同济大学计算机系

操作系统实验报告

实验内容 **UNIX V6++中新进程创建与父子进程同步**

学　　号 **2251745**

姓　　名 张宇

专　　业 计算机科学与技术

授课老师 方钰

一、实验 4.1~实验 4.3

1 具体代码如下：

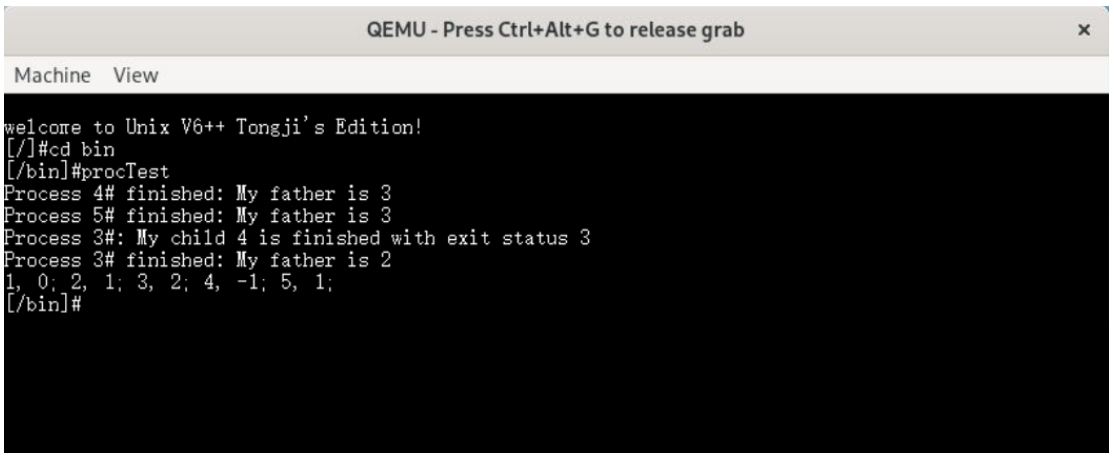
programs > C procTest.c > ...

```c
#include <stdio.h>
#include <sys.h>
void main1() {
    int ws = 2;
    int i, j, k, pid, ppid;

    if (fork()) {
        // 2#
        sleep(2);
        for (k = 1; k < 6; k++) {
            printf("%d, %d; ", k, getppid(k));
        }
        printf("\n");
    } else {
        // 3#
        if (fork()) {
            if (fork()) {
                // 3#
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                for (k = 0; k < ws; k++) {
                    i = wait(&j);
                    printf("Process %d#: My child %d is finished with exit status %d\n", pid, i, j);
                }
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            } else {
                // 5#
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            }
        } else {
            // 4#
            pid = getpid();
            ppid = getppid(pid);
            printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
            exit(ppid);
        }
    }
}

```

运行结果如下：

2 将 ws 的值修改为 0，即父进程不执行 wait 后，运行结果如下：

3 将 ws 的值修改为 1，即父进程执行一个 wait 后，运行结果如下：



二、针对实验 4.3 回答问题

1. 进程的调度顺序

3#进程首先创建两个子进程 4#和 5#，随后执行一次 wait 系统调用，等待其中一个子进程结束。4#进程在被创建后优先运行，完成其任务后调用 exit 终止自己，并唤醒 3#进程，3#进程随即回收 4#进程的退出码。此时，5#进程仍然处于活跃状态，但由于 3#进程只执行了一次 wait 操作，它并未等待 5#进程结束，而是直接终止。3#进程终止后，5#进程被系统重新分配给系统进程（1#）作为新的父进程，直到 5#进程完成任务并由 1#回收。

2. 产生这样的调度顺序的原因

这样的调度顺序是由 UNIX V6++的进程管理机制决定的。首先，4#和 5#作为刚被创建的子进程，具有相同的初始优先级。在这种情况下，系统会优先调度进程 ID 较小的进程（即 4#）运行，因此 4#先于 5#执行并结束。3#进程的行为则由代码中 wait 调用的数量决定。由于代码中 3#进程只执行了一次 wait，它在回收 4#进程后未再等待 5#进程，而是直接调用 exit 终止自己。这使得 5#进程在没有被 3#回收的情况下被移交给系统进程 1#。

