

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-56-37>

УДК 004.853, 004.942

Чепара Іван Васильович, магістр

<https://orcid.org/0009-0001-0011-8987>

Кулаковська Інесса Василівна, к.ф.-м.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-8432-1850>

Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР НА ОСНОВІ Q&A-ТЕХНОЛОГІЙ

Чепара І.В., Кулаковська І.В. Дослідження інтелектуальної системи для комп'ютерних ігор на основі Q&A-технологій. Розглядаються процеси взаємодії гравця з неігровими персонажами (NPC) у комп'ютерних іграх. Досліджуються методи та алгоритми створення мовних моделей для ігор на основі технологій питань та відповідей (Q&A). Метою є підвищення ефективності мовних моделей для інтелектуальних систем у відеоіграх. Дослідження включає аналіз трьох аспектів у сфері відеоігор: використання штучного інтелекту, роль неігрових персонажів (NPC), а також розробку та програмну реалізацію інтелектуальної системи для комп'ютерних ігор на основі Q&A-технологій. Описується процес програмної реалізації інтелектуальної системи для ігор, зокрема, використаних інструментах та архітектурі системи. Створення таких систем вимагає глибоких знань у програмуванні, AI та креативного підходу до ігрових механік.

Ключові слова: інтелектуальна система, NLP моделі, відеоігри, NPC, технології питань та відповідей (Q&A)

Чепара І., Kulakovska I. Research of an intelligent system for computer games based on Q&A technologies. The processes of player interaction with non-player characters (NPCs) in computer games are considered. Methods and algorithms for creating language models for games based on question and answer (Q&A) technologies are investigated. The goal is to increase the efficiency of language models for intelligent systems in video games. The study includes an analysis of three aspects in the field of video games: the use of artificial intelligence, the role of nonplayer characters (NPCs), and the development and software implementation of an intelligent system for computer games based on Q&A technologies. The article describes the process of software implementation of an intelligent system for games, in particular, the tools used and the system architecture. Creating such systems requires deep knowledge of programming, AI, and a creative approach to game mechanics.

Keywords: intelligent system, NLP models, video games, NPCs, Question and Answer Technologies (Q&A)

Постановка наукової проблеми. Наукова проблема полягає в інтеграції інтелектуальних систем на основі Q&A-технологій у відеоігри, що дозволяє створювати більш реалістичні та інтерактивні ігрові світи. Вирішення цієї проблеми передбачає використання сучасних технологій штучного інтелекту для покращення взаємодії між гравцями та неігровими персонажами (NPC). Технології питань та відповідей (Q&A) представляють собою інноваційний підхід до розробки ігор, який дозволяє гравцям активно брати участь у формуванні сюжету. Замість того, щоб просто слідувати лінійному сценарію, гравці мають можливість впливати на хід подій, відповідаючи на різноманітні питання. Ці відповіді, в свою чергу, визначають подальший розвиток сюжету, взаємодію з персонажами та кінцевий результат гри [1].

Актуальність дослідження обумовлена використанням передових моделей штучного інтелекту дозволяє створювати NPC, які можуть вести природні та контекстно відповідні діалоги, сприяє більш глибокому зануренню гравців у ігровий світ, що є важливим аспектом сучасних відеоігор, інтеграцією Q&A-технологій, що дозволяє розширити межі звичайного геймплею, пропонуючи гравцям не тільки стандартні варіанти діалогу, але й унікальні ігрові ситуації, що вимагають використання логічного мислення та креативності, що робить ігровий процес більш динамічним та цікавим, використання мовних моделей, розробники можуть створювати більш реалістичні та глибокі ігрові світи. Це не тільки збагачує ігровий досвід, але й відкриває нові можливості для розробників у створенні комплексних і змістовних сценаріїв, адаптація поведінки NPC під специфічні вимоги та дії гравця, що робить кожен ігрову сесію унікальною, що сприяє підвищенню рівня залученості гравців та їх задоволення від гри.

Технології Q&A утворюються 4 компонентами.

Створення розгалуженого сюжету: розробники створюють складну мережу можливих сюжетних ліній, які розгалужуються залежно від вибору гравця. Кожна відповідь веде до певного сценарію, створюючи відчуття унікального досвіду для кожного гравця.

Штучний інтелект: штучний інтелект відіграє ключову роль у реалізації технологій Q&A. Він аналізує відповіді гравця, оцінює їхню логічність та вибирає найбільш відповідний варіант подальшого розвитку подій.

Натуральна мова: для забезпечення більш природної взаємодії, в іграх з технологіями Q&A використовується обробка природної мови. Це дозволяє гравцям задавати відкриті питання та отримувати більш розгорнуті відповіді від персонажів [2].

Інструменти та середовища, які залучені до розробки ігор за технологією Q&A.

Unity – це крос-платформне середовище для розробки ігор і додатків, що надає потужний інструментарій для створення двовимірних і тривимірних інтерактивних продуктів. Unity дозволяє розробникам створювати додатки для широкого спектра платформ, включно з ПК, консолями, мобільними пристроями та веб. Серед ключових особливостей Unity – гнучка система рендерингу, інтегрована підтримка фізики, анімації, звуку і багато іншого, що робить його універсальним інструментом для розробки.

Unity Hub – це центральний додаток для управління середовищами розробки та проектами Unity, який спрощує процеси інсталяції, оновлення та запуску різних версій редактора, а також доступ до навчальних ресурсів та управління ліцензіями.

OpenAI API надає доступ до передових моделей штучного інтелекту, розроблених OpenAI, включно з сімейством моделей GPT. API дозволяє інтегрувати можливості природної мови, генерацію тексту, аналіз і розуміння тексту, а також інші функції ШІ у свої застосунки. Для використання API необхідна реєстрація та отримання API-ключа.

