# 数据结构 - day03

## 题目1 - 链表

- **题目描述+试题解析**

```
【1】题目描述
    在一个排序的链表中，存在重复的结点，请删除该链表中重复的结点，重复
的结点不保留，返回链表头指针。例如，链表 100->200->200->200->400->None 处理后为 100->200->400

【2】试题解析
    链表是递增，直接对链表取值一一判断，符合条件的保留，不符合条件的直接 pass
```

- **代码实现**

```
"""
在一个排序的链表中，存在重复的结点，请删除该链表中重复的结点，重复
的结点不保留，返回链表头指针
"""
class Node:
    def __init__(self,value):
        self.value = value
        self.next = None

class Solution:
    def del_repeat_node(self,head):
        """空链表 只有1个节点链表,直接返回自身"""
        if head is None or head.next is None:
            return head

        cur = head
        # 100 200 200 200 400 None
        while head and head.next:
            if head.value == head.next.value:
                head.next = head.next.next
            else:
                head = head.next

        return cur

if __name__ == '__main__':
    s = Solution()
    # 链表: 100 200 200 200 300
    p1 = Node(100)
    p2 = Node(200)
    p3 = Node(200)
```

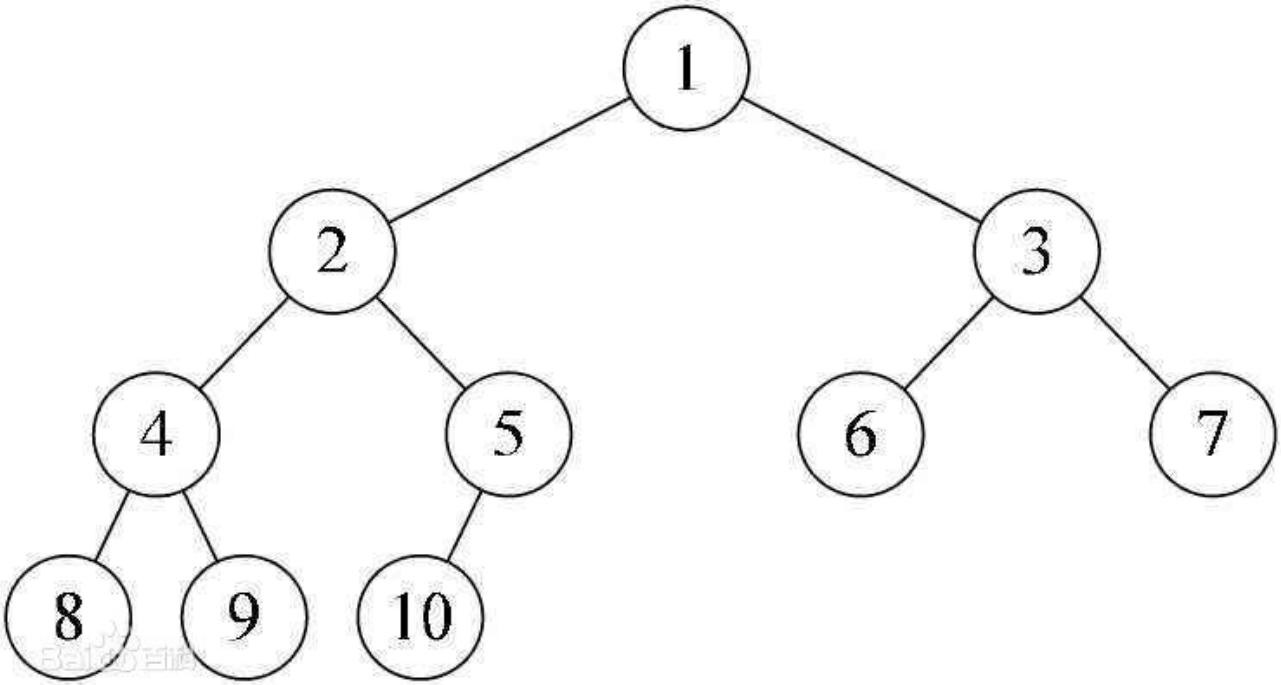
```
    p4 = Node(200)
    p5 = Node(300)
    p1.next = p2
    p2.next = p3
    p3.next = p4
    p4.next = p5
    # 返回头结点: 100
    new_head = s.del_repeat_node(p1)
    print(new_head.value)
    # 打印新链表中所有节点: 100 200 300
    while new_head:
        print(new_head.value,end=" ")
        new_head = new_head.next

    print()
```

