ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

КАФЕДРА ВС

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

«Оценка производительности процессора»

по дисциплине «Архитектура вычислительных систем»

Выполнил: студент гр. ИВ-823
Шиндель Э.Д.
Проверил: ст. преп. Кафедры ВС
Токмашева Е.И.

Новосибирск 2020

Содержание

Постановка задачи

Задание. Реализовать программу для оценки производительности процессора (benchmark).

1. Написать программу(ы) (benchmark) на языке C/C++/C# для оценки производительности процессора. В качестве набора типовых задач использовать либо минимум 3 функции выполняющих математические вычисления, либо одну функцию по работе с матрицами и векторами данных с несколькими типами данных. Можно использовать готовые функции из математической библиотеки (math.h) [3], библиотеки BLAS [4] (англ. Basic Linear Algebra Курс «Архитектура вычислительных систем». СибГУТИ. 2020 г. Subprograms — базовые подпрограммы линейной алгебры) и/или библиотеки LAPACK [5] (LinearAlgebra PACKage).Обеспечить возможность подать на вход программы общее число испытаний для каждой типовой задачи (минимум 10). Входные данные для типовой задачи сгенерировать случайным образом.

2. С помощью системного таймера (библиотека time.h, функции clock() илиgettimeofday()) или с помощью процессорного регистра счетчика TSC реализовать оценку в секундах среднего времени испытания каждой типовой задачи. Оценить точность и погрешность (абсолютную и относительную) измерения времени (рассчитать дисперсию и среднеквадратическое отклонение).

3. Результаты испытаний в самой программе (или с помощью скрипта) сохранить в файл в формате CSV со следующей структурой: [PModel;Task;OpType;Opt;LNum;InsCount;Timer;AvTime;AbsErr;RelErr;TaskPerf], где PModel – Processor Model, модель процессора, на котором проводятся испытания; Task – название выбранной типовой задачи

(например, sin, log, saxpy, dgemv, sgemm и др.); OpType – Operand Type, тип операндов используемых при вычислениях типовой задачи; Opt – Optimisations, используемы ключи оптимизации (None, O1, O2 и др.); LNum – Launch Numer, число испытаний типовой задачи. InsCount – Instruction Count, оценка числа инструкций при выполнении типовой задачи; AvTime – Average Time, среднее время выполнения типовой задачи в секундах; AbsError – Absolute Error, абсолютная погрешность измерения времени в секундах; RelError – Relative Error, относительная погрешность измерения времени в %; TaskPerf – Task Performance, производительность (быстродействие) процессора при выполнении типовой задачи.

3. * Оценить среднее время испытания каждой типовой задачи с разным типом входных данных (целочисленные, с одинарной и двойной точностью).

3. ** Оценить среднее время испытания каждой типовой задачи с оптимизирующими преобразования исходного кода компилятором (ключи –O1, O2, O3 и др.).

3. *** Оценить и постараться минимизировать накладные расходы(время на вызов функций, влияние загрузки системы и т.п.) при испытании, то есть добиться максимальной точности измерений. 4. Построить сводную диаграмму производительности в зависимости от задач и выбранных исходных параметров испытаний. Оценить среднее быстродействие (производительность) для равновероятного использования типовых задач.

4. Построить сводную диаграмму производительности в зависимости от задач и выбранных исходных параметров испытаний.

Оценить среднее быстродействие (производительность) для равновероятного использования типовых задач.

