Week14 文件系统1

一、 实验概述

本周我们会对文件系统fat和unix文件系统进行简单介绍。并对ucore代码使用的Simple File System结构进行介绍。

二、实验目的

1. 了解fat文件系统结构
2. 了解unix文件系统的inode
3. 了解Simple File System结构

三、实验项目整体框架概述

Week14

```
├── kern
│   ├── debug
│   ├── driver
│   │   ├── clock.c
│   │   ├── clock.h
│   │   ├── console.c
│   │   ├── console.h
│   │   ├── ide.c //设备初始化
│   │   ├── ide.h
│   │   ├── intr.c
│   │   ├── intr.h
│   │   ├── kbdreg.h
│   │   ├── ramdisk.c //磁盘初始化及相关函数
│   │   └── ramdisk.h
│   ├── fs  //文件系统
│   │   ├── devs
│   │   │   ├── dev.c
│   │   │   ├── dev_disk0.c
│   │   │   ├── dev.h
│   │   │   ├── dev_stdin.c
│   │   │   └── dev_stdout.c
│   │   ├── file.c
│   │   ├── file.h
│   │   ├── fs.c
│   │   ├── fs.h
│   │   ├── iobuf.c
│   │   ├── iobuf.h
│   │   ├── sfs
│   │   │   ├── bitmap.c
│   │   │   ├── bitmap.h
│   │   │   ├── sfs.c
│   │   │   ├── sfs_fs.c
```

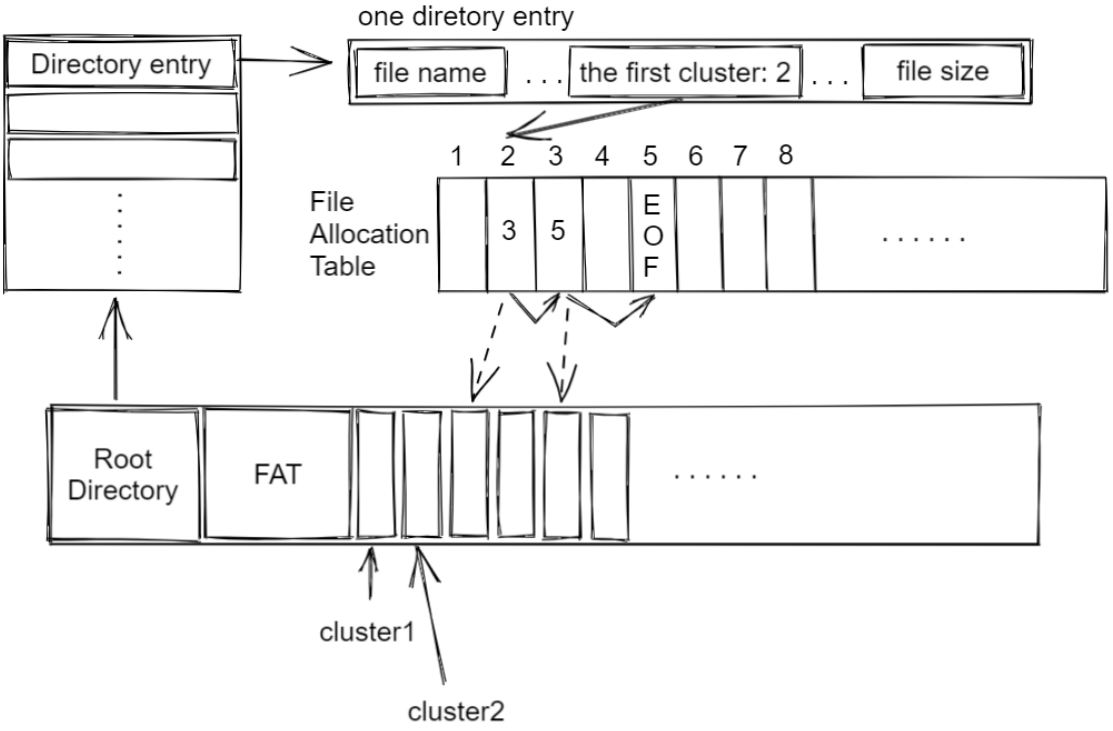
```
│   │   │   ├── sfs.h
│   │   │   ├── sfs_inode.c
│   │   │   ├── sfs_io.c
│   │   │   └── sfs_lock.c
│   │   ├── swap
│   │   │   ├── swapfs.c
│   │   │   └── swapfs.h
│   │   ├── sysfile.c
│   │   ├── sysfile.h
│   │   └── vfs
│   │       ├── inode.c
│   │       ├── inode.h
│   │       ├── vfs.c
│   │       ├── vfsdev.c
│   │       ├── vfsfile.c
│   │       ├── vfs.h
│   │       ├── vfslookup.c
│   │       └── vfspath.c
│   ├── init
│   ├── libs
│   ├── mm
│   ├── process
│   ├── schedule
│   ├── sync
│   ├── syscall
│   └── trap
├── libs
├── Makefile
├── tools
│   ├── function.mk
│   ├── kernel.ld
│   ├── mksfs.c //制作镜像
│   └── user.ld
└── user //用户文件
```

