

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

ПАРІЙ Владислав Володимирович

Інтелектуальний метод вербальної взаємодії із неігровим персонажем / Intelligent Method for Verbal Interaction with a Non-Player Character

спеціальність: 122 - Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма - Комп'ютерні науки

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КНм-21
В. В. Парій

Науковий керівник:
к.т.н., доцент, Ліп'яніна-
Гончаренко Х.В.

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:
«___» _____ 20___ р.
Завідувач кафедри
_____ М.П. Комар

ТЕРНОПІЛЬ - 2023

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
 Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління
 Освітній ступінь «магістр»
 спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки
 освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 _____ М.П. Комар
 « ____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
 Парію Владиславе Володимировичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Інтелектуальний метод вербальної взаємодії із неігровим персонажем /
 Intelligent Method for Verbal Interaction with a Non-Player Character
 керівник роботи к.т.н., доцент, Ліп'яніна-Гончаренко Х.В.
 затверджені наказом по університету від 8 грудня 2022 року № 491.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи 1 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу студента, наукові статті, технічна література.

4. Основні питання, які потрібно розробити

1. Аналіз особливостей вербальної взаємодії у метаверсійних додатках.
2. Вивчення новітніх інструментів у розробці ігор та інтерактивних додатків.
3. Літературний огляд за тематикою.
4. Розробка архітектури вербальної взаємодії.
5. Розробка та впровадження моделі розпізнавання голосу.
6. Виконання семантичного аналізу.
7. Обробка природної мови (NLP).
8. Розробка інтелектуального методу вербальної взаємодії.
9. Створення ігрового простору.
10. Реалізація NPC (Неігрових Персонажів).
11. Тестування взаємодії з NPC у метавсесвіті.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

Структура архітектури
 Логічний вузол ConstructionScript.
 огічний вузол Set Update Animation.
 Логічний вузол активації обробки даних.
 Тестування роботи хмарного AI.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 8 грудня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Сучасний стан предметної області і постановка задачі дослідження	12.2022 р. – 03.2023 р.	
2	Інтелектуальний метод та засоби вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках	03.2023 р. – 05.2023 р.	
3	Реалізація інтелектуального методу	05.2023 р. – 11.2023 р.	
4	Повне завершення та представлення кваліфікаційної роботи на кафедрі	01.12.2023 р.	

Студент _____ В. В. Парій
підписКерівник роботи _____ к.т.н., доцент, Ліп'яніна-Гончаренко Х.В.
підпис

РЕЗЮМЕ

Дипломна робота на тему "Інтелектуальний метод вербальної взаємодії із неігровим персонажем" у напрямку отримання ступеня вищої освіти "Магістр" за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки" включає 102 сторінки тексту, 11 рисунків та список з 22 джерел.

Мета дослідження полягала у розробці та впровадженні інтелектуального методу для вербальної взаємодії з неігровими персонажами, що може бути використано у різноманітних цифрових платформах та застосунках.

У роботі були застосовані методи обробки природної мови, машинного навчання та аналізу емоцій для розробки більш природніх та переконливих моделей вербальної взаємодії.

Отримані результати підкреслюють ефективність запропонованого методу у створенні реалістичної взаємодії з неігровими персонажами, що може знайти застосування у віртуальній реальності, освітніх програмах та інтерактивних медіа.

Розроблені методи та техніки мають значний потенціал для використання у сфері цифрових технологій, зокрема, у розробці інтерактивного контенту та підвищення рівня залучення користувачів.

Ключові слова: ВЕРБАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ, НЕІГРОВІ ПЕРСОНАЖІ, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, ОБРОБКА ПРИРОДНОЇ МОВИ, ІНТЕРАКТИВНІ МЕДІА.

RESUME

This Master's thesis, titled "Intelligent Method for Verbal Interaction with Non-Player Characters," is a part of the Computer Science program (Specialization 122) and includes 102 pages of text, 11 figures and a list of 22 references.

The goal of the study was to develop and implement an intelligent method for verbal interaction with non-player characters, which can be applied in various digital platforms and applications.

The work employed natural language processing, machine learning, and emotion analysis methods to develop more natural and convincing models of verbal interaction.

The results demonstrate the effectiveness of the proposed method in creating realistic interactions with non-player characters, which can be applied in virtual reality, educational programs, and interactive media.

The developed methods and techniques have significant potential for use in the digital technology field, especially in developing interactive content and enhancing user engagement.

Key words: VERBAL INTERACTION, NON-PLAYER CHARACTERS, MACHINE LEARNING, NATURAL LANGUAGE PROCESSING, INTERACTIVE MEDIA.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
1.1 Огляд особливостей у сфері вербальної взаємодії в метаверсійних додатках	13
1.2 Новітні інструменти у створенні ігор та інтерактивних програмних продуктів.....	21
1.3 Аналіз літературних джерел з досліджуваної тематики.....	28
1.4 Постановка задачі.....	36
Висновки до розділу 1.....	39
2 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МЕТОД ТА ЗАСОБИ ВЕРБАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З НЕІГРОВИМИ ПЕРСОНАЖАМИ В МЕТАВЕРСІЙНИХ ДОДАТКАХ	41
2.1 Архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках	41
2.2 Модель розпізнавання голосу	43
2.3 Семантичний аналіз	46
2.4 Обробка природної мови.....	50
2.5 Інтелектуальний метод вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках.....	55
Висновки до розділу 2.....	63
3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МЕТОДУ	66
3.1 Реалізація ігрового простору	66
3.2 Реалізація NPS	70
3.3 Тестування взаємодії з NPC у метавсесвіті	73
Висновки до розділу 3.....	77
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85

ДОДАТОК А Апробація отриманих результатів	89
---	----

ВСТУП

У сучасному цифровому світі метаверсійні технології стрімко розвиваються, відкриваючи нові можливості для віртуальної реальності та інтерактивності. Цей розвиток спонукає до пошуку нових способів створення більш реалістичних і занурюючих взаємодій у цифрових середовищах. Вербальна взаємодія з неігровими персонажами є ключовим елементом у створенні іммерсивних віртуальних світів, які мають важливе значення для розвитку цифрової індустрії та технологій.

З розвитком метаверсій зростає потреба в покращенні вербальної взаємодії між користувачами та неігровими персонажами. Інноваційні підходи до розпізнавання голосу та обробки природної мови можуть значно підвищити якість взаємодії, роблячи її більш природною та реалістичною. Це має велике значення не лише для розваг, але й для освітніх, тренінгових та комерційних застосувань.

Застосування штучного інтелекту та машинного навчання у вербальній взаємодії відкриває нові горизонти для інтерактивності. Ці технології дозволяють створювати персонажів, які можуть вести діалоги, адаптуватися до контексту та навіть розпізнавати емоційні стани користувачів. Це робить дослідження в цій області особливо актуальним та важливим для подальшого прогресу в області інтерактивних технологій.

Дослідження у сфері вербальної взаємодії з неігровими персонажами має значний практичний потенціал. Воно може знайти застосування в різних сферах, від віртуальних тренінгів та освіти до терапевтичних застосувань у психології та реабілітації. Інноваційні методи вербальної взаємодії можуть поліпшити якість та доступність цих послуг, роблячи їх більш ефективними та доступними для широкого кола користувачів.

Актуальність цього дослідження також впливає з потенціалу впливу на майбутній розвиток ігрової індустрії та інтерактивних медіа. Розробка нових методів вербальної взаємодії сприятиме створенню більш

занурюючих та емоційно насичених віртуальних досвідів. Такий прогрес відкриває шлях до створення нових форм ігрового та мультимедійного контенту, що збагатить досвід користувачів та розширить можливості застосування віртуальних технологій у повсякденному житті.

Метою цієї магістерської роботи є розробка та впровадження інтелектуального методу вербальної взаємодії з неігровими персонажами у метаверсійних додатках. Це включає аналіз сучасних технологій та інструментів, використовуваних у створенні ігор та інтерактивних додатків, з особливим акцентом на методах обробки природної мови, семантичного аналізу та розпізнавання голосу. Робота передбачає розробку моделей і алгоритмів для створення більш природних і реалістичних взаємодій між користувачами та неігровими персонажами, а також тестування та оцінку їх ефективності у віртуальних середовищах. Ціль полягає у підвищенні рівня іммерсивності та взаємодії в метавсесвітах, забезпечуючи більш занурений та інтерактивний користувацький досвід.

Досягнення цієї мети зумовило потребу теоретичних розробок, визначення та послідовного вирішення таких завдань:

1. Аналіз особливостей вербальної взаємодії у метаверсійних додатках.
2. Вивчення новітніх інструментів у розробці ігор та інтерактивних додатків.
3. Літературний огляд за тематикою.
4. Розробка архітектури вербальної взаємодії.
5. Розробка та впровадження моделі розпізнавання голосу.
6. Виконання семантичного аналізу.
7. Обробка природної мови (NLP).
8. Розробка інтелектуального методу вербальної взаємодії.
9. Створення ігрового простору.
10. Реалізація NPC (Неігрових Персонажів).

11. Тестування взаємодії з NPC у метавсесвіті.

Об'єктом дослідження є процес вербальної взаємодії між людьми та неігровими персонажами в метаверсійних додатках. Цей процес включає механізми розуміння та генерації природної мови, інтерпретацію мовленнєвих команд, емоційну взаємодію та контекстуальну адаптацію відповідей персонажів. Процес також охоплює використання технологій штучного інтелекту для моделювання переконливих та реалістичних взаємодій, що імітують реальні людські розмови. Дослідження цього процесу має велике значення для розвитку інтерактивних віртуальних середовищ та покращення користувацького досвіду в метаверсах.

Предметом дослідження є методи та техніки вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках. Це включає дослідження алгоритмів обробки природної мови, розробку систем розпізнавання та синтезу мовлення, а також аналіз методів семантичного аналізу та емоційної інтерпретації. Особлива увага приділяється вивченню того, як ці технології можуть бути інтегровані для створення природних та інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів взаємодії з неігровими персонажами, що відіграють ключову роль у забезпеченні зануреного досвіду користувачів у метаверсійних додатках.

Методи дослідження включають комплексний підхід, що поєднує теоретичний аналіз, емпіричні дослідження, та експериментальні методи. Для теоретичного аналізу буде використано обширний огляд літератури з метою зібрання та систематизації існуючих знань у сфері вербальної взаємодії з неігровими персонажами. Емпіричні дослідження включатимуть збір даних через анкетування та інтерв'ю з розробниками та користувачами метаверсійних додатків для отримання практичних висновків. Експериментальні методи передбачають розробку та тестування прототипів систем вербальної взаємодії для оцінки їхньої ефективності та юзабіліті. Цей комплексний підхід дозволяє всебічно проаналізувати

предмет дослідження, виявити потенційні проблеми та можливості, а також розробити рекомендації для подальшого вдосконалення вербальної взаємодії в метаверсійних додатках.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці та валідації передових методів вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках, що базуються на останніх досягненнях у галузі штучного інтелекту та обробки природної мови. Дослідження вносить вклад у поглиблене розуміння механізмів ефективної взаємодії з віртуальними персонажами, пропонуючи інноваційні підходи до моделювання природного мовлення та реалістичних діалогів. В результаті, це сприяє розвитку метаверсійних додатків, роблячи взаємодію з неігровими персонажами більш природною та інтуїтивно зрозумілою для користувачів. Таким чином, отримані результати відкривають нові перспективи для покращення користувацького досвіду в віртуальних середовищах, що має важливе значення для подальшого розвитку цифрових технологій.

Практичне значення отриманих результатів полягає в їх безпосередньому впливі на розвиток та оптимізацію інтерактивних метаверсійних додатків. Розроблені методи та алгоритми вербальної взаємодії можуть бути використані розробниками ігор, освітніх програм та інших віртуальних середовищ для створення більш реалістичних, емоційно залучених та інтерактивних неігрових персонажів. Це, у свою чергу, покращує загальний користувацький досвід, збільшує іммерсивність віртуальних світів та сприяє ефективнішому залученню користувачів. Окрім цього, отримані дані можуть бути корисними у сферах таких, як маркетинг та соціальні дослідження, де розуміння динаміки вербальної взаємодії відіграє ключову роль. В цілому, результати цього дослідження вносять значний вклад у розвиток цифрових комунікаційних технологій та відкривають нові можливості для їх застосування в різноманітних галузях.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота включає вступ, три головні розділи, висновки, список літератури та додатки. Загалом, текст роботи нараховує 102 сторінки, в якому представлено 11 рисунків. У списку літератури міститься 22 джерел.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення роботи й практичні результати дослідження доповідалися й обговорювалися: 5th IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2023, яка відбулася 21-29 листопада 2023 року у місті Львів, Україна, що буде проіндексована у базі Scopus; III Міжнародної мультидисциплінарної студентської наукової конференції «Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку», яка відбулася 10 листопада 2023 року у місті Дніпро, Україна.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд особливостей у сфері вербальної взаємодії в метаверсійних додатках

У сучасному цифровому світі, метаверсійні додатки набирають все більшої популярності, пропонуючи користувачам надзвичайно реалістичні віртуальні середовища. Центральним аспектом цих додатків є вербальна взаємодія з неігровими персонажами, що вимагає розуміння її особливостей і технологічних викликів.

Метаверс - це цифровий простір, що об'єднує елементи віртуальної реальності (VR), збільшеної реальності (AR) та інтернету. У метаверсі користувачі взаємодіють як із віртуальними об'єктами, так і з неігровими персонажами. Вербальна взаємодія з цими персонажами є ключовим елементом, який забезпечує більш глибокий іммерсивний досвід.

Вербальна взаємодія в метаверсійних додатках є комплексною та багатогранною, вона охоплює великий спектр технологічних та комунікативних аспектів (Рис.1.1).

Штучний інтелект є основою для реалізації ефективної вербальної взаємодії. Сучасні ШІ-системи використовують складні алгоритми, щоб розуміти мовні запити користувачів і адекватно на них реагувати. Це означає, що персонажі можуть не тільки розпізнавати слова, але й інтерпретувати наміри користувача, емоційні стани та контекстуальні нюанси.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у реалізації ефективної вербальної взаємодії, особливо у сферах, де потрібно розуміння мовних запитів та адекватна реакція на них. Ось детальний розгляд цього процесу (рис.1.2):

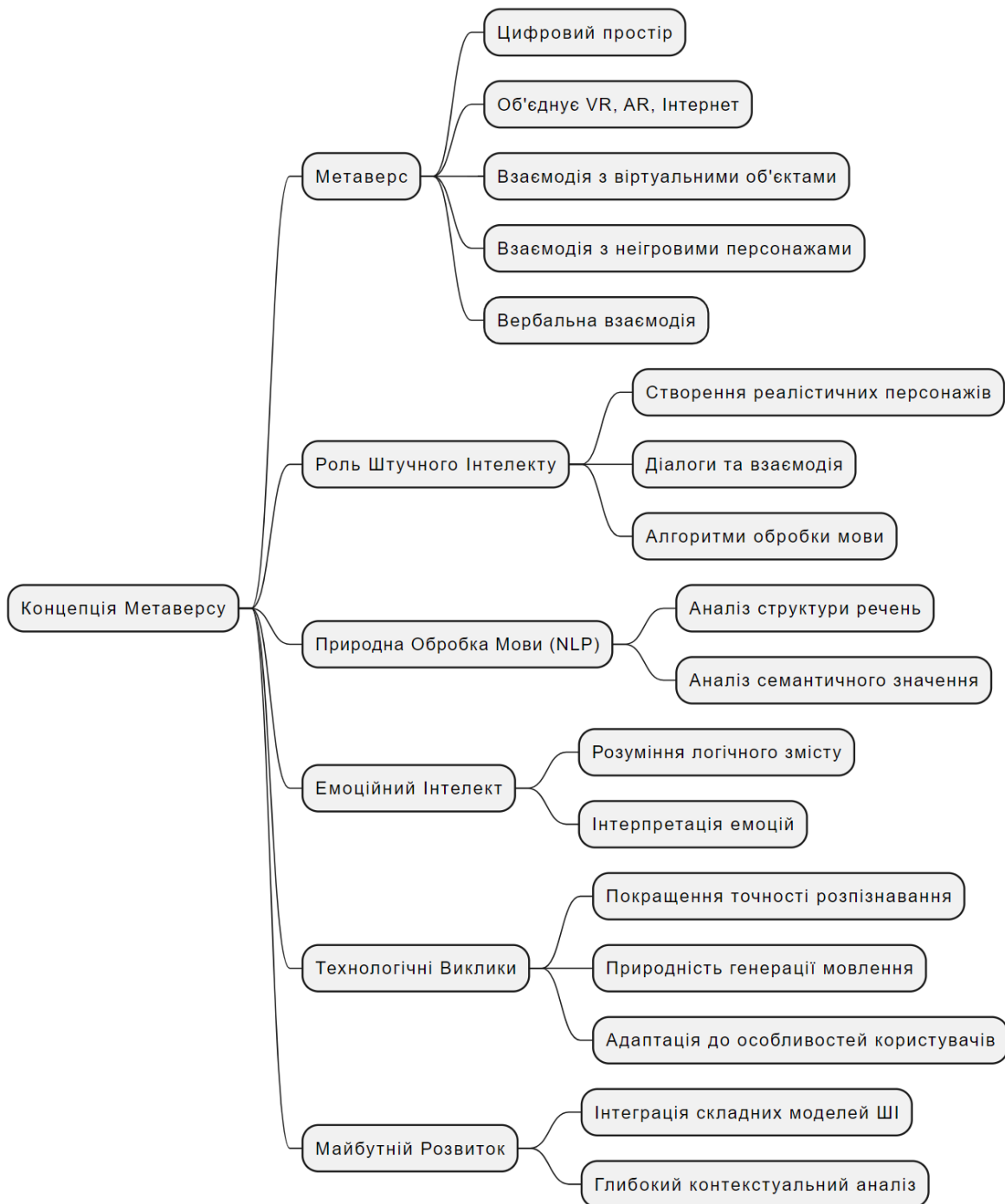


Рисунок 1.1 – Концепція метаверсу

1. Розуміння мовних запитів:

- ШІ-системи використовують алгоритми природної обробки мови (NLP), щоб аналізувати та розуміти мовні запити.

- Ці системи можуть розпізнавати не тільки окремі слова, але й цілі фрази та речення, визначаючи їхню структуру та семантику.

2. Адекватна реакція:

- На основі розуміння запиту ШІ генерує відповідь, яка відповідає контексту та змісту запиту.
- Це може включати формування відповідей, які відображають розуміння запитаного, а також здатність вести діалог.

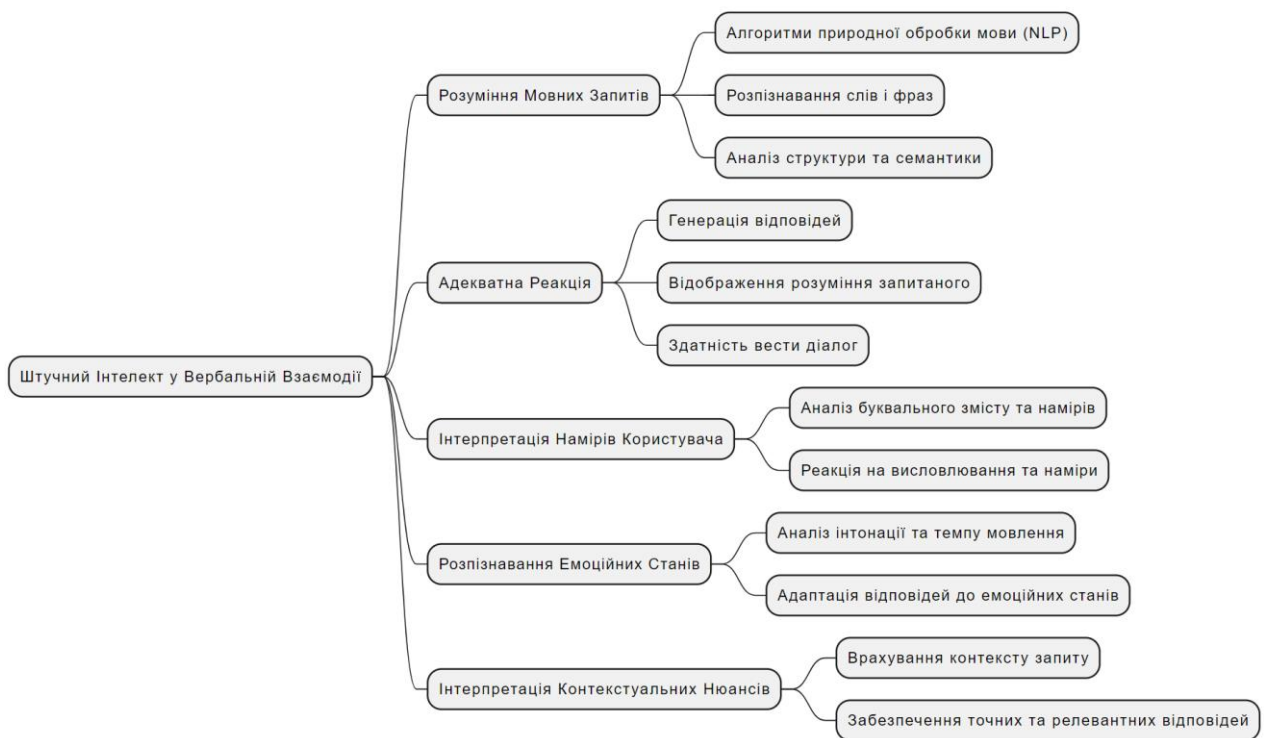


Рисунок 1.2 – Штучний інтелект у вербальній взаємодії

3. Інтерпретація намірів користувача:

- ШІ аналізує не тільки буквальний зміст запиту, але й наміри, які стоять за словами.
- Це дозволяє системі реагувати не тільки на те, що було сказано, але й на те, що користувач намагався висловити.

4. Розпізнавання емоційних станів:

- Деякі ШІ-системи можуть розпізнавати емоційні стани користувачів, аналізуючи інтонацію, темп мовлення та інші нюанси.
- Це дозволяє системі адаптувати свою відповідь, щоб вона була більш емоційно відповідною та емпатичною.

5. Інтерпретація контекстуальних нюансів:

- ШІ може враховувати контекст, в якому було зроблено запит, включаючи попередні взаємодії та зовнішні фактори.
- Це дозволяє системі забезпечувати більш точні та релевантні відповіді.

Отже, сучасні ШІ-системи не просто реагують на слова, але й глибоко аналізують мовні запити, враховуючи наміри, емоції та контекст, що робить взаємодію з ними значно більш природною та ефективною.

Мовні моделі, які використовуються у метаверсіях, мають бути високо адаптивними та здатними до глибокого навчання. Вони повинні враховувати не тільки формальну структуру мови, але й інформальні, розмовні аспекти. Це дозволяє неігровим персонажам вести природні діалоги, які схожі на реальні людські розмови.

Мовні моделі, що використовуються у метаверсах, представляють собою складні системи штучного інтелекту, які мають бути не тільки високо адаптивними, але й здатними до глибокого навчання. Ось детальніше про їхні ключові характеристики та функції:

1. Висока адаптивність

- Мовні моделі повинні бути гнучкими, щоб адаптуватися до різних стилів мовлення та контекстів.
- Вони повинні вміти реагувати на різноманітні запити користувачів, враховуючи індивідуальні особливості мовлення.

2. Глибоке навчання

- Моделі використовують алгоритми глибокого навчання для постійного вдосконалення своїх навичок розуміння та генерації мови.
- Це включає здатність вчитися з великих обсягів текстових даних та вдосконалюватися з часом.

