操作系统实验班大作业

ext2 的用户态模拟

蒋捷 / 1200012708 & 兰兆千 / 1100012458 & 邢曜鹏 / 1200012835 &

赵万荣 / 1200012808 & 周昊宇 / 1200012823 （音序）

概要

作为本小组的完成项目之一，我们使用 C 语言模仿 ext2 实现了一个简洁的、操作系统无关的文件系统模拟器，包含格式化、显示文件（目录）、创建文件、用户管理等功能，而且能模拟超级块的读写、节点的读写。这是一个比真实文件系统简单得多，但又能基本体现文件系统思想的程序。

由于该文件系统是一个模拟器，所以运行环境并不局限于 Linux 下（但是其他系统下不能保证运行正常），且不同于真实的文件系统，会创建一个二进制文件代表文件系统，其中存有用户信息、节点信息、超级块信息，其行为都是通过标准库中的文件读写函数来模拟。

二进制文件的内容布局：

起始地址	*内容*
0x000000	
0x000200	超级块
0x000400	inode #0
0x000420	inode #1
0x000440	inode #2
.....	.....
0x004400	block #0(/)
0x004600	block #1(etc)
0x004800	block #2(passwd)
.....	.....
0x039c00	unused
0x044400	文件结束

使用说明

文件系统所支持的操作

login（登录）、logout（登出）、ls（浏览目录）、mkdir（创建目录）、chdir（更改当前目录）和 create（创建文件）。

登录用户说明

在 format.h 中内置了 5 个用户，其用户 ID 和密码分别为

用户 ID	密码
2116	don1
2117	don2
2118	abcd
2119	don4
2220	don5

实现

数据结构

索引节点的数据结构

```
struct inode
{
        struct inode *i_forw;                   //指向前一个 inode
        struct inode *i_back;                   //指向后一个 inode
        char i_flag;                            //标志
        unsigned int i_ino;                     //inode 编号
        unsigned int i_count;                   //inode 引用次数
        unsigned int di_addr[NADDR];            //数据块地址
        unsigned short di_number;               //对应的目录数
        unsigned short di_mode;                 //权限位
        unsigned short di_uid;                  //所属用户编号
        unsigned short di_gid;                  //所属用户组编号
        unsigned short di_size;                 //大小
};
```

超级块数据结构

```
struct filsys
{
        unsigned short s_isize;                 //对应 inode 大小
        unsigned long s_fsize;                  //对应超级块大小

        unsigned int s_nfree;                   //指向空闲块的指针
        unsigned short s_pfree;
        unsigned int s_free[NICFREE];           //空闲块数组

        unsigned int s_ninode;
        unsigned short s_pinode;
        unsigned int s_inode[NICINOD];
        unsigned int s_rinode;

        char s_fmod;                            //权限位
```

目录相关数据结构

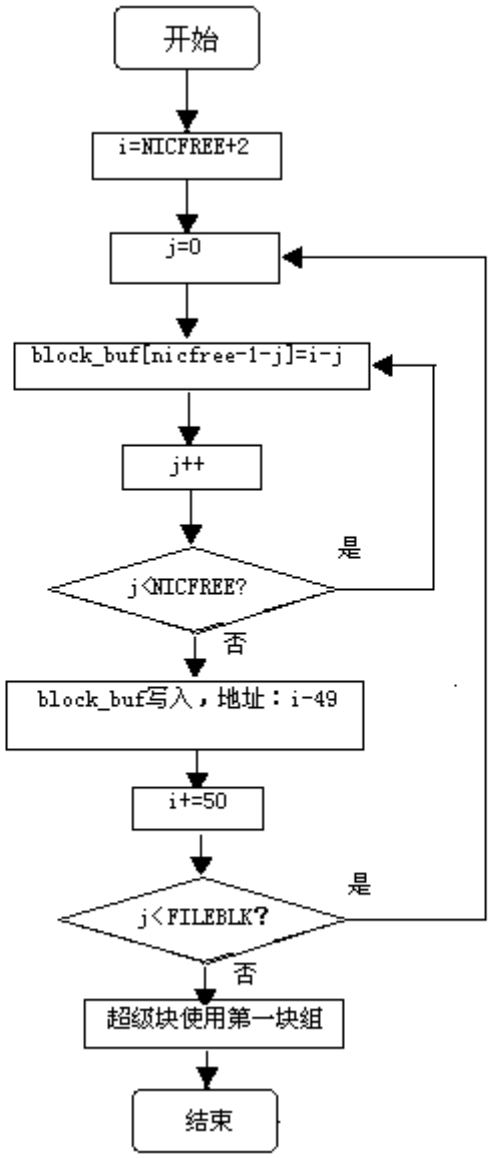
```
struct dinode //对应 inode 里参数
{
        unsigned short di_number;
        unsigned short di_mode;
```

```
        unsigned short di_uid;
        unsigned short di_gid;
        unsigned long di_size;
        unsigned int di_addr[NADDR];
};
struct direct
{
        char d_name[DIRSIZ];
        unsigned int d_ino; // 对应 inode 编号
};
struct dir
{
        struct direct direct[DIRNUM];
        int size;
};
```

