



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

تمرین دوم عملی سیستم‌های عامل

امیر افسری

۹۶۱۰۵۵۷۵

در اینجا قرار است پردازش پدر بزرگ، پدر و فرزند را تشخیص داده و شماره پردازش هر کدام را بنویسیم. برای تشخیص هر پردازش، از خروجی تابع `fork` استفاده می‌کنیم. خروجی این تابع در پردازش فرزند صفر، در پردازش پدر عددی مثبت (شماره پردازش فرزند) و در صورت خطا عددی منفی است.

برای گرفتن شماره پردازش نیز از تابع `getpid` استفاده می‌کنیم. به این ترتیب، پس از کامپایل کد و اجرا، خروجی زیر به دست آمد که توالی شماره پردازش‌ها به دلیل نزدیکی زمان ساخته شدنشان را نشان می‌دهد.

(فایل کامل کد پیوست شده است)

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/fork$ gcc fork.c -o fork.o
fork.c: In function 'main':
fork.c:23:5: warning: implicit declaration of function 'fork' [-Wimplicit-function-declaration]
   23 |     if(fork() > 0){
       |         ^~~~~
fork.c:24:35: warning: implicit declaration of function 'getpid' [-Wimplicit-function-declaration]
   24 |     printf("grandparent PID: %d\n", getpid());
       |                                   ^~~~~~
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/fork$ ./fork
grandparent PID: 12966
parent PID: 12967
child PID 12968
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/fork$
```

اینجا می‌خواستیم میانگین و اختلاف دو عدد صحیح را به کمک استفاده از توابع تعریف‌شده در یک ماژول دیگر حساب کنیم. بدین منظور دو تابع در ماژول `export_mod` تعریف شد و در ماژول `import_mod` ازشان استفاده شد.

چالش اصلی، تعریف و استفاده از متغیرهای اعشاری در سطح کرنل بود. زیرا به‌صورت پیش‌فرض این قابلیت، به‌علت تفاوت در معماری سخت‌افزار، وجود ندارد. در تلاش اولیه برای استفاده از این متغیرها (تعریف خروجی توابع به‌عنوان `float`) این خطا پیش آمد:

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ make
make -C /lib/modules/4.19.84/build M=/home/amir/os-fall-99/hw2/kmod modules
make[1]: Entering directory '/home/amir/WSL2-Linux-Kernel-master'
CC [M] /home/amir/os-fall-99/hw2/kmod/export_mod.o
/home/amir/os-fall-99/hw2/kmod/export_mod.c: In function 'get_average_age':
/home/amir/os-fall-99/hw2/kmod/export_mod.c:38:1: error: SSE register return with SSE disabled
 38 | float get_average_age(void){
    | ^~~~~
make[2]: *** [scripts/Makefile.build:310: /home/amir/os-fall-99/hw2/kmod/export_mod.o] Error 1
make[1]: *** [Makefile:1525: _module_/home/amir/os-fall-99/hw2/kmod] Error 2
make[1]: Leaving directory '/home/amir/WSL2-Linux-Kernel-master'
make: *** [Makefile:5: all] Error 2
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$
```

در کنار راه‌کارهای احتمالی از جمله استفاده از `kernel_fpu_begin`، ترجیح بر دور زدن مشکل و به‌کار بستن راه‌حل‌های دیگر بود. برای همین بجای خود میانگین، ده برابر آن محاسبه شد و با بررسی باقی‌مانده آن بر ۱۰، عبارت چاپ شده تعیین شد.

برای گرفتن متغیرها در هنگام نصب هم از تابع `module_param` استفاده شد بدین‌صورت که دو عدد `TA1` و `TA2` در ادامه دستور نصب ماژول تعیین می‌شوند.

مراحل کامپایل و نصب ماژول در ادامه آمده است.

