Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

09.03.01 "Информатика и вычислительная техника"
профиль "Электронно-вычислительные машины, комплексы, системы и сети"

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

по дисциплине «Архитектура вычислительных систем»

Тема: «Оценка производительности процессора»

Выполнил:

студент гр.ИВ-021 _____/Савин А.Б. /

«17» сентября 2022г.

Принял:

Ассистент каф. ВС _____/Романюта А.А./

Оценка_____

Новосибирск, 2022

Содержание

Постановка задачи

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 Subprograms — базовые подпрограммы линейной алгебры) и/или библиотеки LAPACK [5] (Linear Algebra PACKage). Обеспечить возможность в качестве аргумента при вызове программы указать 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() или gettimeofday()) 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;InsCount;Timer;Time;LNum;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.);
InsCount – Instruction Count, оценка числа инструкций при выполнении типовой задачи;
Timer – название функции обращения к таймеру (для измерения времени);
Time – время выполнения отдельного испытания;
LNum – Launch Numer, номер испытания типовой задачи.
AvTime – Average Time, среднее время выполнения типовой задачи из всех испытаний[секунды];
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.

Программная реализация

В качестве языка программирования был использован C. В роли типовой задачи была выбрана перемножение матрицы на вектор в трех версиях для Integer, Float, Double.
Для получения сведений о процессоре был использован файл /proc/cpuinfo. Затем данные были сохранены в csv файл. Для каждой версии количество проходов равняется 10 (в сумме 30).

Результат работы

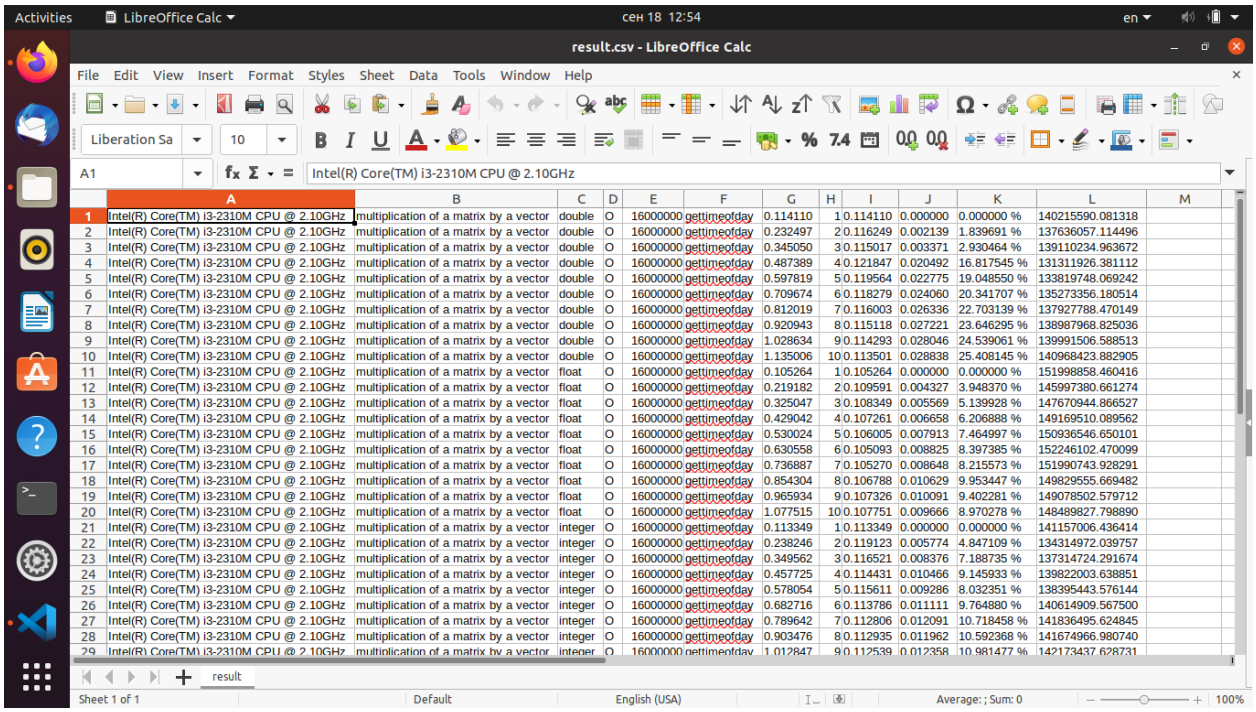
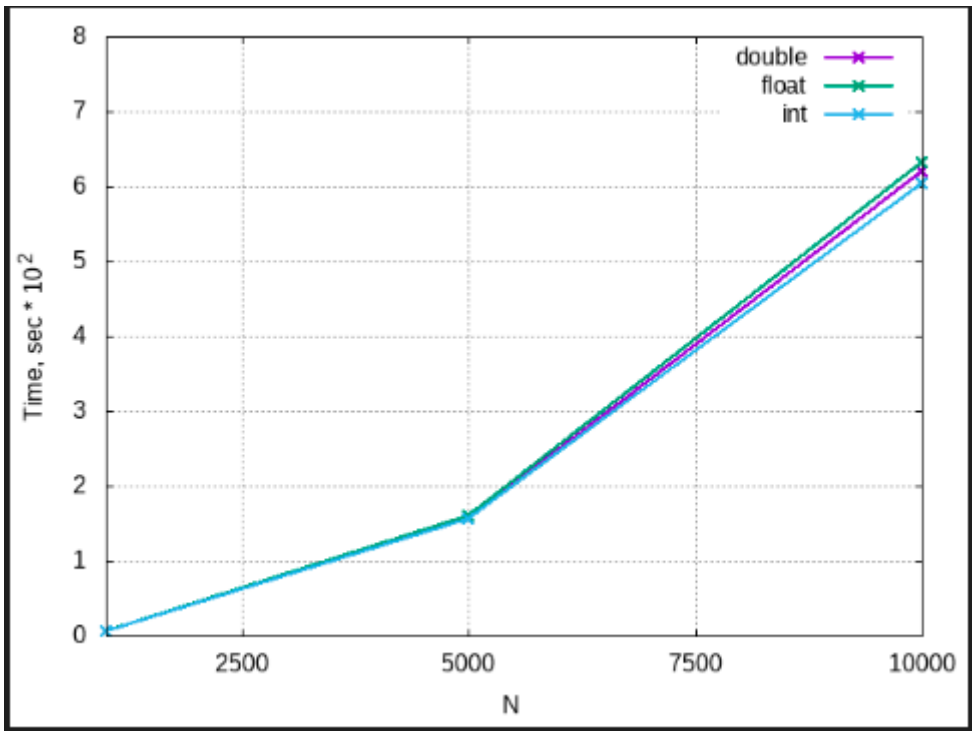


