

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Стаховский
Антон Владимирович

Динамическая симуляция огня

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники
по специальности 1–40 81 02 Технологии виртуализации и облачных
вычислений

Научный руководитель

Кукин Дмитрий Петрович

кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---------------------------------------|---|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ | 4 |
| СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ | 5 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 6 |
| СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ | 7 |

ВВЕДЕНИЕ

Дым и огонь могут значительно влиять на визуальное восприятие объектов сцены, а также влиять на свойства других объектов сцены. По этой причине огонь и дым являются важными составляющими во многих прикладных областях, таких как симуляция полетов, ландшафтный дизайн, анимация и киноиндустрия. Анимация и визуализация данного явления сложной задачей и представляет определенный научный интерес.

Симуляция трехмерного огня в режиме реального времени находит свое применение в различных интерактивных приложениях. Среди интерактивных приложений, анимации огня наиболее востребованы в видеоиграх. В компьютерной графике довольно часто требуется найти компромисс между скоростью и реализмом. Основной проблемой рендеринга в реальном времени является поиск таких алгоритмов, которые позволяют получить достаточную реалистичность, при которой частота кадров будет не менее минимального порога.

В настоящее время разработчики игровых движков исследуют возможности совместного использования новых подходов, таких как воксельная графика, с уже устоявшимися на основе систем частиц. Задача оптимизации и улучшения классических алгоритмов также остается актуальной.

Актуальные алгоритмы анимации огня и современные алгоритмы трехмерного рендеринга являются предметом данной диссертации, цель которой – создание системы для динамической симуляции огня.

Компоненты данной системы в дальнейшем могут быть интегрированы в игровые движки, трехмерные редакторы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объект и предмет исследования

Объектом исследования является огонь в трехмерной графике как один из элементов трехмерной сцены.

Предметом исследования является динамическая симуляция объемного огня в режиме реального времени.

Цель и задачи исследования

Цель исследования — разработка системы динамической симуляции трехмерного огня.

Задачи исследования:

1. Обзор и анализ научных работ по современным алгоритмам анимации огня и трехмерному рендерингу.
2. Анализ теории динамической симуляции огня.
3. Реализация системы динамической симуляции.

Связь с реальным сектором экономики

На основе разработанной системы можно сформировать модули для популярных игровых движков и графических редакторов, что обеспечит доступность системы для широкого круга лиц и позволит распространять систему на соответствующих коммерческих площадках. Полученные модули можно будет легко интегрировать в коммерческие продукты.

Апробация диссертации

Результаты исследований по теме диссертации были представлены в виде доклада "Современные алгоритмы моделирования аморфных объектов" и представлены на 55-ой юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР в 2019 году. Также работа была представлена на 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР в 2020 году в докладе "Динамическая симуляция объемного огня".

Публикация результатов исследований

Результаты исследований были опубликованы в виде тезисов доклада на 55-ой юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР [1] и 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР [2]. На основе полученных в ходе исследований результатов была опубликована статья "Анализ современных алгоритмов симуляции огня" [3].

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** дается обоснование актуальности работы, приводится краткий обзор проблематики задачи и современного состояния исследований по симуляции огня, описывается область применения результатов исследований.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте и предмете исследования, приведены апробации и публикации результатов.

В **первой главе** произведен анализ предыдущих работ по данному направлению. В главе приведена краткая историческая справка по развитию онлайн и оффлайн симуляции, произведен обзор наиболее важных работ по теме диссертации. В конце главы приводится сравнительный анализ различных алгоритмов симуляции огня.

Во **второй главе** приводится описание теоретической базы исследования. Глава начинается с краткого введения в компьютерную графику, в котором вводятся необходимые определения, далее следует обзор библиотеки OpenGL, используемой в практической части диссертации. Во втором разделе главы дается краткое описание основных физических процессов, происходящих в процессе горения. В последнем разделе главы приводится описание структуры симуляции, дается обзор особенностей стадий моделирования, анимации и визуализации, приводится описание особенностей из взаимосвязи.

В **третьей главе** дается подробное описание используемых в диссертации алгоритмов. В главе приводятся описание различных проблем, возникших в ходе создания симулятора, и обзор их решений. В главе приводится множество иллюстраций, описывающих влияния различных алгоритмов и подходов на систему. Также в главе приведены результаты экспериментов по оценке влияния количества частиц в системе на частоту кадров.

В **заключении** приводится анализ результатов исследования, приводится описание преимуществ и недостатков работы, описаны способы улучшения системы, дается описание проблем, которые будут раскрыты в дальнейших исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования предмета диссертации был проведен обзор большого количества работ по данной теме. Анализ литературных источников показал наличие множества кроссдисциплинарных связей в решениях данной проблемы. Поведение реального огня описывается физикой, в том числе термодинамикой, создание симулятора тесно связано с математическим моделированием и компьютерной графикой. Также встречаются и менее очевидные решения, которые позволяют добиться интересных результатов за счет использования методов и приемов из, на первый взгляд, не связанных дисциплин. Например, использование алгоритма косяка птиц из теории роевого поведения позволило создать согласованное движение частиц в языке пламени. Таким образом симуляция огня является сложной комплексной задачей, которая в данный момент не может быть решена полностью. Для успешного решения задачи симуляции огня необходима разработка специализированных решений, сфокусированных на моделировании ограниченного числа атрибутов огня.

Данная работа направлена на создание трехмерной симуляции огня, которая может быть использована в трехмерных видеоиграх. В ходе создания симулятора приоритетными задачами являлись оптимизация использования вычислительных ресурсов и улучшение визуальной составляющей симуляции. Разработанная система показывает хорошую производительность, однако показывает не слишком реалистичные визуальные результаты. Для устранения недостатков визуализации могут быть использованы техники процедурного моделирования текстур, например, шум Перлина.

В дальнейших исследованиях по данной работе планируется уделить внимание алгоритмам распространения фронта огня, взаимодействию огня с окружающими объектами и окружающей средой.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. *Стаховский, А. В.* Современные алгоритмы моделирования аморфных объектов / А. В. Стаховский // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. — Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2019. — С. 63.
2. *Стаховский, А. В.* Динамическая симуляция объемного огня / А. В. Стаховский // Компьютерные системы и сети: 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 21-22 апреля 2020 г. — Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2020. — С. 63.
3. *Стаховский, А. В.* Анализ современных алгоритмов симуляции огня / А. В. Стаховский // Молодой ученый. — 2019. — Нояб. — № 47. — С. 100—105.