

# 二叉搜索树

@M了个J

<https://github.com/CoderMJLee>

<http://cnblogs.com/mjios>

码拉松



实力IT教育 www.520it.com

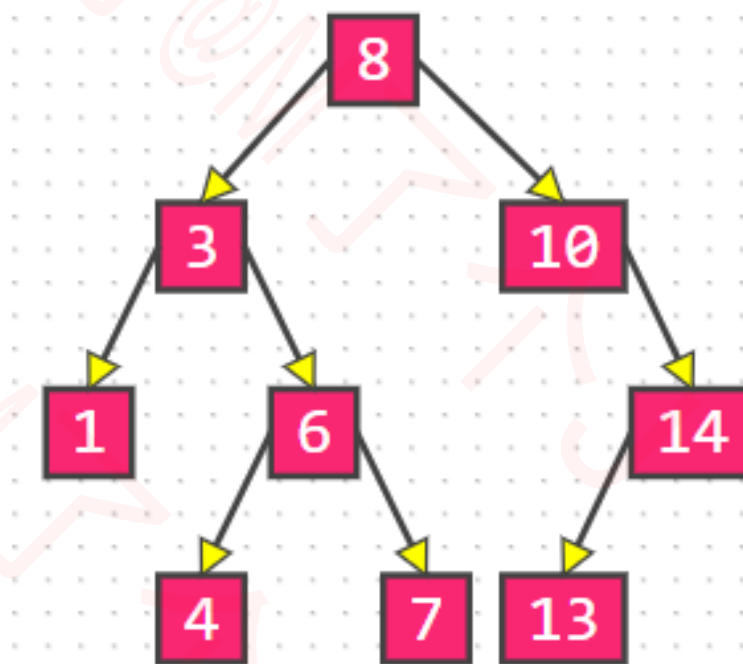
- 在n个有序的数字中查看某个数是否存在，有哪些方法？
  - 对于搜索来说，数组的效率 > 链表，所以选择数组来存放数据
  - 如果从第0个位置开始遍历搜索，时间复杂度：最好 $O(1)$ ，最坏 $O(n)$
  - 如果采取二分搜索算法改进，时间复杂度最坏也是 $O(\log n)$

0	1	2	...	n-3	n-2	n-1
3	6	8	...	55	156	198

- 如果需要动态添加、删除元素，效率又如何？
- 有没有改进的空间？
  - 使用二叉搜索树

# 二叉搜索树 (Binary Search Tree)

- 二叉搜索树是二叉树的一种，又称为：二叉搜索树、二叉排序树，是应用非常广泛的一种二叉树
  - 任意一个节点的值都**大于**其**左**子树所有节点的值
  - 任意一个节点的值都**小于**其**右**子树所有节点的值
  - 它的左右子树也是一棵二叉搜索树
- 二叉搜索树可以大大提高搜索数据的效率
- 二叉搜索树存储的元素必须具备可比较性
  - 比如int、double等
  - 如果是自定义类型，需要指定比较方式
- 遇到值相等的元素该如何处理？
  - 开发者自行定义逻辑



