0914进程控制

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

int main()
{
    pid_t id = fork();
    if(id == 0)
    {
        //子进程
        int cnt = 5;
        while(cnt)
        {
            printf("我是子进程: %d\n",cnt);
            sleep(1);
        }
        exit(11);//仅仅用来测试
    }
    else
    {
        //父进程
        int status = 0;
        //注意: 只有子进程退出的时候, 父进程才会waitpid函数, 进行返回! 【此时, 父进程还活着呢! ! ! 】
        pid_t result = waitpid(id, &status, 0);//默认是在阻塞状态去等待子进程状态变化 (就是退出)
        if(result > 0)
        {
            printf("父进程等待成功, 退出码: %d, 退出信号: %d\n",(status>>8)&0xFF,status&0x7F);

        }
    }
    return 0;
}
```

我们可以得出今天的第一个结论：

waitpid/wait 可以在目前的情况下，让进程退出具有一定的顺序性！
将来可以让父进程进行更多的收尾工作

其中这里的id
id > 0 等待指定进程
id == 0 我们稍后再讲
id == -1 等待任意一个子进程退出，等价于wait()

```c
int status = 0;
//注意: 只有子进程退出的时候, 父进程才会waitpid函数, 进行返回! 【此时, 父进程还活着呢! ! ! 】
pid_t result = waitpid(id, &status, 0);//默认是在阻塞状态去等待子进程状态变化 (就是退出)
if(result > 0)
```

```c
    //注意：只有子进程退出的时候，父进程才会waitpid函数，进行返回！【此时，父进程还活着呢！！！】
    pid_t result = waitpid(id, &status, 0);//默认是在阻塞状态去等待子进程状态变化（就是退出）
    if(result > 0)
    {
        printf("父进程等待成功，退出码：%d，退出信号：%d\n",(status>>8)&0xFF,status&0x7F);

    }
}
return 0;
```

对于上层使用的人来说，我使用的时候还要对操作系统内核有一定了解，还得知道status的构成，我才能提取信息
这样未免太麻烦了！

其实操作系统给我们提供了宏的，其实宏的底层实现就是我们学的位运算方法

Pid>0.等待其进程ID与pid相等的子进程。

status:

WIFEXITED(status): 若为正常终止子进程返回的状态，则为真。（查看进程是否是正常退出）

WEXITSTATUS(status) 若WIFEXITED非零，提取子进程退出码。（查看进程的退出码）

options:

WNOHANG: 若pid指定的子进程没有结束，则waitpid()函数返回0，不予以等待。若正常结束，则返回该子进程的ID。

```
gcc -o myproc myproc.c
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
我是子进程：4
我是子进程：3
我是子进程：2
我是子进程：1
我是子进程：0
子进程执行完毕，子进程的退出码：11
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

现在我们可以这么写

```c
    //父进程
    int status = 0;
    //注意：只有子进程退出的时候，父进程才会waitpid函数，进行返回！【此时，父进程还活着呢！！！】
    pid_t result = waitpid(id, &status, 0);//默认是在阻塞状态去等待子进程状态变化（就是退出）
    if(result > 0)
    {
        //printf("父进程等待成功，退出码：%d，退出信号：%d\n",(status>>8)&0xFF,status&0x7F);
        if(WIFEXITED(status))
        {
            printf("子进程执行完毕，子进程的退出码：%d\n",WEXITSTATUS(status));
        }
        else
        {
            printf("子进程异常退出：%d\n",WIFEXITED(status));
        }
    }
}
```