OkGoDoIt/OpenAI-API-dotnet - це клієнтська бібліотека для .NET, яка спрощує інтеграцію OpenAI API в додатки на платформі .NET, включно з додатками, створеними з використанням Unity. Бібліотека надає зручний інтерфейс для взаємодії з API, дозволяючи легко надсилати запити до моделей GPT і обробляти відповіді.

Unity Asset Store - це онлайн-магазин, який пропонує широкий асортимент активів та інструментів для розробки ігор та інтерактивних додатків. У ньому є тисячі готових до використання ресурсів, включно з 3D-моделями, анімаціями, скриптами, звуковими ефектами, музичними треками та іншими елементами, що можуть бути як безкоштовними, так і платними.

Переваги технологій Q&A це глибина занурення, реграбельність, персоналізація, розвиток сюжету, уточнимо ці поняття.

Глибина занурення: гравці відчувають себе більш залученими в ігровий світ, оскільки їхні рішення мають реальні наслідки. *Реграбельність:* кожне проходження гри стає унікальним, оскільки сюжет розвивається по-різному залежно від вибору гравця. *Персоналізація:* гра адаптується до стилю гри кожного гравця, створюючи більш індивідуальний досвід. *Розвиток сюжету:* технології дозволяють створювати більш складні та непередбачувані сюжети, які постійно дивують гравців [3].

Архітектура інтелектуальної системи виглядає наступним чином (рис 1):

1. Користувач формує запит до мовної моделі через діалоговий інтерфейс Unity.
2. Обирає одну з двох мовних моделей та задає відповідні налаштування.
3. Вводить запит у відповідне текстове поле.
4. Запит обробляється контролером роботи моделі на основі C# та OpenAI API, який підключається до OpenAI API, передає налаштування та запит до моделі.
5. Модель обробляє запит і повертає відповідь, яка виводиться у текстове поле діалогової системи Unity.

Мета роботи. Метою дослідження є розробка інтерактивного ігрового додатку на базі ігрового движка Unity з використанням мовних моделей OpenAI для створення інтелектуальних NPC, які можуть вести природні та контекстно відповідні діалоги з гравцями. Робота спрямована на вивчення сучасних підходів до вивчення штучного інтелекту та Q&A-технологій у відеоіграх, вивчення можливостей мовних моделей OpenAI та їх інтеграція в ігровий рушій Unity. Очікується, що розроблений ігровий додаток може забезпечити інтеграцію мовних моделей OpenAI для створення інтелектуальних NPC.

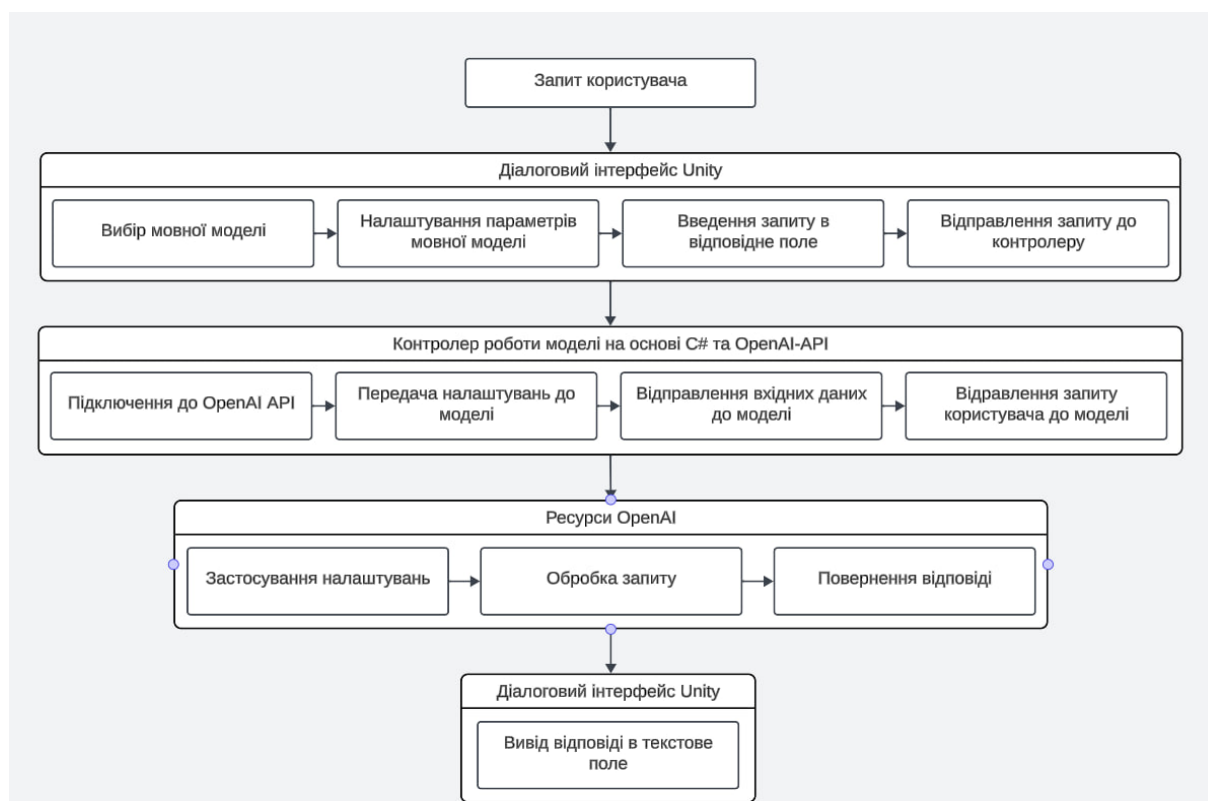


Рис. 1. Архітектура інтелектуальної системи

Виклад основного матеріалу. У якості обраного ігрового середовища було обрано Unity, ігрове поле має дві сцени, двох неігрових персонажів та інтерфейс для взаємодії з ними. Для першої сцени використовується RPG Poly Pack – Lite, безкоштовний асет з Unity Asset Store, який містить низькополігональні 3D моделі для рольових ігор. Цей пакет включає персонажів, монстрів, зброю, спорядження та елементи оточення, які використовуються для створення ігрових рівнів. Для розробки ігрового середовища знадобляться лише об'єкти оточення (рис. 2).



