

Курсовой проект*
Обратная трассировка лучей (Ray Tracing).
Технологии MPI, CUDA и OpenMP

Цель работы. Совместное использование технологии MPI, технологии CUDA и технологии OpenMP для создание фотореалистической визуализации. Рендеринг произвольных моделей в формате obj. Реализация пространственных индексов на основе деревьев. Создание видеоролика/анимации.

Задание.

Сцена. Прямоугольная текстурированная поверхность (пол), над которой расположены **произвольные объекты**, заданные в формате obj (учитывать материал и текстуры). Сверху находятся несколько источников света.

Камера. Камера выполняет облет сцены согласно определенным законам. В цилиндрических координатах (r, φ, z) , положение и точка направления камеры в момент времени t определяется следующим образом:

$$r_c(t) = r_c^0 + A_c^r \sin(\omega_c^r \cdot t + p_c^r)$$

$$z_c(t) = z_c^0 + A_c^z \sin(\omega_c^z \cdot t + p_c^z)$$

$$\varphi_c(t) = \varphi_c^0 + \omega_c^\varphi t$$

$$r_n(t) = r_n^0 + A_n^r \sin(\omega_n^r \cdot t + p_n^r)$$

$$z_n(t) = z_n^0 + A_n^z \sin(\omega_n^z \cdot t + p_n^z)$$

$$\varphi_n(t) = \varphi_n^0 + \omega_n^\varphi t$$

где $t \in [0, 2\pi]$.

Требуется реализовать алгоритм обратной трассировки лучей (<http://www.ray-tracing.ru/>) с использованием технологии CUDA, технологии MPI и технологии OpenMP. При поиске пересечения лучей с полигонами сцены необходимо использовать **пространственные индексы** на основе деревьев (построение индекса можно сделать на сру). Выполнить покадровый рендеринг сцены. Для устранения эффекта «зубчатости», выполнить сглаживание с помощью алгоритма SSAA. Полученный набор кадров склеить в видеоролик или анимацию любым доступным программным обеспечением. Подобрать параметры сцены, камеры и освещения таким образом, чтобы получить наиболее красочный результат. Провести анализ ускорения (т.е. дополнительно нужно реализовать алгоритм без использования распараллеливания).

Программа должна принимать на вход следующие параметры:

1. Количество кадров.
2. Путь к выходным изображениям. В строке содержится спецификатор %d, на место которого должен подставляться номер кадра. Формат изображений соответствует формату описанному в лабораторной работе 2.
3. Разрешение кадра и угол обзора в градусах по горизонтали.
4. Параметры движения камеры $r_c^0, z_c^0, \varphi_c^0, A_c^r, A_c^z, \omega_c^r, \omega_c^z, \omega_c^\varphi, p_c^r, p_c^z$, и $r_n^0, z_n^0, \varphi_n^0, A_n^r, A_n^z, \omega_n^r, \omega_n^z, \omega_n^\varphi, p_n^r, p_n^z$.
5. Количество моделей.
6. Для каждой модели задается: путь к папке с моделью, вектор смещения, три угла поворота, масштабный коэффициент. Можно предполагать, что текстуры в модели заданы в формате описанным в ЛР №2.
7. Параметры пола: четыре точки, путь к текстуре, оттенок цвета и коэффициент отражения.
8. Количество и параметры источников света: положение и цвет.
9. Максимальная глубина "рекурсии" и квадратный корень из количества лучей на один пиксель (для SSAA).

Пример **входных данных**:

1024

/home/checker/pgp/ivanov/kp/out/img_%d.data

640 480 120

7.0 3.0 0.0 2.0 1.0 2.0 6.0 1.0 0.0 0.0

2.0 0.0 0.0 0.5 0.1 1.0 4.0 1.0 0.0 0.0

2

~/model_1 -5.0 -2.0 2.0 90.0 0.0 0.0 0.25

~/model_2 5.0 2.0 3.0 0.0 45.0 0.0 0.75

-5.0 -5.0 -1.0 -5.0 5.0 -1.0 5.0 5.0 -1.0 5.0 -5.0 -1.0 ~/floor.data 0.0 1.0 0.0 0.5

2

-10.0 0.0 10.0 1.0 1.0 1.0

1.0 0.0 10.0 0.0 0.0 1.0

10 3

Программа должна поддерживать следующие ключи запуска:

--cpu	Для расчетов используется центральный процессор (OpenMP)
--gpu	Для расчетов задействуется видеокарта (CUDA)
--default	В stdout выводится конфигурация входных данных (в формате описанном ранее) при которой получается наиболее красочный результат, после чего программа завершает свою работу.

Запуск программы без аргументов подразумевает запуск с ключом --gpu. Подразумевается что запуск всегда осуществляется на кластере (т.е. всегда используется технология MPI). Учесть возможность наличия нескольких GPU в рамках одной машины кластера.

В процессе работы программа должна выводить в stdout статистику в формате:

{номер кадра}\t{время на обработку кадра в миллисекундах}\t{общее количество лучей}\n

Программу необходимо отправить на чекер с темой письма rgr:kr2

*Альтернатива КП: личное участие в международной конференции с публикацией тезисов в РИНЦе.

- 1) <http://aik.mai.ru/> 23-27 ноября 2020 г., МАИ, прием тезисов до 1 октября
- 2) <https://gagarin.mai.ru/> апрель 2021 г., МАИ, прием тезисов до февраля
- 3) ...