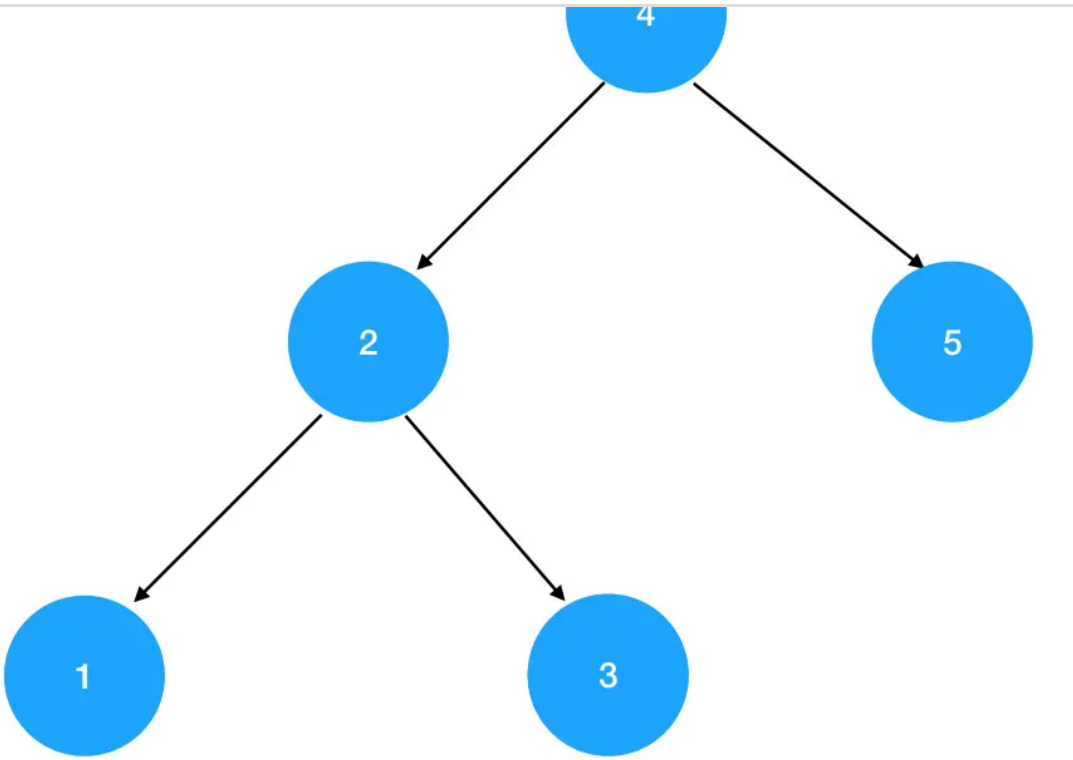
二叉搜索树是二叉树的特例，平衡二叉树则是二叉搜索树的特例。

什么是平衡二叉树

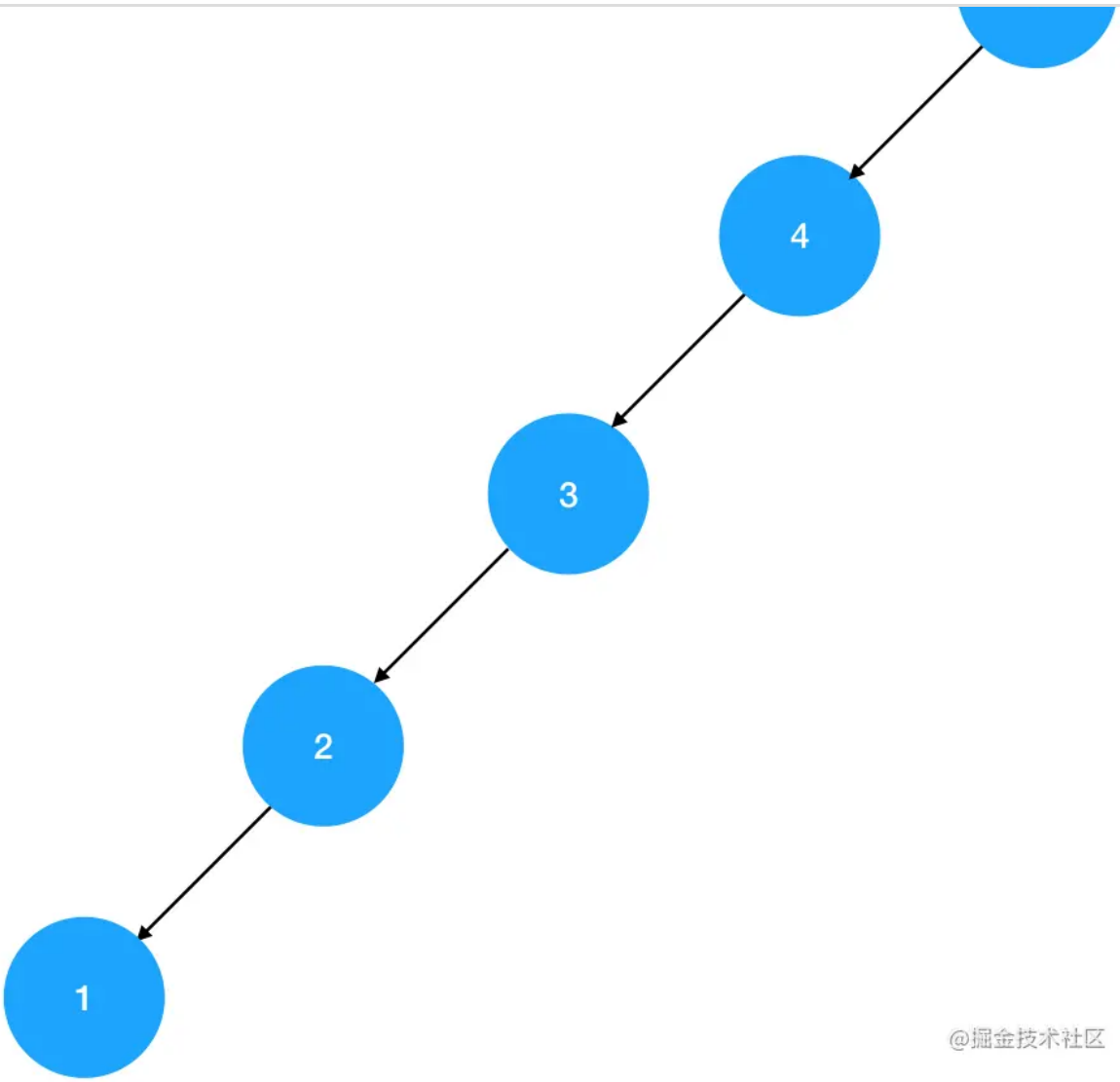
在上一节的末尾，我们已经通过一道真题和平衡二叉树打过交道。正如题目中所说，平衡二叉树（又称 AVL Tree）指的**是任意结点**的**左右子树高度差绝对值都不大于1**的二叉**搜索树**。

为什么要有平衡二叉树

平衡二叉树的出现，是为了降低二叉搜索树的查找时间复杂度。
大家知道，对于同样一个遍历序列，二叉搜索树的造型可以有很多种。拿 `[1,2,3,4,5]` 这个中序遍历序列来说，基于它可以构造出的二叉搜索树就包括以下两种造型：



