ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Тенденції впровадження штучного інтелекту в анімування та 3D моделювання»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 123 Комп'ютерної інженерії
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерна інженерія
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ *Андрій КРАМАРЕНКО*
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: здобувач вищої освіти гр. КІД-42
Андрій КРАМАРЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: Ярослав ТОРОШАНКО
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Рецензент: _____
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2026

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій

Кафедра 123 Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 123 Комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійна програма Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою Наталія ЛАЩЕВСЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«_____» _____ 2026р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Крамаренко Андрій Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Тенденції впровадження штучного інтелекту в анімування та 3D моделювання
керівник кваліфікаційної роботи Ярослав ТОРОШАНКО,
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «20» лютого 2026р. № 51
2. Строк подання кваліфікаційної роботи «8» травня 2026р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література; технології штучного інтелекту; машинне та глибоке навчання; нейронні мережі; комп'ютерний зір; технології NLP; 3D-моделювання та анімація; програмні засоби Blender, Meshy.AI, LumaLabs Genie, 3D AI Studio; технології Motion Capture; сучасні засоби автоматизації цифрового контенту.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Поняття штучного інтелекту. Його функціонал
2. Використання штучного інтелекту у 3D-моделюванні та анімаціях
3. Приклад сучасних програм для 3D-моделювання та анімацій з використанням ШІ
5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*
6. Дата видачі завдання«20» лютого 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір даних	25.02-22.03.2026	Виконано
2	Обробка матеріалу	23.03-05.04.2026	Виконано
3	Розробка теоретичної частини	06.04-10.04.2026	Виконано
4	Створення 3D-моделей	11.04-15.04.2026	Виконано
5	Створення анімацій	11.04-20.04.2026	Виконано
6	Висновки за результатами аналізу	19.04-25.04.2026	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	26.04-03.05.2026	Виконано
8	Розробка презентації	01.05-10.05.2026	Виконано
9	Передзахист	11.05-15.05.2026	Виконано
10	Здача в деканат	15.05-21.05.2026	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Андрій КРАМАРЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Ярослав ТОРОШАНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 53 стор., 20 рис., 1 табл., 19 джерел.

Мета роботи – Аналіз сучасних тенденції впровадження технологій штучного інтелекту в процеси анімування та 3D-моделювання

Об'єкт дослідження – Процес роботи штучного інтелекту у 3D-моделінгу та анімаціях

Предмет дослідження – Інструменти та методики застосування штучного інтелекту в 3D та анімаціях

Короткий зміст роботи: У кваліфікаційній роботі досліджено сучасні тенденції та інструментарій інтеграції штучного інтелекту в процеси 3D-моделювання та анімування, визначено фундаментальні принципи функціонування нейронних мереж і обґрунтовано доцільність їх використання для оптимізації творчих циклів. У ході дослідження проаналізовано методи генерації тривимірного контенту на основі тексту й зображень, виявлено ефективність інтелектуальних систем у задачах автоматичного ригінгу та безмаркерного захоплення руху, а також встановлено позитивний вплив алгоритмів глибокого навчання на швидкість рендерингу та якість фінальної візуалізації. Шляхом порівняльного аналізу сучасних програмних рішень, показано практичну цінність автоматизації рутинних технічних етапів, виокремлено ключові переваги синергії людського потенціалу з обчислювальними можливостями ШІ та окреслено перспективні вектори розвитку комп'ютерної інженерії в індустрії цифрового візуального контенту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ШІ, 3D-МОДЕЛЮВАННЯ, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, ML, ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ, DL, КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, АНІМАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП…… 6
1. **ПОНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. ЙОГО ФУНКЦІОНАЛ**…… 7
1.1 Штучний інтелект…… 7
1.2 Машинне навчання…… 9
1.3 Глибоке навчання…… 11
1.4 Обробка природної мови…… 14
1.5 Комп'ютерний зір…… 15
1.6 Штучні нейронні мережі…… 16
1.7 Тест Тьюринга…… 19
2. **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У 3D-МОДЕЛЮВАННІ ТА АНІМАЦІЯХ**…… 20
2.1 Основи 3D-моделювання…… 20
2.2 Як штучний інтелект працює з 3D-моделями…… 21
2.3 ШІ в анімаціях…… 22
2.4 Застосування ШІ в анімаціях…… 23
3. **ПРИКЛАДИ СУЧАСНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНІМАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯ ШІ**…… 28
3.1 Огляд сучасних ШІ для 3D-моделей…… 28
3.2 Майбутнє 3D-моделювання зі штучним інтелектом…… 31
3.3 Плагіни для blender на основі ШІ…… 33
3.4 Огляд використання сучасних ШІ для аніміцій…… 35
3.5 Майбутнє ШІ в анімаціях…… 39
ВИСНОВКИ…… 41
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 42
Додаток А. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)…… 44

ВСТУП

Стрімкий розвиток інформаційних технологій у XXI столітті призвів до глобальної трансформації методів створення цифрового контенту. Одним із найбільш перспективних напрямів цієї еволюції є впровадження штучного інтелекту в індустрію 3D-графіки та анімації. Традиційні процеси моделювання персонажів, побудови складних сцен та налаштування анімації завжди вимагали значних часових ресурсів та глибоких технічних знань, проте сучасні нейронні мережі та алгоритми машинного навчання кардинально змінюють цей підхід, автоматизуючи найбільш трудомісткі етапи розробки.

Інтеграція інтелектуальних систем у робочі процеси аніматорів та художників охоплює широке коло завдань: від генерації текстур та топології об'єктів до автоматичного створення реалістичних рухів персонажів на основі аналізу відеоданих. Розвиток методів машинного навчання став каталізатором для створення інструментів, що здатні інтерпретувати творчий задум автора та перетворювати його на деталізоване тривимірне середовище з мінімальною участю людини.

Разом із технічними перевагами, впровадження штучного інтелекту ставить перед професійною спільнотою нові виклики, пов’язані з необхідністю перегляду класичних підходів до навчання кадрів та адаптації програмного забезпечення. Розуміння сучасних тенденцій у цій сфері дозволяє оцінити вектор розвитку комп'ютерної графіки на найближчі роки, де взаємодія людини та машини стає ключовим чинником створення якісного візуального продукту в кіноіндустрії, ігровій розробці та системах віртуальної реальності.

1. ПОНЯТТЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. ЙОГО ФУНКЦІОНАЛ

1.1 Штучний інтелект

Штучний інтелект, або скорочено ШІ — це галузь комп’ютерних наук, яка розробляє системи здатні виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. В основі ШІ лежить ідея створення машин, які спроможні імітувати когнітивні функції людини і можуть вчитися на власному досвіді, щоб з часом покращувати свою продуктивність. Сфера штучного інтелекту постійно розвивається і має потенціал революціонізувати багато аспектів нашого життя — від охорони здоров’я і фінансів до транспорту і розваг.

ШІ, якщо говорити простіше, це технологія, яка дозволяє машинам не просто виконувати заздалегідь прописані команди, а думати: аналізувати інформацію, робити висновки, вчитися на помилках і адаптуватися до нових умов. Замість жорсткого алгоритму, ШІ використовує математичні моделі для пошуку закономірностей у величезних масивах даних. Це дозволяє йому розв'язувати задачі, які раніше вважалися виключно прерогативою людини: від написання віршів до створення власного коду. ШІ можна розділити на кілька різних типів, кожен з яких має свої унікальні характеристики та сфери застосування. Основні типи навчання включають:

- машинне навчання
- глибоке навчання
- обробку природної мови
- комп’ютерний зір

Загалом ці технології використовуються для навчання машин розпізнавати закономірності в даних, робити прогнози або приймати рішення на основі цих даних і взаємодіяти з людиною природним чином, наприклад, за допомогою мови або тексту.

Після того як ШІ навчився обробляти інформацію він вчиться “мислити”. Тобто вибирається принцип за яким ШІ буде шукати відповідь на поставлені задачі. Щоб зрозуміти, як саме ШІ здобуває здатність “мислити” та приймати рішення, варто розглянути конкретні механізми та архітектури, які лежать в його основі. Процес навчання та прийняття рішень зазвичай реалізується за допомогою одного з трьох фундаментальних підходів:

1) **Нейронні мережі –** системи, натхненні будовою людського мозку. Вони складаються з тисяч або мільйонів штучних нейронів, організованих у шари. Коли дані проходять крізь ці шари, кожен нейрон обробляє частинку інформації, виявляючи зв'язки та закономірності. Саме завдяки глибоким нейронним мережам сучасні системи здатні розпізнавати обличчя на фото або вести складні діалоги.

2) **Вирішальні дерева –** цей метод нагадує послідовну стратегію мислення. Система будує деревоподібну модель рішень, де кожен “стовбур” — це запитання до даних (наприклад: “Чи є в листі слово акція?”), а кожна “гілка” — шлях до відповіді. Це робить процес мислення ШІ прозорим і логічним, дозволяючи людям легко простежити, чому машина прийшла до певного висновку.

3) **Генетичні алгоритми –** методи які використовують принципи природної еволюції Чарльза Дарвіна. Для розв'язання задачі створюється “популяція” випадкових варіантів рішень. Алгоритм відбирає найкращі з них, “схрещує” їх між собою та додає випадкові “мутації”. Через сотні поколінь система “вирощує” ідеальне рішення для складної проблеми, наприклад, для оптимізації маршрутів доставки або проектування аеродинамічних деталей.

1.2 Машинне навчання

Машинне навчання (Machine Learning, ML) - це підмножина штучного інтелекту (ШІ), що зосереджена на алгоритмах, які можуть вивчати закономірності навчальних даних і, згодом, робити точні висновки щодо нових даних. Ця здатність розпізнавання закономірностей дозволяє моделям машинного навчання приймати рішення або робити прогнозувати без явних, жорстко закодованих інструкцій.

Машинне навчання стало домінувати в галузі ШІ. Воно використовується в більшості сучасних систем штучного інтелекту від моделей прогнозування до автономних транспортних засобів, від великих мовних моделей (LLM) до інших генеративних інструментів штучного інтелекту. ML передбачає введення великих обсягів даних в алгоритм або модель, які потім вчаться робити прогнози або приймати рішення на основі цих даних. Центральна передумова машинного навчання полягає в тому, що якщо оптимізувати продуктивність моделі на наборі даних завдань, для яких вона буде використовуватися, модель може робити точні прогнози щодо нових даних, які вона використовує.

Самонавчання це простий спосіб досягнення кінцевої мети. Фундаментальною ціллю ML є здатність моделі бути високоефективною у реальних сценаріях, користуючись даною базою даних. Машинне навчання працює за допомогою математичної логіки. Тому відповідні характеристики або особливості кожних даних мають бути виражені числово, щоб самі дані можна було ввести в математичний алгоритм, який навчиться зіставляти заданий вхідний сигнал із бажаним вихідним сигналом. Усі методи машинного навчання можна розділити на три окремі види навчання:є

1) Навчання з учителем (Supervised Learning) - комп'ютер знайомлять зі зразками вхідних даних та їхніх правильних відповідей, а метою такого навчання є навчитися загального правила, яке буде відображати бажані входи на виходи.

2) Навчання без вчителя (Unsupervised Learning) - у цьому випадку модель отримує дані без жодних міток чи підказок. Завдання моделі самостійно знайти приховану структуру або закономірності в масиві даних.

3) Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) - у цьому випадку відсутній статичний набір даних, натомість є агент, який діє у певному середовищі. Агент виконує дії та отримує за них позитивний сигнал(винагороду) або негативний (штраф). Мета такого навчання виробити стратегію поведінки, яка максимізує сумарну винагороду в довгостроковій перспективі.

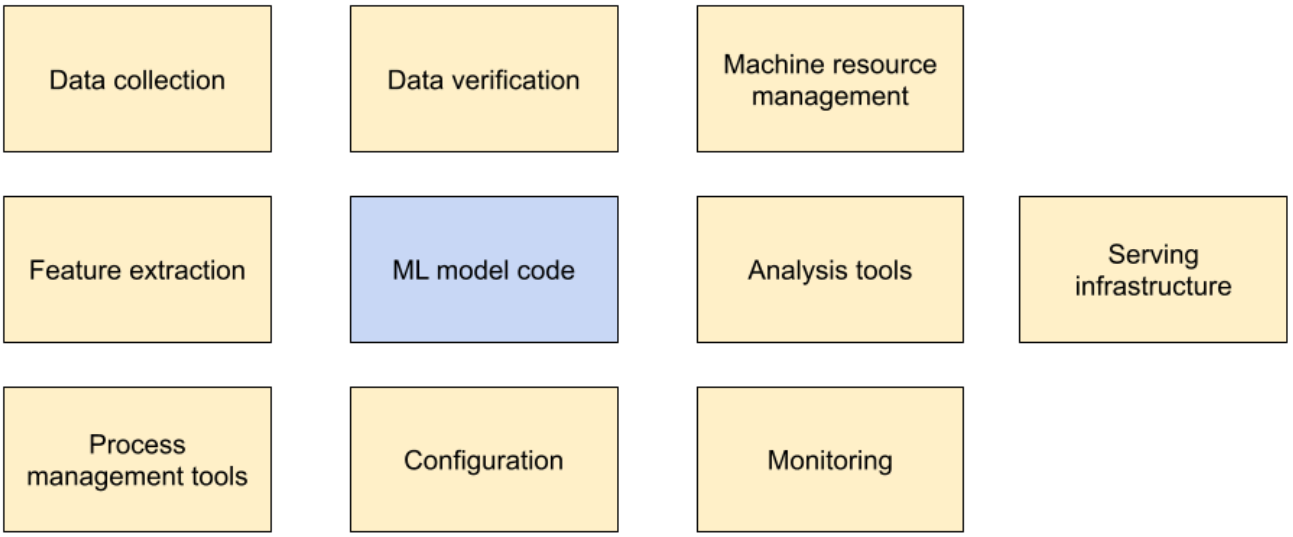


Рисунок 1.1 – Система машинного навчання, що працює в реальних умовах

В основі системи машинного навчання, що працює в реальних умовах, лежить код моделі машинного навчання, але часто він становить лише до 5% від загальної кодової бази системи. Система машинного навчання, яка працює в реальних умовах, виділяє значні ресурси на вхідні дані: їх збирання, перевірку й отримання ознак.

