



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Лабораторна робота №4
З дисципліни “ДПКС”

Виконав:
студент групи ІВ-91мн
Бояршин Ігор

Київ 2020 р.

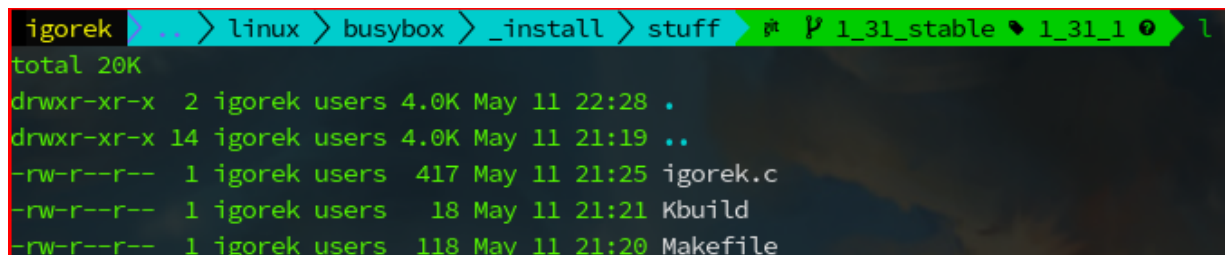
Завдання

У цій лабораторній роботі будуть виконані операції по створенню та використанню модуля для ядра операційної системи Linux.

В якості хостової операційної системи буде використана не Ubuntu, а Arch Linux.

Створення модуля

Створемо у файловій системі директорію stuff, де будемо зберігати необхідні файли:

A terminal window showing the creation of a directory structure. The prompt is 'igorek'. The user navigates to 'linux', then 'busybox', then '_install', and finally 'stuff'. The prompt changes to '1' at the end of each step. After creating the directory, the user runs 'ls -l', showing the following output:

```
total 20K
drwxr-xr-x  2 igorek users 4.0K May 11 22:28 .
drwxr-xr-x 14 igorek users 4.0K May 11 21:19 ..
-rw-r--r--  1 igorek users  417 May 11 21:25 igorek.c
-rw-r--r--  1 igorek users   18 May 11 21:21 Kbuild
-rw-r--r--  1 igorek users  118 May 11 21:20 Makefile
```

Для компіляції модуля використовується таке налаштування середовища:

```
:> export PATH=/opt/gcc-arm-8.3-2019.03-x86_64-arm-eabi/bin:$PATH
```

```
:> export CROSS_COMPILE='ccache arm-eabi-'
```

```
:> export ARCH=arm
```

```
:> export KDIR=/home/igorek/Stuff/linux/linux-stable
```

Basic

Сирцевий код igorek.c:

```

1 #include <linux/init.h>
2 #include <linux/module.h>
3 #include <linux/printk.h>
4
5 static unsigned int times = 1;
6 module_param(times, uint, S_IRUGO);
7 MODULE_PARM_DESC(times, "Specifies the amount of times to print the greeting.");
8
9 static int __init igorek_init(void)
10 {
11     unsigned int i;
12
13     if (times > 10) {
14         printk(KERN_ERR "It is forbidden to insert the module with times > 10!\n");
15         return -EINVAL;
16     }
17
18     if (times == 0 || (5 <= times && times <= 10)) {
19         printk(KERN_INFO "Inserting the module with %d greeting calls...\n", times);
20     }
21
22     for (i = 0; i < times; i++) printk(KERN_INFO "Hello, igorek!\n");
23     return 0;
24 }
25
26 static void __exit igorek_exit(void)
27 {
28     printk(KERN_INFO "Bye, igorek!\n");
29 }
30
31 module_init(igorek_init);
32 module_exit(igorek_exit);
33
34
35 MODULE_AUTHOR("Igor Boyarshin");
36 MODULE_DESCRIPTION("Greets the user");
37 MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

```

Результат запуску модуля з різними аргументами, а також інформація про нього:

```

/stuff # insmod igorek.ko
[ 66.349137] Hello, igorek!
/stuff # rmmod igorek
[ 70.612886] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek.ko times=0
[ 73.889292] Inserting the module with 0 greeting calls...
/stuff # rmmod igorek
[ 92.435572] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek.ko times=3
[ 97.437384] Hello, igorek!
[ 97.437615] Hello, igorek!
[ 97.437751] Hello, igorek!
/stuff # cat /sys/module/igorek/
coresize      initstate  notes/       refcnt       taint
holders/      initstate  parameters/  sections/    uevent
/stuff # cat /sys/module/igorek/
coresize      initstate  notes/       refcnt       taint
holders/      initstate  parameters/  sections/    uevent
/stuff # cat /sys/module/igorek/parameters/
cat: read error: Is a directory
/stuff # cat /sys/module/igorek/parameters/times
3
/stuff # rmmod igorek
[ 133.382487] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek.ko times=11
[ 137.421287] It is forbidden to insert the module with times > 10!
insmod: can't insert 'igorek.ko': invalid parameter
/stuff # modinfo igorek
modinfo: module '/lib/modules/4.19.114/igorek' not found
/stuff # modinfo igorek.ko
filename:      igorek.ko
author:        Igor Boyarshin
description:   Greets the user
license:       Dual BSD/GPL
parm:          times:Specifies the amount of times to print the greeting.
depends:
vermagic:      4.19.114 SMP mod_unload ARMv7 p2v8
/stuff #

