

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

© 2023 Р. С. Бондаренко, А. П. Преображенский

*Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

*Дополненная реальность позволяет пользователю проводить испытания в интерактивной среде, наблюдая за реальным миром, дополненным цифровыми объектами. В данной работе рассматриваются особенности дополненной реальности с точки зрения применения в строительной сфере. Результаты, полученные на основе дополненной реальности, могут применяться в информационно-коммуникационной системе геопривязки данных.*

*Ключевые слова: дополненная реальность, автоматизация, строительная сфера.*

Перед тем, как проводить строительство различных объектов, специалистам необходимо провести полевые работы, чтобы определить местонахождение всех подземных коммуникаций.

Существует потребность в определении точного местоположения подземных коммуникаций, чтобы предотвратить повреждение существующей подземной инфраструктуры, такие последствия могут привести к убыткам в сотни тысяч рублей и даже нести риск для жизни человека [1, 2].

Слияние таких технологий, как глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), датчики, географические информационные системы (GIS) и базы геоданных, дополненная и виртуальная реальность (AR / VR) может привести к появлению продуктов и услуг для мониторинга, документирования и управления коммунальными услугами.

В данной работе рассматриваются особенности дополненной реальности с точки зрения ее использования в строительных работах.

Геопространственные данные – прекрасный пример данных с локальным контекстом - они имеют смысл только для той области, для которой они были созданы.

Пространственные данные уже «знают» свое правильное местоположение в мире. Все, что требуется, это преобразовать их из

любого места в формат, поддерживаемый устройством AR.

В качестве достаточно распространенного способа обработки и анализа пространственных данных можно считать применение ГИС или географической информационной системы. Это программы или комбинация программ [3, 4], которые работают вместе, чтобы помочь пользователям разобраться в своих пространственных данных.

Они включают в себя управление, манипулирование и настройку, анализ и создание визуальных дисплеев. Большей частью пользователь одновременно использует несколько наборов пространственных данных и сравнивает их или объединяет друг с другом.

Каждый набор пространственных данных может называться слоем.

Если были использованы ГИС в проектах муниципалитета, тогда могли быть рассмотрены векторные данные, такие как данные об улицах (линии) (протяженность, ширина и др.), данные о границах окрестностей (многоугольники) и местоположения, например, средней школы (точки).

Каждый набор данных будет существовать как отдельный слой в применяемой ГИС. Размещение слоев важно для визуальных целей, так как это поможет пользователю понять различные типы данных и представить свои выводы в легко понятной форме [5, 6]. В этом случае необходимо убедиться,

что точки строительного объекта и линии улиц находятся на нескольких уровнях выше границ района. В противном случае мы бы не смогли их увидеть.

Область и исследование ГИС простираются намного дальше цифровых карт и картографии. Необходимо учитывать также пространственный анализ, дистанционное зондирование и геовизуализацию.

С учетом обозначенных категорий ГИС пространственные данные становятся более сложными и трудными для использования.

Помимо растровых и векторных данных, существуют также данные LiDAR (также известные как облака точек) и 3D-данные. Данные LiDAR – это данные, которые собираются с помощью спутников, дронов или других воздушных устройств.

Трехмерные данные - это данные, которые расширяют типичные двухмерные координаты широты и долготы, и включают в себя высоту и / или глубину. Несмотря на то, что эти данные являются сложными, они богаты информацией [7, 8] и могут использоваться для решения множества проблем, относящихся к поверхности Земли.

Рассмотрим технологии дополненной реальности AR SDKs (комплект разработки программного обеспечения).

1. AR SDK от Vuforia – расширенная функция отслеживания Vuforia (где SDK может отслеживать 3D-сцену с помощью методов обработки изображений), считается одним из лучших коммерческих предложений. Vuforia предлагает ряд технологий AR, ориентированных на рынок мобильных устройств и планшетов.

SDK Vuforia включает распознавание изображений, SLAM (simultaneous localization and mapping – одновременная локализация и построение карты) и возможности использования датчиков IMU устройства (inertial measurement unit – электронное устройство, которое измеряет и сигнализирует о силе, скорости объекта). На основе указанной функции обеспечивается процесс распознавания 3D-объектов, а также множество облачных сервисов.

2. В 2017 году Apple представила ARKit как новый framework, позволяющий разработчикам легко создавать возможности дополненной реальности для iPhone и iPad. Эта

функция интегрирована в iOS 11, но ограничена для использования с iPhone и iPad с процессорами Apple A9 или A10.

3. ARCore – это платформа от Google аналог ARKit. ARCore запоминает окружение и размещает на поверхностях виртуальные объекты. Используется технология отслеживания движения на основе камеры телефона. В основном приложение поддерживает Android-устройства, но есть возможность для поддержки устройства iOS.