功能实现（限于篇幅就不放代码了）

文件系统的初始化

初始化数据块的函数位于 `format.h`，流程图如下。



NICFREE 为每个块组的大小，默认为 50；FILEBLK 为系统允许最多块数，默认为 512。

所有的 512 个数据块被分成若干个块组，每个块组拥有 50 个数据块。每个块组的第一个数据块存放有该块组其他数据块的偏移量，这里使用偏移量来模拟数据在磁盘上的地址。

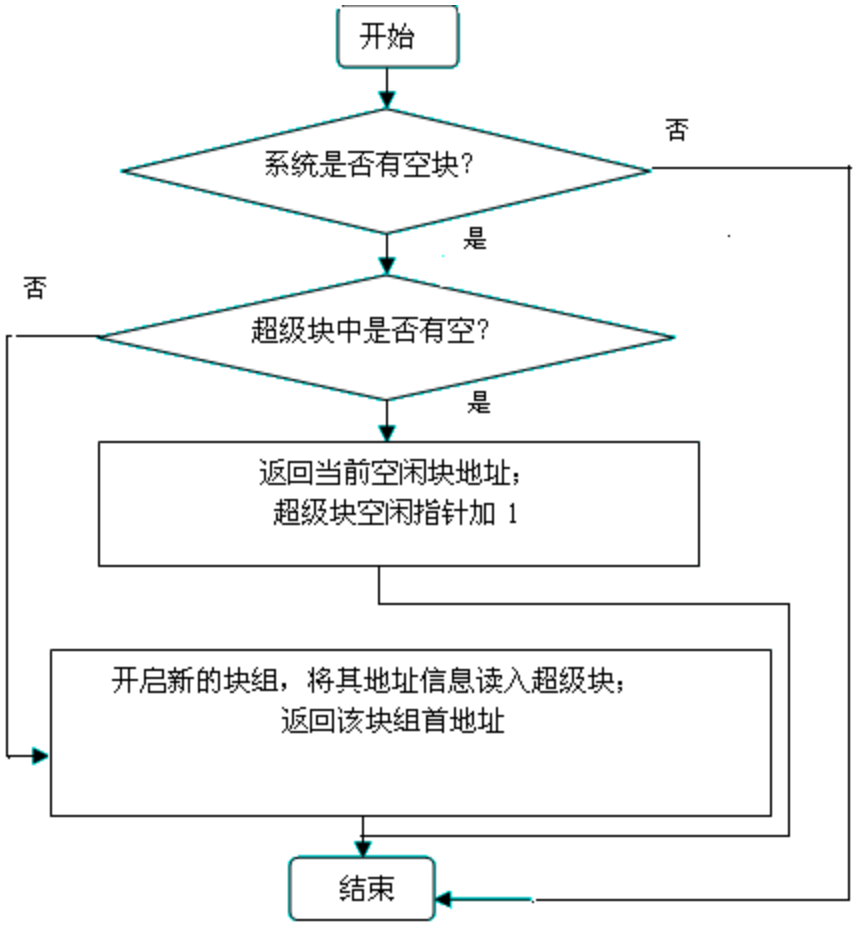
当前使用块组的各个数据块地址存放在全局变量 block_buf[]当中。

数据块的分配和回收