3. Розуміння формальної та інформальної мови

- Моделі повинні враховувати як формальну структуру мови, так і інформальні, розмовні аспекти.
- Це дозволяє їм розуміти та відтворювати природні мовні вирази, жарти, ідіоми та інші нюанси реального спілкування.

4. Природність діалогів

- Мовні моделі розроблені таким чином, щоб неігрові персонажі могли вести діалоги, які максимально наближені до реальних людських розмов.
- Це включає здатність до емпатії, реагування на емоції та підтримання зв'язної бесіди.

5. Інтеграція з іншими технологіями

- Мовні моделі часто інтегруються з іншими технологіями, такими як розпізнавання мовлення та генерація тексту, для створення більш занурюючого досвіду у метаверсі.
- Це також включає синхронізацію з візуальними та аудіо ефектами для створення більш реалістичного взаємодії.

Отже, мовні моделі у метаверсах є важливою частиною створення реалістичного та занурюючого досвіду, дозволяючи неігровим персонажам вести природні та змістовні діалоги, які відображають реальні людські розмови.

Технологія NLP відіграє ключову роль у розумінні мови людини. Вона включає в себе розпізнавання мовлення, що дозволяє системі перетворювати голосові команди на текст, та синтез мовлення, який надає

персонажам здатність говорити. Але NLP йде далі, аналізуючи семантику та синтаксис, щоб розуміти приховані значення, інтенції та емоції в мові користувача.

Технологія природної обробки мови (NLP) є фундаментальною для розуміння людської мови штучним інтелектом. Ось детальніше про ключові компоненти та функції NLP:

1. Розпізнавання мовлення

- Ця функція дозволяє системі перетворювати голосові команди на текст.
- Вона використовує алгоритми для аналізу звукових хвиль і перетворення їх на відповідні слова та фрази.
- Це важливо для інтерактивних систем, де користувачі використовують голосові команди.

2. Синтез мовлення

- Синтез мовлення надає персонажам здатність говорити, перетворюючи текст на мовлення.
- Це включає в себе вибір голосу, інтонації та емоційного забарвлення, щоб мовлення звучало природно.

3. Аналіз семантики

- NLP аналізує семантичне значення слів і фраз, щоб розуміти приховані значення.
- Це включає визначення теми, контексту та намірів, які стоять за мовними виразами.

4. Аналіз синтаксису

- Синтаксичний аналіз допомагає розуміти структуру речень, включаючи відносини між словами та фразами.
- Це дозволяє системі визначати граматичні структури та використовувати їх для розуміння загального змісту.

5. Інтерпретація інтенцій та емоцій

- NLP використовується для інтерпретації інтенцій та емоцій, які користувач виражає через мову.
- Це може включати аналіз тону мовлення, вибору слів та інших нюансів, щоб визначити емоційний стан користувача.

6. Контекстуальне розуміння

- NLP також включає здатність розуміти контекст, в якому використовується мова.
- Це означає аналіз попередніх взаємодій, поточного діалогу та зовнішніх факторів для кращого розуміння мовних запитів.

Коротко кажучи, NLP є важливим інструментом у метаверсах, який дозволяє системам не тільки розуміти та генерувати мову, але й інтерпретувати глибший зміст, інтенції та емоції користувачів, роблячи взаємодію більш природною та занурюючою.

Емоційна інтелігентність у метаверсійних додатках означає, що персонажі можуть реагувати не тільки на слова, але й на емоційний стан користувача. Це досягається завдяки аналізу тональності голосу, вибору слів, та навіть через розпізнавання фізіологічних сигналів у випадках, коли використовуються біометричні датчики.

Емоційна інтелігентність у метаверсійних додатках є ключовим аспектом, який робить взаємодію з віртуальними персонажами більш реалістичною та занурюючою. Ось детальний опис того, як це працює:

1. Реакція на емоційний стан користувача

- Віртуальні персонажі в метаверсіях здатні реагувати не тільки на слова, але й на емоційний стан користувача.
- Це означає, що вони можуть адаптувати свою відповідь або поведінку залежно від емоційного забарвлення мовлення користувача.

2. Аналіз тональності голосу

- Один з ключових елементів емоційної інтелігентності - це здатність аналізувати тон голосу користувача.
- Це включає в себе визначення інтонації, сили голосу та інших акустичних характеристик, які можуть вказувати на емоційний стан.

3. Вибір слів

- Аналіз вибору слів користувача також важливий для розуміння емоцій.
- Певні слова або фрази можуть нести емоційне забарвлення, яке персонажі можуть інтерпретувати для кращого розуміння настрою користувача.

4. Розпізнавання фізіологічних сигналів

- У деяких випадках, особливо коли використовуються біометричні датчики, можливе розпізнавання фізіологічних сигналів користувача.
- Це може включати аналіз серцебиття, шкірної провідності або навіть виразів обличчя, щоб визначити емоційний стан.

5. Адаптивна взаємодія

- На основі цих даних персонажі можуть адаптувати свою поведінку, відповіді та навіть вираз обличчя, щоб відповідати емоційному стану користувача.
- Це створює більш емпатичну та занурюючу взаємодію.

6. Покращення іммерсивного досвіду

- Емоційна інтелігентність допомагає створити більш глибокий та особистісний досвід у метаверсі, роблячи взаємодію з персонажами більш природною та реалістичною.

Коротко кажучи, емоційна інтелігентність у метаверсійних додатках відіграє важливу роль у створенні більш занурюючих та емоційно

резонансних взаємодій, дозволяючи персонажам реагувати не тільки на слова, але й на емоції користувачів.

Для створення переконливих вербальних взаємодій, розробники стикаються з низкою викликів. Це включає точність розпізнавання мовлення, здатність до швидкого навчання від великих обсягів даних, та створення адаптивних алгоритмів, які можуть враховувати індивідуальні особливості користувачів. Розвиток цих технологій відкриває шлях до створення ще більш реалістичних та інтерактивних віртуальних світів.

Отже, у результаті огляду особливостей вербальної взаємодії в метаверсійних додатках можна зробити висновок, що ефективна комунікація з неігровими персонажами є ключовим елементом для створення іммерсивного віртуального досвіду. Завдяки прогресу в технологіях штучного інтелекту, особливо у сферах природної обробки мови та емоційної інтелігентності, відкриваються нові можливості для створення глибоких, реалістичних та емоційно залучених взаємодій. Такий підхід не тільки покращує відчуття присутності у віртуальному світі, але й надає значні переваги для різних застосувань - від ігрової індустрії до освіти та бізнесу. Однак, розробка та впровадження таких систем вимагає подолання технічних та концептуальних викликів, включаючи створення адаптивних алгоритмів, здатних точно розуміти та відповідати на складні мовні запити в різноманітних контекстах. Завдяки продовженню досліджень та розвитку в цій області, метаверси продовжують еволюціонувати, стаючи більш занурюючими та інтерактивними, що відкриває широкі перспективи для їхнього майбутнього розвитку.

1.2 Новітні інструменти у створенні ігор та інтерактивних програмних продуктів

Unreal Engine є одним з найпопулярніших інструментів для розробки комп'ютерних ігор та інтерактивних візуальних додатків. Він має декілька переваг, серед яких:

Велика функціональність: Unreal Engine пропонує широкий набір функцій і інструментів, які допомагають розробникам створювати якісні ігри. Це включає графічний движок з підтримкою фізики, систему частинок, анімації, штучного інтелекту, звуковий движок, систему фізичної симуляції та багато іншого.

Величезна спільнота розробників: Unreal Engine має велику та активну спільноту розробників, яка надає підтримку, допомогу та навчання. Це означає, що розробники можуть швидко знайти відповіді на свої питання, обмінюватись досвідом та мати доступ до безлічі ресурсів, таких як документація, плагіни, модулі та готові рішення.

Хороша підтримка кросплатформенності: Unreal Engine дозволяє розробляти ігри для різних платформ, включаючи ПК, консолі, мобільні пристрої та віртуальну реальність. Він надає можливість легко адаптувати та оптимізувати гру для різних пристроїв і операційних систем.

Візуальний редактор та легкий розвиток: Unreal Engine має потужний візуальний редактор, що дозволяє розробникам створювати та налаштовувати графічний контент, розміщувати об'єкти, налаштовувати фізику та освітлення. Крім того, Unreal Engine використовує мову Blueprint, що дозволяє розробник

Unreal Engine 5 є останньою версією популярного графічного движка. Однією з ключових особливостей Unreal Engine 5 є технологія Nanite, яка дозволяє реалістично відтворювати деталізовану графіку. Завдяки Nanite, розробники можуть використовувати великі кількості високодеталізованих моделей без втрати продуктивності, що дозволяє створювати більш деталізовані та реалістичні світи продемонстрований на рисунку 1.3.

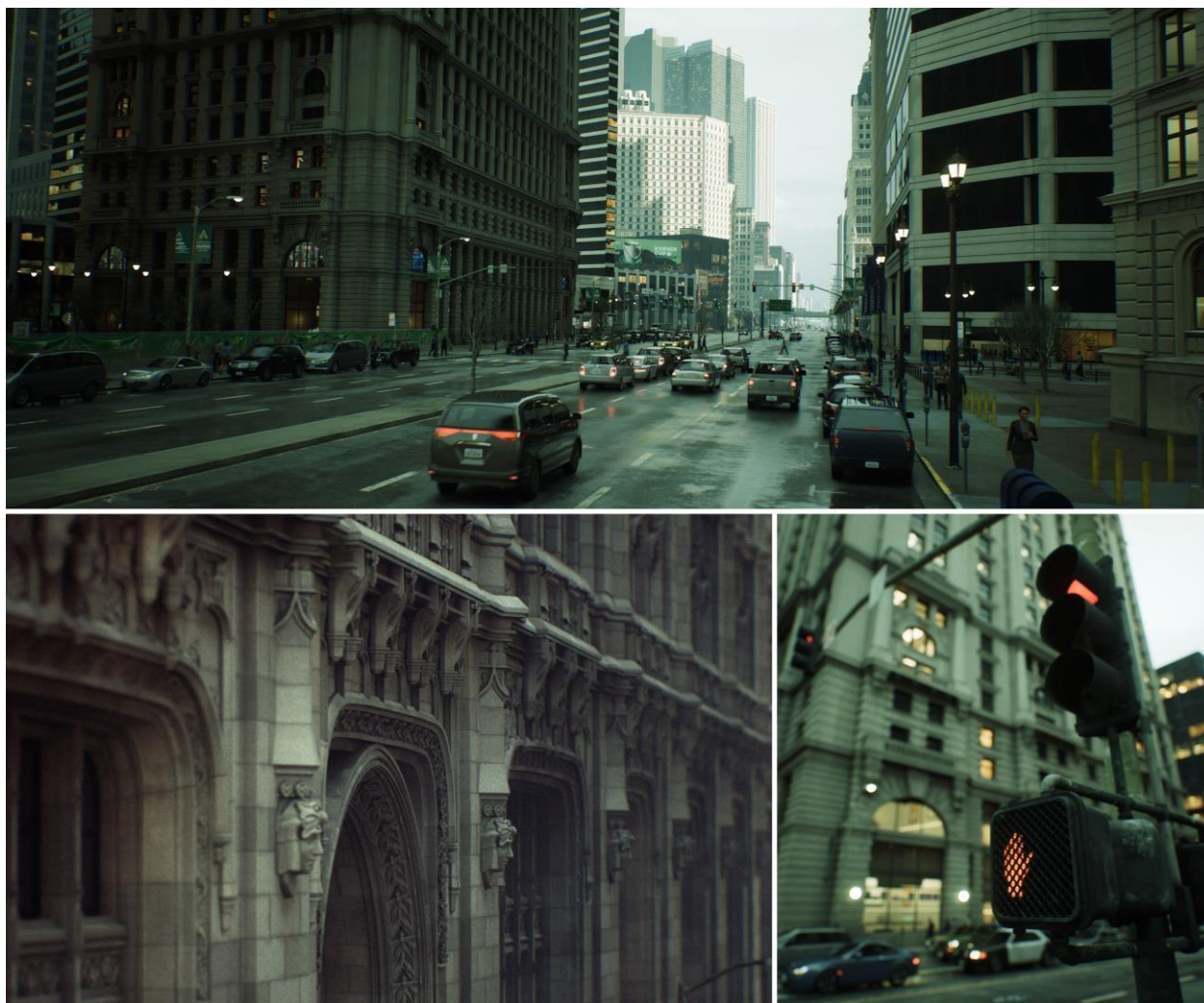


Рисунок 1.3 – Unreal Engine 5 технологія Nanite.

MetaHuman Creator є інструментом в Unreal Engine 5, який дозволяє створювати реалістичних персонажів з вражаючою деталізацією і якістю. Він надає розробникам можливість налаштовувати обличчя, волосся, форму тіла та інші аспекти персонажів для отримання унікального вигляду. Крім того, MetaHuman Creator забезпечує потужну систему анімації, що дозволяє розробникам надавати персонажам реалістичні рухи та вирази. Інтеграція з Unreal Engine 5 дозволяє легко використовувати створених персонажів у проектах і прискорює процес розробки. Завдяки широким можливостям налаштування, розробники можуть створювати персонажів різних стилів, віку, статі та етнічності. MetaHuman Creator полегшує процес створення високоякісних персонажів та дозволяє розробникам швидше досягати бажаних результатів.

Unreal Engine 5 включає потужний інструмент під назвою Lumen, який принесе значні покращення в області освітлення віртуальних середовищ. Lumen дозволяє розраховувати освітлення в реальному часі, створюючи неймовірно реалістичні та динамічні ефекти продемонстрований на рисунку 1.4.

Основні переваги Lumen в Unreal Engine 5:

- Глобальне освітлення в реальному часі: Lumen дозволяє відтворювати освітлення в реальному часі, що робить візуальний досвід більш живим і реалістичним.
- Динамічне освітлення: Lumen може автоматично адаптуватися до змін у середовищі та рухів об'єктів, що дозволяє створювати динамічні тіні, рефлексії та ефекти переходу світла.
- Глобальний огляд: Lumen додає реалістичні рефлексії на поверхні об'єктів, що покращує їх візуальну якість та реалізм.
- Висока продуктивність: Lumen оптимізований для ефективного використання ресурсів, що дозволяє забезпечувати високу продуктивність навіть у складних сценах з багатьма джерелами світла.



Рисунок 1.4 – Unreal Engine 5 технологія Lumen.

Unreal Engine, в цілому, відомий своєю підтримкою кросплатформної розробки для різних платформ. Ви можете створювати і редагувати проекти в Unreal Engine Editor на операційних системах, таких як Windows, macOS і Linux. Крім того, Unreal Engine підтримує розробку для різних ігрових платформ продемонстрованих на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Платформи які підтримують Unreal Engine 5.

Unreal Engine надає засоби і інструменти для спрощення кросплатформної розробки, включаючи вбудовану підтримку мультиплатформних функцій. Ринок Unreal Engine має широкий спектр доступних ресурсів, включаючи ресурси, сумісні з мобільними пристроями, а також ресурси лише для ПК/консоль таким чином розробник може використати у проекті ресурси з відкритої бібліотеки та зменшити час на пошуки або розробку алгоритму чи моделі для ігрового рівня. у даний момент багато компаній перейшли на Unreal Engine 5 через великий потенціал у майбутніх проектах.

Порівняно з Unity Unreal Engine 5 має перевагу у кросплатформній розробці за допомогою наступних факторів:

- Більша підтримка платформ
- Широкі можливості розширення
- Велика спільнота та підтримка
- Більша потужність на слабших платформах

Один з прикладів використання ШІ в гральній індустрії - це командний режим у футбольних іграх, наприклад, у FIFA. В цьому режимі ШІ аналізує персональні характеристики гравців у команді і розраховує хімічний результат команди. Настрій команди може змінюватися від поганого до чудового, залежно від результатів гри та дій гравців (наприклад, втрата м'яча, точність передачі). Таким чином, команди зі сильними гравцями можуть програти слабшим командам через негативний вплив на їх моральний дух. Застосування ШІ дозволяє створити різні рівні складності гри шляхом регулювання настрою команди та її взаємодії з гравцями.

Аналіз поведінки гравців є одним із найпоширеніших застосувань машинного навчання та штучного інтелекту в гральній індустрії. Один із прикладів застосування машинного навчання в аналізі поведінки гравців можна побачити в грі "PlayerUnknown's Battlegrounds" (PUBG), яка є battle royale "королівська битва". У PUBG алгоритми машинного навчання вивчають дані про взаємодію та активність гравців, щоб отримати уявлення про їх уподобання, такі як стиль гри, вибрані локації та вживана зброя. Ця інформація може бути використана для удосконалення ігрового середовища, забезпечення кращого балансу гри та надання гравцям більш індивідуального та задоволеного досвіду.

Одним з прикладів використання голосу у ігровому процесі є Bot Colony гра повністю працює на основі голосових команд і введених наказів; щоб сюжет розвивався, ви повинні взаємодіяти з роботами, ставлячи правильні запитання. Якщо ви запитаєте не те, що ж, вам просто доведеться спробувати ще раз, поки не досягнете мети. Bot Colony ставить вас на місце детектива, щоб розкрити таємницю громадян-роботів Агріхана. Мінусами такого використання в тому, що гра не розуміє усі запитання чи накази іграшкам приходить підбирати робочий варіант голосових команд.

У ігровому проекті Phasmophobia іграки спілкуються за допомогою розпізнавання голосу з приваєм. У цьому аспекті ігрового процесу Phasmophobia справді посилює свій фактор страху. Штучний інтелект розпізнавання голосу означає, що привиди запрограмовані розпізнавати певні ключові слова та фрази, наприклад знати, коли гравець каже « Я наляканий » або використовує « паніка » у реченні. Це може змусити привида відповісти гравцеві безпосередньо або це може змусити його швидше стати агресивним. В грі Phasmophobia привиди мають здатність почути все, що говорять гравці означає, що гравці говорячи один з одним можуть наразити себе на небезпеку, оскільки привиди можуть слухати і використовувати цю інформацію проти них. Продемонстрований на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Phasmophobia взаємодія голосовий командами.

Як і аналог Welcome To The Game ці ігри використовують неповноцінний штучний інтелект який не може обробляти усі слова а лише використовує слова які добавлені у його бібліотеку. Розпізнавання реалізовано за допомогою голосового аналізу windows.

Отже, розгляд новітніх інструментів у створенні ігор та інтерактивних програмних продуктів, особливо через призму Unreal Engine, відкриває широкі можливості для розробників у сфері цифрового дизайну та інтерактивності. Функціональність Unreal Engine, зокрема його графічний движок, система частинок, анімації, та підтримка штучного інтелекту, відіграють ключову роль у створенні більш реалістичних та занурюючих ігрових досвідів. На прикладі таких технологій, як Nanite та Lumen в Unreal Engine 5, можна бачити значне покращення у графіці та освітленні, що сприяє створенню деталізованих та візуально вражаючих віртуальних світів. Також важливим є внесок у кросплатформену розробку та співпрацю розробників, що підкреслюється активною спільнотою користувачів Unreal Engine. Ці інструменти та їх застосування в ігровій індустрії, а також у створенні програмного забезпечення, не тільки підвищують стандарти візуальної якості та інтерактивності, але й відкривають нові горизонти для творчості та інновацій у цифровому світі.

1.3 Аналіз літературних джерел з досліджуваної тематики

Сучасні дослідження в галузі інформаційних технологій та комп'ютерних наук демонструють значний прогрес та інновації, особливо у сферах навчання, розваг та розвитку як дітей, так і дорослих. Ось детальний огляд декількох ключових досліджень:

1. Розвиток системи для навчання мандаринської мови [1]:

- Це дослідження зосереджене на розробці системи для вивчення мандаринської мови у віртуальному середовищі.
- Використовуються передові методи, такі як розпізнавання обличчя та розпізнавання вимови, що допомагає залучити навчаючихся та підвищити ефективність навчання.

- Віртуальна реальність (VR) забезпечує іммерсивний досвід, що може покращити мотивацію та залученість учнів.

2. Розробка відеоігор для дітей з аутизмом [2]:

- Це дослідження фокусується на методах розробки відеоігор, які враховують потреби дітей з аутизмом.
- Використовуються принципи інклюзивного дизайну, що дозволяє створювати ігри, які є доступними та привабливими для дітей з особливими потребами.
- Це дослідження може сприяти розробці ігор, які не тільки розважають, але й сприяють навчанню та соціальному розвитку.

3. Використання глибокого навчання для вибору каналів у гіперспектральних зображеннях [5]:

- Це дослідження досліджує застосування глибокого навчання з підсиленням для вибору каналів у гіперспектральних зображеннях.
- Мета полягає у покращенні класифікації та аналізу даних зображень, що має важливе значення у багатьох галузях, включаючи дистанційне зондування та медичну діагностику.
- Використання глибокого навчання може значно підвищити точність та ефективність обробки гіперспектральних даних.

Ці дослідження відображають широкий спектр можливостей застосування сучасних технологій у різних сферах. Від розвитку освітніх інструментів до створення інклюзивних розважальних продуктів та передових методів аналізу даних, результати цих досліджень мають потенціал внести значний вклад у подальший розвиток відповідних галузей науки та технологій.

Дослідження у галузі ігрового штучного інтелекту та поведінки гравців використовують передові методи глибокого навчання та аналізу даних. Ось детальний огляд декількох важливих робіт у цій сфері:

1. Застосування глибокого навчання з підсиленням в ігровому ШІ [4]:
 - Це дослідження фокусується на використанні глибокого навчання з підсиленням у контексті ігрового штучного інтелекту.
 - Розглядаються різні методи та підходи до глибокого навчання з підсиленням, їх потенціал та застосування у створенні більш розумних та адаптивних ігрових персонажів.
2. Модель передбачення відтоку гравців у Angry Birds Dream Blast [6]:
 - У цьому дослідженні розробляється модель для передбачення відтоку гравців у популярній грі Angry Birds Dream Blast.
 - Використовуються методи глибокого навчання з підсиленням та аналіз поведінки гравців для ідентифікації факторів, що впливають на відтік гравців.
3. Метод передбачення відтоку гравців з урахуванням складності гри [8]:
 - Дослідження пропонує новий підхід до передбачення відтоку гравців, враховуючи складність гри.
 - Використовується модель D-Cox-Time та персоналізована оцінка складності гри для більш точного прогнозування відтоку.
4. Техніки вирішення проблем поведінки NPC у відеоіграх [15]:
 - У цьому дослідженні представлено дві техніки для вдосконалення поведінки NPC (Non-Player Characters) у відеоіграх.
 - Використовуються методи навчання з підсиленням та імітаційного навчання для створення більш реалістичних та переконливих NPC.

Ці дослідження відкривають нові горизонти у розробці ігрових технологій, покращуючи ігровий досвід та створюючи більш занурюючі та

інтерактивні ігрові середовища. Вони також вносять важливий вклад у розуміння поведінки гравців та розвиток ігрового штучного інтелекту.

Дослідження у галузі відеоігор та їх впливу на гравців стає все більш глибоким та різноманітним, використовуючи сучасні технології та методи аналізу. Ось детальний огляд двох важливих досліджень у цій області:

1. Аналіз звичайного досвіду гравців у комп'ютерних іграх [7]:

- Це дослідження зосереджене на аналізі того, що становить "звичайний гравцевий досвід" у контексті комп'ютерних ігор.
- Воно вивчає, як гравці взаємодіють з іграми, які емоції та думки вони відчують під час гри, та як ці елементи впливають на їхнє загальне сприйняття гри.
- Особлива увага приділяється рутинним аспектам ігрового досвіду, таким як взаємодія з ігровим інтерфейсом, повторюваність завдань та взаємодія з ігровим світом.

