**Московский авиационный институт**

**(Национальный исследовательский университет)**

Институт: «Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра: 806 «Вычислительная математика и программирование»

Дисциплина: «Операционные системы»

**Лабораторная работа № 3**

Тема: Управление потоками в ОС

Студент: Волков М. А.

Группа: 80-207

Преподаватель: Миронов Е. С.

Дата:

Оценка:

**Постановка задачи**

Составить программу на языке Си, обрабатывающую данные в многопоточном режиме. При обработки использовать стандартные средства создания потоков операционной системы (Windows/Unix). Ограничение потоков должно быть задано ключом запуска вашей программы.

Так же необходимо уметь продемонстрировать количество потоков, используемое вашей программой с помощью стандартных средств операционной системы.

В отчете привести исследование зависимости ускорения и эффективности алгоритма от входящих данных и количества потоков. Получившиеся результаты необходимо объяснить.

*Вариант 10:* Наложить K раз медианный фильтр на матрицу, состоящую из целых чисел. Размер окна задается.

**Алгоритм решения**

Задача разбита на 4 файла: *vector.h, merge.h, matfunc.h, main.c*.

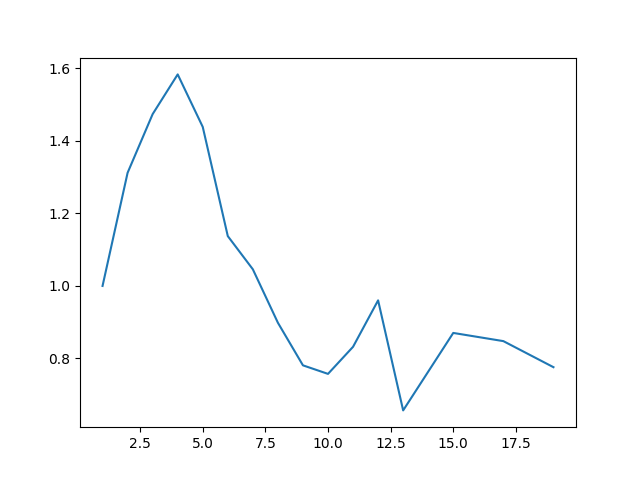
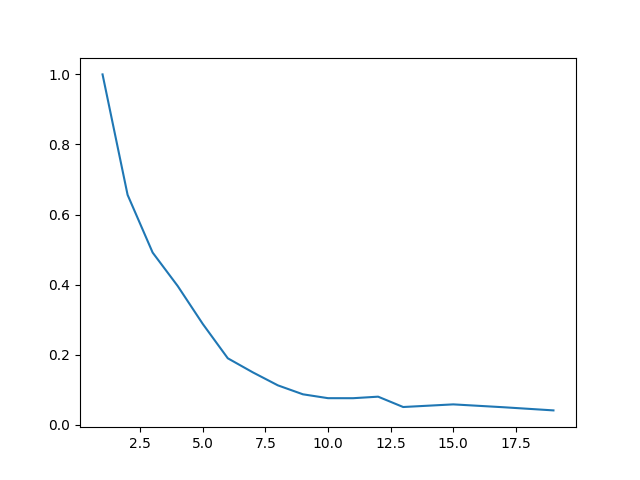
Самописный вектор в данном задании нужен для удобства использования функции сортировки merge. Сортировка используется при применении медианного фильтра. В заголовочном файле matfunc, опять же для удобства, определены операции с матрицей.

В *main.c* сделана функция *threadFunc,* которая нужна для выполнения задачи в разных потоках. В глобальных переменных *in, out* содержатся матрицы. Из их названия понятно, что in – является матрице, из которой берутся данные, а out – в которую заносятся новые данные.

В функции *main* происходит ввод размера матрицы, данных в матрицу, размер окна. Также в этой функции идет создание необходимого количества потоков, задаваемое пользователем в консоли перед стартом программы. Здесь же идет запись в файл времени выполнения программы, а затем небольшой скрипт на питоне делает график эффективности работы программы.