# 二叉搜索树的接口设计

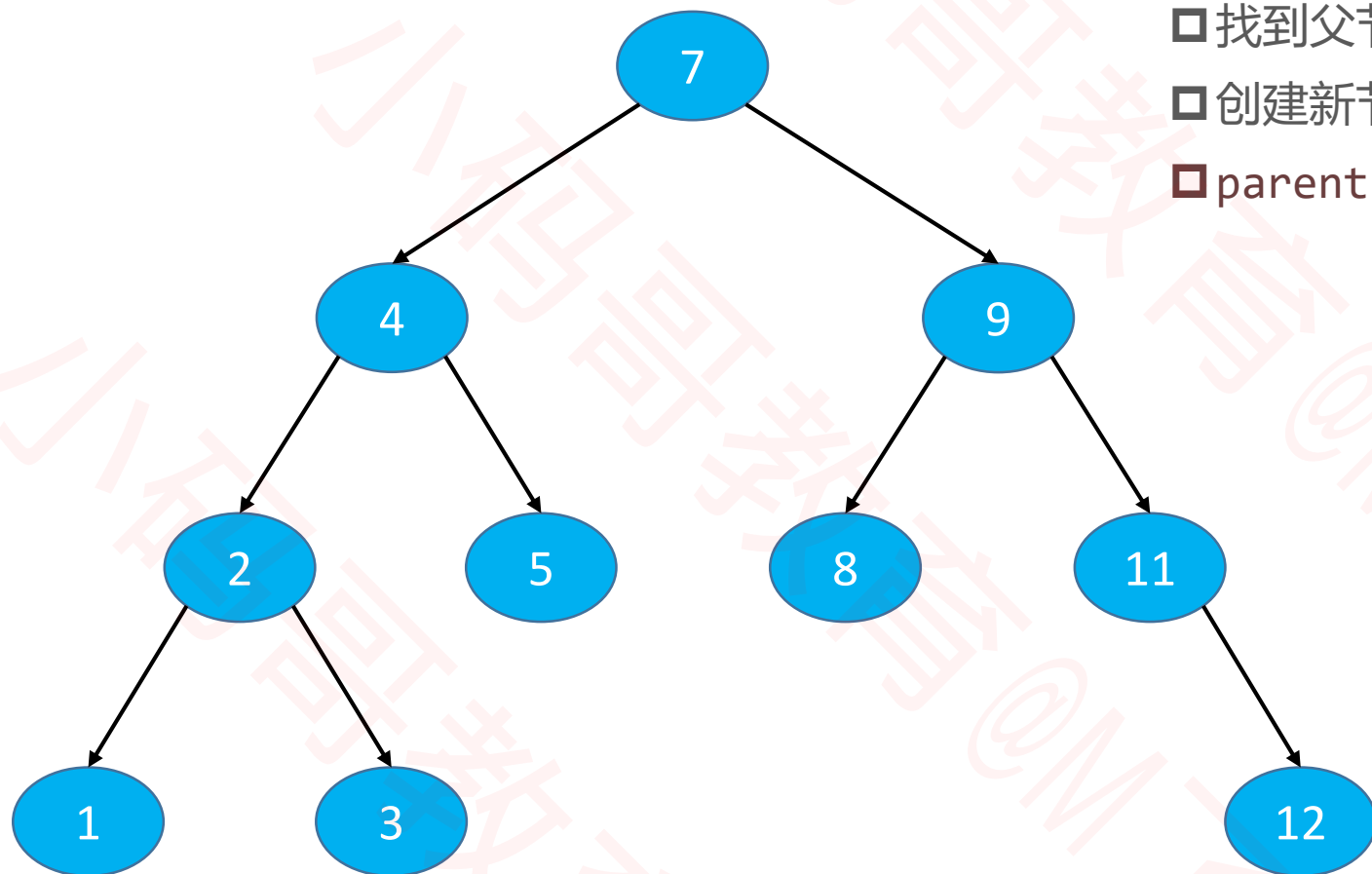
- `void add(E element)` // 添加元素
- `int size()` // 元素的数量
- `boolean isEmpty()` // 是否为空
- `void remove(E element)` // 删除元素
- `void clear()` // 清空所有元素
- `boolean contains(E element)` // 是否包含某元素

■ 需要注意的是

- 对于我们现在使用的二叉树来说，它的元素没有索引的概念（因为它是树形结构，并非线性结构）

# 添加节点

■ 比如添加12、1



■ 添加步骤

□ 找到父节点parent

□ 创建新节点node

▣ parent.left = node 或者 parent.right = node

# 推荐一些神奇的网站

- <http://520it.com/binarytrees/>
- <http://btv.melezinek.cz/binary-search-tree.html>
- <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/Algorithms.html>
- <https://yangez.github.io/btree-js>
- <https://www.codelike.in>

