# 实验二 进程控制

李许增 16281042
操作系统 arch Linux

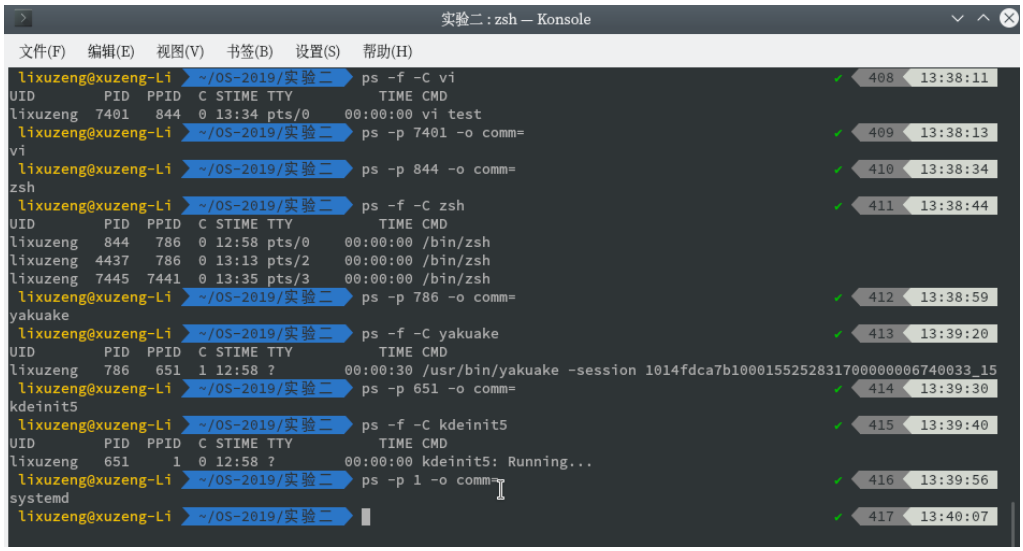
**1、打开一个 vi 进程。通过 ps 命令以及选择合适的参数，只显示名字为 vi 的进程。寻找 vi 进程的父进程，直到 init 进程为止。记录过程中所有进程的 ID 和父进程 ID。将得到的进程树和由 pstree 命令的得到的进程树进行比较。**