Эффективность вычисляется по формуле **,** где S – эффективность,  **–** время выполнения программы на одном потоке.  **–** время выполнения на n-ом потоке.

График:



Из этого графика видно, что эффективность с появлением каждого потока падает. Это связано с накладными расходами при создании потока и с использованием ОС нужных ей для работы потоков.

**Листинг программы**

**vector.h**

#ifndef VECTOR\_H  
#define VECTOR\_H  
  
#include "stdlib.h"  
#include "stdio.h"  
  
typedef struct vector {  
 int \*data;//тут надо подправить тип  
 int size;  
} vector;  
  
void create(vector \*v, int size) {  
 v->data = (int \*) malloc(sizeof(int) \* size);//тут надо подправить тип  
 v->size = size;  
 int i;  
 for (i = 0; i < size; ++i) { //если используете в виде данных структуру, желательно убрать этот for или  
 v->data[i] = '\0'; //сделать свою инициализацию  
 }  
}  
  
void push\_back(vector \*v, const int x) {//тут надо подправить тип  
 v->data = (int \*) realloc(v->data, sizeof(int) \* (v->size + 1));//тут надо подправить тип  
 v->data[v->size] = x;  
 v->size++;  
}  
  
void pop(vector \*v) {  
 v->data = (int \*) realloc(v->data, sizeof(int) \* (v->size - 1));//тут надо подправить тип  
 v->size--;  
}  
  
void print\_all(vector \*v) {  
 int i;  
 for (i = 0; i < v->size; ++i) {  
 printf("%d ", v->data[i]);  
 }  
 printf("\n");  
}  
  
int size(vector \*v) {  
 if (v == NULL) {  
 return 0;  
 }  
 return v->size;  
}  
  
void destroy(vector \*v) {  
 v->size = 0;  
 //free(v->data);  
}  
  
#endif

**merge.h**

#ifndef OC\_MERGE\_H  
#define OC\_MERGE\_H  
#include "vector.h"  
void merge(vector\* data, int l, int r){  
 if(l == r){  
 return;  
 }  
  
 int m = (l + r) / 2;  
  
 merge(data,l,m);  
 merge(data,m+1, r);  
  
 int middle[data->size];  
 //create(&middle,0);  
 int lhs=l,rhs = m+1;  
 int count = 0;  
 while(lhs != m+1 && rhs != r+1){  
 if(data->data[lhs] < data->data[rhs]){  
 //push\_back(&middle,data->data[lhs]);  
 middle[count] = data->data[lhs];  
 ++count;  
 lhs++;  
 }  
 else{  
 //push\_back(&middle,data->data[rhs]);  
 middle[count] = data->data[rhs];  
 ++count;  
 rhs++;  
 }  
 }  
  
 if(lhs != m + 1){  
 for (int i = lhs; i <= m; ++i) {  
// push\_back(&middle,data->data[i]);  
 middle[count] = data->data[i];  
 ++count;  
 }  
 }  
 else if(rhs != r + 1){  
 for (int i = rhs; i <= r; ++i) {  
 //push\_back(&middle,data->data[i]);  
 middle[count] = data->data[i];  
 ++count;  
 }  
 }  
  
// if(middle.size == 2) {  
// print\_all(&middle);  
// }  
  
 for (int i = l; i <= r; ++i) {  
 data->data[i] = middle[i-l];  
 }  
 //destroy(&middle);  
}  
#endif //OC\_MERGE\_H

**matfunc.h**

#ifndef MATFUNC\_H  
#define MATFUNC\_H  
   
struct Matrix {  
 int dimn;  
 int dimm;  
 int \*\*matr;  
};  
  
void scanfMatrix(struct Matrix \*a, int n, int m) { // Ввод матрицы  
 a->dimn = n;  
 a->dimm = m;  
 a->matr = (int\*\*)malloc(sizeof(int\*)\*n);  
 for (int i=0; i<n; i++) {  
 a->matr[i] = (int\*) malloc(sizeof(int)\*m);  
 }  
  
 for (int i=0; i<n; i++) {  
 for (int j=0; j<m; j++) {  
 scanf("%d", &a->matr[i][j]);  
 }  
 }  
}  
  
