Treap

1. Treap

特性

- 一种弱平衡的搜索树：tree+heap
- 每个节点储存一个weight，节点的权重。
- 节点满足二叉搜索树 + 父节点的weight大于两个子节点的weight

  key值满足二叉树，weight满足堆

插入

1. 按照二叉搜索树的方法插入，建立新的节点，存储元素和随机权重。
2. 从新节点开始向上旋转，直到满足父节点的权重大于子节点的权重。

删除

- 按照二叉搜索树的方法找到要删除的节点。
  - 叶子节点直接删除
  - 有两个子节点，选择权重较小的子节点进行旋转。

    重复，直到将要删除的节点转移到叶子位置。

2. 无旋Treap

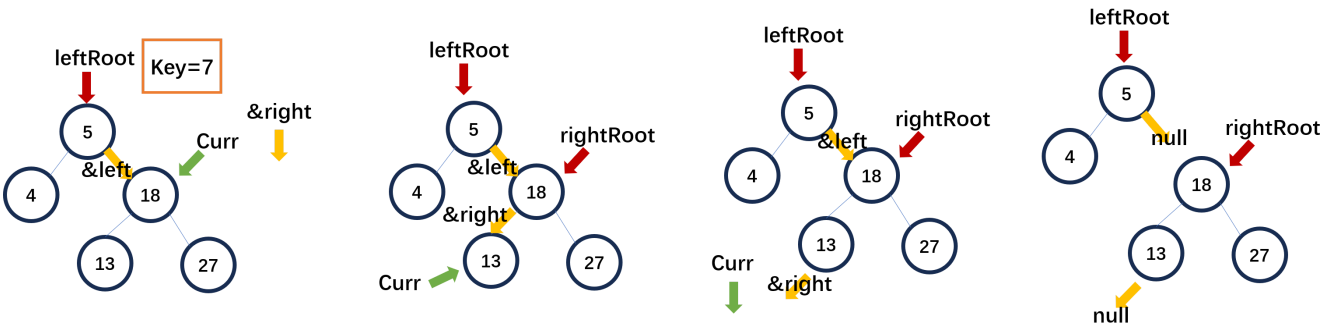
FHQ Treap

通过分裂合并来实现增删改查

分裂

按照某个key，分成左子树（值小于等于key），右子树

```
void split(T val, TreapNode<T>* curr, TreapNode<T>** leftRoot, TreapNode<T>**
rightRoot) {
        if( !curr) { //如果当前节点为空
            *leftRoot = *rightRoot = nullptr;
            return;
        }
        if( val < curr->val) { //如果当前节点的值大于val
            // 然后右子树的根节点递归到curr->left（因为右侧必然大于val，连枝放进rightRoot）
            // leftRoot不变向下传递
            split(val, curr->left, leftRoot, &curr->left);
            *rightRoot = curr; //curr放入右子树
        } else {
            split(val, curr->right, &curr->right, rightRoot);
            *leftRoot = curr;
        }
    }
```



找到左子树根节点后，之后传递的leftRoot严格来说不是根节点，下一次生长是从左子树右枝。（左子树的左枝就全部进入左子树）

代码没有涉及回溯

合并

保持最大堆的性质

```
void merge(TreapNode<T>* leftRoot, TreapNode<T>* rightRoot, TreapNode<T>** root) {
        //合并时要保持最大堆的性质
        if( !leftRoot) {
            *root = rightRoot; return;
        }
        if( !rightRoot) {
            *root = leftRoot; return;
        }
        if( leftRoot->weight < rightRoot->weight) {
            //rightRoot成为新的root
            // merge三段：leftRoot, rightRoot->right, rightRoot->left
            //BST性质：leftRoot与rightRoot->left合并，放到rightRoot的左子树
            merge(leftRoot, rightRoot->left, &rightRoot->left);
            *root = rightRoot; //weight大的作为root
        } else {
            merge(leftRoot->right, rightRoot, &leftRoot->right);
            *root = leftRoot;
```

```
        }
    }
```

- 堆的性质：比较左右子树的权重，大的作root
- 二叉树的性质：合并leftRoot和rightRoot->left，一起作为rightRoot的左子树

插入

- 用val划分
- 搜索左子树
  - 存在，count++
  - 否则创建新节点，与左子树merge
- 左右子树merge

删除

- 用val划分
- 再次用val划分左子树
- 搜索sub右子树（最多一个节点）
  - count > 1，count--
  - 否则删除该sub右子树
- 左右子树merge

查看排名

用该val划分树，数数左子树