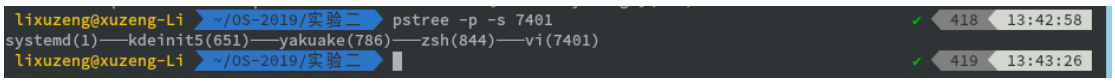
单步 ps 命令选择得到的进程树和用 pstree 命令得到的进程树相同。

ps -f -C name 命令为筛选指定名称进程的信息；

ps -p 进程号 -o comm= 为查找 pid 对应进程的名称；

ps -p -s 进程号 命令为查找指定进程号的进程树。



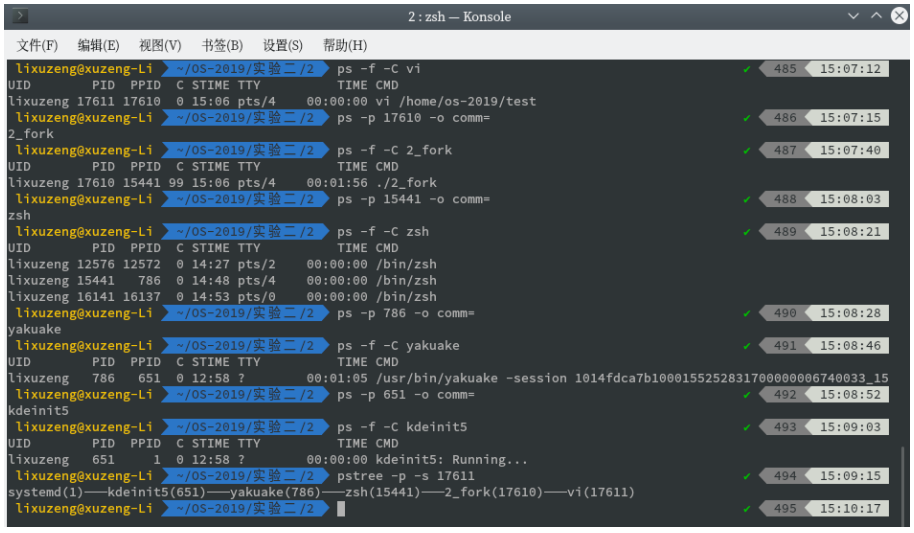

**2、编写程序，首先使用 fork 系统调用，创建子进程。在父进程中继续执行空循环操作；在子进程中调用 exec 打开 vi 编辑器。然后在另外一个终端中，通过 ps -Al 命令、ps aux 或者 top 等命令，查看 vi 进程及其父进程的运行状态，理解每个参数所表达的意义。选择合适的命令参数，对所有进程按照 cpu 占用率排序。**

程序代码：

```
#include<unistd.h>
#include<stdio.h>
int main()
{
    pid_t fork_pid;//fork_pid 为 fork 函数返回值
    fork_pid = fork();
    if(fork_pid < 0)//当返回值为负值时表示出现错误
    {
        printf("fork error");
    }
```

```
    else if(fork_pid == 0)//当返回值为 0 时表示创建的子进程在运行
    {
        printf("我是子进程，我的 pid 为：%d\n",getpid());
        if((execlp("vi","vi","/home/os-2019/test",NULL))<0) //注意 execlp 参数使用
            printf("execlp error\n");
    }
    else//当返回值为其他正值时表示父进程在运行
    {
        printf("我是父进程，我的 pid 为：%d\n",getpid());
        while(1){};
    }
    return 0;
}
```

首先利用 pstree 命令查看 vi 进程以及父进程：




执行 ps aux 命令查看当前系统中运行程序情况：

制表项内容说明：

USER：进程拥有者

PID：进程 pid

%CPU：占用的 CPU 使用率

%MEM：占用的内存使用率

VSZ：占用的虚拟内存大小

RSS：占用的内存大小

TTY：终端的次要装置号码 (minor device number of tty)

