一文详解 B-树，B+树，B*树

java架构师

B-树

B-树是一种多路搜索树（并不一定是二叉的）

1970年，R.Bayer和E.mccreight提出了一种适用于外查找的树，它是一种平衡的多叉树，称为B树（或B-树、B_树）。

一棵m阶B树(balanced tree of order m)是一棵平衡的m路搜索树。它或者是空树，或者是满足下列性质的树：

1、根结点至少有两个子女；

2、每个非根节点所包含的关键字个数 j 满足：┌m/2┐ - 1 <= j <= m - 1；

3、除根结点以外的所有结点（不包括叶子结点）的度数正好是关键字总数加1，故内部子树个数 k 满足：┌m/2┐ <= k <= m ；

4、所有的叶子结点都位于同一层。

特点：

是一种多路搜索树（并不是二叉的）：

1.定义任意非叶子结点最多只有M个儿子；且M>2；

2.根结点的儿子数为[2, M]；

3.除根结点以外的非叶子结点的儿子数为[M/2, M]；

4.每个结点存放至少M/2-1（取上整）和至多M-1个关键字；（至少2个关键字）

5.非叶子结点的关键字个数=指向儿子的指针个数-1；

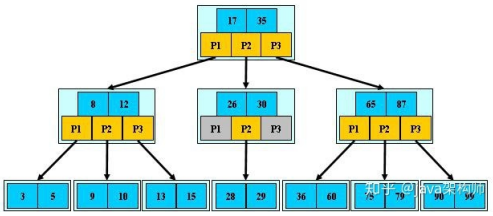
6.非叶子结点的关键字：K[1], K[2], …, K[M-1]；且K[i] < K[i+1]；

7.非叶子结点的指针：P[1], P[2], …, P[M]；其中P[1]指向关键字小于K[1]的

子树，P[M]指向关键字大于K[M-1]的子树，其它P[i]指向关键字属于(K[i-1], K[i])的子树；

8.所有叶子结点位于同一层；

如：（M=3）



B-树的搜索，从根结点开始，对结点内的关键字（有序）序列进行二分查找，如果

命中则结束，否则进入查询关键字所属范围的儿子结点；重复，直到所对应的儿子指针为

空，或已经是叶子结点；

B-树的特性：

1.关键字集合分布在整颗树中；

2.任何一个关键字出现且只出现在一个结点中；

3.搜索有可能在非叶子结点结束；

4.其搜索性能等价于在关键字全集内做一次二分查找；

5.自动层次控制；

B+树

B+ 树是一种树数据结构，是一个n叉树，每个节点通常有多个孩子，一棵B+树包含根节点、内部节点和叶子节点。根节点可能是一个叶子节点，也可能是一个包含两个或两个以上孩子节点的节点。

用途：

B+ 树通常用于数据库和操作系统的文件系统中。NTFS, ReiserFS, NSS, XFS, JFS, ReFS 和BFS等文件系统都在使用B+树作为元数据索引。B+ 树的特点是能够保持数据稳定有序，其插入与修改拥有较稳定的对数时间复杂度。B+ 树元素自底向上插入。

B+树的定义

B+树是应文件系统所需而出的一种B-树的变型树。一棵m阶的B+树和m阶的B-树的差异在于：

1.有n棵子树的结点中含有n个关键字，每个关键字不保存数据，只用来索引，所有数据都保存在叶子节点。

2.所有的叶子结点中包含了全部关键字的信息，及指向含这些关键字记录的指针，且叶子结点本身依关键字的大小自小而大顺序链接。

3.所有的非终端结点可以看成是索引部分，结点中仅含其子树（根结点）中的最大（或最小）关键字。
通常在B+树上有两个头指针，一个指向根结点，一个指向关键字最小的叶子结点。

B+树是B-树的变体，也是一种多路搜索树：

1.其定义基本与B-树同，除了：

2.非叶子结点的子树指针与关键字个数相同；

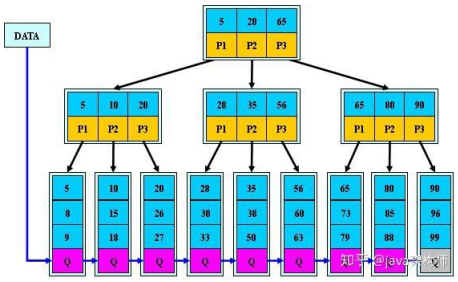
3.非叶子结点的子树指针P[i]，指向关键字值属于[K[i], K[i+1])的子树

