МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Факультет «Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра «Вычислительная математика и программирование»

**Лабораторная работа №1**

**по курсу «Параллельная обработка данных»**

**Освоение программного обеспечения для работы с технологией CUDA. Примитивные операции над векторами.**

Выполнил: К.В. Лукашкин

Группа: 8О-408Б

Преподаватели: К.Г. Крашенинников,

А.Ю. Морозов

Москва, 2019

**Условие**

Цель работы: ознакомление и установка программного обеспечения для

работы с программно-​аппаратной архитектурой параллельных вычислений(CUDA).

Реализация одной из примитивных операций над векторами.

Вариант 8. Реверс вектора.

**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**

При реверсе вектора для каждой нити (потока) вычисляются индексы элементов в векторе по следующей формуле threadIdx.x + blockIdx.x \* blockDim.x, таким образом разные потоки изменяют разные элементы. Каждый поток меняет местами не один элемент, а также все элементы с промежутком в blockDim.x \* gridDim.x. При этом всеми потокам будет произведено итераций – не более чем половина от количества элементов в массиве, поскольку меняется местами по два элемента.

**Описание программы**

* \_\_global\_\_ void kernel(double \*arr, int n) – ядро, выполняет реверс вектора.
* CSC(call) – макрос, выполняет обработку возникающих ошибок в ходе выполнения функций CUDA, выводит справочную информацию об ошибке.

**Результаты**

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

Небольшой тест (100 элементов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время, мс** |
| 1 | 32 | 0.012896 |
| 128 | 128 | 0.012928 |
| 256 | 256 | 0.014336 |
| 256 | 512 | 0.015008 |
| 512 | 512 | 0.016384 |
| 256 | 1024 | 0.016416 |
| 512 | 1024 | 0.020480 |
| 1024 | 1024 | 0.028640 |

Cредний тест (105 элементов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время, мс** |
| 1 | 32 | 0.364544 |
| 128 | 128 | 0.015552 |
| 256 | 256 | 0.007936 |
| 256 | 512 | 0.016640 |
| 512 | 512 | 0.012768 |
| 256 | 1024 | 0.017408 |
| 512 | 1024 | 0.018112 |
| 1024 | 1024 | 0.027296 |

Предельный тест (225 эелементов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество блоков** | **Количество нитей на блок** | **Время, мс** |
| 1 | 32 | 180.133698 |
| 128 | 128 | 3.862336 |
| 256 | 256 | 3.535584 |
| 256 | 512 | 3.459488 |
| 512 | 512 | 3.826848 |
| 256 | 1024 | 3.463392 |
| 512 | 1024 | 3.476064 |
| 1024 | 1024 | 3.490336 |

Для малых тестов самой быстрой оказалась конфигурация 1,32 с одним блоком и 32 нитями, с увеличением блоков, скорость выполнения не увеличивается.

Для средних же тестов 256,256 оказалась в разы быстрее прочих.

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.

**Сравнение с CPU.**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Размер теста** | **CPU** | **GPU** |
| Небольшой | 0.001000 | 0.012896 |
| Средний | 0.172000 | 0.007936 |
| Предельный | 46.679000 | 3.459488 |

На больших тестах, алгоритм на GPU работает быстрее.

**Выводы**

Массивы и вектора – структуры данных, очень часто применяемые в разработке. Хранение данных в упорядоченном виде с константным временем операции получения элемента может пригодиться в любой задаче.

При выполнении лабораторной работы серьёзных сложностей не возникло, CUDA была установлена сразу и без затруднений. Писать код для GPU было несколько необычно, поскольку раньше я не встречался с расширениями языка C.