Загалом модель має дві методики навчання статичну або динамічну. Статичне навчання є найбільш розповсюдженим підходом. У цьому сценарії модель тренується на фіксованому, заздалегідь підготовленому наборі даних. Після того, як модель досягла потрібної точності вона більше не вчиться на нових прикладах, які бачить під час роботи. Динамічне навчання передбачає, що модель

продовжує вчитися безперервно, отримуючи дані невеликими порціями. Як тільки з'являється нова інформація, модель коригує свої внутрішні параметри. Це дозволяє системі миттєво адаптуватися до змін у поведінці користувачів або інших умов.



Рисунок 1.2 – Приклад динамічного навчання

1.3 Глибоке навчання

Глибоке навчання (Deep Learning, DL) - це тип машинного навчання, який дозволяє комп'ютерам обробляти інформацію способами, схожими на людський мозок. Він називається глибоким, тому що включає в себе кілька шарів нейронних мереж, які допомагають системі зрозуміти і інтерпретувати дані. Ця техніка дозволяє комп'ютерам розпізнавати шаблони та керувати складними завданнями, такими як переклад мов та автономне керування автомобілями. Подібно до того, як люди навчаються на досвіді, ці системи з часом покращують свої навички та точність, аналізуючи величезні обсяги даних, не потребуючи ручних оновлень від людей.

На першому етапі, який називається прямим поширенням, дані проходять крізь шари нейронів. Кожен зв'язок між нейронами має свій коефіцієнт — “вагу”. Мережа виконує математичні операції з цими вагами, щоб перетворити вхідні сигнали на певний результат, наприклад, розпізнати об'єкт на фото або передбачити наступне слово в реченні. На цьому етапі мережа ще не знає, чи правильна її відповідь, вона просто видає найбільш ймовірний варіант згідно зі своїми поточними налаштуваннями.

Після отримання результату в гру вступає функція втрат. Вона порівнює прогноз моделі з реальною правильною відповіддю, яку надав розробник. Якщо мережа помилилася, функція втрат генерує числове значення — міру цієї помилки. Чим більша розбіжність між очікуванням людини та виходом мережі, тим вищим буде це значення. Саме цей "сигнал про помилку" стає основою для всього подальшого навчання.

Потім мережі використовують зворотне поширення, щоб зрозуміти які саме ваги в мережі найбільше вплинули на помилковий результат. Алгоритм рухається у зворотному напрямку перевіряючи усе від вихідного шару до вхідного. Це потрібно для обчислення градієнту — напрямок, у якому потрібно змінити кожну вагу, щоб мінімізувати розходження.

На останньому етапі цикл замикається завдяки градієнту. Він фактично змінює значення ваг на основі даних, отриманих під час зворотного поширення. У результаті алгоритми всередині нейронної мережі стають надзвичайно точними, що й дозволяє системам глибокого навчання демонструвати результати, які часто не поступаються людським.

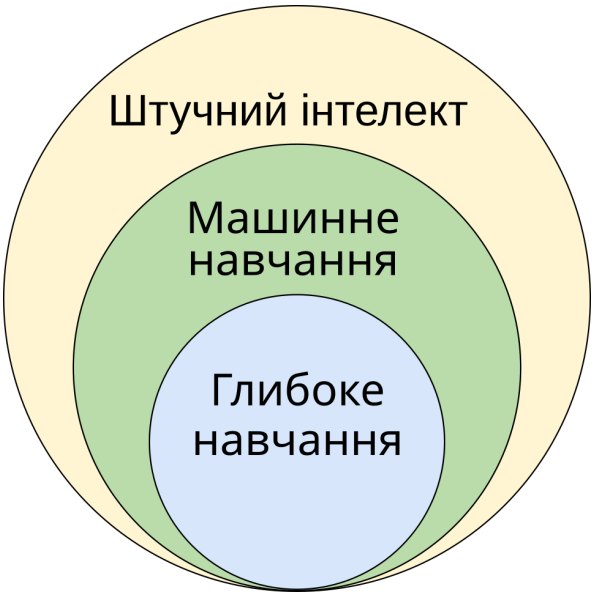


Рисунок 1.3 – Наочне зображення різниці між ШІ, ML та DL

Щоб пояснити різницю словами можна використати як приклад концепцію безпілотного автомобіля:

1) ШІ – це мозок автомобіля, який поєднує в собі навігацію, прогнозування поведінки інших учасників руху та дотримання правил дорожнього руху. Його основна задача безпечно доставити пасажира з точки А в точку Б. Сюди входить машинне та глибоке навчання.

2) Машинне навчання – це здатність автомобіля вдосконалюватися. Замість того, щоб програмувати “якщо бачиш червоне на світлофорі, то гальмуй”, система аналізує тисячі годин записів реальних поїздок. Вона вчиться розрізняти закономірності, наприклад, що після червоного світла людини починають переходити дорогу, і адаптує свою стратегію гальмування на основі накопиченого досвіду.

3) Глибоке навчання – завдяки багатошаровим нейронним мережам автомобіль не просто бачить набір пікселів, а миттєво ідентифікує об'єкти: відокремлює велосипедиста від дорожнього знака, розпізнає сигнали світлофора за складних погодних умов та оцінює відстань до перешкод.

Індустрія розваг використовує програми глибокого навчання для надання рекомендацій, щодо контенту на стрімінгових платформах, а також для допомоги

творцям у розробці реалістичних CGI та складанні музики за допомогою генеративного ШІ. Він також аналізує вподобання глядача, допомагаючи творцям адаптувати контент і прогнозувати майбутні тенденції.

1.4 Обробка природної мови

Обробка природної мови (далі NLP - Natural Language Processing) — галузь штучного інтелекту, що допомагає комп’ютерам розпізнавати, аналізувати та розуміти текст для виконання мовних завдань. Ця технологія охоплює роботу з великими обсягами даних, виражених природною мовою, і допомагає системам ефективно працювати з текстами. Найкращим прикладом цієї технології є віртуальні асистенти й чат-боти (наприклад ChatGPT), які можуть взаємодіяти з користувачами природним чином і надавати інформацію або допомогу. У сфері SEO NLP використовується для аналізу мовних контекстів і шаблонів, що дає змогу точніше розуміти зміст слів і встановлювати між ними взаємозв’язки. Завдяки цьому пошукові системи краще розпізнають наміри користувачів під час введення запиту і забезпечують показ релевантних результатів.

Коли користувач вводить запит система аналізує його, незалежно від того, чи це питання, твердження або набір ключових слів. Текст розбивається на слова (токенізація), видаляються стоп-слова, наприклад, the, and, is, та виконується позначення частин мови (іменників, дієслів тощо). Це допомагає машині краще розуміти текст. У чат-ботах токенізація допомагає правильно інтерпретувати запити. Наприклад, “A beautiful yellow seahorse with white thin-lined patterns” перетворюється на ключові слова “жовтий” “морський коник” “білі” “візерунок”.

1.5 Комп’ютерний зір

Комп’ютерний зір — це підполе штучного інтелекту, яке дозволяє комп’ютерам отримувати корисну інформацію з цифрових зображень або відео. На відміну від обробки зображень, коли нове зображення створюється з існуючого, комп’ютерний зір зосереджується на аналізі візуальних зображень і розумінні їх змісту. Це передбачає отримання зображення, його обробку та отримання значущої інформації для вжиття відповідних дій. Ця технологія використовується в таких додатках, як безпілотні автомобілі та системи розпізнавання облич.

Машинне навчання є ключовим компонентом комп’ютерного зору, оскільки воно дозволяє комп’ютерній системі покращувати свою продуктивність, навчаючись на вибіркових даних. Моделі глибокого навчання широко використовуються для розробки надійних моделей машинного навчання для завдань комп’ютерного зору, таких як розпізнавання об’єктів, сегментація, виявлення та класифікація. Для точної обробки зображення чи відео в програмах комп’ютерного бачення точне виділення ознак відіграє життєво важливу роль. Цей процес передбачає визначення домінуючих функцій на зображеннях, які можна використовувати для аналізу, наприклад країв або текстур, наявних на зображеннях. Зазвичай використовувані інструменти для реалізації комп’ютерної візуалізації включають бібліотеки мови програмування Python, такі як OpenCV і Pillow.

Комп’ютерне бачення можна розділити на чотири основні типи:

1) Двовимірне або 2D бачення – передбачає аналіз двовимірних зображень або відео для отримання такої інформації, як форми, кольори та текстури. Цей тип комп’ютерного зору використовується в таких програмах, як розпізнавання обличчя, відстеження об’єктів і класифікація зображень.

2) Тривимірне або 3D бачення – передбачає аналіз тривимірних даних із таких джерел, як стереокамери або датчики глибини. Цей тип комп’ютерного зору

можна використовувати для таких програм, як реконструкція об’єктів, оцінка пози та доповнена реальність.

3) Глибоке навчання – це частина комп’ютерного зору високого рівня, яка використовує нейронні мережі для розуміння складних візуальних моделей. Вона передбачає навчання великих нейронних мереж на величезних обсягах помічених даних для розпізнавання об’єктів або виконання конкретних завдань з високим рівнем точності. Глибоке навчання призвело до прогресу в таких сферах, як виявлення об’єктів і сегментація.

4) Також варто згадати про машинний зір, який зосереджений на промислових випадках використання. Системи машинного зору розроблені для виконання конкретних завдань, таких як контроль якості під час виробництва або виявлення дефектів у продуктах.

1.6 Штучні нейронні мережі

Штучні нейронні мережі (ШНМ) - це комп’ютерні системи, розроблені для імітації того, як людський мозок обробляє інформацію. Так само, як мозок використовує нейрони для обробки даних та прийняття рішень, ШНМ використовують штучні нейрони для аналізу даних, виявлення закономірностей та прогнозування. Ці мережі складаються з шарів взаємопов’язаних нейронів, які працюють разом для вирішення складних проблем. Ключова ідея полягає в тому, що ШНМ можуть навчатися на даних, які вони обробляють, так само, як наш мозок навчається з досвідом. Вони використовуються в різних застосуваннях, від розпізнавання зображень до надання персоналізованих рекомендацій.

Ключовими компонентами ШНМ являються: вхідний шар (Input Layer), прихований шар (Hidden Layers), вихідний шар (Output Layer).

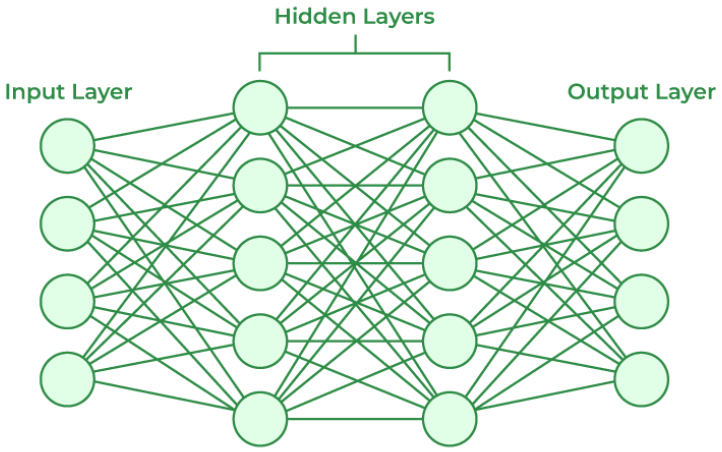


Рисунок 1.4 – Архітектура нейронної мережі

Вхідний шар - це перший етап нейронної мережі, який безпосередньо приймає необроблені дані. Його головна функція — передати вхідну інформацію (наприклад, значення пікселів зображення, числові показники або вектори слів) наступним рівням мережі. Кількість нейронів у цьому шарі зазвичай дорівнює кількості ознак у вхідному наборі даних. На цьому етапі обчислення не проводяться — дані просто готуються до подальшої обробки.

Приховані шари розташовані між вхідним та вихідним рівнями. Кожен нейрон у такому шарі отримує сигнали від попереднього рівня, помножує їх на вагові коефіцієнти, додає зміщення і пропускає результат через функцію активації. Це дозволяє мережі виявляти складні закономірності та нелінійні зв'язки в даних. Глибокі нейронні мережі мають багато таких шарів, що дозволяє їм вивчати все більш абстрактні характеристики об'єкта.

Вихідний шар - це фінальний етап, який генерує результат роботи нейронної мережі. Архітектура цього шару залежить від типу завдання: наприклад, для класифікації він може видавати ймовірності належності до певних категорій, а для регресії — конкретне числове значення. Вихідний шар перетворює абстрактні ознаки, виділені прихованими шарами, у формат, зрозумілий людині або іншим системам. Кількість нейронів тут відповідає кількості цільових класів або значень, які ми хочемо отримати.

ШНМ навчаються в декілька етапів. На першому етапі отримує велику кількість даних. Наприклад, щоб навчити ШНМ розпізнавати кота, ми показуємо їй тисячі зображень котів. Мережа обробляє ці зображення та вчиться визначати ознаки, що визначають кота. На другому етапі проводиться тестування мережі. Їй надають нові зображення, щоб перевірити, чи може вона правильно ідентифікувати котів. Потім передбачення мережі порівнюється з фактичною міткою (незалежно від того, чи це кіт, чи ні). Якщо передбачення неправильне, мережа коригує вагові коефіцієнти зв'язків між нейронами за допомогою процесу, який називається зворотним поширенням. Це передбачає корекцію вагових коефіцієнтів на основі різниці між передбаченим і фактичним результатом. Цей процес повторюється доки мережа не зможе точно розпізнати кота на зображенні з мінімальною похибкою. По суті, завдяки постійному навчанню та зворотному зв'язку мережа стає кращою у визначенні закономірностей та створенні прогнозів.

Таблиця 1.1 – Порівняння біологічних та штучних нейронів

Аспект	Біологічні нейрони	Штучні нейрони
Структура	**Дендрити** - приймають сигнали від інших нейронів	**Вхідні вузли** - отримують дані та передають їх на наступний рівень
	Тіло клітини (Soma) - обробляє сигнали	**Вузли прихованого шару** - обробка та перетворення даних
	Аксон - передає оброблені сигнали іншим нейронам	**Вихідні вузли** - видають кінцевий результат після обробки
З’єднання	**Синапси** - зв’язки між нейронами, що передають сигнали	**Ваги** - зв’язки між нейронами, які контролюють вплив одного нейрона на інший
Механізм навчання	**Синаптична пластичність** - зміни синаптичної сили залежно від активності з часом	**Зворотне поширення** - коригує ваги на основі помилок у прогнозах для покращення майбутньої продуктивності
Активаці	**Активація** - нейрони спрацьовують коли сигнали досягають певного порогу,	**Функція активації** - зіставляє вхідні дані з вихідними, вирішуючи, чи повинен нейрон спрацювати

1.7 Тест Тьюринга

Тест Тьюринга - це метод оцінки здатності машини демонструвати поведінку, яку неможливо відрізнити від людської. Замість того, щоб намагатися дати складне філософське визначення мисленню, Тьюринг запропонував практичний підхід: якщо машина може спілкуватися так природно, що людина-експерт не зможе відрізнити її відповіді від відповідей іншої людини, то таку машину можна вважати інтелектуальною.

