图解：二叉树的四种遍历

腐烂的橘子

发布于 2020-05-1442.9k **精选**深度优先搜索 Python3

LeetCode 题目中，二叉树的遍历方式是最基本，也是最重要的一类题目，我们将从「前序」、「中序」、「后序」、「层序」四种遍历方式出发，总结他们的递归和迭代解法。

1. 相关题目

这里是 4 道相关题目：

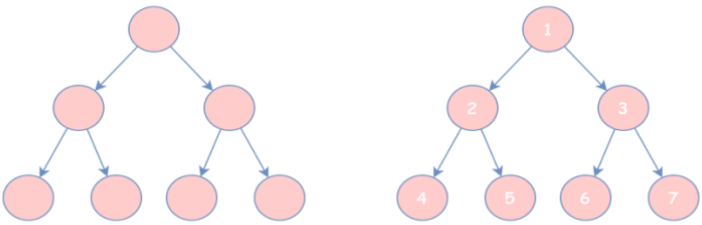
1. 144.二叉树的前序遍历
2. 94. 二叉树的中序遍历
3. 145. 二叉树的后序遍历
4. 102. 二叉树的层序遍历

2. 基本概念

要解决这四道题目，最基本的前提是要了解**什么是二叉树，以及二叉树的遍历方式**。如果你已经有所了解，则可以直接查看下一节的内容。

二叉树

首先，二叉树是一种「数据结构」，详细的介绍可以通过 「探索」卡片 来进行学习。简单来说，就是一个包含**节点**，以及它的**左右孩子**的一种数据结构。



遍历方式

如果对每一个节点进行编号，你会用什么方式去遍历每个节点呢？

如果你按照 根节点 -> 左孩子 -> 右孩子 的方式遍历，即「先序遍历」，每次先遍历根节点，遍历结果为 `1 2 4 5 3 6 7`；
同理，如果你按照 左孩子 -> 根节点 -> 右孩子 的方式遍历，即「中序序遍历」，遍历结果为 `4 2 5 1 6 3 7`；
如果你按照 左孩子 -> 右孩子 -> 根节点 的方式遍历，即「后序序遍历」，遍历结果为 `4 5 2 6 7 3 1`；
最后，层次遍历就是按照每一层从左向右的方式进行遍历，遍历结果为 `1 2 3 4 5 6 7`。

3. 题目解析

这四道题目描述是相似的，就是给定一个二叉树，让我们使用一个数组来返回遍历结果，首先来看递归解法。

3.1 递归解法

由于层次遍历的递归解法不是主流，因此只介绍前三种的递归解法。它们的模板相对比较固定，一般都会新增一个 `dfs` 函数：

```
def dfs(root):
    if not root:
        return

    res.append(root.val) # 前序遍历
    dfs(root.left)
    dfs(root.right)
```

对于前序、中序和后序遍历，只需将递归函数里的 `res.append(root.val)` 放在**不同位置**即可，然后调用这个递归函数就可以了，代码完全一样。

1. 前序遍历　　*2. 中序遍历*　　*3. 后序遍历*

```
class Solution:
    def preorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        res = []
        def dfs(root):
            nonlocal res  # 为了让上一级定义的 res 能在这个函数用
            if not root:
                return

            res.append(root.val) # 先将根节点值加入结果
            dfs(root.left) # 左
            dfs(root.right) # 右

        dfs(root)
        return res
```

```
class Solution:
    def inorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        res = []
        def dfs(root):
            nonlocal res
            if not root:
                return

            dfs(root.left) # 左
            res.append(root.val) # 将根节点加入到结果
            dfs(root.right) # 右

        dfs(root)
        return res
```

```
class Solution:
    def postorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        res = []
        def dfs(root):
            nonlocal res
            if not root:
                return

            dfs(root.left) # 左
            dfs(root.right) # 右
            res.append(root.val) # 将根节点加入到结果中

        dfs(root)
        return res
```