2. Використання машинного навчання та віртуальної реальності для виявлення соціальних ставлень у відеоіграх [14]:

- Це дослідження розглядає, як машинне навчання та віртуальна реальність можуть бути використані для виявлення та аналізу соціальних ставлень у відеоіграх.
- Воно вивчає, як ігри можуть відображати та впливати на соціальні погляди, стереотипи та поведінку гравців.
- Використання машинного навчання дозволяє аналізувати великі обсяги даних з ігор для виявлення патернів та тенденцій, тоді як віртуальна реальність забезпечує іммерсивне середовище для експериментів та спостережень.

Обидва дослідження вносять важливий вклад у розуміння того, як відеоігри впливають на гравців та як технології можуть бути використані для глибшого аналізу цього впливу. Вони допомагають визначити, як ігри

формують досвід та сприйняття гравців, а також як ігри можуть відобразити та впливати на соціальні ставлення та поведінку.

Сучасні дослідження у гральній індустрії та штучному інтелекті відкривають нові горизонти застосування технологій та методів аналізу.

Ось детальний огляд декількох важливих досліджень у цій сфері:

1. Огляд інструментів для підсиленого навчання у гральній індустрії [9]

- Це дослідження надає огляд інструментів, які використовуються для підсиленого навчання у гральній індустрії.
- Обговорюються різні застосування цих інструментів, виклики, з якими вони стикаються, та останні тенденції у цій галузі.

2. Бібліометричний аналіз відтоку клієнтів у гральній індустрії [10]

- У цьому дослідженні проводиться аналіз наукових робіт, присвячених відтоку клієнтів у гральній індустрії.
- Це дозволяє визначити ключові теми, методи та напрямки досліджень у цій області.

3. Використання ігор для вдосконалення штучного інтелекту [11]

- Обговорюється, як ігри можуть бути використані як інструменти для розвитку та вдосконалення штучного інтелекту.
- Ігри надають унікальні можливості для тестування та вдосконалення алгоритмів ШІ.

4. Вплив теорії ігор на штучний інтелект [12]

- Розглядається, як теорія ігор впливає на розвиток штучного інтелекту.
- Обговорюється використання ігор як засобу для розвитку інтелектуальних систем та моделювання складних сценаріїв.

5. Методи покращення автоматизованого тестування ігор [17]

- Пропонується методика використання Deep Reinforcement Learning та Monte Carlo Tree Search для покращення автоматизованого тестування ігор.
- Це дозволяє більш ефективно передбачати поведінку та досвід гравців.

6. Автоматизоване балансування геймплею в іграх [18]

- Розглядається проблема балансування геймплею в іграх та пропонується новий ігровий симулятор і бенчмарки для вирішення цієї проблеми.
- Це дозволяє розробникам ігор краще розуміти та оптимізувати геймплей для різних типів гравців.

Кожне з цих досліджень вносить важливий вклад у розуміння та розвиток гральної індустрії, від технічних аспектів розробки ігор до психології та поведінки гравців. Вони демонструють, як сучасні технології та методи дослідження можуть бути використані для покращення ігрового досвіду та розвитку ігрових технологій.

Обидва дослідження, стаття [19] та дослідження [20], вносять важливий вклад у розвиток ігрових технологій та методів аналізу в гральній індустрії. Ось детальний огляд цих робіт:

1. Балансування відеоігор за допомогою автономних агентів [19]:

- Ця стаття досліджує підходи до балансування відеоігор, використовуючи автономних агентів.
- Вона відзначає важливість збалансованості геймплею для забезпечення справедливих та захоплюючих ігрових умов.
- Автономні агенти використовуються для тестування різних аспектів гри, включаючи рівні складності, механіку гри та інтерактивність, щоб забезпечити оптимальний баланс.

2. Виявлення новизни в відкритих ігрових середовищах [20]:

- У цьому дослідженні вивчається проблема виявлення новизни в відкритих ігрових середовищах.
- Пропонується метод для визначення складності виявлення новизни, особливо в фізичних ігрових доменах.
- Це дослідження допомагає розробникам ігор краще розуміти, як гравці взаємодіють з новими елементами в іграх та як це впливає на їхній ігровий досвід.

Обидва дослідження підкреслюють важливість розуміння та оптимізації ігрового досвіду. Вони демонструють, як інноваційні технології та методи можуть бути використані для вирішення складних проблем у гральній індустрії, таких як балансування геймплею та виявлення новизни, що є ключовими для створення захоплюючих та занурюючих ігрових досвідів.

Наступні дослідження відображають різноманітність застосувань штучного інтелекту та сучасних технологій у різних сферах, від електронного навчання до відеоігор. Ось детальний огляд кожного з них:

1. Розпізнавання емоцій у системах електронного навчання [3]:

- Це дослідження зосереджене на методах розпізнавання емоцій та їх застосуванні у системах електронного навчання.
- Розглядаються різні техніки, такі як аналіз обличчя, голосу та тексту, для ідентифікації емоційних станів учнів.
- Ціль полягає у покращенні взаємодії та адаптації навчального процесу до емоційних потреб учнів.

2. Синтез геймплейних рівнів для спільної гри [13]:

- У цьому дослідженні описується метод синтезу геймплейних рівнів для спільної гри в спільному віртуальному середовищі.
- Використовується штучний інтелект для створення рівнів, які адаптуються до навичок та переваг гравців, забезпечуючи більш занурюючий та персоналізований ігровий досвід.

3. Використання великих мовних моделей для виявлення помилок у відеоіграх [16]

- Дослідники досліджують можливість використання великих мовних моделей для виявлення помилок у відеоіграх.
- Проблема виявлення помилок формулюється як задача відповідей на питання, де мовні моделі аналізують ігровий контент для ідентифікації потенційних невідповідностей або проблем.

Кожне з цих досліджень відкриває нові можливості для застосування штучного інтелекту та сучасних технологій. Вони показують, як інноваційні підходи можуть покращити досвід користувачів у навчанні та іграх, а також як можна використовувати передові технології для розв'язання складних завдань, таких як адаптація навчального процесу до емоційних потреб учнів, персоналізація ігрового досвіду та виявлення помилок у відеоіграх.

Дане дослідження об'єднало аспекти, які враховують розпізнавання емоцій [3], створення інтелектуальної взаємодії з неігровими персонажами [13], і використання штучного інтелекту та аналізу тексту для виявлення помилок та вдосконалення ігрового досвіду [16]. Наше дослідження в основному спрямоване на розробку Intelligent Verbal Interaction Methods with Non-Player Characters in Metaverse Applications, що поєднує аспекти розпізнавання емоцій, синтезу геймплею та використання великих мовних моделей для виявлення помилок у відеоіграх. Ця комбінація може відкривати нові можливості для покращення інтерактивності та відтворюваності у віртуальних іграх і метавсвіті.

Отже, аналіз літературних джерел відображає важливість інноваційних підходів у сфері інформаційних технологій та комп'ютерних наук. Сучасні дослідження підкреслюють роль передових технологій, таких як розпізнавання мовлення, штучний інтелект, та глибоке навчання,

у розвитку інтерактивних метаверсійних додатків та відеоігор. Використання цих технологій в різних контекстах, від освіти до розваг, відкриває нові можливості для створення більш занурюючих і ефективних ігрових та навчальних досвідів. Особливо значущим є розвиток систем для навчання мов, розробка відеоігор для дітей з аутизмом, та інтеграція штучного інтелекту для створення реалістичних взаємодій з неігровими персонажами, що забезпечує більш глибоке розуміння та адаптацію до потреб користувачів. Ці дослідження відображають важливість інтеграції сучасних технологій у розвиток метаверсійних додатків та їхнє велике потенціал для вдосконалення віртуальних досвідів в майбутньому.

1.4 Постановка задачі

Сучасний світ цифрових технологій непинно розвивається, пропонуючи все більш складні та занурені віртуальні досвіди. Метаверси стають не просто інноваційними платформами для розваг, але й місцем для соціальних взаємодій, освіти, і навіть бізнесу. У цьому контексті, розробка інтелектуальних методів вербальної взаємодії з неігровими персонажами набуває особливого значення, оскільки це безпосередньо впливає на рівень іммерсивності та користувацького досвіду в метаверсах.

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання відкриває нові можливості для створення реалістичних, інтерактивних неігрових персонажів. ШІ може допомогти в автоматизації та покращенні вербальної взаємодії, роблячи діалоги з персонажами більш природними та переконливими. Це, у свою чергу, забезпечує більш глибоку іммерсію та залученість користувачів.

Вербальна взаємодія є ключовим аспектом для створення враження реальності в метаверсах. Ефективна комунікація з неігровими персонажами не тільки підвищує якість віртуального середовища, але й

сприяє кращому розумінню та взаємодії з інтерфейсами. Це особливо актуально в контексті освітніх, тренінгових, та інших сценаріїв використання метаверсій.

З постійним розвитком віртуальної реальності та метаверсій, існує зростаюча потреба в інноваційних рішеннях для покращення взаємодії між користувачами та віртуальними персонажами. Розробка інтелектуальних методів комунікації відіграє важливу роль у задоволенні цих потреб, вносячи значний вклад у подальший розвиток цифрових взаємодій.

Розробка ефективних методів вербальної взаємодії має потенціал вплинути на широкий спектр галузей, включаючи розваги, освіту, тренінги, та бізнес. Вдосконалення цих технологій може сприяти створенню більш ефективних та залучених віртуальних середовищ, відкриваючи нові можливості для інтерактивного навчання, дистанційної роботи та розваг.

Метою цієї магістерської роботи є розробка та впровадження інтелектуального методу вербальної взаємодії з неігровими персонажами у метаверсійних додатках. Це включає аналіз сучасних технологій та інструментів, використовуваних у створенні ігор та інтерактивних додатків, з особливим акцентом на методах обробки природної мови, семантичного аналізу та розпізнавання голосу. Робота передбачає розробку моделей і алгоритмів для створення більш природних і реалістичних взаємодій між користувачами та неігровими персонажами, а також тестування та оцінку їх ефективності у віртуальних середовищах. Ціль полягає у підвищенні рівня іммерсивності та взаємодії в метавсесвітах, забезпечуючи більш занурений та інтерактивний користувацький досвід.

Досягнення цієї мети зумовило потребу теоретичних розробок, визначення та послідовного вирішення таких завдань:

1. Аналіз особливостей вербальної взаємодії у метаверсійних додатках: дослідження ключових характеристик та викликів у сфері вербальної взаємодії в метаверсіях.
2. Вивчення новітніх інструментів у розробці ігор та інтерактивних додатків: оцінка інструментарію, який застосовується в створенні ігор та інтерактивних програмних продуктів для покращення вербальної взаємодії.
3. Літературний огляд за тематикою: проведення глибокого аналізу наукових джерел, пов'язаних з вербальною взаємодією в метаверсіях.
4. Розробка архітектури вербальної взаємодії: конструювання структури та механізмів для взаємодії з неігровими персонажами.
5. Розробка та впровадження моделі розпізнавання голосу: створення ефективної системи розпізнавання голосу для взаємодії з персонажами.
6. Опис семантичного аналізу: застосування семантичного аналізу для розуміння та інтерпретації мовлення користувачів.
7. Опис обробка природної мови (NLP): реалізація NLP для поліпшення зрозумілості та реалістичності мовних відповідей.
8. Розробка інтелектуального методу вербальної взаємодії: впровадження інноваційних технологій для оптимізації вербальної взаємодії.
9. Створення ігрового простору: реалізація ефективного ігрового середовища для тестування взаємодії.
10. Реалізація NPC (Неігрових Персонажів): розробка реалістичних неігрових персонажів для метаверсій.
11. Тестування взаємодії з NPC у метавсесвіті: Проведення практичних тестів для оцінки ефективності вербальної взаємодії.

Завдання 1-3 розглянуто в параграфах 1.1, 1.2 та 1.3 відповідно, а виконання завдань 4-11 представлені у параграфах 2.1-3.3.

Висновки до розділу 1

Огляд особливостей вербальної взаємодії в метаверсійних додатках підкреслює значення інтеграції штучного інтелекту та технологій обробки природної мови для створення більш реалістичних та занурюючих віртуальних середовищ. Здатність ШІ-систем розуміти та адекватно реагувати на мовні запити користувачів, інтерпретувати їхні наміри та емоційні стани, а також адаптуватися до контекстуальних нюансів, є ключовими для розвитку метаверсійних додатків. Використання мовних моделей, що підтримують високу адаптивність та глибоке навчання, дозволяє неігровим персонажам вести природні діалоги, забезпечуючи більш природну та емоційно резонансну взаємодію. Це не тільки покращує іммерсивний досвід у метаверсі, але й відкриває нові горизонти для використання цих технологій у різних сферах, від освіти до розваг та бізнесу.

Параграф 1.2 підкреслює значимість Unreal Engine у сучасному світі розробки ігор та інтерактивних додатків. Велика функціональність Unreal Engine, що включає розширені графічні можливості, підтримку фізики та систему частинок, робить його ідеальним вибором для розробників, прагнучих створювати високоякісний ігровий контент. Активна спільнота та ресурси, доступні для Unreal Engine, сприяють обміну знаннями та ідеями, що є важливим для постійного розвитку та інновацій. Кросплатформеність та потужний візуальний редактор дозволяють легко адаптувати та оптимізувати проекти для різних платформ, що розширює потенціал Unreal Engine. Особливо важливими є нововведення, такі як технологія Nanite та MetaHuman Creator в Unreal Engine 5, які відкривають нові горизонти у створенні деталізованої графіки та реалістичних персонажів. Ці інструменти, разом із інноваційними можливостями у сфері штучного інтелекту, суттєво підвищують якість ігрового процесу та

взаємодії, відкриваючи шлях для нових захоплюючих віртуальних досвідів.

Аналіз літературних джерел з досліджуваної тематики відкриває широкі перспективи застосування інформаційних технологій та комп'ютерних наук у різноманітних сферах. Вивчені дослідження демонструють значний прогрес у розробці навчальних систем, ігор для дітей з особливими потребами, а також у використанні глибокого навчання для аналізу даних. Особливо цікавим є розвиток ігрового штучного інтелекту та глибокого навчання, що підкреслює потенціал цих технологій у створенні більш занурюючих ігрових досвідів і покращенні інтерактивності у метаверсійних додатках. Результати цих досліджень не тільки сприяють науковому розвитку у вказаних областях, але й мають практичне значення для розробників ігор, освітніх програм та інших цифрових додатків, відкриваючи нові можливості для інновацій та творчих рішень.

2 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МЕТОД ТА ЗАСОБИ ВЕРБАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З НЕІГРОВИМИ ПЕРСОНАЖАМИ В МЕТАВЕРСІЙНИХ ДОДАТКАХ

2.1 Архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках

Архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках відіграє ключову роль у створенні іммерсивного й захоплюючого досвіду користувача. Цей аспект тісно пов'язаний з використанням технологій обробки мовлення (ASR та TTS), а також з розвитком штучного інтелекту, що дозволяє неігровим персонажам взаємодіяти з гравцями, реагуючи на їхні запити та виражаючи власну індивідуальність. Це відкриває нові можливості для створення реалістичних, емоційно насичених ігрових світів, де комунікація з неігровими персонажами відбувається природним, майже людським способом.

Отже, архітектуру вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках, можна представити наступною структурою (Рис. 2.1.):

- 1) Player - це особа або сутність, яка бере участь у відеоігрі чи іншій ігровій діяльності.
- 2) NPS - це персонажі, якими не керує гравець, але які взаємодіють з ігровим світом та можуть впливати на гравця.
- 3) ASR використовується для перетворення аудіосигналу, що містить мовлення, в текстову форму.
- 4) TTS - це технологія, яка перетворює текстову інформацію на аудіосигнал, тобто зчитує текст в людський голос.

- 5) AES - це симетричний алгоритм шифрування, який використовується для захисту конфіденційної інформації.
- 6) Unreal Engine 5 - це ігровий движок, розроблений Epic Games
- 7) Platform - це програмне забезпечення, яке управляє апаратними та програмними ресурсами комп'ютера або іншого пристрою.
- 8) Server - це модель надання послуг інформаційних технологій, при якій ресурси обчислювальної надаються через Інтернет.
- 9) Neural network - це система, яка вивчає та розуміє структуру та семантику мови на основі великої кількості вхідних даних.
- 10) Database - це організована структура, призначена для зберігання, зміни й обробки взаємопов'язаної інформації

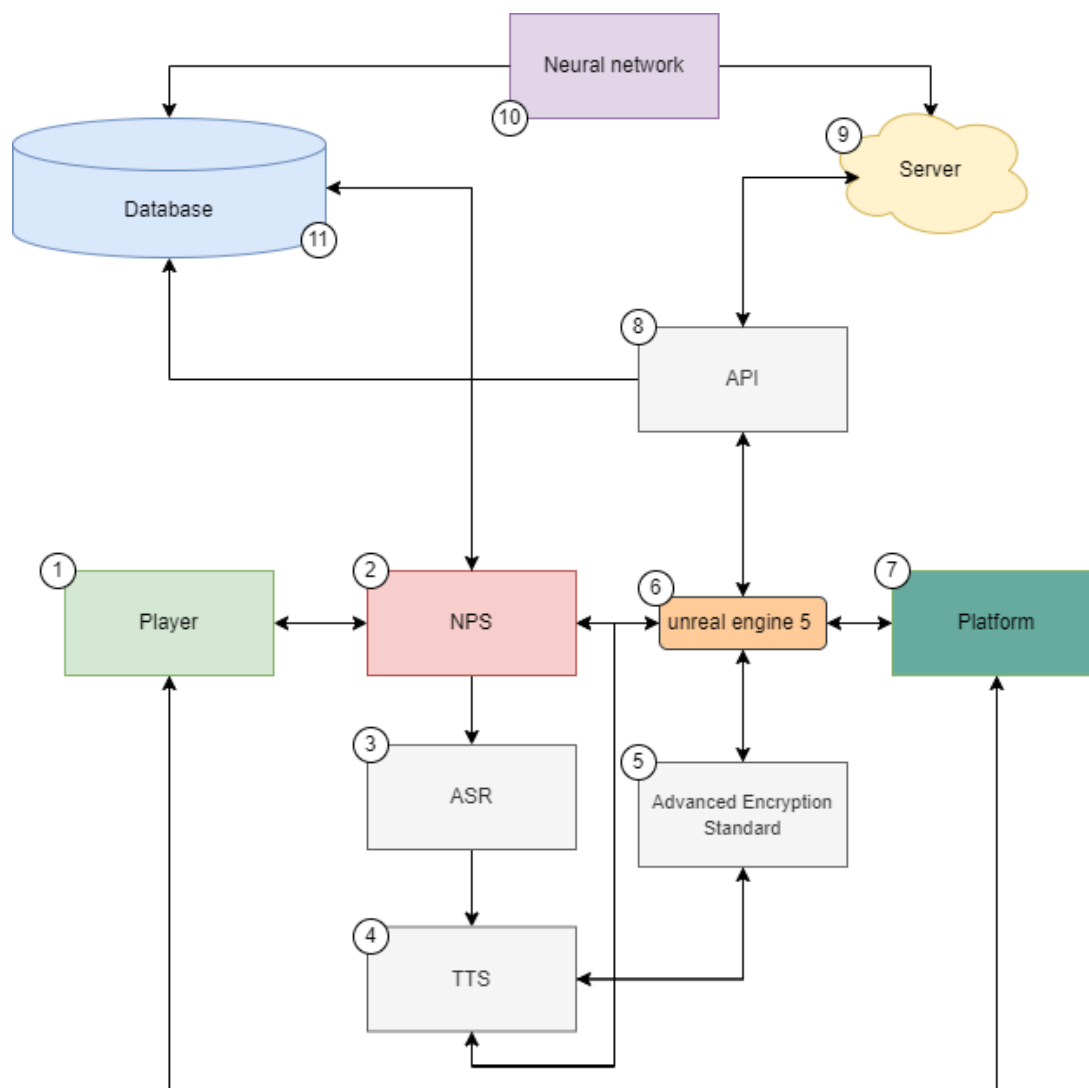


Рисунок 2.1 – Структура архітектури

Отже, архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках є важливою складовою для створення глибокого та іммерсивного досвіду користувача. Використання передових технологій, таких як автоматичне розпізнавання мовлення (ASR) та синтез мовлення (TTS), разом з інтеграцією штучного інтелекту, надає неігровим персонажам здатності розуміти й реагувати на людське мовлення, що забезпечує більш природну та відповідну взаємодію. Ця архітектура дозволяє персонажам не тільки взаємодіяти з гравцями, але й виражати власні характеристики та емоції, роблячи ігровий світ більш реалістичним і занурюючим. Такий підхід сприяє створенню багатограних та емоційно насичених віртуальних середовищ, де взаємодія з неігровими персонажами стає ключовим елементом забезпечення унікального та захоплюючого досвіду у метавсесвіті.

2.2 Модель розпізнавання голосу

Технологія розпізнавання мовлення зробила революцію в тому, як взаємодіє з різними пристроями та додатками. Одне з найцікавіших застосувань розпізнавання мовлення - це сфера ігор. З розвитком технологій розробники ігор включили функції розпізнавання мовлення, щоб покращити ігровий досвід. У цій підтемі розглядаються різні методи розпізнавання мовлення в іграх і те, як воно змінило спосіб, у який ми граємо.

Процес розпізнавання мови починається зі збору аудіоданих, як правило, за допомогою мікрофона або пристрою запису голосу. Потім аудіосигнали проходять попередню обробку, щоб видалити будь-який фоновий шум або перешкоди, забезпечуючи чистий і чіткий вхідний сигнал для алгоритму. Далі алгоритм використовує методи обробки сигналів, такі як аналіз Фур'є, для перетворення аудіосигналів з часової області в

частотну. Таке перетворення дозволяє виділити з мовних сигналів відповідні характеристики, такі як висота, інтенсивність і тривалість вимовлених звуків.

Після того, як аудіосигнали перетворені в частотну область, алгоритм може почати процес розпізнавання образів. Це передбачає порівняння витягнутих особливостей мовних сигналів з попередньо існуючою базою даних або моделлю, яка містить шаблони відомих слів і фраз. Алгоритм використовує статистичні методи, такі як приховані марковські моделі (НММ) або глибокі нейронні мережі (DNN), щоб визначити найбільш ймовірну послідовність слів, які відповідають вхідним мовним сигналам. Точність розпізнавання залежить від якості використовуваної бази даних або моделі та складності застосовуваних алгоритмів.

Алгоритми розпізнавання мовлення не обмежуються лише одним підходом, а навпаки, є кілька інших алгоритмів, які можна використовувати для покращення можливостей розпізнавання мовлення. Одним з таких алгоритмів є прихована марковська модель (НММ). НММ - це статистична модель, яка може бути використана для представлення мовного сигналу та відповідної лінгвістичної структури. Вона широко використовується в системах розпізнавання мови завдяки своїй здатності вловлювати часові залежності в мові. Алгоритми розпізнавання мови на основі НММ працюють шляхом навчання моделі на великій кількості мовних даних, а потім використовують її для розпізнавання і транскрибування нових мовних вхідних даних.

Ще один алгоритм розпізнавання мови, про який варто згадати, - це модель гауссової суміші (GMM). GMM - це імовірнісна модель, яка представляє мовний сигнал як суміш гауссових розподілів. Її часто використовують разом з НММ для підвищення точності систем розпізнавання мови. Алгоритми на основі GMM працюють шляхом навчання моделі на великому наборі даних мовних зразків, а потім

використовують її для оцінки ймовірності належності даного мовного входу до кожної гауссової компоненти. Потім ця інформація використовується для розпізнавання та транскрибування мови.