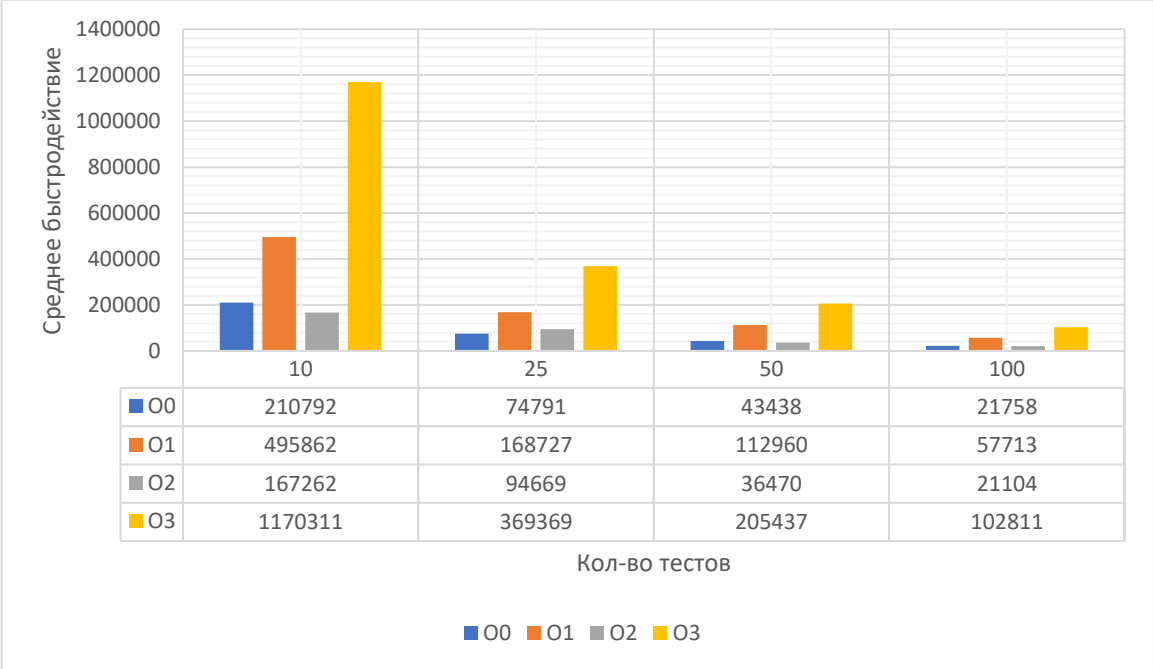
Выполнение работы

Инструменты, используемые в ходе работы: Bash, терминал, текстовый редактор, редактор исходного кода Visual Studio Code.

В качестве тестовой программы я выбрал программу перемножения двух матриц, трудоемкостью N^2 .

Основные шаги выполнения работы:.

1. Реализация программы на языке Си.
2. Проведение тестов
3. Построение диаграммы производительности.



	10	25	50	100
O0	210792	74791	43438	21758
O1	495862	168727	112960	57713
O2	167262	94669	36470	21104
O3	1170311	369369	205437	102811

Вывод: по итогам тестов мы видим, что наилучшая оптимизация достигает на ключе O3. Чем выше уровень оптимизации, тем более радикальные изменения компилятор вносит в программу, что положительно сказывается на быстродействии.

