

РЕЦЕНЗИЯ

На выпускную квалификационную работу студента 4-ого курса

Кафедры системного программирования математико-механического факультета СПбГУ

Цырендашиева Сультима Баиржаповича, обучающегося по направлению 09.03.04
(программная инженерия)

Тема выпускной квалификационной работы:

Разработка библиотеки для портирования приложений с трехмерной графикой, использующих конвейер фиксированной функциональности, на метод трассировки путей

Целью выпускной квалификационной работы Цырендашиев С. Б. является разработка библиотеки для портирования приложений с трехмерной графикой использующих конвейер фиксированной функциональности, на метод трассировки путей. Для достижения поставленной цели Сультимом Баиржаповичем необходимо было решить следующие задачи: сохранив высокую частоту кадров, реализовать расчёт прямого и непрямого освещения с помощью трассировки путей, реализовать алгоритм устранения шума, спроектировать и реализовать универсальный интерфейс библиотеки, который позволил бы приложениям загружать данные с минимальной нагрузкой. Также Сультому Баиржаповичу необходимо было применить разработанную библиотеку на практике – для решения этой задачи была выбрана компьютерная игра *Serious Sam: The First Encounter*.

В настоящий момент времени в индустрии кино и видеоигр прогресс в области компьютерной графики не стоит на месте – за последние 10 лет можно наблюдать разительное повышение качества и реалистичности компьютерной графики как в анимационных фильмах, так и в видеоиграх. С момента появления специальных видеоадаптеров компании NVidia серии RTX, в индустрии видеоигр начали внедряться алгоритмы компьютерной графики, связанные с трассировкой путей. Именно поэтому выбранная Цырендашиевым С. Б. тема интересна и актуальна в профессиональной индустрии.

Содержательная часть работы состоит из введения, пяти глав и заключения. Во введении автор описывает предмет исследования и обозначает основную проблему при портировании приложений, использующих растеризационные методы на трассировку путей. В первой главе студентом формулируется цель работы, описаны поставленные перед ним задачи. Во второй главе Цырендашиев С. Б. приводит обзор предметной области, объясняет нюансы уравнения рендеринга применительно к его задаче. Также приводится обзор существующих подходов к устранению шума, автор выбирает алгоритм ASVGF, однако аргументация выбора между ASVGF и BMFR приводится в субъективном ключе (в указанной автором работе действительно видно небольшое размытие на некоторых примерах, однако такой небольшой недостаток можно ликвидировать каким-либо простым и дешевым, с точки зрения вычислительной мощности, алгоритмом sharpening-a, получив при этом описанные автором преимущества: «BMFR в 1.8 раза быстрее SVGF и в общем случае оперирует только на позициях точек поверхностей и их нормалей»). Также автор рассматривает похожие на его библиотеку существующие решения, такие как *Quake II RTX* и *RTX Direct Illumination*, подчеркивая их недостатки, препятствующие решению поставленной цели. В третьей главе студент приводит описание архитектуры предлагаемой библиотеки, приводит описание основных терминов компьютерной графики, описывает основные этапы, необходимые для отрисовки кадра игры. В четвертой главе Сультим Баиржапович подробно описывает особенности реализации библиотеки: приводится описание основных структур данных, используемых в ходе трассировки путей. Необходимо

отметить, что для собственного удобства и ускорения процесса разработки студент разработал специальный инструмент «GenerateShaderCommon», позволяющий генерировать определения структур для C++ и GLSL, это демонстрирует профессионализм автора как разработчика – автоматизация решений монотонных задач одно из важных качеств профессионала индустрии разработки ПО. Также в четвёртой главе студент подробно описывает каждый этап отрисовки кадра: работа с освещением (прямое и не прямое рассеивание), устранение шума, полупрозрачность (автор отмечает, что проблема расчёта освещения с использованием трассировки путей им не решена, полупрозрачная геометрия рисуется с помощью растеризации). В пятой главе описана апробация библиотеки, приведены скриншоты, на которых явно видно улучшение качества картинки – модель освещения субъективно выглядит намного более реалистично для человеческого глаза. Однако автор не приводит сравнения картинки с «идеальной» трассировкой путей (было бы интересно сравнить, например, методом PSNR, обычный кадр, отрендеренный библиотекой, с кадром с числом испускаемых лучей много большим, нежели выбранным в работе), поэтому в рамках работы не совсем явно можно понять насколько качественно реализован метод трассировки путей. В заключении автор сообщает о том, что все поставленные перед ним задачи были выполнены.

Замечания к работе:

1. Аргументация выбора алгоритма между ASVGF и BMFR построена на субъективной оценке «появление артефактов в виде блоков на изображении и чрезмерное размытие».
2. В работе не приводится сравнения «идеальной» трассировки путей с выбранной трассировкой для библиотеки, отсюда не так явно можно сделать вывод о правильности реализованного подхода.
3. В работе нигде не приводится графика или таблицы производительности игры с использованием разработанной библиотеки, хотя автором явно выделяется требование «Основным требованием является сохранение высокой частоты смены кадров.» в 1 главе работы.

Следует отметить, что данные замечания не являются принципиальными и не изменяют общую положительную оценку выпускной квалификационной работы. Несомненным достоинством работы является оригинальная разработка библиотеки для портирования приложений с трехмерной графикой, использующих конвейер фиксированной функциональности, на метод трассировки путей. В ходе работы студент продемонстрировал глубокие знания современных подходов и алгоритмов компьютерной графики, также явно выделяется профессионализм автора при решении инженерных задач: автор прекрасно владеет паттернами проектирования ПО, автоматизирует монотонные задачи, грамотно объясняет и мотивирует выбранные способы решения задач.

Считаю, что выпускная квалификационная работа Цырендашиева С. Б. заслуживает оценки «Отлично».

Рецензент,
Программист ООО «Леста»

Щавелев Егор Михайлович

«12» мая 2021 г.

 / Щавелев Е. М./