

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»**

Факультет безопасности информационных технологий

**Дисциплина: «Операционные системы»
ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 3**

Выполнил:

Студент группы N3249

Чан Нгок Хуан



Проверил:

Савков Сергей Витальевич

Санкт-Петербург

2022г.

Задание:

<https://github.com/ereyes01/linpack>

Простой вариант

Найти и скомпилировать программу linpack для оценки производительности компьютера (Flops) и протестировать ее при различных режимах работы ОС:

1. С различными приоритетами задачи в планировщике
2. С наличием и отсутствием привязки к процессору
3. Провести несколько тестов, сравнить результаты по 3 сигма или другим статистическим критериям

Усиленный вариант

То же самое, плюс изменить параметры на уровне ядра (выбрать одно):

1. Запретить выполнение всех потоков кроме того, который тестируется (путем запрета прерываний) (cli sti)
2. Найти другие планировщики процессов для Linux и сравнить результаты работы вычислительной задачи на них
3. Повлиять на настройки имеющегося планировщика
4. Вмешаться в работу планировщика на уровне ядра

Distributor ID: Ubuntu

Description : Ubuntu 20.04.4 LTS

Release : 20.04

Memory : 2GB

Processors : 2

I. Простой вариант

1. С различными приоритетами задачи в планировщике

- Запустить с стандартными приоритетами:

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ ./linpack
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.94	71.96%	2.72%	25.33%	8014094.874
8192	1.89	71.97%	2.75%	25.28%	7949612.083
16384	3.80	71.97%	2.73%	25.31%	7929541.790
32768	7.78	71.95%	2.80%	25.25%	7738019.150
65536	15.19	71.97%	2.71%	25.32%	7935175.960

- Запустить ./linpack с приоритетом -20 (наибольший): KFLOPScp = 7806880.925

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo nice -n -20 ./linpack
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.96	72.13%	2.73%	25.14%	7858889.889
8192	1.91	71.94%	2.93%	25.12%	7856617.769
16384	3.91	72.04%	2.71%	25.25%	7696870.765
32768	7.67	72.15%	2.69%	25.16%	7844080.293
65536	15.46	72.14%	2.70%	25.15%	7777945.911

- Запустить ./linpack с приоритетом 19 (наименьший): KFLOPScp = 7741181.892

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo nice -n 19 ./linpack
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.96	72.23%	2.68%	25.08%	7828669.909
8192	1.92	72.23%	2.72%	25.05%	7799989.924
16384	3.90	72.29%	2.71%	24.99%	7690420.333
32768	7.84	72.26%	2.72%	25.02%	7653559.981
65536	15.53	72.24%	2.70%	25.06%	7733269.315

Мы знаем, что более низкое значение nice соответствует более высокому приоритету. На моём компьютере, приоритет при значении -20 ненамного выше приоритета при значении 19, потому что я запускал linpack только на своем компьютере.

2. С наличием привязки к процессору (Use command `taskset`)

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ taskset -c 0 ./linpack
Memory required: 315K.
```

```
LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.94	72.15%	2.71%	25.14%	8003126.221
8192	1.89	72.16%	2.74%	25.11%	7953686.697
16384	3.90	72.10%	2.85%	25.05%	7691532.340
32768	7.74	72.16%	2.78%	25.06%	7762608.575
65536	15.46	72.20%	2.76%	25.04%	7766525.867

⇒ KFLOPScp = 7835495.94

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ taskset -c 1 ./linpack
Memory required: 315K.
```

```
LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.95	72.21%	2.67%	25.12%	7873244.437
8192	1.94	72.16%	2.73%	25.12%	7747905.834
16384	3.89	72.16%	2.76%	25.08%	7721930.304
32768	7.71	72.22%	2.71%	25.08%	7786158.310
65536	15.32	72.25%	2.65%	25.10%	7842937.411

⇒ KFLOPScp = 7794435.259

3. Провести несколько тестов, сравнить результаты по 3 сигма или другим статистическим критериям

sudo nice -n 5 ./linpack								
Reps	KFLOPS						Average	Sigma
4096	7951921,455	7955689,003	7939373,752	7873729,336	7761728,933	7812990,322	7882572,134	81123,032
8192	7879100,274	7934104,998	7996862,957	7756286,823	7778477,627	7763207,166	7851339,974	100904,942
16384	7886078,533	7944366,2	7916047,915	7813568,219	7836077,559	7949811,501	7890991,655	56516,401
32768	7839435,652	7954831,15	7952123,8	7824046,216	7821177,821	7964496,196	7892685,139	71009,880
65536	7909106,892	7877384,528	7884063,455	7906555,592	7858096,693	7958219,339	7898904,417	34726,132
	граница (cp-sigma; cp+sigma)		граница (cp-2sigma; cp+2sigma)		граница (cp-3sigma; cp+3sigma)			
	7801449,102	7963695,165	7720326,07	8044818,197	7639203,038	8125941,229		
	7750435,032	7952244,917	7649530,089	8053149,859	7548625,147	8154054,801		
	7834475,254	7947508,055	7777958,853	8004024,456	7721442,453	8060540,856		
	7821675,259	7963695,019	7750665,38	8034704,899	7679655,5	8105714,779		
	7864178,285	7933630,548	7829452,153	7968356,68	7794726,022	8003082,811		

=> все значения находятся в интервале (cp-3sigma; cp+3sigma).