现在我们知道，当父进程在等待子进程死的时候，父进程是阻塞式等待，也就是说，父进程在等待的时候啥都没干，那么此时，如果我们想让父进程继续去做一些事情呢？

此时我们需要设置第三个参数，
第三个参数默认为0，表示阻塞等待！
WNOHANG表示非阻塞等待

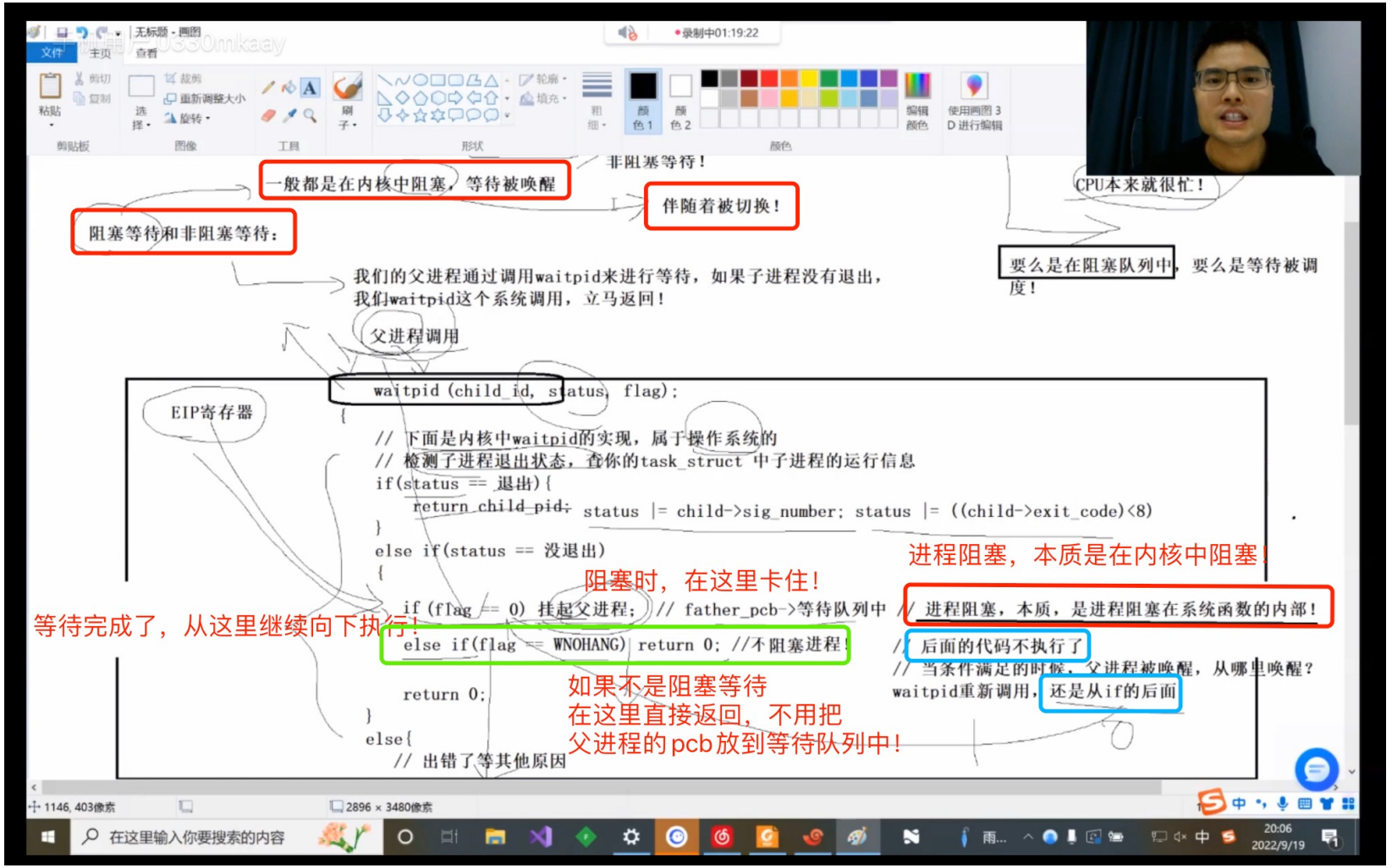
```
    options:
        WNOHANG: 若pid指定的子进程没有结束，则waitpid()函数返回0，不予以等待。若正常结束，则返回该子进程的ID。
```

阻塞等待和非阻塞等待：

非阻塞等待：

如果父进程检测子进程的退出状态，发现子进程没有退出，我们的父进程通过调用waitpid来进行等待。

如果子进程没有退出，我们waitpid这个系统调用立马返回！



这种阻塞等待，其实是在系统调用接口中阻塞
也就是内核中阻塞

比如以前我们的scanf，cin
我们不从键盘输入

发现缓冲区里面资源没有就绪
系统就把我们的进程挂起！
此时，表面上看，就是卡住了！

而在哪里卡住？
由冯诺依曼体系我们知道，
键盘这些输入硬件，到显示器这种输出硬件中，肯定会经过操作系统
所以其实本质上也是在内核中卡住了！
Scanf，cin必定封装了系统调用！

那么非阻塞调用的时候，直接就返回了。
那我们怎么知道子进程的状态呢？
我们会每隔一段时间去检测一下子进程的状态，如果监测到子进程结束，就释放子进程
这个叫做 --- 基于非阻塞调用的轮询检测方案

