

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информационных систем
и технологий в обучении

**РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ОКАЗАНИЮ
ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ МЕТОДАМИ
ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 271 группы
направления 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Чеботарева Андрея Сергеевича

Научный руководитель

доцент, д. т. н.

И. В. Вешнева

Заведующий кафедрой

к. п. н., доцент

Н. А. Александрова

Саратов 2024

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Разработанная программа виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи развивает жизненно важным навыкам, которые могут спасти жизни в экстренных ситуациях. Традиционные методы обучения первой помощи часто ограничены использованием манекенов и сценариев, которые не всегда могут полностью имитировать реальные условия. VR, однако, позволяет создавать реалистичные и интерактивные обучающие среды, которые могут значительно улучшить процесс обучения. Магистерская работа посвящена исследованию применения технологии VR в обучении по оказанию первой помощи. В работе рассматриваются теоретические основы VR, технологии, лежащие в ее основе, а также процесс разработки и оценки виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи.

Цель магистерской работы — разработка виртуальной обучающей среды и выявление преимуществ и недостатков этого метода обучения.

Поставленная цель определила **следующие задачи:**

1. Изучить теоретические основы VR и ее применения в сфере здравоохранения;
2. Разработать виртуальную обучающую среду для оказания первой помощи.

Методологические основы разработки виртуальной среды в обучении по оказанию первой помощи представлены в работах J. Pottle [1], G. Burdea, P. Richard, P. Coiffet [6].

Практическая значимость бакалаврской работы. Разработанное приложение может использоваться для обучения оказанию первой медицинской помощи методами технологий виртуальной реальности.

Структура и объем работы. Магистерская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и приложения. Общий объем работы — 61 страница, из них 61 страницы — основное содержание, включая 39 рисунков и 2 таблиц, список использованных источников информации — 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретические основы виртуальной реальности и ее применение в сфере здравоохранения» посвящен

исследованию основ виртуальной реальности, включая ее теоретические основы и применение в сфере здравоохранения.

В подразделе 1.1 описываются концепция и принципы технологии виртуальной реальности. Виртуальная реальность (VR) — это технология, которая создает иммерсивную имитацию реального мира, позволяя пользователям взаимодействовать с ней через специализированные устройства. VR стремится предоставить захватывающий и интерактивный опыт, погружая пользователя в виртуальную среду.

Технология VR основана на принципах погружения, взаимодействия, реалистичности и персонализации. Погружение достигается с помощью сенсорных стимулов, создавая иллюзию присутствия в виртуальном мире. Взаимодействие происходит через контроллеры или другие устройства ввода, обеспечивая ощущение контроля и присутствия. Реалистичность достигается за счет использования технологий, таких как 3D-моделирование, физически точная симуляция и реалистичное освещение.

Типичная система VR состоит из гарнитуры, контроллеров, компьютера и программного обеспечения. Гарнитура оснащена высококачественными дисплеями и датчиками, которые обеспечивают широкое поле зрения и точное отслеживание движений. Контроллеры имеют эргономичный дизайн и оснащены кнопками, триггерами и сенсорными панелями для интуитивного взаимодействия. VR — это мощная технология, которая трансформирует обучение, предоставляя захватывающий, интерактивный и персонализированный опыт.

В подразделе 1.2 рассматривается применение виртуальной реальности в обучении на примере базовых медицинских навыков. Повышенное погружение в VR создает захватывающую и реалистичную среду, которая позволяет учащимся полностью погрузиться в учебный материал. Это улучшение вовлеченности и мотивации приводит к более эффективному обучению. VR также позволяет учащимся взаимодействовать с виртуальной средой, манипулируя объектами, перемещаясь по ней и взаимодействуя с другими пользователями. Такая интерактивность обеспечивает практический опыт, который укрепляет понимание и способствует удержанию информации.

Реалистичность VR, достигаемая с помощью передовых технологий, создает виртуальные среды, которые выглядят и ощущаются как реальные. Эта

правдоподобность повышает достоверность учебных сценариев и обеспечивает более аутентичный опыт обучения. Кроме того, VR может адаптироваться к индивидуальным потребностям и предпочтениям учащихся, отслеживая прогресс, предоставляя индивидуальную обратную связь и подстраивая сложность виртуальной среды под уровень навыков учащегося. Это обеспечивает персонализированный опыт обучения, соответствующий уникальным потребностям каждого учащегося.

