

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:


«Операционные системы»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

«Flops тестирование Linpack»

Выполнила:

Студентка группы N32511

Синюта А.А. 

Проверил:

Ханов А.Р. _____

Санкт-Петербург

2023г.

Задание:

Все на одной ОС

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

Ход работы

Компиляция программы

./linpack

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ make
cc -Wall -Wextra -O3 -std=c11 -pedantic -march=native linpack.c -o linpack
strip linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ ./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
2048	0.73	76.11%	2.67%	21.22%	4899379.286
4096	1.48	76.12%	2.82%	21.06%	4813802.165
8192	3.19	76.27%	2.78%	20.95%	4458711.883
16384	6.62	76.86%	2.88%	20.26%	4264160.050
32768	11.73	75.66%	2.79%	21.56%	4892728.245

С разными приоритетами

- С наименьшим приоритетом (19):

```
sudo nice -n 19 ./linpack
```

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ 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
2048	0.75	75.21%	2.73%	22.06%	4788612.336
4096	1.47	75.42%	2.81%	21.76%	4878385.242
8192	3.15	75.96%	2.81%	21.22%	4534172.163
16384	6.38	75.93%	2.91%	21.17%	4474364.537
32768	11.17	75.44%	2.73%	21.83%	5153746.013

- С наивысшим приоритетом (-20):

```
sudo nice -n -20 ./linpack
```

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ 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
2048	0.73	76.20%	2.78%	21.02%	4880285.584
4096	1.43	76.12%	2.70%	21.18%	4998030.466
8192	2.79	75.58%	2.70%	21.72%	5150738.784
16384	5.81	75.89%	2.72%	21.40%	4923886.357
32768	12.64	76.51%	2.81%	20.68%	4488199.159

С наличием и отсутствием привязки к процессору

- С наименьшим приоритетом с привязкой к ядру

```
sudo taskset -c 0 nice -n 19 ./linpack
```

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo taskset -c 0 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
-----
2048 0.75 75.74% 2.86% 21.40% 4801454.931
4096 1.50 75.71% 2.79% 21.50% 4780387.954
8192 3.13 75.71% 2.84% 21.44% 4570732.719
16384 7.23 76.85% 2.98% 20.17% 3900170.048
32768 12.33 76.01% 2.79% 21.20% 4631199.291
```

- С наивысшим приоритетом с привязкой к ядру
`sudo taskset -c 0 nice -n -20 ./linpack`

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo taskset -c 0 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
-----
2048 0.83 77.15% 2.77% 20.09% 4256181.172
4096 1.54 75.83% 2.88% 21.29% 4644842.223
8192 3.20 75.87% 3.09% 21.05% 4450580.562
16384 6.55 76.40% 2.87% 20.73% 4335262.562
32768 12.16 75.77% 2.84% 21.39% 4709151.039
```

Сравнение результатов

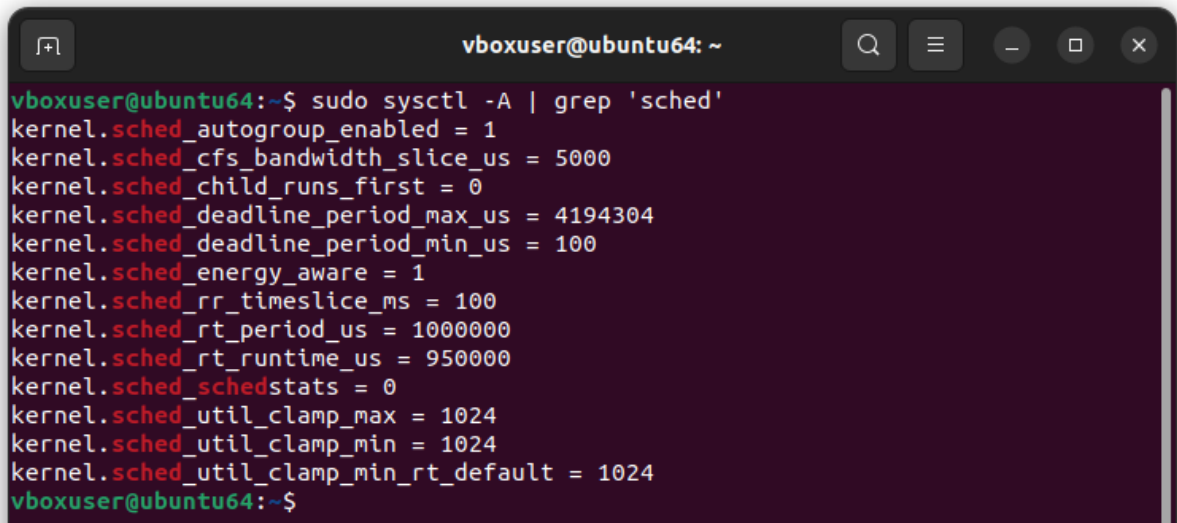
	Normal	Low priority	High priority	Low priority (CPU)	High priority (CPU)
KFLOPS	4899379.286	4788612.336	4880285.584	4801454.931	4256181.172
	4813802.165	4878385.242	4998030.466	4780387.954	4644842.223
	4458711.883	4534172.163	5150738.784	4570732.719	4450580.562
	4264160.05	4474364.537	4923886.357	3900170.048	4335262.562
	4892728.245	5153746.013	4488199.159	4631199.291	4709151.039
Average	4665756.3258	4765856.0582	4888228.07	4536788.9886	4479203.5116
Variance	83040120043.2917	75571004161.8215	60581541820.9028	136184418643.456	37897320561.9594
Sigma	288166.826757161	274901.808218537	246133.179033024	369031.731214886	194672.341543321
+ 3 sigma	5530256.80607148	5590561.48285561	5626627.60709907	5643884.18224466	5063220.53622996
- 3 sigma	3801255.84552852	3941150.63354439	4149828.53290093	3429693.79495534	3895186.48697004

