

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»
Зав. кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки
_____ д.т.н., проф. С. І. Шматков
«___» грудня 2022 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
магістра

на тему: «КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ DATA MINING»

Захищено на засіданні
Атестаційної комісії № 44
протокол № __ від __.12.2022 р.
Оцінка ____ / ____
Голова Атестаційної комісії
_____ **МІНУХІН С. В.**

Виконав:
студент 2 курсу, групи КІ– 61
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна
інженерія.
Галузь знань: 12 – Інформаційні
технології
Помогаєв Костянтин
Олександрович 

Керівник:
д.т.н., с.н.с., професор кафедри
теоретичної та прикладної
системотехніки
Толстолузька Олена Геннадіївна



Рецензент:
к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри
штучного інтелекту та програмного
забезпечення
Карась Ірина Вячеславівна



Харків – 2022

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до магістерської атестаційної роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 86 сторінок, із яких 68 сторінок основної частини з 38 рисунками, 2 таблицями, 28 найменуваннями списку використаних джерел та 4 додатками.

Метою кваліфікаційної роботи є зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей.

Об'єкт дослідження – процес розробки моделі 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data mining.

Предмет дослідження – методи та засоби Data mining для створення 3D-візуалізацій.

Проблема, яка вирішується в кваліфікаційній роботі полягає в тому, щоб скориставшись існуючими програмними середовищами для 3D-моделювання та методами Data Mining до створення програмного коду мінімізувати витрати часу на створення 3D-моделей і їх відладку та оптимізацію.

Область застосування — розробка 3D-моделей. Розроблений програмний продукт може широко використовуватися в малому та середньому бізнесі в сфері 3D-візуалізації.

Ключові слова: 3D-модель, 3D-візуалізація, Python, реалізація проекту, програмне середовище, метод, алгоритм, апаратне забезпечення, програмний код.

ABSTRACT

An explanatory note to the master's attestation work is created in the introduction, three sections, conclusions, a list of sources used and two additional substances. The total volume of work is 86 pages, of which 68 pages of the main part with 38 figures, 2 tables, 28 names of the list of used sources and 4 additions.

The aim of the thesis is to reduce the time of developing a 3D visualization model while simultaneously expanding the options of 3D models.

The object of research is the process of developing a model of 3D visualization of premises using Data mining methods.

The subject of research is Data mining methods and tools for creating 3D visualizations.

The problem that is solved in the diploma collaboration is to minimize the time spent on creating 3D models and their debugging and optimization by using existing software environments for 3D modeling and Data Mining methods before creating software code.

Scope - 3D models development. The developed software product can be widely used in small and medium-sized businesses in the field of 3D visualization.

Keywords: 3D model, 3D visualization, Python, project implementation, software environment, method, algorithm, hardware, software code.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ	9
1.1 Аналіз методів Data mining	9
1.1.1 Регресія	9
1.1.2 Аналіз правил асоціації	11
1.1.3 Класифікація.....	13
1.1.4 Кластеризація	16
1.2 Аналіз методів 3D-візуалізації	17
1.2.1 Полігональне моделювання	19
1.2.2 3D-скульптинг	20
1.2.3 3D-візуалізація одягу	20
1.2.4 Сплайнове моделювання.....	21
1.2.5 Процедурне моделювання.....	21
1.2.6 3D-сканування.....	22
1.3 Задачі дослідження	23
Висновки до розділу 1	24
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ	25
2.1 Аналіз технологій для 3D-візуалізації.....	25
2.1.1 Blender	26
2.1.2 Maya.....	32
2.1.3 Cinema 4D	41
2.1.4 3D Max	46
2.2 Процес розробки комп'ютерної моделі	50
Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАСТОСУВАННЮ МОДЕЛІ	59

Висновки до розділу 3	65
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68
ДОДАТОК А. ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	72
ДОДАТОК Б. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПРОГРАМНОГО ВИРОБУ	74
ДОДАТОК В. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ ПРОГРАМНОГО ВИРОБУ	79
ДОДАТОК Г. КОД ПРОГРАМИ.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПК – персональний комп'ютер

3D – 3-dimensional (тривимірний)

IDEF0 – Icam DEFinition for Function Modeling (Визначення Icam для функціонального виробництва)

ICAM – Integrated Computer Aided Manufacturing (Інтегроване автоматизоване виробництво)

API – Application Programming Interface (Інтерфейс прикладного програмування)

БД – База даних

ВСТУП

На превеликий жаль, в Україні триває війна, яка спричиняє багато жертв та руйнувань. Виникає потреба у швидкому відновленні пошкоджених приміщень та будівель. Найшвидше це можна зробити за допомогою 3D-моделювання. Причому ресурсів на 3D-об'єкти витрачається значно менше ніж на реальні. Перевага в тому, що 3D-моделювання дозволяє створити 3D-модель необхідних об'єктів за невеликий час, із затратою мінімальних ресурсів. Користувач або замовник, таким чином, може переглядати різні варіанти 3D-моделей та обрати потрібний для себе. І тільки після цього почати реальне будівництво об'єкта, яке не буде потребувати внесення різних змін. Вносити зміни, коли об'єкт розробляється у 3D форматі значно легше, швидше і майже не потребує ресурсів, ніж вносити зміни до реальної споруди.

3D-візуалізація може надати клієнту віртуальний досвід, який дозволяє візуалізувати та зрозуміти особливості будівлі. Надаючи віртуальний досвід того, як і що має бути побудовано, візуалізація сприяє більшій обізнаності та розумінню проекту серед керівництва та персоналу об'єкта. Таким чином, особи, які приймають рішення, можуть приймати обґрунтовані рішення, візуалізуючи майбутні будівельні операції, а не покладаючись на свою інтуїцію, інстинкти та думку.

Під час початкового процесу проектування технологія 3D-візуалізації визначає помилки та невдачі в проектуванні. Витрачається менше грошей на виправлення помилок і, таким чином, замовники мають економію коштів. Це також прискорює ефективність роботи, оскільки розробники, підрядники, інвестори, тощо мають кращу координацію, оскільки вони бачать 3D-зображення проекту на одній сторінці. Будівельні роботи можна легко переглядати на екрані комп'ютера за допомогою тривимірних моделей, таким чином усуваючи громіздкі та дорогі фізичні моделі, які можуть знадобитися для реконструкції певних сценаріїв. Крім того, послідовність взаємопов'язаних дій у операції можна краще спланувати, організувавши

ресурси для максимальної продуктивності.

Дана робота націлена на те, щоб розробити комп'ютерну модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data Mining. У ній потрібно розглянути методи Data Mining. Також потрібно проаналізувати методи та технології 3D-візуалізації. Потрібно розробити алгоритм за допомогою методу Data Mining, який зменшить час розробки відсутніх або зруйнованих 3D-об'єктів у приміщеннях.

Об'єктом дослідження є процес розробки моделі 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data mining.

Предметом дослідження є методи та засоби Data mining для створення 3D-візуалізацій.

Метою роботи є зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей.

Постановка задачі є наступною:

1. Обґрунтування та вибір середовища розробки моделі.
2. Огляд та аналіз методів Data mining.
3. Розробка вимог до 3D-моделі.
4. Розробка алгоритму Data mining для збільшення ефективності створення 3D-моделі.
5. Візуалізація моделі за допомогою алгоритму Data mining та її представлення у доступному вигляді.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

1.1 Аналіз методів Data mining

Data mining (Аналіз даних) – це важливий аналітичний процес, призначений для дослідження даних. Подібно до реального процесу видобутку алмазів або золота з землі, найважливішим завданням Data mining є вилучення нетривіальних знань із великих обсягів даних.

Отримання важливих знань із маси даних може бути вирішальним, а іноді і необхідним, для наступного етапу аналізу, який називається моделюванням. Однак, перш ніж переходити до моделювання, спочатку важливо приділити належний час пошуку даних, оскільки із майбутніх моделей буде взято багато припущень та гіпотез.

Завдання аналізу даних полягають у двох аспектах: створення передбачуваної потужності — використання функцій для передбачення невідомих або майбутніх значень тієї самої чи іншої функції, і створення описової потужності — пошук цікавих шаблонів, які можна інтерпретувати людиною, які описують дані. Розглянемо чотири методи Data mining:

- регресія (прогностична);
- аналіз правил асоціації (опис);
- класифікація (прогностична);
- кластеризація (опис) [1].

1.1.1 Регресія

Регресія — це найпряміша, найпростіша версія того, що називається «силою передбачення». При використанні регресивного аналізу можна передбачити значення певної (безперервної) ознаки на основі значень інших ознак у даних, припускаючи лінійну або нелінійну модель залежності.

Ось кілька прикладів:

- Прогнозування прибутку від нового продукту на основі додаткових продуктів;
- Прогнозування раку на основі кількості викурених сигарет, спожитої їжі, віку тощо;
- Прогнозування часових рядів фондового ринку та індексів.

Мета регресійного аналізу полягає у визначенні значень параметрів для функції, завдяки яким функція найкраще відповідає набору даних спостереження, які надаються. Наступне рівняння виражає ці відносини в символах. Це показує, що регресія є процес оцінки значення безперервної цілі (y) як функція (F) одного або кількох предикторів ($x_1, x_2, \dots, x_n$), набіру параметрів ($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$) і міри помилки (e).

$$y = F(x, \theta) + e \quad (1.1)$$

Процес навчання регресійної моделі передбачає пошук найкращих значень параметрів для функції, які мінімізують міру помилки, наприклад, сума квадратів помилок. Існують різні сімейства функцій регресії та різні способи вимірювання похибки.

Найпростішою формою регресії для візуалізації є лінійна регресія з одним предиктором. Техніка лінійної регресії може бути використана, якщо співвідношення між x і y можна наближено визначити за допомогою прямої лінії, як показано на рис. 1.1 нижче.

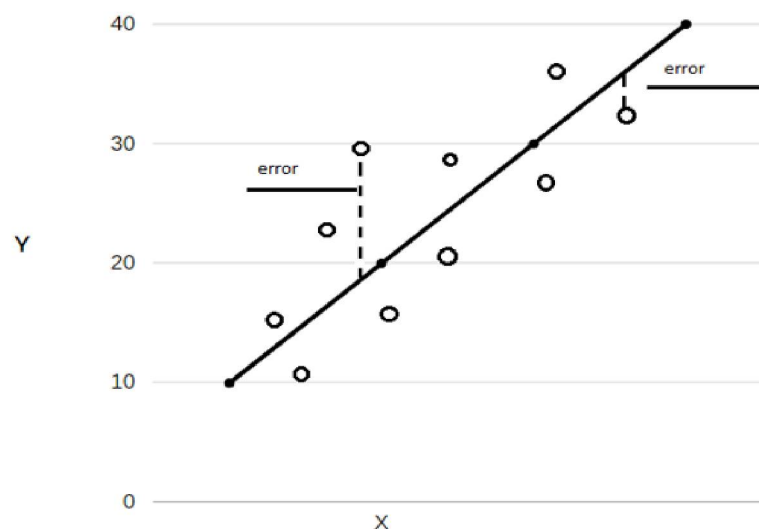


Рис. 1.1 – Лінійне відношення між x та y .

Лінійну регресію з одним предиктором можна виразити за допомогою наступне рівняння.

$$y = \theta_2 x + \theta_1 + e \quad (1.2)$$

Параметри регресії в простій лінійній регресії:

Нахил прямої (θ_2) — кут між точкою даних і лінією регресії;

Точка перетину у (θ_1) — точка, де x перетинає вісь y ($x = 0$) [2].

Методи регресії дуже корисні в науці про дані. Існують різні причини для використання методу регресії в Data mining.

По-перше, це те що завдання регресії починається з набору даних, у якому цільові значення відомі. Наприклад, на основі спостережень можна розробити регресійну модель, яка передбачає як змінюється зріст дітей на основі оглянутих даних для багатьох дітей за певний період часу. Дані можуть відстежувати вік, зріст, вагу, етапи розвитку, історію сім'ї тощо. Зріст буде цільовим, інші атрибути будуть предикторами.

По-друге, у процесі побудови (навчання) моделі регресійний алгоритм оцінює значення цілі як функцію предикторів для кожного випадку в даних збірки. Ці відносини між предикторами та ціллю узагальнюються в моделі, яка може потім бути застосована до іншого набору даних, у якому цільові значення невідомі.

По-третє, регресійні моделі перевіряються шляхом обчислення різних статистичних даних, які вимірюють різницю між прогнозованими значеннями та очікуваними значеннями [3].

1.1.2 Аналіз правил асоціації

Аналіз правил асоціації є важливою галуззю досліджень аналізу даних, який в основному використовується для виявлення відповідних посилань між елементами в наборі даних. Априорний алгоритм і Алгоритм FP-Tree є класичними алгоритмами в аналізі правил асоціації. Обидва базуються на тому, що кількість даних у базі даних транзакцій не зміниться, і кожен елемент даних має однакове значення. Однак у реальному застосуванні, дані в

базі даних постійно змінюються, і занепокоєність людей про різні елементи даних неоднакова. Якщо використовувати традиційні алгоритми для аналізу правил асоціації, ефективність аналізу буде дуже низькою, а результати недостатньо точні. Тому є необхідним вдосконалити існуючі алгоритми аналізу даних, щоб задовольнити потреби аналізу правил асоціації.

Метою аналізу правила асоціації є виявлення прихованого зв'язку між різними наборами елементів даних у базі даних. Загалом, враховуючи базу даних транзакцій, проблема аналізу правил асоціації – це процес пошуку правила асоціації через визначену користувачем мінімальну підтримку і мінімальну впевненість. Нехай $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ є набір усіх елементів даних. D — множина всіх транзакцій у базі даних транзакцій, у якій кожна транзакція T є набір елементів, і кожна транзакція T має унікальний ідентифікатор TID. Для набору елементів $X \subseteq I$, який називається так, що T містить X лише тоді, коли $X \subseteq T$. Якщо $|X| = k$, то колекція називається k порядковим набором. Якщо предмети впорядковані відповідно до порядку словника, k набор елементів порядку X може виражатися як $X[1]X[2]\dots X[k]$. Для набору $C = X \cup Y$, якщо Y є m набором елементів замовлення, то Y є m розширення порядку X . Якщо X, Y є проектними наборами, і $X \cap Y = \Phi$, то змістова формула $X \rightarrow Y$ відома як правила асоціації, а X, Y називається окремо передумова та висновок правила асоціації $X \rightarrow Y$.

Підтримка є мірою статистичної значущості правила асоціації у всій базі даних транзакцій, яка демонструє ступінь представленості правила у всіх операціях. Чим більша підтримка, тим важливіше правило. Якщо $\text{Support}(X)$ не менше, ніж указана користувачем мінімальна підтримка MinSup , то X називається частим набором елементів, який називається частим або великим набором елементів. В іншому випадку це є нечастий набір предметів, який називається нечастий або дрібний набір предметів. Впевненість - це міра точності правил асоціації. Якщо $\text{Support}(X \rightarrow Y) \geq \text{MinSup}$ та $\text{conf}(X \rightarrow Y) \geq \text{MinConf}$, тоді правило асоціації є ефективне або сильне правило асоціації. В іншому випадку, це правило асоціації є недійсним або слабким правилом

асоціації.

Пропорція правила $X \rightarrow Y$ в транзакції бази даних описує ймовірність появи набору елементів Y у всіх транзакціях за відсутності будь-якої умови. Ступінь інтересу - це співвідношення між впевненістю і очікуванням, який описує вплив появи набору предметів X на появу набору предметів Y . За звичайних обставин ступінь інтересу корисного правила асоціації більше 1. Якщо інтерес не більше 1, це правило асоціації не має великого сенсу [4].

Аналіз правила асоціації полягає у пошуку правил асоціації, які відповідають заданій користувачем мінімальній підтримці та мінімуму вимог довіри з бази даних транзакцій D . Весь процес видобутку можна розкласти на два кроки: спочатку знайти усі часті набори елементів, тобто знайти всі набори предметів, які мали підтримку більшу, ніж заданий поріг підтримки; по-друге, на основі отриманих частих наборів елементів, генерувати відповідне правило сильної асоціації, тобто створити правила асоціації, які мали підтримку та впевненість відповідно більшу або яка дорівнює заданому порогу підтримки та порігу довіри. На додачу, інтерес може бути використаний, щоб допомогти отримати цінну асоціацію, видалити зайві правила асоціації.

У двох наведених вище кроках другий крок є відносно легким, тому що потрібно лише перерахувати всі можливі правила асоціації, які базуються на частих наборах предметів, і потім використати поріг підтримки та поріг впевненості, щоб виміряти їх. І якщо правила асоціації відповідають і вимогам порогу підтримки, і порогу довіри, то вони вважаються цікавими правилами асоціації [5].

1.1.3 Класифікація

Класифікація — це ще одне важливе завдання, яке потрібно виконати перед тим, як занурюватися в жорстку фазу моделювання аналізу даних. Класифікація — це функція аналізу даних, яка призначає елементи в колекції цільовим категоріям або класам. Припустимо, що є набір записів: кожен запис містить набір атрибутів, де одним із атрибутів є певний клас. Мета полягає в

тому, щоб знайти модель для класу, яка зможе передбачити невидимі або невідомі записи (із зовнішніх подібних джерел даних) точно так, якби мітка класу була помічена або відома, враховуючи всі значення інших атрибутів.

Щоб навчити таку модель, зазвичай ділимо набір даних на дві підмножини: навчальну та тестову. Навчальний набір використовуватиметься для побудови моделі, а тестовий — для її перевірки. Точність і продуктивність моделі визначається на тестовому наборі.

Класифікація має багато застосувань в індустрії, наприклад кампанії прямого маркетингу та аналіз відтоку:

Кампанії прямого маркетингу призначені для зменшення витрат на розповсюдження маркетингового контенту (реклами, новин тощо) шляхом націлювання на набір споживачів, які, ймовірно, будуть зацікавлені в конкретному вмісті (продукт, знижка тощо) на основі їх розкритого минулого даних і поведінки [6].

Класифікація полягає в передбаченні певного результату на основі заданих вхідних даних. Щоб передбачити результат, алгоритм обробляє навчальний набір, що містить набір атрибутів і відповідні результат, який зазвичай називають атрибутом цілі або прогнозу. Алгоритм намагається виявити зв'язки між атрибутами, які дозволили б передбачити результат. Далі алгоритму надається набір даних, якого раніше не було, який називається набором прогнозів, який містить той самий набір атрибутів, за винятком атрибута передбачення – поки невідомо. Алгоритм аналізує вхідні дані та створює передбачення. Точність передбачення визначає, наскільки «хорошим» є алгоритм. Наприклад, в медичній базі даних навчальний набір матиме відповідну інформацію про пацієнта, записану раніше, де атрибут передбачення означає, чи була у пацієнта серцева проблема. Таблиця 1.1 нижче ілюструє набір для тренування(Training set) та Таблиця 1.2 набір для прогнозування(Prediction set) такої бази даних.

Таблиця 1.1

Набір для тренування

Вік	ЧСС	Артеріальний тиск	Проблема з серцем
65	78	150/70	Так
37	83	112/76	Ні
71	67	108/65	Ні

Таблиця 1.2

Набір для прогнозування

Вік	ЧСС	Артеріальний тиск	Проблема з серцем
43	98	147/89	?
65	58	106/63	?
84	77	150/65	?

Серед кількох типів подання знань, присутніх у літературі, зазвичай класифікація використовує правила передбачення для вираження знань. Правила передбачення виражаються у формі ЯКЩО-ТО правила, де умова (частина IF) складається з кон'юнкції умов і правила наслідку (частина THEN) передбачає певне значення атрибута прогнозів для елемента, який задовольняє умову. Використовуючи наведений вище приклад, може бути правило, яке передбачає перший рядок у навчальному наборі представлений таким чином:

ЯКЩО (Вік=65 І ЧСС>70) АБО (Вік>60 І Артеріальний тиск>140/70)
ТОДІ Проблема з серцем=так

У більшості випадків правило передбачення значно більше, ніж у прикладі вище. Сполучник має хорошу властивість для класифікації; кожна умова, розділена АБО, визначає менші правила, які фіксують зв'язки між атрибутами. Задоволення будь-якого з цих менших правил означає, що

наслідком є передбачення. Кожне менше правило формується за допомогою операторів I, що полегшує звуження відношення між атрибутами.

Наскільки добре виконані передбачення, вимірюється у відсотках збігів прогнозів із загальною кількістю кількості передбачень. Пристойне правило має мати більший коефіцієнт попадання, ніж кількість випадків атрибут передбачення. Іншими словами, якщо алгоритм намагається передбачити дощ у Сіетлі, і йде дощ, то у 80% випадків алгоритм міг би досягти показника 80%, просто прогнозуючи час дощу. Таким чином, 80% є базовим показником передбачення, якого повинен досягти будь-який алгоритм у цьому випадку. Оптимальним рішенням є правило зі 100% прогнозованим коефіцієнтом попадання, що дуже важко, а то й неможливо досягти. Тому, за винятком деяких дуже специфічних проблем, класифікація може бути тільки за визначенням розв'язуватися за допомогою апроксимаційних алгоритмів [7].

1.1.4 Кластеризація

Кластеризація є важливим методом, метою якого є визначення груп об'єктів, щоб об'єкти в одному кластері були схожі один на одного, а об'єкти в різних групах – ні. Проблема кластеризації в цьому сенсі зводиться до наступного: є набір точок даних, кожна з яких має набір атрибутів і міру подібності. Потрібно знайти такі кластери:

- точки даних в одному кластері більш схожі одна на одну;
- точки даних в окремих кластерах менш схожі одна на одну.

Щоб визначити, наскільки близько чи далеко кожен кластер один від одного, можна використовувати евклідову відстань (якщо атрибути неперервні) або будь-яку іншу міру подібності, яка стосується конкретної проблеми [8].

Кластеризація групує екземпляри даних у підмножини таким чином, що подібні екземпляри групуються разом, а різні екземпляри належать до різних груп. Таким чином, екземпляри організовуються в ефективне представлення, яке характеризує вибірккову сукупність. Формально, кластеризаційна

структура представлена у вигляді набору підмножин $C = C_1, \dots, C_k$ із S , так що:

$S = \bigcup_{i=1}^k C_i$ та $C_i \cap C_j = \emptyset$ для $i \neq j$. Отже, будь-який екземпляр у S належить точно одній і тільки одній підмножині.

Об'єднання об'єктів у групи є таким же давнім, як потреба людини описувати характеристики людей і предметів і ідентифікувати їх з типом. Тому вона охоплює різні наукові дисципліни: від математики до статистики до біології та генетики, кожен з яких використовує різні терміни для опису топології, сформовані за допомогою цього аналізу. Від біологічних «таксономій» до медичних «синдромів» і генетичних «генотипів» до «групової технології» виробництва — проблема ідентична: формування категорій сутностей і віднесення індивідів до відповідних груп усередині них.

Корисним застосуванням кластеризації є маркетингова сегментація, метою якої є поділ ринку на окремі підгрупи клієнтів, де кожна підмножина може бути орієнтована за допомогою окремої маркетингової стратегії.

Це робиться шляхом збору різних атрибутів клієнтів на основі інформації про їхнє географічне розташування та спосіб життя, щоб знайти кластери подібних клієнтів. Потім можна виміряти якість кластеризації, спостерігаючи за моделями купівлі клієнтів в одному кластері порівняно з клієнтами з різних кластерів [9].

Проведений аналіз методів Data mining дозволяє зробити висновок, що для подальшого удосконалення розробки 3D-моделі доцільно використовувати метод класифікації. Тому, що розроблені 3D-елементи у роботі повинні бути різних типів. Тобто відбувається поділ елементів на типи для систематизації та отримання нових знань про об'єкти поділу. Користувач зможе отримати різні варіанти потрібних 3D-елементів та обрати найбільш оптимальний.

1.2 Аналіз методів 3D-візуалізації

Кожен 3D-об'єкт, який відображається в 3D-анімації, складається з 3D-сітки, яку можна створити за допомогою різноманітних технік. Простіше кажучи, процес створення сітчастих об'єктів у 3D програмному забезпеченні називається 3D-моделюванням. Ці об'єкти створюються на основі попередніх проєктів або спостережень у реальному світі та використовуватимуться як елементи тривимірного середовища.

Процес 3D-моделювання починається з ідеї та матеріалу, тобто підготовлених проєктних даних. Проєктні дані складаються здебільшого з малюнків, а іноді й скульптур. Робота художника-моделювача полягає у відтворенні геометрії цих об'єктів у середовищі 3D-моделювання.

Щоб використовувати їх у 3D-анімаційному відео, 3D-моделі мають виглядати привабливо. Вони також повинні бути функціональними і їх створення має бути можливим за наявних ресурсів.

