二叉树（Binary Tree）

@M了个J

https://github.com/CoderMJLee

https://space.bilibili.com/325538782

小码哥教育 SEEMYGO

实力IT教育 www.520it.com

小码哥教育 SEEMYGO

二叉树（Binary Tree）

- 二叉树的绝大部分题目都可以直接通过递归+遍历解决
  - 前序遍历
  - 中序遍历
  - 后序遍历
  - 层序遍历

小码哥教育 SEEMYGO

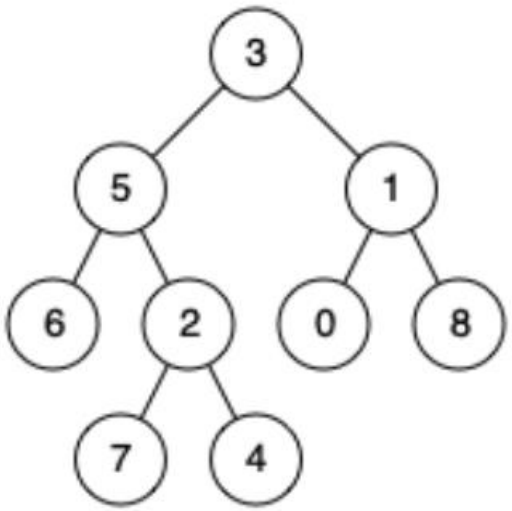
236. 二叉树的最近公共祖先

给定一个二叉树, 找到该树中两个指定节点的最近公共祖先。

百度百科中最近公共祖先的定义为：“对于有根树 T 的两个结点 p、q，最近公共祖先表示为一个结点 x，满足 x 是 p、q 的祖先且 x 的深度尽可能大（**一个节点也可以是它自己的祖先**）。”

- 所有节点的值都是唯一的。
- p、q 为不同节点且均存在于给定的二叉树中。

例如，给定如下二叉树: root = [3,5,1,6,2,0,8,null,null,7,4]




```
输入：root = [3,5,1,6,2,0,8,null,null,7,4], p = 5, q = 1
输出：3
解释：节点 5 和节点 1 的最近公共祖先是节点 3。
```

```
输入：root = [3,5,1,6,2,0,8,null,null,7,4], p = 5, q = 4
输出：5
解释：节点 5 和节点 4 的最近公共祖先是节点 5。因为根据定义最近公共祖先节点可以为节点本身。
```

■ 一样的题目：面试题68 － II． 二叉树的最近公共祖先

小码哥教育 SEEMYGO

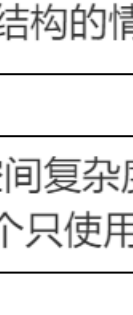
99. 恢复二叉搜索树

二叉搜索树中的两个节点被错误地交换。

请在不改变其结构的情况下，恢复这棵树。

- 使用 O(*n*) 空间复杂度的解法很容易实现。
- 你能想出一个只使用常数空间的解决方案吗?

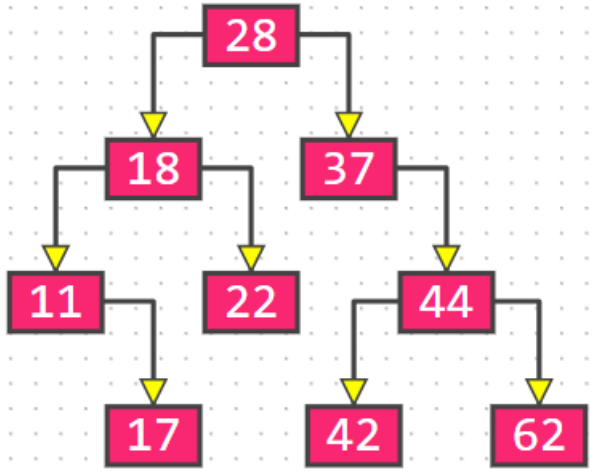
输入: [1,3,null,null,2]



输出: [3,1,null,null,2]