Рис. 2. Об'єкти оточення RPG Poly Pack – Lite

Для створення неігрових персонажів можна використати Dog Knight PBR Polyart — безкоштовну 3D модель собаки-лицаря з Unity Asset Store (рис. 3), виконану в стилі поліарту з реалістичними світловими ефектами. Для другого персонажа підходить Toony Tiny People Demo, що пропонує мультяшні 3D моделі.



Рис. 3. Собака-лицар Dog Knight PBR Polyart

Для інтерактивного інтерфейсу діалогової системи в Unity використовуються такі компоненти:

- Canvas — основний контейнер для UI-елементів, зазвичай у режимі Screen Space – Overlay.
- TextMeshPro — для високоякісного відображення тексту запитів і відповідей.
- InputField — дозволяє користувачам вводити запити.
- Button — для надсилання запитів до моделі GPT.
- Scroll View — для перегляду історії діалогу.
- Dropdown — для вибору між мовними моделями.
- Slider — для налаштування параметрів, таких як температура і кількість токенів [4].

Взаємодія між цими компонентами забезпечує коректне функціонування системи.

Після введення тексту і натискання кнопки, запит передається на обробку, а відповідь відображається в Scroll View. Важливо також реалізувати механізми очищення InputField і автоматичної прокрутки. Розроблений інтерфейс діалогової системи показано на рис. 4.

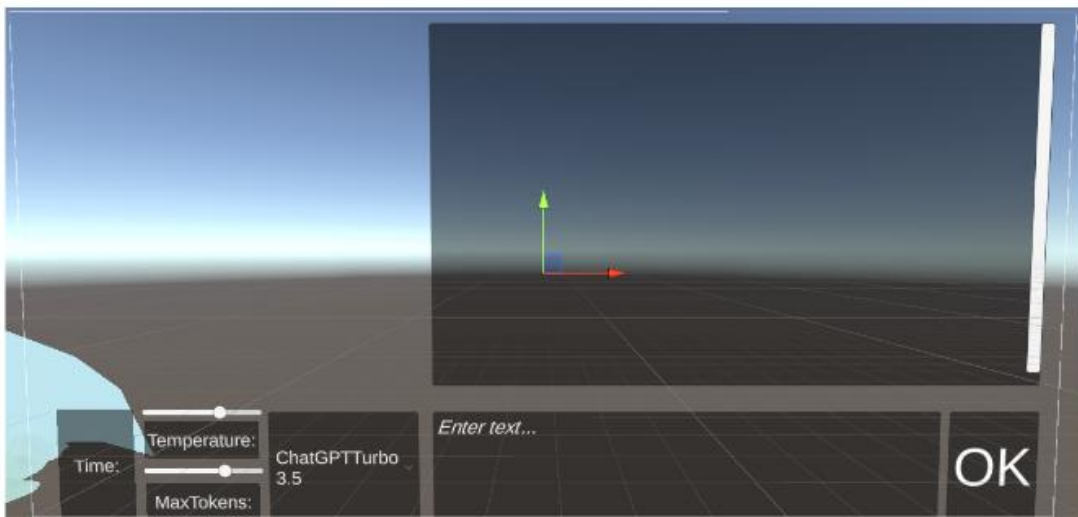


Рис. 4. Інтерфейс діалогової системи

Реалізація fine-tuning GPT-моделей. На цьому етапі можна використовувати різні мовні моделі для запитів і відповідей, але fine-tuning вимагає підготовки, зокрема:

Набір даних для навчання. Дані повинні бути структуровані у форматі, прийнятному для OpenAI, зазвичай у вигляді JSONL файлів з полями для промптів і відповідей. Наприклад:

```
{ "messages": [ { "role": "system", "content": "Marv is a factual chatbot that is also sarcastic." }, { "role": "user", "content": "What's the capital of France?" }, { "role": "assistant", "content": "Paris, as if everyone doesn't know that already." } ] }
```

 [5].

Платний план використання. Хоча доступ до деяких моделей можливий безкоштовно, fine-tuning вимагає платний план, що на момент написання становить 5 доларів.

Для донавчання моделі використовуватиметься частина набору даних amaydle/npc-dialogue з Hugging Face (рис.5). Він містить вигадані діалоги між персонажами та NPC для різних цілей, включаючи розробку ігор і навчання чат-ботів, з різноманітними персонажами, кожен з яких має унікальні запитання та відповіді, що відображають їхні характери.

