十三、左偏树（Leftist Tree）

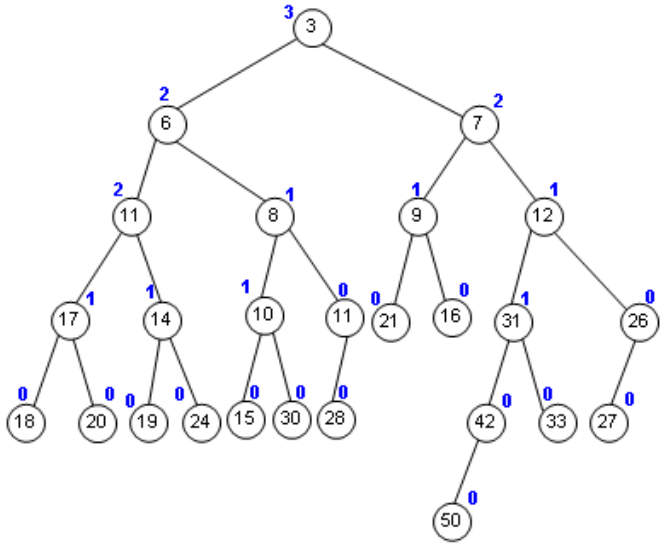
树这个数据结构内容真的很多，上一节所讲的二叉堆，其实就是一颗二叉树，这次讲的左偏树（又叫“左翼堆”），也是树。

二叉堆是个很不错的数据结构，因为它非常便于理解，而且仅仅用了一个数组，不会造成额外空间的浪费，但它有个缺点，那就是很难合并两个二叉堆，对于“合并”，“拆分”这种操作，我觉得最方面的还是依靠指针，改变一下指针的值就可以实现，要是涉及到元素的移动，那就复杂一些了。

左偏树跟二叉堆比起来，就是一棵真正意义上的树了，具有左右指针，所以空间开销上稍微大一点，但却带来了便于合并的便利。

BTW：写了很多很多的程序之后，我发觉“空间换时间”始终是个应该考虑的编程方法。:)

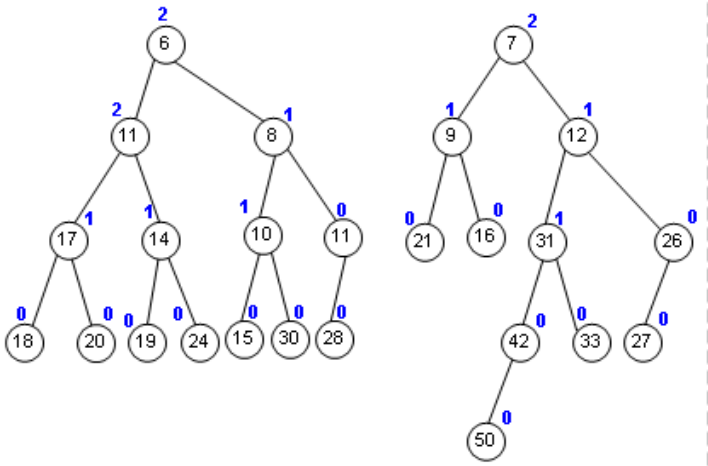
左偏左偏，给人感觉就是左子树的比重比较大了，事实上也差不多，可以这么理解：左边分量重，那一直往右，就一定能最快地找到可以插入元素的节点了。所以可以这样下个定义：左偏树就是对其任意子树而言，往右到插入点的距离（下面简称为“距离”）始终小于等于往左到插入点的距离，当然了，和二叉堆一样，父节点的值要小于左右子节点的值。



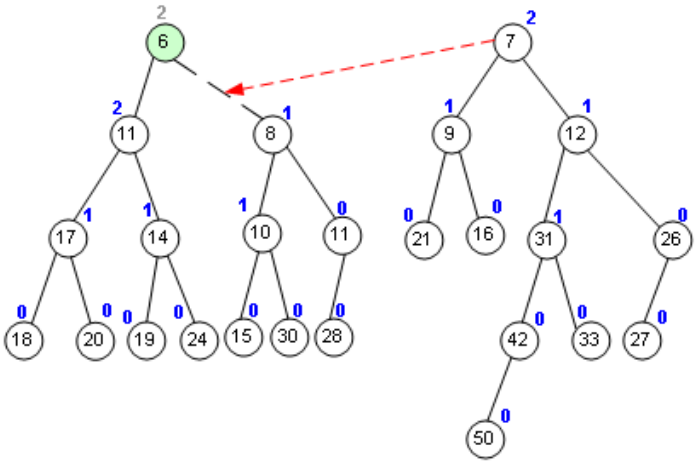
左偏树（Leftist Tree）

如果节点本身不满，可插入，那距离就为0，再把空节点的距离记为-1，这样我们就得出：父节点的距离 = 右子节点距离 + 1，因为右子节点的距离始终是小于等于左子节点距离的。我把距离的值用蓝色字体标在上图中了。