一样的代码，稍微调用一下位置就可以，如此固定的套路，使得只掌握递归解法并不足以令面试官信服。

因此我们有必要再掌握迭代解法，同时也会加深我们对数据结构的理解。

3.2 迭代解法

a. 二叉树的前序遍历

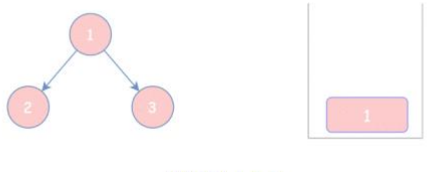
LeetCode 题目： 144.二叉树的前序遍历

常规解法

我们使用栈来进行迭代，过程如下：

- 初始化栈，并将根节点入栈；
- 当栈不为空时：
    - 弹出栈顶元素 `node`，并将值添加到结果中；
    - 如果 `node` 的右子树非空，将右子树入栈；
    - 如果 `node` 的左子树非空，将左子树入栈；

由于栈是“先进后出”的顺序，所以入栈时先将右子树入栈，这样使得前序遍历结果为 “根->左->右”的顺序。



前序遍历：1 2 3

腐烂的橘子

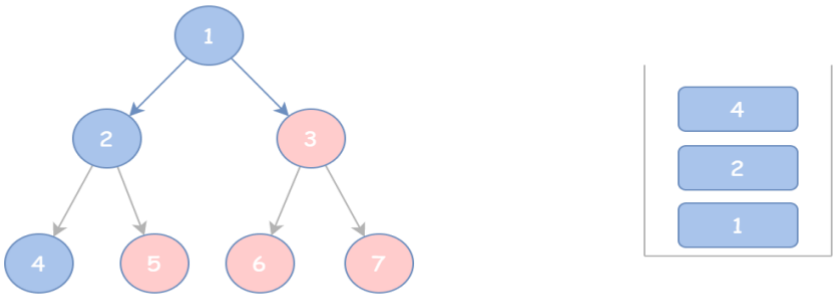
参考代码如下：

```python
class Solution:
    def preorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        if not root: return []
        stack, res = [root], []
        while stack:
            node = stack.pop()
            if node:
                res.append(node.val) # 根节点值加入到结果中
                if node.right: # 右子树入栈
                    stack.append(node.right)
                if node.left: # 左子树入栈
                    stack.append(node.left)
        return res
```

