

day10【Collection、泛型、数据结构】

今日内容

- Collection集合
- 迭代器
- 泛型
- 数据结构

教学目标

- ☐ 能够说出集合与数组的区别
- ☐ 能够使用Collection集合的常用功能
- ☐ 能够使用迭代器对集合进行取元素
- ☐ 能够使用增强for循环遍历集合和数组
- ☐ 能够理解泛型上下限
- ☐ 能够阐述泛型通配符的作用
- ☐ 能够说出常见的数据结构
- ☐ 能够说出数组结构特点
- ☐ 能够说出栈结构特点
- ☐ 能够说出队列结构特点
- ☐ 能够说出单向链表结构特点

第一章 Collection集合

1.1 集合概述

在前面基础班我们已经学习过并使用过集合ArrayList,那么集合到底是什么呢?

- **集合**: 集合是java中提供的一种容器,可以用来存储多个数据。

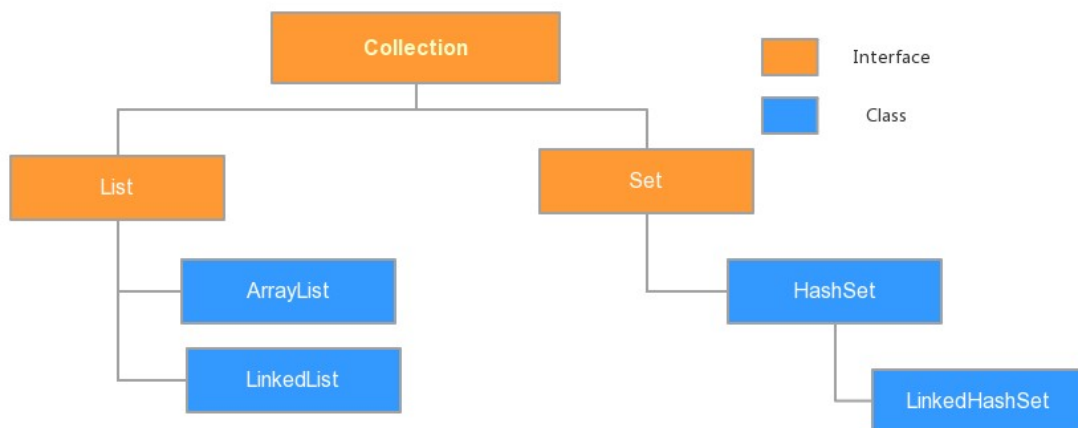
集合和数组既然都是容器,它们有什么区别呢?

- 数组的长度是固定的。集合的长度是可变的。
- 数组中存储的是同一类型的元素,可以存储任意类型数据。集合存储的都是引用数据类型。如果想存储基本类型数据需要存储对应的包装类型。

1.2 集合常用类的继承体系

Collection: 单列集合类的根接口,用于存储一系列符合某种规则的元素,它有两个重要的子接口,分别是 `java.util.List` 和 `java.util.Set`。其中, `List` 的特点是**元素有序、元素可重复**; `Set` 的特点是**元素不可重复**。`List` 接口的主要实现类有 `java.util.ArrayList` 和 `java.util.LinkedList`, `Set` 接口的主要实现类有 `java.util.HashSet` 和 `java.util.LinkedHashSet`。

从上面的描述可以看出JDK中提供了丰富的集合类库，为了便于初学者进行系统地学习，接下来通过一张图来描述集合常用类的继承体系



注意:这张图只是我们常用的集合有这些，不是说就只有这些集合。

集合本身是一个工具，它存放在java.util包中。在 `Collection` 接口定义着单列集合框架中最共性的内容。

1.3 Collection 常用功能

`Collection`是所有单列集合的父接口，因此在`Collection`中定义了单列集合(`List`和`Set`)通用的一些方法，这些方法可用于操作所有的单列集合。方法如下：