为什么我们要重点学习阻塞和非阻塞？

因为我们未来编写代码的内容，大部分是网络代码，大部分都是IO类别，不断面临阻塞和非阻塞接口！

```c
//下面的方案是处理非阻塞调用的
int quit = 0;
while(!quit)
{
    int status = 0;
    pid_t res = waitpid(-1,&status,WNOHANG);//以非阻塞方式等待
    if(res > 0)
    {
        //等待成功 -- 子进程退出
        printf("等待子进程退出，退出码: %d\n",WEXITSTATUS(status));
        quit = 1;//让循环break一下
    }
    else if(res == 0)
    {
        //等待成功 -- 但是子进程并未退出
        printf("子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情\n");
    }
    else
    {
        //等待失败
        //其实就是waitpid等待失败，比如我们id写错了，写了1234，但没有1234这个进程
        printf("wait失败!\n");
        quit = 1;//让循环break一下
    }
    sleep(1);
    printf("此时父进程还可以做事情! \n");
}
#if 0
```

这次，父进程在等子进程的时候，并没有被挂起！
而是可以做其他事情！
这就是非阻塞等待！

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
我是子进程：4
此时父进程还可以做事情!
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
我是子进程：3
此时父进程还可以做事情!
我是子进程：2
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
此时父进程还可以做事情!
我是子进程：1
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
我是子进程：0
此时父进程还可以做事情!
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
此时父进程还可以做事情!
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
此时父进程还可以做事情!
等待子进程退出，退出码：11
此时父进程还可以做事情!
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

再写一个让父进程做点别的事的例子：

```cpp
#include<unistd.h>
#include<iostream>
#include<vector>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<sys/types.h>
#include<sys/wait.h>

typedef void (*handler_t)(); //函数指针类型

std::vector<handler_t> handlers; //函数指针数组

void fun_one()
{
    std::cout<<"这是任务1"<<std::endl;
}
void fun_two()
{
    std::cout<<"这是任务2"<<std::endl;
}
//设置对应的方法回调
void Load()
{
    handlers.push_back(fun_one);
    handlers.push_back(fun_two);
}
```

```cpp
int main()
{
    pid_t id = fork();
    if(id == 0)
    {
        //子进程
        int cnt = 5;
        while(cnt--)
        {
            printf("我是子进程: %d\n",cnt);
            sleep(1);
        }
        exit(11);//仅仅用来测试
    }
    else
    {
        //下面的方案是处理非阻塞调用的
        int quit = 0;
        while(!quit)
        {
            int status = 0;
            pid_t res = waitpid(-1,&status,WNOHANG);//以非阻塞方式等待
            if(res > 0)
            {
                //等待成功 -- 子进程退出
                printf("等待子进程退出，退出码: %d\n",WEXITSTATUS(status));
                quit = 1;//让循环break一下
            }
```

```cpp
            else if(res == 0)
            {
                //等待成功 -- 但是子进程并未退出
                printf("子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情\n");
                //此时我们父进程做点别的事情呗
                if(handlers.empty())
                {
                    Load();
                }
                for(auto iter : handlers)
                {
                    //执行处理其他任务
                    iter();
                }
            }
            else
            {
                //等待失败
                //其实就是waitpid等待失败，比如我们id写错了，写了1234，但没有1234这个进程
                printf("wait失败!\n");
                quit = 1;//让循环break一下
            }
            sleep(1);
        }
```

```cpp
        #if 0
        //下面的方案是处理阻塞调用的!
        //父进程
        int status = 0;
        //注意：只有子进程退出的时候，父进程才会waitpid函数，进行返回！【此时，父进程还活着呢！！！】
        pid_t result = waitpid(id, &status, 0);//默认是在阻塞状态去等待子进程状态变化（就是退出）
        if(result > 0)
        {
            //printf("父进程等待成功，退出码: %d, 退出信号: %d\n",(status>>8)&0xFF,status&0x7F);
            if(WIFEXITED(status))
            {
                printf("子进程执行完毕，子进程的退出码: %d\n",WEXITSTATUS(status));
            }
            else
            {
                printf("子进程异常退出: %d\n",WIFEXITED(status));
            }
        }
        #endif
    }
    return 0;
}
```

以后想让父进程闲着的时候执行任何方法的时候，只需要向Load里面注册，就可以让父进程执行对应的方法了！

此时，我们就通过了回调的方式，让父进程在等待子进程的时候，处理一些问题和事情

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
我是子进程：4
这是任务1
这是任务2
我是子进程：3
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
这是任务1
这是任务2
我是子进程：2
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
这是任务1
这是任务2
我是子进程：1
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
这是任务1
这是任务2
我是子进程：0
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
这是任务1
这是任务2
子进程还在运行中，暂时还没有退出，父进程可以再等一等，处理一下其他事情
这是任务1
这是任务2
等待子进程退出，退出码：11
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

