实验2：进程及线程创建

网安1901 201904080132 王橹蔼

一、实验目的

理解创建子进程函数的fork()的用法，通过观察运行结果理解进程的基本特征；通过代码及运行结果理解线程的概念，能够理解进程与线程之间的关联。

二、实验方法

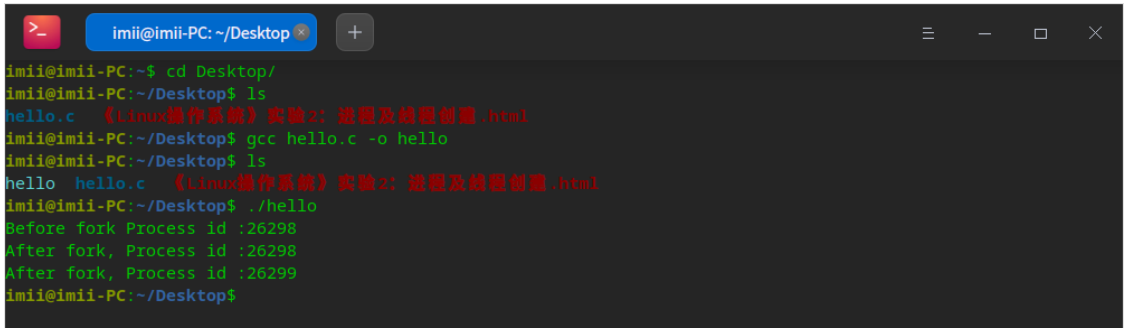
本次实验属于验证型实验，按照实验内容的指导完成所有实验步骤，并记录下实验结果，遇到不懂的问题或是在某一步骤上卡壳，先尝试在搜索引擎上寻找解决方法，积极与老师、同学沟通，务必亲自将实验完成。

三、实验内容

1. 使用编辑器sublime新建一个helloProcess.c源文件，并输入后面的范例代码。

```c
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    //pid_t是数据类型，实际上是一个整型，通过typedef重新定义了一个名字，用于存储进程id
    pid_t pid,cid;
    //getpid()函数返回当前进程的id号
    printf("Before fork Process id :%d\n", getpid());

    /*
    fork()函数用于创建一个新的进程，该进程为当前进程的子进程，创建的方法是：将当前进程的内存内容完整拷贝一份到内存的另一个区域，两个进程为父子关系，他们会同时（并发）执行fork()语句后面的所有语句。
    fork()的返回值:
      如果成功创建子进程，对于父子进程fork会返回不同的值，对于父进程它的返回值是子进程的进程id值，对于子进程它的返回值是0.
      如果创建失败，返回值为-1.
    */
    cid = fork();

    printf("After fork, Process id :%d\n", getpid());

    return 0;
}
```

保存退出sublime，使用gcc对源文件进行编译，然后运行，观察结果并解释原因。



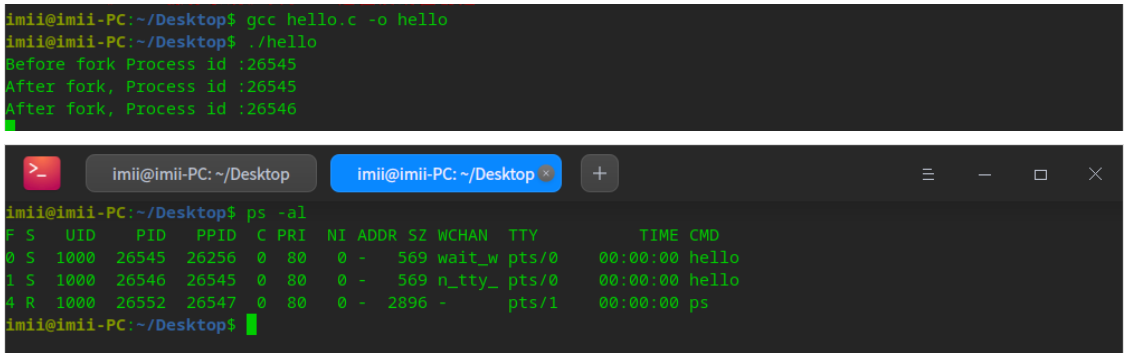
结果：出现三行id，前两个相同，后一个是前一个加1。
原因：fork()创建了子进程。第二个id号是原来的程序也就是父程序的id号，第三个id号是创建的子进程的id号。

2. 练习ps命令，该命令可以列出系统中当前运行的进程状态，我们在上面代码的21行处加入下面两行语句，目的是让父子进程暂停下来，否则我们无法观测到他们运行时的状态。

```
int i;
scanf("%d",&i);
```

