Lab 0 基础

2023.9.19

实验说明

- 总共七个实验，基础、锁各占一周，剩下的实验两周，最后一周作为总结以及成绩评定。
- 基础、锁、系统调用、页表管理、Traps、COW、文件系统。
- 每次的实验报告在下一个实验之前发到助教邮箱中。

实验课群

群聊: oslab-2023秋季群

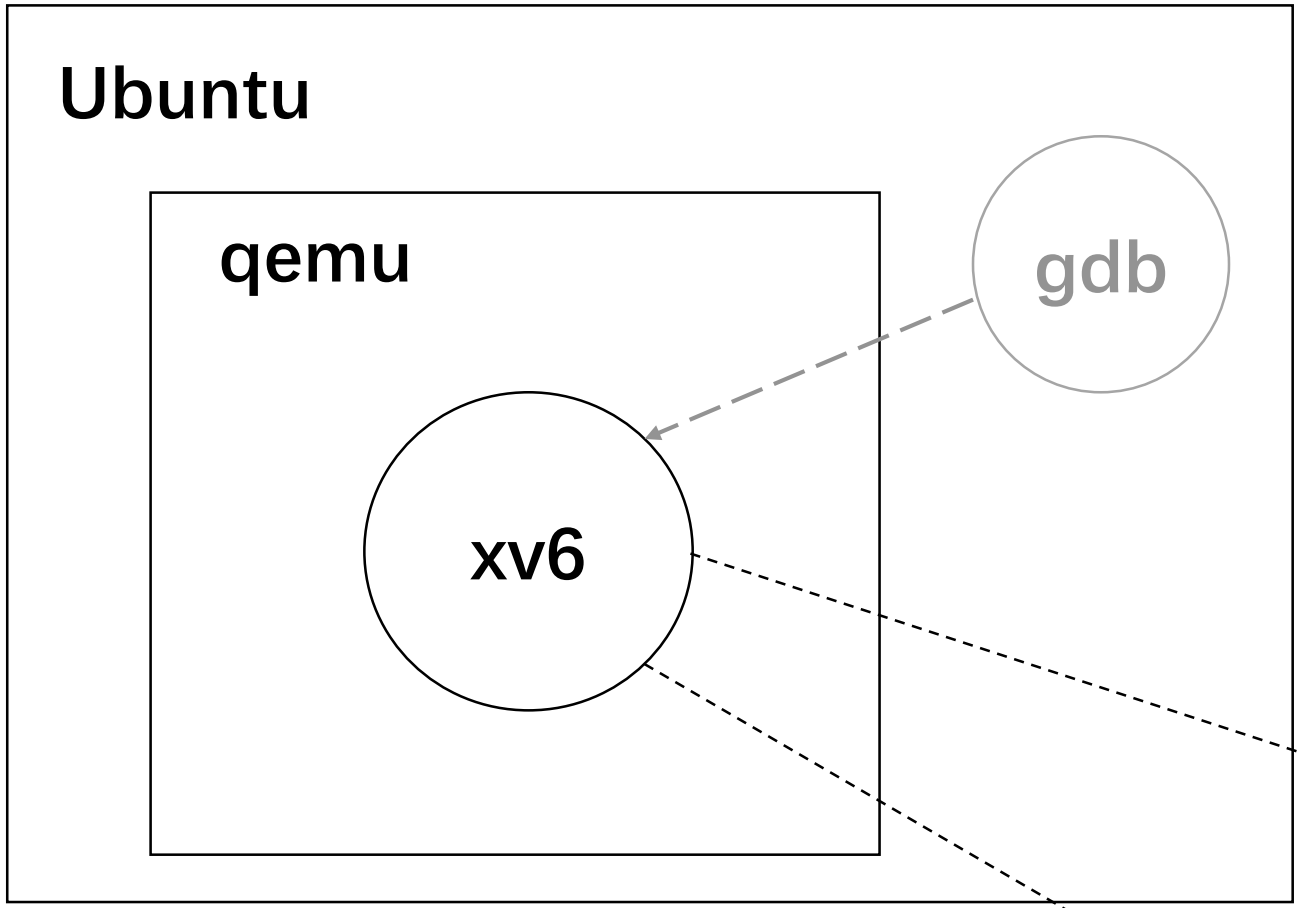
该二维码7天内(9月25日前)有效，重新进入将更新

目录

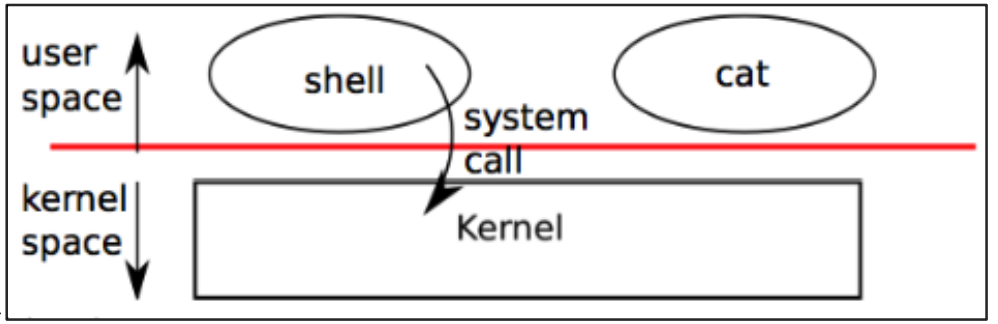
一、实验目的

- 了解xv6实验的环境
- 熟悉Linux命令行的使用
- 掌握常见系统调用函数的使用
- 了解内核的I/O机制
- 学习使用pipe进行进程间通信

二、实验环境介绍



- **qemu**：硬件模拟器
- **xv6**：实验操作系统（类unix操作系统）