Нейронні мережі (NN) також успішно застосовуються для розпізнавання мови. Алгоритми розпізнавання мови на основі ШНМ використовують штучні нейронні мережі для моделювання зв'язку між вхідним мовним сигналом і відповідною лінгвістичною структурою. Ці алгоритми зазвичай передбачають навчання глибокої нейронної мережі на великому наборі даних мовних зразків, а потім використовують її для прогнозування найбільш вірогідної транскрипції для нових мовних вхідних даних.

Математично, модель розпізнавання голосу може бути представлена у вигляді статистичної моделі. Одним з найпоширеніших підходів є використання глибоких нейронних мереж для розпізнавання голосу.

Нехай X - це вхідний аудіосигнал, який може бути представлений як послідовність амплітуд з часом, Y - текстова вихідна послідовність (текстове представлення мовлення).

Модель розпізнавання голосу може бути описана як умовна ймовірність $P(Y|X)$ - ймовірність послідовності слів або фрази Y при заданому вхідному аудіосигналі X .

Глибокі нейронні мережі, такі як рекурентні нейронні мережі (RNN), рекурентні нейронні мережі з довготривалою пам'яттю (LSTM), або згорткові нейронні мережі (CNN) часто використовуються для навчання цих моделей. У процесі навчання модель намагається максимізувати ймовірність $P(Y|X)$, тобто навчається передбачати текстовий вихід Y для вхідного аудіосигналу X , коригуючи свої внутрішні параметри.

У цій математичній моделі, функція $P(Y|X)$ визначається параметрами нейронної мережі, які оптимізуються під час процесу навчання для точного розпізнавання мовлення на вхідних аудіоданих.

Отже, у світі ігор та розваг технологія розпізнавання мовлення принесла значні зміни, вплинувши на спосіб, яким ми взаємодіємо з ігровими пристроями. Вона дозволила інтегрувати нові функції, щоб розширити можливості ігрового досвіду. Використання різноманітних алгоритмів та моделей для розпізнавання мовлення, таких як НММ, GMM та глибокі нейронні мережі, революціонізує спосіб, яким ігри сприймають та реагують на голосові команди гравців. Збільшена точність розпізнавання та постійне вдосконалення цих технологій додають ігровим пристроям нові можливості та реалізують захопливіші і іммерсивніші геймплей можливості.

2.3 Семантичний аналіз

Семантичний аналіз є важливим аспектом обробки природної мови (NLP) та комп'ютерної лінгвістики, оскільки він спрямований на розуміння значення слів і речень. Він включає в себе аналіз та інтерпретацію значення слів і того, як вони співвідносяться між собою в певному контексті.

Ключові компоненти семантичного аналізу включають в себе:

1. Вибір функції.

Визначення функцій виокремлює атрибути, що стосуються кожного слова, і дозволяє розуміти, як ці функції відображають концепцію слова.

- Морфологічні особливості
- Сенс

2. Зважування ознак.

Відділення значущості різних атрибутів шляхом присвоєння їм ваги допомагає визначити їхню важливість. Якщо певній ознаці присвоєна велика вага, це свідчить про те, що вона є ключовою для розуміння значення слова.

- Нормована частота терміну

- Глобальне зважування терміну

3. Вектори ознак і вимірювання подібності.

Після вибору та зважування ознак, слова подаються у вигляді векторів ознак. Порівняння цих векторів може надати уявлення про зв'язки та схожість між словами, фразами та поняттями.

- Косинусна подібність
- Подібність Жаккара
- Евклідова відстань

По суті, семантичний аналіз спрямований на подолання розриву між людською мовою та машинним розумінням. Він передбачає використання алгоритмів і методів для вилучення значення і контексту з текстових даних.

Одним із видів семантичного аналізу є аналіз на основі правил або аналіз на основі знань. Цей підхід спирається на заздалегідь визначені правила або бази знань для розуміння та інтерпретації значення слів і речень. Він передбачає використання лінгвістичних правил і семантичних зв'язків для визначення значення певного тексту.

Інший тип семантичного аналізу - це статистичний аналіз, або аналіз на основі даних. Цей підхід спирається на великі масиви даних і статистичні моделі для аналізу та розуміння значення слів і текстів. Статистичний семантичний аналіз використовує алгоритми машинного навчання для виявлення закономірностей і зв'язків між словами та їхніми значеннями. Він часто використовується в додатках, які вимагають обробки великих обсягів даних, таких як аналіз настроїв або пошук інформації.

Третій тип семантичного аналізу - це гібридний аналіз, який поєднує в собі як правильний, так і статистичний підходи. Цей підхід має на меті використати сильні сторони обох методів для досягнення більш точного і всебічного розуміння змісту текстів. Гібридний аналіз може поєднувати

лінгвістичні правила зі статистичними моделями для підвищення точності та гнучкості семантичного аналізу.

Семантичний аналіз також має потенціал в ігровій сфері для вдосконалення наступних функцій ігрового світу. Способи застосування семантичного аналізу в іграх:

- Діалогові системи: семантичний аналіз використовується в діалогових системах для розуміння вибору гравця та відповідей у грі. Це може призвести до динамічних і релевантних контексту розмов між гравцями та неігровими персонажами (NPC), впливаючи на сюжетну лінію та стосунки персонажів.
- Динамічне оповідання: ігри з динамічним і розгалуженим сюжетом використовують семантичний аналіз, щоб зрозуміти рішення гравця та відповідно скоригувати сюжетну лінію. Це створює персоналізований і захоплюючий ігровий досвід.
- Інтерпретація квестів і цілей: семантичний аналіз допомагає зрозуміти запити гравців, пов'язані з ігровими квестами, цілями чи підказками. Ігрова система може надавати відповідну інформацію або направляти гравців на основі семантичної інтерпретації їхніх запитів.
- Профілі гравців: семантичний аналіз допомагає створювати профілі гравців, аналізуючи поведінку, уподобання та вибір у грі. Цю інформацію можна використати, щоб адаптувати майбутні ігрові враження для окремих гравців.

Одним з найпоширеніших методів для отримання векторних представлень слів є модель Word2Vec. Ця модель базується на двох основних архітектурах: Continuous Bag of Words (CBOW) та Skip-gram.

Нехай u є словник V з N унікальних слів. Для кожного слова w_i у словнику ми створюємо вектор v_i розмірності d , де d - це розмірність векторів у векторному просторі слів.

У CBOW для передбачення слова на основі контексту використовується функція Softmax. Нехай C - це контекст, тобто набір слів, що оточують слово w_i у певному контексті. Тоді ймовірність, що слово w_i належить до цього контексту, обчислюється наступним чином:

$$P(w_i|C) = \frac{\exp(v_i \cdot u_i)}{\sum_{j=1}^N \exp(v_j \cdot u_i)}$$

Тут u_i - це вектор, який відповідає слову w_i у векторному просторі виходів Softmax.

Для навчання моделі Word2Vec ми максимізуємо ймовірність з'явлення правильних слів в контексті та мінімізуємо ймовірність з'явлення неправильних слів.

Це лише один з підходів до математичного вираження семантичного аналізу тексту. Існують інші моделі, такі як GloVe (Global Vectors for Word Representation), які також використовуються для отримання векторних представлень слів, але з іншими математичними формулами та підходами.

Отже, семантичний аналіз в контексті обробки природної мови (NLP) і комп'ютерної лінгвістики відкриває нові горизонти для розуміння мови в цифрових додатках, зокрема у відеоіграх. Цей аналіз, використовуючи методи вибору та зважування ознак, перетворення слів у вектори ознак та вимірювання їхньої подібності, дозволяє машинам більш точно та глибоко інтерпретувати людську мову. В ігровій індустрії це призводить до покращення діалогових систем, динамічного оповідання, розуміння ігрових квестів та цілей, а також створення докладних профілів гравців. Семантичний аналіз, заснований на правилах, статистичних моделях або їхньому поєднанні, робить взаємодію з ігровим світом більш занурюючою та особистісною. Моделі, такі як Word2Vec, GloVe та інші, розширюють можливості семантичного аналізу, відкриваючи шлях для створення складних та взаємодіючих ігрових світів, де кожна репліка чи дія гравця

має значення і впливає на розвиток гри. Це підкреслює потенціал семантичного аналізу у вдосконаленні ігрових систем та створенні більш інтерактивних та реалістичних віртуальних взаємодій.

2.4 Обробка природної мови

Natural Language Understanding - це підгалузь штучного інтелекту, яка має на меті навчити комп'ютери розуміти та інтерпретувати людську мову. Вона передбачає розробку алгоритмів і моделей, які можуть обробляти та аналізувати текстові або мовні дані для вилучення сенсу і контексту.

Щоб розуміти природну мову, комп'ютери повинні вийти за межі простого розпізнавання окремих слів і фраз. NLU передбачає розуміння зв'язків між словами, ідентифікацію граматичних структур і здатність виводити значення з контексту. Це вимагає використання методів комп'ютерної лінгвістики, алгоритмів машинного навчання та семантичного аналізу для розуміння людської мови.

Одна з головних проблем у NLU - це робота з притаманною людській мові неоднозначністю та мінливістю. Одне й те саме слово або фраза може мати різні значення залежно від контексту, а люди часто використовують ідіоми, метафори або сленг, які комп'ютеру буває важко інтерпретувати. Дослідники NLU розробили складні методи для вирішення цих проблем, такі як використання мовних моделей, які фіксують імовірнісні зв'язки між словами, і включення великих обсягів навчальних даних для підвищення точності.

Мета розуміння природної мови (Natural Language Understanding, NLU) полягає в наданні комп'ютерам здатності інтерпретувати та розуміти людську мову в її природному форматі. Це важлива галузь штучного

інтелекту, оскільки дозволяє системам ефективно взаємодіяти з користувачами через мовлення.

Основні аспекти мети розуміння природної мови включають:

- Семантичне Розуміння: Досягнення розуміння смислу тексту чи висловлення, включаючи розпізнавання конкретних слів, їх взаємодію та загальний контекст.
- Синтаксичне Розуміння: Аналіз структури речення та визначення відношень між словами для визначення правильної граматики та синтаксичної структури.
- Діалогове Взаємодія: Здатність відповідати на запитання та взаємодіяти з користувачами у вигляді натуральних діалогів.
- Емоційне Розуміння: Виявлення та розуміння емоцій, виражених у мовленні, для більш глибокого взаєморозуміння.
- Мовленнєва Генерація: Здатність створювати природні та зрозумілі відповіді та текстовий контент на основі отриманих вхідних даних.
- Контекстне Розуміння: Врахування контексту та історії взаємодії для кращого розуміння інтенту користувача.
- Машинний Переклад: Здатність автоматичного перекладу тексту з однієї мови на іншу, зберігаючи його смисл та логіку.

Загалом, NLU має на меті подолати розрив між людською мовою та штучним інтелектом. Дозволяючи комп'ютерам розуміти та інтерпретувати природну мову, можемо створювати більш інтуїтивні та інтелектуальні системи, які можуть взаємодіяти з людиною у більш природний та осмислений спосіб. З розвитком NLU ми можемо очікувати на подальше вдосконалення таких додатків, як голосові асистенти, чат-боти для обслуговування клієнтів і переклади, що покращить наше повсякденне життя і зробить технології більш доступними для всіх.

У контексті ігор NLU має потенціал революціонізувати спосіб взаємодії гравців з віртуальними світами. Однак є кілька етичних міркувань, які необхідно враховувати при інтеграції NLU в ігровий досвід.

Одним з ключових міркувань є питання конфіденційності та захисту даних. Системи NLU покладаються на збір та аналіз великих обсягів даних, включаючи особисту інформацію, таку як записи голосу та текстові повідомлення. Розробники ігор повинні гарантувати, що дані гравців обробляються безпечно і що їхня приватність збережена.

Іншою проблемою є можливість підсилення шкідливих стереотипів чи упереджень у системах розуміння природної мови (NLU), використовуваних в іграх. Мовні моделі, які використовуються у таких системах, навчаються на обширних обсягах текстових даних, які можуть невідомо містити дискримінаційні висловлювання і подібні проблеми. Якщо це не фільтрувати, NLU в іграх може сприяти посиленню шкідливих стереотипів чи дискримінації певних груп гравців.

Також існує проблема залежності гравців від систем розуміння природної мови (NLU) в іграх. Розробники повинні свідомо враховувати цю проблему та впроваджувати заходи для зменшення ризиків, такі як обмеження часу гри та підтримка здорових ігрових звичок. Також важливо враховувати можливий вплив NLU на психічне здоров'я гравців.

Інтеграція емоційного інтелекту у віртуальних персонажів є перспективною областю розвитку. На сьогоднішній день більшість віртуальних персонажів в іграх не взаємодіють з емоціями гравців. Однак з ростом технологій розуміння природної мови (NLU) можливий розвиток віртуальних персонажів, які зможуть розпізнавати та адаптуватися до емоцій гравців, щоб покращити іммерсію та взаємодію у грі.

З розвитком технологій в майбутньому очікується значний прогрес у сфері розуміння природної мови (NLU) в іграх. Одним з ключових покращень буде вдосконалення технології розпізнавання мовлення, що

значно полегшить взаємодію гравців з віртуальними середовищами. Розробники працюватимуть над зробленням алгоритмів розпізнавання мови більш точними та реактивними на природні мовні команди, щоб забезпечити геймерам більш плавну та інтуїтивно зрозумілу взаємодію.

Покращення NLU-іграх можуть дозволити іграм динамічно адаптуватися на основі вподобань окремих гравців, створюючи персоналізовані розповіді та завдання, пристосовані до кожного користувача. Natural Language Generation (NLG) Можливості NLG можуть розвиватися, дозволяючи віртуальним персонажам генерувати більш природні та різноманітні реакції.

Отже, глибокі нейронні мережі (Deep Neural Networks, DNN) також використовуються для завдань NLU, таких як класифікація тексту, розпізнавання іменованих сутностей тощо. Одним з типових підходів є використання рекурентних нейронних мереж (Recurrent Neural Networks, RNN) або їх вдосконалених версій, наприклад, Long Short-Term Memory (LSTM) або Gated Recurrent Unit (GRU).

Рекурентні нейронні мережі працюють з послідовностями вхідних даних (текстових послідовностями слів), зберігаючи інформацію про попередні кроки. Одна з формул, що описує рекурентний процес, може мати вигляд:

$$h_t = \sigma(W_{hx}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)$$

де h_t - це прихований стан на часі t , x_t - вхідний вектор на часі t , W_{hx} і W_{hh} - матриці ваг, b_h - вектор зсуву, а σ - функція активації.

Для аналізу синтаксичних та семантичних зв'язків можуть використовуватися різні методи, включаючи аналіз дерев розбору (parsing

trees) та моделі, які враховують контекстні залежності між словами у реченні.

Один із методів - це використання Transformer моделей, які базуються на механізмах уваги (attention mechanisms). У цих моделях, увага надається контекстним зв'язкам між словами в реченні, вираженим у вигляді матриці уваги A :

$$A = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right) \cdot V$$

де Q , K , V - це матриці запитів, ключів та значень відповідно, d_k - розмірність векторів ключів та запитів, а softmax - функція softmax для нормалізації уваги.

Отже, в обробці природної мови (Natural Language Understanding, NLU) використовуються різні методи та моделі для розуміння та інтерпретації людської мови. Це включає векторне представлення слів, глибокі нейронні мережі для аналізу тексту, моделі для розуміння синтаксичних та семантичних зв'язків, а також використання Transformer моделей з механізмами уваги.

NLU дозволяє комп'ютерам розуміти не лише окремі слова, але й їхні взаємозв'язки та контекст, що робить взаємодію з людьми через мовлення більш природньою. Однак, вона стикається з викликами, такими як розуміння неоднозначності мови та проблемами захисту даних.

У контексті ігор, NLU може революціонізувати взаємодію з віртуальними світами, але є важливі питання щодо конфіденційності, уникнення упереджень та залежності гравців від систем NLU. Розвиток цієї області може призвести до більш персоналізованих іммерсивних ігор з емоційним інтелектом та здатністю адаптуватися до індивідуальних уподобань гравців.

Отже, обробка природної мови (Natural Language Understanding, NLU) відіграє фундаментальну роль у сфері штучного інтелекту, надаючи

комп'ютерам здатність розуміти та інтерпретувати людську мову. Використовуючи складні алгоритми та моделі, NLU зосереджується на аналізі семантичних і синтаксичних аспектів мови, що включає розуміння контексту, ідіом, метафор та інших складнощів природного мовлення. Такі підходи, як глибокі нейронні мережі, включаючи RNN, LSTM, GRU, а також трансформерні моделі з механізмами уваги, дозволяють ефективно обробляти великі обсяги текстових даних і витягувати з них значиму інформацію. Ці технології відкривають нові можливості для створення інтуїтивно зрозумілих та інтерактивних ігрових середовищ, де гравці можуть природно взаємодіяти з віртуальними персонажами та елементами гри. NLU не лише покращує якість ігрового досвіду, але й вносить значний внесок у розвиток інших сфер, де важливе розуміння та обробка природної мови. Разом з тим, виклики, пов'язані з конфіденційністю даних та упередженнями в навчальних наборах даних, вимагають уважної уваги та відповідного регулювання для забезпечення етичного використання NLU в майбутньому.

2.5 Інтелектуальний метод вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках

Інтелектуальні методи вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках, спрямовані на створення більш натуральної та іммерсивної інтелектуальної вербальної взаємодії для гравців. Отже, розроблений метод представлено по-кроково:

Крок 1. Гравець Р з'являється у ігровому метасвіті.

Крок 2. Гравець Р підходить до неігрового персонажу. Після попадання в зону дії система активує неігрового персонажа та змінює стан в активний. Математично описати процес активації неігрового персонажа

після того, як гравець підходить до нього, можна використовувати наступні умови та події:

- Початковий стан NPC: Перед тим, як гравець підходить до NPC, стан NPC є неактивним:

$$state(NPC) = inactive$$

де NPC - неігровий персонаж,

- Зміна стану після підходу гравця: Коли гравець підходить до NPC і відстань між ними стає меншою або рівною радіусу зони дії ($d(P, NPC) \leq R$), то стан NPC змінюється на активний

$$if d(P, NPC) \leq R, else (NPC) = active$$

Крок 3. Гравець P подає голосову команду. Для цього можна використовувати події, такі як G для подачі голосової команди гравцем P та T для часової точки, коли ця команда була подана:

- Подача голосової команди: G(P) - Подача голосової команди гравцем P.
- Часова точка подачі команди: T(G) - Часова точка, коли гравець P подав голосову команду G(P).

Крок 4. Розпізнавання природної мови. Математично описати процес розпізнавання природної мови (Natural Language Understanding - NLU) можна за допомогою статистичних моделей та ймовірнісних методів. Основна ідея полягає в тому, щоб обробити текстовий вхід та витягти з нього семантичну інформацію. Ось кілька ключових компонентів, які можуть бути використані для математичного опису цього процесу:

- Текстовий вхід: Представимо текстовий вхід гравця як рядок символів або послідовність слів. Нехай $X(P)$ представляє цей текстовий вхід.
- Мовна модель (Language Model): Мовна модель може бути представлена як функція $P(X)$, яка оцінює ймовірність тексту $X(P)$.

- Модель розпізнавання голосу (Speech Recognition Model): Ця модель може перетворювати аудіо-сигнал з голосової команди в текстовий формат. Нехай Y представляє результат розпізнавання, тобто текст, який виходить з цього процесу.
- Семантична аналіз (Semantic Analysis): Семантичний аналіз може включати в себе розрізнення мовних засобів, визначення ключових слів і фраз, виділення іменованих сутностей, розпізнавання команд або запитів і т. д. Нехай $S(Y)$ представляє семантичний аналіз тексту Y .
- Семантична інформація зазвичай представляється у вигляді структурованих даних або векторів, які можна обробляти далі. Z представлення семантичної інформації.
- Тепер можемо описати процес розпізнавання природної мови як функцію, яка перетворює текстовий вхід у семантичне представлення:

$$Z = NLU(X(P)) = S(\text{SpeechRecognition}(X))$$

Крок 5. Перетворення мови на текстовий формат Windows Speech Recognition та ASR.

За допомогою акустичних, фонетичних і мовних моделей система обчислює найбільш ймовірну транскрипцію аудіо-сигналу у вигляді письмового тексту. Процес перетворення мови на текстовий формат за допомогою акустичних, фонетичних і мовних моделей, який включає в себе розпізнавання мови (ASR - Automatic Speech Recognition), можна описати наступним чином:

- Аудіо-сигнал: Нехай $A(t)$ представляє аудіо-сигнал в залежності від часу t . Це може бути сигнал голосового запису, який містить голосову команду гравця.
- Акустична модель (Acoustic Model): Акустична модель використовується для визначення ймовірностей фонем або акустичних

одиниць в аудіо-сигналі. $P(A(t)|C)$ буде ймовірністю аудіо-сигналу $A(t)$ для конкретного фонемного класу C .

- Фонетична модель (Phonetic Model): Фонетична модель використовується для визначення послідовності фонем або звуків у мовленні. Нехай S представляє послідовність фонем.
- Мовна модель (Language Model): Мовна модель оцінює ймовірності послідовностей слів у мовленні. Нехай $P(S)$ буде ймовірністю послідовності фонем S .
- Транскрипція (Transcription): Транскрипція представляє собою текстовий варіант мовлення, який виражається як послідовність слів. Нехай T представляє цю транскрипцію.
- Метрика ймовірності транскрипції (Probability Scoring): Для кожного можливого варіанту транскрипції T , можна обчислити ймовірність цієї транскрипції на основі акустичних, фонетичних і мовних моделей. Найбільш ймовірна транскрипція буде тією, яка має найвищу сумарну ймовірність.
- Вибір найбільш ймовірної транскрипції: Система обчислює ймовірність для різних можливих транскрипцій і вибирає ту, яка має найвищу сумарну ймовірність.

Математично цей процес може бути представлений наступним чином:

$$T = \operatorname{argmax}_{T'} [P(T' | A(t))] = \operatorname{argmax}_{T'} [P(T' | C) \cdot P(S | T')]$$

де:

T - найбільш ймовірна транскрипція.

T' - можливі варіанти транскрипції.

$P(T' | A(t))$ - ймовірність транскрипції T' , даний аудіо-сигнал $A(t)$.

$P(T' | C)$ - ймовірність транскрипції T' з використанням акустичної моделі.

$P(S | T')$ - ймовірність фонетичної послідовності S з використанням фонетичної моделі та мовної моделі, при умові транскрипції T' .

Цей процес допомагає системі перетворити аудіо-сигнал голосового вводу на текстовий формат для подальшого розуміння та обробки.

Крок 6. Шифрування для захисту конфіденційних даних і використовується по всьому світу

алгоритм шифрування Advanced Encryption Standard. Шифрування даних за допомогою алгоритму шифрування Advanced Encryption Standard (AES) - це стандартний метод захисту конфіденційності інформації. AES є симетричним шифром, що означає, що для шифрування та розшифрування даних використовується один і той же ключ. Основна ідея полягає в тому, що дані шифруються на стороні відправника за допомогою ключа і розшифровуються на стороні одержувача, також за допомогою того ж ключа. Математично, процес шифрування і розшифрування можна представити так:

- Шифрування даних (Encryption). Нехай M - повідомлення (початкові дані), які потрібно зашифрувати, K - ключ шифрування, C - зашифроване повідомлення. Функція $E(K, M)$ використовує ключ K для шифрування повідомлення M і генерує зашифроване повідомлення C :

$$C = E(K, M)$$

- Розшифрування даних (Decryption). На стороні одержувача зашифроване повідомлення C розшифровується з використанням того ж ключа K . Функція $D(K, C)$ використовує ключ K для розшифрування зашифрованого повідомлення C і відновлює початкове повідомлення M :

$$M = D(K, C)$$

AES використовує різні ключі для шифрування різних блоків даних, і він має різні режими роботи для обробки різних типів даних. Ключі можуть бути довжиною 128, 192 або 256 бітів, що робить AES відмінним відомим і надійним алгоритмом шифрування.