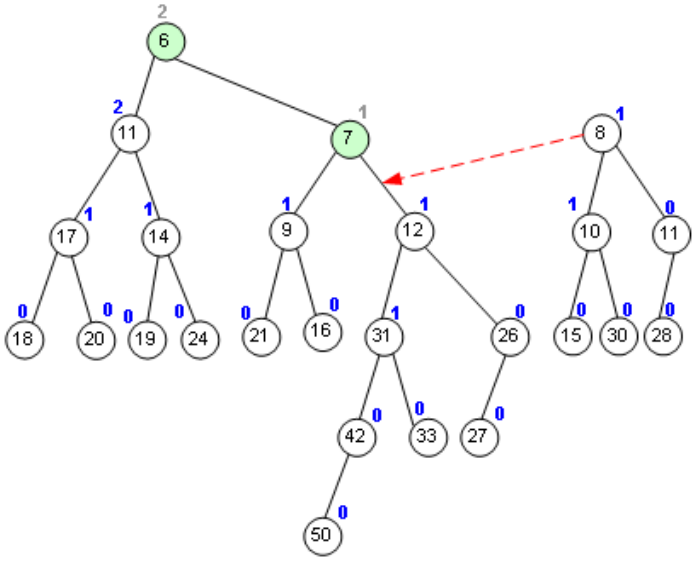
左偏树并一定平衡，甚至它可以很不平衡，因为它其实也不需要平衡，它只需要像二叉堆那样的功能，再加上合并方便，现在来看左偏树的合并算法，如图：



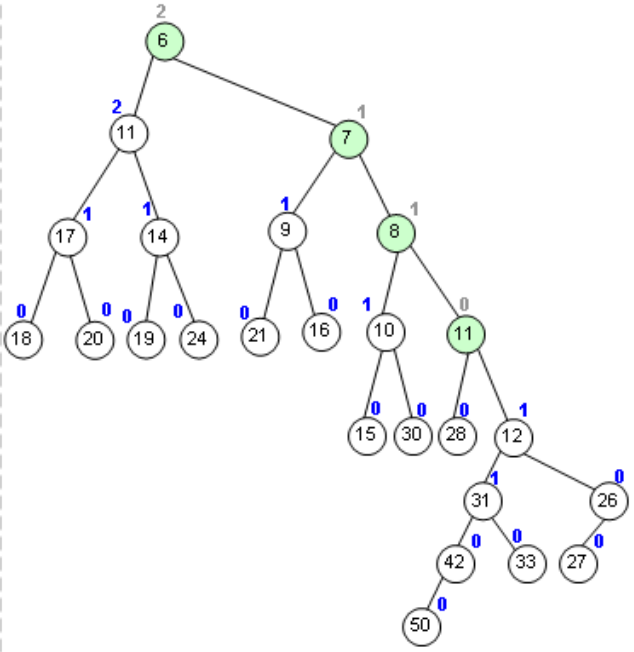
①将根节点键值小的树放在左边，根节点键值大的树放在右边（左边的树作为被插入树，右边的树作为插入树）



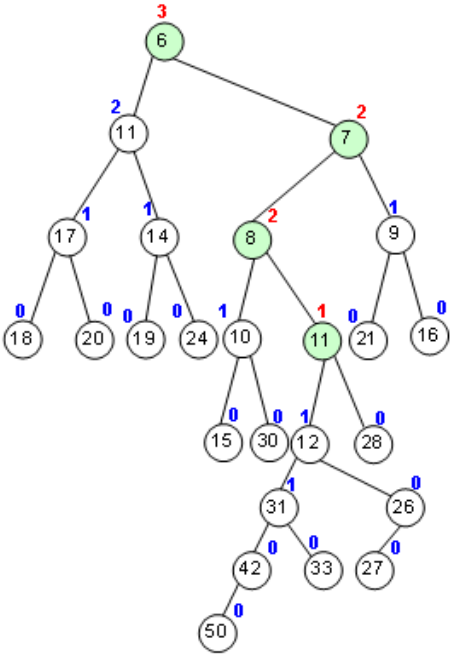
②沿着被插入树的右路径开始寻找插入点，如图，7比8要小，红色箭头指向处为插入点。



②将8作为插入树插入7，一样是沿着右路径寻找插入点。依此类推。浅绿色的节点表示寻找插入位置的路径。



④插入工作完成。



⑤从最后插入节点11开始，往上更新这些浅绿色节点的距离值，有需要的话还要交换节点左右子树来确保整个树依然是左偏树。

这种算法其实很适合用递归来做，但我还是用了一个循环，其实也差不多。对于左偏树来说，这个合并操作是最重要最基本的了。为什么？你看哦：Enqueue，我能不能看作是这个左偏树的root和一个单节点树的合并？而Dequeue，我能不能看作是把root节点取出来，然后合并root的左右子树？事实上就是这样的，我提供的代码就是这样干的。

Conclusion：左偏树比同二叉堆的优点就是方便合并，缺点是编程复杂度略高（也高不去哪），占用空间稍大（其实也大不去哪）。附上代码，老样子了，单个文件，直接调试的代码，零依赖零配置，一看就懂，代码虽然不算完美，但作为演示和学习，是足够了。