- **gdb**：调试工具



三、设置实验环境

- VirtualBox / VMware安装Ubuntu（课前准备）
- 在qemu硬件模拟器上安装xv6操作系统

  打开终端

  ```
  sudo apt-get install git build-essential gdb-multiarch qemu-system-misc gcc-riscv64-linux-gnu binutils-riscv64-linux-gnu qemu-system
  ```

- 编译并启动xv6系统

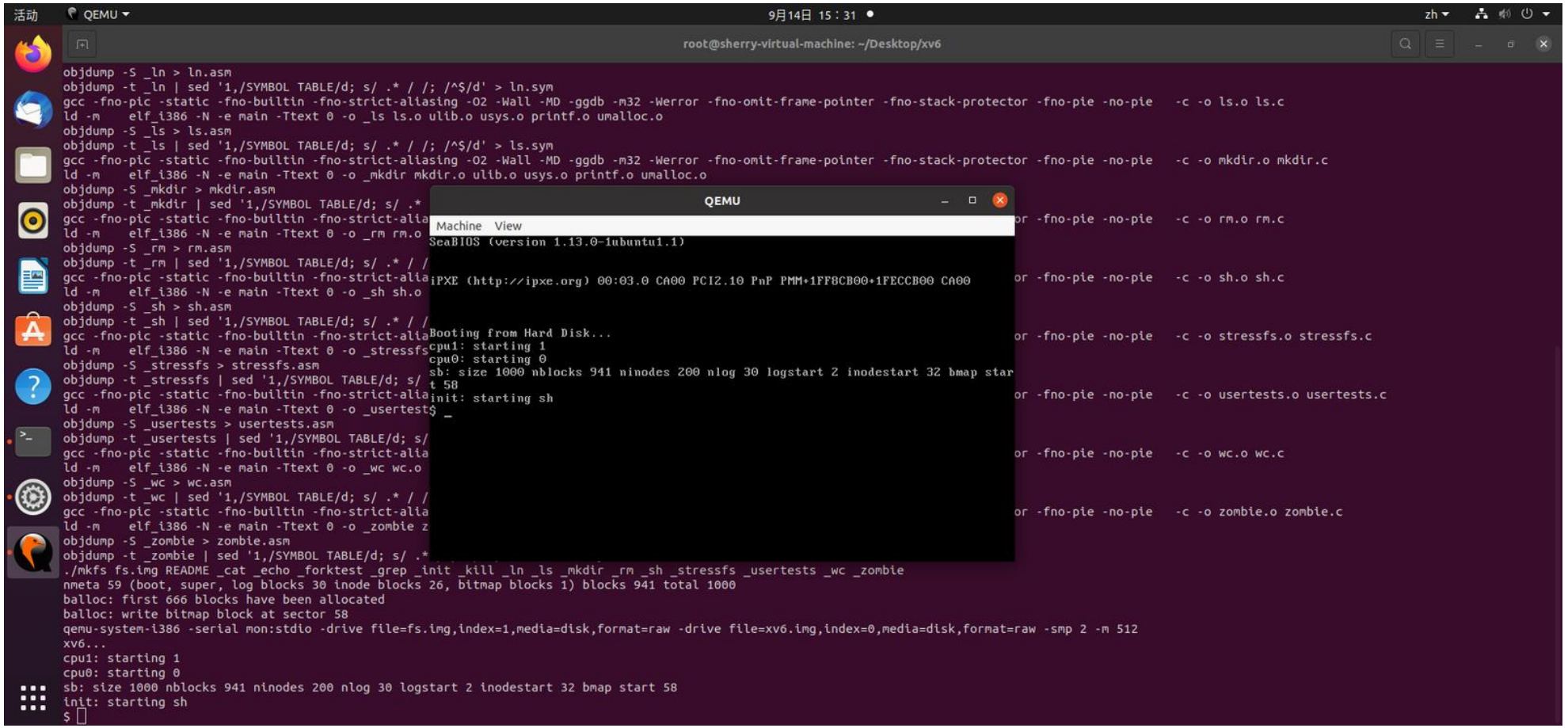
  ```
  git clone git://g.csail.mit.edu/xv6-labs-2022 ~/Desktop/xv6-labs-2022
  cd ~/Desktop/xv6-labs-2022

  make
  ```