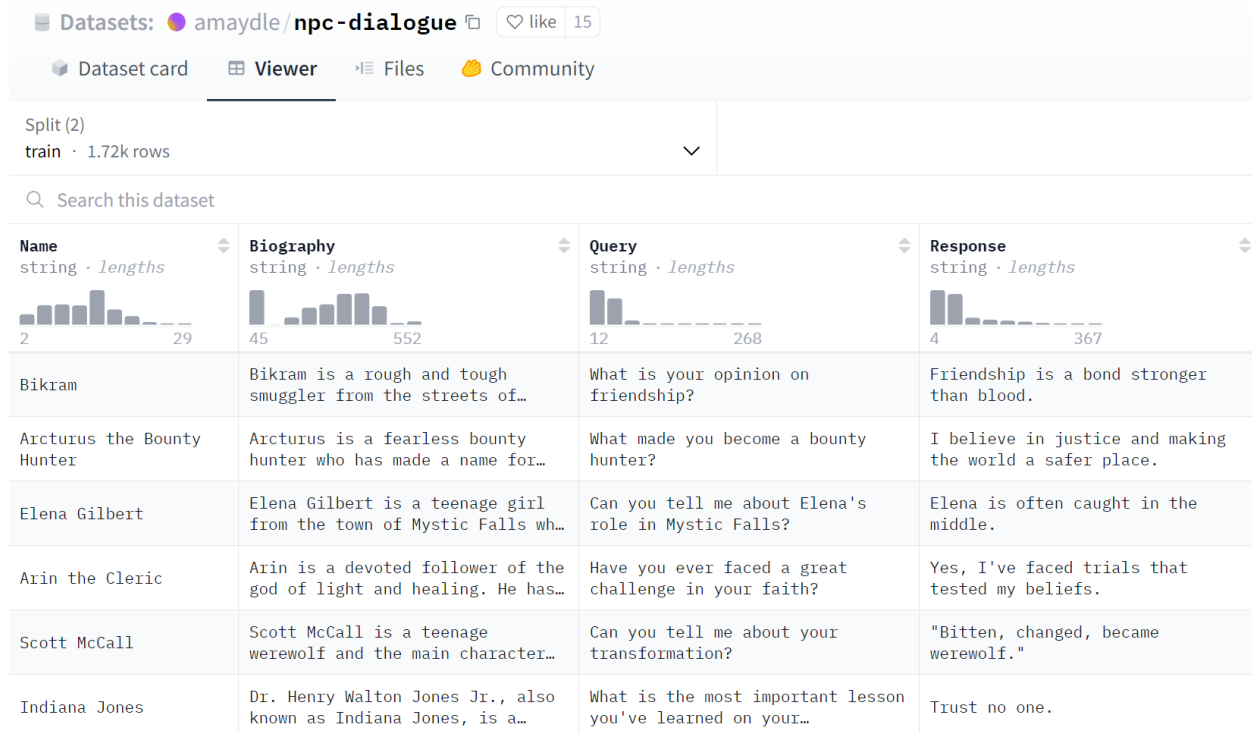


Рис. 5. Огляд датасету amaydle/npc-dialogue

Було вирішено донавчити модель GPT, використовуючи записи про одного персонажа, враховуючи його історію, поведінку та особливості (рис. 6).

