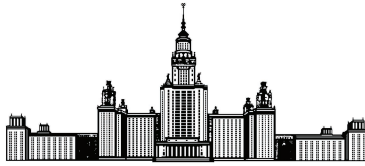


Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова



Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Кафедра Автоматизации Систем Вычислительных Комплексов

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА 420 ГРУППЫ

Расчёт освещённости при помощи метода излучательности на графических процессорах для интерактивных приложений

Выполнил:

студент 4 курса 420 группы

Щербаков Александр Станиславович

Научный руководитель:

к.ф.-м.н.

Фролов Владимир Александрович

И. о. заведующего кафедрой

Автоматизации Систем

Вычислительных Комплексов

_____ В. К. Власов

К защите допускаю

«_____» _____ 2017 г.

К защите рекомендую

«_____» _____ 2017 г.

Москва, 2017

Содержание

1	Введение	3
2	Постановка задачи	3
2.1	Неформальная постановка задачи	3
2.2	Формальная постановка задачи	3
3	Обзор методов расчета вторичного освещения	3
3.1	Instant Radiosity	3
3.1.1	Достоинства метода	4
3.1.2	Недостатки метода	4
3.2	Light Propagation Volumes	4
3.2.1	Достоинства метода	5
3.2.2	Недостатки метода	5
3.3	Voxel Cone Tracing	5
3.3.1	Достоинства метода	6
3.3.2	Недостатки метода	6
3.4	Spherical Harmonics	6
3.4.1	Достоинства метода	6
3.4.2	Недостатки метода	7
3.5	Radiosity	7
3.5.1	Достоинства метода	8
3.5.2	Недостатки метода	8
3.6	Обзор литературы	8
4	Новые подходы и результаты	9
5	Вычислительные эксперименты	9
5.1	Исходные данные и условия эксперимента	9
5.2	Результаты эксперимента	10
5.3	Обсуждение и выводы	10
6	Заключение	10

Аннотация

Данный документ является образцом оформления дипломной работы для студентов кафедры Математических методов прогнозирования ВМК МГУ. Приведённые ниже рекомендации взяты из статьи «Написание отчётов и статей (рекомендации)» на вики-ресурсе www.MachineLearning.ru. Студенты, готовящие дипломную работу к защите, могут найти много полезной информации также в статьях «Научно-исследовательская работа (рекомендации)», «Подготовка презентаций (рекомендации)», «Защита выпускной квалификационной работы (рекомендации)» на том же ресурсе.

Аннотация обычно содержит краткое описание постановки задачи и полученных результатов, одним абзацем на 10–15 строк. Цель аннотации — обозначить в общих чертах, о чём работа, чтобы человек, совершенно не знакомый с данной работой, понял, интересна ли ему эта тема, и стоит ли читать дальше. Аннотация собирается в последнюю очередь путем легкой модификации наиболее важных и удачных фраз из введения и заключения.

1 Введение

2 Постановка задачи

2.1 Неформальная постановка задачи

Требуется уменьшить вычислительные затраты при расчёте вторичного освещения в 3D-сцене с динамическими источниками света методом излучательности.

2.2 Формальная постановка задачи

Для заданной трёхмерной сцены (геометрия, источники света, материалы) первичным освещением называется освещение исходящее непосредственно из источников света. Вторичным освещением называется освещение, полученное путём многократного отражения первичного освещения от поверхностей сцены.

Необходимо, используя данные о геометрии и материалах сцены, провести её предобработку. Полученные данные используются во время отрисовки сцены в интерактивном режиме с изменением конфигурации освещения.

Цель работы — уменьшить время визуализации сцены и необходимые ресурсы видеопамати.

3 Обзор методов расчета вторичного освещения

3.1 Instant Radiosity

Данный метод является одним из самых популярных методов расчёта вторичного освещения. Для визуализации каждого кадра выполняются следующие шаги:

1. На источниках света выбираются точки.
2. Из выбранных точек трассируются случайные лучи. Лучи отражаются столько раз, сколько отражений света необходимо учесть при визуализации.

3. Каждая из точек полученных путей является вторичным источником света. Для них производится рендеринг с целью определить, какие области сцены освещаются источником.
4. В специальном буфере суммируется вклад вторичных источников света в освещение каждого пикселя.
5. Полученные значения освещения используются для финальной визуализации.

Развитием метода Instant Radiosity является алгоритм Reflective Shadow Maps. Он отличается способом выбора вторичных источников света. Вместо трассировки происходит создание карты теней для источников света. По карте теней выбираются вторичные источники как пиксели на карте. Плотность выбора источников на карте теней и их вес увеличивается с расстоянием до центра карты.