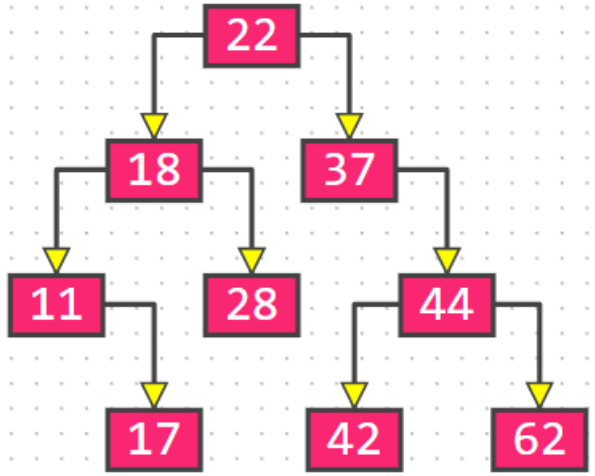
输入: [3,1,4,null,null,2]

输出: [2,1,4,null,null,3]



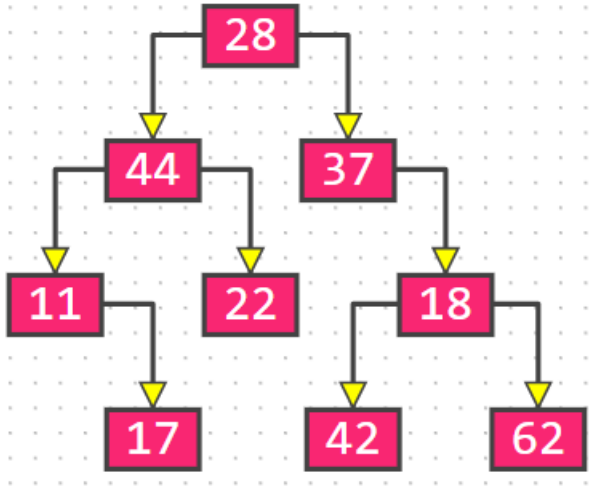
■ 中序遍历的结果是升序的

□ 11,17,18,22,28,37,42,44,62



■ 中序遍历的结果

□ 11,17,18,28,22,37,42,44,62



■ 中序遍历的结果

□ 11,17,44,22,28,37,42,18,62

■ 第1个错误节点：第1个逆序对中的较大节点

■ 第2个错误节点：最后1个逆序对中的较小节点

二叉树的Morris遍历

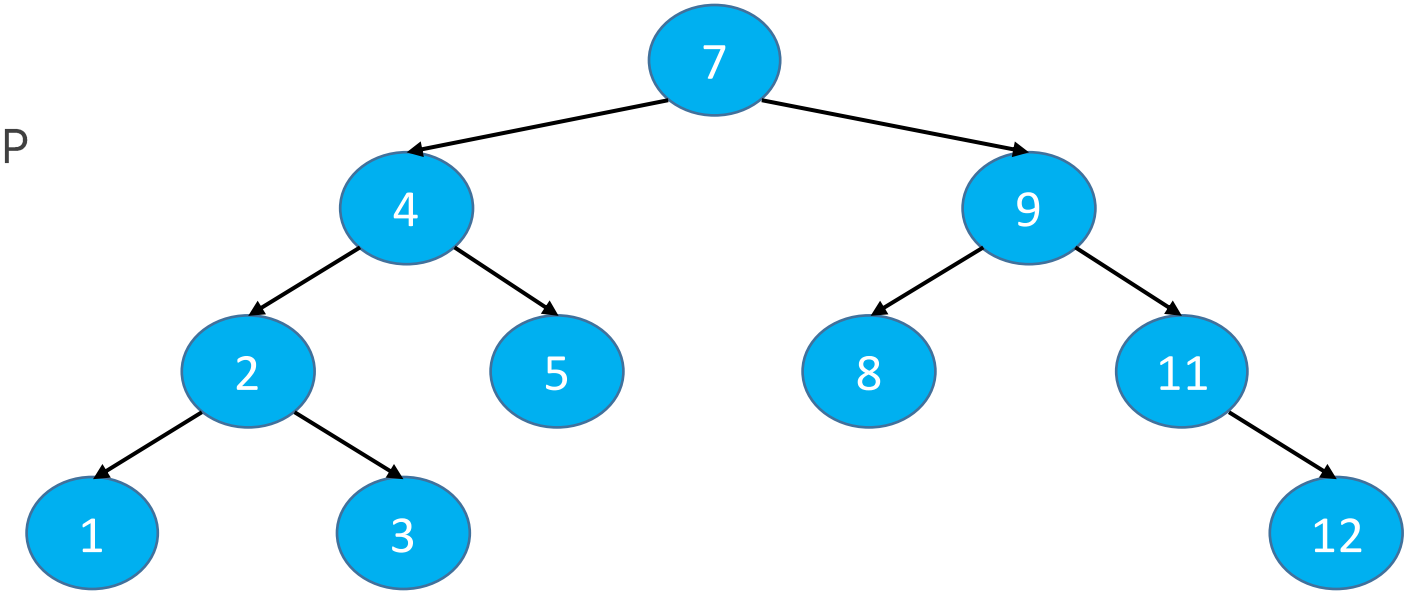
- 使用Morris方法遍历二叉树，可以实现时间复杂度O(n)、空间复杂度O(1)
- 这里只演示二叉树的Morris中序遍历。前序遍历、后序遍历在此基础上做一些调整即可