# 删除节点 - 叶子节点

## ■ 直接删除

□ `node == node.parent.left`

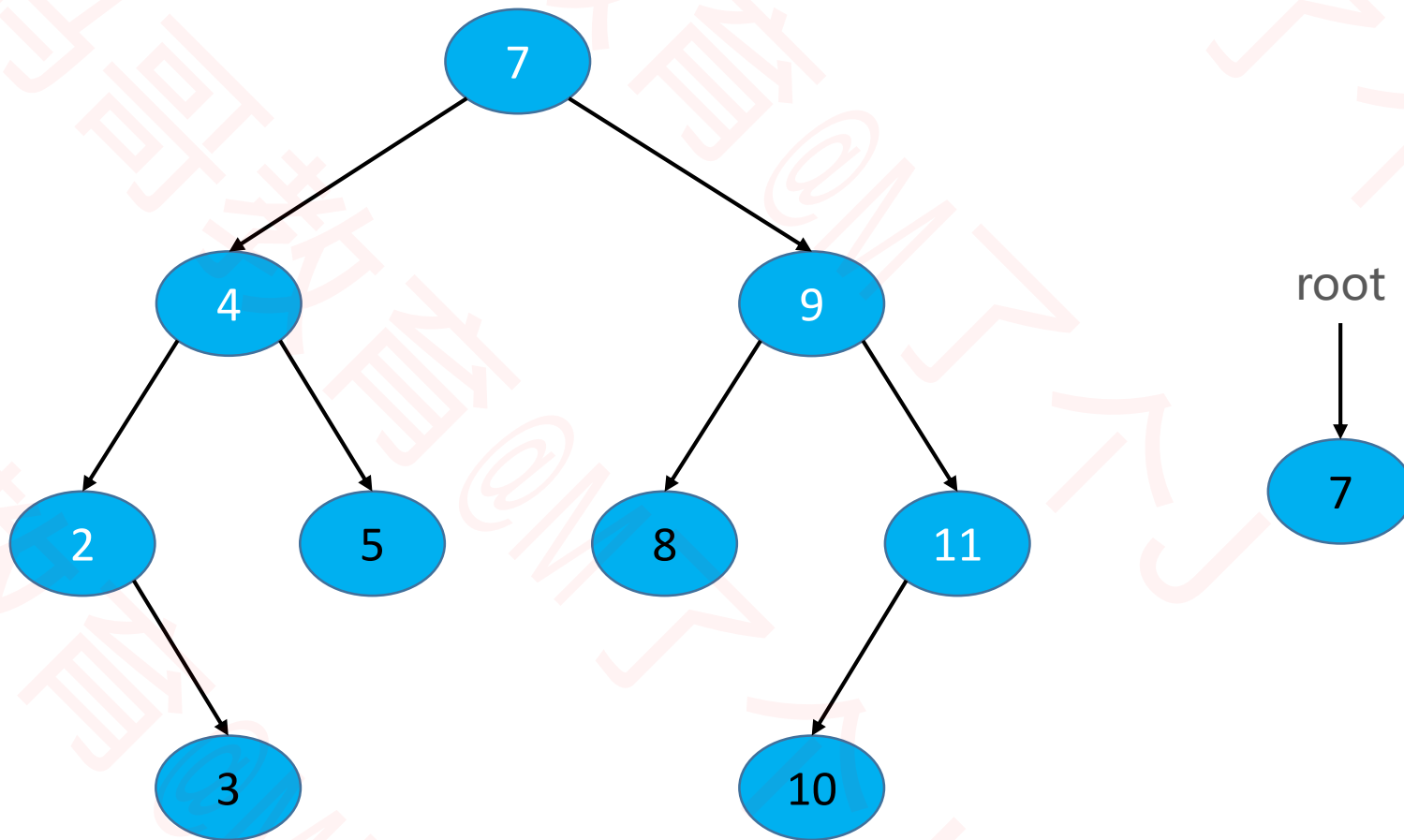
✓ `node.parent.left = null`

□ `node == node.parent.right`

✓ `node.parent.right = null`

□ `node.parent == null`

✓ `root = null`



# 删除节点 - 度为1的节点

■ 用子节点替代原节点的位置

