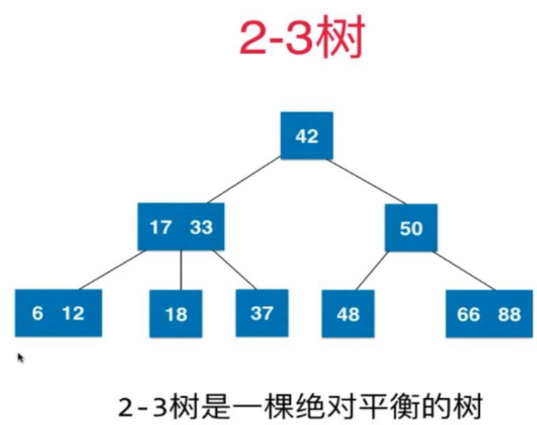
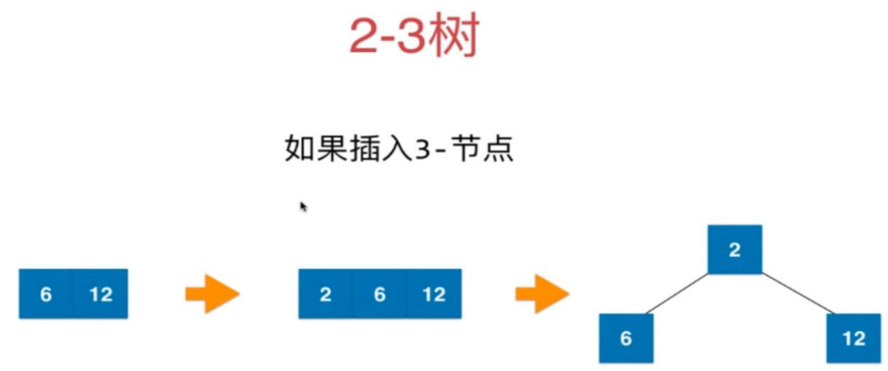
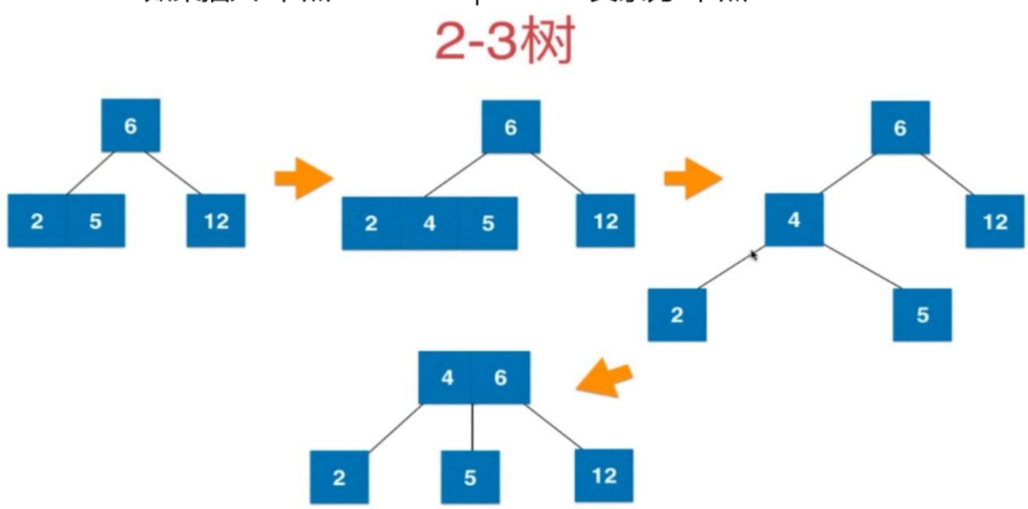
数据结构与算法 14- 红黑树和2-3树