# 树形结构回顾

- **二叉树**

```
【1】特点
    树形结构具有分支、层次特性,其形态有点象自然界中的树

【2】几个概念
    2.1> 树根          '没有父节点的节点'
    2.2> 节点的度        '一个节点的子树的个数'
    2.3> 节点的层次    '从根开始定义起，根为第1层'
    2.4> 树的深度      '树中节点的最大层次'

【3】二叉树特点
    3.1> n个节点的有限集合
    3.2> 由根节点即左子树和右子树组成
    3.3> 严格区分左孩子和右孩子

【4】二叉树的遍历
    4.1> 广度遍历 - 一层一层遍历，如何实现? --可利用队列
    4.2> 深度遍历
         a) 前序遍历 : 根、左、右
         b) 中序遍历 : 左、根、右
         c) 后序遍历 : 左、右、根

【5】'用Python实现二叉树'
```

**二叉树示例**




- **二叉树遍历**

```
【1】广度遍历结果:
【2】深度遍历
    a> 前序遍历:
    b> 中序遍历:
    c> 后续遍历:
```

- **代码实现二叉树遍历**

```python
"""
二叉树
"""

class TreeNode:
    """节点类"""
    def __init__(self,elem):
        # 每个节点会有3个属性（数据 左孩子 和 右孩子）
        self.elem = elem
        self.left_child = None
        self.right_child = None

class Tree:
    """二叉树"""
    def __init__(self):
        self.root = None

    def add(self,value):
        """添加1个节点"""
        node = TreeNode(value)
        if self.root is None:
            self.root = node
            return
        node_list = [self.root]
```

```
25
26          while node_list:
27              cur_node = node_list.pop(0)
28              if cur_node.left_child is None:
29                  cur_node.left_child = node
30                  return
31              else:
32                  node_list.append(cur_node.left_child)
33
34              if cur_node.right_child is None:
35                  cur_node.right_child = node
36                  return
37              else:
38                  node_list.append(cur_node.right_child)
39
40      def breadth_travel(self,root):
41          """广度遍历 - 查询所有节点"""
42          # 1.空树的情况
43          if root is None:
44              return
45          # 2.非空的情况
46          node_list = [root]
47          while node_list:
48              cur_node = node_list.pop(0)
49              print(cur_node.elem,end=' ')
50              if cur_node.left_child is not None:
51                  node_list.append(cur_node.left_child)
52
53              if cur_node.right_child is not None:
54                  node_list.append(cur_node.right_child)
55
56      def pre_traval(self,root):
57          """前序遍历 - 根 左 右"""
58          if root is None:
59              return
60          print(root.elem,end=' ')
61          self.pre_traval(root.left_child)
62          self.pre_traval(root.right_child)
63
64      def middle_traval(self,root):
65          """中序遍历 - 左 根 右"""
66          if root is None:
67              return
68          self.middle_traval(root.left_child)
69          print(root.elem, end=' ')
70          self.middle_traval(root.right_child)
71
72      def last_traval(self,root):
73          """后序遍历"""
74          if root is None:
75              return
76          self.last_traval(root.left_child)
77          self.last_traval(root.right_child)
78          print(root.elem, end=' ')
79
80  if __name__ == '__main__':
81      t = Tree()
```

```
    t.add(1)
    t.add(2)
    t.add(3)
    t.add(4)
    t.add(5)
    t.add(6)
    t.add(7)
    t.add(8)
    t.add(9)
    t.add(10)

    t.breadth_travel(t.root)
    print()
    t.pre_traval(t.root)
    print()
    t.middle_traval(t.root)
    print()
    t.last_traval(t.root)
```

# 题目2 - 二叉树

- **题目描述+试题解析**

```
【1】题目描述
    从上到下按层打印二叉树，同一层结点从左至右输出，每一层输出一行

【2】试题解析
    1、广度遍历，利用队列思想
    2、要有2个队列，分别存放当前层的节点 和 下一层的节点
```

- **代码实现**

```
"""
从上到下按层打印二叉树，同一层结点从左至右输出。每一层输出一行，可放到二维数组中遍历打印
"""

class TreeNode:
    def __init__(self,value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

class Solution:
    def print_tree(self,root):
        if not root:
            return []

        # 初始队列，第1层
        cur_queue = [root]
        # 用于存放下一层的节点
        next_queue = []