STAT：该进程的状态，linux 的进程有以下状态：

D 不可中断 Uninterruptible（usually IO）

R 正在运行，或在队列中的进程

S 处于休眠状态

T 停止或被追踪

Z 僵尸进程

W 进入内存交换（从内核 2.6 开始无效）

X 死掉的进程

< 高优先级

n 低优先级

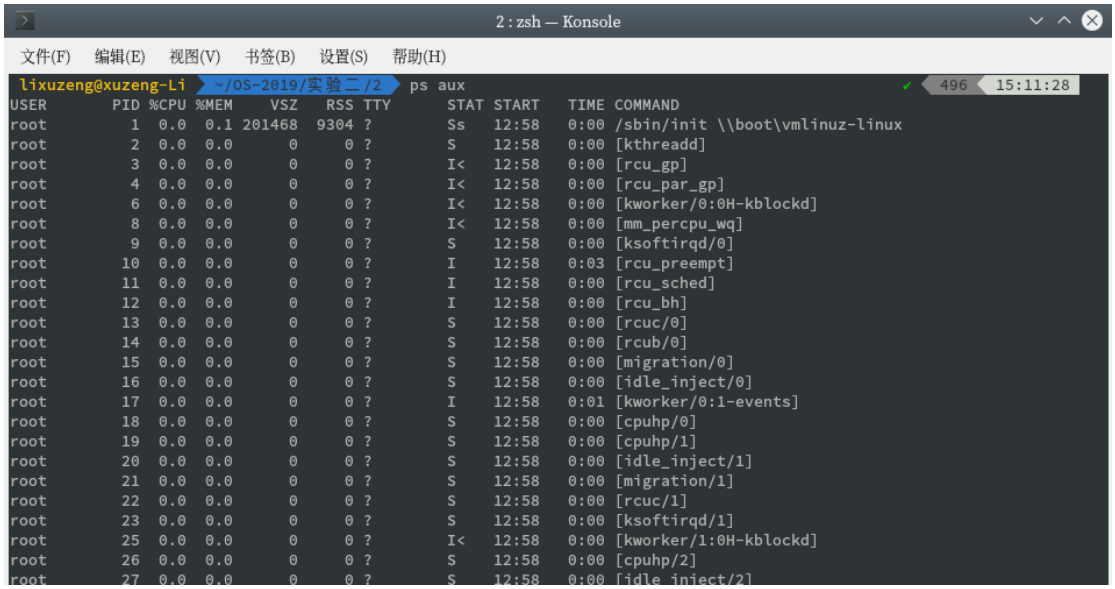
s 包含子进程

+ 位于后台的进程组

START：进程开始时间

TIME：执行的时间

COMMAND:对应执行的指令




对应和 vi 进程相关的进程信息：

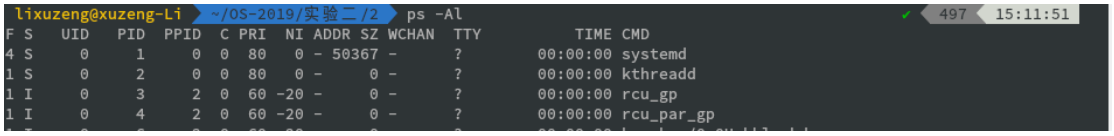
```
lixuzeng   651  0.0  0.2 121900 20012 ?        Ss   12:58   0:00 kdeinit5: Running...

lixuzeng   786  0.8  1.0 480344 87320 ?        Sl   12:58   1:05 /usr/bin/yakuake -session 1014fdca7b10001552528317

lixuzeng 15441  0.0  0.0  14352  7224 pts/4    Ss   14:48   0:00 /bin/zsh

lixuzeng 17610 99.9  0.0   2296   748 pts/4    R+   15:06   5:44 ./2_fork
lixuzeng 17611  0.0  0.0   9172  2616 pts/4    S+   15:06   0:00 vi /home/os-2019/test
```

