

УДК 004.5

Туленков А.В.<sup>1</sup>, Пархоменко А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> асист. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ НУ «Запорізька політехніка»

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ МАТЕРІАЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ КОРИСТУВАЧА ДЛЯ СЕРЕДОВИЩ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ**

Зі стрімким розвитком науки та техніки технологія віртуальної реальності (Virtual Reality, VR) стає все більш поширеною. Завдяки зануренню, інтерактивності та розширюваності вона є багатообіцяючим трендом з широкими перспективами застосування [1].

Хоча технологія VR набирає обертів, тим не менш поки ще бракує методів і найкращих практик її реалізації. Зокрема, взаємодія користувачів з середовищем VR за допомогою контролерів часто викликає розчарування через неприродні або непрактичні дії та не дозволяє користувачам повністю зануритись у віртуальний світ [2].

Тому, актуальним є подальший розвиток технологій реалізації матеріального або відчутного інтерфейсу користувача (Tangible User Interface, TUI) для кращої взаємодії з середовищем VR, які дозволять взаємодіяти з цифровим світом так само, як людина взаємодіє з фізичним світом.

Ідея TUI полягає в тому, щоб надати прямий зв'язок між системою та тим, як користувач керує нею за допомогою фізичних маніпуляцій, а також поведінкою, яку вони викликають у системі. Це не просто питання наявності фізичного контролера для цифрової системи, але й переконання, що його

впровадження має сенс для користувача та має додаткову цінність для більш природного та інтуїтивно зрозумілого керування середовищем VR [3].

Мета роботи – дослідження методів та засобів розробки TUI для підвищення ефективності взаємодії користувача з середовищем VR.

Обрана модель взаємодії Model-View-Controller (MVC) служить технічною моделлю для розробки ПЗ графічного інтерфейсу користувача, а також надає інструмент для вивчення концептуальної архітектури графічних інтерфейсів і зв'язку цієї архітектури з підходом матеріального інтерфейсу.

З метою дослідження та порівняння, створювані проекти VR реалізуються з використанням двох найбільш популярних сучасних рушіїв Unreal Engine 5 (UE5) і Unity.

Платформу Arduino Nano було обрано в якості основи для створення зв'язку між рушієм та мікроконтролером. Перший варіант прототипу пристрою TUI (рис.1) було реалізовано з використанням інерційного вимірювального модуля MPU-6050, що поєднує в собі трьохосьовий акселерометр та трьохосьовий гіроскоп. Як виконавчі елементи зворотного зв'язку використано три вібротвори, які забезпечують тактильну стимуляцію різної величини.



Рисунок 1 – Прототип пристрою для реалізації TUI

Другий варіант прототипу пристрою також використовує MPU-6050, однак відрізняється способом реалізації вихідного інтерфейсу. Для зв'язку з середовищем VR у цьому варіанті використовується Bluetooth-модуль HC-05, що дозволяє здійснювати бездротову передачу даних до зовнішнього приймача (наприклад, комп'ютера або мобільного пристрою) у режимі реального часу. Основу пристрою виконано із застосуванням 3D-друку, що забезпечує компактність і зручність у використанні та подальшому розвитку прототипу.

Подальша робота буде спрямована на дослідження ефективності запропонованих рішень та пошук шляхів їх удосконалення.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Xie, H. The applications of interface design and user experience in Virtual Reality / H. Xie // Highlights in Science, Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 44. – P. 189-198.

2. Tangible interactions in Virtual Reality environments /[M. Sirizzottia, S. Guerciob, F. Lampusa et al.] // European Tangible Interaction Studio, Siena, Italy, 16-20 November 2020: proceedings. – 2020. – P. 1-7.

3. Caicedo, D. G. What are tangible user interfaces? [Electronic resource] / D. G. Caicedo. – Access mode: <https://medium.com/@bluehair.co/what-are-tangible-user-interfaces-ce6a5aa5c912>.