

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

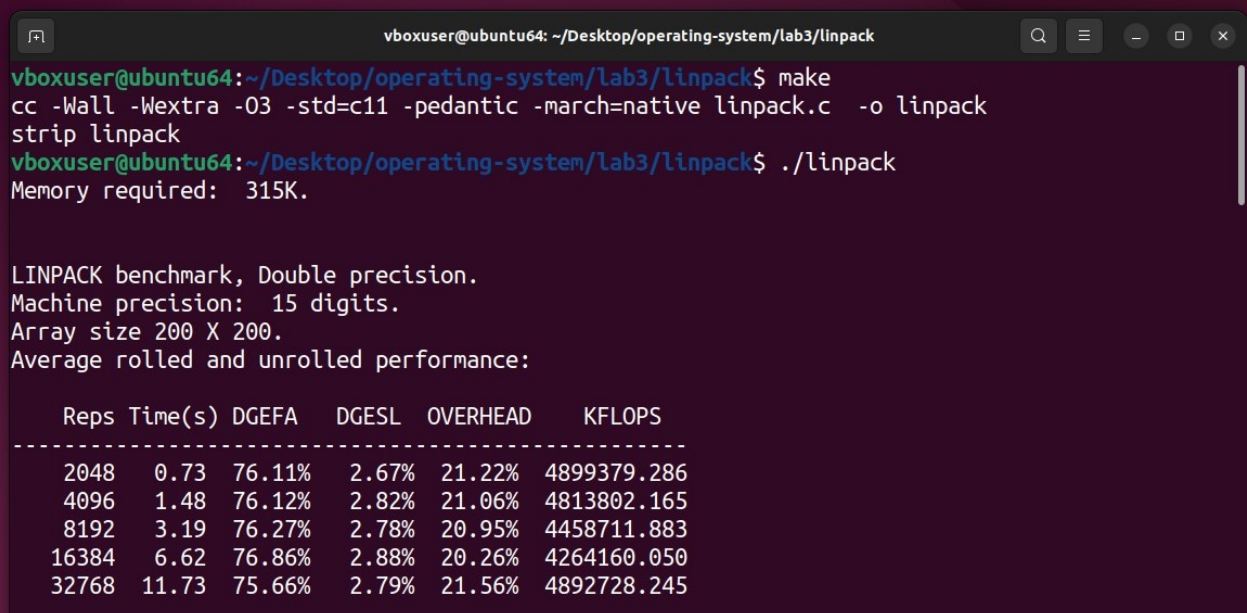
То же самое, плюс изменить параметры на уровне ядра (выбрать одно):

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.

Другие планировщики

Проверим, какие планировщики есть.

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
[mq-deadline] kyber bfq none
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$
```

До этого момента все тестирования проводились с планировщиком mq-deadline.

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo sh -c 'echo mq-deadline > /sys/block/sda/queue/scheduler'
[sudo] password for vboxuser:
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
[mq-deadline] kyber bfq none
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:

  Repls Time(s) DGEFA  DGESE  OVERHEAD  KFLUPS
-----
  2048   0.73  75.25%   2.71%  22.03%  4975713.370
  4096   1.46  75.94%   2.73%  21.33%  4896982.275
  8192   2.88  75.58%   2.74%  21.67%  4981920.246
 16384   5.77  75.49%   2.76%  21.75%  4979625.843
 32768  11.36  75.46%   2.74%  21.81%  5064254.595
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$
```

Протестируем на kyber

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo sh -c 'echo kyber > /sys/block/sda/queue/scheduler'
[sudo] password for vboxuser:
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
mq-deadline [kyber] bfq none
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:

  Repls Time(s) DGEFA  DGESE  OVERHEAD  KFLUPS
-----
  2048   0.71  75.88%   2.69%  21.43%  5041327.153
  4096   1.54  76.78%   2.78%  20.43%  4591865.777
  8192   3.05  76.35%   2.75%  20.90%  4658347.322
 16384   5.85  76.09%   2.85%  21.06%  4868568.567
 32768  11.32  75.56%   2.71%  21.73%  5080136.878
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$
```


Протестируем на bfq

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo sh -c 'echo bfq > /sys/block/sda/queue/scheduler'
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
mq-deadline kyber [bfq] none
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 74.95% 2.74% 22.31% 4982897.746
4096 1.46 75.81% 2.69% 21.50% 4913450.239
8192 2.90 75.10% 2.80% 22.10% 4975004.872
16384 6.27 76.18% 2.81% 21.01% 4543227.545
32768 12.10 75.75% 2.80% 21.45% 4734555.007
```

Протестируем без планировщика (none)

```
vboxuser@ubuntu64: ~/Desktop/operating-system/lab3/linpack
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ sudo sh -c 'echo none > /sys/block/sda/queue/scheduler'
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
[none] mq-deadline kyber bfq
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 0.75 75.85% 2.71% 21.44% 4803956.231
4096 1.55 76.11% 2.80% 21.09% 4608233.068
8192 2.90 75.43% 2.73% 21.83% 4957482.270
16384 5.92 75.49% 2.76% 21.75% 4857355.382
32768 12.48 76.06% 2.80% 21.13% 4571795.155
vboxuser@ubuntu64:~/Desktop/operating-system/lab3/linpack$
```

Сравнение результатов

	mq-deadline	kyber	bfq	none
KFLOPS	4975713.37	5041327.153	4982897.746	4803956.231
	4896982.275	4591865.777	4913450.239	4608233.068
	4981920.246	4658347.322	4975004.872	4957482.27
	4979625.843	4868568.567	4543227.545	4857355.382
	5064254.595	5080136.878	4734555.007	4571795.155
Average	4979699.2658	4848049.1394	4829827.0818	4759764.4212
Variance	3503132443.10309	48314712638.522	35679028539.188	27215863863.9389
Sigma	59187.2658863635	219806.079621384	188888.931754055	164972.312416171
+ 3 sigma	5157261.06345909	5507467.37826415	5396493.87706217	5254681.35844851
- 3 sigma	4802137.46814091	4188630.90053585	4263160.28653784	4264847.48395149

Лучший показатель у mq-deadline. Попытка повышения производительности путем изменения планировщика не удалась.