

本节内容

文件目录

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

知识总览

程序化教程

高峰

股票操盘文章

张旭

OneDrive

WPS云文档

此电脑

3D 对象

视频

图片

文档

下载

音乐

桌面

系统和软件 (C:)

数据 (D:)

软件 (E:)

影视 (F:)

名称

qianlong

QMDownload

QQMusicCache

Reader

Resource

Setup Files

WeChat

WeChat Files

WPS Office

yk_temp

电脑管家

交易记录

驱动人生

长城证券闪电电系列普通版

照片

ReadMe

ReadMeCS

xml

对账单2

对账单3

对账单4

程序化教程

高峰

股票操盘文章

张旭

OneDrive

WPS云文档

此电脑

3D 对象

视频

图片

文档

下载

音乐

桌面

系统和软件 (C:)

数据 (D:)

软件 (E:)

影视 (F:)

名称

2015-08

2015-09

2015-11

2015-12

2016-01

2016-02

2016-03

2016-04

2016-05

2016-06

保存的图片

新建文件夹

微信截图_201808261

这种目录结构对于用户来说有什么好处？

文件之间的组织结构清晰，易于查找

编程时也可以很方便的用文件路径找到一个文件。如：
FILE *fp;
fp=fopen("F:\data\myfile.dat");
用户可以轻松实现“按名存取”

从操作系统的角度来看，这些目录结构应该如何实现的？

2

知识总览

文件目录

就是我们很熟悉的 Windows 操作系统的“文件夹”

文件控制块（实现文件目录的关键数据结构）

目录结构

- 单级目录结构
- 两级目录结构
- 多级目录结构（树形目录结构）
- 无环图目录结构

索引结点（对文件控制块的优化）

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

文件控制块

根目录（D: 盘）的目录文件

目录本身就是一种有结构文件，由一条条记录组成。每条记录对应一个在该放在该目录下的文件

文件名	类型	存取权限	物理地址
qianlong	目录	只读	...	外存643号块
QMDownLoad	目录	读/写	...	外存643号块
.....			...	
照片	目录	读/写	...	外存643号块
.....			...	
对账单4.txt	txt	只读	...	外存324号块

当我们双击“照片”后，操作系统会在这个目录表中找到关键字“照片”对应的目录项（也就是记录），然后从外存中将“照片”目录的信息读入内存，于是，“照片”目录中的内容就可以显示出来了。

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

文件控制块

“照片”目录对应的目录文件

FCB 实现了文件名和文件之间的映射。使用用户（用户程序）可以实现“按名存取”

文件控制块

文件名	类型	存取权限	物理位置
2015-08	目录	只读	...	外存25号块
2015-09	目录	读/写	...	外存278号块
.....			...	
2016-02	目录	读/写	...	外存152号块
.....				
微信截图_20180826102629	PNG	只读	...	外存995号块

目录文件中的一条记录就是一个“文件控制块（FCB）”

FCB 的有序集合称为“文件目录”，一个FCB就是一个文件目录项。FCB 中包含了文件的基本信息（文件名、物理地址、逻辑结构、物理结构等），存取控制信息（是否可读/可写、禁止访问的用户名单等），使用信息（如文件的建立时间、修改时间等）。
最重要，最基本的还是文件名、文件存放的物理地址。

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

文件控制块

文件名	类型	存取权限	物理位置
2015-08	目录	只读	...	外存25号块
2015-09	目录	读/写	...	外存278号块
.....			...	
2016-02	目录	读/写	...	外存152号块
.....				
微信截图_20180826102629	PNG	只读	...	外存995号块

需要对目录进行哪些操作？

搜索：当用户要使用一个文件时，系统要根据文件名搜索目录，找到该文件对应的目录项

创建文件：创建一个新文件时，需要在其所属的目录中增加一个目录项

删除文件：当删除一个文件时，需要在目录中删除相应的目录项

显示目录：用户可以请求显示目录的内容，如显示该目录中的所有文件及相应属性

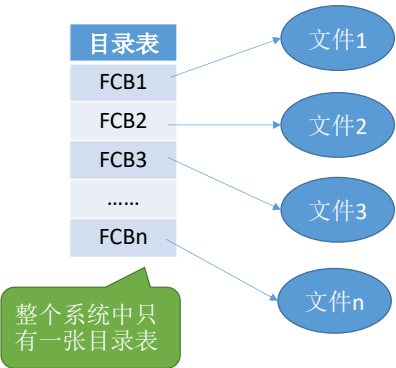
修改目录：某些文件属性保存在目录中，因此这些属性变化时需要修改相应的目录项（如：文件重命名）

