Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”

Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

**Лабораторная работа №3 по курсу**

**«Операционные системы»**

Группа: М80-206Б-22

Студент: Свиридов С. Ю.

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: 17.11.23

Москва, 2023

**Постановка задачи**

**Группа вариантов 2.**

Родительский процесс создает дочерний процесс. Первой строчкой пользователь в консоль родительского процесса вводит имя файла, которое будет использовано для открытия файла с таким именем на чтение. Стандартный поток ввода дочернего процесса переопределяется открытым файлом. Дочерний процесс читает команды из стандартного потока ввода. Родительский процесс выводит результат в свой стандартный поток вывода. Родительский и дочерний процесс должны быть представлены разными программами. Взаимодействие между процессами осуществляется через системные сигналы/события и/или через отображаемые файлы (memory-mapped files).

**Вариант 9.**

В файле записаны команды вида:«число число число<endline>». Дочерний процесс производит деление первого числа команда, на последующие числа в команде, а результат “кладет” в map-file. Если происходит деление на 0, то дочерний (и родительский) процесс завершают свою работу с ошибкой. Проверка деления на 0 должна осуществляться на стороне дочернего процесса. Числа имеют тип float. Количество чисел может быть произвольным.

**Общий метод и алгоритм решения**

Использованные системные вызовы:

* pid\_t fork(void); – создает дочерний процесс.
* int execl(const char \**path*, const char \**arg0*, ... /\*, (char \*)0 \*/); - заменяет текущий образ процесса новым образом
* pid\_t wait(int \*status); – приостаналивает выполнение текущего процесса до тех пор, пока дочерний процесс не завершится.
* void\* mmap(void \*, size\_t, int, int, int, off\_t) - выделяет память или отображает файлы (или устройства) в памяти.
* int munmap(void\*, size\_t) - удаляет сопоставление с выделенной памятью.
* int ftruncate(int, off\_t) - приводит файл к заданному размеру.
* int shm\_open(const char \*, int, ...) - инициализирует область памяти
* int shm\_unlink(const char\* name) — разрывает связь между областью памяти и заданным ей именем

Сначала пользователь в качестве аргумента командной строки пишет имя файла, которое будет использоваться для открытия файла с таким же именем на чтение. Если строка введена корректно, и файл с таким именем существует, то создается дочерний процесс. После чего для дочернего процесса подменятся стандартный ввод, которым теперь является открытый файл. В дочернем процессе инициализируется область памяти именем «laba3» и туда записываются обработанные им данные. После завершения дочернего процесса родительский процесс читает данные из этой же области памяти и печатает их в терминал. В случае, если родительский процесс прочитает значение -1, на экран будет выведено сообщение «Attempt to divide by zero» и выполнение программы завершится ошибкой.

**Код программы**

**parent.c**

#include <stdio.h>

#include <unistd.h>

#include <stdlib.h>

#include <sys/mman.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <sys/stat.h>

#include "stddef.h"

#include <fcntl.h>

#include <string.h>

#include <stdbool.h>

#include <semaphore.h>

#define MEMORY\_NAME "laba3"

#define DATA\_SIZE 256

#define MEMORY\_SIZE 8192

void check\_error(bool expression, char\* message) {

if (expression) {

write(STDOUT\_FILENO, message, strlen(message) \* sizeof(char));

write(STDOUT\_FILENO, "\n", 1);

exit(-1);

}

}

typedef struct {

size\_t size;

float data[DATA\_SIZE];

} res;

int main (int argc, char\* argv[]) {

pid\_t pid;

FILE \*fp = NULL;

if (argc != 2) {

write(1, "Wrong arguments\n", 17);

exit(EXIT\_FAILURE);

}

pid = fork();

if (pid == -1) {

perror("fork");

return -1;

}

else if (pid == 0) {

fp = freopen(argv[1], "r", stdin);

check\_error(fp == NULL, "Can't open file");

execl("./child", "/.child", NULL);

perror("execl");

return 1;