Результат работы

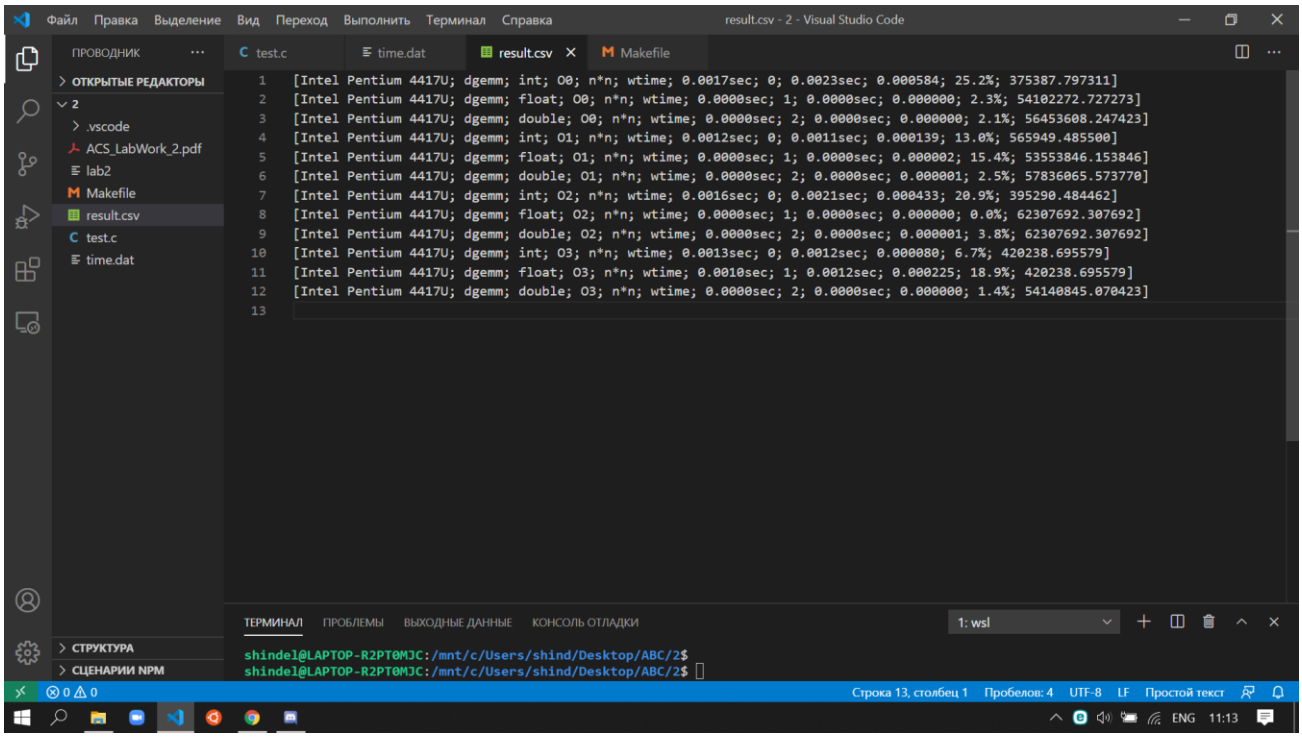


Рисунок 1. Вывод результатов испытаний в csv файл.

Приложение

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

double wtime()
{
    struct timeval t;
    gettimeofday(&t, NULL);
    return (double)t.tv_sec + (double)t.tv_usec * 1E-6;
}

void save_time(double time, int size)
{
    FILE *f = fopen("time.dat", "a");
    fprintf(f, "%f %d\n", time, size);
    fclose(f);
}

void print_result(int num, char *typ)
{
    double sum = 0.0, tt[num], W[num], AE[num], RE[num], PT = 0;

    FILE *f = fopen("time.dat", "r");
    for (int i = 0; i < num; i++) {
        fscanf(f, "%lf %lf", &tt[i], &W[i]);
        sum += tt[i];
        W[i] *= W[i];
        W[i] /= tt[i];
        PT += (1 / W[i]);
    }
    fclose(f);

    sum /= num;
    PT = 1 / PT;

    for (int i = 0; i < num; i++) {
        AE[i] = fabs(sum - tt[i]);
        RE[i] = AE[i] / sum * 100;
    }
    FILE *r = fopen("result.csv", "a");
    for (int i = 0; i < num; i++) {
        fprintf(r, "[Intel Pentium 4417U; dgemm; %s; O0; n*n; wtime; %.4fsec; %d; %.4fsec; %f; %.1
f%%; %f]\n",
                                                                        typ, tt[i], i, sum, AE[i], RE[
i], PT);
    }
    fclose(r);
}

void dgemm_int(int **A, int **B, int **C, int size)
{
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        for (int j = 0; j < size; j++) {
            for (int k = 0; k < size; k++) {
                C[i][j] += A[k][j] * B[i][k];
            }
        }
    }
```

