Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

Практикум по курсу

«Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных»

Отчет по заданию №1

Разработка параллельной версии программы для вычисления определенного интеграла методом Симпсона с использованием технологии OpenMP

Коваленко Анастасия Павловна, 321 группа

Москва, 2020

Оглавление

Постановка задачи

Требуется разработать параллельную версию программы, которая вычисляет определенный интеграл методом Симпсона с использованием технологии OpenMP, и исследовать масштабируемость полученной параллельной программы, построив график зависимости времени выполнения от числа нитей для различного объема входных данных.

Текст программы

```
#include <iostream>
#include <sys/time.h>
#include <sstream>
#include <omp.h>

double fun(double x)
{
    return x / (x * x * x + x * x + 5 * x + 1);
}

double integral(double a, double b, int n)
{
    double res = 0;
    double h = (b - a) / (2 * n);
    double x1, x2;
    #pragma omp parallel for shared(h, n) private(x1, x2)
reduction(+:res) schedule(static)
    for (int i = 1; i <= n; ++i) {
        x1 = a + (2 * i - 1) * h;
        x2 = a + 2 * h * i;
        res += 4 * fun(x1);
        res += 2 * fun(x2);
    }
    res += fun(b - h);
    res += fun(a) + fun(b);
    res *= (h / 3);
    return res;
}
```

```
int main(int argc, char **argv)
{
    struct timeval start, finish, diff;
    unsigned int n, num_threads;
    std::stringstream s1;
    s1 << argv[1];
    s1 >> num_threads;
    omp_set_num_threads(num_threads);
    std::stringstream s2;
    s2 << argv[2];
    s2 >> n;
    double a = 0, b = 200;
    gettimeofday(&start, NULL);
    std::cout << "The result is " << integral(a, b, n) << std::endl;
    gettimeofday(&finish, NULL);
    diff.tv_sec = finish.tv_sec - start.tv_sec;
    diff.tv_usec = finish.tv_usec - start.tv_usec;
    if (diff.tv_usec < 0) {
        diff.tv_sec--;
        diff.tv_usec += 1000000;
    }
    std::cout << "Time passed: " << diff.tv_sec << "." <<
diff.tv_usec/1000 << "." << diff.tv_usec%1000 << std::endl;
    return 0;
}
```

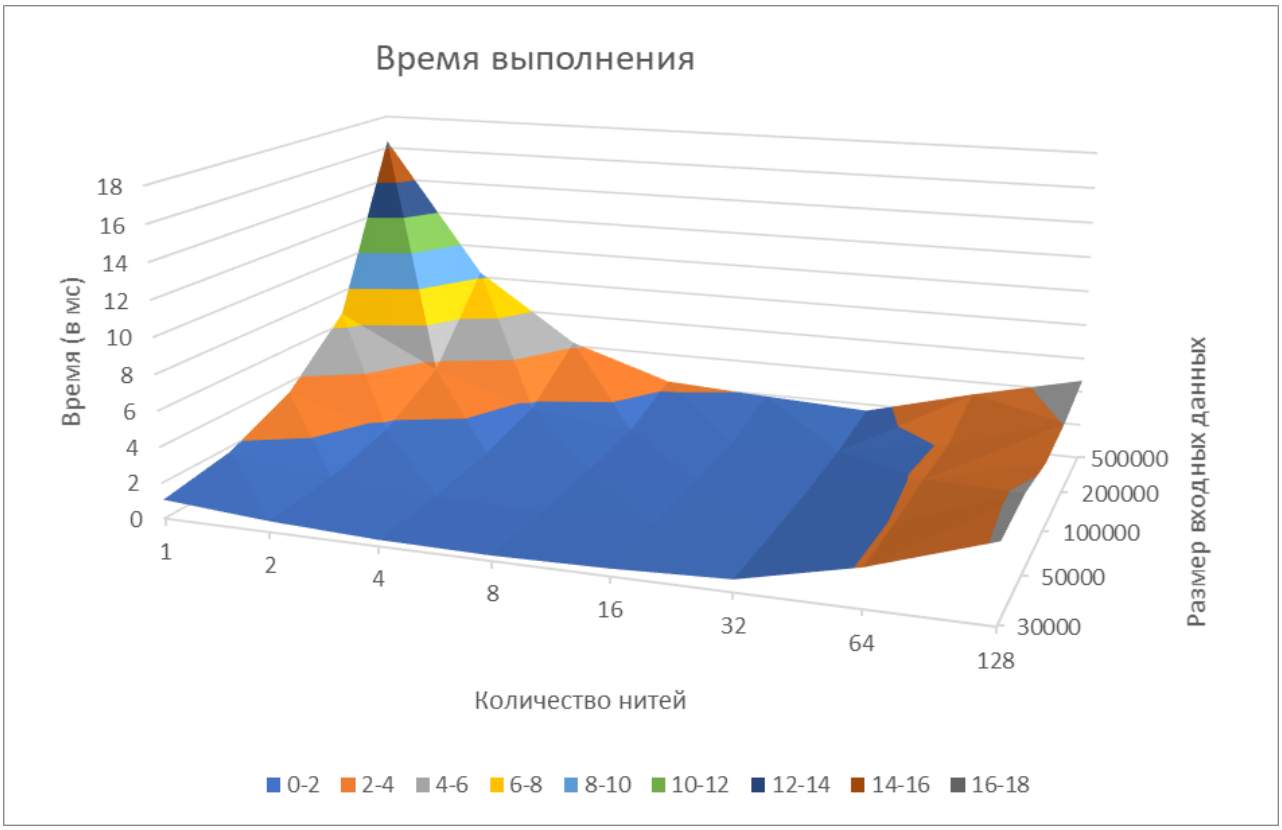
Результаты измерений времени выполнения

Ниже приведены результаты измерений времени выполнения полученной программы. Для каждых входных данных программа была запущена несколько раз, в таблице содержатся усредненные результаты без учета случайных выбросов. Время выполнения приведено в формате «секунды.миллисекунды.микросекунды».

Объем входных данных / Количество нитей	30000	50000	100000	200000	500000
1	0.1.54	0.1.711	0.3.374	0.6.621	0.16.419
2	0.0.607	0.0.887	0.1.710	0.3.619	0.8.289
4	0.0.352	0.0.510	0.0.923	0.1.747	0.4.210
8	0.0.289	0.0.374	0.0.652	0.1.013	0.2.263
16	0.0.408	0.0.464	0.0.628	0.0.854	0.1.904
32	0.0.666	0.0.711	0.0.809	0.1.048	0.1.605
64	0.2.102	0.2.083	0.2.193	0.2.141	0.3.235
128	0.4.179	0.4.311	0.3.774	0.4.039	0.4.671

Зеленым цветом в таблице выделены ячейки, в которых содержится минимальное время выполнения для каждого набора входных данных.

График зависимости времени исполнения программы от числа нитей и разных входных данных



Вывод

Распараллеливание программы дало ускорение примерно в 10 раз на данных большого размера и около 5-7 раз на данных среднего размера.

В процессе работы были получены следующие результаты:

- ✓ Для данных относительно небольшого размера (30 000 – 50 000) оптимальным количеством нитей является 8.
- ✓ Для среднего объема данных (100 000-200 000) оптимальное количество нитей – 16. Увеличение накладных расходов на добавление нитей оказывается меньше, чем увеличение объема данных.
- ✓ Для работы с данными большого размера (500 000) следует использовать 32 нити. Однако даже при таких входных параметрах накладные расходы оказывают влияние на время выполнения и прирост в скорости оказывается все еще не пропорциональным количеству нитей.