重新编译运行程序，开启一个新的终端窗口输入下面的命令并观察运行结果。

```
ps -al
```



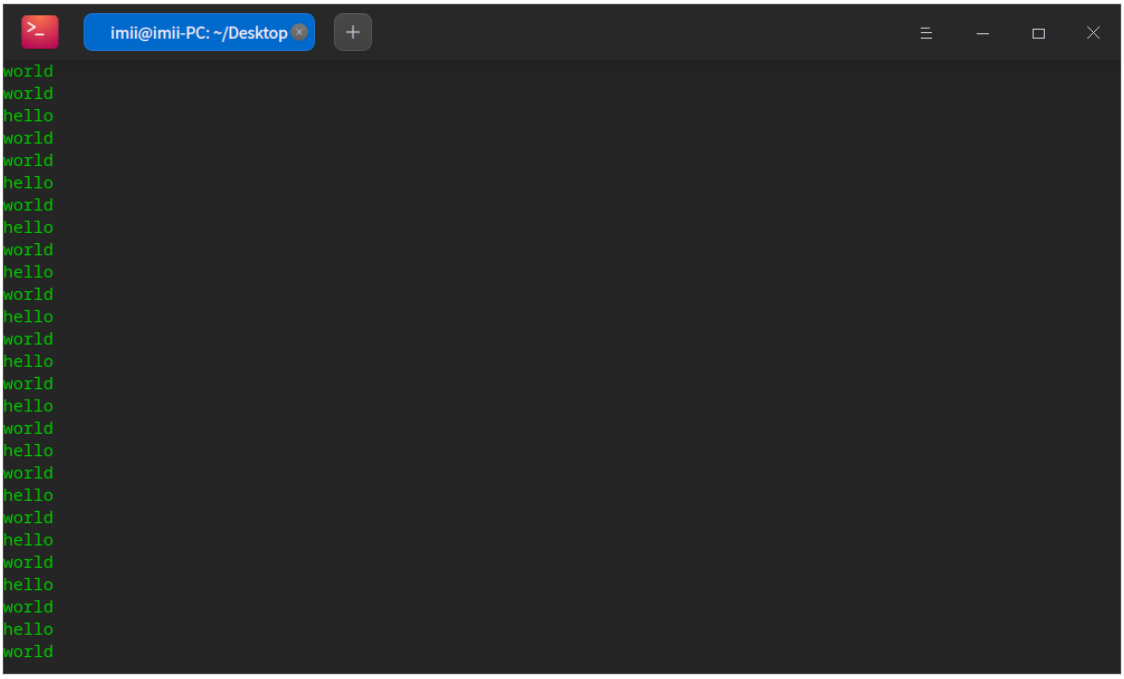
3. 通过判断fork的返回值让父子进程执行不同的语句。

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    pid_t cid;
    printf("Before fork process id :%d\n", getpid());

    cid = fork();

   if(cid == 0){ //该分支是子进程执行的代码

       printf("Child process id (my parent pid is %d):%d\n",
getppid(),getpid());
       for(int i=0; i<3 ; i++)
            printf("hello\n");

    }else{ //该分支是父进程执行的代码
```

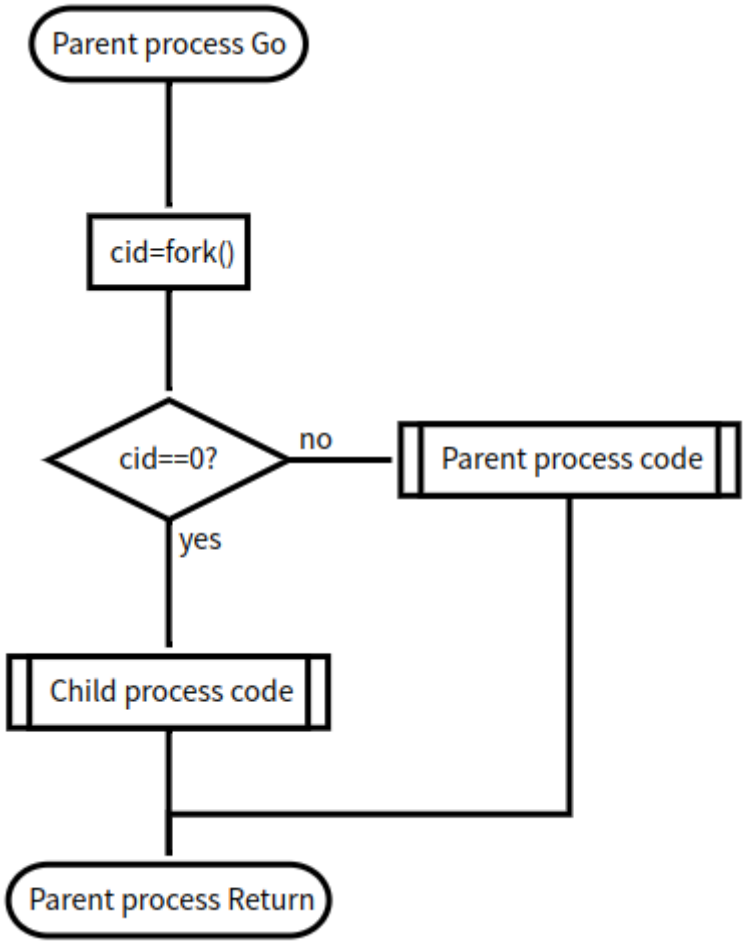
```
19
20          printf("Parent process id :%d\n", getpid());
21          for(int i=0; i<3 ; i++)
22              printf("world\n");
23      }
24
25      return 0;
26  }
```

重新编译观察结果，重点观察父子进程是否判断正确（通过比较进程id）。父子进程其实是**并发**执行的，但实验结果好像是顺序执行的，多执行几遍看看有无变化，如果没有变化试着将两个循环的次数调整高一些，比如30、300，然后再观察运行结果并解释原因。

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./process
Before fork process id :26984
Parent process id :26984
world
world
world
Child process id (my parent pid is 26984):26985
hello
hello
hello
```



