

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри

_____ Світлана ВАЩЕНКО

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування»
на тему: Анімаційні моделі персонажів для медіа-застосувань

Здобувача (ки) групи IT-03 Фролової Єлизавети Ігорівни
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

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

_____ Єлизавета ФРОЛОВА
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____ доцент, к.т.н., доцент Ірина БАРАНОВА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. зав. кафедри ІТ

_____ Світлана ВАЩЕНКО

«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Фроловій Єлизаветі Ігорівні

1 Тема роботи Анімаційні моделі персонажів для медіа-застосувань

керівник роботи Баранова Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент,

затверджені наказом по університету від « 07 » 05 2024 р. №0482-VI

2 Строк подання студентом роботи « 26 » 05 2024 р.

3 Вхідні дані до роботи технічне завдання, фото моделі персонажа

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз предметної області, постановка задачі, проектування віртуального персонажа, практична реалізація персонажа, висновки

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) актуальність роботи, мета та задачі, аналіз аналогів віртуальних персонажів, вимоги до персонажу локації, структурно-функціональний аналіз, засоби реалізації, практична реалізація віртуального персонажу: моделювання частин персонажу, створення персонажу, навчання, фінальна візуалізація, висновки

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ініціалізація та дослідження предметної області	08.04.24 – 10.04.24	
2	Оформлення технічного завдання	11.04.24 – 13.04.24	
3	Планування робіт проєкту	14.04.24 – 16.04.24	
4	Огляд останніх досліджень та аналогів	17.04.24 – 18.04.24	
5	Постановка задачі	19.04.24 – 19.04.24	
6	Вибір засобів реалізації	20.04.24 – 21.04.24	
7	Структурно-функціональний аналіз	22.04.24 – 23.04.24	
8	Моделювання віртуального персонажу	24.04.24 – 26.05.24	
9	Оформлення документації	27.05.24 – 29.05.24	

Студент _____
(підпис)

Єлизавета ФРОЛОВА

Керівник роботи _____
(підпис)

к.т.н., доц. Ірина БАРАНОВА

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Анімаційні моделі персонажів для медіа-застосувань».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 24 найменувань, 2 додатків. Загальний обсяг роботи – 65 сторінок, у тому числі 45 сторінок основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 17 сторінок додатків.

Актуальність роботи полягає в тому, що цей проект дозволить показати значимість технології розпізнавання обличчя в майбутньому та її застосування ще в більшій кількості галузей. Завдяки технології розпізнавання рухів, міміки, аватари можуть надавати інформацію в доступнішій та інтерактивній формі, спрощуючи сприйняття і запам'ятовування основних ідей.

Мета роботи: створення моделі віртуального персонажа (аватара), який матиме можливість повторювати рухи та міміку користувача при використанні ним камери. Персонаж створюється з використанням спеціалізованих графічних редакторів і експортується потім у спеціальну програму, в якій виконується прив'язка графічної моделі за допомогою технології розпізнавання обличчя.

В першому розділі досліджено предметну область та публікації стосовно існуючих засобів для створення віртуальних персонажей. Було виконано порівняння створених за їх допомогою аватарів. Відзначено їх плюси та мінуси.

Також проведено огляд існуючих програмних продуктів для створення віртуальних персонажів. Виконано порівняльний аналіз та обрано один із них для реалізації даного проекту (Live2D Cubism).

В розділі 2 виконано структурно-функціональне моделювання проекту розробки віртуального персонажа та побудовано його діаграму використання.

В розділі 3 представлено поетапне виконання проекту. Покроково описано створення персонажу, створення проекту в програмі Live2D Cubism та

вказано основні моменти налаштування персонажу. Виконано візуалізацію готового персонажа.

Ключові слова: технологія розпізнавання обличчя, віртуальний персонаж, аватар, 2D графіка, ригінг, трекінг, візуалізація, анімація.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області створення та використання віртуальних аватарів ..	9
1.1 Огляд останніх досліджень	9
1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів.....	10
1.3 Постановка задачі.....	14
1.4 Вибір засобів реалізації	15
2 Моделювання проєкта розробки віртуального персонажа	17
2.1 Структурно-функціональне моделювання проєкту	17
2.2 Діаграма варіантів використання персонажу	19
3 Практична реалізація віртуального персонажа	21
3.1 Етапи реалізації проєкта.....	21
3.2 Створення елементів моделі віртуального персонажа	21
3.3 Створення проєкту в програмі Live2D Cubism	26
3.4 Рігінг та навчання віртуального персонажа	27
3.5 Візуалізація та тестування віртуального персонажа	35
Висновки	44
Список використаних джерел	46
Додаток А. Технічне завдання	49
Додаток Б. Планування робіт	54

ВСТУП

Ми живемо в епоху зростаючої популярності штучного інтелекту та онлайн-контенту, віртуальні аватари стають дедалі більш затребуваними. Новітні технології зараз дають можливість для поліпшення відео, презентацій і навчальних матеріалів, роблять їх більш цікавими.

При створенні віртуального персонажу зазвичай використовується технологія розпізнавання обличчя. Така технологія за останні роки зробила великий крок вперед та дуже швидко набирає популярність.

Завдяки технології розпізнавання рухів, міміки, аватари можуть надавати інформацію в доступнішій та інтерактивній формі, спрощуючи сприйняття і запам'ятовування основних ідей.

В майбутньому буде можливо, використовуючи так званого «аватара», створювати телевізійні передачі. Зараз вже використовують комп'ютерні образи реальних акторів у фільмах. Це значно спрощує зйомку деяких сюжетів, пов'язаних з ризиком, дозволяє полегшити життя каскадерам.

Тому демонстрація цієї технології в рамках цього проекту є актуальною задачею. Проведена робота дозволить показати значимість цієї технології в майбутньому, застосування цієї технології ще в більшій кількості галузей.

Об'єктом дослідження даного проекту є процес анімування віртуальних персонажів для медіа-застосунків.

Предметом дослідження в даному проекті являється технологія передачі рухів (технологія розпізнавання обличчя) від користувача до анімованого віртуального персонажа.

Метою проекту є створення моделі віртуального персонажа (аватара), який матиме можливість повторювати рухи та міміку розробника при використанні ним камери. Сам персонаж створюється з використанням спеціалізованих графічних редакторів і експортується потім у спеціальну програму, в якій виконується прив'язка графічної моделі за допомогою технології розпізнавання обличчя.

Під час виконання проекту буде використано цю технологію за допомогою спеціальних програм та продемонстровано її можливості на практиці.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- визначити актуальність роботи, дослідити предметну область та провести аналіз аналогів;
- розробити графічну частину персонажа;
- налаштувати анімаційне оснащення персонажа;
- реалізувати прив'язку мімичних рухів обличчя до рухів персонажу, виконати повну синхронізацію з даними камери;
- провести тестування проєкта;
- створити демонстраційне відео.

Робота була представлена на Міжнародній науковій конференції молодих учених «Інформатика, математика, автоматика 2024 (ІМА-2024)» (Суми – Астана, 22–26 квітня 2024 року).

Практичне значення цього проекту – отриманий персонаж можна використати в рекламних цілях. На основі цього персонажу можна буде швидко створити відеоролик, рекламуючи будь який продукт. Це значно спрощує виготовлення такого контенту, так як не потребує багато часу. Відео практично створюється в реальному часі. Персонажем може управляти будь хто, треба лише зачитати текст перед камерою і виконати необхідні рухи.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ АВАТАРІВ

1.1 Огляд останніх досліджень

В наш час віртуальні аватари використовуються в багатьох галузях. Сюди відносяться не тільки медійні сфери, а й зовсім не пов'язані з ними галузі. Провівши невеликий огляд останніх новин, можна знайти багато прикладів використання віртуальних персонажів.

Ось, наприклад, у Китаї існує телеканал новин, де роль ведучого виконує віртуальний диктор [1]. Технологія дає змогу вибрати не тільки вигляд персонажу, а й налаштувати тембр голосу, мову, акцент.

Нещодавно відомий гурт АВВА записав новий альбом, де за допомогою віртуальних учасників цього гурту було створено ціле цифрове шоу. За основу аватарів були взяті образи учасників, але на 30 років молодше [2].

Також можна згадати пісенний конкурс Alter Ego, в якому може взяти участь будь яка людина. Для цього треба лише конвертувати свою ідентичність у цифровий аватар. Далі відбувається сам виступ створеного персонажу на сцені з живими танцівниками [3].

Facebook, Snapchat та популярні пристрої Apple вже додали функцію створення віртуального персонажу. Відповідно власники цих аватарів можуть використовувати їх як наліпки, встановлювати зображення профілю або емодзі [4].

Цифрові аватари в наш час коштують значну суму і являються одним із популярних предметів торгівлі (так, Visa Inc. купила віртуальний аватар за \$150 000, демонструючи цим підтримку ще більшого потоку інвестицій у популярну сферу криптовалют і технології блокчейн) [5].

Цифрові аватари на сьогоднішній день вже використовують і в медицині [6]. Вони допомагають протестувати наслідки застосування певних ліків чи процедур. Використовують цю технологію і при лікуванні психічних розладів [7].

Розробники NVIDIA вже розробили нову технологію, яка дає змогу користуватися цифровими аватарами для відеоконференцій, сторітелінгу, віртуальних асистентів [8].

Наразі вже є розробка українців, це додаток Reface, який дозволяє у режимі реального часу конвертувати звичайні фотографії у 3D-зображення або аватари [9].

При створенні та використанні аватарів застосовується серед інших й технологія розпізнавання обличчя. Вона будується на виявленні вузлових точок та вимірювання відстані між певними точками на обличчі. Для того, щоб отримати унікальні відбитки обличчя, камері необхідно виявити близько 80 таких точок. Це так званий унікальний код кожного обличчя. Технологія вже використовується в охоронних системах та системах управління віртуальними персонажами [10].

1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів

Зараз на ринку існує дуже багато сервісів, які надають можливість створення віртуальних аватарів. Кожен сервіс має свою область використання отриманого персонажу. Було проведено дослідження існуючих сервісів і виділено із них три, які дозволяють отримати аватар, який найбільше відповідає меті нашого проекту.

DeepBrain [11]. Ця платформа дозволяє створювати аватари для використання у різних галузях. Тут можна створити аватари вчителів, консультантів та інших професій. Сервіс також дозволяє створювати власних аватарів.

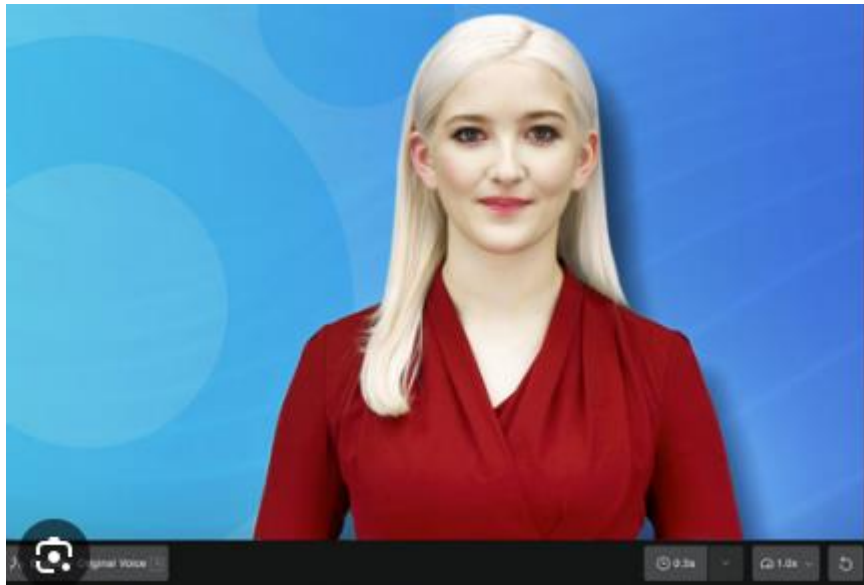


Рисунок 1.1 – Аватар, створений за допомогою сервісу DeepBrain [11]

Аватар має як переваги, так і недоліки. До переваг можна віднести:

- використання понад 80 мов;
- понад 100 варіантів аватарів;
- 3D персонажі.

Недоліки:

- специфічний підбір аватарів під новини;
- немає можливості налаштувати інтонацію.

Colossyan. Сервіс дозволяє не тільки створити власного аватара, а й за допомогою штучного інтелекту виконати його навчання [12]. При створенні персонажа можна налаштувати положення повік, емоції та вирази обличчя.

Даний аватар має як переваги, так і недоліки. До переваг можна віднести:

- понад 70 мов і варіантів;
- запис екрану в додатку;
- створення власного аватара;
- відео субтитри.



Рисунок 1.2 – Аватар, створений за допомогою сервісу Colossyan [12]

Мінуси:

- більш явне використання формату Deepfake;
- немає можливості завантажити аватара без фону.

Synthesys. Ця платформа призначена для створення віртуальних персонажів, які можна буде використовувати для створення навчальних матеріалів, презентацій і відео [13].

Аватар також має як плюси, так і мінуси. До плюсів можна віднести:

- понад 66 мов із 254 різними голосами;
- 74 справжніх людських аватари;
- клонування голосу.

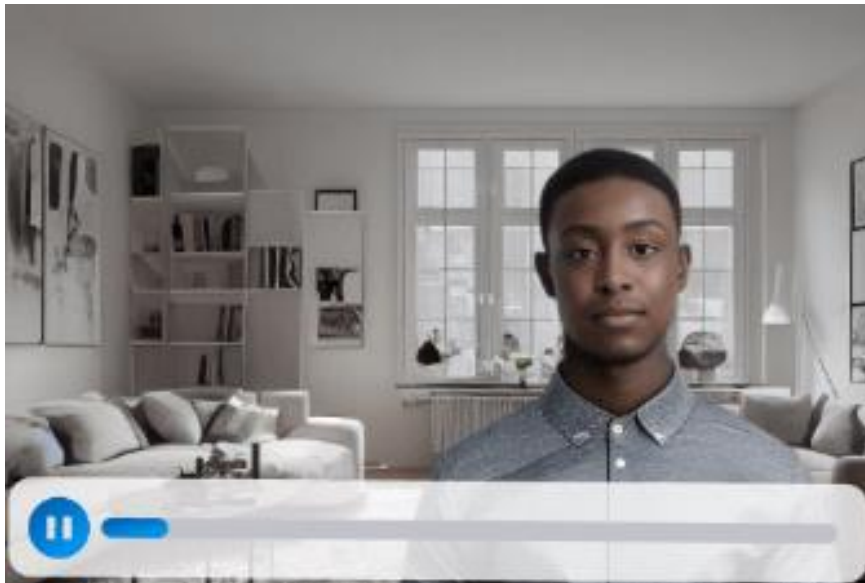


Рисунок 1.3 – Аватар, створений за допомогою сервісу Synthesys [13]

Мінуси:

- немає безкоштовної демо-версії;
- немає можливості завантажити аватара без фону;
- кожне відео може тривати лише одну хвилину, що може бути незручним для розробників контенту.

Порівняння функціоналу розглянутих аналогів зведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика анімаційних моделей персонажів, створених за допомогою різних сервісів

Критерії порівняння	Сервіс		
	DeepBrain	Colossyan	Synthesys
Функціональність	Добра	Незручна	Добра
Підтримка декількох мов, варіантів	Присутня	Присутня	Присутня
Відображення аватара без фону	Є	Немає	Немає
Налаштування інтонації	Немає	Є	Є
Власний дизайн аватара	Немає	Є	Немає

1.3 Постановка задачі

Метою даного проекту є створення власного персонажу (аватара) за допомогою програмних засобів, налаштування його синхронного відображення під час руху користувача перед камерою.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- розробити та реалізувати графічну частину персонажа, проробити всі аспекти відображення частин його обличчя;
- виконати налаштування анімаційного оснащення персонажа, виконати імпорт персонажа в відео-редактор;
- виконати прив'язку всіх рухів обличчя користувача до рухів персонажа, виконати повну синхронізацію з даними, які програма отримує з камери;
- виконати тестування персонажа;
- створити демонстраційне відео анімації персонажа залежно від рухів користувача.

Основні вимоги до створюваного персонажа:

- персонаж має містити необхідну кількість графічних елементів (частин тіла, обличчя), яких буде достатньо для відображення рухів та емоцій;
- міміка та рухи персонажа повинні синхронно відтворюватись згідно міміці та рухам користувача перед камерою;
- міміка персонажа повинна включати також відтворення рухів очей та рота при відтворенні звуків користувачем;
- по можливості, максимально використати функціонал платформи для найбільш відповідного реалістичного відображення рухів моделі.

Вимоги до проекту в цілому, видів забезпечення та функціонування системи описані у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

1.4 Вибір засобів реалізації

Для реалізації даного персонажу було обрано такі технології, як розпізнавання обличчя та такі засоби, як графічні програми, робота з відео та аудіо інтерфейсами, використання графічного планшету.

Досліджуючи ринок платформ для створення аватару [14-15], було виділено наступні моменти:

- платформа повинна мати можливість імпорту графічних даних для створення свого персонажу;
- платформа повинна мати зручний та інтерактивний інтерфейс;
- платформа повинна мати зручне та швидке реагування на потік даних з камери;
- платформа повинна надавати користувачу пробний повнофункціональний період або невисоку вартість.

Для більшої наочності порівняння редакторів складено таблицю характеристик найбільш поширених додатків для моделювання (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння додатків для моделювання персонажу

Характеристика	Live2D Cubism	DeepBrain	Colossyan
Доступність тріал-версії	Є	Немає	Немає
Сумісність платформи з іншими 2D системами	Є	Немає	Є
Установка як програмного додатка, робота без інтернету	Можливо	Неможливо	Неможливо
Система супроводу та підтримки користувачів	Є	Є	Є
Підтримка камери	Є	Немає	Немає
Зручний інтерфейс	Так	Так	Ні

Аналізуючи все вищесказане, було прийняте рішення використовувати для свого проєкта платформу Live2D Cubism [16].

