Создание системы взаимодействия с объектами дополненной реальности

Калинин Даниил Евгеньевич, Радькин Кирилл Алексеевич

МАОУ «Лицей №97 г. Челябинска», 10м1 класс

Научный руководитель:

Саканов Дамир Муратович

педагог дополнительного образования

МАОУ «Лицей №97 г. Челябинска»

Работа к защите допущена \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ // Саканов Дамир Муратович

[Введение 3](#_Toc6939161)

[Глава 1. Изучение литературы 5](#_Toc6939162)

[1.1. Разработка в Processing 5](#_Toc6939163)

[1.2. Разработка в Unity-3D 8](#_Toc6939164)

[1.3. Изучение способов отслеживания перемещения 8](#_Toc6939165)

[1.3.1 Акустические методы 9](#_Toc6939166)

[1.3.2 Радиочастотные методы 9](#_Toc6939167)

[1.3.3 Магнитные методы 10](#_Toc6939168)

[1.3.4 Оптические методы 10](#_Toc6939169)

[1.3.5 Инерциальный трекинг 11](#_Toc6939170)

[Глава 2. Разработка принципа работы модели 13](#_Toc6939171)

[2.1 Выбор оборудования 13](#_Toc6939172)

[Список литературы 13](#_Toc6939173)

# Введение

Прогресс человечества растет с невероятной скоростью. Прямо сейчас по всему миру происходит столько же научных открытий, сколько произошло за весь 15 век. Ежеминутно создаются новые системы, призванные упростить повседневную жизнь человека. В качестве примера, приведем несколько таких систем. IOT[[1]](#footnote-1)-устройства, расположенные как в доме, так и в промышленном производстве, могут послужить хорошим примером, поскольку получили широкое распространение относительно недавно. Такие устройства позволяют осуществлять автоматический сбор и анализ данных, например, IOT-холодильник способен автоматически заказывать в интернет-магазине, а IOT-склад способен автоматически вести учет товара. Еще одним примером может стать технология компьютерного зрения и машинного обучения в целом. Данная система хоть и была разработана довольно давно, в жизнь обычного человека она вошла так же недавно, как и предыдущая. Данная технология используется для анализа больших баз данных и выведения закономерностей. Подборка фильмов, из учета ваших интересов, распознавание номера автомобильного знака по фото, сделанным камерой контроля скорости, распознавание лица для разблокировки смартфона – это алгоритмы машинного обучения. И последняя в списке примеров, но далеко не последняя по значимости технология – технология AR[[2]](#footnote-2)– дополненной реальности. Технология представляет дополнение нашей с вами реальности (отсюда и название) различными объектами из виртуального мира. От технологий, приведенных выше, эта имеет одно отличие: эта технология почти не используется в нашей повседневной жизни. Эта особенность связана, в первую, по нашему мнению, очередь с тем, что не создано по-настоящему удобной и универсальной системы взаимодействия с AR, а без такой системы, область применения данной технологии урезается мобильными играми и разными развлекательными приложениями. Отсюда вытекает цель нашей работы: разработать и реализовать универсальную интуитивно-понятную систему управления AR-объектами. Актуальность работы заключается в том, что создание такой системы позволит повсеместно распространить AR, а также значительно расширить область применения технологии, кроме того, далее будет рассмотрено, что подобных работ в свободном доступе найдено не было, а, значит, данную работу можно считать уникальной в своем роде. По окончании разработки проекта, все материалы будут выложены в open-source-источники[[3]](#footnote-3) для того, чтобы каждый желающий мог собрать данное устройство, и технология дополненной реальности получила максимально большое распространение.

# Глава 1. Изучение литературы

Перед началом работы необходимо было изучить множество различной литературы. Поскольку наш проект представляет собой систему взаимодействия дополненной реальности и физических объектов, первое, чему было уделено время, – выбор языка программирования и среды разработки для отрисовки объектов дополненной реальности. После тщательного изучения различных IDE[[4]](#footnote-4) и языков программирования, среди которых были, в том числе: С++, Kotlin, Java, C# и Processing, – были отобраны два варианта: Среда Unity 3D или язык программирования Processing. Чтобы использовать в своем проекте наиболее удобный вариант, было решено опробовать обе среды.

## Разработка в Processing

Processing – это подъязык программирования, основанный на java с простым и понятным синтаксисом. Он дает возможность быстро и легко создавать мультимедиа приложения[[5]](#footnote-5). Данный язык используется в основном дизайнерами и художниками. Ниже приведены примеры арт-объектов, созданных, с помощью processing.