/\*int random(int seed) {  
 seed \* 123456;  
}\*/  
  
void scanf\_With\_Fill\_Rand\_Matrix(struct Matrix \*a, int n, int m) { // Ввод с заполнением матрицы  
 a->dimn = n;  
 a->dimm = m;  
 a->matr = (int\*\*)malloc(sizeof(int\*)\*n);  
 for (int i=0; i<n; i++) {  
 a->matr[i] = (int\*) malloc(sizeof(int)\*m);  
 }  
 srand(time(NULL));  
 for (int i=0; i<n; i++) {  
 for (int j=0; j<m; j++) {  
  
 int num = rand() % 100;  
 a->matr[i][j] = num;  
 }  
 }  
}  
  
void scanf\_Matrix\_with\_Fill\_0(struct Matrix\* a, int n, int m){  
 a->dimm = m;  
 a->dimn = n;  
 a->matr = (int\*\*)malloc(sizeof(int\*)\*n);  
 for (int i = 0; i < n; ++i) {  
 a->matr[i] = (int\*)malloc(sizeof(int)\*m);  
 }  
  
 for (int i = 0; i < n; ++i) {  
 for (int j = 0; j < m; ++j) {  
 a->matr[i][j] = 0;  
 }  
 }  
}  
  
void printMatrix(struct Matrix \*a) { // Печать матрицы  
 printf("\n");  
 for (int i=0; i<a->dimn; i++) {  
 for (int j=0; j<a->dimm; j++) {  
 printf("%d ", a->matr[i][j]);  
 }  
 printf("\n");  
 }  
 printf("\n");  
}  
  
void fillMatrix(struct Matrix \*a, int num) { // Заполнение матрицы  
 for (int i=0; i<a->dimn; i++) {  
 for (int j=0; j<a->dimm; j++) {  
 a->matr[i][j] = num;  
 }  
 }  
}  
  
void swap (struct Matrix \*a, struct Matrix \*b) { // Обмен ссылками на матрицы одинаковой размерности  
 struct Matrix p; int \*\*pp;  
 p = \*a; pp = a->matr;  
 \*a = \*b; a->matr = b->matr;  
 \*b = p; b->matr = pp;  
}  
  
#endif

**main.c**

#include "time.h"  
#include "stdio.h"  
#include "vector.h"  
#include "matfunc.h"  
#include "stdlib.h"  
#include <pthread.h>  
#include "merge.h"  
  
struct Matrix in;  
struct Matrix out;  
  
typedef struct tr\_data {  
 int x, y;  
 int winX, winY;  
  
} tr\_data;  
  
int k, n, m;  
  
int max(int lhs, int rhs) {  
 if (lhs > rhs) {  
 return lhs;  
 }  
 return rhs;  
}  
  
int min(int lhs, int rhs) {  
 if (lhs < rhs) {  
 return lhs;  
 }  
 return rhs;  
}  
  
void \*threadFunc(void \*Tdata) {  
 fflush(stdout);  
 struct tr\_data \*id = (struct tr\_data \*) Tdata;  
 vector pixels;  
 create(&pixels, 0);  
  
 for (int i = max(0, id->x - ((id->winX - 1) / 2)); i <= min(n - 1, id->x + ((id->winX - 1) / 2)); ++i) {  
 for (int j = max(0, id->y - ((id->winY - 1) / 2)); j <= min(m - 1, id->y + ((id->winY - 1) / 2)); ++j) {  
  
 push\_back(&pixels, in.matr[i][j]);  
 }  
 }  
 merge(&pixels, 0, pixels.size - 1);  
  
 if (m > 1 && n > 1) {  
 out.matr[id->x][id->y] = pixels.data[pixels.size / 2];  
 destroy(&pixels);  
 return NULL;  
 }  
 else {  
 out.matr[id->x][id->y] = in.matr[id->x][id->y];  
 destroy(&pixels);  
 return NULL;  
 }  
  
