

Теория парралелизма

Отчёт

Уравнение теплопроводности на Cuda
05.26.2023

Гольцев Никита Сергеевич, 21932

1. Цели работы

Реализовать решение уравнения теплопроводности, переписав программу на Cuda.

2. Компиляция

Компилятор используемый при работе:

nvcc: NVIDIA Cuda compiler driver

версия компилятора - 11тая

Компиляция и запуск программы провадилась с помощью команд

```
/usr/local/cuda/bin/nvcc main.cu -o out
```

и

```
./out
```

Соответственно.

Так же в процессе, для замера времени, использовалась библиотека chrono.

3. Используемый профилировщик

nsys (NVIDIA Nsight Systems)

4. Этапы оптимизации

Время выполнения, с	Изменения
0.16	Переписал на cuda
0.089	Оптимизировал изначальный код
0.075	Переписал с Cuda graph

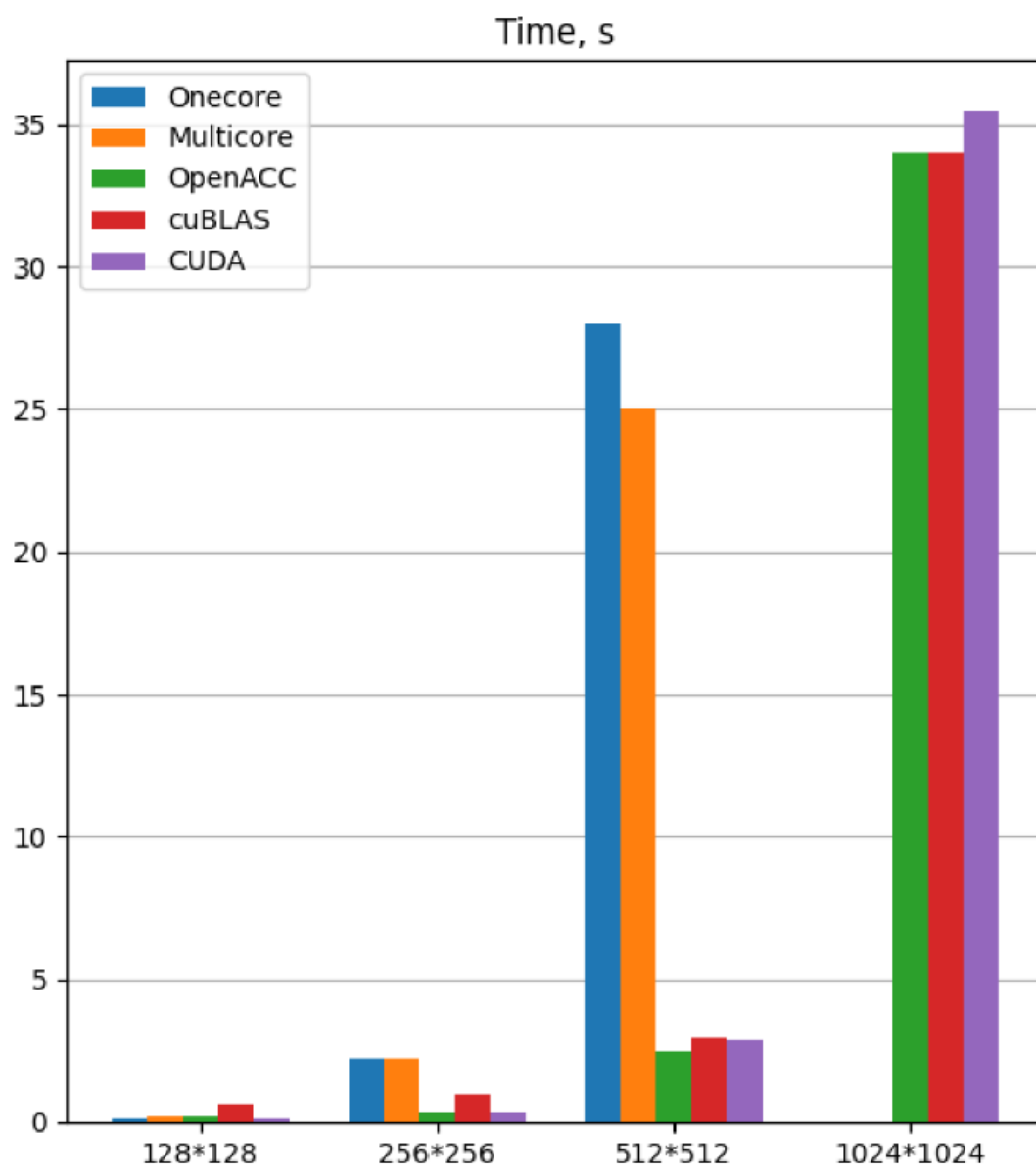
5. Точность вычислений

При выводе после создания и по завершению вычислений матрица совпадает с аналогичными проверками прошлого задания.

--- Borders ---												
10.00	10.83	11.67	12.50	13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00
10.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.83
11.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.67
12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.50
13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.33
14.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.17
15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00
15.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.83
16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.67
17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.50
18.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.33
19.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.17
20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67	27.50	28.33	29.17	30.00
--- Result ---												
10.00	10.83	11.67	12.50	13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00
10.83	11.67	12.50	13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83
11.67	12.50	13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67
12.50	13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50
13.33	14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33
14.17	15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17
15.00	15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00
15.83	16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83
16.67	17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67
17.50	18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67	27.50
18.33	19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67	27.50	28.33
19.17	20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67	27.50	28.33	29.17
20.00	20.83	21.67	22.50	23.33	24.17	25.00	25.83	26.67	27.50	28.33	29.17	30.00

6. Сравнение времени работы с пред идущими версиями

Во всех случаях количество операций совпадало, завися от того, какой был размер сетки.



Результаты разных версий программы

1. На CPU onecore

	Время выполнения	Точность	Количество операций
128*128	0.1	9.8e-6	31028
256*256	1.8	9.8e-7	37299
512*512	23	9.8e-7	119934
1024*1024	-	-	-

2. На CPU multicore

	Время выполнения	Точность	Количество операций
128*128	0.4	9.8e-6	31028
256*256	3.6	9.8e-7	37299
512*512	20	9.8e-7	119934
1024*1024	149	9.8e-7	367897

3. На GPU (после оптимизации)

	Время выполнения	Точность	Количество операций
128*128	0.3	9.5e-7	31028
256*256	0.5	9.8e-7	37299
512*512	5.8	9.8e-7	119934
1024*1024		9.8e-7	367897

GPU с OpenACC

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Кол-во итераций
128*128	232 мс	9.9998-e7	31081
256*256	840 мс	9.9998-e7	37913
512*512	4067 мс	9.9998-e7	120657
1024*1024	46658 мс	1.373-e6	367890

GPU с cuBLAS

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Кол-во итераций
128*128	629 мс	9.9998-e7	31081
256*256	917 мс	9.9998-e7	37913
512*512	2349 мс	9.9998-e7	120657
1024*1024	25999 мс	1.373-e6	367890

Cuda version (CPU)

Размер стеки	Время, мс	Точность	Итерации
128*128	160 мс	9.9998-e7	31081
256*256	340 мс	9.9998-e7	37913
512*512	2298 мс	9.9998-e7	120657
1024*1024	27890 мс	1.373-e6	367890

При проверке в nsys был наглядно видно, что cuda получает явное преимущество при создании матрицы, но при большом объёме данных слегка уступает по скорости обработки.

7. Вывод

При работе на сетках маленького размера cuda показывает себя гораздо лучше, чем остальные варианты. При работет с большими объёмами версия на cuda уступает по скорости обработки, но при этом получает преимущество в скорости создания матрицы. Отсюда следует вывод, что в сравнение с cublas, наша программа более универсальна. При сравнение с другими версиями она просто лучше при работе с любыми объёмами.