



## **Практикум на ЭВМ, 7 семестр**

### **Отчёт № 1.**

## **Basic image convolution on NVIDIA GPUs using CUDA**

Работу выполнил  
**Малмыгин Г. А.**

## Задача

1. получает входные параметры командной строки (типы используемого фильтра и входных данных — про них далее);
2. загружает с диска необходимые изображения;
3. преобразует изображения в линейные массивы (развертка матрицы в линейный массив)
4. копирует эти массивы в память GPU;
5. запускает CUDA-ядра, которые применяют к изображениям необходимый фильтр;
6. выгружает результат в память CPU;
7. выводит 2 времени работы: только CUDA-ядер, а также CUDA-ядер + копирований данных;
8. сохраняет полученные после фильтрации изображения на диск (также в виде изображений, которые можно потом посмотреть).

## Структура работы программы

В качестве библиотеки для загрузки изображений выбрана stb\_image.

Обработка одного изображения строится следующим образом:

- 1) В аргументах передается тип фильтра и тип изображения
- 2) С помощью библиотеки stb производится загрузка изображения в линейный массив типа unsigned char
- 3) Выделяется память для линейного массива, в котором будет храниться результирующий массив, выделяется память для фильтра, передача данных на устройство, начало замера времени с пересылками.
- 4) Запуск ядра и замер его времени. Используется линейный грид, каждый поток вычисляет координату пикселя в изображении, для которого будет производиться свертка, свертка пикселя с рассчитанными координатами.
- 5) Перенос данных результирующего изображения на хост, сохранение изображения, окончание замера времени с пересылками.

### Ядра выбранных фильтров









Edge detection – выделяет границы объектов на изображении, sharpen – делает изображение более резким, gaussian blur – производит размытие изображения.




$$\textit{Edge detection kernel} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\textit{Sharpen kernel} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\textit{Gaussian Blur kernel} = \frac{1}{256} * \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

## Примеры работы фильтров

| Фильтр                                       | Исходное изображение   | Обработанное изображение  |
|--|--|---|
| Edge detection 3x3<br>Image size – 300x300   |    |    |
| Sharpen 3x3<br>Image size – 300x300          |   |   |
| Gaussian blur 5x5<br>Image size – 300x300    |  |  |
| Edge detection 3x3<br>Image size – 2000x2000 |  |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Sharpen 3x3<br>Image size – 2000x2000       |  |  |
| Gaussian blur 5x5<br>Image size – 2000x2000 |  |  |

### Время работы программы

| Тип изображения и тип фильтра                | Время выполнения только ядер, мс | Время выполнения ядер и копирований данных, мс |
|--|----------------------------------|--|
| Edge detection 3x3<br>Image size – 300x300   | 19.9053                          | 20.2041  |
| Sharpen 3x3<br>Image size – 300x300          | 19.3012                          | 19.5824  |
| Gaussian blur 5x5<br>Image size – 300x300    | 20.9699                          | 21.2468  |
| Edge detection 3x3<br>Image size – 2000x2000 | 1534.91                          | 1539.77  |
| Sharpen 3x3<br>Image size – 2000x2000        | 1443.6                           | 1448.56  |
| Gaussian blur 5x5<br>Image size – 2000x2000  | 1574.77                          | 1579.74  |