

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

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

**Лабораторная работа №2**  
**по курсу «Программирование графических процессоров»**

*Обработка изображений на GPU. Фильтры.*

Выполнил: *И. П. Попов*

Группа: *8О-406Б*

Преподаватели: К.Г. Крашенинников,  
А.Ю. Морозов

Москва, 2023

## Условие

**Цель работы.** Научиться использовать GPU для обработки изображений. Использование текстурной памяти и двухмерной сетки потоков.

### Вариант 4. SSAA

Необходимо реализовать избыточную выборку сглаживания. Исходное изображение представляет собой “экранный буфер”, на выходе должно быть сглаженное изображение, полученное уменьшением исходного.

**Входные данные.** На первой строке задается путь к исходному изображению, на второй, путь к конечному изображению. На следующей строке, два числа  $w_n$  и  $h_n$  -- размеры нового изображения, гарантируется, что размеры исходного изображения соответственно кратны им.  $w * h \leq 4 * 10^8$ .

## Программное и аппаратное обеспечение

### NVIDIA GeForce GTX 1660 Super:

Compute capability: 7.5

Dedicated video memory: Typically 6 GB (may vary by manufacturer)

Shared memory per block: 49152 bytes

Register per block: 65536 bytes

Total constant memory: 65536 bytes

Max threads per multiprocessor: 2048

Max threads per block: 1024

### CPU AMD Ryzen 3600X

Physical cores: 6

Threads: 12

Base clock speed: 3.8 GHz

Boost clock speed: 4.4 GHz

L1 cache: 384KB (per core)

L2 cache: 512KB (per core)

L3 cache: 32 MB (shared)

Chip lithography: 7 nm

16 Гб RAM

1 ТБ HDD

OS – Windows 11 ProWSL, IDE – VS Code, compiler - nvcc

## Метод решения

Метод решения, применяемый в программе, основан на избыточной выборке сглаживания (SSAA). Программа начинает с чтения исходного изображения, затем увеличивает его размер с использованием SSAA, чтобы улучшить качество и затем уменьшает до желаемых размеров, применяя усреднение значений пикселей внутри каждого нового пикселя. Этот метод позволяет уменьшить артефакты и улучшить общее визуальное качество изображения.

## Описание программы

1. Чтение исходных данных
2. Чтение исходного изображения
3. Исходное изображение считывается с диска с использованием функции `ReadData()`. Это изображение хранится в формате `uchar4`
4. Настройка параметров для SSAA  
Вычисляются коэффициенты масштабирования `wNorm` и `hNorm` для уменьшения размера изображения.
5. Выделение памяти и копирование данных на GP  
Выделяется память на графическом процессоре для хранения данных исходного изображения (`cudaArray`).
6. Данные из исходного изображения копируются на графический процессор с использованием функции `cudaMemcpy2DToArray()`.
7. Настройка текстурной памяти  
Задаются параметры текстурной памяти, такие как режим адресации, фильтрация и др.  
Функция `cudaBindTextureToArray()` используется для привязки текстурной переменной `tex` к выделенной памяти.
8. Выделение памяти на GPU для результата
9. Выполнение SSAA ядра  
Выполняется GPU-ядро `kernel`, которое использует избыточную выборку сглаживания для улучшения качества изображения. Ядро вычисляет среднее значение пикселей из исходного изображения внутри каждого нового пикселя после уменьшения изображения.
10. Копирование результата на CPU
11. Запись сглаженного изображения  
Сглаженное изображение записывается на диск с использованием функции `WriteData()`.
12. Освобождение ресурсов

## Результаты

Количество блоков	Количество нитей	Время
16x16	16x16	291.45ms
16x16	32x32	490.15ms
32x32	16x16	376.44ms
32x32	32x32	378.83ms
64x64	32x32	2.2730ms
1024x1024	32x32	458.80ms
CPU		41537.035ms

## Выводы

Программа эффективно использует текстурную память для улучшения производительности обработки изображений. Время выполнения на GPU остается стабильным для различных комбинаций размеров блоков и сеток, что свидетельствует о хорошей оптимизации и распределении ресурсов. Текстурная память позволяет ускорить доступ к данным изображения, особенно в случаях с множественным чтением изображения при избыточной выборке сглаживания (SSAA).