

Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №8 по курсу
«Операционные системы»

Тема работы
“Утилита strace”

Студент: Слободин Никита Алексеевич
Группа: М8О-203Б-23

Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич

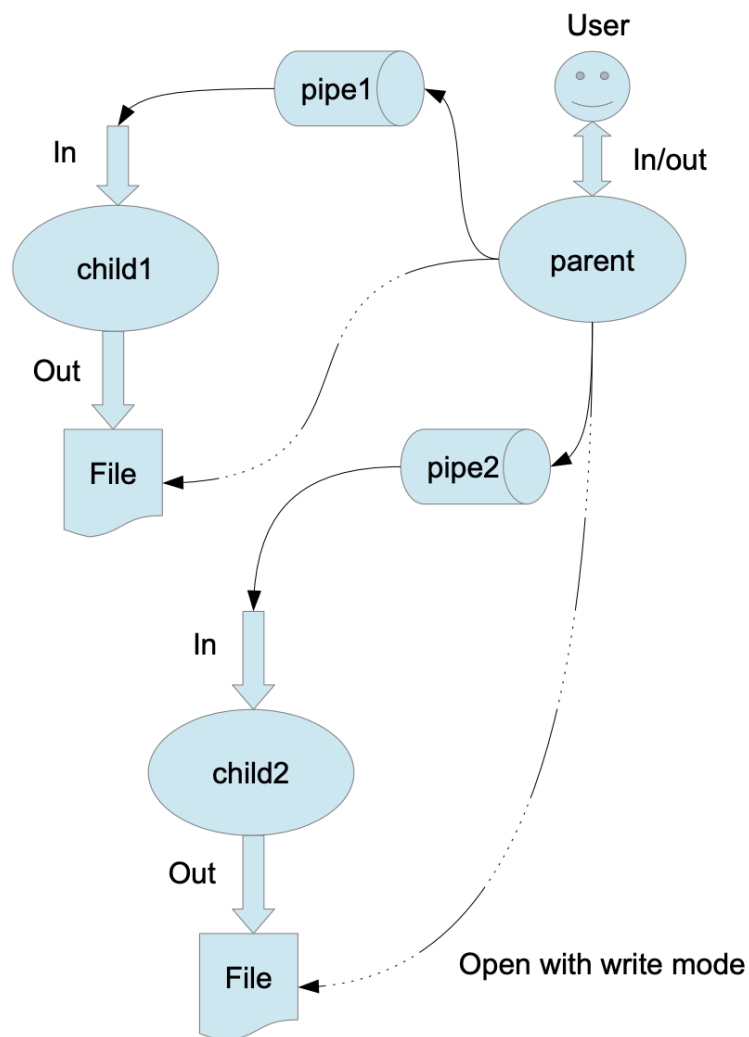
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2024

Лабораторная работа №1

Задача: составить и отладить программу на языке Си (C++), осуществляющую работу с процессами и взаимодействие между ними в одной из двух операционных систем. В результате работы программа (основной процесс) должен создать для решения задачи один или несколько дочерних процессов. Взаимодействие между процессами осуществляется через системные сигналы/события и/или каналы (pipe). Необходимо обрабатывать системные ошибки, которые могут возникнуть в результате работ.

В 21 варианте в первый пайп попадают нечетные строки, во второй пайп попадают четные строки. Дочерние процессы инвертируют строки и записывают их в соответствующий им файл.



Strace по лабораторной работе представлен в приложении 1.

Сначала программа запускается системным вызовом `execve`, который загружает и начинает выполнение файла `./lab1/parent`. Затем происходит выделение памяти с использованием системных вызовов `brk` и `mmap`, чтобы создать необходимые области памяти для работы программы. Программа проверяет системные файлы, такие как `/etc/ld.so.preload`, с помощью вызова `faccessat`, а затем открывает и загружает динамические библиотеки, включая `libstdc++`, `libm`, `libgcc_s` и `libc`, с использованием системных вызовов `openat`, `read` и `mmap`.

После загрузки библиотек программа выводит запросы на ввод имен файлов для обработки через `write` и считывает их с помощью `read`. Затем с помощью `faccessat` проверяется существование введенных файлов. Если хотя бы один файл не существует, программа завершает выполнение, выводя сообщение об ошибке. Если файлы существуют, создаются два пайпа для межпроцессного взаимодействия через системный вызов `pipe2`.

Программа запускает два дочерних процесса с использованием вызова `clone`. Эти процессы будут обрабатывать строки, передаваемые через пайпы. Родительский процесс записывает строки, введенные пользователем, в соответствующий пайп с помощью вызова `write`. После того как все строки переданы, родительский процесс ожидает завершения дочерних процессов, используя вызов `wait4`. После завершения всех процессов программа завершает выполнение, используя системный вызов `exit_group`, и возвращает код завершения, указывающий на успешное завершение.

