Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет» Физико-технический институт Кафедра информационно-измерительных систем и физической электроники

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ОТЧЁТ

по предмету «Компьютерные технологии в науке и образовании»

[Изучение технологий параллельного программирования](http://lab127.karelia.ru/comptech/lab_multi.php)

Автор работы: студент группы 21512 Н. Ю. Новохатько \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Научный руководитель: доцент А.В. Соловьёв

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Петрозаводск 2020

**Команды и сценарии для компиляции программ**

*Компиляция программы:*

1. С созданием процессов при помощи стандарта POSIX:

gcc -Wall referencefwhile\_v12-2.c -o referencefwhile\_v12-2.out -lgmp –pthread

1. При помощи процессов, созданных библиотекой openmp:

gcc -Wall referencefwhile\_openmp\_v4-1.c -o referencefwhile\_openmp\_v4-1.out -lgmp –fopenmp

1. При помоши процессов, созданных библиотекой openmpi:

mpicc -Wall referencefwhile\_mpi\_v10-1.c -o referencefwhile\_mpi\_v10-1.out –lgmp

*Сценарии запуска TORQUE:*

Для referencefwhile\_v12-2.out, fork1.sh:

#!/bin/sh

#PBS -d /srv/nfs/novohatko/

#PBS -l nodes=1:ppn=4

#PBS -M niknovohatko@gmail.com

#PBS -m abe

time -p /srv/nfs/novohatko/referencefwhile\_v12-2.out 10000000000000000051 1

Комментарий: последняя «1» - количество потоков, заменяется на 2, 4.

Для referencefwhile\_openmp\_v4-1.out, openmp1.sh:

#!/bin/sh

#PBS -d /srv/nfs/novohatko/

#PBS -l nodes=1:ppn=4

#PBS -M niknovohatko@gmail.com

#PBS -m abe

time -p /srv/nfs/novohatko/referencefwhile\_openmp\_v4-1.out 10000000000000000051 1

Комментарий: последняя «1» - количество потоков, заменяется на 2, 4.

Для referencefwhile\_mpi\_v9-11.out, openmpi1.sh:

#!/bin/sh

#PBS -d /srv/nfs/novohatko/

#PBS -l nodes=1:ppn=1

#PBS -M niknovohatko@gmail.com

#PBS -m abe

time -p mpirun /srv/nfs/novohatko/ o referencefwhile\_mpi\_v10-1.out 100000000000000000511

Комментарий: В строке #PBS -l nodes=1:ppn=1 nodes – количество нод, ppn – количество потоков. Между ними распределяется количество процессов (1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24).

Полный объём сценариев находится в папке с файлом.

**Протокол работы программ**

Для referencefwhile\_v12-2.out:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Кол-во процессов | Номер задания TORQUE | Хост (узел) | Время исполнения, с |
| 02.06.2020 | 1 | 7059 | lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 1269.68 |
|  | 1 | 7060 | lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 1269.60 |
|  | 1 | 7061 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru | 1269.60 |
|  | 2 | 7062 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 810.39 |
|  | 2 | 7063 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru | 802.56 |
|  | 2 | 7064 | lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 802.56 |
|  | 4 | 7047 | lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru | 2668.44 |
|  | 4 | 7048 | lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 2667.69 |
|  | 4 | 7049 | lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 2674.49 |

Для referencefwhile\_openmp\_v4-1.out:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Кол-во процессов | Номер задания TORQUE | Хост (узел) | Время исполнения, с |
| 02.06.2020 | 1 | 7050 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 1126.42 |
|  | 1 | 7053 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 1121.06 |
|  | 1 | 7054 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru | 1121.06 |
|  | 2 | 7051 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru | 1276.61 |
|  | 2 | 7055 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru | 1299.95 |
|  | 2 | 7056 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 1249.31 |
|  | 4 | 7052 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru | 1710.24 |
|  | 4 | 7057 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru | 1553.31 |
|  | 4 | 7058 | lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru | 2075.75 |

