

به نام ایزد یکتا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

گزارش دوم آزمایشگاه سیستم عامل



دانشکده مهندسی کامپیوتر

استاد: مهندس قاسمی

تهیه کننده: بردیا اردکانیان

۹۸۳۱۰۷۲

بخش اول

الف) ابتدا کد مثال زده شده در دستور کار – مثالی بسیار ساده از یک ماژول هسته – با نام `simple.c` می‌نویسیم.

کد ذکر شده در عکس 1-1 آمده است.

```
C simple.c 2 X M Makefile
C simple.c > simple_init(void)
1  #include <linux/init.h>
2  #include <linux/kernel.h>
3  #include <linux/module.h>
4
5  int
6  simple_init(void)
7  {
8      printk(KERN_INFO "Loading Module\n");
9      return 0;
10 }
11
12 void
13 simple_exit(void)
14 {
15     printk(KERN_INFO "Removing Module\n");
16 }
17
18 module_init(simple_init);
19 module_exit(simple_exit);
20 MODULE_LICENSE("GPL");
21 MODULE_DESCRIPTION("simple module");
22 MODULE_AUTHOR("Warlock");
```

عکس 1-1

ب) یک فایل Makefile جهت کامپایل کردن ماژول می‌نویسیم. لطفاً به عکس 1-2 مراجعه کنید.

```
C simple.c 2 × M Makefile ×
M Makefile
1  obj-m += simple.o
2
3  all:
4      make -C /lib/modules/$(shell uname -r)/build M=$(PWD) modules
5
6  clean:
7      make -C /lib/modules/$(shell uname -r)/build M=$(PWD) clean
```

عکس 1-2

چرا به Makefile نیاز داریم؟

کتابخانه‌های استفاده شده در ابتدا کد مانند linux/init.h، linux/kernel.h و linux/module.h در gcc موجود نمی‌باشند. به همین جهت می‌بایست ابتدا هدرهای کرنل لینوکس را دانلود کرده و بعد با کمک Makefile از آنها در کامپایل شدن کد خود استفاده کنیم.

جهت دانلود کردن هدرهای کرنل لینوکس می‌توان از کامند زیر استفاده کرد:

```
sudo apt install linux-headers-$(uname -r)
```

همچنین برای اینکه مشخص شود دانلود موفقیت آمیز بوده می‌توان از کامند زیر استفاده کرد:

```
ls -l /usr/src/linux-headers-$(uname -r)
```

بعد از اجرای دستور بالا می‌بایست خروجی مشابه عکس 1-3 داشته باشید.

```
warlock@ubuntu: ~  
warlock@ubuntu:~$ ls -l /usr/src/linux-headers-$(uname -r)  
total 1772  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mar 3 06:02 arch  
lrwxrwxrwx 1 root root 41 Feb 7 06:01 block -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/block  
lrwxrwxrwx 1 root root 41 Feb 7 06:01 certs -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/certs  
lrwxrwxrwx 1 root root 42 Feb 7 06:01 crypto -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/crypto  
lrwxrwxrwx 1 root root 49 Feb 7 06:01 Documentation -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/Documentation  
lrwxrwxrwx 1 root root 43 Feb 7 06:01 drivers -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/drivers  
lrwxrwxrwx 1 root root 38 Feb 7 06:01 fs -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/fs  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Mar 3 06:02 include  
lrwxrwxrwx 1 root root 40 Feb 7 06:01 init -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/init  
lrwxrwxrwx 1 root root 39 Feb 7 06:01 ipc -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/ipc  
lrwxrwxrwx 1 root root 42 Feb 7 06:01 Kbuild -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/Kbuild  
lrwxrwxrwx 1 root root 43 Feb 7 06:01 Kconfig -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/Kconfig  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Mar 3 06:02 kernel  
lrwxrwxrwx 1 root root 39 Feb 7 06:01 lib -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 44 Feb 7 06:01 Makefile -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/Makefile  
lrwxrwxrwx 1 root root 38 Feb 7 06:01 mm -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/mm  
-rw-r--r-- 1 root root 1784560 Feb 7 06:01 Module.symvers  
lrwxrwxrwx 1 root root 39 Feb 7 06:01 net -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/net  
lrwxrwxrwx 1 root root 43 Feb 7 06:01 samples -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/samples  
drwxr-xr-x 7 root root 12288 Mar 3 06:02 scripts  
lrwxrwxrwx 1 root root 44 Feb 7 06:01 security -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/security  
lrwxrwxrwx 1 root root 41 Feb 7 06:01 sound -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/sound  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Mar 3 06:02 tools  
lrwxrwxrwx 1 root root 42 Feb 7 06:01 ubuntu -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/ubuntu  
lrwxrwxrwx 1 root root 39 Feb 7 06:01 usr -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/usr  
lrwxrwxrwx 1 root root 40 Feb 7 06:01 virt -> ../linux-hwe-5.13-headers-5.13.0-30/virt  
warlock@ubuntu:~$ SS
```