- 执行步骤（假设遍历到当前节点是N）

① 如果N.left != null，找到N的前驱节点P

- 如果P.right == null
  - ✓ P.right = N
  - ✓ N = N.left
  - ✓ 回到①

- 如果P.right == N
  - ✓ P.right = null
  - ✓ 打印N
  - ✓ N = N.right
  - ✓ 回到①



② 如果N.left == null

- 打印N
- N = N.right
- 回到①

③ 重复①、②直到N == null

小码哥教育 SEEMYGO

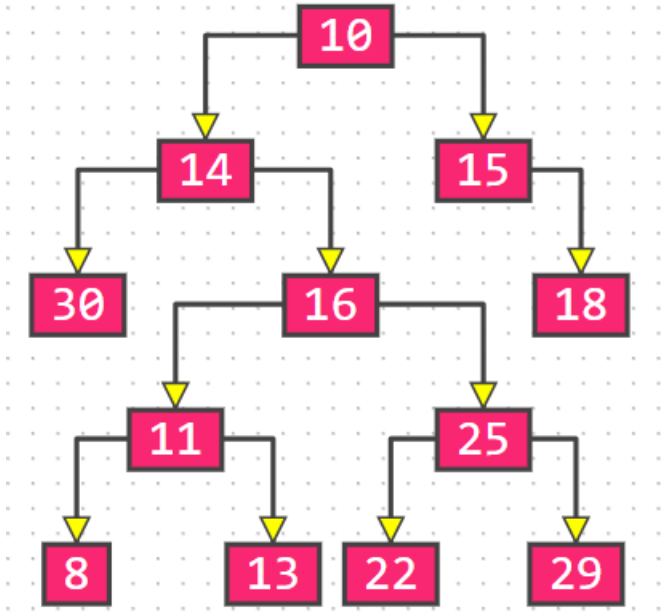
333. 最大BST子树

给定一个二叉树，找到其中最大的二叉搜索树（BST）子树，其中最大指的是子树节点数最多的。

注意:
子树必须包含其所有后代。

输入: [10,5,15,1,8,null,7]