- 之后每次使用**make qemu**命令即可在qemu中启动xv6系统
- 详见：【腾讯文档】2023操作系统实验课准备工作
- https://docs.qq.com/doc/DZWxId0ZEaWFTTWNE

三、设置实验环境

- xv6启动成功的效果



四、常见系统调用函数

系统调用	描述
fork()	创建子进程
exit()	结束当前进程
wait()	等待子进程结束
exec(filename, *argv)	加载并执行文件
sleep(n)	睡眠n秒

参考：Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris. xv6: a simple, Unix-like teaching operating system, chapter 1.1 pages 11

四、常见系统调用函数

- fork创建新进程

- 子进程的内存内容同创建它的进程（父进程）一样。
- fork 函数在父进程、子进程中都返回（一次调用两次返回）。
- 对于父进程它返回子进程的 pid，对于子进程它返回 0。

```
int pid;

pid = fork();

if(pid > 0){

    printf("parent: child=%d\n",
pid);

    pid = wait();

    printf("child %d is done\n",
pid);

} else if(pid == 0){

    printf("child: exiting\n");
```

②

父进程（pid >0）进入分支；
并在wait()处等待子进程结束

①

子进程（pid = 0）进入分支；
并在exit()处结束返回

```
xv6 kernel is booting

hart 1 starting
hart 2 starting
init: starting sh
$ fork
pcahrielndt::  ecxiting
hild=4
child 4 is done
$
```

参考：Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris. xv6: a simple, Unix-like teaching operating system, chapter 1.1 pages 11-12

四、常见系统调用函数

- exec读取内存镜像

- 注意exec并不会创建子进程，而是读取可执行文件的内存镜像，将其替换到当前进程内存空间。
- 所以为了使当前进程在exec后仍能正常运行，通常先fork一个子进程，然后在子进程中exec。

```
char *argv[3];

argv[0] = "echo";

argv[1] = "hello";

argv[2] = 0;

exec("/bin/echo",
argv);

printf("exec error\n");
```

大部分程序忽略第一个参数（惯例为调用程序名）

将调用程序替换为 /bin/echo 这个程序传入argv参数组

由于内存空间被替换，exec成功不会运行printf

```
xv6 kernel is booting

hart 1 starting
hart 2 starting
init: starting sh
$ exec
hello
$
```

参考：Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris. xv6: a simple, Unix-like teaching operating system, chapter 1.1 pages 12

五、I/O机制与Pipe

- I/O和文件描述符

系统调用	描述
read(fd, buf, n)	从文件中读 n 个字节到 buf
write(fd, buf, n)	从 buf 中写 n 个字节到文件

```
char buf[512];
int n;

for(;;){
    n = read(0, buf, sizeof
buf);
    if(n == 0)
        break;
    if(n < 0){
        fprintf(2, "read
error\n");
        exit();
    }
    if(write(1, buf, n) != n){
        fprintf(2, "write
error\n");
        exit();
```

读到0个字节表示读取结束

将数据从标准输入复制到标准输出"cat"

- **文件描述符**（fd）是一个整数，代表了一个进程可以读写的被内核管理的对象；
- 按照惯例，进程从：
  1. 文件描述符0读入（标准输入stdin）
  2. 从文件描述符1输出（标准输出stdout）
  3. 从文件描述符2输出错误（标准错误输出）
- 每一个指向文件的文件描述符都和一个偏移关联。

```
xv6 kernel is booting

hart 2 starting
hart 1 starting
init: starting sh
$ r_w
hello
hello
```

