

Описание вычислительного узла

Наименование и краткая характеристика CPU (lscpu):

```
Architecture:                x86_64
CPU op-mode(s):              32-bit, 64-bit
Address sizes:                46 bits physical, 48 bits virtual
Byte Order:                   Little Endian
CPU(s):                       80
On-line CPU(s) list:         0-79
Vendor ID:                    GenuineIntel
Model name:                   Intel(R) Xeon(R) Gold 6248 CPU @ 2.50GHz
CPU family:                   6
Model:                        85
Thread(s) per core:          2
Core(s) per socket:          20
Socket(s):                    2
Stepping:                     7
CPU max MHz:                  3900.0000
CPU min MHz:                  1000.0000
BogoMIPS:                     5000.00
Flags:                         fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge
                              mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2
                              ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant_t
                              sc art arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology
                              nonstop_tsc cpuid aperfperf pni pclmulqdq dtes64 mon
                              itor ds_cpl smx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm
                              pcid dca sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadl
                              ine_timer aes xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm 3dnow
                              prefetch cpuid_fault epb cat_l3 cdp_l3 invpcid_single
                              intel_ppin ssbd mba ibrs ibpb stibp ibrs_enhanced fs
                              gsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid cq
                              m mpx rdt_a avx512f avx512dq rdseed adx smap clflusho
                              pt clwb intel_pt avx512cd avx512bw avx512vl xsaveopt
                              xsavec xgetbv1 xsaves cqm_llc cqm_occup_llc cqm_mbm_t
                              otal cqm_mbm_local dtherm ida arat pln pts hwp hwp_ac
                              t_window hwp_pkg_req pku ospke avx512_vnni md_clear f
                              lush_lld arch_capabilities

Caches (sum of all):
  L1d:                         1.3 MiB (40 instances)
  L1i:                         1.3 MiB (40 instances)
  L2:                           40 MiB (40 instances)
  L3:                           55 MiB (2 instances)
NUMA:
  NUMA node(s):                2
  NUMA node0 CPU(s):           0-19,40-59
  NUMA node1 CPU(s):           20-39,60-79
Vulnerabilities:
  Gather data sampling:         Mitigation; Microcode
  Itlb multihit:                KVM: Mitigation: VMX unsupported
  L1tf:                         Not affected
  Mds:                          Not affected
  Meltdown:                     Not affected
  Mmio stale data:              Mitigation; Clear CPU buffers; SMT vulnerable
  Retbleed:                     Mitigation; Enhanced IBRS
  Spec rstack overflow:         Not affected
  Spec store bypass:            Mitigation; Speculative Store Bypass disabled via prc
                              tl and seccomp
  Spectre v1:                   Mitigation; usercopy/swapgs barriers and __user point
                              er sanitization
```

Spectre v2: Mitigation; Enhanced IBRS, IBPB conditional, RSB filling, PBRSE-eIBRS SW sequence
Srbds: Not affected
Tsx async abort: Mitigation; TSX disabled

Наименование сервера (cat /sys/devices/virtual/dmi/id/product_name):

ProLiant XL270d Gen10

Сколько NUMA node, сколько памяти у каждой ноды (numactl --hardware):

```
available: 2 nodes (0-1)
node 0 cpus: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 40 41 42 43 44
45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
node 0 size: 385636 MB
node 0 free: 28441 MB
node 1 cpus: 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 60
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79
node 1 size: 387008 MB
node 1 free: 138857 MB
node distances:
node  0  1
  0:  10  21
  1:  21  10
```

Операционная система (cat /etc/os-release):

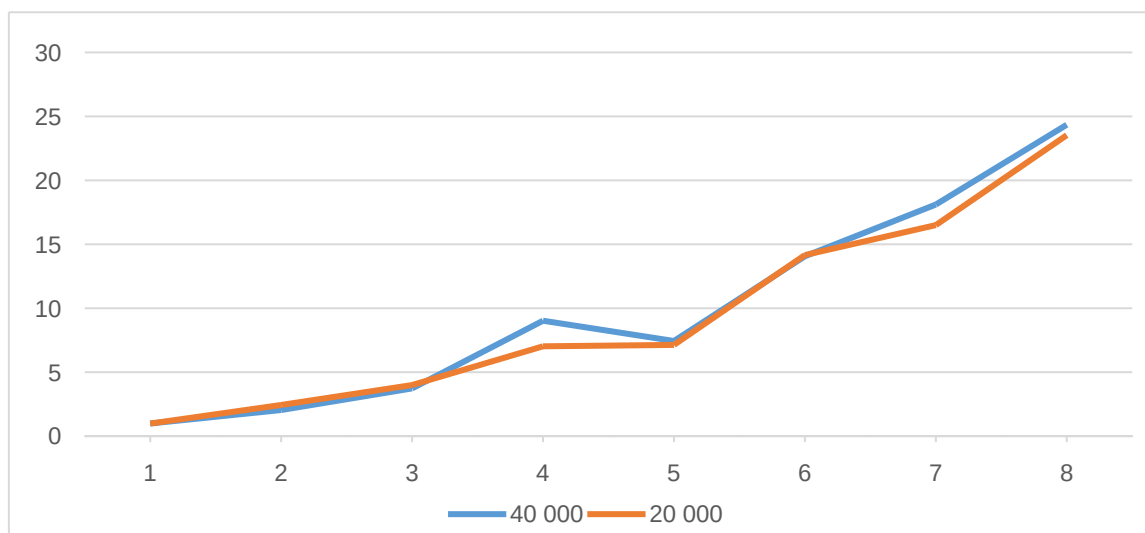
```
PRETTY_NAME="Ubuntu 22.04.3 LTS"
NAME="Ubuntu"
VERSION_ID="22.04"
VERSION="22.04.3 LTS (Jammy Jellyfish)"
VERSION_CODENAME=jammy
ID=ubuntu
ID_LIKE=debian
HOME_URL="https://www.ubuntu.com/"
SUPPORT_URL="https://help.ubuntu.com/"
BUG_REPORT_URL="https://bugs.launchpad.net/ubuntu/"
PRIVACY_POLICY_URL="https://www.ubuntu.com/legal/terms-and-policies/privacy-policy"
UBUNTU_CODENAME=jammy
```

Анализ масштабируемости

Таблица для 1,2,4,7,8,16,20,40 потоков (в мс):

M = N	Количество потоков							
	1		2		4		7	
	T ₁	S ₁	T ₂	S ₂	T ₄	S ₄	T ₇	S ₇
20 000 (~3 GiB)	1924	0,985	2453	2,438	512	3,996	286	7,025
40 000 (~ 12 GiB)	7682	0,990	4031	2,042	2091	3,732	1159	9,052
M = N	Количество потоков							
	8		16		20		40	
	T ₈	S ₈	T ₁₆	S ₁₆	T ₂₀	S ₂₀	T ₄₀	S ₄₀
20 000 (~3 GiB)	276	7,134	137	14,159	114	16,500	83	23,531
40 000 (~ 12 GiB)	1054	7,441	547	14,064	452	18,108	325	24,347

График ускорения в зависимости от кол-ва потоков:



Вывод:

При работе на одном потоке, параллельная реализация программы проигрывает последовательной в производительности. Однако, с увеличением числа потоков, производительность параллельная реализация начинает существенно превосходить последовательную, приближаясь к геометрической прогрессии.

При этом рост коэффициента ускорения не зависит от объёма данных, приблизительно одинаково возрастая для матрицы размером как 20000×20000, так и 40000×40000.