

Моделирование объемных облаков

Андрей Азаров

Евгения Арутюнова

Алексей Козятинский



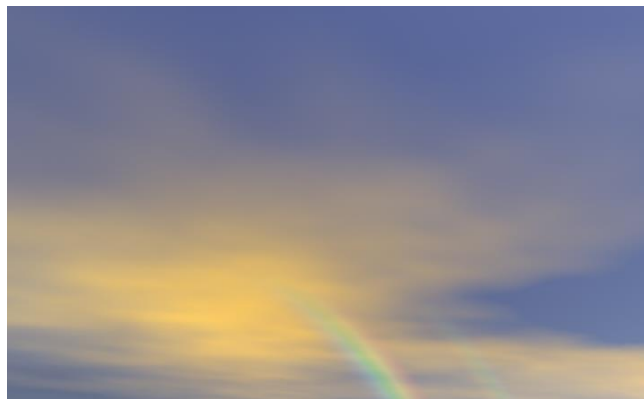
Где используется?

- * Компьютерные игры
- * Симуляторы полета
- * Различные тренажеры



Как моделируют?

- * Плоская текстура – статичная, либо анимированная
- * Полупрозрачная текстура с эффектом тумана
- * Моделирование статичных объемных облаков



Проблемы объемного моделирования

- * Три основных этапа:
 - * Моделирование изменения облака
 - * Освещение облака
 - * Вывод облака на экран
- * Каждый этап обладает высокой вычислительной сложностью
- * Рендер облаков не должен тратить много ресурсов

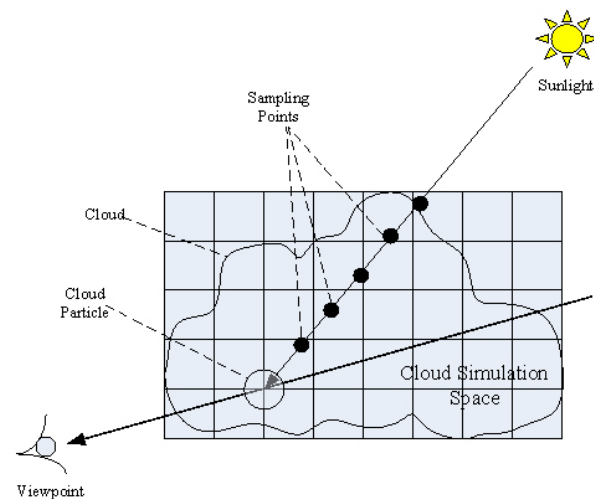
Подход Harris



- * Используется система частиц
- * Применяются обманные облака на больших расстояниях
- * Используется упрощенная модель рассеивания Релея
- * Освещение рассчитывается на GPU
- * Предварительный расчет, который делает невозможным моделирование изменения облака

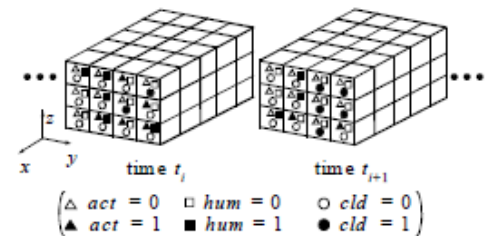
Модель освещения

- * Два вида рассеивания:
 - * Внутри облака от падающего света
 - * В сторону наблюдателя
- * Рассеивание внутри облака:
 - * Прямой путь, поглощающийся частицами
 - * Рассеиваемый в сторону других частиц
- * Предварительный расчет

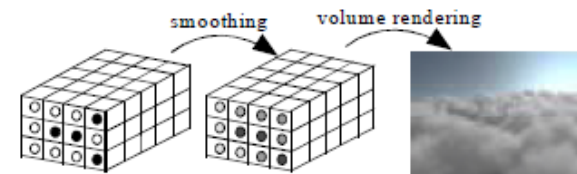


Подход Dobashi

- * Моделирование роста облаков
- * Движение облаков под действием ветра
- * Быстрое моделирование на основе битовых операций



(a) Simulation process.



(b) Rendering process.

Реализованный подход

- * Модель освещения Harris
- * Моделирование ветра и трансформации облаков Dobashi
- * OpenGL
- * На Core i5 с интегрированной графикой 70+ fps для 16 облаков
- * Самое медленное – пересчет цвета каждой частицы – около 70% всего времени

Изученные технологии

- * OpenGL
- * Алгоритмы моделирования облаков
- * Сторонние библиотеки для работы с OpenGL (freeglut, AntTweakBar, nvidia sdk, ...)
- * Средства профилирования в Visual Studio

Дальнейшее развитие подхода

- * Применение различных техник для сокращения числа рассчитываемых частиц
- * Рандомизированный алгоритм заполнения облаками некоторого объема с определенной плотностью
- * Разработка способов получения теней от облаков