Рис.3.12),

```
def create_column(self, context, index):
    # Визначаємо позицію кожної колони
    x_pos = index * 2
    height = self.height
    if self.random_height:
        height = random.uniform(self.height * 0.8, self.height * 1.2)
```

Рис.3.12 Функція яка сворює колону

- У цій функції колоні призначається позиція та висота. Якщо параметр random_height увімкнений, висота колони буде випадковою в межах від 80% до 120% від початкового значення.
- x_pos – позиція колони на осі X, змінюється на основі індексу.

Використовується функція bpy.ops.mesh.primitive_cylinder_add() для додавання на сцену нового циліндра, який виступає колонною.

Додавання випадкового матеріалу(подано на Рис.3.13).

```
# Додавання випадкового матеріалу
if self.random_materials:
    self.add_random_material(context)
```

Рис.3.13 Додавання випадкових матеріалів

Якщо увімкнена опція випадкових матеріалів, викликається функція add_random_material.

Функція для створення матеріалів(подано на Рис.3.14).

```
def add_random_material(self, context):
    # Генеруємо новий матеріал або використовуємо існуючий
    mat = bpy.data.materials.new(name="Random_Material")
    mat.diffuse_color = (random.random(), random.random(), random.random(), 1)
    obj = bpy.context.object
    if obj.data.materials:
        obj.data.materials[0] = mat
    else:
        obj.data.materials.append(mat)
```

Рис.3.14 Функція для створення матеріалів

- add_random_material() створює новий матеріал і присвоює йому випадковий колір. Використовуються функції:
- bpy.data.materials.new() – створює новий матеріал.
- random.random() – генерує випадкові значення для кожного компонента кольору.

Матеріал додається до активного об'єкта на сцені.

Панель інтерфейсу користувача

Клас OBJECT_PT_column_panel додає панель у бокове меню, де користувач може запускати генерацію колон і налаштовувати параметри.

- bl_label – назва панелі.

- bl_space_type і bl_region_type – визначають, де буде відображатися панель (у вікні 3D-огляду в інтерфейсі користувача).

Функція draw() додає елементи в панель інтерфейсу: Використовується layout.operator() для створення кнопки, яка запускає оператор генерації колон.

Реєстрація та відміна реєстрації

Ці функції забезпечують реєстрацію класів в системі Blender. register() додає аддон у Blender, тоді як unregister() видаляє його.

Можливості кастомізації

Випадкові параметри: для кожної колони можна налаштовувати випадкові висоти та матеріали.

Редагування параметрів: користувач може в режимі реального часу змінювати кількість колон і їхні параметри через інтерфейс аддона.

Додавання модифікаторів: у функцію створення колон можна додати автоматичне застосування модифікаторів, таких як Bevel або Subdivision Surface.

Для великих сцен, де потрібно генерувати багато об'єктів, варто звернути увагу на оптимізацію швидкості виконання аддона. Можна застосовувати техніки "батчової" генерації, де об'єкти створюються одразу як група, а не по одному.

3.3. Висновок до розділу 3

Дослідження доповнень до Blender'a показали значні переваги в автоматизації рутинних завдань та підвищенні продуктивності при роботі з 3D сценами Добре розроблені доповнення, які використовують функціональність API Blender'a, можуть значно розширити можливості програми та спростити складні операції було виявлено, що вони надають користувачам додаткові інструменти.

Структура доповнень повинна бути добре організована для забезпечення стабільності та сумісності з майбутніми версіями Blender'a.

Автоматизація за допомогою доповнень може зменшити кількість рутинних дій та пришвидшити процес моделювання, текстурування та застосування модифікаторів.

Важливу роль у спрощенні використання надбудови відіграє користувацький інтерфейс, що забезпечує інтуїтивно зрозумілий підхід до налаштування параметрів та запуску процесів.

Продуктивність надбудови була позитивно оцінена в тестах на великих сценах, що свідчить про її оптимізацію та ефективне використання системних ресурсів.