ps -Al 命令查看进程信息：




制表项内容说明：

UID：用户 ID（User ID）

PPID：父进程 pid

S：进程或内核线程的状态：

O：不存在

A：活动

W：已交换

I：空闲（等待启动）

Z：已取消

T：已停止

S：正在休眠

R：正在运行

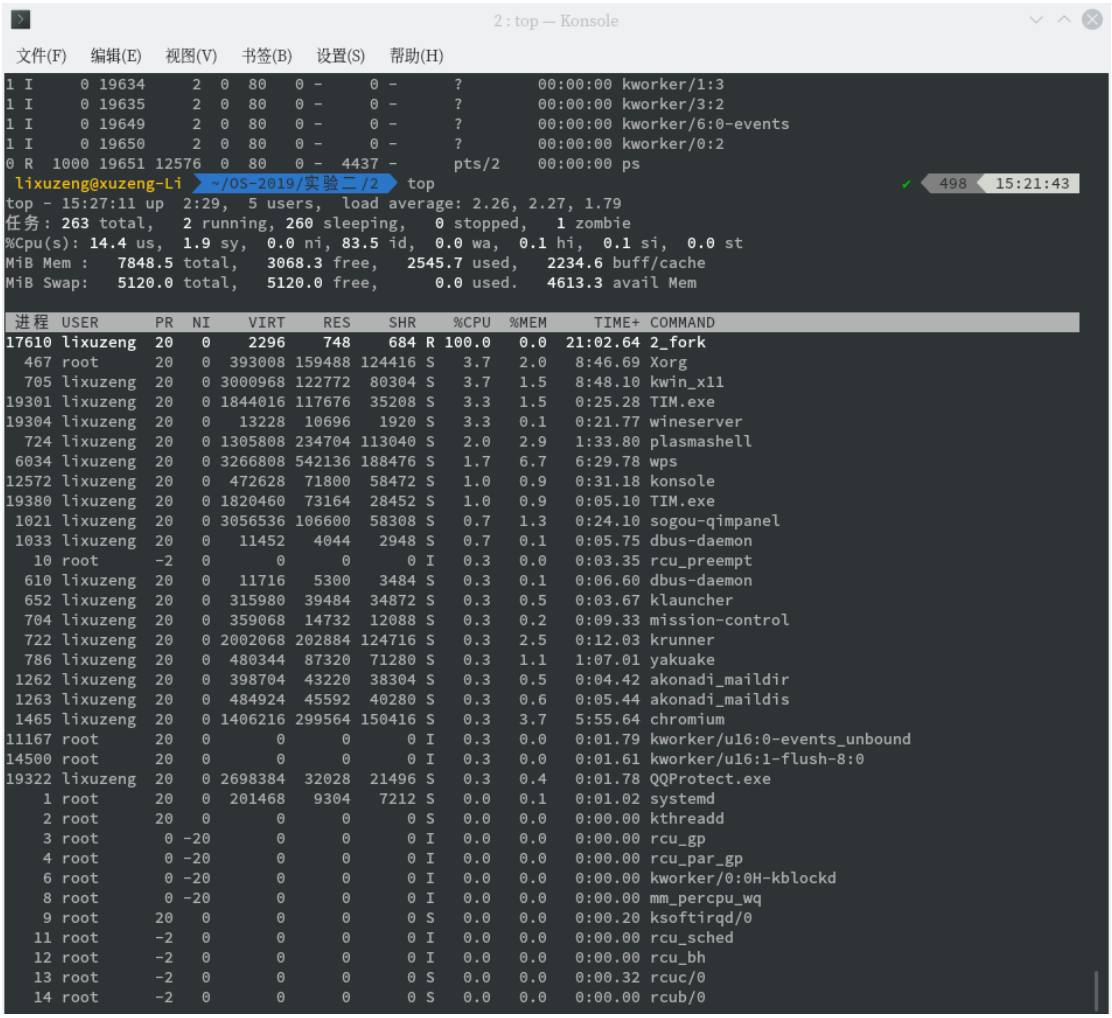
C：（-f、l 和 -l 标志）每次系统时钟周期和发现线程或进程需要运行时增加进程或线程的 CPU 利用率。调度程序通过每秒将该值除以 2 一次来使其衰减。对于 sched_other 策略，CPU 利用率用于确定进程调度优先级。如果值较大，那么表示一个将耗用大量 CPU 资源的进程，该进程的优先级将更低；如果值较小，那么表示一个要执行大量 I/O 操作的进程，其优先级将更高。
PRI：（-l 和 l 标志）进程或内核线程的优先级；数字越大优先级越低。
WCHAN：（-l 标志）进程或内核线程为之等待或休眠的事件。对于内核线程，如果内核线程正在运行，该字段为空。 对于进程，如果只有一个内核线程正在休眠，等待通道定义为该休眠内核线程的等待通道；否则显示一个星号。
NI：（-l 和 l 标志）为 sched other 策略计算优先级中使用的细调值。
ADDR：通常情况下，（-l 和 l 标志）包含 进程栈的段号；如果为内核进程，那么为预处理数据区的地址。
SZ：（-l 和 l 标志）进程的核心映像大小（以 1 KB 为单位）。
TIME:(所有标志)进程的运行时间总和。如果运行时间达到 100 分钟,以 mm:ss 或 mmmm:ss 格式显示时间，这与使用 -o time 标志时的显示格式不同。
对应和 vi 进程相关的进程信息：

```
0 S  1000   786   651  0  80   0 - 120086 -     ?        00:01:06 yakuake

0 S  1000 15441   786  0  80   0 -  3588 -     pts/4    00:00:00 zsh

0 R  1000 17610 15441 99  80   0 -   574 -     pts/4    00:15:35 2_fork
0 S  1000 17611 17610  0  80   0 -  2293 -     pts/4    00:00:00 vi
```

