

# Теория параллелизма

## Отчет

### Уравнение теплопроводности

22930, Романченко Егор Юрьевич

28.05.2024

**Используемый компилятор:** g++

**Используемый профилировщик:** nsys

**Как производили замер времени работы:** с помощью chrono, замерял только основные вычисления, без заполнения матриц

#### Выполнение на CPU

##### CPU-onecore

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	579 мс	0.000001	36600

256*256	9540	0.000001	124900
512*512	173136	0.000001	409700

### CPU-multicore

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	1427	0.000001	36600
256*256	4938	0.000001	124900
512*512	18107	0.000001	409700
1024*1024	91304	0.000003	100000

## Выполнение на GPU

### Этапы оптимизации на сетке 512\*512

Этап №	Время выполнения	Точность	Максимальное количество итераций	Комментарии (что было сделано)
1	171821	0.000001	1_000_000	Перенёс функцию копирования (да и всё в принципе) в основной файл
2	162782	0.000001	1_000_000	Добавил reduction: max err для подсчёта ошибки
3	13115	0.000001	1_000_000	Оптимизировал копирование на GPU
4,5...			1_000_000	

(количество итераций при профилировании Nsight Systems до 1000)

GPU – оптимизированный вариант

Размер сетки	Время выполнения	Точность	Количество итераций
128*128	1064	0.000001	36600
256*256	4052	0.000001	124900
512*512	13115	0.000001	409700
1024*1024	83904	0.000003	1000000

Вывод:

Одноядерные вычисления занимают больше всего времени. Параллельные вычисления на сри и гри вычисления не показали кратной разницы между собой. Главное – оптимизация загрузки данных на гри, так как именно оно занимает больше всего времени (в то время как сами вычисления очевидно быстрее).

Time (%)	Total Time (ns)	Num Calls	Avg (ns)	Med (ns)	Min (ns)	Max (ns)	StdDev (ns)	Name
78.8	4448878208	231	19259213.0	10136492.0	8472	100307011	27743151.1	poll
13.4	757420093	80	9467751.2	18909.0	6005	755192130	84429901.7	open64
7.1	403500889	942	428344.9	28833.0	323	155715202	6630379.4	ioctl
0.4	23149329	68	340431.3	4914.5	1894	22642534	2744902.6	fopen
0.1	4577594	56	81742.8	6699.0	3880	3715686	494700.9	mmap64
0.1	4354338	23	189319.0	137203.0	60305	803310	148192.7	pthread_rwlock_rdlock
0.0	1934503	13	148807.9	83918.0	33698	803717	202749.8	sem_timedwait
0.0	170081	18	9448.9	5901.5	1454	47966	11136.8	mmap
0.0	139150	2	69575.0	69575.0	46972	92178	31965.5	pthread_create
0.0	88224	61	1446.3	1183.0	464	5166	1053.5	fclose
0.0	70139	6	11689.8	7730.5	2098	37052	12684.6	open
0.0	61193	5	12238.6	11342.0	573	34037	13656.9	pthread_rwlock_wrlock
0.0	59267	17	3486.3	3097.0	1107	10008	2136.8	read
0.0	56539	14	4038.5	3653.5	1257	8846	2044.2	write
0.0	43008	50	860.2	45.0	42	40570	5730.4	fgets
0.0	40142	6	6690.3	5968.0	1907	15954	4990.3	munmap
0.0	38357	87	440.9	385.0	143	1560	204.1	fcntl
0.0	23457	2	11728.5	11728.5	9635	13822	2960.7	socket
0.0	22454	1	22454.0	22454.0	22454	22454	0.0	pthread_mutex_lock
0.0	14867	5	2973.4	130.0	89	13959	6144.4	fwrite
0.0	14828	1	14828.0	14828.0	14828	14828	0.0	putc
0.0	14504	1	14504.0	14504.0	14504	14504	0.0	connect
0.0	9441	1	9441.0	9441.0	9441	9441	0.0	pipe2
0.0	4364	1	4364.0	4364.0	4364	4364	0.0	bind
0.0	3087	11	280.6	223.0	159	441	105.3	dup
0.0	2105	1	2105.0	2105.0	2105	2105	0.0	listen
0.0	532	1	532.0	532.0	532	532	0.0	fflush

Time (%)	Total Time (ns)	Num Calls	Avg (ns)	Med (ns)	Min (ns)	Max (ns)	StdDev (ns)	Name
44.6	705972124	220093	3207.6	2905.0	1165	3751685	12790.1	cuStreamSynchronize
26.3	416096016	36682	11343.3	10927.0	10244	3529155	19044.5	cuMemcpyDtoHAsync_v2
22.5	356155952	110046	3236.4	3132.0	2483	613316	2894.5	cuLaunchKernel
5.2	81849082	36682	2231.3	2088.0	1849	269642	2127.3	cuMemsetD32Async
1.4	21530435	1	21530435.0	21530435.0	21530435	21530435	0.0	cuMemAllocManaged
0.1	1325290	1	1325290.0	1325290.0	1325290	1325290	0.0	cuMemAllocHost_v2
0.1	1279830	3	426610.0	15682.0	7443	1256705	718895.2	cuMemAlloc_v2
0.0	153729	1	153729.0	153729.0	153729	153729	0.0	cuModuleLoadDataEx
0.0	2878	3	959.3	918.0	235	1725	745.9	cuCtxSetCurrent

Processing [./report1.sqlite] with [/opt/nvidia/hpc\_sdk/Linux\_x86\_64/23.11/profilers/Nsight\_Systems/host-linux-x64/reports/cuda\_gpu\_kern\_sum.r

\*\* CUDA GPU Kernel Summary (cuda\_gpu\_kern\_sum):

Time (%)	Total Time (ns)	Instances	Avg (ns)	Med (ns)	Min (ns)	Max (ns)	StdDev (ns)	Name
40.5	84218198	36682	2295.9	2272.0	2239	709467	3696.8	_10jacobi_cpp_main_78_gpu
32.0	66496963	36682	1812.8	1824.0	1791	13248	91.8	_10jacobi_cpp_main_78_gpu_red
27.5	57066113	36682	1555.7	1567.0	1535	13696	136.5	_10jacobi_cpp_main_89_gpu

Processing [./report1.sqlite] with [/opt/nvidia/hpc\_sdk/Linux\_x86\_64/23.11/profilers/Nsight\_Systems/host-linux-x64/reports/cuda\_gpu\_mem\_time\_s

\*\* CUDA GPU MemOps Summary (by Time) (cuda\_gpu\_mem\_time\_sum):

Time (%)	Total Time (ns)	Count	Avg (ns)	Med (ns)	Min (ns)	Max (ns)	StdDev (ns)	Operation
54.9	53153830	36682	1449.0	1439.0	1280	4768	113.1	[CUDA memcpy Device-to-Host]
45.0	43525736	36682	1186.6	1184.0	1120	2113	26.5	[CUDA memset]
0.1	100172	21	4770.1	3678.0	2591	12767	2825.6	[CUDA memcpy Unified Host-to-Device]
0.0	7359	2	3679.5	3679.5	1951	5408	2444.5	[CUDA memcpy Unified Device-to-Host]