

УДК 004.928+004.925.4

Моделирование реалистичных извержений

*Батусов П.В., студент
кафедра «Теоретическая информатика и компьютерные технологии»
Россия, 1050005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Вишняков И.Э.,
Россия, 1050005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauma@bmstu.ru*

Введение. Задача моделирования реалистичных взрывов и извержений сейчас актуальна в сфере кинематографа. На сегодняшний день такой спецэффект как «взрыв» встречается практически в каждом кассовом фильме. Создание красивых и реалистичных извержений включает в себя задачу моделирования физических законов для всех объектов, участвующих в данном спецэффекте.

Ещё одна область применения таких спецэффектов, помимо фильмов, – компьютерные игры. Все взрывы, извержения и прочие эффекты в играх должны генерироваться в реальном времени. То есть, в отличие от фильмов, алгоритм, моделирующий спецэффект, обязан быть оптимизирован под вычислительную мощность персонального компьютера или консоли, в то время, как на прорисовку и генерацию кадров фильма может быть затрачено от нескольких часов до нескольких дней реального времени.

Для моделирования извержения необходимо реализовать целый ряд алгоритмов, генерирующих такие эффекты и модели как дым, взрыв, лава и т.д. Однако существует и другой путь. Для представления всех эффектов достаточно использовать всего лишь одну модель – систему частиц, которая позволит упростить разработку программы без ощутимых потерь качества результата.

Система частиц. Система частиц представляет собой динамические системы, состоящие из постоянно обновляемого и анимируемого набора элементов, которые имеют положение в пространстве, скорость, массу, цвет, размер и текстуру [1]. Её использование – это один из способов представления в компьютерной графике объектов, не имеющих чётких геометрических границ (различные облака, туманности, взрывы, струи пара, шлейфы от ракет, дым, снег, дождь и т. п.). Системы частиц могут быть реализованы как в

двумерной, так и в трёхмерной графике. Они широко применяются в компьютерных играх, а более сложные могут быть использованы в научных расчётах: например, с помощью учитывающей законы физики системы частиц можно смоделировать поведение молекул газа.

Принцип работы. Система частиц состоит из фиксированного или произвольного количества элементов. Математически каждая частица представляется как материальная точка с дополнительными параметрами. За время своей жизни каждая частица изменяет своё состояние по определённому, общему для всех, закону. Например, элементы системы могут подвергаться воздействию гравитации, менять размер, цвет и скорость. Частица может быть визуализирована точкой, треугольником, или полноценной трёхмерной моделью.

В большинстве реализаций системы частиц новые элементы испускаются «эмиттером» (от англ. emitter – излучатель). Им может быть точка, тогда новые частицы будут возникать в одном месте. Так можно смоделировать, например, взрыв: эмиттером будет его центр. Возможен вариант, когда излучателем является отрезок прямой или плоскость: частицы дождя или снега, возникающие на поверхности горизонтальной плоскости моделирующей небо или облако. Эмиттером может быть и произвольный геометрический объект [2].

Визуализация системы частиц. Способ визуализации системы частиц зависит от того, что необходимо смоделировать.

Визуализация биллбордами (billboard). Биллборд [3] – полигон, лицевая сторона которого всегда ориентирована на камеру, т.е. перпендикулярна вектору взгляда. Данная реализация позволяет создавать эффекты дыма, огня и брызг. Каждая частица будет отдельным биллбордом с наложенной на него соответствующей текстурой.

Визуализация моделями. Данный метод основан на том, что на месте частицы отображается заранее сгенерированная модель [3]. Данная реализация используется, когда частица отвечает за какой-нибудь очень сложный объект, который долго или трудно рисовать. Её используют в компьютерных играх при разрушении различных сооружений. Каждая частица отвечает за осколок.

Реализация с прозрачными текстурами. Реализация с прозрачными текстурами позволяет довольно просто отобразить сложный объект, имея текстуру с её картой прозрачности [4]. Для визуализации частицы используются две пересекающиеся перпендикулярные плоскости (Рис. 1). Таким способом часто рисуют траву и кроны деревьев в компьютерных играх.

