МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Институт №8 «Компьютерные науки и прикладная математика»
Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»

Курсовая работа
по курсу «Параллельная обработка данных»

Обратная трассировка лучей (Ray Tracing) на GPU.

Выполнил: Попов М. Р.
Группа: 8О-408Б
Преподаватели: К.Г. Крашенинников,
А.Ю. Морозов

Москва, 2023

Условие

1. **Цель работы:** Использование GPU для создание фотореалистической визуализации. Рендеринг полузеркальных и полупрозрачных правильных геометрических тел. Получение эффекта бесконечности. Создание анимации.
2. **Вариант 6:** тетраэдр, додекаэдр, икосаэдр.

Программное и аппаратное обеспечение

1. Графический процессор: Nvidia GeForce GT 545
    a. Количество потоковых процессоров: 144
    b. Частота ядра: 720 МГц
    c. Количество транзисторов: 1.170 млн
    d. Тех. процесс: 40 нм
    e. Энергопотребление: 70 Вт
2. ОС: Ubuntu 16.04
3. Текстовый редактор: VS Code
4. Компилятор: nvcc

Метод решения

Для отрисовки кадров будем использовать треугольные полигоны, для отрисовки всех фигур и поверхности понадобится 62 полигона. В качестве алгоритма сглаживания используем SSAA. Рендеринг кадров и сглаживание выполним параллельно для разных пикселей посредством технологий CUDA.

Описание программы

Программа состоит из одного файла, в котором есть класс app, содержащий в себе все конфигурационные данные, необходимые для рендеринга, а также реализации алгоритмов сглаживания и рендеринга.

Взаимодействие с программой

Программа поддерживает следующие ключи:

- `--default` — запуск рендеринга с параметрами по умолчанию и вывод параметров в консоль;
- `--cpu` — запуск рендеринга на центральном процессоре;
- `--gpu` — запуск рендеринга на видеокарте, если также использовать `--cpu` либо не использовать ни один из этих флагов, рендеринг выполнится на видеокарте.

При запуске программы без флага `-default` параметры для рендеринга нужно будет ввести в консоль в следующем порядке:

- количество кадров;
- путь к выходным изображениям;
- разрешение кадра (2 целых числа) и угол обзора в градусах (1 вещественное число);
- параметры движения камеры: r_c^0, z_c^0, φ_c^0, A_c^r, A_c^z, ω_c^r, ω_c^z, ω_c^φ, p_c^r, p_c^z, r_n^0, z_n^0, φ_n^0, A_n^r, A_n^z, ω_n^r, ω_n^z, ω_n^φ, p_n^r, p_n^z (20 вещественных чисел);
- параметры тетраэдра: координаты центра (3 вещественных числа), цвет (3 вещественных числа), радиус описанной окружности (1 вещественное число);

- параметры додекаэдра: координаты центра (3 вещественных числа), цвет (3 вещественных числа), радиус описанной окружности (1 вещественное число);
- параметры икосаэдра: координаты центра (3 вещественных числа), цвет (3 вещественных числа), радиус описанной окружности (1 вещественное число);
- параметры поверхности: координаты четырёх точек (12 вещественных чисел), цвет (3 вещественных числа);
- параметры источника света: положение (3 вещественных числа), цвет (3 вещественных числа), квадратный корень из количества лучей на один пиксель (1 вещественное число);

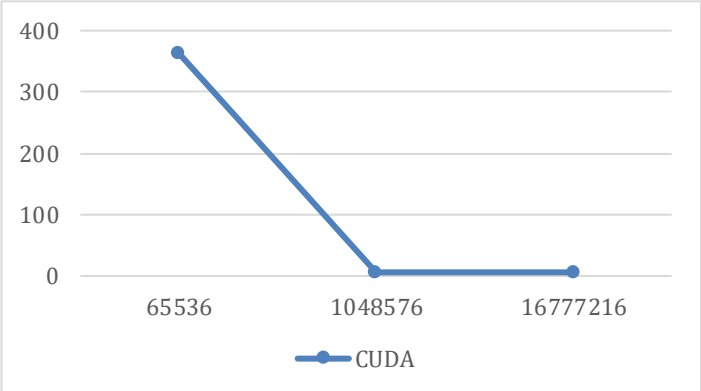
Пример входных данных:

```
1
%d.data
800 800 90
7 3 0 2 1 2 6 1 0 0
2 0 0 0.5 0.1 1 4 1 0 0
0 -2 0 1 0 0 1
0 0 0 0 1 0 1
0 2 0 0 0 1 1
-5 -5 -1 -5 5 -1 5 5 -1 5 -5 -1 1 1 1
10 0 15 0.294118 0.196078 0.0980392 4
```