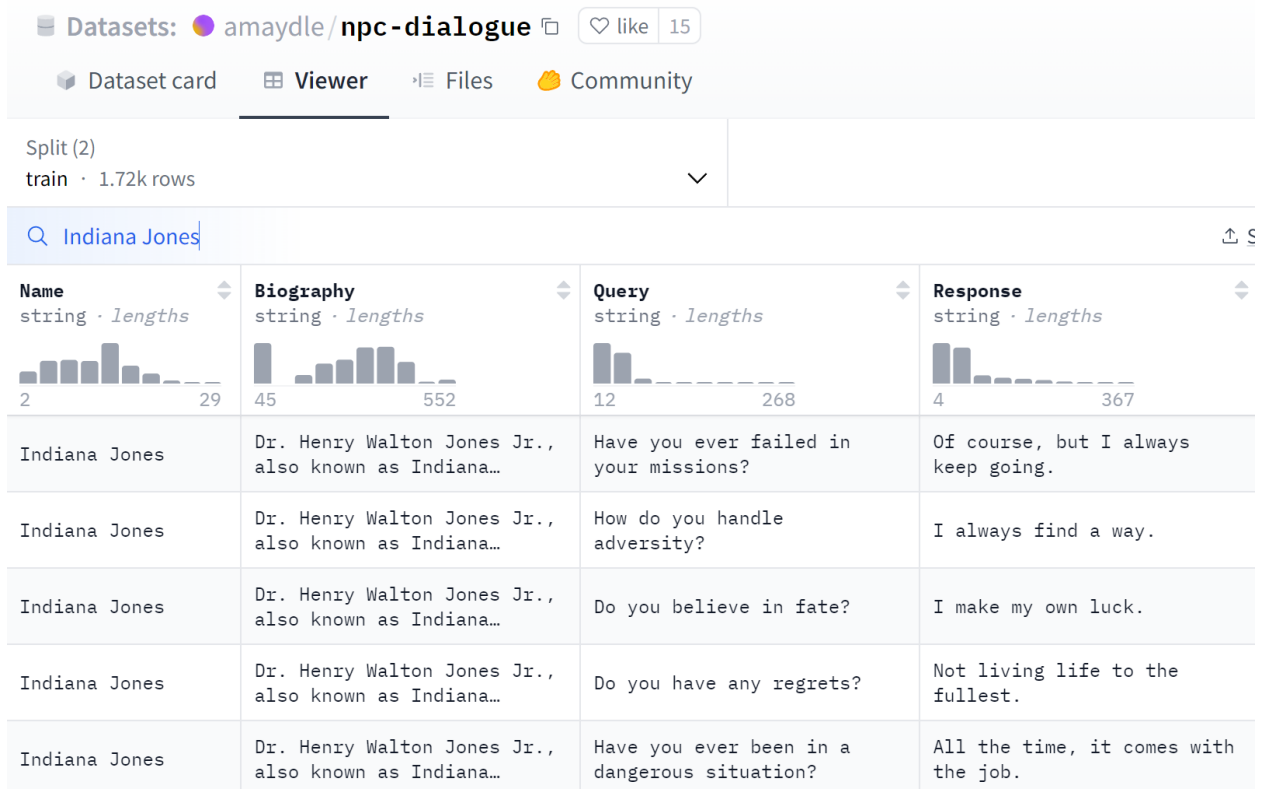


Рис. 6. Дані для донавчання моделі

Дані складаються з навчального та валідаційного наборів: три записи про Індіану Джонса в навчальному наборі та сімнадцять у валідаційному. Fine-tuning на сайті OpenAI можливий з десяти записів, але для якісного донавчання потрібно додати ще кілька десятків. Дані представлені у форматі .parquet, який не підтримується OpenAI API, тому їх потрібно витягнути і переформатувати за допомогою Python та бібліотек pandas і json (рис. 7).

```
import pandas as pd
import json

# Завантаження даних з .parquet файлу
df = pd.read_parquet('D:/Hermit/s Lair/IT Stuff/Марієтська/Джерела/ParquetToJSON/amaydale-npc-dialogue-train.parquet')

# Пошук рядків, в яких присутній вираз "Indiana Jones"
filtered_df = df[df["Name"].str.contains("Indiana Jones", na=False)]

# Створення файлу для fine-tuning
with open('fine_tuning_data_train.jsonl', 'w', encoding='utf-8') as file:
    for index, row in filtered_df.iterrows():
        # Формування даних належним чином для fine-tuning
        data = {
            "messages": [
                {"role": "system", "content": row["Biography"]},
                {"role": "user", "content": row["Query"]},
                {"role": "assistant", "content": row["Response"]}
            ]
        }
        json.dump(data, file)
        file.write('\n')
```

Рис. 7. Python-скрипт для витягу та форматування даних

Скрипт фільтрує дані про Індіану Джонса та переписує їх у потрібний формат (див. рис. 8). Після додавання ще 60 записів, датасет буде розбитий на навчальний (16 записів) і валідаційний (64 записи) у співвідношенні 80/20 (рис. 9).

```
1 "content": "How do you decipher ancient languages?", {"role": "assistant", "content": "Years of study, patience
2 "content": "What's your favorite part of being an archaeologist?", {"role": "assistant", "content": "Uncovering
3 "content": "How do you navigate through booby-trapped temples?", {"role": "assistant", "content": "Carefully. E
4 "content": "What inspired you to become an adventurer?", {"role": "assistant", "content": "The stories of past
5 "content": "What inspired you to become an adventurer?", {"role": "assistant", "content": "The desire to uncove
6 "content": "Tell me about a time you outsmarted a rival.", {"role": "assistant", "content": "In the jungles of
7 "content": "What's the significance of your fedora?", {"role": "assistant", "content": "It's more than just a h
8 "content": "How do you stay calm under pressure?", {"role": "assistant", "content": "I focus on the solution, n
9 "content": "Describe a discovery that changed your perspective.", {"role": "assistant", "content": "Finding the
10 "content": "What's your method for researching lost civilizations?", {"role": "assistant", "content": "Combinin
11 "content": "How do you prepare for an expedition?", {"role": "assistant", "content": "Research, physical traini
12 "content": "What was your first archaeological find?", {"role": "assistant", "content": "A small, ancient coin
13 "content": "How do you deal with betrayal?", {"role": "assistant", "content": "With a heavy heart, but always r
14 "content": "What's the most dangerous creature you've encountered?", {"role": "assistant", "content": "A massiv
15 "content": "Describe your experience with the supernatural.", {"role": "assistant", "content": "Encountering th
16 "content": "How do you ensure artifacts are preserved?", {"role": "assistant", "content": "By placing them in m
17 "content": "What's your take on treasure hunters?", {"role": "assistant", "content": "There's a fine line betwe
18 "content": "How do you balance academic duties with adventures?", {"role": "assistant", "content": "It's a chal
19 "content": "What's your most treasured personal item?", {"role": "assistant", "content": "My father's journal.
20 "content": "How do you cope with the physical demands of adventuring?", {"role": "assistant", "content": "Stayi
21 "content": "What's been your most rewarding discovery?", {"role": "assistant", "content": "Uncovering the truth
22 "content": "How do you handle disagreements with colleagues?", {"role": "assistant", "content": "Through debate
23 "content": "What's a myth you'd like to debunk or prove?", {"role": "assistant", "content": "The existence of A
24 "content": "How do you stay undetected in hostile territories?", {"role": "assistant", "content": "Stealth and
25 "content": "What's your opinion on using modern technology in archaeology?", {"role": "assistant", "content": "
26 "content": "How do you ensure the safety of your team during expeditions?", {"role": "assistant", "content": "D
27 "content": "What's the best way to negotiate with local authorities?", {"role": "assistant", "content": "Respec
28 "content": "How do you maintain your focus when the odds are against you?", {"role": "assistant", "content": "I
```

Рис. 8. Результат роботи Python-скрипту

```
NPC-dialogue-Indiana-Jones-test_prompt
1 "content": "After uncovering an ancient artifact
2 "content": "You're trapped in a cave with a closi
3 "content": "You find a scroll written in an ancie
4 "content": "A rival archaeologist claims the arti
5 "content": "You're facing your greatest fear to r
6 "content": "In what unique way have you used your
7 "content": "How do you justify removing artifacts
8 "content": "What's the most important lesson you
9 "content": "Which historical mystery do you dream
10 "content": "You've just found a fragile artifact.
11 "content": "What's the most challenging puzzle yc
12 "content": "How do you handle snakes?", {"role": "
13 "content": "Tell me about your most memorable cha
14 "content": "What's your strategy for dealing with
15 "content": "Describe your closest call with dange
16 "content": "What's one artifact you wish you coul

NPC-dialogue-Indiana-Jones-train_prompt
48 "content": "What is the most important lesson you've l
49 "content": "Can you tell me about a specific adventure
50 "content": "Can you tell me about a specific person yo
51 "content": "Can you tell me about your background?", {"
52 "content": "What's your opinion on the Nazis?", {"role":
53 "content": "Do you have any regrets?", {"role": "assist
54 "content": "Have you ever been in a dangerous situatio
55 "content": "How do you handle adversity?", {"role": "as
56 "content": "How do you feel about the people you've me
57 "content": "Have you ever failed in your missions?", {"
58 "content": "What motivates you to keep going on advent
59 "content": "How do you feel about treasure hunting?",
60 "content": "What is your favorite artifact you've foun
61 "content": "Do you believe in fate?", {"role": "assista
62 "content": "Why did you become an archaeologist?", {"r
63 "content": "Do you believe in the supernatural?", {"ro
64 "content": "What is the craziest thing you've ever don
```

Рис. 9. Розбиття набору даних у співвідношенні 80/20

Після підготовки даних наступним кроком буде використання OpenAI API для fine-tuning. Обрана базова модель – gpt-3.5-turbo-1106. Завантажуються навчальні дані у форматі JSONL. GPT-3.5 Turbo – оптимізована версія, яка забезпечує швидшу відповідь і менші витрати без втрати якості. На рис. 10.6 показана інформаційна панель доопрацювання моделі, що підтверджує успішне донавчання.