Наконец, VR предлагает улучшенную безопасность, позволяя учащимся практиковаться в опасных или сложных ситуациях в безопасной и контролируемой среде. Это особенно ценно для обучения в таких областях, как медицина, военное дело и авиация.

Однако есть и некоторые недостатки, связанные с использованием VR в обучении. Системы VR могут быть дорогими, что ограничивает их доступность для некоторых учебных заведений и учащихся. Кроме того, VR требует специализированного оборудования и программного обеспечения, которые могут быть подвержены техническим сбоям, что может прерывать обучение и создавать разочарование. Некоторые учащиеся также могут испытывать кинетическую болезнь при использовании VR, особенно при длительном использовании, что может отвлекать и мешать обучению.

Виртуальная реальность (VR) трансформирует сферу медицины и здравоохранения, предлагая инновационные решения для широкого спектра аспектов оказания медицинской помощи [1].

Второй раздел «Технологии, лежащие в основе виртуальной реальности» посвящен матричным представлениям преобразований и распознавания объектов, методам создания трёхмерных объектов окружения и их анимаций, а также методам обеспечения коммуникации пользователя и виртуальной обучающей среды.

В подразделе 2.1 описываются матричные представления преобразования и распознавания объектов на основе модели кватернионов. Положение объекта в трехмерном пространстве определяется его координатами (x, y, z) в выбранной системе отсчета, которая обычно представлена тремя взаимно перпендикулярными осями. Положение объекта r выражается в виде вектора положения, состоящего из упорядоченной тройки чисел, соответствующих координатам объекта по каждой оси. Вектор положения r выражается как

[2]:

$$r = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

Ориентация объекта описывает его поворот относительно системы отсчета. Ее можно определить с помощью углов Эйлера, матрицы поворота или кватернионов.

- Углы Эйлера (α, β, γ) представляют поворот объекта вокруг каждой оси x , y и z соответственно[3].

- Матрица поворота R : матрица 3×3 , описывающая поворот вокруг произвольной оси [?].

Матрица поворота вокруг оси x :

$$\mathbf{R}_x(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ 0 & \sin(\phi) & \cos(\phi) \end{bmatrix}$$

Матрица поворота вокруг оси y :

$$\mathbf{R}_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix}$$

Матрица поворота вокруг оси z :

$$\mathbf{R}_z(\psi) = \begin{bmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Кватернионы q : четырехмерные числа, обеспечивающие компактное представление поворота [4].

Кватернион, представляющий поворот:

$$\mathbf{q} = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ v \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \end{bmatrix}$$

где θ - угол поворота, а v - вектор оси поворота.

В подразделе 2.2 приводятся методы создания трёхмерных объектов окружения и их анимаций. Существует несколько методов создания трёхмерных объектов окружения, каждый из которых имеет свои особенности и применяется в зависимости от конкретных задач и требований проекта.

Полигональное моделирование является одним из наиболее распространённых методов создания трёхмерных объектов в компьютерной графике. В этом методе объекты формируются из множества многоугольников, таких как треугольники и четырёхугольники, называемых полигонами. Процесс моделирования часто начинается с создания примитивных объектов, таких как кубы, сферы, цилиндры или конусы, которые затем изменяются и комбинируются для создания более сложных форм. Примитивные объекты представляют собой базовые формы, из которых можно создать практически любой объект.

Процедурное моделирование, с другой стороны, основано на применении модификаторов к объектам, что позволяет изменять их без изменения базовой геометрии. Это означает, что каждый модификатор применяется к исходному объекту последовательно, не влияя на его исходную форму. Процедурное моделирование позволяет быстро изменять параметры объектов и создавать сложные эффекты, такие как плитусы, волны, деформации и рельефы, сохраняя при этом исходную геометрию.

В подразделе 2.3 описываются модели создания реалистичных эффектов освещения с использованием трассировки освещения и метода запекания карт освещения. Трассировка лучей - это метод генерации изображений, который моделирует путь света в сцене, начиная с источников света и отслеживая его взаимодействие с объектами в сцене. Основным принципом состоит в том, чтобы для каждого пикселя на изображении отправить луч из камеры и определить, какой объект или объекты он пересекает, какой цвет имеет поверхность в этой точке и какие другие объекты влияют на его освещение.

Этот метод позволяет создавать изображения с высокой степенью реализма, так как он учитывает сложные эффекты освещения, такие как отражения, преломления, тени и мягкие тени [5].