Анімація пов'язана з рухами, і для зображення цих рухів знадобляться деформації об'єктів. На відміну від 2D-анімації, у 3D-анімації це може бути досить складно. Фактично, 3D-моделі повинні бути оптимізовані для широкого діапазону деформацій, викликаних рухом, інакше вони виглядатимуть надзвичайно дивно.

Наплив методів 3D-візуалізації допомагає розширити межі можливого на сьогоднішній день — простий дизайн, переосмислений у реалістичних пропорціях [10].

За допомогою методів 3D-моделювання можна створювати 3D-зображення різних об'єктів, у яких вони представлені в трьох вимірах математично. Художник маніпулює точками у віртуальному просторі, щоб створити колекцію вершин, які утворюють об'єкт. Маніпулюючи вершинами, 3D-об'єкти можна створювати автоматично або вручну.

Ці методи використовуються в багатьох галузях, включаючи техніку, архітектуру, кіно, анімацію та навіть у комерційній рекламі. Інженери та архітектори покладаються на ці методи для та проектування своєї роботи.

Дизайнери та аніматори використовують методи 3D-візуалізацій для анімації персонажів і спеціальних ефектів. Ріхар, наприклад, використовує програмне забезпечення 3D-візуалізації під назвою «Renderman» для моделювання персонажів у 3D.

Сьогодні на ринку доступні декілька методів 3D-моделювання. Деякі з них краще підходять для 3D-моделей, тоді як деякі створюють чудові макети продукту.

Якщо потрібно регулярно створювати 3D-моделі, тоді варто мати принаймні певне уявлення про передові методи у сфері 3D-моделювання. Розглянемо популярні техніки 3D-моделювання для візуалізації продукту:

- Полігональне моделювання;
- 3D-скульптинг;
- 3D-візуалізація одягу;
- Сплайнове моделювання;
- Процедурне моделювання;
- 3D-сканування [11].

1.2.1 Полігональне моделювання

У цьому списку цей метод вважається найбільш використовуваним методом, особливо для відеоігор і анімаційних студій. За його допомогою можна створювати 3D-об'єкти з менших компонентів, які називаються «трикутниками» або «багатокутниками».

З багатьох причин полігональне моделювання зробити набагато легше порівняно з іншими. Воно робиться шляхом створення контуру об'єкта, заповнення простору між краями багатокутників та остаточного застосування текстур до моделі.

Серед плюсів є те, що полігональне моделювання ідеально підходить для випадків, коли візуалізація є надзвичайно важливою. Це дозволяє проводити рендеринг та візуалізацію моделей у найпростіший спосіб навіть із менших компонентів.

Серед мінусів є те, що полігональне моделювання створює не дуже точні проекти, оскільки воно не підтримує всі роздільні здатності. Таким чином, це ідеальний варіант, якщо точність не є вашим головним пріоритетом [12].

1.2.2 3D-Скульптинг

Ця техніка, також відома як цифровий скульптинг, дозволяє художнику маніпулювати об'єктами з тривимірних форм на комп'ютері, ніби вони зроблені з оцифрованої глини.

3D-Скульптинг вимагає багаторівневого процесу, у якому цифровий скульптор починає використовувати інструменти для маніпулювання геометрією скульптури. Сформувавши основну форму та силует, художник додаватиме дедалі більше деталей у процесі поділу шарів, поки 3D-скульптура не стане більш реалістичною.

Щоб додати реалізму остаточній скульптурі, художник може використовувати пензлі та інструменти для налаштування текстури остаточної скульптури, щоб створити детальні скульптури, які імітують реальні об'єкти.

Серед плюсів є те, що якщо проєктувати складні об'єкти чи сцени в найдрібніших деталях, тоді 3D-скульптура може стати у пригоді. Її функції дозволяють художнику створювати винятково реалістичні результати.

Серед мінусів є те, що ця техніка вимагає неймовірних навичок і планування часу, оскільки час, витрачений на ліплення, може відрізнятись залежно від складності проєкту та майстерності художника [13].

1.2.3 3D-Візуалізація одягу

Для багатьох професіоналів індустрії моди ця технологія корисна для кращого бачення дизайну одягу.

Тривимірна візуалізація одягу дозволяє художникам створювати багато дизайнів відповідно до специфікацій модельєра. Кілька додатків, розроблених для цієї техніки, дозволяють художнику визначити, чи добре виглядатиме дизайн для всіх розмірів.

Візуалізація таких матеріалів, як тканини, є надзвичайно складним завданням. Але за допомогою тривимірної візуалізації одягу можна покращити ескізи та чернетки, щоб перетворити їх на реалістичні проєкції.

Плюсом є те, що техніка дає високоякісний рендер, щоб візуалізувати дизайн. Це дозволяє точніше налаштовувати проєкти, перш ніж вони будуть виготовлені на тканинних фабриках.

Мінусом є те, що якщо немає відповідного програмного забезпечення, наприклад 3ds max, або спеціальних периферійних пристроїв для цієї техніки, то буде важко змусити цей метод працювати якісно та коректно [14].

1.2.4 Сплайнове моделювання

Ця техніка, також відома як моделювання NURBS, створює 3D-об'єкти на основі кривих, схожих на кілки для встановлення намету, водночас створюючи поверхні навколо них.

Цей метод схожий на полігональне моделювання, але їх відмінність полягає в їхній спеціалізації: полігональне моделювання є більш гнучким і універсальним у створенні відеоігор, тоді як сплайнове моделювання більш точне до деталей і ідеальне для фільмів, архітектури та дизайну продуктів.

Що робить сплайн-моделювання особливим, так це його здатність працювати з однією моделлю замість кількох окремих моделей для різних деталей. Тому воно рендерить моделі більш гладко, ніж будь-які аналоги моделювання.

Плюсом методу є те, що якщо є мета візуалізувати складні елементи, тоді сплайни можуть зробити багато роботи, оскільки їх сітка завжди гладка та без гострих кутів, що ідеально підходить для безперервного моделювання поверхні.

Одним із недоліків цієї техніки є те, що її поверхні складаються лише з чотиристоронніх латок. Отже, кількість форм, які можна зробити, дуже обмежена [15].

1.2.5 Процедурне моделювання

Процедурне моделювання — це загальний термін, який описує кілька передових методів створення моделей із наборів правил. Ці правила інтегровані в алгоритм, параметри якого можна налаштувати.

Одним із методів процедурного моделювання є використання фрактальної геометрії для створення самоподібних об'єктів. Цей метод ідеально підходить для створення природних моделей, таких як рослини, хмари, берегові лінії та ландшафти.

Ця техніка дуже корисна, якщо потрібні передові інструменти для створення складних моделей, таких як архітектурні елементи. Крім того, якщо художнику важко створити 3D-моделі через проблеми з розміром, то це найкращий спосіб.

Однією з переваг цієї техніки є те, що вона гарантує, що всі елементи відповідають одному стилю та принципам роботи. Легко масштабувати властивості та параметри вмісту, який потрібно створити, наприклад, перетворивши 10 будівель на 100 за лічені секунди.

Мінусом є те, що якщо потрібно, щоб об'єкти виглядали неймовірно органічно, то потрібен спеціальний набір правил. Інакше буде створена низка неприємних вражень у своєму дизайні [16].

1.2.6 3D-Сканування

3D-Сканування — це процес створення високоточних 3D-моделей об'єктів реального світу.

На відміну від створення 3D-моделей з нуля, 3D-сканування фіксує точний вигляд фізичного об'єкта за допомогою 3D-лазерного сканування та перетворює його на 3D-об'єкт. 3D-сканер може фіксувати не лише форму, але й текстуру та колір об'єкта, що спрощує отримання точної інформації.

За допомогою цієї техніки можна робити 3D-друк деталей, які ідеально підходять до існуючих продуктів усіх видів. Наприклад, можна створити запасні частини, які відповідають оригінальному дизайну пошкодженого

продукту.

Крім того, 3D-Сканування дозволяє модифікувати наявний продукт за допомогою зворотного проектування, щоб виявити будь-які вразливі місця продукту.

Перевагами методу є те, що 3D-Сканування може отримувати тисячі точок даних із прискореною швидкістю. Таким чином, ця техніка забезпечує більш повну, детальну картину проекту.

Крім того, це значно економічніше, ніж більшість інших методів моделювання, оскільки можна легко передати його на аутсорсинг компанії, яка спеціалізується на послугах 3D-сканування.

Мінусом є те, що ціна 3D сканера велика. Крім того, він доступний лише у приватних корпоративних компаній. Отже, якщо є мета відчувати переваги 3D-сканування, потрібно буде доручити 3D-сканування надійному постачальнику послуг [17].

Проведений аналіз методів 3D-візуалізації дозволяє зробити висновок, що для подальшої розробки 3D-моделей та 3D-елементів доцільно використовувати метод полігонального моделювання. Тому, що воно найбільш підходить для 3D-візуалізації приміщень та їх елементів. Воно є надзвичайно ефективним для таких типів 3D-моделей за рахунок наявності великої кількості підходів та інструментів для 3D-моделювання. При цьому, полігонального моделювання є простим методом порівняно з іншими і не потребує багато часу на його реалізацію.

1.3 Постановка задачі дослідження

Для досягнення мети дослідження, яка полягає в зменшенні часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей, необхідно виконати наступні задачі:

- 1) Обґрунтувати та обрати середовище розробки моделі.
- 2) Провести огляд та аналіз методів Data mining.
- 3) Розробити вимоги до 3D-моделі.

4) Розробити алгоритм Data mining для збільшення ефективності створення 3D-моделі.

5) Розробити візуалізацію моделі за допомогою алгоритму Data mining та представити її у доступному вигляді.

Проект можна використовувати у якості лабораторної роботи. У цій роботі може бути описаний приклад алгоритму створення моделі 3D-візуалізації навчальних приміщень. На основі цього прикладу студенти можуть навчитися створювати власні 3D-моделі.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі було проведено аналіз методів Data Mining, на основі якого можна зробити висновок про доцільність використання методу класифікації задля удосконалення процесу розробки 3D-моделі. Також був зроблений аналіз та опис методів 3D-візуалізації, який дозволив обрати метод полігонального моделювання в якості базового для розробки 3D-моделей. Були виявлені задачі дослідження.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ

2.1 Аналіз технологій для 3D-візуалізації

Найкраще програмне забезпечення для 3D-моделювання розкриває творчі здібності, допомагаючи втілити в життя привабливі та творчі проекти.

Інструменти 3D-моделювання, як і найкраще програмне забезпечення VFX, ніколи не були настільки доступними чи потужними. Програми для проектування, які колись вимагали спеціалістів, спеціалізованих комп'ютерів і мільйонних бюджетів, тепер можна запускати практично на будь-якому комп'ютері з пристойним графічним процесором або можливістю редагування відео – незалежно від того, створюєте ви макет прототипу чи 3D-друк.

А для творчих людей з обмеженим бюджетом найкраще на сьогодні безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання та найкраще програмне забезпечення для візуалізації конкурує з преміальними альтернативами для надання професійної графіки та візуальних ефектів галузевого стандарту.

Завдяки доступності на рекордно високому рівні, найкраще програмне забезпечення для моделювання та візуалізації тепер можна знайти в різноманітних галузях. У вільному доступі можна знайти найкраще програмне забезпечення для архітектури, найкраще програмне забезпечення для дизайну інтер'єру та найкраще програмне забезпечення для ландшафтного дизайну.

Але з такою кількістю різноманітних інструментів, кожен, здавалося б, розроблений для різних галузей, може здатися приголомшливим, особливо якщо просто шукати найпростіше програмне забезпечення для 3D-моделювання для початківців. Тому, дуже важливо обрати відповідне програмне середовище для 3D-моделювання. Можна виокремити 4 найпопулярніших середовища для 3D-моделювання: Blender, Maya, 3D Max, Cinema 4D.

2.1.1 Blender

Blender є 100% безкоштовним і з відкритим кодом. Він підтримується за рахунок пожертвувань приватних осіб і фонду розвитку. Великі імена, такі як AMD і Ubisoft, зробили значний внесок у підтримку Blender. Безкоштовність — це приваблива ціна для початківців або тих, хто ще вчиться опановувати 3D-моделювання, особливо якщо взяти до уваги вартість основних пакетів 3D-моделювання. Наприклад, Cinema 4D коштує 94 долари на місяць або 719 доларів на рік. Підписка на Maya коштує 225 доларів на місяць або 1785 доларів на рік, хоча є й інші гнучкі способи ліцензувати її лише тоді, коли вона потрібна, за допомогою нової системи маркерів, або можна подати заявку на дешевшу інді-ліцензію.

Хоча Blender є безкоштовним, можна придбати додаткові компоненти, щоб розширити його набір інструментів. Набір із двох популярних додаткових інструментів — Hard Ops і Boxcutter від masterXeon1001 (\$37), які дозволяють художникам створювати ресурси на твердій поверхні, наприклад блок двигуна. Коли проектується щось із твердими краями та гострими кутами, то це надає перевагу від наявності спеціальних інструментів моделювання, які створюють такі типи форм.

Blender працює на Windows, macOS і Linux. Для коректної роботи потрібно мінімум 8 ГБ пам'яті; однак рекомендовано 32 ГБ або більше. Також потрібен 64-розрядний чотирьохядерний процесор із підтримкою SSE2 для процесора. Необхідно мати графічну карту з принаймні 2 ГБ оперативної пам'яті; Рекомендовано 8 ГБ. Потрібна миша з трьома кнопками для пристрою введення, хоча можна розглянути планшет художника, як планшет Wacom або перо-дисплей, для інструментів на основі пензля, таких як цифрові пензлі для скульптури Blender.

Якщо потрібен безкоштовний і доступний інструмент, щоб розпочати 3D-моделювання, цифрове ліплення або загалом вивчати світ 3D, тоді Blender — це те, що треба. Як пакет для 3D-моделювання Blender надає інструменти, необхідні для створення 3D-моделей професійного рівня. Користувачі Blender

також можуть створювати реалістичні рендери за допомогою його потужного рендерера Cycles. Якщо, наприклад, студенту потрібно створити 3D-моделі для свого портфоліо, Blender має стати найкращим вибором.

Професійний конвеєр 3D-анімації складний, однак різні дисципліни вимагають широкого асортименту інструментів. Інструменти Blender у таких областях, як UVs (для відображення текстур), анімація, конвеєр і керування сценою, можуть потребувати вдосконалення. Крім того, інтерфейс користувача не надто інтуїтивно зрозумілий, а деякі з його меню нечітко організовані. Пошук потрібного інструменту в потрібний момент займає багато часу. Хоча альтернативою є використання гарячих клавіш для всіх ваших команд, надмірне використання гарячих клавіш під час вивчення складного 3D-пакета робить Blender важчим для вивчення, ніж інші 3D-пакети, які мають більш інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача.

Потрібно також враховувати кар'єрні цілі. Blender — чудовий варіант, щоб почати творити у світі 3D. Однак потрібно мати на увазі, що Blender не використовується широко в індустрії 3D-анімації. Якщо є мета працювати в анімації, більшість компаній шукають художників із досвідом використання галузевих стандартних інструментів, таких як Maya, ZBrush і Houdini. Отже, можна розпочати роботу з Blender, щоб навчитися основам 3D-моделювання та анімації, але також варто вивчити інший пакет, щоб включити його до свого резюме.

Налаштувати Blender просто. Його потрібно скачати на сайті blender.org і дотримуватися вказівок для встановлення програми. Це воно! Оскільки програмне забезпечення безкоштовне, не потрібно створювати обліковий запис або вводити ліцензію.

Вибір офіційних посібників розробників мінімальний. Однак завдяки своїй природі з відкритим вихідним кодом Blender має одну з найбільших баз користувачів програмного забезпечення для 3D, тому немає браку в корисних спільнотах або посібниках YouTube, які допоможуть вам почати роботу з програмним забезпеченням [18].

Перш ніж розпочати моделювання та анімацію, Blender потребує більш детального налаштування. Програмне забезпечення значною мірою покладається на додаткові компоненти, навіть для простих функцій, таких як доступ до кругових меню. Оцінка того, які додатки використовувати, а які не використовувати — не кажучи вже про вивчення кількох наборів гарячих клавіш — є одними з факторів, які роблять вивчення Blender повільним процесом для початківців.

Blender пропонує надійний набір інструментів багатокутного чи полігонального моделювання. Інструмент «Ніж», наприклад, дозволяє швидко розрізати сітку, що корисно, коли потрібно ввести одну безперервну петлю краю, яка розрізає багато багатокутників.

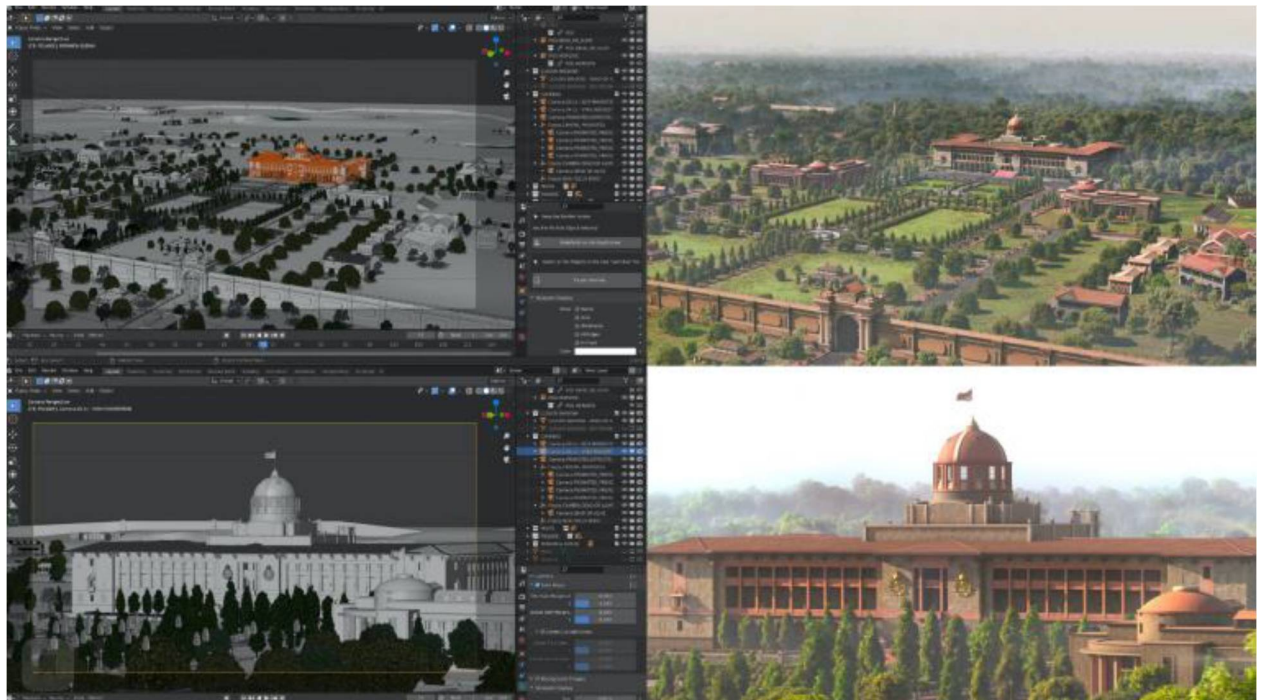


Рис. 2.1 – Режими Blender[19].

Оскільки Blender дозволяє користувачам керувати об'єктами як у режимі «Об'єкт», так і в режимі редагування, художник може додавати нові примітиви в режимі редагування. Наприклад, якщо потрібно об'єднати деталь та циліндричний примітив, треба виконати цю операцію відразу в режимі редагування, просто створивши циліндр прямо всередині наявної деталі. Цей робочий процес обходить виснажливий етап створення окремої сітки, її

об'єднання та очищення правил іменування сітки [19].

Колекції сцен Blenders забезпечують візуальний контур усіх об'єктів у вашій сцені, що полегшує їх пошук, редагування, видалення та приховання. Ви можете швидко додавати різні оператори до вашої сітки за допомогою модифікаторів. Складання різних модифікаторів для створення більш складних ефектів, копіювання та вставлення модифікаторів в інші об'єкти, а також вимкнення цих ефектів у будь-який момент роблять робочий процес 3D-моделювання надзвичайно гнучким. У Blender є потужний набір інструментів полімоделювання, які дозволяють створювати будь-який 3D-ресурс на професійному рівні.

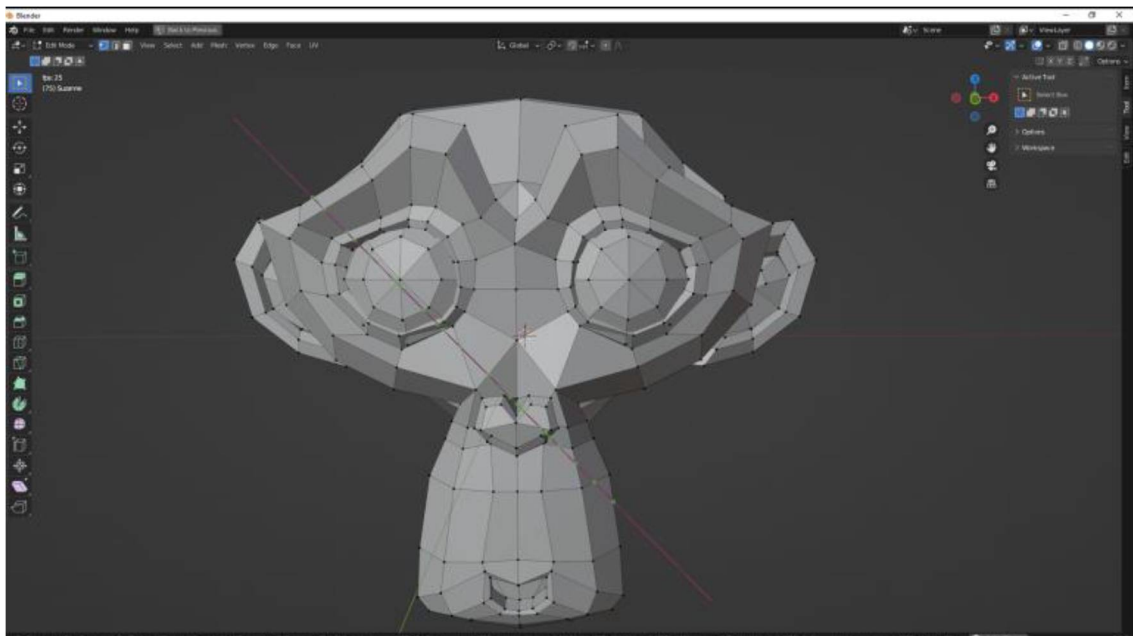


Рис. 2.2 – Приклад 3D-моделі Blender.

Робочий простір Blender для ліплення є одним із найприємніших сюрпризів. У Blender є потужний набір цифрових інструментів для створення скульптури, які дозволяють виконувати всю конвеєрну роботу в одному пакеті, не платячи за окреме програмне забезпечення для формування, як ZBrush. У Blender є великий вибір пензлів для скульптури, які дозволяють художникам створювати різні деталі скульптури. Наприклад, параметри DynaMesh дозволяють додавати роздільну здатність сітки під час ліплення, гарантуючи, що у вас завжди будуть високоякісні деталі.



Рис. 2.3 – Ліплення в Blender.

Хоча інструменти для ліплення Blender надійні, вони не такі надійні, як ZBrush. Продуктивність Blender справді погана при більшій кількості полігонів, тому інтенсивне моделювання з роздільною здатністю, як дрібні зморшки та пори на шкірі, може бути проблемою без досить потужного комп'ютера. ZBrush також має набагато більший набір пензлів та інструментів для ліплення. Тим не менш, для тих, хто починає займатися цифровим моделюванням і не готовий використовувати платну програму, як ZBrush, Blender є зручним варіантом. Завжди можна перейти на ZBrush пізніше.

В Blender наявні необхідний мінімум інструментів для 3D скульптингу. В основному, при розробці потрібно буде налаштовувати параметри кисті, яка використовується для 3D-малювання. Також в програмі присутні багато варіантів кисті, кожна з яких малює власним унікальним візерунком. Можна налаштовувати розмір та прозорість кисті. Наприклад, існують кисті, які згладжують поверхні 3D-моделі, а є навпаки ті, які надають їй більше деталей та узорів. Процес 3D-скульптингу в програмі відбувається в sculpting mode (режим скульптингу), де користувачу пропонується вибір різноманітних інструментів.