Задачи с наивысшим приоритетом показали лучшие результаты производительности. Это ожидаемо, так как планировщик операционной системы отдает предпочтение выполнению задач с более высоким приоритетом.

Привязка процесса к ядру процессора не принесла результатов. Возможно, это связано с тем, что на этом ядре уже выполнялись вычисления, и оно было полностью загружено. Для более заметного улучшения производительности может потребоваться многопоточность и распараллеливание вычислений.

Повлиять на настройки имеющегося планировщика

Проверим текущие настройки:

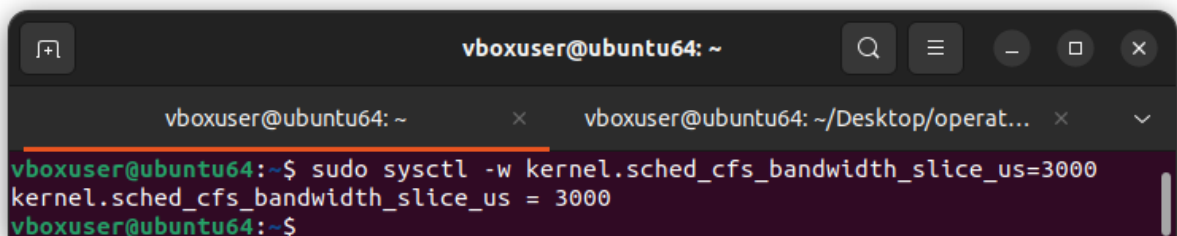


```
vboxuser@ubuntu64: ~  
vboxuser@ubuntu64:~$ sudo sysctl -A | grep 'sched'  
kernel.sched_autogroup_enabled = 1  
kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us = 5000  
kernel.sched_child_runs_first = 0  
kernel.sched_deadline_period_max_us = 4194304  
kernel.sched_deadline_period_min_us = 100  
kernel.sched_energy_aware = 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  
vboxuser@ubuntu64:~$
```

Изменим настройку `kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us`

Настройка `kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us` отвечает за задание временного среза (time slice) планировщику CFS (Completely Fair Scheduler) в ядре Linux.

Параметр `kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us` определяет временной срез (в микросекундах), выделяемый каждой задаче в CFS. Этот временной срез определяет промежуток времени, в течение которого задаче разрешается использовать процессор. По истечении этого срока задача переходит в состояние готовности, и планировщик выбирает следующую задачу для выполнения. Изменим значение на 3 миллисекунды.



```
vboxuser@ubuntu64: ~  
vboxuser@ubuntu64: ~ /Desktop/operat...  
vboxuser@ubuntu64:~$ sudo sysctl -w kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us=3000  
kernel.sched_cfs_bandwidth_slice_us = 3000  
vboxuser@ubuntu64:~$
```

```

vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ ./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
-----
  2048   0.74  75.03%   2.67%  22.30%  4899268.340
  4096   1.39  75.45%   2.70%  21.84%  5171888.351
  8192   2.77  75.19%   2.69%  22.12%  5219934.183
 16384   5.61  75.37%   2.67%  21.95%  5139290.661
 32768  11.05  75.24%   2.72%  22.03%  5225579.780

vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$

```

После изменения данной настройки производительность процессора значительно улучшилась.

	Normal	Low priority	High priority	Low priority (CPU)	High priority (CPU)	modified
KFLOPS	4899379.286	4788612.336	4880285.584	4801454.931	4256181.172	4899268.34
	4813802.165	4878385.242	4998030.466	4780387.954	4644842.223	5171888.351
	4458711.883	4534172.163	5150738.784	4570732.719	4450580.562	5219934.183
	4264160.05	4474364.537	4923886.357	3900170.048	4335262.562	5139290.661
	4892728.245	5153746.013	4488199.159	4631199.291	4709151.039	5225579.78
Average	4665756.3258	4765856.0582	4888228.07	4536788.9886	4479203.5116	5131192.263
Variance	83040120043.2917	75571004161.8215	60581541820.9028	136184418643.456	37897320561.9594	18073648355
Sigma	288166.826757161	274901.808218537	246133.179033024	369031.731214886	194672.341543321	134438.26968
+ 3 sigma	5530256.80607148	5590561.48285561	5626627.60709907	5643884.18224466	5063220.53622996	5534507.072
- 3 sigma	3801255.84552852	3941150.63354439	4149828.53290093	3429693.79495534	3895186.48697004	4727877.454