}  
  
  
int main(int argc, char const \*argv[]) {  
 unsigned int max\_threads = 1;  
 if (argc > 1 && atoi(argv[1]) > 0) {  
 max\_threads = atoi(argv[1]);  
 }  
  
 int winX, winY;  
  
 printf("Threads %d\nEnter size of matrix. Enter N and M\n> ", max\_threads);  
 fflush(stdout);  
 scanf("%d %d", &n, &m);  
  
 if (n == 0 || m == 0) {  
 printf("I cannot create matrix with this n and m\n");  
 return 0;  
 }  
  
 scanf\_With\_Fill\_Rand\_Matrix(&in, n, m);  
 printf("Enter your window\n> ");  
 fflush(stdout);  
 scanf("%d %d", &winX, &winY);  
  
 //условия задания окна  
 if (winX != winY ||  
 winX == 0 || winY == 0 ||  
 winX > n || winY > m ||  
 winX % 2 == 0) {  
 printf("I cannot work with this window\n");  
 return 0;  
 }  
  
 printf("Enter your K\n> ");  
 fflush(stdout);  
 scanf("%d", &k);  
  
 pthread\_t \*threads = (pthread\_t \*) malloc(sizeof(pthread\_t) \* max\_threads);  
  
 double start, end;  
  
 struct tr\_data \*args = (struct tr\_data \*) malloc(sizeof(struct tr\_data) \* n \* m);  
 start = clock();  
  
 for (int h = 0; h < k; ++h) {  
 scanf\_Matrix\_with\_Fill\_0(&out, n, m);  
 int count = 0;  
 for (int i = 0; i < n; ++i) {  
 for (int j = 0; j < m; ++j) {  
 args[count].x = i;  
 args[count].y = j;  
 args[count].winX = winX;  
 args[count].winY = winY;  
 ++count;  
 }  
 }  
  
 for (unsigned int i = 0; i < n \* m; i += max\_threads) {  
 for (unsigned int j = 0; j < max\_threads; ++j) {  
 //чтобы не запускался под конец новый процесс  
 if (i + j >= n \* m) {  
 break;  
 }  
 if (pthread\_create(&threads[j], NULL, threadFunc, (void \*) &args[i + j]) != 0) {  
 perror("Cannot create thread\n");  
 return 1;  
 }  
 }  
  
 //ждем завершения потоков  
 for (int j = 0; j < max\_threads; ++j) {  
 if (i + j >= n \* m) {  
 break;  
 }  
 if (pthread\_join(threads[j], NULL)) {  
 perror("Thread didn't finished\n");  
 return 1;  
 }  
 }  
  
 }  
 swap(&in, &out);  
 }  
 end = clock();  
  
 free(threads);  
 free(args);  
  
 printf("Result matrix:\n");  
  
 FILE \*file = fopen("log.txt", "a");  
 FILE \*thread = fopen("/mnt/d/Documents/Projects/c++/OC/venv/treads.txt", "a");  
 FILE \*time = fopen("/mnt/d/Documents/Projects/c++/OC/venv/time.txt", "a");  
  
 double threTime = (end - start) / 1000;  
  
 fprintf(file, "threads = %d\ntime = %fms\n\n", max\_threads, (end - start) / 1000);  
 fprintf(thread, "%d\n", max\_threads);  
 fprintf(time, "%f\n", threTime);  
  
 fclose(file);  
 fclose(thread);  
 fclose(time);  
 return 0;  
}

**Тесты и протокол исполнения**

Тест:

Threads 2

Enter size of matrix. Enter N and M

> 10 10

15 49 44 71 83 22 83 62 25 54

93 45 87 46 63 80 82 13 10 17

25 18 49 9 99 37 56 13 81 37

51 68 72 26 69 25 26 41 65 27

99 33 50 91 87 65 87 18 70 97

42 3 48 97 88 63 50 3 13 60

48 89 0 51 19 39 22 29 10 46

43 84 89 41 65 85 57 87 68 17

98 86 94 8 70 98 43 65 81 24

23 40 33 16 55 64 64 61 78 77

Enter your window

> 5 5

Enter your K

> 1

Result matrix:

45 46 49 49 63 62 62 37 54 25

49 49 51 49 63 56 62 37 41 37

49 49 51 50 65 62 63 41 54 37

49 49 51 63 63 56 63 41 41 27

48 49 50 50 50 41 41 39 41 37

50 51 51 65 57 51 57 46 46 41

50 51 65 65 63 63 65 57 50 46

48 48 48 63 55 57 63 60 57 60

84 48 51 64 55 57 64 64 61 65

84 43 55 65 64 64 65 65 65 68

Process finished with exit code 0

strace:

execve("./lab3", ["./lab3", "3"], 0x7ffd1b05d1d8 /\* 19 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x55807b7a2000

arch\_prctl(0x3001 /\* ARCH\_??? \*/, 0x7ffe800ac310) = -1 EINVAL (Invalid argument)

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=36270, ...}) = 0

mmap(NULL, 36270, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f037fbe1000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libpthread.so.0", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\220\201\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0O\305\3743\364B\2216\244\224\306@\261\23\327o"..., 68, 824) = 68

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=157224, ...}) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f037fbdf000

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0O\305\3743\364B\2216\244\224\306@\261\23\327o"..., 68, 824) = 68

mmap(NULL, 140408, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f037fbbc000

mmap(0x7f037fbc3000, 69632, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x7000) = 0x7f037fbc3000

mmap(0x7f037fbd4000, 20480, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x18000) = 0x7f037fbd4000

mmap(0x7f037fbd9000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1c000) = 0x7f037fbd9000

mmap(0x7f037fbdb000, 13432, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f037fbdb000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\360q\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\363\377?\332\200\270\27\304d\245n\355Y\377\t\334"..., 68, 880) = 68

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2029224, ...}) = 0

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\363\377?\332\200\270\27\304d\245n\355Y\377\t\334"..., 68, 880) = 68

mmap(NULL, 2036952, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f037f9ca000

mprotect(0x7f037f9ef000, 1847296, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7f037f9ef000, 1540096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x25000) = 0x7f037f9ef000

mmap(0x7f037fb67000, 303104, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x19d000) = 0x7f037fb67000

mmap(0x7f037fbb2000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7f037fbb2000

mmap(0x7f037fbb8000, 13528, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f037fbb8000

close(3) = 0

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f037f9c7000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7f037f9c7740) = 0

mprotect(0x7f037fbb2000, 12288, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f037fbd9000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x558079ed6000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f037fc17000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7f037fbe1000, 36270) = 0

set\_tid\_address(0x7f037f9c7a10) = 3086

set\_robust\_list(0x7f037f9c7a20, 24) = 0

rt\_sigaction(SIGRTMIN, {sa\_handler=0x7f037fbc3bf0, sa\_mask=[], sa\_flags=SA\_RESTORER|SA\_SIGINFO, sa\_restorer=0x7f037fbd13c0}, NULL, 8) = 0

rt\_sigaction(SIGRT\_1, {sa\_handler=0x7f037fbc3c90, sa\_mask=[], sa\_flags=SA\_RESTORER|SA\_RESTART|SA\_SIGINFO, sa\_restorer=0x7f037fbd13c0}, NULL, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_UNBLOCK, [RTMIN RT\_1], NULL, 8) = 0

prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x4), ...}) = 0

brk(NULL) = 0x55807b7a2000

brk(0x55807b7c3000) = 0x55807b7c3000

write(1, "Threads 3\nEnter size of matrix. "..., 46Threads 3

Enter size of matrix. Enter N and M

) = 46

write(1, "> ", 2> ) = 2

fstat(0, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x4), ...}) = 0

read(0, 5 5

"5 5\n", 1024) = 4

write(1, "Enter your window\n", 18Enter your window

) = 18

write(1, "> ", 2> ) = 2

read(0, 3 3

"3 3\n", 1024) = 4

write(1, "Enter your K\n", 13Enter your K

) = 13

write(1, "> ", 2> ) = 2

read(0, 1

"1\n", 1024) = 2

**clock\_gettime(CLOCK\_PROCESS\_CPUTIME\_ID, {tv\_sec=0, tv\_nsec=5564204}) = 0**

**mmap(NULL, 8392704, PROT\_NONE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS|MAP\_STACK, -1, 0) = 0x7f037f1c6000**

