**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**Высшего профессионального образования**

Санкт-Петербургский политехнический университет

Институт информационных технологий и управления

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

**Отчёт по лабораторной работе №7**

«Обработка событий Linux»

Работу выполнил студент гр. № 53501/3 Цыганов А.А.

Работу принял преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Душутина Е.В.

Санкт-Петербург

2016

# Цель работы:

В данной лабораторной работе необходимо провести эксперименты по обработке сигналов в ОС Linux.

* Изучить способы получения информации о событиях в системе и реализовать перехват событий с помощью обработчика сигналов.
* Реализовать перехват событий мышки и клавиатуры.
* Проанализировать работу тестовой программы.

# Ход работы:

Для работы была использована виртуальная машина VMware Workstation 10.0.4, с образом ОС Linux Ubuntu 64-bit и Visual Studio 2015 в ОС Windows 10 Pro.

Для получения информации о событиях в системе, а также для межпроцессного взаимодействия, в Linux используется механизм сигналов. Один из способов перехватить некоторое событие в Linux это переопределить обработчик соответствующего сигнала. В качестве примера визуализации перехвата события, представлена программа, которая перехватывает нажатие клавиш Ctrl+C.

При нажатии данного сочетания клавиш генерируется сигнал **SIGINT**, на который установлен собственный обработчик. Обработчик три раза сообщает о том, что нажатие Ctrl+C было перехвачено, при этом выполнение программы продолжатся. После 4-го нажатия Ctrl+C событие передается встроенному обработчику, и программа завершается.

Ниже исходный код приложения, файл mai.c:

#include <unistd.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <signal.h>

static int count = 0;

void signal\_callback\_handler(int signum)

{

printf("\nCtrl+C was cought (count: %d)\n",++count);

if (count > 3) {

printf("Exit\n");

signal(SIGINT,SIG\_DFL);

}

}

int main()

{

// регистрируем обработчик сигнала

signal(SIGINT, signal\_callback\_handler);

while(1)

{

printf("Program working...\n");

sleep(1);

if (count == 4)

break;

}

}

После запуска приложения получены следующие результаты:

alex@ubuntu:~/Dropbox/политех/Системное программирование/Л. р. № 7$ ./lab7

Program working...

Program working...

Program working...

^C

Ctrl+C was cought (count: 1)

Program working...

^C

Ctrl+C was cought (count: 2)

Program working...

Program working...

^C

Ctrl+C was cought (count: 3)

Program working...

^C

Ctrl+C was cought (count: 4)

Exit

Проведем анализ с помощью strace и проверим, какой системный вызов используется для перехвата сигнала:

execve("./lab7", ["./lab7"], [/\* 74 vars \*/]) = 0

brk(0) = 0x1509000

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

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1f0a000

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

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

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=86295, ...}) = 0

mmap(NULL, 86295, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f1cd1ef4000

close(3) = 0

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

open("/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`\v\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=1869392, ...}) = 0

mmap(NULL, 3972864, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f1cd191f000

mprotect(0x7f1cd1adf000, 2097152, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7f1cd1cdf000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1c0000) = 0x7f1cd1cdf000

mmap(0x7f1cd1ce5000, 16128, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1ce5000

close(3) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1ef3000

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1ef2000

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1ef1000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7f1cd1ef2700) = 0

mprotect(0x7f1cd1cdf000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x600000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f1cd1f0c000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7f1cd1ef4000, 86295) = 0

**rt\_sigaction(SIGINT, {0x400616, [INT], SA\_RESTORER|SA\_RESTART, 0x7f1cd19542f0}, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0**

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(136, 2), ...}) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f1cd1f09000

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, 0x7ffec3bed1b0) = 0

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, 0x7ffec3bed1b0) = 0

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, {0, 754629048}) = ? ERESTART\_RESTARTBLOCK (Interrupted by signal)

**--- SIGINT {si\_signo=SIGINT, si\_code=SI\_KERNEL} ---**

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

write(1, "Ctrl+C was cought (count: 1)\n", 29) = 29

rt\_sigreturn() = -1 EINTR (Interrupted system call)

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, {0, 425605896}) = ? ERESTART\_RESTARTBLOCK (Interrupted by signal)

**--- SIGINT {si\_signo=SIGINT, si\_code=SI\_KERNEL} ---**

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

write(1, "Ctrl+C was cought (count: 2)\n", 29) = 29

rt\_sigreturn() = -1 EINTR (Interrupted system call)

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, {0, 625253488}) = ? ERESTART\_RESTARTBLOCK (Interrupted by signal)