四、实验内容

1. File Allocation Table

FAT文件系统采取链式存储结构，将磁盘分为若干簇（cluster），簇的大小是固定的。文件以簇为单位进行分割存储在磁盘上不一定连续的的簇中。

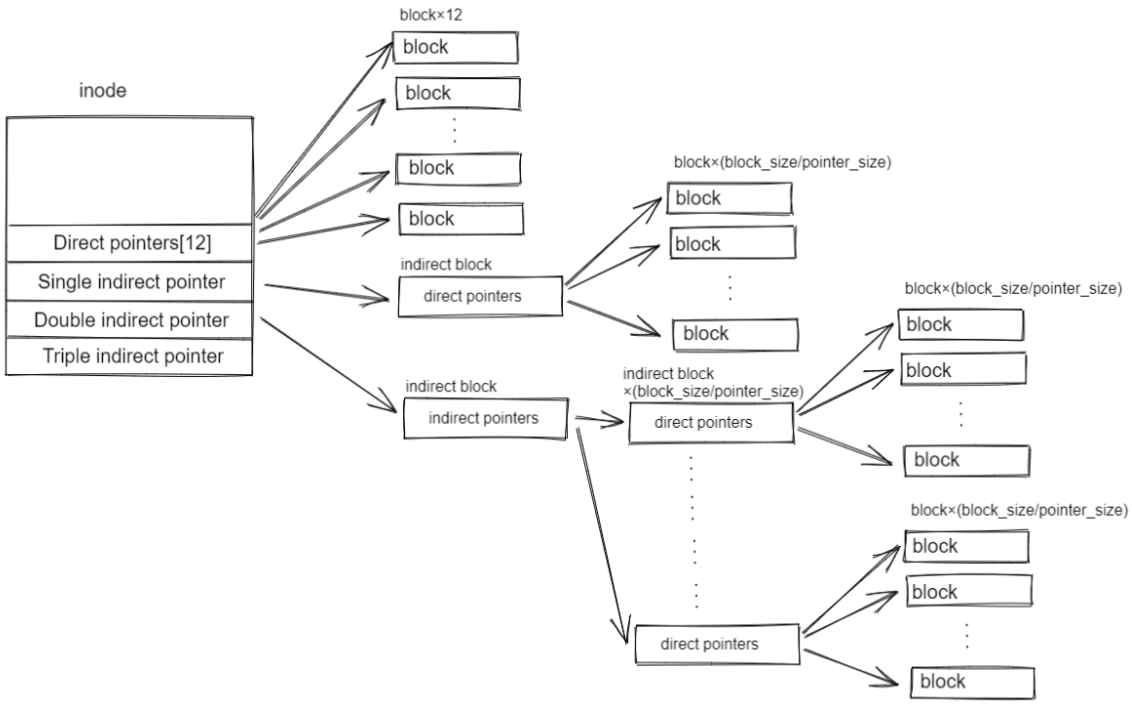
磁盘中存在一个Root Directory区域，其中存储了若干目录项，一个目录项包含了一个文件的信息，通过目录项中的起始簇号可以在数据区中找到文件的第一个簇，并可以根据起始簇号通过查询File Allocation Table找到第二个簇的簇号，依次类推知道找到文件的最后一个簇。