کامپایل:

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ make
make -C /lib/modules/4.19.84/build M=/home/amir/os-fall-99/hw2/kmod modules
make[1]: Entering directory '/home/amir/WSL2-Linux-Kernel-master'
  Building modules, stage 2.
  MODPOST 2 modules
make[1]: Leaving directory '/home/amir/WSL2-Linux-Kernel-master'
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ ls
export_mod.c  export_mod.mod.c  export_mod.o  import_mod.ko      import_mod.mod.o  Makefile          Module.symvers
export_mod.ko  export_mod.mod.o  import_mod.c  import_mod.mod.c  import_mod.o      modules.order
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$
```

و سپس نصب و تعیین متغیرها (فقط خط آخر مربوط به آخرین نصب است):

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo insmod export_mod.ko TA1=20 TA2=24
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ tail -f /var/log/syslog
Oct 24 16:39:02 ubuntu kernel: [22901.251730] Module Exited
Oct 24 16:39:12 ubuntu kernel: [22910.771688] export_mod: `` invalid for parameter `TA2'
Oct 24 16:39:12 ubuntu kernel: [22910.771731] export_mod: unknown parameter '=24' ignored
Oct 24 16:39:19 ubuntu kernel: [22918.311158] Module installed.
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276534] Module installed.
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276538] Average age is 22
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276540] Age gap is 4
Oct 24 16:41:14 ubuntu kernel: [23032.972382] Module Exited
Oct 24 16:41:15 ubuntu kernel: [23034.578552] Module Exited
Oct 24 16:43:38 ubuntu kernel: [23177.559340] Module installed.
```

بدلیل وابسته بودن ماژول import_mod، ابتدا ماژول export_mod نصب شد. در غیر این صورت با این خطا مواجه می شدیم:

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo insmod import_mod.ko
insmod: ERROR: could not insert module import_mod.ko: Unknown symbol in module
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$
```

و بعد ماژول دیگر: (سه خط آخر)

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo insmod import_mod.ko
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ tail -f /var/log/syslog
Oct 24 16:39:19 ubuntu kernel: [22918.311158] Module installed.
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276534] Module installed.
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276538] Average age is 22
Oct 24 16:40:35 ubuntu kernel: [22994.276540] Age gap is 4
Oct 24 16:41:14 ubuntu kernel: [23032.972382] Module Exited
Oct 24 16:41:15 ubuntu kernel: [23034.578552] Module Exited
Oct 24 16:43:38 ubuntu kernel: [23177.559340] Module installed.
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864522] Module installed.
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864525] Average age is 22
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864526] Age gap is 4
```

برای اعداد با میانگین اعشاری هم:

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo insmod export_mod.ko TA1=20 TA2=23
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo insmod import_mod.ko
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ tail -f /var/log/syslog
Oct 24 16:43:38 ubuntu kernel: [23177.559340] Module installed.
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864522] Module installed.
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864525] Average age is 22
Oct 24 16:44:45 ubuntu kernel: [23243.864526] Age gap is 4
Oct 24 16:45:09 ubuntu kernel: [23267.664748] Module Exited
Oct 24 16:45:13 ubuntu kernel: [23272.061086] Module Exited
Oct 24 16:45:19 ubuntu kernel: [23277.615998] Module installed.
Oct 24 16:45:22 ubuntu kernel: [23280.767527] Module installed.
Oct 24 16:45:22 ubuntu kernel: [23280.767530] Average age is 21.5
Oct 24 16:45:22 ubuntu kernel: [23280.767532] Age gap is 3
```


و در پایان ماژول ها را حذف کردیم: (دو خط آخر)

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo rmmod import_mod.ko
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo rmmod export_mod.ko
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ tail -f /var/log/syslog
Oct 24 17:34:31 ubuntu kernel: [26230.258950] Module Exited
Oct 24 17:34:34 ubuntu kernel: [26233.199661] Module Exited
Oct 24 17:35:53 ubuntu kernel: [26312.413051] import_mod: Unknown symbol get_avera
Oct 24 17:35:53 ubuntu kernel: [26312.413075] import_mod: Unknown symbol get_age_g
Oct 24 17:35:56 ubuntu kernel: [26314.633431] Module installed.
Oct 24 17:35:58 ubuntu kernel: [26316.680450] Module installed.
Oct 24 17:35:58 ubuntu kernel: [26316.680452] Average age is 0
Oct 24 17:35:58 ubuntu kernel: [26316.680453] Age gap is 0
Oct 24 17:40:13 ubuntu kernel: [26572.051934] Module Exited
Oct 24 17:40:15 ubuntu kernel: [26574.500605] Module Exited
```

اگر ترتیب حذف ماژول ها را عوض می کردیم، به دلیل وابستگی یک طرفه آن ها به هم، خطای زیر رخ می داد:

```
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$ sudo rmmod export_mod.ko
rmmod: ERROR: Module export_mod is in use by: import_mod
amir@ubuntu:~/os-fall-99/hw2/kmod$
```