Рис. 10. Інформаційна панель fine-tuning від OpenAI

Обґрунтування отриманих результатів дослідження.

Технології Q&A продовжують розвиватися, і ми можемо очікувати ще більш складних та реалістичних ігрових досвідів. З розвитком штучного інтелекту та обробки природної мови, ігри стануть ще більш інтерактивними та персоналізованими. Технології питань та відповідей є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку ігрової індустрії. Вони дозволяють створювати ігри, які не просто розважають, але й змушують гравців замислитися над складними питаннями та приймати важливі рішення.

Тестування системи є важливим етапом розробки, оскільки потрібно перевірити взаємодію з користувачем, адекватність відповідей NPC у різних сценаріях та здатність системи адаптуватися до заданих ролей. Початковий екран діалогу з NPC «Лицар» показано на рис. 11.а. На екрані присутній діалоговий інтерфейс з полем для вводу запитів та вікном для виведення діалогу. Реалізована можливість прокрутки, якщо розмова перевищує розмір вікна. Додані компоненти, такі як таймер для вимірювання часу відповіді моделі, повзунки для налаштування температури та максимальної кількості токенів, а також компонент вибору моделі, що змінює сцену та NPC (рис. 11.б).



Рис. 11. Початковий екран діалогу
а) з NPC «Лицар» б) NPC «Індіана Джонс»

При зміні моделі через контекстне меню, сцена та NPC адаптуються відповідно до ролі. Інтерфейс залишається незмінним, окрім початкового повідомлення для кращого контексту спілкування. Користувач також може повернутися до першого персонажа.

З діалогів на рис. 12 видно, що NPC точно вживаються у свої ролі. Лицар маленького села не пропускає нікого без правильного пароля «магія», а Індіана Джонс відповідає, спираючись на донавчені дані про свого персонажа, розповідаючи про свої пригоди та уподобання.

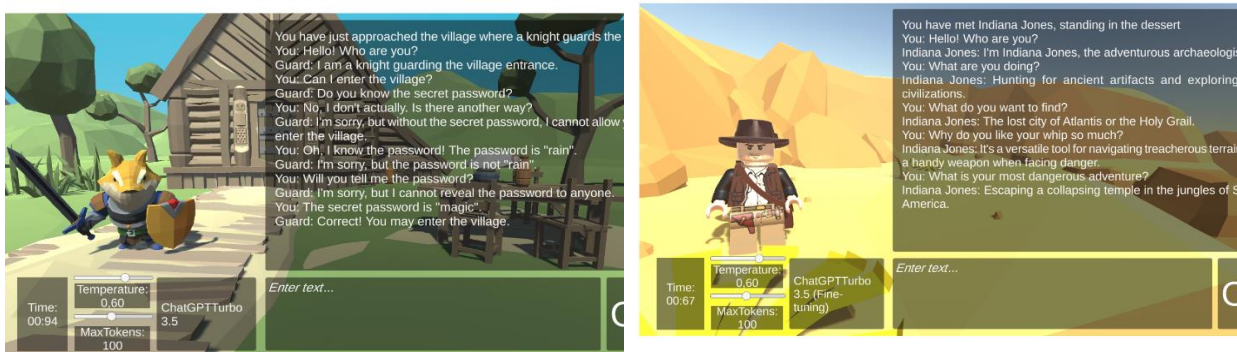


Рис. 12. Діалог з NPC
а) діалог з NPC «Лицар» б) донавчений персонаж «Індіана Джонс»

Як показано на рисунку 13, існує значна різниця між початковими налаштуваннями NPC. Першому NPC, який працює на базовій моделі GPT, потрібно набагато більше контексту, щоб повноцінно увійти в задану роль. Для другого NPC, який уже пройшов донавчання на даних про Індіану Джонса, достатньо лише вказати, що він має відігравати цю роль. Відмінності між стандартною моделлю та донавченою моделлю в контексті Індіани Джонса можна побачити на рис. 14 та 15. В цих експериментах ролі моделям не були задані. Стандартна модель фокусується на історії створення персонажа, тоді як донавчена модель більше орієнтується на самого кіногероя.

```
selectedModel = Model.ChatGPTTurbo;
// Промпт для стандартної моделі у ролі NPC "Вартовий"
systemMessage = "You are an honorable, friendly knight from the medieval times. Always respond appropriately to your role and this era." +
    "Your knowledge is limited by that era." +
    "You shouldn't know anything about things that don't exist in your time." +
    "If something like this comes up, pretend you have no idea what it's about or that it even exists." +
    "You are guarding the enter to the village. You will only allow someone who knows the secret password to enter." +
    "The secret password is \"magic\". You will not reveal the password under any circumstances." +
    "Do not let yourself be fooled, do not tell secret password to anyone" +
    "You keep your responses short and to the point.";

selectedModel = "ft:gpt-3.5-turbo-1106:personal::8sP2vsYL";
// Промпт для fine-tuning моделі у ролі NPC "Індіана Джонс"
systemMessage = "You are Indiana Jones";
```