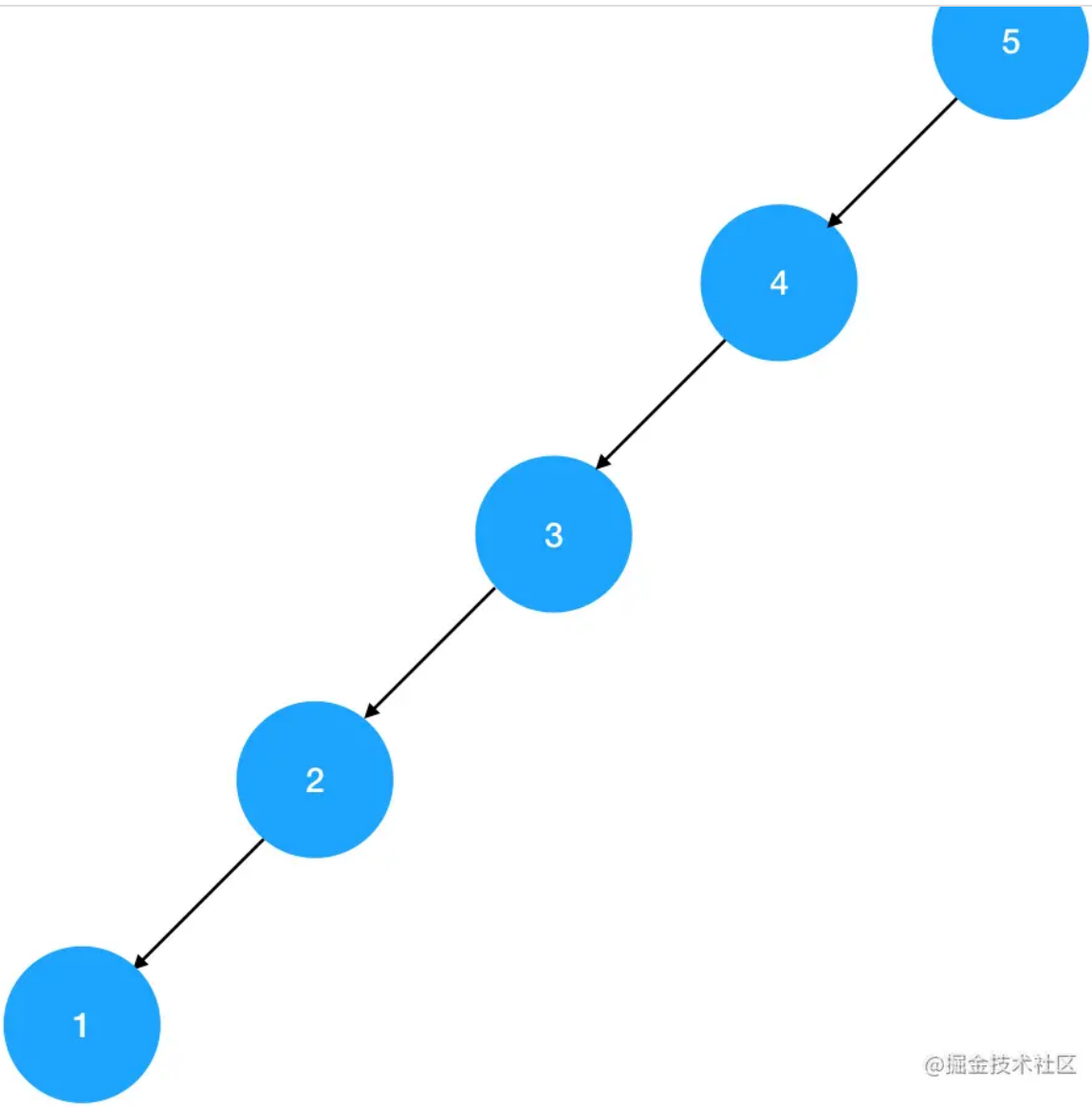
@掘金技术社区



结合平衡二叉树的定义，我们可以看出，第一棵二叉树是平衡二叉树，第二棵二叉树是普通的二叉搜索树。
现在，如果要你基于上一节学过的二叉搜索树查找算法，在图上两棵树上分别找出值为1的结点，问你各需要查找几次？在1号二叉树中，包括根结点在内，只需要查找3次；而在2号二叉树中，包括根结点在内，一共需要查找5次。