top 命令实时显示系统中各个进程的资源占用状况：

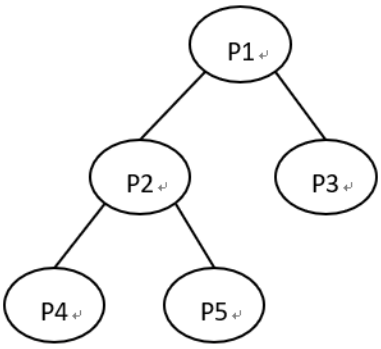



利用“ps -aux - sort -pcpu | less”命令根据 cpu 占用率进行降序排序：

```
2 : zsh — Konsole
文件(F)  编辑(E)  视图(V)  书签(B)  设置(S)  帮助(H)
USER       PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
lixuzeng 17610 99.8  0.0   2296   748 pts/4    R+   15:06  21:59 ./2_fork
lixuzeng   705  5.9  1.5 3001288 122924 ?      Sl   12:58   8:50 /usr/bin/kwin_x11 -session 1014fdca7b1000154296310
100000006450006_1553317033_34917
root       467  5.8  2.0 399692 163012 tty1    Ssl+ 12:58   8:49 /usr/lib/Xorg -nolisten tcp -auth /var/run/sddm/{c
7aca980-906c-445e-b8b2-1926cb37a758} -background none -noreset -displayfd 17 -seat seat0 vt1
lixuzeng  6034  5.2  6.7 3266808 542136 ?      Sl   13:22   6:32 /usr/lib/office6/wps /home/lixuzeng/Downloads/ÊµÑé
¶þ ½ø³Ì¿ØÖÆ-2019.docx
lixuzeng  1465  3.9  3.7 1406216 299764 ?      Sl   12:59   5:55 /usr/lib/chromium/chromium
lixuzeng 19301  3.9  1.4 1844016 117676 ?      Sl   15:16   0:27 c:\Program Files\Tencent\TIM\Bin\TIM.exe
lixuzeng 19990  3.6  1.4 561024 113288 ?       Sl   15:27   0:02 /usr/bin/spectacle --dbus
lixuzeng 19304  3.4  0.1  13228 10696 ?        Ss   15:16   0:23 /usr/bin/wineserver
lixuzeng  1493  1.5  1.6 501412 136316 ?       Sl   12:59   2:16 /usr/lib/chromium/chromium --type=gpu-process --fi
eld-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --gpu-preferences=KAAAAAAAAACAAABAAQAAAAAAAAAAAGAA
AAAAAAAAAAAIAAAAAAAAAAgAAAAAAAA --service-request-channel-token=11227980969096538283
lixuzeng  9691  1.3  2.2 876492 181148 ?       Sl   13:47   1:18 /usr/lib/chromium/chromium --type=renderer --field
-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --service-pipe-token=15805456150330442173 --lang=zh-C
N --enable-offline-auto-reload --enable-offline-auto-reload-visible-only --num-raster-threads=4 --enable-main-frame
-before-activation --service-request-channel-token=15805456150330442173 --renderer-client-id=80 --no-v8-untrusted-c
ode-mitigations --shared-files=v8_context_snapshot_data:100,v8_natives_data:101
lixuzeng   724  1.0  2.9 1305824 235644 ?      Sl   12:58   1:34 /usr/bin/plasmashell
lixuzeng 14177  1.0  2.0 871788 168308 ?       Sl   14:34   0:32 /usr/lib/chromium/chromium --type=renderer --field
-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --service-pipe-token=10922316018878515277 --lang=zh-C
N --enable-offline-auto-reload --enable-offline-auto-reload-visible-only --num-raster-threads=4 --enable-main-frame
-before-activation --service-request-channel-token=10922316018878515277 --renderer-client-id=102 --no-v8-untrusted-
code-mitigations --shared-files=v8_context_snapshot_data:100,v8_natives_data:101
lixuzeng 19141  0.9  1.8 829340 148468 ?       Sl   15:14   0:07 /usr/lib/chromium/chromium --type=renderer --field
-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --service-pipe-token=16096308805001386775 --lang=zh-C
N --enable-offline-auto-reload --enable-offline-auto-reload-visible-only --num-raster-threads=4 --enable-main-frame
-before-activation --service-request-channel-token=16096308805001386775 --renderer-client-id=106 --no-v8-untrusted-
code-mitigations --shared-files=v8_context_snapshot_data:100,v8_natives_data:101
lixuzeng 12572  0.8  0.8 472628 71800 ?        Sl   14:27   0:31 /usr/bin/konsole --workdir /home/lixuzeng/OS-2019/
实验二
lixuzeng 19380  0.8  0.9 1820460 73164 ?       SLl  15:16   0:05 c:\Program Files\Tencent\TIM\Bin\TIM.exe /hosthwnd
=65690 /hostname=QQ_IPC_{1A230C4F-19B1-44AD-A95A-788E46754C51} /memoryid=0 c:\Program Files\Tencent\TIM\Bin\TIM.exe
lixuzeng   786  0.7  1.0 480344 87320 ?        Sl   12:58   1:07 /usr/bin/yakuake -session 1014fdca7b10001552528317
00000006740033_1553317032_885374
lixuzeng 11533  0.7  2.1 877944 175488 ?       Sl   14:13   0:34 /usr/lib/chromium/chromium --type=renderer --field
-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --service-pipe-token=9875670882903436679 --lang=zh-CN
 --enable-offline-auto-reload --enable-offline-auto-reload-visible-only --num-raster-threads=4 --enable-main-frame-
before-activation --service-request-channel-token=9875670882903436679 --renderer-client-id=96 --no-v8-untrusted-cod
e-mitigations --shared-files=v8_context_snapshot_data:100,v8_natives_data:101
lixuzeng 11558  0.7  2.0 864956 166788 ?       Sl   14:14   0:32 /usr/lib/chromium/chromium --type=renderer --field
-trial-handle=10107632335232521299,5848875239985309232,131072 --service-pipe-token=470140078417399384 --lang=zh-CN
--enable-offline-auto-reload --enable-offline-auto-reload-visible-only --num-raster-threads=4 --enable-main-frame-b
efore-activation --service-request-channel-token=470140078417399384 --renderer-client-id=97 --no-v8-untrusted-code-
:
```