Стандартна процедура тесту включає трьох учасників: людину-суддю, іншу людину та комп'ютерну програму. Суддя веде письмовий діалог з двома іншими учасниками, не знаючи, хто з них є машиною. Якщо після серії запитань і відповідей суддя не може з упевненістю визначити, де програма, а де людина, вважається, що комп'ютер пройшов тест. Важливо, що тест оцінює не правильність відповідей, а саме їхню схожість із людськими, включно з можливими помилками, емоціями чи специфічними нюансами спілкування.

Протягом десятиліть тест Тьюринга вважався золотим стандартом ШІ, проте сучасні мовні моделі, як-от ChatGPT або Gemini, значно змінили сприйняття цього виклику. Багато сучасних систем вже здатні легко вводити в оману людей у текстових чатах. Це призвело до критики тесту, оскільки здатність імітувати людину не обов'язково означає наявність свідомості або справжнього розуміння. Сьогодні тест Тьюринга частіше сприймається не як фінальна мета ШІ, а як важлива історична віха, що підштовхнула розвиток обробки природної мови та машинного навчання.

2. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У 3D-МОДЕЛЮВАННІ ТА АНІМАЦІЯХ

2.1 Основи 3D-моделювання

3D-моделювання базується на фундаментальній структурі: вершинах, ребрах та гранях. Вершина - це точка в 3D-просторі, що визначається її координатами x , y та z . З’єднуючи ці точки разом, художники створюють ребра, а коли ребра утворюють замкнуті форми, вони стають гранями. Грані – найчастіше трикутники або чотирикутники – представляють видимі поверхні 3D-об'єкта.

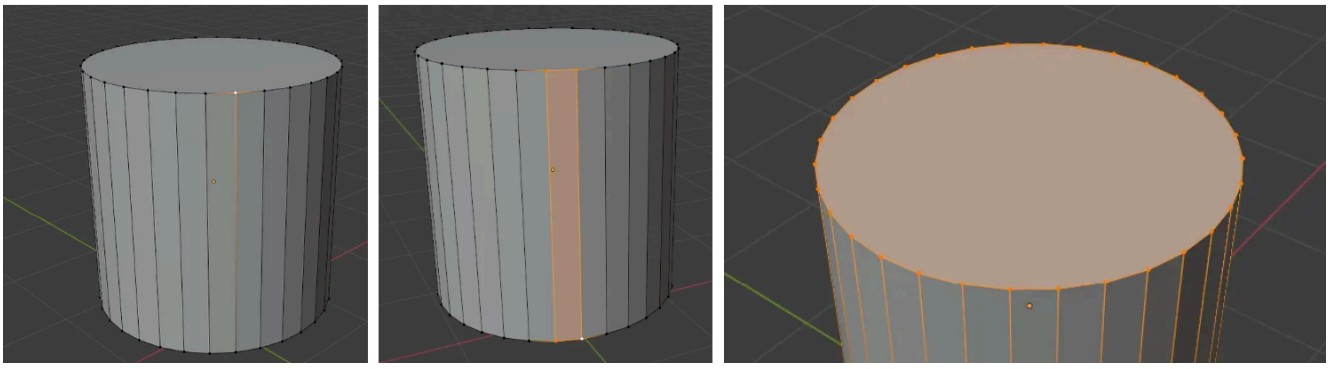


Рисунок 2.1 - Приклад 3D-об'єкта з виділенням вершин, ребер та граней

З цих простих компонентів створюються складні геометричні фігури: площини, сфери, циліндри, органічні форми, архітектурні елементи, персонажі тощо. Розташування вершин і граней відоме як топологія , і воно відіграє вирішальну роль у тому, як модель поводиться під час освітлення, анімації або рендерингу в реальному часі.

Ефективне керування щільністю полігональної сітки є одним із найважливіших завдань у 3D-моделюванні. Кількість вершин безпосередньо впливає на візуальну якість: чим їх більше, тим деталізованішою виглядає модель і тим плавнішими стають її форми. Однак такий підхід має і зворотний бік, адже

надмірна складність геометрії призводить до збільшення розміру файлів, тривалого завантаження, значного навантаження на графічний процесор та довгого рендерінгу.

Пошук балансу між деталізацією та продуктивністю є основою будь-якого професійного 3D-конвеєра. Навіть візуально бездоганна модель може виявитися непридатною для практичного застосування, якщо кількість її вершин перевищує допустимі межі. Це особливо критично для веб-технологій, таких як WebGL, WebGPU чи Three.js, де надмірна вага об'єктів унеможливлює швидку та стабільну роботу додатка.

2.2 Як штучний інтелект працює з 3D-моделями

Штучний інтелект не створює 3D-моделі покроково, як художник-людина. Натомість він вивчає шаблони з великих колекцій 3D-об'єктів, зображень або сканів. Вивчаючи ці приклади, ШІ розуміє, як повинні виглядати нові форми, і автоматично генерувати повні моделі.

Існують різні способи, якими ШІ створює моделі. Деякі системи використовують вокселі, такі як крихітні 3D-пікселі, для побудови фігур. Інші створюють хмари точок, які являють собою мільйони точок на поверхні об'єкта, що пізніше перетворюються на сітку. Більш просунутий ШІ може спробувати згенерувати повну сітку безпосередньо, включаючи форму, краї, а іноді навіть текстури.

Переваги використання ШІ в тому, що він може дуже швидко створювати багато різних версій моделі, що чудово підходить для мозкового штурму або ранніх стадій проектування. Невеликі команди або новачки можуть досліджувати ідеї без потреби у передових технічних навичках. Він також може фіксувати узгоджений стиль для кількох моделей, що корисно для ігор, веб-сайтів або інтерактивних 3D-дослідів.

Однак багато сучасних інструментів для генерації 3D-моделей на основі ШІ, зокрема генератори тексту в 3D, системи реконструкції на основі зображень, як правило, створюють сітки з надмірно високою кількістю вершин, нерегулярною топологією та нерівномірним розподілом поверхонь. Ці характеристики часто призводять до великих та неефективних файлів, які важко завантажувати та візуалізувати, особливо у веб або мобільних середовищах.

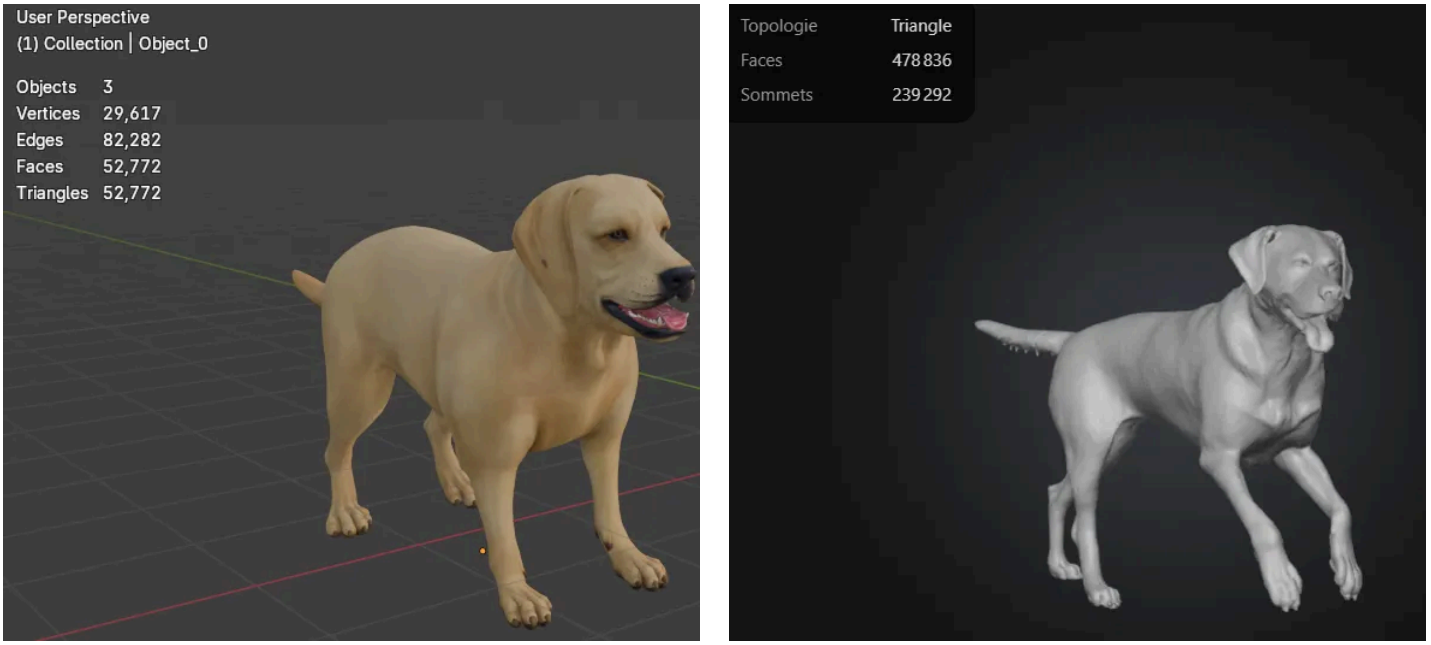


Рисунок 2.2 - Ліворуч 3D-модель собаки, створена людиною. Праворуч 3D-модель собаки, створена за допомогою ШІ

2.3 ШІ в анімаціях

Штучний інтелект в анімації — це інтеграція методів штучного інтелекту та машинного навчання в анімаційний конвеєр. Ці технології вивчають шаблони з величезних наборів даних, таких як захоплення руху, міміка або текстури навколишнього середовища, та застосовують їх для автоматизації або покращення процесів анімації. ШІ також може допомогти зробити анімацію реалістичною, аналізуючи та відтворюючи реалістичні рухи або візуальні ефекти (VFX), такі як

дим, вогонь та вода. На відміну від традиційної комп'ютерної графіки (CGI), яка значною мірою залежить від ручного введення даних, штучний інтелект в анімації забезпечує швидкі та масштабовані результати. Замість того, щоб замінювати аніматорів, штучний інтелект виступає співтворцем, виконуючи важку технічну роботу, дозволяючи художникам зосередитися на розповіді історій та творчості. Автоматизуючи певні повторювані завдання, ШІ робить процес анімації ефективнішим, даючи аніматорам час зосередитися на більш творчих аспектах, таких як розробка персонажів та візуальне доповідання історій. Він також може запропонувати малим анімаційним студіям високий рівень складності середовища, візуальних ефектів, текстур, освітлення та інших аспектів виробництва, які вони можуть не мати змоги виконати вручну. Деяке програмне забезпечення для анімацій на основі штучного інтелекту також може заощадити бюджет на обладнанні, необхідному для традиційної анімації або віртуального виробництва, такому як обладнання для захоплення руху та фони зеленого або синього екрану.

Існує хибна думка щодо деяких інструментів штучного інтелекту для анімації, знижують креативність аніматорів або повністю їх замінюють. Однак технологія ШІ для анімації сприяє покращенню можливостей аніматорів, коли вони отримують потужну ефективність програмного забезпечення для анімації на основі штучного інтелекту, зберігаючи при цьому повний творчий контроль.

2.4 Застосування ШІ в анімаціях

Анімація за допомогою штучного інтелекту працює за допомогою передових алгоритмів машинного навчання, підмножини штучного інтелекту, для автоматизації або покращення традиційного процесу анімації. Спочатку алгоритми штучного інтелекту навчаються на величезних обсягах даних, таких як рух та поведінка людей, тварин, транспортних засобів та інших анімованих об'єктів. Це навчає штучний інтелект специфічним характеристикам, наприклад,

людської міміки, жестів та інших дій.

Колись ригінг та скінінг були одними з найбільш трудомістких частин анімації. Традиційно це кропітка ручна робота, де потрібно стежити, щоб м'язи деформувалися природно. ШІ-інструменти сьогодні дозволяють автоматизувати цей процес: нейромережі аналізують анатомію персонажа і самостійно розставляють суглоби та ваги вершин, що скорочує час підготовки моделі з годин до декількох хвилин.

Сучасний ШІ дозволяє переносити рухи реальної людини на цифрового персонажа без використання дорогих спеціальних костюмів чи маркерів. Достатньо відео з однієї або декількох звичайних камер: алгоритми комп'ютерного зору розпізнають позицію тіла в просторі та відтворюють її в 3D. Це робить технологію Motion Capture доступною навіть для інді-розробників та аматорів.

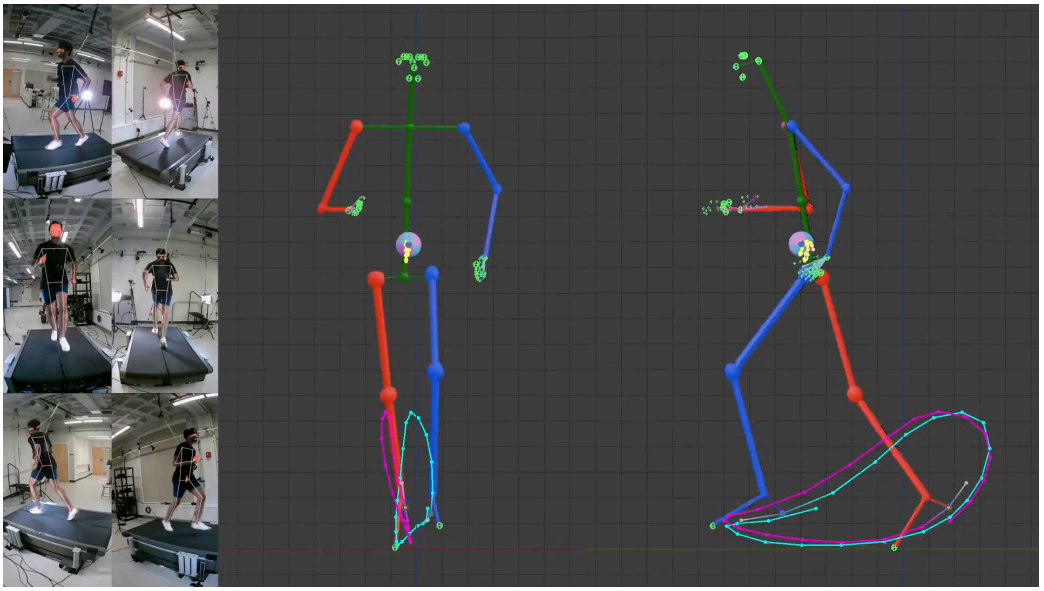


Рисунок 2.3 – Приклад захоплення руху за допомогою ШІ

На рисунку 2.3 було продемонстровано створення скелету для подальшого використання в анімаціях або навчання ШІ. Але це не всі його можливості. Вже сьогодні існує так званий “безмаркерне” захоплення руху. Маркери все ще ставлять на людину, але без використання дорогих костюмів. Для правильного захоплення руху все ще потрібно оцінювати важливі орієнтири. Хоча процес

надзвичайно спростили звівши все до звичайної веб-камери. На рисунку 2.4 показано приклад перенесення руху акторів на готові моделі. Такий підхід дозволяє швидко перенести готове відео у програму для подальшої його редакції.

