

操作系统实验指导

实验课题：FAT 文件系统模拟设计与实现

翟高寿

北京交通大学计算机学院

2022 年 3 月修订

1、实验目的

探索、理解并掌握 FAT 文件系统的组织结构、设计原理和编程设计要旨。

2、实验内容

利用标准 C 语言（或结合汇编语言），分析与实现 FAT 文件系统，支持 FAT 文件系统格式的模拟磁盘卷（暨磁盘映像文件）及其中的目录与文件的存取操作，包括磁盘卷格式化、创建目录、改变当前目录（或称为进入指定目录）、重命名目录、显示目录、删除目录、创建空文件、重命名文件、重定向写文件、显示文件内容、删除文件等，并开展与虚拟机平台上实用操作系统（譬如 DOS、Windows 或 Linux）之间的互操作测试验证。

3、实验要求

“FAT 文件系统模拟设计与实现”实验课题基本功能设计要求如下：

- (1) 支持 FAT 文件格式的模拟磁盘卷的格式化操作，生成相应的磁盘映像文件；
- (2) 支持 FAT 文件系统的目录存取操作（包括创建、进入、重命名、显示、删除）；
- (3) 支持 FAT 文件系统的文件存取操作（包括创建、重命名、重定向写入、显示、删除）；
- (4) 通过把相应磁盘映像文件挂载到虚拟机平台上，开展与对应实用操作系统（譬如 DOS、Windows 或 Linux）之间的互操作测试验证。

这里以 FAT12 为例介绍 FAT 文件系统的设计标准规范，但各位同学也可以按照 FAT16 或 FAT32 规范标准来设计实现自己的文件系统。

- (1) FAT12 磁盘卷（1.44MB 软盘）总体组织结构如下（存储空间大小为 80 磁道/盘面 * 18 扇区/磁道 * 2 盘面 * 512 字节/扇区 = **2880 扇区** * 512 字节/扇区 = **1474560 字节** = 1440 * 1024 字节 ≈ 1.44MB；对于 1.44MB 软盘而言，一个数据簇仅包含一个扇区，也即 512 字节）：



(2) 引导扇区各字节取值或含义如下：

起始字节↵	长度 (字节数)↵	内容含义↵
0↵	11↵	忽略↵
11↵	2↵	扇区大小 (字节数)↵
13↵	1↵	簇大小 (扇区数)↵
14↵	2↵	保留扇区数↵
16↵	1↵	文件分配表 FAT 数↵
17↵	2↵	根目录大小 (目录项数)↵
19↵	2↵	FAT12 或 FAT16 磁盘卷扇区总数↵
21↵	1↵	忽略↵
22↵	2↵	文件分配表大小 (扇区数)↵
24↵	2↵	扇区数/磁道↵
26↵	2↵	磁头数↵
28↵	4↵	忽略↵
32↵	4↵	FAT32 磁盘卷扇区总数 (FAT12 或 FAT16 为 0)↵
36↵	2↵	忽略↵
38↵	1↵	引导签名 (取值为 0x29 时表明接下来的三个域将分别给定卷标识符、卷标号、文件系统类型 (如 FAT12、FAT16))↵
39↵	4↵	磁盘卷标识符 (即磁盘卷序列号)↵
43↵	11↵	磁盘卷标名 (其应与记录在根目录中的磁盘卷标名保持一致; 未设定时为“NO NAME...”)↵
54↵	8↵	文件系统类型 (如 FAT12、FAT16、FAT)↵
62↵	-↵	引导扇区其它部分 (忽略)↵

(3) 目录项 (即目录的表项) 采用 32 字节, 具体结构如下：

起始字节↵	长度 (字节数)↵	内容含义↵
0↵	8↵	文件名 (自动大写; 首字节为 0xE5/0x00 目录项空闲)↵
8↵	3↵	文件扩展名↵
11↵	1↵	文件属性↵
12↵	2↵	保留↵
14↵	2↵	文件创建时间↵
16↵	2↵	文件创建日期↵
18↵	2↵	文件最近访问时间↵
20↵	2↵	FAT12 忽略此项↵
22↵	2↵	文件最新修改时间↵
24↵	2↵	文件最新修改日期↵
26↵	2↵	文件第一逻辑簇号 (FAT 表项号)↵
28↵	4↵	文件大小 (字节数)↵

