实验三 二叉查找树、红黑树的基本操作实现

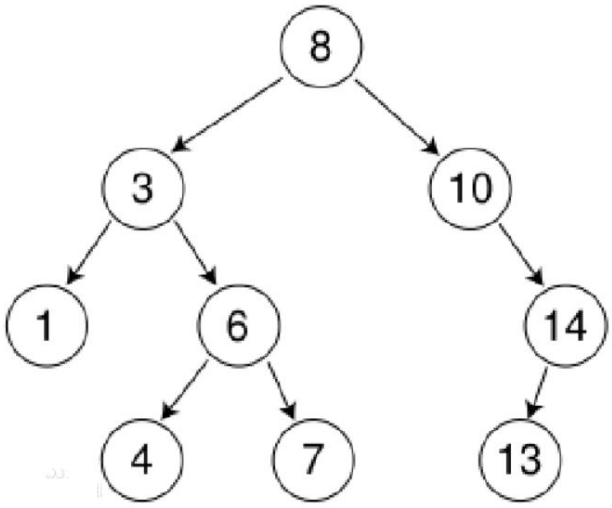
一、实验原理

1. 二叉查找树 (Binary Search Tree)

二叉查找树又称二叉搜索树，二叉排序树，特点如下:

1. 左子树上所有结点值均小于根结点
2. 右子树上所有结点值均大于根结点
3. 结点的左右子树本身又是一颗二叉查找树
4. 二叉查找树中序遍历得到结果是递增排序的结点序列。

典型操作：其插入、删除操作请见教材 P151-P155



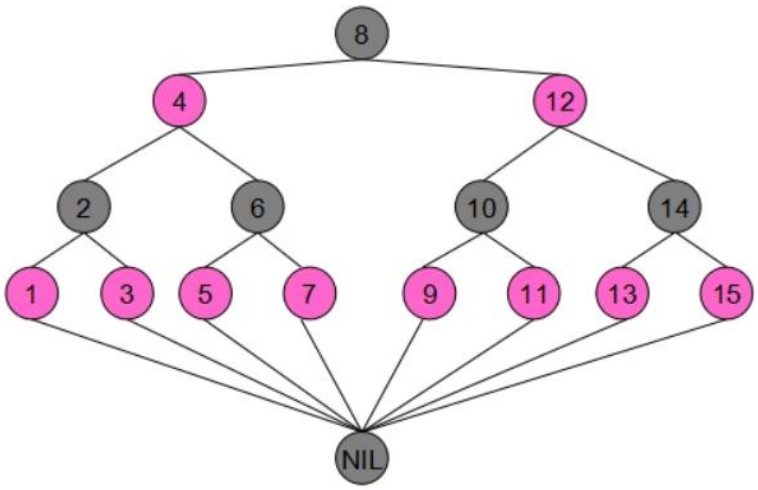
2. 红黑树

红黑树中每个结点包含五个域：color,key,left,right 和 p。如果某结点没有一个子结点或父结点，则该域指向 NIL。

一棵二叉树如果满足下面的红黑性质，则为一棵红黑树：

1) 每个结点或是红的，或是黑的。
2) 根结点是黑的。
3) 每个叶结点 (NIL) 是黑的。
4) 如果一个结点是红的，则它的两个儿子都是黑的。
5) 对每个结点，从该结点到其子孙结点的所有路径上包含相同数目的黑结

点。



从某个结点 x 出发 (不包括该结点) 到达一个叶结点的任意一条路径上，黑色结点的个数称为该结点 x 的黑高度，用 bh(x) 表示。

引理：一颗有 n 个内结点的红黑树的高度至多为 2lg(n+1)。

典型操作：其旋转、插入、删除、扩张操作请见教材 P165-P186

3. 二者性能比较

操作名(h树高)	二叉查找数	红黑树
查找	O(h)	O(lgn)
查最大/小元素	O(h)	O(lgn)
前驱/后继	O(h)	O(lgn)
插入	O(h)	O(lgn)
删除	O(h)	O(lgn)
旋转	无	O(1)
高度	下取整(lgn)+1<=h<=n	<=2lg(n+1)

二、实验要求

1. 实现下列关于二叉查找树、红黑树的判断、构建、删除等操作。并写出这些操作的流程图或伪代码。

2. 请说明二叉查找树和红黑树的区别以及时间、空间性能。

Pro1：Given a binary tree, determine if it is a valid binary search tree (BST).

Assume a BST is defined as follows:

① The left subtree of a node contains only nodes with keys less than the node's key.

② The right subtree of a node contains only nodes with keys greater than the node's key.

③ Both the left and right subtrees must also be binary search trees.

e.g.

```
输入:
    5
   / \
  1   4
     / \
    3   6
输出: false
解释: 输入为: [5,1,4,null,null,3,6]。
```

Pro2：Construct a **red black tree** by {1，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15}, show the result. Then delet the points in order {14,9,5}, show the result too.

e.g.

```
依次插入值为41,38,31,12,19,8的节点后，中序遍历红黑树各节点：
red     8
black   12
red     19
black   31
black   38
black   41
```

注意：

请将实验报告提交到课程群的对应文件夹里，统一命名格式为学号+姓名+实验几.doc/pdf/zip/rar。