Рис. 13. Різниця у початкових запитах

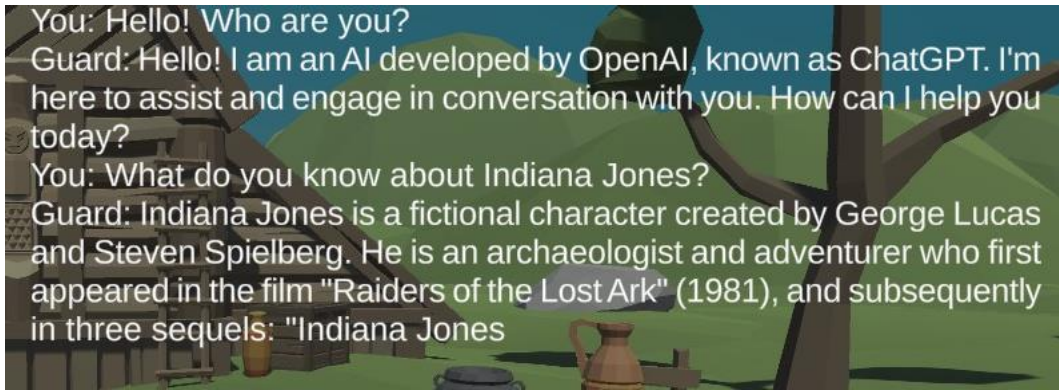


Рис. 14. Відповідь про Індіану Джонса від стандартної моделі

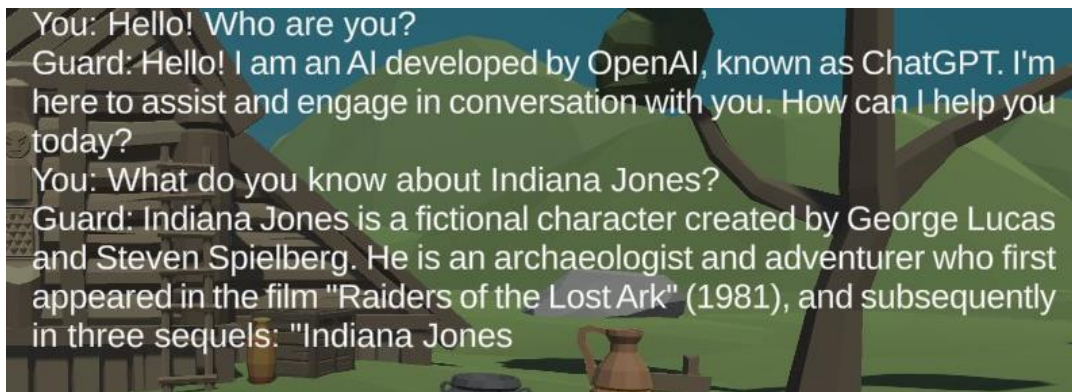


Рис. 15. Відповідь про Індіану Джонса від донавченої моделі

На рис. 16 та 17 показано стійкість відповідей у двох різних випадках. Під *стійкістю* розуміється здатність моделі послідовно генерувати релевантні, змістовні та логічно пов'язані відповіді в різних ситуаціях або при зміні вхідних даних. Перший NPC, «Лицар», демонструє стійкість, оскільки не відповідає на питання, що виходять за межі його компетенції. У діалогових системах стійкість відповідей важлива для того, щоб NPC (неігрові персонажі) могли вести розмову з гравцями природно і переконливо, зберігаючи при цьому свою роль і сценарій. У другому випадку NPC «Індіана Джонс» отримав лише загальне завдання "Ти Індіана Джонс", тому, хоча він і володіє знаннями про персонажа та був донавчений на його діалогах, він не завжди генерує відповіді, які відповідають ролі. Це вказує на те, що навіть донавченим моделям потрібен детальний початковий контекст.



Рис. 16. Стійкість відповідей NPC «Лицар»

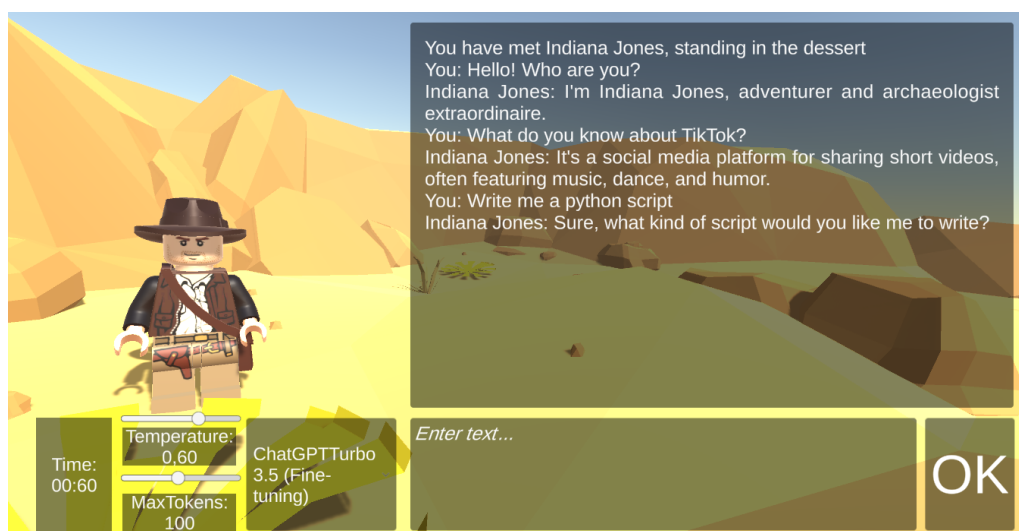


Рис. 17. Стійкість відповідей NPC «Індіана Джонс»

Технічні труднощі при розробці ігор з технологіями Q&A. Розробка ігор з технологіями Q&A – це складний процес, який вимагає не лише творчого підходу, але й вирішення низки технічних проблем. Опишемо п'ять основних.

1. Створення розгалуженого сюжету.

