

- 64-74.
2. OpenAI. (2024). OpenAI API documentation – Text embeddings. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/embeddings>.
 3. Pastukh O., Petryk M., Bachynskiy M., Mudryk I., Stefanyszyn V. Processing of Cerebral Cortex Neurosignals from EEG Sensors and Recognizing Specific Types of Mechanical Movements Elements of Patient Limbs under the Cognitive Feedback Influences // International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0. 2023. №3468. С. 61–70.
 4. Render – Cloud Application Platform. URL: <https://render.com>.
 5. UberText – частотний лексичний ресурс української мови. URL: <https://lang.org.ua/en/ubertext/>

УДК 004.923

О.І. Крамар, к.ф.-м.н., доц.; Т.О. Крамар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОЖЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЦИФРОВОГО МУЗЕЮ ІВАНА ПУЛЮЯ В КОНТЕКСТІ ВИКОРИСТАННЯ VR-ГАРНІТУРИ META QUEST

O.I. Kramar, Ph.D, Assoc. Prof.; T.O. Kramar

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

POSSIBILITIES OF TRANSFORMING THE IVAN PULUJ DIGITAL MUSEUM IN THE CONTEXT OF USING META QUEST VR HEADSET

В останні роки триває процес активної цифрової трансформації музеїв, оскільки сучасні комп'ютерні технології генерують широкий набір можливостей для музейних закладів у напрямку залучення більшої кількості відвідувачів, забезпечення повнішого інформаційного супроводу раритетних та цікавих експонатів, ефективнішої діяльності щодо збереження колекцій [1]. Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR) відкриває нові технологічні горизонти для музеїв, радикально змінюючи способи роботи з науково-культурною спадщиною та адаптуючи їх до сучасних потреб суспільства [2]. Використання комп'ютерних засобів для імітації реального середовища шляхом синтезу різних відчуттів (зору, звуку та дотику) дозволяє змодельовати тривимірний віртуальний світ з високою роздільною здатністю, який дає користувачеві відчуття присутності, тобто здійснює практичну реалізацію імерсивного простору. В межах такого віртуального музейного простору користувач може вільно пересуватися та взаємодіяти з контентом за допомогою цифрових пристроїв. Технологія віртуальної реальності є захопливою, креативною та мультисенсорною, що відкриває багато нових можливостей для підтримки музейних експозицій різного типу, оскільки відвідувачі можуть взаємодіяти з експонатами у спосіб, неможливий у реальному світі. Зокрема, з'являється можливість інтерактивної взаємодії з віртуальною експозицією без ризику пошкодження цінних артефактів, виникає ефект занурення в історичні контексти [3]. Музейні експонати через оцифрування стають доступнішими та зберігаються для майбутніх поколінь, можлива технологічна візуалізація складних концепцій (пристроїв, експериментів, лабораторій тощо). Користувачі музейного VR-контенту можуть здійснювати фізичні симуляції, експериментувати з гравітацією, освітленням та звуковим наповненням у наукових експозиціях, детальніше вивчити будову експонатів, дослідити їх структуру та зблизька роздивитися поверхневу текстуру.

Вже декілька років у ТНТУ ім. І. Пулюя активно розвивається та наповнюється контентом Цифровий музей Івана Пулюя (<https://puluj-museum.tntu.edu.ua/>) [4]. Спільна робота науковців університету над розширенням збірки архівних матеріалів Електронного фонду

Івана Пулюя в репозитарії ELARTU дозволяє здійснити детальну 3D-реконструкцію вакуумних ламп, експериментальних установок, демонстраційного приладдя з наукової спадщини всесвітньо відомого українського вченого та винахідника. Сучасний стан розвитку технічних засобів для роботи з VR-контентом створює можливості для адаптації віртуального простору Цифрового музею Івана Пулюя для екосистеми Meta Quest.

В даній роботі використано платформу Unity, яка має спеціалізовані інструменти та пакети для розробки під Meta Quest, що значно спрощує процес створення та розгортання VR-додатків. Окремо варто відзначити потужні інструменти для оптимізації графіки та продуктивності, можливості імпортувати фотореалістичні 3D-моделі експонатів із точним відтворенням текстур, освітлення та матеріалів. Вбудована фізика та програмна обробка зіткнень дозволила втілити реалістичну взаємодію з віртуальними експонатами кімнати-музею Івана Пулюя та реконструюваної за архівними матеріалами лабораторії Івана Пулюя у Вищій німецькій технічній школі у Празі (див. рис. 1). Використання технології Oculus Integration забезпечило належну реалізацію базових функцій Meta Quest, зокрема можливості застосування контролерів, відстеження рук і просторового позиціонування відвідувача віртуального музею Івана Пулюя. Застосування Unity також дозволило реалізувати гнучку масштабованість музейного простору, зокрема динамічного оновлення експонатів, супровідної інформації та аудіоконтенту.



