

ПІДСИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПОСЛІДОВНОСТІ ДІЙ КОРИСТУВАЧА ДЛЯ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ВІРТУАЛЬНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ

Віртуальна реальність дозволяє відтворити у цифровому тривимірному середовищі різноманітні процеси та забезпечити взаємодію з ними людини. Тому технології віртуальної реальності активно впроваджуються в навчальні системи. Завдяки цьому з'являється можливість безпечного й необмеженого повторення вправ з оволодіння практичними навичками. Але для ефективного використання навчальних систем з віртуальною реальністю, в них повинен бути компонент, що виконує контроль правильності виконання завдань користувачем та вірної послідовності виконання дій. Робота присвячена процесам створення, редагування, відображення, збереження та контролю виконання ланцюгів послідовних дій для користувача в навчальній системі з віртуальною реальністю. У роботі розглянуто аналіз останніх досліджень та публікацій, що підтвердив доцільність використання віртуальної реальності у навчанні. Визначено, що поширеним програмним засобом для розробки віртуальної реальності є міжплатформне середовище розробки Unity. Тому метою роботи є створення підсистеми для середовища Unity із можливістю інтеграції з бібліотеками для VR розробки, що автоматизує контроль за діями користувача під час навчання, а також зберігає дані про проходження сценаріїв навчання для подальшого контролю. Наведено опис основних розроблених класів підсистеми. Описано види користувачів підсистеми та загальний зміст її функціонування. Визначено перелік сутностей моделі даних для зберігання інформації про стан проходження завдань. Запропоновано склад модулів підсистеми контролю послідовності дій користувача. Описано процес налаштування підсистеми для використання. До переваг розробленої підсистеми можна віднести: стійкість до збоїв, простоту використання та широкий функціонал, а також можливість роботи на будь-якій платформі, що підтримується середовищем розробки Unity.

Ключові слова: віртуальна реальність, Unity, VR, навчальна система, контроль дій

Постановка проблеми. Сьогодні спостерігається стрімкий розвиток технологій доповненої та віртуальної реальності. Віртуальна реальність (Virtual reality, VR) – це комп'ютерне тривимірне середовище, з яким може взаємодіяти людина за допомогою іммерсивних пристроїв – шоломів (окулярів), рукавичок, навушників. Ця технологія дозволяє перенести в цифровий простір велику кількість процесів, що до цього виконувалися лише вручну. Тому віртуальна реальність все більше знаходить застосування в різних сферах життя людини. Ця технологія охоплює вже не тільки коло розваг, але й навчання, бізнес та промисловість [1-10]. Основною перевагою перенесення навчального процесу в цифрове середовище є можливість повторення навчального курсу оволодіння певними практичними навичками необмежену кількість разів. Особливо актуальним це є для навчання виконанню операцій небезпечних для життя людини. При навчанні з віртуальною реальністю незалежно від складності сценарію людина не завдасть шкоди ні собі, ні іншим. Отже з кожним роком все більше вищих навчальних закладів впроваджують віртуальну реальність до процесу підготовки спеціалістів на різних рівнях. Але для цього необхідна розробка відповідного програмного забезпечення – навчальної системи. Особливістю навчальної системи з віртуальною реальністю є підсистема контролю правильності виконання завдань користувачем та вірної послідовності виконання дій, а також збереження даних про виконання для подальшого контролю з боку вповноважених осіб. Тому метою роботи є проектування та

розробка підсистеми контролю послідовності дій користувача для середовища Unity із можливістю використання як на проектах без розширення, так і інтеграції з технологіями VR та AR.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дуже актуальним є підхід до навчання з використанням технологій віртуальної реальності [1-10]. Наприклад, у роботі [6] описується досвід використання інтерактивного середовища тривимірної геовізуалізації в плануванні та управлінні ландшафтом. Віртуальне середовище реалізовано за допомогою ігрового движка Unity3D. У віртуальному середовищі студенти виконували завдання, пов'язані з геовізуалізацією та ландшафтним дизайном. Результати показали високе сприйняття 3D-середовища під час геовізуалізації в дев'яти проаналізованих підкатегоріях (відчуття присутності, залучення, занурення, потік, зручність використання, емоції, судження, вплив досвіду та впровадження технологій). А у роботі [7] описано VR тренажер для навчання робітників металургійних підприємств, який використовується перед початком ремонтних робіт зі складними механізмами. В основі тренажера авторами пропонується компонент, який може використовуватися для будь-якого обладнання віртуальної реальності.

