《操作系统》

实验一

操作系统初步

学号： **16281052**

姓名： **杨涵晨**

班级： **计科 1601**

专业： **计算机科学与技术**

一. 系统调用实验

要求：1、参考下列网址中的程序。阅读分别运行用 API 接口函数 getpid()直接调用和汇编中断调用两种方式调用 Linux 操作系统的同一个系统调用 getpid 的程序(请问 getpid 的系统调用号是多少？linux 系统调用的中断向量号是多少？)。

2、上机完成习题 1.13。

3、阅读 pintos 操作系统源代码，画出系统调用实现的流程图。

1.1 题解答：

API 接口函数的直接调用代码如下：可以看到直接利用 getpid()函数进行，然后返回到预先定义好的变量 pid 中。然后将 pid 打印出来。

```c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    pid_t pid;

    pid = getpid();
    printf("%d\n",pid);

    return 0;
}
```

利用 gcc 进行编译，生成可执行文件然后运行得到：3064

通过查看文档发现，getpid()函数功能为进行进程的查看，返回值为进程识别码。

```
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 gcc getpid.c -o getpid -Wall
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 ./getpid
3064
```

通过进行 linux 系统调用号查询，查看 vim 中的文件，可以看到这我的系统中 getpid 为 172.但是上网查询（64 位 linux 的编号为 39，32 位 20）

```
yhc@yhc-virtual-machine /usr/include/asm-generic vim unistd.h
yhc@yhc-virtual-machine /usr/include/asm-generic cd .
yhc@yhc-virtual-machine /usr/include/asm-generic cd ..
yhc@yhc-virtual-machine /usr/include cd asm-generic
yhc@yhc-virtual-machine /usr/include/asm-generic vim unistd.h
```

```
/* kernel/timer.c */
#define __NR_getpid 172
__SYSCALL(__NR_getpid, sys_getpid)
#define __NR_getppid 173
__SYSCALL(__NR_getppid, sys_getppid)
#define __NR_getuid 174
__SYSCALL(__NR_getuid, sys_getuid)
```

在汇编代码中调用中，利用汇编的软中断进行调用，int 0x80;将汇编代码嵌套在 c 中。代码如下：

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
int main()
{
        pid_t tt;
        asm volatile (
             "movl $0x14,%%eax\n\t"
             "int $0x80\n\t"
             "movl %%eax,%0\n\t"
             :"=m"(tt)
        );
        printf(" current PID is : %u\n",tt);
        return 0;
}
```

执行结果如下：其中汇编代码的中断向量号为 0x80.0x14 是系统调用号。而在我的系统中系统调用号已经不是 20 了，为什么会调用成功呢？这是因为在 linux64 位机中，对 32 位机进行的兼容，而且已经不再使用 int 0x80 进行触发了，转而使用 system_call.但是由于汇编语言的编译器的是 32 位的，所以依然成功，这也是操作系统的成功之处。

```
yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  gcc getpid2.c -Wall -o getpid2
yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./getpid2
current PID is : 3173
```

1.2 题解答：

C 语言的程序代码如下进行 gcc 编译与执行，直接调用 printf（）函数，进行实现

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("hello world!!!");
    return 0;
}
```

执行结果如下：

```
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 gcc hello.c -o hello -Wall
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 ./hello
hello world!!!%
```

汇编的代码如下，通过 nasm 进行编译和实现。

```
    section .data
    msg     db      "Hello, world!",0xA
    len     equ     $ - msg
    section .text
       global _start
    _start:
           mov     eax,4
           mov     ebx,1
           mov     ecx,msg
           mov     edx,len
           int     0x80
           mov     eax,1
           xor     ebx,ebx
           int     0x80
```

执行结果如下：

```
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 nasm -f elf64 hello.asm
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 ld -s -o hello hello.o
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1 ./hello
Hello, world!
yhc@yhc-virtual-machine /mnt/hgfs/share/1
```

1.3 题解答

pintos 中关于系统调用的主要源码：

1./src/lib/user/syscall.c

宏定义了四种系统调用的方式，分别是不传递参数、传递一个参数、传递两个参数、传递三个参数，如下所示：

```
    define syscall0(NUMBER) ...
    define syscall1(NUMBER, ARG0) ...
    define syscall2(NUMBER, ARG0, ARG1) ...
    define syscall3(NUMBER, ARG0, ARG1, ARG2) ...
```