从得到的结果可以看出父进程在进行不断循环 cpu 占用率高达 99.8%。

**3、使用 fork 系统调用，创建如下进程树，并使每个进程输出自己的 ID 和父进程的 ID。观察进程的执行顺序和运行状态的变化。**




程序代码：

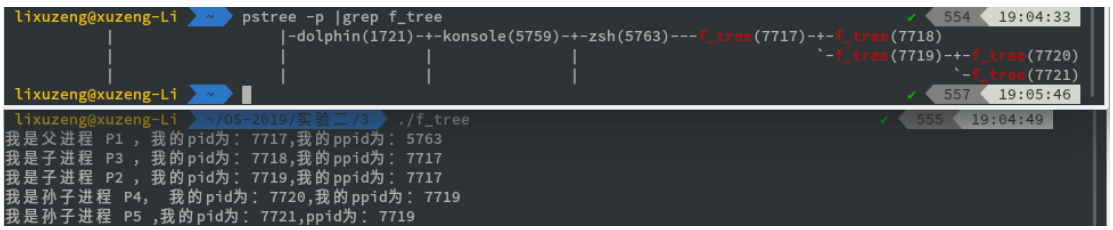
```
#include<unistd.h>
#include<stdio.h>
int main()
{
    pid_t fpid = fork();
```

```
    if(fpid == 0)
    {
        printf("我是子进程 P3 ， 我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
    }
    else
    {
        printf("我是父进程 P1 ， 我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
        fpid = fork();
        if(fpid == 0)
        {
            printf("我是子进程 P2 ， 我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
            fpid = fork();
            if(fpid == 0)
            {
                printf("我是孙子进程 P4，我的pid为:%d,我的ppid为:%d\n",getpid(),getppid());
            }
            else
            {
                fpid = fork();
                if(fpid == 0)
                {
                    printf("我是孙子进程 P5 ,我的 pid 为:%d,ppid 为:%d\n",getpid(),getppid());
                }
                else
                {

                }
            }
        }
        else
        {

        }
    }
    sleep(20);
    return 0;
}
```

运行结果：



一般来说，在 fork() 之后是父进程先执行还是子进程先执行是不确定的。这取决于内核所使用的调度算法。（然而实验多次并为出现次序改变）

**4、修改上述进程树中的进程，使得所有进程都循环输出自己的 ID 和父进程的 ID。然后终止 p2 进程(分别采用 kill -9 、自己正常退出 exit()、段错误退出)，观察 p1、p3、p4、p5 进程的运行状态和其他相关参数有何改变。**

