

Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”
Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

Лабораторная работа №8 по курсу
«Операционные системы»

Группа: М8О-203Б-23

Студент: Махмутов Д.И,

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: _____

Дата: 28.12.24

Москва, 2024

Постановка задачи

При выполнении лабораторных работ по курсу ОС необходимо продемонстрировать ключевые системные вызовы, которые в них используются и то, что их использование соответствует варианту ЛР

Что такое strace?

Протокол выполнения

```
unix@DESKTOP-MPQDBS2:~/labs/osLabs/build/lab4$ strace ./PC3
```

```
execve("./PC3", ["/PC3"], 0x7fffc42eb0d0 /* 29 vars */) = 0
```

```
brk(NULL) = 0x7ffde012000
```

```
arch_prctl(0x3001 /* ARCH_??? */, 0x7fffe548fb90) = -1 EINVAL (Invalid argument)
```

```
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f5bdfbf0000
```

```
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
```

```
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=21347, ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0
```

```
mmap(NULL, 21347, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f5bdfbaa000
```

$$\text{close}(3) = 0$$

```
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

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

```
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=2260296, ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0
```

```
mmap(NULL, 2275520, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f5bdf970000
```

```
mprotect(0x7f5bdfa0a000, 1576960, PROT_NONE) = 0
```

```
mmap(0x7f5bdfa0a000, 1118208, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x9a000) = 0x7f5bdfa0a000
```

```
mmap(0x7f5bdfb1b000, 454656, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1ab000) = 0x7f5bdfb1b000
```

```
mmap(0x7f5bdfb8b000, 57344, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x21a000) = 0x7f5bdfb8b000
```

```
mmap(0x7f5bdfb99000, 10432, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f5bdfb99000
```

$$\text{close}(3) = 0$$

```
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libgcc_s.so.1", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

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

```
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=125488, ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0
```

```
mmap(NULL, 127720, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f5bdf950000
```

```
mmap(0x7f5bdf953000, 94208, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7f5bdf953000
```

mmap(0x7f5bdf96a000, 16384, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1a000) = 0x7f5bdf96a000

mmap(0x7f5bdf96e000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1d000) = 0x7f5bdf96e000

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\3\0>\0\1\0\0\0P\237\2\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"..., 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"..., 48, 848) = 48

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0I\17\357\204\3\$\f\221\2039x\324\224\323\236S"..., 68, 896) = 68

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2220400, ...}, 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"..., 784, 64) = 784

mmap(NULL, 2264656, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f5bdf720000

mprotect(0x7f5bdf748000, 2023424, PROT_NONE) = 0

mmap(0x7f5bdf748000, 1658880, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7f5bdf748000

mmap(0x7f5bdf8dd000, 360448, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1bd000) = 0x7f5bdf8dd000

mmap(0x7f5bdf936000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x215000) = 0x7f5bdf936000

mmap(0x7f5bdf93c000, 52816, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f5bdf93c000

close(3) = 0

openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libm.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

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

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=940560, ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 942344, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f5bdf630000

mmap(0x7f5bdf63e000, 507904, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0xe000) = 0x7f5bdf63e000

mmap(0x7f5bdf6ba000, 372736, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x8a000) = 0x7f5bdf6ba000

mmap(0x7f5bdf715000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0xe4000) = 0x7f5bdf715000

close(3) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f5bdfba0000

arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7f5bdfba13c0) = 0

set_tid_address(0x7f5bdfba1690) = 7726

```

set_robust_list(0x7f5bdfba16a0, 24)    = 0

rseq(0x7f5bdfba1d60, 0x20, 0, 0x53053053) = -1 ENOSYS (Function not implemented)

mprotect(0x7f5bdf936000, 16384, PROT_READ) = 0

mprotect(0x7f5bdf715000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x7f5bdf96e000, 4096, PROT_READ) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f5bdf620000

mprotect(0x7f5bdfb8b000, 45056, PROT_READ) = 0

mprotect(0x7f5bdfbf9000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x7f5bdfbe8000, 8192, PROT_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024, rlim_max=8192*1024}) = 0

munmap(0x7f5bdfbaa000, 21347)          = 0

getrandom("\xf5\xff\x46\x25\x78\x39\xe3\xda", 8, GRND_NONBLOCK) = 8

brk(NULL)                             = 0x7ffde012000

brk(0x7ffde033000)                     = 0x7ffde033000

futex(0x7f5bdfb9977c, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 2147483647) = 0

newfstatat(1, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0

write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265 \321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203
(/ex"..., 57Введите строку (/exit для выхода): ) = 57

newfstatat(0, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...}, AT_EMPTY_PATH) = 0

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, 0x7ffde0242c0, 1024)          = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