2. Unix inode

UNIX操作系统使用inode结构体用于管理文件。每个文件（文件夹）都有自己的inode，inode中包含了文件（文件夹）的各类信息，每个inode拥有唯一的inode号。

unix文件系统被分割成固定大小的块（block）。文件inode中包含的12直接指针和3个间接指针指向了文件的数据块。下图表示了直接指针和间接指针的链接方式，直接指针直接指向存储数据的block，而间接指针指向存储指针的block，每个block则可以存储`block_size/指针大小`个指针。

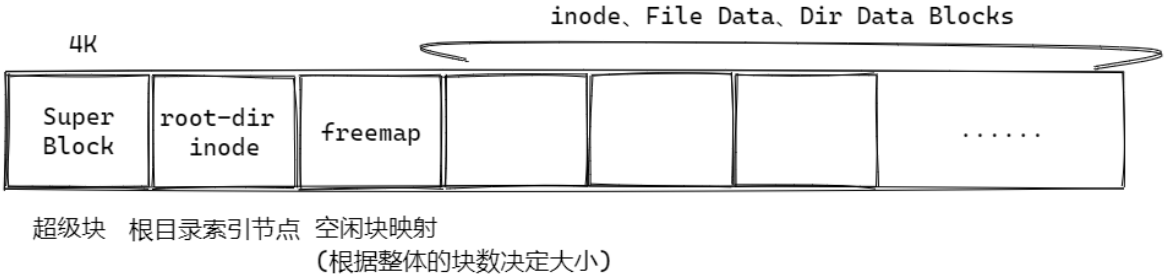


UNIX中，文件夹和文件都是文件，它们都有自己的inode，inode中根据文件的信息可以区分当前文件是否为文件夹。如果是文件夹inode则该inode的直接指针指向的数据块是一个Directory Block，里面会包含该目录下的文件的inode号；如果是文件inode则该inode的指针们指向的数据块都是Data Block，用于存储文件数据。

3. Simple File System简单文件系统

在本次实验中，我们实现了一块符合简单文件系统标准的磁盘镜像`sfs.img`。磁盘的使用是以扇区（Sector）为单位的，为了实现简单，我们设置磁盘扇区大小为4KB。

下面我们介绍简单文件系统SFS：

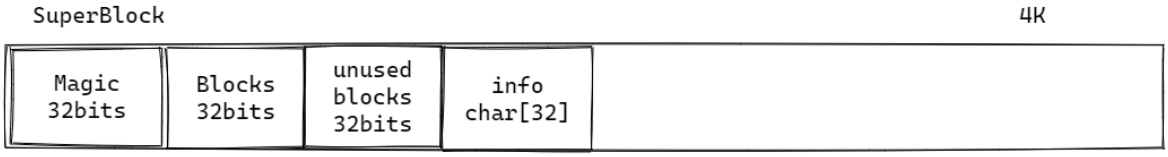


超级块

第0个块（4K）是超级块（superblock），它包含了关于文件系统的所有关键参数，当计算机被启动或文件系统被首次接触时，超级块的内容就会被装入内存。其定义如下：

```
struct sfs_super {
    uint32_t magic;                         /* magic number, should be SFS_MAGIC */
    uint32_t blocks;                        /* # of blocks in fs */
    uint32_t unused_blocks;                 /* # of unused blocks in fs */
    char info[SFS_MAX_INFO_LEN + 1];        /* infomation for sfs  */
};
```

超级块包含一个成员变量magic，其值为0x2f8dbe2a，内核通过它来检查磁盘镜像是否是合法的 SFS img；成员变量blocks记录了SFS中所有block的数量，block的数量乘以block的大小也就是 img 的大小；成员变量unused_block记录了SFS中还没有被使用的block的数量；成员变量info包含了字符串"simple file system"。



根inode

第1个块放了一个root-dir的inode，用来记录根目录的相关信息。这里只要理解root-dir是SFS文件系统的根结点，通过这个root-dir的inode信息就可以定位并查找到根目录下的所有文件信息。

Freemap

从第2个块开始，根据SFS中所有块的数量，用1个bit来表示一个块的占用和未被占用的情况。这个区域称为SFS的freemap区域，这将占用若干个块空间。

剩余块

在剩余的磁盘空间中，存放了所有其他目录和文件的inode信息和内容数据信息。需要注意的是虽然inode的大小小于一个块的大小（4096B），但为了实现简单，每个 inode 都占用一个完整的 block。