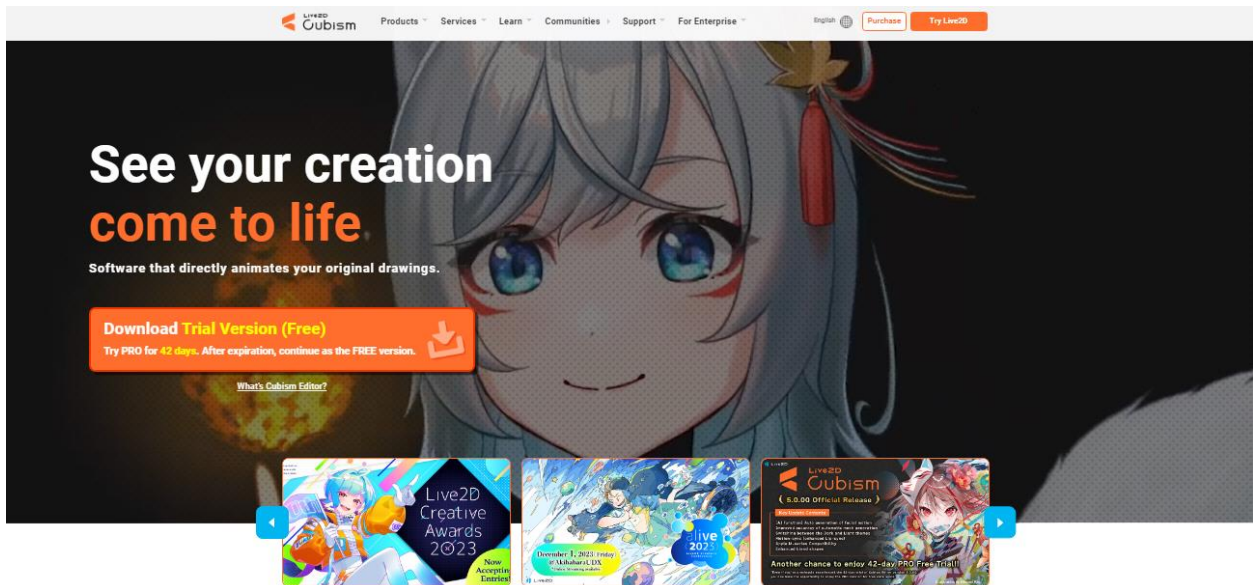


Рисунок 1.4 – Головна сторінка сервісу Live2D Cubism [16]

В порівнянні з її конкурентами, вона має такі переваги:

- доступна тріал версія використання Pro-версії впродовж 42 днів;
- платформа сумісна з багатьма відомими системами 2D анімації, що дозволяє використовувати в майбутньому створений аватар у анімаційних продуктах, рекламних роликах, тощо [17];
- платформа має можливість установки на комп'ютер як програмного додатка, даючи можливість роботи без прив'язки до інтернету;
- платформа має гарно налаштовану системи підтримки споживачів та велику кількість уроків по її налаштуванню та використанню.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЄКТА РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНОГО ПЕРСОНАЖА

2.1 Структурно-функціональне моделювання проєкту

Для побудови моделі нашого персонажу використовується методологія IDEF0 [21]. Ця методологія за допомогою контекстної діаграми, дозволяє визначити систему в цілому та її взаємодію з оточуючим середовищем.

Контекстна діаграма (нульового рівня) представлена на рисунку 2.1.

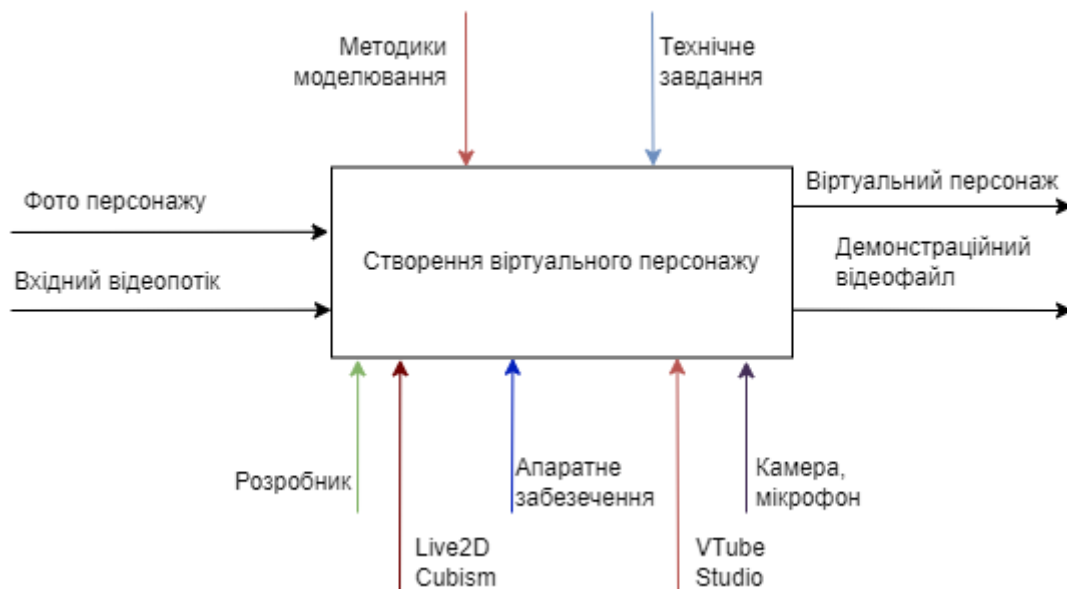


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма проєкту

Вхідними даними виступає фото персонажу, на основі якого треба створити його віртуальну копію. Створення віртуального персонажу регулюється методиками моделювання та технічним завданням. Механізмами в діаграмі виступають: виконавець, редактор Live2D Cubism, редактор VTube Studio, камера, мікрофон та інше апаратне забезпечення. На виході ми отримуємо вже сам віртуальний персонаж та відеофайл з його демонстрацією.

Діаграма з розкриттям етапів проєкту (декомпозиція першого рівня) наведена на рисунку 2.2.

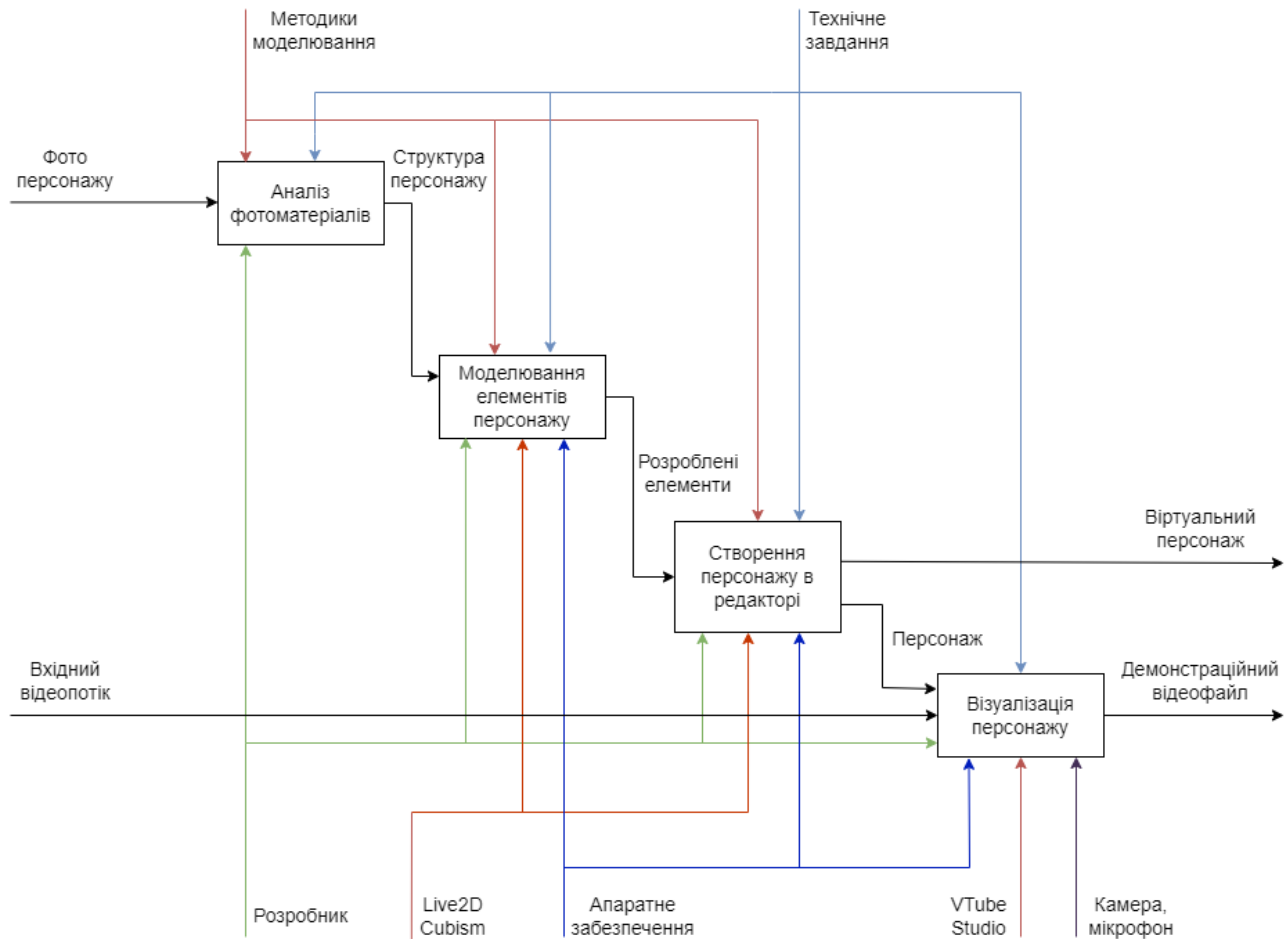


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції першого рівня

Проектування складається з чотирьох основних етапів. На першому етапі виконується аналіз області, що підлягає моделюванню. На другому етапі створюється графічна частина проекту. Персонаж розкладається на елементи, які потім моделюються в графічному редакторі.

На третьому етапі виконується створення самого віртуального персонажу та його навчання. На виході ми отримуємо готовий персонаж.

Четвертий етап виконується для отримання відеофайлу з демонстрацією можливостей створеного персонажу.

2.2 Діаграма варіантів використання персонажу

Діаграма варіантів використання (use case diagram, діаграма сценаріїв) – представляє собою вихідну концептуальну модель системи в процесі її проектування і розробки. Вона відображає відношення між зовнішніми агентами і варіантами використання.

Діаграма складається з варіантів використання (use case), які є описом загальних функцій нашої модельованої системи без розгляду внутрішньої структури цієї системи [22].

Діаграма варіантів використання віртуального персонажу відображена на рисунку 2.3.

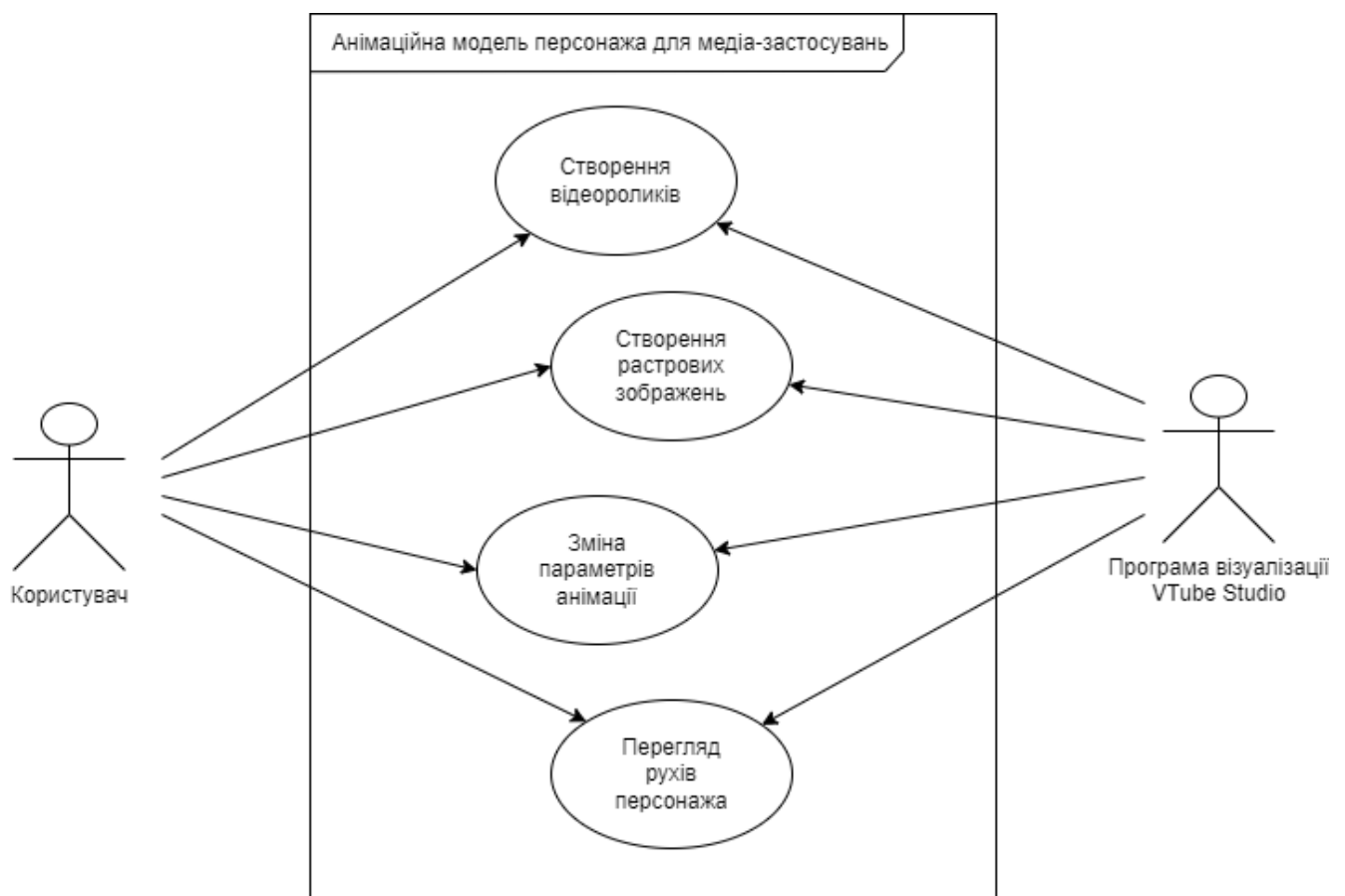


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання віртуального персонажу

На діаграмі вказано чотири основні області використання віртуального персонажу.

За допомогою віртуального персонажу легко проводити рекламу тих чи інших товарів та послуг. При цьому сам персонаж вже буде створений відповідно до рекламних товарів.

Віртуальний персонаж є ідеальним засобом для донесення будь якої інформації користувачам. Його можна використовувати в системах, де необхідно надавати довідкову або технічну інформацію.

В наш час віртуального навчання також можна використовувати віртуальні персонажі як вчителів. Такий персонаж буде викладати інформацію в будь-якій області. Часто буває ситуація, що студентам треба надати інформацію по додатковому предмету. З цим легко справиться віртуальний викладач і не буде потреби відволікати викладача від основного предмета.

Вже існують системи, які можуть спілкуватися з користувачами за допомогою штучного інтелекту. Віртуальний персонаж дозволить виконувати це на більш соціальному рівні.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПЕРСОНАЖА

3.1 Етапи реалізації проєкта

Для виконання мети проєкта, отримання віртуального персонажу, треба виконати певні етапи:

- розбивка персонажу на елементи та створення цих елементів в графічному редакторі;
- створення проєкту в програмі Live2D Cubism на основі вище створених елементів персонажа;
- проведення навчання персонажа в програмі Live2D Cubism з використанням камери;
- візуалізація готового персонажу у вигляді відеоролику з демонстрацією його можливостей.

3.2 Створення елементів моделі віртуального персонажа

Для створення віртуального персонажа в програмі Live2D Cubism треба спочатку створити елементи самого персонажу. Кожен елемент потім буде налаштовуватись окремо для отримання гарної візуалізації.

Також треба врахувати, що деякі елементи персонажа повинні бути створені в кількох варіантах. Це потрібно, щоб при візуалізації відображати їх відповідно рухам аватара. Наприклад, ліва рука персонажа буде створена у двох варіантах: опущена вниз та піднята вгору. Також є інші елементи, які повинні мати варіанти відображення.

Для створення елементів було обрано графічний редактор CLIP STUDIO. Він дозволяє створювати графічні об'єкти з використанням окремих шарів. При створенні використовується растрова графіка.

Отриманий шаблон персонажа завантажуюмо в програму як фон для розбивки його на елементи. Для цього створюємо напівпрозорий шар, завантажуюмо туди

зображення. Кожен елемент персонажа надалі будемо створювати в окремому шарі.

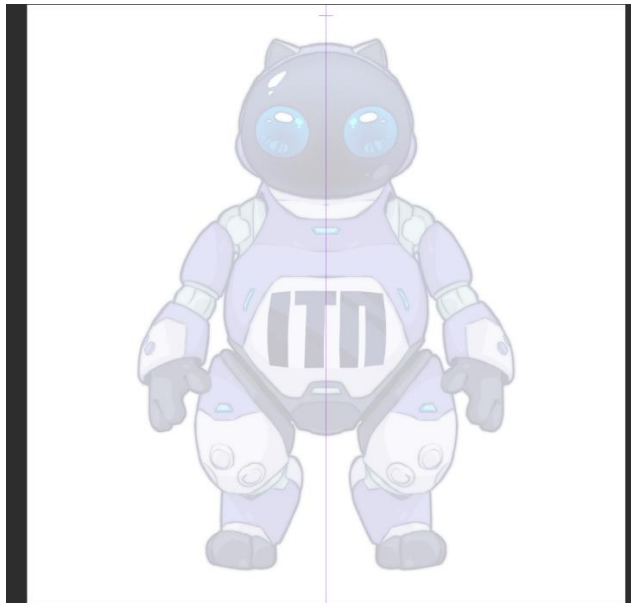


Рисунок 3.1 – Завантажений шаблон персонажа

Наступним кроком виконуємо створення окремих шарів для всіх елементів персонажу. Кожен елемент виділяємо контуром. Результат показаний на рис.3.2.

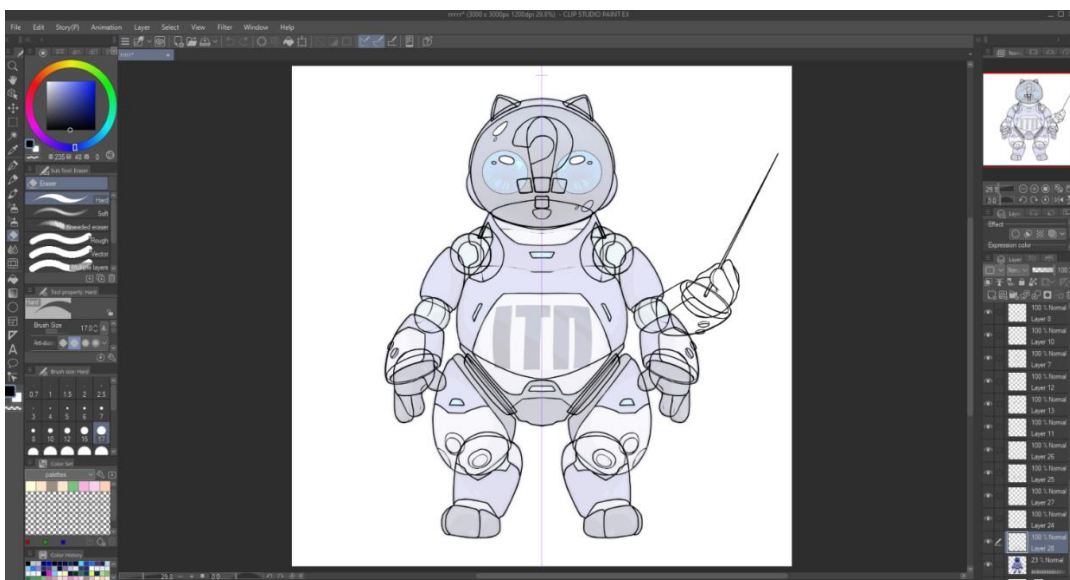


Рисунок 3.2 – Виділення контуром всіх елементів персонажа

Далі за допомогою інструментів редактору (пензель, олівець, валик та інше) розфарбовуємо кожен елемент персонажу.

