МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Факультет «Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра «Вычислительная математика и программирование»

**Лабораторная работа №3**

**по курсу «Параллельная обработка данных»**

**Классификация и кластеризация изображений на GPU.**

Выполнил: Лукашкин К.В.

Группа: 8О-408Б

Преподаватель: A.Ю. Морозов

Москва, 2019

**Условие**

Цель работы: Научиться использовать GPU для классификации и

кластеризации изображений. Использование константной памяти.

Вариант 2. Метод расстояния Махаланобиса.

Для некоторого пикселя p , номер класса jc определяется следующим образом:



**Программное и аппаратное обеспечение**

Характеристики графического процессора:

|  |  |
| --- | --- |
| Compute capability | 6.1 |
| Name | "GeForce GTX 1060 with Max-Q Design" |
| Total global memory | 6373572608 bytes |
| Shared memory per block: | 49152 bytes |
| Registers per block | 65536 |
| Max threads per block | 1024 |
| Max dimension size of a thread block (x,y,z) | (1024, 1024, 64) |
| Max dimension size of a grid size (x,y,z) | (2147483647, 65535, 65535) |
| Total constant memory | 65536 bytes |
| Multiprocessors count | 10 |

Процессор: Intel Core i5-8300H @ 8x 4GHz

|  |  |
| --- | --- |
| Number of cores | 4 |
| Number of threads | 8 |
| Processor Base Frequency | 2.30 GHz |
| Max Turbo Frequency | 4.00 GHz |
| Cache | 8 MB SmartCache |
| Bus Speed | 8 GT/s DMI |

Оперативная память: 8Gb DDR4

Частота: 2666 МГц

Жёсткий диск: 128Gb SSD

ATA SanDisk X600 M.2

OS: Ubuntu 18.04 bionic

Kernel: x86\_64 Linux 5.0.0-29-generic

Compiler:

nvcc: NVIDIA (R) Cuda compiler driver

Cuda compilation tools, release 9.1, V9.1.85

IDE: Текстовый редактор Atom

Версии компонентов:

Atom : 1.40.1

Electron: 3.1.10

Chrome: 66.0.3359.181

Node : 10.2.0

**Метод решения**

Для вычисления класса пикселя необходима предварительная подготовка данных.

Требуется подсчитать среднее значение и ковариационную матрицу для каждого класса. После подготовки эти значения сохраним в константную память графического процессора.

Хоть константная память и храниться в DRAM, она доступна только на чтение, но хороша тем, что вызовы к ней кэшируются и латентность получается не сильно хуже регистров.

Для создания объекта в константной памяти используется ключевое слово \_\_*constant*\_\_, а для загрузки данных в константную память используется функция *cudaMemcpyToSymbol*. Запись в неё достуна только CPU.

При выполнении ядра программы поочерёдно высчитывается расстояние до каждого из классов, после делается вывод что пиксель принадлежит к классу до которого расстояние максимально.

**Описание программы**

* \_\_global\_\_ void kernel– ядро, выполняет классифкацию пикселей изображения
* CSC(call) – макрос, выполняет обработку возникающих ошибок в ходе выполнения функций CUDA, выводит справочную информацию об ошибке.
* \_\_device\_\_ \_\_host\_\_ copy\_matrix33 – скопировать значения из одной матрицы в другую, доступно и из GPU и из CPU
* \_\_host\_\_ float determ33 – посчитать определитель матрицы 3 на 3.
* \_\_host\_\_ void inverse33 – посчтитать обратную матрицу для матрицы 3 на 3.
* \_\_device\_\_ float get\_dist – получить расстояние до класса

**Результаты**

Запуск непосредственно алгоритма в программе просходит в виде: kernel<<<numBlocks, threadsPerBlock>>>

Небольшой тест (Изображение 100х100)

Были сгенерированы 10 классов с 10 случайными точками.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время, мс** |
| 1 | 32 |  |
| 128 | 128 |  |
| 256 | 256 | 0.023552 |
| 256 | 512 |  |
| 512 | 1024 |  |

Cредний тест (Изображение 1000х200)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время x2 , мс** | **Время x0.5 , мс** |
| 1 | 32 | 15.955840 | 0.907072 |
| 128 | 128 | 0.243872 | 0.038464 |
| 256 | 256 | 0.243488 | 0.042880 |
| 256 | 512 | 0.244992 | 0.042912 |
| 512 | 1024 | 0.280256 | 0.053664 |

Предельный тест

Будем увеличивать изображение до 20000x20000.

В таблице указано исходное изображение.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время, мс**  **104х104** | **Время, мс 103x103** |
| 1 | 32 | 5554.287109 | 4786.014160 |
| 128 | 128 | 102.670403 | 110.045792 |
| 256 | 256 | 101.103584 | 109.977661 |
| 256 | 512 | 79.855774 | 91.396835 |
| 512 | 512 | 94.354019 | 108.954659 |
| 1024 | 1024 | 101.114944 | 106.653214 |

Для самого малого теста самой быстрой оказалась конфигурация 1,32 с одним блоком и 32 нитями, с увеличением блоков, скорость выполнения только увеличивается.

Для средних же тестов 128,128 и 256,256 оказались быстры. При этом при уменьшении изображения 128,128 показала себя значительно лучше.

Для больших тестов алгоритм при конфигурации 256, 512 показал лучший результат который с увеличением блоков и нитей не улучшался, но и не ухудшался.

Результаты показали что задача в данном виде является I/O bound, поскольку реальное время выполнения программы в несколько раз превышает время работы непосредственно алгоритма, т. е. большая часть времени тратиться на ввод-вывод.

Хоть время на ввод/вывод не включалось в таблицы, при выполнении тестов время потраченное на запись результата было вполне ощутимо и без точных замеров.

**Сравнение с CPU.**

Программа с CUDA, запускается на оптимальной конфигурации, полученной в тестах ранее. Время в миллисекундах.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Размер теста** | **CPU** | **GPU** |
| Небольшой | 1.839000 | 0.083520 |
| Средний | 36.066000 | 0.007936 |
| Предельный | 18044.394000 | 3.459488 |

Исходя из результатов теста, алгоритм на GPU работает значительно быстрее.

**Пример работы с изображениями**

Увеличение с изменениями пропорций





Уменьшение изображения





**Выводы**

Проделав лабораторную работу, я изучил и применил алгоритм билинейной интерполяции, реализовал его параллельную версию на GPU. Обработка изображений одна из основных задач для которых GPU было создано, высокая степень распараллеливания задачи, позволяет достигать высокой скорости работы алгоритма. Билинейная интерполяция в большинстве случаев принименяется именно при решении задач ресемплинга – масштабирования.