}

else {

wait(0);

int fd = shm\_open(MEMORY\_NAME, O\_RDONLY, S\_IRUSR | S\_IWUSR);

check\_error(fd == -1, "Can't oped shared memory file");

res \*addr = mmap(NULL, MEMORY\_SIZE, PROT\_READ, MAP\_SHARED, fd, 0);

check\_error(addr == (void\*) -1, "Mmap error");

for (int i = 0; i < addr->size; i++) {

if (addr->data[i] == -1) {

printf("Attempt to divide by zero\n");

break;

}

printf("%f\n", addr->data[i]);

}

munmap(addr, MEMORY\_SIZE);

shm\_unlink(MEMORY\_NAME);

close(fd);

}

return 0;

}

**child.c**

#include <stdio.h>

#include <unistd.h>

#include <stdlib.h>

#include <sys/mman.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <sys/stat.h>

#include "stddef.h"

#include <fcntl.h>

#include <string.h>

#include <stdbool.h>

#include <semaphore.h>

#include <math.h>

#define MEMORY\_NAME "laba3"

#define DATA\_SIZE 256

#define MEMORY\_SIZE 8192

void check\_error(bool expression, char\* message) {

if (expression) {

write(STDOUT\_FILENO, message, strlen(message) \* sizeof(char));

write(STDOUT\_FILENO, "\n", 1);

exit(-1);

}

}

typedef struct {

size\_t size;

float data[DATA\_SIZE];

} res;

int main() {

int fd = shm\_open(MEMORY\_NAME, O\_EXCL | O\_CREAT | O\_RDWR, S\_IRUSR |

S\_IWUSR);

check\_error(fd == -1, "Can't open shared memory file");

if (ftruncate(fd, MEMORY\_SIZE) == -1) {

perror("ftruncate");

}

res \*addr = mmap(NULL, MEMORY\_SIZE, PROT\_WRITE, MAP\_SHARED, fd, 0);

check\_error(addr == (void\*)-1, "Mmap error");

addr->size = 0;

char c;

bool not\_end = true;

float nmbr = 0;

float result = 0;

float first = 0;

int k = 0;

float dot = 0;

int count = 0;

float numbers[100];

do {

if (not\_end) {

if (c <= '9' && c >= '0') {

if (nmbr != 0 && (floor(nmbr) != nmbr)) {

if (c == '0') {

k += 1;

nmbr += 0;

}

else {

dot = c - '0';

nmbr = (nmbr + 0.1) + (dot / pow(10, k + 1));

}

}

else {

nmbr = nmbr \* 10 + c - '0';

}

}

if (c == '.') {

nmbr = nmbr - 0.1;

}

if (c == ' ' || c == '\n' || c == EOF) {

numbers[count] = nmbr;

nmbr = 0;

count++;

if (c == '\n' || c == EOF) {

first = numbers[0];

for (int i = 1; i < count; i++) {

if (numbers[i] == 0) {

addr->data[addr->size++] = -1;

}

result = first / numbers[i];

first = result;

}

first = 0;

count = 0;

}

}

}

if (c == '\n' || c == EOF) {

addr->data[addr->size++] = result;

result = 0;

k = 0;

dot = 0;

not\_end = true;

}

} while((scanf("%c", &c)) > 0);

return 0;

}

**Протокол работы программы**

**Тестирование:**

stepan@stepan-ASUS:~/Рабочий стол/учеба/prog 3 sem/OSI/laba3/src$ gcc -o parent parent.c

stepan@stepan-ASUS:~/Рабочий стол/учеба/prog 3 sem/OSI/laba3/src$ gcc -o child child.c -lm

stepan@stepan-ASUS:~/Рабочий стол/учеба/prog 3 sem/OSI/laba3/src$ ./parent file.txt