五、I/O机制与Pipe

系统调用	描述
open(filename, flags)	打开文件，flags 指定读/写模式
close(fd)	关闭打开的 fd

- I/O重定向
  (fork与文件描述符交叉使用)

```
char *argv[2];

argv[0] = "cat";

argv[1] = 0;

if(fork() == 0) {

    close(0);

    open("input.txt", O_RDONLY);

```

复制父进程的文件描述符和内存

释放文件描述符0（标准输入）
使其可被open等重调用

为“input.txt”分配文件描述符0
（标准输入 指向 ″input.txt″）

将″input.txt″（标准输入）内容
复制到标准输出

- 新分配的文件描述符，永远都是当前进程的**最小**的、**未被使用**的文件描述符

```
xv6 kernel is booting

hart 2 starting
hart 1 starting
init: starting sh
$ echo "hello" > input.txt
$ redirect
$ "hello"
```

参考：Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris. xv6: a simple, Unix-like teaching operating system, chapter 1.2 pages 13-14

五、I/O机制与Pipe

- 使用Pipe完成进程间通信

系统调用	描述
dup(int fd)	返回指向与 fd 相同文件的新文件描述符
pipe(int p[])	创建管道，在 p[0] 和 p[1] 中放入读/写文件描述符

```
int p[2]; // 创建pipe数组
char *argv[2]; // 执行参数
argv[0] = "wc";
argv[1] = 0;
pipe(p); // 创建一个管道，将读和写文件描述符分别放在p[0]和p[1]中
if(fork() == 0) {
// 子进程
    close(0); // 释放之前其他进程的输入fd
    dup(p[0]); // 让fd0指向管道的读取端
    close(p[0]); // 关闭管道的读取端
    close(p[1]); // 关闭管道的写入端
    exec("/bin/wc", argv);
} else {
// 父进程
    close(p[0]); // 关闭管道的读取端
    write(p[1], "hello world\n", 12); // 写入管道
    close(p[1]); // 关闭管道的写入端
}
```

- 管道(pipe)为进程提供了一种通信方式。
- 管道是作为一对文件描述符公开给进程的小型内核缓冲区，一个用于读取，一个用于写入。

```
xv6 kernel is booting

hart 1 starting
hart 2 starting
init: starting sh
$ echo hello world | wc
1 2 12
```

参考：Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris. xv6: a simple, Unix-like teaching operating system, chapter 1.3 pages 16

实验练习

- 具体要求见【腾讯文档】lab0 题 https://docs.qq.com/doc/DZUtWRVRxYVBPU3pj
- log_stdout.c和composites.c需要补全代码
- xargs.c需要按照要求完成代码

