

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической теории упругости и биомеханики

**Использование технологий дополненной реальности в дизайне и  
архитектуре**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 442 группы

направления 09.03.03 «Прикладная информатика (прикладной бакалавриат)»

механико-математического факультета

Назаровой Ольги Алексеевны

Научный руководитель  
доцент, к.ю.н.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.В. Амелин

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Л.Ю. Коссович

## **Введение**

В современных реалиях новой экономики наличие технологии дополненной реальности в дизайне и архитектуре становится важным фактором. Агентства и компании, которые не используют технологии для своего развития, в большинстве случаев уступают по привлекательности тем, которые это делают.

Использование инновационных технологий, таких как технологии дополненной реальности, являются актуальными, ведь образования населения растет, а вместе с ним и заинтересованность новыми технологиями. В таком плане агентства могут дать своим клиентам более наглядную и запоминающуюся информацию, что позволит узнать клиентам больше информации об их заказе.

Проблему данного исследования составляет вопрос, как использовать технологии дополненной реальности в дизайне и архитектуре?

Объектом и предметом исследования являются технологии дополненной реальности в дизайне и архитектуре.

Целью данной работы является проектирование и частичная реализация приложения с использованием технологии дополненной реальности в дизайне и архитектуре. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение основных понятий, возможностей, связанных с дополненной реальностью, а также анализ сфер ее использования;
2. Анализ и выбор наиболее подходящей технологии для реализации;
3. Составление структуры системы;
4. Частичная реализация приложения с помощью выбранных средств.

В ходе работы были применены следующие методы: анализ и систематизация литературы по проблеме, мониторинг интернет ресурсов.

**Структура и объем работы.** Бакалаврская работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка используемых источников, включающего 30

наименований. Работа изложена на 43 листах машинописного текста без приложений, содержит 15 рисунков.

**Основное содержание работы.** Во введении описывается актуальность поставленной задачи, объект и предмет исследования, а также сформулирована цель работы и задачи.

Первая глава состоит из трех разделов. В ней рассмотрены основные понятия, возможности и сферы использования технологии дополненной реальности.

Дополненная реальность или иной мир (англ. augmented reality, AR «дополненная реальность») - воспринимаемая смешанная реальность (англ. mixed reality), создаваемая с помощью компьютера с использованием «дополненных» элементов воспринимаемой реальности (когда реальные объекты монтируются в поле восприятия).

Иногда в качестве синонимов используют термины «расширенная реальность», «улучшенная реальность», «обогащённая реальность», «увеличенная реальность». Правда, такое использование названных терминов в общем случае неправильно, - данные термины применимы лишь для обозначения определённых форм и аспектов практического применения дополненной реальности.

Иногда дополненную реальность путают с виртуальной реальностью, но в 1994 году Пол Милгром и Фумио Кисино описали континуум «виртуальность-реальность», как пространство между реальностью и виртуальностью, между которыми расположены дополненная реальность и дополненная виртуальность (рисунок 1). Дополненная реальность – лишь результат добавления к воспринимаемым элементам реального мира мнимых объектов, обычно вспомогательно-информативного свойства. В европейском научном сообществе данное направление приобрело четко устоявшуюся терминологию Augmented Reality (AR) [1].



Рисунок 1 - Континуум Реальность-Виртуальность по Милграму-Кисино

Так же в 1997 году Рональд Азума определил дополненную реальность как систему, в которой:

- Совмещается виртуальная и реальная действительности;
- Процесс взаимодействия осуществляется в режиме реального времени;
- Работает в трёхмерном пространстве [2].

Понятие дополненной реальности включает в себя несколько возможностей:

1. Визуализация – объект может быть визуализирован непосредственно в контексте его эксплуатации;
2. Контекстные операции (триггеры) - объекты реального мира, геопозиция или положение в пространстве используются пользователем как триггеры для вызова релевантной операции;
3. Визуальные указания (ассистирование) - задачи, связанные с визуальными указаниями, подразумевают какой-либо протекающий процесс, в ходе которого система оказывает контекстно зависимую информационную поддержку пользователю.

Из-за универсальности, дополненная реальность находит применение в различных областях жизнедеятельности общества: реклама и маркетинг, архитектура, медицина, военное дело, туризм. Именно по этой причине ей отводится не последняя роль в становлении будущего человечества, чем объясняется повсеместное использование сегодня, несмотря на короткий срок ее существования.

Вторая глава состоит из трех разделов. В ней были проанализированы понятия трекинга и трёхмерной визуализации, а также выбраны наиболее подходящие технологии для их реализации.