  
Рис. 1. Мультимедийный арт-объект, созданный в processing.

  
Рис. 2.   
Мультимедийная динамическая скульптура, созданная в processing.

Разработчики processing создали интерактивный курс, позволяющий изучить основы и синтаксис языка людям, не работавшим ранее с программированием вообще[[6]](#footnote-6). Этот видеокурс удобен тем, что для написания программ, которые используются в качестве примеров, не нужно ничего скачивать. При просмотре курса человеку будет доступно окно ввода кода и вывода результата, код в которых будет помещаться автоматически, в зависимости от того примера, который рассматривается в данный момент в видео, но обучающийся сможет изменять его и наблюдать за результатом.

  
Рис. 3. Страница видеокурса Processing

Таким образом, видно, что Processing имеет большие возможности в реализации графических приложений, а также прост в обучении. К сожалению, Processing – это только подъязык, иными словами, – обертка для Java, специализирующийся на графике, то есть его возможности в других областях довольно узки. В этом мы убедились на собственном опыте, попытавшись написать AR-приложение со следующим принципом работы: программа получает изображение с веб-камеры, и если на этом изображении присутствует некий маркер – специальное изображение, которое будет распознавать программа, например, купюра определенного достоинства, или уникальный рисунок (вообще, AR-маркером может служить любое изображение, главное – обучить программу отличать его от остального фона) – то программа к изображению с веб-камеры добавляет некую 3D-модель. После позиционирования модель на маркере, она должна следовать за маркером, как если бы была настоящей: при повороте маркера – поворачиваться, при перемещении маркера – перемещаться вслед за ним. В следствии узконаправленности Processing, часть с отрисовкой и перемещением 3D-модели была написана нами без особых трудностей, а часть с добавлением изображения с веб-камеры, распознаванием маркера и вообще внедрением AR вызвала такое множество проблем, что мы решили перейти к Unity 3D, опробовать разработку там, и только в случае неудачи вернуться к Processing, либо при необходимости внедрить часть кода на Processing в наш проект, но, в любом случае, отказаться от него, как от основного средства разработки.

## Разработка в Unity-3D

Следующим нашим шагом был переход к Unity-3D. Unity представляет из себя не конкретный язык программирования, а систему, объединяющую среду программирование скриптов[[7]](#footnote-7), инструменты для дизайна приложения, добавления анимации, и т.д. Данная IDE пользуется успехом среди разработчиков игр и мобильных приложений за простоту использования, многофункциональность и широкую область применения.

У системы Unity-3D нет официальных систематизированных обучающих курсов, как у Processing, но, благодаря популярности этой среды разработки, существует множество неофициальных уроков о работе в данной среде. Воспользовавшись одним из таких уроков, мы написали приложение, принцип работы которого изложен в предыдущем параграфе. Вкратце, приложение позиционирует 3D-модель на специальном маркере, а также отслеживает положение маркера и перемещает модель вслед за ним.

## Изучение способов отслеживания перемещения

Дальнейшая информация взята с сайта <https://habr.com/ru/>, ссылка на статью указана в [списке литературы](#_Список_литературы).

Отслеживание перемещения (positional tracking) объектов в пространстве – достаточно сложная задача, и чтобы делать это с достаточно большой точностью необходимо реализовать сочетание аппаратных средств и программного обеспечения.

Методы подходов к решению такой задачи можно поделить на несколько групп:

* Акустические
* Радиочастотные
* Магнитные
* Оптические
* Инерциальные
* Гибридные

Рассмотрим базовые принципы, на которых построены вышеперечисленные методы.

### 1.3.1 Акустические методы

Акустические приборы слежения используют высокочастотные волны для определения положения объекта в пространстве, а именно, замеряя время пролета волны от объекта к одному из датчиков системы, которое пропорционально расстоянию до этого датчика. Измерив эти расстояния, можно однозначно определить положения объекта относительно датчиков.

Акустические трекеры, как правило, имеют низкую скорость обновления, вызванную низкой скоростью звука в воздухе.

### 1.3.2 Радиочастотные методы

Методов, основанных на радиоволнах множество, и по принципам работы они схожи с акустическими, только работают с другими типами волн. Данный способ также является недостаточно точным (точность порядка сантиметров, что является некомфортным для восприятия человеческим глазом).

### 1.3.3 Магнитные методы

Магнитный трекинг[[8]](#footnote-8) основан на измерении интенсивности магнитного поля в различных направлениях. Как правило, в таких системах существует генератор переменного или постоянного магнитного поля.