程序代码：

```
#include<unistd.h>
#include<stdlib.h>
#include<stdio.h>
int main()
{
    pid_t fpid = fork();
    if(fpid == 0)
    {
        while(1){
            printf("我是子进程 P3 ，我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
            sleep(2);
    }
    }
    else
    {
        fpid = fork();
        if(fpid == 0)
        {

            fpid = fork();
            if(fpid == 0)
            {
                while(1){
                    printf("我是孙子进程 P4 ，我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
                    sleep(2);
                 }
            }
            else
            {
                fpid = fork();
                if(fpid == 0)
                {
                    while(1){
                        printf("我是孙子进程 P5 ，我的 pid 为：%d,ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
                       sleep(2);
                     }
```

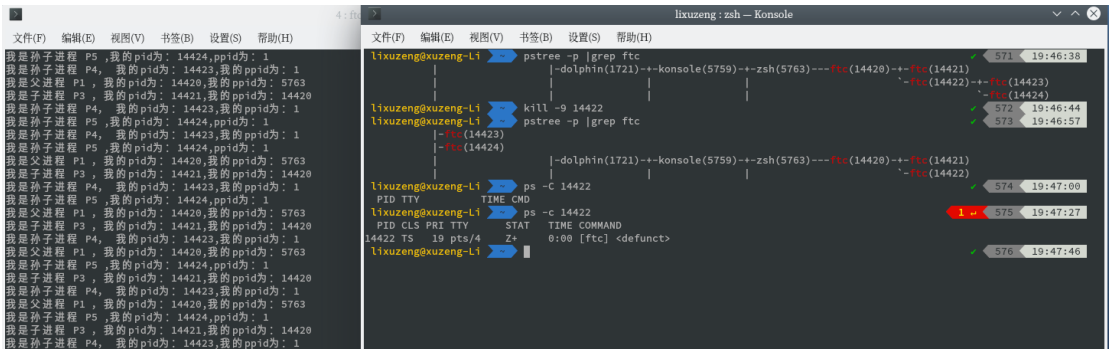
```
            }
            else
            {

            }
        }
        while(1){
            printf("我是子进程 P2 ，我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
            sleep(2);
             int *ptr = (int *)0;
            *ptr = 100;
         }
    }
    else
    {

    }
    while(1){
        printf("我是父进程 P1 ， 我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
        sleep(2);
     }
}
sleep(20);
return 0;
}
```

运行结果：

1>使用 kill -9 进程号命令将 P2 进程终止：



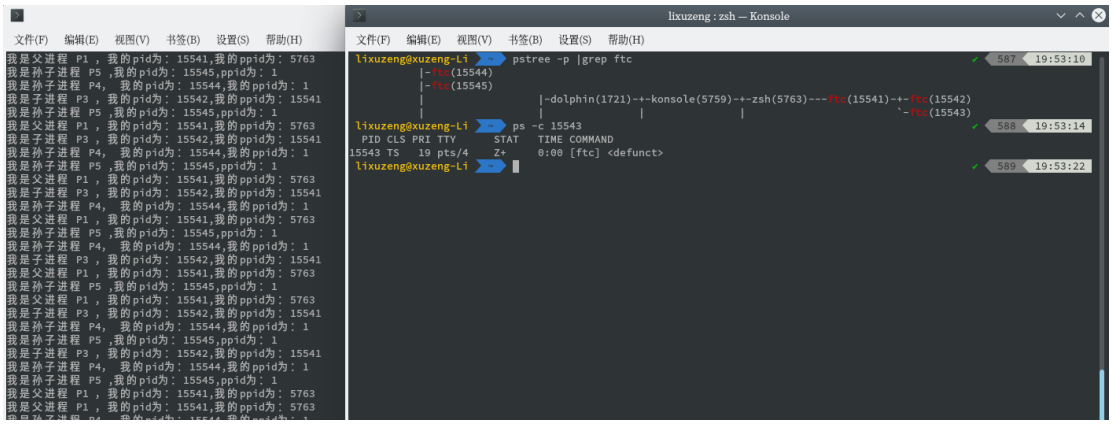

P1 正常运行，从 ps 命令可以看出 P2 进程变为僵尸进程（stat 状态为 z，zombie），其子进程 P4,P5 仍在运行，但是变为 pid 为 1 的子进程，相对于 P1 的进程树不显示 P4,P5。