Приложение 1.

```
root@c34508d80232:/workspaces/OS_MAI_Slobodin/build# strace ./lab1/parent
execve("./lab1/parent", ["./lab1/parent"], 0xffffe8bf4be0 /* 32 vars */) = 0

brk(NULL)                                = 0x1ac54000

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0xfffffa8739000

faccessat(AT_FDCWD, "/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

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=25778, ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 25778, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0xfffffa8732000

close(3)                                  = 0

openat(AT_FDCWD, "/usr/local/lib64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

```

read(3,
"\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2436000, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 2583688, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa8400000

mmap(0xfffffa8400000, 2518152, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xfffffa8400000

munmap(0xfffffa8667000, 64648) = 0

mprotect(0xfffffa8645000, 65536, PROT_NONE) = 0

mmap(0xfffffa8655000, 57344, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x245000) = 0xfffffa8655000

mmap(0xfffffa8663000, 15496, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0xfffffa8663000

close(3) = 0

openat(AT_FDCWD, "/lib/aarch64-linux-gnu/libm.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) =
3

read(3,
"\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=591960, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 655472, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa835f000

mmap(0xfffffa8360000, 589936, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xfffffa8360000

munmap(0xfffffa835f000, 4096) = 0

munmap(0xfffffa83f1000, 57456) = 0

mprotect(0xfffffa83e0000, 61440, PROT_NONE) = 0

mmap(0xfffffa83ef000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x8f000) = 0xfffffa83ef000

close(3) = 0

openat(AT_FDCWD, "/usr/local/lib64/libgcc_s.so.1", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

read(3,
"\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=726416, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 263104, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa86bf000

```

```

mmap(0xfffffa86c0000, 197568, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xfffffa86c0000
munmap(0xfffffa86bf000, 4096) = 0
munmap(0xfffffa86f1000, 58304) = 0
mprotect(0xfffffa86df000, 65536, PROT_NONE) = 0
mmap(0xfffffa86ef000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1f000) = 0xfffffa86ef000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "/lib/aarch64-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\267\0\1\0\0\0000y\2\0\0\0\0\0"...
, 832) = 832
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1651408, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
mmap(NULL, 1826912, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa81a1000
mmap(0xfffffa81b0000, 1761376, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xfffffa81b0000
munmap(0xfffffa81a1000, 61440) = 0
munmap(0xfffffa835f000, 96) = 0
mprotect(0xfffffa8337000, 86016, PROT_NONE) = 0
mmap(0xfffffa834c000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x18c000) = 0xfffffa834c000
mmap(0xfffffa8352000, 49248, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0xfffffa8352000
close(3) = 0
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa8730000
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffffa872e000
set_tid_address(0xfffffa8731190) = 22217
set_robust_list(0xfffffa87311a0, 24) = 0
rseq(0xfffffa87317e0, 0x20, 0, 0xd428bc00) = 0
mprotect(0xfffffa834c000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0xfffffa86ef000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0xfffffa83ef000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0xfffffa8655000, 45056, PROT_READ) = 0
mprotect(0x41f000, 4096, PROT_READ) = 0

```

```

mprotect(0xfffffa873e000, 8192, PROT_READ) = 0
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,
rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
munmap(0xfffffa8732000, 25778) = 0
futex(0xfffffa86637ec, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 2147483647) = 0
getrandom("\x55\x46\x13\xec\xce\xff\xe0\x9d", 8, GRND_NONBLOCK) = 8
brk(NULL) = 0x1ac54000
brk(0x1ac75000) = 0x1ac75000
newfstatat(1, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
write(1, "Enter filename for 1 process: \n", 31Enter filename for 1
process:
) = 31
newfstatat(0, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
read(0,
"\n", 1024) = 1
write(1, "Enter filename for 2 process: \n", 31Enter filename for 2
process:
) = 31
read(0,
"\n", 1024) = 1
faccessat(AT_FDCWD, "", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or
directory)
write(2, "Error: File ", 12Error: File ) = 12
write(2, " does not exist.", 16 does not exist.) = 16
write(2, "\n", 1
) = 1
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
root@c34508d80232:/workspaces/OS_MAI_Slobodin/build# strace ./lab1/parent
execve("./lab1/parent", ["./lab1/parent"], 0xfffffd6c2a2d0 /* 32 vars */) =
0
brk(NULL) = 0xa2d0000
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xfffff916bd000
faccessat(AT_FDCWD, "/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
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=25778, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
mmap(NULL, 25778, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0xffff916b6000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "/usr/local/lib64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) =
3
read(3,
"\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2436000, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
mmap(NULL, 2583688, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff91400000
mmap(0xffff91400000, 2518152, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xffff91400000
munmap(0xffff91667000, 64648) = 0
mprotect(0xffff91645000, 65536, PROT_NONE) = 0
mmap(0xffff91655000, 57344, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x245000) = 0xffff91655000
mmap(0xffff91663000, 15496, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0xffff91663000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "/lib/aarch64-linux-gnu/libm.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) =
3
read(3,
"\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=591960, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
mmap(NULL, 655472, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff9135f000
mmap(0xffff91360000, 589936, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xffff91360000
munmap(0xffff9135f000, 4096) = 0
munmap(0xffff913f1000, 57456) = 0
mprotect(0xffff913e0000, 61440, PROT_NONE) = 0
mmap(0xffff913ef000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x8f000) = 0xffff913ef000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "/usr/local/lib64/libgcc_s.so.1", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

```