**--- SIGINT {si\_signo=SIGINT, si\_code=SI\_KERNEL} ---**

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

write(1, "Ctrl+C was cought (count: 3)\n", 29) = 29

rt\_sigreturn() = -1 EINTR (Interrupted system call)

write(1, "Program working...\n", 19) = 19

rt\_sigprocmask(SIG\_BLOCK, [CHLD], [], 8) = 0

rt\_sigaction(SIGCHLD, NULL, {SIG\_DFL, [], 0}, 8) = 0

rt\_sigprocmask(SIG\_SETMASK, [], NULL, 8) = 0

nanosleep({1, 0}, {0, 575738449}) = ? ERESTART\_RESTARTBLOCK (Interrupted by signal)

**--- SIGINT {si\_signo=SIGINT, si\_code=SI\_KERNEL} ---**

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

write(1, "Ctrl+C was cought (count: 4)\n", 29) = 29

write(1, "Exit\n", 5) = 5

rt\_sigaction(SIGINT, {SIG\_DFL, [INT], SA\_RESTORER|SA\_RESTART, 0x7f1cd19542f0}, {0x400616, [INT], SA\_RESTORER|SA\_RESTART, 0x7f1cd19542f0}, 8) = 0

rt\_sigreturn() = -1 EINTR (Interrupted system call)

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

В методе rt\_sigaction() происходит установка обработчика сигнала. Затем наблюдается 4 сигнала --- SIGINT {si\_signo=SIGINT, si\_code=SI\_KERNEL}, после последнего из которых программа завершается с нулевым кодом возврата.

Далее реализуем программу, которая позволяла перехватывать события мышки и клавиатуры. В Unix-подобных ОС, в частности в Linux, для реализации графического интерфейса используется система под названием X11. Эта система имеет клиент-серверную архитектуру, где клиентом являются приложения, а сервером – сама графическая подсистема. Помимо работы с графикой, X-сервер работает со средствами ввода – клавиатурой и мышью. Поэтому для обработки событий мыши и клавиатуры использовалась библиотека Хlib. Для обращения к серверу из своих приложений используется библиотека Xlib (libX11.so).

Алгоритм приложения, с использованием функций представлен следующим образом:

1. Функция display = XOpenDisplay(NULL)открывает соединение с сервером
2. Получить корневое окно window = DefaultRootWindow(display);
3. Определить обработку событий XAllowEvents(display, AsyncBoth, CurrentTime);
4. Установить ловушку на события мыши XGrabPointer**()**
5. Установить ловушку на события клавиатуры XGrabKeyboard()

Ниже исходный код приложения, реализующего перехват событий мышки и клавиатуры:

#include <stdio.h>

#include <X11/Xlib.h>

#ifndef lab7\_km\_limit

#define lab7\_km\_limit 20

#endif

int main(int argc, char \*\*argv)

{

int i = 0; // флаг выхода из цикла при лимите 20 событий

XEvent xevent;

Window window;

char\* mouse\_buttons[] = {

"left",

"middle",

"right",

};

// инициализация дисплея

Display \*display = XOpenDisplay(NULL);

// указатель на окно

window = DefaultRootWindow(display);

//разрешили обработку событий

XAllowEvents(display, AsyncBoth, CurrentTime);

// настройка событий мыши

XGrabPointer(display,

window,

1,

PointerMotionMask | ButtonPressMask | ButtonReleaseMask ,

GrabModeAsync,

GrabModeAsync,

None,

None,

CurrentTime);

// настройка событий клавиатуры

XGrabKeyboard(display, window, 1, GrabModeAsync,

GrabModeAsync, CurrentTime);

while(1 && i++<lab7\_km\_limit)

{

// информация о произошедшем событии и вывод в консоль

XNextEvent(display, &xevent);

if (xevent.type == MotionNotify)

printf("Mouse move: (%d, %d)\n", xevent.xmotion.x\_root, xevent.xmotion.y\_root);

else if (xevent.type == ButtonPress)

printf("Button down: %s\n", mouse\_buttons[xevent.xbutton.button - 1]);

else if (xevent.type == ButtonRelease)

printf("Button up: %s\n", mouse\_buttons[xevent.xbutton.button - 1]);

else if (xevent.type == KeyPress)

printf("Key down: %d\n", xevent.xkey.keycode);

else if (xevent.type == KeyRelease)

printf("Key up: %d\n", xevent.xkey.keycode);

else

printf("Unknown event\n");

}

return 0;

}

После выполнения программы получены следующие результаты:

alex@ubuntu:~/Dropbox/политех/Системное программирование/Л. р. № 7$ gcc -o lab-km lab7-km.c -lX11

alex@ubuntu:~/Dropbox/политех/Системное программирование/Л. р. № 7$ ./lab-km Key up: 36

Mouse move: (375, 270)

Mouse move: (376, 270)

Key down: 24

Key up: 24

Key down: 25

Key down: 26

Key up: 25

Key up: 26

Button down: middle

Button up: middle

Button down: left

Button up: left

Button down: right

Button up: right

Mouse move: (377, 270)

Mouse move: (377, 269)

Mouse move: (378, 269)

Mouse move: (381, 269)

Mouse move: (382, 269)

Приложение перехватило все нажатия клавиатуры и мышки 20 раз и успешно завершилось.