定义了 20 种系统调用函数

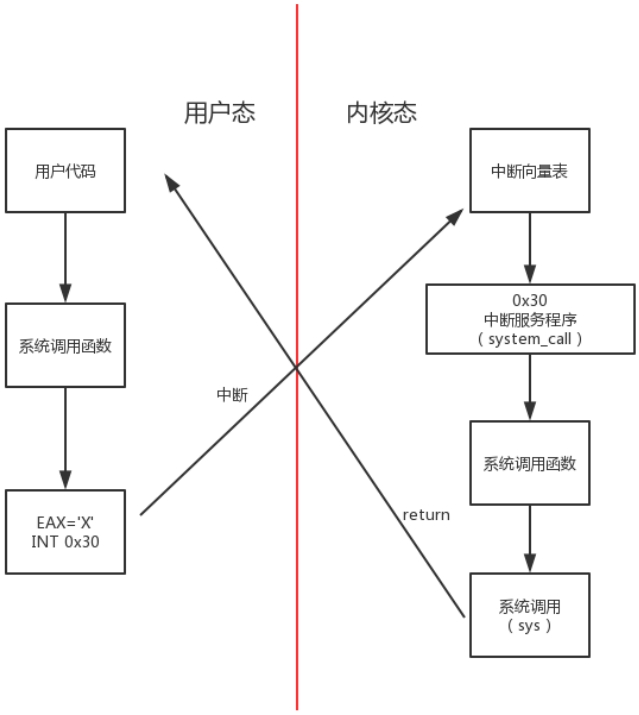
```
    void halt (void);
    void exit (int status)
    pid_t exec (const char *file);
    int wait (pid_t pid);
    bool create (const char *file, unsigned initial_size);
    bool remove (const char *file);
    int open (const char *file);
    int filesize (int fd) ;
    int read (int fd, void *buffer, unsigned size);
```

```
int write (int fd, const void *buffer, unsigned size);
void seek (int fd, unsigned position) ;
unsigned tell (int fd) ;
void close (int fd);
mapid_t mmap (int fd, void *addr);
void munmap (mapid_t mapid);
bool chdir (const char *dir);
bool mkdir (const char *dir);
bool readdir (int fd, char name[READDIR_MAX_LEN + 1]) ;
bool isdir (int fd);
int inumber (int fd);
```

2.src/userprog/syscall.c

这个文件中只有两个函数 syscall_init 和 syscall_handler,其中 syscall_init 是负责系统调用初始化工作的，syscall_handler 是负责处理系统调用的。syscall_init 函数这个函数内部调用了 intr_register_int 函数，用于注册软中断从而调用系统调用处理函数

流程图如下：区分用户态和内核态。



二. 并发实验

要求：1、编译运行该程序（cpu.c），观察输出结果，说明程序功能。(编译

命令： gcc -o cpu cpu.c -Wall)（执行命令：./cpu）

2、再次按下面的运行并观察结果：执行命令：./cpu A & ; ./cpu B & ; ./cpu C & ; ./cpu D & 程序 cpu 运行了几次？他们运行的顺序有何特点和规律？请结合操作系统的特征进行解释。

2.1 题解答

主要功能为：

1.当输入两个参数时，进行 stderr 标准错误，打印“usage:cpu<string>”

```
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./cpu 2 A
usage: cpu <string>
 ✘ yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1
```

2.但是当只有一个参数时进行打印，通过循环语句进行限制，循环 10 次后停止。中间通过 sleep（2）让程序执行过程中阻塞两秒。

```
yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  gcc cpu.c -o cpu -Wall
yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./cpu A &;./cpu B &./cpu C &;./cp
u D &;
[1] 3679
[2] 3680
[3] 3681
[4] 3682
```

四个程序同步进行时我们可以看见。执行时好像没有规律可循。

```
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  A
C
D
B
A
D
C
B
B
D
A
C
D
A
B
C
A
D
B
C
D
```

主要原因如下：现代操作系统中进程的运行都是并发实现的，并不是像以前的单道批处理的操作系统那样，总是按照进程进入内存的先后顺序来执行，因此

进程的运行的顺序并没有规律。现代 CPU 一般都是多核 CUP，因此实验中的四个进程可能也不是简单的在一个 CPU 中并发，而有可能是在多个 CPU 核心中并行运行，也有可能某两个进程在一个 CPU 核心中并发运行，和其他的进程在不同的 CPU 核心中并行运行。所以进程的运行顺序并没有特别的规律。

代码如下：

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/time.h>
#include <assert.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    if (argc != 2) {
    fprintf(stderr, "usage: cpu <string>\n");
    exit(1);
    }
    char *str = argv[1];
    int i = 10;
    while (i-- >= 0) {
    sleep(2);
    printf("%s\n", str);
    }
    return 0;
}
```

三、内存分配实验

要求：1、阅读并编译运行该程序(mem.c)，观察输出结果，说明程序功能。(命令： gcc -o mem mem.c -Wall)

2、再次按下面的命令运行并观察结果。两个分别运行的程序分配的内存地址是否相同？是否共享同一块物理内存区域？为什么？命令./mem &; ./mem &

3.1 题解答

主要功能为:通过一个 while 循环对分配好的内存地址进行累加。每累加一次进行一次 sleep。

运行程序如下：我们可以看到开辟的两个进程用了两个不同的物理地址，分别为 0x7f9010，0x20c7010.所以物理地址并不相同