3.1.1 Достоинства метода

1. Этот метод значительно меньших вычислительных затрат по сравнению с остальными современными методами.
2. Не требуется предобработка сцены.

3.1.2 Недостатки метода

1. При недостаточном количестве вторичных источников света метод имеет низкую точность.
2. Требуемые вычисления существенно увеличивается с увеличением количества первичных и вторичных источников света.

3.2 Light Propagation Volumes

Этот алгоритм создаёт вторичные источники света так же, как это делается в Instance Radiosity, но расчёт вторичного освещения производится иначе:

1. На первом шаге создаются регулярная трёхмерная сетка для переноса света и сетка с упрощенным представлением сцены. На последующих итерациях алгоритма сетка с геометрией перестраивается при необходимости.

2. Вторичные источники света используются для инициализации освещения на сетке.
3. Производится перенос света по сетке. В этом процессе учитывается вторая сетка с упрощённой сценой для моделирования отражений.
4. Освещение попавшее на поверхности используется для визуализации финального изображения.

3.2.1 Достоинства метода

1. Позволяет использовать различные эффекты связанные с полупрозрачностью среды.
2. Можно динамически изменять сцену.

3.2.2 Недостатки метода

1. Артефакты связанные с дискретизацией пространства.
2. Недостаточное количество итераций переноса даёт некачественное изображение.
3. Сложность вычислений растёт кубически с увеличением точности сетки.

3.3 Voxel Cone Tracing

В методе Voxel Cone Tracing производится сбор освещения падающего на пиксель путём трассировки конусов из этого пикселя. Общую схему алгоритма можно представить следующим образом:

1. Вначале, создаётся воксельная сетка, в которой хранятся несколько мип-уровней сцены. Для каждого нового кадра можно использовать уже созданную сетку, изменяя её при изменении сцены.
2. Производится расчёт освещения для каждого пикселя. Для этого производится трассировка нескольких конусов из пикселя в разных направлениях. Эти конусы собирают падающую освещённость в направлениях трассировки.

При трассировке конусов происходит активное использование мип-уровней воксельной сетки. При удалении от пикселя данные берутся из мип-уровней с меньшей детализацией.

3.3.1 Достоинства метода

1. Высокое качество изображения.
2. Поддержка многих материалов поверхностей.
3. Динамическое изменение сцены.

3.3.2 Недостатки метода

- 1.Arteфакты связанные с воксельным приближением сцены.
2. Высокие требования видеопамяти.
3. Большая сложность вычислений.

3.4 Spherical Harmonics

Техника сферических гармоник основывается на разложении сложных функций освещенности в сумму более простых для вычисления величин. Изначально такое разложение использовалось в физике для моделирования конфигурации электрона в атоме. Сложная сферическая функция раскладывается по ортонормированному базису. Это один из вариантов трёхмерного разложения функции в ряд Фурье.

Для некоторых точек считаются коэффициенты разложения их функций освещения по базису. При визуализации сферические функции освещения из источников также раскладываются по базису. В итоге вычисление освещения в точке с разложенной в ней функцией освещенности сводится к скалярному произведению векторов состоящих из коэффициентов функции освещённости в данной точке и функции освещения из источника.

3.4.1 Достоинства метода

1. Небольшое количество вычислений при визуализации.

3.4.2 Недостатки метода

1. Для сложных сцен и конфигураций освещения может потребоваться много коэффициентов в разложении функций. Это увеличивает количество необходимых вычислений и количество требуемой памяти.
2. Артефакты связанные с интерполяцией освещения между точками в которых известно разложение функции.

3.5 Radiosity

Метод излучательности (Radiosity) позволяет получать наиболее качественные изображения по сравнению с остальными методами. Однако, время выполнения и требуемые ресурсы очень сильно зависят от сцены. На сценах содержащих сотни тысяч или даже миллионы треугольников он неприменим. Поэтому на практике алгоритм излучательности выполняется для упрощённой сцены (содержащей меньшее количество площадок) и результат расчёта переносится на исходную сцену.

Одна из наиболее коммерчески успешных реализаций этого алгоритма используется в графическом движке "Enlighten". В нём расчёты производятся на центральном процессоре. В виду большого количества вычислений, которые выполняются на процессоре помимо вычисления вторичного освещения, нет возможности обновлять вторичное освещение для каждого кадра. Поэтому посчитанное вторичное освещение используется для следующих 5-10 кадров. В этом движке для сцены нужна её версия упрощённая вручную.

Алгоритм излучательности требует предобработки сцены:

1. Для сцены происходит её разбиение сцены на площадки (при создании упрощённого аналога вручную также может быть создано разбиение).
2. Считаются форм-факторы для каждой пары площадок.