**mprotect(0x7f037f1c7000, 8388608, PROT\_READ|PROT\_WRITE) = 0**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[3087], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69**

**d0) = 3087**

**mmap(NULL, 8392704, PROT\_NONE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS|MAP\_STACK, -1, 0) = 0x7f037e9c5000**

**mprotect(0x7f037e9c6000, 8388608, PROT\_READ|PROT\_WRITE) = 0**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3088**

**mmap(NULL, 8392704, PROT\_NONE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS|MAP\_STACK, -1, 0) = 0x7f037e1c4000**

**mprotect(0x7f037e1c5000, 8388608, PROT\_READ|PROT\_WRITE) = 0**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3089**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3090**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3091**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3092**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3093**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3094**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3095**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3096**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3097**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3098**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3099**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3100**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3101**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3102**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3103**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[3104], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69**

**d0) = 3104**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3105**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3106**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3107**

**clone(child\_stack=0x7f037e9c3fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037e9c4700, child\_tidptr=0x7f037e9c49d0)**

**= 3108**

**clone(child\_stack=0x7f037f1c4fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f1c5700, child\_tidptr=0x7f037f1c59d0)**

**= 3109**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3110**

**clone(child\_stack=0x7f037f9c5fb0, flags=CLONE\_VM|CLONE\_FS|CLONE\_FILES|CLONE\_SIGHAND|CLONE\_THREAD|CLONE\_SYSVSEM|CLONE\_SETTLS|CLONE\_PARENT\_SETTID|CLONE\_CHILD\_CLEARTID, parent\_tid=[0], tls=0x7f037f9c6700, child\_tidptr=0x7f037f9c69d0)**

**= 3111**

**clock\_gettime(CLOCK\_PROCESS\_CPUTIME\_ID, {tv\_sec=0, tv\_nsec=8676425}) = 0**

**write(1, "Result matrix:\n", 15Result matrix:**

**) = 15**

**openat(AT\_FDCWD, "log.txt", O\_WRONLY|O\_CREAT|O\_APPEND, 0666) = 3**

**lseek(3, 0, SEEK\_END) = 590**

**openat(AT\_FDCWD, "/mnt/d/Documents/Projects/c++/OC/venv/treads.txt", O\_WRONLY|O\_CREAT|O\_APPEND, 0666) = 4**

**lseek(4, 0, SEEK\_END) = 41**

**openat(AT\_FDCWD, "/mnt/d/Documents/Projects/c++/OC/venv/time.txt", O\_WRONLY|O\_CREAT|O\_APPEND, 0666) = 5**

**lseek(5, 0, SEEK\_END) = 209**

**fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0777, st\_size=590, ...}) = 0**

**fstat(4, {st\_mode=S\_IFREG|0777, st\_size=41, ...}) = 0**

**fstat(5, {st\_mode=S\_IFREG|0777, st\_size=209, ...}) = 0**

**write(3, "threads = 3\ntime = 3.112000ms\n\n", 31) = 31**

**close(3) = 0**

**write(4, "3\n", 2) = 2**

**close(4) = 0**

**write(5, "3.112000\n", 9) = 9**

**close(5) = 0**

lseek(0, -1, SEEK\_CUR) = -1 ESPIPE (Illegal seek)

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**Вывод**:

Благодаря проделанной работе я научился создавать программу, процесс которой можно распараллелить на другие потоки, чтобы выполнялся процесс быстрее. Узнал, что можно параллелить только независимые друг от друга процессы, иначе программа, даже с использованием многопоточности, будет выполняться последовательно. Также на практике осознал, что многопоточные программы отнюдь не такие простые в применении, как на первый взгляд кажется, и эффективность работы программы не всегда растет пропорционально росту потоков.

**Список литературы**

1. [Pthreads: Потоки в русле POSIX - Habr](https://habr.com/ru/post/326138/)
2. [Матричные фильтры обработки изображений - Habr](https://habr.com/ru/post/142818/)