900.000122

1.000000

14.273480

0.666667

90.000000

38.136364

4329.239258

2880.000000

Attempt to divide by zero

**Strace:**

**stepan@stepan-ASUS:~/Рабочий стол/учеба/labs 3 sem/OSI/laba3/src$ strace -f ./parent file.txt**

execve("./parent", ["./parent", "file.txt"], 0x7ffdcfaa45f0 /\* 60 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x55dad5123000

arch\_prctl(0x3001 /\* ARCH\_??? \*/, 0x7ffedcb8eb40) = -1 EINVAL (Недопустимый аргумент)

**mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fbe162ff000**

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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

newfstatat(3, "", {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=88411, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

**mmap(NULL, 88411, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7fbe162e9000**

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\0P\237\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 \0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0"..., 48, 848) = 48

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\244;\374\204(\337f#\315I\214\234\f\256\271\32"..., 68, 896) = 68

newfstatat(3, "", {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2216304, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 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

mmap(NULL, 2260560, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fbe16000000

mmap(0x7fbe16028000, 1658880, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7fbe16028000

mmap(0x7fbe161bd000, 360448, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1bd000) = 0x7fbe161bd000

mmap(0x7fbe16215000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x214000) = 0x7fbe16215000

mmap(0x7fbe1621b000, 52816, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fbe1621b000

close(3) = 0

**mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fbe162e6000**

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7fbe162e6740) = 0

set\_tid\_address(0x7fbe162e6a10) = 8428

set\_robust\_list(0x7fbe162e6a20, 24) = 0

rseq(0x7fbe162e70e0, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

mprotect(0x7fbe16215000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x55dad3ba6000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fbe16339000, 8192, PROT\_READ) = 0

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

munmap(0x7fbe162e9000, 88411) = 0

clone(child\_stack=NULL, flags=CLONE\_CHILD\_CLEARTID|CLONE\_CHILD\_SETTID|SIGCHLDstrace: Process 8429 attached

, child\_tidptr=0x7fbe162e6a10) = 8429

[pid 8428] wait4(-1, <unfinished ...>

[pid 8429] set\_robust\_list(0x7fbe162e6a20, 24) = 0

[pid 8429] openat(AT\_FDCWD, "file.txt", O\_RDONLY) = 3

[pid 8429] dup3(3, 0, 0) = 0

[pid 8429] close(3) = 0

[pid 8429] execve("./child", ["/.child"], 0x7ffedcb8ed20 /\* 60 vars \*/) = 0

[pid 8429] brk(NULL) = 0x55a65f328000

[pid 8429] arch\_prctl(0x3001 /\* ARCH\_??? \*/, 0x7fff56e715b0) = -1 EINVAL (Недопустимый аргумент)

[pid 8429] **mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fdf6d2f1000**

[pid 8429] access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

[pid 8429] openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

[pid 8429] newfstatat(3, "", {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=88411, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

[pid 8429] **mmap(NULL, 88411, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7fdf6d2db000**

[pid 8429] close(3) = 0

[pid 8429] openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

[pid 8429] read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

[pid 8429] newfstatat(3, "", {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=940560, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

[pid 8429] mmap(NULL, 942344, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fdf6d1f4000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6d202000, 507904, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xe000) = 0x7fdf6d202000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6d27e000, 372736, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x8a000) = 0x7fdf6d27e000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6d2d9000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xe4000) = 0x7fdf6d2d9000

[pid 8429] close(3) = 0

[pid 8429] openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

[pid 8429] read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\237\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

[pid 8429] 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

[pid 8429] pread64(3, "\4\0\0\0 \0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0"..., 48, 848) = 48

[pid 8429] pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\244;\374\204(\337f#\315I\214\234\f\256\271\32"..., 68, 896) = 68

[pid 8429] newfstatat(3, "", {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2216304, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

[pid 8429] 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

[pid 8429] mmap(NULL, 2260560, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fdf6ce00000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6ce28000, 1658880, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7fdf6ce28000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6cfbd000, 360448, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1bd000) = 0x7fdf6cfbd000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6d015000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x214000) = 0x7fdf6d015000