II. Усиленный вариант

1. Повлиять на настройки имеющегося планировщика

sudo sysctl -A | grep "sched" | grep -v "domain" #просмотреть все параметры

*Начальные настройки планировщика

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo sysctl -A | grep "sched" | grep -v "domain"
[sudo] password for tran:
kernel.sched_autogroup_enabled = 1
kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us = 5000
kernel.sched_child_runs_first = 0
kernel.sched_deadline_period_max_us = 4194304
kernel.sched_deadline_period_min_us = 100
kernel.sched_energy_aware = 1
kernel.sched_rr_timeslice_ms = 100
kernel.sched_rt_period_us = 1000000
kernel.sched_rt_runtime_us = 950000
kernel.sched_schedstats = 0
kernel.sched_util_clamp_max = 1024
kernel.sched_util_clamp_min = 1024
kernel.sched_util_clamp_min_rt_default = 1024
```

*До изменения: KFLOPS_{cp} = 7883969.63

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ ./linpack
Memory required: 315K.
```

```
LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.95	72.03%	2.65%	25.32%	7913528.317
8192	1.89	72.08%	2.64%	25.29%	7951370.680
16384	3.87	72.02%	2.73%	25.25%	7778738.470
32768	7.69	72.09%	2.68%	25.24%	7829703.740
65536	15.15	72.11%	2.64%	25.25%	7946506.941

*Изменил параметры планировщика :

sudo sysctl kernel.sched_energy_aware=0 : отключаем планировщику возможность прогнозировать влияние своих решений на энергопотребление.

sudo sysctl kernel.sched_rt_period_us = 1500000 : установить временной интервал, в течение которого измеряется производительность пропускной способности задачи в реальном времени 1500000 us .

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo sysctl kernel.sched_energy_aware=0
kernel.sched_energy_aware = 0
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo sysctl kernel.sched_rt_period_us=1500000
kernel.sched_rt_period_us = 1500000
```

* После изменения:

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ sudo sysctl -A | grep "sched" | grep -v "domain"
kernel.sched_autogroup_enabled = 1
kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us = 5000
kernel.sched_child_runs_first = 0
kernel.sched_deadline_period_max_us = 4194304
kernel.sched_deadline_period_min_us = 100
kernel.sched_energy_aware = 0
kernel.sched_rr_timeslice_ms = 100
kernel.sched_rt_period_us = 1500000
kernel.sched_rt_runtime_us = 950000
kernel.sched_schedstats = 0
kernel.sched_util_clamp_max = 1024
kernel.sched_util_clamp_min = 1024
kernel.sched_util_clamp_min_rt_default = 1024
```

*linpack после изменения: KFLOPScp = **7832020.628**

```
tran@tran-virtual-machine:~/Downloads/linpack-master$ ./linpack
Memory required: 315K.
```

```
LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
4096	0.95	72.10%	2.70%	25.20%	7933752.505
8192	1.91	72.17%	2.67%	25.15%	7859757.373
16384	3.80	72.14%	2.69%	25.17%	7915449.191
32768	7.74	72.08%	2.74%	25.17%	7773007.985
65536	15.66	72.08%	2.76%	25.16%	7678136.084

⇒ после изменения некоторых переменных планировщика производительность компьютера (Flops) немного снизилась

2. Провести несколько тестов, сравнить результаты по 3 сигма или другим статистическим критериям

sudo nice -n 5 ./linpack								
Reps	KFLOPS						Average	Sigma
4096	7875526,186	7824444,806	7781054,557	7845309,672	7958446,635	7881252,91	7861005,794	64624,177
8192	7859900,142	7742893,39	7807898,759	7853634,178	7952522,898	7935582,455	7858738,637	78817,663
16384	7853390,216	7843419,951	7786369,82	7810766,353	7918215,217	7904848,696	7852835,042	66320,287
32768	7901180,464	7734998,633	7776860,521	7840255,136	7861079,556	7732064,168	7807739,746	116532,795
65536	7850263,912	7798924,729	7750108,161	7812688,521	7864360,162	7695136,083	7795246,928	130115,473
	граница (cp-sigma; cp+ sigma)		граница (cp-2sigma; cp+2sigma)		граница (cp-3sigma; cp+3sigma)			
	7796381,617	7925629,971	7731757,44	7990254,148	7667133,263	8054878,325		
	7779920,974	7937556,300	7701103,31	8016373,964	7622285,647	8095191,627		
	7786514,755	7919155,329	7720194,468	7985475,616	7653874,181	8051795,903		
	7691206,951	7924272,541	7574674,157	8040805,336	7458141,362	8157338,131		
	7665131,455	7925362,401	7535015,981	8055477,875	7404900,508	8185593,348		

=> все значения находятся в интервале (cp-3sigma; cp+3sigma).

III. Вывод

- + После выполнения лабораторной работы я научился использовать программу Linpack для измерения производительности компьютера.
- + Было проведено большое количество тестов, чтобы с достаточной точностью сравнить результаты по 3 сигма критерию.
- + Усиленный вариант также был выполнен, и я узнал больше о том, как параметры планировщика влияют на производительность компьютера.