```
}

void dgemm_double(double **A, double **B, double **C, int size)
{
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        for (int j = 0; j < size; j++) {
            for (int k; k < size; k++) {
                C[i][j] += A[k][j] * B[i][k];
            }
        }
    }
}

void dgemm_float(float **A, float **B, float **C, int size)
{
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        for (int j = 0; j < size; j++) {
            for (int k; k < size; k++) {
                C[i][j] += A[k][j] * B[i][k];
            }
        }
    }
}

void run_test(int num, int typ)
{
    int size = rand() % 51 + 50;
    for (int i = 0; i < num; i++) {
        double time = 0.0;
        if (typ == 1) {
            int **iA = (int **) malloc(sizeof(int *) * size);
            int **iB = (int **) malloc(sizeof(int *) * size);
            int **iC = (int **) malloc(sizeof(int *) * size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                iA[i] = (int *) malloc(sizeof(int) * size);
                iB[i] = (int *) malloc(sizeof(int) * size);
                iC[i] = (int *) malloc(sizeof(int) * size);
                for (int j = 0; j < size; j++) {
                    iA[i][j] = rand() % 201 - 100;
                    iB[i][j] = rand() % 201 - 100;
                    iC[i][j] = 0;
                }
            }
            time = wtime();
            dgemm_int(iA, iB, iC, size);
            time = wtime() - time;
            save_time(time, size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                free(iA[i]);
                free(iB[i]);
                free(iC[i]);
            }
            free(iA);
            free(iB);
            free(iC);
        } else if (typ == 2) {
            double **dA = (double **) malloc(sizeof(double *) * size);
            double **dB = (double **) malloc(sizeof(double *) * size);
            double **dC = (double **) malloc(sizeof(double *) * size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                dA[i] = (double *) malloc(sizeof(double) * size);
                dB[i] = (double *) malloc(sizeof(double) * size);
```

```
                dC[i] = (double *) malloc(sizeof(double) * size);
                for (int j = 0; j < size; j++) {
                    dA[i][j] = (double) (rand() % 201 - 100);
                    dB[i][j] = (double) (rand() % 201 - 100);
                    dC[i][j] = 0.0;
                }
            }
            time = wtime();
            dgemm_double(dA, dB, dC, size);
            time = wtime() - time;
            save_time(time, size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                free(dA[i]);
                free(dB[i]);
                free(dC[i]);
            }
            free(dA);
            free(dB);
            free(dC);
        } else {
            float **fA = (float **) malloc(sizeof(float *) * size);
            float **fB = (float **) malloc(sizeof(float *) * size);
            float **fC = (float **) malloc(sizeof(float *) * size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                fA[i] = (float *) malloc(sizeof(float) * size);
                fB[i] = (float *) malloc(sizeof(float) * size);
                fC[i] = (float *) malloc(sizeof(float) * size);
                for (int j = 0; j < size; j++) {
                    fA[i][j] = (float) (rand() % 201 - 100);
                    fB[i][j] = (float) (rand() % 201 - 100);
                    fC[i][j] = 0.0;
                }
            }
            time = wtime();
            dgemm_float(fA, fB, fC, size);
            time = wtime() - time;
            save_time(time, size);
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                free(fA[i]);
                free(fB[i]);
                free(fC[i]);
            }
            free(fA);
            free(fB);
            free(fC);
        }
    }
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    if (argc != 3) {
        printf("ERROR! No arguments\n");
        return 1;
    }

    int num = atoi(argv[1]);
    if (num < 1) {
        printf("ERROR! Argument must be >= 1\n");
        return 1;
    }
```

```
    int typ;
    if (!strcmp(argv[2], "int")) typ = 1;
    else if (!strcmp(argv[2], "double")) typ = 2;
    else if (!strcmp(argv[2], "float")) typ = 3;
    else {
        printf("ERROR! Wrong argument\n");
        return 1;
    }

    srand(time(NULL));
    run_test(num, typ);
    print_result(num, argv[2]);

    return 0;
}
```