

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Университет ИТМО»

Факультет ПИИКТ

Дисциплина: Параллельные вычисления

Лабораторная работа 1

Вариант

A = 280

Гиперболический котангенс корня числа

Логарифм по 10 основанию в степени e

Выбор большего (т.е. $M2[i] = \max(M1[i], M2[i])$))

Глупая сортировка (Stupid sort).

Выполнил: Гурин Евгений Иванович

Преподаватель: Жданов Андрей Дмитриевич

Группа: P4116

Санкт-Петербург 2023г.

Задача

1. На компьютере с многоядерным процессором установить ОС Linux и компилятор GCC версии не ниже 4.7.2. При невозможности установить Linux или отсутствии компьютера с многоядерным процессором можно выполнять лабораторную работу на виртуальной машине. Минимальное количество ядер при использовании виртуальной машины - 2.
2. На языке Си написать консольную программу lab1.c, решающую задачу, указанную в п.IV (см. ниже). В программе нельзя использовать библиотечные функции сортировки, выполнения матричных операций и расчёта статистических величин. В программе нельзя использовать библиотечные функции, отсутствующие в стандартных заголовочных файлах stdio.h, stdlib.h, math.h, sys/time.h. Задача должна решаться 100 раз с разными начальными значениями генератора случайных чисел (ГСЧ).
3. Скомпилировать написанную программу без использования автоматического распараллеливания с помощью следующей команды:
`/home/user/gcc -O3 -Wall -Werror -o lab1-seq lab1.c`
4. Скомпилировать написанную программу, используя встроенное в gcc средство автоматического распараллеливания Graphite с помощью следующей команды `"/home/user/gcc -O3 -Wall -Werror -floop-parallelize-all -ftree-parallelize-loops=K lab1.c -o lab1-par-K"` (переменной K поочерёдно присвоить хотя бы 4 значения: 1, меньше количества ядер, равное количеству физических ядер и больше количества физических ядер).
5. В результате получится одна нераспараллеленная программа и четыре или более распараллеленных.
6. Закрыть все работающие в операционной системе прикладные программы (включая Winamp, uTorrent, браузеры и Skype), чтобы они

не влияли на результаты последующих экспериментов. При использовании ноутбука необходимо иметь постоянное подключение к сети питания, на время проведения эксперимента.

7. Запускать файл lab1-seq из командной строки, увеличивая значения

N до значения N1, при котором время выполнения превысит 0.01

с. Подобным образом найти значение $N=N2$, при котором время выполнения превысит 5 с.

8. Используя найденные значения N1 и N2, выполнить следующие эксперименты (для автоматизации проведения экспериментов рекомендуется написать скрипт)

10. Написать отчёт о проделанной работе.

11. Подготовиться к устным вопросам на защите.

12. Найти вычислительную сложность алгоритма до и после распараллеливания, сравнить полученные результаты.

13. Необязательное задание №1 (для получения оценки «четыре» и «пять»). Провести аналогичные описанным экспериментам, используя вместо gcc компилятор Solaris Studio (или любой другой на своё усмотрение). При компиляции следует использовать следующие опции для автоматического распараллеливания:

```
clang -O3 -Wall -Werror -mllvm -force-vector-width={i} main.c -o builded-clang/lab1-par-{i} -lm.
```

14. Необязательное задание №2 (для получения оценки «пять»).

Это задание выполняется только после выполнения предыдущего пункта. Провести аналогичные описанным экспериментам, используя вместо gcc компилятор Intel ICC (или любой другой на своё усмотрение). В ICC следует при компиляции использовать следующие опции для автоматического распараллеливания:

```
tcc -O3 -Wall -Werror -floop-parallelize-all -ftree-parallelize-loops={i} main.c -o builded-tcc/lab1-par-{i} -lm.
```