У роботі [8] авторами надано використання віртуальної реальності як набір систем навчання студентів для трьох різних типів кранів. Результати дослідження на кафедрі архітектури та архітектурної інженерії Університета Йонсей показали, що система навчання роботі з VR краном значно підвищила самооцінку студентів під час управління краном та доведено, що VR підвищує рівень самоєфективності учнів.

Автори роботи [9] пропонують до уваги розробку морського тренажеру автоматичної ідентифікаційної системи в середовищі віртуальної реальності як додаткового навчального матеріалу для дистанційного використання. У цій статті описано розроблений віртуальний тренажер програми AIS у середовищі VR із застосуванням обладнання NComputing. Це дозволяє займатися вивченням системи AIS у вільний час та дистанційно.

Робота [16] присвячена наданню користувачам відчуття природи у віртуальній реальності. У цьому дослідженні запропоновано метод моделювання цифрових дерев на основі алгоритму процедурного графа розгалужень. Для оптимізації візуалізації в режимі реального часу автор пропонує метод, заснований на полігональній моделі гілок. Система віртуальної реальності розроблена на основі Oculus SDK і движка Unity3D. Поширеним програмним засобом для розробки віртуальної реальності є міжплатформне середовище розробки Unity [10].

Таким чином, на сьогодні технології віртуальної реальності дуже актуальні в галузі освіти. Тому розробка навчальних систем з використанням віртуальної реальності та їх оптимальна робота є актуальною задачею.

Мета дослідження. Метою роботи є створення підсистеми для середовища Unity із можливістю інтеграції з бібліотеками для VR розробки, що автоматизує контроль за діями користувача під час навчання, а також зберігає дані про проходження сценаріїв навчання для подальшого контролю знань.

Основний матеріал дослідження. Для підсистеми контролю дій користувача передбачено дві групи користувачів, а саме:

- розробник програмного забезпечення, який працює із вікнами інспектора середовища розробки, має доступ до створення нових об'єктів класів системи та видалення старих елементів, редагування тексту завдань, створення нових завдань, задання їх ієрархії, локалізації, тощо;
- користувач готового прикладення, який має доступ лише до перегляду інформації про прогрес виконання завдань та перегляду поточних та виконаних завдань, тобто працює лише із модулем відображення підсистеми.

Інформаційні технології

Для реалізації підсистеми було обрано мову програмування C# бо вона найкраще підтримується в середовищі Unity та в порівнянні із Bolt надає вищу швидкість розробки. Нижче наведено перелік основних розроблених класів підсистеми та короткий опис їх функцій та змісту:

- клас QuestPrototype – є базовим класом для усіх видів завдань, як видно із назви, виступає прототипом, від якого відбувається наслідування, містить у собі базові поля для реалізації функціоналу завдання, представляє собою скриптовий об'єкт;
- клас QuestData – базове завдання, наслідує поля QuestPrototype, виконує функції контейнера та використовується іншими класами-обробниками для отримання інформації;
- клас QuestGroup – група завдань, містить у собі список завдань або груп завдань, реалізує функціонал перевірки завдань у контейнері на виконання;
- клас QuestItem – клас інспектора, що реалізує механізм відстеження виконання завдання та передає інформацію про виконане завдання у глобальну систему для обробки та винесення рішення про виконання або провал завдання;
- клас QuestItemScriptManager – клас-контейнер для інспектора, містить у собі список компонентів, скриптів або об'єктів, що мають бути вимкнені або увімкнені під час виконання та початку завдання;
- клас QuestItemManagerContainer – клас-контейнер для скриптів QuestItemScriptManager, використовується в тих випадках, коли необхідно інкапсулювати компоненти, що потрібно вимикати та вмикати, в межах одного ігрового об'єкта;
- клас QuestGroupScriptManager – аналогічний класу QuestItemScriptManager, але використовується для групи завдань, відрізняється нюансами реалізації, що зумовлені роботою середовища Unity;
- клас QuestSystem – система контролю послідовності, найважливіший скрипт підсистеми, надає функціонал по створенню послідовності, сигналізує про виконання або провал завдання або групи завдань, відстежує порядок виконання завдань;
- клас QuestSystemDebugger – клас для розробника, що надає функціонал для дебагу та контролю роботи підсистеми, знаходить усі квестові об'єкти на сцені та надає функціонал по графічному дебагу для VR шоломів;
- клас ClipboardManagerQuestSystemIntegrated – клас, що надає функціонал по представленню списку завдань користувачу готової системи у вигляді списку завдань із позначками про виконання або провал завдання, а також;
- клас QuestSystemDatabaseIntegration – клас для інтеграції квестової системи із базою даних, оновлює прогрес користувача при виконанні завдання;
- клас SQLite_Engine – клас для підключення бази даних SQLite та роботи із нею, не має графічного інтерфейсу та є цілком статичним.