[pid 8429] mmap(0x7fdf6d01b000, 52816, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fdf6d01b000

[pid 8429] close(3) = 0

[pid 8429] **mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fdf6d1f1000**

[pid 8429] arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7fdf6d1f1740) = 0

[pid 8429] set\_tid\_address(0x7fdf6d1f1a10) = 8429

[pid 8429] set\_robust\_list(0x7fdf6d1f1a20, 24) = 0

[pid 8429] rseq(0x7fdf6d1f20e0, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

[pid 8429] mprotect(0x7fdf6d015000, 16384, PROT\_READ) = 0

[pid 8429] mprotect(0x7fdf6d2d9000, 4096, PROT\_READ) = 0

[pid 8429] mprotect(0x55a65e375000, 4096, PROT\_READ) = 0

[pid 8429] mprotect(0x7fdf6d32b000, 8192, PROT\_READ) = 0

[pid 8429] prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

[pid 8429] munmap(0x7fdf6d2db000, 88411) = 0

[pid 8429] openat(AT\_FDCWD, "/dev/shm/laba3", O\_RDWR|O\_CREAT|O\_EXCL|O\_NOFOLLOW|O\_CLOEXEC, 0600) = 3

[pid 8429] ftruncate(3, 8192) = 0

[pid 8429] **mmap(NULL, 8192, PROT\_WRITE, MAP\_SHARED, 3, 0) = 0x7fdf6d2ef000**

[pid 8429] newfstatat(0, "", {st\_mode=S\_IFREG|0664, st\_size=85, ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

[pid 8429] getrandom("\xbc\x69\xf0\x43\xe1\x05\xf1\xc1", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

[pid 8429] brk(NULL) = 0x55a65f328000

[pid 8429] brk(0x55a65f349000) = 0x55a65f349000

[pid 8429] read(0, "9 00.01 1\n10 2.5 4\n1000 7.006 2 "..., 4096) = 85

[pid 8429] read(0, "", 4096) = 0

[pid 8429] exit\_group(0) = ?

[pid 8429] +++ exited with 0 +++

<... wait4 resumed>NULL, 0, NULL) = 8429

--- SIGCHLD {si\_signo=SIGCHLD, si\_code=CLD\_EXITED, si\_pid=8429, si\_uid=1000, si\_status=0, si\_utime=0, si\_stime=0} ---

openat(AT\_FDCWD, "/dev/shm/laba3", O\_RDONLY|O\_NOFOLLOW|O\_CLOEXEC) = 3

**mmap(NULL, 8192, PROT\_READ, MAP\_SHARED, 3, 0) = 0x7fbe162fd000**

newfstatat(1, "", {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x1), ...}, AT\_EMPTY\_PATH) = 0

getrandom("\x73\x26\xaa\x91\x46\x23\xf3\x2a", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x55dad5123000

brk(0x55dad5144000) = 0x55dad5144000

write(1, "900.000122\n", 11900.000122

) = 11

write(1, "1.000000\n", 91.000000

) = 9

write(1, "14.273480\n", 1014.273480

) = 10

write(1, "0.666667\n", 90.666667

) = 9

write(1, "90.000000\n", 1090.000000

) = 10

write(1, "38.136364\n", 1038.136364

) = 10

write(1, "4329.239258\n", 124329.239258

) = 12

write(1, "2880.000000\n", 122880.000000

) = 12

write(1, "Attempt to divide by zero\n", 26Attempt to divide by zero

) = 26

**munmap(0x7fbe162fd000, 8192) = 0**

unlink("/dev/shm/laba3") = 0

close(3) = 0

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**Вывод**

Выполнив данную лабораторную работу, я понял, что существует хорошая альтернатива pipe. File mapping весьма интересная тема, но нужно более подробно изучать ее, потому что существует множество подводных камней и инетерсных вещей, который могут быть непонятными.