3. 5#在最后的打印输出语句时，为什么显示进程还存在，且父进程为 1#

这是因为 5#进程在 3#进程终止后尚未结束，系统自动将 3#的孤立子进程的父进程重置为 1#，以确保系统中没有孤立的子进程存在。

4. 5#将由谁在何时回收

5#进程将在其调用 exit 终止时，由系统进程 1#回收。

三、实验 4.4

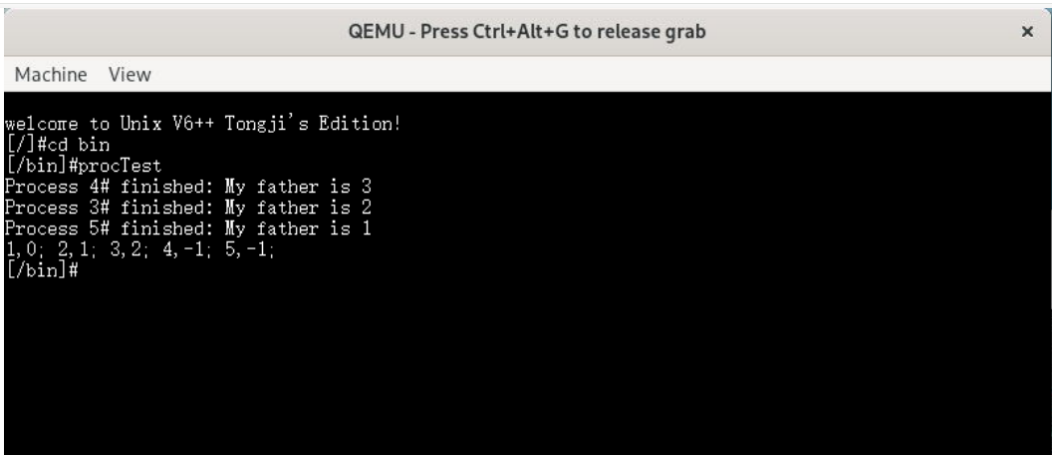
1. 对于图 6

修改后的代码如下：

programs > C procTest.c > main1()

```c
#include <stdio.h>
#include <sys.h>
void main1() {
    int ws = 0;
    int i, j, k, pid, ppid;

    if (fork()) {
        // 2#
        sleep(2);
        for (k = 1; k < 6; k++) {
            printf("%d,%d; ", k, getppid(k));
        }
        printf("\n");
    } else {
        // 3#
        if (fork()) {
            sleep(1);
            if (fork()) {
                // 3#
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                for (k = 0; k < ws; k++) {
                    i = wait(&j);
                    printf("Process %d#: My child %d is finished with exit status %d\n", pid, i, j);
                }
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            } else {
                // 5#
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            }
        } else {
            // 4#
            pid = getpid();
            ppid = getppid(pid);
            printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
            exit(ppid);
        }
    }
}

```

运行结果如下：



输出解释：

3#首先执行 fork 创建 4#进程，由于 4#优先级高，立即被调度运行并打印出自己的 ID 和父进程 ID。4#在执行完成后调用 exit 终止，并将其退出码返回给 3#。随后，3#恢复执行，继续调用 fork 创建 5#进程，并打印出自己的 ID 和父进程 ID 后执行 exit 终止，创建的 5#的父进程改为了 1#进程。3#进程终止后，5#进程上台执行，打印出自己的 ID 和父进程 ID 后执行 exit 终止。

原因：在创建 4#进程后，3#进程通过 sleep 等待 1s，所以当前只有一个子进程，其初始优先级为 0（最高优先级），而父进程的优先级因调用 fork 而被重算并降低。因此，4#进程在创建后立即获得调度权，并抢占了 3#的执行。由于此时 5#进程尚未被创建，4#成为唯一活跃的高优先级进程。后续与实验 4.2 相同。

