

Chapter7 数据库的物理组织

7.5 文件记录组织

➤ 堆文件组织 (Heap file)

- 记录可以放在文件的任何位置上，一般以记录录入时间先后为序组织存储

➤ 顺序文件组织 (Sequential file)

- 记录是按其项值的升序或降序存储的

➤ 散列文件组织 (Hashing file)

- 根据记录中的某个项值通过散列函数求得的值作为记录的存储地址

➤ 聚集文件组织 (Clustering file)

- 一个文件可以存储多个关系的记录，不同关系中有联系的记录存储在一起可以提高查找速度

7.6 索引技术与散列技术

顺序文件

- 按照某个属性(项)的取值进行排序而构成的数据文件被称为**顺序文件**

- 例（假设每个磁盘块可以存放**2**条记录）

1	记录 1	}	第 1 个磁盘块
2	记录 2		
3	记录 3	}	第 2 个磁盘块
4	记录 4		
5	记录 5	}	第 3 个磁盘块
6	记录 6		
⋮	⋮		⋮

主关键字值

例：

➤ [例1]

- 设一个关系有 10^6 个元组，在每个磁盘块（大小为4KB）中可存放10个这样的元组，则该关系大约占用：

10^5 个磁盘块（约400MB）

- 设该关系中的元组已经按照主关键字值从小到大的顺序构成了一个顺序文件，因此可以采用二分查找法来根据主关键字值进行记录定位
- 按照一个主关键字值进行记录定位所需要的磁盘I/O次数为：

$\log_2 10^5 \approx 16.6 \approx 17$

索引文件

- ❖ 存放记录的关键字值以及指向记录本身的指针（记录的存储地址），并且按照关键字值的顺序进行排序
- ❖ 一个关键字值和一个记录指针构成的 **键-指针** 对我们称为一个 **索引项**：