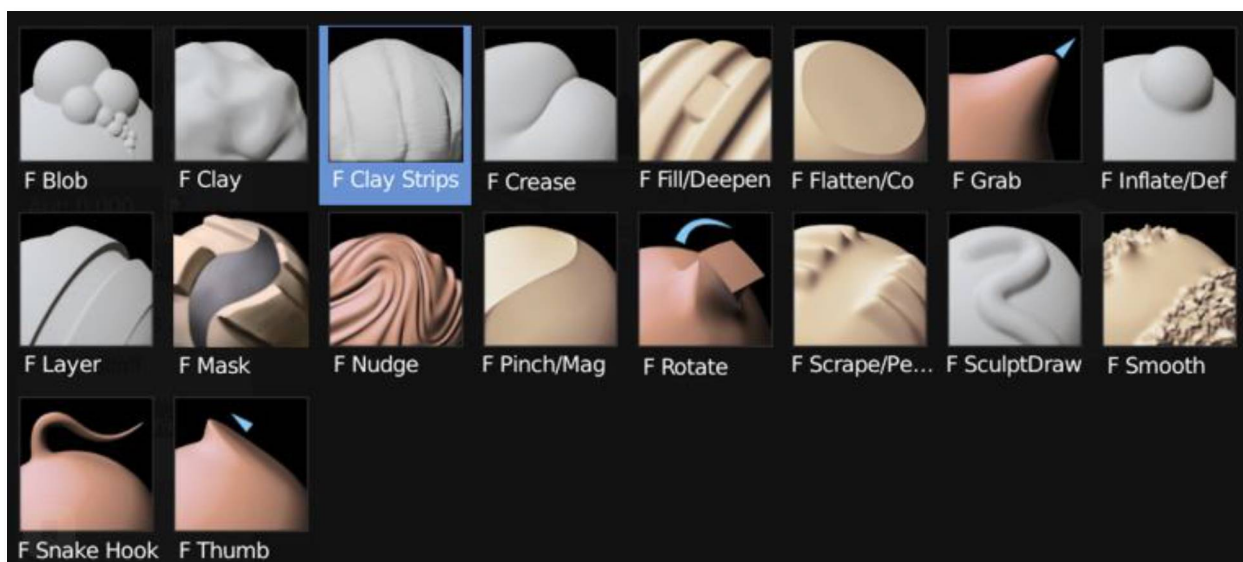


Рис. 2.4 –Види інструментів в Blender.

Зрештою, 3D-пакети — це інструменти, які втілюють ідеї в життя. Blender виконує фантастичну роботу, надаючи всі необхідні інструменти, щоб навчитися робити саме це. Однак у нього є сильні та слабкі сторони на різних етапах конвеєра — він хороший для ліплення, але має проблеми з наддрібними деталями, наприклад, — як і будь-який інший 3D-пакет. Однак найпотужніший інструмент Blender не знайдено ні в документації, ні в жодному посібнику з Blender. Його найпотужнішим інструментом є доступність.

Подібно до того, як NetZero став рухом за безкоштовний Інтернет на початку 90-х, Blender став рухом за те, щоб кожен художник мав вільний доступ до програмного забезпечення 3D. Це чудовий інструмент для студентів та інших, хто тільки починає працювати з 3D-анімацією. Незалежно від того, який 3D-пакет обирається, місія Blender – залишатися доступним для всіх – це те, що поважають усі художники [20].

2.1.2 Maya

Autodesk надає кілька варіантів ліцензування Maya. Підписка коштує 225 доларів на місяць або 1785 доларів на рік. Крім того, нова система tokenів Flex пропонує один день використання за ціною 6 tokenів, по 3 долари США за token. Опція Flex корисна, якщо потрібен лише доступ час від часу. Однак термін дії невикористаних tokenів закінчується через рік, а мінімальна кількість для покупки становить пакет із 100 tokenів. Фактично оплачується 300 доларів США за 16 днів використання.

Для цілей оцінки доступна 30-денна безкоштовна пробна версія, а для студентів і викладачів доступні безкоштовні освітні ліцензії, які оновлюються щороку. Нарешті — і менш рекламоване — є недорога підписка на Indie для користувачів із валовим доходом менше ніж 100 000 доларів США, які можуть придбати річну ліцензію лише за 290 доларів США. Це відмінне значення. Різноманітність варіантів ціноутворення дозволяє інвестувати в ту версію, яка підходить.

Maya — одна з найдорожчих програм для 3D-модельовання. Однак 3ds Max має еквівалентну ціну, що не дивно, оскільки він належить тій же компанії. Для порівняння, Cinema 4D коштує дешевше, починаючи з 94 доларів на місяць або 719 доларів на рік.

Для того, щоб користуватися Maya, потрібен досить сучасний комп'ютер з пристойним обладнанням. Загальні мінімальні вимоги включають 64-розрядний багатоядерний процесор із принаймні 8 ГБ оперативної пам'яті та спеціальну відеокарту. Також підтримуються новіші настільні комп'ютери та ноутбуки Apple із мікросхемами серії M (відеокарта не потрібна). І також потрібна мишка з трьома кнопками.

Тим не менш, для кращого досвіду слід додатково дослідити особливості апаратного забезпечення. Maya добре використає всю обчислювальну потужність, яку є можливість надати. Maya може працювати в Windows, macOS і деяких дистрибутивах Linux[21].

Під час інсталяції є можливість інстальювати Arnold, механізм

візуалізації, що входить у комплект, і Bifrost, модуль візуальних ефектів на основі вузлів. Для новачків рекомендується встановити обидва, але залишити Bifrost незавантаженим, поки не знадобиться. Ситуація з плагінами є ще одним моментом можливої плутанини. Нова інсталяція Maya включає понад 80 плагінів, деякі з яких активні за замовчуванням, інші взагалі не завантажуються, і лише два з них є обов'язковими. Додаткові функції вітаються, але певні базові функції спочатку можуть здаватися відсутніми, доки користувач не завантажить або активує плагін. Наприклад, щоб експортувати певні формати файлів, такі як FBX, потрібно переконатися, що відповідний плагін завантажено в диспетчері плагінів.

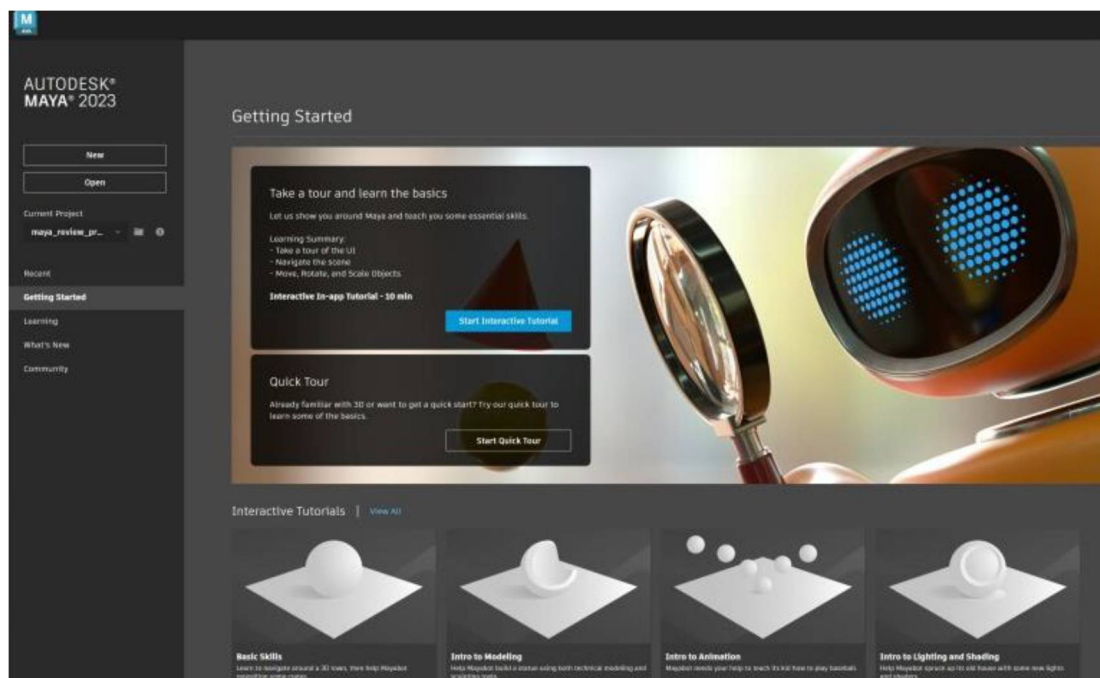


Рис. 2.5 –Початковий екран Maya[22].

Коли користувач вперше запускає Maya, він бачить головний екран для початку роботи з серією інтерактивних посібників, які відбуваються в самій Maya. Навчальні посібники чудово навчають основам програмного забезпечення 3D, дозволяючи користувачам попрактикуватися в кожному інструменті, коли він представлений. Незважаючи на деяку непостійну продуктивність відтворення на моїй потужній робочій станції, навчальні посібники є розумними, і вони рекомендується усім, хто раніше не працював

із програмним забезпеченням для 3D. Якщо людина переходить з іншого 3D-пакета, можливо, буде ефективніше переглянути кілька відео, а потім почати експериментувати зі своїми власними файлами.

Складність інтерфейсу користувача є середньою для програм створення цифрового вмісту, і більшість із них можна повністю налаштувати або приховати.

Мауа розділяє функціональні можливості на набори меню (наприклад, моделювання, анімація, ефекти), що є просто способом уникнути приблизно 40 меню у верхній частині екрана. На панелі Outliner ліворуч показано ієрархічний список усіх об'єктів у вашому поточному файлі, а на панелях «Редактор атрибутів» і «Вікно каналу» праворуч можна редагувати різні властивості цих об'єктів. Легке встановлення атрибутів до їхніх значень за замовчуванням — це функція, яка чудово та зручно реалізована.

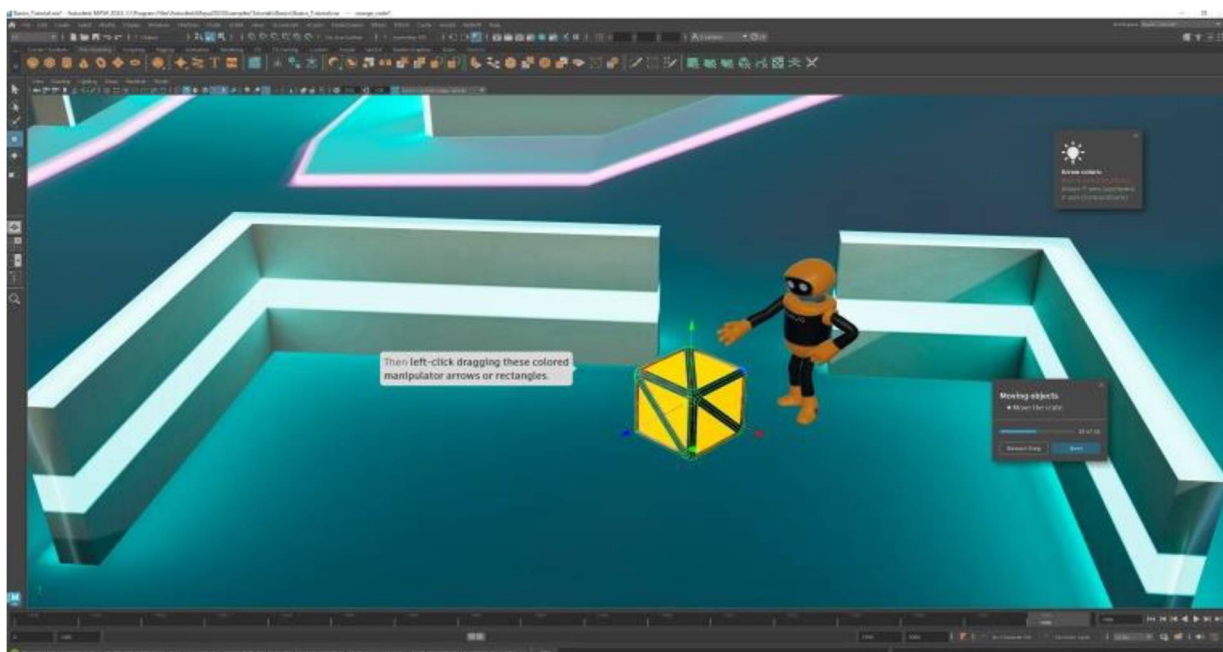


Рис. 2.6 – Головний екран в Мауа[22].

Існує багато навчальних посібників для початківців, доступних для Мауа від Autodesk та інших учасників спільноти, як платних, так і безкоштовних. Кілька курсів і кілька невеликих практичних проектів допоможуть вам почати працювати, хоча й не так швидко, як вивчення

програмного забезпечення для редагування фотографій чи навіть програм для редагування відео, якими б складними не були ці програми. Очікуйте кілька тижнів або місяців використання, перш ніж ви відчуєте себе комфортно втілювати свої власні проектні ідеї в Maya, особливо якщо ви займаєтеся повним процесом виробництва від моделювання до анімації та відтворення остаточних кадрів.

У Maya є багатий набір інструментів моделювання як для органічних моделей, як людей і істот, так і для так званих моделей твердих поверхонь, як транспортні засоби, зброя та предмети домашнього вжитку. Інструменти є функціональними та задовольняють більшість потреб, проте є деякі функції для покращення якості життя, яких може не вистачати, якщо раніше використовувався Blender. З одного боку здатність моделювати для точних вимірювань є недостатньою, і віддається перевага більш складним та інтуїтивно зрозумілим речам для інтерактивних інструментів. З іншого боку, система розмітки в меню Maya дозволяє виконувати швидкі жести миші для інструментів і команд, яких немає у конкуруючих програмах. Крім того, низка ключових інструментів моделювання, таких як Multi-cut і Quad Draw, добре розроблені. Крім того, інструменти для ліплення, хоча і не замінюють спеціалізоване програмне забезпечення, таке як ZBrush, надійні та дуже зручні для негайного доступу до Maya.

Ретопологія — це процес перетворення сіток (часто дуже щільних або деталізованих) на чистішу геометрію з нижнім полігоном, і Maya 2023 забезпечила значно покращений процес. У тесті сканування 1,5 мільйона полігонів 3D ретопологізація моделі до приблизно 20 тисяч полігонів зайняла 1:40 (хвилини: секунди) у Maya 2023. Навпаки, Maya 2022 досягла 1,0% завершення приблизно через 10 хвилин із приблизно 18 годинами, що залишилися. Версія ZBrush 2022.0.5 завершила ретопологію приблизно за той самий час (1:56), що й Maya 2023, але вдвічі перевищила необхідну роздільну здатність (що є типовим для адаптивного режиму).

Повторно була запущена ретопологія Maya 2023, щоб створити 45 тисяч

полігонів, що зайняло приблизно вдвічі більше часу. Це має сенс, якщо врахувати, що процес включає обчислення, де має бути кожен багатокутник. Результати цих операцій ретопології можна побачити на зображенні нижче.



Рис. 2.7 –Ретопологія в Maya[22].

Історично склалося так, що користувачі Мауа були попереджені про використання логічних операцій, оскільки вони могли створити непридатні для використання результати. Нові доповнення до булевих інструментів зробили їх простими та гнучкими для роботи, і вони стали більш стабільними, ніж у попередніх версіях. Результати все ще можуть бути поверненими, тому «буль відповідально».

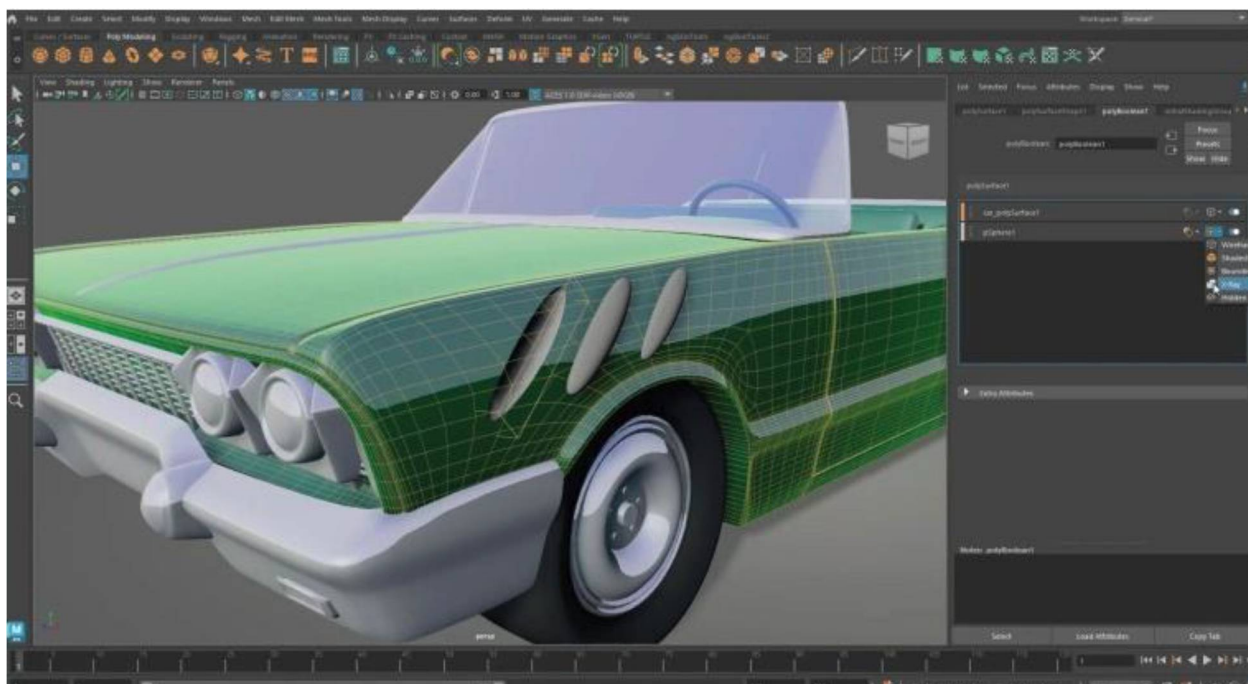


Рис. 2.8 – 3D модель в Maya[22].

Процедурне моделювання є все більшою сферою інтересів і розробок у програмному забезпеченні 3D. Цей вид робочого процесу передбачає створення об'єктів не шляхом безпосереднього редагування вершин і багатокутників, а шляхом встановлення правил і властивостей для створення бажаного результату. У Maya Bifrost наразі є основною сферою, де активно розвивається процедурна функціональність, але для більшості художників MASH був серцем процедурного створення, особливо для 3D-графіки руху.

Оригінальний плагін MASH, розроблений Mainframe North, був придбаний та інтегрований у Maya кілька років тому, але, на жаль, з того часу набір інструментів не покращився, а також не було життєздатних інструментів для заміни. MASH залишається неінтуїтивно зрозумілим для роботи, і її використання може викликати розчарування. Деякі функції здаються багатообіцяючими, коли потрібно досягти бажаного ефекту, але натомість вони часто дають лише частину шляху без чіткого способу повністю виконати завдання. Хотілося, щоб MASH або отримав користувацький інтерфейс і набір функцій, або був чітко позначений як вичерпаний. В останньому випадку Bifrost потребуватиме покращеної функціональності та зручності використання, щоб задовольнити потреби виконавця.

XGen, який зазвичай використовується для волосся та навколишнього середовища, є ще одним процедурним набором інструментів, який не отримав особливого розвитку в останні роки.

Позитивним є те, що інструменти ультрафіолетового відображення були суттєво оновлені приблизно у 2018 році, і тепер вони чудові, усуваючи багато втрат від цього в основному непопулярного завдання, яке називається UV-mapping

Загалом, функції моделювання виконують роботу незалежно від її складності. Можливо, вони не є найефективнішими чи простими інструментами, але з кожним роком бачимо поступові кроки в правильному напрямку.

Рігінг та анімація залишаються двома основними напрямками Maya,

які, здається, привертають значну увагу кожного випуску.

Інструменти такелажу в Maya є дуже складними, і, як правило, є одними з найскладніших для вивчення художниками. Оснащення часто включає передову математику та кодування, тому Autodesk не винуватий у ускладненні монтажу. Дійсно, компанія доклала зусиль для спрощення різних операцій. Human IK дає повноцінну систему персонажа за кілька клацань миші. Поточний набір інструментів для створення шкінів може забезпечити дуже хороші результати з невеликими зусиллями, і існує багато сторонніх плагінів для подальшого розширення цих інструментів — ngSkinTools є яскравим прикладом.

Крім того, нова система тегів компонентів для роботи з деформаторами є дуже корисною та якісною. Це суттєве вдосконалення в процесі налаштування способу застосування деформації до моделей.



Рис. 2.9 – Анімація в Maya[22].

Інструменти 3D-анімації в Maya не мають собі рівних. Редактор графіків завжди був конкурентоспроможним і поступово вдосконалювався, що полегшує роботу початківцям розпочинати анімацію та надає професіоналам потужні засоби керування для більш ефективної роботи та створення чудових анімаційних вистав.

На додаток до надійного редактора графіків, гнучкий редактор часу дозволяє аніматорам працювати з анімованими кліпами та даними захоплення руху на вищому рівні, не вдаючись до окремих ключових кадрів і кривих руху. Цей дворівневий підхід закріплює Maya як приклад анімації, і його слід імітувати будь-яким програмним забезпеченням, яке підтримує анімацію ключових кадрів, 2D, анімаційну графіку та редагування відео.

Потрібні значні зміни та значні інвестиції для ще одного пакета 3D-анімації, щоб скинути Maya як найкращу програму оснащення та анімації.

Arnold — це механізм візуалізації Autodesk із трасуванням променів, який може створювати надзвичайно фотореалістичні зображення. Він використовувався як основний рендер у багатьох анімаційних мультфільмах і фільмах із великою кількістю візуальних ефектів, тож, безсумнівно, він може обробляти складні сцени та створювати неймовірні результати.

Ліцензія Maya дозволяє рендеринг Арнольда у вікні перегляду візуалізації, включаючи збереження зображень і послідовностей зображень. Однак для візуалізації на фермі візуалізації або локального пакетного рендерингу потрібна окрема ліцензія Arnold для видалення водяних знаків за 50 доларів США на місяць або 380 доларів США на рік.



Рис. 2.10 – Arnold в Maya[22].

Arnold набагато простіший у використанні, ніж Mental Ray, попередній вбудований рендерер. Якщо перед цим використовувався інший сучасний механізм візуалізації, освоїтися з Arnold не повинно викликати особливих труднощів. Він неупереджений і фізично заснований, тому є порівняно небагато езотеричних налаштувань, з якими можна возитися, щоб отримати чисті, привабливі рендери.

Арнольд також виглядає сучасним і повнофункціональним. Він постачається з різноманітним набором шейдерів для генерування різних матеріалів, хоча зручна та універсальна поверхня aiStandardSurface покриває більшість моїх потреб. Використовуючи HDR-зображення, відображене на світильнику Skydome, я можу отримати чудові результати за лічені хвилини.

Говорячи про хвилини, Арнольд надає перевагу реалістичності над швидкістю. Візуалізація на основі ЦП не швидка. Рендери на основі графічного процесора, як правило, швидші (звичайно, залежно від апаратного забезпечення), і хоча Arnold дійсно має режим GPU як опцію, він не має паритету функцій із режимом CPU. Щоб уникнути тривалого візуалізації зображень без шуму, доступний засіб усунення шуму Arnold (noise), який ефективніше виконує остаточне очищення від шуму.

Незважаючи на те, що Maya може бути складною для вивчення, і вона містить більше ніж достатню частку дивацтв і розчарувань, це комплексне та універсальне програмне забезпечення, яке дозволяє налаштувати та розширити його відповідно до конкретних потреб. Деякі набори функцій здаються застарілими або залишеними, але Maya все ще дуже актуальна та продовжує отримувати інноваційні оновлення.

Maya не рекомендується як перший пакет програмного забезпечення для 3D для більшості людей, оскільки він не найпростіший у вивченні, не найдешевший і навіть не найпотужніший. Однак якщо метою є влаштуватися на роботу 3D-аніматора, технічного директора з монтажу, технічного художника для ігор або будь-яку іншу роль у сфері цифрових розваг, знання Maya є безцінним навиком [23].

2.1.3 Cinema 4D

Cinema 4D — це веселий пакет програмного забезпечення для 3D-моделювання, зручний для художників, який вирізняється швидкою ітерацією, зокрема для анімованої графіки. Два випуски цього року, S26 і 2023, забезпечують значні покращення в ряді ключових областей, що, здається, є частиною більш масштабної переробки програмного забезпечення в цілому. Cinema 4D розумно витрачає свої зусилля — додає більше процедурності, швидшу ітерацію та динамічне повторення. У той час як певні області Cinema 4D, як BodyPaint і Thinking Particles, відчують застій, програмне забезпечення загалом цього не робить, і Cinema 4D все ще охоплює радість творення. Якби не відносно висока ціна, це було б програмне забезпечення для 3D-моделювання, рекомендоване для більшості новачків. У нинішньому вигляді воно рекомендується для тих, хто працює саме з анімованою графікою.