笔记本:	我的笔记
创建时间:	2020/10/11 10:52
更新时间:	2020/10/11 11:05
作者:	liuhouer
标签:	算法



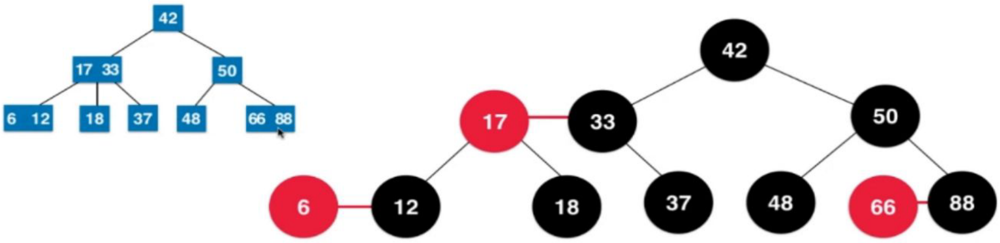


如果插入3节点 | 父亲为2节点



1>>红黑树和二三树在本质上是一样的，只不过用红颜色代表了3节点树根的左侧节点【左倾红黑树】

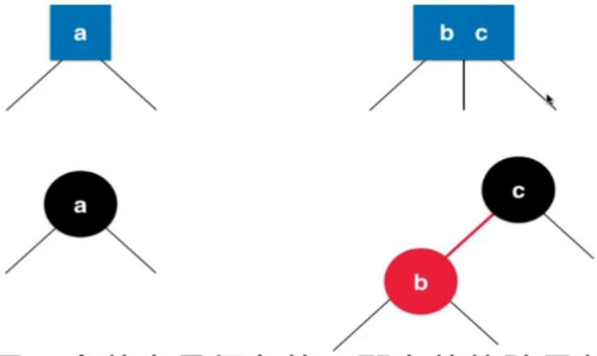
红黑树和2-3树