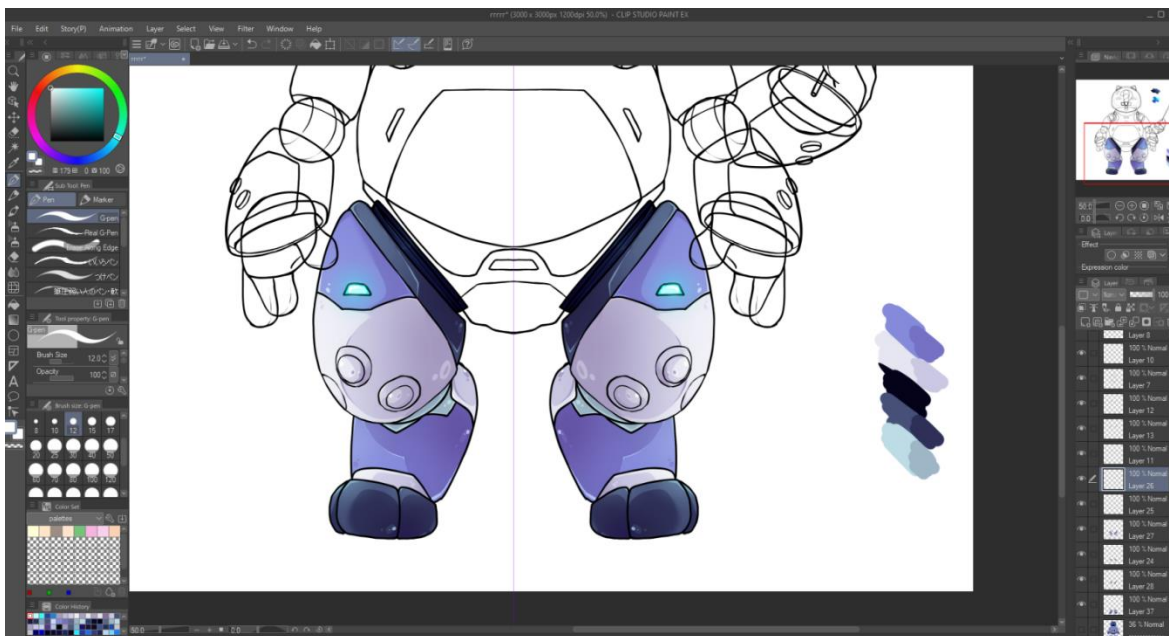


Рисунок 3.3– Розфарбування ніг персонажа

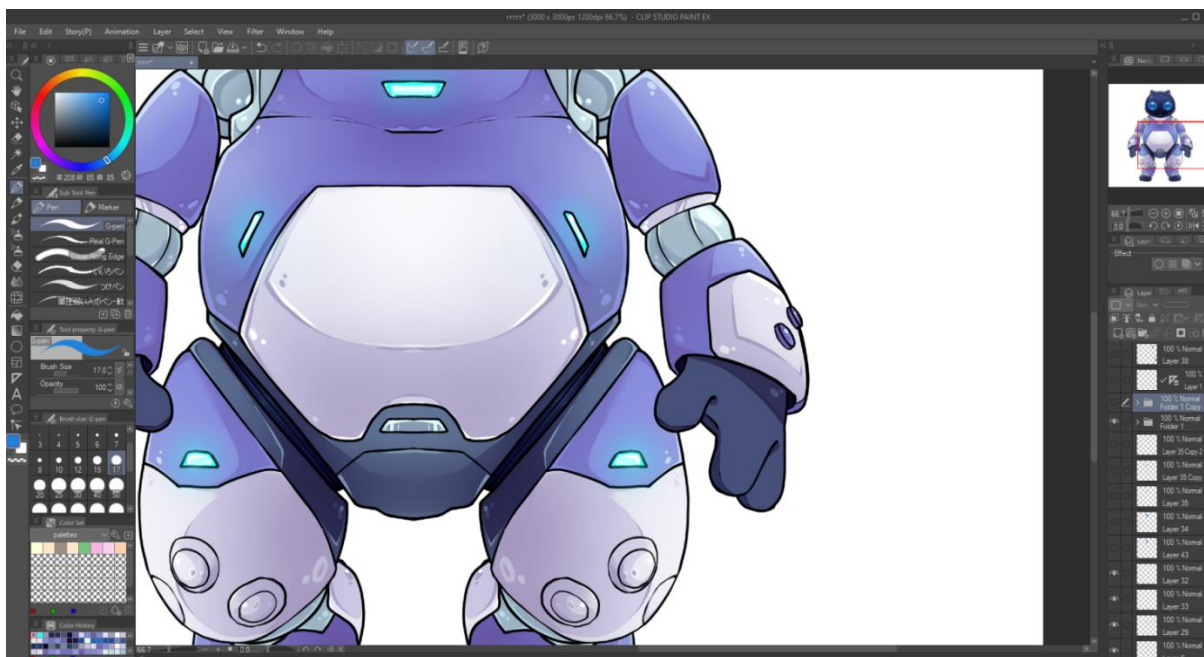


Рисунок 3.4 – Розфарбування тулуба та рук персонажа

Так як ліва рука буде відтворюватись в двох варіантах, от окремо створюємо та розфарбовуємо ще один варіант руки (рис.3.5).

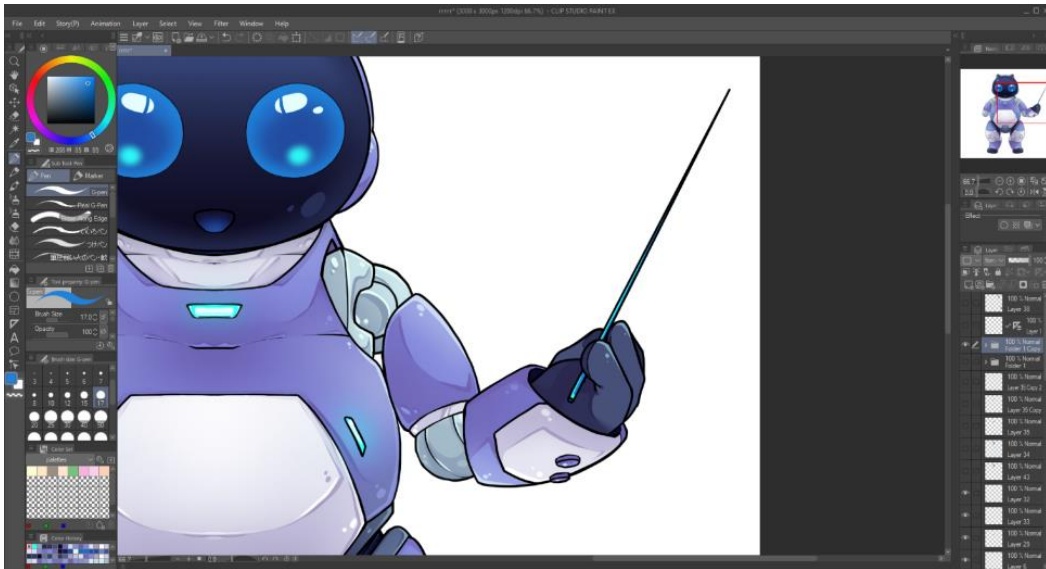


Рисунок 3.5 – Розфарбування додаткового варіанту руки персонажа

Також нам будуть потрібні, крім стандартного зображення обличчя, ще варіанти міміки персонажу. Ці додаткові емоції будуть запрограмовані при візуалізації персонажа. Так як наш об'єкт – робот, то було вирішено як міміку використати відповідну візуалізацію емоцій. Результати на рисунку 3.6.

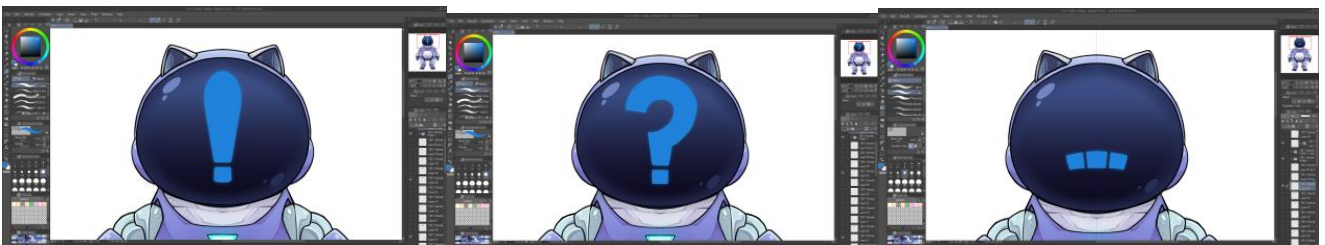


Рисунок 3.6 – Варіанти міміки персонажа

На передній частині тулуба буде відображатись логотип «ІТП» (інформаційні технології проектування).

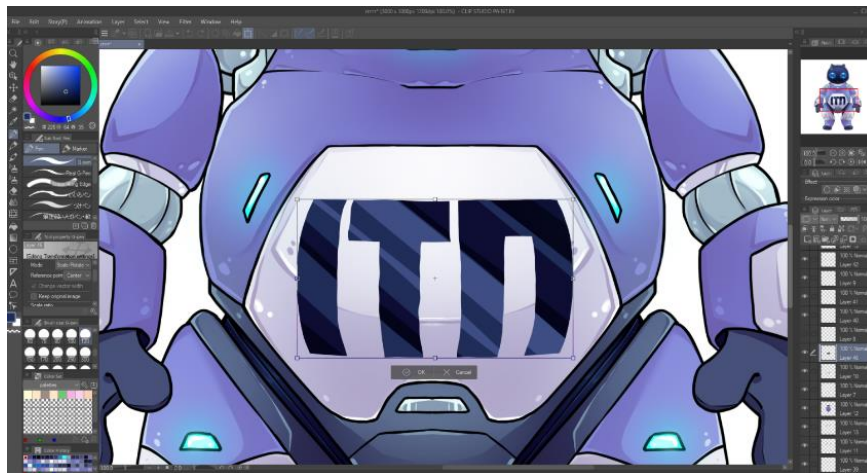


Рисунок 3.7 – Створення логотипу «ІТІ»

Для подальшого зручного користування створеними елементами персонажу, перейменуємо назви шарів на більш логічні та зрозумілі.

В результаті виконання графічного етапу проєкта ми отримали елементи майбутнього віртуального персонажа, готового для завантаження в програму Live2D Cubism.

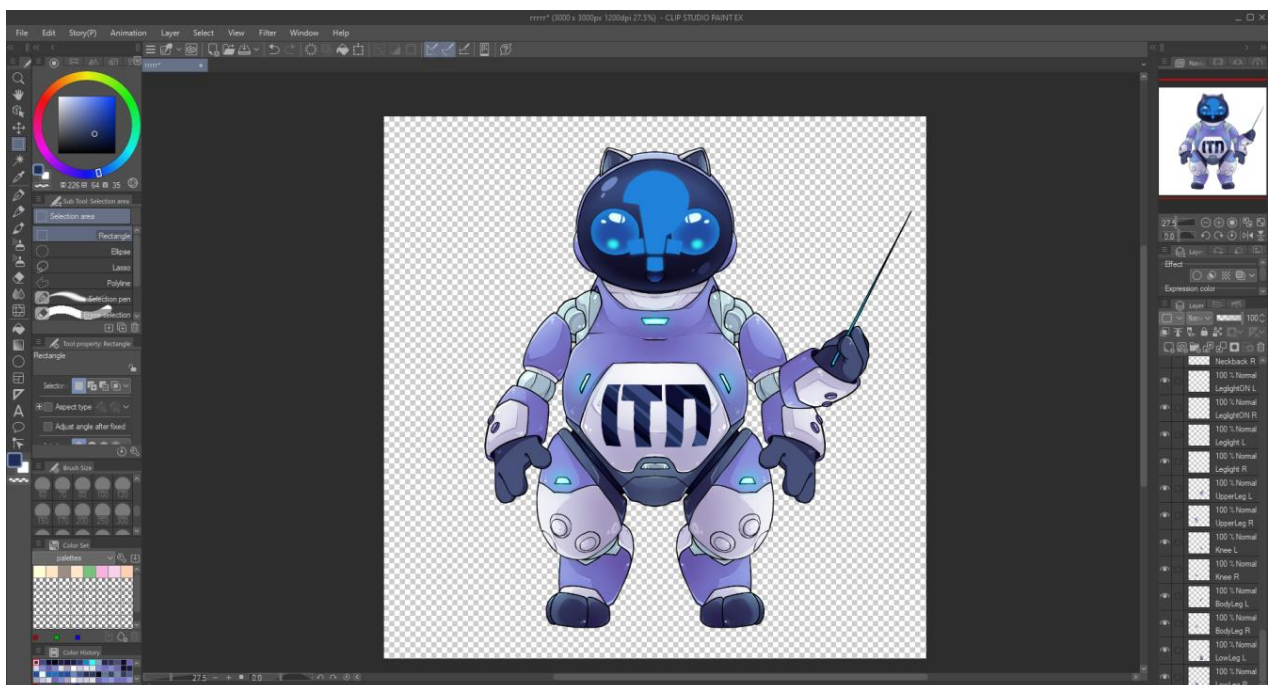


Рисунок 3.8 – Відображення всіх елементів персонажа

3.3 Створення проєкту в програмі Live2D Cubism

Для створення віртуального персонажу в програмі Live2D Cubism необхідно виконати певну послідовність дій: створити новий проєкт, виконати налаштування параметрів елементів персонажу, виконати ригінг (навчання) персонажу та підготувати проєкт до експорту.

Спочатку створюємо новий проєкт і імпортуємо персонажа, розробленого раніше в графічному редакторі.

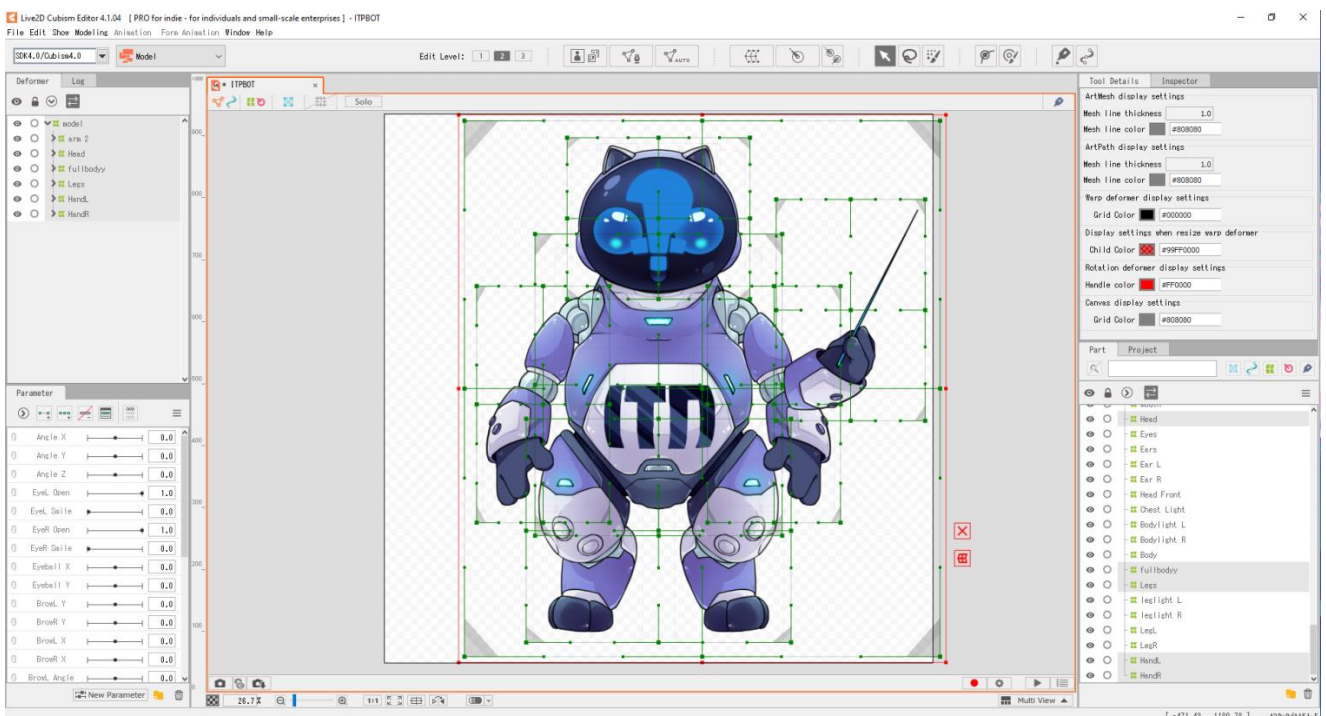


Рисунок 3.9 – Завантаження персонажа в програму Live2D Cubism

Для подальшої роботи з моделлю створюємо в панелі Deformer групи елементів персонажа. Це потрібно для того, щоб була можливість працювати відразу з суміжними елементами моделі одночасно.

Всі необхідні параметри теж розподіляємо по групам. Загальний вигляд панелі Parameter відображено на рис.3.10.

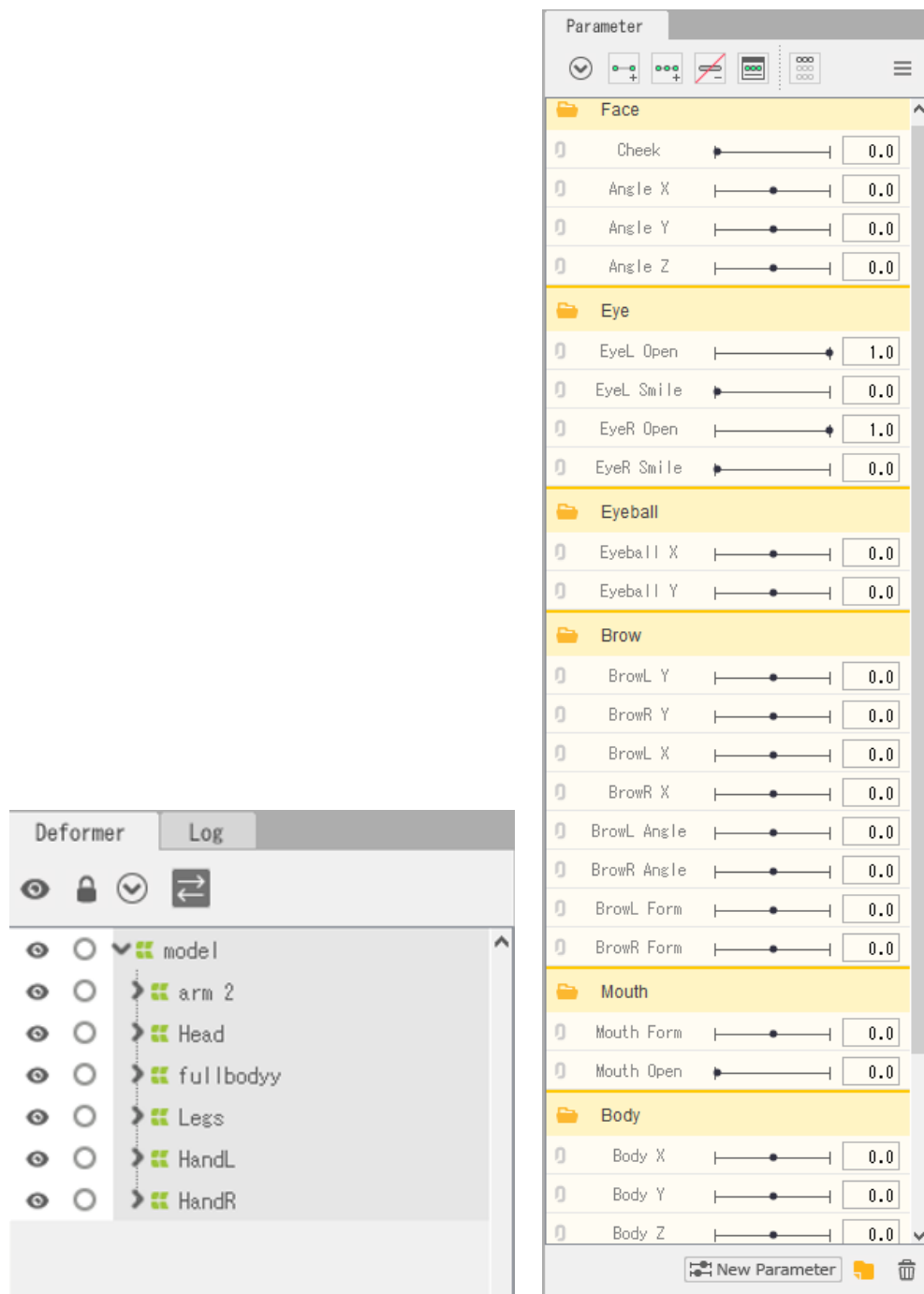


Рисунок 3.10 – Групи елементів та параметрів персонажа

3.4 Рігінг та навчання віртуального персонажа

Після виконання попереднього етапу (створення та налаштування проєкту в програмі Live2D Cubism), переходимо до наступного етапу рігінгу моделі.