Трекинг – это сложный процесс, связанный с отслеживанием положения наблюдателя относительно окружающей обстановки. Он является одной из важнейших составляющих в реализации технологии дополненной реальности [3].

Существует несколько возможных подходов к реализации трекинга на массовых мобильных устройствах:

1. Функционал трекинга не реализуется. Составляется некий коллаж из изображений объектов. При этом фоном может выступать как видеопоток с камеры, так и статичное изображение.

2. Имплементация трекинга на основе датчиков ускорения и положения устройства. Позволяет реализовать трекинг с тремя степенями свободы: наклон устройства по трём осям. Однако в этом случае отсутствуют данные о расстоянии от камеры до объекта, что является серьезным недостатком, так как влечет отображение объекта в некорректном масштабе.

3. Оптический трекинг. Является более функциональным, так как предоставляет трекинг с шестью степенями свободы, что позволяет реализовать полноценную дополненную реальность и наиболее точно вписать виртуальный объект в реальное окружение с соблюдением корректного масштаба и ракурса. Однако для работы с данным подходом требуется дополнительный внешний маркер для отслеживания.

В ходе анализа был выбран оптический трекинг, основанный на маркерах, т.к. он является более функциональным для решения поставленной цели.

Для реализации оптического трекинга, основанного на маркерах было решено выбрать набор средств разработки Qualcomm Vuforia [4]. Данная разработка основывается на алгоритмах научной организации по разработкам в области дополненной реальности: Christian Doppler Laboratory on Handheld

Augmented Reality [5]. Главным фактором для выбора именно данного средства является то, что оно изначально разрабатывалось для работы на мобильных устройствах.

Главными преимуществами Vuforia являются:

- Поддержка различных типов маркеров;
- Характеристики трекинга на уровне коммерческих аналогов;
- Удобство использования;
- Крупное сообщество разработчиков;
- Отличная интеграция с игровым движком Unity;
- Бесплатное распространение.

Использование Vuforia заметно сокращает время разработки [6].

Целью приложения будет являться работа с объектами относительно больших размеров, такими как предметы мебели и здания, поэтому необходимо обеспечить корректное функционирование трекинга на большой дистанции, хотя бы до размера средней комнаты или небольшого участка.

Разработчики программного обеспечения для трекинга Vuforia заявляют, что соотношение максимальной дистанции для распознавания и корректной работы маркера к его размеру должно быть приблизительно 10 к 1. Поэтому, для определения необходимого размера маркера представляется возможным использовать формулу (1):

$$s = 10c, \quad (1)$$

где  $s$  – дистанция,  $c$  – диагональ маркера (рисунок 2).

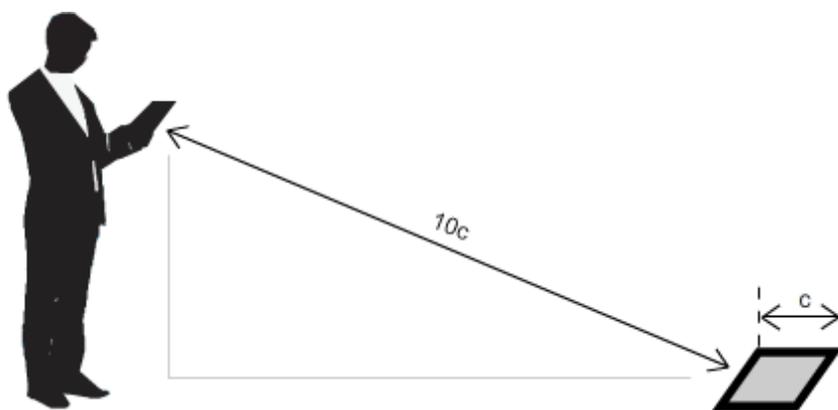


Рисунок 2 – Соотношение размера маркера и дистанции распознавания

Однако необходимо учитывать, что эта величина приблизительная и зависит от некоторых факторов:

- Условия освещения при работе приложения;
- Чувствительность сенсора камеры устройства;
- Режим фокусировки камеры;
- Рисунок маркера;
- Угол наклона камеры.

Выбранный компонент для трекинга предоставляет возможность работы с маркерами четырех типов:

- Single Image ((Image targets, маркеры на основе трекинга особенностей изображения) – базовый вид маркеров, который представляет собой обычную картинку. Позволяют работать при маленькой дистанции и распознаваемы при видимой области маркера 50% и менее.

