

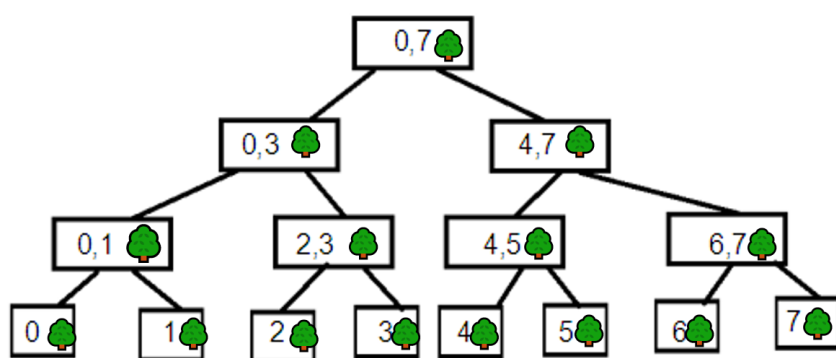
N-特雷森学院的训练员

由于是Office编辑的公式，无法直接移植到Markdown，这里就直接搬自己的PPT了

还没尝试过线段树套权值线段树，这里是用最经典的线段树套平衡树写的

N-特雷森学院的训练员

- Solution 树套树(线段树套平衡树)
- 所谓线段树套平衡树，即是线段树的每个结点都是一棵平衡树



N-特雷森学院的训练员

- Solution 树套树(线段树套平衡树)
- 所谓线段树套平衡树，即是线段树的每个结点都是一棵平衡树
- 关于树套树的构建，我们对于外层线段树正常建树，对于线段树上的某一个节点，建立一棵平衡树，包含该节点所覆盖的序列
- 操作1：查询 k 在区间的排名

按照线段树查询的方法，定位到线段树上的一些区间，再在每个区间的平衡树中查找小于 k 的数的个数，把所有查询区间的个数相加，再+1 即是 k 在区间的排名，单次操作复杂度 $O(\log^2 N)$



N-特雷森学院的训练员

- Solution 树套树(线段树套平衡树)
- 操作2：查询区间排名为 k 的值

在值域 $[l, r]$ 内二分答案，将二分的值 mid 按照操作1的方法查询排名，若排名 $> k$ ，则令 $r = mid - 1$ ；若排名 $\leq k$ ，则令 $l = mid + 1$ 。反复执行上述操作，直至 $l > r$ ，最后答案即是 r 。

单次操作时间复杂度 $O(\log^3 N)$



N-特雷森学院的训练员

➤ Solution 树套树(线段树套平衡树)

➤ 操作3: 修改某一位数上的值

同理, 在线段树上所有定位到被修改位置包含的区间, 对于这些区间的平衡树, 删去平衡树中原来的值, 插入新值

单次操作时间复杂度 $O(\log^2 N)$

➤ 总时间复杂度 $O(N \log^2 N \sim N \log^3 N)$

➤ 对于每个元素, 加入了 $O(\log N)$ 个平衡树,
故总空间复杂度 $O((N + M) \log N)$