Метод запекания карт освещения, известный как Lightmap Baking, направлен на оптимизацию производительности рендеринга и снижение нагрузки на систему. Оптимизация достигается путем предварительного расчета и

хранения карт освещения, что позволяет избежать необходимости вычислять освещение в реальном времени для каждого кадра. Предварительно созданные карты освещения быстро применяются к сцене, обеспечивая плавный и быстрый процесс визуализации. Также карты освещения активно используются для управления тенями, что дополнительно повышает реализм и убедительность визуального опыта.

В подразделе 2.4 рассматриваются методы обеспечения коммуникации пользователя и виртуальной обучающей среды. Виртуальная реальность обеспечивает коммуникацию пользователя и виртуальной обучающей среды с помощью устройств виртуальной реальности (VR), таких как очки VR и контроллеры, которые позволяют пользователю активно взаимодействовать с 3D объектами, включая их захват, перемещение и вращение, через разнообразные действия, такие как нажатие кнопок контроллера, выполнение жестов и движений руками, что создает непрерывный опыт виртуального взаимодействия, обогащающий обучающую среду и открывающий перед пользователями множество новых возможностей для исследования и экспериментирования в виртуальном пространстве.

Третий раздел «Разработка программы виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи» посвящен описанию разработки программы виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи и коммуникации пользователя с виртуальной средой.

В подразделе 3.1 описывается анализ требований к виртуальной обучающей среде и техническое задание. Обучающая среда должна обеспечивать реалистичные сценарии, имитирующие реальные ситуации оказания первой помощи. Она должна быть интерактивной, позволяя обучающимся взаимодействовать с окружающей средой и получать обратную связь. Кроме того, среда должна отслеживать прогресс обучающихся и предоставлять рекомендации для улучшения. Для удобства использования приложение должно быть доступно на различных VR-устройствах с удобным пользовательским интерфейсом [6].

В подразделе 3.2 приведено описание среды разработки виртуальной реальности. Для разработки приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности был выбран Unreal Engine 5 в качестве основного программного обеспечения. Его

передовые графические возможности обеспечивают реалистичное обучение, а встроенные инструменты виртуальной реальности упрощают разработку приложений для этой технологии. Интуитивно понятный интерфейс и поддержка сообщества разработчиков делают Unreal Engine 5 идеальным выбором.

В подразделе 3.3 описывается разработка трёхмерных объектов, скелета и анимаций. Для воплощения концепции приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности были разработаны и реализованы различные трехмерные объекты, скелеты и анимации.

В подразделе 3.4 рассматривается процесс разработки логики взаимодействия пользователя с виртуальными объектами и оптимизированного освещения окружения. Методами визуального программирования была разработана логика взаимодействия пользователя с виртуальными объектами. Создание логики взаимодействия было разделено на 9 этапов: настройка рук; коллизия; триггеры; вызов события; трассировка лучей; хватание объектов; вызов анимации; переключение этапов алгоритма; телепортация в начальную точку.

В подразделе 3.5 описывается создание интерфейса и коммуникации пользователя с виртуальной средой. Перед запуском приложения обучения оказанию первой медицинской помощи необходимо связать очки виртуальной реальности с компьютером, на котором установлена разработанная программа. После запуска приложения с компьютера, открывается главное меню, в котором пользователю предоставляется выбор между двумя режимами - обучением и тестированием. При нажатии на "Начать обучение" в режиме обучения, у пользователя в очках виртуальной реальности загружается сценарий оказания первой медицинской помощи подростку. Если выбран режим тестирования, также предоставляется выбор локации. Перед началом прохождения теста, пользователь должен ввести свои личные данные - фамилию, имя и отчество. После прохождения тестирования, на рабочем столе компьютера создается Excel-файл, в котором записываются ФИО пользователя, время прохождения теста и результаты тестирования.

Четвертый раздел «Экспериментальное исследование эффективности виртуальной обучающей среды» содержит процесс организа-

ции и проведение эксперимента по обучению базовым медицинским навыкам в виртуальной среде, а также анализ результатов эксперимента.