我们发现，在这个例子里，对于同一个遍历序列来说，平衡二叉树比非平衡二叉树（图上的结构可以称为链式二叉树）的查找效率更高。这是为什么呢？

大家可以仔细想想，为什么科学家们会无中生有，给二叉树的左右子树和根结点之间强加上排序关系作为约束，进而创造出二叉搜索树这种东西呢？难道只是为了装x吗？当然不是啦。**二叉搜索树的妙处就在于它把“二分”这种思想以数据结构的形式表达了出来**。在一个构造合理的二叉搜索树里，我们可以通过对比当前结点和目标值之间的大小关系，缩小下一步的搜索范围（比如只搜索左子树或者只搜索右子树），进而规避掉不必要的查找步骤，降低搜索过程的时间复杂度。但是如果一个二叉搜索



每一个结点的右子树都是空的，这样的结构非常不合理，它会带来高达O(N)的时间复杂度。而平衡二叉树由于利用了二分思想，查找操作的时间复杂度仅为 O(logN)。因此，为了保证二叉搜索树能够确实为查找操作带来效率上的提升，我们有必要在构造二叉搜索树的过程中维持其平衡度，这就是平衡二叉树的来由。

命题思路解读

平衡二叉树和二叉搜索树一样，都被归类为“特殊”的二叉树。对于这样的数据结构来说，其“特殊”之处也正是其考点所在，因此真题往往稳定地分布在以下两个方向：

- 对特性的考察（本节以平衡二叉树的判定为例）
- 对操作的考察（本节以平衡二叉树的构造为例）

> 题目描述：给定一个二叉树，判断它是否是高度平衡的二叉树。

本题中，一棵高度平衡二叉树定义为： 一个二叉树每个节点 的左右两个子树的高度差的绝对值不超过1。

> 示例 1:

给定二叉树 [3,9,20,null,null,15,7]

```
    3
   / \
  9  20
    /  \
   15   7
```

> 返回 true 。

> 示例 2:

给定二叉树 [1,2,2,3,3,null,null,4,4]

```
       1
      / \
     2   2
    / \
   3   3
  / \
 4   4
```

> 返回 false 。

思路分析

> 平衡二叉树**是任意结点**的**左右子树高度差绝对值都不大于1**的二叉**搜索树**。

抓住其中的三个关键字：

1. 任意结点
2. 左右子树高度差绝对值都不大于1
3. 二叉搜索树

注意，结合题意，上面3个关键字中的3对这道题来说是不适用的，因此我们不必对二叉搜索树的性质进行校验。现在只看 1 和 2，先给自己一分钟思考一下——你可以提取出什么线索？

“任意结点”什么意思？每一个结点都需要符合某个条件，也就是说每一个结点在被遍历到的时候都需要重复某个校验流程，对不对？
哎，我刚刚是不是说了什么不得了的动词了？啊，是**重复**！是tmd的**重复啊**！！！
来，学到了第18节，为了向我证明你没有跳读，请大声喊出下面这两个字：

递归！

没错，“任意结点”这四个字，就是在暗示你用递归。而“左右子树高度差绝对值都不大于1”这个校验规则，就是递归式。

啊，真让人激动呢，解决这道题的思路竟然已经慢慢浮现出来了，那就是：从下往上递归遍历树中的每一个结点，计算其左右子树的高度并进行对比，只要有一个高度差的绝对值大于1，那么整棵树都会被判为不平衡。

编码实现

```js
const isBalanced = function(root) {
  // 立一个flag，只要有一个高度差绝对值大于1，这个flag就会被置为false
  let flag = true
  // 定义递归逻辑
  function dfs(root) {
      // 如果是空树，高度记为0；如果flag已经false了，那么就没必要往下走了，直接return
      if(!root || !flag) {
          return 0
      }
      // 计算左子树的高度
```