磁盘上的inode和entry

```
/*inode (on disk)*/
struct sfs_disk_inode {
    uint32_t size;                                  //如果inode表示常规文件，则size是文件大小
    uint16_t type;                                  //inode的文件类型
    uint16_t nlinks;                                //此inode的硬链接数
    uint32_t blocks;                                //此inode的数据块数的个数
    uint32_t direct[SFS_NDIRECT];                   //此inode的直接数据块索引值（有SFS_NDIRECT个）
    uint32_t indirect;                              //此inode的一级间接数据块索引值
};
```

SFS 中的磁盘索引节点代表了一个实际位于磁盘上的文件。

如果 inode 表示的是文件，则成员变量 direct[]直接指向了保存文件内容数据的数据块索引值。indirect 间接指向了保存文件内容数据的数据块，indirect 指向的是间接数据块（indirect block），此数据块实际存放的全部是数据块索引，这些数据块索引指向的数据块才被用来存放文件内容数据。

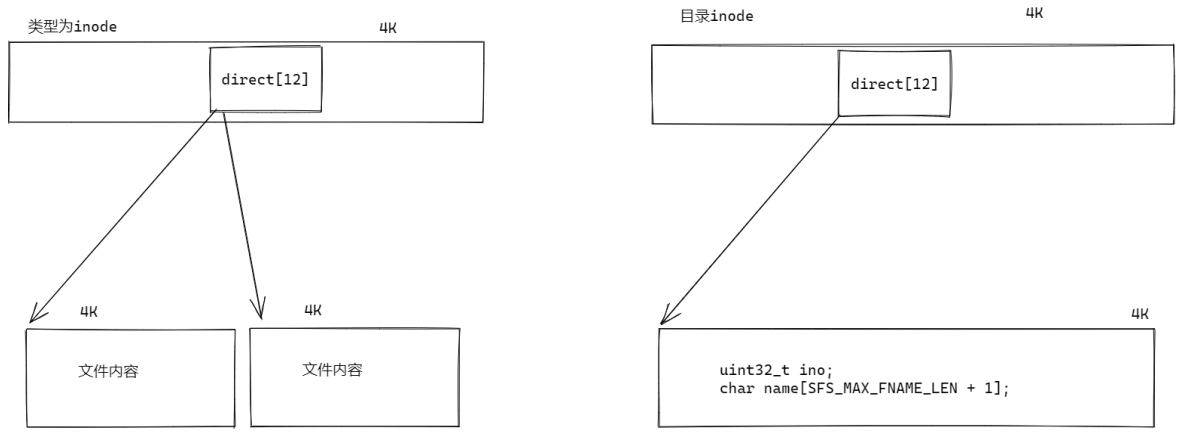
默认ucore 里 SFS_NDIRECT 是 12，即直接索引的数据页大小为 12×4k = 48k。数据索引表内，0 表示一个无效的索引，inode 里 blocks 表示该文件或者目录占用的磁盘的 block 的个数。indiret 为 0 时，表示不使用一级索引块。

对于普通文件，索引值指向的 block 中保存的是文件中的数据。而对于目录，索引值指向的数据保存的是目录下所有的文件名以及对应的索引节点所在的索引块（磁盘块）所形成的数组。数据结构如下：

```
/* file entry (on disk) */
struct sfs_disk_entry {
    uint32_t ino;                                   //索引节点所占数据块索引值
    char name[SFS_MAX_FNAME_LEN + 1];               //文件名
};
```

操作系统中，每个文件系统下的 inode 都应该分配唯一的 inode 编号。SFS 下，为了实现的简便，每个 inode 直接用他所在的磁盘 block 的编号作为 inode 编号。比如，root block 的 inode 编号为 1；每个 sfs_disk_entry 数据结构中，name 表示目录下文件或文件夹的名称，ino 表示磁盘 block 编号，通过读取该 block 的数据，能够得到相应的文件或文件夹的 inode。ino 为 0 时，表示一个无效的 entry。

和 inode 相似，每个 `sfs_disk_entry` 也占用一个 block。



五、本节知识点回顾

在本次实验中，你需要了解以下知识点：

1. Fat文件系统的文件存储方式
2. inode的作用
3. Simple File System文件系统的构造

七、下一实验简单介绍

下一次实验，我们将具体一点介绍Simple File System。