В подразделе 4.1 описывается организация и проведение эксперимента по обучению базовым медицинским навыкам в виртуальной среде. Для проведения обучения базовым медицинским навыкам в виртуальной среде необходимо обеспечить наличие оборудования. Оператор поочередно надевает на каждого студента следующие устройства: контроллеры и очки виртуальной реальности. После надевания оборудования оператор подробно объясняет студенту управление устройствами и функции кнопок на контроллерах. После завершения обучения студент готов к прохождению теста в виртуальной среде. Оператор запускает тестовый сценарий на компьютере, и студент начинает взаимодействовать с виртуальной средой. Тест состоит из вопросов, связанных с алгоритмом оказания первой помощи, который студент изучал во время обучения в виртуальной среде.



Рисунок 1 – Пример взаимодействия оператора с пользователем

Весь процесс обучения для одного студента, включая надевание оборудования, инструктаж, обучение в виртуальной среде и тестирование, занимает от 10 до 15 минут, что позволяет оператору эффективно организовать процесс обучения.

Результативность обучения проявляется в количестве студентов, которые могут пройти обучение за час. При использовании 4 комплектов оборудования за час могут пройти обучение около 20 студентов благодаря параллельному обучению и оптимизации процесса, что позволяет эффективно

использовать оборудование.

В подразделе 4.2 представлен анализ результатов эксперимента. Проведенный эксперимент был направлен на оценку результативности приложения обучения оказанию первой медицинской помощи, разработанного на основе технологий виртуальной реальности VR. В данном разделе будут проанализированы результаты эксперимента, чтобы определить, насколько результативно приложение помогло участникам улучшить свои знания и навыки по оказанию первой помощи.

Результаты тестирования участников до и после обучения в виртуальной среде представлены в таблицах ниже:

Участник	Результат после стандартного тестирования	Результат после обучения в программе
Участник 1	56	95
Участник 2	57	68
Участник 3	66	87
Участник 4	58	67
Участник 5	41	63
Участник 6	77	90
Участник 7	56	83
Участник 8	70	70
Участник 9	47	88
Участник 10	55	63

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что приложение обучения оказанию первой медицинской помощи, разработанное на основе VR, эффективно улучшает знания и навыки участников. Средний балл участников после обучения значительно выше, чем до обучения, что указывает на значительное улучшение их понимания и умения оказывать первую помощь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы была разработана система обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности. Для разработки приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности был выбран Unreal Engine 5 в качестве основного программного обеспечения.

Система включает в себя несколько сценариев, моделирующих различные ситуации, в которых требуется оказание первой медицинской помощи. Сценарии разработаны с учетом рекомендаций международных организаций по оказанию первой медицинской помощи.

В приложении обучения оказанию первой медицинской помощи методами технологий виртуальной реальности был реализован алгоритм сердечно-легочной реанимации подростка методами визуального программирования [4]. Этот алгоритм разработан с учетом современных методов искусственной реанимации и актуальных рекомендаций медицинских организаций [5]. Его использование в приложении обучения призвано повысить эффективность обучения и улучшить навыки оказания первой медицинской помощи, особенно в критических ситуациях, таких как сердечно-легочная реанимация подростков.

Система была протестирована группой добровольцев, которые отметили ее высокую реалистичность. Добровольцы отметили, что обучение в виртуальной реальности помогло им лучше понять принципы оказания первой медицинской помощи и повысило их уверенность в своих навыках.

Разработанная в рамках магистерской работы система обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности является инновационным инструментом, который может повысить уровень подготовки людей к оказанию первой медицинской помощи в различных ситуациях. Система имеет потенциал для дальнейшего развития и может внести значительный вклад в повышение осведомленности и навыков оказания первой медицинской помощи в обществе.

Основные источники информации:

1 Pottle, J. Virtual reality and the transformation of medical education / J. Pottle // Future healthcare journal. 2019. Vol. 6, №. 3. P. 181.

- 2 Поваляев П. В. Система управления положением объекта в трехмерном пространстве. — 2019.
- 3 Буданов А. С., Егунов В. А. Использование углов Эйлера в инерциальных навигационных системах //Инженерный вестник Дона. — 2021. — №. 7 (79). — С. 120-127.
- 4 Мисюра Н. Е., Митюшов Е. А. Кватернионные модели в кинематике и динамике твердого тела. — 2020.
- 5 Haines E., Akenine-Möller T. (ed.). Ray Tracing Gems: High-Quality and Real-Time Rendering with DXR and Other APIs. — Apress, 2019.
- 6 Burdea, G. Multimodal virtual reality: Input-output devices, system integration, and human factors / G. Burdea, P. Richard, P. Coiffet. // International Journal of Human-Computer Interaction. 1996. Vol. 8. №. 1. P. 5-24.