Точность такого метода может быть достаточно высока в контролируемых условиях, однако в обычных помещениях точность может нарушаться из-за различных проводящих поверхностей или других электронных устройств.

### 1.3.4 Оптические методы

Оптические методы представляют собой комбинацию из алгоритмов компьютерного зрения (или нейронных сетей) и различных отслеживающих устройств, в роли которых могут выступать различные камеры (видимого или инфракрасного диапазона, стерео-камеры[[9]](#footnote-9) и камеры глубины).

Выделяют два подхода для отслеживания положения:

* *Outside-in* – в качестве точки отсчета присутствует внешняя камера, определяющая положение объекта по определенным маякам[[10]](#footnote-10).
* *Inside-out* – обратный метод, точкой отсчета является сам объект, на котором закреплен определенный оптический сенсор, а маяки расположено около объекта



Рис. 4.

Наглядная демонстрация обоих методов трекинга

### 1.3.5 Инерциальный трекинг

Современные инерциальные измерительные системы позволяют отслеживать ориентацию и положение в пространстве с большой точностью и минимальными задержками с помощью таких датчиков, как гироскоп и акселерометр.

Акселерометр[[11]](#footnote-11) – прибор, измеряющий проекцию разности истинного ускорения объекта и гравитационного ускорения по каждой из трех осей. Многие акселерометры оснащены электронной составляющей, способной передавать их показания на различные контроллеры.

Гироскоп – устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, относительно инерциальной системы отсчета. Термин впервые был введен Ж. Фуко в своем докладе в 1852 году во Французской академии наук.

Таким образом, рассмотрев возможные способы отслеживания перемещения, мы пришли к выводу, что для нас наиболее удобен способ инерциального трекинга. Во-первых, этот способ является достаточно точным, его точность сравнима с точностью оптического метода, который использует большинство корпораций, разрабатывающих VR-шлемы, а именно: HTC, Valve, Oculus VR, PlayStaion и другие. Во-вторых, он имеет достаточно высокую частоту опроса[[12]](#footnote-12). В-третьих, это одно из самых дешевых решений в современных реалиях. Существуют специальные модули, которые содержат в себе все датчики, необходимые для инерциального трекинга, один из таких модулей был использован в нашей работе.

# Глава 2. Разработка принципа работы модели

## 2.1 Выбор оборудования

Как было сказано выше, нами был выбран способ [инерциального трекинга](#_1.3.5_Инерциальный_трекинг) для реализации нашей работы. Соответственно, было необходимо подобрать оборудование, которое бы позволило нам все реализовать.

### 2.1.1 Микроконтроллер Arduino

Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств для создания различных систем автоматики и робототехники. В частности, Arduino выпускает одноименные микроконтроллеры, линеек которых существует великое множество:

* Uno – классический вариант, один из самых дешевых, но обладающий достаточной производительностью
* Mega – вариант, обладающий большей, чем Uno мощностью, но и уступающий ему в цене и по размерам
* Due – самый мощный контроллер, однако обладающий отличной от остальных архитектурой, соответственно не приспособлен для использования некоторых библиотек и работы в связке с другими контроллерами
* Nano – миниатюрная плата размером около 5-ти сантиметров, используется для проектов, которым не нужны большие мощности

Несмотря на то, что наш проект не требует больших затрат ресурсов у контроллера, мы решили использовать Arduino Mega, к работе с которым мы уже привыкли и все «подводные камни» нам известны.



Рис. .

Arduino Mega

### 2.1.2 Модуль трекинга

В качестве модуля трекинга или, по-другому, датчика для отслеживания перемещений мы решили использовать MPU-9250. Этот модуль содержит в себе такие датчики, как гироскоп, акселерометр[[13]](#footnote-13) и магнитометр.

Магнитометр – ( с гр.) прибор для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств материалов, например, направления поля, градиента поля, магнитной индукции, магнитного потока и т.д.



Рис. 6.

Модуль MPU – 9250

Магнитометры применяются в таких областях, как:

* Геология
* Археология
* Навигация
* Военная разведка
* Биология и медицина
* Сейсмология

Используя данные с этого модуля, мы можем отслеживать перемещение и вращение объекта в пространстве с учетом некоторой погрешности, от которой можно избавиться с помощью программы, которая подробнее будет описана в следующей главе.

# Глава 3. Написание программного обеспечения модели

## 3.1 Программирование на Unity и рендеринг модели на экране

Как было сказано в [введении](#_Введение), цель нашего проекта – создать удобную систему взаимодействия с AR-объектами. Соответственно, первой нашей задачей было научиться генерировать AR-объекты на экране компьютера.