```

read(3,
"\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0\267\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
832) = 832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=726416, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 263104, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff9131f000

mmap(0xffff91320000, 197568, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xffff91320000

munmap(0xffff9131f000, 4096) = 0

munmap(0xffff91351000, 58304) = 0

mprotect(0xffff9133f000, 65536, PROT_NONE) = 0

mmap(0xffff9134f000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1f000) = 0xffff9134f000

close(3) = 0

openat(AT_FDCWD, "/lib/aarch64-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\0\3\0\267\0\1\0\0\0000y\2\0\0\0\0\0"...,
832) = 832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1651408, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 1826912, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff91161000

mmap(0xffff91170000, 1761376, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0xffff91170000

munmap(0xffff91161000, 61440) = 0

munmap(0xffff9131f000, 96) = 0

mprotect(0xffff912f7000, 86016, PROT_NONE) = 0

mmap(0xffff9130c000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x18c000) = 0xffff9130c000

mmap(0xffff91312000, 49248, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0xffff91312000

close(3) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff916b4000

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0xffff916b2000

set_tid_address(0xffff916b5190) = 22345

set_robust_list(0xffff916b51a0, 24) = 0

rseq(0xffff916b57e0, 0x20, 0, 0xd428bc00) = 0

```



```

mprotect(0xffff9130c000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0xffff9134f000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0xffff913ef000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0xffff91655000, 45056, PROT_READ) = 0
mprotect(0x41f000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0xffff916c2000, 8192, PROT_READ) = 0
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,
rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
munmap(0xffff916b6000, 25778) = 0
futex(0xffff916637ec, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 2147483647) = 0
getrandom("\xae\x93\x18\x87\x6c\xc8\xfe\x28", 8, GRND_NONBLOCK) = 8
brk(NULL) = 0xa2d0000
brk(0xa2f1000) = 0xa2f1000
newfstatat(1, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
write(1, "Enter filename for 1 process: \n", 31Enter filename for 1
process:
) = 31
newfstatat(0, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0
read(0, /workspaces/OS_MAI_Slobodin/file1.txt
"/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file"..., 1024) = 38
write(1, "Enter filename for 2 process: \n", 31Enter filename for 2
process:
) = 31
read(0, /workspaces/OS_MAI_Slobodin/file2.txt
"/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file"..., 1024) = 38
faccessat(AT_FDCWD, "/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file1.txt", F_OK) = 0
faccessat(AT_FDCWD, "/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file2.txt", F_OK) = 0
pipe2([3, 4], 0) = 0
pipe2([5, 6], 0) = 0
write(1, "FILE NAMES: /workspaces/OS_MAI_S"..., 88FILE NAMES:
/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file1.txt
/workspaces/OS_MAI_Slobodin/file2.txt
) = 88
clone(child_stack=NULL,
flags=CLONE_CHILD_CLEARTID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD,
child_tidptr=0xffff916b5190) = 22468

```

```

clone(child_stack=NULL,
flags=CLONE_CHILD_CLEARTID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD,
child_tidptr=0xffff916b5190) = 22469

close(3)                                = 0

close(5)                                = 0

write(1, "Enter strings to process: \n", 27Enter strings to process:
) = 27

read(0, abc
"abc\n", 1024)                          = 4

write(4, "abc\n", 4)                    = 4

read(0, 123
"123\n", 1024)                          = 4

write(6, "123\n", 4)                    = 4

read(0,
"\n", 1024)                            = 1

write(4, "\n", 1)                       = 1

write(6, "\n", 1)                       = 1

close(4)                                = 0

close(6)                                = 0

wait4(-1, NULL, 0, NULL)                = 22468

--- SIGCHLD {si_signo=SIGCHLD, si_code=CLD_EXITED, si_pid=22469, si_uid=0,
si_status=0, si_utime=0, si_stime=0} ---

wait4(-1, NULL, 0, NULL)                = 22469

exit_group(0)                           = ?

+++ exited with 0 +++

root@c34508d80232:/workspaces/OS_MAI_Slobodin/build#

```