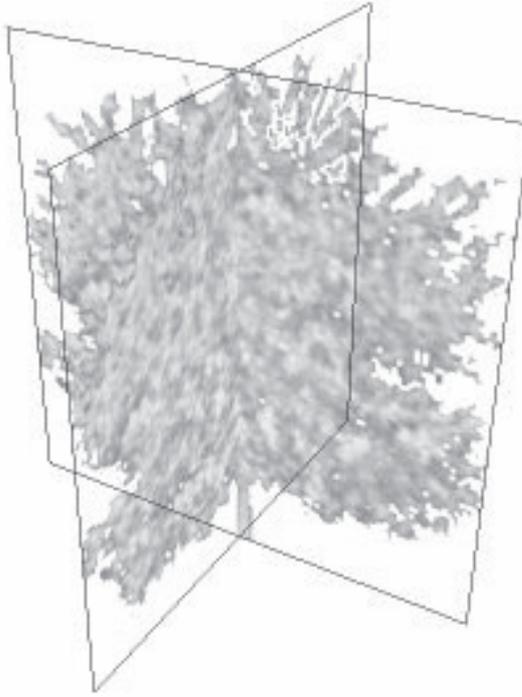


Рис. 1. Визуализация частиц двумя перпендикулярными плоскостями

Алгоритмы и структуры данных. Использование системы частиц упрощает разработку структур данных для сложных эффектов. Все спецэффекты с точки зрения представления в памяти компьютера будут похожи между собой. Для них будет общим присутствие структуры данных «список», элементами которого будут частицы. Кроме этого, для каждого спецэффекта будет характерно наличие эмиттера, у большинства из которых он будет точкой.

Алгоритмы обновления системы частиц будут различными у разных спецэффектов, однако все они содержат в себе следующие основные шаги:

- Удаление частиц из списка по истечению их времени жизни
- Изменение текущего положения в соответствии с вектором направления движения.
- Редактирование атрибутов частицы
- Пересчет вектора направления движения, чтобы элементы системы двигались по заданным траекториям.

Создание приложения. Задача визуализации условно разделена на две части: работа с эффектами и неподвижными моделями – декорациями (склоны вулкана и поверхность земли). Визуализация неподвижных моделей происходит по заданной карте высот. При программировании частиц особое внимание уделено взаимодействию между ними и декорациями. Для расширения функциональности программы добавлена возможность регулирования горизонтальной скорости смещения (для моделирования эффекта ветра).

Создание эффектов. Дым. Для визуализации частиц дыма очень подходит реализация с прозрачными текстурами, но такой подход ограничивает (или вовсе запрещает) для пользователя возможность изменения угла обзора сцены. Поэтому частицы дыма будут визуализироваться методом билбордов с использованием прозрачной структуры.

Брызги лавы. Выброс лавы происходит из-за большой разницы в давлении внутри и снаружи жерла вулкана. Исходя из этого, частицы стартуют с большой начальной составляющей вертикальной проекции скорости, а их выброс связан во времени с выходом облака дыма из жерла вулкана. Система или сценарий (скрипт), описывающий сцену, должны отслеживать и связывать эти эффекты вместе.

Генерация сцены. Сцена для демонстрации работы спецэффектов собирается из двух составляющих: набора плоскостей, отвечающих за небо и окружающий фон с наложенными частями одной большой текстуры, и полигональной сетки, загруженной из карты высот и представляющей горный массив, (Рис. 2 – полигональная сетка сцены, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**3 – сцена с наложенными текстурами).