Крок 7. Відправлення даних за допомогою API ключа. Математично описати відправлення даних за допомогою API ключа для взаємодії гравця з грою та всього чату можна через визначення відповідних подій та дій. Давайте це розглянемо:

- API ключ: Нехай K_{API} - це API ключ, який гравець P використовує для взаємодії з грою або чатом. Цей ключ дозволяє гравцю аутентифікуватися в системі і надсилати команди.
- Відправлення даних за допомогою API ключа: Гравець відправляє команду C на сервер гри або чату за допомогою API ключа K_{API} .

Цей процес дозволяє гравцю взаємодіяти з грою або чатом, надсилаючи команди через API ключ для подальшої обробки та відповіді від системи гри чи чату.

Крок 8. Хмарна обробка та аналіз даних. Для математичного опису хмарної обробки та аналізу даних в контексті взаємодії гравця з грою чи чатом, можна використовувати наступні поняття та події:

- Отримання команди на сервері: Нехай C представляє текстову команду, яку гравець відправив на сервер гри або чату за допомогою K_{API} .
- Обробка на сервері: Сервер гри або чату обробляє отриману команду C . Це може включати в себе перевірку прав доступу за K_{API} , перевірку коректності команди, а також виконання відповідних дій у грі чи чаті.
- Аналіз даних: Аналіз даних може включати в себе визначення того, як гра або чат повинні відповісти на команду гравця. Це може включати в себе внутрішні логічні обчислення, розрахунки, вибір оптимальних дій для виконання команди тощо.

Цей процес дозволяє серверу гри чи чату аналізувати та обробляти команди гравця, щоб відповідати на них відповідним чином і забезпечувати взаємодію з гравцем у грі або чаті.

Крок 9. Отримання відповіді від сервера. Тоді математично процес можна представити так:

$$R = \text{Аналіз і обробка}(C)$$

Цей процес вказує на те, що результатом відправлення команди C на сервер і подальшої обробки цієї команди є отримання відповіді R від сервера. Відповідь може бути текстовою інформацією, діями в грі чи чаті або будь-яким іншим відповідним результатом взаємодії.

Крок 10. Перетворення тексту в голос Text-to-Speech (TTS). Математично описати процес перетворення тексту в голос (Text-to-Speech, TTS) у взаємодії гравця з грою або чатом можна наступним чином:

- Вхідний текст: Нехай T - це текст, який гравець отримав як відповідь від сервера гри або чату. Цей текст потрібно перетворити в аудіо-сигнал голосу.
- Текстовий-голосовий конвертер: Текстовий-голосовий конвертер або система TTS використовується для перетворення тексту T в аудіо-сигнал голосу. $S(T)$ є аудіо-сигналом голосу, який відповідає тексту T .

Математично цей процес може бути представлений так:

$$S(T) = TTS(T)$$

Цей процес дозволяє гравцю отримувати аудіо-відповіді від сервера гри або чату на основі текстових повідомлень, що покращує взаємодію та реалізує можливість аудіовідгуків.

Крок 11. Виведення голосової відповіді за допомогою неігрового персонажу з використанням анімації блендшейпи у метасвіті.

Цей метод дозволяє гравцям взаємодіяти з ігрою за допомогою голосових команд і отримувати іммерсивні голосові відповіді від неігрових персонажів у метасвіті.

Отже, інтелектуальний метод вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках позначає значний крок уперед у створенні більш реалістичних та іммерсивних віртуальних середовищ. Цей метод об'єднує застосування передових технологій розпізнавання мови, обробки природної мови, штучного інтелекту та анімації, щоб створити плавну та природну взаємодію між гравцями та неігровими персонажами. Через кроковий підхід, що включає активацію персонажів у відповідь на дії гравців, аналіз та відповідь на голосові команди, а також використання анімаційних технологій для візуалізації відповідей, створюється досвід, який значно перевершує традиційні межі ігрової взаємодії. В результаті, користувачі метавсесвіту отримують більш занурюючий та емоційно залучаючий досвід, що підсилюється через високий рівень інтерактивності та адаптивності неігрових персонажів. Такий підхід не лише відкриває нові можливості для розвитку ігрових додатків, але й підсилює потенціал метавсесвіту як платформи для інноваційного іммерсивного контенту.

Висновки до розділу 2

Архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках відіграє критично важливу роль у створенні глибокого, іммерсивного досвіду для користувачів. Ця архітектура, що інтегрує передові технології обробки мовлення (ASR і TTS), штучного інтелекту, а також нейронні мережі, сприяє створенню багатогранних, реалістичних взаємодій між гравцями та неігровими персонажами. Вона не тільки забезпечує зручність та ефективність комунікації, але й відтворює емоційну насиченість та індивідуальність персонажів, що є ключовим для занурення користувачів у віртуальні світи. Такий підхід дозволяє відтворити складність людського спілкування, підносячи взаємодію у метаверсах на якісно новий рівень, і відкриває нові можливості для інновацій та розвитку в цій області.

Модель розпізнавання голосу в метаверсійних додатках та ігрових середовищах засвідчує важливість інтеграції передових технологій обробки мовлення, включаючи НММ, GMM, та глибокі нейронні мережі, в ігрову індустрію. Застосування цих технологій значно покращує інтерактивність ігор, дозволяючи не тільки реагувати на голосові команди гравців, але й створювати більш природні та реалістичні взаємодії з неігровими персонажами. Розвиток і вдосконалення цих моделей розпізнавання голосу відкриває нові можливості для геймдизайнерів у створенні іммерсивних віртуальних світів, де голос стає ключовим елементом взаємодії та занурення в ігровий процес. Ця інноваційна технологія продовжує розширювати горизонти ігрового досвіду, змінюючи традиційні підходи до геймплею та створюючи нові можливості для взаємодії гравців з ігровими світами.

Семантичний аналіз у галузі обробки природної мови та ігрових додатків відкриває широкі можливості для розуміння та інтерпретації

мовних даних. Використання передових методів, таких як вибір функцій, зважування ознак, векторні представлення слів та вимірювання подібності, значно підвищує точність і глибину семантичного аналізу. В ігровій індустрії це дозволяє створювати більш складні та реалістичні діалогові системи, динамічні сюжетні лінії, а також точно інтерпретувати ігрові квести та цілі, забезпечуючи персоналізований ігровий досвід. Моделі, такі як Word2Vec і GloVe, є ключовими інструментами у цьому процесі, дозволяючи перетворювати слова та фрази на вектори, що відображають їх семантичні відносини. Таким чином, семантичний аналіз стає містком, який з'єднує людське сприйняття мови з машинним розумінням, відкриваючи нові горизонти для інновацій та творчості у цифровому світі.

Natural Language Understanding (NLU) у контексті ігор та метаверсійних додатків представляє собою революційний крок у створенні інтерактивних, занурювальних ігрових досвідів. Ця технологія, яка включає розуміння семантики, синтаксису та контексту людської мови, відкриває нові можливості для створення реалістичних взаємодій між гравцями та віртуальним світом. NLU дозволяє гравцям використовувати природну мову для взаємодії з неігровими персонажами та елементами ігрового середовища, роблячи ці взаємодії більш інтуїтивними та значущими. Водночас важливим є врахування етичних аспектів, таких як приватність даних і уникнення упереджень у мовних моделях, щоб забезпечити безпечне та справедливе ігрове середовище. У майбутньому NLU може суттєво трансформувати ігрову індустрію, пропонуючи ще більш занурювальні та персоналізовані ігрові досвіди, здатні адаптуватися до індивідуальних вподобань та емоційних реакцій кожного гравця.

Інтелектуальний метод вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках являє собою складний, багаторівневий процес, що включає активацію персонажів, розпізнавання та обробку мови, шифрування даних та генерацію аудіовідповідей. Кожен

крок цього методу використовує сучасні технології та математичні моделі для створення глибокої і реалістичної взаємодії між гравцем та віртуальним середовищем. Від виявлення присутності гравця і активації персонажів до перетворення тексту в голос та анімації блендшейпів - цей метод створює занурювальний ігровий досвід, де мовна взаємодія стає ключовим елементом інтерактивності. Такий підхід розширює можливості метавсесвіту, забезпечуючи більш природнішу та зв'язану з контекстом взаємодію, що відкриває нові перспективи для розвитку віртуальних світів та ігрових додатків.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МЕТОДУ

3.1 Реалізація ігрового простору

У розробці було використано програмне забезпечення unreal engine 5.1 та мову програмування Blueprints, при розробці було використано базовий функціонал для реалізації ігрового інтерфейсу.

Тепер необхідно додати та налаштувати ігрову камеру для руху та взаємодії з ігровим середовищем для цього було використано елемент PlayerStart це початкова точка гравці, прив'язуємо камеру до цієї точки налаштовуємо фізичні параметри провіряємо результат подано на рисунку 3.1

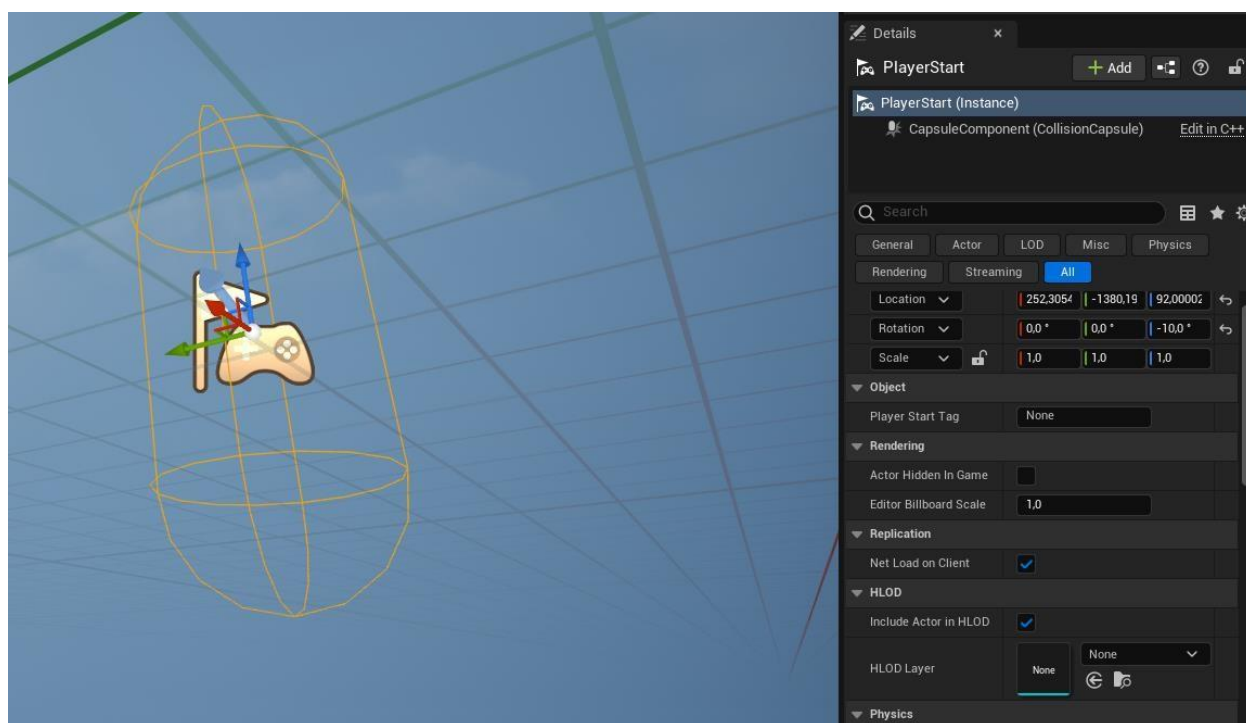


Рисунок 3.1 – Додавання елементу PlayerStart.

Щоб користувач міг ходити потрібно додати об'єкти землі та об'єкти освітлення такі як directionallight для симуляції сонячного

світла на ігрову поверхню. Sky light впливає на вигляд освітлення та тіней в сцені. Також додаємо sky atmosphere додає атмосферу та розсіювання світло, небесний колір, градієнти горизонту та інші атмосферні явища.

Задаємо параметри освітлення та налаштуємо діапазон та силу дії параметрів light подано на рисунку 3.2.

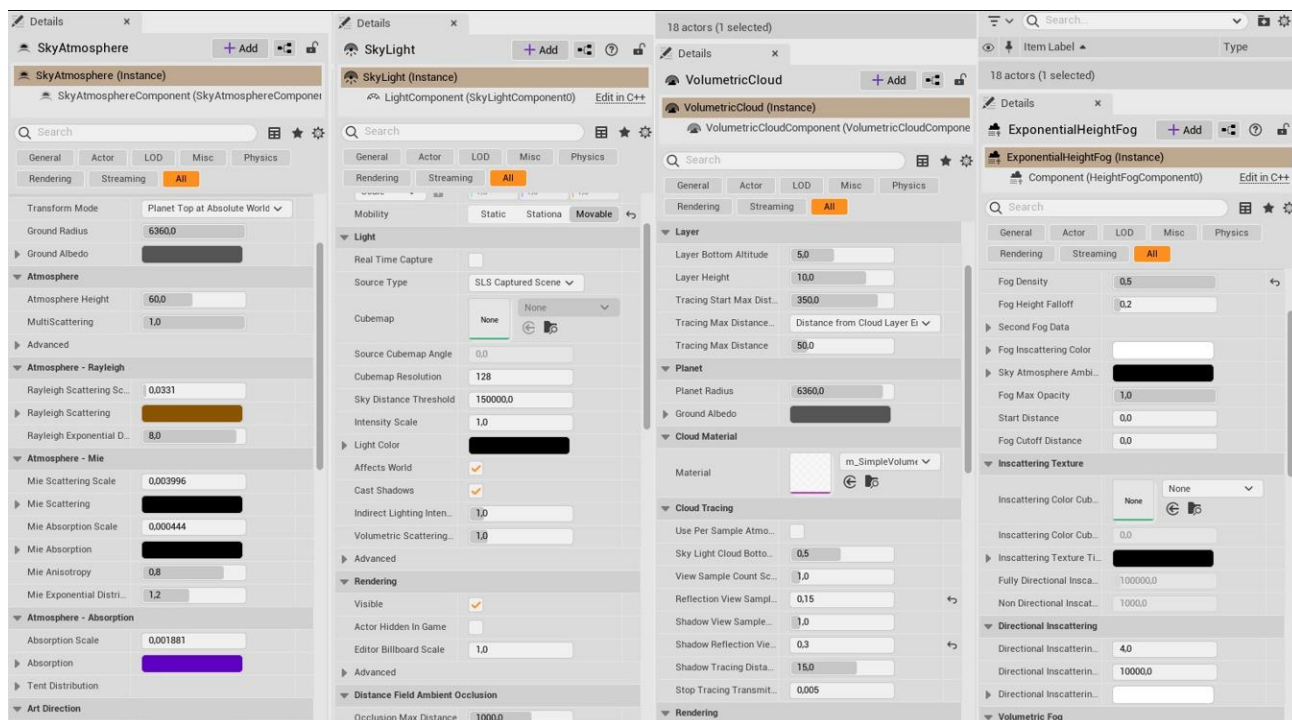


Рисунок 3.2 – Налаштування параметрів light.

Тепер можемо додати фізичні об'єкти основним з них буде додавання поверхні землі та її текстури буде використано текстури з бібліотеки Megascans.

Megascans Bridge це інструментом, який спрощує імпорт ресурсів з бібліотеки Megascans у проекти Unreal Engine та інші програми такі як 3D MAX Blender 3d та інші. Він дозволить переглядати, вибирати та імпортувати матеріали, текстури безпосередньо в проект. За допомогою Megascans Bridge можна завантажувати необхідні ресурси у програмну середу Unreal у високій якості не затрачаючи на це багато часу.

Після успішного завантаження Megascans Bridge, отримуємо доступ до всіх ресурсів, які надає компанія Quixel для імпорту у двигунок Unreal Engine. Щоб розпочати процес імпорту ресурсів у Unreal Engine, спершу відкрийте програму Megascans Bridge на комп'ютері. Потім виберемо налаштування для розміру об'єктів, наприклад, роздільну здатність.

Тепер, коли налаштування готові, переходьте до процесу експорту потрібних ресурсів. Для цього виберіть відповідні ресурси, які вас цікавлять, і переходьте до наступних кроків, дивлячись на пункт 3.4 (рисунку 3.4).

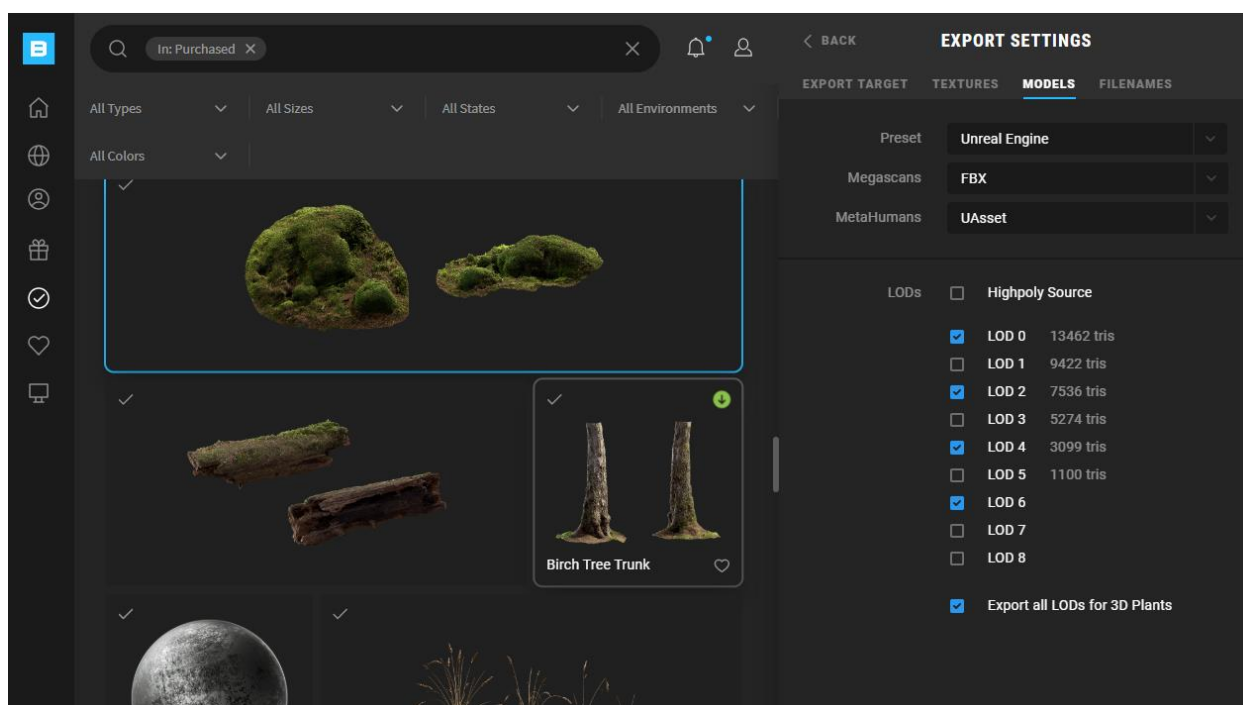


Рисунок 3.3 – Налаштування експорту Bridge.

Було взято пакет текстур TUNDRA і Opera House Kit та інші бібліотеки навколишнього середовища гірських скель та рослинності, моделі було використано щоб додати плоскій поверхні рельєфність для подальших маніпуляцій було вирішено брати розмір текстур не більше ніж 2560 на 1440 для плавної роботи системи результат подано на рисунку 3.3.

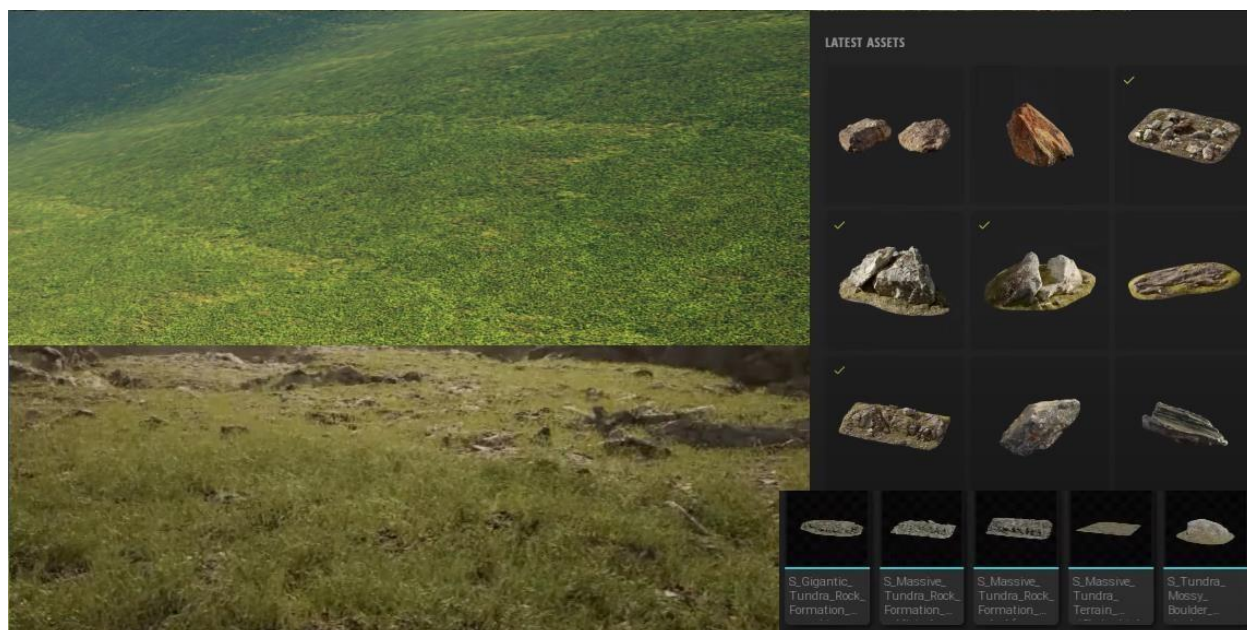


Рисунок 3.3 – Додавання матеріалів Megascans.

Отже, реалізація ігрового простору використовуючи Unreal Engine 5.1 та мову програмування Blueprints відіграє ключову роль у створенні іммерсивного ігрового середовища. Впровадження елемента PlayerStart є важливим для визначення початкової точки гравця та налаштування ігрової камери, що забезпечує плавний та ефективний рух у віртуальному світі. Додавання та налаштування об'єктів освітлення, як-от DirectionalLight для симуляції сонячного світла та Sky Light для реалістичного освітлення та тіней, вносить значний вклад у візуальну якість ігрового простору. Використання бібліотеки Megascans Bridge для імпортування ресурсів дозволяє легко та швидко додавати реалістичні текстури та матеріали в проект, збагачуючи ігровий світ деталізованим рельєфом і природними елементами. Все це разом створює глибоко занурюючий ігровий досвід, де кожен аспект ігрового середовища, від освітлення до текстур, відіграє важливу роль у забезпеченні цілісності та реалізму віртуального світу.

3.2 Реалізація NPS

Для реалізації потрібно модель персонажа який буде виконувати роль NPS для цього було використано MetaHuman Creator інструмент від компанії Epic Games, який дозволяє створювати персонажів без володіння знаннями комп'ютерної графіки.

