

СТЕНД ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ КАК ИОТ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Феоктистов М.А. (ИГУ)

Научный руководитель - к.ф.-м.н. Балахчи А. Г. (ИГУ)

Введение. Проекционная дополненная реальность (AR) представляет собой технологию, позволяющую накладывать виртуальные объекты на реальные поверхности с помощью проекторов, создавая интерактивное пространство для пользователя. В последние годы AR нашла широкое применение в образовательных, исследовательских и игровых проектах, однако существующие решения зачастую ограничены узкой специализацией и зависят от внешних условий, что снижает их универсальность и масштабируемость. Так, модуль CityScope [1] использует AR для планирования городской среды с помощью LEGO-блоков, демонстрируя возможности интерактивного моделирования, но не обеспечивая сетевой связи между устройствами. Музыкальный инструмент Reactable [2] генерирует звук на основе расстановки маркеров на прозрачной поверхности, однако его работа требует затемненного помещения и специфических условий освещения. Подобные ограничения делают существующие решения неподходящими для многопользовательских или сетевых сценариев, а также для интеграции в среду Интернета вещей (IoT).

В контексте IoT задача построения сетевых AR-систем становится особенно актуальной, так как современные образовательные и игровые приложения требуют синхронизации данных между несколькими устройствами, координации действий пользователей и возможности масштабирования системы без изменений в аппаратной части. Для решения этих задач был разработан AR-стенд, [3, 4] представляющий собой закрытую конструкцию, включающую стол с фишками, оснащенными AR-маркерами, камеру, расположенную под столом, для считывания маркеров, и проектор для отображения виртуальных объектов на поверхности стола. Закрытая конструкция стенда устраняет зависимость от внешних условий, таких как освещение и отражения, а интеграция с IoT позволяет стендам обмениваться данными между собой и с другими устройствами, включая персональные компьютеры и смартфоны, открывая возможности для сетевых образовательных и игровых сценариев.

Основная часть Программное обеспечение стенда спроектировано как универсальная платформа для разработки AR-приложений в IoT-среде и состоит из трех ключевых модулей. Первый модуль — система компьютерного зрения, которая отвечает за считывание маркеров, калибровку камеры под различные размеры игровых и образовательных полей, а также за передачу данных через брокер сообщений Kafka. Это позволяет синхронизировать состояние объектов между стендами, обеспечивая согласованное взаимодействие нескольких пользователей. Второй модуль — IoT-сервер с API, который хранит и управляет данными со стендов, позволяет связывать устройства между собой и с внешними системами. API обеспечивает интеграцию в сетевую инфраструктуру IoT, поддерживает коллективное взаимодействие и создание многоагентных сценариев. Третий модуль — приложение визуализации, которое использует API для взаимодействия с пользователем и демонстрации сетевых функций стендов. В качестве примера реализации сетевой игры была разработана многопользовательская версия шахмат, где каждый стенд отображает доступные ходы, подсказки и синхронизирует состояние игры с другими стендами через IoT-сеть.

Выводы Архитектура стенда обеспечивает гибкость при создании AR-приложений без необходимости изменения аппаратной части. Это позволяет использовать один и тот же стенд для различных сценариев: образовательных, игровых, демонстрационных и исследовательских. В образовательной сфере такой стенд может использоваться для интерактивного обучения, визуализации сложных концепций и проведения сетевых учебных игр. В игровом контексте AR-стенд позволяет реализовывать многопользовательские соревнования и коллективные игровые сценарии, где пользователи одновременно взаимодействуют с виртуальными объектами на разных стендах, получая мгновенную

обратную связь. В демонстрационных и исследовательских сценариях платформа может использоваться для моделирования многоагентных систем, экспериментов с распределенными взаимодействиями и проверки сетевых протоколов.

Интеграция AR и IoT открывает новые горизонты для создания сетевых интерактивных систем. Связь между стендами и внешними устройствами позволяет расширить сценарии использования, включая дистанционное обучение, совместные игры и демонстрации, а также создание исследовательских лабораторий с многопользовательским взаимодействием. Использование стандартных протоколов IoT и брокеров сообщений, таких как Kafka, обеспечивает надежную передачу данных и синхронизацию состояния объектов, что критично для сетевых образовательных и игровых приложений.

Таким образом, разработанный AR-стенд представляет собой универсальную платформу для создания интерактивных приложений в IoT-среде. Он сочетает в себе стабильную аппаратную основу, гибкую программную архитектуру и возможность масштабирования сети стендов, обеспечивая как образовательные, так и игровые сценарии с множеством пользователей. Такая платформа позволяет реализовать проекты, где взаимодействие между пользователями и виртуальными объектами становится одновременно образовательным, развлекательным и исследовательским, открывая новые возможности для применения проекционной дополненной реальности в сетевых и многоагентных системах.

Список использованных источников:

1. Сайт CityScope [Электронный ресурс]. - URL: <https://cityscope.media.mit.edu/> (дата обращения 04.02.2026)
2. Страница фреймворка для Reactable [Электронный ресурс]. - URL: <https://reactivision.sourceforge.net/> (дата обращения: 17.01.2026)
3. Воловикова Зоя Александровна Тактильная мультимедийная обучающая матрица-стенд / А. Абдулов, З. А. Воловикова, М. Ф. Мустакимов // Материалы IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых: в 2 частях. - 2018. - Том Часть 2. - С. 355-359
4. Феоктистов М.А., Горбачевский Д.А., Воловиков Г.А. (науч. рук. Балахчи А.Г.) Гибридная реальность в настольных играх: технологии создания интерактивного игрового поля для dungeons and dragons // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб: Университет ИТМО, [2025]. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15031>