模板解法

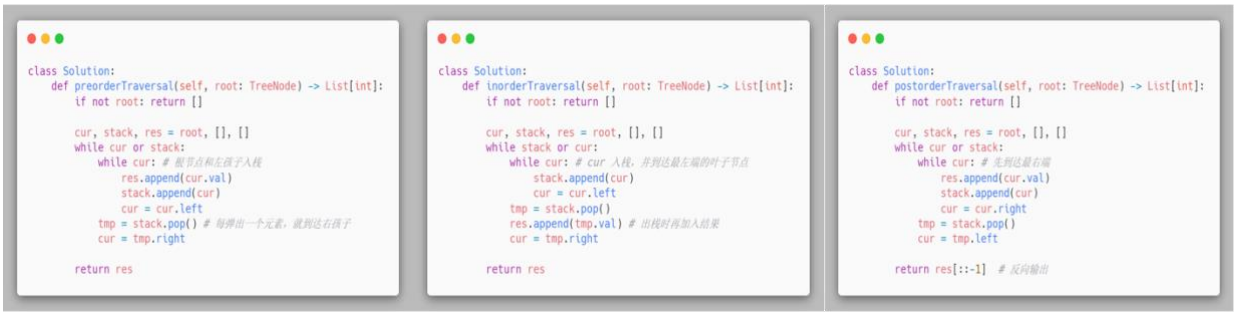
当然，你也可以直接启动“僵尸”模式，套用迭代的模板来一波“真香操作”。

模板解法的思路稍有不同，它先将根节点 `cur` 和所有的左孩子入栈并加入结果中，直至 `cur` 为空，用一个 `while` 循环实现：



然后，每弹出一个栈顶元素 `tmp`，就到达它的右孩子，再将这个节点当作 `cur` 重新按上面的步骤来一遍，直至栈为空。这里又需要一个 `while` 循环。

参考代码如下：



```python
class Solution:
    def preorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        if not root: return []

        cur, stack, res = root, [], []
        while cur or stack:
            while cur: # 根节点和左孩子入栈
                res.append(cur.val)
                stack.append(cur)
                cur = cur.left
            tmp = stack.pop() # 每弹出一个元素，就到达右孩子
            cur = tmp.right

        return res
```

```python
class Solution:
    def inorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        if not root: return []

        cur, stack, res = root, [], []
        while stack or cur:
            while cur: # cur 入栈，并到达最左端的叶子节点
                stack.append(cur)
                cur = cur.left
            tmp = stack.pop()
            res.append(tmp.val) # 出栈时再加入结果
            cur = tmp.right

        return res
```

```python
class Solution:
    def postorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        if not root: return []

        cur, stack, res = root, [], []
        while cur or stack:
            while cur: # 先到达最右端
                res.append(cur.val)
                stack.append(cur)
                cur = cur.right
            tmp = stack.pop()
            cur = tmp.left

        return res[::-1] # 反向输出
```

b. 二叉树的中序遍历

LeetCode 题目：94. 二叉树的中序遍历

模板解法

和前序遍历的代码完全相同，只是在出栈的时候才将节点 tmp 的值加入到结果中。

c. 二叉树的后序遍历

LeetCode 题目：145. 二叉树的后序遍历

模板解法

继续按照上面的思想，这次我们反着思考，节点 `cur` 先到达**最右**端的叶子节点并将路径上的节点入栈；然后每次从栈中弹出一个元素后，`cur` 到达它的左孩子，并将左孩子看作 `cur` 继续执行上面的步骤。

最后将结果反向输出即可。

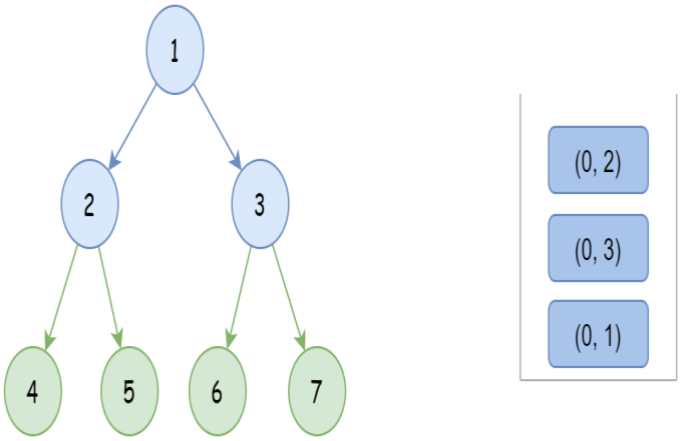
然而，后序遍历采用模板解法并没有按照真实的栈操作，而是利用了结果的特点反向输出，不免显得技术含量不足。

因此掌握标准的栈操作解法是必要的。

常规解法

类比前序遍历的常规解法，我们只需要将输出的“根 -> 左 -> 右”的顺序改为“左 -> 右 -> 根”就可以了。

如何实现呢？这里右一个小技巧，我们入栈时额外加入一个标识，比如这里使用 `flag = 0`；



然后每次从栈中弹出元素时，如果 `flag` 为 `0`,则需要将 `flag` 变为 `1` 并连同该节点再次入栈，只有当 `flag` 为 `1` 时才可将该节点加入到结果中。

参考代码如下：

```python
class Solution:
    def postorderTraversal(self, root: TreeNode) -> List[int]:
        if not root: return []
        stack, res = [(0, root)], []

        while stack:
            flag, node = stack.pop()
            if not node: continue
            if flag == 1: # 遍历过了，加入到结果
                res.append(node.val)
            else:
                stack.append((1, node))
                stack.append((0, node.right)) # 右
                stack.append((0, node.left))  # 左
        return res
```