2>使用 exit()使进程 P2 正常退出：

修改代码：

```
while(1){
    printf("我是子进程 P2 ，我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
    sleep(2);
    exit(1)
```

```
}
```




P1 正常运行,同使用 kill 命令杀死进程相同 P2 进程变为僵尸进程(stat 状态为 z,zombie),其子进程 P4,P5 仍在运行,但是变为 pid 为 1 的子进程,相对于 P1 的进程树不显示 P4,P5。

3>采用段错误方式退出

段错误产生原因:

1、访问不存在的内存地址;

2、访问系统保护的内存地址

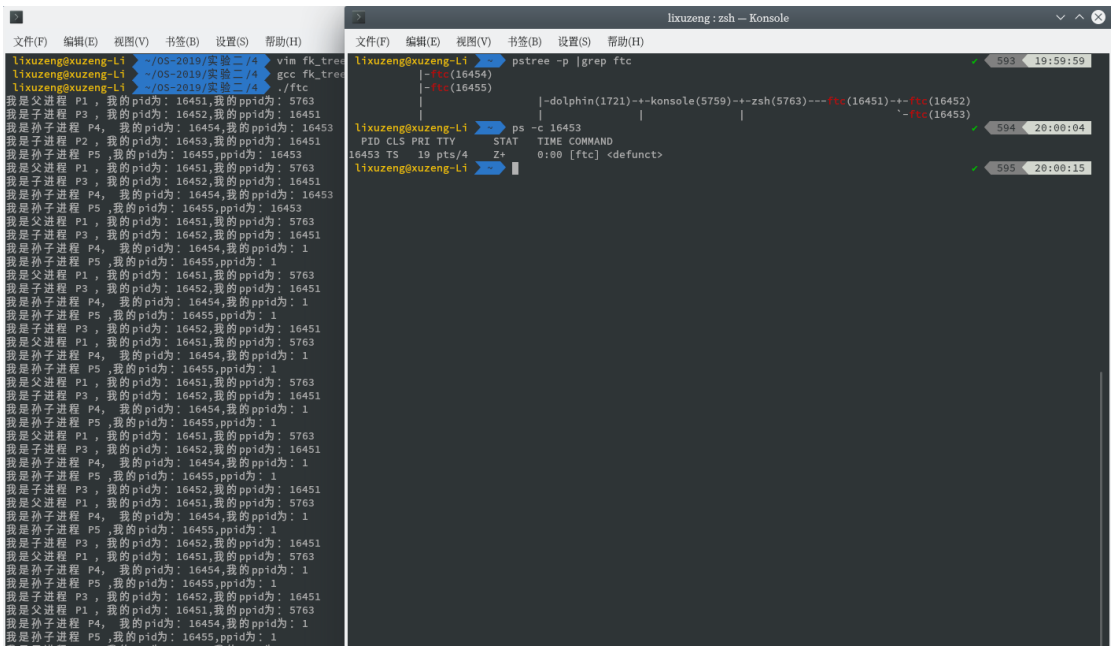
3、访问只读的内存地址

4、栈溢出

这里我采用访问系统保护的地址使段错误产生:

```
while(1){
    printf("我是子进程 P2 ， 我的 pid 为：%d,我的 ppid 为：%d\n",getpid(),getppid());
    sleep(2);
    int *ptr = (int *)0;
    *ptr = 100;
}
```

运行结果:




P1 正常运行，同使用前两种方式结束 P2 进程相同，P2 进程变为僵尸进程（stat 状态为 z，

zombie)，其子进程 P4,P5 仍在运行但是变为 pid 为 1 的子进程，相对于 P1 的进程树不显示 P4,P5。