Unity – сложная, многогранная и постоянно развивающаяся среда разработки и, разумеется, среди asset-ов к Unity, нашлось то, что нам необходимо.

Asset (в Unity) – созданный каким-то человеком набор скриптов и моделей для выполнения определенной задачи.

Скрипт – программа, выполняющая ту или иную задачу.



Рис. .

Интерфейс разработки на Unity

Asset, который мы использовали для нашего проекта, называется Vuforia. С помощью нескольких простых шагов он позволяет создать необходимую нам программу, а именно проецирования выбранной пользователем модели на специальные маркеры, в качестве которых может выступать любое изображение. Чем больше на выбранном изображении различных уникальных элементов, расположенных в разных частях изображения, тем эффективнее изображение будет работать в качестве маркера. При работе с Vuforia, необходимо создавать базы данных, в которых, кроме самой 3D-модели, должно находиться наше изображение-маркер. Vuforia автоматически оценивает эффективность вашего изображения по пятибалльной шкале и показывает вам местонахождение тех уникальных мест по которым будет ориентироваться программа.



Рис. 8.

Функционал Vuforia на примере 50-ти рублевой купюры

Как мы видим на рисунке выше, 50-ти рублевая купюра имеет рейтинг 4/5 и достаточно большое количество уникальных точек, которые отмечены желтыми крестиками, что, впрочем, логично, ведь это необходимо для того, чтобы отличить настоящие купюры от поддельных.

# Список литературы

[В Интернете] // Википедия. - 24 Февраль 2019 г.. - 21 Апрель 2019 г.. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Стереоскопический\_фотоаппарат.

[В Интернете] // Википедия. - 21 Май 2018 г.. - 21 Апрель 2019 г.. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Акселерометр.

[В Интернете] // Википедия. - 8 Апрель 2019 г.. - 21 Апрель 2019 г.. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Гироскоп.

[В Интернете] // Википедия. - 1 Апрель 2019 г.. - 23 Апрель 2019 г.. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino.

[В Интернете] // Википедия. - 30 Январь 2019 г.. - 24 Апрель 2019 г.. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитометр.

**Hello, Processing** [В Интернете] / авт. Shiffman Daniel // Processing. - Ben Fry, Casey Reas, 2001 г.. - https://hello.processing.org/.

**Знакомство с Processing 1.0** [В Интернете] / авт. Frexin (@sindrom) // Habrahabr. - 27 Апрель 2009 г.. - https://habr.com/ru/post/58314/.

**Обзор методов и технологий отслеживания положения для виртуальной реальности** [В Интернете] / авт. Сайфуллин Дамир // habr.com. - 20 Сентябрь 20616 г.. - 20 Апрель 2019 г.. - https://habr.com/ru/post/397757/.

1. Internet of things (англ.) – Интернет вещей. [↑](#footnote-ref-1)
2. Augmented reality (англ.) – дополненная реальность. [↑](#footnote-ref-2)
3. Open-source-источники (англ.) – источники свободного доступа. [↑](#footnote-ref-3)
4. IDE – Integrated Development Environment (англ.) – интегрированная среда разработки. Набор средств (специализированные программы) для разработки программного обеспечения. [↑](#footnote-ref-4)
5. (Frexin, 2009) [↑](#footnote-ref-5)
6. (Shiffman, 2001) [↑](#footnote-ref-6)
7. Скрипт (от англ. Script – сценарий) – профессионализм, обозначающий исполняемый файл, содержащий набор инструкций, которым следует программа. [↑](#footnote-ref-7)
8. Трекинг (здесь и далее) – определение местоположения [↑](#footnote-ref-8)
9. Стерео-камеры (или стереоскопический фотоаппарат) – тип фотоаппарата с двумя или более объективами, которые позволяют фотоаппарату симулировать человеческое (бинокулярное) зрение. Подробнее можно прочитать по ссылке в [списке литературы.](#_Список_литературы) [↑](#footnote-ref-9)
10. Маяк (здесь и далее) – какие-то характерные отличительные знаки или точки, с помощью которых определяется положение объекта. [↑](#footnote-ref-10)
11. Более подробную информацию об обоих датчиках можно прочесть по ссылкам в [списке литературы](#_Список_литературы_1). [↑](#footnote-ref-11)
12. Частота опроса характеризует то, как часто может передавать показания датчик. [↑](#footnote-ref-12)
13. Про гироскоп и акселерометр подробнее [см. здесь](#_1.3.5_Инерциальный_трекинг) [↑](#footnote-ref-13)