Рігінг (Rigging) – підготовка моделі персонажу до анімації. При виконанні рігінга усередині попередньо намальованого елемента розміщується набір віртуальних суглобів і кісток, та встановлюються певні закономірності його функціонування і можливі трансформації.

На кожен елемент моделі накладається сітка Mesh. Рігінг відбувається шляхом переміщення вузлових точок цієї сітки. Цей процес потребує певної уваги і часу, так як при виконанні рігінга елемента треба весь час перевіряти його результат. Від правильності налаштувань сітки залежить кінцевий результат анімації.

Спочатку виконаємо рігінг елементів на тулубі персонажу. Це елементи, які відображають «дихання» робота. Вони будуть вмикатися та вимикатися під час візуалізації моделі.

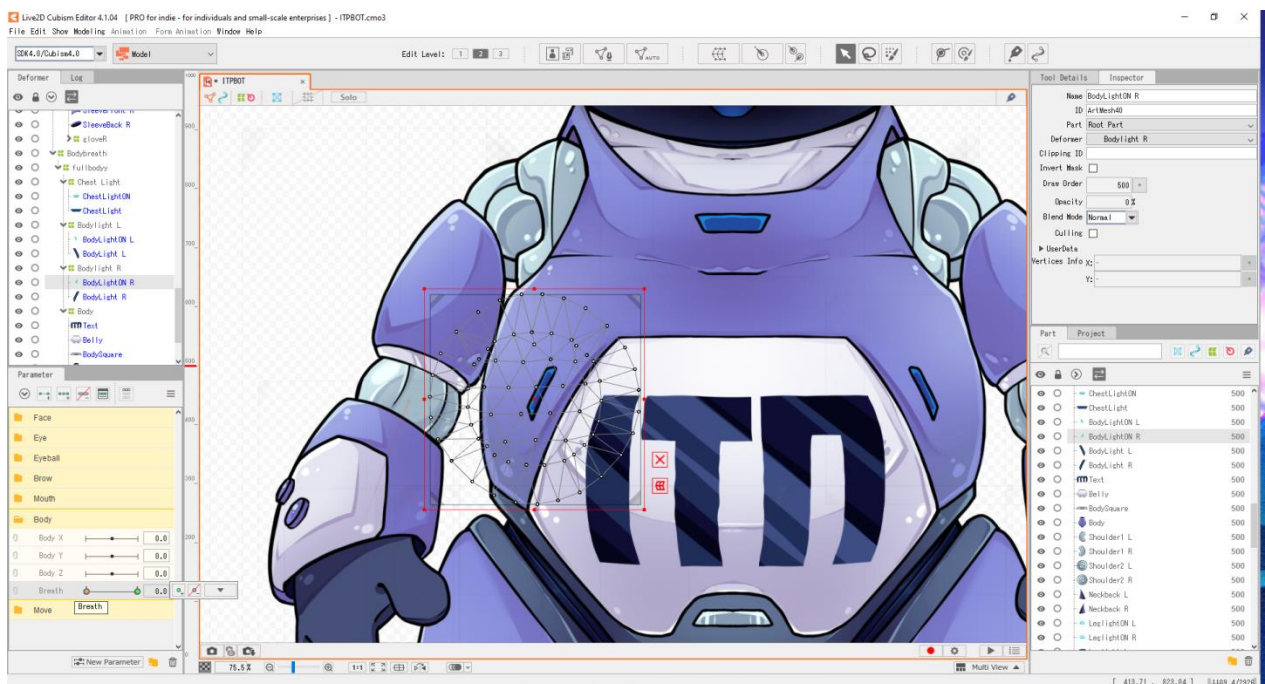


Рисунок 3.11 – Рігінг елементів на тулубі персонажа

Далі виконуємо налаштування положення голови моделі. Голова буде переміщуватись по двох осях X та Y. Це показано на рис. 3.12.

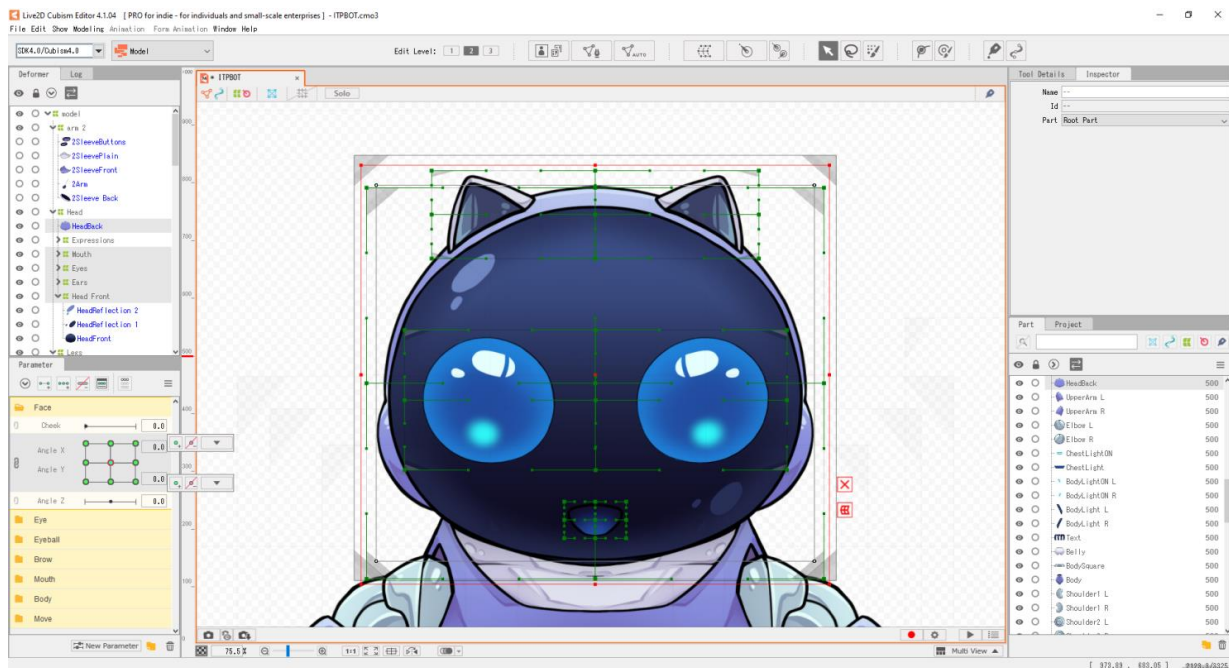


Рисунок 3.12 – Рігінг голови персонажа

Разом з поворотом голови моделі треба також налаштувати деформацію та переміщення інших пов'язаних елементів голови (очі, вуха та інше). Для прикладу, як відбувається рігінг очей та вух, зображено на рис. 3.13 та рис. 3.14.

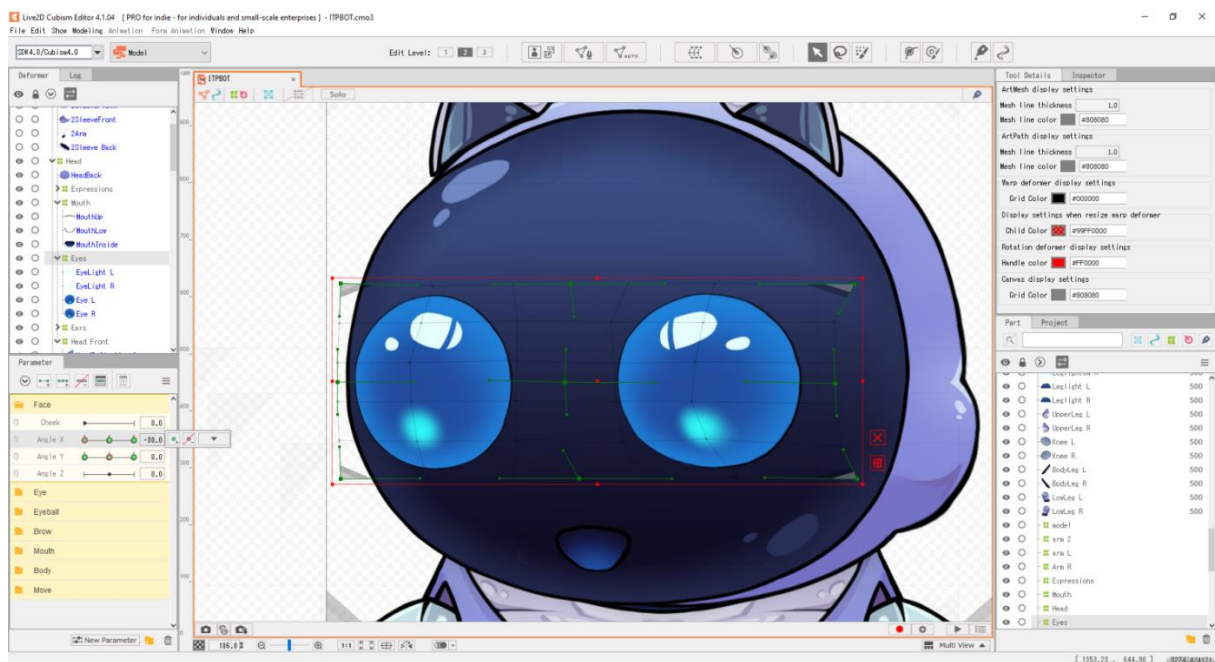


Рисунок 3.13 – Рігінг очей персонажа

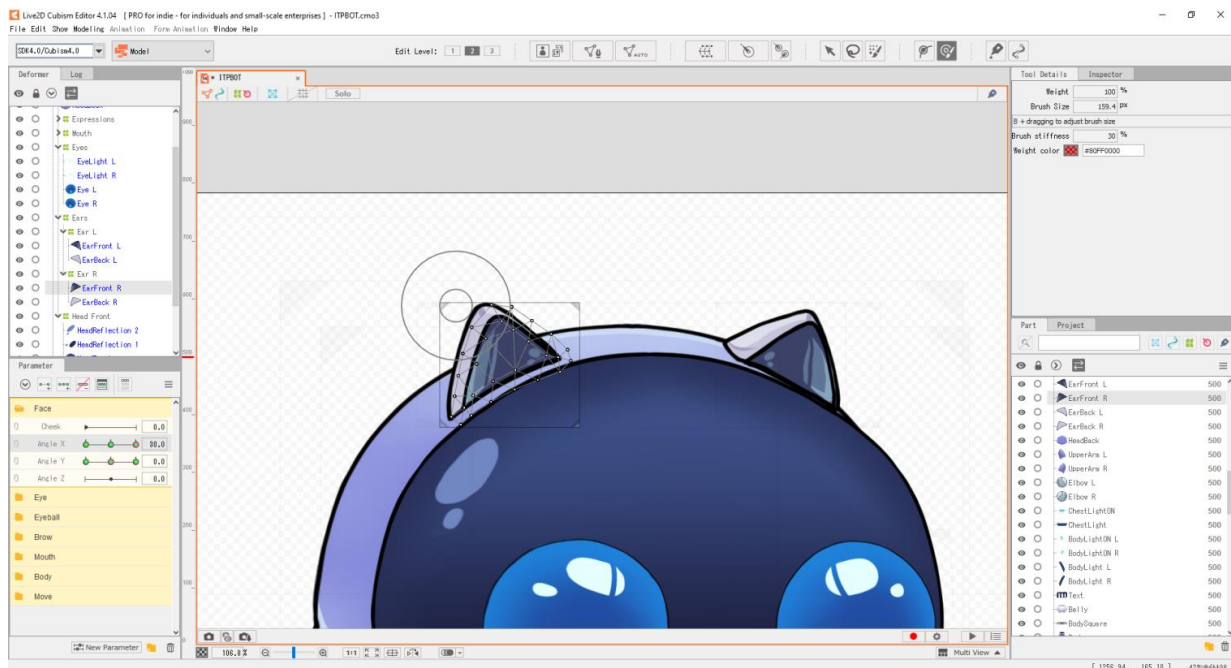


Рисунок 3.14 – Рігінг вух персонажа

Для більш реалістичної міміки, треба також налаштувати відповідні варіанти відображення очей та рота персонажа. На рис.3.15 та рис.3.16 показано моменти цих налаштувань.

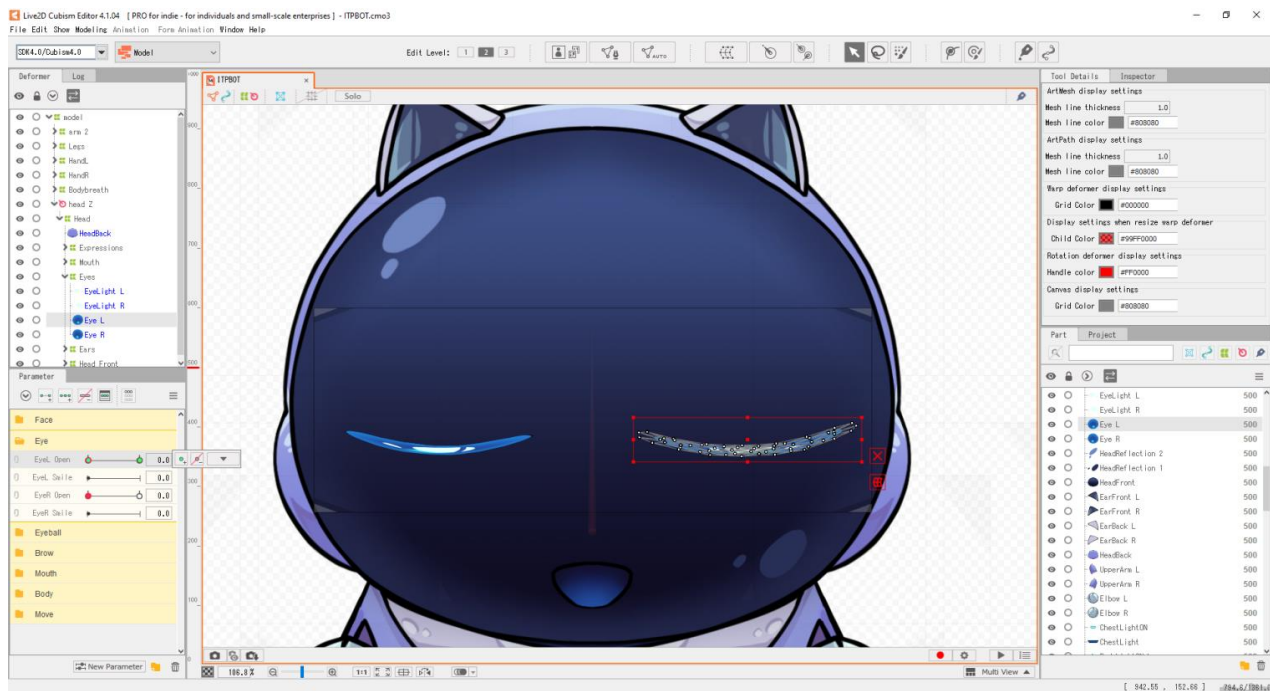


Рисунок 3.15 – Рігінг очей персонажа

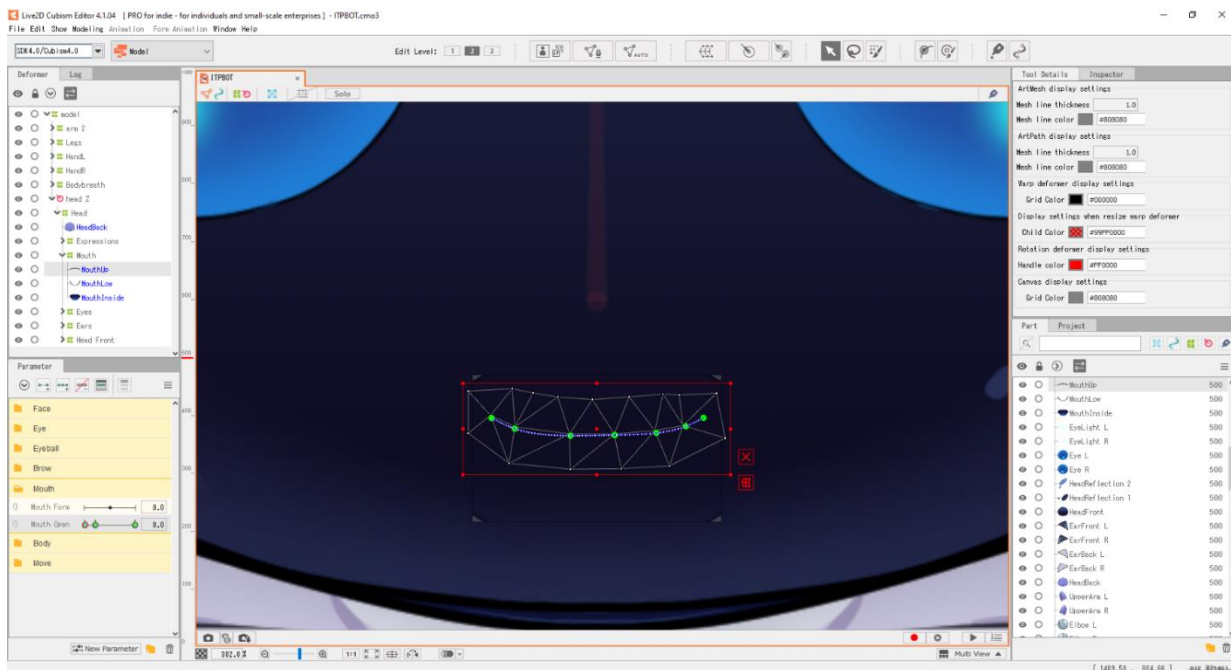


Рисунок 3.16 – Рігінг рота персонажа

Налаштуємо ліву руку персонажа. Вона повинна рухатись разом з тулубом та при активації спеціального перемикача підніматись догори.