عکس 3-1

پ) با استفاده از دستور lsmod تمامی ماژول‌های موجود در هسته لینوکس را نمایش می‌دهیم. با توجه به اینکه هنوز

ماژول simple را اضافه نکرده‌ایم در لیست (عکس 1-4) قابل مشاهده نمی‌باشد.

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/...
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ lsmod
Module              Size  Used by
rfcomm              81920  4
xt_CHECKSUM         16384  1
xt_MASQUERADE       20480  3
xt_conntrack        16384  1
ipt_REJECT          16384  2
nf_reject_ipv4      16384  1 ipt_REJECT
xt_tcpudp           20480  9
ip6table_mangle     16384  1
ip6table_nat        16384  1
iptable_mangle      16384  1
iptable_nat         16384  1
nf_nat              49152  3 ip6table_nat,iptable_nat,xt_MASQUERADE
nf_conntrack        147456  3 xt_conntrack,nf_nat,xt_MASQUERADE
nf_defrag_ipv6      24576  1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv4      16384  1 nf_conntrack
nf_tables           212992  0
libcrc32c           16384  3 nf_conntrack,nf_nat,nf_tables
nfnetlink           20480  1 nf_tables
ip6table_filter     16384  1
ip6_tables          32768  3 ip6table_filter,ip6table_nat,ip6table_mangle
iptable_filter      16384  1
bpfILTER            16384  0
bridge              266240  0
stp                 16384  1 bridge
llc                  16384  2 bridge,stp
bnep                 24576  2
vsock_loopback      16384  0
vmw_vsock_virtio_transport_common 36864  1 vsock_loopback
vmw_vsock_vmci_transport 32768  2
vsock               45056  7 vmw_vsock_virtio_transport_common,vsock_loopback,
vmw_vsock_vmci_transport
nls_iso8859_1       16384  1
btusb                61440  0
snd_ens1371         32768  2
btrtl               24576  1 btusb
snd_ac97_codec      139264  1 snd_ens1371
btbcm                16384  1 btusb
btintel             32768  1 btusb
intel_rapl_msr      20480  0
intel_rapl_common   24576  1 intel_rapl_msr
gameport            20480  1 snd_ens1371
ac97_bus             16384  1 snd_ac97_codec
snd_pcm             114688  2 snd_ac97_codec,snd_ens1371
bluetooth           651264  27 btrtl,btintel,btbcm,bnep,btusb,rfcomm
snd_seq_midi         20480  0
snd_seq_midi_event  16384  1 snd_seq_midi
snd_rawmidi         36864  2 snd_seq_midi,snd_ens1371
```

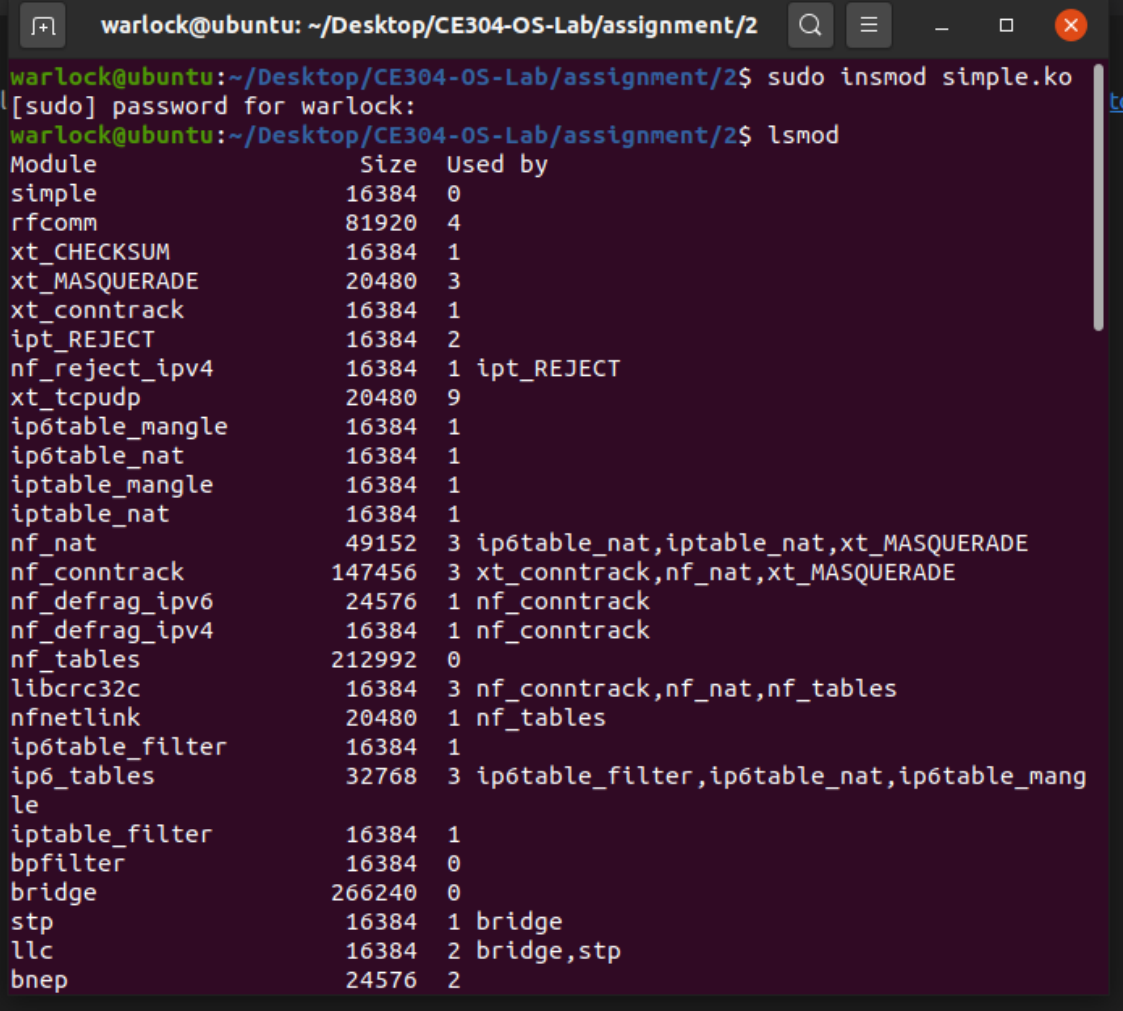
عکس 1-4

ت) با استفاده از دستور make مازول نوشته شده را کامپایل می‌کنیم و یک فایل .ko. (عکس 5-1) ساخته می‌شود.

```
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ make
make -C /lib/modules/5.13.0-30-generic/build M=/home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2 modules
make[1]: Entering directory '/usr/src/linux-headers-5.13.0-30-generic'
  CC [M]  /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/simple.o
  MODPOST /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/Module.symvers
  CC [M]  /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/simple.mod.o
  LD [M]  /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/simple.ko
  BTF [M] /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/simple.ko
Skipping BTF generation for /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/simple.ko due to unavailability of vmlinux
make[1]: Leaving directory '/usr/src/linux-headers-5.13.0-30-generic'
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ ls
Makefile      Module.symvers  simple.ko      simple.mod.c   simple.o
modules.order simple.c         simple.mod     simple.mod.o
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$
```

عکس 5-1

ج) در نهایت با کمک دستور insmod ماژول را در هسته لینوکس بارگذاری می‌کنیم. با تکرار دستور lsmod می‌توان ماژول simple را در میان ماژول‌های هسته مشاهده کرد (عکس 1-6).



```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ sudo insmod simple.ko
[sudo] password for warlock:
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ lsmod
```

Module	Size	Used by
simple	16384	0
rfcomm	81920	4
xt_CHECKSUM	16384	1
xt_MASQUERADE	20480	3
xt_conntrack	16384	1
ipt_REJECT	16384	2
nf_reject_ipv4	16384	1 ipt_REJECT
xt_tcpudp	20480	9
ip6table_mangle	16384	1
ip6table_nat	16384	1
iptable_mangle	16384	1
iptable_nat	16384	1
nf_nat	49152	3 ip6table_nat, iptable_nat, xt_MASQUERADE
nf_conntrack	147456	3 xt_conntrack, nf_nat, xt_MASQUERADE
nf_defrag_ipv6	24576	1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv4	16384	1 nf_conntrack
nf_tables	212992	0
libcrc32c	16384	3 nf_conntrack, nf_nat, nf_tables
nfnetlink	20480	1 nf_tables
ip6table_filter	16384	1
ip6_tables	32768	3 ip6table_filter, ip6table_nat, ip6table_mangle
iptable_filter	16384	1
bpfilter	16384	0
bridge	266240	0
stp	16384	1 bridge
llc	16384	2 bridge, stp
bnep	24576	2

عکس 1-6

دستور dmesg محتوای بافر را برای ما به نمایش می‌گذارد و همانطور که انتظار می‌رفت در عکس 7-1 پیام

Loading Module قابل مشاهده است.

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2
audid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.PolicyKit1.Authority" member="CheckAuthorization" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 957.801502] audit: type=1107 audit(1646523348.751:47): pid=796 uid=103
audid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.DBus.Properties" member="GetAll" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 957.802139] audit: type=1107 audit(1646523348.751:48): pid=796 uid=103
audid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.PolicyKit1.Authority" member="CheckAuthorization" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 958.931590] audit: type=1400 audit(1646523349.883:49): apparmor="DENIED" operation="open" profile="snap.snap-store.ubuntu-software" name="/etc/PackageKit/Vendor.conf" pid=2311 comm="snap-store" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[ 2077.196490] simple: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 2077.196540] simple: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
[ 2077.197379] Loading Module
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$
```

عکس 7-1

با استفاده از دستور `rmmod` ماژول ساخته شده را حذف می‌کنیم (عکس 1-8-1) و سپس با `dmesg` محتویات بافر را

به نمایش می‌گذاریم (عکس 2-8-1)

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ sudo rmmod simple
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ lsmod
Module                Size  Used by
rfcomm                81920  4
xt_CHECKSUM           16384  1
xt_MASQUERADE         20480  3
xt_conntrack          16384  1
ipt_REJECT            16384  2
nf_reject_ipv4        16384  1 ipt_REJECT
xt_tcpudp             20480  9
ip6table_mangle       16384  1
ip6table_nat          16384  1
iptables_mangle       16384  1
iptables_nat          16384  1
nf_nat                49152  3 ip6table_nat,iptables_nat,xt_MASQUERADE
nf_conntrack          147456  3 xt_conntrack,nf_nat,xt_MASQUERADE
nf_defrag_ipv6        24576  1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv4        16384  1 nf_conntrack
nf_tables             212992  0
libcrc32c             16384  3 nf_conntrack,nf_nat,nf_tables
nfnetlink             20480  1 nf_tables
ip6table_filter       16384  1
ip6_tables            32768  3 ip6table_filter,ip6table_nat,ip6table_mangle
iptables_filter       16384  1
bpfILTER              16384  0
bridge               266240  0
stp                  16384  1 bridge
llc                   16384  2 bridge,stp
bnep                  24576  2
vsock_loopback        16384  0
vmw_vsock_virtio_transport_common 36864  1 vsock_loopback
```

عکس 1-8-1

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2
operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.PolicyKit1.Authority" member="CheckAuthorization" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 957.801502] audit: type=1107 audit(1646523348.751:47): pid=796 uid=103 auid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.DBus.Properties" member="GetAll" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 957.802139] audit: type=1107 audit(1646523348.751:48): pid=796 uid=103 auid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.PolicyKit1.Authority" member="CheckAuthorization" mask="send" name=":1.10" pid=2311 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=804 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?'
[ 958.931590] audit: type=1400 audit(1646523349.883:49): apparmor="DENIED" operation="open" profile="snap.snap-store.ubuntu-software" name="/etc/PackageKit/Vendor.conf" pid=2311 comm="snap-store" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[ 2077.196490] simple: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 2077.196540] simple: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
[ 2077.197379] Loading Module
[ 2190.156677] Removing Module
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$
```

عکس 2-8-1

همچنین اگر قبل از `rmmod` از دستور `sudo dmesg -c` استفاده کنیم بافر ما را خالی (clear) می کند و تنها پیامی

که هنگام حذف شدن ماژول به کار رفته است را نمایش می دهد. (عکس 9-1)

```
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ sudo rmmod simple
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$ sudo dmesg -c
[ 2412.632464] Removing Module
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2$
```

عکس 9-1

بخش دوم

ابتدا Struct birthday را مطابق دستور کار می‌سازیم. این استراکت در واقع ساختار هر عنصر از لیست ما می‌باشد. با استفاده از ماکروی LIST_HEAD، پوینتر به ابتدا لیست را مشخص کنیم. و در نهایت توابع init, exit را پیاده‌سازی می‌کنیم. (کد در عکس‌های زیر قابل مشاهده است)

```
02 > C birthday.c > birthday > list
1  #include <linux/init.h>
2  #include <linux/kernel.h>
3  #include <linux/module.h>
4  #include <linux/slab.h>
5  #include <linux/list.h>
6
7  struct birthday {
8      int day;
9      int month;
10     int year;
11     struct list_head list;
12 }
13
14 static LIST_HEAD(birthday_list);
15
16 int
17 birthday_init(void)
18 {
19     printk(KERN_INFO "Loading Module\n");
20
21     int i = 0;
22     struct birthday *person;
23
24     for(i=0; i<5; i++) {
25         person = kmalloc(sizeof(person), GFP_KERNEL);
26         person->day = i+1; person->month = i+1; person->year = i+2001;
27
28         INIT_LIST_HEAD(&person->list);
29         list_add_tail(&person->list, &birthday_list);
30     }
31
32     struct birthday *ptr;
33     list_for_each_entry(ptr, &birthday_list, list) {
34         printk(KERN_INFO "Birthday: %4d/%02d/%02d\n", ptr->year, ptr->month, ptr->day);
35     }
36
37     return 0;
38 }
```

```

void
birthday_exit(void) {
    printk(KERN_INFO "Removing List Nodes\n");

    struct birthday *ptr;
    long id;

    list_for_each_entry(ptr, &birthday_list, list) {
        printk(KERN_INFO "DEL %ld.\n", id);
        id++;
        list_del(&ptr->list);
        kfree(ptr);
    }

    printk(KERN_INFO "Removing Module\n");
}

module_init(birthday_init);
module_exit(birthday_exit);
MODULE_LICENSE("GPL");
MODULE_DESCRIPTION("birthday module");
MODULE_AUTHOR("Warlock");

```

طبق خواسته سوال یک لیست متشکل از 5 عضو ساخته می‌شود (به آنها با استفاده از kmalloc حافظه اختصاص داده می‌شود و با کمک list_add_tail به انتها لیست اضافه می‌شوند).

در مرحله بعد به کمک list_for_each_entry بر روی لیست پیمایش می‌شود و اطلاعات اعضا آن به بافر اضافه می‌شود.

در نهایت با کمک تابع گفته شده بر روی لیست پیمایش می‌شود و حافظه اعضا آن آزاد می‌شود تا دوباره در جایی دیگر قابل استفاده باشند. پیامی مناسب نیست به بافر اضافه می‌شود. به عکس‌های 1-2 و 2-2 و 3-2 و 4-2 توجه کنید.

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ ls
bday.c birthday.c Makefile
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ make
make -C /lib/modules/5.13.0-30-generic/build M=/home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02 modules
make[1]: Entering directory '/usr/src/linux-headers-5.13.0-30-generic'
  CC [M] /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/bday.o
  MODPOST /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/Module.symvers
  CC [M] /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/bday.mod.o
  LD [M] /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/bday.ko
  BTF [M] /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/bday.ko
Skipping BTF generation for /home/warlock/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02/bday.ko due to unavailability of vmlinux
make[1]: Leaving directory '/usr/src/linux-headers-5.13.0-30-generic'
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ sudo insmod bday.ko
[sudo] password for warlock:
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ lsmod
Module                  Size  Used by
bday                    16384   0
rfcomm                  81920  16
xt_CHECKSUM             16384   1
xt_MASQUERADE           20480   3
xt_conntrack            16384   1
ipt_REJECT              16384   2
```

عکس 1-2

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?
[ 31.463520] audit: type=1107 audit(1646527607.795:48): pid=882 uid=103 auid=4294967295 ses=4294967295 subj=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_method_call" bus="system" path="/org/freedesktop/PolicyKit1/Authority" interface="org.freedesktop.PolicyKit1.Authority" member="CheckAuthorization" mask="send" name=":1.9" pid=2117 label="snap.snap-store.ubuntu-software" peer_pid=895 peer_label="unconfined"
exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=?
[ 31.933870] audit: type=1400 audit(1646527608.267:49): apparmor="DENIED" operation="open" profile="snap.snap-store.ubuntu-software" name="/etc/PackageKit/Vendor.conf" pid=2117 comm="snap-store" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[ 705.245895] bday: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 705.245926] bday: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
[ 705.247001] Loading Module
[ 705.247002] Birthday: 2001/01/01
[ 705.247003] Birthday: 2002/02/02
[ 705.247003] Birthday: 2003/03/03
[ 705.247003] Birthday: 2004/04/04
[ 705.247003] Birthday: 2005/05/05
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$
```

عکس 2-2

```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ sudo rmmod bday
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$ lsmod
Module                Size  Used by
rfcomm                81920  16
xt_CHECKSUM           16384   1
xt_MASQUERADE         20480   3
xt_conntrack          16384   1
ipt_REJECT            16384   2
nf_reject_ipv4        16384   1 ipt_REJECT
xt_tcpudp             20480   9
ip6table_mangle       16384   1
ip6table_nat          16384   1
iptable_mangle        16384   1
iptable_nat           16384   1
nf_nat                49152   3 ip6table_nat,iptable_nat,xt_MASQUERADE
nf_conntrack          147456   3 xt_conntrack,nf_nat,xt_MASQUERADE
nf_defrag_ipv6        24576   1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv4        16384   1 nf_conntrack
nf_tables             212992   0
libcrc32c             16384   3 nf_conntrack,nf_nat,nf_tables
nfnetlink             20480   1 nf_tables
ip6table_filter       16384   1
ip6_tables            32768   3 ip6table_filter,ip6table_nat,ip6table_mangle
iptable_filter        16384   1
```

عکس 2-3


```
warlock@ubuntu: ~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02
label="unconfined"
    exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=103 hostname=? addr=? terminal=
?'
[ 31.933870] audit: type=1400 audit(1646527608.267:49): apparmor="DENIED" oper
ation="open" profile="snap.snap-store.ubuntu-software" name="/etc/PackageKit/Ven
dor.conf" pid=2117 comm="snap-store" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=10
00 ouid=0
[ 705.245895] bday: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 705.245926] bday: module verification failed: signature and/or required key m
issing - tainting kernel
[ 705.247001] Loading Module
[ 705.247002] Birthday: 2001/01/01
[ 705.247003] Birthday: 2002/02/02
[ 705.247003] Birthday: 2003/03/03
[ 705.247003] Birthday: 2004/04/04
[ 705.247003] Birthday: 2005/05/05
[ 847.847462] Removing List Nodes
[ 847.847465] DEL 0
[ 847.847465] DEL 1
[ 847.847465] DEL 2
[ 847.847466] DEL 3
[ 847.847466] DEL 4
[ 847.847466] Removing Module
warlock@ubuntu:~/Desktop/CE304-OS-Lab/assignment/2/02$
```

عکس 4-2