В состав таких устройств входит модуль SLAM, который частично восстанавливает среду для стабилизации слежения. В то время как ARCore обычно обеспечивает хорошие результаты [9, 10] в помещении и в меньшей степени в наружных средах недостаток заключается в том, что он не локализует устройство в системе координат привязки.

Приведем примеры аналогов приложений.

ArcGIS 360 VR – это мобильное или веб-приложение, которое позволяет пользователям быстро погрузиться в трехмерные модели города, телепортируясь на статические точки обзора и сравнивая различные сценарии городского дизайна. Приложение предназначено для общественности и заинтересованных сторон, не имеющих опыта работы с ГИС или 3D, которым необходимо испытать трехмерную веб-сцену в захватывающей манере. Приложение работает как инструмент для просмотра улиц, в котором пользователь может просто осмотреться со статической точки обзора и телепортироваться в другую панораму – в основном, переходя в другую точку пространства без необходимости физического перемещения.

Desktop VR – аналогичный рабочий процесс был продемонстрирован на последнем мероприятии Esri DevSummit в Палм-Спрингс, демонстрируя, как трехмерный контент из CityEngine можно использовать в Unity, кроссплатформенном игровом устройстве для разработки мобильных, браузерных, консольных и настольных игр.

Затем этот контент можно использовать для приложений VR, поскольку Unity также является отправной точкой для разработки приложений VR для гарнитур, таких как HTC Vive, Oculus Rift, Gear VR, Hololens и других.

ArcGIS Runtime SDK for .NET-разработчиками было проиллюстрировано то, как

ArcGIS Runtime SDK for .NET может использоваться для VR и AR. Полнофункциональное решение VR / AR добавляет новый режим рендеринга «стерео-дисплей» к существующим SDK среды выполнения, состоящий из двух отдельных изображений с немного разных точек зрения, создавая ощущение виртуальной реальности.

uGeo – в июле 2022 года Esri Labs анонсировала новое мобильное приложение дополненной реальности для данных ГИС под названием AuGeo, которое позволяет пользователям переносить данные из существующих точечных векторных слоев ArcGIS в мобильное приложение дополненной реальности. Это исследовательский проект Esri Labs, и пока доступно не так много информации или вариантов использования. Качество датчиков и данных имеет решающее значение для успешного обнаружения активов (скрытых) с помощью приложения.

GeoBoids – первое геолокационное приложение AR было разработано в HIT Lab NZ в проекте 2011/2012 гг., где игроки могут бегать и ловить геометрических существ из другого измерения, используя телефон Android.

Ingress – это мобильная игра с дополненной реальностью, основанная на местоположении, разработанная компанией Niantic из Google в 2012. Игра состоит из захвата «порталов» на местах культурного значения, достопримечательностей, памятников и т. д. Можно осуществлять связь различных объектов для создания виртуальных треугольных «контрольных полей» над географическими областями.

Pokémon Go – бесплатная AR-игра с геолокацией, разработанная Niantic для устройств iOS и Android. В этой игре игроки используют возможности GNSS (Global Navigation Satellite System – система, предназначенная для определения местоположения) мобильного устройства для поиска, захвата, сражения и обучения виртуальных существ, называемых покемонами, которые появляются на экране, как если бы они находились в том же реальном месте, что и игрок. В подобных играх визуализация объектов будет происходить таким же образом, на основе тех же принципов, как это мы предлагаем рассматривать в строительной сфере.

Виртуальные элементы рассматриваются в качестве важной части систем AR. Для

того, чтобы было обеспечено взаимодействие в реальном времени, они должны отображаться несколько раз в секунду. В целом, рендеринг в реальном времени описывается как быстрое создание и отображение изображений, называемых кадрами, на мониторах.

Графика обрабатывается в реальном времени при частоте не менее 15 кадров в секунду (FPS), хотя при этом может наблюдаться некоторое мерцание. Как правило, 60 кадров в секунду – это хорошее значение для плавной визуализации, не позволяющее человеческому глазу различать отдельные кадры. FPS обычно зависит от сложности вычислений в каждом кадре.

ARCore базируется на 3 функциях, которые позволяют визуализировать объекты в реальном пространстве.

1. Motion tracking (Отслеживание движение объекта в виртуальном пространстве).
2. Environmental understanding (Мониторинг окружающей среды).
3. Light estimation (Определение освещённости).