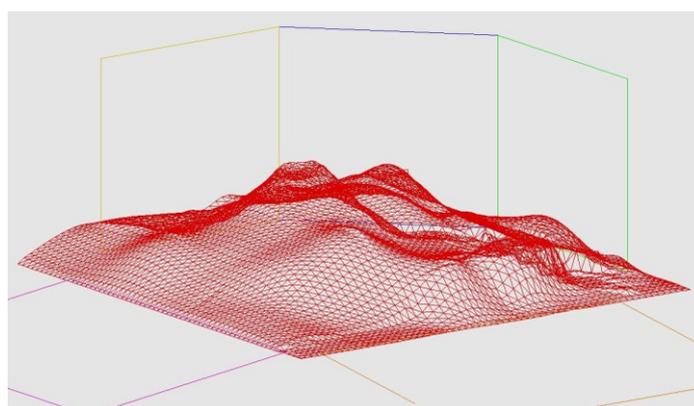


Рис. 2. Полигональная сетка сцены

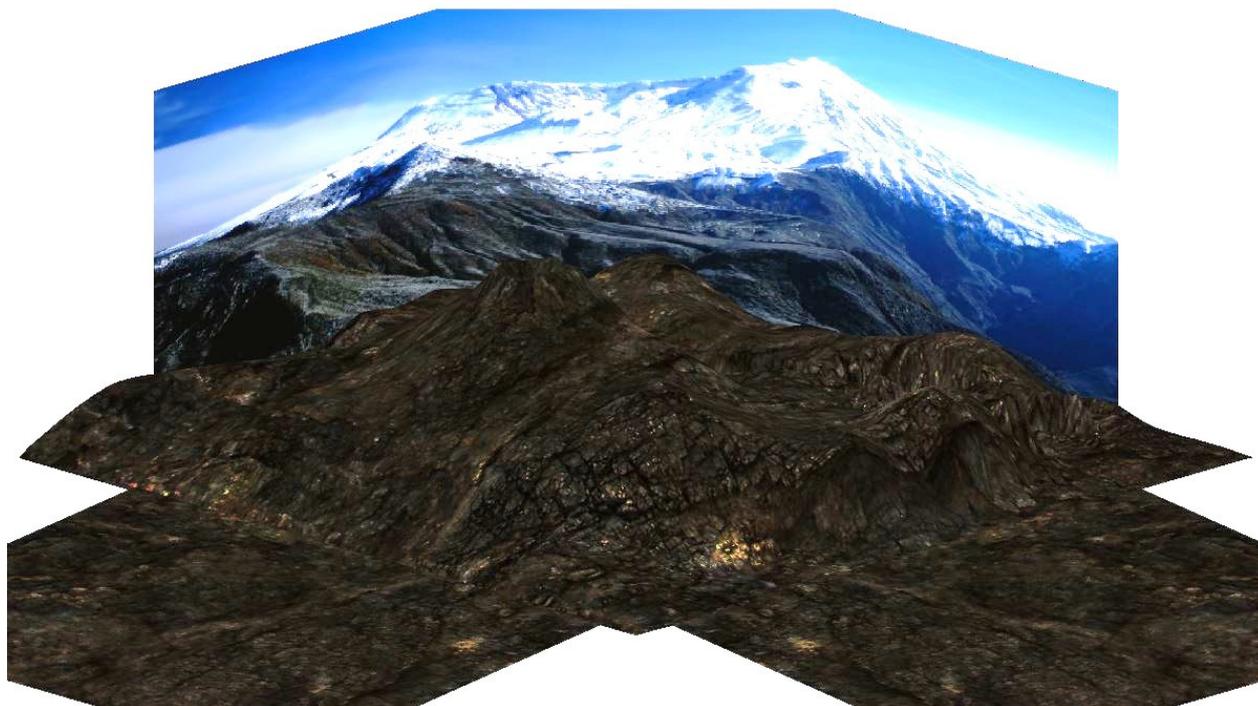


Рис. 3. Сцена с наложенными текстурами

Создание карты высот. При создании поверхностей в компьютерной графике зачастую прибегают к использованию карты высот. По сути это двумерный массив, каждый элемент которого отвечает за высоту, на которой находится элемент. Для получения полигональной сетки по заданной карте высот достаточно уметь связывать её соседние элементы. Важно заметить, что для любого полигона все его вершины должны лежать в одной плоскости, иначе его визуализация будет вызывать проблемы, поэтому имеет смысл соединять по три элемента из карты.