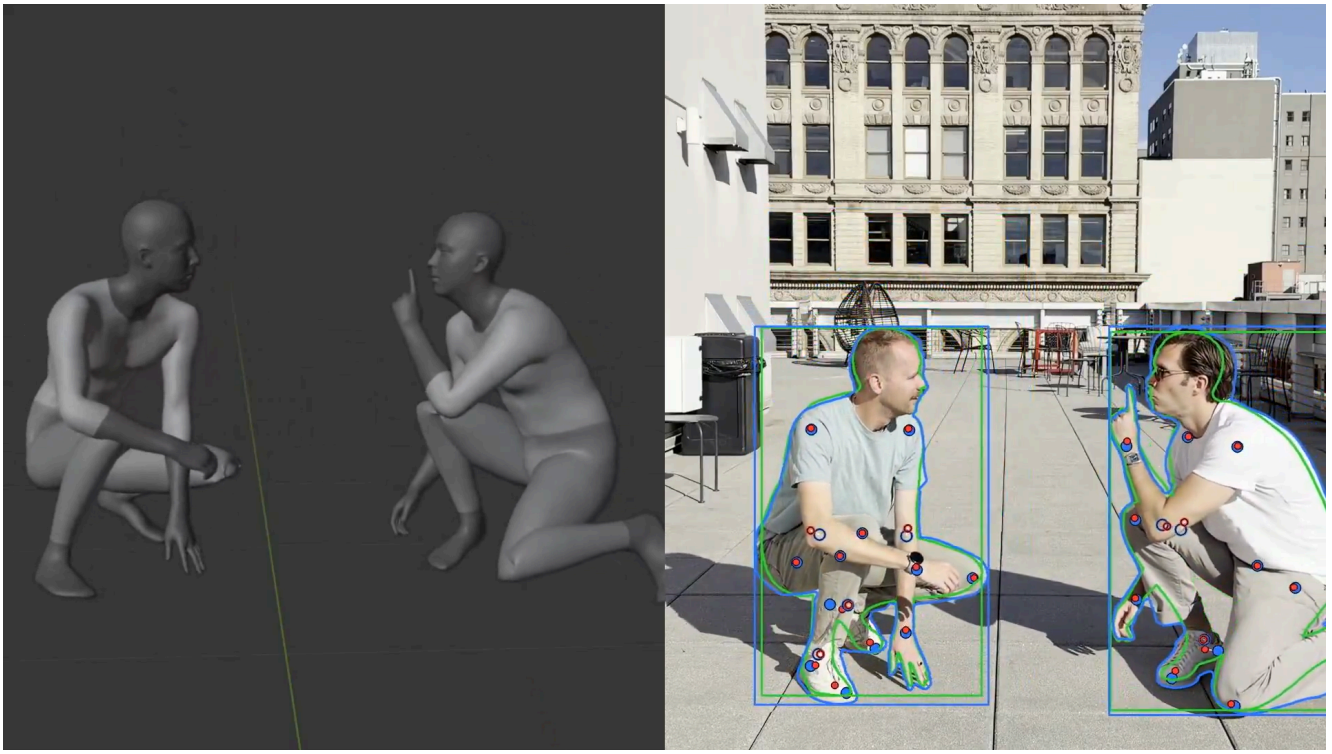


Рисунок 2.4 - Приклад “безмаркерного” захоплення руху

Штучний інтелект кардинально спростив створення міміки. За допомогою аналізу аудіодоріжки ШІ-моделі автоматично генерують рухи губ персонажа, що точно відповідають вимові слів. Крім того, технології захоплення обличчя через вебкамеру дозволяють передавати найменші нюанси емоцій актора на 3D-модель у режимі реального часу, забезпечуючи високу реалістичність.



Рисунок 2.5 - Приклад захоплення міміки за допомого ШІ

В анімації існують плагіни ШІ які беруть на себе створення проміжних кадрів між ключовими позами, що робить рух надзвичайно плавним. У сфері рендерингу технології на кшталт NVIDIA DLSS використовують ШІ для масштабування зображення: відеокарта прораховує картинку в низькій роздільній здатності, а нейромережа покращує деталі до 4K, що значно прискорює вивід фінального зображення без втрати якості.

Замість ручного моделювання кожного дерева чи будинку, аніматори використовують генеративні моделі для створення складних фонів. ШІ може створювати безмежні ландшафти, текстури та цілі 3D-сцени на основі текстових запитів або простих ескізів. Це дозволяє швидко ітерувати концепт-арти та створювати багаті декорації для сцен з мінімальними витратами ресурсів.

На етапі постпродакшну ШІ допомагає з найбільш трудомісткими завданнями: ротоскопінгом (обведення об’єктів), видаленням непотрібних елементів з кадру та кольорокорекцією. Нейромережі здатні автоматично відстежувати об'єкти в русі, накладати складні візуальні ефекти (вогонь, дим, воду) та навіть змінювати освітлення вже відзнятого матеріалу, що раніше вимагало тижнів роботи цілих студій.

Також для пришвидшення анімацій існує методи текст у відео (Text-to-Video). Анімація створюється виключно на основі текстового опису. Це дозволяє швидко візуалізувати сюрреалістичні сценарії або абстрактні ідеї, які було б занадто дорого або складно реалізувати класичними методами. ШІ генерує послідовність кадрів, намагаючись зберегти логічну цілісність об'єктів та фону між ними.

3. ПРИКЛАДИ СУЧАСНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНІМАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯ ШІ

3.1 Огляд сучасних ШІ для 3D-моделей

Meshy.AI стверджує: “Meshy дозволяє творцям контенту легко перетворювати текст і зображення на захоплюючі 3D-ресурси менш ніж за хвилину”. Хоча це правда, щоб отримати щось дійсно корисне з цього інструменту та завантажити його, вам доведеться заплатити 45 кредитів (ви отримуєте 200 на місяць з безкоштовним обліковим записом) та приблизно 5 хвилин. Тим не менш, це досить швидко! І цікаво спостерігати за тим, що він створює.

Інтерфейс Meshy досить простий у використанні та зрозумілий. Він містить безліч значків та візуальних підказок, які допомагають зрозуміти, як робити те, що ви хочете зробити в програмному забезпеченні.

Якість 3D-моделей штучного інтелекту Meshy досить хороша. Ви можете включити в текстове повідомлення такі речі, як “4K, висока роздільна здатність або висока якість”, щоб трохи покращити це. З мого досвіду, Meshy.AI добре створює реалістичніші моделі об'єктів, ніж деякі інші інструменти. Моделі достатньо хорошої якості, щоб використовувати їх як заміну або для концепт-арту як базову модель для подальшої роботи. Я не думаю, що ми досягли точки, коли можна очікувати ідеальної моделі, яку можна просто вставити в гру або анімаційний пакет для негайного використання.

Meshy.AI також пропонує можливість створювати 3D-моделі з зображення, воксельні моделі з текстового запиту та текстурування існуючих моделей за допомогою штучного інтелекту.

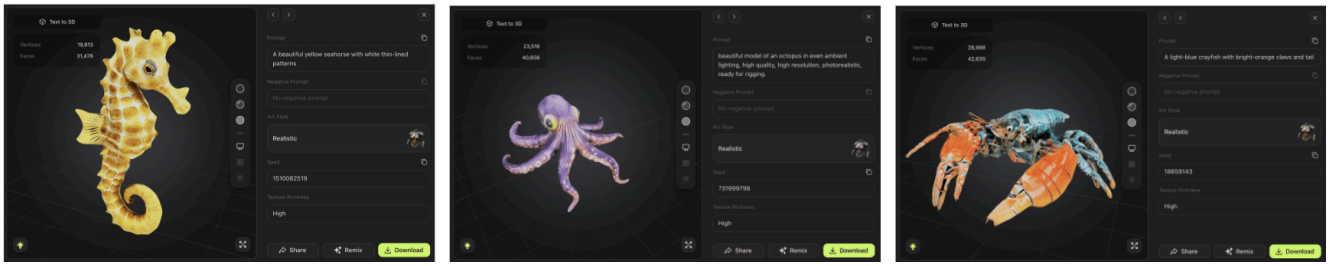


Рисунок 3.1 - Приклади 3D моделей створених Meshy.AI

Одна з речей, яка мені найбільше подобається в 3D AI Studio, це можливість робити набагато більше, ніж просто текстові підказки до 3D-моделей. Ви також можете створювати моделі з тексту на зображення та з зображення на 3D у цьому пакеті. Іноді просто приємно мати можливість робити все в одному інструменті.

3D AI Studio має приємний інтерфейс, який дуже схожий на традиційні пакети 3D-програм. Вони стверджують, що ви можете: “генерувати 3D-моделі, анімацію та текстури за лічені секунди”. За моїм досвідом роботи з цим інструментом, він нарівні з Meshy.AI, коли справа доходить до часу, необхідного для створення моделей. Кілька разів під час використання 3D AI Studio їхній сервер були перевантажені. Це трохи розчаровує, але я знаю, що вони працюють над виправленням цих проблем. Їх компанія невелика але вона віддається повністю своїй справі.

3D Ai Studio створює якісні моделі, подібні до Meshy.AI. Текстури в 3D AI Studio, як правило, трохи м'якші та більш рівномірні, ніж сітчасті, з реалістичною якістю. Освітлення, як правило, трохи однобоке, що означає кожна модель має лише одну добре освітлену сторону, тому пам'ятайте про це, розробляючи свою сцену в 3D-програмному забезпеченні.

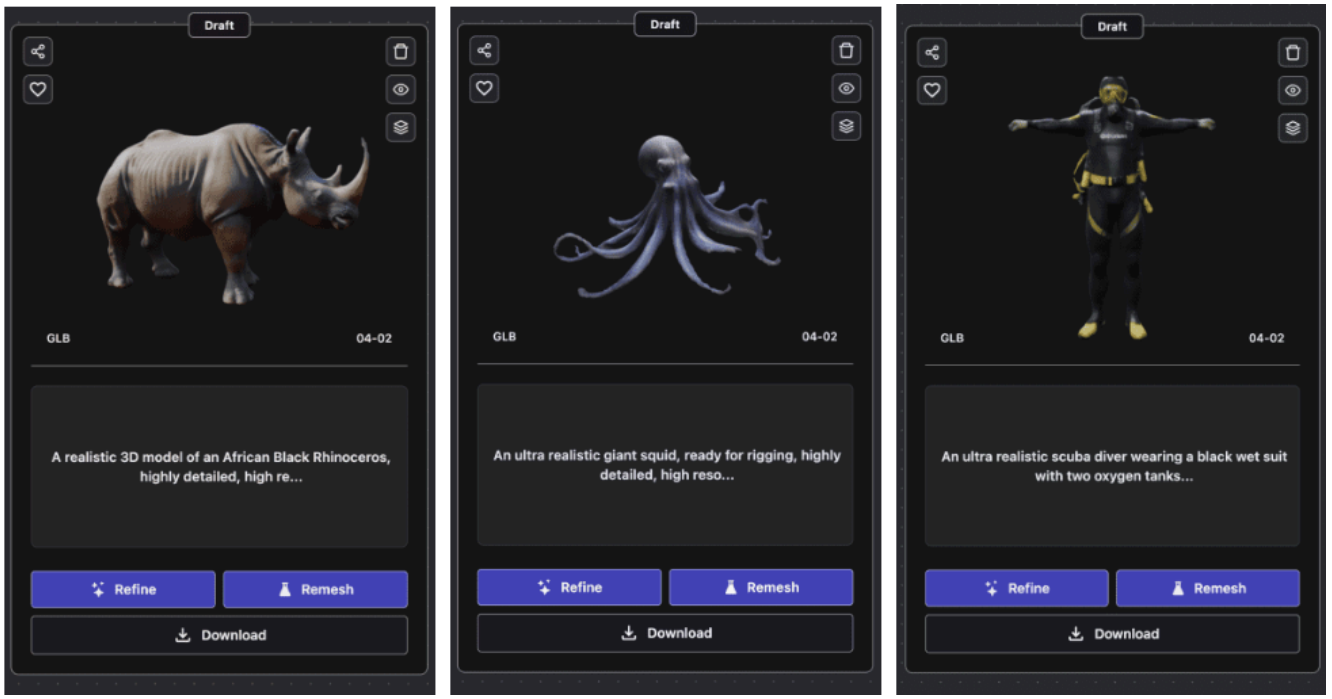


Рисунок 3.2 - Приклади 3D моделей створених 3D AI Studio

LumaLabs — досить крута компанія, яка працює над передовими інструментами штучного інтелекту. Принаймні, поки що функція перетворення тексту на 3D-модель під назвою “Genie” є повністю безкоштовною. Мені сподобалося експериментувати з нею та спостерігати, що з цього вийде. Порівнюючи їх усі, я б сказав, що Genie — найкреативніший у способі створення моделей. Він не дуже добре справляється з реалізмом, але створює досить фантастичних істот. Якщо ви шукаєте стандартні речі, наприклад, стілець, він, ймовірно, вам підійде. Я люблю використовувати його для створення дивакуватих диких морських істот.

Інтерфейс LumaLabs Genie цікавий та простий. У вас є лише один варіант – поле для введення тексту внизу екрана. Після введення запиту вам буде запропоновано створити 4 чернетки. Звідти ви зможете вдосконалити модель. Кількість генерацій та вдосконалень моделей на день, обмеження залежно від використання сервера. Зазвичай мені вдається створювати близько 5 або 6 моделей на день.