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

目录结构——单级目录结构

早期操作系统并不支持多级目录，整个系统中只建立一张目录表，每个文件占一个目录项。



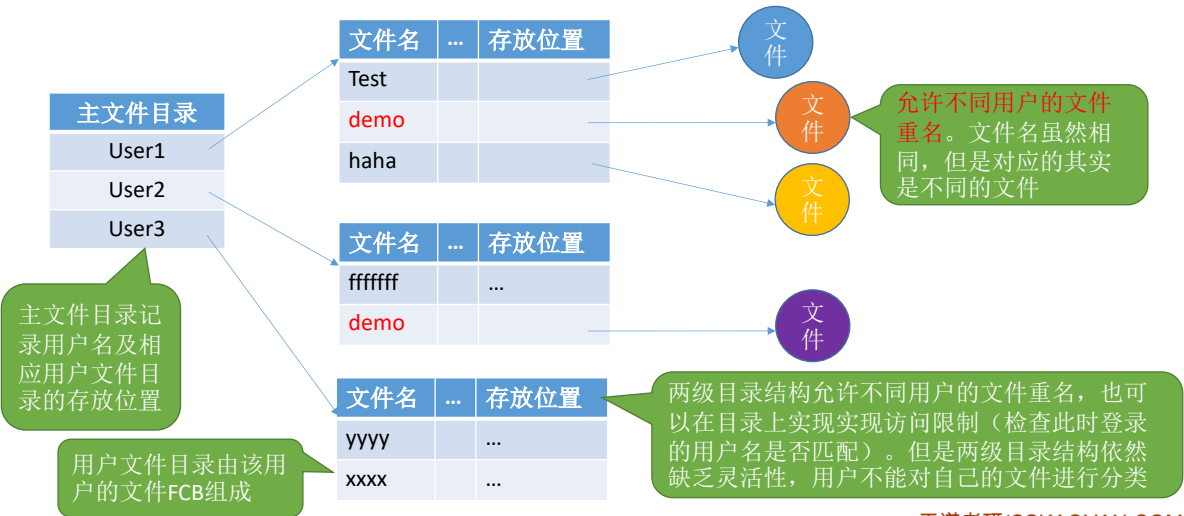
单级目录实现了“按名存取”，但是不允许文件重名。

在创建一个文件时，需要先检查目录表中有没有重名文件，确定不重名后才能允许建立文件，并将新文件对应的目录项插入目录表中。

显然，单级目录结构不适用于多用户操作系统。

目录结构——两级目录结构

早期的多用户操作系统，采用两级目录结构。分为主文件目录（MFD，Master File Directory）和用户文件目录（UFD，User File Directory）。



目录结构——多级目录结构

又称树形目录结构

根目录

qianlong

照片

对账单4

“qianlong”目录

Test

demo

文件

文件

不同目录下的文件可以重名

“照片”目录

2015-08

demo

文件

“2015-08”目录

自拍.jpg

自拍2.png

文件

文件

用户（或用户进程）要访问某个文件时要用文件路径名标识文件，文件路径名是个字符串。各级目录之间用“/”隔开。从根目录出发的路径称为绝对路径。

例如：自拍.jpg 的绝对路径是 “/照片/2015-08/自拍.jpg”

系统根据绝对路径一层一层地找到下一级目录。刚开始从外存读入根目录的目录表；找到“照片”目录的存放位置后，从外存读入对应的目录表；再找到“2015-08”目录的存放位置，再从外存读入对应目录表；最后才找到文件“自拍.jpg”的存放位置。整个过程需要3次读磁盘I/O操作。

很多时候，用户会连续访问同一目录内的多个文件（比如：接连查看“2015-08”目录内的多个照片文件），显然，每次都从根目录开始查找，是很低效的。因此可以设置一个“当前目录”。

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

目录结构——多级目录结构

又称树形目录结构

根目录

qianlong

照片

对账单4

“qianlong”目录

Test

demo

文件

文件

不同目录下的文件可以重名

“照片”目录

2015-08

demo

文件

“2015-08”目录

自拍.jpg

自拍2.png

文件

文件

例如，此时已经打开了“照片”的目录文件，也就是说，这张目录表已调入内存，那么可以把它设置为“当前目录”。当用户想要访问某个文件时，可以使用从当前目录出发的“相对路径”。

在Linux中，“.”表示当前目录，因此如果“照片”是当前目录，则“自拍.jpg”的相对路径为：“./2015-08/自拍.jpg”。从当前路径出发，只需要查询内存中的“照片”目录表，即可知道“2015-08”目录表的存放位置，从外存调入该目录，即可知道“自拍.jpg”存放的位置了。

可见，引入“当前目录”和“相对路径”后，磁盘I/O的次数减少了。这就提升了访问文件的效率。

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

目录结构——多级目录结构 又称树形目录结构

用户（或用户进程）要访问某个文件时要用文件路径名标识文件，文件路径名是个字符串。各级目录之间用“/”隔开。从根目录出发的路径称为**绝对路径**。例如：自拍.jpg 的绝对路径是“/照片/2015-08/自拍.jpg”

每次都从根目录开始查找，是很低效的。因此可以设置一个“**当前目录**”。例如，此时已经打开了“照片”的目录文件，也就是说，这张目录表已调入内存，那么可以把它设置为“当前目录”。当用户想要访问某个文件时，可以使用从**当前目录出发**的“**相对路径**”。

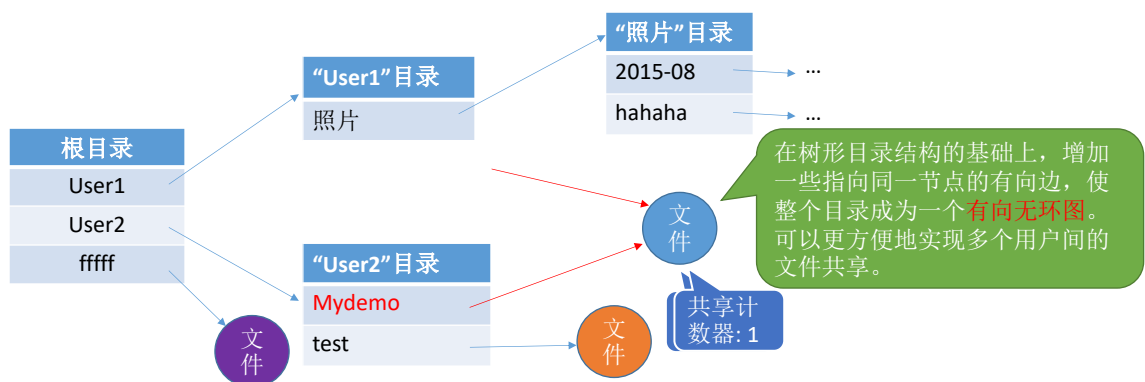
在 Linux 中，“.”表示当前目录，因此如果“照片”是当前目录，则“自拍.jpg”的**相对路径**为：“./2015-08/自拍.jpg”。

树形目录结构可以很方便地对文件进行分类，层次结构清晰，也能够更有效地进行文件的管理和保护。但是，树形结构**不便于实现文件的共享**。为此，提出了“**无环图目录结构**”。

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

目录结构——无环图目录结构



可以用不同的文件名指向同一个文件，甚至可以指向同一个目录（共享同一目录下的所有内容）。需要为每个共享结点设置一个**共享计数器**，用于记录此时有多少个地方在共享该结点。用户提出删除结点的请求时，只是删除该用户的FCB、并使**共享计数器减1**，并不会直接删除共享结点。**只有共享计数器减为0时，才删除结点。**

注意：共享文件不同于复制文件。在共享文件中，由于各用户指向的是同一个文件，因此只要其中一个用户修改了文件数据，那么所有用户都可以看到文件数据的变化。

王道考研/CSKAOYAN.COM

12

索引结点 (FCB的改进)

文件名	类型	存取权限	物理位置
qianlong	目录	只读	...	外存7号块
QMDownload	目录	读/写	...	外存18号块
.....			...	
照片	目录	读/写	...	外存643号块
.....				
对账单4.txt	txt	只读	...	外存324号块

其实查找各级目录的过程中只需要用到“文件名”这个信息，只有文件名匹配时，才需要读出文件的其他信息。因此可以考虑让目录表“瘦身”来提升效率。

思考有何好处？
假设一个FCB是64B，磁盘块的大小为1KB，则每个盘块中只能存放16个FCB。若一个文件目录中共有640个目录项，则共需要占用 $640/16 = 40$ 个盘块。因此按照某文件名检索该目录，平均需要查询320个目录项，平均需要启动磁盘20次（每次磁盘I/O读入一块）。

除了文件名之外的文件描述信息都放到这里来

若使用索引结点机制，文件名占14B，索引结点指针占2B，则每个盘块可存放64个目录项，那么按文件名检索目录平均只需要读入 $320/64 = 5$ 个磁盘块。显然，这将大大提升文件检索速度。

文件名	索引结点指针
qianlong	
QMDownload	
.....	
照片	
.....	
对账单4.txt	

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

索引结点 (FCB的改进)

文件名	索引结点指针
qianlong	
QMDownload	
.....	
照片	
.....	
对账单4.txt	

索引结点
(包含除了文件名之外的文件描述信息)

思考有何好处？
假设一个FCB是64B，磁盘块的大小为1KB，则每个盘块中只能存放16个FCB。若一个文件目录中共有640个目录项，则共需要占用 $640/16 = 40$ 个盘块。因此按照某文件名检索该目录，平均需要查询320个目录项，平均需要启动磁盘20次（每次磁盘I/O读入一块）。

若使用索引结点机制，文件名占14B，索引结点指针占2B，则每个盘块可存放64个目录项，那么按文件名检索目录平均只需要读入 $320/64 = 5$ 个磁盘块。显然，这将大大提升文件检索速度。

当找到文件名对应的目录项时，才需要将索引结点调入内存，索引结点中记录了文件的各种信息，包括文件在外存中的存放位置，根据“存放位置”即可找到文件。
存放在外存中的索引结点称为“磁盘索引结点”，当索引结点放入内存后称为“内存索引结点”。
相比之下内存索引结点中需要增加一些信息，比如：文件是否被修改、此时有几个进程正在访问该文件等。

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