У програмі Заходе та вибираймо стать вік та ріст та натискаємо генерацію програма сама настроїть базові частини тіла. Тепер налаштуємо параметри які нам потрібно у моєму випадку це волосся, вбрання та деталі обличчя подано на риснку 3.4.

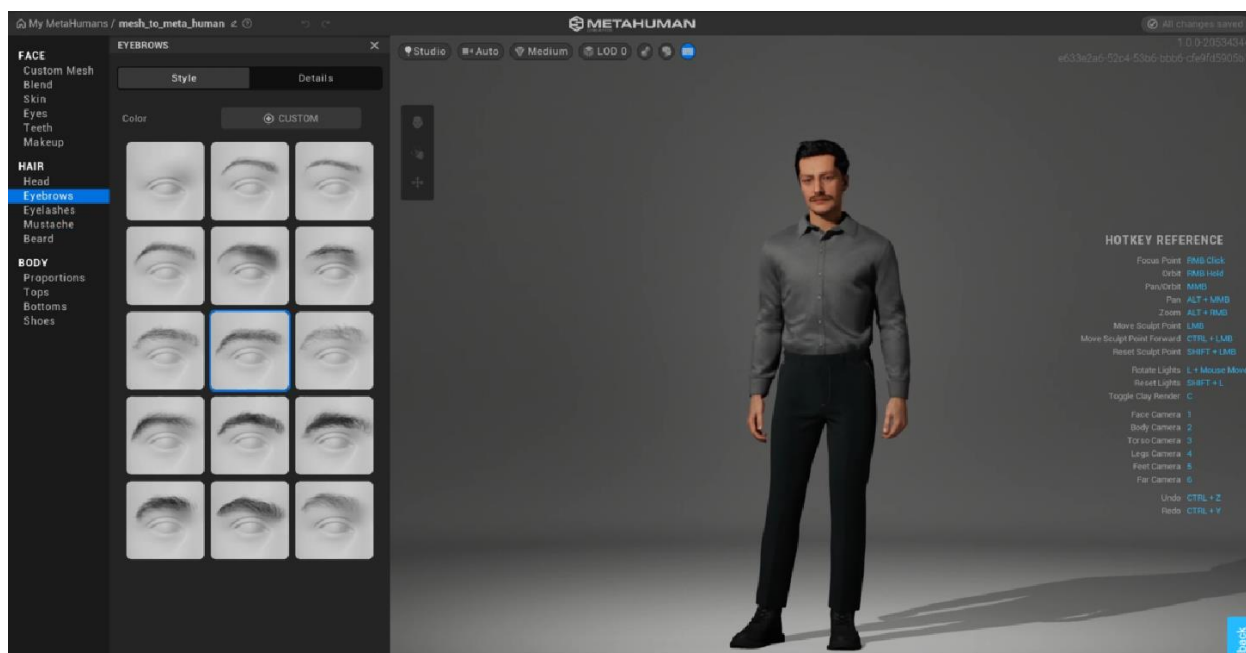


Рисунок 3.4 – Налаштування персонажа у MetaHuman Creator.

Анімація персонаж важлива деталь для діалогу для її реалізації вирисовуємо велику бібліотеку Міхато це сервіс який має саму більшу колекцію анімації для 3D персонажів. Щоб використати анімацію Міхато потрібно вибрати анімацію задати параметри швидкості та руху персонажа після чого можемо переглянути результат на боковому екрані показано на рисунку 3.5.

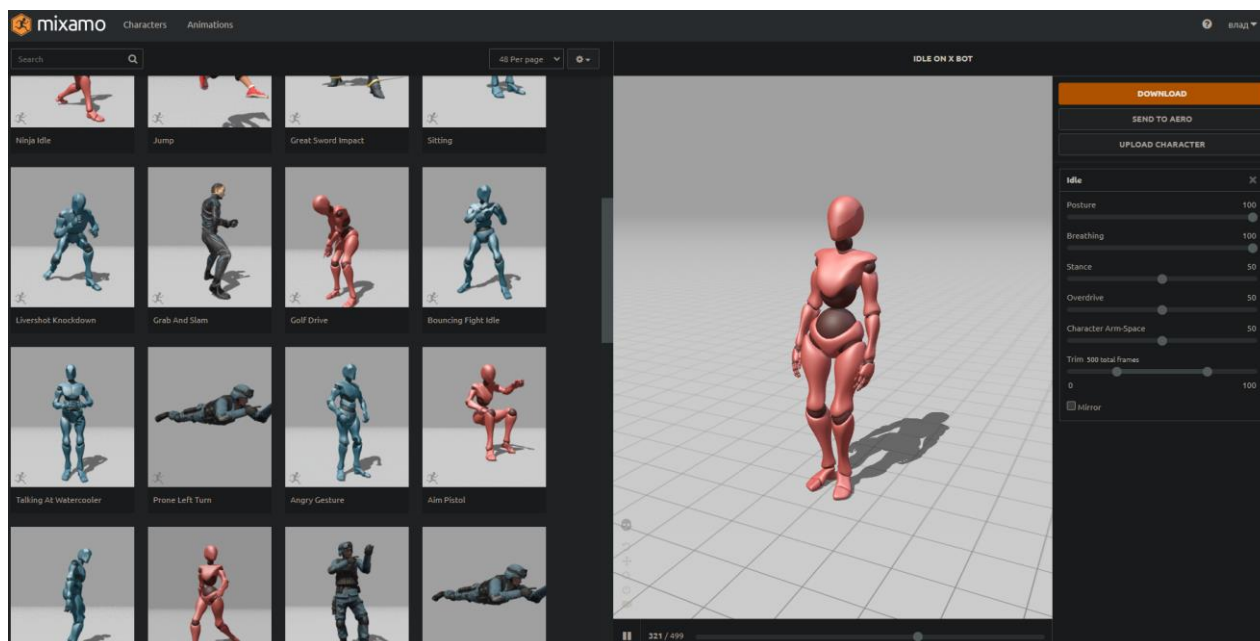


Рисунок 3.5 – Налаштування анімації Міхамо.

Також задаємо ключі для кожної анімації, щоб мати можливість вибору різних анімацій для різних сценаріїв гри. Це дозволяє контролювати рухи та дії персонажа в ігровому процесі.

Далі перевіряємо скелет персонажа на наявність проблем, таких як неправильна ротація рук або неточне розміщення точок обертання суглобів. Після корекції цих проблем експортуємо персонажа і інтегруємо його в свій проект на Unreal Engine. Це забезпечує правильне відтворення анімацій та рухів персонажа в ігровому середовищі.

Після завантаження потрібно настроїти скелет персонажа це потрібно для анімації персонажа в подальшому.

Після проробленої роботи результат подано на рисунку 3.4.

Отже, у цьому параграфі була розглянута реалізація не гравцевого персонажа (NPS) за допомогою інструментів від компанії Epic Games. Для створення персонажа, який відтворюватиме роль NPS, використовувався MetaHuman Creator, що надає можливість створювати вражаючих персонажів без необхідності володіння навичками комп'ютерної графіки.

В програмі можна налаштувати такі параметри, як стать, вік, ріст та вибрати базові частини тіла персонажа.

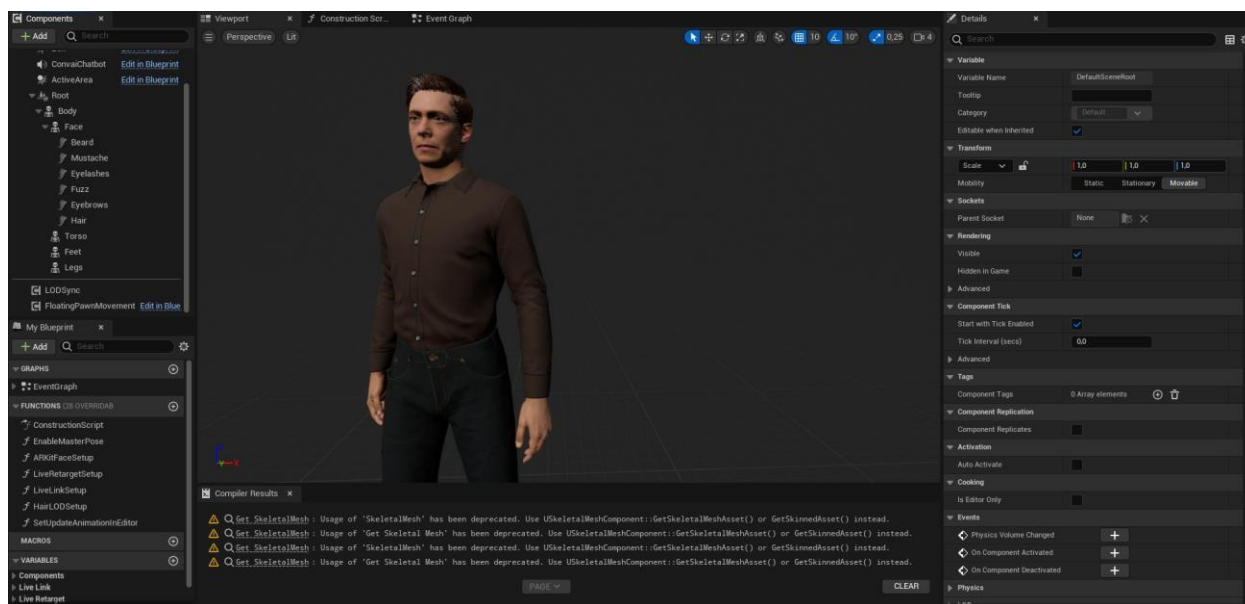


Рисунок 3.4 – Налаштування ігрового персонажа.

Після створення персонажа, важливою частиною реалізації була анімація. Для цього використовувався сервіс Міхато, який має велику колекцію анімацій для 3D персонажів. Анімації були налаштовані з урахуванням швидкості та руху персонажа, і були надані ключі для різних анімацій, що дозволило контролювати дії персонажа в ігровому процесі.

Також була проведена робота зі скелетом персонажа, виявлені та виправлені проблеми, пов'язані з ротацією рук та точками обертання суглобів. Після цього персонаж був інтегрований в ігровий проект на Unreal Engine, що забезпечило правильне відтворення анімацій та рухів персонажа в ігровому середовищі. Результат роботи над створенням NPS представлено на рисунку 3.4.

Загалом, цей процес реалізації NPS демонструє важливість використання передових інструментів та сервісів у галузі розробки ігор,

що дозволяє створювати якісних та реалістичних персонажів та анімації без глибоких знань комп'ютерної графіки.

3.3 Тестування взаємодії з NPC у метавсесвіті

Для реалізації запропоновано методу, спершу потрібна модель персонажа яка буде виконувати роль NPC для цього було використано MetaHuman Creator інструмент від компанії Epic Games, який дозволяє створювати персонажів без володіння знаннями комп'ютерної графіки.

Для реалізації анімації діалогу був створений додатковий блок, який був прив'язаний до логічного блоку голосового виведення. Це було зроблено з метою забезпечення відповідності анімації голосовому виведенню інформації. Після цього кроку, анімацію було успішно прив'язано до раніше створеного блоку, і були налаштовані додаткові параметри, які були представлені на рисунку 3.1. Цей процес дозволив забезпечити синхронізацію анімації та голосового виведення для досягнення більш реалістичного діалогу NPC у метавсесвіті.

Для того, щоб забезпечити безперервну анімацію без її припинення, був розроблений спеціальний скрипт, який відповідає за постійне оновлення анімації персонажа. Цей скрипт має за завданням відстежувати, чи завершилася розмова чи рух персонажа, і відповідно оновлювати анімацію з урахуванням поточного стану. Цей процес ілюструється на рисунку 3.2. Такий підхід дозволяє забезпечити плавний та безперервний хід діалогу та дій персонажа у метавсесвіті, підвищуючи рівень реалізму та іммерсії для користувачів.

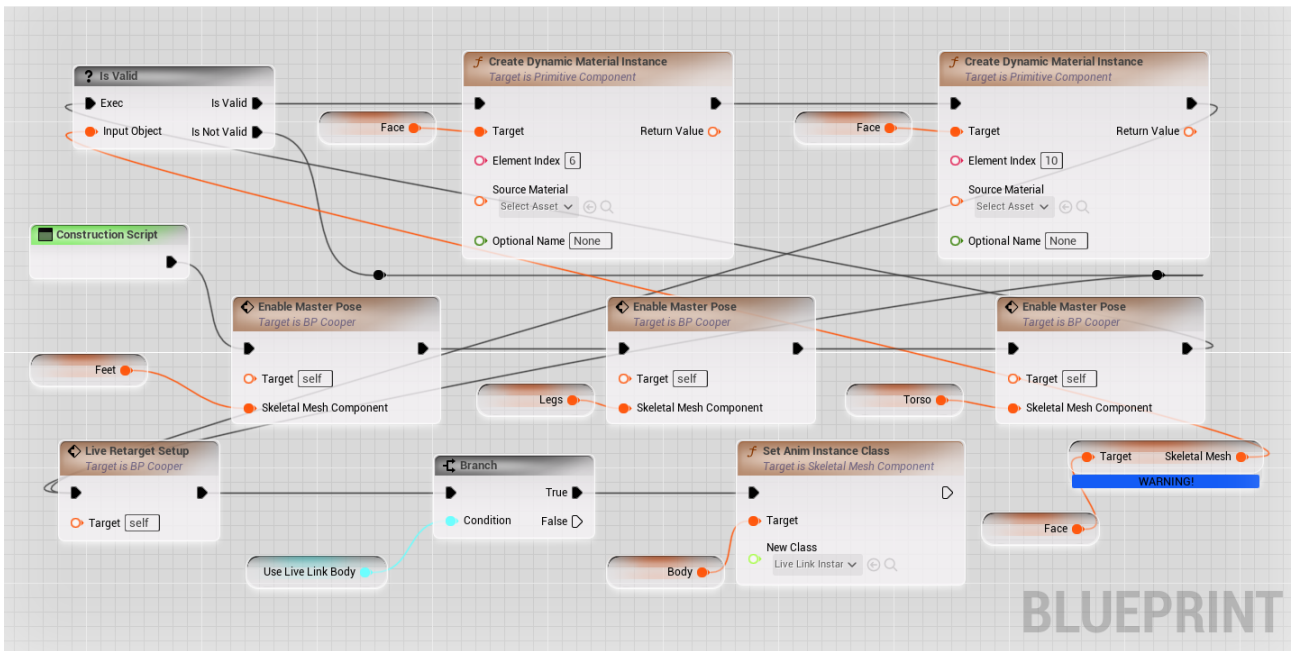


Рисунок 3.1 – Логічний вузол ConstructionScript.

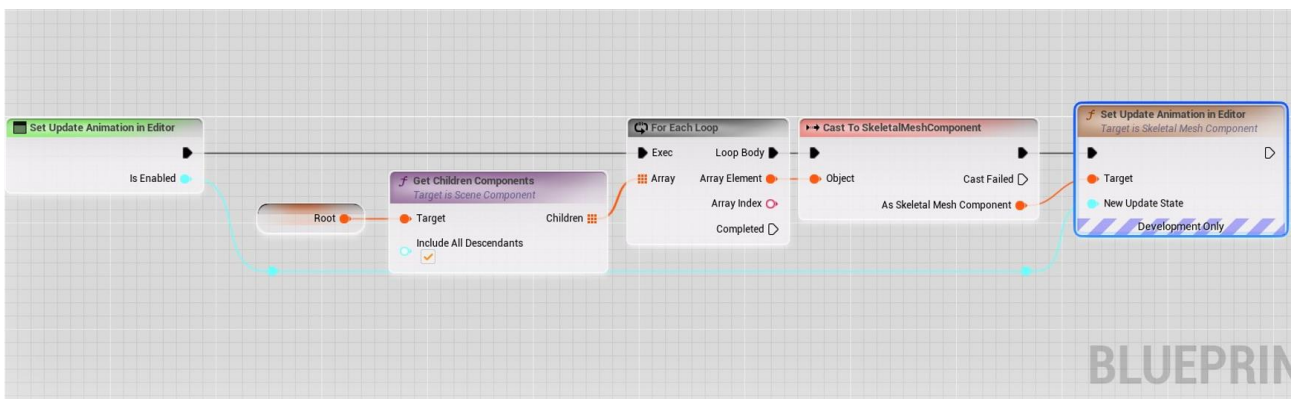


Рисунок 3.2 – Логічний вузол Set Update Animation.

Далі створено новий проект на Google Cloud платформі, який був налаштований для використання послуги Firestore для зберігання та керування структурованими даними у реальному часі. Для забезпечення з'єднання був згенерований закритий API ключ з використанням Cloud Build API, який дозволив автоматизувати процеси збирання, тестування та розгортання програмного коду на хмарній інфраструктурі Google Cloud.

Застосування Cloud Build API надає можливість автоматизувати процеси розгортання контейнерів, веб-додатків і інших програмних проектів, а також

забезпечує керування та моніторинг робочих завдань та збірки програмного коду в хмарному середовищі Google Cloud.

Додатково, технологія Application Programming Interface (API) була використана для взаємодії та використання хмарних ресурсів для аналізу та обробки ігрових даних, зокрема текстових даних. Згенерований закритий API ключ був успішно підключений до Unreal Engine, і була налаштована передача даних для подальшої обробки, результати якої представлені на рисунку 3.3. Це створило основу для реалізації методу Intelligent Verbal Interaction Methods with Non-Player Characters in Metaverse Applications.

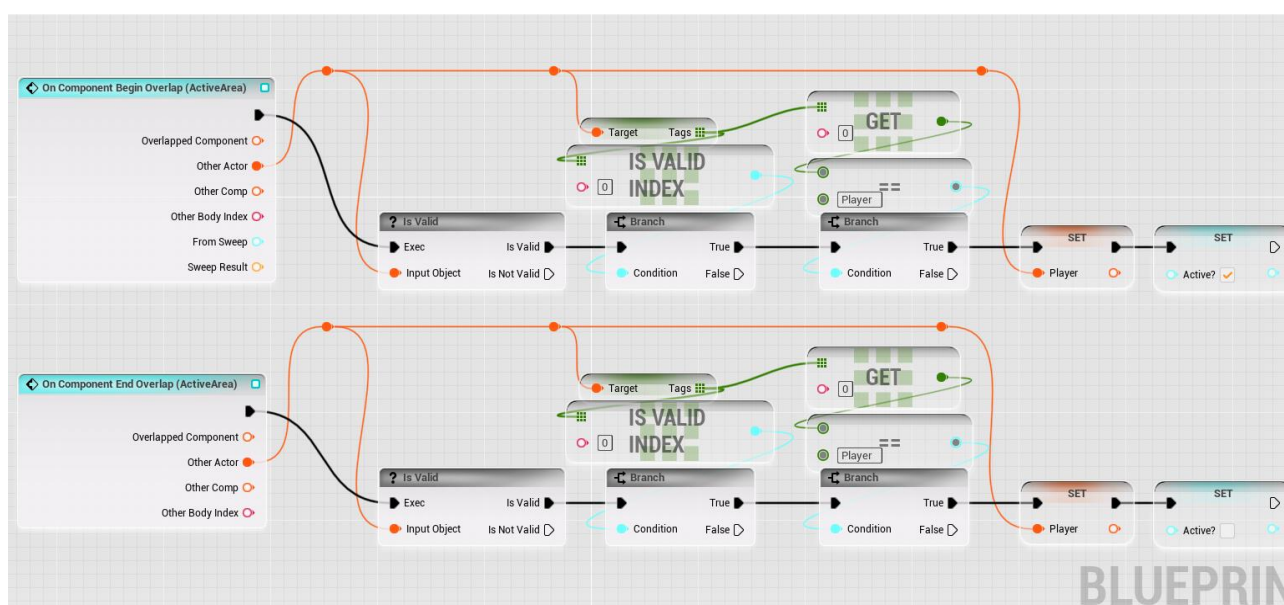


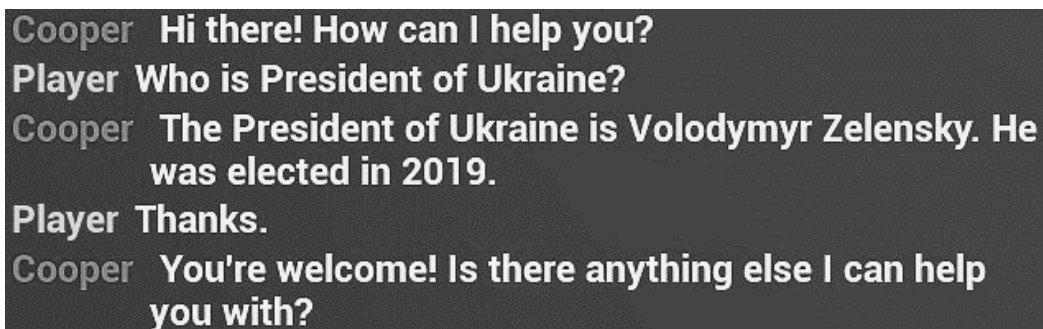
Рисунок 3.3 – Логічний вузол активації обробки даних.

Даний Script відповідає за аналіз даних та відповідей у чаті. У випадку відсутності відповіді з хмарного сервера, відправляється помилкове повідомлення. Якщо персонаж знаходиться за об'єктом, з'являється повідомлення про помилку в чаті.

Під час тестування було перевірено реалізацію функціоналу розпізнавання тексту та відповідей NPC у текстовій формі. Після кількох запитань було

встановлено стабільну роботу системи з незначним затримкою у відповідях, близько 2 секунди.

Отримані результати спілкування з NPC представлені на рисунку 3.4, підтверджуючи успішну роботу системи та задоволення вимог.



Cooper Hi there! How can I help you?
Player Who is President of Ukraine?
Cooper The President of Ukraine is Volodymyr Zelensky. He was elected in 2019.
Player Thanks.
Cooper You're welcome! Is there anything else I can help you with?

Рисунок 3.4 – Тестування роботи хмарного AI.

Отже, було розроблено та протестовано систему взаємодії з NPC у метавсесвіті, яка забезпечує ефективний аналіз текстової інформації та надання відповідей. Під час тестування встановлено, що система працює стабільно з мінімальною затримкою у відповідях, навіть при значній кількості запитань. Час відповіді становить приблизно 2 секунди, що є задовільним результатом для взаємодії з хмарним сервером. Такий успішний результат спілкування з NPC вказує на потенціал застосування цієї системи у метавсесі та інших областях, де важлива текстова комунікація.

Висновки до розділу 3

Реалізація ігрового простору за допомогою програмного забезпечення Unreal Engine 5.1 та мови програмування Blueprints підкреслює значення передових технологій у створенні інтерактивних ігрових середовищ. Використання компонентів як PlayerStart для ініціації точки початку гравця, налаштування освітлення через Directional Light, Sky Light та інші елементи, а також впровадження текстур з бібліотеки Megascans із використанням Megascans Bridge, демонструє глибину та деталізацію, яку можна досягти в сучасному ігровому дизайні. Ці методи не лише сприяють створенню реалістичних візуальних ефектів, але й забезпечують зручність роботи для розробників, оптимізуючи процеси імпорту та налаштувань ресурсів, що в кінцевому підсумку веде до створення більш занурюючих і вражаючих ігрових світів. Розвиток технологій Unreal Engine та інших інструментів для створення ігор відкриває нові можливості для інновацій у геймдев-індустрії, дозволяючи розробникам реалізовувати найсміливіші творчі візії.

У параграфі 3.1 було представлено реалізацію неперсонажного персонажа (NPS) з використанням інструментів, що пропонуються компанією Epic Games. Зокрема, для створення персонажа був використаний MetaHuman Creator, який спрощує процес створення персонажів, включаючи налаштування їх вигляду та анімації. Використання Mixamo дозволило отримати більшу колекцію анімацій для персонажа, а також налаштувати їх параметри для різних сценаріїв гри. Крім того, було проведено роботу з скелетом персонажа для правильної інтеграції його в ігровий проект на Unreal Engine. Всі ці кроки сприяли створенню живого та реалістичного NPS для гри, що є важливим аспектом розробки ігрового середовища.