关键字K	记录指针P
------	-------

稠密索引

如果数据文件中的每条记录在索引文件中都存在一个相对应的索引项，则该索引被称为稠密索引



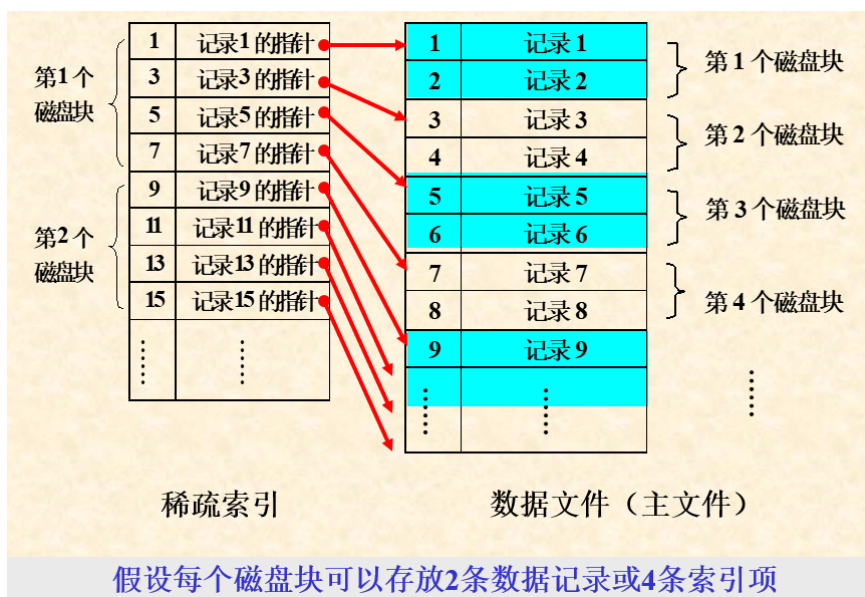
索引文件使用的磁盘块比数据文件的少，因此磁盘I/O的时间开销小

索引文件中的索引项被按照索引关键字的值进行了排序，因此在索引文件中可采用二分查找法来提高查找速度

稀疏索引

如果数据文件是顺序文件，我们可以在索引文件中只为数据文件的每个磁盘块设一个索引项，记录该磁盘块中第一条数据记录的关键字值及该磁盘块的首地址

这样建立起来的索引文件被称为稀疏索引



区别

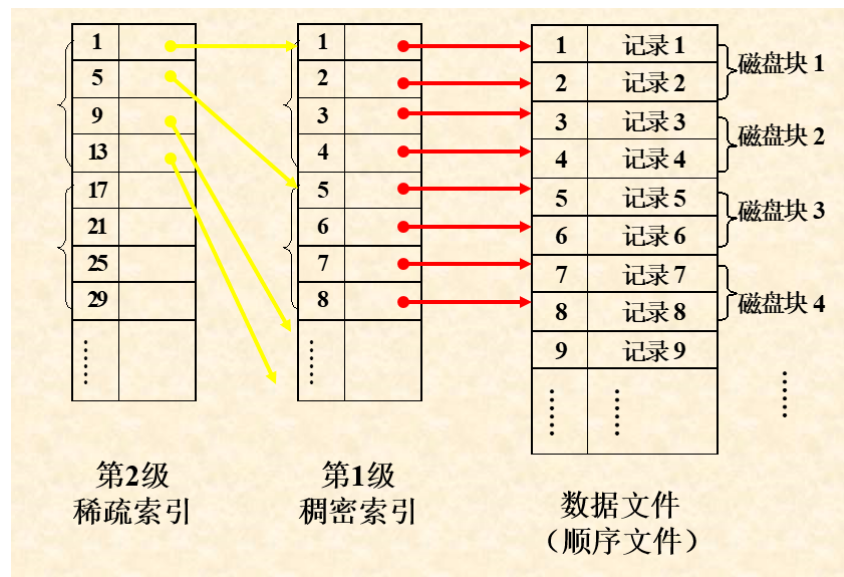
稀疏索引只能用于顺序文件上的索引组织

稠密索引中的每个索引项对应数据文件中的一条记录，而稀疏索引中的每个索引项则对应数据文件中的一个磁盘块，需要的磁盘空间大小不同

稠密索引可以直接回答是否存在键值为K的记录；稀疏索引需要额外的磁盘I/O操作，即需要将相应的数据文件中的磁盘块读入内存后才能判别该记录是否存在

多级索引

第一级可以是稠密也可以是稀疏，第二级之后都为稀疏



多级索引与单级索引的性能比较

	索引类型	需要的磁盘空间 (包括数据文件和索引文件)	记录查找需要的 磁盘I/O次数
例1	无索引，直接在顺序数据文件上进行记录的查找	10^5	17
例2	一级稠密索引	$10^5 + 10^4$	15
例3	一级稀疏索引	$10^5 + 10^3$	11
例4	基于一级稠密索引的二级索引	$10^5 + 10^4 + 10^2$	2
例5	基于一级稀疏索引的二级索引	$10^5 + 10^3 + 10^1$	2

顺序文件的所有记录是在整个磁盘上都是有序的！

B/B+树索引文件

在B/B+树中，由叶结点所构成的最下面的一级索引通常采用稠密索引，而其它层次上的索引则采用稀疏索引

叶子节点之间有指针链接，提供顺序查找。

B+树的节点

- 每个结点占用一个磁盘块，每棵B⁺树都有一个被称为秩的整型参数 n ，每个结点能容纳 n 个键和 $n+1$ 个指针，我们将 n 取得尽可能的大，以便在一个磁盘块中存放更多的索引项
- 例如：设每个磁盘块的大小是4096个字节，每个键值占4个字节，每个指针占8个字节，则满足：

$$4n + 8(n+1) \leq 4096$$
 的最大 n 的值是340

P_1	K_1	P_2	K_2	P_m	K_m	P_{m+1}
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

对于根节点： $1 \leq m \leq n$

对于内部节点：上取整 $((n-1)/2) \leq m \leq n$

对于叶子节点：下取整 $((n+1)/2) \leq m \leq n$

B⁺树与B树的比较

- 组织方式不一样
 - ❖ B⁺树：所有有效的索引关键字值都必须存储在叶结点中，其内部结点中的键值只用于索引项的查找定位。
 - ❖ B树：有效的索引关键字值可以出现在B树的任意一个结点中。
- 内部结点不同
 - ❖ B⁺树：关键字值 + 子树指针
 - ❖ B树：关键字值 + 记录指针 + 子树指针
 - 因此B树结点的扇出（即一个结点可以拥有的最大子结点数且）较小，从而导致整个B树的高度大于B⁺树的高度。
- 随机查找效率的区别
 - ❖ B⁺树：所有关键字的查找速度基本一致
 - ❖ B树：依赖于关键字所在结点的层次
- 在B树中没有提供对索引关键字的顺序扫描功能。
- B树的插入、删除操作较B⁺树复杂。