（B-树是开区间）；

5.为所有叶子结点增加一个链指针；

6.所有关键字都在叶子结点出现；

如：（M=3）



B+的搜索与B-树也基本相同，区别是B+树只有达到叶子结点才命中（B-树可以在

非叶子结点命中），其性能也等价于在关键字全集做一次二分查找；

B+的特性：

1.所有关键字都出现在叶子结点的链表中（稠密索引），且链表中的关键字恰好

是有序的；

2.不可能在非叶子结点命中；

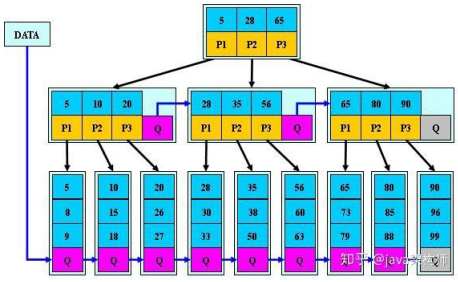
3.非叶子结点相当于是叶子结点的索引（稀疏索引），叶子结点相当于是存储

（关键字）数据的数据层；

4.更适合文件索引系统；

B*树：

是B+树的变体，在B+树的非根和非叶子结点再增加指向兄弟的指针；



B*树定义了非叶子结点关键字个数至少为(2/3)*M，即块的最低使用率为2/3

（代替B+树的1/2）；

B+树的分裂：当一个结点满时，分配一个新的结点，并将原结点中1/2的数据

复制到新结点，最后在父结点中增加新结点的指针；B+树的分裂只影响原结点和父

结点，而不会影响兄弟结点，所以它不需要指向兄弟的指针；

B*树的分裂：当一个结点满时，如果它的下一个兄弟结点未满，那么将一部分

数据移到兄弟结点中，再在原结点插入关键字，最后修改父结点中兄弟结点的关键字

点之

间增加新结点，并各复制1/3的数据到新结点，最后在父结点增加新结点的指针；

所以，B*树分配新结点的概率比B+树要低，空间使用率更高；

小结：

B-树：

多路搜索树，每个结点存储M/2到M个关键字，非叶子结点存储指向关键

字范围的子结点；

所有关键字在整颗树中出现，且只出现一次，非叶子结点可以命中；

B+树：

在B-树基础上，为叶子结点增加链表指针，所有关键字都在叶子结点

中出现，非叶子结点作为叶子结点的索引；B+树总是到叶子结点才命中；

B*树：

在B+树基础上，为非叶子结点也增加链表指针，将结点的最低利用率

从1/2提高到2/3；

B-树,B+树,B*树 总结对比

首先注意：B树就是B-树，"-"是个连字符号，不是减号。
B-树是一种**平衡**的多路**查找(又称排序)**树，在文件系统中有所应用。主要用作文件的索引。**其中的B就表示平衡(Balance)**

B+树有一个最大的好处，方便扫库，B树必须用中序遍历的方法按序扫库，而B+树直接从叶子结点挨个扫一遍就完了。

B+树支持range-query(区间查询)非常方便，而B树不支持。这是数据库选用B+树的最主要原因。

比如要查 5-10之间的，B+树一把到5这个标记，再一把到10，然后串起来就行了，B树就非常麻烦。B树的好处，就是成功查询特别有利，因为树的高度总体要比B+树矮。不成功的情况下，B树也比B+树稍稍占一点点便宜。

B树的优势是当你要查找的值恰好处在一个非叶子节点时，查找到该节点就会成功并结束查询，而B+树由于非叶节点只是索引部分，这些节点中只含有其子树中的最大(或最小)关键字，当非终端节点上的关键字等于给点值时，查找并不终止，而是继续向下直到叶子节点。因此在B+树中，无论查找成功与否，都是走了一条从根到叶子节点的路径。

有很多基于频率的搜索是选用B树，越频繁query的结点越往根上走，前提是需要对query做统计，而且要对key做一些变化。
另外B树也好B+树也好，根或者上面几层因为被反复query，所以这几块基本都在内存中，不会出现读磁盘IO，一般已启动的时候，就会主动换入内存。 mysql底层存储是用B+树实现的，因为内存中B+树是没有优势的，但是一到磁盘，B+树的威力就出来了。

B*树

是B+树的变体，在B+树的非根和非叶子结点再增加指向兄弟的指针；B*树定义了非叶子结点关键字个数至少为(2/3)*M，即块的最低使用率为2/3（代替B+树的1/2）；
B+树的分裂：当一个结点满时，分配一个新的结点，并将原结点中1/2的数据复制到新结点，最后在父结点中增加新结点的指针；B+树的分裂只影响原结点和父结点，而不会影响兄弟结点，所以它不需要指向兄弟的指针；
B*树的分裂：当一个结点满时，如果它的下一个兄弟结点未满，那么将一部分数据移到兄弟结点中，再在原结点插入关键字，最后修改父结点中兄弟结点的关键字（因为兄弟结点的关键字范围改变了）；如果兄弟也满了，则在原结点与兄弟结点之间增加新结点，并各复制1/3的数据到新结点，最后在父结点增加新结点的指针；
所以，B*树分配新结点的概率比B+树要低，空间使用率更高；

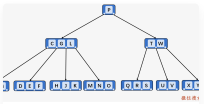
编辑于 2019-12-18 15:54

树（数据结构） Java B/B+树

文章被以下专栏收录

java工程师成神之路
关注【ToBeTopJavaer】成就java大神

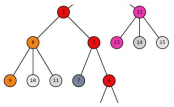
推荐阅读



图解：什么是B树？（心中有 B 树，做人要虚心）一文读懂B...
程序员景禹

什么是二叉查找树
树简介对于树的基本认识，我们很容易通过我们平常所见到的树来理解：一棵树，有一个根，根往上又会分叉出大树枝，大树枝又会分叉出小树枝，以此往复，直到最后是叶子。而作为数据结构的树也...
守望 发表于编程珠玑

从B 树、B+ 树、B* 树谈到R 树
程序猿小哈 发表于程序猿小哈



树链剖分算法
XLor

写下你的评论...

key丶 2020-06-24

搬运的不注明出处吗

3

龙猫 2021-01-06

赞