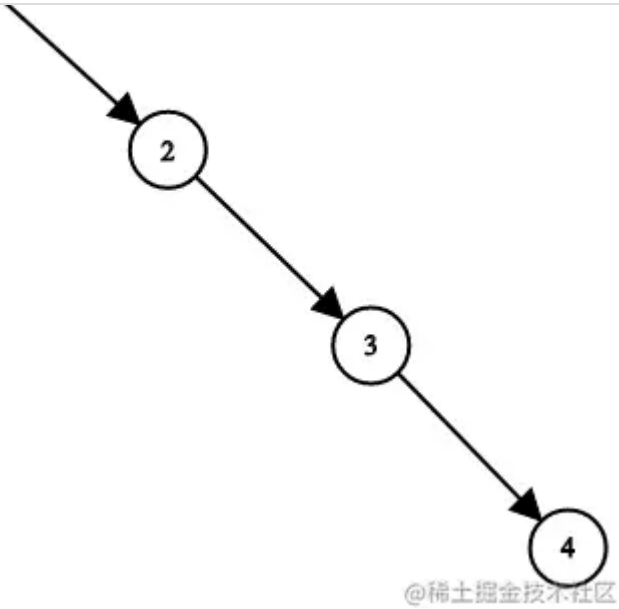
```
        // 如果左右子树的高度差绝对值大于1，flag就破功了
        if(Math.abs(left-right) > 1) {
            flag = false
            // 后面再发生什么已经不重要了，返回一个不影响回溯计算的值
            return 0
        }
        // 返回当前子树的高度
        return Math.max(left, right) + 1
    }

    // 递归入口
    dfs(root)
    // 返回flag的值
    return flag
};
```

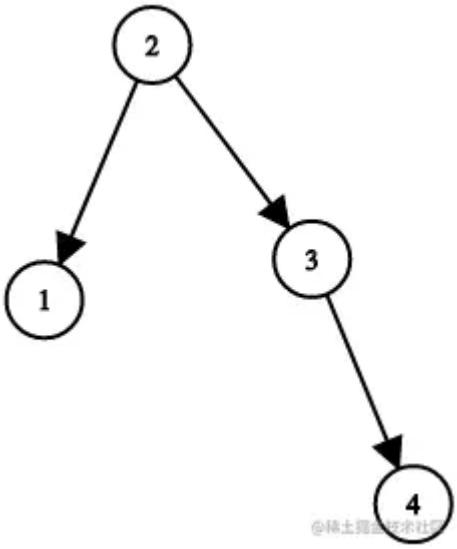
平衡二叉树的构造

> 题目描述：给你一棵二叉搜索树，请你返回一棵平衡后的二叉搜索树，新生成的树应该与原来的树有着相同的节点值。

如果一棵二叉搜索树中，每个节点的两棵子树高度差不超过 1，我们就称这棵二叉搜索树是平衡的。
如果有多种构造方法，请你返回任意一种。

> 示例：





> 输入：root = [1,null,2,null,3,null,4,null,null]

输出：[2,1,3,null,null,null,4]
解释：这不是唯一的正确答案，[3,1,4,null,2,null,null] 也是一个可行的构造方案。

> 提示：

树节点的数目在 1 到 10^4 之间。 树节点的值互不相同，且在 1 到 10^5 之间。

思路分析

我们来分析一下这道题的核心诉求：要求我们构造一棵平衡的二叉搜索树。先抛开题干中各种前置条件不谈，单看这个输出结果，你会不会有一种似曾相识的感觉呢？没错，在上一节的最后一道真题中，我们也构造过这样的一棵二叉树。

那么这两道题之间会不会有什么微妙的联系呢？答案是会，不然，笔者也不会把它们放得这么近（疯狂暗示）。两道题之间唯一的差别在于输入：在我们已经做过的那道题中，输入参数是一个有序数组；而这道题中，输入参数是一个二叉搜索树。

唔，再想想！上一节那道题里的“有序数组”，和眼前这道题里的“二叉搜索树”之间，会不会有什么妙不可言的关系呢？

别忘了，**二叉搜索树的中序遍历序列是有序的**！所谓有序数组，完全可以理解为二叉搜索树的中序遍历序列啊，对不对？现在树都给到咱们手里了，求它的中序遍历序列是不是非常 easy？如果能把中序遍历序列求出来，这道题是不是就跟之前做过那道是一模一样的解法了？