输出: 3
解释: 高亮部分为最大的 BST 子树。
返回值 3 在这个样例中为子树大小。

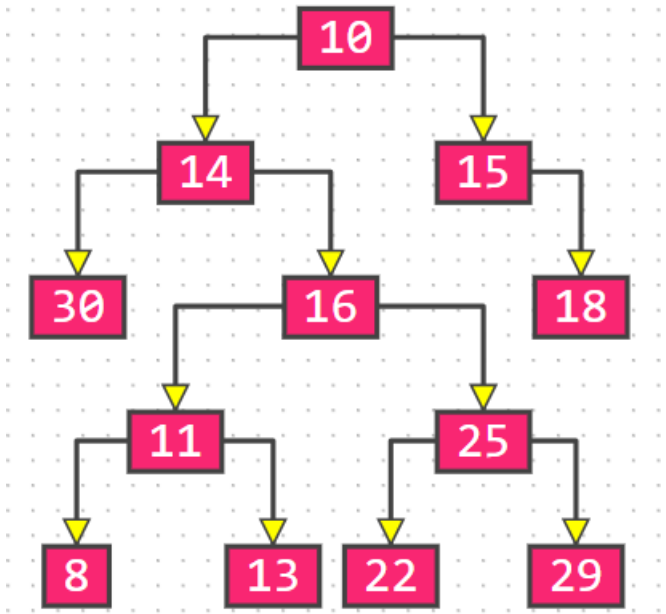


■ 输出：7（以16为根节点的子树）

你能想出用 O(n) 的时间复杂度解决这个问题吗?

小码哥教育 SEEMYGO

自顶向下

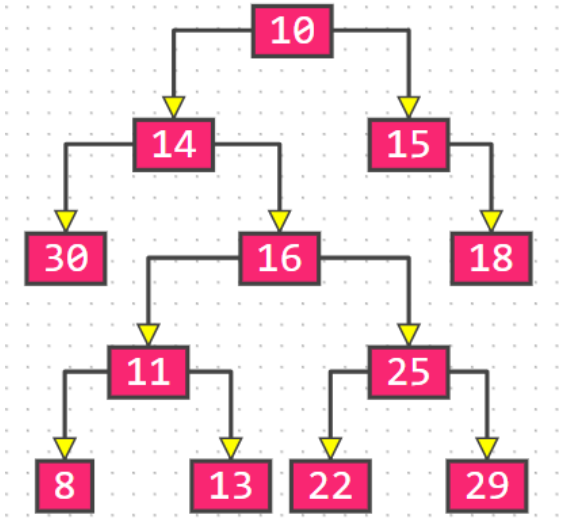



```
public int func(TreeNode root);
```

- func的作用：返回以root为根节点的二叉树的最大BST子树的节点数量
- func的实现
  - 如果以root为根节点的二叉树S是BST，就返回S的节点数量
  - 否则，就返回func(root.left)、func(root.right)中的最大值
- 时间复杂度分析
  - func使用了前序遍历，时间复杂度是O(n)
  - 判断一棵树是否为BST，时间复杂度是O(n)
  - 所以，总体时间复杂度是O(n^2)
- 如何优化?
  - 由于是自顶向下的遍历方式，所以在判断一棵树是否为BST方面，存在重复的遍历判断
  - 可以考虑改为自底向上的遍历方式：后序遍历

小码哥教育 SEEMYGO

自底向上




```
/** 最大BST子树的信息 */
private static class Info {
    /** 根节点 */
    public TreeNode root;
    /** 节点总数 */
    public int size = 1;
    /** 最大值 */
    public int max;
    /** 最小值 */
    public int min;
}
```

```
private Info getInfo(TreeNode root);
```

- getInfo的作用：返回以root为根节点的二叉树的最大BST子树的信息
- getInfo的实现
  - 计算li = getInfo(root.left)，ri = getInfo(root.right)
  - 如果下面的条件成立，说明以root为根节点的二叉树就是最大BST子树
    - ✓ li == null || (li.root == root.left && li.max < root.val)
    - ✓ ri == null || (ri.root == root.right && li.min > root.val)
  - 如果li != null && ri != null
    - ✓ 如果li.size > ri.size，返回li；否则返回ri
  - 如果li != null，返回li；否则返回ri

小码哥教育 SEEMYGO

作业

- 94. 二叉树的中序遍历（第一季中讲过）
- 98. 验证二叉搜索树（第一季中讲过）
- 230. 二叉搜索树中第K小的元素
- 101. 对称二叉树
- 108. 将有序数组转换为二叉搜索树
- 102. 二叉树的层次遍历（第一季中讲过）
- 104. 二叉树的最大深度（第一季中讲过）

小码哥教育 SEEMYGO

思考题

- 105．从前序与中序遍历序列构造二叉树
- 106．从中序与后序遍历序列构造二叉树
- 297．二叉树的序列化与反序列化
- 449．序列化和反序列化二叉搜索树