Можна отримати ліцензію на Cinema 4D кількома способами. Сама по собі Cinema 4D коштує 94 долари на місяць або 719 доларів на рік.

Пакет Maxon One (149 доларів США на місяць або 1199 доларів США на рік) є найкращою ціною для ліцензування Cinema 4D. Він містить повні версії ZBrush і Redshift, ряд потужних плагінів для Adobe After Effects і різноманітне програмне забезпечення для редагування відео. ZBrush і Redshift є чудовими інструментами для скульптури та візуалізації відповідно. Дійсно, ZBrush залишається де-факто стандартом цифрової скульптури. Версія Redshift для ЦП включена в саму Cinema 4D[24].

Як і більшість професійних 3D-програм, Cinema 4D доступна для Windows, Mac і Linux. Вона може працювати на більшості процесорів і графічних процесорів, виготовлених за останнє десятиліття, у поєднанні з принаймні 8 ГБ оперативної пам'яті. Однак, як і у випадку з більшістю професійного програмного забезпечення для 3D, чим більші цифри на апаратному забезпеченні, тим щасливішим буде Cinema 4D. Високопродуктивні високоякісні продукти поточного покоління не пропадуть даремно для забезпечення ваших інструментів цифрового створення.

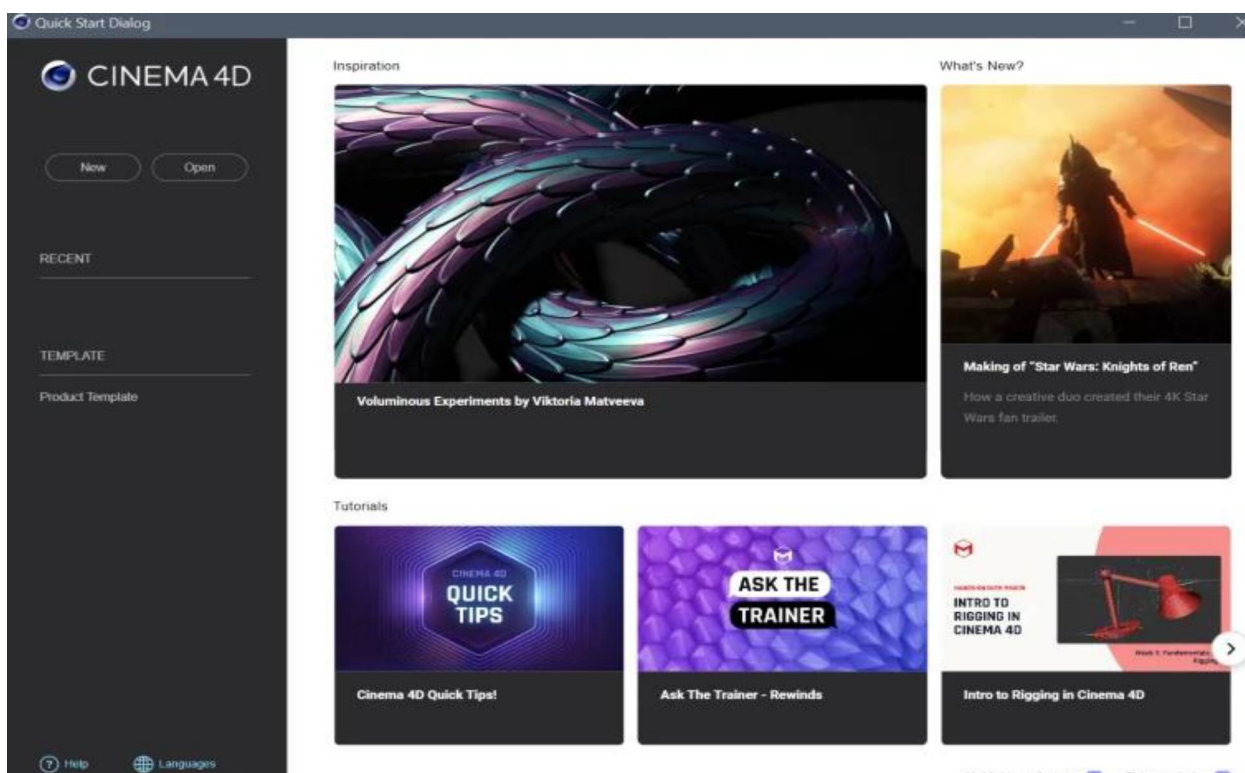


Рис. 2.11 – Початковий екран в Cinema 4D[25].

Встановлення та оновлення програмного забезпечення здійснюється через додаток Maxon App, який є простим додатком для керування ліцензіями та програмним забезпеченням від компанії. Було б непогано, якби ця програма також діяла як програма запуску, але, здається, це не так. Крім того, якщо треба встановити кілька версій Cinema 4D, потрібно вручну завантажити та встановити їх незалежно від програми Maxon App. Houdini Launcher і Unity Hub є кращими прикладами інструментів для керування та запуску кількох версій програмного забезпечення.

Коли вперше йде запуск Cinema 4D, відкривається діалогове вікно швидкого запуску, яке, відверто кажучи, не дуже корисне. У ньому є списки останніх файлів і шаблонів, що добре, але я хотів би бачити помітні посилання на нещодавні підручники для початківців, щоб розпочати роботу як новий користувач, замість існуючої каруселі так званих підручників Cineversity. Враховуючи періодичність випусків двічі на рік, часто рекомендовані підручники незабаром застаріють, тому може бути важко знайти останні серії для початківців [24].

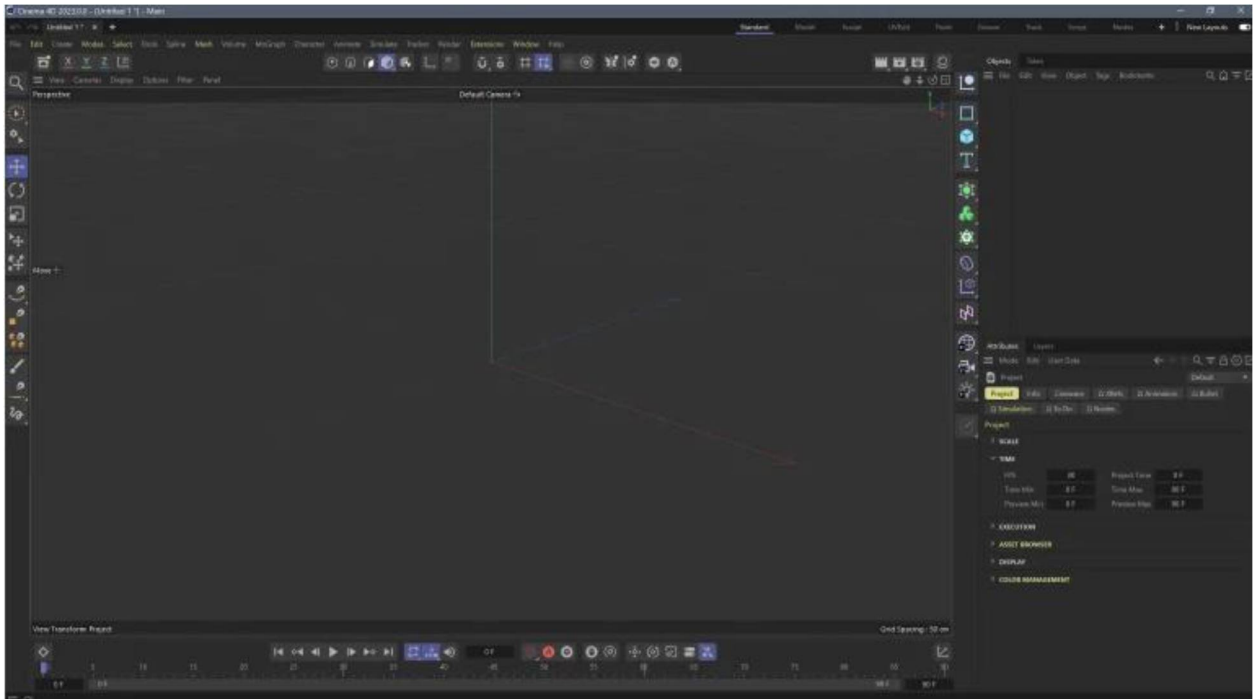


Рис. 2.12 – Головний екран в Cinema 4D[25].

Моделювання в Cinema 4D багатфункціональне. Зокрема, завдяки нещодавнім доповненням до набору інструментів моделювання, маса функцій для підвищення якості життя робить моделювання ефективнішим і менш стомлюючим. У всьому програмному забезпеченні необов'язкові способи роботи та невеликі штрихи створюють відчуття, що розробники програмного забезпечення використовують його регулярно.

Дві чудові особливості моделювання в Cinema 4D мають бути в усіх програмах для створення цифрового контенту: можливість вводити прості математичні рівняння в поля параметрів і автоматично їх оцінювати; і можливість скинути параметр до значення за замовчуванням одним клацанням миші. Інструменти моделювання не позбавлені примх і розчарувань, але загалом пряме моделювання у вікні перегляду є відносно інтуїтивно зрозумілим процесом.

Як згадувалося, деформатори та генератори додають технічної складності, а також свободи та потужності. Cinema 4D має репутацію програмного забезпечення, яке вибирають творці анімаційної графіки — художники, які створюють захоплюючі суміші тексту, абстрактних форм,

дизайну та ілюстрацій у типово нефотореалістичних стилях. Завдяки майже нескінченним комбінаціям «об'єктів» деформації та генерації (кожен із безліччю повзунків, перемикачів і селекторів) Сінема 4D чудово підходить для процедурної генерації таким чином, що піддається дослідженню та експерименту. Ця гнучкість творчо звільняє, але якщо потрібно створити дуже специфічний ефект, це може стати когнітивною головоломкою, щоб визначити, як досягти бажаного результату.

Оснащення та анімація не є найбільшими перевагами Сінема 4D. Інструменти не такі прості чи надійні, як у Мауа, яка, ймовірно, є найпоширенішим вибором у студіях і школах для анімації персонажів.

На поверхневому рівні той факт, що майже кожен параметр або налаштування можна легко ввести (тобто змінити значення з часом), дозволяє нескінченно творити. Це виявляє більш помітну перевагу Сінема 4D, яка є процедурною анімацією. Замість того, щоб вказувати певні значення в певний час, можна використовувати теги, вирази, ефектори та вузли сцени, щоб установити правила, як ваші візуальні елементи мають змінюватися з часом.

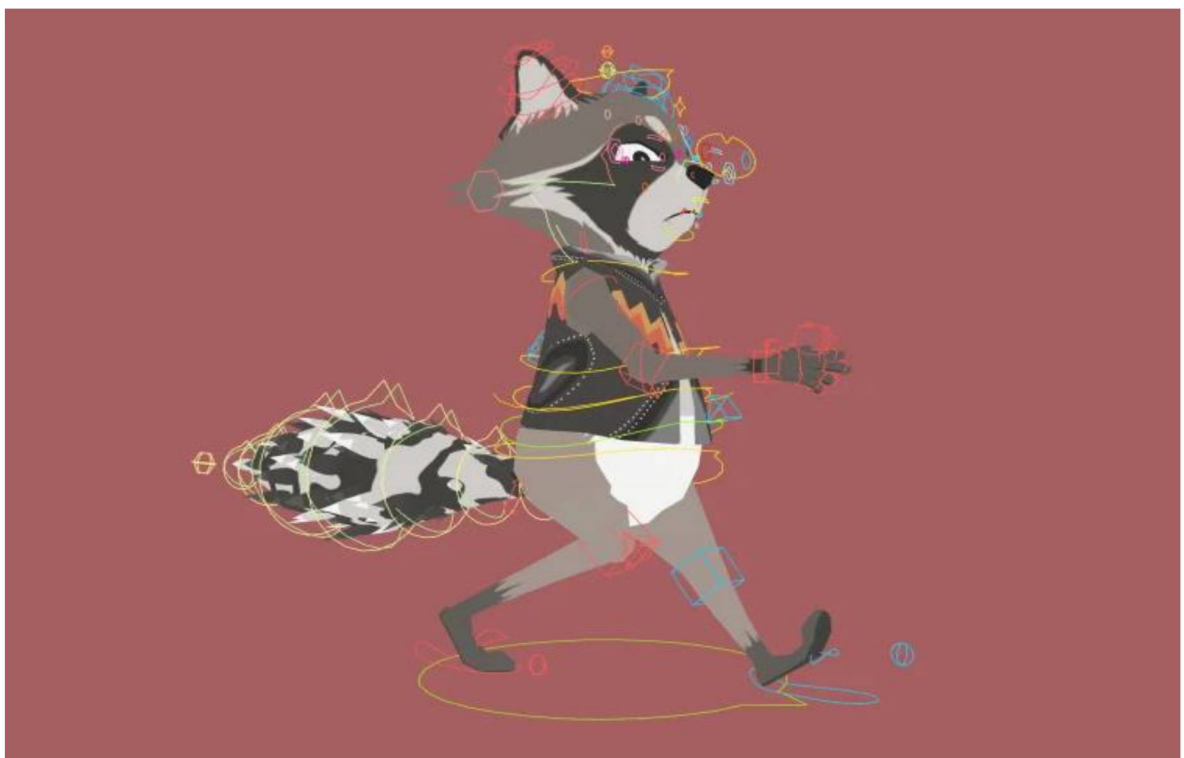


Рис. 2.13 – Ріггінг та анімація в Сінема 4D[25].

Cinema 4D надає доступ до значної бібліотеки активів, яка включає сцени, розроблені Махон і підібрані користувачами. Найкраща частина полягає в тому, скільки з цих активів насправді корисні для реальних проектів. Крім прикладів сцен, на яких можна вчитися, є текстурований реквізит, персонажі та інші моделі; попередні налаштування матеріалів; дані захоплення руху; HDR зображення для освітлення; кисті BodyPaint; і багато іншого. У 2023 році Asset Browser отримав гарну функцію для додавання власних папок для перегляду, щоб допомогти з керуванням проектами та пов'язаними файлами.

Довгий час Cinema 4D спирався на інструменти сторонніх розробників, щоб забезпечити основні функції для динамічного моделювання, наприклад симуляції рідини (зокрема вогню, диму та хмар), тканини та волосся. Існують рідні інструменти для роботи з волоссям, тканиною, частинками, твердими або м'якими тілами, однак деякі з них не бачили істотних оновлень роками.

Часто 3D-художники рекомендують використовувати X-Particles від Insyrdium для частинок і рідин замість власної системи Thinking Particles від Cinema 4D. Пакет, що містить X-Particles під назвою Fused, коштує понад 1000 доларів США за постійну ліцензію або близько 500 доларів США на рік за підписку. Враховуючи ці додаткові витрати, було б набагато краще, якби Махон мав кращі власні рішення.



Рис. 2.14 – Динамічна симуляція в Cinema 4D[25].

Є підстави для надії, тому що на S26 була випущена нова уніфікована система моделювання, яка справляється з тканиною та мотузкою, і робить це чудово. Незрозуміло, чи можна використовувати мотузкову систему для правильного моделювання волосся; це не здається, що це використання за призначенням, крім кіс або дредів, можливо. М'які тіла були додані в Unified Simulations у 2023 році, і я припускаю, що рідини, зерна/частинки та, можливо, волосся можуть бути на дорожній карті. Bullet є поточним розв'язувачем для твердих тіл, так само, як і в інших програмах, тому незрозуміло, чи вони також оброблятимуться Unified Solver у майбутньому чи ні. Насправді об'єкти Bullet можуть взаємодіяти з новими об'єктами з тканини та мотузки, але це не зовсім просто налаштувати.

Вузли сцени були б чудовим варіантом використання для нового розв'язувача частинок і природно підходили б для анімованої графіки. Загалом симуляції в Cinema 4D однією ногою залишилися в минулому, а іншою — у сучасній епосі. Щоб жакливо змішувати метафори, буде цікаво побачити, чи впаде інший черевик.

По суті, Cinema 4D дозволяє швидко створювати красиві та привабливі візуальні ефекти, зокрема анімаційну графіку, і полегшує ітерацію. У цьому ключі все покращується. Бути в змозі матеріалізувати щось із уяви легше в Cinema 4D, ніж у більшості порівнянного програмного забезпечення. Але це не іграшка. Завдяки OCIO, ACES, Python 3, API, а також можливості розробки, повторного використання та спільного використання графіків сцен, Cinema 4D є, безперечно, професійним програмним забезпеченням [26].

2.1.4 3D Max

Раніше відома як 3D-студія та 3D-студія Max, 3ds Max — це професійна програма для 3D-моделювання, анімації та візуалізації для створення 3D-анімації, моделей, інтерактивних ігор, візуальних ефектів для індустрії розваг. Він відіграє величезну роль у розробці двовимірних форм поперечного перерізу 3D-моделей. Він може оживити персонажів, використовуючи

спеціальний символ, який називається зворотною кінематикою, який пов'язує різні компоненти персонажа.

Він здатний до архітектурного моделювання, і служить інструментом у проектуванні продукту та виробництві колекції. Це величезне програмне забезпечення, яке використовується майже в кожній галузі для різних цілей. Зрозуміти це нелегко для початківця, але це обов'язково підніме кар'єру.

Найважливішими елементами програми є:

- Головна панель інструментів: розташована у верхній частині інтерфейсу. Вона містить інструменти та параметри, які виглядають як кнопки та спадні меню.

- Панель команд: розташована в правій частині інтерфейсу. Вона містить усі інші команди, які потрібні користувачеві.

- Редактор Maxscript: використовується для кодування сценаріїв, утиліт і плагінів.

- Вікна перегляду: це поля перегляду, які відображають сцену з чотирьох різних кутів: зверху, зліва, спереду та в перспективі. Вікно перегляду є дуже корисним і робить роботу легкою та швидкою.

- Редактор матеріалів: використовується для текстурування об'єктів і підготовки матеріалів і карт, які можна застосувати до об'єктів.

- Вікно візуалізації рамки: дозволяє користувачеві переглядати кінцевий результат своєї сцени з матеріалами та освітленням. Цей вихід також можна зберегти для використання в майбутньому.

3Ds Max має дивовижний набір інструментів і команд і підтримує унікальні функції, які роблять його зручним програмним забезпеченням. Він має різноманітні унікальні вбудовані примітивні форми, такі як чайники, конуси, куби, піраміди, які використовуються як основа для розробки моделей.

Працювати з цим стає легше та веселіше, коли більшість інструментів і команд знаходяться прямо перед користувачем, і це не бентежить його. Ця програма також використовується для моделювання механічних частин, оскільки вона підтримує функцію NURBS, яка дозволяє плавне моделювання

за допомогою математичних формул.

Моделювання персонажів також спрощено, оскільки 3ds Max включає моделювання волосся, шкіри, хутра та тканини. Ці вбудовані інструменти скорочують час, витрачений на моделювання, і покращують деталізацію.

Завдяки цьому користувач може створювати анімованих окремих персонажів і розробляти сцени з кількома людьми в них. У програмі є кілька контролерів анімації, які можна створювати, змінювати та навіть надавати спільний доступ.

Крім того, він підтримує характеристики 3D-рендерінгу. Одна з головних можливостей програми полягає в тому, що користувачі можуть переглядати результати візуалізації без фактичного рендерингу сцени. Це досягається шляхом запуску режиму активного тіні в самій програмі.

Інтерфейс програми зрозумілий і зручний. Плагіни можна використовувати з великою легкістю та без будь-яких затримок із такими програмами візуалізації, як V-ray та іншими [27].

Робота з 3ds Max не буде простим завданням для новачка. Користувачі, які мають попередні знання роботи з програмним забезпеченням 3D, матимуть перевагу. Однак новачкам не знадобиться багато часу для вивчення програми. Робочі області, інструменти, команди та інтерфейс досить легкі. Моделювання, текстурування та візуалізація моделей підтримується надійним набором інструментів і функцій, що спрощує роботу.

Деякі з головних переваг 3Ds Max:

- Він підтримує величезну кількість інструментів, які легко доступні для моделювання.
- Він зручний у моделюванні та складній анімації
- Він підтримує потужні та численні інструменти для анімації
- Він підтримує редактор матеріалів, який дозволяє користувачеві створювати та редагувати матеріали та карти у своїх сценах.

Перш ніж почати вивчати 3ds Max, користувачі повинні добре знати 3D-середовище та його інструменти та пресети. Крім того, попередні знання про

роботу з таким програмним забезпеченням, як AutoCAD, дадуть хороший поштовх користувачам.

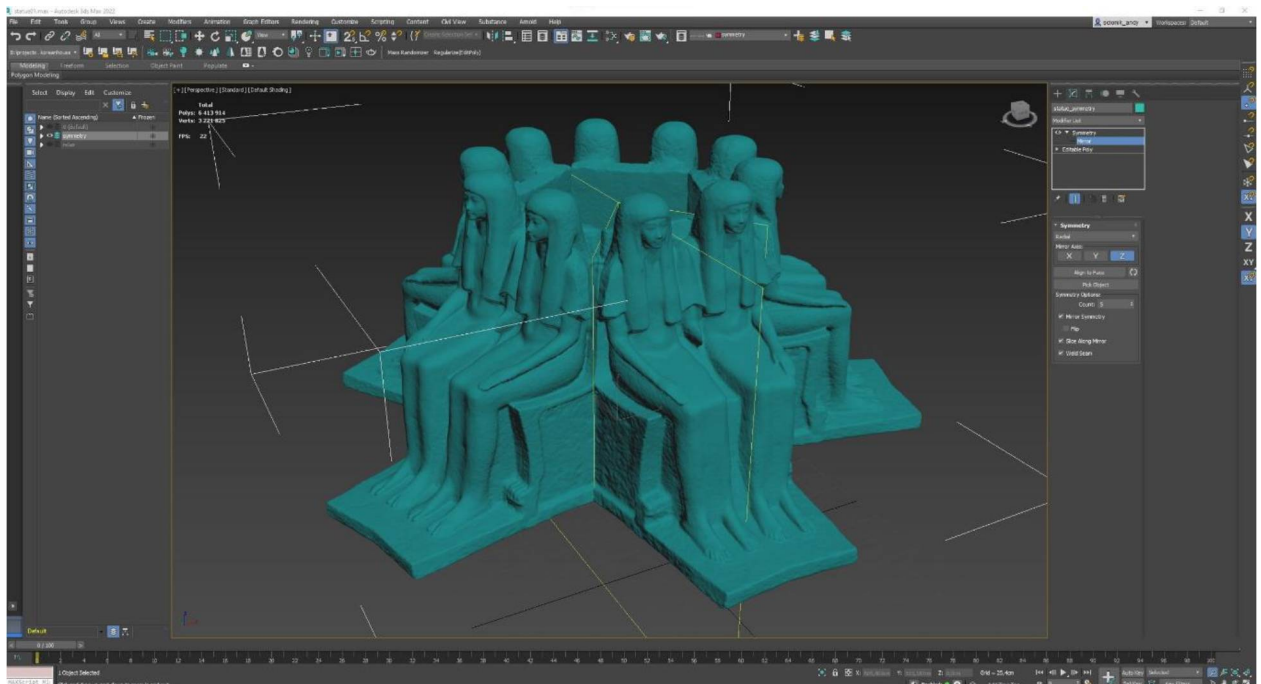


Рис. 2.15 – Моделювання в 3Ds Max[28].

Є деякі способи використання 3Ds Max:

- Це улюблене програмне забезпечення з аніматорами архітектури та візуалізації.
- Він працює та чудово поєднується з іншими продуктами Autodesk.
- Він має потужні можливості візуалізації, імпровізоване використання з галузевими стандартними продуктами.
- Це програма для економії часу з додатковими інструментами анімації та робочим процесом картографування.

3D max score в програмі має широкий спектр застосування майже в кожній галузі, на основі проектування будівель, інфраструктури, будівництва, розробки продуктів та світу ігор, оскільки він має кращий інтерфейс користувача, ніж Maya.

3Ds Max пропонує деякі інструменти та модифікатори, які дуже прості та полегшують завдання. У той час як Maya використовується більше для зйомок і анімації, Max використовується для ігор і кращого моделювання.

Це гігантська програма, і її може вивчити кожен, хто цікавиться 3D-моделюванням та інфраструктурою. Крім того, користувачі, які прагнуть навчитися ігровим навичкам, розробляти продукт, створювати деталізованих персонажів і багато іншого, можуть бути правильною аудиторією для вивчення цієї програми.

Змушуючи користувачів навчатися різноманітним навичкам і технікам, необхідним для розробки різноманітних моделей і масових ігор, ця технологія допоможе користувачам у довгостроковій перспективі та забезпечить шлях до кар'єрного зростання.