5．从任意一个节点到叶子节点，经过的黑色节点是一样的

红黑树和2-3树

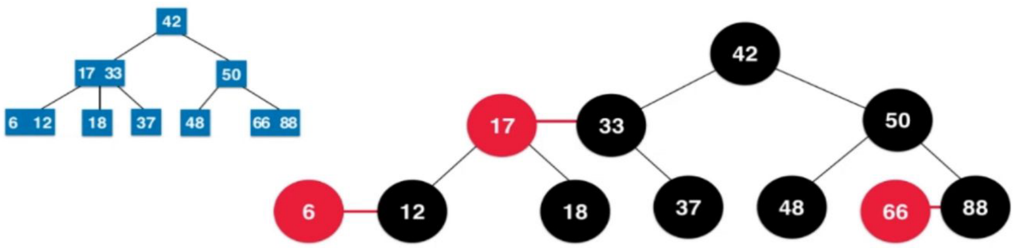
2节点



3节点

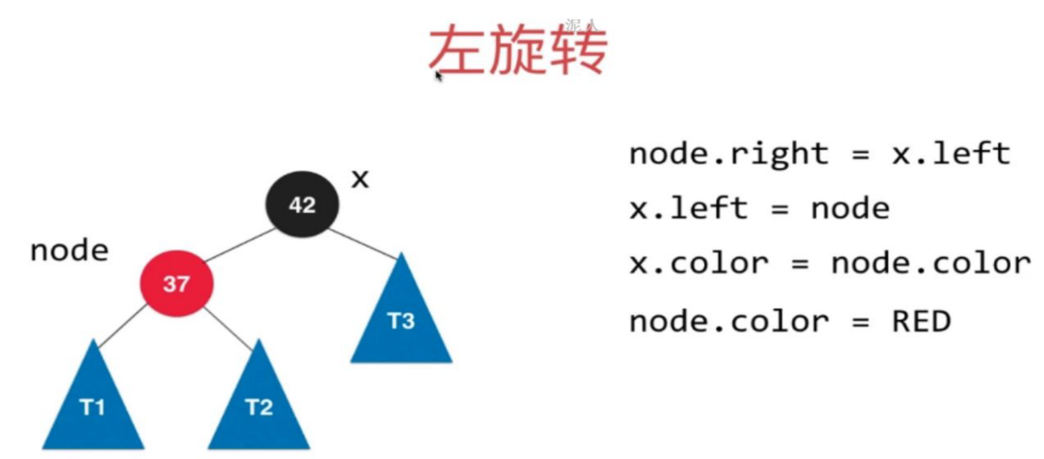
4．如果一个节点是红色的，那么他的孩子节点都是黑色的

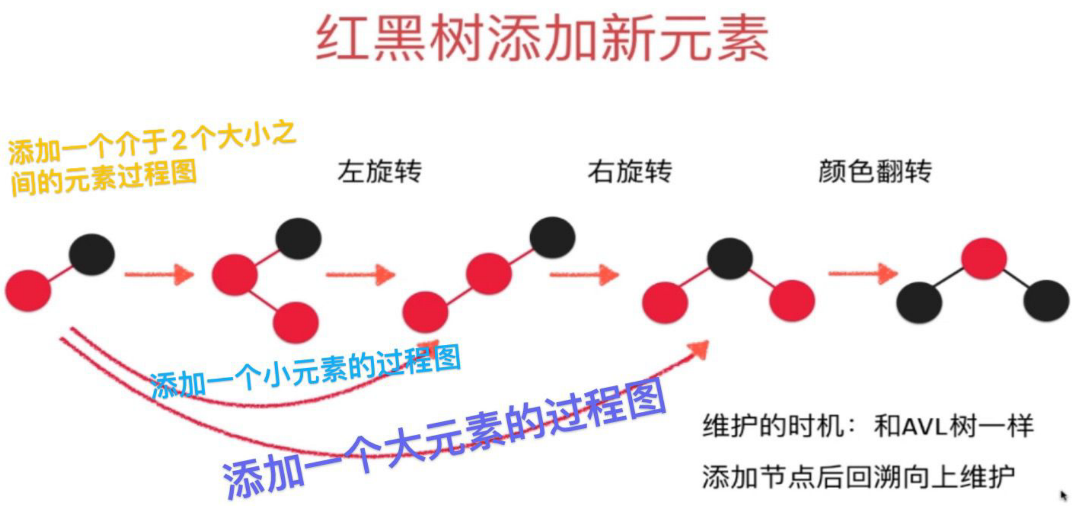
红黑树和2-3树



红黑树是保持“黑平衡”的二叉树

严格意义上，不是平衡二叉树　　最大高度：2logn　　　O(logn)