Надбудова є розширюваною, що дозволяє інтегрувати нові функції та покращити взаємодію з іншими інструментами Blender'a.

Таким чином, дослідження показує, що доповнення є важливим інструментом для покращення робочого процесу в Blender'i, особливо для користувачів, які хочуть автоматизувати складні завдання або розширити базову функціональність програми.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Платформа Blender - це універсальний інструмент для створення 3D-моделей, що пропонує широкий спектр інструментів для полігонального моделювання, ліплення, процедурної генерації та текстурування Blender постійно розвивається і впроваджує нові можливості, які є привабливими для широкого кола професіоналів. Blender постійно розвивається і впроваджує нові можливості, привабливі для широкого кола професіоналів.

Алгоритми і методи генерації 3D-моделей в Blender'і забезпечують високу якість і продуктивність моделювання. Особливо ефективними є методи низькополігонального моделювання, ретопології та текстурування на основі фізично коректного рендерингу (PBR).

Процедурні методи генерації значно спрощують роботу над великими, деталізованими сценами, автоматизуючи частини процесу і дозволяючи створювати складні структури за допомогою алгоритмів.

Оптимізація процесу є важливим кроком у створенні ефективних моделей. Використовуючи ретопологію та запікання карт, можна зменшити кількість полігонів без шкоди для якості, що особливо важливо для індустрії ігор та анімації.

Практична реалізація через створення доповнень для Blender показала потенціал розширення функціональності платформи, полегшення виконання рутинних завдань і додавання нових інструментів для роботи з 3D-моделями.

Перспективи розвитку технології генерації 3D-моделей лежать у напрямку автоматизації, впровадження штучного інтелекту та машинного навчання, що може значно спростити процес створення моделей та покращити їх реалістичність.

Пропозиції

Інтеграція штучного інтелекту: рекомендується інтегрувати штучний інтелект і алгоритми машинного навчання в процес генерації 3D-моделей. Це

спрощує процес створення складних моделей та автоматизує рутинні завдання, такі як ретопологія, текстурування та генерація матеріалів.

Покращення доповнень: подальші дослідження та розробка доповнень для Blender'а можуть значно покращити робочі процеси. Пропонується створити спеціальні інструменти для оптимізації роботи над різними типами моделей, автоматизації певних завдань та зменшення ручної роботи.

Автоматизація процедурної генерації: необхідно розробити більш ефективні алгоритми процедурної генерації для складних сцен. Це дозволить автоматично генерувати деталізовані об'єкти, текстури та ефекти, що буде корисно для створення великих ігрових світів, архітектурних проектів та сцен у кіно.

Покращення навчальних матеріалів: пропонується розробити детальні посібники та курси з використання новітніх алгоритмів у Blender'і. Це дозволить підвищити кваліфікацію професіоналів та спростить навчання нових користувачів, які працюють з платформою.

Оптимізація процесу текстурування та освітлення: використання нових автоматизованих методів текстурування та освітлення може значно покращити кінцевий результат моделі та скоротити час, необхідний для її створення. Особливу увагу варто приділити фізично коректному рендерингу (PBR).