Загалом, Autodesk 3ds Max — це практичне програмне забезпечення для вивчення та відпрацювання анімації, яке допомагає розвивати навички, необхідні для 3D-моделювання та анімації. Однією з найкращих функцій є функціональність плагіна, яка покращує його функції та робить його глобально використовуваним додатком [28].

Проведений аналіз технологій для 3D-візуалізації дозволяє зробити висновок, що для подальшої розробки 3D-моделей та 3D-елементів доцільно використовувати програмне середовище Blender. Програма є простою порівняно з іншими для використання та взаємодії. При цьому, в Blender наявні все необхідні інструменти для виконання поставлених задач роботи.

2.2 Процес розробки комп'ютерної моделі

Тож метою роботи є зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей. Для реалізації цього завдання була обрана програма Blender. Головними перевагами цієї програми є її багатофункціональність, простота та можливість змінювати код програми для оптимізації та автоматизації потрібних процесів. Також серед методів Data mining була обрана класифікація. Ідея реалізації проекту полягає в тому, що створюється 3D-модель будівлі, в якій відсутні певні її елементи. Після цього пишеться алгоритм засобами мови програмування Python та методу класифікації, за допомогою якого можна швидко створити невивантажені

елементи. При чому, таких елементів буде створено декілька типів, і цьому посприятиме реалізація методу класифікації. В результаті користувач зможе за кілька секунд створювати необхідні елементи в будівлі та швидко переглядати їх варіанти. Розглянемо реалізацію 3D-моделі в нотації IDEF0.

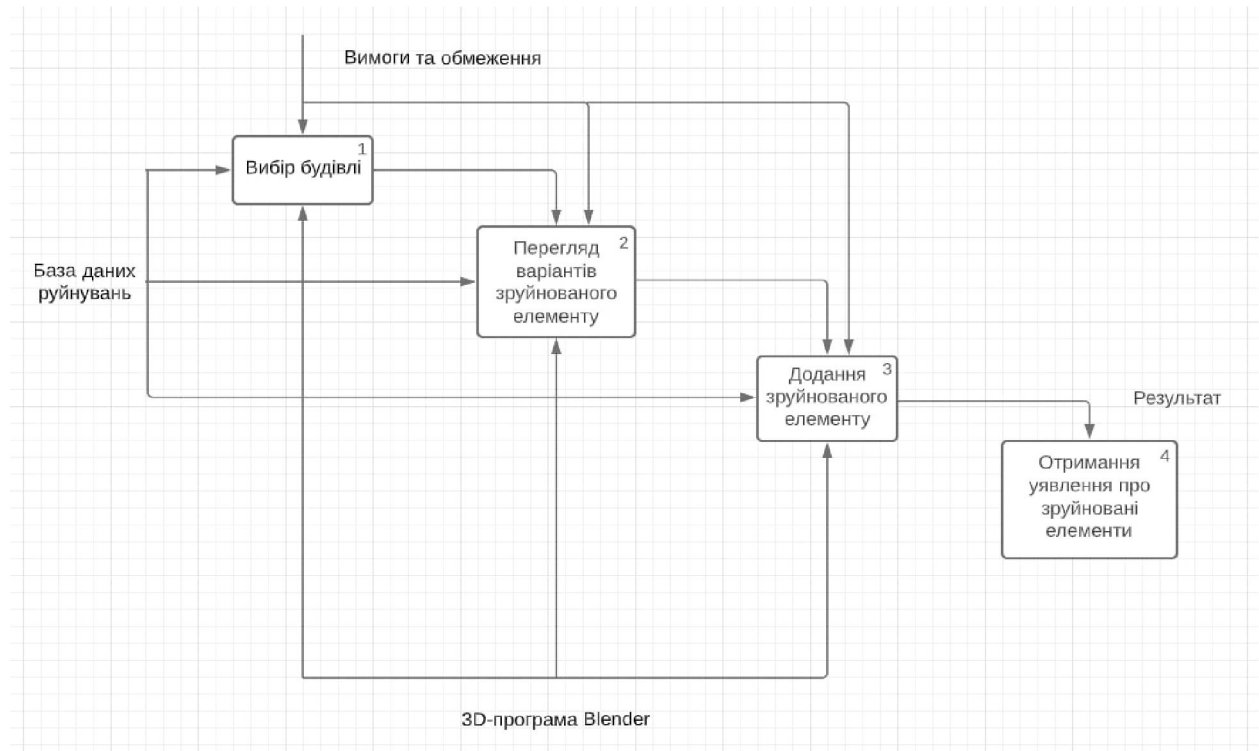


Рис. 2.16 – 3D-модель в нотації IDEF0.

Вхідними даними розроблюваної моделі є база даних руйнувань. Тобто є певна кількість будівель, в яких зруйновані деякі їх елементи, наприклад вікна або двері. Ці елементи в результаті мають бути додані. Знизу схеми можна побачити інструментарію, який виконує дії, вказані в блоках. Це обрана програма для 3D-моделювання, а саме Blender. Вся розробка і дії відбуваються у цій програмі. Зверху схеми можна побачити вимоги та обмеження.

Згідно поставленої мети 3D-модель має наступні вимоги та обмеження:

1. У 3D-будівлі повинні бути відсутні деякі елементи.
2. 3D-будівля повинна мати відповідну та адекватну кількість використаних інструментів та полігонів.
3. 3D-модель повинна мати від двох та більше варіантів зруйнованих та невивантажених елементів для кожної будівлі.

Повертаючись до схеми IDEF0, першим блоком є вибір 3D-будівлі. Користувач обирає необхідну йому 3D-будівлю із бази даних руйнувань. Також є можливість додати нову 3D-будівлю у базу даних, якщо користувач не знайде потрібного варіанта. Другим блоком є перегляд варіантів зруйнованого 3D-елементу. Тобто користувач переглядає варіанти 3D-елементу та обирає той, який більше підходить. У третьому блоці користувач додає обраний варіант зруйнованого 3D-елементу, натискаючи на відповідну кнопку. В результаті користувач отримує уявлення про зруйновані 3D-елементи будівлі та про те, як ця будівля виглядає з доданим 3D-елементом.

Розглянемо процес реалізації 3D-моделі на прикладі першої будівлі. Першим етапом було створення 3D-моделі будівлі. В цій моделі відсутні вікна, і це можна побачити на рисунку 17.

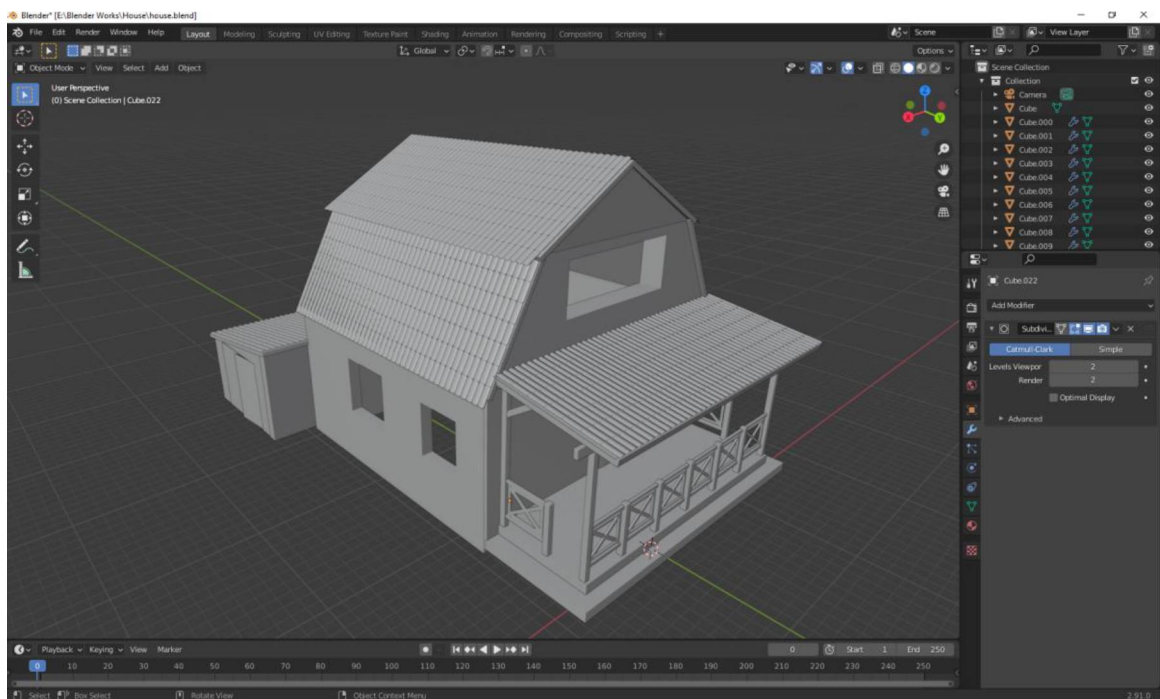


Рис. 2.17 – 3D-модель будівлі без вікон.

Оскільки в цій будівлі відсутні вікна, саме їх потрібно було створити. Однак, способом їх розробки було не звичайне 3D-моделювання, а створення алгоритму на мові Python. Для цього спочатку був створений новий елемент панелі, як показано на рисунку 18.

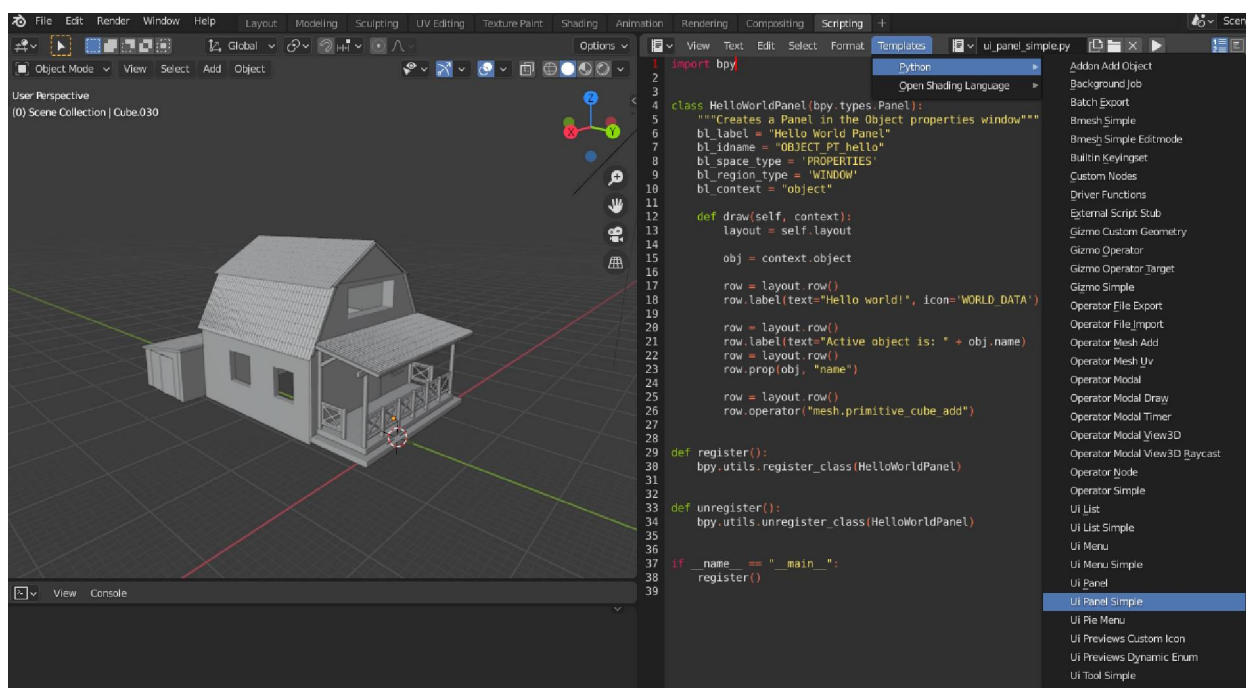


Рис. 2.18 – Створення нової панелі.

Це означає, що для потрібної дії, а саме створення 3D-вікон, будуть розроблені спеціальні панелі, простіше кажучи, кнопки. Далі були розроблені відповідні класи та функції для реалізації алгоритму.

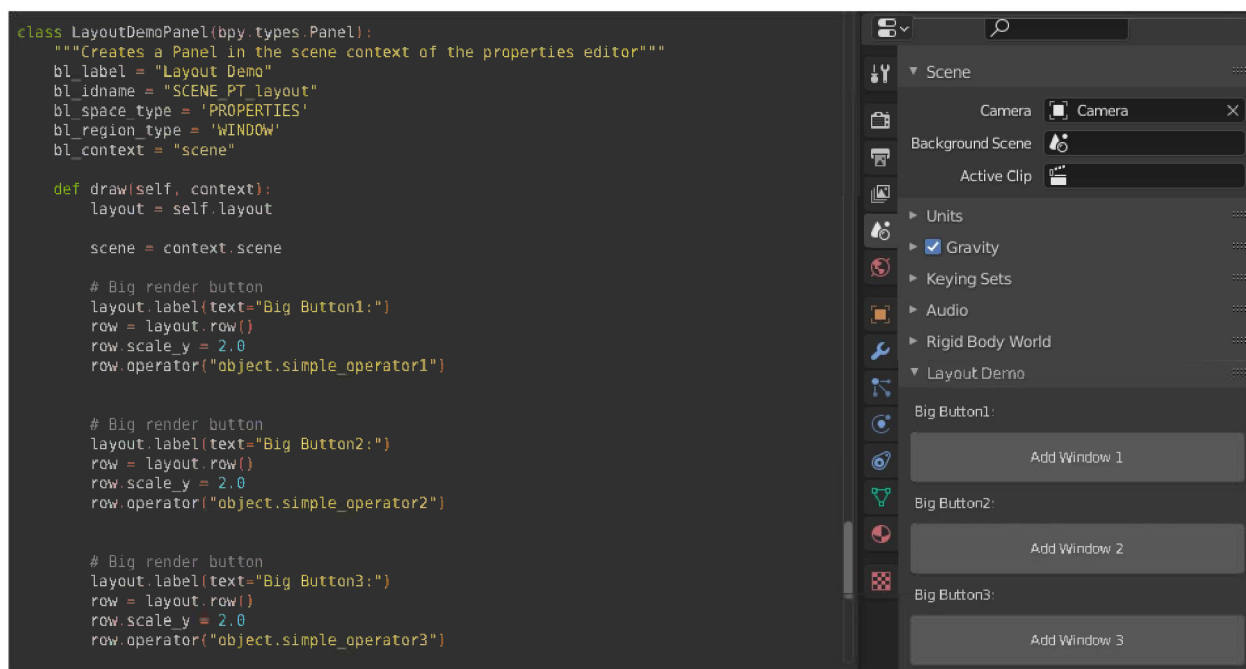


Рис. 2.19 – Створення кнопок для взаємодії з користувачем.

Наприклад, class LayoutDemoPanel на рисунку 19 відповідає за створення у програмі 3 кнопок для взаємодії з користувачем. Вони називаються Add Window 1, Add Window 2, Add Window 3. Звідси зрозуміло, що буде розроблено 3 типи вікон.

Класи SimpleOperator відповідають за назви кнопок та за присвоєння цим кнопкам відповідних дій. Тобто при натисканні кожної з кнопок у будівлі буде з'являтися певний тип вікон. Варто зауважити, що вікна будуть створюватися на відповідних місцях з руйнуваннями, а не просто самі по собі.

```
class SimpleOperator(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator1"
    bl_label = "Add Window 1"

    def execute(self, context):
        main(context)
        return {'FINISHED'}

class SimpleOperator1(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator2"
    bl_label = "Add Window 2"

    def execute(self1, context1):
        main1(context1)
        return {'FINISHED'}

class SimpleOperator2(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator3"
    bl_label = "Add Window 3"

    def execute(self2, context2):
        main2(context2)
        return {'FINISHED'}
```

Рис. 2.20 – class SimpleOperator.

В решті решт, була створена функція main(), в якій власне написаний алгоритм розробки трьох типів вікон. Ця функція викликається у класах зазначених перед цим, і таким чином відбувається процес швидкого створення 3D-моделей вікон.

```

15 def main(context):
16     bpy.ops.mesh.primitive_cube_add(enter_editmode=False, align='WORLD', location=(0, 0, 0)
17     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 19.5967), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
18     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -0, -2.22354), orient_type='GLOBAL', orient_matri
19     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -6.43671, -0), orient_type='GLOBAL', orient_matri
20     bpy.ops.transform.resize(value=(1.60317, 1, 1.60317), orient_type='GLOBAL', orient_matri
21     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 0.0566623, 1), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
22     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 0.539117, 1), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
23     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -1.22284, -0), orient_type='GLOBAL', orient_matri
24     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0.19044, 0), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
25     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 1, 1.23347), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
26     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 0.258276), orient_type='GLOBAL', orient_matri
27     bpy.ops.transform.translate(value=(-0.0295856, -0, -0), orient_type='GLOBAL', orient_ma
28     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 0.0302245), orient_type='GLOBAL', orient_matri
29     bpy.ops.transform.resize(value=(1.11843, 1.11843, 1), orient_type='GLOBAL', orient_matri
30     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 1, 1.06234), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
31     bpy.ops.mesh.primitive_cube_add(enter_editmode=False, align='WORLD', location=(0, 0, 0)
32     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 19.5075), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
33     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -0, -2.38144), orient_type='GLOBAL', orient_matri
34     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -6.69761, -0), orient_type='GLOBAL', orient_matri
35     bpy.ops.transform.translate(value=(-1.7345, -0, -0), orient_type='GLOBAL', orient_matri
36     bpy.ops.transform.resize(value=(0.147306, 0.147306, 1), orient_type='GLOBAL', orient_ma
37     bpy.ops.transform.resize(value=(0.948898, 0.948898, 1), orient_type='GLOBAL', orient_ma
38     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 0.433743), orient_type='GLOBAL', orient_matri
39     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 1, 2.23587), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
40     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 0.0520496), orient_type='GLOBAL', orient_matri
41     bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -0.766531, -0), orient_type='GLOBAL', orient_ma
42     bpy.ops.transform.resize(value=(1, 0.754918, 1), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
43     bpy.ops.object.modifier_add(type='BEVEL')
44     obj=bpy.context.active_object
45     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.09
46     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.08
47     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.07
48     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.06
49     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.05
50     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.04
51     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.03
52     obj.modifiers["Bevel"].width = 0.04
53     obj.modifiers["Bevel"].segments = 2
54     obj.modifiers["Bevel"].segments = 3
55     bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0.02195, 0), orient_type='GLOBAL', orient_matrix=
56     bpy.ops.object.duplicate_move(OBJECT_OT_duplicate={"linked":False, "mode":'TRANSLATION
57     bpy.ops.transform.translate(value=(0.265065, 0, 0), orient_type='GLOBAL', orient_matri
58     bpy.ops.object.duplicate_move(OBJECT_OT_duplicate={"linked":False, "mode":'TRANSLATION
59     bpy.ops.transform.rotate(value=1.5708, orient_axis='Y', orient_type='GLOBAL', orient_ma

```

File: *E:\Blender Works\House\Add_Window_Addon.py (unsaved)

Рис. 2.21 – Функція main().

Після цього був створений новий елемент addon. Туди був поміщений код програми та створені відповідні класи. Взагалі аддон – це будь-яка стороння програма або скрипт, який додається до програми, щоб надати їй додаткові функції та можливості. Приклади аддонів можна побачити в комп'ютерних іграх, коли через певний час після виходу повноцінної гри до неї виходять додаткові місії або сюжет. Це називають аддон або доповнення до гри.

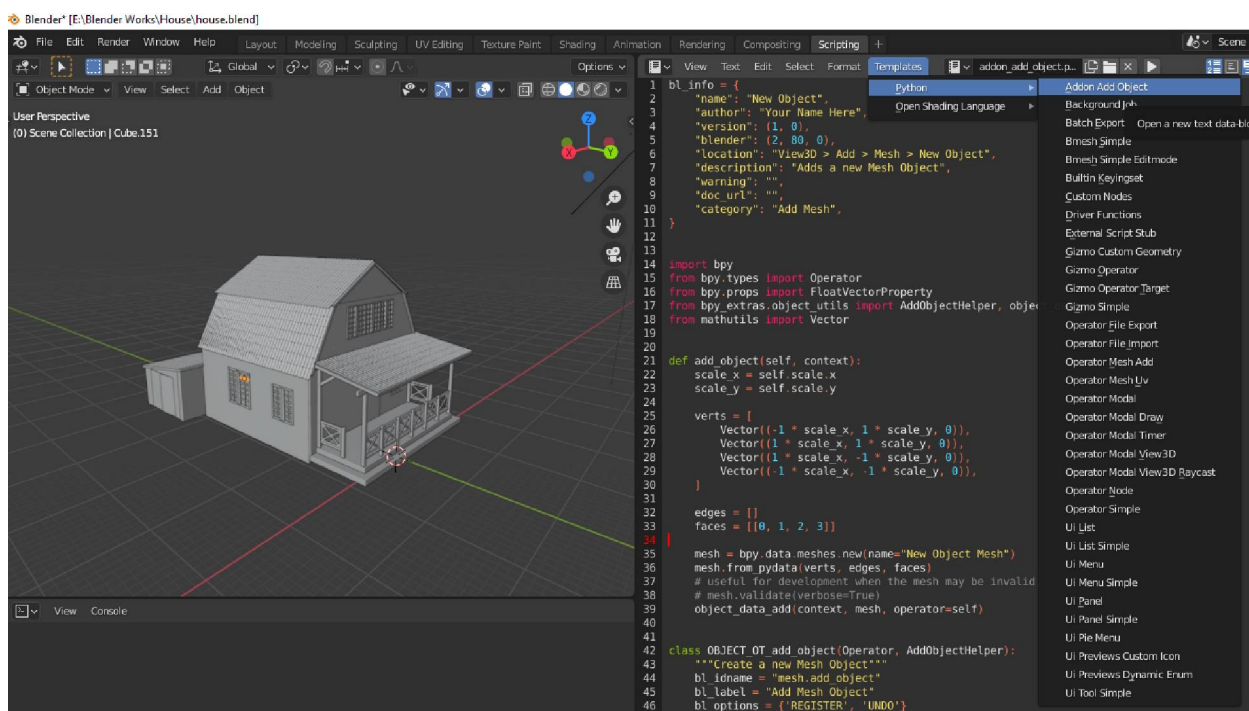


Рис. 2.22 – Створення add-on.

Далі цей add-on був збережений як python файл у папці на жорсткому диску. Тепер його можна розповсюджувати, щоб інші користувачі змогли його завантажити та використати.

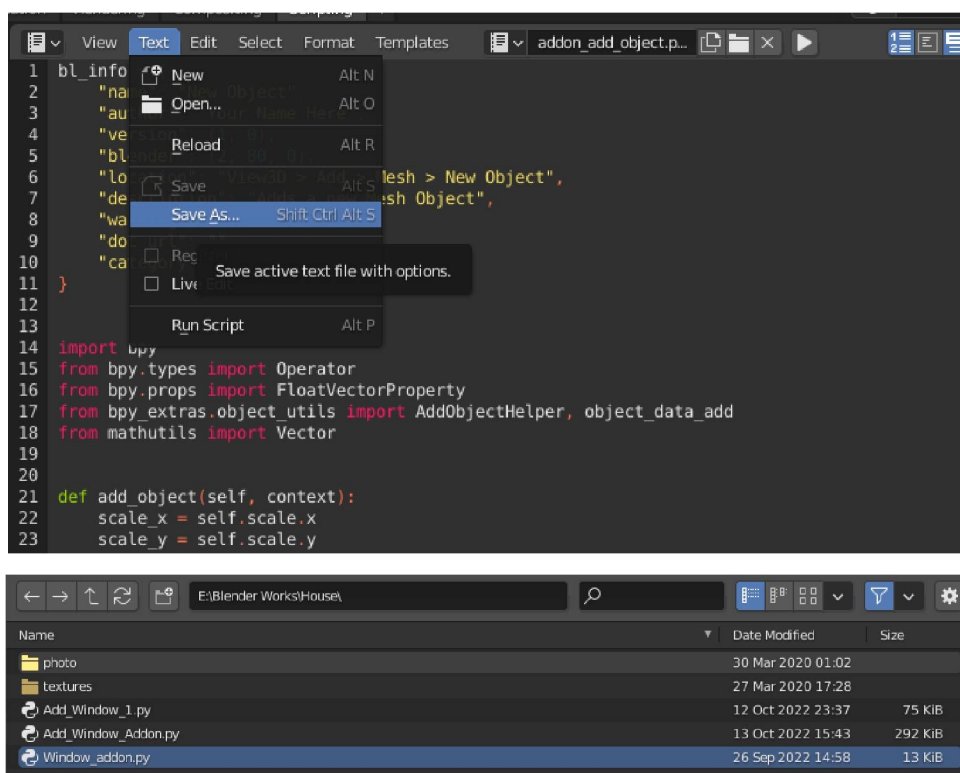


Рис. 2.23 – Збереження add-on.