以后想让父进程闲着的时候执行任何方法的时候，只需要向Load里面注册，就可以让父进程执行对应的方法了！

进程替换

1. 是什么？概念+原理

2. 怎么办？操作

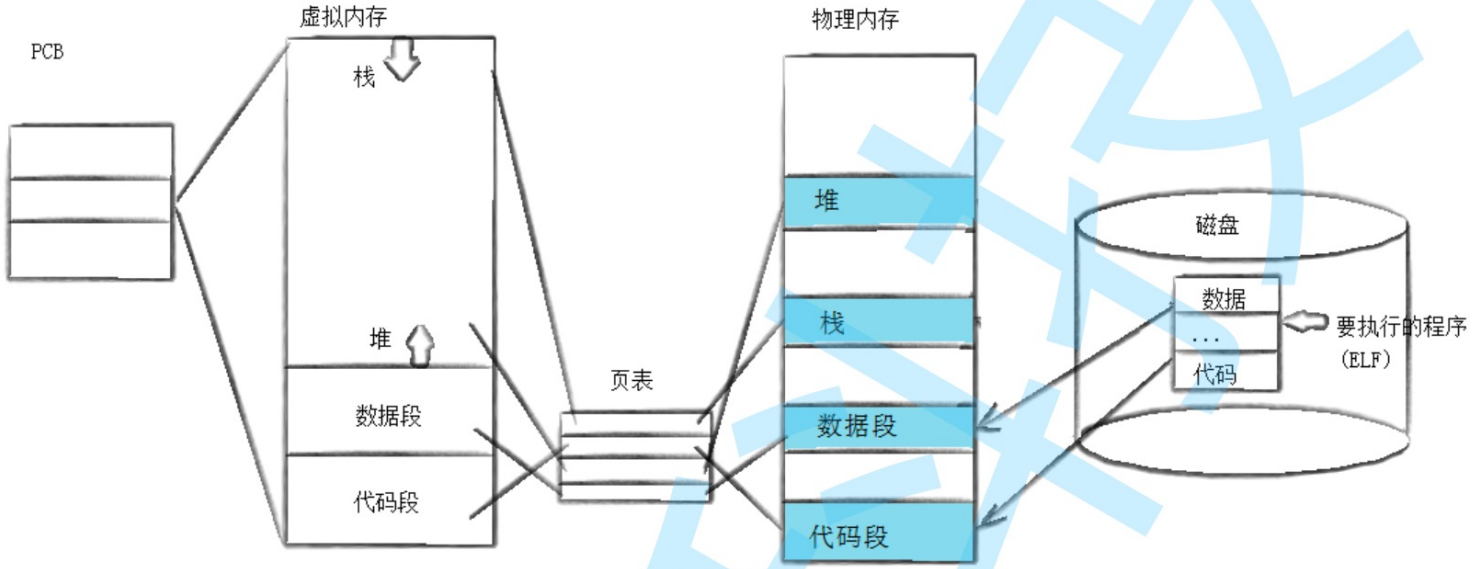
3. 为什么？总结

我们以前学：
fork()之后，父子各自执行进程代码的一部分
如果子进程就像执行一个全新的程序呢？

进程替换，是通过特定的接口，加载到磁盘上 的一个权限的程序（代码和数据），加载到调用进程的地址空间中！

替换原理

用fork创建子进程后执行的是和父进程相同的程序(但有可能执行不同的代码分支),子进程往往要调用一种exec函数以执行另一个程序。当进程调用一种exec函数时,该进程的用户空间代码和数据完全被新程序替换,从新程序的启动例程开始执行。调用exec并不创建新进程,所以调用exec前后该进程的id并未改变。



替换函数

其实有六种以exec开头的函数,统称exec函数:

```
#include <unistd.h>`

int execl(const char *path, const char *arg, ...);
int execlp(const char *file, const char *arg, ...);
int execle(const char *path, const char *arg, ...,char *const envp[]);
int execv(const char *path, char *const argv[]);
int execvp(const char *file, char *const argv[]);
```

int execve(const char *path, char *const argv[], char *const envp[]);