数据块的分配和回收由 ballfre.h 的两个函数完成。

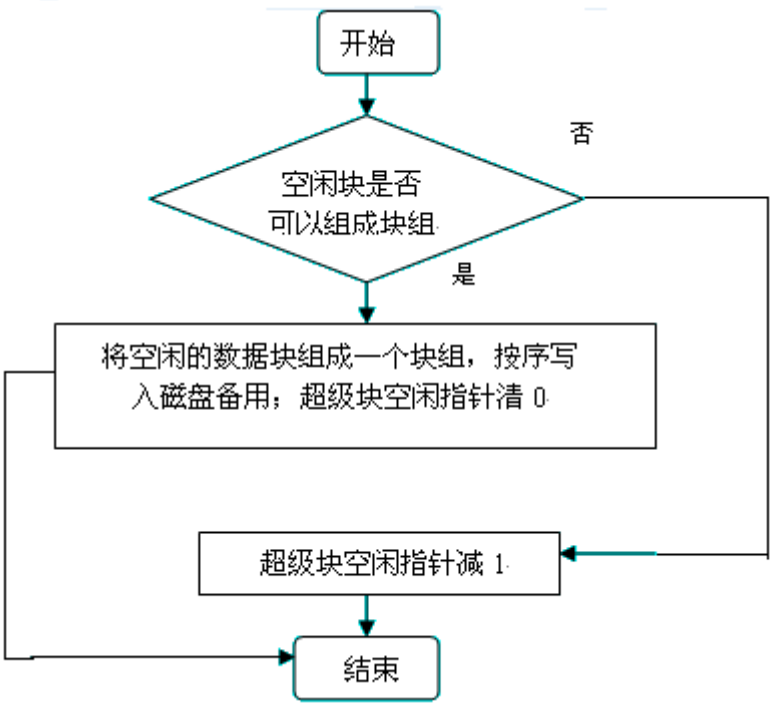
1) balloc：分配数据块

流程图如下。



2) bfree：回收数据块

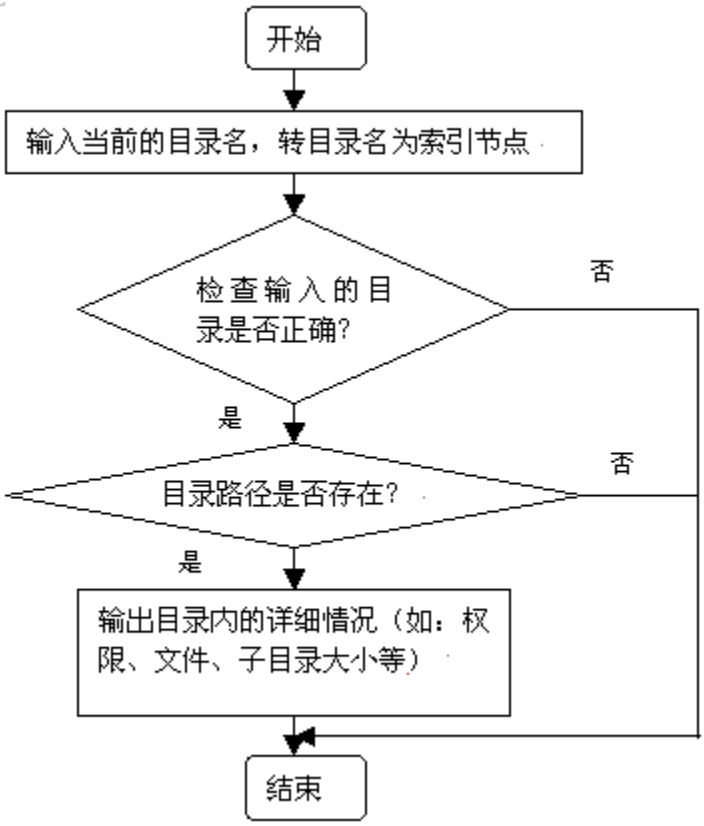
流程图如下。



目录操作

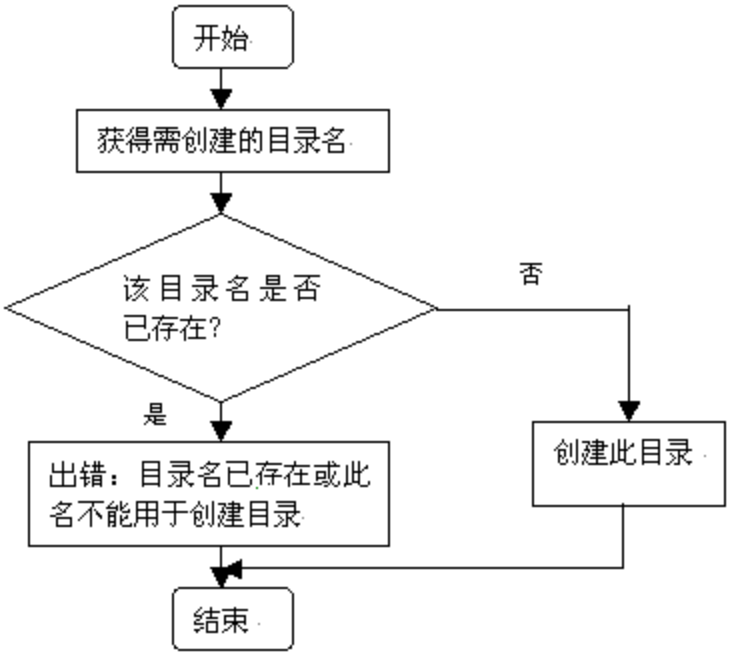
1）浏览目录：`dir()`

流程图如下。



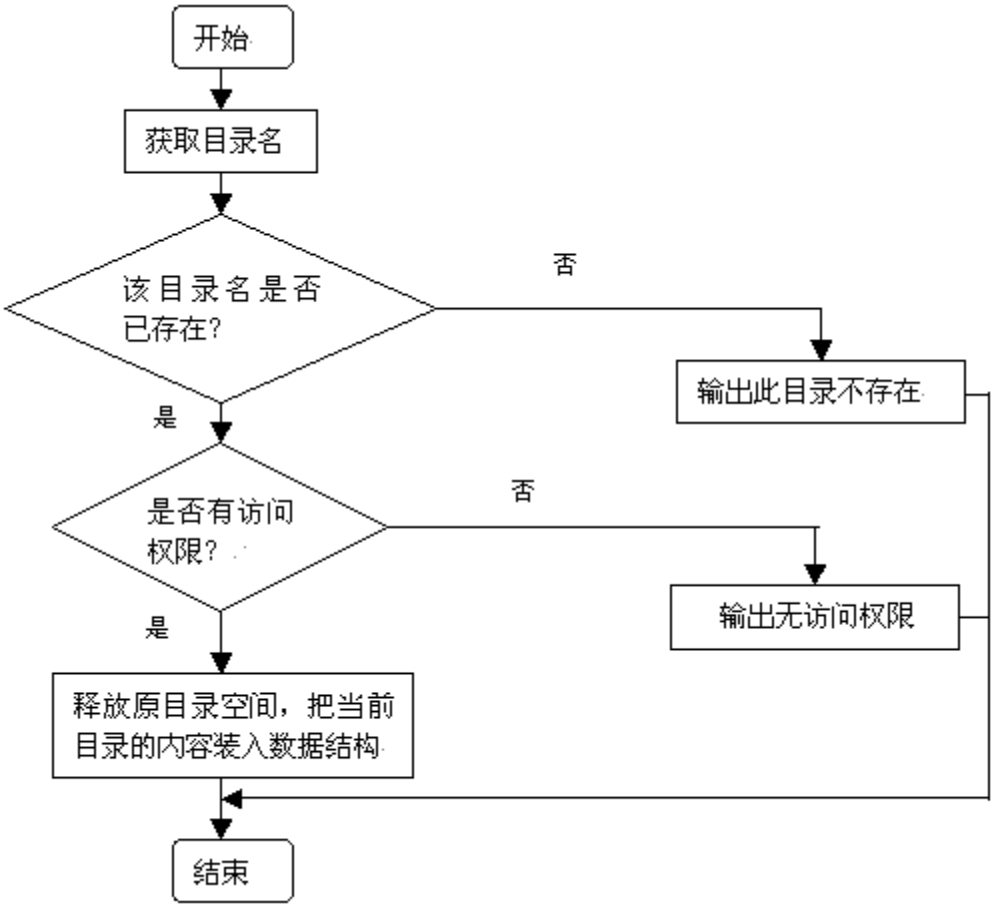
2）创建目录：`mkdir()`

流程图如下。



3）改变当前目录：chdir()

流程图如下。



总结与感想

一个完整的文件系统是非常复杂的。我们实现的只是一个具有文件系统基本行为的模拟器，然而在编写过程中也能体会到文件系统的基本思想。与在内核中编写真正的文件系统不同，我们不需要翻找内核代码寻找层层包装的函数，不用考虑到微不可察的同步问题，不用实现几十种文件系统的接口，也不用和真实设备打交道——这些也并不是文件系统的重点所在。通过完成本项目，我们亲手打造的“文件系统”让我们对文件系统相关的知识、`ext2` 的布局与块管理策略有了更深入的理解。