В результаті, можна побачити, розроблені типи вікон, які з'являються після натискання відповідних кнопок. Після натискання кнопки Add Window 1 з'являється перший тип вікон, як показано на рисунку 23.

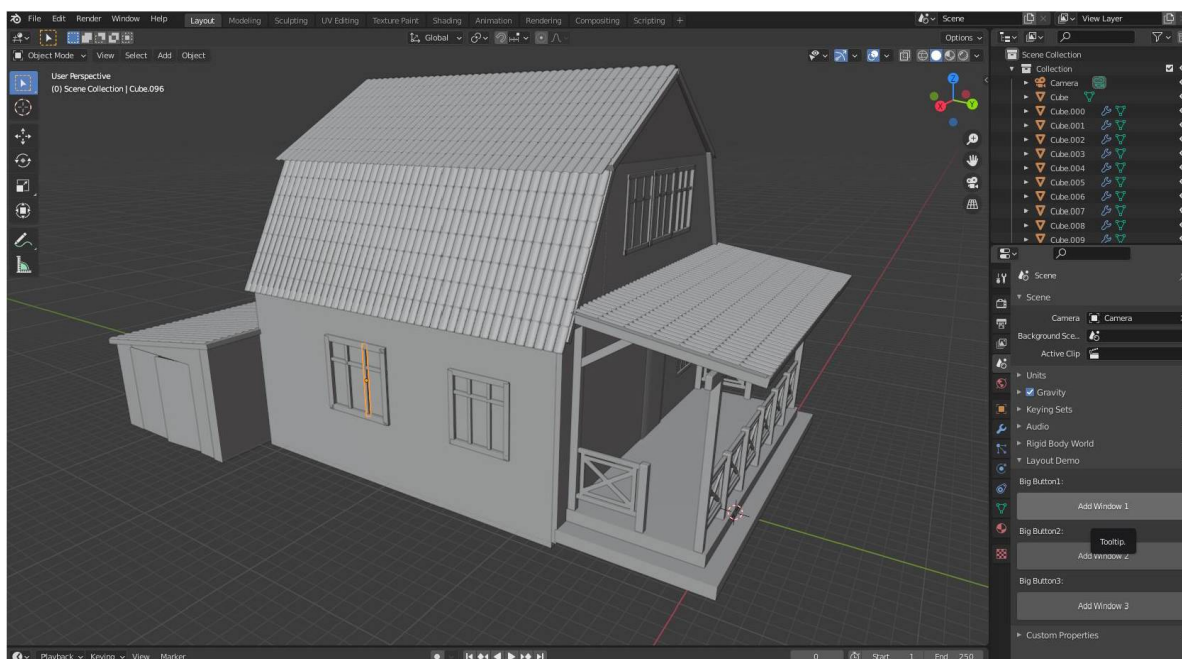


Рис. 2.24 – Перший тип вікон.

Після натискання кнопки Add Window 2 з'являється другий тип вікон, як показано на рисунку 24.

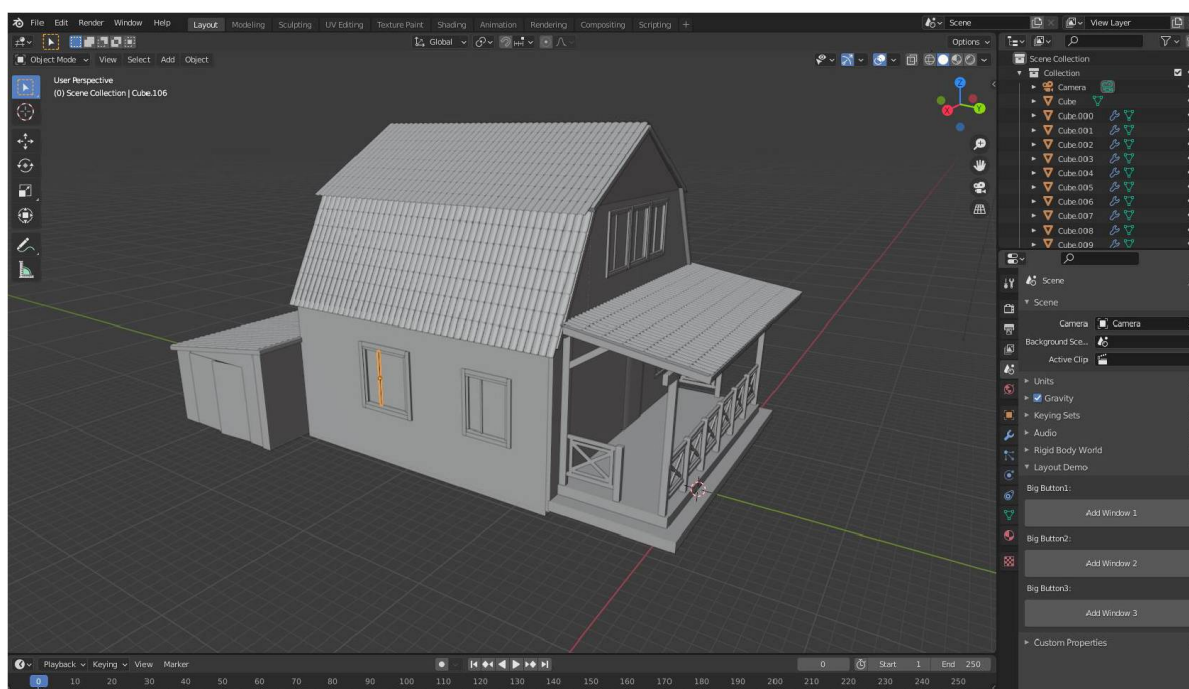


Рис. 2.25 – Другий тип вікон.

Після натиску кнопки Add Window 3 з'являється третій тип вікон.

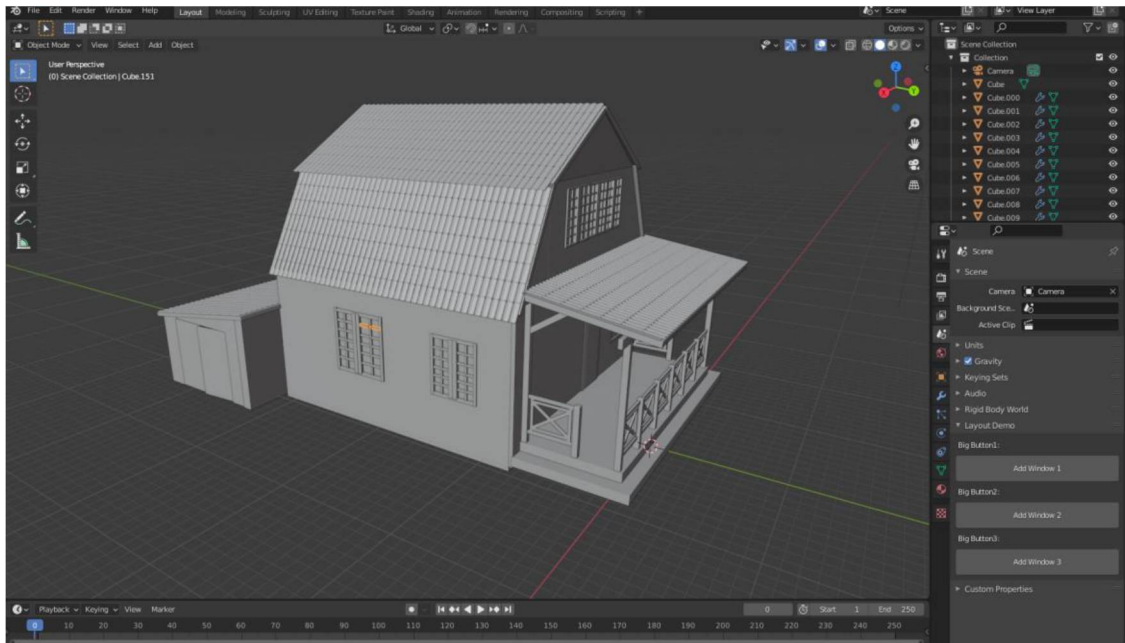


Рис. 2.26 – Третій тип вікон.

В результаті, була розроблена комп'ютерна модель 3D-візуалізації із застосуванням методу класифікації. Модель дозволяє дуже швидко, за кілька секунд, створювати 3D-елементи, які відсутні у зруйнованих будівлях. Цей процес відбувається в рази швидше ніж створення цих елементів вручну. Поставлена мета про зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей була виконана. Користувач має інтерактивний доступ до моделі, може швидко переглядати варіанти відсутніх 3D-елементів та обирати необхідний для себе варіант. В майбутньому планується розробити та реалізувати зв'язок бази даних руйнувань із розробленими 3D-моделями.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі був зроблений аналіз технологій для 3D-візуалізації, на основі якого можна зробити висновок про доцільність використання програми Blender для процесу створення 3D-моделі. Був описаний процес розробки комп'ютерної моделі 3D-візуалізації із застосуванням методу Data Mining та наведені результати. Також модель була представлена в нотації IDEF0.

РОЗДІЛ 3.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАСТОСУВАННЮ МОДЕЛІ

Перш за все користувач має завантажити та встановити програму Blender для перегляду 3D-моделі. Це можна зробити за посиланням з офіційного сайту програми: <https://www.blender.org/download/>.

Для того, щоб скористатися створеною моделю, користувач має перейти за наступним посиланням: https://drive.google.com/drive/folders/19nEfwXA0-mPCGKUvFAyRlvVe0QoMEIMh?usp=share_link. Звідси він завантажує файл з 3D-будівлею та розроблений аддон.

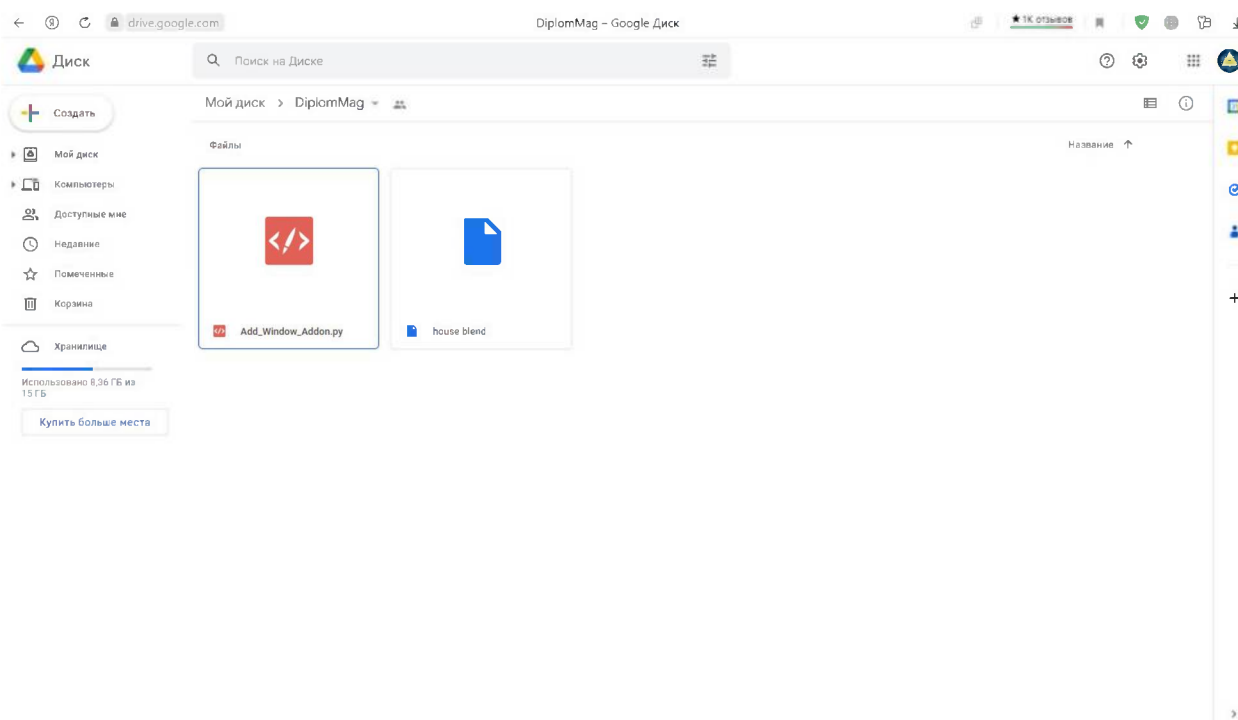


Рис. 3.1 – Файли для завантаження.

Після цього потрібно запустити файл `house.blend`, який відкриється в програмі Blender. Або можна запустити спочатку програму Blender і через неї відкрити потрібний файл. Також в цій програмі можна зробити налаштування інтерфейсу та гарячих клавіш, які будуть більш зручні для користувача. Після відкриття файлу користувач побаче 3D-будівлю, в якій відсутні вікна. Це показано на рисунку 27.

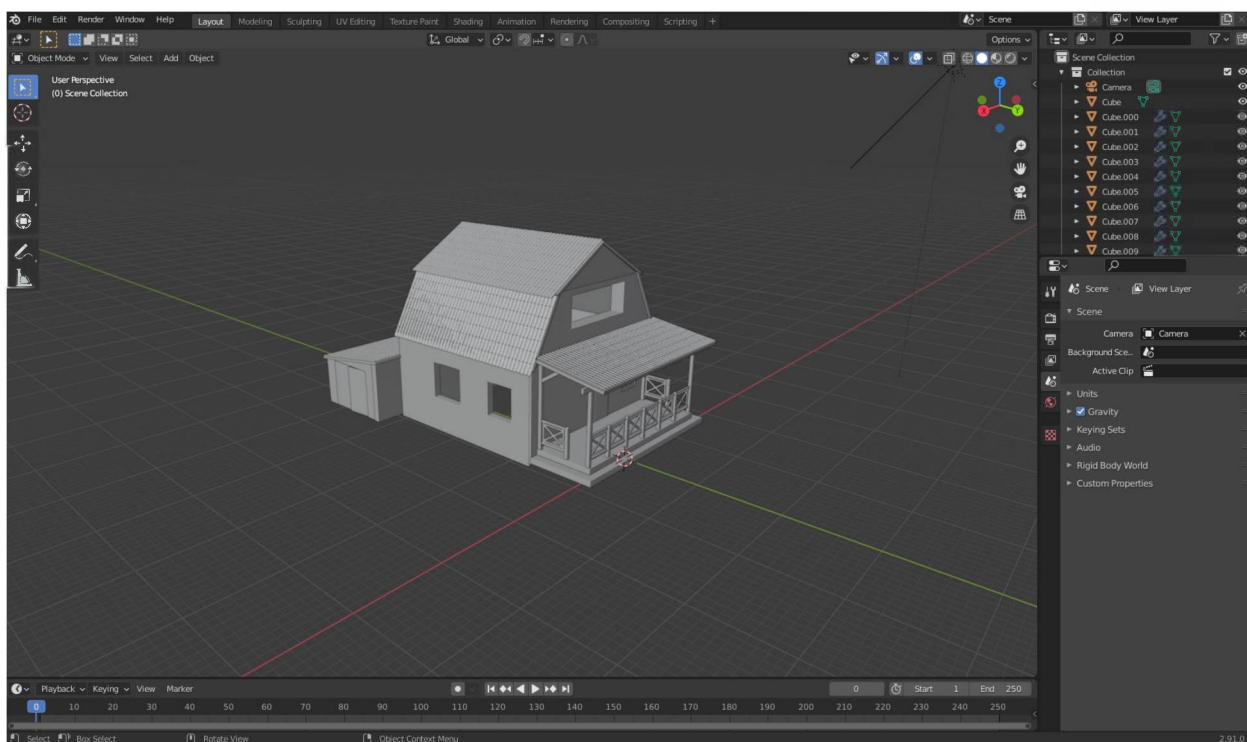


Рис. 3.2 – 3D-будівля без вікон.

Щоб застосувати аддон, потрібно зліва зверху перейти до розділу edit(редагування) та відкрити preferences(налаштування).

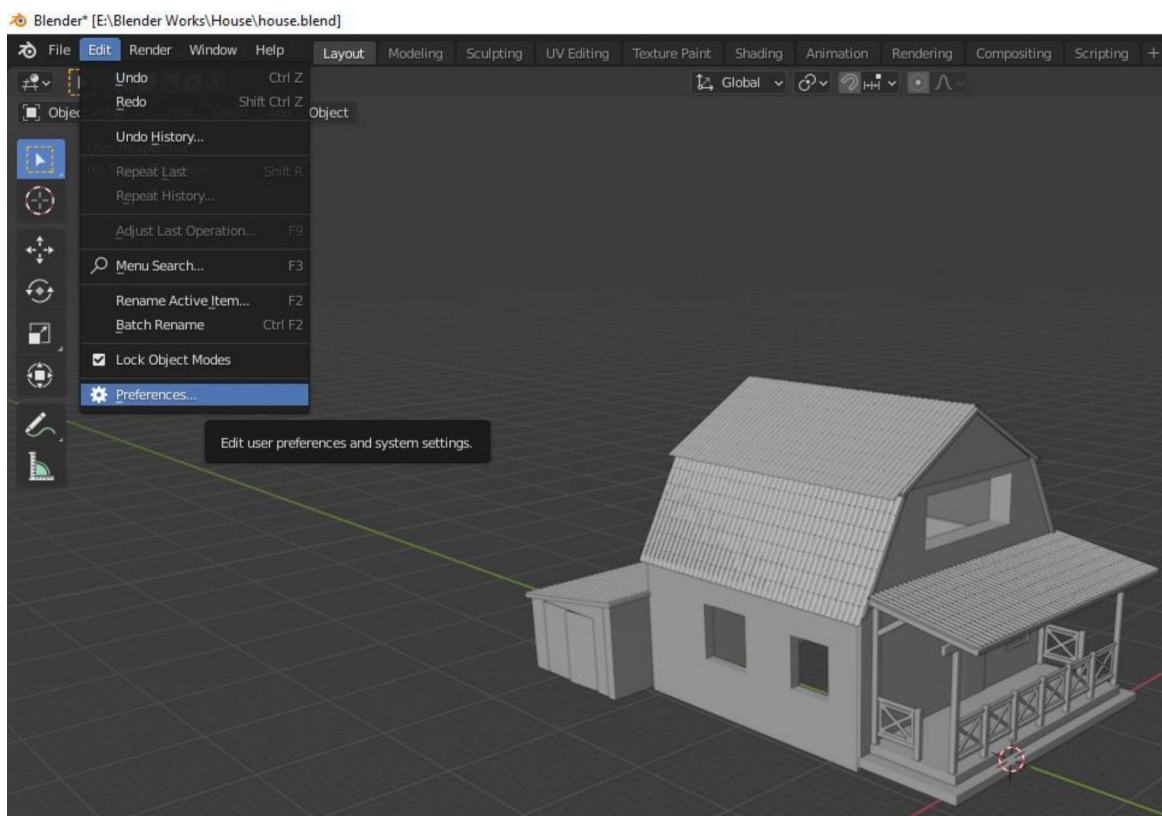


Рис. 3.3 – Запуск розділу налаштувань.

Відкриється вікно налаштувань, де потрібно знайти вкладку Addons(Аддони), як показано на рисунку 29.

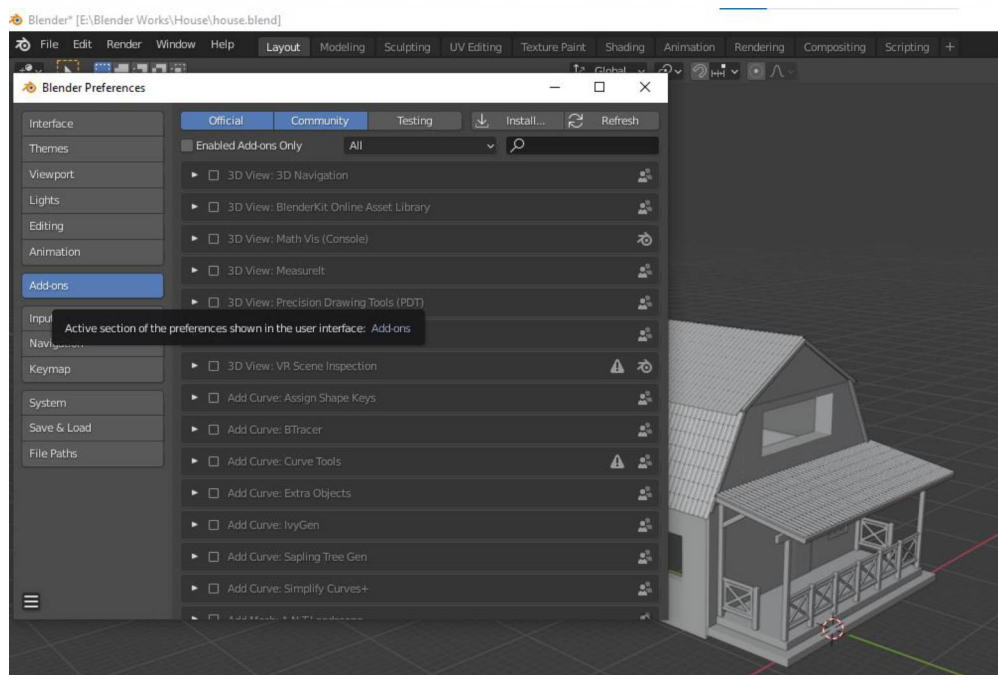


Рис. 3.4 – Вкладка аддонів.

Оскільки розроблений аддон є доповненням, а не офіційним вбудованим аддоном в програмі, його потрібно завантажити. Треба натиснути кнопку Install(Завантажити), потім знайти завантажений аддон в себе у папці і натиснути кнопку Install Addon(Завантажити аддон).

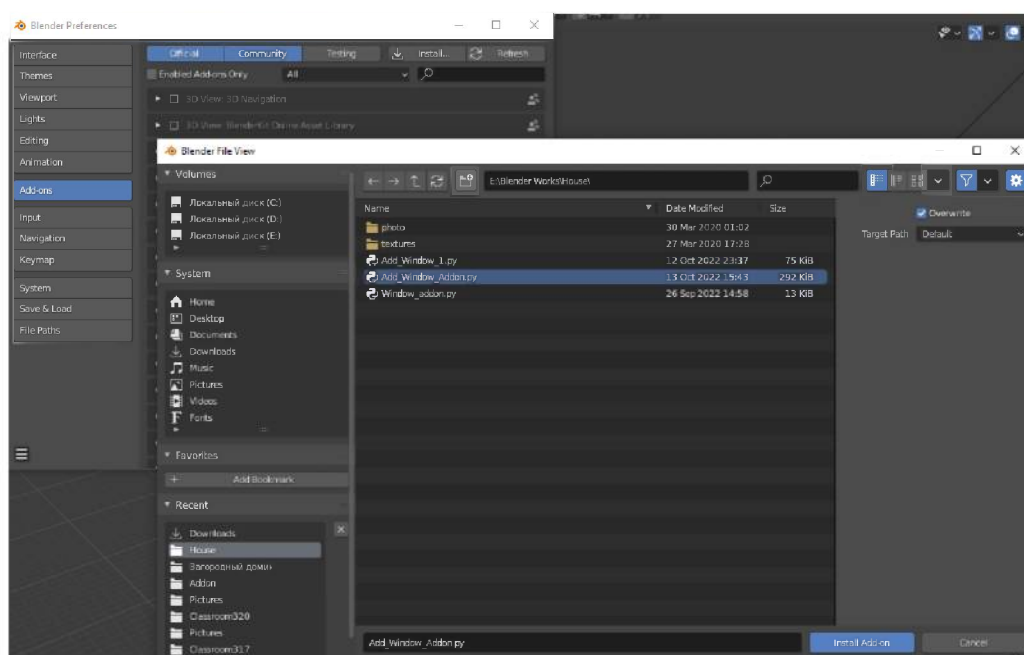


Рис. 3.5 – Завантаження аддону.

Після цього у вкладці Addons потрібно знайти завантажений аддон та активувати його, поставивши галочку. На рисунку 31 можна побачити, що після цього зправа знизу з'явилися 3 кнопки для створення вікон.