4. 二叉树的层次遍历

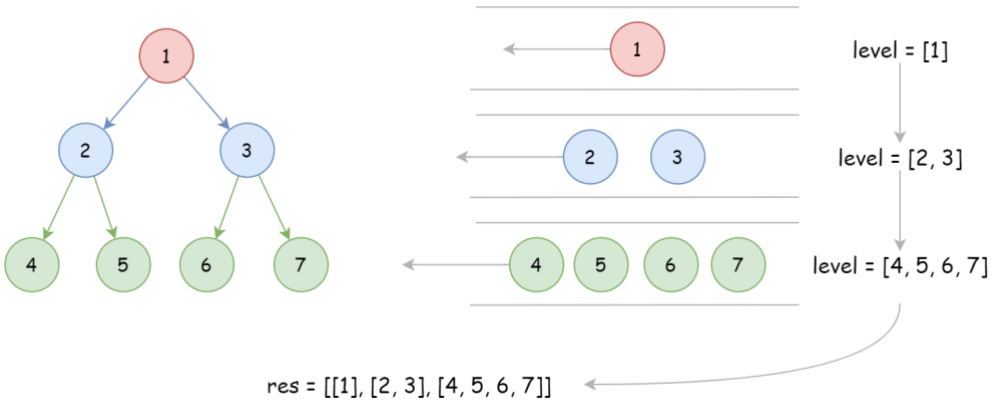
LeetCode 题目：[102. 二叉树的层序遍历]

二叉树的层次遍历的迭代方法与前面不用，因为前面的都采用了深度优先搜索的方式，而层次遍历使用了广度优先搜索，广度优先搜索主要使用**队列**实现，也就不能使用前面的模板解法了。

广度优先搜索的步骤为：

- 初始化队列 `q`，并将根节点 `root` 加入到队列中；
- 当队列不为空时：
    - 队列中弹出节点 `node`，加入到结果中；
    - 如果左子树非空，左子树加入队列；
    - 如果右子树非空，右子树加入队列；

由于题目要求每一层保存在一个子数组中，所以我们额外加入了 `level` 保存每层的遍历结果，并使用 `for` 循环来实现。



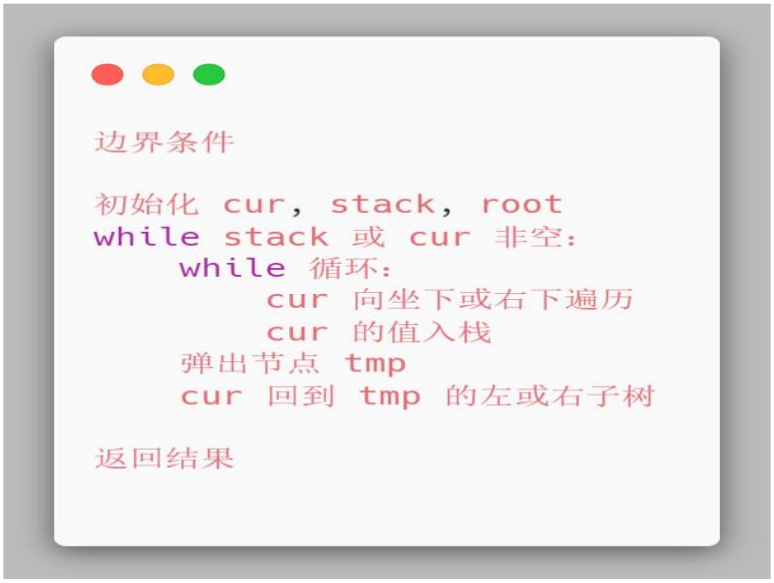
参考代码如下：

```python
class Solution:
    def levelOrder(self, root: TreeNode) -> List[List[int]]:
        if not root: return []

        res, q = [], [root]
        while q:
            n = len(q)
            level = []
            for i in range(n):
                node = q.pop(0) # 这里的 q 相当于一个队列
                level.append(node.val)
                if node.left:
                    q.append(node.left)
                if node.right:
                    q.append(node.right)
            res.append(level)

        return res
```

4. 总结

总结一下，在二叉树的前序、中序、后序遍历中，递归实现的伪代码为：

迭代实现的伪代码为：



掌握了以上基本的遍历方式，对待更多的进阶题目就游刃有余了。