LumaLabs створює якісні моделі, подібні до Meshy.AI. Я б вважав ці моделі м’якшими, оскільки кути та краї заокруглені та згладжені. Текстури в Genie також

трохи м’якіші, але більш однорідні, ніж те, що я бачив в інших інструментах.



Рисунок 3.3 - Приклад 3D моделей створених LumaLabs Genie

3.2 Майбутнє 3D-моделювання зі штучним інтелектом

Подумайте, що сталося, коли персональні комп’ютери почали використовувати в графічному дизайні та друці. Комп’ютери зрештою замінили процес ручного набору шрифту для друку газет і книг. Галузь змінилася, і людям довелося розвиватися та адаптуватися, але ці зміни сприяли появі великої кількості нових можливостей. Щоразу, коли відбувається новий великий зсув у технологічному прогресі, з ним приходить страх. Я вважаю, що найкраще, що ми можемо зробити, замість того, щоб боятися змін, спробувати з’ясувати, як ми можемо використати їх собі на благо, як ми можемо використовувати їх у нашому житті та робочому процесі.

Хоча штучний інтелект досяг значного прогресу в 3D-моделюванні, роль 3D-художників залишається вирішальною в галузі. 3D-художники привносять у процес унікальне творче бачення та художні навички, які штучний інтелект самостійно не може відтворити. Інструменти штучного інтелекту навчаються на роботі, яку художники виконували в минулому.

3D-художники можуть працювати пліч-о-пліч з технологією

3D-моделювання на основі штучного інтелекту, щоб полегшити свій робочий процес та підвищити ефективність. Вони можуть використовувати інструменти штучного інтелекту для автоматизації повторюваних завдань, таких як створення базових моделей або текстур. Це дозволить їм зосередитися на більш складних та креативних аспектах своєї роботи, таких як дизайн персонажів або створення середовища. Використовуючи технологію штучного інтелекту, 3D-художники в майбутньому зможуть створювати роботи вищої якості за менший час. Вже зараз розробляються технології для створення реалістичних 3D-моделей із простих геометричних фігур за допомогою ШІ. В даний момент такий підхід ще проходить тести, але вже зараз використовуючи простий запит і декілька фігур можна створити готову модель. На рисунку 3.4 показано приклад як це працює. Зліва створений людиною із трьох фігур каркас авто. Знизу текстовий запит до ШІ та параметр сили його впливу запропоновану модель. На виході справа отримуємо готову модель.

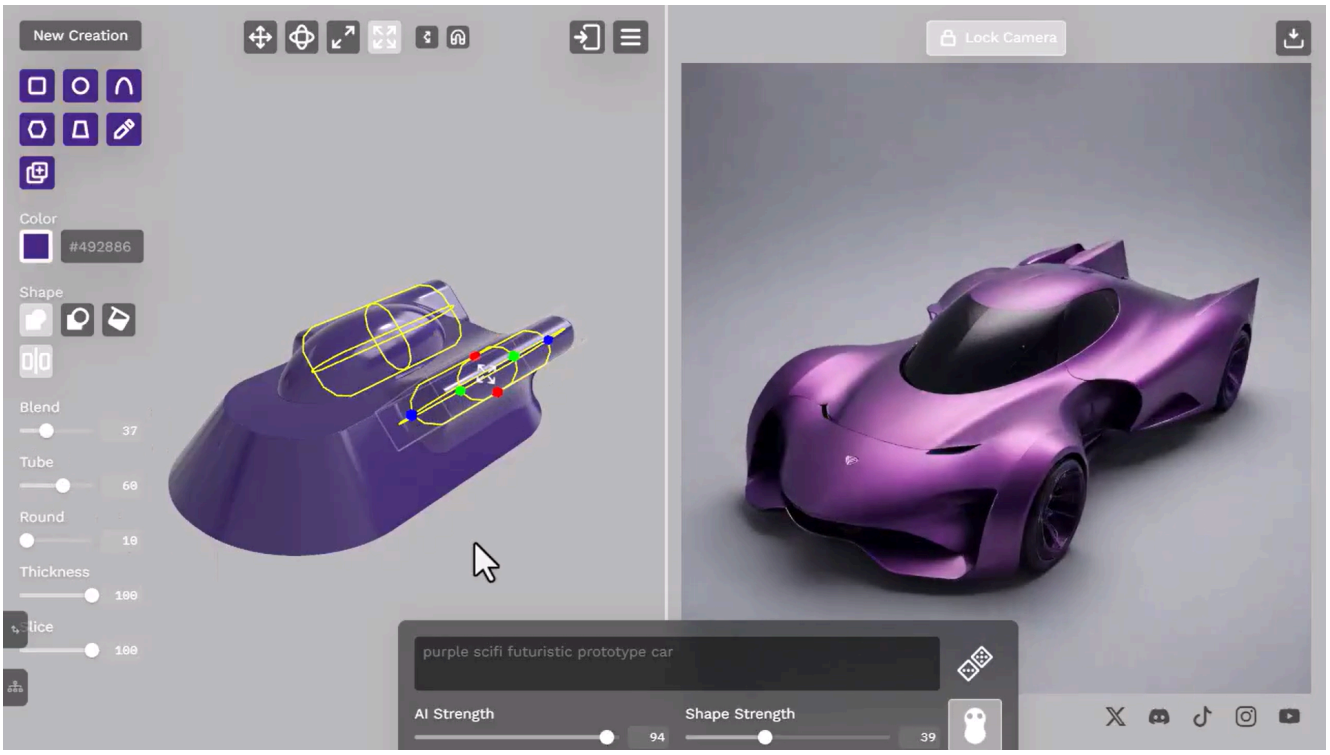


Рисунок 3.4 - Приклад створення 3D-моделі з простих геометричних фігур

Мій прогноз полягає в тому, що штучний інтелект стане ще більш інтегрованим у робочий процес 3D-моделювання, дозволяючи художникам безперешкодно перемикатися між ручними та автоматизованими завданнями. Наприклад, алгоритми штучного інтелекту можуть допомогти художникам у ліпленні складних форм або створенні реалістичних текстур. Такі інструменти, якщо їх можна налаштовувати, можуть бути дуже корисними.

3.3 Плагіни для blender на основі ШІ

Ні для кого не секрет, що плагіни надзвичайно полегшують процес розробки анімацій та моделей. Тому було очікувано, що ШІ добереться і до них. Так як їх досить багато розберемо найзручніші.

Першим плагіном розглянемо **True Depth -** це популярний інструмент, який дає змогу перетворювати плоскі двовимірні зображення на повноцінну 3D-геометрію. Завдяки сучасним ШІ-моделям аддон створює точні карти глибини, які потім трансформуються в полігональну сітку. Оскільки обчислення відбуваються локально на комп`ютері користувача із залученням GPU, процес займає лічені секунди навіть для зображень високої роздільної здатності. Інтерфейс пропонує гнучкі налаштування згладжування та деталізації текстур, а також містить додаткові інструменти для підготовки моделей до 3D-друку.

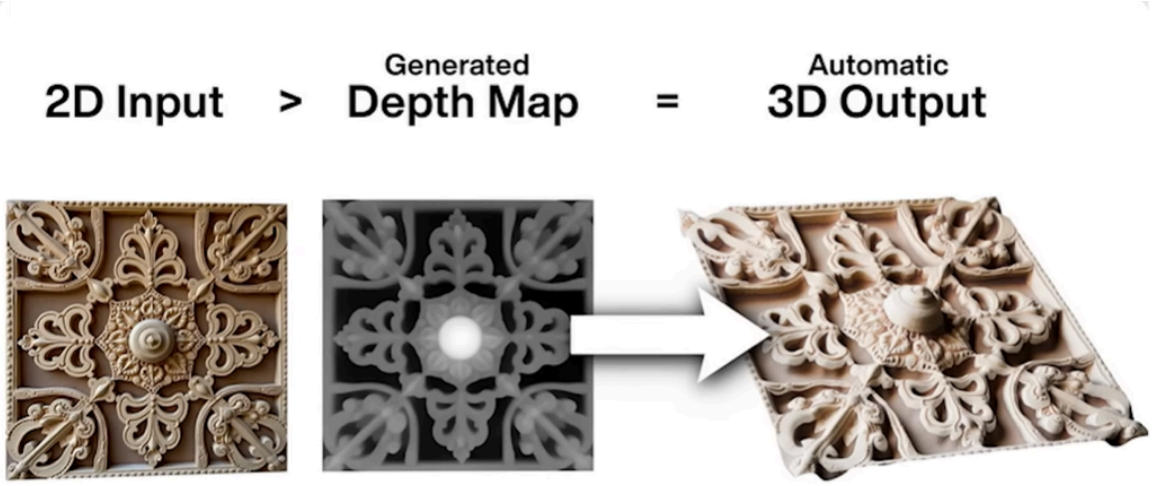


Рисунок 3.5 - Процес перетворення двовимірного зображення на 3D

Наступний аддон буде корисний для новачків. **Blend AI** інтегрує в Blender персонального асистента у форматі чату, що дуже спрощує процес навчання. Він вміє детально роз'яснювати складні налаштування чи функції програми, писати скрипти під конкретні завдання, а також створювати текстури за текстовим описом. Серед додаткових можливостей - функція домальовування зображень, інструмент для автоматичного упорядкування об'єктів у сцені в один клік та вбудований апскейлер для підвищення якості рендерів до 4K. Аддон працює за кредитною системою, де базова частина лімітів надається безкоштовно

Autopainter AI створений спеціально для текстурування тривимірних об'єктів за допомогою штучного інтелекту. Аддон використовує алгоритми Stable Diffusion та ControlNet: він аналізує форму моделі, запікає карти нормалей та глибини з різних ракурсів, а потім на основі текстового опису генерує реалістичну текстуру, яка ідеально лягає на об'єкт. Користувачі можуть обрати, де саме проводити обчислення — у хмарі чи локально на власному ПК.

Blender AI Library пропонує п'ять ключових ШІ-функцій в одному пакеті. Він здатний створювати базові 3D-моделі як з текстових описів, так і з плоских 2D-зображень. Також інструмент підтримує генерацію стандартних картинок за промптом, створення панорамних карт неба HDRI та розробку повноцінних PBR-матеріалів з усіма необхідними картами текстур. За лаштунками аддону

працюють передові моделі, такі як Stable Diffusion та OpenAI Shap-E. Моедлі створені цим аддоном виходять низької якості. Для використання на задньому плані такі моделі згодяться, але якщо треба згенерувати основну модель, доведеться дороблювати її вручну.



Рисунок 3.6 - Приклад моделей створених Blender AI Library

3.4 Огляд використання сучасних ШІ для аніміцій

Animaker виділяється як одна з найуніверсальніших платформ для анімації зі штучним інтелектом. Вона пропонує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс перетягування, що робить анімацію доступною для користувачів без технічних знань.

Можливості штучного інтелекту платформи допомагали мені створювати

персонажів, сцени та переходи з мінімальними зусиллями. Мені особливо подобається, як вона аналізує мій сценарій і пропонує відповідні візуальні елементи, що відповідають поставленій задачі.

Бібліотека Animaker містить понад 100 000 шаблонів та ресурсів, що надає безмежні творчі можливості. Його функція перетворення голосу на анімацію перетворює слова на анімованих персонажів, синхронізованих по губах, що значно економить час.

PowToon перетворився на потужний інструмент для анімації на основі штучного інтелекту, який поєднує професійну якість із простотою використання. Його система шаблонів на основі штучного інтелекту тепер розуміє контекст і теми контенту. Коли я створюю анімацію, інтелектуальна система підказок PowToon рекомендує відповідні візуальні стилі, персонажів та переходи на основі моєї галузі та теми. Це економить години дизайнерських рішень.

Tripo Studio - це не просто черговий інструмент для ригінгу, це повноцінний генератор 3D-моделей на основі штучного інтелекту, який керує всім вашим робочим процесом від концепції до анімації. Ця платформа на основі браузера генерує моделі з тексту або зображень, а також дозволяє імпортувати існуючі моделі для ригінгу та анімації.

Tripo Studio пропонує найкраще з обох світів: створюйте нові моделі за допомогою штучного інтелекту або імпортуйте наявні ресурси. Широка підтримка форматів платформи означає, що ви можете імпортувати моделі з будь-якого 3D-програмного забезпечення (FBX, OBJ, GLB, STL), застосовувати автоматичне налаштування та експортувати у бажаний формат. Ця гнучкість робить його універсальним центром для робочих процесів з налаштування, незалежно від того, починаєте ви з нуля чи вдосконалюєте наявні ресурси.

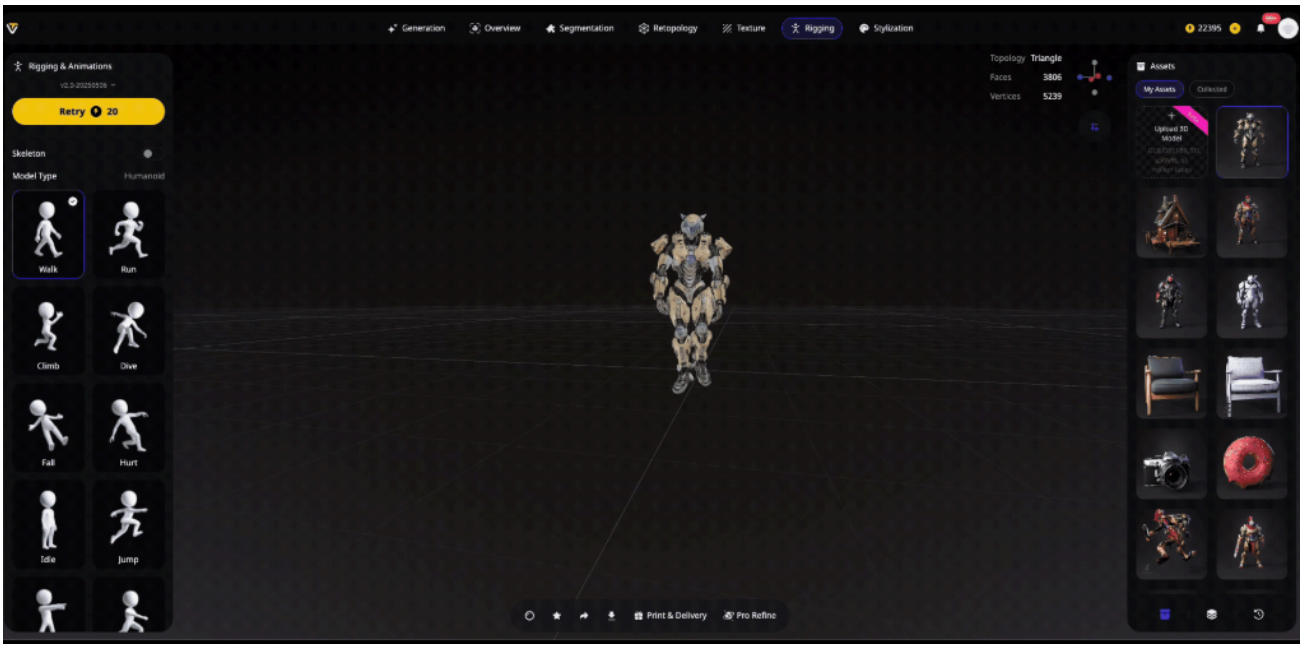


Рисунок 3.7 - Вигляд інтерфейсу Tripo Studio

Mixamo залишається найпопулярнішим безкоштовним програмним забезпеченням для автоматичного ригінгу гуманоїдних персонажів. Веб-інструмент Adobe ригував мільйони персонажів з моменту свого запуску, пропонуючи стабільні результати та величезну бібліотеку анімації.