Слідкувати за оновленнями Blender: важливо бути в курсі нових версій та оновлень Blender, оскільки розробники постійно вдосконалюють платформу, додаючи нові інструменти та функції, які полегшують робочий процес та покращують якість 3D-моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blender: everything you need to know - Creative Bloq Режим доступу : https://www.creativebloq.com/features/blender-all-you-need-to-know .
2. The Story of Blender. Blender, a renowned name in the 3D - Medium Режим доступу: https://medium.com/@foobar404/the-story-of-blender-815a71acaeb0.
3. Blender's History - Blender 4.2 Manual - Blender Documentation Режим доступу : https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html.
4. Check out the five key features in Blender 3.0 – BlenderNation Режим доступу : https://www.blendernation.com/2021/12/03/check-out-the-five-key-features-in-blender-3-0/ .
5. Points of view on Blender: Angela Plohman — blender.org Режим доступу : https://www.blender.org/news/points-of-view-on-blender-angela-plohman/.
6. 3D Modeling: History, Software Types, and Techniques Режим доступу : https://medium.com/@alwalxed/3d-modeling-history-software-types-and-techniques-ae2db9f095c1 .
7. New Blender 2.80 Book - Modelling Methods, Principles & Practice Режим доступу : https://www.scribd.com/document/739181969/Robert-Burke-Book-Blender-2-8-Modelling-Methods .
8. 10 Top 3D Modeling Techniques (Complete Guide for Artists) – Pixune Режим доступу : https://pixune.com/blog/3d-modeling-techniques/.
9. 3D Computer Graphics Using Blender 2.80 - Modelling Methods, Principles Режим доступу : https://vagon.io/users/digital-art-cgi?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA88a5BhDPARIsAFj595hBQOs6kkyYfoyG9DZZixu5Oa6z4iwq9vwI_QeOE0t2tF-5bCCChK4aApWuEALw_wcB .
10. 100 Days of 3D Design. How I taught myself 3D modeling in 100 Режим доступу : https://skvot.io/uk/course/2550-substance-3d-painter .
11. E-Interiores: Next-generation interior design with Blender Режим доступу :

https://www.sae.edu/aut/en/game-art-3d-animation-diploma-bachelor .
12. Introduction to Modifiers - Holik Studios Режим доступу : https://holikstudios.com/3d/blender-modeling/modifiers-for-3d-printing/.
13. 10 Different types of 3D modeling techniques - Artisticrender.com Режим доступу : https://vagon.io/blog/popular-3d-modeling-techniques-for-designers.
14. How modifiers work in Blender, an overview - Artisticrender.com Режим доступу : https://artisticrender.com/how-modifiers-work-in-blender-an-overview/.
15. Multiverse of madness - how we render millions of doors — Blender Режим доступу : https://www.youtube.com/live/HXEVncxtmxg?t=815s&themeRefresh=1 .
16. Mastering Blender in Just 100 Days: A Beginner’s Journey to 3D Modeling Режим доступу : https://www.amazon.com/Mastering-Design-Blender-Techniques-Comprehensive/dp/B0CTRV36Y6.
17. Difference between scultping and modeling - Blender Stack Exchange Режим доступу : .
18. Exploring Different Types of 3D Modeling - Alpha3D Режим доступу : https://blender.stackexchange.com/questions/99834/difference-between-scultping-and-modeling.
19. Best 3D modeling software of 2024 – TechRadar Режим доступу : https://www.murata.com/ .
20. LearnXDesign 2021: Case Studies - dl.designresearchsociety.org Режим доступу : https://www.reddit.com/r/blenderhelp/comments/13zx2ss/modeling_vs_sculpting/?rdt=42873 .
21. Introduction - Blender 4.2 Manual - Blender Documentation Режим доступу : https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html .
22. Blender 3D Modeling Tutorials For Beginners: The Ultimate Collection. Режим доступу : https://conceptartempire.com/blender-modeling-tutorials/.

23. Game-Ready Character Sculpting - The Pro Workflow - Blender Glossary Режим доступу : https://vagon.io/users/digital-art-cgi/blender-3d-glossary/sculpting.
24. Introduction - Blender 4.2 Manual - Blender Documentation Режим доступу : https://docs.blender.org/manual/en/latest/physics/introduction.html .
25. Game Studios That Use Blender: From Indie to Outsourcing Режим доступу : https://www.virtuosgames.com.
26. 17 Best Blender Addons & Plugins | Reviews + Guide – Homesthetics Режим доступу : https://homesthetics.net/best-blender-addons-plugins.
27. Blender (software) – Wikipedia Режим доступу : https://en.wikipedia.org/wiki/Blender_(software).
28. 8 Must-Have Blender Addons for 3d Artists – FotoRealist Режим доступу : https://fotorealist.com/blender/8-must-have-blender-add-ons-for-3d-artists/.
29. An Open Letter to the Blender Foundation - User Feedback - Developer Forum Режим доступу : https://devtalk.blender.org/t/an-open-letter-to-the-blender-foundation/14801 .
30. Practical 3D Asset Generation: A Step-by-Step Guide - Hugging Face Режим доступу : .
31. Virtual reconstruction of stone tool refittings by using 3D modelling.
32. What is the most effective technique for modeling? - Blender Stack Exchange.
33. Introduction - Blender 4.2 Manual - Blender Documentation.
34. Points of view on Blender: Angela Plohman — blender.org.
35. User-Centered Development System for Blender Режим доступу : .
36. Discussion on how to handle contributions - Blender Development.