实验练习

- 在user文件夹下创建xxx.c文件
- 在Makefile中补充实现的命令，如下
- 退出并运行make qemu，即完成编译，可在xv6中运行实现的命令

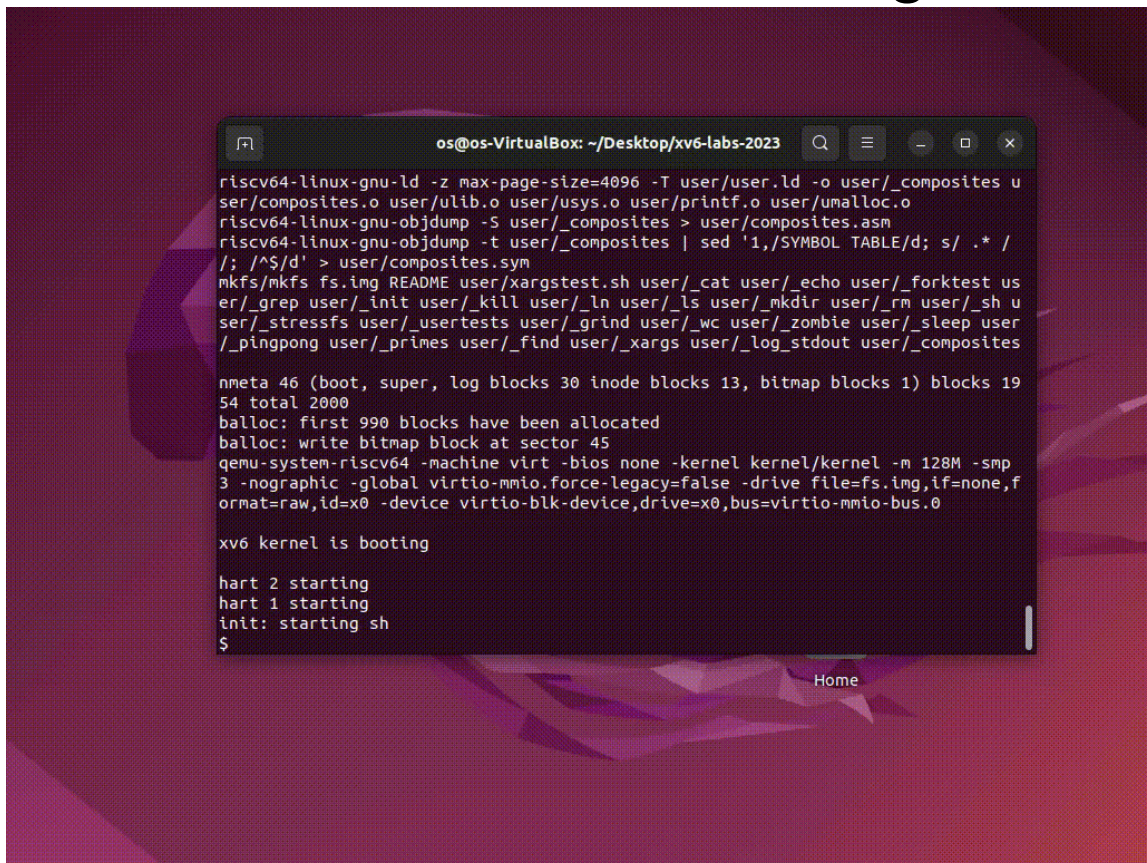
```
# Prevent deletion of intermediate files, e.g. cat.o, after first build, so
# that disk image changes after first build are persistent until clean.  More
# details:
# http://www.gnu.org/software/make/manual/html_node/Chained-Rules.html
.PRECIOUS: %.o

UPROGS=\
	$U/_cat\
	$U/_echo\
	$U/_forktest\
	$U/_grep\
	$U/_init\
	$U/_kill\
	$U/_ln\
	$U/_ls\
	$U/_mkdir\
	$U/_rm\
	$U/_sh\
	$U/_stressfs\
	$U/_usertests\
	$U/_grind\
	$U/_wc\
	$U/_zombie\
	$U/_log_stdout\
	$U/_composites\
	$U/_xargs\
```

实验练习1 log_stdout.c

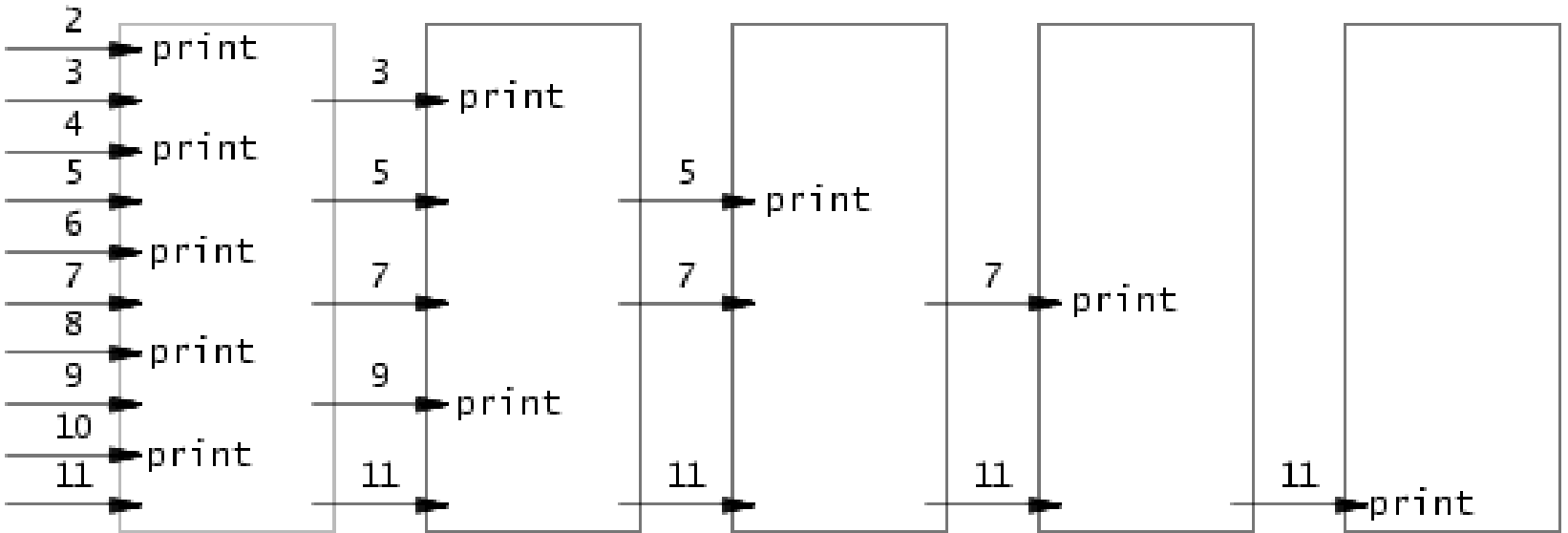
- 运行命令log_stdout i，i是uint类型
- 将stdout重定向到指定文件i.log中（log_stdout）
- 读stdin到buf（read_stdin），打印buf，打印内容被重定向到i.log