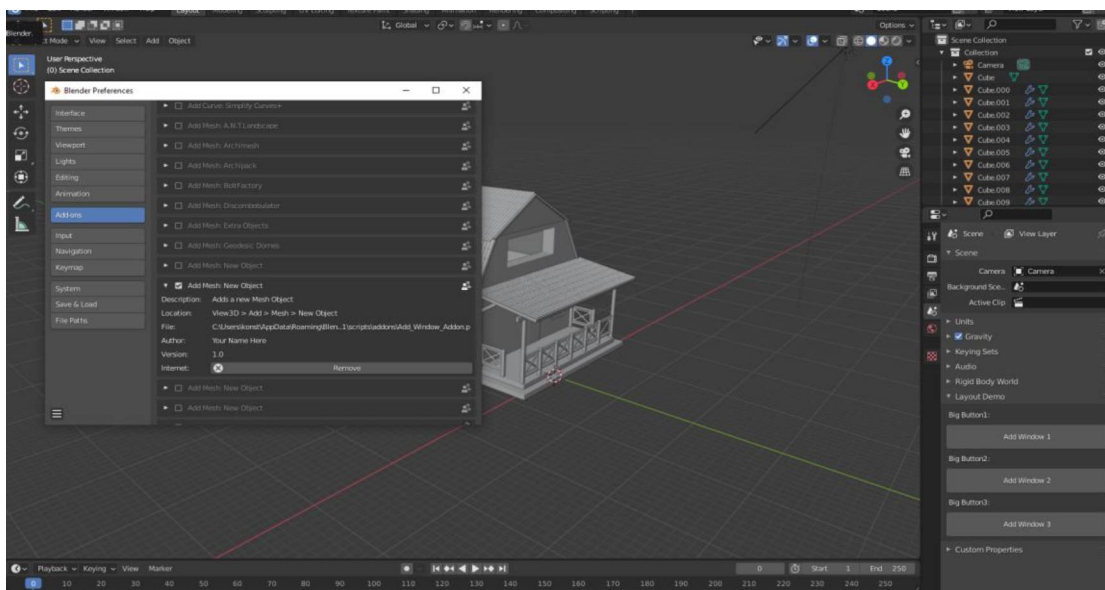


Рис. 3.6 – Активація аддону.

В решті решт, користувач може натиснути на обрану кнопку та за кілька секунд створити вікна.

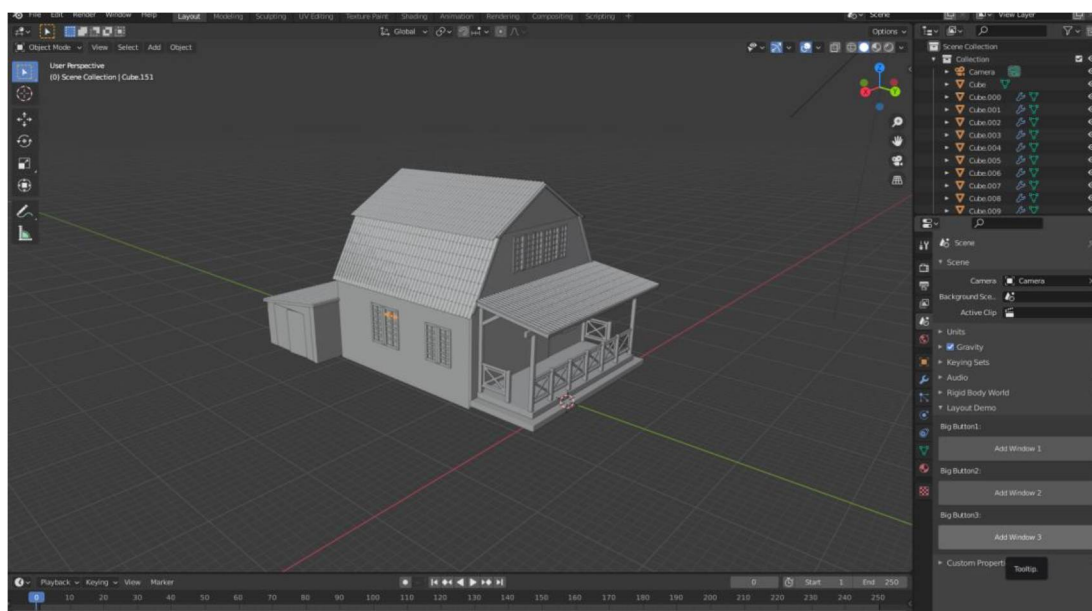


Рис. 3.7 – Активація аддону.

Таким чином, користувач може створити необхідні йому типи вікон та обрати потрібний. Такий процес додавання 3D-елементів можна робити з

іншими будівлями або спорудами, які будуть створені у майбутньому.

В якості ще одного результату роботи була розроблена 3D-модель будівлі, яка показана на рисунку 3.8. Весь процес розробки відбувався аналогічно процесу розробки першої 3D-моделі. В цій будівлі відсутні двері.

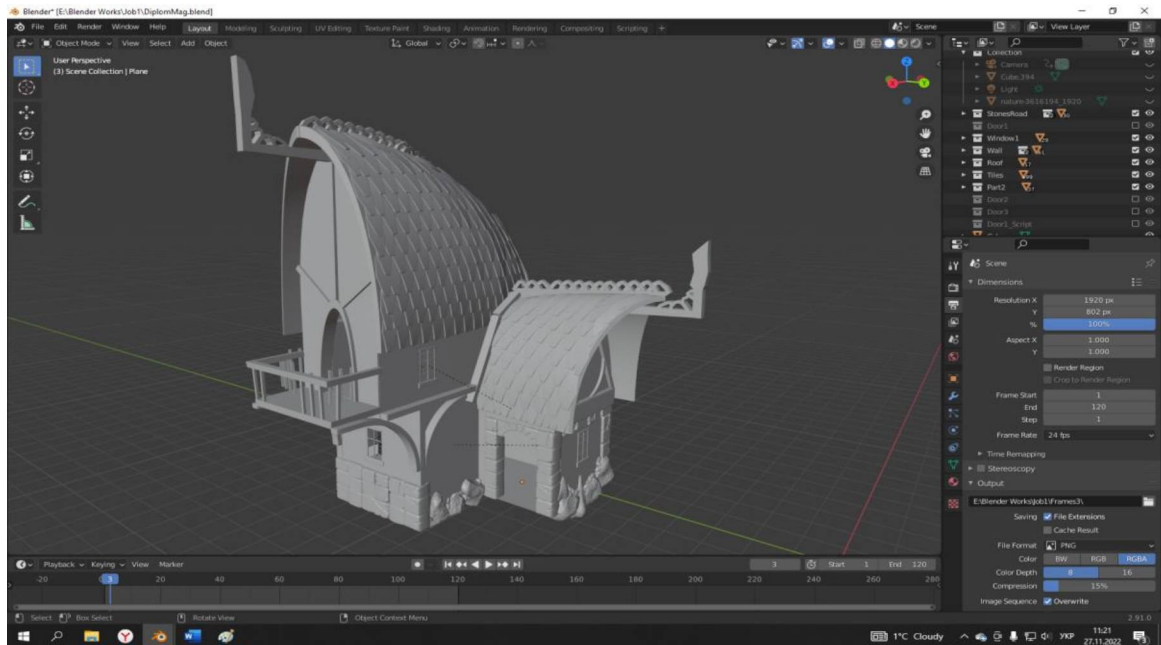


Рис. 3.8 – 3D-модель будівлі 2.

До цієї моделі таким самим чином за допомогою алгоритму були розроблені три типи дверей. Були створені кнопки Add Door 1, Add Door 2, Add Door 3. Після натискання Add Door 1 з'являється перший тип дверей.

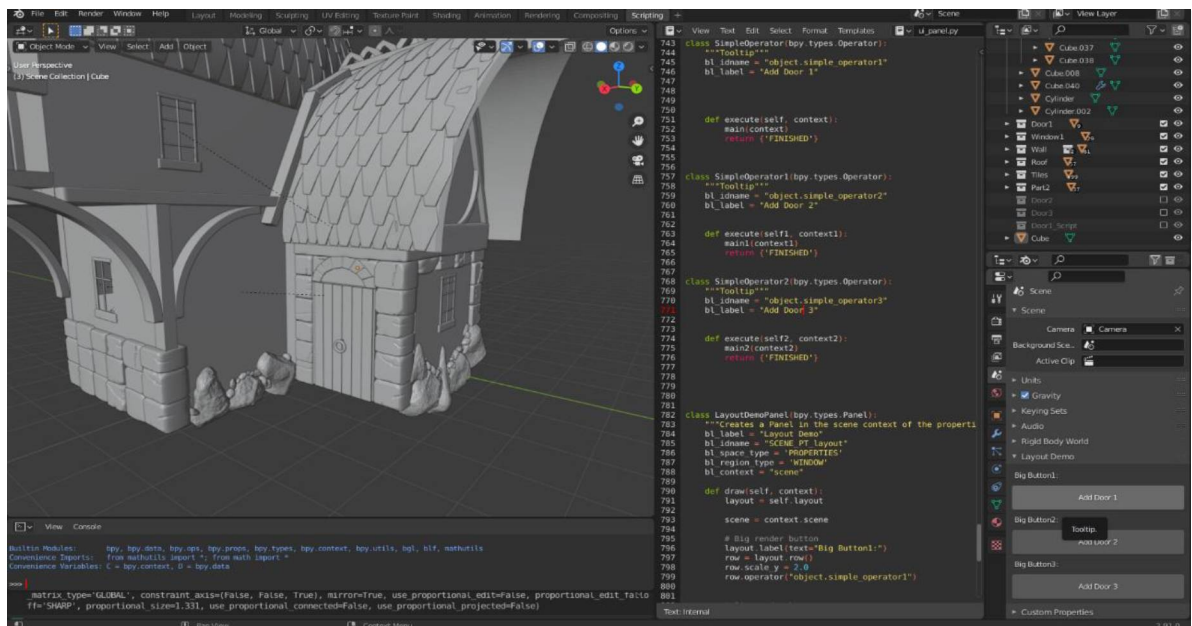


Рис. 3.9 – Перший варіант дверей.

Після натискання Add Door 2 з'являється другий тип дверей.

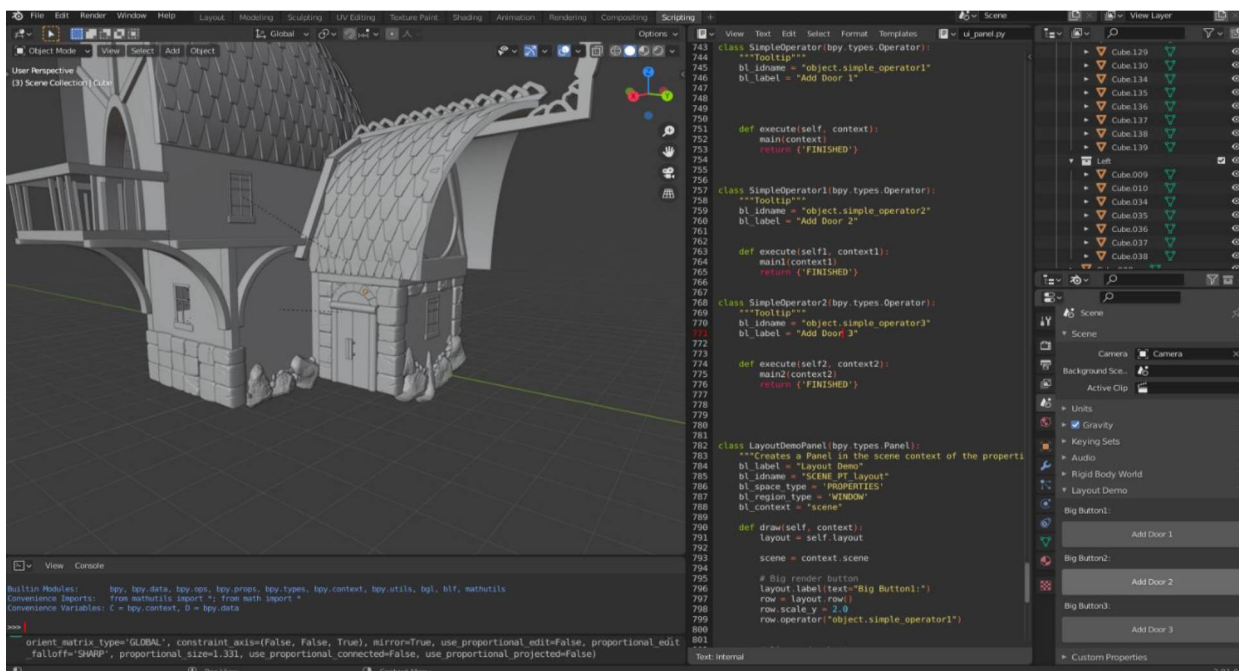


Рис. 3.10 – Другий варіант дверей.

І після натискання Add Door 3 з'являється третій тип дверей.

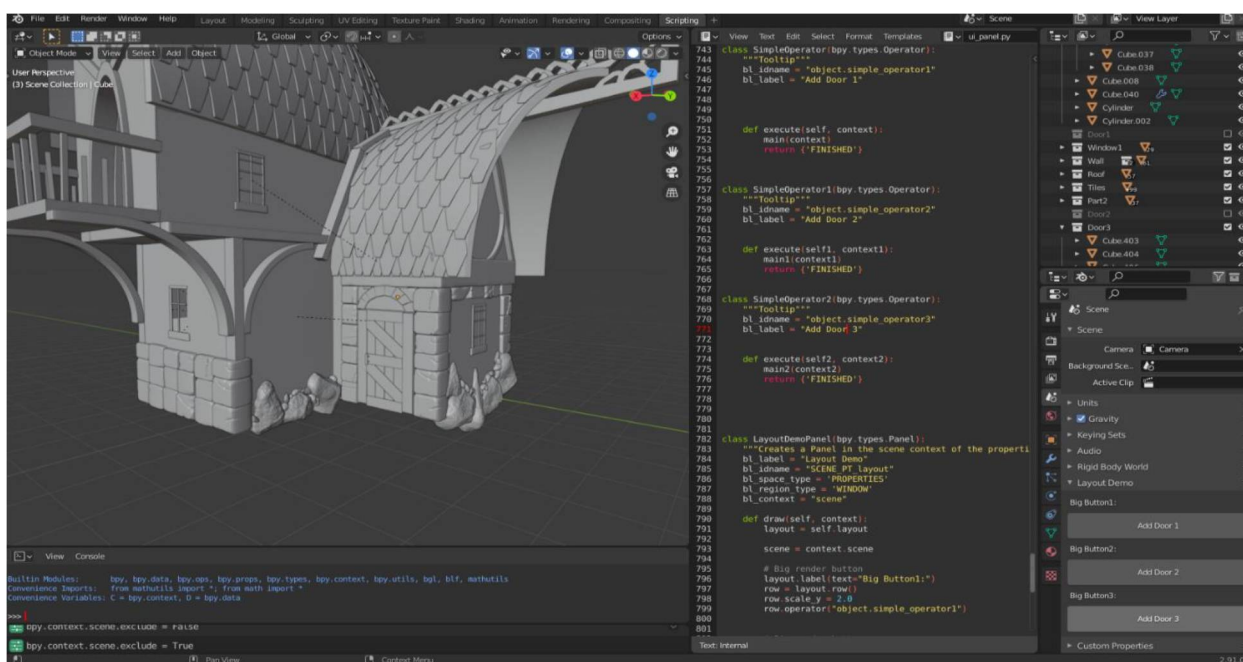


Рис. 3.11 – Третій варіант дверей.

Таким чином, до створеної 3D-моделі користувач може додати один із трьох типів дверей. Цей процес відбувається за кілька секунд на відміну від ручного 3D-моделювання, що значно зменшує час на створення 3D-елементів.

Висновки до розділу 3

У цьому розділі були описані практичні рекомендації по застосуванню моделі. Була описана інструкція, як завантажити розроблений аддон та активувати його в програмі. Був описаний процес взаємодії користувача з розробленою 3D-моделлю. Також був наведений ще один приклад роботи 3D-моделі на основі іншої будівлі.

ВИСНОВКИ

У ході кваліфікаційної роботи магістра була розроблена комп'ютерна модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data Mining.

В рамках першого розділу було проведено аналіз методів Data Mining, на основі якого можна зробити висновок про доцільність використання методу класифікації задля удосконалення процесу розробки 3D-моделі. Також був зроблений аналіз та опис методів 3D-візуалізації, який дозволив обрати метод полігонального моделювання в якості базового для розробки 3D-моделей. Були виявлені задачі дослідження.

У другому розділі був зроблений аналіз технологій для 3D-візуалізації, на основі якого можна зробити висновок про доцільність використання програми Blender для процесу створення 3D-моделі. Був описаний процес розробки комп'ютерної моделі 3D-візуалізації із застосуванням методу Data Mining та наведені результати. Також комп'ютерна модель була представлена в нотації IDEF0.

У третьому розділі були описані практичні рекомендації по застосуванню моделі. Була описана інструкція, як завантажити розроблений аддон та активувати його в програмі. Був описаний процес взаємодії користувача з розробленою 3D-моделлю. Також був наведений ще один приклад роботи 3D-моделі на основі іншого приміщення.

В результаті, була розроблена комп'ютерна модель 3D-візуалізації із застосуванням методу класифікації. Модель дозволяє дуже швидко, за кілька секунд, створювати 3D-елементи, які відсутні у зруйнованих будівлях. Цей процес відбувається в рази швидше ніж створення цих елементів вручну. Поставлена мета про зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей була виконана. Користувач має інтерактивний доступ до моделі, може швидко переглядати варіанти відсутніх 3D-елементів та обирати необхідний для себе варіант.

В майбутньому планується розробити та реалізувати зв'язок бази даних

руйнувань із розробленими 3D-моделями. Також серед можливих покращень моделі можна виділити:

- додання опису об'єктів моделювання та анімації відображення інформації про них;
- додання аудіо супроводження інформації про об'єкти моделювання;

Можна зробити висновок, що мета роботи була досягнута. Були досягнуті задачі роботи, а створена 3D-модель відповідає вимогам до неї. За матеріалами кваліфікаційної роботи була написана та представлена стаття на науково-технічній міжнародній конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ - 2022)».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mohammed J. Zaki, Wagner Meira, Jr., Data Mining and Machine Learning: Fundamental Concepts and Algorithms, 2nd Edition, Cambridge University Press, March 2020. ISBN: 978-1108473989. URL: https://dataminingbook.info/book_html/. (Last accessed: 03.08.2022).
2. [A Programmer's Guide to Data Mining](http://guidetodatamining.com/). URL: <http://guidetodatamining.com/>. (Last accessed: 10.08.2022).
3. Mahmut Tekin. Data Mining in Digital Marketing. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/327041934_Data_Mining_in_Digital_Marketing. (Last accessed: 17.08.2022).
4. Jeffrey Stanton. Introduction to data science. 2012. URL: https://books.google.com.ua/books?id=XSekDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. (Last accessed: 23.08.2022).
5. Ian H. Witten, Eibe Frank. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 2005. URL: https://books.google.com.ua/books?id=QTnOcZJzIUoC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. (Last accessed: 27.08.2022).
6. Gordon S., Linoff & Michael J. A. Berry. Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management. 2004. URL: https://www.researchgate.net/publication/271077515_Data_Mining_Techniques_For_Marketing_Sales_and_Customer_Relationship_Management. (Last accessed: 08.09.2022).
7. Trevor Hastie, Robert Tibshirani. The Elements of Statistical Learning. 2017. URL: https://books.google.com.ua/books?id=tVIjmNS3Ob8C&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. (Last accessed: 12.09.2022).
8. D. Michie, D.J. Spiegelhalter, C.C. Taylor. Machine Learning, Neural and Statistical Classification. 1994. URL:

<http://www1.maths.leeds.ac.uk/~charles/statlog/>. (Last accessed: 19.09.2022).

9. David J.C. Mackey. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms – 2003. URL: https://books.google.com.ua/books?ie=UTF-8&hl=en&id=AKuMj4PN_EMC&dq=0521642981&pg=PP1&printsec=0&lpg=PP1&sig=4uCBC0N7cFAaTQ-GMB-NpFR7Ess&redir_esc=y#v=onepage&q=0521642981&f=false. (Last accessed: 27.09.2022).

10. Nicholas Bernhardt Zeman. Essential Skills for 3D Modeling, Rendering, and Animation. 2015. URL: https://books.google.com.ua/books?id=tS7cBQAAQBAJ&pg=PA23&dq=3D+modelling&hl=ru&source=gsb_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. (Last accessed: 01.10.2022).

11. [Shaun Foster](#), [David Halbstein](#). Integrating 3D Modeling, Photogrammetry and Design. 2014. URL: https://catalogimages.wiley.com/images/db/pdf/9780470179840_excerpt.pdf. (Last accessed: 06.10.2022).

12. Ami Chopine. 3D Art Essentials: The Fundamentals of 3D Modeling, Texturing, and Animation. 2011. URL: https://books.google.com.ua/books?id=lWwu_9obSVsC&printsec=frontcover&dq=3D+modelling&hl=ru&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=3D%20modelling&f=false. (Last accessed: 10.10.2022).

13. Randy Shih. AutoCAD 2020 Tutorial Second Level 3D Modeling. 2019. URL: https://profs.info.uaic.ro/~avitcu/Documentatie1_Animatie%203D.pdf. (Last accessed: 14.10.2022).

14. Gavin Carver, Christine White. Computer Visualization for the Theatre: 3D Modelling for Designers. 2013. URL: <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2016/ENU//>. (Last accessed: 18.10.2022).

15. Samuel N. Bernier, Bertier Luyt, Tatiana Reinhard. Design for 3D Printing. 2014. URL: https://books.google.com.ua/books?id=29GqCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=3D+modelling&hl=ru&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. (Last

accessed: 21.10.2022).

16. Ghassan Aouad, Song Wu, Angela Lee.. Computer Aided Design Guide for Architecture, Engineering and Construction. 2012. URL: https://books.google.com.ua/books?id=Y6v90Eh8EHMC&pg=PA54&dq=3D+modelling&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiO4_iG0cf7AhV0TmwGHR0cC_c4HhDoAXoECAIQAg#v=onepage&q=3D%20modelling&f=false. (Last accessed: 23.10.2022).

17. Antti Konsén. 3D model of a real world model. 2015. URL: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103541/Konsen_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Дата звернення: 26.10.2020).

18. Lance Flavell. Beginning Blender: Open Source 3D Modeling, Animation, and Game Design. 2010. URL: https://books.google.com.ua/books?id=aHmlWV50mIAC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. (Last accessed: 28.10.2022).

19. Allan Brito. Blender 3D: Architecture, Buildings, and Scenery. 2008. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=uBiDIerc0OkC&pg=PT9&dq=Blender+3D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwit99WQ0sf7AhVjSWwGHWAVDqoQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=Blender%203D&f=false>. (Last accessed: 02.11.2022).

20. Anthony Gomez. Blender 3D Noob to Pro Advanced Tutorials. 2005. URL: https://books.google.com.ua/books?id=gOppwqAOI_cC&pg=PA4&dq=Blender+3D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiZkvSX1cf7AhXLTmwGHS_MB6kQ6AF6BAGLEAI#v=onepage&q=Blender%203D&f=false. (Last accessed: 03.11.2022).

21. Lee Lanier. Advanced Maya Texturing and Lighting. 2022. URL: https://books.google.com.ua/books?id=S-vGBwAAQBAJ&pg=PT250&dq=Maya+3D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwjY3tvk08f7AhUtTGwGHQm4C_0Q6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=Maya%203D&f=false. (Last accessed: 05.11.2022).

22. Stuart Jantzen. Maya review. 2022. URL: <https://www.pcmag.com/reviews/maya>. (Last accessed: 05.11.2022).

23. Garry Lewis, Jim Lammers. Maya 5 Fundamentals. 2004. URL: https://books.google.com.ua/books?id=ZJ3a9X5hBiwC&pg=PA20&dq=Maya+3D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwjY3tvk08f7AhUfTGwGHQm4C_0Q6AF6BAGBEAI#v=onepage&q=Maya%203D&f=false. (Last accessed: 06.11.2022).
24. Aaron Kaminar. Instant Cinema 4D Starter. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=rkF9UU8OTKoC&pg=PT13&dq=Cinema+4D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiro6TE1cf7AhWTSGwGHRIYDboQ6AF6BAGFEAI#v=onepage&q=Cinema%204D&f=false>. (Last accessed: 08.11.2022).
25. Stuart Jantzen. Cinema 4D review. 2022. URL: <https://www.pcmag.com/reviews/cinema-4d>. (Last accessed: 09.11.2022).
26. Anne Powers. CINEMA 4D: The Artist's Project Sourcebook. 2007. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=1zkqBgAAQBAJ&pg=PR12&dq=Cinema+4D&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiro6TE1cf7AhWTSGwGHRIYDboQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=Cinema%204D&f=false>. (Last accessed: 10.11.2022).
27. Samanta Debabrata. 3D Modeling Using Autodesk 3ds Max With Rendering View. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=Y2V2EAAAQBAJ&pg=PR21&dq=Introducing+to+3Ds+max&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwj9-7o1sf7AhWrSGwGHATvBRcQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=Introducing%20to%203Ds%20max&f=false>. (Last accessed: 14.11.2022).
28. Kelly L. Murdock. Autodesk 3ds Max 2014 All Chapters Bible eBook. 2014. URL: <http://yoursam4u.blogspot.com/2014/12/3ds-max-2014-all-chapter-free-download.html>. (Last accessed: 18.11.2022).