Заполнение карты высот зачастую происходит при помощи алгоритма генерации некоторого шума, например, шума Перлина, однако, не всегда очевидно, какой нужно использовать шум для генерации нужной поверхности, поэтому можно поступить иначе. Современные графические редакторы позволяют создать рисунок, который можно интерпретировать как карту высот (Рис. 4). Если рассматривать формат RGB, в котором пиксел картинки представляется тремя байтами, каждый из которых отвечает за синий, зеленый и красный каналы цвета соответственно (как в bmp-24), можно проинтерпретировать каждый цвет как значение некоторой величины. Один канал будет отвечать за высоту, другой – за положение эмиттера, а третий – задавать траекторию распространения потока лавы (рис. 5), таким образом получим расширенную карту высот, отвечающую не только за определение поверхности.

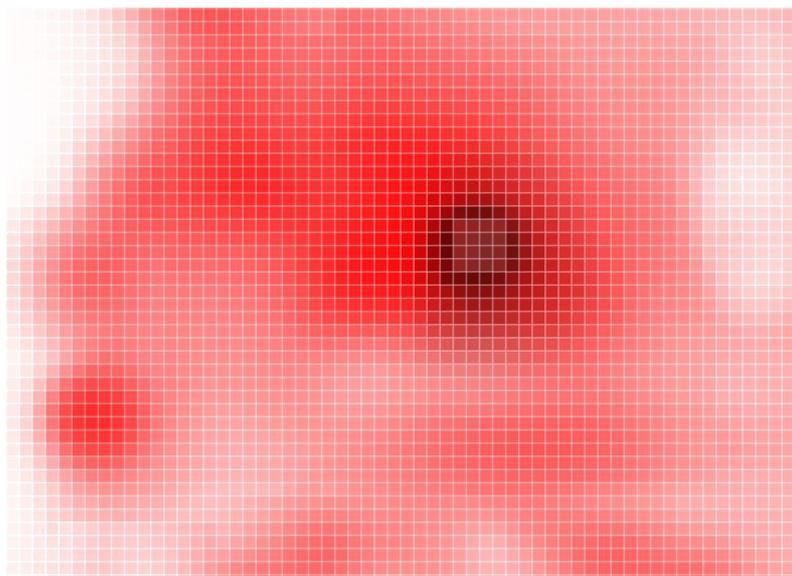


Рис. 4. Карта высот

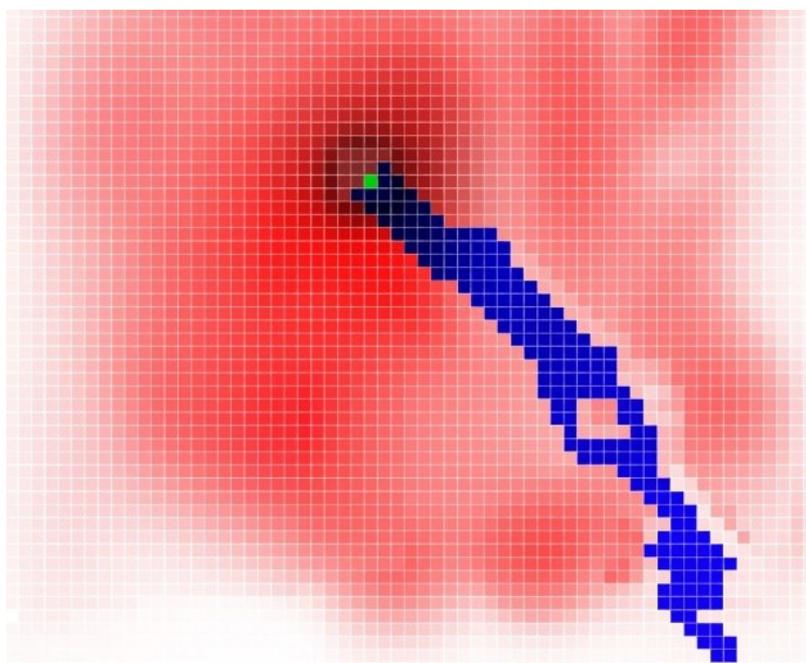


Рис. 5. Расширенная карта высот

Заключение. В данной работе была реализована система частиц, отвечающая за реалистичное извержение вулкана. С её помощью визуализировались такие эффекты, как дым и брызги лавы (рис. 6). Кроме этого, была создана сцена на основе расширенной карты высот. Она позволила не фиксировать строго внутри программы такие значимые элементы, как эмиттер системы частиц и траекторию распространения лавы.