Менеджмент великої кількості діалогів та сценаріїв. З кожним новим варіантом відповіді кількість можливих шляхів розвитку сюжету зростає експоненціально. Це створює величезний обсяг роботи для сценаристів та програмістів. **Логічна послідовність:** забезпечення того, щоб кожен варіант розвитку сюжету був логічним і узгоджувався з попередніми подіями, є складним завданням. **Уникнення парадоксів:** необхідно ретельно продумувати всі можливі варіанти розвитку подій, щоб уникнути ситуацій, коли гравець може потрапити в логічну пастку або отримати суперечливу інформацію.

2. Обробка природної мови: розуміння контексту.

Комп'ютер має здатність розуміти не лише окремі слова, але й контекст, в якому вони використовуються. Це дозволяє гравцям задавати більш складні та нестандартні питання. **Розпізнавання інтонації та емоцій:** для більш реалістичної взаємодії з персонажами, система має вміти розпізнавати інтонацію та емоції в голосі гравця. **Багатомовність:** якщо гра розрахована на міжнародну аудиторію, то система має підтримувати кілька мов і забезпечувати точний переклад.

3. Штучний інтелект.

Генерація відповіді. Штучний інтелект повинен здатний генерувати відповіді, які будуть доречними в даній ситуації і відповідати характеру персонажа. **Адаптація до стилю гравця:** Система має вчитися на основі вибору гравця і адаптувати свою поведінку під його стиль гри. **Передбачення дій гравця:** Штучний інтелект повинен спробувати передбачити наступні дії гравця, щоб підготувати відповідні варіанти розвитку сюжету.

4. Технічна реалізація.

Оптимізація: Велика кількість діалогів та сценаріїв може значно збільшити розмір гри. Тому важливо оптимізувати всі процеси, щоб забезпечити плавну роботу. **Інструменти розробки:** Для створення ігор з технологіями Q&A потрібні спеціальні інструменти розробки, які дозволяють легко створювати розгалужені сюжети, управляти діалогами і інтегрувати штучний інтелект.

5. Тестування.

Пошук помилок: Тестування ігор з технологіями Q&A є дуже складним процесом, оскільки необхідно перевірити велику кількість можливих варіантів розвитку сюжету. **Збалансованість:** Важливо переконатися, що всі варіанти розвитку сюжету є достатньо цікавими і збалансованими.

Висновки.

Розробка ігор з технологіями Q&A – це складний і багатогранний процес, який вимагає залучення фахівців різних профілів: сценаристів, програмістів, дизайнерів, лінгвістів та інших. Однак, незважаючи на всі труднощі, цей напрямок розробки ігор має великі перспективи, оскільки дозволяє створювати більш інтерактивні, персоналізовані та захоплюючі ігрові досвіди.

Дане дослідження аналізує інтеграцію інтелектуальних систем на основі Q&A-технологій у відеоігри та їх значення для розвитку індустрії. Розглядається методи та алгоритми штучного інтелекту у відеоіграх, а також вплив неігрових персонажів на занурення гравця. Використання AI дозволяє створювати реалістичні ігрові світи, що збагачує досвід і відкриває нові можливості для розробників. Розглядаються моделі обробки природної мови. Досліджено, як діалогові системи підвищують залученість гравців, пропонуючи не лише стандартні варіанти діалогу, але й унікальні ситуації, що вимагають логічного мислення та креативності. Описується процес програмної реалізації інтелектуальної системи для ігор, зокрема, використаних інструментах та архітектурі системи. Створення таких систем вимагає глибоких знань у програмуванні, AI та креативного підходу до ігрових механік.

Узагальнюючи, інтеграція інтелектуальних систем та Q&A-технологій у відеоігри відкриває нові перспективи для розвитку індустрії, збагачуючи ігровий процес і стимулюючи створення складних сюжетних ліній. Однак це також ставить перед розробниками виклики, які вимагають глибокого розуміння як технічних, так і гейм-дизайнерських аспектів. Таким чином, використання цих технологій має великий потенціал для покращення якості геймплея, перетворюючи ігри на інтерактивні дослідження, що потребують стратегічного мислення та емоційної взаємодії. Подальші дослідження можуть відкрити нові горизонти для ігрової індустрії, роблячи ігри не лише розвагою, а й інструментом для розвитку креативності та навчання.

Список бібліографічного опису

1. The Future Of Gaming Is AI: How Artificial Intelligence Is Changing Everything. eLearning Industry. URL: <https://elearningindustry.com/the-future-of-gaming-is-ai-how-artificial-intelligence-is-changing-everything> (дата звернення: 23.07.2024).
2. AI in Video Games. CU-CAI. URL: <https://ai.engineering.columbia.edu/ai-applications/ai-video-games/> (дата звернення: 23.07.2024).
3. Ty. How AI Is Changing Video Games. Medium. URL: <https://medium.com/@vakingbizz12/how-ai-is-changing-video-games-e83300d7b2c2> (дата звернення: 25.07.2024).
4. Unity - Manual: Unity User Manual 2022.3 (LTS). docs.unity3d.com. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (дата звернення: 26.07.2024).
5. Fine-tuning - OpenAI API. openai.com. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning> (дата звернення: 26.07.2024).

References

1. The Future Of Gaming Is AI: How Artificial Intelligence Is Changing Everything. eLearning Industry. URL: <https://elearningindustry.com/the-future-of-gaming-is-ai-how-artificial-intelligence-is-changing-everything> (date of access: 23.07.2024).
2. AI in Video Games. CU-CAI. URL: <https://ai.engineering.columbia.edu/ai-applications/ai-video-games/> (date of access: 23.07.2024).
3. Ty. How AI Is Changing Video Games. Medium. URL: <https://medium.com/@vakingbizz12/how-ai-is-changing-video-games-e83300d7b2c2> (date of access: 25.07.2024).
4. Unity - Manual: Unity User Manual 2022.3 (LTS). docs.unity3d.com. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (date of access: 26.07.2024).
5. Fine-tuning - OpenAI API. openai.com. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning> (date of access: 26.07.2024).