Загальний зміст функціонування підсистеми наступний. Користувач викликає тригер про виконання завдання, підсистема виконує валідацію завдання та дає сигнал в разі успішного виконання, а також оновлює дані про прогрес користувача в базі. В разі ж невірному порядку виконання система повідомляє про невірний порядок, якщо виконання завдання критичне у конкретний момент часу, система сигналізує про те, що завдання було провалене. Важливим є процес взаємодій між системою та квестовим об'єктом із боку квестового об'єкту. Спочатку об'єкт сигналізує системі про виконання завдання, потім очікує відповіді від системи, в разі, якщо система повертає відповідь, що завдання зараховано – об'єкт в разі наявності необхідності вносить зміни у стан інших ігрових об'єктів та їх компонентів.

Для зберігання даних для підсистеми було обрано СУБД SQLite. Вирішальними факторами вибору саме цієї СУБД стало те, що вона не потребує підключення до мережі, вага зібраного пакету та можливість використовувати її на більшості платформ, в тому числі

Інформаційні технології

мобільних, таких як Android та iOS, тому файл для роботи із СУБД можна інтегрувати із підсистемою в один пакет, а потім зібрати разом із прикладенням, що позбавить кінцевого користувача необхідності самостійно ставити пакет на своє обладнання. Перелік сутностей необхідних для роботи підсистеми включає: «users» для збереження даних про користувачів, «scenarios» – збереження сценаріїв для проходження, «attempts» – збереження спроб проходження сценарію, «scenario_steps» – збереження завдання до конкретного сценарію, «attempt_steps» збереження кроків, що виконані під час спроби.

Підсистема, що розроблена в межах даної роботи, в загальному вигляді представляє собою сукупність бази даних та бібліотеки програмних кодів на мові C#, в складі якої розроблено наступні модулі:

- Модуль «Application» є базовим модулем, він запускається найпершим та запускає ініціалізацію підсистеми відстеження.
- Модуль «QuestSystem» надає функціонал по обробці запитів на виконання завдань.
- Модуль «Database» відповідає за поєднання та роботу із базою даних.
- Модуль «Output» відповідає за роботу виведення та форматування інформації про завдання для кінцевого користувача підсистеми у зрозумілому йому форматі, а також його стилізацію.
- Модулі «QuestInstance» та «QuestGroupInstance» відповідають за сигнали до системи та інтерпритацію її відповіді.
- Модулі «QuestContainer» та «QuestGroupContainer» відповідають за зберігання на менеджмент скриптів, компонентів та ігрових об'єктів, що пов'язані із поточним завданням.
- Модулі «Quest» та «QuestGroup» слугують контейнерами для інформації про завдання.

Інтерфейс підсистеми було реалізовано за допомогою Editor скриптів (спеціальних скриптів середовища Unity, що призначені для створення UI для розробників).

Для використання системи навчання необхідно у підсистемі контролю користувача створити об'єкту завдання. Для цього потрібно у середовищі Unity викликається команда «Create», потім у розділ QuestSystem обрається елемент Quest. Після того, як об'єкт завдання буде створено, заповнюються його поля. Далі виконується створення на сцені порожнього ігрового об'єкту та додання до нього компонента QuestSystem, що має номер початкового завдання та список завдань. Наступним кроком налаштовуються квестові предмети, для яких призначено завдання. Для цього на потрібний об'єкт із реалізованим функціоналом додається компонент QuestItem та QuestItemScriptsManager (або QuestGroupContainer) та виконується їх налаштування. Приклад налаштування компонента QuestItem наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Налаштування компонента QuestItem

Варто зазначити, що передбачено використання декількох елементів підсистеми на одній сцені для розбиття завдань на великі незалежні блоки. Для цього існує можливість встановлювати конкретного скрипта QuestSystem як контролера, проте якщо на сцені мається лише один екземпляр цього компонента – його можна не встановлювати вручну.