- Cuboid (Simple 3D targets) – это маркеры в виде прямоугольных параллелепипедов.

- Cylinder (Cylinder targets) – этот вид маркеров, представляет собой усеченный конус с возможностью задавать диаметры оснований.

- Frame markers (фрейм-маркеры) – это квадратное изображение, имеющее черно-белую рамку с закодированным числом (от 0 до 511) [7].

Для минимизации пользовательских действий было решено использовать только один маркер на основе трекинга особенностей изображения, расположенный на полу (земле) или закрепленный на стене.

Трёхмерная графика (3D) – раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), призванных обеспечить пространственно-временную непрерывность получаемых изображений.

Поверхности трехмерных объектов в компьютерной графике изображаются с помощью полигональной сетки, то есть совокупности

вершин, рёбер и граней, которые определяют форму многогранного объекта в трёхмерной компьютерной графике и объёмном моделировании.

Визуализация (рендеринг) – создание цифрового растрового изображения по разработанной трёхмерной сцене.

Визуализация подразумевает под собой работу с:

1. Текстурами объектов;
2. Источниками освещения;
3. Диффузными поверхностями – поверхностями, для которых свет, распространяющийся в произвольном направлении, освещает каждую их точку;

Одной из наиболее важных операций рендеринга является проекция трёхмерной сцены на двумерный экран из произвольного положения камеры. Основной частью этой операции является спецификация преобразования изображения: матрица преобразования преобразует координаты точек объектов в трёхмерном пространстве в координаты существующих точек в плоскости изображения, выраженные в положении пикселей.

В ходе поиска и анализа в качестве основы для программной реализации системы была выбрана среда разработки Unity [8] - высокоуровневая среда разработки для приложений и игр, включающая мощный редактор с графическим интерфейсом и графический движок, оптимизированный для работы на любых устройствах, в том числе мобильных.

Третья глава состоит из трех разделов. В ней была разработана структура системы, методики интерактивной визуализации, а также частично реализовано приложение.

Структура системы визуализации средствами технологии дополненной реальности состоит из базовых компонентов, представленных на рисунке 3.

В соответствии с результатами анализа литературы был спроектирован прототип графического интерфейса пользователя, который обеспечивает

взаимодействие пользователя с системой. С его помощью возможно выбрать визуализируемый объект и сменить его цвет по нажатию кнопки.

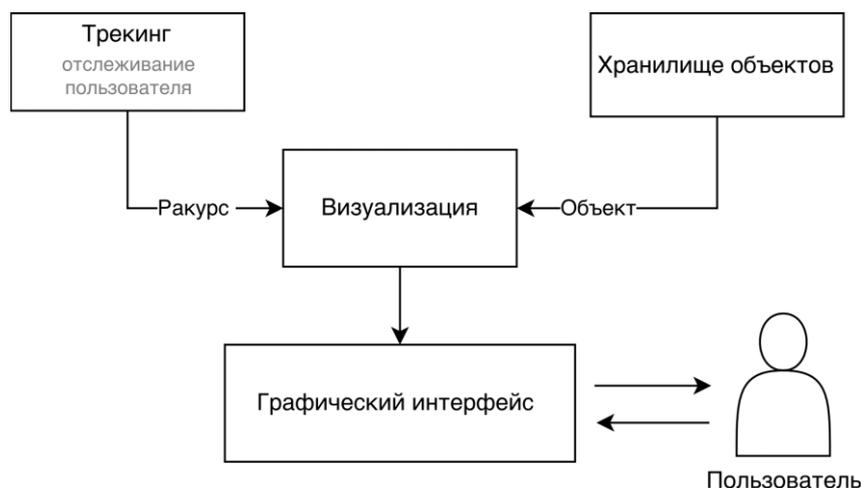


Рисунок 3 – Основные элементы системы визуализации с технологией дополненной реальности

Объект может иметь различные параметры, например, различные варианты цвета, текстур, материалов и так далее. Был реализован просмотр и изменение данных параметров в режиме реального времени. Разработанный подход обеспечивает простое взаимодействие пользователя с системой.

При визуализации средствами дополненной реальности графический интерфейс должен обеспечивать доступ пользователя к просмотру информации по различным вариантам объектов, их цветов и возможность их смены, а также выход в меню и из приложения. Все перечисленные действия должны изменяться динамически.

Была разработана методика динамического изменения параметров объекта, то есть при наличии у объекта нескольких возможных вариантов расцветки, пользователь через взаимодействие с интерфейсом выбирает соответствующий вариант. Данная операция занимает доли секунд.