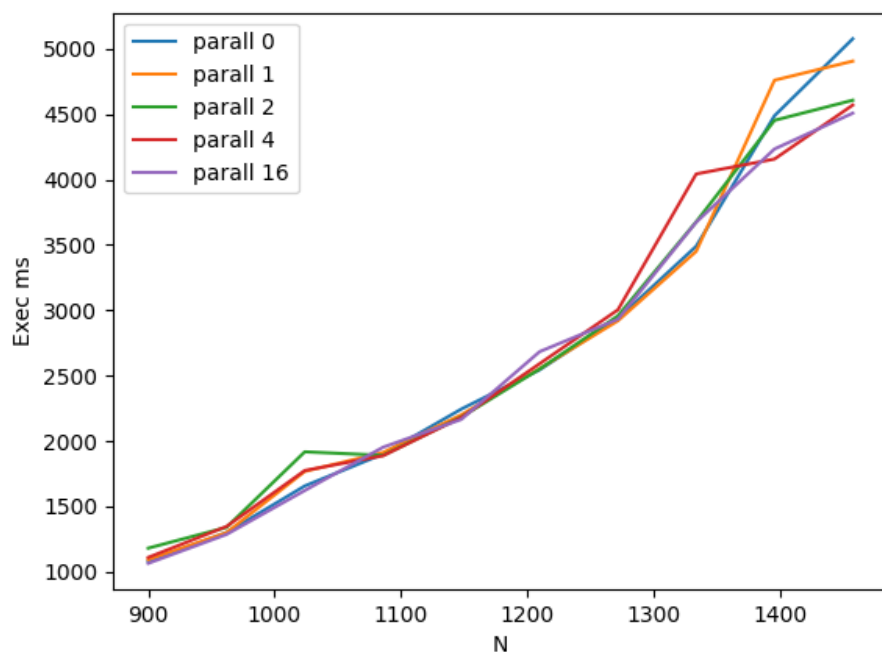
Конфигурация

Host Name: EGURIN-LAPTOP
OS Name: Microsoft Windows 11 Pro
OS Version: 10.0.22000 N/A Build 22000
OS Manufacturer: Microsoft Corporation
OS Configuration: Standalone Workstation
OS Build Type: Multiprocessor Free
Registered Owner: user
Registered Organization: N/A
Product ID: 00331-10000-00001-AA468
Original Install Date: 18.09.2022, 18:05:53
System Boot Time: 16.02.2023, 20:08:15
System Manufacturer: Timi
System Model: TM1701
System Type: x64-based PC
Processor(s): 1 Processor(s) Installed.
[01]: Intel64 Family 6 Model 142 Stepping 10
GenuineIntel ~1801 Mhz
BIOS Version: INSYDE Corp. XMAKB5R0P0603, 02.02.2018
Windows Directory: C:\Windows
System Directory: C:\Windows\system32
Boot Device: \Device\HarddiskVolume2
System Locale: en-us;English (United States)
Input Locale: en-us;English (United States)
Time Zone: (UTC+03:00) Moscow, St. Petersburg
Total Physical Memory: 8 076 MB
Available Physical Memory: 752 MB
Virtual Memory: Max Size: 23 948 MB
Virtual Memory: Available: 11 975 MB
Virtual Memory: In Use: 11 973 MB
Page File Location(s): C:\pagefile.sys
Domain: WORKGROUP
Logon Server: \\EGURIN-LAPTOP
Hotfix(s): 4 Hotfix(s) Installed.
[01]: KB5020875
[02]: KB5012170
[03]: KB5019961
[04]: KB5017850
Network Card(s): 2 NIC(s) Installed.
[01]: Intel(R) Dual Band Wireless-AC 8265
Connection Name: Wi-Fi
DHCP Enabled: Yes
DHCP Server: 192.168.13.254
IP address(es)
[01]: 192.168.13.179
[02]: fe80::93ec:19f3:20d7:dd94
[02]: Bluetooth Device (Personal Area Network)
Connection Name: Bluetooth Network Connection
Status: Media disconnected
Hyper-V Requirements: A hypervisor has been detected. Features required for Hyper-V will not be displayed.

