

Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра системного программирования

Группа 22М.07-мм

*Лень Юлия Александровна*

Разработка симулятора для  
взаимодействия между роботами в  
условиях неопределенностей

Отчёт по учебной практике

Научный руководитель:  
д.ф.-м.н., проф., О.Н. Граничин

Санкт-Петербург  
2022

# Оглавление

<b>1. Введение</b>	<b>3</b>
<b>2. Постановка задачи</b>	<b>5</b>
<b>3. Обзор</b>	<b>6</b>
3.1. Симуляторы . . . . .	6
<b>4. Разработка правил</b>	<b>8</b>
4.1. Каждая команда имеет только одно оператора . . . . .	8
4.2. Ограничения на оборудование . . . . .	8
4.3. Выбывший дрон . . . . .	9
<b>5. Сравнение платформ и выбор</b>	<b>10</b>
5.1. Unity3D . . . . .	10
5.2. Выбор платформы . . . . .	13
<b>6. Заключение</b>	<b>14</b>
<b>Список литературы</b>	<b>15</b>

# 1. Введение

В современном мире использование роботов в разных сферах жизни человека возрастает с каждым днем [2]. Применение роботов позволяет упростить жизнь людям как в бытовых делах [5], так и на сложных производствах [6]. Автоматизация производства позволяет сделать многие вещи более доступными и качественными, например, мелкие детали для больших систем робот сможет сделать быстрее человека и более качественно. Также есть сферы, где использование роботов не только помогает эффективно решать большие сложные задачи, но и помогает избежать жертв в опасных для человека местах, например, военные роботы саперы, роботы, дроны и т.д.

Роботы также активно используются в медицине, помогая врачам спасать жизни людей. Например, врачу-хирургу может быть сложно добраться до необходимого органа, в то время как робот относительно легко может с этим справиться [12]. Еще роботы помогают врачам не только оперировать пациентов, но и оценивать состояние здоровья пациентов, помогая быстрее принять решение о необходимых мерах для их восстановления.

Активно в науке развивается разработка разных автопилотов для автомобилей [10] и роботов-курьеров [11]. Автопилот позволит сократить количество аварий на дорогах и оптимизировать транспортную нагрузку на трассах за счет снижения влияния человеческого фактора на развитие ситуации на дорогах. Роботы курьеры помогут доставить необходимые вещи людям, до которых обычный транспорт добирается с трудом.

Также роботы применяются для поиска людей в лесу [8]. Главное преимущество робота заключается в том, что он может пройти там, где не может человек. Однако существует несколько важных задач, которые необходимо решить, чтобы использовать роботов в таких задачах. Среди них можно выделить передачу поисковой команде местоположение человека, найденного в лесу и организация взаимодействия роботов между собой, так как при поиске используется чаще всего более одного

робота. Для решения этих проблем необходимо разрабатывать алгоритмы для взаимодействия людей с роботом и роботов между собой. Однако, прежде чем использовать алгоритмы на физических экземплярах роботов, для алгоритмов нужно провести испытания, тестирования, чтобы проверить их работоспособность в разных условиях, так как, например, собрать несколько роботов и вывести их в лес для тестирования довольно дорого. Следовательно встает вопрос о разработке симулятора, позволяющего "не выходя из дома" проверить масштабируемость и адаптивность алгоритмов для поставленной задачи. Если во время испытания в симуляции будут выведены какие-то недостатки в алгоритме, его можно будет исправить без вреда для человека и сложных манипуляций с "перепрошивкой" роботов, а затем протестировать вновь. Таким образом, можно будет разработать алгоритмы, которые будут работать в необходимых условиях.

## 2. Постановка задачи

Целью работы является разработка симулятора для взаимодействия между роботами в условиях неопределенностей. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить обзор предметной области;
- разработать правила для симулятора;
- провести анализ существующих платформ моделирования и выбрать одну для реализации.

## 3. Обзор

### 3.1. Симуляторы

Симуляторы активно используются современным человеком. Симулятор — это механические или компьютерные средства, имитирующие управление каким-либо процессом, аппаратом или транспортным средством [3].

В настоящее время симуляторы чаще ассоциируются с игровой индустрией, хотя изначально они создавались для того, чтобы обезопасить и упростить подготовку людей отвечающих за управление средствами повышенной опасности [9]. При помощи этих программ продолжают готовить пилотов, машинистов, космонавтов и даже солдат. Также симулятор применяется в обучении. Например, студенты-медики получают необходимые навыки до встречи с пациентом, что позволяет выпускать более квалифицированных специалистов [1].

С развитием игровой индустрии предприимчивые разработчики утятили все эти наработки. И как нестранно почитателей таких игр нашлось очень много. С развитием технологий, возросли и возможности симуляторов, теперь они с лёгкостью справляются с огромными игровыми пространствами, умеют показывать невероятную по качеству графику, воссоздавать очень реалистичную физическую модель. Существует множество видов симуляторов, в зависимости от их назначения. Вот некоторые из них:

- Мотосимуляторы – управление мотоциклами и обо всём, что с ними связано.
- Авиасимуляторы – управление самолётами, взлёт пилотирование, посадка, автопилоты и прочие.
- Автосимуляторы – вождение автотранспорта, как легкового, так и грузового.
- Биологические симуляторы — управление развитием какого либо организма, вида, вируса и т.д.

- Симуляторы жизни — основой геймплея является контроль за развитием жизни.

Симулятор помогает человеку с меньшими финансовыми и временными затратами ознакомиться с определенными аспектами процесса, получить какие-то навыки, которые необходимы для жизни или работы, провести эксперименты, убедиться в правильности выдвинутых гипотез. Это позволяет избежать критических ошибок, набраться опыта и проверить заранее работоспособность теоретических выкладок в виртуальном пространстве.

Для разработки симулятора необходимо выбрать направление, разработать сценарии взаимодействия симмулятора с пользователем и объектов симуляции внутри системы, выбрать платформу, где будет происходить реализация. Таким образом, в рамках работы будет разработан симулятор поиска объекта на территории с помощью роботов, с возможностью тестирования разных алгоритмов поиска.

## 4. Разработка правил

В рамках работы рассматривается задача поиска объекта на местности, реализованная в формате некой игры-соревнования. Суть игры состоит в том, что несколько команд ищут метку, спрятанную на поле под объектом, с помощью роботов. Победителем объявляется команда, которая первой привезет и поставит свой грузик на метку. Для правильной работы симулятора взаимодействия между роботами были разработаны следующие правила:

- каждая команда имеет только одного оператора;
- у каждой команды есть ограничения на использование оборудования (например, 5 дронов 5 машин, 2 гусеницы или любая комбинация из данного набора);
- при вылете дрона за границу сектора поиска, он считается выбывшим.

Разберем каждое из них подробнее.

### 4.1. Каждая команда имеет только одного оператора

Команда выбирает одного из участников, который будет управлять дронами. Оператор имеет доступ к камерам дронов и может управлять движением дрона. Не всегда есть в реальности возможность привлекать к поискам несколько операторов. Соответственно, необходимо сделать так, чтобы один оператор мог управлять несколькими устройствами.

### 4.2. Ограничения на оборудование

Перед началом игры каждой команде предоставляется возможность собрать свой набор дронов. Они могут использовать любую комбинацию, используя ползущих, летающих или едущих дронов. Это ограничение исходит из материальных ограничений, связанных тем, что



каждая единица оборудования стоит определенную сумму денег, и чтобы все команды были в равных условиях, было введено такое условие

### **4.3. Выбывший дрон**

Дрон считается выбывшим, если он пересекает границу поля, на котором происходят соревнования. Этот дрон больше не может быть использован командой в соревновании. До конца он дисквалифицирован. Это правило помогает оценить умение оператора управлять дроном в определенном секторе, что является важным фактором при поиске человека на местности.

## 5. Сравнение платформ и выбор

Для разработки необходимо выбрать движок, на котором будет написан симулятор. Рассмотрим 2 самые популярные платформы Unity3D [7] и Unreal Engine [4].

### 5.1. Unity3D

Самая популярная в мире платформа разработки для создания многоплатформенных 2D- и 3D-игр и интерактивного контента” - следует из описания движка на официальном сайте программного продукта [8]. Минимальные системные требования :

- операционная система Windows 7 SP1+, 8, 10, только 64-битная версия, либо Mac OS X 10.11+;
- видеокарта с поддержкой DX10 (версия шейдеров 4.0);
- центральный процессор: поддержка набора инструкций SSE2;

Дополнительные требования к платформе

- универсальная платформа Windows: Windows 10 (64- разрядная),
- Visual Studio 2015 с компонентами C++ или более поздней версии и пакет SDK для Windows 10.

Интерфейс Unity3D представлен на рисунке 1.

Бесплатная версия Unity имеет скудный функционал, но не требует никаких отчислений с прибыли: ни с проекта, ни по модели revenue share. Однако, это правило работает до того момента, пока доход с проекта не превышает 100 тысяч долларов США в год. Права на весь контент, созданный с помощью подписки Unity, принадлежит создателю, даже при прекращении подписки. Поддерживает 25+ платформ, включая мобильные устройства, ПК, консоли, ТВ, VR, AR и веб. Также существует возможность внедрения сторонних плагинов. Unity 3D имеет

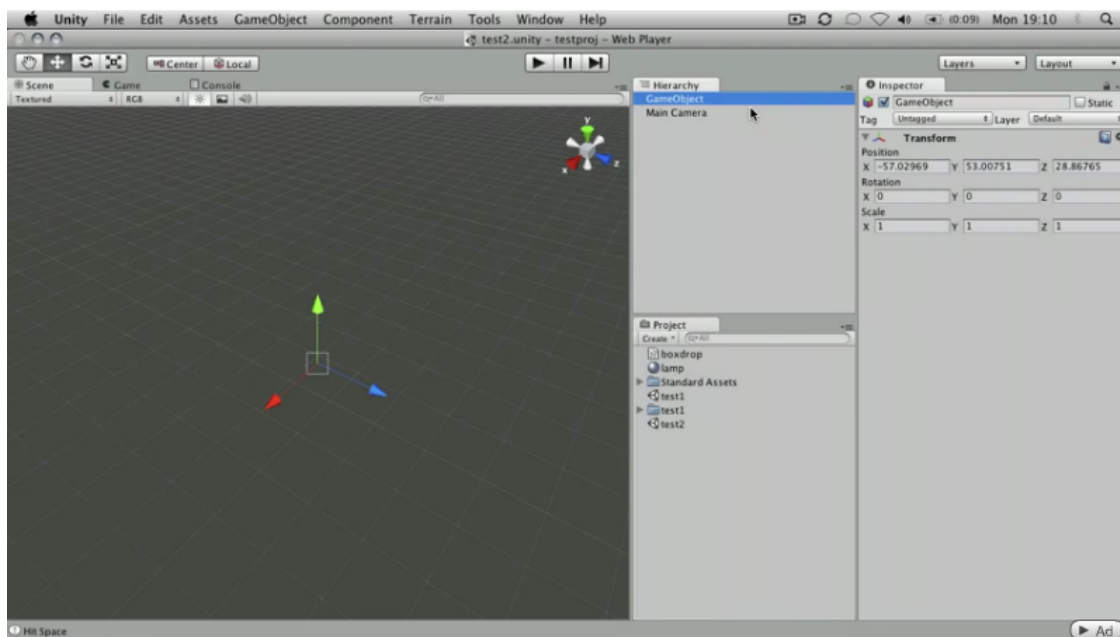


Рис. 1: Интерфейс Unity3D

собственный редактор трехмерной графики и часто его возможностей достаточно, чтобы сделать полноценную игровую модель.