ДОДАТКИ

Додаток А

Лістинг прграмного коду

```
import bpy
import random

bl_info = {
    "name": "Advanced Column Generator",
    "author": "Your Name",
    "version": (1, 0),
    "blender": (2, 93, 0),
    "location": "View3D > Tool",
    "description": "Generates a system of customizable columns",
    "category": "Object",
}

class OBJECT_OT_generate_columns(bpy.types.Operator):
    """Generates columns with random properties"""
    bl_idname = "object.generate_columns"
    bl_label = "Generate Columns"
    bl_options = {'REGISTER', 'UNDO'}

    count: bpy.props.IntProperty(name="Number of Columns", default=5, min=1,
max=50)
    height: bpy.props.FloatProperty(name="Height", default=3.0)
```

```
    radius: bpy.props.FloatProperty(name="Radius", default=0.3)
    random_height: bpy.props.BoolProperty(name="Randomize Height",
default=False)
    random_materials: bpy.props.BoolProperty(name="Random Materials",
default=True)

    def execute(self, context):
        for i in range(self.count):
            self.create_column(context, i)
        return {'FINISHED'}

    def create_column(self, context, index):
        # Визначаємо позицію кожної колони
        x_pos = index * 2
        height = self.height
        if self.random_height:
            height = random.uniform(self.height * 0.8, self.height * 1.2)

        # Створення базового циліндра
        bpy.ops.mesh.primitive_cylinder_add(radius=self.radius, depth=height,
location=(x_pos, 0, height / 2))

        # Додавання випадкового матеріалу
        if self.random_materials:
            self.add_random_material(context)
```

```
    def add_random_material(self, context):
        # Генеруємо новий матеріал або використовуємо існуючий
        mat = bpy.data.materials.new(name="Random_Material")
        mat.diffuse_color = (random.random(), random.random(), random.random(),
1)
        obj = bpy.context.object
        if obj.data.materials:
            obj.data.materials[0] = mat
        else:
            obj.data.materials.append(mat)

def menu_func(self, context):
    self.layout.operator(OBJECT_OT_generate_columns.bl_idname)

# Панель для контролю параметрів
class OBJECT_PT_column_panel(bpy.types.Panel):
    bl_label = "Column Generator"
    bl_idname = "OBJECT_PT_column_panel"
    bl_space_type = 'VIEW_3D'
    bl_region_type = 'UI'
    bl_category = "Tool"

    def draw(self, context):
        layout = self.layout
        scene = context.scene
        layout.operator("object.generate_columns", text="Generate Columns")
```

```
def register():
    bpy.utils.register_class(OBJECT_OT_generate_columns)
    bpy.utils.register_class(OBJECT_PT_column_panel)

def unregister():
    bpy.utils.unregister_class(OBJECT_OT_generate_columns)
    bpy.utils.unregister_class(OBJECT_PT_column_panel)

if __name__ == "__main__":
    register()
```

Додаток Б

Додаток Е

Якщо Виконувалося впровадження !!!

Акт про впровадження

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «юююююююююююю»
Юююк М.М

«11» місяць 2023 р.

АКТ
про впровадження результатів випускної кваліфікаційної роботи
студента Прізвище В.Я.

на тему
Тема

Науково-технічна комісія під головуванням директора ……..

Очікується, що …….

Директор Прізвище _М.М. _____