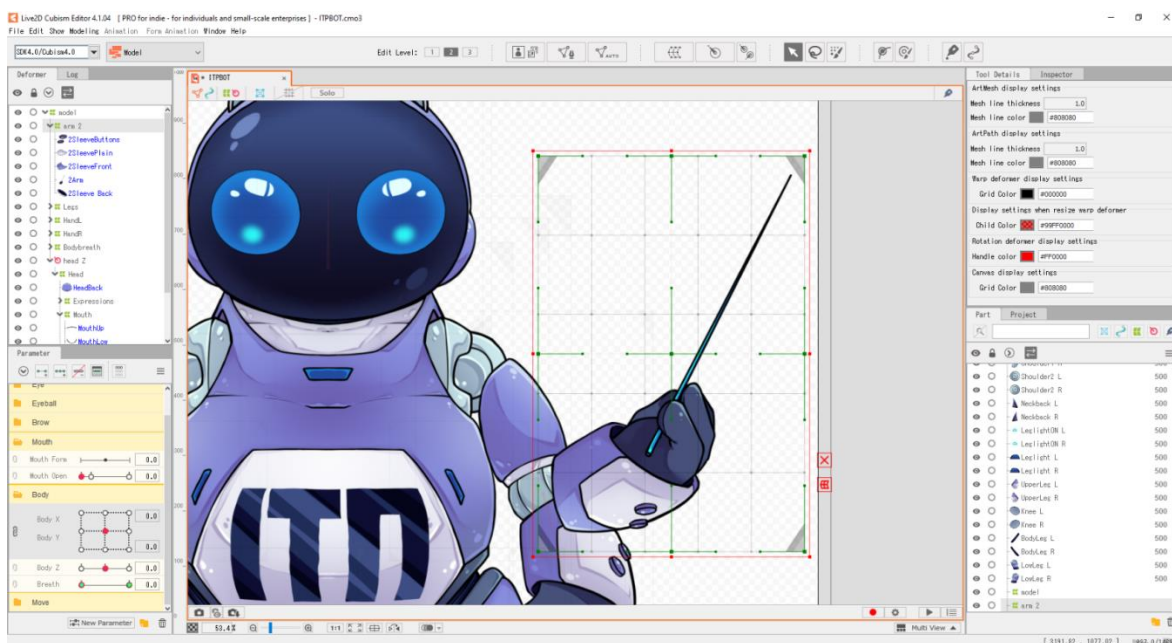


Рисунок 3.17 – Рігінг лівої руки персонажа

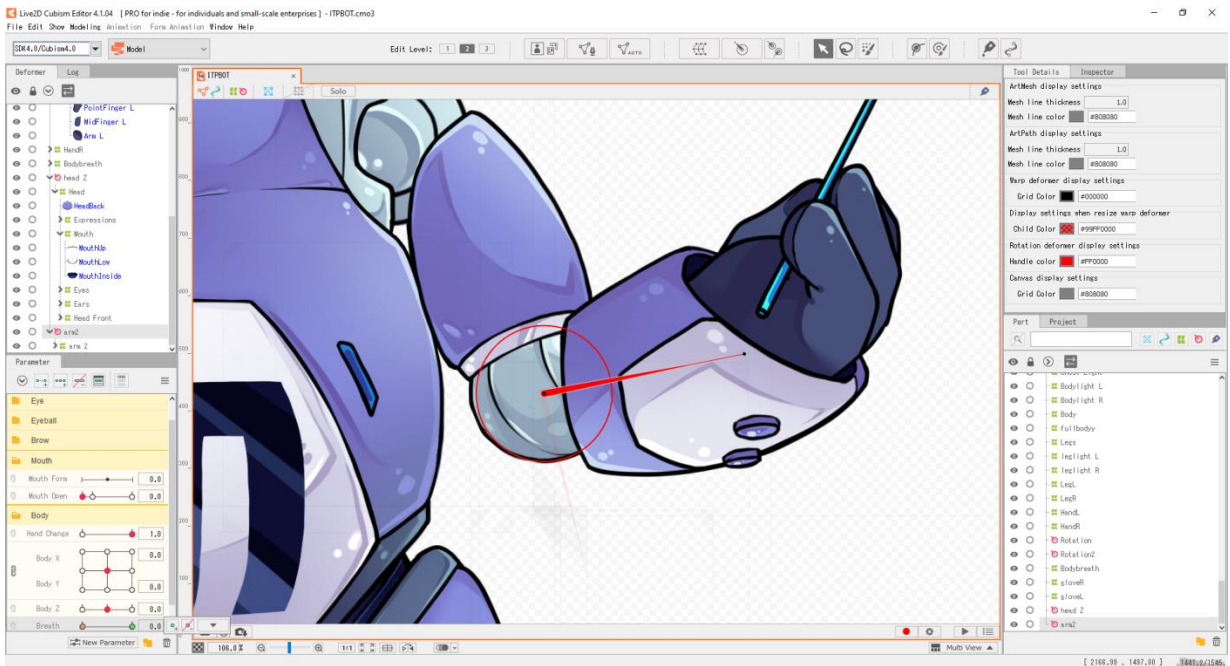


Рисунок 3.18 – Налаштування кістки лівої руки персонажа

Останнім етапом ригінга є налаштування додаткової міміки персонажа. Для більш цікавої візуалізації персонажа будемо відображати на обличчі ще деякі варіанти міміки у вигляді знаків. Це буде активуватись за допомогою спеціальних перемикачів. Один із моментів цього налаштування зображено на рис. 3.19.

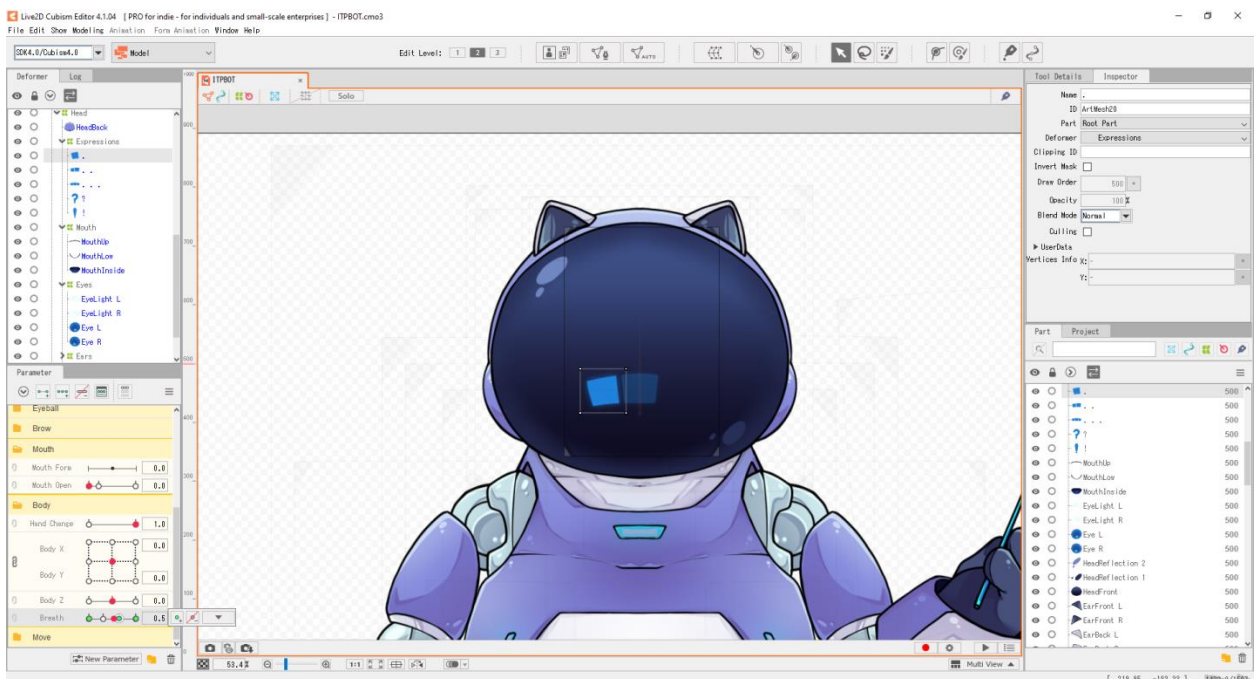


Рисунок 3.19 – Ригінг додаткової міміки персонажа

Етап навчання моделі полягає в перевірці результатів ригінга та приведення параметрів моделі до значень, при яких анімація моделі відбувається більш реалістичною. Для цього в програмі Live2D Cubism є спеціальний режим. В цьому режимі демонструється анімація персонажу. За допомогою миші можна перевірити всі запрограмовані рухи, прив'язки елементів моделі.

Всі доступні параметри моделі відображаються в цьому режимі. Розробник виконує процес навчання персонажу шляхом корегування цих параметрів і візуально спостерігаючи за поведінкою моделі. Додатково, за допомогою миші, можна виконувати запрограмовані рухи елементів персонажу, корегуючи їх параметри.

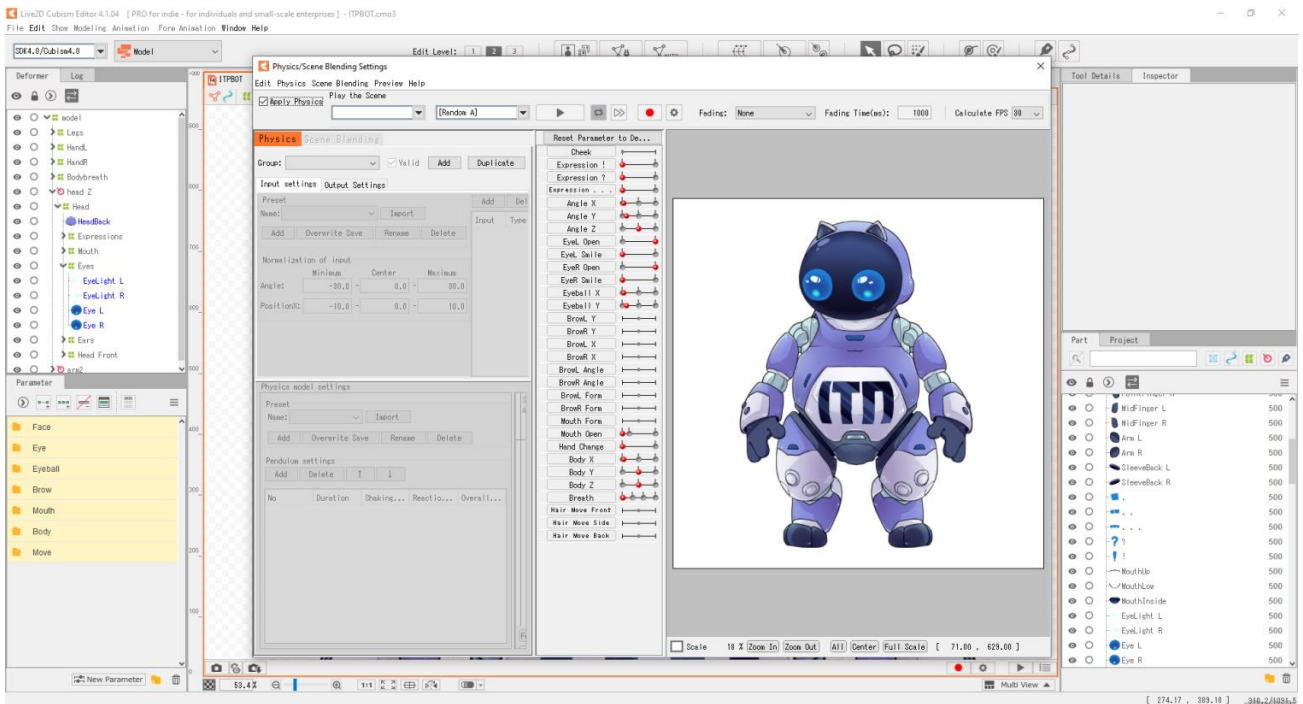


Рисунок 3.20 – Режим навчання персонажа

Для навчання готового персонажа були розроблені моделі з визначення положення деяких елементів персонажа. Так, для визначення положення очей персонажа модель була реалізована за допомогою наївного баєсівського класифікатора [23] – перевіряємо, якщо обличчя користувача перед камерою знаходиться в певних координатах, його рухи з великими паузами, не інтенсивні, – то наш персонаж виконує моргання, в іншому випадку моргання персонажа не

відбувається. Для вирішення цієї задачі було використано середовище MATLAB. Фрагмент навчальної матриці наведено в табл. 3.1, а результат класифікації – на рис. 3.21.

Таблиця 3.1 – Навчальна матриця варіантів відображення руху очей персонажа [23]

Розміщення обличчя	Інтенсивність руху	Результат
-1	1	персонаж моргає (1)
-0.8	2	персонаж моргає (1)
-0.7	3	персонаж моргає (1)
-0.5	4	персонаж не моргає (2)
-0.1	5	персонаж не моргає (2)
0	4	персонаж не моргає (2)
0.1	3	персонаж не моргає (2)
0.3	2	персонаж моргає (1)
0.5	2	персонаж моргає (1)
0.8	1	персонаж моргає (1)

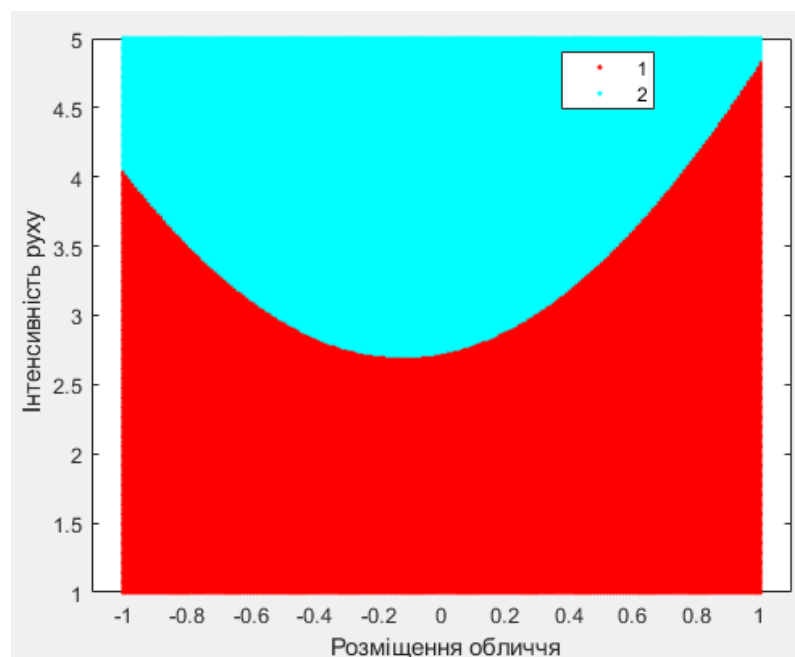


Рисунок 3.21 – Демонстрація роботи класифікатора [23]

3.5 Візуалізація та тестування віртуального персонажа

Щоб використовувати створеного персонажа в програмах візуалізації, треба виконати експорт як самого персонажа, так і задіяних текстур. Для експорту текстур відкриваємо вбудований редактор Texture Atlas і створюємо новий атлас текстур для нашого персонажу та зберігаємо його в проєкті. Далі можна виконати додаткові налаштування текстур: змінити якість, розмір тощо.

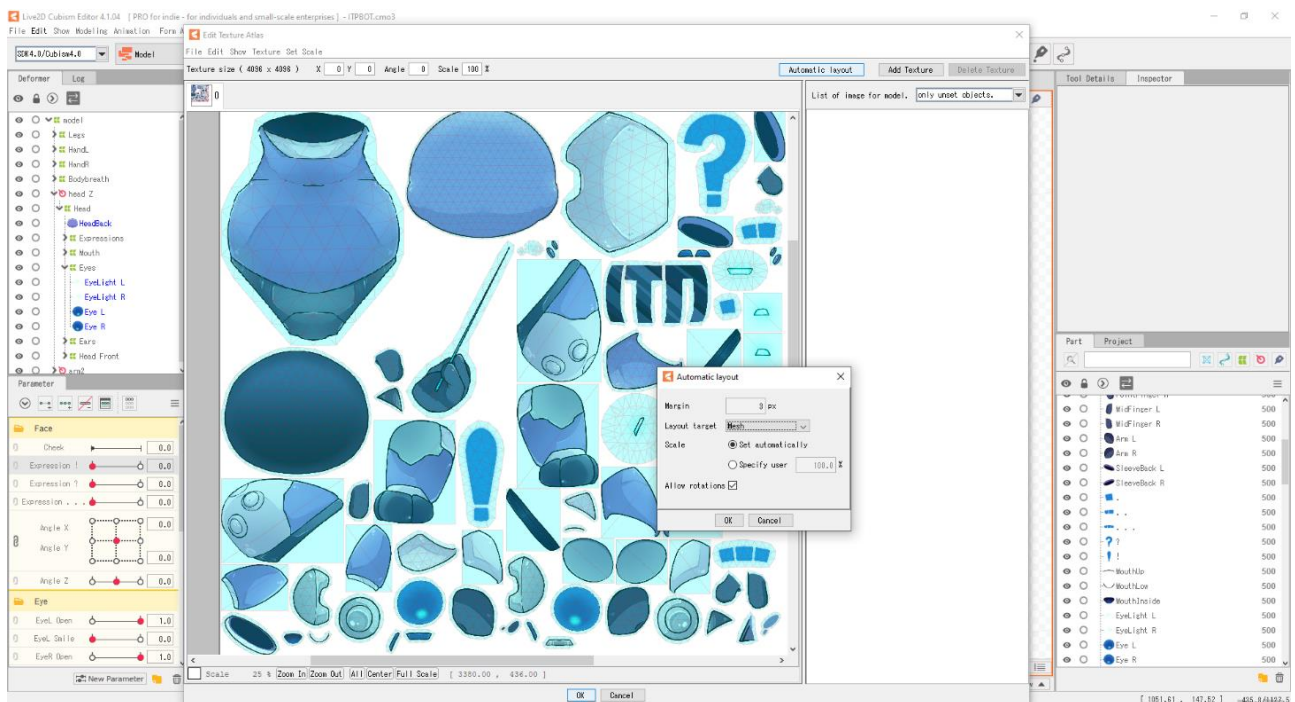


Рисунок 3.22 – Створення атласа текстур персонажа

Наступним етапом виконуємо експорт персонажа. При цьому на диску створюється папка, яка містить всі необхідні файли для візуалізації персонажа в спеціальних програмах. Функція налаштування параметрів експорту відображена на рис. 3.23.

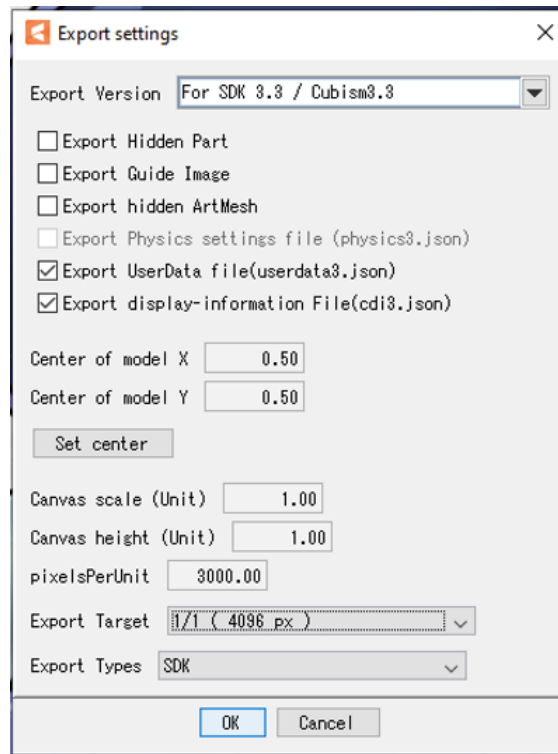


Рисунок 3.23 – Налаштування експорту готового персонажа

Далі виконаємо візуалізацію готового персонажу. Продемонструємо його можливості та покажемо, як віртуальний персонаж взаємодіє з користувачем через камеру.

