

*Д. В. Теселкин, М. А. Шильцын\**

## **ТЕХНОЛОГИИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ РУК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ**

Стандартными средствами погружения в виртуальную реальность является VR-шлем (рис. 1). Для взаимодействия с виртуальными объектами в данном случае предусмотрены комплектные контроллеры, которые несут в себе функцию управления посредством их позиционирования в пространстве и нажатия на кнопки на их корпусе.

Хотя контроллеры являются унифицированным средством управления для шлемов виртуальной реальности, нередко встречаются ситуации, когда для улучшения качества погружения и взаимодействия с VR необходима мелкая моторика рук.

Из готовых решений можно отметить перчатки виртуальной реальности, данный девайс позволяет считывать движения пальцев и передавать эти данные в приложение виртуальной реальности.



**Рис. 1. Встроенные камеры на VR-шлемах**

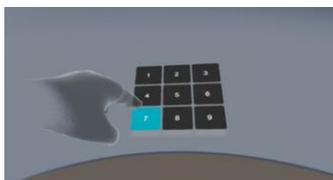
---

\* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, доцента кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. Д. Обухова.

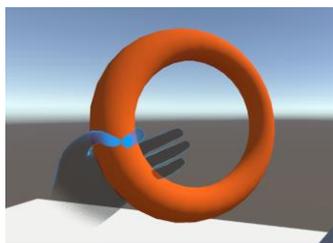
Ключевым недостатком перчаток является сам факт их отсутствия в стандартном пакете поставки VR-шлема, т.е. их необходимо приобретать отдельно.

Как альтернативу VR-перчаткам можно рассмотреть использование нейросетей компьютерного зрения для захвата движения рук. Дело в том, что подавляющее большинство современных шлемов виртуальной реальности имеет встроенные камеры (рис. 1), которые можно использовать как источник данных для нейросетей захвата движения [1]. В данном случае можно получить функционал VR-перчаток без необходимости использования дополнительного оборудования [2].

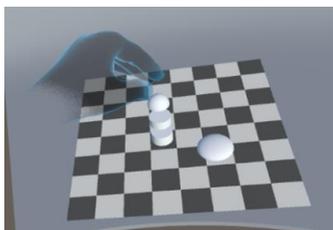
В свою очередь возможность считывать движения пальцев улучшает качество погружения и расширяет перечень возможных способов взаимодействия с виртуальным миром. Появляется возможность нажимать кнопки (рис. 2, *a*), брать виртуальные предметы в руку (рис. 2, *б*, *в*) и т.д.



*a)*

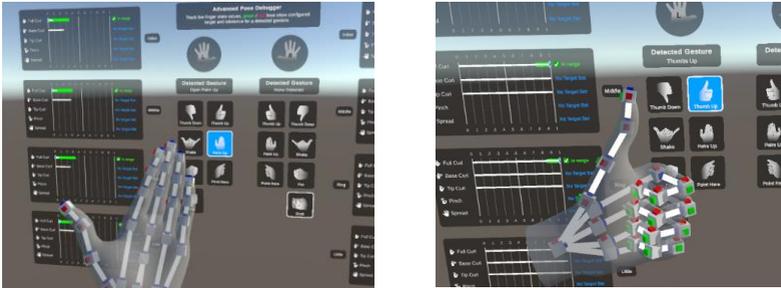


*б)*



*в)*

**Рис. 2. Взаимодействие с окружением в VR**



**Рис. 3. Пример жестов**

Однако, отказываясь от контроллеров, мы также лишаемся части полезных функций, привязанных к кнопкам, таких как: управление перемещением объектов на расстоянии, превышающем физические размеры комнаты, вызов меню настроек, возможность привязывать уникальные события и поведение к нажатиям и т.д. Для решения данной проблемы можно использовать системы жестового управления, функционал отсутствующих кнопок заменяется на соответствующие уникальные жесты (рис. 3).

Также используя нейросеть захвата движения рук, при необходимости возможна автоматическая смена органов управления: если комплектный контроллер включен, то используется стандартная система управления VR, если выключен, то используются камеры шлема для захвата рук.

Жестовое управление особенно актуально для систем профессиональной подготовки (тренажеров), где необходимо обеспечить свободное использование рук и пальцев. Примером такой системы может являться тренажер, построенный на базе всенаправленной платформы (используется для перемещения в пространстве) и верхнего экзоскелета (используется для создания нагрузок и отслеживания движения рук). В такой системе (рис. 4) использование трекеров, контроллеров или перчаток может быть затруднено из-за электрических помех, с другой стороны, отслеживание пальцев с использованием сторонних камер или встроенных в шлем виртуальной реальности позволит реализовать качественное взаимодействие с виртуальными объектами.

Обобщая, можно сделать вывод, что применение технологии компьютерного зрения поверх встроенных в VR-шлем камер позволяет увеличить качество погружения посредством расширения возможностей взаимодействия с VR без необходимости приобретения дополнительного оборудования, что открывает новые возможности по созданию виртуальных тренажеров для профессиональной подготовки с максимальным уровнем иммерсивности.



**Рис. 4. Профессиональный тренажер с экзоскелетом**

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках проекта «Разработка иммерсивной системы взаимодействия с виртуальной реальностью для профессиональной подготовки на основе всенаправленной платформы» (FEMU-2024-0005).

#### **Список литературы**

1. Modeling of Nonlinear Dynamic Processes of Human Movement in Virtual Reality Based on Digital Shadows / A. Obukhov et al. // *Computation*. – 2023. – V. 11, No. 5. – P. 85.
2. Шильцин, М. А. Интеграция технологий виртуальной реальности и компьютерного зрения при захвате движений рук / М. А. Шильцин, Е. О. Суркова, А. Е. Архипов // *Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2022)*. – 2022. – С. 89 – 92.

*Кафедра «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*