▣ `child = node.left` 或者 `child = node.right`

▣ 用child替代node的位置

✓ 如果node是左子节点

➤ `child.parent = node.parent`

➤ `node.parent.left = child`

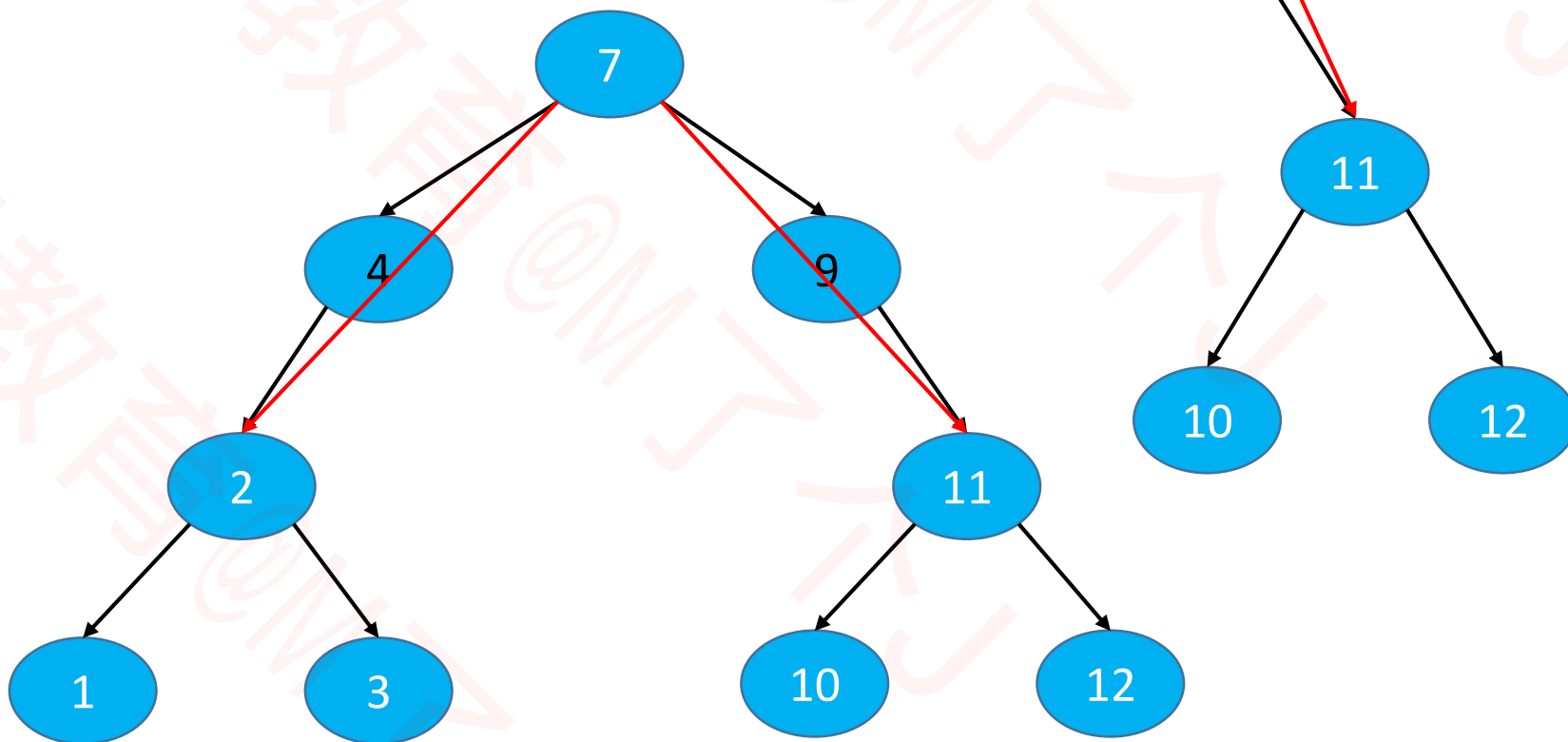
✓ 如果node是右子节点

➤ `child.parent = node.parent`