Існує багато програм, які можуть використовувати нашого персонажа для різних цілей. Для візуалізації будемо користуватись застосунком VTube Studio [24]. Цей застосунок дозволяє завантажити створеного віртуального персонажа та на його основі створити анімацію з використанням апаратних ресурсів комп'ютера (камера, мікрофон).

Щоб додати в застосунок нашого персонажа, треба скопіювати раніше експортований проєкт в програмі Live2D Cubism (папку) до застосунку VTube Studio.

Після копіювання обираємо нашу модель. Вигляд застосунку з обраним персонажем показано на рис. 3.24.

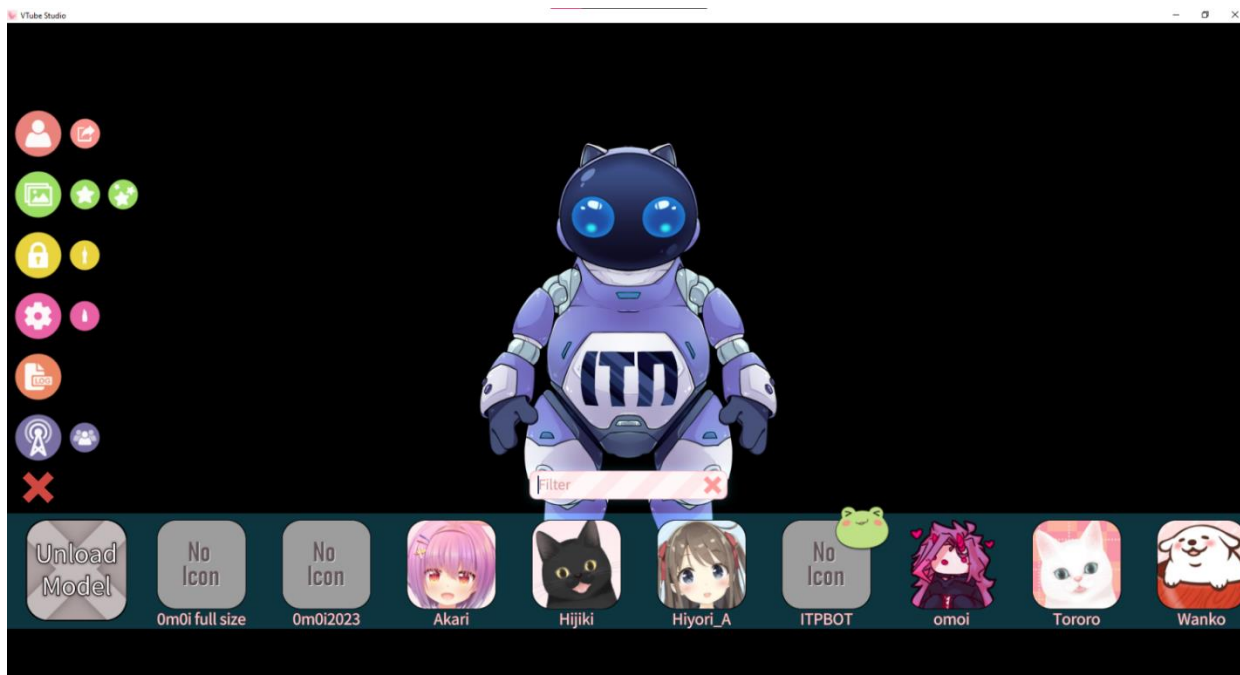


Рисунок 3.24 – Відображення персонажа в програмі VTube Studio

Для взаємодії з користувачем треба на першому етапі налаштувати камеру. Панель з налаштуваннями камери показано на рис.3.25.

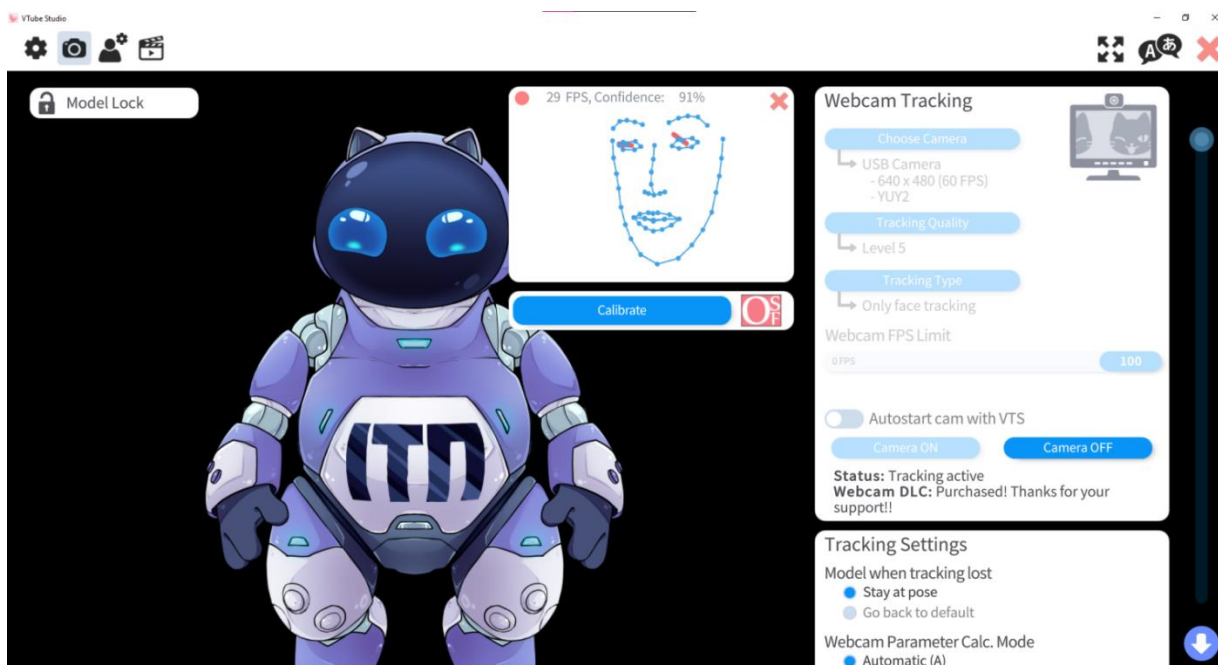


Рисунок 3.25 – Налаштування камери в застосунку VTube Studio

При виконанні візуалізації віртуального персонажа ми будемо використовувати технологію розпізнавання обличчя.

Ця технологія полягає в тому, що на обличчі користувача створюються вузлові точки, які ми бачимо у спеціальному вікні на рис.3.26. За допомогою цих точок система «бачить» обличчя як об'єкт, де кожна точка відповідає за позицію очей, рота, носа користувача.

Деякі системи для розпізнавання обличч використовують близько 80 таких точок. Це необхідно, щоб отримати унікальний код обличчя та порівняти з раніше отриманими даними в базі. Таким чином можна ідентифікувати людину. Для наших цілей така кількість вузлових точок не знадобиться.

Для виконання візуалізації потрібно відстежувати форму обличчя, положення очей, рота. Також для відображення міміки система слідує за зміною форми та розташування вузлових точок очей та рота. Для цього відповідні точки об'єднані в групи та з'єднані лінією.

Наступним етапом виконується налаштування кожного елемента персонажа. Тут задаються відповідності інформації, яка приходить з камери, до реакції на неї кожного елемента моделі. Для прикладу, на рис. 3.26 показано налаштування реакції для лівого ока персонажа.

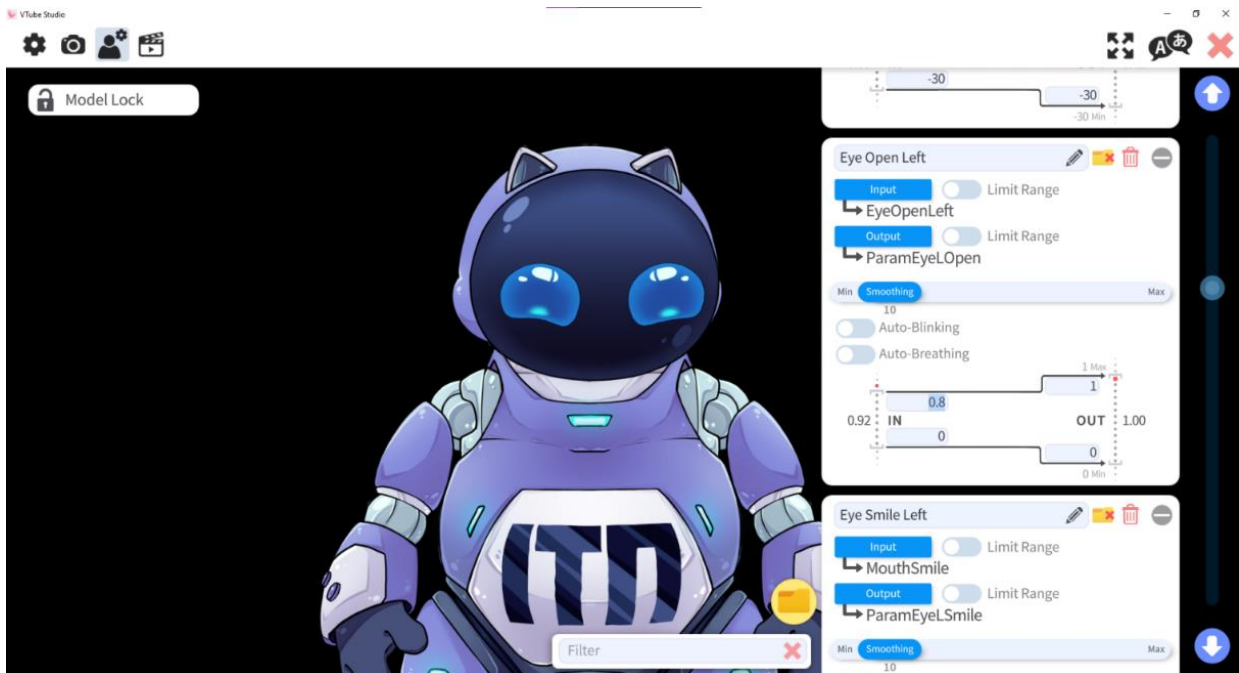


Рисунок 3.26 – Налаштування реакції елементів в застосунку VTube Studio

Цю операцію треба виконати для всіх елементів персонажа.

Наступний етап – налаштування додаткових емоцій моделі. Основні емоції персонажа керуються з камери (рух очей, рота). Наш персонаж також має додаткові емоції, які ми створювали в програмі Live2D Cubism. Для їх відображення користувач використовує клавіатуру або мишку комп'ютера.

Для кожної емоції треба створити подію. Кожна подія містить параметри відображення елементів та налаштування «гарячих» клавіш для її активування (рис.3.27).

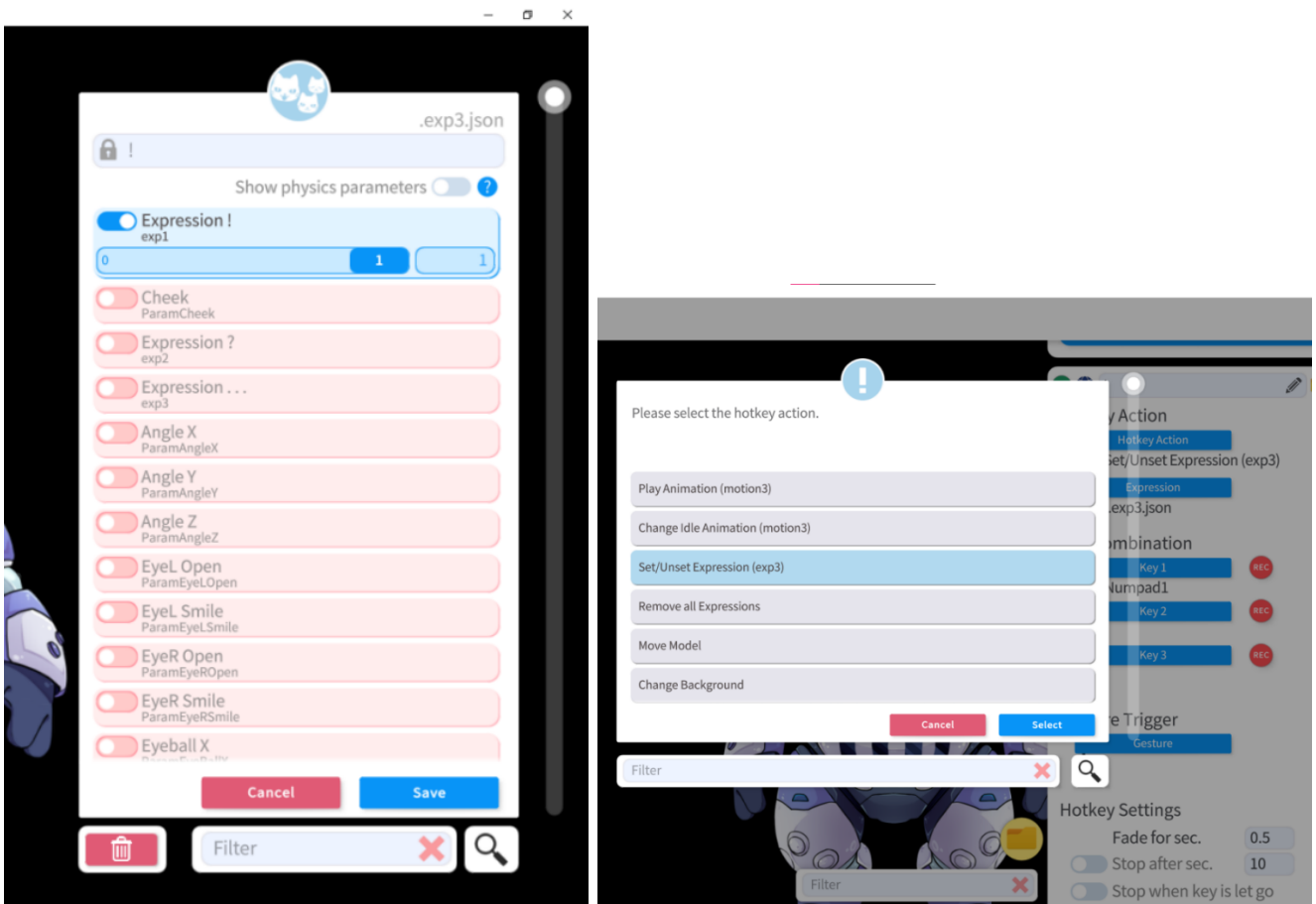


Рисунок 3.27 – Налаштування подій та реакції персонажа на подію

На рисунках 3.28 - 3.29 показано налаштування події та «гарячих» клавіш для її активації.

Принцип цього налаштування полягає в наступному: для кожної події вказується дія, яку повинен виконувати персонаж, а потім призначається клавіша на клавіатурі для виконання цієї дії.

Так, наприклад, на рисунку 3.28 показано налаштування для відображення одного з варіантів міміки персонажа (знак !).

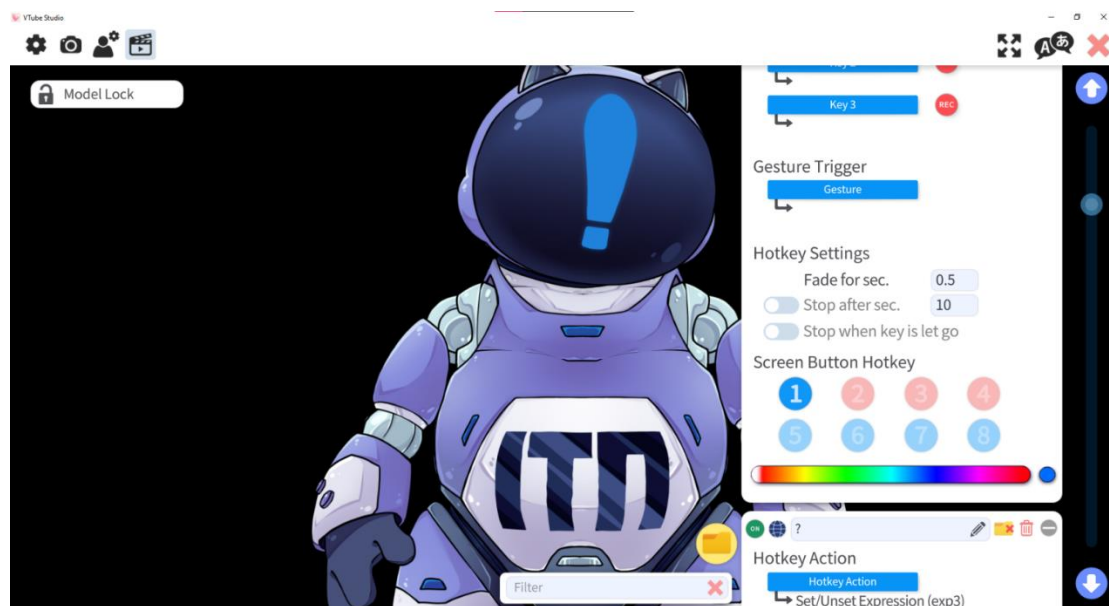


Рисунок 3.28 – Призначення «гарячих» клавіш для події

На рисунку 3.29 показано задавання клавіші на клавіатурі для виконання цієї події. При візуалізації користувач, натискаючи цю клавішу, буде викликати зміну міміки персонажа.

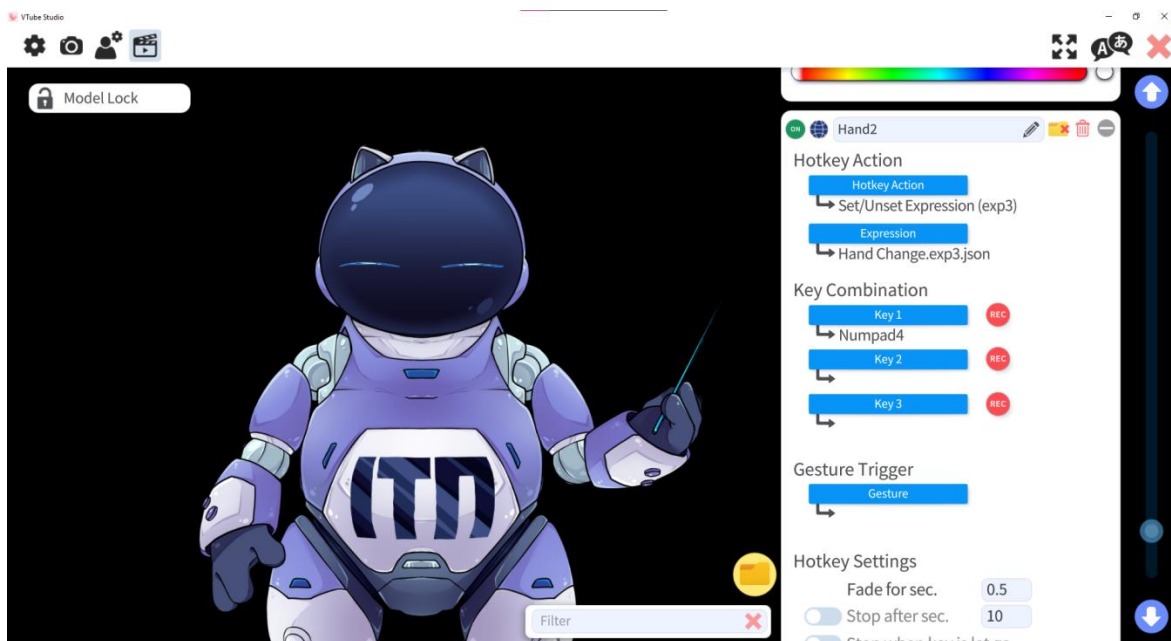


Рисунок 3.29 – Налаштування «гарячих» клавіш для події

Таким чином можна налаштувати будь яку зміну анімації моделі, яку не можна здійснити через систему розпізнавання обличчя.