```

```
        while cur_queue:
            node = cur_queue.pop(0)
            print(node.value,end=" ")

            if node.left:
                next_queue.append(node.left)
            if node.right:
                next_queue.append(node.right)

            # 当cur_queue为空时，则此层打印完毕，交换变量，继续下一层遍历
            if not cur_queue:
                cur_queue,next_queue = next_queue,cur_queue
                print()


if __name__ == '__main__':
    s = Solution()
    t1 = TreeNode(1)
    t2 = TreeNode(2)
    t3 = TreeNode(3)
    t4 = TreeNode(4)
    t5 = TreeNode(5)
    t6 = TreeNode(6)
    t7 = TreeNode(7)
    t8 = TreeNode(8)
    t9 = TreeNode(9)
    t10 = TreeNode(10)
    # 开始创建树
    t1.left = t2
    t1.right = t3
    t2.left = t4
    t2.right = t5
    t4.left = t8
    t4.right = t9
    t5.left = t10
    t3.left = t6
    t3.right = t7
    t8.next = t9.next = t4
    t10.next = t5
    t4.next = t5.next = t2
    t6.next = t7.next = t3
    t2.next = t3.next = t1

    s.print_tree(t1)
```

# 题目3 - 二叉树

- **题目描述+试题解析**

【1】题目描述
    请实现一个函数按照之字形打印二叉树，即第一行按照从左到右的顺序打印， 第二层按照从右至左的顺序打印，第三行按照从左到右的顺序打印，其他行以此类推

【2】试题解析
    1、采用层次遍历的思想，用队列或者栈（先进先出或后进先出，此处二选一，我们选择栈）
    2、把每一层的节点添加到一个栈中，添加时判断是奇数层还是偶数层
        a）奇数层：栈中存储时，二叉树中节点从右向左append，出栈时pop()则从左向右打印输出
        b）偶数层：栈中存储时，二叉树中节点从左向右append，出栈时pop()则从右向左打印输出

- **代码实现**

```
"""
请实现一个函数按照之字形打印二叉树，即第一行按照从左到右的顺序打印， 第二层按照从右至左的顺序打印，第三行按照从左到右的顺序打印，其他行以此类推
"""

class TreeNode:
    def __init__(self,value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

class Solution:
    def print_binarytree(self,root):
        if not root:
            return

        # level：存储第几层，初始值为第1层，即根
        level = 1
        # 用来存储当前层节点，栈模式（后进先出）
        cur_stack = []
        # 临时栈：用于存储下一层节点的栈（后进先出）
        next_stack = []
        cur_stack.append(root)
        while cur_stack:
            cur_node = cur_stack.pop()
            print(cur_node.value,end=" ")

            # 每打印1个，就把左右孩子添加到临时栈中，打印下一层使用
            # 当前行为奇数行，把下一行节点从左向右添加，因为下一行要从右向左输出
            if level % 2 == 1:
                if cur_node.left:
                    next_stack.append(cur_node.left)
                if cur_node.right:
                    next_stack.append(cur_node.right)
            # 当前行为偶数行，把下一行节点从右向左添加，因为下一行要从左向右输出
            else:
                if cur_node.right:
                    next_stack.append(cur_node.right)
                if cur_node.left:
                    next_stack.append(cur_node.left)

            # 当前层空了，则交换两个栈
            if not cur_stack:
```

