

Отзыв официального оппонента

На диссертационную работу Фролова Владимира Александровича "Методы решения проблемы глобальной освещенности на графических процессорах", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Диссертация Фролова В.А. посвящена решению актуальной на сегодняшний день проблемы глобальной освещенности. Данная проблема возникает при решении таких практических задач как моделирование экстерьеров, интерьеров помещений, салонов транспортных средств, создание рекламных материалов, расчет нежелательных оптических эффектов (например, слепящих отражений в кабине самолета или автомобиля), создание кино и мультипликации.

Проблема глобальной освещенности заключается в вычислении освещенности точки виртуальной сцены с учетом взаимодействия света со всеми объектами сцены, т.е. учета как прямого, так и отраженного освещения с использованием определенных математических моделей материалов, камер и источников света. Данная проблема является вычислительно сложной, поэтому особое внимание в настоящее время уделяется повышению вычислительной эффективности и параллельным алгоритмам. Поскольку циклическая или спиральная природа процесса проектирования и дизайна вынуждает пользователя запускать расчет освещения десятки и сотни раз при работе над одним проектом, время одного расчёта чрезвычайно важно.

Существующие несмещенные методы решения проблемы глобальной освещенности на графических процессорах (GPU) в силу невысокой скорости сходимости метода Монте-Карло обладают длительным временем работы и в лучшем случае достигают паритета с методами, дающими смещенные оценки при использовании центральных процессоров. По этой причине на данный момент системы расчета освещения на GPU используются весьма ограниченно.

Диссертационная работа Фролова В.А. направлена на решение проблемы глобальной освещенности при помощи смещенных методов на графических процессорах. В своей работе Фролов В. А. использует подход, основанный на разделении освещенности на отдельные компоненты, каждая из которых может быть эффективно вычислена определенным алгоритмом. Для вычисления отдельных компонент освещения в диссертации были разработаны новые эффективные параллельные алгоритмы со смещенным решением – кэш освещенности и стохастические прогрессивные фотонные карты на GPU на основе окто-деревьев со множественными ссылками. Предлагаемый в диссертации алгоритм распределения работы на множестве пикселей изображения может быть использован не только при смещенном синтезе изображений, но и при получении полностью несмещенного решения на множестве пикселей изображения или точек пространства.

Основная научная новизна работы заключается в методах и алгоритмах расчета глобальной освещенности, разработанных для выполнения на графических процессорах, позволяющих значительно повысить вычислительную эффективность расчётов. В их число входят новый алгоритм распределения работы при реализации метода Монте-Карло, новая параллельная реализация алгоритма кэширования освещенности и метод построения структуры пространственного поиска.

Работа обладает высокой практической значимостью. Предложенные алгоритмы были реализованы в составе программного комплекса для реалистичной визуализации и расчёта освещенности, который может использоваться для оценки внешнего вида и интерьеров зданий, расчёта нежелательных бликов от зданий и т.д.

В целом диссертация Фролова В.А. написана понятным языком, обладает большим числом иллюстраций, содержит всеобъемлющий обзор существующих решений, значительный объем экспериментальных данных и сравнений, и производит положительное впечатление.

Однако работа обладает определенными недостатками.

1. В обзоре литературы наряду с кэшем освещенности рассматриваются методы фильтрации, позволяющие, как и кэш освещённости, ускорить расчет освещения за счет повторного использования информации о падающем освещении в пространстве и времени. Однако в диссертации не обосновывается, почему в качестве базового алгоритма был выбран именно кэш освещённости, и не метод фильтрации.
2. Разработанный алгоритм кэширования освещенности на GPU предназначен для синтеза статичных изображений и не может быть напрямую применен к анимационной последовательности, поскольку в этом случае необходимо построить множество записей кэша освещенности, валидное и не изменяемое (чтобы избежать мерцания) целиком для анимационной последовательности. Построение такого множества требует дополнительного исследования и в данной работе не рассматривается.
3. В разделе 3.3 “Описание используемого алгоритма кластеризации” приводятся описание алгоритма, позволяющего осуществить параллельную генерацию множества записей кэша освещенности в мировом пространстве. Показано, что указанный алгоритм обладает определенными преимуществами при реализации на GPU. Однако в целом выбор данного алгоритма обоснован слабо, и не было проведено исследование алгоритмов кластеризации, которые могли бы подойти для решения данной задачи.
4. Аналогично в разделе 3.3 “Решение проблемы радиусов валидности” приводится указание, что наряду с используемым алгоритмом нахождения так называемых ‘соседей в различных направлениях’ для той же самой задачи могла бы быть использована ‘Триангуляция Делоне’. Однако подробное исследование этой проблемы не проводится.

Указанные недостатки не снижают положительной оценки и общей ценности данной работы. Работа выполнена на высоком уровне, автореферат

достаточно полно отражает основные результаты работы. Результаты работы полно отражены в публикациях.

Считаю, что работа "Методы решения проблемы глобальной освещенности на графических процессорах" удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, а ее автор – Фролов Владимир Александрович - заслуживает присуждения ему искомой степени.

кандидат физико-математических наук



Конушин Антон Сергеевич

Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, МГУ имени М.В. Ломоносова.

Телефон: 8(495) 939-01-90

Адрес электронной почты: ktosh@graphics.cs.msu.ru

Организация – место работы: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет вычислительной математики и кибернетики, кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

Должность: доцент, заведующий лабораторией компьютерной графики и мультимедиа

Подпись А.С. Конушина заверяю.

Ученый секретарь факультета ВМК МГУ

Григорьев Е.А.

*Подпись Конушина и
подтверждаю:
декан факультета ВМК
академик РАН*



*Моисеев Э.Ч.
16.02.15*