В ходе анализа литературы, была встречена работа «Достижение удобного взаимодействия большими пальцами на планшетных компьютерах на примере Windows 8» [9], в которой описаны результаты исследования по определению наиболее удобных областей для работы большими пальцами рук и размещению часто используемых элементов интерфейса (рисунок 4).

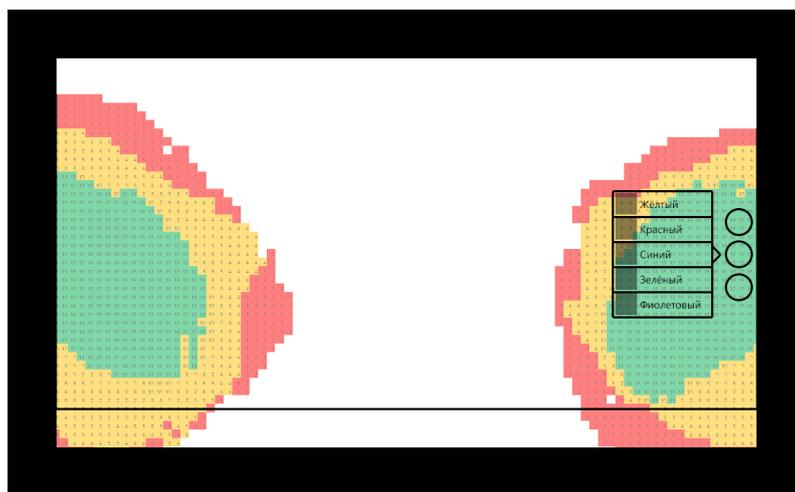


Рисунок 4 – Совмещение прототипа интерфейса и областей доступа больших пальцев

В процессе проектирования необходимо провести оценку того, какие из элементов интерфейса будут более востребованными, чтобы в дальнейшем расположить их в зоне доступности. Таким образом, часто используемые элементы интерфейса находятся в областях с наилучшими показателями доступности.

**Заключение.** В процессе выполнения бакалаврской работы была поставлена цель – спроектировать и частично реализовать приложение с использованием технологии дополненной реальности в дизайне и архитектуре.

Для реализации данной цели были решены следующие задачи:

1. Изучение основных понятий, возможностей, связанных с дополненной реальностью, а также анализ сфер ее использования;
2. Анализ и выбор наиболее подходящей технологии для реализации;
3. Составление структуры системы;
4. Частичная реализация приложения с помощью выбранных средств.

В итоге было частично реализовано приложение с оптическим трекингом на основе маркеров с помощью программных средств Qualcomm Vuforia и Unity.

## Список использованных источников

1. Википедия [Электронный ресурс] : свободная энциклопедия / текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike ; Wikimedia Foundation, Inc, некоммерческой организации. - Электрон. дан. (1529835 статей, 5821694 страниц, 215628 загруженных файлов). - Wikipedia®, 2001- . – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная\\_реальность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная_реальность) (дата обращения: 18.02.2019). - Загл. с экрана. - Последнее изменение страницы: 15:29, 18 февраля 2019. – Яз. рус.
2. Горбунов А. Дополненная реальность в авиации / Горбунов А., Нечаев Е., Теренци Г. – Litres, 2014.
3. Zhou F., Duh H. B. L., Billinghurst M. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR //Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. – IEEE Computer Society, 2008. – P. 193-202.
4. Vuforia Developer Portal [Электронный ресурс] // Vuforia SDK [Официальный сайт]. URL: <http://developer.vuforia.com> (дата обращения: 30.04.2019).
5. Handheld Augmented Reality [Электронный ресурс] // Christian Doppler Laboratory on Handheld Augmented Reality [Официальный сайт]. URL: <http://handheldar.icg.tugraz.at/> (дата обращения: 02.05.2019).
6. Ibañez A. S., Figueras J. P. Vuforia v1. 5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities : дис. – Master Thesis, Universitat Politècnica De Catalunya, 2013.
7. Статья «Vuforia: немного магии в нашей реальности» [Электронный ресурс]: сайт. <https://habr.com/ru/post/198862/>
8. Unity [Электронный ресурс] // Unity Technologies [Официальный сайт]. URL: <https://unity.com> (дата обращения: 30.04.2019).
9. Odell D., Chandrasekaran V. Enabling comfortable thumb interaction in tablet computers: a Windows 8 case study //Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. – SAGE Publications, 2012. – Т. 56. – №. 1. – С. 1907-1911.