Далее проведем анализ работы приложения в утилите strace:

execve("./lab-km", ["./lab-km"], [/\* 74 vars \*/]) = 0

brk(0) = 0x1d8f000

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

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e119000

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

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

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=86295, ...}) = 0

mmap(NULL, 86295, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7fcd0e103000

close(3) = 0

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

open("/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/libX11.so.6", 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\0p\210\1\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=1285552, ...}) = 0

mmap(NULL, 3382584, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0dbbe000

mprotect(0x7fcd0dcf3000, 2097152, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0def3000, 20480, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x135000) = 0x7fcd0def3000

close(3) = 0

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

open("/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`\v\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=1869392, ...}) = 0

mmap(NULL, 3972864, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0d7f4000

mprotect(0x7fcd0d9b4000, 2097152, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0dbb4000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1c0000) = 0x7fcd0dbb4000

mmap(0x7fcd0dbba000, 16128, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0dbba000

close(3) = 0

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

open("/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/libxcb.so.1", 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 \226\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=133584, ...}) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e102000

mmap(NULL, 2228904, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0d5d3000

mprotect(0x7fcd0d5f3000, 2093056, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0d7f2000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1f000) = 0x7fcd0d7f2000

close(3) = 0

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

open("/lib/x86\_64-linux-gnu/libdl.so.2", 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`\16\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=14592, ...}) = 0

mmap(NULL, 2109712, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0d3cf000

mprotect(0x7fcd0d3d2000, 2093056, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0d5d1000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7fcd0d5d1000

close(3) = 0

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

open("/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/libXau.so.6", 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\0P\16\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=14456, ...}) = 0

mmap(NULL, 2109720, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0d1cb000

mprotect(0x7fcd0d1cd000, 2097152, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0d3cd000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7fcd0d3cd000

close(3) = 0

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

open("/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/libXdmcp.so.6", 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\20\22\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=22592, ...}) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e101000

mmap(NULL, 2117800, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fcd0cfc5000

mprotect(0x7fcd0cfca000, 2093056, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fcd0d1c9000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x4000) = 0x7fcd0d1c9000

close(3) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e100000

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e0ff000

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e0fe000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7fcd0e0ff700) = 0

mprotect(0x7fcd0dbb4000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0d1c9000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0d3cd000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0d5d1000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0d7f2000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0def3000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x600000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7fcd0e11b000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7fcd0e103000, 86295) = 0

brk(0) = 0x1d8f000

brk(0x1db1000) = 0x1db1000

socket(PF\_LOCAL, SOCK\_STREAM|SOCK\_CLOEXEC, 0) = 3

connect(3, {sa\_family=AF\_LOCAL, sun\_path=@"/tmp/.X11-unix/X0"}, 20) = 0

**getpeername(3, {sa\_family=AF\_LOCAL, sun\_path=@"/tmp/.X11-unix/X0"}, [20]) = 0**

uname({sys="Linux", node="ubuntu", ...}) = 0

access("/home/alex/.Xauthority", R\_OK) = 0

open("/home/alex/.Xauthority", O\_RDONLY) = 4

fstat(4, {st\_mode=S\_IFREG|0600, st\_size=51, ...}) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e118000

read(4, "\1\0\0\6ubuntu\0\0010\0\22MIT-MAGIC-COOKIE-"..., 4096) = 51

read(4, "", 4096) = 0

close(4) = 0

munmap(0x7fcd0e118000, 4096) = 0

**getsockname(3, {sa\_family=AF\_LOCAL, NULL}, [2]) = 0**

fcntl(3, F\_GETFL) = 0x2 (flags O\_RDWR)

fcntl(3, F\_SETFL, O\_RDWR|O\_NONBLOCK) = 0

fcntl(3, F\_SETFD, FD\_CLOEXEC) = 0

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"l\0\v\0\0\0\22\0\20\0\0\0", 12}, {"", 0}, {"MIT-MAGIC-COOKIE-1", 18}, {"\0\0", 2}, {"L\26\327\366\203z i\352\303\226mq\245\262g", 16}, {"", 0}], 6) = 48

**recvfrom(3, "\1\0\v\0\0\0\223\3", 8, 0, NULL, NULL) = 8**

**recvfrom(3, "\360\216\262\0\0\0 \4\377\377\37\0\0\1\0\0\24\0\377\377\1\7\0\0 \10\377\0\0\0\0"..., 3660, 0, NULL, NULL) = 3660**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"b\0\5\0\f\0\0\0BIG-REQUESTS", 20}], 1) = 20