```

```

read(0, 0x7fffde0242c0, 1024)      = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---

read(0, FFadad

"FFadad\n", 1024)      = 7

openat(AT_FDCWD, "/dev/shm/shared_memory", O_RDWR|O_CREAT|O_NOFOLLOW|O_CLOEXEC, 0666) = 3

ftruncate(3, 1024)      = 0

mmap(NULL, 1024, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_SHARED, 3, 0) = 0x7f5bdfbf3000

close(3)      = 0

clone(child_stack=NULL, flags=CLONE_CHILD_CLEARTID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD,
child_tidptr=0x7f5bdfba1690) = 8141

rt_sigaction(SIGUSR1, {sa_handler=0x7f5bdfbf6d3d, sa_mask=[USR1], sa_flags=SA_RESTORER|SA_RESTART,
sa_restorer=0x7f5bdf762520}, {sa_handler=SIG_DFL, sa_mask=[], sa_flags=SA_RESTORER, sa_restorer=0x7f26b4532520},
8) = 0

openat(AT_FDCWD, "output.txt", O_WRONLY|O_CREAT|O_APPEND, 0666) = 3

lseek(3, 0, SEEK_END)      = 122

write(3, "FFadad\n", 7)      = 7

close(3)      = 0

write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265 \321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203
(/ex" ..., 57Введите строку (/exit для выхода): ) = 57

read(0, /exit

"/exit\n", 1024)      = 6

openat(AT_FDCWD, "/dev/shm/shared_memory", O_RDWR|O_NOFOLLOW|O_CLOEXEC) = 3

mmap(NULL, 1024, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_SHARED, 3, 0) = 0x7f5bdfbf2000

munmap(0x7f5bdfbf2000, 1024)      = 0

kill(8141, SIGUSR1)      = 0

wait4(8141, NULL, 0, NULL)      = 8141

--- SIGCHLD {si_signo=SIGCHLD, si_code=CLD_EXITED, si_pid=8141, si_uid=1000, si_status=0, si_utime=0, si_stime=0} --
-

unlink("/dev/shm/shared_memory")      = -1 ENOENT (No such file or directory)

exit_group(0)      = ?

+++ exited with 0 +++

```

Этапы работы

1. Запуск программы:

- Программа PC3 запускается с помощью системного вызова `execve`.

2. Инициализация памяти:

- Программа выделяет память для своих нужд с помощью вызовов `brk`, `mmap` и `mprotect`.

3. Загрузка динамических библиотек:

- Программа загружает необходимые библиотеки, такие как `libstdc++.so.6`, `libgcc_s.so.1`, `libc.so.6` и `libm.so.6`. Она открывает и читает эти библиотеки.

4. Настройка программы:

- Программа настраивает архитектурно-зависимые параметры с помощью вызовов `arch_prctl`, `set_tid_address` и `set_robust_list`.

5. Вывод сообщения пользователю:

- Программа выводит сообщение на стандартный вывод: "Введите строку (/exit для выхода) :".

6. Ожидание ввода пользователя:

- Программа ожидает ввода пользователя с помощью вызова `read`. Ввод может прерываться сигналом `SIGWINCH` (изменение размера окна терминала).

7. Обработка ввода:

- Пользователь вводит строку (например, "FFadad"). Программа открывает файл `output.txt` и записывает в него введенную строку.

8. Работа с разделяемой памятью:

- Программа создает и использует разделяемую память (`/dev/shm/shared_memory`) для обмена данными между процессами.

9. Создание дочернего процесса:

- Программа создает дочерний процесс с помощью вызова `clone` для выполнения задач параллельно.

10. Завершение работы:

- Пользователь вводит команду `/exit`. Программа завершает работу: отправляет сигнал `SIGUSR1` дочернему процессу, ожидает его завершения и корректно завершает свою работу.