```
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  gcc mem.c -o mem -Wall
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./mem & ; ./mem &
[1] 3550
[2] 3551
(3550) address pointed to by p: 0x7f9010
(3551) address pointed to by p: 0x20c7010
```

操作系统在进行对每个进程分配空间时不会直接在 memory 上直接对应存储，而是通过‘虚拟内存技术’，为每个进程分配 4G 内存空间，0-3G 属于用户空间，3G-4G 属于内核空间。每个进程的用户空间不同，但内核空间相同。程序中的 malloc 函数是在用户空间中的堆上通过扩展堆的方式得到虚拟内存地址的返回值，然后通过维持一个页表来进行映射，每次访问内存空间的某个地址，都需要把地址翻译为实际物理内存地址。

所以从进程的不同性上面来说，有可能对应相同的虚拟地址。但是真实物理地址不会相同，这种虚拟内存也保证不同进程相互隔离，错误的程序不会干扰别的正确的进程。

```
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  (3550) p: 1
(3551) p: 1
(3551) p: 2
(3550) p: 2
(3550) p: 3
(3551) p: 3
(3550) p: 4
(3551) p: 4
(3551) p: 5
(3550) p: 5
(3551) p: 6
(3550) p: 6
```

实验代码如下：

```c
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <assert.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int *p = malloc(sizeof(int)); // a1
    assert(p != NULL);
    printf("(%d) address pointed to by p: %p\n",getpid(), p);
    *p = 0; // a3
    int i=10;
    while (i-->=0) {
    sleep(1);
    *p = *p + 1;
    printf("(%d) p: %d\n", getpid(), *p); // a4
```

```
    }
    return 0;
}
```

四、共享的问题

要求：1、阅读并编译运行该程序，观察输出结果，说明程序功能。（编译命令：gcc -o thread thread.c -Wall -pthread）（执行命令 1：./thread 1000）

2、尝试其他输入参数并执行，并总结执行结果的有何规律？你能尝试解释它吗？（例如执行命令 2：./thread 100000）（或者其他参数。）

3、提示：哪些变量是各个线程共享的，线程并发执行时访问共享变量会不会导致意想不到的问题。

4.1 题解答

主要功能：通过命令行输入参数到 loop，然后利用 pthread_create()进行线程开辟，其中第三个参数是线程运行函数的地址。

利用 worker 函数进行累加 counter,因为 counter 是一个全局变量，利用两个 pthread_create()进行两个累计，然后利用 pthread_join()函数进行进程回收。最后利用 printf()打印全局变量 counter 的值。

实验代码如下：

```
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <ctype.h>

volatile int counter = 0;
int loops;

void *worker(void *arg) {
    int i;
    for (i = 0; i < loops; i++) {
        counter++;
    }
    return NULL;
}
```

```c
int main(int argc, char *argv[])
{
    if (argc != 2) {
    fprintf(stderr, "usage: threads <value>\n");
    exit(1);
    }
    loops = atoi(argv[1]);
    pthread_t p1, p2;
    printf("Initial value : %d\n", counter);

    pthread_create(&p1, NULL, worker, NULL);
    pthread_create(&p2, NULL, worker, NULL);
    pthread_join(p1, NULL);
    pthread_join(p2, NULL);
    printf("Final value : %d\n", counter);
    return 0;
}
```

对代码进行编译运行。我们可以发现，大部分结果都是输入参数的两倍，但是在线程数足够大的时候就会小于两倍，两个线程共享了一个执行函数 worker，进行 for 循环对 counter 进行累加。

```
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  gcc thread.c -o thread -Wall -pth
read
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./thread 100
Initial value : 0
Final value : 200
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./thread 1000
Initial value : 0
Final value : 2000
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./thread 10000
Initial value : 0
Final value : 20000
```

```
x@A\+ ⚙ yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./thread 1000
Initial value : 0
Final value : 2000
 yhc@yhc-virtual-machine  /mnt/hgfs/share/1  ./thread 1000000000
Initial value : 0
Final value : 1992780770
```

其中 counter，loops 这两个全局变量，和 worker()函数是共享的。

由于两个线程在同一个进程中，并且访问操作的是共享的变量。如果每个线程对内存都是可读可写的话，就会发生读取脏数据的问题。现代 CPU 一般采用了加锁的解决办法，通过加锁使另一个线程不能读取。但是由于现代计算机都是多核心的，对于每个独立的 CPU 核心来说，都不会发生问题。线程数过大时，就会用不同的 cpu 核心进行互相读脏数据，依然存在问题。

当输入的参数比较小的时候，一个 CPU 的核心足够处理，就是单核 CPU 运行多线程，由于每个核心都有内存锁机制，所以计算结果没有错误当输入的参数比较大的时候，使用多个 CPU 核心进行运算，就会发生读取脏数据的问题。