苏州大学实验报告

院系	计算机学院	年级专业	21 计科	姓名	方浩楠	学号	2127405048
课程名称	操作系统课程实践					成绩	
指导教师	王红玲	同组实验者	无		实验日期	2024.3.6	

实 验 名 称　　实验 2 进程创建

一. 实验目的

1. 加深对进程概念的理解，进一步认识并发执行的实质
2. 掌握 Linux 操作系统的进程创建和终止操作
3. 掌握在 Linux 系统中创建子进程后并加载新映像的操作。

二. 实验内容

1. 编写一个 C 程序，使用系统调用 fork( )创建一个子进程。要求：①在子进程中分别输出当前进程为子进程的提示、当前进程的 PID 和父进程的 PID、根据用户输入确定当前进程的返回值、退出提示等信息。②在父进程中分别输出：当前进程为父进程的提示、当前进程的 PID 和子进程的 PID、等待子进程退出后获得的返回值、退出提示等信息。
2. 编写 C 程序，使用系统调用 fork()创建一个子进程，子进程调用 exec 族函数执行系统命令 ls。
3. 调试并运行下列代码，回答下述问题。

①一共创建了多少个进程?

② 画出创建的进程树。

③ 给出程序执行的结果。

④ 若删除代码中的“wait(&rtn);”语句，程序的运行结果是否相同？为什么?

```
int main()
{
 int rtn=0;
 int i;
 for(i=0;i<2;i++)
 {
 if(fork()==0)
 printf("Child: the parent pid is: %d, the current pid is:%d\n", getppid(),getpid());
 else
 {
 printf("Parent: the process pid is: %d\n",getpid());
 wait(&rtn);
 }
 }
 exit(0);
}
```

教务处制

三. 实验步骤和结果

1.

c 程序代码:

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

int main() {
    pid_t childpid;
    int retval;
    int status;

    childpid = fork();
    if (childpid >= 0) {
        if (childpid == 0) {
            printf("CHILD: I am the child process!\n");
            printf("CHILD: Here is my PID: %d\n", getpid());
            printf("CHILD: My parent's PID: %d\n", getppid());
            printf("CHILD: The value of fork return is: %d\n", childpid);
            printf("CHILD: Sleep for 1 second...\n");
            sleep(1);
            printf("CHILD: Enter an exit value (0~255):\n");
            scanf("%d", &retval);
            printf("Goodbye!\n");
            exit(retval);
        } else {
            printf("PARENT: I am the parent process!\n");
            printf("PARENT: Here is my PID: %d\n", getpid());
            printf("PARENT: The value of my child's PID is: %d\n", childpid);
            printf("PARENT: I will now wait for my child to exit.\n");
            wait(&status);
            printf("PARENT: Child's exit code is: %d\n", WEXITSTATUS(status));
            printf("PARENT: Goodbye!\n");
            exit(0);
        }
    } else {
        perror("fork failed");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    return 0;
}

```

运行结果:

```
/home/ubuntu/os_experiment/week2/project1/cmake-build-debug/project1
PARENT: I am the parent process!
CHILD: I am the child process!
CHILD: Here is my PID: 2709405
CHILD: My parent's PID: 2709403
CHILD: The value of fork return is: 0
CHILD: Sleep for 1 second...
PARENT: Here is my PID: 2709403
PARENT: The value of my child's PID is: 2709405
PARENT: I will now wait for my child to exit.
CHILD: Enter an exit value (0~255):
100
Goodbye!
PARENT: Child's exit code is: 100
PARENT: Goodbye!

Process finished with exit code 0
```

2.

c 程序代码:

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

int main() {
    pid_t pid = fork();

    if (pid == -1) {
        perror("fork failed");
        exit(EXIT_FAILURE);
    } else if (pid == 0) {
        printf("Child Process: Listing Directory Contents\n");
        printf("Execute the  ls  command\n");
        fflush(stdout);
        if (execlp("ls", "ls", NULL) == -1) {
            perror("execlp failed");
            exit(EXIT_FAILURE);
        }
    } else {
        printf("Parent Process: Waiting for Child Process to Complete\n");
        wait(NULL);
        printf("Parent Process: Child Process Completed\n");
    }

    return EXIT_SUCCESS;
}