Результаты

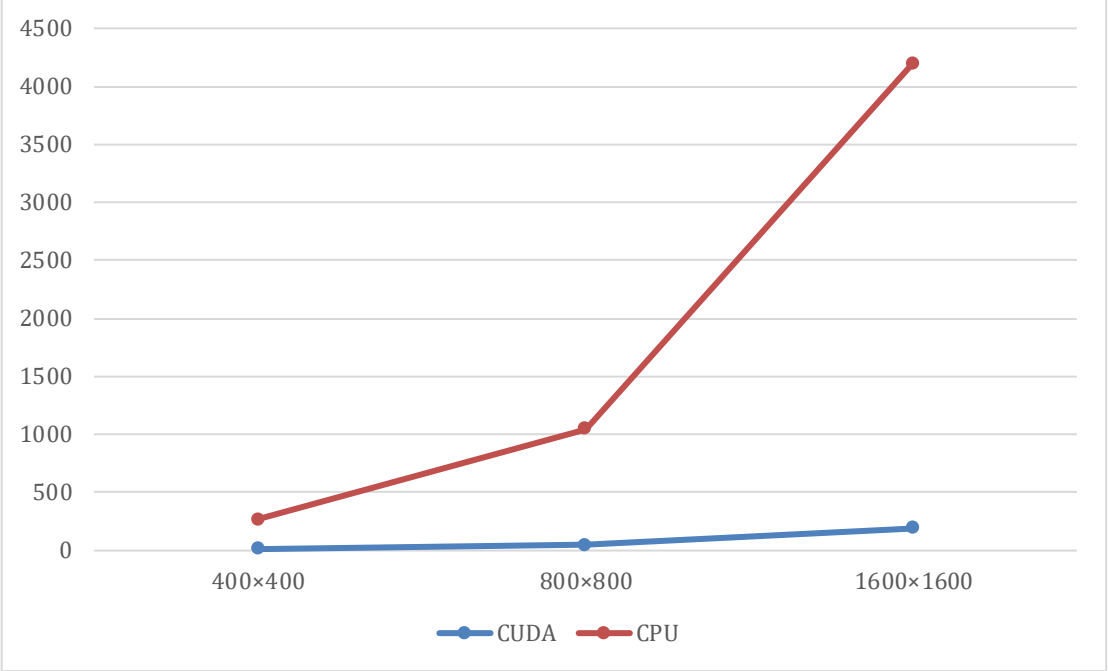
1. Зависимость времени выполнения программы от количества используемых потоков (рендеринг 50 кадров, разрешение 1600×1600):

Потоки	Время (в сек)
16×16×16×16	363
32×32×32×32	6
64×64×64×64	6

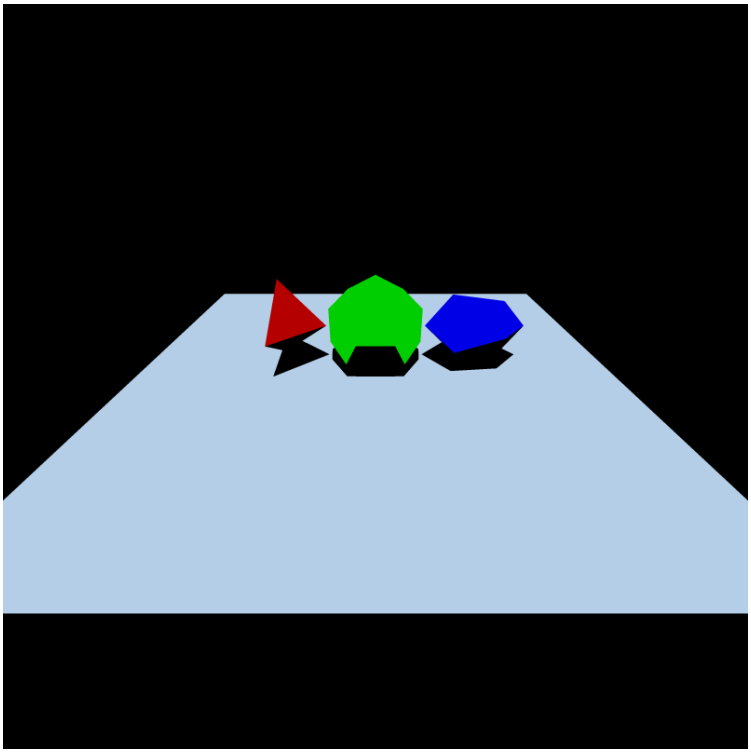


2. Сравнение программы на CUDA с 8×8×8×8 потоками и программы на CPU с одним потоком (рендеринг 25 кадров):

Размер кадра	Время на CUDA (в сек)	Время на CPU (в сек)
400×400	12	270
800×800	48	1050
1600×1600	190	4200



3. Полученное изображение:



Выводы

Проделав лабораторную работу, я реализовал рендеринг изображений с помощью GPU, работал с полигонами, освещением и сглаживанием, сравнил скорость рендеринга на CPU и GPU и в очередной раз выяснил, что видеокарты в задачах, связанных с параллельными вычислениями, намного превосходят процессоры. В конечном итоге я получил изображение трёх объёмных фигур на поверхности со светом и тенями.