У списки компоненту QuestItemScriptsManager, що мають відповідні змістовні назви, можна додавати елементи або компоненти (скрипти), що потрібно увімкнути або вимкнути на

Інформаційні технології

початку або кінці виконання завдання, із полем «Disable after quest» та ігровим об'єктом CubeOne.

На цьому налаштування самої системи навчання можна вважати завершеним, вона зможе справно працювати та виконуватиме свої функції, буде записувати дані про прогрес у базу даних, якщо це потрібно, проте кінцевий користувач системи не буде бачити ніякої інформації.

Для налаштування виводу інформації для кінцевого користувача системи, необхідно створити об'єкт Canvas, в ньому створити об'єкт ScrollView та додати на нього компонент ClipboardQuestSystemIntegrated, після цього виконати його налаштування, як показано на рисунку 2.

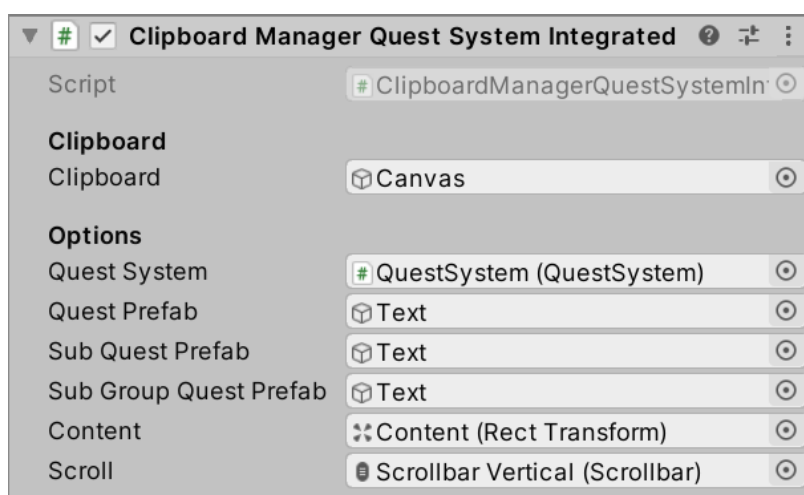


Рисунок 2 – Налаштування для модуля виводу інформації

На рисунку 2 поля «QuestPrefab», «SubQuestPrefab» та «SubGroupQuestPrefab» це заздалегідь налаштовані візуально компоненти для виводу інформації про конкретне завдання та групу завдань.

ВИСНОВКИ

У сучасному світі, доповнена та віртуальна реальність все стрімкіше розвиваються та охоплюють все більшу кількість сфер нашого життя. З розвитком технологій, зростає інтерес щодо їх використання у повсякденності, навчанні та промисловості.

Аналіз публікацій показав, що використання навчальних систем з VR або AR є ефективним рішенням для використання в закладах вищої та спеціальної освіти. Це пояснюється тим, що використання технологій доповненої та віртуальної реальності, завдяки ефекту присутності та ефекту занурення в оточення, дозволяє досягти більших результатів у навчанні. Але впровадження віртуальної реальності у системи навчання потребує розробки контролюючих засобів, що забезпечать чіткого дотримання здобувачем освіти методології навчального процесу та виконання здобувачем поставлених завдань у послідовності, що задана правилами виконання робіт. Тому було розроблено підсистему контролю послідовності дій користувача для прискорення розробки навчальних модулів в середовищі Unity та автоматизації контролю за діями здобувача. Розроблена підсистема також надає можливість передивлятися результати виконання завдання здобувачем із боку вповноважених осіб (викладачів, інструкторів, тощо). Застосування підсистеми на практиці показало, що функціонал працює в повному обсязі, також у високонавантажених системах із великою кількістю завдань. Це дозволить використати розроблену підсистему у великих проєктах.