Для referencefwhile\_mpi\_v10-1.out:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Кол-во процессов | Номер задания TORQUE | Хост (узел) | Время исполнения, с |
| 09.06.2020 | 1 | 7767 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 860,92 |
|  | 1 | 7768 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 860,45 |
|  | 1 | 7769 | lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru | 860,51 |
|  | 2 | 7770 | lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru | 430,26 |
|  | 2 | 7771 | lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 430,58 |
|  | 2 | 7772 | lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 431,28 |
|  | 4 | 7835 | lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 218,45 |
|  | 4 | 7836 | lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 218,40 |
|  | 4 | 7837 | lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 217,44 |
|  | 8 | 7838 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 110,00 |
|  | 8 | 7839 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru | 109,58 |
|  | 8 | 7840 | lucidor-cab3-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru | 110,14 |
|  | 12 | 7841 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 74,13 |
|  | 12 | 7842 | lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 73,34 |
|  | 12 | 7843 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n6.phys.petrsu.ru | 74,21 |
|  | 16 | 7844 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 56,25 |
|  | 16 | 7845 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 56,24 |
|  | 16 | 7846 | lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 56,23 |
|  | 20 | 7847 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 45,42 |
|  | 20 | 7848 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 45,39 |
|  | 20 | 7849 | lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 45,48 |
|  | 24 | 7850 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 38,66 |
|  | 24 | 7851 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 38,34 |
|  | 24 | 7852 | lucidor-cab3-n5.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n1.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n2.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n3.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n4.phys.petrsu.ru, lucidor-cab4-n5.phys.petrsu.ru | 38,21 |

**Итог расчётов**

Для referencefwhile\_v12-2.out:

Расчёт числа 18014398241046527 – не имеющего делителей (4 процесса):

\* I'm parent 0, my pid=5281;

\* I'm child, my pid=5285;

\* I'm child, my pid=5284;

\* I'm child, my pid=5283;

\* I'm child, my pid=5282;

\* ==singlefork prime== 3

\* ==singlefork prime== 0

\* ==singlefork prime== 1

\* ==singlefork prime== 2

\* ==multifork prime==

\* real 8.03

\* user 7.65

\* sys 0.00

Расчёт числа 9998000299980001 – имеющего делитель 99990001 (4 процесса):

\* I'm parent 0, my pid=5331;

\* I'm child, my pid=5335;

\* I'm child, my pid=5334;

\* I'm child, my pid=5333;

\* I'm child, my pid=5332;

\* ==singlefork prime== 0

\* 99990001

\* ==singlefork prime== 1

\* ==singlefork composite== 3

\* ==singlefork composite== 2

\* ==multifork prime==

\* real 6.21

\* user 5.67

\* sys 0.00

Для referencefwhile\_openmp\_v4-1.out:

Расчёт числа 18014398241046527 – не имеющего делителей (4 процесса):

\* I'm parent 0, my pid=2819;

\* I'm child, my number=1;

\* I'm child, my number=0;

\* I'm child, my number=3;

\* I'm child, my number=2;

\* ==singlefork omp prime== 1

\* ==singlefork omp prime== 3

\* ==singlefork omp prime== 0

\* ==singlefork omp prime== 2

\* ==multifork omp prime==

\* real 7.53

\* user 7.12

\* sys 0.00

Расчёт числа 9998000299980001 – имеющего делитель 99990001 (4 процесса):

\* I'm parent 0, my pid=2814;

\* I'm child, number=0;

\* I'm child, number=3;

\* I'm child, number=2;

\* I'm child, number=1;

\* ==singlefork omp prime== 1

\* 99990001

\* ==singlefork omp composite== 3

\* ==singlefork omp prime== 0

\* ==singlefork omp composite== 2

\* ==multifork omp prime==

\* real 5.49

\* user 5.22

\* sys 0.00

Для referencefwhile\_openmp\_v10-1.out:

Расчёт числа 18014398241046527 – не имеющего делителей (4 процесса):

\* I'm child, my number=1;

\* I'm child, my number=0;

\* I'm child, my number=3;

\* I'm child, my number=2;

\* divider number not found, thread= 1

\* divider number not found, thread= 3

\* divider number not found, thread= 0

\* divider number not found, thread= 2

\* real 7.53

\* user 7.12

\* sys 0.00

Расчёт числа 9998000299980001 – имеющего делитель 99990001 (4 процесса):

\* I'm child, number=0;

\* I'm child, number=3;

\* I'm child, number=2;

\* I'm child, number=1;

\* divider number found – 99990001, thread=3

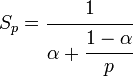
\* application called MPI\_Abort(MPI\_COMM\_WORLD, 0) – process 3

\* real 5.49

\* user 5.22

\* sys 0.00

Расчёт по закону Амдала:



, где a – доля последовательных вычислений, p – количество процессоров.

Вычисляем:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | p | S<=1/(a+(1-a)/p) | Паралл. Стр. | | |
| 0,480519 | 1 | 1 | Начало | Конец | Кол-во |
|  | 2 | 1,350877193 | 120 | 231 | 111 |
|  | 4 | 1,638297872 |  |  |  |
|  | 8 | 1,833333333 | Всего стр. | | Доля: |
|  | 12 | 1,909090909 | 231 |  | 0,480519 |
|  | 16 | 1,949367089 |  |  |  |
|  | 20 | 1,974358974 |  |  |  |
|  | 24 | 1,99137931 |  |  |  |

Строим график по полученным данным: