文件管理

文件系统实现

文件系统层次结构

- 层次结构
  - 1.用户调用接口 — 为用户提供与文件及目录相关的系统调用
  - 2.文件目录系统 — 管理文件目录、查目录表、进程打开文件表等
  - 3.存取控制验证模块 — 实现文件保护、访问控制权限验证
  - 4.逻辑文件系统 与 文件信息缓冲区 — 根据文件的逻辑结构将记录号转换为逻辑地址
  - 5.物理文件系统 — 把逻辑地址(逻辑记录所在的相对块号)转换为物理地址
  - 6.辅助分配模块 — 管理辅存空间、分配空间、回收空间
  - 7.设备管理程序模块 — 分配设备、启动、释放、读写等
- 例子 —

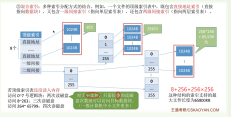
> 例如，用户要查看文件 F 中的内容，对操作系统发出命令（操作系统有面向用户的接口），于是底层过了第一层的用户调用接口。
>
> 操作系统查找命令后，需要查找目录以查找文件 F 的索引信息，可能是 FCB，也可能是索引块，经过了第二层文件目录系统。
>
> 通过目录找到文件 FCB 后，需要查看文件 FCB 上的信息，看看那个用户有权有误问该文件的权限，于是经过了存取控制验证模块。
>
> 用户通过验证后，就真正开始寻址，经历第 3 重的步骤后，我们的这样的意识，操作系统的寻址信息要求的逻辑地址，再将转换逻辑地址，于是在开始寻址时，操作系统给这逻辑文件系统与文件信息缓冲区，得到了相应文件的内容的信息缓冲区。
>
> 把逻辑地址转换为物理地址？是在物理文件系统中完成的。
>
> 至此为止，目录表已完成，寻址也成功，我们不必在系统里的的连续空间直接如何管理，在要释放这块空间，相信系统空间的辅助分配模块，在要把这块空间分配给设备用于输入/输出，则把信息交给设备管理程序模块。

目录实现

- 目录实现的定义及作用
  - 操作系统利用路径名找到相应目录项，目录项中提供了查找文件磁盘块所需要的信息、作用即查找 — 定义/作用
  - 目录查询通过在磁盘上反复搜索，需要不断I/O，开销大；可以将文件目录放到内存，使用文件时只需要在内存中查目录，降低了磁盘访问次数 — 可以放入内存优化系统速度
- 目录实现的方法
  - 线性列表
  - 哈希表

文件实现(物理结构)

- 文件分配方式(非空闲块)
  - 文件分配的引入目的
    - 如何为文件分配磁盘块
    - 类似内存分页，磁盘的存储单元也被分成一个个块，磁盘块的大小与内存块、页面大小一般相同
    - 操作系统为文件分配存储空间，以块为单位 — 为内存和磁盘之间的IO数据交换以块作单位进行，和读入一页书页一样
    - 用户通过文件逻辑地址(逻辑块号，缺内地址)来操作文件
  - 1.连续分配
    - 实现方案 — 为每个文件在磁盘上分配一组连续的块 — 类似二维内存分配
    - 优点 — 连续分配存取速度快(支持顺序/随机访问)，且实现简单只需给磁盘块排序
    - 优缺点
      - 文件长度不宜动态增加（物理上采用连续分配的文件不宜扩展），类比数组增删需大量移动
      - 会产生外部碎片，存储空间利用率降低，类比内存管理分配
  - 2.链接分配
    - 实现思想 — 采用离散分配的方式，消除了外部碎片，且易增删
    - 分配方式
      - 1.隐式分配
        - 实现方案 — 每个文件对应一个磁盘块的链表，每个磁盘块都有指向下一个盘块的指针，目录包括首尾指针 — 类似链表连接
        - 缺点 — 隐式链接分配无法之间访问盘块，只能通过指针顺序访问文件，指针计消耗存储空间；稳定性弱，知指针丢失，导致后续连接数据丢失
      - 2.显式分配
        - 实现方案 — 把用于链接文件各物理块的指针，放在内存的一张链接表，文件分配表FAT在启动时读入内存，用显示存储离散表速度 — 注：FAT表可记录块链接和空闲块，所以FAT表也可以表示空闲块的信息
        - 优点 — 支持顺序访问、随机访问，不会产生外部碎片，方便文件扩展(只需查FAT空闲区域，加载文件链末尾)
  - 3.索引分配
    - 实现方案 — 每个文件的所有磁盘号都集中放在一张索引表中，每个文件都有一个索引块(存放块号或数组)
    - 优点 — 支持随机访问，没有外部碎片
    - 缺点 — 存储开销，若索引块大文件放不下
    - 处理大文件的机制
      - 链接方案 — 一个索引块(就是一个磁盘块本身支持读写)不够，就将多个索引块链接起来，以处理大文件
        - 缺点 — 若想要访问文件的最后一个逻辑块，就必须通过指针顺序找到前面所有的索引块，低效
      - 多层索引 — 使第一层索引块指向第二层索引块，类似多级分页
        - 例题 — 假设磁盘块大小为1KB，一个索引表项占4B，则一个磁盘块只能存放256个索引项。若某文件采用两级索引，则该文件的最大长度可以到256*256*1KB = 65,536 KB = 64MB。可根据逻辑块号算出对应表项在索引表中的哪个表项。例，要访问 1026 号逻辑块，则 1026/256 = 4，1026%256 = 2，因此可以先将一级索引表读入内存，查得 4 号表项，得表对应的二级索引表读入内存，再查第二级索引表的2号表项即可知道 1026 号逻辑块存放的磁盘块号了。这间只有数据块，没有文件磁盘I/O。
        - 在实际 256*256 类似 — 采用 4 层索引结构，且 — 每次访问一个数据块只需要 4+1 次读磁盘操作
      - 混合索引 — 将多种索引分配方式相结合，例如用了直接地址又采用单级索引分配方式
        - 例子 —