Наш персонаж повинен реагувати на рухи рота користувача. Для цього потрібно налаштувати відображення рота синхронно зі звуком мікрофона. Існує два варіанта налаштування: на звук і на трекінг з камери. На рис. 3.30 показано варіант налаштування руху рота на звук з мікрофона.

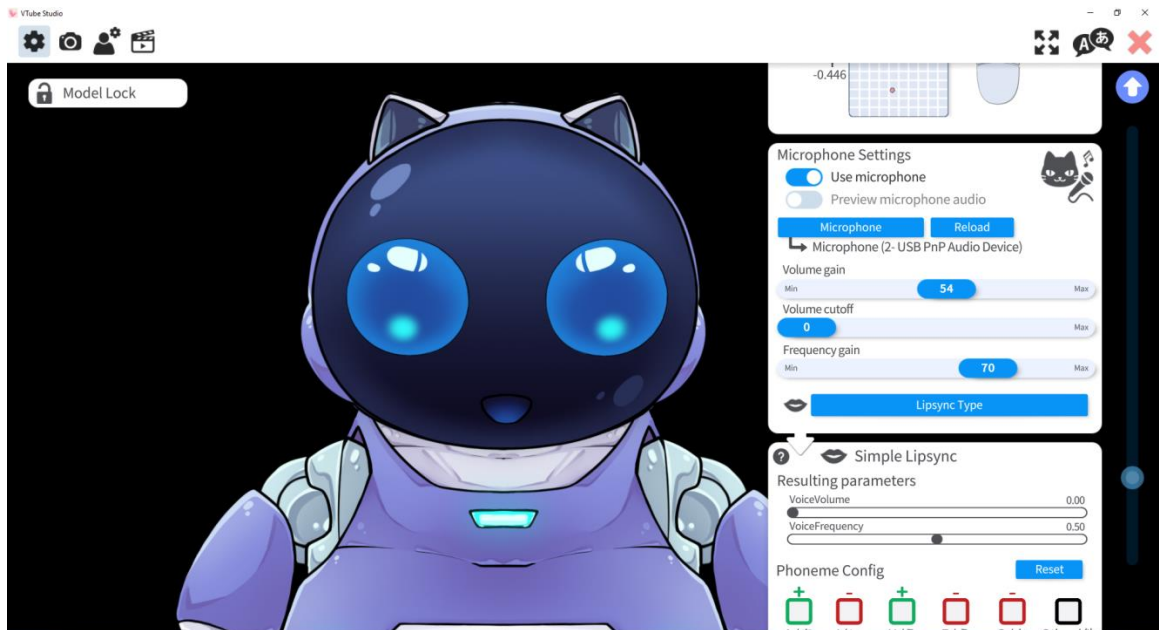


Рисунок 3.30 – Налаштування реакції персонажа на звук

Після виконання всіх налаштувань ми відразу бачимо, як поводить себе персонаж синхронно з нашими рухами перед камерою. Запис відеофайлу можна виконати відразу з екрану будь-яким доступним застосунком.

На рисунках 3.31 - 3.32 показано деякі кадри зі створеного відеофайлу, який додається до цього проєкту.

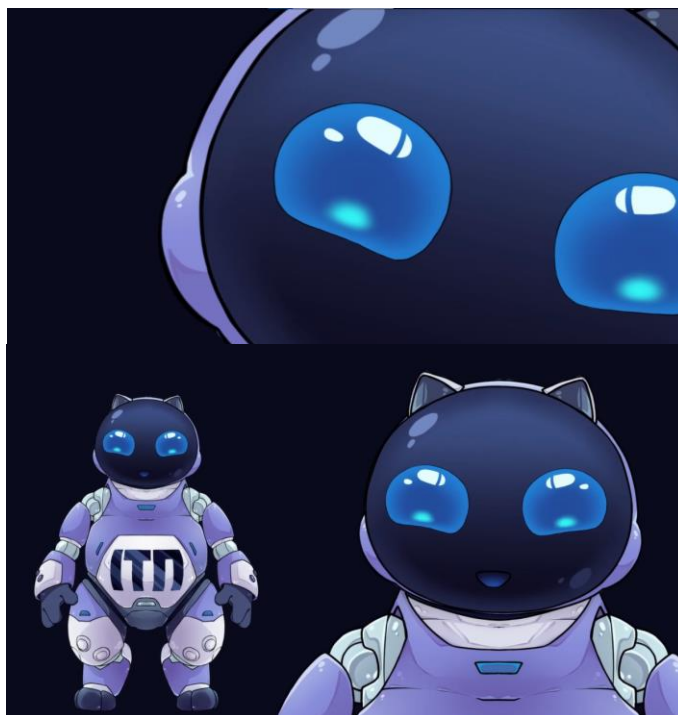


Рисунок 3.31 – Візуалізація персонажа в застосунку VTube Studio

При виконанні тестування потрібно перевірити відповідність рухів персонажа щодо рухів користувача. Цей етап виконуємо в програмі VTube Studio.

Для початку виконуємо рухи головою і спостерігаємо за рухами моделі. Персонаж повинен виконувати рухи по двом осям: вверх-вниз та вліво-вправо.

Далі перевіряємо реакцію персонажа на зміну міміки користувача. Відкриваємо та закриваємо очі, посміхаємось, робимо рухи ротом. Персонаж повинен точно повторювати всі ці емоції.

Останнім етапом тестування перевіряємо роботу налаштованих раніше «гарячих» клавіш для додаткової анімації моделі. Викликаємо додаткову зміну міміки та рух лівої руки персонажа.

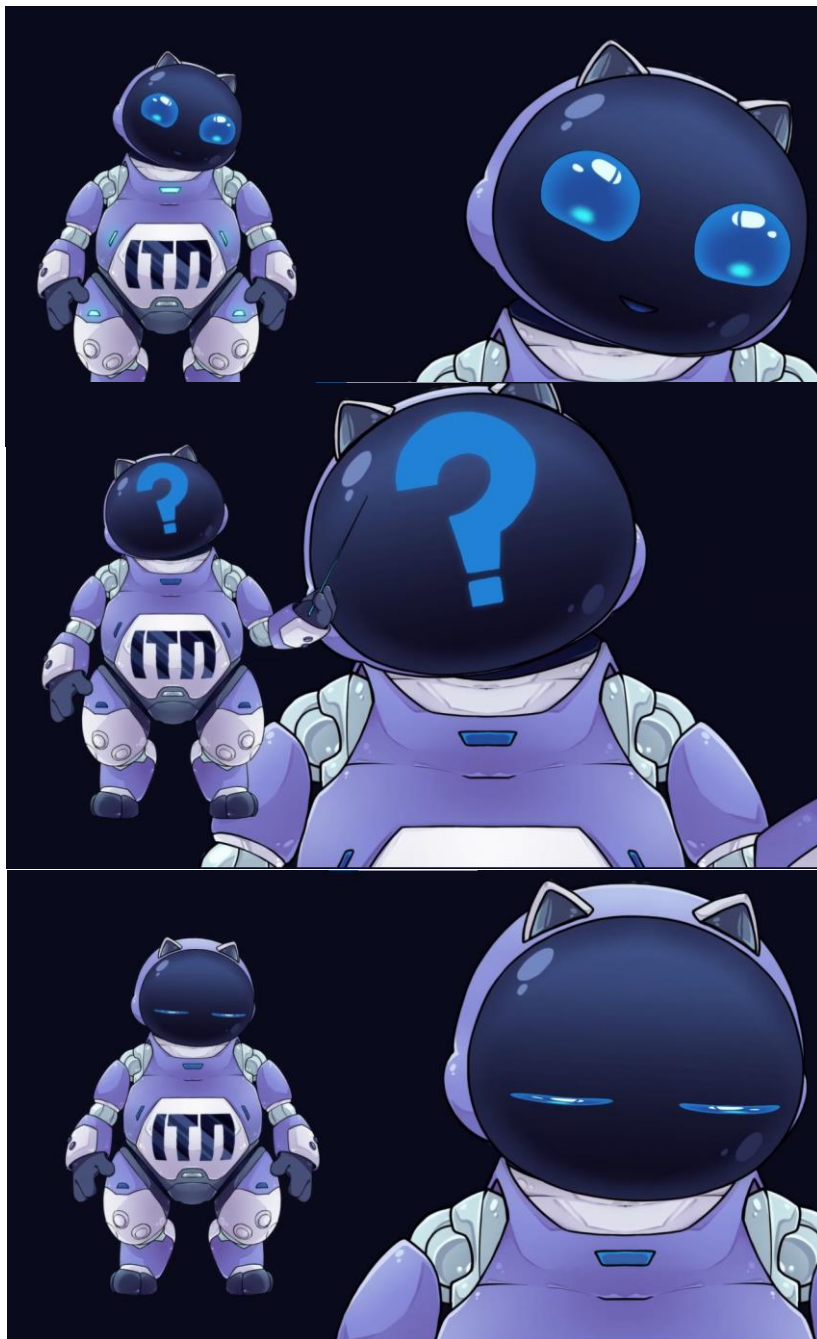


Рисунок 3.32 – Візуалізація персонажа в застосунку VTube Studio

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що мета роботи досягнута – створено віртуального персонажа, який синхронно відтворює рухи та міміку користувача перед камерою.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту після вивчення ринку аналогічних продуктів (персонажів) проведений аналіз затребуваності персонажів (аватарів) у різних галузях та дослідження основних аспектів їх використання.

Проведено огляд існуючого на даний час програмного забезпечення для створення персонажів. В наш час ринок ПЗ у цій галузі вже достатньо розвинений, тому для порівняння було взято три топових програмних продукти, та виконано порівняння результатів їх роботи за певними критеріями.

В результаті аналізу вирішено, що для створення власного персонажу найкраще використати програмний продукт Live2D Cubism. Це зумовлено тим, що дана програма може працювати як додаток системи Windows, не використовуючи інтернет. Також зіграв роль той момент, що програма має доступний інтерфейс і легко налаштовується. Ще один плюс Live2D Cubism – є тріал версія продукту, якої достатньо для виконання проекту.

В роботі виконано постановку задачі, сформовано мету та основні вимоги до створюваного персонажу. Чітко описано головні критерії розробки персонажу, його функції та загальний вигляд.

Проведено структурно-функціональне моделювання проекту, планування робіт та аналіз ризиків IT-проекта.

Практична реалізація віртуального персонажу була виконана в два етапи:

- за допомогою графічного редактора було побудовано кожен елемент персонажу окремо, прораховано різні варіанти відображення елементів;
- за допомогою застосунку Live2D Cubism було виконано створення самого персонажу як готового проекту, який можна використовувати в будь яких програмах візуалізації віртуальних моделей.

Готовий персонаж був візуалізований в застосунку VTube Studio. Було записано відео з демонстрацією можливостей створеного віртуального персонажа.

Отриманий персонаж можна використати в рекламних цілях. Виходячи з специфічного загального вигляду персонажа, можна прорекламувати, наприклад,

запрошення студентів на навчання, або розповісти про якусь розробку на кафедрі університету. Це може виконати будь хто. Не потрібно мати особливих навиків, треба лише зачитати текст перед камерою і виконати необхідні рухи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. BBC News. В Китаї показали “штучного телеведучого”. Що він вміє? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-46141218>.
2. Reuters. ABBA's virtual show boosts London's economy to the tune of \$225 million. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.reuters.com/lifestyle/abbas-virtual-show-boosts-londons-economy-tune-225-million-2023-12-21/>.
3. VULTURE IS A VOX MEDIA NETWORK [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.vulture.com/2021/09/watch-digital-avatar-singing-competition-alter-ego-trailer.html>.
4. Digital avatars rollout in the US for Facebook and Messenger. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tweaktown.com/news/72534/digital-avatars-rollout-in-the-us-for-facebook-and-messenger/index.html>.
5. Visa Buys NFT of Digital Avatar With Mohawk for \$150,000ю [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-23/cryptopunk-nft-prices-visa-buys-digital-avatar-7610-for-150-000-in-eth>.
6. Костенко, О. (2022). Електронна юрисдикція, метавсесвіт, штучний інтелект, цифрова особистість, цифровий аватар, нейронні мережі: теорія, практика, перспективи. Наукові інновації та передові технології, (2 (4)).
7. ‘Game-changing’ digital avatars allow psychosis patients to come face-to-face with the voices in their head. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://inews.co.uk/news/science/game-changing-digital-avatars-allow-psychosis-patients-confront-voices-in-their-head-976802>.
8. Nvidia Shares a New Look at AI for Digital Avatars. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://80.lv/articles/nvidia-shares-a-new-look-at-ai-for-digital-avatars/>.

9. Reface. Face swap online in a click. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://reface.ai/>.
10. Данченко, Я. О. (2017). Використання технологій розпізнавання обличчя. Актуальні проблеми та перспективи розвитку маркетингового управління. Київський національний університет технологій та дизайну.
11. Deepbrain AI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.deepbrain.io/>.
12. Colossyan Inc. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.colossyan.com/>.
13. Nooveau Media Ltd [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://synthesys.io/>.
14. Булаєвський, І. О. (2021). Програмна система створення живого аватару в реальному часі (Bachelor's thesis, КПІ ім. Ігоря Сікорського).
15. Чернишенко, Н. (2023). Використання можливостей нейромереж та штучного інтелекту для створення медіаконтенту.
16. Nguyen, K. T., Vu, L. X., & Nguyen, T. T. Q. (2023, September). Turning Human into 2D Virtual Character Using Real-Time Motion Capture. In International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering (pp. 214-224). Cham: Springer Nature Switzerland.
17. Sato, M., Terada, K., & Gratch, J. (2023, September). Preference learning from emotional expressions contributes integrative solutions between human-AI negotiation. In 2023 11th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW) (pp. 1-7). IEEE.
18. Постановка цілей по SMART. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pdatu.edu.ua/images/vihovna-robota/psiholog/ps10.pdf>.
19. ДСТУ ISO 21511:2022 Ієрархічні структури робіт для управління проектами та програмами. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pmdoc.ua/iso/iso21511/>

20. Башинська, І. О., Макарець, Д. О., Башинская, И. А., & Макарець, Д. О. (2017). Управління ризиками в проектах. Економіка. Фінанси. Право., (5/2'2017), 38-40.
21. Spanidis, P. M., Pavloudakis, F., & Roumpos, C. (2021). Introducing the IDEF0 methodology in the strategic planning of projects for reclamation and repurposing of surface mines. *Materials Proceedings*, 5(1), 26.
22. Олешко, Т. І., & Бахорчук, В. (2020). Моделювання бізнес-процесів за допомогою діаграми випадків використання.
23. Фролова Є. І., Лавров Є. А. (2024). Підхід до аналізу рухів цифрового двійника людини за допомогою наївного баєсівського класифікатора. // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма Міжнар. наукової конференції молодих учених, м. Суми, 22-24 квітня 2024 р. Відп. за вип. Ю.Волк. СумДУ., 206-207.
24. VTube Studio [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://denchisoft.com/>.

ДОДАТОК А.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на створення графічного продукту
«Анімаційні моделі персонажів для медіа-застосувань»

ПОГОДЖЕНО:

Доцент кафедри інформаційних технологій

_____ Баранова І.В.

Студент групи ІТ-03

_____ Фролова Є. І.

Суми 2024

1 Призначення й мета створення анімаційної моделі персонажу

1.1 Призначення анімаційної моделі персонажу

Головне призначення анімаційної моделі персонажу – можливість її використання в рекламних цілях. На основі цього персонажу можна буде швидко створити відеоролик, рекламуючи будь який продукт. Це значно спрощує виготовлення такого контенту, так як не потребує багато часу.

1.2 Мета створення анімаційної моделі персонажу

Головна мета - продемонструвати використання технології розпізнавання обличчя та рухів користувача для розваг та медіа-інтерфейсів, надаючи зручні та захоплюючі рішення для користувачів, незалежно від їхнього рівня знань у даній галузі.

1.3 Цільова аудиторія

Цільовою аудиторією даного проекту є спеціалісти медійного простору. Також сюди можна віднести розробників ігор та рекламної продукції.

2 Вимоги до анімаційної моделі персонажу

2.1 Вимоги до анімаційної моделі персонажу в цілому



Рисунок А.1 – Загальний вигляд персонажу

Загальні вимоги до анімаційної моделі персонажу:

- Персонаж повинен повністю відповідати загальному вигляду, який запланований на початку проекту (див. рисунок А.1);
- Персонаж повинен повторювати рухи користувача, які він виконує перед камерою;
- Мати можливість використати створений «аватар» на інших платформах/системах (анімація, тощо).

2.2 Вимоги до функції моделі

Вимоги до структури й функціонування:

- Персонаж має містити необхідну кількість графічних елементів (частин тіла, обличчя), яких буде достатньо для відображення рухів та емоцій;
- Міміка та рухи персонажу повинні синхронно відтворюватись згідно міміці та рухам користувача перед камерою;
- Міміка персонажу повинна включати також відтворення рухів очей та рота при відтворенні звуків користувачем;
- По можливості, максимально використати функціонал платформи для найбільш відповідного реалістичного відображення рухів моделі.

2.3 Вимоги до програмного та апаратного забезпечення

Для виконання проекту необхідне таке забезпечення:

- наявність ОС Windows 10 або вище;
- наявність необхідного обладнання (вебкамера або будь яка, підключена до комп'ютера, мікрофон).
- графічний редактор (наприклад Clip Studio Paint);
- програму Live2D Cubism;
- програму VTube Studio для візуалізації персонажа;
- програму для налаштування камери WebcamMax.

2.4 Вимоги до збереження інформації

До структури даного проекту входять файли, які містять:

- Графічні дані компонент, з яких складається створений персонаж;
- Файли формування структури персонажу, який містить лінкування компонент персонажу один з одним, та їх взаємодію;
- Файли налаштувань персонажу в програмі Live2D Cubism;
- Відеофайл з демонстрацією можливостей персонажу.

3 Структура анімаційної моделі персонажу

3.1 Наповнення анімаційної моделі персонажу (контент)

Створюваний персонаж складається з таких частин тіла:

- голова;
- тулуб;
- кінцівки.

Програма Live2D Cubism виконує трекінг голови. Інші частини тіла (тулуб та кінцівки) будуть рухатись відповідно до рухів голови персонажу.

Голова персонажу також містить очі та рот. Рот за замовчуванням не відображається. Він буде з'являтися тільки в моменти розмови персонажу.

3.2 Дизайн та структура анімаційної моделі персонажу

Модель повинна бути гарно деталізована. Текстури та кольорова гамма персонажу повинна бути обрана в одному діапазоні відтінків.

Передня частина тулуба персонажу повинна відображати напис ІТП (Інформаційні Технології Проектування).