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    if (argc != 2) {
        fprintf(2, "Usage: log_stdout number\n");
        exit(1);
    }
    if (log_stdout(atoi(argv[1])) != 0) {
        fprintf(2, "log_stdout: log_stdout failed\n");
        exit(1);
    }
    if (read_stdin(buf) != 0) {
        fprintf(2, "log_stdout: read_stdin failed\n");
    }
    printf(buf);
    exit(0);
}
```

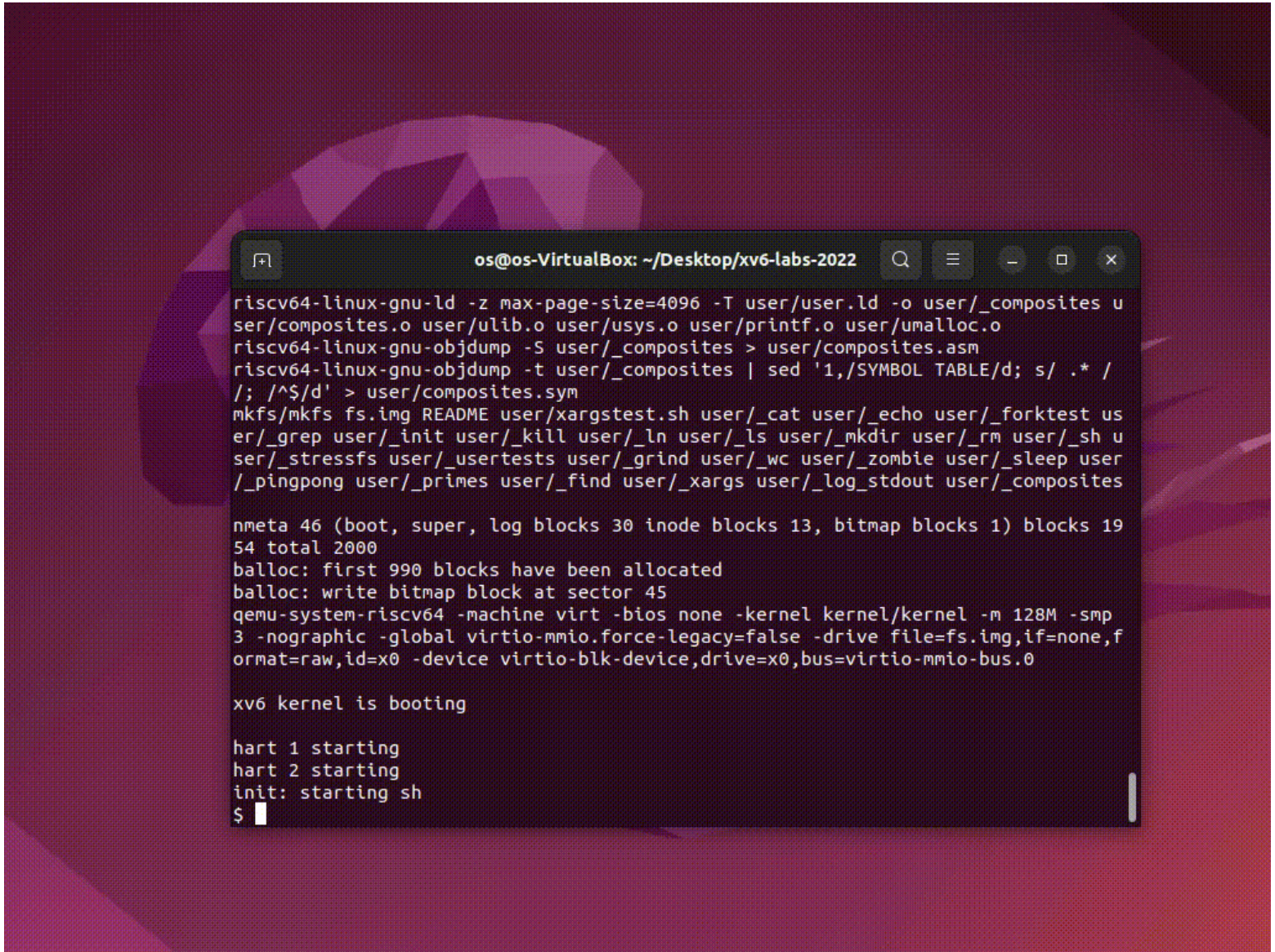


实验练习2 composites.c

- 利用fork和pipe递归地实现流水线