Strace с флагами

```
unix@DESKTOP-MPQDBS2:~/labs/osLabs/build/lab4$ strace -e
```

```
trace=open,read,write ./PC3
```

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

```
read(3, "\177ELF\2\1\1\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
```

```

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\237\2\0\0\0\0\0"..., 832)
= 832
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) =
832
write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265
\321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203 (/ex"..., 57Введите строку
(/exit для выхода): ) = 57
read(0, Ldadakdak
"Ldadakdak\n", 1024)          = 10
write(3, "Ldadakdak\n", 10)      = 10
write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265
\321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203 (/ex"..., 57Введите строку
(/exit для выхода): ) = 57
read(0, Ldaldladla
"Ldaldladla\n", 1024)          = 11
write(3, "Ldaldladla\n", 11)      = 11
write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265
\321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203 (/ex"..., 57Введите строку
(/exit для выхода): ) = 57
read(0, llll
"llll\n", 1024)                = 5
write(2, "Error: \321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\320\260
\320\264\320\276\320\273\320\266\320\275\320\260"..., 86Error: строка должна
начинаться с заглавной буквы) = 86
write(2, "\n", 1
)                                = 1
write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265
\321\201\321\202\321\200\320\276\320\272\321\203 (/ex"..., 57Введите строку
(/exit для выхода): ) = 57
read(0, /exit
"/exit\n", 1024)                = 6
--- SIGCHLD {si_signo=SIGCHLD, si_code=CLD_EXITED, si_pid=8833,
si_uid=1000, si_status=0, si_etime=0, si_stime=0} ---
+++ exited with 0 +++

```

```

write(1, "Result: 3.0677\n", 15)    = 15
write(1, "Enter command: ", 15)    = 15
read(0, "2\n", 1024)                = 2
write(1, "Enter n: ", 9)            = 9
read(0, "10\n", 1024)              = 3
write(1, "Result: 3.04184\n", 16)   = 16
write(1, "Enter command: ", 15)    = 15
read(0, 0x55e5cea032c0, 1024)      = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is set)
--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---
read(0, "3\n", 1024)                = 2
write(1, "Enter size: ", 12)        = 12
read(0, "15\n", 1024)              = 3
write(1, "Enter values separated by space:"..., 33) = 33
read(0, "1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14"..., 1024) = 36
write(1, "Sorting...\n", 11)        = 11
write(1, "Result: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 "..., 45) = 45
write(1, "Enter command: ", 15)    = 15
read(0, "3\n", 1024)                = 2
write(1, "Enter size: ", 12)        = 12
read(0, "3\n", 1024)                = 2
write(1, "Enter values separated by space:"..., 33) = 33
read(0, "3 2 1\n", 1024)            = 6
write(1, "Sorting...\n", 11)        = 11
write(1, "Result: 1 2 3 \n", 15)    = 15
write(1, "Enter command: ", 15)    = 15
read(0, "", 1024)                   = 0
brk(0x55e5cea34000)                  = 0x55e5cea34000
mmap(NULL, 135168, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512d0f6000
brk(0x55e5cea25000)                  = 0x55e5cea25000
mmap(NULL, 266240, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512d0b5000
munmap(0x7f512d0f6000, 135168)        = 0
mmap(NULL, 528384, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512d034000
munmap(0x7f512d0b5000, 266240)        = 0
mmap(NULL, 1052672, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512cf33000
munmap(0x7f512d034000, 528384)        = 0
mmap(NULL, 2101248, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512cd32000
munmap(0x7f512cf33000, 1052672)      = 0
mmap(NULL, 4198400, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512c931000
munmap(0x7f512cd32000, 2101248)      = 0
mmap(NULL, 8392704, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512c130000
munmap(0x7f512c931000, 4198400)      = 0
mmap(NULL, 16781312, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512b12f000
munmap(0x7f512c130000, 8392704)      = 0
mmap(NULL, 33558528, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x7f512912e000

```



```
munmap(0x7f512b12f000, 16781312)    = 0
mmap(NULL, 67112960, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0)
= 0x7f512512d000
munmap(0x7f512912e000, 33558528)    = 0
mmap(NULL, 134221824, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0)
= 0x7f511d12c000
munmap(0x7f512512d000, 67112960)    = 0
mmap(NULL, 268439552, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0)
= 0x7f510d12b000
munmap(0x7f511d12c000, 134221824)    = 0
--- SIGINT {si_signo=SIGINT, si_code=SI_KERNEL} ---
+++ killed by SIGINT +++
```

Заключение

Выполнив работу я получил навыки использование strace.