```

Advanced

Новий вміст Kbuild:

```

1 ccflags-y += -I$(PWD)/inc
2 obj-m := igorek1.o igorek2.o

```

Вміст igorek1.c:

```

1 #include <linux/init.h>
2 #include <linux/module.h>
3 #include <linux/printk.h>
4
5 #include "igorek.h"
6
7 void print_hello(unsigned int count) {
8     unsigned int i;
9     for (i = 0; i < count; i++) pr_info("Hello, igorek!\n");
10 }
11 EXPORT_SYMBOL(print_hello);
12
13 static int __init igorek_init(void) {
14     pr_info("Will export the function!\n");
15     return 0;
16 }
17
18 static void __exit igorek_exit(void) {
19     pr_info("Will no longer export the function...\n");
20 }
21
22 module_init(igorek_init);
23 module_exit(igorek_exit);
24
25
26 MODULE_AUTHOR("Igor Boyarshin");
27 MODULE_DESCRIPTION("Exports a function that greets the user");
28 MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

```

Bmict igorek2.c:

```

1 #include <linux/init.h>
2 #include <linux/module.h>
3 #include <linux/printk.h>
4
5 #include "igorek.h"
6
7 static unsigned int times = 1;
8 module_param(times, uint, S_IRUGO);
9 MODULE_PARM_DESC(times, "Specifies the amount of times to print the greeting.");
10
11 static int __init igorek_init(void) {
12     if (times > 10) {
13         pr_err("It is forbidden to insert the module with times > 10!\n");
14         return -EINVAL;
15     }
16
17     if (times == 0 || (5 <= times && times <= 10)) {
18         pr_warn("Inserting the module with %d greeting calls...\n", times);
19     }
20
21     print_hello(times);
22     return 0;
23 }
24
25 static void __exit igorek_exit(void)
26 {
27     pr_info("Bye, igorek!\n");
28 }
29
30 module_init(igorek_init);
31 module_exit(igorek_exit);
32
33
34 MODULE_AUTHOR("Igor Boyarshin");
35 MODULE_DESCRIPTION("Greets the user");
36 MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

```

Результат виконання, щоб охопити усі ситуації:

```
/stuff # insmod igorek1.ko
[ 19.748239] igorek1: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 19.754191] Will export the function!
/stuff # insmod igorek2.ko
[ 39.558313] Hello, igorek!
/stuff # rmmod igorek2
[ 46.505820] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek2.ko times=0
[ 49.431946] Inserting the module with 0 greeting calls...
/stuff # rmmod igorek2
[ 56.200930] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek2.ko times=3
[ 59.785462] Hello, igorek!
[ 59.785702] Hello, igorek!
[ 59.785872] Hello, igorek!
/stuff # rmmod igorek2
[ 61.320357] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek2.ko times=8
[ 66.664354] Inserting the module with 8 greeting calls...
[ 66.664725] Hello, igorek!
[ 66.664854] Hello, igorek!
[ 66.664946] Hello, igorek!
[ 66.665037] Hello, igorek!
[ 66.665144] Hello, igorek!
[ 66.665274] Hello, igorek!
[ 66.665358] Hello, igorek!
[ 66.665433] Hello, igorek!
/stuff # rmmod igorek2
[ 71.311127] Bye, igorek!
/stuff # insmod igorek2.ko times=11
[ 73.702139] It is forbidden to insert the module with times > 10!
insmod: can't insert 'igorek2.ko': invalid parameter
/stuff # rmmod igorek1
[ 81.535014] Will no longer export the function...
/stuff # insmod igorek2.ko times=1
[ 87.677182] igorek2: Unknown symbol print_hello (err -2)
insmod: can't insert 'igorek2.ko': unknown symbol in module or invalid parameter
```

При виконанні останнього сценарію модуль igorek2 не зміг знайти символ print_hello, оскільки цей символ експортується та додається в таблицю символів нашим модулем igorek1, який не був завантажений.