➤ `node.parent.right = child`

✓ 如果node是根节点

➤ `root = child`





# 删除节点 – 度为2的节点

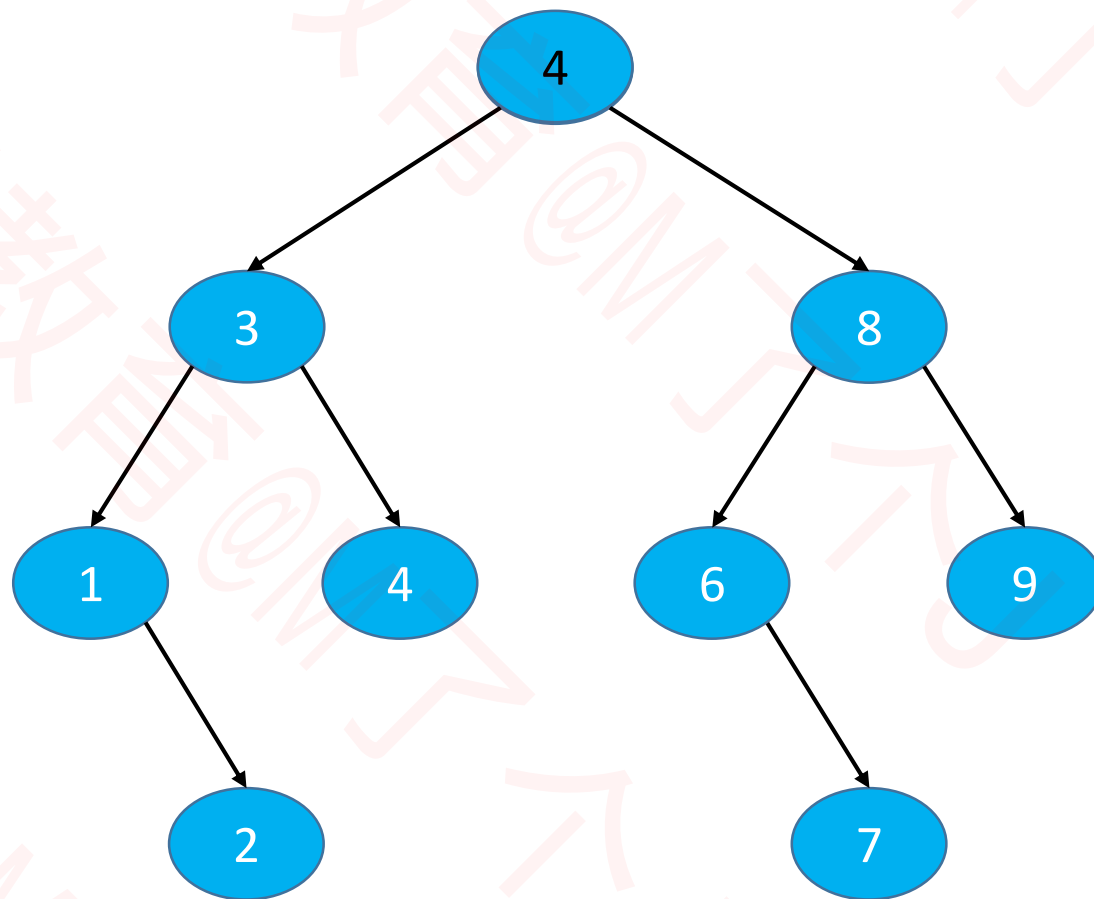
■ 举例：先删除5、再删除4

■ 先用前驱或者后继节点的值覆盖原节点的值

■ 然后删除相应的前驱或者后继节点

■ 如果一个节点的度为2，那么

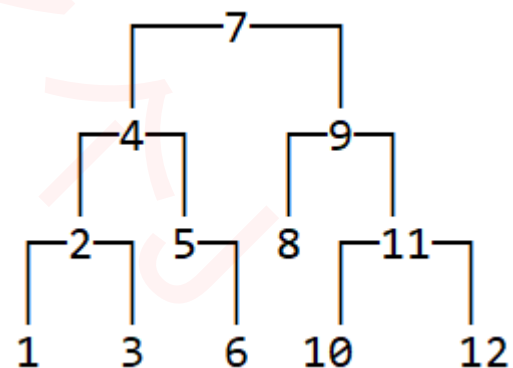
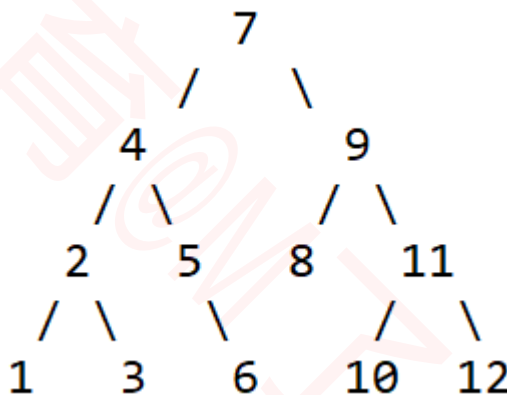