结果：当循环次数较小时，父子进程看起来是先后顺序执行的；当循环次数较大时，可以看出父子进程交替进行，也就是并发进行。下图解释了fork工作流程。当父进程执行中遇到fork()时，创建了子进程。如果成功创建子进程，对于父子进程fork会返回不同的值，对于父进程它的返回值是子进程的进程id值，对于子进程它的返回值是0；如果创建失败，返回值为-1。所以根据返回值的值，父子进程交替进行。在次数较小的时候，父子进程执行需要的时间都很短，看起来是顺序进行的；在次数较大时，可以明显看出父子进程交替进行的情况。



4. 验证父子进程间的内存空间是相互独立的。在终端中进入自己的主目录，使用sublime命令新建一文件helloProcess2.c，输入下面的代码，然后编译运行，解释其原因。

```c
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
    pid_t cid;
    int x = 100;

    cid = fork();

   if(cid == 0){ //该分支是子进程执行的代码
       x++;
       printf("In child: x=%d\n",x);

    }else{ //该分支是父进程执行的代码
       x++;

       printf("In parent: x=%d\n",x);

    }

    return 0;
}
```

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ gcc hello2.c -o 2
imii@imii-PC:~/Desktop$ ls
2  hello  hello2.c  hello.c  《Linux操作系统》实验2：进程及线程创建.html  process  process.c
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./2
In parent: x=101
In child: x=101
imii@imii-PC:~/Desktop$
```

原因：父子进程间的内存空间是相互独立的。fork()的返回值对父进程来说是子进程的id号，对子进程来说是0。也就是父子进程都会进行x++，两个进程的输出相同，证明父子进程间的内存空间是相互独立的。

5. 在上一步的代码的20行添加如下语句，同时代码最顶端要包含一个新的头文件

```
#include <sys/wait.h>

wait(NULL);
```

wait函数会让调用者陷入等待，直到子进程的状态变为可用（即子进程结束前父进程一直处于等待状态）。
为了让效果更清楚，请将wait语句从20行移到18行，并在15行加上如下语句：

```
sleep(3);
```

sleep该函数可以让调用进程睡上指定的时间长度（单位是second）。
重新编译代码运行，我们特意让子进程输出完毕后睡了3秒，在这期间父进程什么事也没有做一直在wait，直到子进程结束后父进程才执行printf语句。

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./2
In child: x=101
```

6. 创建线程。先关闭先前的文件，sublime helloThread.c以创建一个新的C语言源文件，将下面的代码拷贝进编辑器。

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>

void* threadFunc(void* arg){ //线程函数

        printf("In NEW thread\n");

}

int main()
{
    pthread_t tid;

    pthread_create(&tid, NULL, threadFunc, NULL);

    //pthread_join(tid, NULL);

    printf("In main thread\n");

    return 0;
}
```

编译该段代码时，请注意gcc要加入新的参数，命令如下：

```
gcc helloThread.c -o helloThread -l pthread
```

运行一下观察到什么现象了？

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ gcc thread.c -o thread -l pthread
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./thread
In main thread
imii@imii-PC:~/Desktop$
```

只有一条主线程输出。
将上面第18行代码的注释去掉又观察到了什么现象？为什么？

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ im thread
imii@imii-PC:~/Desktop$ gcc thread.c -o thread -l pthread
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./thread
In NEW thread
In main thread
```

输出了主线程和新线程。

试着在主线程和新线程里加入循环输出，观察一下输出的效果和并发父子进程的执行效果是否相似。

```
imii@imii-PC:~/Desktop$ ./thread
In mainthread(83)
In NEW thread(86)
In mainthread(77)
In NEW thread(15)
In NEW thread(93)
In mainthread(35)
In NEW thread(86)
In mainthread(92)
In mainthread(49)
In NEW thread(21)
In mainthread(62)
```

输出结果的效果和并发父子进程的执行效果相似。

四、总结

无