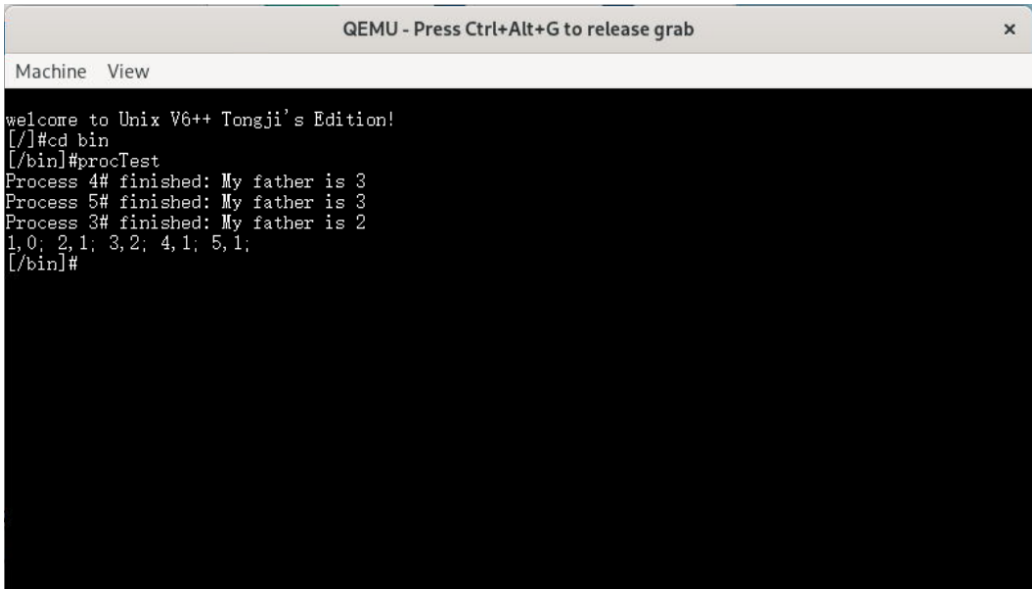
2. 对于图 7

修改后的代码如下：

programs > C procTest.c > main1()

```c
#include <stdio.h>
#include <sys.h>
void main1() {
    int ws = 0;
    int i, j, k, pid, ppid;

    if (fork()) {
        // 2#
        sleep(2);
        for (k = 1; k < 6; k++) {
            printf("%d,%d; ", k, getppid(k));
        }
        printf("\n");
    } else {
        // 3#
        if (fork()) {
            if (fork()) {
                // 3#
                sleep(1);
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                for (k = 0; k < ws; k++) {
                    i = wait(&j);
                    printf("Process %d#: My child %d is finished with exit status %d\n", pid, i, j);
                }
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            } else {
                // 5#
                pid = getpid();
                ppid = getppid(pid);
                printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
                exit(ppid);
            }
        } else {
            // 4#
            pid = getpid();
            ppid = getppid(pid);
            printf("Process %d# finished: My father is %d\n", pid, ppid);
            exit(ppid);
        }
    }
}

```

运行结果如下：



输出解释：

3#进程执行两个 fork 创建出 4#进程和 5#进程后，4#进程先执行，执行完后 5#进程执行，最后再执行 3#进程。

原因：3#先执行 fork 创建 4#进程和 5#进程后，先执行 sleep 等待 1s，此时有 4#进程和 5#进程，优先级相同时系统优先调用 id 小的进程，因此 4#进程抢占执行权并打印出自己的 ID 和父进程 ID，4#执行完成后调用 exit 终止并返回，此时 3 进程仍然在等待，于是 5#进程获得执行权并打印出自己的 ID 和父进程 ID，5#执行完成后调用 exit 终止并返回，3#进程等待完毕后获得执行权并打印出自己的 ID 和父进程 ID，执行完成后调用 exit 终止，由于 4#进程和 5#进程在终止时，其父进程 3#进程还未终止，因此父进程仍然为 3#进程。