```

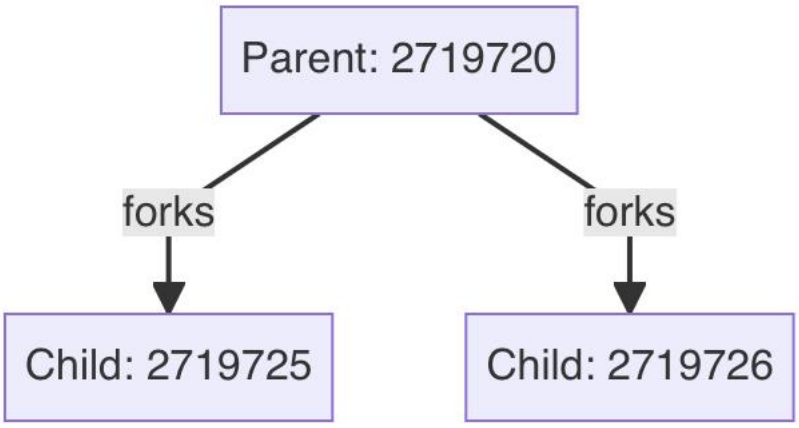
3.

```c
#include <zconf.h>
#include <malloc.h>
#include <wait.h>
#include <mm_malloc.h>

int main() {
    int rtn = 0;
    int i;
    for (i = 0; i < 2; i++) {
        if (fork() == 0)
            printf("Child: the parent pid is: %d, the current pid is:%d\n", getppid(), getpid());
        else {
            printf("Parent: the process pid is: %d\n", getpid());
            wait(&rtn);
        }
    }
    exit(0);
}
```

(1) 一共创建了三个进程

(2) 进程树:



(3)代码运行结果:

```
/home/ubuntu/os_experiment/week2/project2/cmake-build-debug/project2
Parent Process: Waiting for Child Process to Complete
Child Process: Listing Directory Contents
execute the  ls  command
CMakeCache.txt  CMakeFiles  Testing  build.ninja  cmake_install.cmake  project2
Parent Process: Child Process Completed

Process finished with exit code 0
```

(3) 删除后不相同.删除后父进程将不会等待子进程结束.程序的同步行为将被移除，父子进程的执行顺序可能变化，导致父子进程的执行更加独立和不可预测。

教务处制

四. 实验总结

调用 fork() 函数的三种返回情况
当在 Linux 操作系统中调用 fork()函数时，会有三种不同的返回情况，这些返回值对于控制程序流程非常关键：
返回值为-1：当 fork()调用失败时，会返回-1。这通常是由于系统资源限制或达到了进程数量的上限。在这种情况下，新的子进程不会被创建，程序应该检查这种错误并适当地处理。
返回值为 0：当 fork()调用在子进程中成功时，会返回 0。这意味着你现在在子进程的上下文中运行，可以在此基础上执行子进程特有的代码逻辑。通常，子进程会执行与父进程不同的任务或者调用 exec 系列函数加载新的程序映像。
返回值大于 0：当 fork()调用在父进程中成功时，会返回子进程的 PID（进程 ID）。这允许父进程获取子进程的标识符，以便于之后进行进程间通信、发送信号或等待子进程的结束。

fork() 和 wait() 配合使用的情况
fork()和 wait()函数经常一起使用来控制父子进程之间的同步执行。fork()用于创建新的子进程，而 wait()用于使父进程暂停执行，直到一个子进程结束。正常使用情况：在父进程中调用 wait()函数可以等待子进程的完成。wait()会阻塞父进程的执行直到至少有一个子进程结束。在此期间，父进程不消耗 CPU 资源。wait()还能够获取子进程的退出状态，使父进程可以了解子进程的结束原因和状态。

取消 wait()函数的影响：如果在父进程中取消 wait()函数，父进程将不会等待子进程结束就继续执行。这会导致几个可能的问题：
僵尸进程：子进程结束后，如果父进程没有通过 wait()或 waitpid()调用来回收子进程的状态信息，子进程会成为僵尸进程。虽然僵尸进程释放了大部分资源，但仍然保留在进程表中，占用系统资源。
父进程提前结束：如果父进程在子进程之前结束，子进程将变成孤儿进程。孤儿进程将被 init 进程 (PID 为 1 的进程) 接管，init 进程会自动调用 wait()回收孤儿进程的状态信息，防止孤儿进程成为僵尸进程。

通过本实验，目的在于：
加深对进程概念的理解，深入认识并发执行的实质。
掌握 Linux 操作系统中进程的创建和终止操作。
学习在 Linux 系统中如何创建子进程并加载新的执行映像。

本次实验的成果:
创建并管理子进程：通过编写 C 程序，使用 fork()系统调用创建子进程，实践了在 Linux 下的进程创建和管理。子进程中输出了其 PID、父进程的 PID 以及根据用户输入决定的退出值，从而深入理解了进程间的关系和通信机制。
使用 exec 族函数：编写程序实现 fork()后子进程调用 exec 族函数执行系统命令 ls，学习了如何在子进程中替换当前进程的映像为新的程序映像，这对理解进程状态和程序执行的过程至关重要。

进程创建分析：通过对给定代码的调试和分析，学习到了进程创建树的概念，理解了在 Linux 下使用 fork()创建进程的机制和父子进程间的同步方法。实验表明，在给定的代码执行过程中，一共创建了四个进程（一个父进程和三个子进程），进程创建树的分析有助于理解并发执行的内在机制。

并发执行的同步：通过比较包含和删除 wait(&rtn);语句的程序运行结果，深入理解了进程同步的重要性。wait()函数使得父进程等待子进程的结束，保证了进程间的有序执行。移除 wait()后，父子进程的执行顺序变得不可预测，可能导致资源管理上的问题，如僵尸进程的产生。