华东师范大学数据学院上机实践报告

课程名称：操作系统　　**年级：**2019 级　　**上机实践成绩：**

指导教师：翁楚良　　**姓名：**杨浩然

上机实践名称：Shell 及系统调用　　**学号：**10195501441　　**上机实践日期：**21/3/2

上机实践编号：1

一、 目的

学习 Shell，系统编程，实现一个基本的 Shell。

二、 内容与设计思想

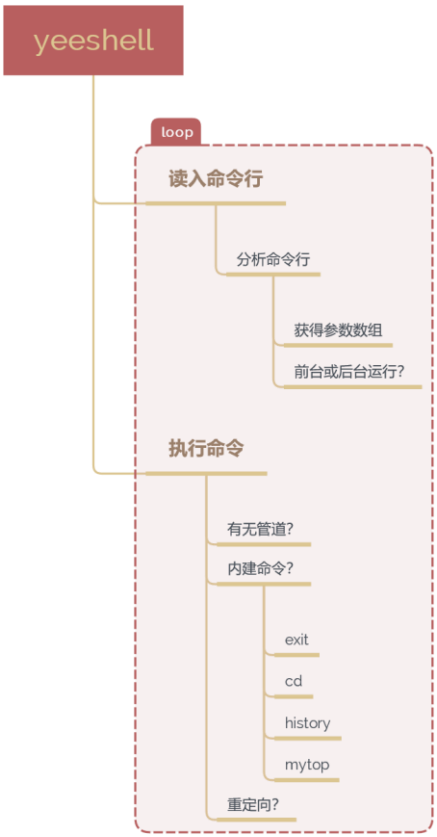
编写一个可以在 MINIX3 环境下运行的 Shell。

三、 使用环境

MINIX3，CentOS

四、 实验过程

1. 分析实验要求，进行自顶向下的整体构思



2. 分模块添加程序细节

1）Shell 的基本循环

一个 Shell 在它的生命周期中主要做三件事：读取命令、分析并执行命令和终止，因此我们需要一个条件永真的循环，即，main ()函数。

2）读取命令

利用 getline ()从键盘读取命令并存入数组。

3）分析命令

分析命令有多个角度：

a. 分割命令行，获取参数数组 args[][]。

b. 通过判断是否存在字符“&”，决定前台执行或后台执行。

c. 通过判断是否存在字符“>”或“<”，决定是否进行重定向。

d. 通过判断是否存在字符“|”，决定是否引入管道。

4）判断命令执行方式

a. 内建命令：包括 exit（退出 Shell）、cd（切换目录）、history（查看历史命令）、mytop（基本性能分析）。内建命令的实现在文件中预先编写好，是 Shell 的一部分，直接调用相关函数。

b. 外部命令：非内建命令即存在于 Shell 之外的程序，它们并不是 Shell 中的是一部分。需要 fork 一个子进程，子进程使用 exec ()系统调用执行对应任务。

3. 关键功能实现

1）执行命令

首先 fork 一个子进程，在子进程中使用 exec ()执行命令。若是前台任务，则在父进程中调用 waitpid(pid, NULL, 0)等待子进程结束；若是后台任务，父进程调用 signal (SIGCHLD, SIG_IGN)忽略 SIGCHLD，通知内核把僵尸子进程转交给 init 进程去处理。

2）重定向

重定向包含两个方向，重定向输出和重定向输入。具体的实现中，用到了三个关键函数，open ()、close ()和 dup ()（所需头文件为 sys/types.h，sys/stat.h，fcntl.h，unistd.h）。

open (const char *__path, int __oflag, ...)：参数__oflag 分为主类和副类，主类包含三个互斥的参数，代表了三种文件打开方式，副类限定了其他的打开方式。

close (int __fd)：关闭文件。

dup (int __fd)：复制__fd 的文件描述符。

以重定向输出为例，实现逻辑是简单的。首先打开输出文件 fd，再调用 close (1)关闭文件输出，最后调用 dup (fd)将文件输出重定向到 fd。

重定向输入同理。

3）管道

管道的功能是在程序间传递数据。管道功能的实现是基于重定向思想的，但调用了 pipe ()。

int pipe (int __pipedes[2])：函数调用成功返回 r/w 两个文件描述符。无需 open，但需手动 close。规定：fd[0] → r； fd[1] → w，就像 0 对应标准输入，1 对应标准输出一样。向管道文件读写数据其实是在读写内核缓冲区。

将管道两边的命令分别记作 cmd1 和 cmd2，那么实现管道主要有四个步骤：

a. 创建 pipe

b. fork 两个子进程执行 cmd1 和 cmd2 命令

c. 把 cmd1 的子进程的标准输出、标准错误重定向到管道数据入口

d. 把 cmd2 的子进程的标准输入重定向到管道数据出口

4）mytop 命令

Linux 系统上的/proc 目录是一种文件系统，即 proc 文件系统。与其它常见的文件系统不同的是，/proc 是一种伪文件系统（也即虚拟文件系统），存储的是当前内核运行状态的一系列特殊文件，用户可以通过这些文件查看有关系统硬件及当前正在运行进程的信息，甚至可以通过更改其中某些文件来改变内核的运行状态。

基于/proc 文件系统如上所述的特殊性，其内的文件也常被称作虚拟文件，并具有一些独特的特点。例如，其中有些文件虽然使用查看命令查看时会返回大量信息，但文件本身的大小却会显示为 0 字节。此外，这些特殊文件中大多数文件的时间及日期属性通常为当前系统时间和日期，这跟它们随时会被刷新（存储于 RAM 中）有关。

为了查看及使用上的方便，这些文件通常会按照相关性进行分类存储于不同的目录甚至子目录中，如/proc/meminfo 中，可以查看内存信息

mytop 命令的实现主要依赖/proc 文件夹内的信息。mytop 由 memory 和 CPU 两个部分的信息组成。

利用/proc/meminfo 中的内存信息，计算出内存信息，总内存、空闲内存和已缓存的内存。

利用/proc/pid/psinfo 和/proc/kinfo，得到进程相关信息，计算总体 ticks 和空闲 ticks，得到 CPU 的使用占比。

五、总结

在上学期的《计算机系统与云计算》的课程基础上，经过《操作系统》几周的学习，最终完成了简易 Shell 的编写。

这次实验作业，广泛查阅了资料，积极与同学和助教老师展开了有益的讨论，进行了坚持不懈的编码，对类 UNIX 系统 MINIX3 有了基本的了解，对操作系统的 Shell 进行了自顶向下的解构和代码编写，深刻认识了 Shell 即系统调用，为之后的课程学习打下了基础。