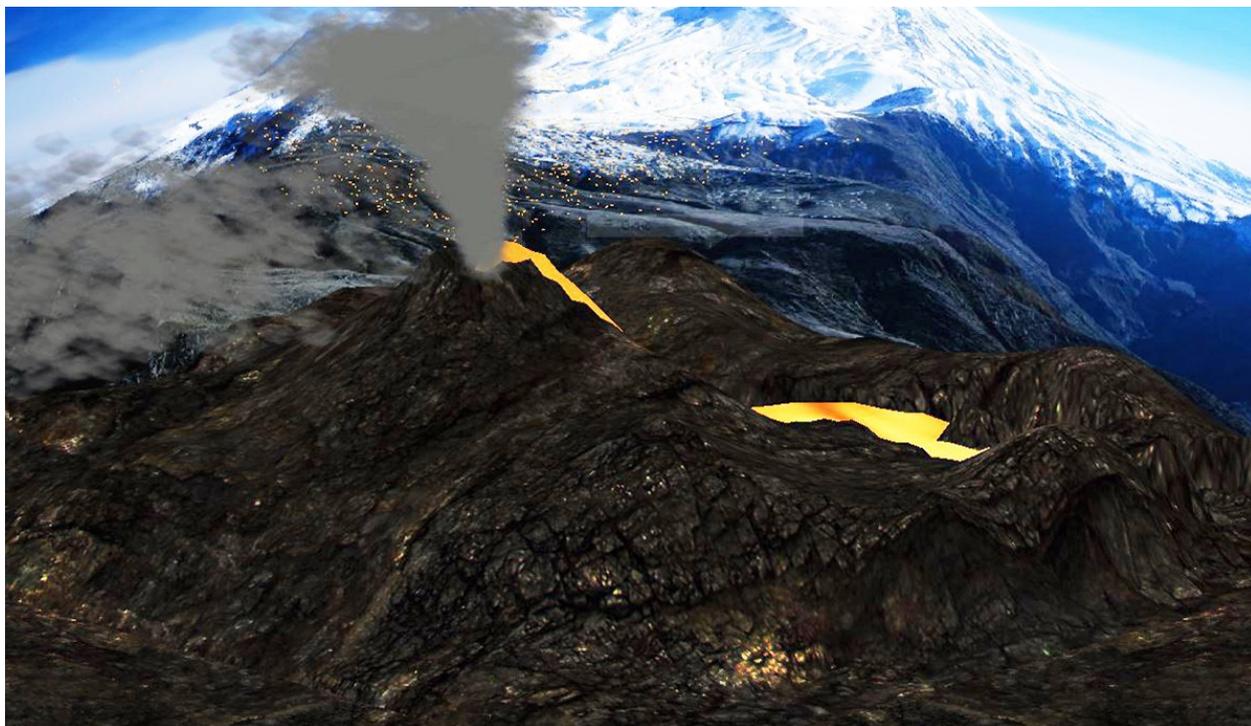


Рис. 6. Одновременная работа всех спецэффектов

Кроме этого, была создана сцена на основе расширенной карты высот. Она позволила не фиксировать строго внутри программы такие значимые элементы, как эмиттер системы частиц и траекторию распространения лавы.

Список литературы

1. Боресков А. В. Графика трехмерной компьютерной игры на основе OPENGL. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004, 379 с.
2. Использование системы частиц. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/128286/> (дата обращения 19.02.2014).
3. Программирование игр, создание игрового движка. Режим доступа: <http://www.gamedev.ru/code/articles/?id=4189> (дата обращения 19.02.2014)

4. 3D-максимум. Режим доступа: <http://www.infocity.kiev.ua/graf/content/graf266.phtm>
(дата обращения 19.02.2014).