没错，这道题的解题思路正是：

1. 中序遍历求出有序数组
2. 逐个将二分出来的数组子序列“提”起来变成二叉搜索树

编码实现

```js
/**
 * @param {TreeNode} root
 * @return {TreeNode}
 */
const balanceBST = function(root) {
    // 初始化中序遍历序列数组
    const nums = []
    // 定义中序遍历二叉树，得到有序数组
    function inorder(root) {
        if(!root) {
            return
        }
        inorder(root.left)
        nums.push(root.val)
        inorder(root.right)
    }
```

```
        // 若 low > high，则越界，说明当前索引范围对应的子树已经构建完毕
        if(low>high) {
            return null
        }
        // 取数组的中间值作为根结点值
        const mid = Math.floor(low + (high -low)/2)
        // 创造当前树的根结点
        const cur = new TreeNode(nums[mid])
        // 构建左子树
        cur.left = buildAVL(low, mid-1)
        // 构建右子树
        cur.right = buildAVL(mid+1, high)
        // 返回当前树的根结点
        return cur
    }
    // 调用中序遍历方法，求出 nums
    inorder(root)
    // 基于 nums，构造平衡二叉树
    return buildAVL(0, nums.length-1)
};
```

留言

输入评论（Enter换行，⌘ + Enter发送）

发表评论

全部评论（26）

PromiseU Lv1 2月前

修言大佬 想问问AVL的旋转相关操作考察概率大小如何呢

点赞 回复

Mr.HoTwo 7月前

冲鸭~~

点赞 回复

叉搜索树平衡（中序遍历得到有序数组 ===》 不断提取中间元素==》递归、递归边界、递归式、回溯）

点赞 回复

Wneil 9月前

二叉搜索树是二叉树的特例，平衡二叉树则是二叉搜索树的特例。平衡二叉树是任意结点的左右子树高度差绝对值都不大于1的二叉搜索树。

点赞 回复

颜酱 Lv3 前端酱 @ frontzhm@16... 10月前

最后一题终于自己凑出来了 😂

点赞 回复

颜酱 Lv3 前端酱 @ frontzhm@16... 10月前

不知道的还以为我在看什么不正经的文，为毛看这么严肃的话题，时不时嘴角微微上扬，时不时捂嘴掩面

点赞 2

Miemie 10月前

你太真实了哈哈哈哈哈

1 回复

咩噗 5月前

有画面了 😋

点赞 回复

Now-take-off Lv1 前端哲学家 1年前

秀妍：是递归，我加了递归。

点赞 回复

小子王 Lv2 前端 @ 广州 1年前

舒服了

1 回复

卿落 前端 @ 索贝 1年前

好活

点赞 回复

1 1

全村希望 1年前

老师，我学废了~

点赞 回复

zf Lv1 前端开发 @ 滴滴 1年前

在判断是否是平衡二叉树中 return Math.max(left, right) + 1 这段代码没有理解，哪位朋友可以帮我一下

点赞 2

dhu_pyl 1年前

因为递归的终止条件是root==null，返回值是0，而递归的起始条件是把root放进去，所以递归出来的长度，root节点本身没算，所以要+1。

点赞 回复

Wailen Lv2 回复 dhu_pyl 2月前

一棵树的高度就是从根节点到叶子结点的层级，所以这里找子树的高度时只需要判断左右子树谁更层级更大谁就是当前子树的高度

“因为递归的终止条件是root==null，返回值是0，而递归的起始条件是把...”

点赞 回复

l_my 1年前

为什么你能发语音

点赞 回复

riddl3_3 前端届的小学生 @ 猪头... 1年前

慷慨激昂~老哥

点赞 回复

猫十一 Lv1 cv工程师 1年前

你的“递归”是语音~

点赞 1

修言 （作者） 1年前

哈哈哈哈哈是不是震到你手机了~~~

点赞 回复

1 1

修言 （作者） 1年前

羞~(@^_^@)~

1 回复

清辰同学 Lv2 前端工程师 @ Baidu Int... 1年前

文章中的链式搜索树，是只有左子树，没有右子树的

1 1

修言 （作者） 1年前

是滴~~~

点赞 回复

走进科学爱学习 1年前

这个balanceBST()一旦树不平衡整个树全部生成一遍会不会开销有点大.

点赞 回复