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\0\1\0\0\0\0\0\1\206\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"\206\0\1\0", 4}], 1) = 4

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\0\2\0\0\0\0\0\377\377?\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aaaa0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily** unavailable)

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"7\0\5\0\0\0 \4\305\1\0\0\10\0\0\0\377\377\377\0\24\0\6\0\305\1\0\0\27\0\0\0"..., 44}, {NULL, 0}, {"", 0}], 3) = 44

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\10\4\0&\0\0\0\37\0\0\0\0\0\0\0\225\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 184**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aaae0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"b\0\5\0\t\0 \4", 8}, {"XKEYBOARD", 9}, {"\0\0\0", 3}], 3) = 20

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\0\5\0\0\0\0\0\1\210U\211\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aa9b0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aa9b0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"\210\0\2\0\1\0\0\0", 8}, {NULL, 0}, {"", 0}], 3) = 8

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\1\6\0\0\0\0\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aaa60, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aaa60, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"#\6\2\0\0\0\0\0\32\1\6\0\305\1\0\0L\0\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 32}, {NULL, 0}, {"", 0}], 3) = 32

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\0\10\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aab60, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aab60, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

poll([{fd=3, events=POLLIN|POLLOUT}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLOUT}])

writev(3, [{"\37\1\4\0\305\1\0\0\0\0\0\0\1\1\0\0", 16}, {NULL, 0}, {"", 0}], 3) = 16

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\1\0\t\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aab80, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aab80, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

**poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])**

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\3$\t\0\1\252\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\306\0\210\0\306\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(136, 11), ...}) = 0

mmap(NULL, 4096, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fcd0e118000

write(1, "Key up: 36\n", 11) = 11

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\2'\t\0\201\261\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\306\0\210\0\306\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Key down: 39\n", 13) = 13

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\2&\t\0\31\262\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\306\0\210\0\306\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Key down: 38\n", 13) = 13

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\3'\t\0q\262\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\306\0\210\0\306\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Key up: 39\n", 11) = 11

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\3&\t\0\211\262\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\306\0\210\0\306\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Key up: 38\n", 11) = 11

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0001\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\210\0\305\0\210\0\305\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (136, 197)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0Y\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\211\0\304\0\211\0\304\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (137, 196)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0y\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\211\0\303\0\211\0\303\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (137, 195)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\211\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\212\0\302\0\212\0\302\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (138, 194)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\221\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\213\0\301\0\213\0\301\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (139, 193)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\241\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\215\0\277\0\215\0\277\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (141, 191)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\251\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\216\0\276\0\216\0\276\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (142, 190)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\261\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\220\0\274\0\220\0\274\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (144, 188)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\301\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\222\0\272\0\222\0\272\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (146, 186)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\311\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\222\0\271\0\222\0\271\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (146, 185)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\331\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\223\0\271\0\223\0\271\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (147, 185)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\361\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\226\0\270\0\226\0\270\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (150, 184)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\371\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\227\0\270\0\227\0\270\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (151, 184)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\1\265\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\230\0\270\0\230\0\270\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (152, 184)\n", 23) = 23

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

**recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\t\265\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\230\0\267\0\230\0\267\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32**

**recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)**

write(1, "Mouse move: (152, 183)\n", 23) = 23

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

В начале вывода strace находятся привычные вызовы загрузки динамических библиотек. После этого происходит создание сокета (socket) и подключение к нему (connect).

socket(PF\_LOCAL, SOCK\_STREAM|SOCK\_CLOEXEC, 0) = 3

connect(3, {sa\_family=AF\_LOCAL, sun\_path=@"/tmp/.X11-unix/X0"}, 20) = 0

В качестве пространства имен используются Unix-сокеты (AF\_LOCAL), в качестве адреса - /tmp/.X11-unix/X0. Таким образом, взаимодействие с X-сервером организовано с помощью Unix-сокетов, используются вызовы recvmsg и poll.

poll([{fd=3, events=POLLIN}], 1, 4294967295) = 1 ([{fd=3, revents=POLLIN}])

recvmsg(3, {msg\_name(0)=NULL, msg\_iov(1)=[{"\6\0\t\0\361\264\f\0\305\1\0\0\305\1\0\0l\2\300\0\226\0\270\0\226\0\270\0\20\0\1\0", 4096}], msg\_controllen=0, msg\_flags=0}, 0) = 32

recvmsg(3, 0x7ffc713aabd0, 0) = -1 EAGAIN (Resource temporarily unavailable)

И само приложение напрямую не взаимодействует с драйвером клавиатуры и мышки. Таким образом получается, что работа Xlib базируется в основном на сокетах.

Используемые источники

1. <https://tronche.com/gui/x/xlib/>
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/X_Window_System>