1. 进程替换，有没有创建新的进程？
没有！因为pcb这些结构没变！

2. 如何理解所谓的将程序放入内存中？
本质就是加载！

我们学习的所谓的exec系列的函数
本质
就是如何加载程序的函数

2. 怎么办？操作

a. 1. 不创建子进程　　2. 创建子进程（只使用最简单的exec函数） -- 见见是啥东西

b. 详细展开其他函数的用法！

```
EXEC(3)                          Linux Programmer's Manual                          EX

NAME
       execl, execlp, execle, execv, execvp, execvpe - execute a file

SYNOPSIS
       #include <unistd.h>

       extern char **environ;

       int execl(const char *path, const char *arg, ...);
       int execlp(const char *file, const char *arg, ...);
       int execle(const char *path, const char *arg,
                  ..., char * const envp[]);
       int execv(const char *path, char *const argv[]);
       int execvp(const char *file, char *const argv[]);
       int execvpe(const char *file, char *const argv[],
                   char *const envp[]);
```

课件上是6个，其实有7个

不过，只要会用一个，其他的都很快能学会！

```
int execl(const char *path, const char *arg, ...);
```

path: 路径+目标文件名

... : 可变参数列表

这里的可变参数列表：
我们在命令行桑怎么执行的
这里的参数就按顺序一个一个填上去
而且
最后一个参数，必须是NULL，表示参数传递完毕！

```c
int main()
{
    printf("当前进程的开始代码!\n");
    //我们想在代码中执行一个名为ls的可执行程序
    // execl("/usr/bin/ls","ls",NULL);
    execl("/usr/bin/ls","ls","-a","-l",NULL);
    printf("当前进程的结束代码!\n");
    return 0;
}
```

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ make
g++ -std=c++11 -o myproc myproc2.cc
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
当前进程的开始代码!
total 32
drwxrwxr-x 2 yufc yufc 4096 Jan 17 19:08 .
drwxrwxr-x 8 yufc yufc 4096 Jan 17 15:45 ..
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc   77 Jan 17 19:06 Makefile
-rwxrwxr-x 1 yufc yufc 8448 Jan 17 19:08 myproc
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc  402 Jan 17 19:08 myproc2.cc
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc 2960 Jan 17 18:54 myproc.cc
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

相当于执行了 ls -al

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ which ls
alias ls='ls --color=auto'
        /usr/bin/ls
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

不过我们在程序里面调用的ls其实是
带了 控制颜色 的选项的

所以我们在代码上加一个选项，我们也有颜色了

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ make
g++ -std=c++11 -o myproc myproc2.cc
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
当前进程的开始代码！
total 32
drwxrwxr-x 2 yufc yufc 4096 Jan 17 19:12 .
drwxrwxr-x 8 yufc yufc 4096 Jan 17 15:45 ..
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc   77 Jan 17 19:06 Makefile
-rwxrwxr-x 1 yufc yufc 8448 Jan 17 19:12 myproc
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc  417 Jan 17 19:12 myproc2.cc
-rw-rw-r-- 1 yufc yufc 2960 Jan 17 18:54 myproc.cc
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

但是我们发现一个问题：

为什么

当进程的结束代码这句话为什么不打印？？？

原因是：
execl是程序替换，调用该函数成功之后，会将当前进程所有的代码和数据都进行替换！包括已经执行的和没有执行的！

一旦调用成功，后续所有的代码都不会执行！

```c
int main()
{
    printf("当前进程的开始代码!\n");
    //我们想在代码中执行一个名为ls的可执行程序
    // execl("/usr/bin/ls","ls",NULL);
    execl("/usr/bin/lssss","ls","--color=auto","-a","-l",NULL);
    printf("当前进程的结束代码!\n");
    return 0;
}
```

如果函数调用失败

```
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$ ./myproc
当前进程的开始代码!
当前进程的结束代码!
[yufc@VM-12-12-centos 0919]$
```

则不会被替换，这些都很好理解！

```
RETURN VALUE
       The exec() functions return only if an error has occurred.  The return value is -1, and errno is  set
       to indicate the error.

ERRORS
       All of these functions may fail and set errno for any of the errors specified for execve(2).
```

只有调用失败了才会有返回值！

为什么只有调用失败才有返回值呢？

这个也很简单 --- 都调用成功了，代码和数据都被替换了（包括execl自己）

所以我们使用execl的时候

根本也不需要对返回值做判断

如果调用失败了，则直接在后面写个exit(1) 退出码是1 即可

如果调用成功了，exit(1)也不会被执行。

在这里我们根本不需要判断返回值！