У параграфі 3.3 була розроблена та протестована система взаємодії з неперсонажними персонажами (NPC) у метавсесвіті. Для її реалізації був використаний MetaHuman Creator для створення NPC та Mixamo для анімації їх діалогів. Також був розроблений скрипт, який відслідковує та оновлює анімацію NPC відповідно до голосового виведення інформації. Для забезпечення постійної анімації був створений скрипт, який відслідковує завершення розмови або руху NPC і оновлює анімацію відповідно до ситуації. Після цього був розроблений проект на Google Cloud платформі, який використовує послугу Firestore для зберігання та керування структурованими даними у реальному часі. Використання Cloud Build API дозволило автоматизувати процеси збирання, тестування та розгортання програмного коду на хмарній інфраструктурі Google Cloud. В результаті тестування було встановлено, що система працює стабільно з мінімальною затримкою у відповідях, що підтверджує її потенціал для взаємодії з NPC у метавсесі та інших областях, де важлива текстова комунікація.

ВИСНОВКИ

Перегляд особливостей вербальної взаємодії в метаверсійних додатках підкреслює важливість інтеграції штучного інтелекту та технологій обробки природної мови для створення більш реалістичних та захоплюючих віртуальних середовищ. Уміння ШІ-систем розуміти мовні запити користувачів, інтерпретувати їхні наміри та емоційний стан, а також адаптуватися до контекстуальних нюансів, має вирішальне значення для подальшого розвитку метаверсійних додатків. Застосування мовних моделей з високою адаптивністю та глибоким навчанням дозволяє неігровим персонажам вести природні діалоги, забезпечуючи більш природну та емоційно насичену взаємодію. Це покращує іммерсивний досвід у метаверсі, а також розкриває нові можливості для використання таких технологій у різних галузях, від освіти до розваг і бізнесу.

Розділ 1.2 акцентує значущість Unreal Engine у сучасному світі розробки ігор та інтерактивних додатків. Високий рівень функціональності Unreal Engine, який включає розширені графічні можливості, підтримку фізичної моделі та систему частинок, робить його оптимальним вибором для розробників, які прагнуть створювати високоякісний геймплей. Активна спільнота та доступні ресурси розширюють можливості обміну знаннями та ідеями, що є важливим для стійкого розвитку та інновацій. Кросплатформеність та потужний візуальний редактор полегшують адаптацію та оптимізацію проектів для різних платформ, що розширює потенціал Unreal Engine. Особливу цінність представляють нові технології, такі як Nanite та MetaHuman Creator в Unreal Engine 5, які відкривають нові можливості у створенні деталізованої графіки та реалістичних персонажів. Ці інструменти, спільно з інноваціями у сфері штучного інтелекту, висувають якість ігрового процесу та взаємодії на новий рівень, відкриваючи дорогу до захопливих віртуальних досвідів.

Аналіз наявних наукових джерел у вивченій області відзначає широкий спектр можливостей використання інформаційних технологій та комп'ютерних наук у різних сферах. Проведені дослідження показують значний прогрес у розробці навчальних систем, ігор для дітей з особливими потребами та використанні глибокого навчання для аналізу даних. Особливо цікавим є розвиток ігрового штучного інтелекту та глибокого навчання, що відкриває перспективи для створення більш захопливих ігрових досвідів та покращення інтерактивності у метаверсійних додатках. Результати цих досліджень сприяють не лише науковому розвитку у відповідних галузях, але й мають практичне застосування для розробників ігор, освітніх програм та інших цифрових застосунків, розкриваючи нові можливості для інновацій та творчих рішень.

Архітектура вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках є надзвичайно важливою для створення глибокого та захопливого досвіду для користувачів. Ця архітектура, яка використовує передові технології обробки мовлення (ASR і TTS), штучний інтелект і нейронні мережі, сприяє створенню багатограних та реалістичних взаємодій між гравцями та неігровими персонажами. Вона не лише полегшує комунікацію, але і передає емоційну насиченість та індивідуальність персонажів, що є ключовим для занурення користувачів у віртуальні світи. Такий підхід дозволяє відтворити складність людського спілкування, підносячи взаємодію у метаверсах на новий рівень і відкриває нові можливості для інновацій та розвитку в цій області.

Модель розпізнавання голосу в метаверсійних додатках та ігрових середовищах підкреслює важливість інтеграції передових технологій обробки мовлення, таких як НММ, GMM і глибокі нейронні мережі, в ігрову індустрію. Використання цих технологій істотно покращує інтерактивність ігор, дозволяючи не лише реагувати на голосові команди

гравців, але й створювати більш природні та реалістичні взаємодії з неігровими персонажами. Розвиток і вдосконалення цих моделей розпізнавання голосу відкриває нові можливості для геймдизайнерів у створенні іммерсивних віртуальних світів, де голос стає ключовим елементом взаємодії та занурення в ігровий процес. Ця інноваційна технологія продовжує розширювати горизонти ігрового досвіду, змінюючи традиційні підходи до геймплею та створюючи нові можливості для взаємодії гравців з ігровими світами.

Семантичний аналіз у галузі обробки природної мови та ігрових додатків розкриває широкі можливості для розуміння та інтерпретації мовних даних. Застосування передових методів, таких як вибір функцій, зважування ознак, векторні представлення слів та вимірювання подібності, істотно підвищує точність і глибину семантичного аналізу. У галузі ігор це дозволяє створювати більш складні та реалістичні діалогові системи, динамічні сюжетні лінії та точно інтерпретувати ігрові завдання та цілі, забезпечуючи персоналізований ігровий досвід. Моделі, такі як Word2Vec і GloVe, є ключовими інструментами у цьому процесі, дозволяючи перетворювати слова та фрази на вектори, що відображають їх семантичні відносини. Семантичний аналіз стає мостом між людським сприйняттям мови та машинним розумінням, відкриваючи нові горизонти для інновацій та творчості у цифровому світі.

Natural Language Understanding (NLU) у контексті ігор та метаверсійних додатків представляє собою революційний крок у створенні інтерактивних, занурювальних ігрових досвідів. Ця технологія, яка включає розуміння семантики, синтаксису та контексту людської мови, відкриває нові можливості для створення реалістичних взаємодій між гравцями та віртуальним світом. NLU дозволяє гравцям використовувати природну мову для взаємодії з неігровими персонажами та елементами ігрового середовища, роблячи ці взаємодії більш інтуїтивними та

значущими. Водночас важливим є врахування етичних аспектів, таких як приватність даних і уникнення упереджень у мовних моделях, щоб забезпечити безпечне та справедливе ігрове середовище. У майбутньому NLU може суттєво трансформувати ігрову індустрію, пропонуючи ще більш занурювальні та персоналізовані ігрові досвіди, здатні адаптуватися до індивідуальних вподобань та емоційних реакцій кожного гравця.

Інтелектуальний підхід до вербальної взаємодії з неігровими персонажами в метаверсійних додатках представляє собою складний процес, який включає активацію персонажів, розпізнавання та обробку мови, шифрування даних та генерацію аудіовідповідей. Кожен етап цього методу використовує передові технології та математичні моделі для створення глибокої та реалістичної взаємодії між гравцем та віртуальним середовищем. Від виявлення присутності гравця і активації персонажів до перетворення тексту в голос та анімації обличчя - цей підхід створює захопливий ігровий досвід, де мовна взаємодія стає ключовим елементом інтерактивності. Такий підхід розширює можливості метавсесвіту, забезпечуючи більш природну та контекстуальну взаємодію, що відкриває нові перспективи для розвитку віртуальних світів та ігрових додатків.

Використання програмного забезпечення Unreal Engine 5.1 та мови програмування Blueprints для створення ігрового середовища підкреслює важливість передових технологій у розробці інтерактивних ігор. Це включає в себе використання елементів, таких як PlayerStart для визначення точки початку гравця, налаштування освітлення через Directional Light, Sky Light та інші складові, а також імпорт текстур із бібліотеки Megascans з використанням Megascans Bridge. Це демонструє рівень деталізації та глибини, яку можна досягти в сучасному геймдизайні. Ці методи сприяють не лише створенню реалістичних візуальних ефектів, але й полегшують процес розробки для геймдевелоперів, оптимізуючи імпорт і налаштування ресурсів, і як результат, створюють більш

занурюючі та захоплюючі ігрові світи. Розвиток технологій у сфері Unreal Engine та інших інструментів для розробки ігор відкриває нові можливості для інновацій у геймдев-індустрії, дозволяючи розробникам реалізовувати найсміливіші творчі концепції.

У параграфі 3.1 була представлена реалізація неперсонажного персонажа (NPS) з використанням інструментів, що надає компанія Epic Games. Використання MetaHuman Creator для створення персонажа та Міхато для анімації допомогло спростити процес створення персонажів і налаштування їх зовнішності та рухів. Крім того, використання Міхато дозволило отримати різноманітну колекцію анімацій для персонажа та налаштувати їх для різних сценаріїв гри. Робота зі скелетом персонажа була проведена для правильної інтеграції персонажа в ігровий проект на Unreal Engine. Усі ці кроки сприяли створенню живого та реалістичного NPS для гри, що є ключовим аспектом розробки ігрового середовища.

У параграфі 3.3 була розроблена та протестована система взаємодії з неперсонажними персонажами (NPC) у метавсесвіті. Для її реалізації був використаний MetaHuman Creator для створення NPC та Міхато для анімації їх діалогів. Також був розроблений скрипт, який відслідковує та оновлює анімацію NPC відповідно до голосового виведення інформації. Для забезпечення постійної анімації був створений скрипт, який відслідковує завершення розмови або руху NPC і оновлює анімацію відповідно до ситуації. Після цього був розроблений проект на платформі Google Cloud, що використовує послугу Firestore для зберігання та керування структурованими даними у реальному часі. Використання Cloud Build API дозволило автоматизувати процеси збирання, тестування та розгортання програмного коду на хмарній інфраструктурі Google Cloud. Після тестування було встановлено, що система працює стабільно з мінімальною затримкою у відповідях, що підтверджує її потенціал для

взаємодії з NPC у метавсесі та інших областях, де важлива текстова комунікація.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ming, Y., Ruan, Q., & Gao, G. (2013). A Mandarin edutainment system integrated virtual learning environments. *Speech Communication*, 55(1), 71–83.
2. Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535–549.
3. Imani, M., & Montazer, G. A. (2019). A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments. *Journal of Network and Computer Applications*, 147, 102423.
4. Shao, K., Tang, Z., Zhu, Y., Li, N., & Zhao, D. (2019). A Survey of Deep Reinforcement Learning in Video Games. *ArXiv*, abs/1912.10944.
5. L. Mou, S. Saha, Y. Hua, F. Bovolo, L. Bruzzone and X. X. Zhu, "Deep Reinforcement Learning for Band Selection in Hyperspectral Image Classification," in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 60, pp. 1-14, 2022, Art no. 5504414, doi: 10.1109/TGRS.2021.3067096.
6. Shaghayegh Roohi, Asko Relas, Jari Takatalo, Henri Heiskanen, and Perttu Hämäläinen. 2020. Predicting Game Difficulty and Churn Without Players. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 585–593.
7. April Tyack and Elisa D. Mekler. 2021. Off-Peak: An Examination of Ordinary Player Experience. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 115, 1–12.

8. Jiayu Li, Hongyu Lu, Chenyang Wang, Weizhi Ma, Min Zhang, Xiangyu Zhao, Wei Qi, Yiqun Liu, and Shaoping Ma. 2021. A Difficulty-Aware Framework for Churn Prediction and Intervention in Games. In Proceedings of the 27th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery & Data Mining (KDD '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 943–952.
9. Jayaramireddy, C.S., Naraharisetti, S.V.V.S.S., Nassar, M., Mekni, M. (2023). A Survey of Reinforcement Learning Toolkits for Gaming: Applications, Challenges and Trends. In: Arai, K. (eds) Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2022, Volume 1. FTC 2022 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 559. Springer, Cham.
10. Arik, K. , Gezer, M. & Tolun Tayalı, S. (2022). Bibliometric Analysis of Scientific Studies Published on Game Customer Churn Analysis Between 2008 and 2022 . Journal of Politics Economy and Management , 5 (1) , 55-75.
11. Peter R. Wurman et al. ,Improving artificial intelligence with games.Science381,147-148(2023).
12. Hanley, J.T. (2022), "GAMES, game theory and artificial intelligence", Journal of Defense Analytics and Logistics, Vol. 5 No. 2, pp. 114-130.
13. Huimin Liu, Minsoo Choi, Dominic Kao, and Christos Mousas. 2023. Synthesizing Game Levels for Collaborative Gameplay in a Shared Virtual Environment. ACM Trans. Interact. Intell. Syst. 13, 1, Article 2 (March 2023), 36 pages.
14. Dobre, G.C., Gillies, M. & Pan, X. Immersive machine learning for social attitude detection in virtual reality narrative games. Virtual Reality 26, 1519–1538 (2022).

15. Piqueras, G. P. Benchmarking Imitation and Reinforcement Learning for NPC players in casual video games. Joint Proceedings of the AIIDE 2020 Workshops co-located with 16th AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment (AIIDE 2020). Worcester, MA, USA, October 19-23, (2020).
16. Taesiri, M. R., Macklon, F., Wang, Y., Shen, H., & Bezemer, C. P. (2022). Large Language Models are Pretty Good Zero-Shot Video Game Bug Detectors. arXiv preprint arXiv:2210.02506.
17. Roohi, S., Guckelsberger, C., Relas, A., Heiskanen, H., Takatalo, J., & Hämäläinen, P. (2021). Predicting game engagement and difficulty using ai players. arXiv preprint arXiv:2107.12061.
18. Jeon, H. C., Baek, I. C., Bae, C. M., Park, T., You, W., Ha, T., ... & Kim, K. J. (2023). RaidEnv: Exploring New Challenges in Automated Content Balancing for Boss Raid Games. arXiv preprint arXiv:2307.01676
19. Politowski, C., Petrillo, F., ElBoussaidi, G., Ullmann, G. C., & Guéhéneuc, Y. G. (2023). Assessing Video Game Balance using Autonomous Agents. arXiv preprint arXiv:2304.08699.
20. Pinto, V., Xue, C., Gamage, C. N., & Renz, J. (2021). The difficulty of novelty detection in open-world physical domains: An application to angry birds. arXiv preprint arXiv:2106.08670.
21. Загальні рекомендації з підготовки, оформлення, захисту та оцінювання випускних кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти першого «бакалаврського» і другого «магістерського» рівнів / За ред. доц. М.І. Шинкарика. Тернопіль: ТНЕУ, 2018. 67 с.
22. Комар М.П., Саченко А.О., Васильків Н.М. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи з освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» спеціальності 122

«Комп'ютерні науки» за другим (магістерським) рівнем вищої освіти. Тернопіль: ЗУНУ, 2021. 32 с.

ДОДАТОК А
АПРОБАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

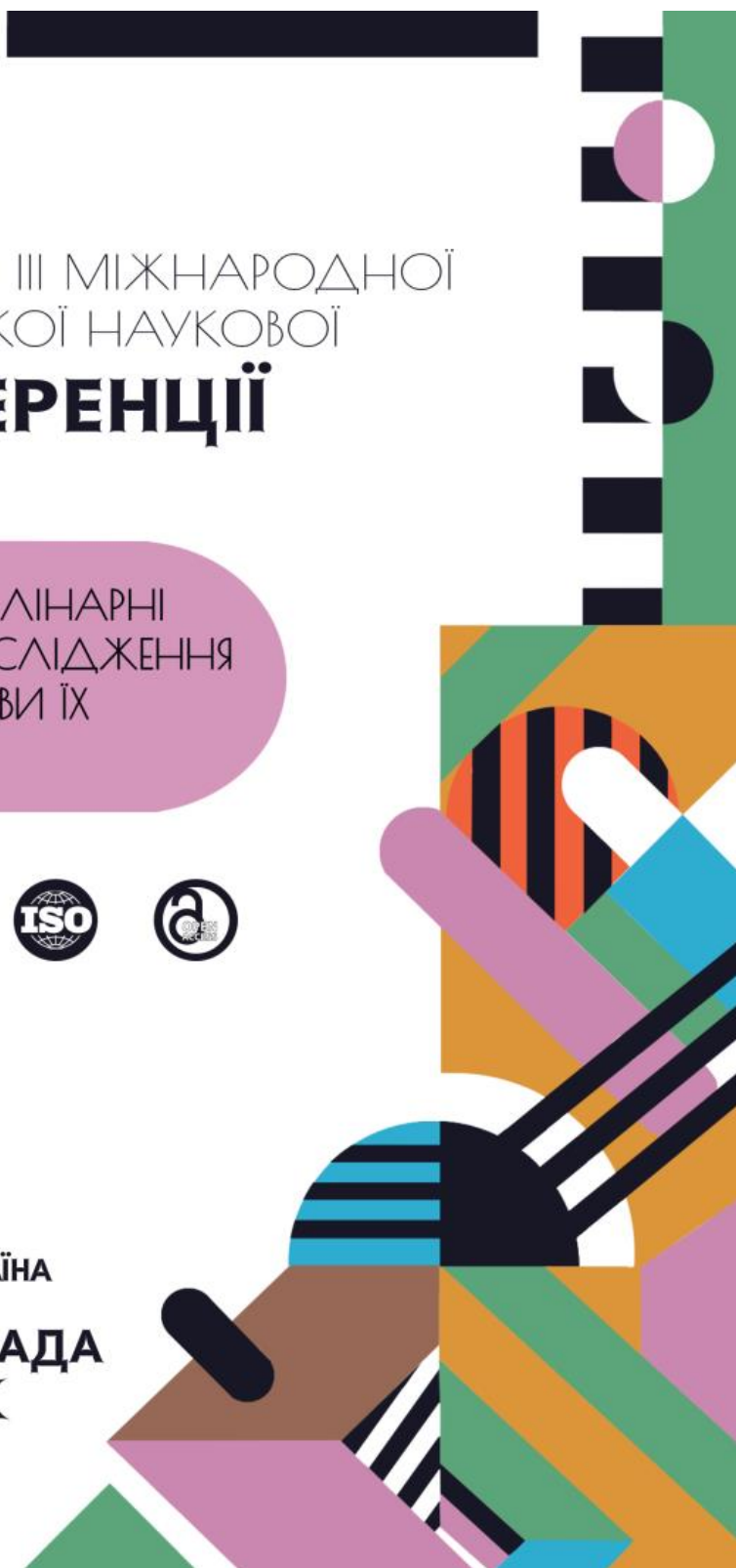
МАТЕРІАЛИ ІІІ МІЖНАРОДНОЇ
СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ
НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ
РОЗВИТКУ



М. ДНІПРО, УКРАЇНА

**10 ЛИСТОПАДА
2023 РІК**



**УДК 082:001
М 58**



Голова оргкомітету: Коренюк І.О.

Верстка: Зрада С.І.

Дизайн: Бондаренко І.В.



Конференцію зареєстровано Державною науковою установою «УкрІНТЕІ» в базі даних науково-технічних заходів України та бюлетені «План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні» (Посвідчення №326 від 16.06.2023).

Матеріали конференції знаходяться у відкритому доступі на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

М 58

Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку:
матеріали ІІІ Міжнародної студентської наукової конференції, м. Дніпро,
10 листопада, 2023 рік / ГО «Молодіжна наукова ліга». — Вінниця:
ТОВ «УКРЛОГОС Груп», 2023. — 242 с.

ISBN 978-617-8126-77-3

DOI 10.36074/liga-inter-10.11.2023

Викладено матеріали учасників ІІІ Міжнародної мультидисциплінарної студентської наукової конференції «Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку», яка відбулася 10 листопада 2023 року у місті Дніпро, Україна.

УДК 082:001

© Колектив учасників конференції, 2023

© ГО «Молодіжна наукова ліга», 2023

© ТОВ «УКРЛОГОС Груп», 2023

ISBN 978-617-8126-77-3

Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку

СЕКЦІЯ 11. БІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ПРОБЛЕМА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ
Пилипишин М.О. 103

СЕКЦІЯ 12. АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКОВИХ В ОЗЕЛЕНЕННІ
ПРИСАДИБНОЇ ДІЛЯНКИ
Меженова Я.С., Лавриць О.Ю. 106

СЕКЦІЯ 13. ХІМІЯ, ХІМІЧНА ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

ВПЛИВ ОСМОСУ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ОРГАНІЗМУ
Дяченко М., Науковий керівник: Карпенко Ю.П. 108

СЕКЦІЯ 14. КОМП'ЮТЕРНА ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ

АЛГОРИТМ РОЗРОБКИ ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ТЕСТУВАННЯ КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ
Томачинська В.С., Науковий керівник: Рожнова Т.Г. 110

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ВЕРБАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З НЕІГРОВИМИ
ПЕРСОНАЖАМИ В МЕТАВЕРСІЙНИХ ДОДАТКАХ
Парій В.В., Науковий керівник: Lipyunina-Goncharenko H. 113

МЕТОДИ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
НЕЙРОНИХ МЕРЕЖ
Корсун Д.М., Науковий керівник: Рожнова Т.Г. 120

СЕКЦІЯ 15. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

UX/UI ДИЗАЙН ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ
Мошко К.М., Науковий керівник: Цопа О.І. 124

АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ CHIS-RAM
Семешкін А., Науковий керівник: Лендюк Т.В. 126

ВАРІАНТ ВИКОРИСТАННЯ ZERO-SHOT LEARNING
Колеснік В.В., Бурлака В.В., Ярещенко Р.В., Науковий керівник: Слюсарь І.І. 128

ВИКОРИСТАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА
КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
Кучеренко В.В., Науковий керівник: Татарников А.О. 130

Парій Владислав Володимирович, здобувач вищої освіти економічного факультету
Західноукраїнський національний університет, Україна

Науковий керівник: Hrustyna Lipyaniina-Goncharenko, доцент кафедри інформаційних комп'ютерних систем та управління
Західноукраїнського національного університету

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ВЕРБАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З НЕІГРОВИМИ ПЕРСОНАЖАМИ В МЕТАВЕРСІЙНИХ ДОДАТКАХ

Вступ

В сучасному світі ігрова індустрія та віртуальні метавсвіти набувають великого значення для різних вікових груп. Їхні технології розвиваються завдяки ШІ та МН, забезпечуючи більш інтерактивний геймплей та інтелектуальних NPC. Наш дослідницький проєкт має на меті розвивати інтелектуальну вербальну взаємодію з NPC у віртуальних іграх та метавсвітах.

Використання метавсвітів, де гравці взаємодіють у режимі реального часу, стає популярнішим і вимагає інтелектуальної взаємодії з іншими учасниками. Потрібно розробити системи інтелектуальної вербальної взаємодії з NPC, використовуючи досягнення ШІ, NLP і аналізу тексту для створення більш глибоких та динамічних розмов.

Related work

В сучасному світі дослідження в галузі інформаційних технологій та комп'ютерних наук набувають все більшої різноманітності та спеціалізації. Важливою є аналіз результатів різних наукових досліджень у цій галузі. Наприклад, одне з досліджень [1] присвячене розробці системи для навчання мандаринської мови у віртуальному середовищі з використанням передових методів, таких як розпізнавання обличчя та віртуальна реальність. Інше дослідження [2] розглядає методи розробки відеоігор для дітей з аутизмом з використанням інклюзивного дизайну. Дослідження [5] досліджує використання глибокого навчання з підсиленням для покращення класифікації гіперспектральних зображень.