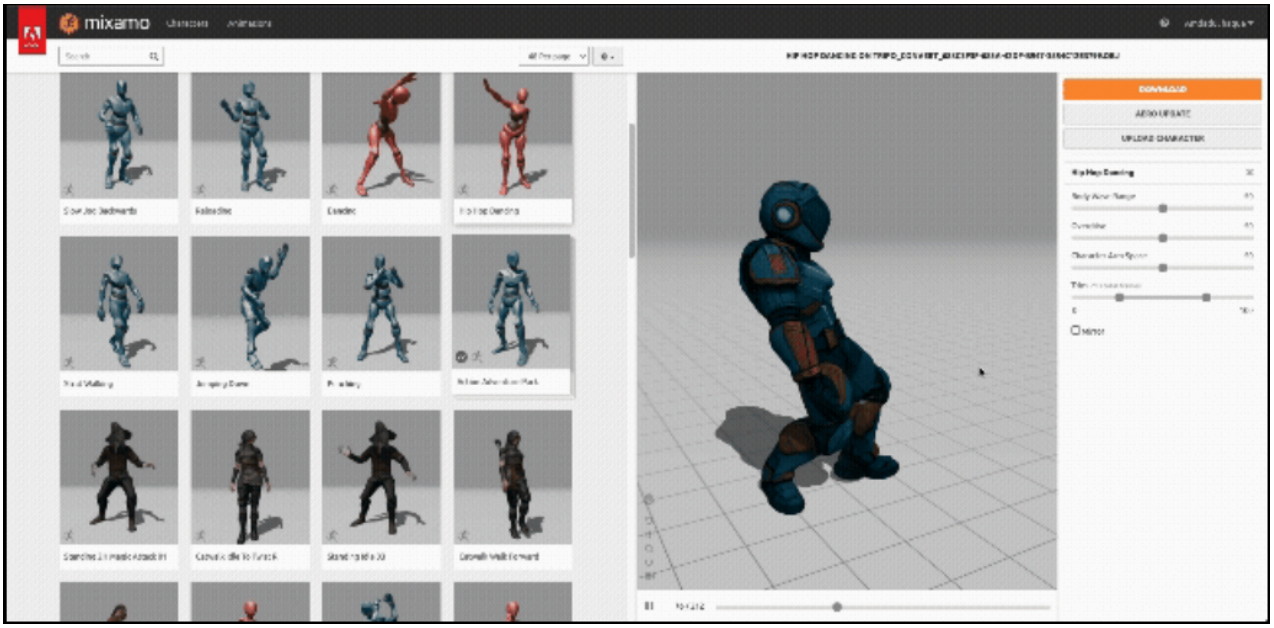


Рисунок 3.8 - Вигляд інтерфейсу Adobe Mixamo

AccuRIG виводить на новий рівень безкоштовний ригінгу якості настільного комп'ютера, демонструючи успіх там, де веб-інструменти не дотягують. Ця програма для Windows створює готові до продакшену ригги з винятковою підтримкою рук і пальців.

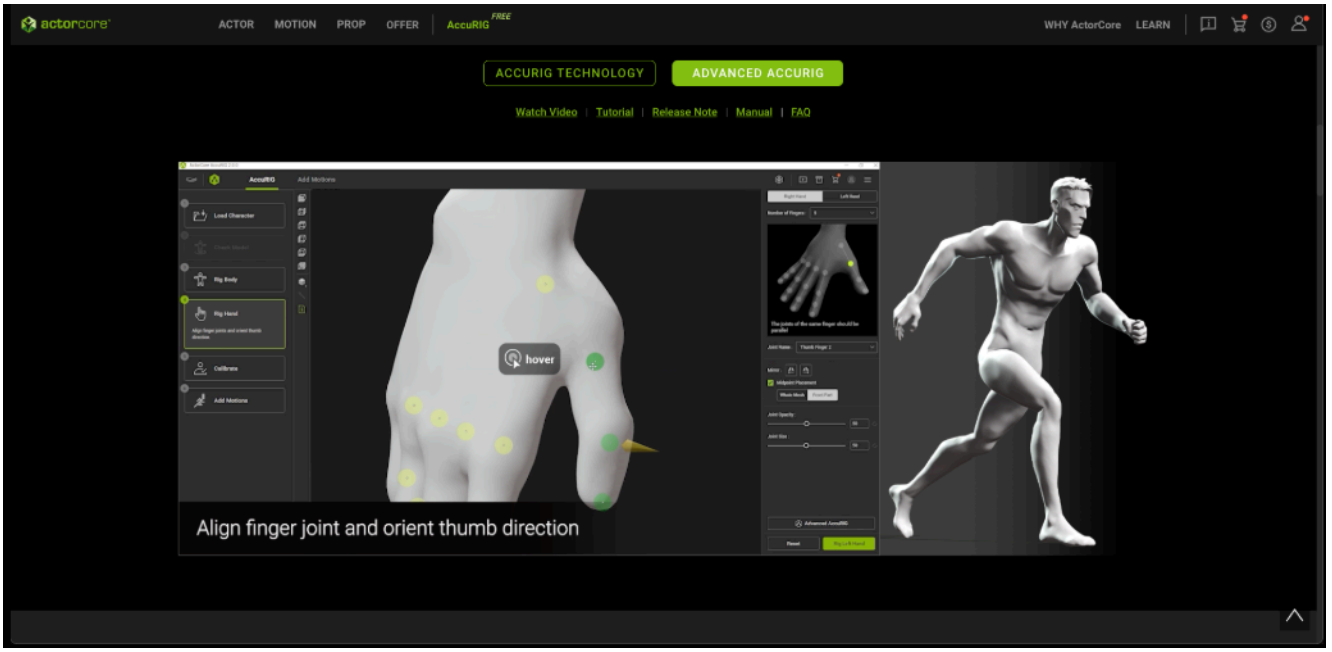


Рисунок 3.9 - Вигляд інтерфейсу Reallusion ActorCore AccuRIG

Rokoko Video це доступний інструмент, що дозволяє перетворювати відео з камери телефону або веб-камери в анімацію. Процес виявився досить швидким: від завантаження відео до отримання готового результату в Unreal Engine 5 пройшло близько 30 хвилин. Основна перевага сервісу — його безкоштовність та можливість працювати лише з одним ракурсом зйомки без використання спеціальних костюмів.

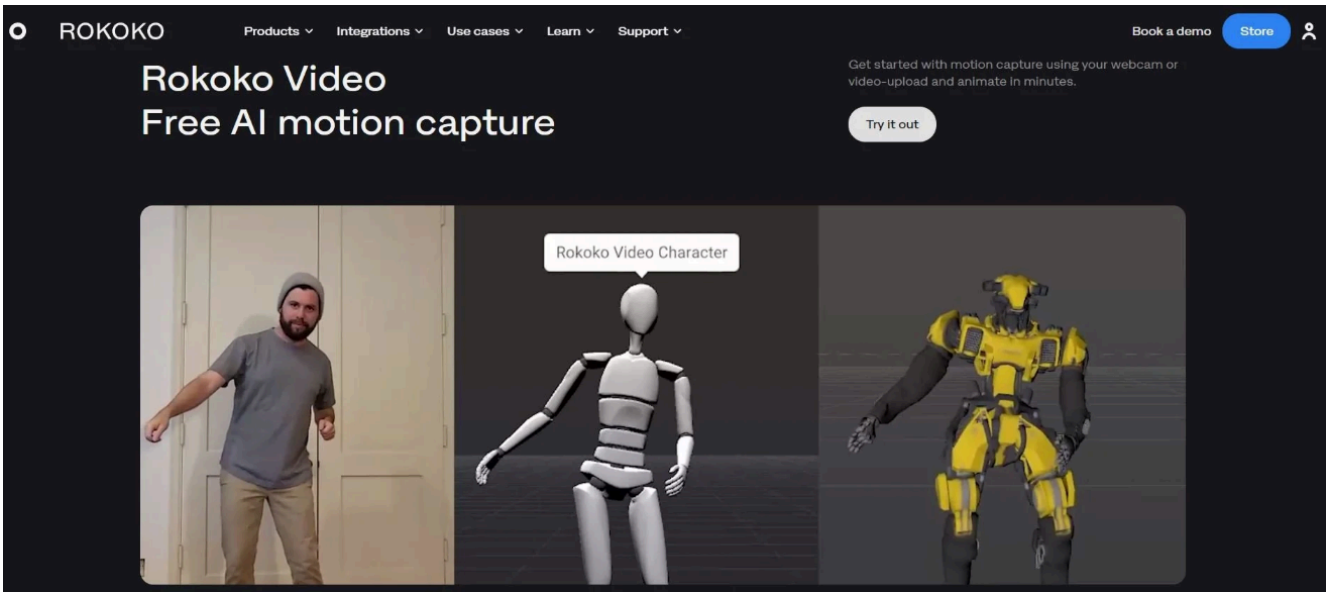


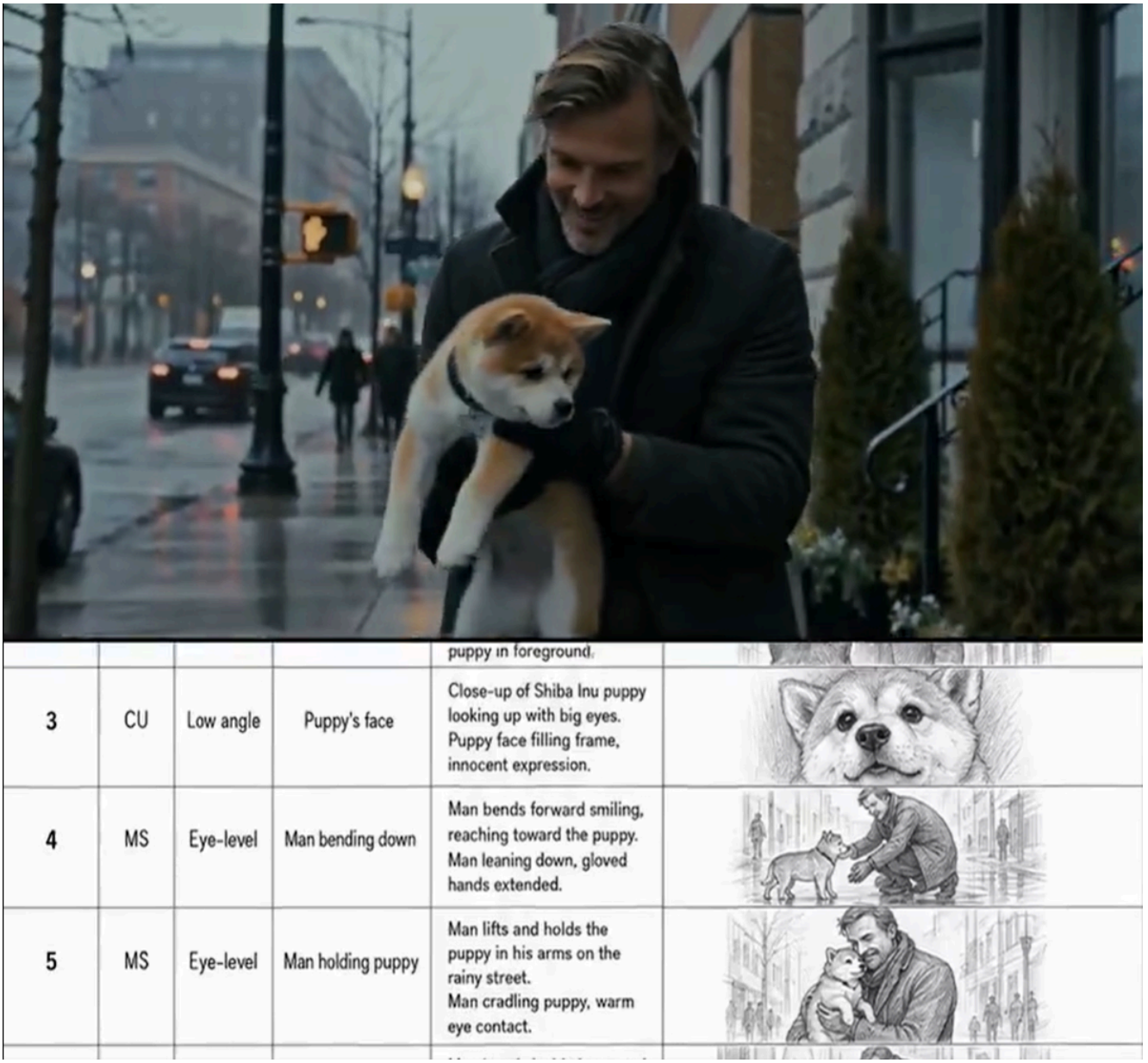
Рисунок 3.10 - Вигляд інтерфейсу Rokoko Video

3.5 Майбутнє ШІ в анімаціях

Майбутнє штучного інтелекту в анімації спрямоване на створення інтерактивних та генеративних історій у реальному часі. З розвитком рендерингу та адаптивних аватарів можливості безмежні. Впровадження адаптивних аватарів в анімації на основі простих відеосигналів докорінно змінює процес виробництва. Складні технічні завдання, як-от захоплення рухів (motion capture) або захоплення міміки, стають доступнішими та швидшими. Це дозволяє зосередитися не на рутинній технічній роботі, а на глобальному творчому баченні, де ШІ бере на себе роль гнучкого виконавця, здатного створювати цілісні послідовності дій за мінімальних вхідних даних.

