**Теория Параллелизма**

**Отчет:**

“Уравнение теплопроводности”

(cuda)

Емельянов Алексей Алексеевич

Группа 21932

Новосибирск 2023

**Цель работы**

Цель данной работы состоит в том чтобы реализовать решение теплопроводности методом Якоба для двумерной сетки. Произвести оптимизацию предоставленного кода из лекции. Произвести сравнения по времени работы между CPU и GPU c CUDA. ([ссылка на презентацию](https://classroom.google.com/u/1/c/NTg0Nzg0MTE5Mzgy/p/NTk0MTI0MzYzNDg5?pli=1)).

Для компиляции версии с cuda использовалась:

**pgc++ paralel4.cu -o cuda.pg -fast -O2 -Mcuda**

Для данной работы в качестве измерения времени выполнения программы использую команду при запуске программы “*time*” предоставленной на лекции.

Для запуска собранный программы используется следующая команда

*time (имя файлы) (значение ошибки) (размер сетки одной стороны) (максимальное число итераций)*

*time ./cuda.pg 0.000001 1024 1000000*

*ссылка на гитхаб - https://github.com/EmelyanovAlexey/Paralel/tree/master/task\_4*

**Таблица результатов выполнения программы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CPU** | | | |
| **Размер ячейки** | **Время выполнения** | **Результат ошибки** | **Количество итераций** |
| 128x128 | 1,389s | 9.7835e-07 | 11081 |
| 256x256 | 13,651s | 9.99204e-07 | 37301 |
| 512x512 | 199,024s | 9.99681e-07 | 120361 |
| 1024x1024 | 2254,125s | 9.99989e-06 | 1000000 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CPU MULTI** | | | |
| **Размер ячейки** | **Время выполнения** | **Результат ошибки** | **Количество итераций** |
| 128x128 | 1.364s | 9.93435e-07 | 11081 |
| 256x256 | 4.419s | 9.99204e-07 | 37301 |
| 512x512 | 26.541s | 9.99681e-07 | 120361 |
| 1024x1024 | 42.748s | 9.99989e-07 | 384341 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GPU openacc** | | | |
| **Размер ячейки** | **Время выполнения** | **Результат ошибки** | **Количество итераций** |
| 128x128 | 4.398s | 9.93435e-07 | 11081 |
| 256x256 | 6.660s | 9.99204e-07 | 37301 |
| 512x512 | 8.634s | 9.99819e-07 | 120361 |
| 1024x1024 | 36.752s | 9.99989e-07 | 364621 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GPU cublas** | | | |
| **Размер ячейки** | **Время выполнения** | **Результат ошибки** | **Количество итераций** |
| 128x128 | 0.937s | 9.7074e-07 | 11110 |
| 256x256 | 1.650s | 9.86088e-07 | 37370 |
| 512x512 | 3.876s | 9.98112e-07 | 120392 |
| 1024x1024 | 27.683s | 9.98906e-06 | 364711 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GPU cuda** | | | |
| **Размер ячейки** | **Время выполнения** | **Результат ошибки** | **Количество итераций** |
| 128x128 | 0.465s | 9.0734e-07 | 3040 |
| 256x256 | 0.773s | 9.86088e-07 | 10320 |
| 512x512 | 1.884s | 9.98112e-07 | 339600 |
| 1024x1024 | 25.724s | 9.993e-06 | 1000000 |

**Графики**

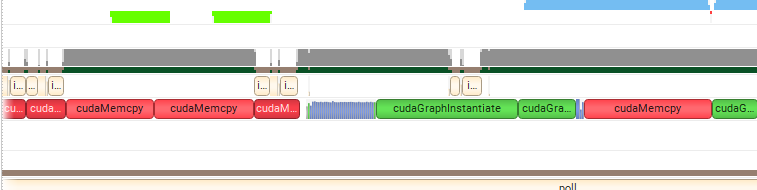
**Этапы оптимизации CUDA**

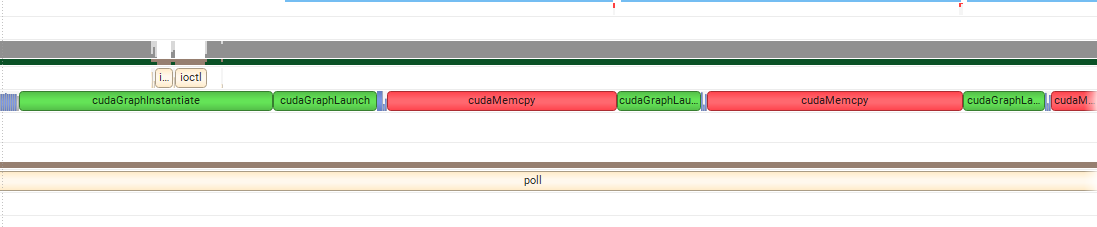
Входные параметры ошибка - 0.000001 сетка - 512 итерации - 1000

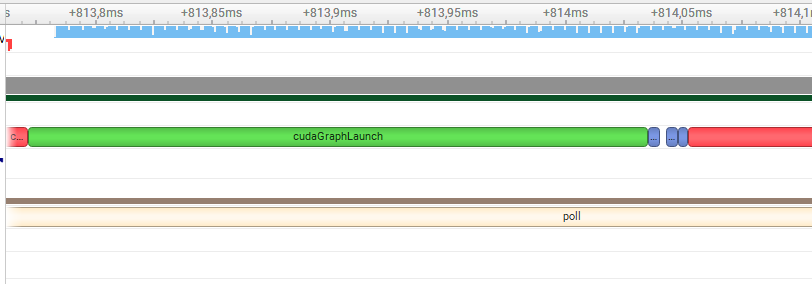
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Время выполнения** | **Ошибки** | **Количество итераций** | **Комментарий** |
| **1** | 64.332s | 0.010584 | 1000 | Программа с использованием динамического параллелизма (DeviceReduce) |
| **2** | 7.336ms | 0.012746 | 1000 | Редуция через Cuda каждые 200 итераций |

**Результат**

Исходя из полученных результатов видим, что благодаря cuda мы можем добиться большей производительности за счет того, что уменьшается задержка между запусками ядер, но прирост на более большие сетки не сильно отличается от результатов cublas.

**Профилировщик  
  
**

****

****