Рисунок 1 — Пример работы программы (сверху)(запись в файл)

Рисунок 2 — График (снизу)


double
float
int
Time, sec * 10^2
N
0
1
2
3
4
5
6
7
8
2500
5000
7500
10000

Приложение. Листинг.

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

#define INT_MAX 2147483647

void matrix_vector_product_double(double* a, double* b, double* c, int m, int n)
{
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        {
            c[i] = 0.0;
        }
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            c[i] += a[i * n + j] * b[j];
        }
    }
}

void matrix_vector_product_float(float* a, float* b, float* c, int m, int n)
{
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        {
            c[i] = 0.0;
        }
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            c[i] += a[i * n + j] * b[j];
        }
    }
}

void matrix_vector_product_int(
        int* a, int* b, int* c, int m, int n) // m + (m*(n-1))
{
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        {
            c[i] = 0.0;
        }
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            c[i] += a[i * n + j] * b[j];
        }
    }
}

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

double getrand(int min, int max) // [min;max)
{
    return (double)rand() / (RAND_MAX + 1.0) * (max - min) + min;
}

void init_matrix_d(double* a, double* b, int m, int n, int min, int max)
```

```
60  {
61      for (int i = 0; i < m; i++) {
62          for (int j = 0; j < n; j++) {
63              a[i * n + j] = getrand(min, max);
64          }
65      }
66      for (int j = 0; j < n; j++) {
67          b[j] = getrand(min, max);
68      }
69  }
70
71  void init_matrix_f(float* a, float* b, int m, int n, int min, int max)
72  {
73      for (int i = 0; i < m; i++) {
74          for (int j = 0; j < n; j++) {
75              a[i * n + j] = getrand(min, max);
76          }
77      }
78      for (int j = 0; j < n; j++) {
79          b[j] = getrand(min, max);
80      }
81  }
82
83  void init_matrix_i(int* a, int* b, int m, int n, int min, int max)
84  {
85      for (int i = 0; i < m; i++) {
86          for (int j = 0; j < n; j++) {
87              a[i * n + j] = getrand(min, max);
88          }
89      }
90      for (int j = 0; j < n; j++) {
91          b[j] = getrand(min, max);
92      }
93  }
94
95  char* readln(FILE* stream)
96  {
97      static char* str = NULL;
98      static size_t i = 0;
99      int ch = fgetc(stream);
100
101     if ((ch == '\n') || (ch == EOF)) {
102         str = malloc(i + 1);
103         str[i] = 0;
104     } else {
105         i++;
106         readln(stream);
107         str[--i] = ch;
108     }
109     return str;
110 }
111
112 void output_result(
113         FILE* out,
114         char* optype,
115         double i_time,
116         int test_cnt,
117         int m,
118         int n,
119         double max_time,
120         double min_time)
121 {
122     int insCount = m + (m * (n - 1));
```