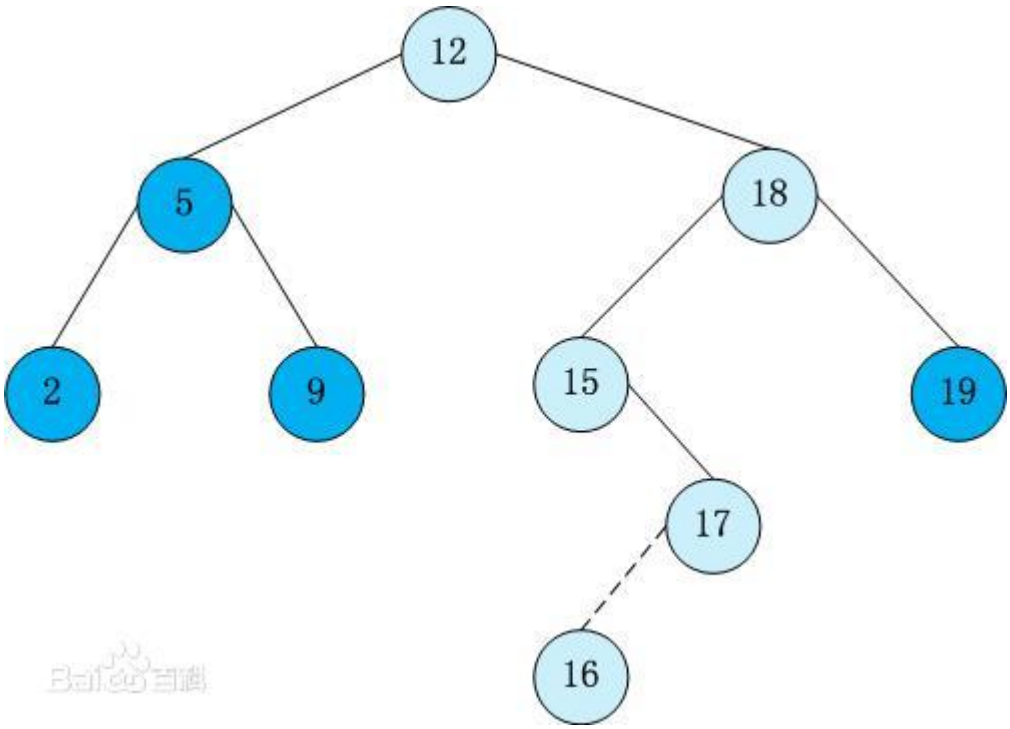
```
                cur_stack,next_stack = next_stack,cur_stack
                level += 1
                print()

if __name__ == '__main__':
    s = Solution()
    t1 = TreeNode(1)
    t2 = TreeNode(2)
    t3 = TreeNode(3)
    t4 = TreeNode(4)
    t5 = TreeNode(5)
    t6 = TreeNode(6)
    t7 = TreeNode(7)
    t8 = TreeNode(8)
    t9 = TreeNode(9)
    t10 = TreeNode(10)
    # 开始创建树
    t1.left = t2
    t1.right = t3
    t2.left = t4
    t2.right = t5
    t4.left = t8
    t4.right = t9
    t5.left = t10
    t3.left = t6
    t3.right = t7
    t8.next = t9.next = t4
    t10.next = t5
    t4.next = t5.next = t2
    t6.next = t7.next = t3
    t2.next = t3.next = t1

    s.print_binarytree(t1)
```

# 题目4 - 二叉树

- **题目描述+试题解析**

```
【1】题目描述
    给定一棵二叉搜索树，请找出其中的第 K 小的结点。例如，(5,3,7,2,4,6,8)中， 按结点数值大小顺序第三小结点的值是 4

【2】试题解析
  1、二叉搜索树定义及特点
     a> 若它的左子树不空，则左子树上所有结点的值均小于它的根结点的值；
     b> 若它的右子树不空，则右子树上所有结点的值均大于它的根结点的值；
     c> 它的左、右子树也分别为二叉排序树
  2、二叉搜索树的中序遍历是递增的序列，利用中序遍历来解决
```

- **二叉搜索树示例**




- **代码实现**

```
"""
给定一棵二叉搜索树，请找出其中的第 K 小的结点。例如，(5,3,7,2,4,6,8)中， 按结点数值大小顺序第三小结点的值是 4
"""

class TreeNode:
    def __init__(self,value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

class Solution:
    def __init__(self):
        self.result = []

    def get_k_node(self,root,k):
        array_list = self.inorder_travel(root)
        if k <= 0 or len(array_list) < k:
            return None
        return array_list[k-1]

    def inorder_travel(self,root):
        if root is None:
            return

        self.inorder_travel(root.left)
        self.result.append(root.value)
        self.inorder_travel(root.right)

        return self.result


if __name__ == '__main__':
```

