

Homework 4: RB-Tree Analysis

在本次作业中，你需要对红黑树相关的问题进行回答

Part1: 知识回顾

红黑树是一种自平衡的二叉搜索树，其之所以被称为 "红黑" 树，是因为每个节点上都带有一个额外的属性，即节点的颜色，可以是红色或黑色。通过遵循一组规则，红黑树保证了对数时间内进行插入、删除和搜索等操作。一棵红黑树具有以下性质：

1. 结点是红色或者黑色
2. 根结点是黑色
3. 所有叶子都是黑色（叶子结点是NIL结点）
4. 每个红色结点的两个子结点都是黑色，或者说从每个叶子到根的所有路径上不能有两个连续的红色结点
5. 从任一结点到其每个叶子的所有路径都包含相同数目的黑色结点

红黑树的插入和删除操作均是为了让修改后的红黑树依然满足以上五个性质。

Part 2: 问题回答

1. 请以“插入”操作为例，解释插入操作是如何使得红黑树依然维持以上五个性质，具体而言，请回答：
 1. 为什么规定插入的结点为红色
 2. 当插入结点的父结点为红色，如何操作帮助其恢复该性质（假设此时父结点的兄弟结点为黑色）
2. 红黑树的本质是一个2-3-4树（4阶B树），请谈一谈你对这句话的理解
3. 红黑树顺序插入和乱序插入会有何影响？

Part 3 Tips

1. 对于问题1.2，你需要回答具体操作起到了哪样的效果，以LL型为例（插入结点为左结点，且父节点也为左结点）

将父节点染黑：防止连续两个红色结点，但导致左侧路径上黑色结点增多失衡

祖父染黑：左侧路径上黑色结点数恢复，但右侧路径上黑色结点数减少失衡

右旋：右侧路径黑色结点数增加，平衡恢复

请补充其他情况
2. 对于问题2、3，言之有理即可

Part 4: 注意事项

- 请将实验报告上传 Canvas，命名使用“学号+姓名+hw4”，如“522123456789+张三+hw4.pdf”。
- **请勿抄袭**！课后作业采用倒扣分制，如果有遗漏或者得分不足会在最终成绩酌情减分，同时课后作业的内容会体现在期末试卷中，对同学们也是一种练习。
- 本次作业的截止时间是 **2024年3月30日23:59**，迟交将会酌情扣分。
- 有任何作业相关的问题可以询问 熊天磊、徐凯亮 助教。