У підсумку, інтеграція ШІ в анімацію не веде до витіснення людини, а навпаки - розширює межі людської уяви. Технології стають потужним каталізатором, який знімає технічні бар’єри та дозволяє авторам втілювати найсміливіші ідеї. Штучний інтелект лише надає полотно та фарби нового покоління, але справжній сенс та емоційну глибину в кожен кадр продовжує

вкладати митець. ШІ вже дозволяє створювати анімації просто вводячі текст. Але якщо за роботу візьметься справжній аніматор то в тандемі з ШІ вони зможуть створити невеликий мультфільм або кіно. На рисунку 3.8 приведено приклад такої колаборації. Невелика анімація була створена за допомогою підказок людини и ключових кадрів. Звичайно така анімація все ще виглядає механічної, тому її потрібно доробляти. В свою чергу зробити повну анімації зі звуками та переходами буде значно довше ніж відредагувати вже готовий продукт.



				puppy in foreground.	
3	CU	Low angle	Puppy's face	Close-up of Shiba Inu puppy looking up with big eyes. Puppy face filling frame, innocent expression.	
4	MS	Eye-level	Man bending down	Man bends forward smiling, reaching toward the puppy. Man leaning down, gloved hands extended.	
5	MS	Eye-level	Man holding puppy	Man lifts and holds the puppy in his arms on the rainy street. Man cradling puppy, warm eye contact.	

Рисунок 3.11 - Анімація створена ШІ на основі кадрів та підказок

ВИСНОВКИ

Дослідження сучасного стану та перспектив розвитку комп'ютерної графіки підтверджує, що штучний інтелект став ключовим чинником трансформації галузі 3D-моделювання та анімації. Інтеграція алгоритмів машинного навчання дозволяє значно спростити виконання найбільш трудомістких технічних завдань, таких як генерація топології, створення реалістичних текстур та налаштування складних систем скелетного анімування. Завдяки цьому фахівці отримують можливість зосередитися на творчих аспектах проекту, доручаючи рутинні обчислення інтелектуальним інструментам.

Аналіз наявних програмних рішень демонструє, що технології ШІ ефективно вирішують проблему високого порогу входження у професію. Новітні методи генерації тривимірного контенту на основі текстових описів або двовимірних зображень роблять створення складних сцен доступнішим, не втрачаючи при цьому в якості деталізації. Крім того, автоматизація процесів захоплення руху та симуляції фізичних взаємодій дозволяє досягати високого рівня реалізму без використання дорогого спеціалізованого обладнання, що є особливо важливим для незалежних розробників та невеликих студій.

У підсумку можна стверджувати, що впровадження штучного інтелекту не призведе до заміни людської праці, а радше до еволюції ролі фахівця. Майбутнє індустрії полягає у синергії творчого бачення людини та обчислювальної потужності алгоритмів. Подальший розвиток цього напрямку сприятиме створенню ще більш інтерактивних та візуально досконалих світів, стираючи межі між віртуальним простором та реальністю, що визначатиме стандарти цифрового мистецтва на роки вперед.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ (ШІ) - це що таке та як працює, види і приклади. Словник термінів. URL: https://termin.in.ua/shtuchnyy-intelekt/ (дата звернення: 24.02.2026).
2. Machine Learning - Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning (дата звернення: 18.03.2026).
3. Системи машинного навчання, які працюють у реальних умовах | Machine Learning | Google for Developers - https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/production-ml-systems?hl=uk (дата звернення: 07.04.2026).
4. Що таке глибоке навчання | SAP - https://www.sap.com/ukraine/resources/what-is-deep-learning (дата звернення: 22.03.2026).
5. Використання Natural Language Processing для покращення контенту - https://netpeak.net/uk/blog/vikoristannya-natural-language-processing-dlya-pokrashchennya-kontentu/ (дата звернення: 26.03.2026).
6. Пакет для новачків: що таке комп'ютерний зір? - https://www.facerua.com/pakiet-dlia-novachkiv-shcho-takie-kompiutiernii-zir/ (дата звернення: 30.03.2026).
7. Що таке комп'ютерний зір: як він працює та де використовується - https://university.sigma.software/what-is-computer-vision/ (дата звернення: 03.04.2026).
8. Artificial Neural Network - an overview | ScienceDirect Topics - https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/artificial-neural-network (дата звернення: 11.04.2026).
9. Artificial Neural Networks and its Applications - GeeksforGeeks - https://www.geeksforgeeks.org/deep-learning/artificial-neural-networks-and-its-applications/ (дата звернення: 15.04.2026).
10. Neural network (machine learning) - Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Neural_network_(machine_learning) (дата звернення: 20.04.2026).

11. Artificial Neural Network: Understanding the Basic Concepts without Mathematics - PMC - https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6428006/ (дата звернення: 25.04.2026).
12. What Is the Turing Test? Definition, Examples, and More | Coursera - https://www.coursera.org/articles/what-is-the-turing-test (дата звернення: 30.04.2026).
13. Use of AI in 3D Creation and Development | by Valentin Leal | Medium - https://medium.com/@valentin.leal/use-of-ai-in-3d-creation-and-development-8f3b37cb9dd7 (дата звернення: 27.02.2026).
14. Advances in text-guided 3D editing: a survey | Artificial Intelligence Review - https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-024-10937-6 (дата звернення: 03.03.2026).
15. T-GET3D: A Generative Model of High-Quality 3D Textured Shapes Guided by Texts - https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-96-6579-2_9 (дата звернення: 05.03.2026).
16. Generative 3D appearance design: A survey of generation, segmentation and editing by artificial intelligence - https://academic.oup.com/jcde/article/13/1/1/8340357?login=false (дата звернення: 09.03.2026).
17. The Best AI 3D Modeling Tools for 3D Artists in 2026 - Travis Vermilye - https://www.travisvermilye.com/ai-3d-modeling/ (дата звернення: 12.03.2026).
18. AI animation software | Autodesk - https://www.autodesk.com/solutions/media-entertainment/ai-animation#item1 (дата звернення: 15.03.2026).
19. AI in Animation: Tools, Uses & Future Trends - https://www.mimicproductions.com/post/ai-in-animation (дата звернення: 05.05.2026).

Додаток А

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

(Презентація)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій
Кафедра Комп'ютерної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
БАКАЛАВРА

на тему: «Тенденції впровадження штучного інтелекту в анімування та 3D моделювання»

Виконав студент групи КІД-42
Крамаренко Андрій Андрійович

Керівник кваліфікаційної роботи:
Торошанко Ярослав Іванович,
доцент кафедри КІ

Київ – 2026

Мета роботи – Аналіз сучасних тенденції впровадження технологій штучного інтелекту в процеси анімування та 3D-моделювання

Об`єкт дослідження – Процес роботи штучного інтелекту у 3D та анімаціях

Предмет дослідження – Інструменти та методики застосування штучного інтелекту в 3D та анімаціях

2

Актуальність обраної теми

При стрімкому розвитку штучного інтелекту це було лише питання часу, коли відбудеться автоматизація трудомістких процесів створення 3D моделей та анімацій. Впровадження штучного інтелекту дозволяє радикально прискорити рендеринг, генерацію складних текстур та процедурну анімацію персонажів, що полегшить роботу в індустріях геймдеву, кіно та віртуальної реальності. Дослідження дозволить краще розуміти сучасне положення штучного інтелекту та його подальший розвиток.

3

Машинне навчання

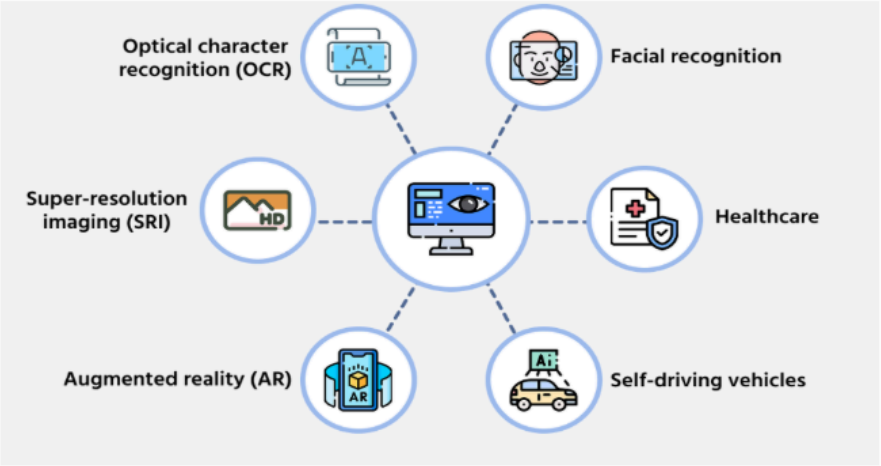
Машинне навчання (Machine Learning, ML) сьогодні найчастіше визначають як напрямок розвитку технологій ШІ зі створення гнучких алгоритмів, здатних до навчання та розвитку на основі отриманих даних. На відміну від звичайних запрограмованих алгоритмів, моделі ML поступово покращуються під час використання. Їх точність залежить від об'єму та якості доступних даних.



4

Комп’ютерний зір

Комп'ютерний зір — це галузь штучного інтелекту, яка дозволяє машинам інтерпретувати та розуміти візуальні дані з навколишнього світу, подібно до того, як люди сприймають і обробляють візуальну інформацію.

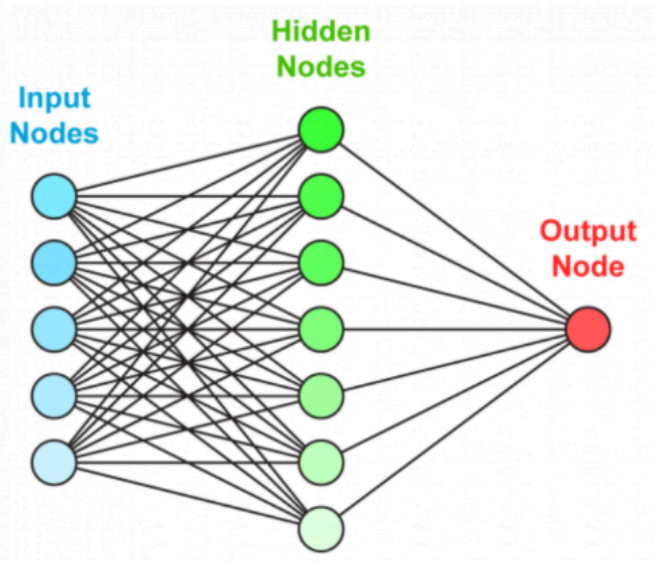


5

Нейромережі

Нейронною мережею називають математичну модель, яка самостійно навчається на основі отриманих даних. Вона працює за принципом людського мозку, але замість нейронів — апаратне і програмне забезпечення.

Якщо представити нейрон як електричний елемент, він буде мати безліч входів і один вихід. Вихідний сигнал визначається набором вхідних даних.



6

Тест Тьюринга

Тест Тьюринга — це класичний та один із найвідоміших методів оцінки інтелектуальності комп'ютерної програми. Головна ідея тесту полягає в тому, щоб визначити, чи здатна машина мислити так, як людина, або принаймні настільки вдало імітувати людську поведінку, щоб її неможливо було відрізнити від справжньої особи.
Сам тест проходить у форматі текстового діалогу наосліп. Людина-суддя спілкується через комп'ютерний термінал із двома невідомими для неї співрозмовниками: один із них є живою людиною, а інший – ШІ-програмою. Завдання судді – після серії запитань і відповідей потрібно визначити, де людина, а де машина. Якщо комп'ютер вводить суддю в оману і той вагається, вважається, що машина пройшла тест і володіє інтелектом.

7

Основи 3D моделювання

3D-моделювання базується на фундаментальній структурі: вершинах, ребрах та гранях. Вершина - це точка в 3D-просторі, що визначається її координатами x , y та z . З’єднуючи ці точки разом, художники створюють ребра, а коли ребра утворюють замкнуті форми, вони стають гранями.

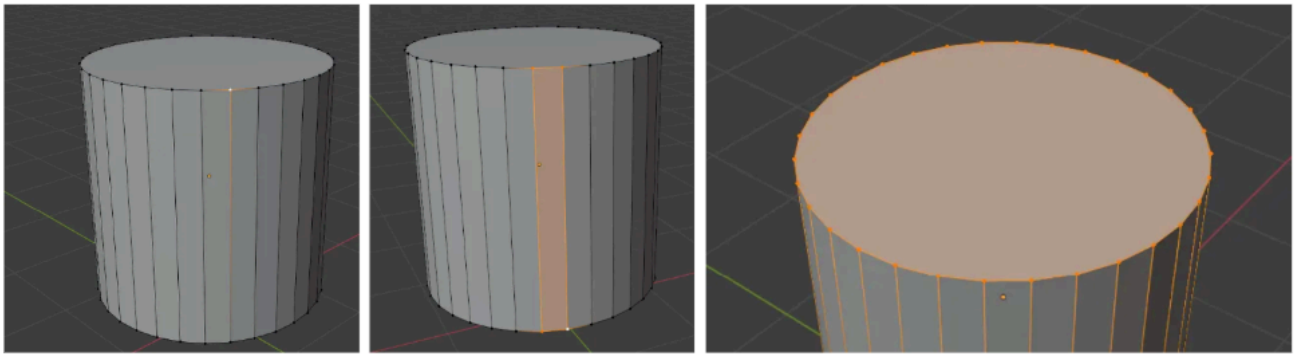


Рисунок 2.1

8

Як штучний інтелект відтворює 3D-моделі

Існують різні способи, якими ШІ створює моделі. Деякі системи використовують вокселі для побудови фігур. Інші створюють хмари точок на поверхні об'єкта, що пізніше перетворюються на сітку.