红黑树的性能总结

对于完全随机的数据，普通的二分搜索树很好用！

缺点：极端情况退化成链表（或者高度不平衡）

对于查询较多的使用情况，AVL树很好用！

红黑树牺牲了平衡性（2logn的高度）

统计性能更优（综合增删改查所有的操作）

2.实现红黑树【未实现红黑树的删除】

```
import java.util.ArrayList;

public class RBTree<K extends Comparable<K>, V> {
```

```
private static final boolean RED = true;
private static final boolean BLACK = false;


private class Node{
    public K key;
    public V value;
    public Node left, right;
    public boolean color;


    public Node(K key, V value){
        this.key = key;
        this.value = value;
        left = null;
        right = null;
        color = RED;
    }
}


private Node root;
private int size;


public RBTree(){
    root = null;
    size = 0;
}


public int getSize(){
    return size;
}


public boolean isEmpty(){
    return size == 0;
}


// 判断节点node的颜色
private boolean isRed(Node node){
    if(node == null)
        return BLACK;
    return node.color;
}


//   node                     x
//  /   \     左旋转         /  \
// T1   x   --------->   node   T3
//     / \              /   \
//    T2 T3            T1   T2
private Node leftRotate(Node node){


    Node x = node.right;


    // 左旋转
    node.right = x.left;
    x.left = node;


    x.color = node.color;
    node.color = RED;


    return x;
}


//     node                   x
```

```
//     /   \      右旋转       /  \
//    x    T2   ------->   y   node
//   / \                      /  \
// y  T1                     T1  T2
private Node rightRotate(Node node){


    Node x = node.left;


    // 右旋转
    node.left = x.right;
    x.right = node;


    x.color = node.color;
    node.color = RED;


    return x;
}


// 颜色翻转
private void flipColors(Node node){


    node.color = RED;
    node.left.color = BLACK;
    node.right.color = BLACK;
}


// 向红黑树中添加新的元素(key, value)
public void add(K key, V value){
    root = add(root, key, value);
    root.color = BLACK; // 最终根节点为黑色节点
}


// 向以node为根的红黑树中插入元素(key, value)，递归算法
// 返回插入新节点后红黑树的根
private Node add(Node node, K key, V value){


    if(node == null){
        size ++;
        return new Node(key, value); // 默认插入红色节点
    }


    if(key.compareTo(node.key) < 0)
        node.left = add(node.left, key, value);
    else if(key.compareTo(node.key) > 0)
        node.right = add(node.right, key, value);
    else // key.compareTo(node.key) == 0
        node.value = value;


    if (isRed(node.right) && !isRed(node.left))
        node = leftRotate(node);


    if (isRed(node.left) && isRed(node.left.left))
        node = rightRotate(node);


    if (isRed(node.left) && isRed(node.right))
        flipColors(node);


    return node;
}
```

```java
    // 返回以node为根节点的二分搜索树中，key所在的节点
    private Node getNode(Node node, K key){


        if(node == null)
            return null;


        if(key.equals(node.key))
            return node;
        else if(key.compareTo(node.key) < 0)
            return getNode(node.left, key);
        else // if(key.compareTo(node.key) > 0)
            return getNode(node.right, key);
    }


    public boolean contains(K key){
        return getNode(root, key) != null;
    }


    public V get(K key){


        Node node = getNode(root, key);
        return node == null ? null : node.value;
    }


    public void set(K key, V newValue){
        Node node = getNode(root, key);
        if(node == null)
            throw new IllegalArgumentException(key + " doesn't exist!");


        node.value = newValue;
    }


    // 返回以node为根的二分搜索树的最小值所在的节点
    private Node minimum(Node node){
        if(node.left == null)
            return node;
        return minimum(node.left);
    }


    // 删除掉以node为根的二分搜索树中的最小节点
    // 返回删除节点后新的二分搜索树的根
    private Node removeMin(Node node){


        if(node.left == null){
            Node rightNode = node.right;
            node.right = null;
            size --;
            return rightNode;
        }


        node.left = removeMin(node.left);
        return node;
    }


    // 从二分搜索树中删除键为key的节点
    public V remove(K key){


        Node node = getNode(root, key);
        if(node != null){
            root = remove(root, key);
            return node.value;
        }
```

```java
        return null;
    }

    private Node remove(Node node, K key){

        if( node == null )
            return null;

        if( key.compareTo(node.key) < 0 ){
            node.left = remove(node.left , key);
            return node;
        }
        else if(key.compareTo(node.key) > 0 ){
            node.right = remove(node.right, key);
            return node;
        }
        else{   // key.compareTo(node.key) == 0

            // 待删除节点左子树为空的情况
            if(node.left == null){
                Node rightNode = node.right;
                node.right = null;
                size --;
                return rightNode;
            }

            // 待删除节点右子树为空的情况
            if(node.right == null){
                Node leftNode = node.left;
                node.left = null;
                size --;
                return leftNode;
            }

            // 待删除节点左右子树均不为空的情况

            // 找到比待删除节点大的最小节点, 即待删除节点右子树的最小节点
            // 用这个节点顶替待删除节点的位置
            Node successor = minimum(node.right);
            successor.right = removeMin(node.right);
            successor.left = node.left;

            node.left = node.right = null;

            return successor;
        }
    }

    public static void main(String[] args){

        System.out.println("Pride and Prejudice");

        ArrayList<String> words = new ArrayList<>();
        if(FileOperation.readFile("pride-and-prejudice.txt", words)) {
            System.out.println("Total words: " + words.size());

            RBTree<String, Integer> map = new RBTree<>();
            for (String word : words) {
                if (map.contains(word))
                    map.set(word, map.get(word) + 1);
                else
                    map.add(word, 1);
```

```
            }


            System.out.println("Total different words: " + map.getSize());
            System.out.println("Frequency of PRIDE: " + map.get("pride"));
            System.out.println("Frequency of PREJUDICE: " +
map.get("prejudice"));
        }


        System.out.println();
    }
}
```