其中, 文件属性域各二进制位取值及含义如下：

位#	Mask	属性含义
0	0x01	只读
1	0x02	隐藏
2	0x04	系统
3	0x08	卷标
4	0x10	子目录
5	0x20	存档
6	0x40	未使用
7	0x80	未使用
	0x0F	目录项为长文件名的组成部分

(4) 文件分配表的表项采用 12 位（二进制位）用以描述磁盘上所有数据簇的状态和位置，具体取值分为如下五种情况：0x000 表示本数据簇空闲和未使用；0xFF0~0xFF6 表示本数据簇保留；0xFF7 表示本数据簇为坏簇；0xFF8~0xFFF 表示本数据簇为其所在文件的最末簇；余者取值区间为[0x002, 0xFF0)表示本数据簇在其所在文件当前簇链的下一数据簇的逻辑簇号（即 FAT 表项号），但对于 1.44MB 软盘而言，最大逻辑簇号其实应不超过 0xB20（即 2848）。物理簇号与逻辑簇号之间的换算方法为：物理簇号 = 逻辑簇号 + 33 - 2，也即：物理簇号 = 逻辑簇号 + 31。

实验报告撰写和提交要求：

(1) 实验报告内容，须涵盖开发环境、运行环境、测试环境、源程序文件及源码清单（包括 Makefile 文件，如果有的话）、实验步骤、技术难点及解决方案、关键数据结构和算法流程、编译运行测试过程及结果截图、疑难解惑及经验教训、结论与体会等；

(2) 在实验报告内容（如运行结果截图等适当位置）中应有机融入个人姓名、学号、计算机系统信息等凸显个人标记特征的信息；

(3) 实验报告文档提交格式可为 Word 文档、WPS 文档或 PDF 文档。

4、成绩评价说明

本实验课题成绩评价满分按 5 分计。

实验课题得分根据自我独立完成情况、完成质量及实验报告水平综合决定。一般来说，获得满分要求有明确一致多项证据证实自我独立完成且满足实验课题所有要求。相反地，若无明确一致证据证实自我独立完成、甚至有明确证据证实存在抄袭行为，则酌情减分直至降为零分。

成绩评定细则指导建议如下：

(1) 1分：FAT 模拟磁盘卷的格式化操作和磁盘映像文件的生成。

(2) 1.5分：FAT 文件系统的目录存取操作（包括创建、进入、重命名、显示、删除）的设计实现，每种操作 0.2 分，关于目录的详细显示（涵盖文件/目录的创建时间、访问时间、修改时间、大小等信息）操作支持另算 0.5 分。

(3) 1.5分：FAT 文件系统的文件存取操作（包括创建、重命名、重定向写入、显示、删除），每种操作 0.2 分，关于“大”文件（占用 3 个以上的数据簇）的重定向写入和内容显示操作支持另算 0.5 分。

(4) 1分：与虚拟机平台及实用操作系统之间的互操作测试验证。

(5) 计算（1）、（2）、（3）、（4）四项得分之和作为本实验课题初始成绩。

(6) 互评成绩结果在提交慕课平台时按四舍五入取整处理。

5、国产平台鼓励说明

鼓励基于麒麟操作系统 KylinOS、华为 OpenEuler 操作系统、龙芯 Loongson 操作系统等国产操作系统开展本实验课题的设计实现和测试验证，实验课题成绩及平时成绩评定将给予适当升档处理。对于北京交通大学的同学，可申请操作系统课程组华为泰山服务器（OpenEuler 操作系统）账号，亦可自主申请华为云虚拟机搭建 OpenEulerOS 等国产操作系统平台完成本实验课题。