Інформаційні технології

Список використаних джерел

1. *Melnyk, I.* Augmented reality and virtual reality as the resources of pupils' educational activity" / I. Melnyk, N. Zaderei, and G. Nefodova //in Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technology and Computer Modeling", 2018. – pp. 61-64.
2. *Osipova, N.* Technologies of virtual and augmented reality for high education and secondary school/ N. Osipova, H. Kravtsov, O. Gnedkova, T. Lishchuk, K. Davidenko // in: Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, volume II: Workshops, 2393, CEUR Workshop Proceedings, Kherson, Ukraine, 2019. – pp. 121–131.
3. *Семеріков, С. О.* Впровадження курсу з розробки програмних засобів віртуальної та доповненої реальності для майбутніх викладачів STEM-дисциплін / С. О. Семеріков, С. Г. Литвинова, М. М. Мінтій // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2020. – Вип. 57. – С. 55-63.
4. *Маятіна, Н.* Віртуальна та доповнена реальність у сучасному освітньому процесі / Н. Маятіна, Н. Ханикіна// Актуальні питання гуманітарних наук. Вип 36, том 2, 2021 – С. 241-247.
5. *Величко С. П.* Віртуальна реальність як складова освітнього середовища по формуванню особистості студента/ С. П. Величко, І. О. Мороз // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. – Вип. 125. – С. 3–6.
6. *Carbonell-Carrera, C.* User VR Experience and Motivation Study in an Immersive 3D Geovisualization Environment Using a Game Engine for Landscape Design Teaching/ C. Carbonell-Carrera, J.L. Saorin, D. Melián Díaz//. Land, 10, 492. 2021. doi:10.3390/land10050492
7. *Saravas V.* The Development of Educational Application with Virtual Reality Placing Objects System Using Snap Zone Technology / V. Saravas, E. Pahalchuk, A. Molchan and Y. Kampov// 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), pp. 416-421, 2020. doi: 10.1109/DESSERT50317.2020.9125023.
8. *Nesenbergs, K.* Use of augmented and virtual reality in remote higher education: A systematic umbrella review/ K. Nesenbergs, V. Abolins, J. Ormanis, A. Mednis// Education Sciences 11 (2020) 8. doi:10.3390/educsci11010008.
9. *Хандусь, Б. С.* Розробка тренажера автоматичної ідентифікаційної системи в середовищі віртуальної реальності на базі програмного забезпечення unity та unreal engine 4 для операційних систем Android та IOS./ Б. С. Хандусь, О. В. Маранов// Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – К.: ДУІТ, 2020. – Випуск 2(30). – С. 88-95.
10. Unity Real-Time Development Platform _ 3D, 2D VR & AR Engine <https://unity.com/>
11. SQLite [Електронний ресурс] // Вікіпедія.– Електрон. дан. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki/SQLite>, вільний. – Загол. з екрану

Piatykor O., Reshetnykov A., Aloshyn S.

SUBSYSTEM OF USER ACTION SEQUENCE CONTROL FOR EDUCATIONAL SYSTEM WITH VIRTUAL REALITY

Virtual reality allows you to reproduce in a digital three-dimensional environment a variety of processes and human interaction with them. Therefore, virtual reality technologies are actively being introduced into educational systems. Thanks to this, it becomes possible to safely and unlimitedly repeat exercises to master practical skills. But for the effective use of training systems with virtual reality, they must have a component that controls the correctness of the tasks performed by the user

and the correct sequence of actions. The work is devoted to the processes of creating, editing, displaying, saving and monitoring the execution of chains of sequential user actions in a training system with virtual reality. The paper considers an analysis of recent studies and publications, which confirmed the feasibility of using virtual reality in education. It has been determined that a common software tool for developing virtual reality is the Unity cross-platform development environment. Therefore, the goal of the work is to create a subsystem for the Unity environment with the ability to integrate with libraries for VR development, automating control over user actions during training, as well as storing data on the passage of training scenarios for further control. The description of the main developed classes of the subsystem is presented. The howls of users of the subsystem and the general content of its functioning are described. A list of data model entities has been defined to store information about the state of task completion. The composition of the modules of the subsystem for monitoring the sequence of user actions is proposed. Describes the process of setting up a subsystem for use. The advantages of the developed subsystem include: failure resistance, ease of use and wide functionality, as well as the ability to work on any platform supported by the Unity development environment.

Keywords: *virtual reality, Unity, VR, learning system, action control*