Сообщество Unity позволяет получать помощь и обсуждать решения с опытными пользователями Unity, а также делиться своими знаниями. Для этого на сайте Unity есть специальные разделы. “Форумы” являются центральной площадкой сообщества для всевозможных обсуждений. “Ответы” являются площадкой для размещения конкретных вопросов и ответов о Unity. Приветствуются сообщения как экспертов так и новичков, помогающих друг другу с Unity. Можно использовать “Баг-трекер” для получения сведений о статусе успешно воспроизведенных багов Unity. Кроме того, есть возможность проголосовать за самый неприятный баг, чтобы он был исправлен как можно скорее.

### 5.1.1. Unreal Engine 5

Является средой разработки для создания модулей посредством программирования на языке C++. Среда разработки находится в свободном доступе на сайте разработчика, монетизация среды разработки начинается только после преодоления определенного порога доходности с продажи продукта на её основе. При условии заработка на реализации

программы более 3,000\$ за квартал, нужно заплатить за использование движка 5% прибыли от продаж игры.

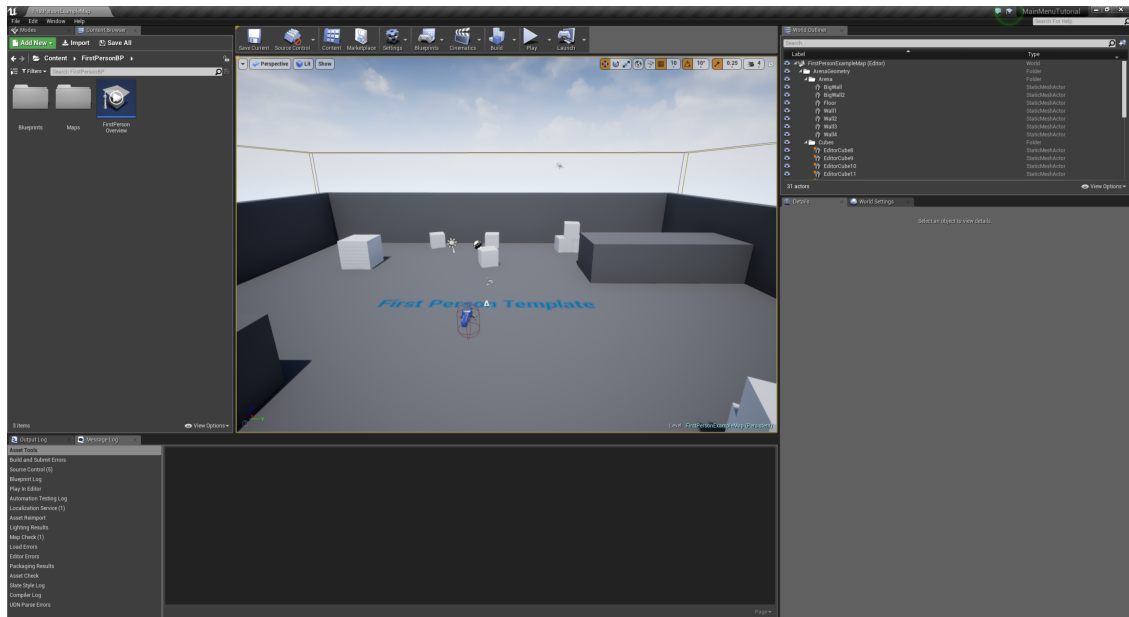


Рис. 2: интерфейс Unreal Engine 5

Интерфейс движка представлен на рисунке 2. Движок имеет большое, активное и постоянно растущее сообщество, что позволяет получить информацию о возникшей проблеме. Также имеется постоянная поддержка со стороны разработчика, есть возможность обратиться в поддержку и получить быстрый ответ. Внутри самой программы имеются видео уроки и графические модели для наилучшего освоения программы. Есть возможность использовать примеры из обучающих модулей для создания собственных проектов, а также разбирать, изменять и улучшать их. Более того, разрешается использовать этот контент в коммерческих целях. То же правило распространяется и на бесплатный контент из Marketplace. Интерфейс является гибким и настраиваемым. Для пользователя он прост в освоении и понятен. Основным языком программирования является C++, также имеется возможность использования графического модуля-Blueprints - для описания логики программы. Синхронизация с другими программными продуктами (например — MS Visual Studio) позволяет не отвлекаться на перенос данных с одной программы в другую. Системные требования для движка:

- Windows 7 64-bit or Mac OS X 10.9.2 либо более поздняя версия

- процессор Quad-core Intel, либо AMD, 2.5 GHz or faster
- видеокарта NVIDIA GeForce 470 GTX, либо AMD Radeon 6870 HD series card or higher, 8 GB RAM

Unreal Engine 5 дает возможность создания проектов для Windows PC, Mac, Linux, iOS и Android, HTML5. Также есть встроенная поддержка Виртуальной реальности для Oculus Rift. Помимо этого UE4 поддерживает Xbox One и PlayStation 4 (включая Project Morpheus). Благодаря открытому исходному коду, есть возможность самостоятельно добавить поддержку дополнительных устройств, или же оптимизировать/дополнить уже существующие. В Unreal Engine 5 имеются инструменты для создания абсолютно любого проекта. Игры (2D-3D; RTS, Action-RPG, Shooter, Racing, MMOИгры и любой другой жанр и направление), симуляторы и даже программное обеспечение. Можно использовать UE4 для архитектурной визуализации и многого другого.

## **5.2. Выбор платформы**

В результате сравнения Unity3D Unreal Engine 5, была выбрана платформа Unreal Engine 5. Она имеет больший функционал, чем Unity3D.

## 6. Заключение

В ходе работы выполнены следующие задачи:

- выполнен обзор предметной области;
- разработаны правила для симулятора;
- проведен анализ существующих движков и выбран для разработки.

В следующем семестре планируется реализация симулятора с применением протокола локального голосования.

## Список литературы

- [1] Возможности использования симуляторов в медицинском образовании / Л.А. Камышникова, О.А. Ефремова, Е.Н. Иванхо, Дуброван В.А. // [Медицинские технологии. Оценка и выбор](#). — 2019. — Т. 37, № 3. — С. 46–52.
- [2] Земцов С. П. Смогут ли роботы заменить людей? Оценка рисков автоматизации в регионах России? // [Инновации](#). — 2018. — Т. 4. — С. 49–55.
- [3] Пикалев. Анализ существующих симуляторов робототехнических систем // [Проблемы искусственного интеллекта](#) // [Проблемы искусственного интеллекта](#). — 2017. — Т. 4. — С. 51–65.
- [4] Epic Games. Unreal Engine. — URL: <https://www.unrealengine.com>.
- [5] Kidd Cory D, Breazeal Cynthia. Robots at home: Understanding long-term human-robot interaction // 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems / IEEE. — 2008. — P. 3230–3235.
- [6] Lunning Frenchy, Freeman Crispin. Giant Robots and Superheroes: Manifestations of Divine Power, East and West // [Mechademia](#). — 2008. — Vol. 3. — P. 274–282.
- [7] Unity Technologiess. Unity3D. — URL: <https://unity.com/ru>.
- [8] Василевич Д.В. Использование мобильных роботов для поиска людей с помощью сигнала от различных маркеров // [Пожарная аварийно-спасательная техника и оборудование для ликвидации чрезвычайных ситуаций](#). — P. 49.
- [9] Власова КМ, Шматко МВ. Оценка аналогов для их проектирования развлекательного симулятора торговли //

Визуальная культура: Искусство. Дизайн. Медиатехнологии. — 2022. — Р. 104–109.

- [10] Плаксин Владимир Владимирович. Перспективы использования автопилота в автомобиле // Научный потенциал молодежных исследований. — 2021. — Р. 181–186.
- [11] Пономарев Даниил Алексеевич, Королева Арина Григорьевна, Шамаева Ирина Игоревна. Колесные роботы в сфере доставки // Наука и образование в условиях мировой нестабильности: проблемы, новые этапы развития. — 2022. — Р. 262–264.
- [12] Сманцер Анастасия. Роботы в медицине // Интеллектуальная собственность и инновации.—Екатеринбург, 2017.— 2017.— Р. 264–271.