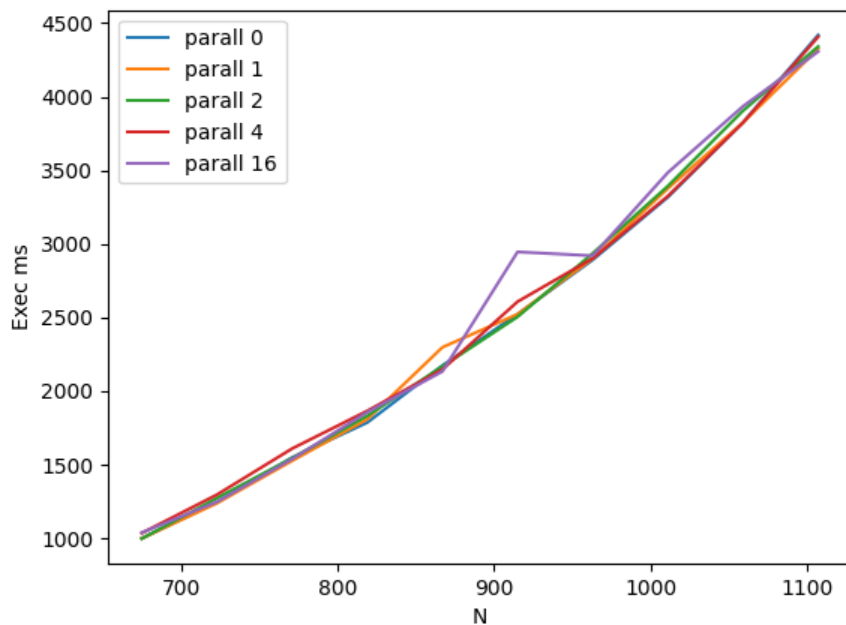
Результаты работы

Были выбраны 3 компилятора: GCC, Tiny C Compiler, clang

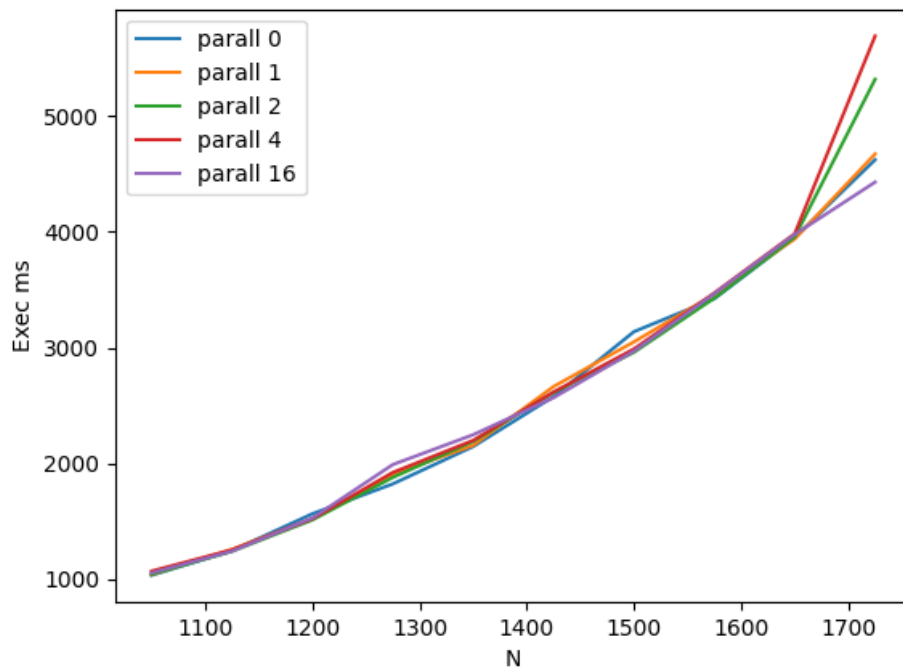
GCC



CLANG



TCC



Листинг main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <sys/time.h>

void swap(double *a, double *b) {
    double t;
    t = *a, *a = *b, *b = t;
}

void sort_stupid(double *array, int n) {
    int i = 0;
    while (i < n - 1) {
        if (array[i + 1] < array[i]) swap(array + i, array + i + 1), i = 0;
        else i++;
    }
}

void print_arr(double *array, int n) {
    for (int i = 0; i < n; ++i)
    {
        printf("%f ", array[i]);
    }
}
```

```

    }
    printf("\n");
}

int main(int argc, char *argv[]) {
    unsigned int N, N_2;
    struct timeval T1, T2;
    long delta_ms;
    // N = 4000;
    N = atoi(argv[1]); /* N равен первому параметру командной строки */
    N_2 = N / 2;
    gettimeofday(&T1, NULL); /* запомнить текущее время T1 */
    double *m1 = malloc(N * sizeof(double));
    double *m2 = malloc(N_2 * sizeof(double));
    double *m2_cpy = malloc(N_2 * sizeof(double));

    int A = 280;
    int N_experiments = 100;

    for (unsigned int i = 0; i < N_experiments; i++) /* 100 экспериментов */
    {
        srand(i);
        unsigned int seedp = i;

        // generate 1
        for (int j = 0; j < N; ++j) {

            m1[j] = (rand_r(&seedp) % (A * N_experiments)) / ((double)
N_experiments) + 1;
        }

        // m2_cpy[0] = 0;
        // generate 2
        for (int j = 0; j < N_2; ++j) {
            m2[j] = A + rand_r(&seedp) % (A * 9);
            m2_cpy[j] = m2[j];
        }

        // map
        for (int j = 0; j < N; ++j) {
            m1[j] = 1 / tanh(sqrt(m1[j]));
        }
        for (int j = 1; j < N_2; ++j) {
            m2[j] = m2[j] + m2_cpy[j - 1];
            m2[j] = pow(log10(m2[j]), M_E);
        }

        for (int j = 0; j < N_2; ++j) {
            m2[j] = fmax(m2[j], m1[j]);
        }

        sort_stupid(m2, N_2);
    }
}

```

```

    // reduce
    double X = 0;
    int k = 0;
    while (m2[k] == 0 && k < N_2 - 1) k++;
    double m2_min = m2[k];

    for (int j = 0; j < N_2; ++j) {
        if((int)(m2[j] / m2_min) % 2 == 0) X += sin(m2[j]);
    }
    printf("%f ", X);
}
gettimeofday(&T2, NULL);
/* запомнить текущее время T2 */
delta_ms = 1000 * (T2.tv_sec - T1.tv_sec) + (T2.tv_usec - T1.tv_usec) /
1000;
printf("\n%ld\n", delta_ms); /* T2 - T1 */
// free(m1);
// free(m2);
// free(m2_cpy);
return 0;
}

```

Вывод

Все компиляторы не показали прироста от параллелизма. Это можно связать с тем, что асимптотика глупой сортировки N^3 и время его работы много превышает время, которое может быть выиграно при распараллеливании возможных участков. Для различных компиляторов есть различия во времени исполнения программы, самый быстрый - clang