

СПОСОБЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С РЕАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Кузмин И.А., Анацко Д.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Исследованы методы взаимодействия дополненной реальности (AR) с реальными объектами, сосредотачиваясь на распознавании и отслеживании объектов. Рассмотрены основные этапы отслеживания объектов в AR. Изучены различные механизмы взаимодействия в AR.

Ключевые слова. *Augmented Reality, ARCore*, дополненная реальность.

Введение. Технология, известная как дополненная реальность (*Augmented Reality, AR*), позволяет в реальном времени внедрять сгенерированные компьютером изображения в физический мир. Приложения AR используют камеру и датчики вашего устройства, чтобы определить, где вы находитесь и что вам показывать. Даже если вы никогда раньше не слышали об AR, вы наверняка видели, как она используется. Известная игра *Pokémon Go* – один из примеров. Другие примеры – *TikTok* и фильтры *Snapchat*.

Дополненная реальность. Накладывая цифровые данные на реальный мир, технология дополненной реальности (AR) улучшает восприятие действительности. Она объединяет физический мир с искусственно созданными виртуальными компонентами, такими как 3D-модели, видео, музыка и текст. Например, дополненная реальность позволяет зрителям просматривать 3D-модель здания и получать доступ к таким деталям, как размеры здания или его строительные материалы. Кроме того, с помощью AR мы можем видеть анимированных персонажей в таких играх, как *Pokemon Go*, и анализировать игры *NFL*. С другой стороны, виртуальная реальность погружает пользователя в совершенно иной, сгенерированный компьютером мир, например, в визуализированную сцену или виртуальную обстановку [1]. Сочетание дополненной и виртуальной реальности может полностью изменить то, как мы взаимодействуем с окружающим миром и воспринимаем его.

Отслеживание объектов в AR. Отслеживание объектов – это основная функция AR, которая позволяет виртуальным объектам плавно взаимодействовать с реальным миром [2-4]. Фазы отслеживания объектов:

1 **Обнаружение объектов** – это начальный этап отслеживания объектов, на котором AR-система распознает и локализует объекты, представляющие интерес в потоке камеры. Это достигается путем анализа визуального ввода с помощью алгоритмов компьютерного зрения для определения наличия и расположения предметов.

2 **Распознавание объектов:** после обнаружения предметов AR-система сравнивает их с базой данных известных вещей, чтобы распознать и классифицировать их. Для распознавания предметов и соотнесения их с виртуальной информацией используются такие методы распознавания объектов, как сопоставление изображений, извлечение признаков и машинное обучение.

3 **Отслеживание объектов и оценка их положения** – после распознавания объектов AR-система отслеживает их перемещение и оценивает их позу (положение и ориентацию) в режиме реального времени. Это достигается путем непрерывного анализа данных датчиков и обновления положения и ориентации виртуального контента относительно отслеживаемых объектов.



Рисунок 1 – Этапы отслеживания объектов

4 *Закрепление виртуального контента* – после отслеживания объектов и оценки их положения *AR*-система закрепляет виртуальный контент на физических объектах. Это подразумевает выравнивание виртуальных объектов с отслеживаемыми в режиме реального времени, чтобы они плавно взаимодействовали с реальной средой. В виртуальный контент могут быть включены *3D*-модели, фотографии, кадры и другие цифровые материалы, которые улучшают впечатление пользователя от окружающей обстановки.

5 *Обработка окклюзии* - важнейший компонент отслеживания объектов в *AR*. Он относится к способности *AR*-системы правильно генерировать виртуальный материал, соблюдая при этом окклюзионную связь между реальными и виртуальными объектами. Например, если виртуальный объект расположен за реальным объектом, *AR*-система должна гарантировать, что виртуальный объект будет заметно затенен, что приведет к более реалистичному и захватывающему восприятию [5].

Отображение отслеживания объектов в *AR*. Чтобы лучше понять функциональность отслеживания объектов в дополненной реальности, рассмотрим следующий сценарий [6].

Система *AR* использует встроенные камеры для захвата визуальной информации. Алгоритмы компьютерного зрения анализируют изображение с камеры, обнаруживают объекты и распознают их на основе уже имеющихся знаний или баз данных.

Система отслеживает перемещение обнаруженных объектов и оценивает их положение в реальном времени, используя данные датчиков – гироскопов и акселерометров. Она постоянно обновляет положение и ориентацию виртуального контента, выравнивая его в соответствии с отслеживаемыми объектами.

Когда камеры *AR*-очков наводятся на стол, *AR*-система распознает его как плоскую поверхность и отслеживает его положение и ориентацию. Затем она присоединяет виртуальное *3D*-изображение чашки к столу, создавая впечатление, что чашка была поставлена на стол физически. Когда оператор перемещается или взаимодействует с реальной чашкой, *AR*-система отслеживает движение стола и соответствующим образом корректирует положение и ориентацию виртуальной чашки, поддерживая иллюзию того, что чашка является частью реальной среды.

Типы механизмов взаимодействия в *AR*. Перед созданием *AR*-приложения важно тщательно продумать *UI/UX*-дизайн, чтобы наилучшим образом использовать минимальное пространство дисплея телефона и дать ему наибольшие шансы на успех у пользователей. Итак, типы механизмов взаимодействия в *AR* [7]:

1 *Drag and Drop* – эта функция позволяет пользователям перетаскивать объекты из меню цифровых *3D*-активов "на экран", чтобы разместить их на реальной поверхности (которая была пространственно отображена *ARCore*) [8].

2 *Голос* – голос быстро становится мощным интерактивным инструментом, который создатели могут встроить в *AR*-приложения. Встраивание запрограммированных голосовых

команд позволяет пользователям выполнять определенные действия в *AR*-приложении. Чаще всего это происходит за счет встраивания *Google Assistant SDK* для добавления голосового взаимодействия.

3 *Tap* – с помощью механики *tap* пользователи могут размещать объекты в реальном мире, касаясь экрана. В *ARCore* используется технология *raycasting* (использование луча к поверхности в качестве теста на пересечение), которая проецирует луч, помогая оценить, куда следует поместить *AR*-объект, чтобы он правдоподобно отобразился на поверхности реального мира. Еще один способ использования тапов – это взаимодействие с цифровым объектом, который уже размещен в сцене. Например, приложение позволяет анимировать *3D*-объект, когда пользователь нажимает на него.

4 *Pinch and zoom* – эта механика позволяет пользователям увеличивать или уменьшать *3D*-объект - или использовать это взаимодействие в творческих целях для создания игры или пользовательского опыта. Например, с ее помощью можно натянуть тетиву лука в игре "лук и стрела".

5 *Слайд* – пользователи могут взаимодействовать с *3D*-объектами с помощью скольжения, которое переводит (или перемещает) объекты в сцене, или использовать его в качестве игровой механики. Например, вы создаете *AR*-игру по бросанию бумаги. Вы можете включить слайд-взаимодействие, чтобы пользователи могли проецировать или бросать бумаги в мусорный бак.

6 *Наклон* – с помощью акселерометра и гироскопа наклон телефона также можно использовать в качестве входных данных для творческих взаимодействий. Простым примером может быть создание механики "руля" для гоночной *AR*-игры.

7 *Lean Touch* – это технология ввода, которая позволяет невероятно легко работать с жестами (например, щипок, вращение) на всех устройствах и разрешениях. С помощью *Lean Touch* выбор объектов, моделирование прикосновений и работа с жестами становятся очень простыми. С помощью жестов пользователи могут перемещать или поворачивать трехмерные объекты, расположенные на реальной поверхности. Вместо того чтобы добавлять различные клавиши иконок и объяснять, что все эти иконки означают, лучше использовать *lean touch*, поскольку пользователи уже знакомы с жестами, так как ежедневно используют их при работе со смартфонами.

Механизмы взаимодействия, поддерживаемые *HoloLens* [9]:

1 *Взгляд* – самый простой способ выбора – взглянуть на элемент (например, меню или кнопку). Если элемент имеет поле или круг выбора, вы можете выбрать элемент, просто взглянув на зону нажатия кнопки. Элемент будет выбран, когда поле или круг заполнятся;

2 *Жест Bloom* – жест *bloom* открывает меню "Пуск" или меню "Быстрые действия", в зависимости от того, какую версию *HoloLens* вы используете. Если вы не знаете, что делать в какой-либо момент, жест *bloom* (рисунок 2) - это отличный способ сориентироваться. Чтобы выполнить жест *bloom*, сделайте следующее: вытяните руку ладонью вверх и соедините кончики пальцев. Затем раскройте ладонь;

3 *Жест Air Tap* – используйте воздушный тап вместе с взглядом, чтобы выбрать голограммы. Чтобы сделать воздушный тап: посмотрите на голограмму, держите руку прямо перед собой в сжатом кулаке, а затем направьте указательный палец прямо вверх, постучите пальцем вниз, а затем быстро поднимите его обратно.

4 *Air Tap и удержание* – используйте нажатие и удержание для перемещения, поворота или масштабирования голограмм при создании. Чтобы выполнить воздушный тап, начните с воздушного тапа, но опустите палец вниз, а не поднимайте его снова вверх.

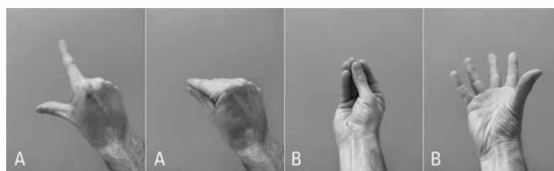


Рисунок 2 – Пример *Microsoft*, показывающий, как пользователь выполняет "Air Tap" (A) и "Bloom" (B)

Заключение. Дополненная реальность (AR) представляет собой важный и динамично развивающийся сегмент современных технологий, который открывает множество новых возможностей взаимодействия с реальным миром.

Механизмы взаимодействия в AR, такие как перетаскивание объектов, использование голоса, касание, масштабирование и жесты, предоставляют пользователям широкий спектр возможностей для управления виртуальными объектами в реальном мире. Эти механизмы не только делают взаимодействие с AR более естественным и интуитивным, но и позволяют расширить возможности применения AR в различных областях, включая образование, маркетинг, медицину и многое другое.

С развитием технологий и появлением новых устройств AR (пример: гарнитуры дополненной реальности и мобильные приложения) ожидается дальнейшее расширение областей применения AR и улучшение пользовательского опыта взаимодействия с технологией.

Список литературы

1. *Augmented Reality (AR): Experience the World through Technology and Immersion* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.clickworker.com/customer-blog/augmented-reality/>. – Дата доступа: 09.04.2024.
2. *How does object tracking work in augmented reality* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.educative.io/answers/how-does-object-tracking-work-in-augmented-reality>. – Дата доступа: 09.04.2024.
3. *Поле боя — дополненная реальность. Часть II: как распознать объект и показать 3D модель* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/343648/>. – Дата доступа: 09.04.2024.
4. *Технология дополненной реальности AR* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://funreality.ru/technology/augmented_reality/. – Дата доступа: 09.04.2024.
5. *AR — XR/MR — AV. Часть 2. Технология AR: camera tracking, real-time render, CG content* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://medium.com/@multimedia_world/ar-xr-mr-av-часть-2-технология-ar-camera-tracking-real-time-render-cg-content-4809e0ed392f – Дата доступа: 09.04.2024.
6. *What are the current trends and innovations in AR object recognition for navigation and mapping?* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.linkedin.com/advice/0/what-current-trends-innovations-ar-object-recognition>. – Дата доступа: 09.04.2024.
7. *Designing Augmented Reality Apps: Interacting with Objects* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dummies.com/article/technology/programming-web-design/general-programming-web-design/designing-augmented-reality-apps-interacting-with-objects-256456/>. – Дата доступа: 09.04.2024.
8. *Руководство по проектированию интерфейсов с Drag and Drop* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/791294/>. – Дата доступа: 09.04.2024.
9. *Interaction Methods in AR* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/@poojabharti2304/interaction-methods-in-ar-8dd899dfea05>. – Дата доступа: 09.04.2024.

UDC 004.921

REALIZATION OF OBJECTS WITH THE APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Kuzmin I.A., Anatsko D.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus (style T-institution)

Piskun G.A. – assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The issues of the development of augmented reality technology are considered, taking into account the possibility of integration into a person's everyday life. It has been established that the concept of augmented reality technology involves the use of various tools and wide opportunities in their use.

Keywords. *Augmented Reality, ARCore.*