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
Галузь знань: 12 – Інформаційні технології
Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теоретичної
та прикладної системотехніки

д.т.н., проф. Шматков С. І.

« 10 » 12 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кисляк

Костянтин

Александрович

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Комп'ютерна модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data mining

керівник роботи Толстолюзка Олена Геннадіївна, д.т.н., с.н.с.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « » 20 року №

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2022 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1) Обґрунтування та вибір середовища розробки моделі.

2) Огляд та аналіз методів Data mining.

3) Розробка вимог до 3D-моделі.

4) Розробка алгоритму Data mining для збільшення ефективності створення 3D-моделі.

5) Розробка програмної реалізації моделі та інтерфейсу користувача.

6) Перевірка на працездатність та оцінка результатів моделювання.

7) Підготовка та оформлення пояснювальної записки.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Визначити головні середовища розробки 3D-моделювання	15.03.2022
2	Зробити аналіз середовищ розробки 3D-моделювання	26.03.2022
3	Обрати середовище розробки для проєкту і обґрунтувати вибір	18.04.2022
4	Огляд та аналіз методів Data mining	21.05.2022
5	Зробити фото приміщень для проєкту	03.06.2022
6	Розробити вимоги до 3D-моделі	12.06.2022
7	Розробка алгоритму моделювання за допомогою Data mining	25.06.2022
8	Моделювання та створення геометрії моделі	20.07.2022
9	Накладення текстур для кольорів	08.08.2022
10	Виставлення світла і точки спостереження	21.08.2022
11	Рендеринг	05.09.2022
12	Обробка зображень	14.09.2022
13	Перевірка на працездатність	26.09.2022
14	Підготувати кінцевий варіант продукту	15.10.2022
15	Підготовка звітних матеріалів кваліфікаційної роботи та додатків	11.11.2022
16	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту роботи	23.11.2022
17	Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	30.11.2022

5. Дата видачі завдання 10.12.2021

Студент

К. О. Памонав
ініціали, прізвище

К. Памонав
підпис

Керівник роботи

О. Г. Толстогузова
ініціали, прізвище

О. Г. Толстогузова
підпис

Технічне завдання
на розробку програмного виробу

«Комп’ютерна модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів
Data mining»

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	1.1. Назва програмного виробу: Комп’ютерна модель 3D-візуалізації приміщень. 1.2. Галузь застосування: 3D-візуалізація приміщень.
2. Підстава для розробки	2.1. Навчальний план за спеціальністю 123 – «Комп’ютерна інженерія». 2.2. Завдання на кваліфікаційну роботу: утверджене наказом ХНУ. (представити у вигляді Додатку А до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
3. Призначення розробки	3.1. Мета розробки програмного виробу: зменшення часу розробки моделі 3D-візуалізації з одночасним розширенням варіантів 3D-моделей. 3.2. Призначення програмного виробу: надання уявлення про приміщення та їх відсутні елементи, призначення та зовнішній вигляд розташованого там обладнання у віддаленому доступі. 3.3. Початкові дані для розробки: перелік приміщень, їх фотографії, розміри, рівень деталізації, масштабованість моделі, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс.

4. Технічні вимоги до програмного виробу	4.1. Вимоги до функціональних характеристик: швидке створення відсутніх 3D-елементів, швидкий огляд моделі аудиторій з різних ракурсів, деталізація об'єктів, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс. 4.2. Вимоги до надійності: підтримка багатоплатформності та взаємодія з моделлю при наявності інтернету від 100 Мбіт/с. 4.3. Вимоги до умов експлуатації: забезпечення одночасного доступу до моделі (до 30 чоловік) в офісних умовах; взаємодія та управління моделлю має бути зрозуміле непрофесійному користувачу. 4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів: наявність ПК, який має: 32-разрядний або 64-разрядний процесор з тактовою частотою 1 ГГц або вище; 1 ГБ для 32-разрядного процесора або 2 ГБ для 64-разрядного процесора ОЗУ; 16 ГБ для 32-разрядного процесора або 20 ГБ для 64-разрядного процесора пам'яті на жорсткому диску; операційну систему Windows 7,8,10 або Linux. 4.5. Вимоги до інформаційної та програмної сумісності: операційна система Windows 7, 8, 10 або Linux; наявність інтернету швидкістю 100 Мбіт/с або вище. 4.6. Вимоги до маркування та упаковки: відсутні. 4.7. Вимоги до транспортування і зберігання: відсутні. 4.8. Спеціальні вимоги: відсутні.
---	--

5. Вимоги до програмної документації.	Програмною документацією до виробу «Комп'ютерна модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data mining» вважати: 1) Справжнє Технічне завдання на розробку програмного виробу (представити у вигляді Додатку Б до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи). 2) Програму і методику випробувань розробленого програмного виробу (представити у вигляді Додатку В до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи). 3) Опис програмного виробу (представити в розділі 2 пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи). 4) Текст програми (представити у вигляді Додатку Г до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).	
6. Техніко-економічні показники	1) Порівняння середовищ розробки для 3D-моделі вітчизняних і зарубіжних авторів (представити у розділі 2 пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи). 2) Можливі витрати грошових коштів на розробку програмного виробу: не потрібні.	
7. Стадії і етапи розробки	Дата	Етапи розробки
	Від 10 березня 2022 до 15 березня 2022	Визначити головні середовища розробки 3D-моделювання
	Від 17 березня 2022 до 26 березня 2022	Зробити аналіз середовищ розробки 3D-моделювання

	Від 2 квітня 2022 до 18 квітня 2022	Обрати середовище розробки для проєкту і обґрунтувати вибір
	Від 24 квітня 2022 до 21 травня 2022	Огляд та аналіз методів Data mining
	Від 23 травня 2022 до 5 червня 2022	Зробити фото приміщень для проєкту
	Від 6 червня 2022 до 12 червня 2022	Розробити вимоги до 3D-моделі
	Від 14 червня 2022 до 25 червня 2022	Розробка алгоритму моделювання за допомогою Data mining
	Від 27 червня 2022 до 20 липня 2022	Моделювання та створення геометрії моделі
	Від 25 липня 2022 до 8 серпня 2022	Накладення текстур для кольорів
	Від 9 серпня 2022 до 21 серпня 2022	Виставлення світла і точки спостереження
	Від 26 серпня 2022 до 5 вересня.2022	Рендеринг
	Від 6 вересня 2022 до 14 вересня 2022	Обробка зображень
8. Порядок контролю і приймання	Загальні вимоги до приймання розроблюваного програмного виробу: 1) Перевірку ходу розробки програмного виробу Керівнику робіт виконувати 1 раз в 2 тижні.	

	2) Випробування програмного виробу відповідно до Програми і методики випробувань провести на базі комп'ютерного класу або на базі приватного приміщення. 3) Захист розробленого програмного виробу провести на засіданні атестаційної комісії. 4) Пояснювальну записку уявити на паперових носіях в одному примірнику, в електронному вигляді - на CD-диску в одному екземплярі.
--	---

Виконавець:

Замовник:

Студент групи КІ-61

 — Толстолюзька О. Г.

 Помогаєв Костянтин

Програма і методика випробувань

програмного виробу

«Комп'ютерна модель 3D-візуалізації приміщень із застосуванням методів Data mining»

1 Об'єкт випробувань

1.1 Найменування випробуваного програмного виробу: комп'ютерна модель 3D-візуалізації приміщень.

1.2 Область його застосування: 3D-візуалізація навчальних приміщень.

2. Мета випробувань

2.1) Перевірка працездатності виробу та правильності роботи розробленої моделі.

2.2) Підтвердження функціональних та інших характеристик розробленого програмного виробу вимогам, які сформульовані в технічному завданні до програмного виробу з ціллю підвищення ефективності планування навчального процесу.

3. Загальні положення

3.1 Підстави для проведення випробувань

Підставою для проведення випробувань є наказ про призначення атестаційної комісії.

3.2 Місце і тривалість випробувань

Приймальні (приймально-здавальні) випробування проводяться на базі комп'ютерного класу кафедри.

3.3 Обсяг випробувань

Приймальні випробування програмного виробу проводяться в обсязі відповідному цієї програми і методики випробувань.

3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях

Приймальні випробування проводяться атестаційною комісією напередодні засідання (або в процесі засідання) за участю Замовника, Виконавця та інших осіб, присутніх на засіданні.

4. Вимоги до програми або програмного виробу

Вимоги до програмного виробу вказані в розділі 2 пояснювальної записки.

5. Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації, що подається на випробування, включає:

- 1) Технічне завдання на розробку програмного виробу (представлено в Додатку Б до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
- 2) Програма і методика випробувань розробленого програмного виробу (представлена в Додатку В до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
- 3) Опис програмного виробу (представлено в розділі 2 пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
- 4) Текст програми (представлений у додатку Г до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).

6. Засоби і порядок випробувань

6.1 Засоби випробувань

Необхідна наявність ПК, який має: 32-разрядний або 64-разрядний процесор з тактовою частотою 1 ГГц або вище; 1 ГБ для 32-разрядного

процесора або 2 ГБ для 64-разрядного процесора ОЗУ; 16 ГБ для 32-разрядного процесора або 20 ГБ для 64-разрядного процесора пам'яті на жорсткому диску; операційну систему Windows 7,8,10 або Linux.

6.2 Порядок проведення випробувань

Як правило, випробування проводяться в два етапи:

- ознайомчий (1-й етап);
- власне випробування програмного виробу (2-й етап).

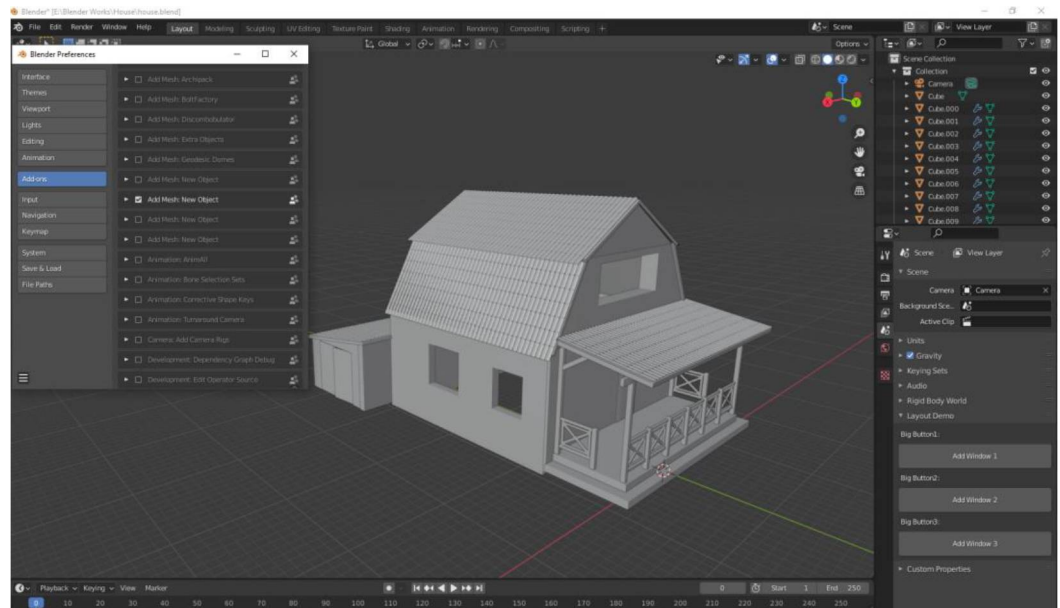
Перелік перевірок, що проводяться на 1 етапі випробувань, включає в себе:

- 1) Перевірка відповідності та актуальності програмної документації за критерієм наявності зазначеної в ТЗ документації.
- 2) Перевірка якості документації за критерієм відповідності до стандартів Єдиної Системи Проектної Документації (ЄСПД).

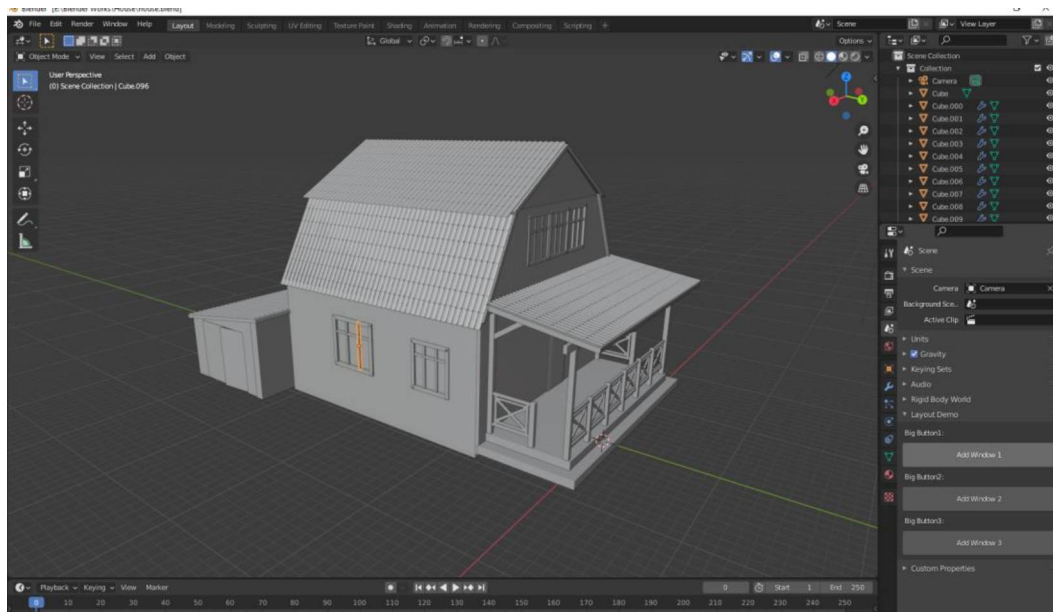
Перелік перевірок, що проводяться на 2 етапі випробувань, включає:

- 1) Перевірка працездатності моделі:

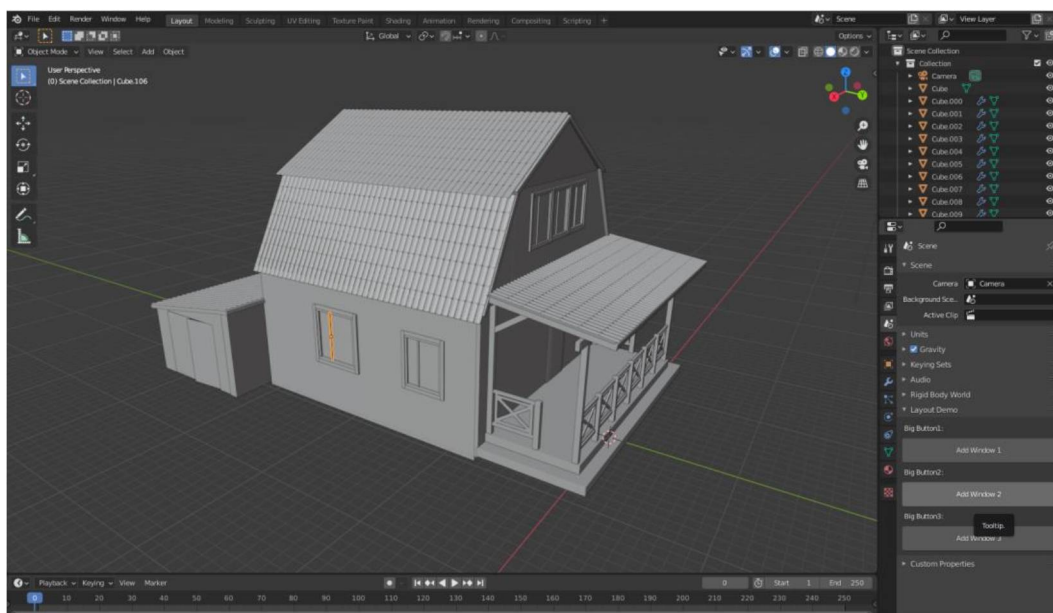
Тест 1: Активація розробленого аддону та завантаження файлу 3D-моделі будівлі у програму Blender. Якщо з'явилася 3D-модель будівлі та три кнопки у правому нижньому кути Add Window 1, Add Window 2, Add Window 3, то тест 1 вважається пройденим.



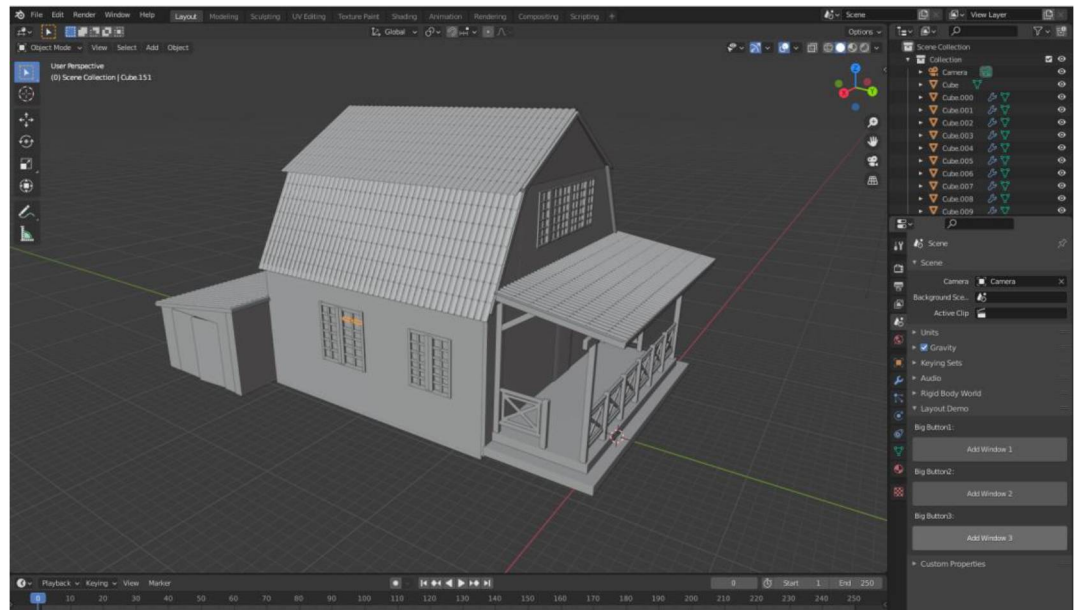
Тест 2: Запуск клавіши Add Window 1. Якщо у 3D-моделі з'явилися вікна першого типу, як показано на малюнку нижче, то тест 2 вважається пройденим.



Тест 3: Запуск клавіши Add Window 2. Якщо у 3D-моделі з'явилися вікна другого типу, як показано на малюнку нижче, то тест 3 вважається пройденим.



Тест 4: Запуск клавіши Add Window 3. Якщо у 3D-моделі з'явилися вікна третього типу, як показано на малюнку нижче, то тест 4 вважається пройденим.



Випробовування в цілому вважаються пройденими, якщо програмний виріб пройшов тест 1, тест 2, тест 3, тест 4.

Виконавець:

Студент групи КІ-61

 Помогаєв Костянтин

Код програми

```

bl_info = {
    "name": "New Object",
    "author": "Your Name Here",
    "version": (1, 0),
    "blender": (2, 80, 0),
    "location": "View3D > Add > Mesh > New Object",
    "description": "Adds a new Mesh Object",
    "warning": "",
    "doc_url": "",
    "category": "Add Mesh",
}

import bpy
def main(context):
    bpy.ops.mesh.primitive_cube_add(enter_editmode=False, align='WORLD',
    location=(0, 0, 0), scale=(1, 1, 1))
    bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 19.5967), orient_type='GLOBAL',
    orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
    constraint_axis=(False, False, True), mirror=True,
    use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)
    bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -0, -2.22354),
    orient_type='GLOBAL', orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)),
    orient_matrix_type='GLOBAL', constraint_axis=(False, False, True),
    mirror=True, use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)
    bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -6.43671, -0),
    orient_type='GLOBAL', orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)),
    orient_matrix_type='GLOBAL', constraint_axis=(False, True, False),
    mirror=True, use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)
    bpy.ops.transform.resize(value=(1.60317, 1, 1.60317),
    orient_type='GLOBAL', orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)),
    orient_matrix_type='GLOBAL', constraint_axis=(True, False, True),
    mirror=True, use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)
    bpy.ops.transform.resize(value=(1, 0.0566623, 1), orient_type='GLOBAL',
    orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
    constraint_axis=(False, True, False), mirror=True,
    use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)
    bpy.ops.transform.resize(value=(1, 0.539117, 1), orient_type='GLOBAL',
    orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
    constraint_axis=(False, True, False), mirror=True,
    use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
    proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
    use_proportional_projected=False)

```



```

bpy.ops.transform.translate(value=(-0, -1.22284, -0),
orient_type='GLOBAL', orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)),
orient_matrix_type='GLOBAL', constraint_axis=(False, True, False),
mirror=True, use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
use_proportional_projected=False)
bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0.19044, 0), orient_type='GLOBAL',
orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
constraint_axis=(False, True, False), mirror=True,
use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
use_proportional_projected=False)
bpy.ops.transform.resize(value=(1, 1, 1.23347), orient_type='GLOBAL',
orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
constraint_axis=(False, False, True), mirror=True,
use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
use_proportional_projected=False)
bpy.ops.transform.translate(value=(0, 0, 0.258276), orient_type='GLOBAL',
orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)), orient_matrix_type='GLOBAL',
constraint_axis=(False, False, True), mirror=True,
use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
use_proportional_projected=False)
bpy.ops.transform.translate(value=(-0.0295856, -0, -0),
orient_type='GLOBAL', orient_matrix=((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1)),
orient_matrix_type='GLOBAL', constraint_axis=(True, False, False),
mirror=True, use_proportional_edit=False, proportional_edit_falloff='SMOOTH',
proportional_size=0.826446, use_proportional_connected=False,
use_proportional_projected=False)

```

```

bpy.ops.object.modifier_add(type='BEVEL')
obj=bpy.context.active_object
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.09
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.08
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.07
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.06
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.05
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.04
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.03
obj.modifiers["Bevel"].width = 0.04
obj.modifiers["Bevel"].segments = 2
obj.modifiers["Bevel"].segments = 3

```

```

class SimpleOperator(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator1"
    bl_label = "Add Window 1"

    def execute(self, context):
        main(context)
        return {'FINISHED'}

class SimpleOperator1(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator2"
    bl_label = "Add Window 2"

```

```

def execute(self1, context1):
    main1(context1)
    return {'FINISHED'}

class SimpleOperator2(bpy.types.Operator):
    """Tooltip"""
    bl_idname = "object.simple_operator3"
    bl_label = "Add Window 3"

    def execute(self2, context2):
        main2(context2)
        return {'FINISHED'}

class LayoutDemoPanel(bpy.types.Panel):
    """Creates a Panel in the scene context of the properties editor"""
    bl_label = "Layout Demo"
    bl_idname = "SCENE_PT_layout"
    bl_space_type = 'PROPERTIES'
    bl_region_type = 'WINDOW'
    bl_context = "scene"

    def draw(self, context):
        layout = self.layout
        scene = context.scene

        # Big render button
        layout.label(text="Big Button1:")
        row = layout.row()
        row.scale_y = 2.0
        row.operator("object.simple_operator1")
        # Big render button
        layout.label(text="Big Button2:")
        row = layout.row()
        row.scale_y = 2.0
        row.operator("object.simple_operator2")
        # Big render button
        layout.label(text="Big Button3:")
        row = layout.row()
        row.scale_y = 2.0
        row.operator("object.simple_operator3")

def register():
    bpy.utils.register_class(LayoutDemoPanel)
    bpy.utils.register_class(SimpleOperator)
    bpy.utils.register_class(SimpleOperator1)
    bpy.utils.register_class(SimpleOperator2)

def unregister():
    bpy.utils.unregister_class(LayoutDemoPanel)
    bpy.utils.unregister_class(SimpleOperator)
    bpy.utils.unregister_class(SimpleOperator1)
    bpy.utils.unregister_class(SimpleOperator2)

if __name__ == "__main__":
    register()

```