Рассмотрим каждую функцию более подробно:

1. Motion tracking (отслеживание движения объекта в виртуальном пространстве). Одна из самых важных функций, которые делают такие системы, ARCore – отслеживание движения. Платформы в дополненной реальности должны понимать, когда совершается действие. Общая технология, которая стоит за этим, связанная с одновременной локализацией и отображением – SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). То есть, реализуется процесс, с помощью которого такие устройства, как роботы и смартфоны анализируют, понимают и ориентируются в физическом мире. При функционировании SLAM требуется оборудование для сбора данных [11, 12] с камер, датчиков глубины, датчиков света, гироскопов и акселерометров. ARCore использует все это для создания и понимания среды, где информация применяется для правильной визуализации, обнаруживая плоскости и характерные точки для установки соответствующих привязок. В частности, ARCore применяет процесс под названием Concurrent Odometry and Mapping или COM. COM сообщает смартфону, где он находится в пространстве, по отношению к окружающему миру. Это достигается путем

захвата характерных точек. Этими характерными точками могут быть край стула, выключатель света на стене, угол стола или что-либо еще, что может оставаться видимым и размещается в реальном мире.

Многие существующие на сегодняшний день смартфоны имеют гироскопы для измерения угла телефона и акселерометры для измерения скорости телефона. Захваченные характерные точки в инерциальных данных работают вместе для того, чтобы помочь ARCore определить позицию телефона. Теперь, когда ARCore знает позицию телефона, он знает, где он должен разместить цифровой объект. Виртуальные объекты должны иметь место и быть в нужном масштабе. Позиция означает положение любого объекта и ориентацию на окружающий его мир. Теперь, когда ARCore знает позицию телефона, он знает, где разместить цифровые объекты.

2. Environmental understanding (мониторинг окружающей среды). Это позволяет платформе обнаруживать плоские поверхности, такие как пол или столы. В основе так называемого «environmental understanding» – технология SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

3. Light estimation (определение освещённости).

ARCore наблюдает за окружающим освещением, в связи с этим появляется возможность осветить виртуальный объект, согласовать подсветку с фоном и добиться реалистичного отображения. Lighting Estimation – делает всю работу за вас, предоставляя подробные данные, которые позволяют имитировать различные сигналы освещения при рендеринге виртуальных объектов. Такие сигналы как: тени, заливка, окружающий свет, зеркальные блики и отражения [3].

Вывод. Таким образом были рассмотрены ключевые особенности технологий виртуальной и дополненной реальности. Данная технология может быть полезна при проектировании различных объектов в строительной сфере.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Филипова В. Н. О применении информационных технологий в туристической сфере / В. Н. Филипова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 112-113.

2. Преображенский Ю. П. Характеристики информационно-образовательного пространства вуза / Ю. П. Преображенский // Антропоцентрические науки: инновационный взгляд на образование и развитие личности. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 218-219.

3. Мишин Я. А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я. А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153-156.

4. Преображенский Ю. П. Информационная безопасность – вызовы современного мира / Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 2 (21). – С. 60-63.

5. Львович Я. Е. Многометодный подход к моделированию сложных систем на основе анализа мониторинговой информации / Я. Е. Львович, А. В. Питолин, Г. П. Сапожников // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 2 (25). – С. 301-310.

6. Львович Я. Е. Анализ особенностей приема и передачи сигналов в компьютерных сетях / Я. Е. Львович, Ю. П. Преображенский, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1 (40). – С. 75-78.

7. Русанов П. И. Проблемы сетевого моделирования / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2019. – № 1 (28). – С. 64-66.

8. Родионова В. О. Исследование и моделирование организационной культуры региональных конкурентоспособных машиностроительных предприятий / В. О. Родионова, Н. В. Федоркова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 3 (38). – С. 7-8.

9. Коровин Е. Н. Применение методики "Servqual" с проведением HR-бенчмаркинга для оценки удовлетворенности персонала организации / Е. Н. Коровин, М. В. Кривоносова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 3 (38). – С. 1-2.

10. Акулова А. Д. Разработка матрицы для Swotанализа на основе ключевых параметров и критериев, учитывающих особенности управления медицинской организацией /

А. Д. Акулова, Е. Н. Коровин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 3 (38). – С. 5-6.

11. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

12. Преображенский Ю. П. Проблемы компьютерного моделирования физических процессов / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 9-й Всероссийской

научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 276-279.

13. Потудинский А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. В., Преображенский А. П. // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. № 2 – (29). – Доступно по:

<https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=786>  
(дата обращения 10.09.2022).

## **THE APPLICATION STUDY AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

**© 2023 A. M. Bondarenko, A. P. Preobrazhenskiy**

*Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

*Augmented reality allows the user to conduct tests in an interactive environment, observing the real world, supplemented by digital objects. This paper examines the features of augmented reality from the point of view of application in the construction sphere. The results can be applied to an information and communication system for geo-referencing data.*

*Keywords: augmented reality, automation, construction sphere.*