

ОПТИМИЗАЦИЯ МАТРИЦЫ ФОРМ-ФАКТОРОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗЛУЧАТЕЛЬНОСТИ НА ГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССОРЫ В ПРИЛОЖЕНИЯХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Щербаков Александр Станиславович

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: alex.shcherbakov@graphics.cs.msu.ru

При моделировании глобального освещения основную сложность представляет расчет отраженного света. Точное значение может быть вычислено только посредством вычисления интеграла освещенности, который значительно усложняется с каждым новым отражением. Поэтому на практике используются различные приближенные методы. В настоящее время есть ряд наиболее популярных современных методов глобальной освещенности. Каждый из них представляет собой развитие некоторого базового метода глобальной освещенности с определенными модификациями, которые делают его более подходящих для конкретных условий.

В данной работе предлагается новый метод быстрого вычисления глобального освещения на GPU для интерактивных приложений на основе алгоритма излучательности и специальных преобразований матрицы форм-факторов. Данные преобразования позволяют уменьшить вычислительные затраты при расчете многократных отражений и применить DXT компрессию (с последующей аппаратной декомпрессией на GPU). Предложенный метод превосходит классическую реализацию алгоритма излучательности по скорости в 6 раз на GPU и требует в два раза меньше памяти при сравнимом качестве изображения.

Предложенный метод.

На первом шаге алгоритма на основе исходной сцены строится её упрощенный аналог на основе воксельной модели, состоящий из квадратных площадок. После вычисления матрицы форм-факторов происходит её преобразование. Значения в матрице домножаются на цвета соответствующих площадок, таким образом матрица содержит информацию о форм-факторе по каждому цветовому каналу. Затем, возведением полученной матрицы в степени от 1 до n (в нашем случае n было выбрано равным 3) получаются матрицы, соответствующие переносу энергии при 1, 2 и 3 отражениях. Матрица, полученная суммированием вычисленных на предыдущем шаге матриц,

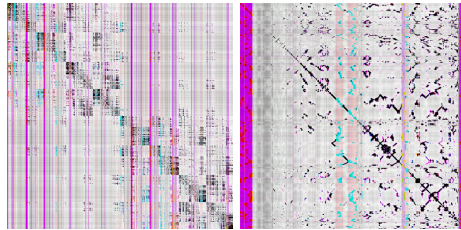
содержит информацию о полном переносе энергии после 3 отражений. Однако, такие преобразования приводят к увеличению размера матрицы в 3 раза.

Распределение значений в матрице форм-факторов таково, что оно делится естественным образом на две части. В первой, содержатся числа больше некоторой пороговой величины. В исходной матрице выбранные большие значения обнуляются. Для оставшихся значений, если рассматривать их как числа с плавающей точкой, можно утверждать, что точное представление их порядка важнее точного представления их мантиссы. Поэтому к ним применяется преобразование (1).

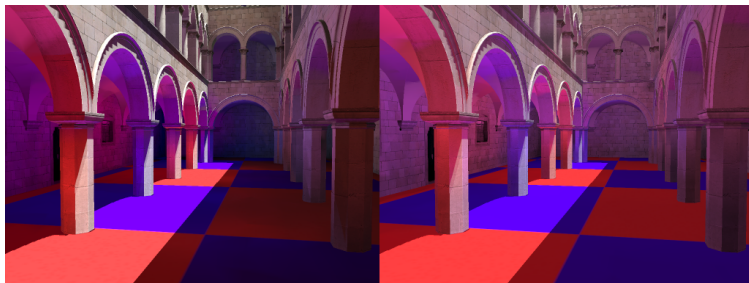
$$v' = (\log(v/v_{max})/25 + 1) \cdot 255 \quad (1)$$

К полученной матрице применяется сжатие методом DXT1. Для уменьшения потери точности при сжатии строки матрицы форм-факторов меняются местами. При этом также меняются местами соответствующие столбцы и площадки. Реорганизация матрицы выполняется с целью уменьшить погрешность сжатия, поэтому соседние столбцы (или строки) после преобразования должны быть максимально похожи между собой. После изменения порядка строк и столбцов полученное изображение сохраняется с использованием DXT сжатия с потерями. В ходе работы было проведено сравнение с классическим алгоритмом излучательности и с эталонным изображением, полученным при помощи точного интегрирования трассировкой лучей (*эталон*). Из сравнения видно, что изображение, сгенерированное предложенной реализацией излучательности, аналогично изображению, полученному трассировкой путей (*эталону*). При этом наш метод можно использовать в приложениях реального времени.

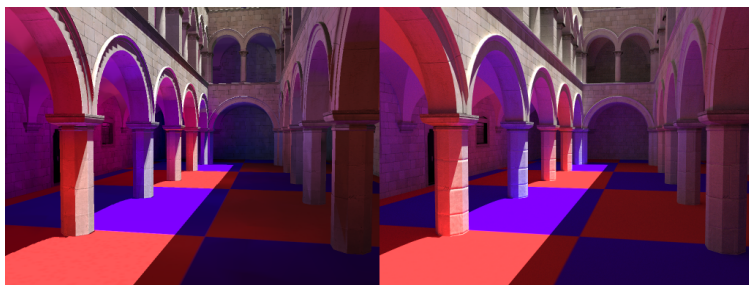
Иллюстрации



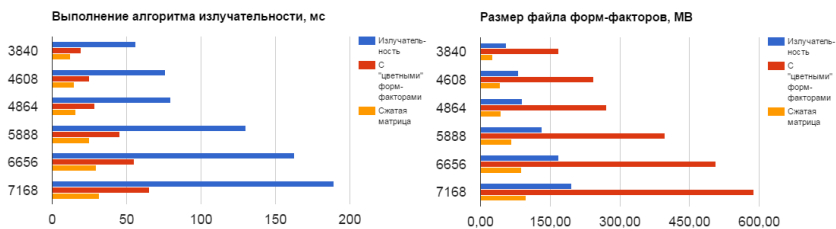
Матрица форм-факторов до и после реорганизации.



Сравнение предложенного метода (слева) с наивной реализацией излучательности (справа).



Сравнение предложенного метода (слева) с трассировкой лучей (*эталон*) (справа).



Сравнение требуемой памяти и скорости расчёта излучательности.