У іншому дослідженні [4] розглядається застосування глибокого навчання з підсиленням в ігровому штучному інтелекті. Дослідження [6] розглядає розробку моделі для передбачення відтоку гравців у грі Angry Birds Dream Blast з використанням глибокого навчання з підсиленням. Дослідження [8] пропонує новий метод для передбачення відтоку гравців у відеоіграх з урахуванням складності гри. Дослідження [15] розглядає техніки вирішення проблем поведінки NPC (Non-Player Characters) у відеоіграх з використанням навчання з підсиленням та імітаційного навчання.

Інші дослідження аналізують звичайний гравцевий досвід в комп'ютерних іграх [7], виявлення соціальних ставлень у відеоіграх [14], інструменти для підсиленого навчання у гральній індустрії [9], а також вплив теорії ігор на штучний інтелект [12]. Деякі дослідження спрямовані на вдосконалення автоматизованого тестування ігор [17] та балансування геймплею [18].

Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку

Дослідження [20] досліджує виявлення новизни в іграх, а дослідження [3] розглядає методи розпізнавання емоцій з метою застосування їх у системах електронного навчання. У дослідженні [13] розробляються методи синтезу геймплею для спільних віртуальних середовищ. Дослідження [16] використовує великі мовні моделі для виявлення помилок у відеоіграх.

Наведені дослідження вказують на різноманітність та важливість використання сучасних технологій у галузі інформаційних технологій та комп'ютерних наук. Вони допомагають вдосконалювати ігровий досвід, покращувати системи навчання та розваги, а також розвивати інтелектуальні системи та інші інноваційні рішення.

Матеріали та методи

В цій статті представлено метод Intelligent Verbal Interaction для інтеракції гравця з неігровими персонажами у метасвітах. Персонаж активується, коли гравець наближається до нього, і система реагує на взаємодію гравця, надаючи текстові відповіді та анімацію. Цей метод сприяє покращенню іммерсії та натуральності інтеракції у віртуальних метасвітах. Початковий стан NPC: Перед тим, як гравець підходить до NPC, стан NPC є неактивним(1):

$$state(NPC) = inactive \quad (1)$$

де NPC - неігровий персонаж,

Зміна стану після підходу гравця: Коли гравець підходить до NPC і відстань між ними стає меншою або рівною радіусу зони дії ($d(P, NPC) \leq R$), то стан NPC змінюється на активний (2).

$$\text{if } d(P, NPC) \leq R, \text{ else } (NPC) = active \quad (2)$$

Крок 3: Гравець P подає голосову команду (G(P)), і ця дія може бути позначена як подія G для голосової команди та T для часової точки, коли ця команда була подана.

Крок 4: Розпізнавання природної мови (Natural Language Understanding - NLU) можна математично описати за допомогою статистичних моделей та ймовірнісних методів. Цей процес включає текстовий вхід (X(P)), який можна представити як рядок символів або послідовність слів, мовну модель (P(X)), яка оцінює ймовірність тексту, модель розпізнавання голосу (Speech Recognition Model), яка перетворює аудіо-сигнал голосової команди в текст, семантичний аналіз (Semantic Analysis), який визначає ключові слова та фрази та виділяє семантичну інформацію (Z) з тексту.

Отже, процес розпізнавання природної мови можна описати як функцію, яка перетворює текстовий вхід у семантичне представлення з використанням вищенаведених компонентів (3).

$$Z = NLU(X(P)) = S(\text{SpeechRecognition}(X)) \quad (3)$$

Крок 5 включає перетворення мовлення на текстовий формат за допомогою акустичних, фонетичних і мовних моделей, що включає процес розпізнавання мовлення (ASR - Automatic Speech Recognition).

В цьому процесі аудіо-сигнал (позначений як A(t)) відображає голосовий запис мовлення. Акустична модель (Acoustic Model) визначає ймовірності аудіо-сигналу

для конкретних фонемних класів. Фонетична модель (Phonetic Model) визначає послідовність фонем у мовленні, позначену як S .

Мовна модель (Language Model) оцінює ймовірності послідовностей слів у мовленні, позначену як $P(S)$. Після цього обчислюється транскрипція (Transcription) у вигляді тексту, яка представляє собою послідовність слів, позначену як T .

Система обчислює ймовірність для різних можливих транскрипцій і вибирає ту, яка має найвищу сумарну ймовірність, що дає текстовий варіант мовлення (4).

$$T = \operatorname{argmax}_{T'} [P(T' | A(t))] = \operatorname{argmax}_{T'} [P(T' | C) \cdot P(S | T')] \quad (4)$$

де:

T - найбільш ймовірна транскрипція.

T' - можливі варіанти транскрипції.

$P(T' | A(t))$ - ймовірність транскрипції T' , даний аудіо-сигнал $A(t)$.

$P(T' | C)$ - ймовірність транскрипції T' з використанням акустичної моделі.

$P(S | T')$ - ймовірність фонетичної послідовності S з використанням фонетичної моделі та мовної моделі, при умові транскрипції T' .

Цей процес допомагає системі перетворити аудіо-сигнал голосового вводу на текстовий формат для подальшого розуміння та обробки.

Крок 6. Шифрування для захисту конфіденційних даних і використовується по всьому світу алгоритм шифрування Advanced Encryption Standard. Шифрування даних за допомогою алгоритму шифрування Advanced Encryption Standard (AES) - це стандартний метод захисту конфіденційності інформації. AES є симетричним шифром, що означає, що для шифрування та розшифрування даних використовується один і той же ключ. Основна ідея полягає в тому, що дані шифруються на стороні відправника за допомогою ключа і розшифровуються на стороні одержувача, також за допомогою того ж ключа. Математично, процес шифрування і розшифрування можна представити так:

Шифрування даних (Encryption). Нехай M - повідомлення (початкові дані), які потрібно зашифрувати, K - ключ шифрування, C - зашифроване повідомлення. Функція $E(K, M)$ використовує ключ K для шифрування повідомлення M і генерує зашифроване повідомлення C (5):

$$C = E(K, M) \quad (5)$$

Розшифрування даних (Decryption). На стороні одержувача зашифроване повідомлення C розшифровується з використанням того ж ключа K . Функція $D(K, C)$ використовує ключ K для розшифрування зашифрованого повідомлення C і відновлює початкове повідомлення M (4):

$$M = D(K, C) \quad (4)$$

Крок 7 передбачає відправлення даних гравцем за допомогою API ключа (K_API), щоб взаємодіяти з грою або чатом. Гравець надсилає команду (C) на сервер гри або чату через цей ключ, дозволяючи системі обробити та відповісти на команду.

Крок 8 включає хмарну обробку та аналіз даних. Спершу гравець надсилає текстову команду (C) за допомогою API ключа K_API на сервер гри або чату. Сервер обробляє команду, включаючи перевірку прав доступу та виконання відповідних дій

Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку

у гри чи чаті. Аналіз даних на сервері визначає, як система гри чи чату відповість на команду гравця.

Крок 9 позначає отримання відповіді (R) від сервера після аналізу та обробки команди гравця. Результат може бути текстовою інформацією, діями в гри чи чаті, або іншими взаємодійними результатами.

Математично цей процес може бути представлений так (5):

$$S(T) = TTS(T) \quad (5)$$

Крок 10 описує перетворення тексту в голос (Text-to-Speech, TTS) для гравця. Гравець отримує текстову відповідь (T) від сервера, і система TTS перетворює цей текст в аудіо-сигнал голосу (S(T)), щоб гравець міг почути відповідь у голосовому форматі.

Крок 11 передбачає відтворення голосових відповідей від неігрових персонажів у метасвіті, що надає гравцям можливість більш імерсивно взаємодіяти з грою шляхом використання голосових команд і насолоджуватися більш реалістичними діалогами.

Реалізація

Для втілення цього методу, спочатку була використана модель персонажа, створена за допомогою інструмента MetaHuman Creator від Epic Games. Цей інструмент дозволяє створювати персонажів без необхідності володіння глибокими знаннями в області комп'ютерної графіки.

Для анімації діалогу було розроблено додатковий блок, який був зв'язаний з логічним блоком голосового виведення. Це було зроблено з метою забезпечення синхронізації анімації з голосовим виведенням інформації. На наступному етапі було прив'язано анімацію до раніше створеного блоку і налаштовано додаткові параметри, які визначаються на (рис 1.)

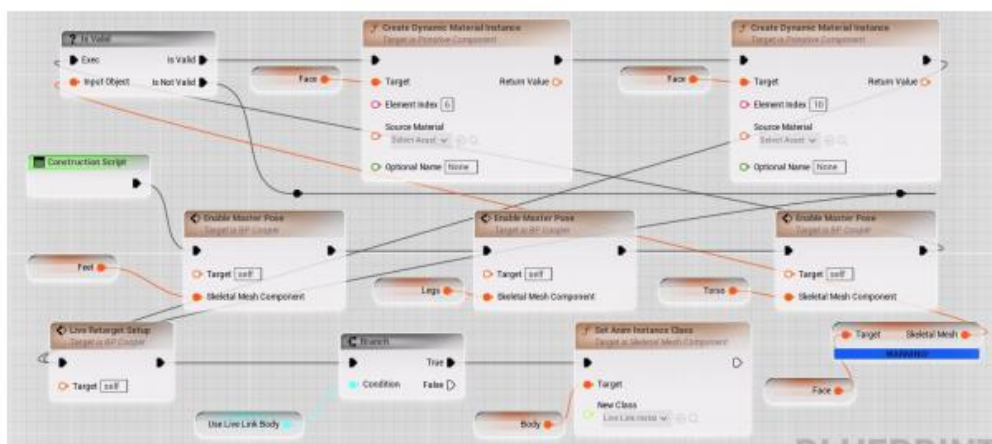


Рис. 1. Логічний вузол ConstructionScript

Для того, щоб забезпечити постійну анімацію без її завершення, необхідно створити скрипт, який буде відповідати за оновлення анімації. Цей скрипт буде відслідковувати, чи завершена розмова чи рух, і відповідно оновлювати анімацію. Цей процес проілюстрований на (рис 2.)



Рис. 2. Логічний вузол Set Update Animation

Створено проект на Google Cloud для використання Firestore та згенеровано API-ключ Cloud Build API для автоматизації розгортання програмного коду на Google Cloud. Використання API для взаємодії з хмарними ресурсами для аналізу і обробки ігрових даних створило основу для реалізації методу Intelligent Verbal Interaction Methods with Non-Player Characters in Metaverse Applications проілюстрований на (рис 3.)

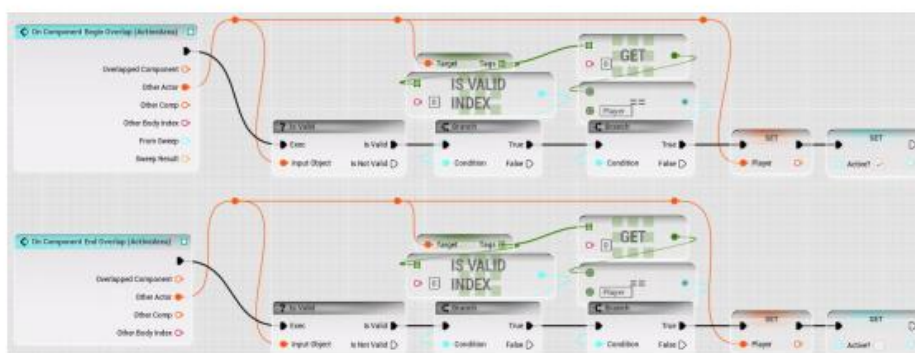


Рис. 3. Логічний вузол активації обробки даних

Даний Script відповідає за аналіз даних та відповідей у чаті. У випадку відсутності відповіді з хмарного сервера, відправляється помилкове повідомлення. Якщо персонаж знаходиться за об'єктом, з'являється повідомлення про помилку в чаті.

Під час тестування було перевірено реалізацію функціоналу розпізнавання тексту та відповідей NPC у текстовій формі. Після кількох запитань було встановлено стабільну роботу системи з незначним затримкою у відповідях, близько 2 секунди.

Отримані результати спілкування з NPC представлені на (рис 4), підтверджуючи успішну роботу системи та задоволення вимог.

```

Cooper Hi there! How can I help you?
Player Who is President of Ukraine?
Cooper The President of Ukraine is Volodymyr Zelensky. He
was elected in 2019.
Player Thanks.
Cooper You're welcome! Is there anything else I can help
you with?
  
```

Рис. 4. Тестування роботи хмарного AI

Розроблена система взаємодії з NPC в метавсесі підтвердила свою

Міждисциплінарні наукові дослідження та перспективи їх розвитку

ефективність та стабільність під час тестування, навіть при великій кількості запитань. Середній час відповіді склав лише 2 секунди, що є задовільним для хмарного сервера. Цей успішний результат вказує на потенціал застосування цієї системи у метавесі та інших областях, де важлива текстова комунікація.

Висновки

У цьому дослідженні розроблено методи інтелектуальної вербальної взаємодії з NPC в метавесі, використовуючи хмарні обчислення і штучний інтелект. Система виявилася стабільною та швидкою відповідями, що робить її ідеальною для метавесів. Це відкриває потенціал для застосування такої системи в інших сферах, де потрібна текстова комунікація. Можливі напрямки подальших досліджень включають розширення функціональності NPC, розпізнавання емоцій та вдосконалення методів аналізу тексту для поліпшення комунікації та покращення досвіду користувача, а також розроблення інструментів для автоматизації створення та управління NPC в метавесівах.

Список використаних джерел:

1. Ming, Y., Ruan, Q., & Gao, G. (2013). A Mandarin edutainment system integrated virtual learning environments. *Speech Communication*, 55(1), 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2012.06.007>.
2. Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535–549. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>.
3. Imani, M., & Montazer, G. A. (2019). A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments. *Journal of Network and Computer Applications*, 147, 102423. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.102423>.
4. Shao, K., Tang, Z., Zhu, Y., Li, N., & Zhao, D. (2019). A Survey of Deep Reinforcement Learning in Video Games. *ArXiv*, abs/1912.10944.
5. L. Mou, S. Saha, Y. Hua, F. Bovolo, L. Bruzzone and X. X. Zhu, "Deep Reinforcement Learning for Band Selection in Hyperspectral Image Classification," in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 60, pp. 1-14, 2022, Art no. 5504414, doi: 10.1109/TGRS.2021.3067096.
6. Shaghayegh Roohi, Asko Relas, Jari Takatalo, Henri Heiskanen, and Perttu Hämäläinen. 2020. Predicting Game Difficulty and Churn Without Players. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 585–593. <https://doi.org/10.1145/3410404.3414235>.
7. April Tyack and Elisa D. Mekler. 2021. Off-Peak: An Examination of Ordinary Player Experience. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 115, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445230>.
8. Jiayu Li, Hongyu Lu, Chenyang Wang, Weizhi Ma, Min Zhang, Xiangyu Zhao, Wei Qi, Yiqun Liu, and Shaoping Ma. 2021. A Difficulty-Aware Framework for Churn Prediction and Intervention in Games. In *Proceedings of the 27th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery & Data Mining (KDD '21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 943–952. <https://doi.org/10.1145/3447548.3467277>.
9. Jayaramireddy, C.S., Naraharisetti, S.V.V.S.S., Nassar, M., Mekni, M. (2023). A Survey of Reinforcement Learning Toolkits for Gaming: Applications, Challenges and Trends. In: Arai, K. (eds) *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2022, Volume 1*. FTC 2022 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 559. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18461-1_11.
10. Arık, K., Gezer, M. & Tolun Tayalı, S. (2022). Bibliometric Analysis of Scientific Studies Published on Game Customer Churn Analysis Between 2008 and 2022. *Journal of Politics Economy and Management*, 5 (1), 55-75. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jopem/issue/70865/1112009>.
11. Peter R. Wurman et al., Improving artificial intelligence with games.Science381,147-

- 148(2023).DOI:10.1126/science.adh8135.
12. Hanley, J.T. (2022), "GAMES, game theory and artificial intelligence", *Journal of Defense Analytics and Logistics*, Vol. 5 No. 2, pp. 114-130. <https://doi.org/10.1108/JDAL-10-2021-0011>.
 13. Huimin Liu, Minsoo Choi, Dominic Kao, and Christos Mousas. 2023. Synthesizing Game Levels for Collaborative Gameplay in a Shared Virtual Environment. *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.* 13, 1, Article 2 (March 2023), 36 pages. <https://doi.org/10.1145/3558773>.
 14. Dobre, G.C., Gillies, M. & Pan, X. Immersive machine learning for social attitude detection in virtual reality narrative games. *Virtual Reality* 26, 1519–1538 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00644-4>.
 15. Piqueras, G. P. Benchmarking Imitation and Reinforcement Learning for NPC players in casual video games. *Joint Proceedings of the AIIDE 2020 Workshops co-located with 16th AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment (AIIDE 2020)*. Worcester, MA, USA, October 19-23, 2020 (online). <https://ceur-ws.org/Vol-2862/paper4.pdf>.
 16. Taesiri, M. R., Macklon, F., Wang, Y., Shen, H., & Bezemer, C. P. (2022). Large Language Models are Pretty Good Zero-Shot Video Game Bug Detectors. *arXiv preprint arXiv:2210.02506*.
 17. Roohi, S., Guckelsberger, C., Relas, A., Heiskanen, H., Takatalo, J., & Hämäläinen, P. (2021). Predicting game engagement and difficulty using ai players. *arXiv preprint arXiv:2107.12061*.
 18. Jeon, H. C., Baek, I. C., Bae, C. M., Park, T., You, W., Ha, T., ... & Kim, K. J. (2023). RaidEnv: Exploring New Challenges in Automated Content Balancing for Boss Raid Games. *arXiv preprint arXiv:2307.01676*.
 19. Politowski, C., Petrillo, F., ElBoussaidi, G., Ullmann, G. C., & Guéhéneuc, Y. G. (2023). Assessing Video Game Balance using Autonomous Agents. *arXiv preprint arXiv:2304.08699*.
 20. Pinto, V., Xue, C., Gamage, C. N., & Renz, J. (2021). The difficulty of novelty detection in open-world physical domains: An application to angry birds. *arXiv preprint arXiv:2106.08670*.



IEEE Lviv Polytechnic Week

**5th IEEE International Conference
on
Advanced Information and
Communication
Technologies (AICT) - 2023**



Conference Program

**Lviv, Ukraine
November 21-25, 2023**

IEEE AICT-2023**ORGANIZERS**

- IEEE Ukraine Section
- IEEE Ukraine Section COM Society Chapter
- Lviv Polytechnic National University, Ukraine

PARTNERS

- Ministry of Education and Science of Ukraine
- Cisco Networking Academy
- UkrTelecom

ORGANIZING COMMITTEE**HONORARY CHAIR**

Prof. Yuriy Bobalo, Lviv Polytechnic National University

EXECUTIVE CO-CHAIRS

Prof. Mykhailo Klymash, IEEE Ukraine Section COM Society Chapter

Prof. Minho Jo, Korea University

ADVISORY CO-CHAIRS

Prof. Ivan Prudyus, Lviv Polytechnic National University

Dr. Mykhailo Andriychuk, IEEE Ukraine Section

Dr. Roman Korzh, Lviv Polytechnic National University,

Ievgen Pichkalov, IEEE Ukraine Section

PUBLICATION CHAIR

Dr. Taras Maksymyuk, IEEE Ukraine Section COM Society Chapter

INDUSTRY COOPERATION CO-CHAIRS

Dr. Oleksandr Karpin, Infineon Technologies

Dr. Marian Kyryk, LLC "Inform-consult"

Dr. Bohdan Koval, Lohika

Dr. Orest Lavriv, Softserve

Orest Kostiv, Cisco Networking Academy

CONFERENCE TREASURER

Dr. Mykola Beshley, IEEE Ukraine Section COM Society Chapter

LOCAL ORGANISING COMMITTEE

Dr. Mikhaylo Andriychuk, NASU

Dr. Yulia Pyrih, Lviv Polytechnic National University

Dr. Olena Krasko, Lviv Polytechnic National University

Dr. Olha Shpur, Lviv Polytechnic National University

Olena Hordiychuk-Bublivska, Lviv Polytechnic National University

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE

CO-CHAIRS

Prof. Andriy Luntovskyy, University of Cooperative Education, Dresden, Germany
Prof. Juraj Gazda, Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia

TPC MEMBERS

Nazariy Andrushchak	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Ivan Katerynychuk	Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
Bohdan Rusyn	Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine
Ivan Tsmots	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Victoria Vysotska	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Pinar Kirci	Bursa Uludag University, Turkey
Sergiy Fabirovskyy	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Levent Gokrem	Gaziosmanpasa University, Turkey
Dmytro Ageyev	Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
Serhiy Subbotin	Zaporizhzhia National Technical University, Ukraine
Tarcisio Maciel	Federal University of Ceará, Brazil
Orest Kochan	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Ivan Demydov	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Peter Drotar	Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia
Longzhe Han	Nanchang University of Technology, Nanchang, China
Anatoliy Sachenko	West Ukrainian National University
Axel Sikora	HS Offenburg
Ivan Opirskyy	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Sergiy Gnatyuk	National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Oleksandra Yeremenko	Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
Oleksandr Lemeshko	Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
Roman Odarchenko	National Aviation University Kyiv, Ukraine

S2.1: Internet of Things

Assembly Hall, Main building

Wednesday, November 22

14:30 – 16:45

[Link for online participation](#)

Chair:

Dr. Taras Maksymyuk

1.	<i>Dmytro Fedasyuk, Vitalii Vorobiov</i> Virtual Reality Training Simulator for Weapons Shooting
2.	<i>Oleh Pisnyi, Khrystyna Lipianina-Honcharenko, Jürgen Sieck, Anatoliy Sachenko, Maciej Dobrowolski, Grygoriy Sapozhnyk</i> AR Intelligent Real-time Method for Cultural Heritage Object Recognition
3.	<i>Vladislav Pariy, Khrystyna Lipianina-Honcharenko, Ruslan Brukhanskyi, Anatoliy Sachenko, Fedir Tkachyk, Taras Lendiuk</i> Intelligent Verbal Interaction Methods with Non-Player Characters in Metaverse Applications
4.	<i>Mykhailo Klymash, Olena Hordiichuk-Bublivska, Marian Kyryk, Liudviih Fabri</i> Research on the Automated Decision-Making Effectiveness in Industrial Automation System
5.	<i>Marian Kyryk, Vasyl Pohranychnyi, Andrii Tarasenko, Serhii Zablotskyi</i> Disaster Recovery Solution for On-Premises Infrastructure Using Proxmox Backup Server
6.	<i>Serhiy Otrok, Liubov Berkman, Mariia Makarenko, Oleksandr Chumak</i> Optimizing Security for Logging into Corporate Infrastructure for Additional Two-Factor Authentication via QR Code
7.	<i>Taras Fedynyshyn, Olha Mykhaylova, Ivan Opirskyy</i> A Method to Detect Suspicious Individuals through Mobile Device Data
8.	<i>Pastukh Volodymyr, Mykola Beshley, Michal Gregus, jr., Halyna Beshley, Pavlo Chopyk, Iryna Ivanochko</i> Smartphone Visual Assistance System with AI-based Depth Estimation and Embedded/Cloud Voice Controls
9.	<i>Mykola Beshley, Yuriy Shkoropad, Halyna Beshley, Jürgen Smettan, Serhii Mokhun, Olha Fedchyshyn</i> AI Based IoT System for Temperature Forecasting
10.	<i>Pavlo Beshley, Mykola Kaidan, Bohdan Strykhaliuk</i> IoT Empowered SmartESS Systems for Real-time Monitoring and Control in Smart Grid ()