

R-B Tree

参考<https://zhuanlan.zhihu.com/p/79980618>

<https://www.cnblogs.com/skywang12345/p/3245399.html>

一、基本介绍

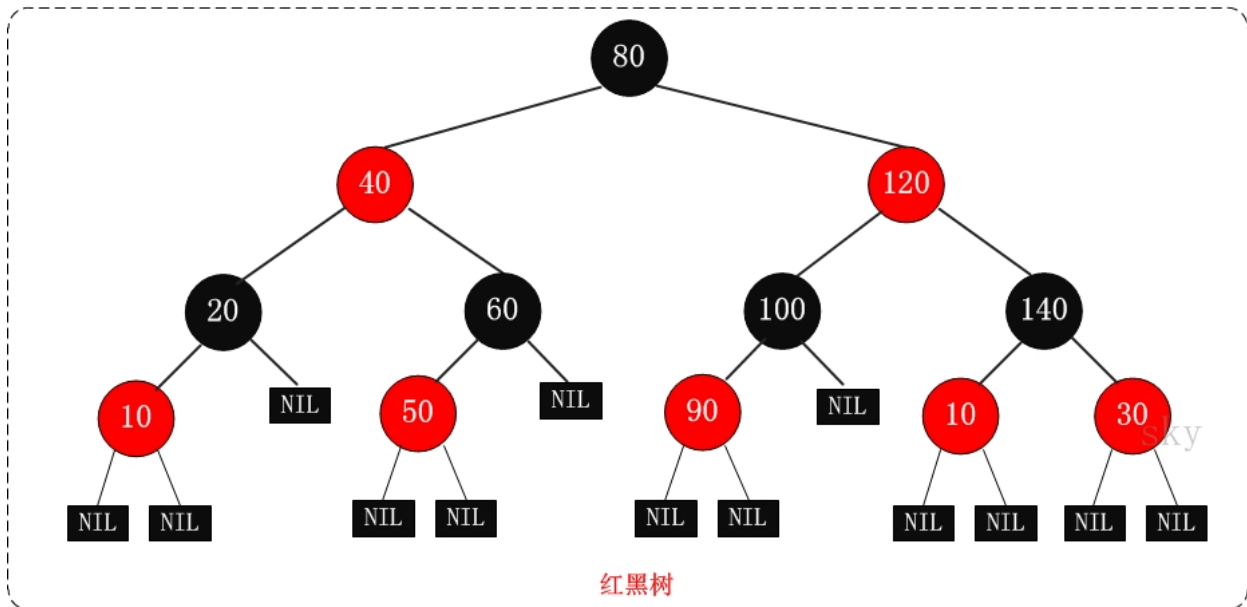
1、定义

红黑树 (Red-Black Tree)：一种特殊的二叉查找树，每个节点上都有存储位表示节点的颜色，可以是红(Red)或黑(Black)

2、特性：

- (1) 每个节点或者是黑色，或者是红色。
 - (2) 根节点是黑色。
 - (3) 每个叶子节点 (NIL) 是黑色。 [注意：这里叶子节点，是指为空 (NIL或NULL)的叶子节点！]
 - (4) 没有两个相邻的红色节点（红色节点不能有红色父节点或红色子节点，并没有说不能出现连续的黑色节点）
 - (5) 从节点（包括根）到其任何后代NULL节点(叶子结点下方挂的两个空节点，并且认为他们是黑色的)的每条路径都具有相同数量的黑色节点
- 提示：特性（5）确保没有一条路径会比其他路径长出两倍。因而，红黑树是相对是接近平衡的二叉树。

3、图解



4、应用场景

主要是用它来存储有序的数据（增删频繁），它的时间复杂度是 $O(\lg n)$ ，效率非常之高

1. 广泛用于C++的STL中，地图是用红黑树实现的；
2. Linux的进程调度，用红黑树管理进程控制块，进程的虚拟内存空间都存储在一颗红黑树上，每个虚拟内存空间都对应红黑树的一个节点，左指针指向相邻的虚拟内存空间，右指针指向相邻的高地址虚拟内存空间；
3. IO多路复用的epoll采用红黑树组织管理sockfd，以支持快速的增删改查；
4. Nginx中用红黑树管理定时器，因为红黑树是有序的，可以很快的得到距离当前最小的定时器；
5. Java的TreeMap的实现；