Форм-фактор — это число показывающее для пары площадок какая часть энергии пришедшей на первую площадку отразится на вторую.

Для визуализации используются предсчитанные значения форм-факторов и для каждого кадра выполняется расчёт вторичного освещения методом излучательности:

1. Вычисляется, либо задаётся значение для начальной светимости площадок. Из этих значений получается вектор начальной светимости.
2. Вектор начальной светимости умножается на матрицу форм-факторов. Таким образом получается вектор освещения пришедшего на площадки.
3. При умножении значений пришедшего освещения на цвета площадок получается вектор светимости после первого отражения.
4. 2 и 3 шага повторяются на векторов отраженного освещения несколько раз. На каждом шаге накапливается освещение пришедшее на площадку после каждого отражения.
5. Накопленное вторичное освещение отображается на исходной сцене.

3.5.1 Достоинства метода

1. Наиболее близкое к точным методам изображение.
2. Высокая скорость вычислений для небольшого количества площадок.

3.5.2 Недостатки метода

1. Квадратичный рост сложности вычислений и затрат видеопамати при увеличении количества площадок.
2. Возможны артефакты при некачественном упрощенном аналоге сцены.

3.6 Обзор литературы

Лучше, чтобы название этого подраздела было содержательным, например, общепринятым названием задачи, проблемы или метода, рассматриваемого в данной работе.

Перечисляются подходы, методы, факты, на которые существенно опирается данная работа, но которые могут быть не известны широкому кругу читателей. Здесь ссылки на литературу обязательны. Теоремы только формулируются, но не доказываются.

Данный раздел преследует две цели. Во-первых, сделать работу самодостаточной — дать необходимый минимум информации тем читателям, которые не очень хорошо ориентируются в теме, но желают поближе познакомиться именно с данной работой. Во-вторых, облегчить сопоставление полученных автором результатов с ранее известными.

4 Новые подходы и результаты

Название этого раздела обязательно надо заменить на содержательное. В этом разделе, как правило, много подразделов.

В дипломной работе не стоит делать более двух уровней, достаточно разделов и подразделов. Будете писать диссертацию или монографию — сделаете три уровня.

5 Вычислительные эксперименты

Цель данного раздела: продемонстрировать, что предложенная теория работает на практике; показать границы её применимости; рассказать о новых экспериментальных фактах.

Чисто теоретические работы могут вообще не содержать раздела экспериментов (не работает, ну и не надо — зато теория красивая). Кстати, теоретики имеют право не догадываться, где, кому и когда их теории пригодятся.

5.1 Исходные данные и условия эксперимента

Описывается прикладная задача, параметры анализируемых данных (например, сколько объектов, сколько признаков, каких они типов), параметры эксперимента (например, как производился скользящий контроль).

5.2 Результаты эксперимента

Результаты экспериментов представляются в виде таблиц и графиков. Объясняется точный смысл всех обозначений на графиках, строк и столбцов в таблицах.

5.3 Обсуждение и выводы

Приводятся выводы: в какой степени результаты экспериментов согласуются с теорией? Достигнут ли желаемый результат? Обнаружены ли какие-либо факты, не нашедшие объяснения, и которые нельзя списать на «грязный» эксперимент?

Обсуждаются основные отличия предложенных методов от известных ранее. В чем их преимущества? Каковы границы их применимости? Какие проблемы удалось решить, а какие остались открытыми? Какие возникли новые постановки задач?

6 Заключение

В квалификационных работах последний раздел нужен для того, чтобы конспективно перечислить основные результаты, полученные лично автором.

Результатами, в частности, являются:

- Предложен новый подход к...
- Разработан новый метод..., позволяющий...
- Доказан ряд теорем, подтверждающих (опровергающих), что...
- Проведены вычислительные эксперименты..., которые подтвердили / опровергли / привели к новым постановкам задач.

Цель данного раздела: доказать квалификацию автора. Даже беглого взгляда на заключение должно быть достаточно, чтобы стало ясно: автору удалось решить актуальную, трудную, ранее не решённую задачу, предложенные автором решения обоснованы и проверены.

Иногда в Заключении приводится список направлений дальнейших исследований.

Список литературы необходим в любой научной публикации. В дипломной работе он обязателен. Дурным тоном считается: ссылаться на работы только одного-двух авторов (например, себя или шефа); ссылаться на слишком малое число работ; ссылаться только на очень старые работы; ссылаться на работы, которых автор ни разу не видел; ссылаться на работы, которые не упоминаются в тексте или которые не имеют отношения к данному тексту.