Рис. 1 - а) Активація користувачем інформаційної панелі музейного стенду; б) Використання контролерів Meta Quest для інтерактивної взаємодії з приладами, представленими в експозиції VR-версії Цифрового музею Івана Пулюя.

Таким чином, завдяки своїм інтерактивним можливостям віртуальна реальність не просто імітує, а посилює музейний досвід, роблячи його більш емоційно насиченим, пам'ятним та освітньо цінним для відвідувача, одночасно зберігаючи безпеку реальних експонатів та покращуючи доступність регіональних музейних просторів для глобальної аудиторії.

Література

- [1] Antonova L., Hololobov S. Digital transformation of museums: challenges and opportunities for state policy in the field of culture // Public Administration and Regional Development. 2023. Vol. 20. P. 303-329. <https://doi.org/10.34132/pard2023.20.02>
- [2] Gao Y., Foulén D. Transforming Museum Experiences with Virtual Reality // In: Plass J.L., Ochoa X. (eds) Serious Games. JCSG 2024. Lecture Notes in Computer Science.- 2025.- vol. 15259.- pp. 357-367. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-74138-8_25

- [3] Banfi F., Pontisso M., Paolillo F.R., Roascio S., Spallino C., and Stanga C. Interactive and Immersive Digital Representation for Virtual Museum: VR and AR for Semantic Enrichment of Museo Nazionale Romano, Antiquarium di Lucrezia Romana and Antiquarium di Villa Dei Quintili // Int. J. Geo-Inf.- 2023.- 12(2):28. <https://doi.org/10.3390/ijgi12020028>
- [4] Kramar O., Skorenkyi Y., Rokitskyi O., Kramar T. Application of virtual and augmented reality technologies for creation of a digital museum of scientific and cultural heritage of Ivan Puluj // CEUR Workshop Proceedings.- 2021.- vol. 3039.- pp. 285-293.

УДК 004.5, 004.9

Т.О. Крамар, А.В. Мельник

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ

T. Kramar, A. Melnyk

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CREATION OF 3D MODELS: PERSPECTIVES AND STATE OF RESEARCH

Ключові слова: штучний інтелект, 3D-моделі, ШІ-генератори.

Key words: artificial intelligence, 3D models, AI generators.

Генератори 3D-моделей – це складні програмно-алгоритмічні комплекси, що використовують алгоритми штучного інтелекту (ШІ) для створення детальних і точних 3D-моделей. Ці моделі можуть варіюватися від простих геометричних форм до складних структур, які є відображеннями об'єктів реального світу. Використання штучного інтелекту в цій галузі дає змогу автоматизувати широкий спектр аспектів процесу моделювання, значно скорочуючи витрати часу для створення моделей [1].

ШІ-інструменти відіграють ключову роль при формуванні інноваційних застосунків, що працюють у режимі реального часу, пропонуючи розширені можливості моделювання та збагачення користувацького досвіду, особливо в галузі ігрової індустрії та віртуальної реальності (VR). Водночас розробникам ігор надається можливість створення динамічних та адаптивних ландшафтів, які в режимі реального часу реагують на дії гравців в ігрових середовищах. Розмір і складність віртуальних світів обмежені виснажливими процесами створення тривимірних ресурсів. Традиційні методи створення 3D-контенту часто вимагають тривалого ручного налаштування, моделювання та текстуровання, що може затримувати вихід продукту на ринок і підвищувати його вартість. Можливості ШІ-генераторів 3D-моделей в режимі реального часу важливі у сфері віртуальної реальності. Щоб віртуальна реальність була цікавою та захопливою, при створенні 3D-моделей потрібно забезпечити високий рівень реалістичності та інтерактивності. ШІ полегшує створення реалістичних та складних 3D-моделей, які оперативно реагують на рухи та дії людини.

Наявність якісних наборів даних є важливою вимогою для функціонування будь-якої системи штучного інтелекту. Це також стосується ШІ-систем, що створюють 3D-моделі. Складні системи такого класу проходять процедури навчання з великими за обсягом наборами даних, які містять обширні колекції 3D-моделей. Ретельно підібраний набір даних діє як інструкція для штучного інтелекту, підказуючи йому як розпізнавати складні структури, шаблони та характеристики різноманітних об'єктів. Якість та різноманітність навчальних наборів даних, з якими працюють ШІ-генератори, безпосередньо впливають на ефективність створення 3D-моделей.

Спроможності ШІ формуються на основі навчальних наборів даних. Відкритість системи на базі ШІ для широкого діапазону 3D-моделей – від простих геометричних форм до