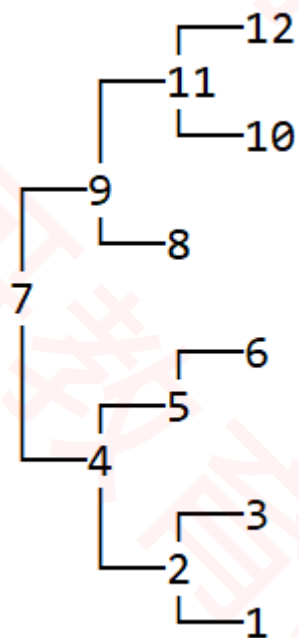
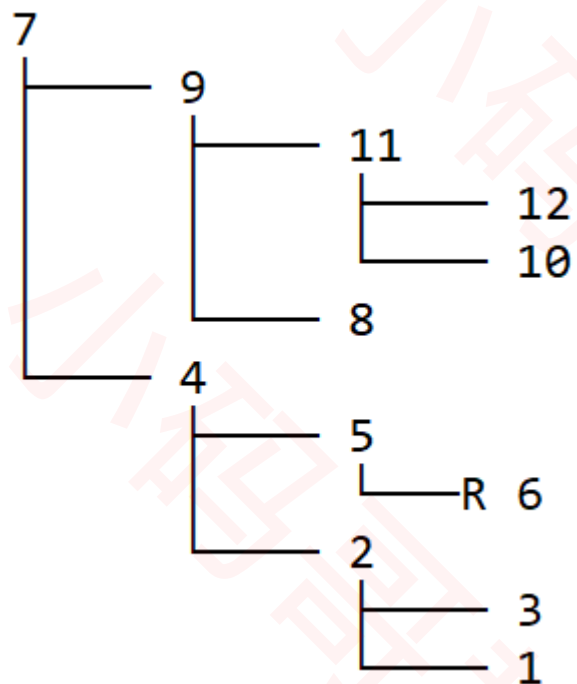
□ 它的前驱、后继节点的度只可能是1和0



## ■ 树状形式打印二叉树

□ 比如给定一个二叉搜索树: [7, 4, 9, 2, 5, 8, 11, 1, 3, 6, 10, 12]

□ 尝试输出以下格式



■ 开源项目: <https://github.com/CoderMJLee/BinaryTrees>