- 总结
  - 索引分配允许文件分散地放置在各个磁盘块中，系统为每个文件建立一张索引表，索引表中记录了文件的逻辑块号与物理块号的对应关系，索引表的功能类似于内存管理中的页表——建立逻辑页面与实际物理页之间的映射关系。一般来说存放该索引表的磁盘块称为索引块，文件数据存放的磁盘称为数据块。
  - 在分配方式，索引表的大小，决定了一个文件能存下多少个磁盘块，从而决定了该文件的最大长度。若文件较大，索引表较长，则需要将索引表分成多个磁盘块来存储，则可以采用多级索引，即对索引表再建立一级索引，索引表中存放的是索引表的磁盘块号，则可以通过索引表找到索引表，再找文件的磁盘块。
  - 例题：假设磁盘块大小为1KB，一个索引表项占4B，则一个磁盘块只能存放256个索引项。若某文件采用两级索引，则该文件的最大长度可以到256*256*1KB = 65,536 KB = 64MB。
  - 例题：若文件大小为1000B，则需要1个磁盘块来存放文件的内容，索引表中只需要1个表项即可。
  - 例题：若文件大小为256KB，则需要64个磁盘块来存放文件的内容，索引表中需要64个表项。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十二级索引表，十二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十二级索引表，十二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十三级索引表，十三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十二级索引表，十二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十三级索引表，十三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十四级索引表，十四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十二级索引表，十二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十三级索引表，十三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十四级索引表，十四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十五级索引表，十五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。
  - 例题：若文件大小为65,536 KB，则需要1个一级索引表，索引表中需要256个表项，每个表项指向一个二级索引表，二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个三级索引表，三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个四级索引表，四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个五级索引表，五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个六级索引表，六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个七级索引表，七级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个八级索引表，八级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个九级索引表，九级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十级索引表，十级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十一级索引表，十一级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十二级索引表，十二级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十三级索引表，十三级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十四级索引表，十四级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十五级索引表，十五级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个十六级索引表，十六级索引表中需要256个表项，每个表项指向一个磁盘块。

文件存储空间管理(空闲块的管理)

- 文件存储器空间的划分与初始化
  - 文件卷 — 磁盘分区、如C盘、D盘；支持多个物理磁盘组成一个文件卷
  - 目录区和文件区 — 目录区主要存放文件目录信息和FCB，用于磁盘存储空间管理的信息；文件区用于存放文件数据
  - 初始化 — 为各个文件卷划分目录区、文件区
- 文件存储器的空间管理
  - 目的 — 对空闲块进行组织和管理，分配与回收
  - 1.空闲表法
    - 实现方案 — 连续分配方式，为每个文件分配一张连续的存储空间；系统为外存上的所有空闲区建立一张空闲盘块表，每个空闲区，对应一个空闲表项(表中包含第一个空闲盘块号 空闲盘块数)
    - 分配 — 与内存的动态分配类似，可采用首次适应、循环首次适应等算法
    - 回收 — 类似内存回收，合并相邻的空闲区；适用于连续分配方式
  - 2.空闲链表法
    - 空闲盘块法 — 以磁盘块为单位组成一条空闲链；分配 — 分配时从链头依次查找取出空闲块；回收 — 回收时将空闲块加入到链尾
    - 空闲盘区法 — 以盘区(多个磁盘块)为单位组成一条空闲链；分配采用适应算法，回收时注意相邻盘区合并；适用于离散分配的物理结构，为文件分配多个盘块时可能要重复多次操作
  - 3.位视图法
    - 实现方案 — 每个二进制位对应一个盘块
    - 盘块号与(字号,块号)相互转换
      - 行列下标从0开始 — (字号, 位号)=(i, j) 的二进制位对应的 盘块号 $b = ni + j$；b号盘块对应的字号 $i = b/n$，位号 $j = b\%n$ — 下标从0开始
      - 行列下标从1开始 — $b = n(i-1)+j$；$i = (b-1)\ \mathrm{DIV}\ n+1$；$j = (b-1)\ \mathrm{MOD}\ n+1$
    - 分配 — ①顺序扫描位示图，找到个相邻或不相邻的"0"；②根据字号、位号算出对应的盘块号；③将相应盘块分配给文件，将相应位设置为"1"
    - 回收 — ①根据回收的盘块号计算出对应的字号、位号；②将相应二进制位设为"0"
  - 4.成组链接法
    - 空间表法、空闲链表法不适用于大型文件系统，因为空间表或空闲链表可能过大，UNIX系统中采用了成组链接法对磁盘空闲块进行管理