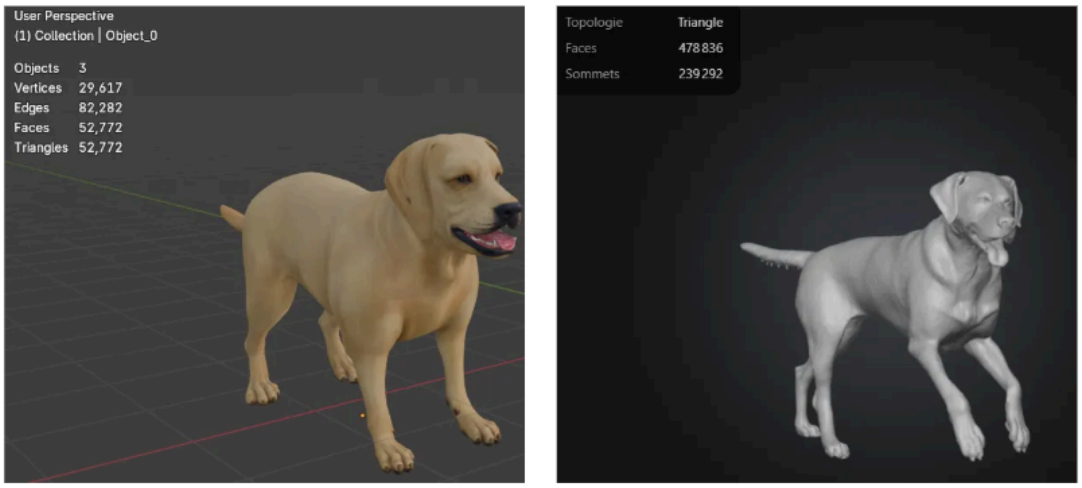


Рисунок 2.2

9

ШІ плагіни

Головна перевага використання плагінів - колосальне прискорення процесу розробки. Вони не замінюють 3D-моделлера, але стають потужним асистентом, який дозволяє швидко протестувати десятки ідей, підібрати колірну гаму чи згенерувати унікальний бекграунд.



Рисунок 3.6

10

Захоплення руху

ШІ дозволяє переносити рухи реальної людини на цифрового персонажа без використання дорогих спеціальних костюмів чи маркерів. Достатньо відео з однієї або декількох звичайних камер: алгоритми комп'ютерного зору розпізнають позицію тіла в просторі та відтворюють її в 3D.

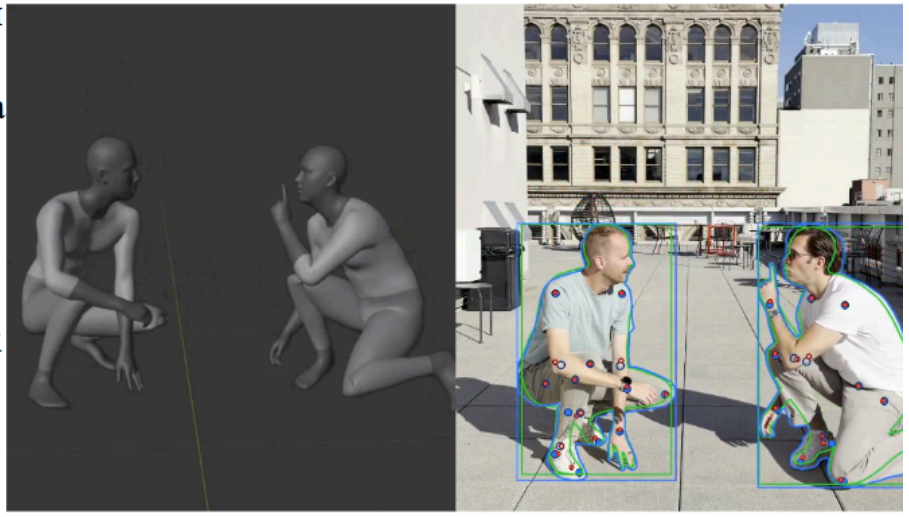


Рисунок 2.4

11

Захоплення міміки

За допомогою аналізу аудіодоріжки ШІ автоматично генерують рухи губ персонажа, що точно відповідають вимові слів. Крім того, технології захоплення обличчя дозволяють передавати найменші нюанси емоцій актора на 3D-модель.



Рисунок 2.5

12

Приклад 3D-моделі створеної Meshy.AI

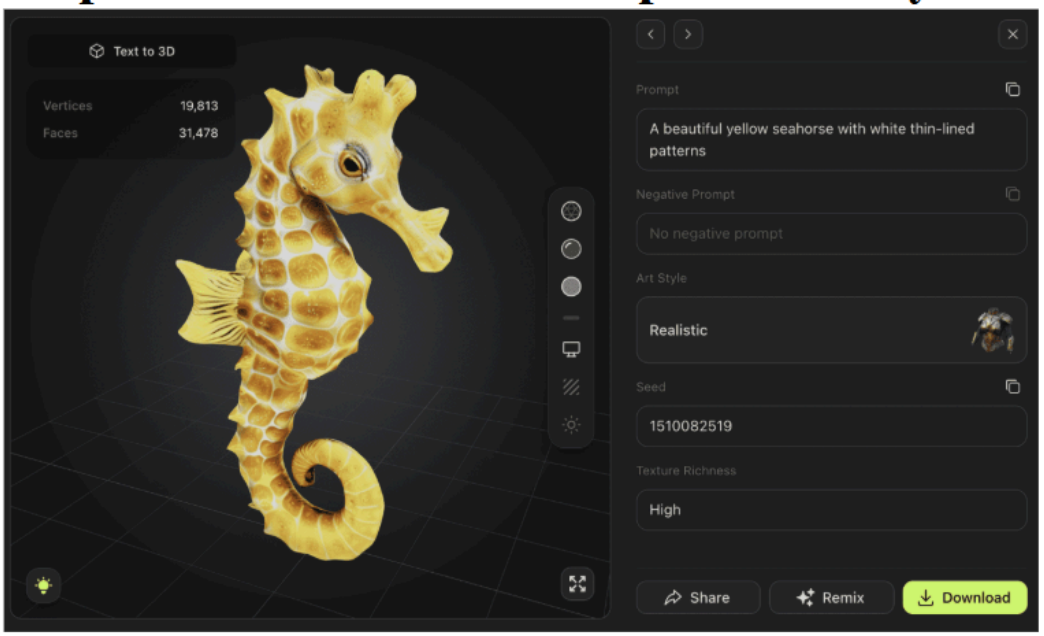


Рисунок 3.1

13

Майбутнє ШІ у 3D-моделюванні

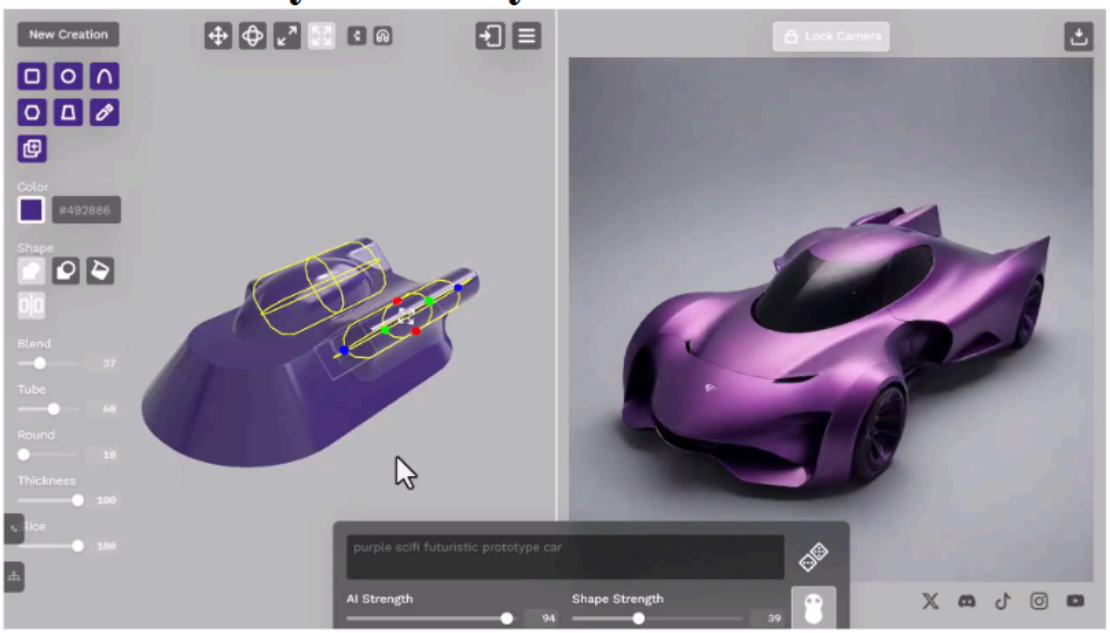


Рисунок 3.4

14

Вигляд інтерфейсу Adobe Mixamo

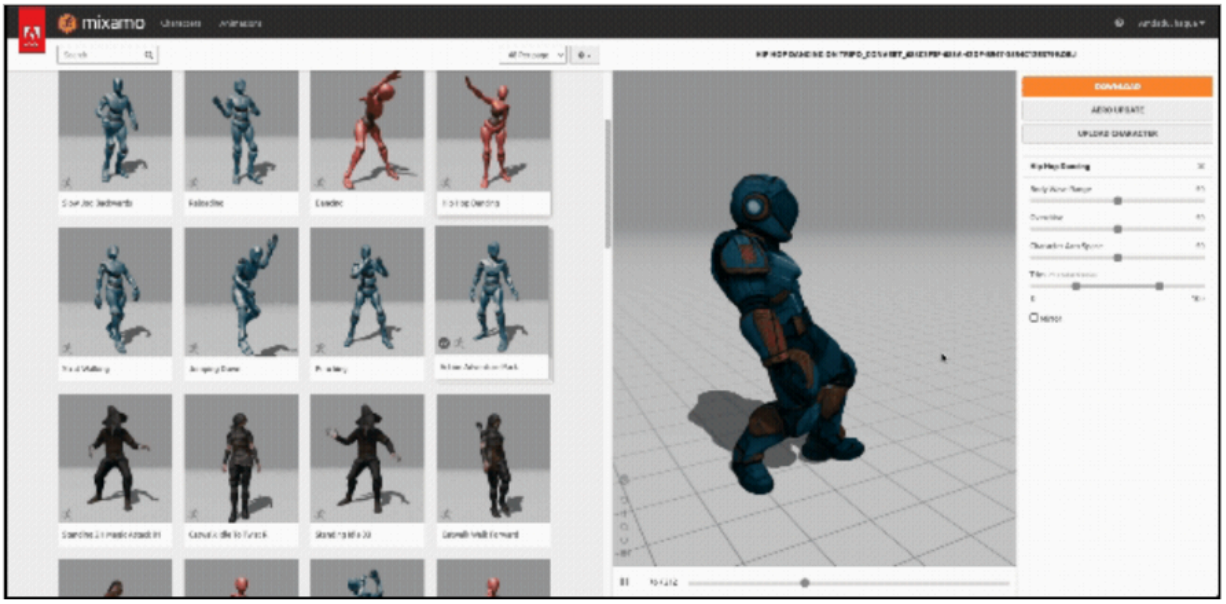
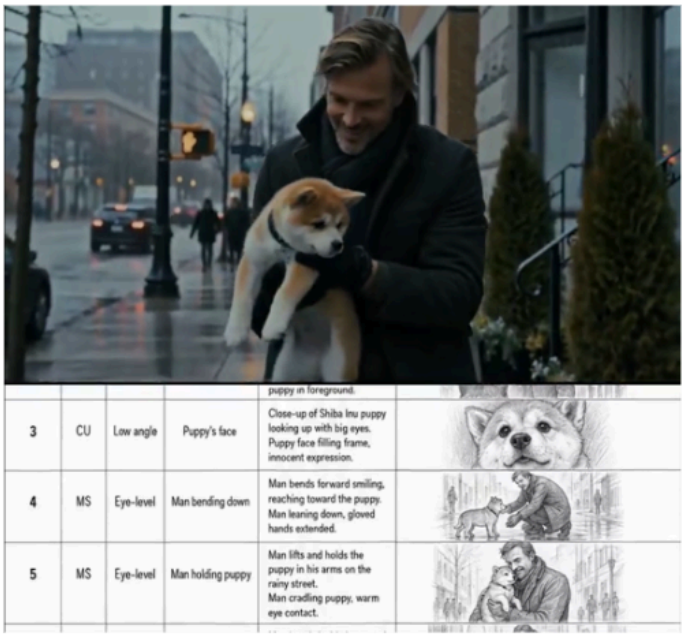


Рисунок 3.8

15

Майбутнє ШІ в анімаціях

Майбутнє штучного інтелекту в анімації спрямоване на створення інтерактивних та генеративних історій у реальному часі.
ШІ вже дозволяє створювати анімації просто вводячі текст. Але якщо за роботу візьметься справжній аніматор то в тандемі з ШІ вони зможуть створити невеликий мультфільм або кіно.



				puppy in foreground.	
3	CU	Low angle	Puppy's face	Close-up of Shiba Inu puppy looking up with big eyes. Puppy face filling frame, innocent expression.	
4	MS	Eye-level	Man bending down	Man bends forward smiling, reaching toward the puppy. Man leaning down, gloved hands extended.	
5	MS	Eye-level	Man holding puppy	Man lifts and holds the puppy in his arms on the rainy street. Man cradling puppy, warm eye contact.	

Рисунок 3.11

16

ВИСНОВКИ

Дослідивши сучасні тенденції впровадження штучного інтелекту в процеси анімування та 3D-моделювання, інструменти його реалізації та методи автоматизації, можна дійти висновку, що технології ШІ стають невід'ємною частиною сучасної індустрії розваг. Використання інтелектуальних алгоритмів дозволяє радикально скоротити час на виконання трудомістких завдань, забезпечуючи високу точність та реалістичність результатів.

Аналіз практичного інструментарію довів, що технології ШІ радикально трансформують етап 3D-моделювання. Використання генеративних моделей та сучасних ШІ-сервісів дозволяє автоматизувати створення текстур і геометрії, що мінімізує рутинну працю художника.

17

ПРОДОВЖЕННЯ ВИСНОВКІВ

У сфері анімації ШІ забезпечив прорив завдяки методам безмаркерного захоплення руху. Цей метод дозволяє переносити рухи актора та міміку на цифрового персонажа за допомогою звичайних камер, роблячи технологію доступною для незалежних розробників без використання дорогого обладнання.

Інвестиції в розвиток ШІ будуть продовжуватись і надалі. Сам ШІ стане невід'ємною частиною процесу розробки, як у свій час комп'ютери, притому не замінюючи старі методи, а існуючи з ними в синергії.

18