- 流水线实现区分2-35之间的质数和合数
- 注意pipe只有需要的时候打开，且不需要时要及时关闭，不然会耗尽资源
- 用log_stdout函数将第i个子进程的stdout重定向到i.log
- 此图改自https://swtch.com/~rsc/thread/

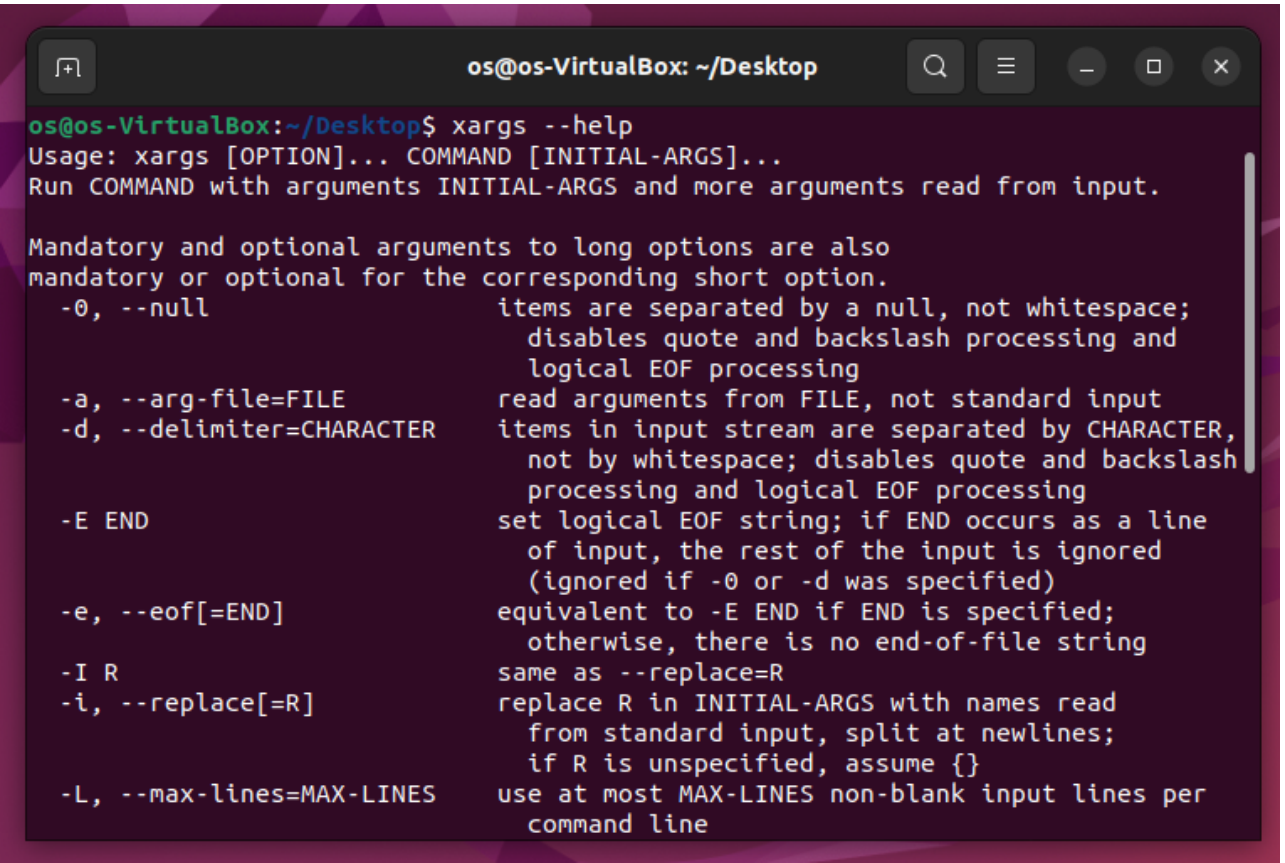


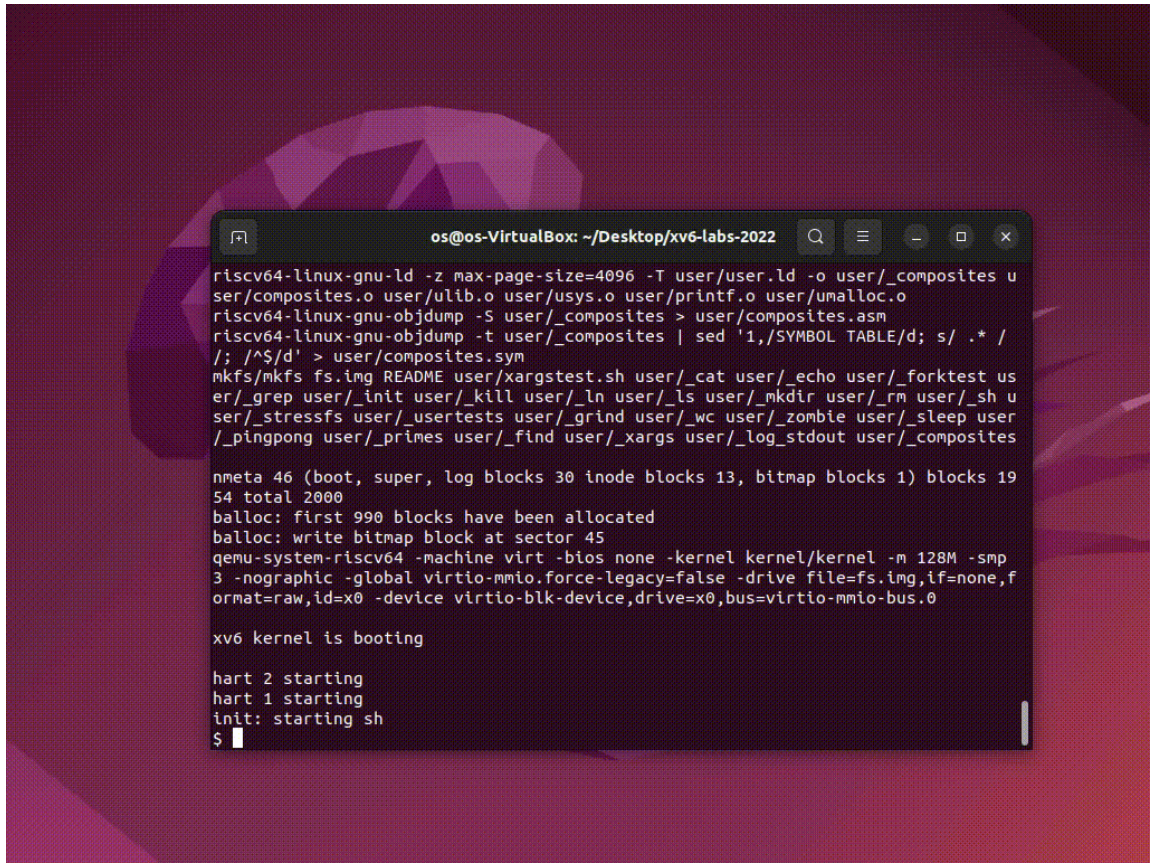
实验练习2 composites.c



实验练习3 xargs.c

- 实现简易版xargs
- xargs command：将stdin作为command的参数，执行command
- 例如echo hello too | xargs echo bye等价于echo bye hello





参考文献

- https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2022/tools.html
- https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2022/labs/util.html
- **https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2022/xv6/book-riscv-rev3.pdf（建议自行阅读第一章）**

实验提交

- 提交到邮箱fduos2023lab@163.com：
  - 学号-姓名-oslab0.zip
    - log_stdout.c
    - composites.c
    - xargs.c
    - 学号-姓名-oslab0.pdf（中文报告）
      - 实现思路，测试结果
      - 实验中遇到的问题，如何思考并解决
- 截止日期：2023年9月25日23时
- 注意：请各位同学独立完成实验，参考代码需注明

总结与答疑

- 本次实验同学们需装好实验环境，然后根据系统进行一些简单练习。
- 接下来同学们可以开始实验了，有问题可随时提问。
- 下课前将机器退出系统，重新启动（但不要关机）。