```
123     double avg_time = i_time / test_cnt;
124     double performance = pow((1 / (insCount / avg_time)), -1);
125     double abs_error, rel_error, delta_max, delta_min;
126     delta_max = fabs(max_time - avg_time);
127     delta_min = fabs(min_time - avg_time);
128     if (delta_max >= delta_min) {
129         abs_error = delta_max;
130     } else {
131         abs_error = delta_min;
132     }
133     rel_error = (abs_error / avg_time) * 100;
134 
135     char* str2 = (char*)malloc(256);
136     FILE* cpu_inf = fopen("/proc/cpuinfo", "r");
137     fgets(str2, 255, cpu_inf);
138 
139     for (int i = 0; i < 4; i++) {
140         str2 = readln(cpu_inf);
141         if (i == 3) {
142             str2 = str2 + 13;
143         }
144     }
145 
146     // fprintf (out, "PModel - %s\n", pipe_fp);
147     /* for(int i = 0; i < 5 ; i++){ */
148     fprintf(out, "%s;", str2);
149     fprintf(out, "multiplication of a matrix by a vector;");
150     fprintf(out, "%s;", optype);
151     fprintf(out, "O;");
152     fprintf(out, "%d;", insCount);
153     fprintf(out, "gettimeofday;");
154     fprintf(out, "%lf;", i_time);
155     fprintf(out, "%d;", test_cnt);
156     fprintf(out, "%lf;", avg_time);
157     fprintf(out, "%lf;", abs_error);
158     fprintf(out, "%lf %c;", rel_error, 37);
159     fprintf(out, "%lf;\n", performance);
160 }
161 
162 int main()
163 {
164     srand(time(NULL));
165     FILE* out;
166     out = fopen("result.csv", "w");
167     int n, m, min, max, test_cnt;
168     min = 0;
169     max = 64;
170     n = m = 4000;
171     double *a, *b, *c, first_time, second_time, res_time, min_time, max_time,
172             cur_time;
173     a = (double*)malloc(sizeof(*a) * m * n);
174     b = (double*)malloc(sizeof(*b) * n);
175     c = (double*)malloc(sizeof(*c) * m);
176 
177     printf("Enter number of tests\n");
178     scanf("%d", &test_cnt);
179     if (test_cnt < 10) {
180         return 0;
181     }
182 
183     for (int i = 0; i < 3; i++) {
184         min_time = INT_MAX;
185         max_time = 0;
```

```
186         if (i == 0) {
187             res_time = 0;
188             for (int j = 1; j <= test_cnt; j++) {
189                 init_matrix_d(a, b, m, n, min, max);
190                 first_time = wtime();
191                 matrix_vector_product_double(a, b, c, m, n);
192                 second_time = wtime();
193                 cur_time = second_time - first_time;
194                 res_time += cur_time;
195                 if (cur_time > max_time)
196                     max_time = cur_time;
197                 if (cur_time < min_time)
198                     min_time = cur_time;
199                 output_result(
200                         out, "double", res_time, j, m, n, max_time, min_time);
201             }
202         }
203         if (i == 1) {
204             res_time = 0;
205             for (int j = 1; j <= test_cnt; j++) {
206                 init_matrix_f((float*)a, (float*)b, m, n, min, max);
207                 first_time = wtime();
208                 matrix_vector_product_float(
209                         (float*)a, (float*)b, (float*)c, m, n);
210                 second_time = wtime();
211                 cur_time = second_time - first_time;
212                 res_time += cur_time;
213                 if (cur_time > max_time)
214                     max_time = cur_time;
215                 if (cur_time < min_time)
216                     min_time = cur_time;
217                 output_result(
218                         out, "float", res_time, j, m, n, max_time, min_time);
219             }
220         }
221         if (i == 2) {
222             res_time = 0;
223             for (int j = 1; j <= test_cnt; j++) {
224                 init_matrix_i((int*)a, (int*)b, m, n, min, max);
225                 first_time = wtime();
226                 matrix_vector_product_int((int*)a, (int*)b, (int*)c, m, n);
227                 second_time = wtime();
228                 cur_time = second_time - first_time;
229                 res_time += cur_time;
230                 if (cur_time > max_time)
231                     max_time = cur_time;
232                 if (cur_time < min_time)
233                     min_time = cur_time;
234                 output_result(
235                         out, "integer", res_time, j, m, n, max_time, min_time);
236             }
237         }
238 
239         printf("%f\n", res_time);
240     }
241     free(a);
242     free(b);
243     free(c);
244     return 0;
245 }
```