4. Склад і зміст робіт зі створення анімаційної моделі персонажу

Докладний опис етапів роботи зі створення анімаційної моделі персонажу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи створення анімаційної моделі персонажу

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Дослідження предметної області	3 дні
2	Розробка шаблону персонажу	2 дні
3	Розбивка персонажу на окремі компоненти	1 день
4	Виконання графічної частини проекту	14 днів
5	Зведення компонент персонажу, згідно шаблону	1 день
6	Завантаження компонент в програму Live2D Cubism	1 день
7	Створення персонажу згідно шаблону в програмі Live2D Cubism	1 день
8	Навчання персонажу	6 днів
9	Корегування та підгонка персонажу	1 день
10	Тестування персонажу	1 день
11	Написання супровідної документації	1 день
12	Реліз	1 день
	Загальна тривалість робіт	39 днів

ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Метою даного проекту є створення так званого «аватара», який буде повторювати всі рухи, міміку. Сам персонаж буде створено окремо з використанням певних графічних редакторів і експортовано у спеціальну програму, в якій виконується прив'язка графічної моделі до технології розпізнавання обличчя.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- визначити актуальність роботи, дослідити предметну область та провести аналіз аналогів;
- розробити та реалізувати графічну частину проекту. Створити сам персонаж, проробити всі аспекти відображення частин обличчя персонажу;
- виконати налаштування програми Live2D Cubism для виконання імпорту персонажу;
- створити в програмі Live2D Cubism проект, виконати прив'язку мімічних рухів обличчя до рухів персонажу, виконати повну синхронізацію з даними, які програма отримує з камери;
- виконати візуалізацію та тестування.

Б.1 Деталізація мети проекту методом SMART

Деталізацію мети проекту виконаємо за допомогою SMART-методу [18]. Це дозволяє більш конкретно представити призначення розроблюваного продукту.

Отже, можемо сформулювати мету нашого проекту за цими п'ятьма факторами. Результати наведені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Формалізація мети за технологією SMART

Specific	Створення анімаційної моделі персонажу для медіа-застосувань, використовуючи технології розпізнавання облич, в програмі Live2D Cubism.
Measurable	Створений персонаж (аватар) буде відображати всі рухи та міміку людини, яка на даний момент буде знаходитись перед камерою. Загальний вигляд персонажа та його дизайн буде створено згідно обраного заздалегідь об'єкта візуалізації.
Achievable	Існує багато конкурентів, які створюють персонажів такого плану для використання в анімації, рекламі, ігровій галузі тощо. Але технології розвиваються, збільшується потреба в цифрових персонажах.
Relevant	Завдяки можливості анімації та кастомізації, створений персонаж (аватар) зможе надавати інформацію в більш доступній та інтерактивній формі, зможе продемонструвати різні процеси та інструкції, що спростить сприйняття і запам'ятовування основних ідей. Він зможе бути інтегрований в різні формати контенту, такі як: відео, блоги, підкасти та соціальні мережі, надаючи необмежені можливості для творчості та інновацій.
Time-bound	Вибрано конкретний термін виконання проекту – до кінця 4 курсу.

Б.2 Планування змісту робіт та структури виконавців

Створимо WBS структуру для планування змісту робіт нашого проекту [19]. Це дозволить ефективно досягти запланованої цілі проекту та розподілити ефективно ресурси на заплановані дії, необхідні для її досягнення (рис. Б.1).

На рисунку Б.2 представлено організаційну структуру планування проекту. Список виконавців, що функціонують в проекті, описано в таблиці Б.2.

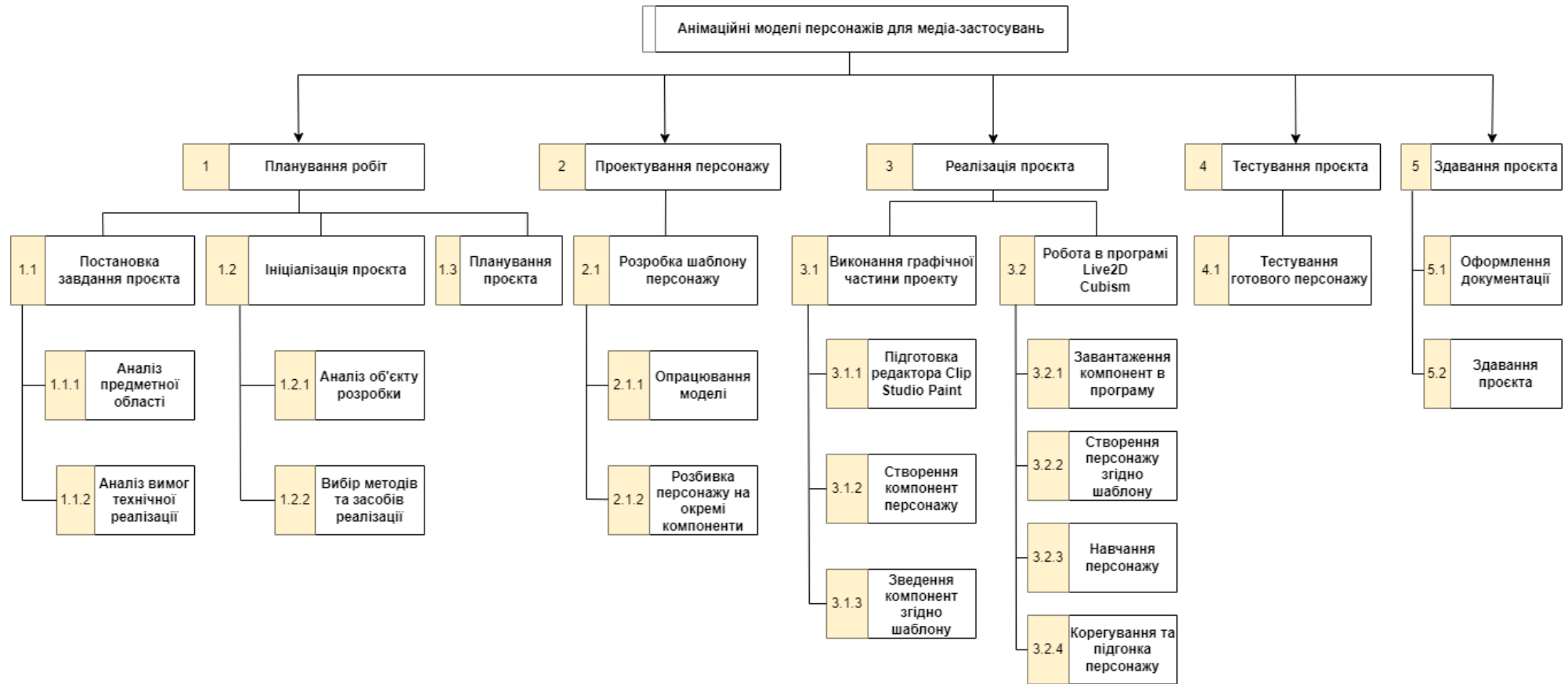


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту

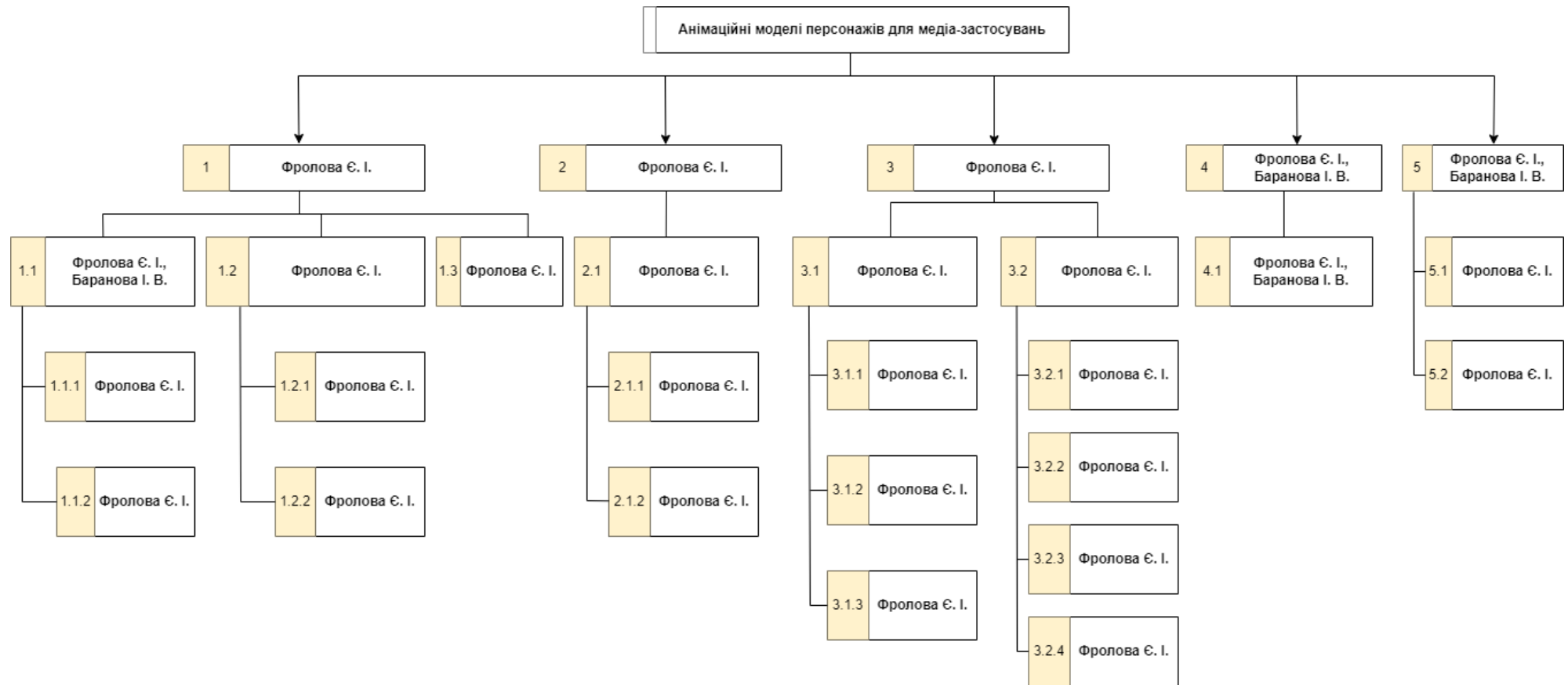


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проєкта

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Науковий керівник	Баранова І. В.	Забезпечує загальне керівництво та затвердження етапів проекту
Менеджер проекту	Фролова Є. І.	Відповідає за ефективне виконання розробки та реалізації проекту
Аналітик	Фролова Є. І.	Проводить збір та аналіз стосовно технологій та засобів створення віртуальних аватарів
Розробник	Фролова Є. І.	Виконує створення віртуального персонажу, проводить його «навчання» в програмі Live2D Cubism.
Тестувальник	Фролова Є. І.	Знаходження помилок до релізу моделі

Б.3 Діаграма Ганта

Для ілюстрації плану робіт по проекту, виконаємо побудову календарного графіку (діаграми Ганта).

Календарний графік проекту представлено на рисунку Б.3.

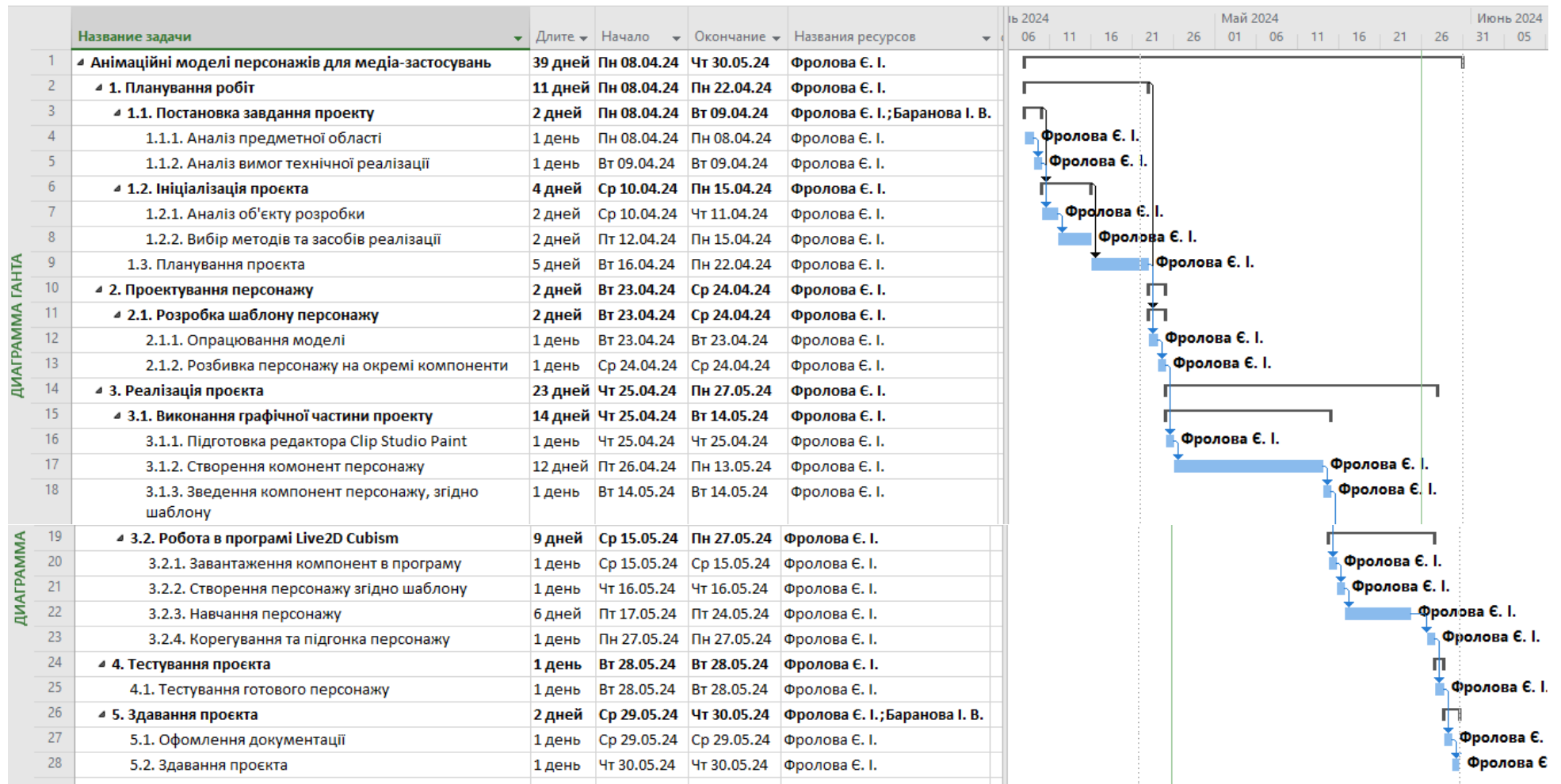


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

Б.4 Управління ризиками проєкту

Під час виконання проєкту, визначимо можливі ризики, які можуть з'явитися в процесі його реалізації та ідентифікуємо їх [20]. Спочатку складемо таблицю ймовірних ризиків та зазначимо їх вплив на виконання проєкту.

Таблиця Б.3 – Визначення ймовірності, впливу та рангу ризиків проєкту

№ ризику	Назва (опис) ризику	Ймовірність (0,1-0,9)	Вплив (0,05-0,8)	Ранг
R1	Вимкнення світла	0,7	0,8	0,56
R2	Відсутність інтернет	0,5	0,1	0,05
R3	Захворювання виконавця	0,1	0,4	0,04
R4	Технічні проблеми з обладнанням	0,3	0,8	0,24
R5	Нечітке завдання на розробку	0,1	0,8	0,08
R6	Низька кваліфікація розробника	0,3	0,4	0,12
R7	Повітряні тривоги	0,5	0,8	0,4
R8	Неоптимальний розподіл часу	0,3	0,2	0,06
R9	Зміни у ТЗ	0,3	0,4	0,12
R10	Закінчення ліцензійного використання ПЗ	0,1	0,1	0,01

Побудуємо матрицю ймовірності виникнення та впливу за нашим проєктом та занесемо в неї виявлені ризики. Результат відображено в таблиці Б.4. Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – неприпустимі.

Таблиця Б.4 – Матриця ймовірності та впливу

Ймовірність ризиків	Вплив загрози (ризиків)				
	Дуже малий	Малий	Середній	Великий	Дуже великий
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
0,9	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56 R1
0,5	0,025	0,05 R2	0,1	0,2	0,4 R7
0,3	0,015	0,03	0,06 R8	0,12 R6, R9	0,24 R4
0,1	0,005	0,01 R10	0,02	0,04 R3	0,08 R5

Класифікація ризиків за рівнем відповідно до отриманого значення індексу представлена у таблиці Б.5. У таблиці Б.6 описано ризики та стратегії реагування на кожен з них.

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання за рівнем ризику.

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийнятні	$0,005 \leq R \leq 0,05$	2, 3,10
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	5,6,8,9
3	Недопустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	1,4,7

Таблиця Б.6 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
1	Виправданий	Вимкнення світла	0,7	0,8	0,56	Ухилення	Використання генератора або безперебійного джерела струму (UPS)	Перенести виконання запланованих робіт на вихідні дні, щоб вкластися в графік
2	Прийнятний	Відсутність інтернет	0,5	0,1	0,05	Ухилення	Мати альтернативний канал інтернет	Знайти нове місце з альтернативним інтернет каналом
3	Прийнятний	Захворювання виконавця	0,1	0,4	0,04	Попередження	Завчасна профілактика та вакцинація	Перенести виконання запланованих робіт на вихідні дні
4	Виправданий	Технічні проблеми з обладнанням	0,3	0,8	0,24	Попередження	Своєчасне обслуговування обладнання	Заміна обладнання на нове

Продовження таблиці Б.6

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
5	Виправданий	Нечітке завдання на розробку	0,1	0,8	0,08	Попередження	<p>1. Грамотно поставити технічне завдання проекту.</p> <p>2. Звітування перед керівником на різних етапах роботи.</p> <p>3. Уникати нечітких, та невимірюваних характеристик продукту</p>	Потрібно відразу в'яснити що стало причиною непорозуміння і знайти корінь проблеми, щоб потім її усунути

Продовження таблиці Б.6

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
6	Виправданий	Низька кваліфікація розробника	0,3	0,4	0,12	Попередження	Отримати потрібну інформацію на проект заздалегідь, пройти необхідний курс навчання	У разі незадовільної компетенції розробника або всієї команди, перенести строки виконання проекту
7	Виправданий	Повітряні тривоги	0,5	0,8	0,4	Ухилення	Розташування робочого місця у безпечному приміщенні	Перенести виконання запланованих робіт на інші дні
8	Виправданий	Неоптимальний розподіл часу	0,3	0,2	0,06	Попередження	Розрахувати час виконання робіт із запасом	Повне перепланування з урахування усіх обтяжуючих обставин.

Продовження таблиці Б.6

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
9	Виправданий	Зміни у ТЗ	0,3	0,4	0,12	Ухилення	1.Ясно і однозначно обговорити із керівником усі види вимог. 2.Скласти глосарій для запобігання розбіжностей. 3.Контроль керівником етапів роботи.	При виявленні невідповідностей деяких характеристик продукту заявленим вимогам потрібно уважно та чітко окреслити те, що було виконано невірно та зробити правки
10	Прийнятий	Закінчення ліцензійного використання ПЗ	0,1	0,1	0,01	Попередження	Перевірити заздалегідь строки ліцензій необхідного для проекту ПЗ	Оплатити ліцензії ПЗ або знайти безкоштовні версії ПЗ.