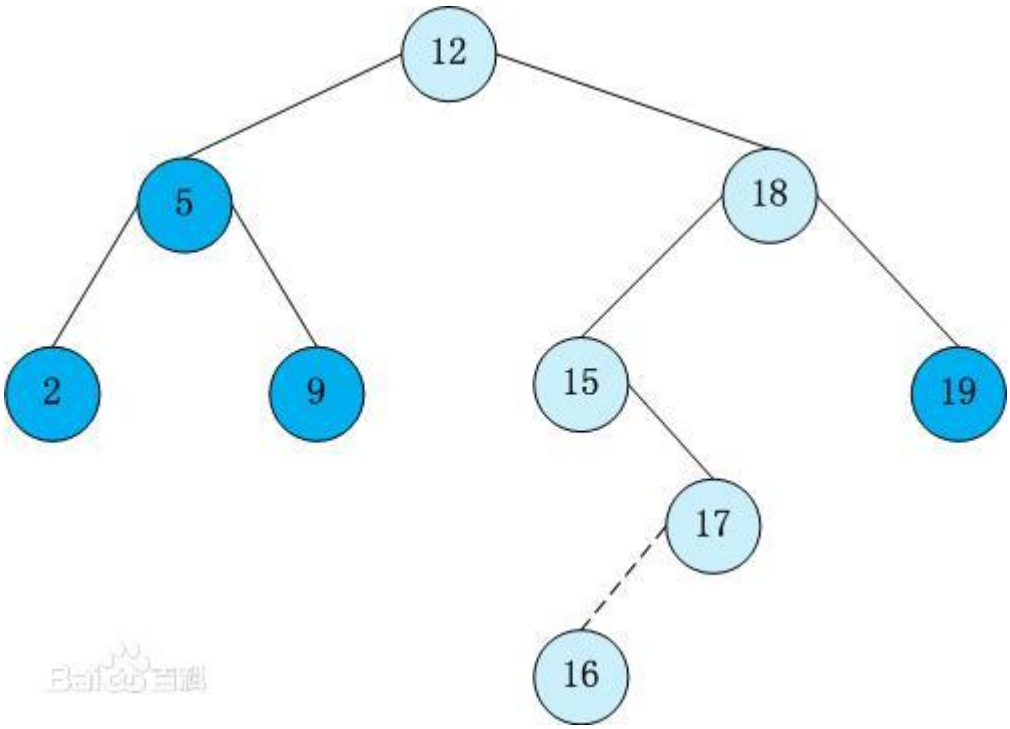
```
    s = Solution()
    t12 = TreeNode(12)
    t5 = TreeNode(5)
    t18 = TreeNode(18)
    t2 = TreeNode(2)
    t9 = TreeNode(9)
    t15 = TreeNode(15)
    t19 = TreeNode(19)
    t17 = TreeNode(17)
    t16 = TreeNode(16)
    # 开始创建树
    t12.left = t5
    t12.right = t18
    t5.left = t2
    t5.right = t9
    t18.left = t15
    t18.right = t19
    t15.right = t17
    t17.left = t16

    print(s.inorder_travel(t12))
    print(s.get_k_node(t12,3))
```

# 题目5 - 二叉树

- **题目描述+试题解析**

```
【1】题目描述
    输入一棵二叉搜索树，将该二叉搜索树转换成一个排序的双向链表。要求不 能创建任何新的结点，只能调整树中节点指针的指向

【2】试题解析
    a> 二叉搜索树的中序遍历是一个不减的排序结果，因此先将二叉树搜索树中序遍历
    b> 将遍历后的结果用相应的指针连接起来
```

**二叉搜索树示例**




- **代码实现**

```
"""
输入一棵二叉搜索树，将该二叉搜索树转换成一个排序的双向链表。要求不 能创建任何新的结点，只能调整树中节点指针的指向
"""

class TreeNode:
    def __init__(self,value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

class Solution:
    def __init__(self):
        self.result = []

    def convert_tree_link(self,root):
        array_list = self.inner_travel(root)
        if len(array_list) == 0:
            return None
        if len(array_list) == 1:
            return root

        # 先把头节点和尾节点搞定
        array_list[0].left = None
        array_list[0].right = array_list[1]
        array_list[-1].left = array_list[-2]
        array_list[-1].right = None
        # 搞定中间节点
        for i in range(1,len(array_list)-1):
            array_list[i].left = array_list[i-1]
            array_list[i].right = array_list[i+1]

        return array_list[0]
```

```
33
34      def inner_travel(self,root):
35          if root is None:
36              return
37
38          self.inner_travel(root.left)
39          self.result.append(root)
40          self.inner_travel(root.right)
41
42          return self.result
43
44  if __name__ == '__main__':
45      s = Solution()
46      t12 = TreeNode(12)
47      t5 = TreeNode(5)
48      t18 = TreeNode(18)
49      t2 = TreeNode(2)
50      t9 = TreeNode(9)
51      t15 = TreeNode(15)
52      t19 = TreeNode(19)
53      t17 = TreeNode(17)
54      t16 = TreeNode(16)
55      # 开始创建树
56      t12.left = t5
57      t12.right = t18
58      t5.left = t2
59      t5.right = t9
60      t18.left = t15
61      t18.right = t19
62      t15.right = t17
63      t17.left = t16
64
65      head_node = s.convert_tree_link(t12)
66      # 打印双向链表的头节点: 2
67      print(head_node.value)
68      # 从头到尾打印双向链表的节点
69      while head_node:
70          print(head_node.value,end=" ")
71          head_node = head_node.right
72
73      print()
```