- `public boolean add(E e)`：把给定的对象添加到当前集合中。
- `public void clear()`：清空集合中所有的元素。
- `public boolean remove(E e)`：把给定的对象在当前集合中删除。
- `public boolean contains(Object obj)`：判断当前集合中是否包含给定的对象。
- `public boolean isEmpty()`：判断当前集合是否为空。
- `public int size()`：返回集合中元素的个数。
- `public Object[] toArray()`：把集合中的元素，存储到数组中

tips: 有关`Collection`中的方法可不止上面这些，其他方法可以自行查看API学习。

```
public class Demo02ListMethod {
    public static void main(String[] args) {
        method4();
    }

    public static void method4() {
        //创建集合
        List<String> list = new ArrayList<>();
        //添加元素
        list.add("jack");
        list.add("rose");
        list.add("tony");
        //打印集合
        System.out.println("替换前: " + list); //[jack, rose, tony]
```

```

        //调用set方法, 使用 tom 替换掉原来索引为1的元素
        String str = list.set(1, "tom");
        System.out.println("替换后: " + list); //[jack, tom, tony]
        System.out.println("str:" + str); //rose
    }

    public static void method3() {
        //创建集合
        List<String> list = new ArrayList<>();
        //添加元素
        list.add("jack");
        list.add("rose");
        list.add("tony");
        //打印集合
        System.out.println("删除前: " + list); //[jack, rose, tony]
        //调用remove方法, 删除索引为1的元素
        String str = list.remove(1);
        System.out.println("删除后: " + list); //[jack, tony]
        System.out.println("str:" + str); //rose
    }

    public static void method2() {
        //创建集合
        List<String> list = new ArrayList<>();
        //添加元素
        list.add("jack");
        list.add("rose");
        list.add("tony");
        //调用get方法, 根据索引获取元素
        System.out.println(list.get(1));
    }

    public static void method1() {
        //创建集合
        List<String> list = new ArrayList<>();
        //添加元素
        list.add("jack");
        list.add("rose");
        list.add("tony");
        //打印集合
        System.out.println("list:" + list); //[jack, rose, tony]
        //向索引为1的位置插入元素。 lucy
        list.add(1, "lucy");
        //打印集合
        System.out.println("list:" + list); //[jack, lucy, rose, tony]
    }
}

```

第二章 Iterator迭代器

2.1 Iterator接口

在程序开发中，经常需要遍历集合中的所有元素。针对这种需求，JDK专门提供了一个接口

`java.util.Iterator`。

想要遍历Collection集合，那么就要获取该集合迭代器完成迭代操作，下面介绍一下获取迭代器的方法：

- `public Iterator iterator()`：获取集合对应的迭代器，用来遍历集合中的元素的。

下面介绍一下迭代的概念：

- **迭代**：即Collection集合元素的通用获取方式。在取元素之前先要判断集合中有没有元素，如果有，就把这个元素取出来，继续再判断，如果还有就再取出来。一直把集合中的所有元素全部取出。这种取出方式专业术语称为迭代。

Iterator接口的常用方法如下：

- `public E next()`：返回迭代的下一个元素。
- `public boolean hasNext()`：如果仍有元素可以迭代，则返回 true。

接下来我们通过案例学习如何使用Iterator迭代集合中元素：

```
public class IteratorDemo {
    public static void main(String[] args) {
        // 使用多态方式 创建对象
        Collection<String> coll = new ArrayList<String>();

        // 添加元素到集合
        coll.add("串串星人");
        coll.add("吐槽星人");
        coll.add("汪星人");
        //遍历
        //使用迭代器 遍历    每个集合对象都有自己的迭代器
        Iterator<String> it = coll.iterator();
        // 泛型指的是 迭代出 元素的数据类型
        while(it.hasNext()){ //判断是否有迭代元素
            String s = it.next();//获取迭代出的元素
            System.out.println(s);
        }
    }
}
```

tips:

1. 在进行集合元素获取时，如果集合中已经没有元素了，还继续使用迭代器的next方法，将会抛出`java.util.NoSuchElementException`没有集合元素异常。
2. 在进行集合元素获取时，如果添加或移除集合中的元素，将无法继续迭代，将会抛出`ConcurrentModificationException`并发修改异常。

2.2 迭代器的实现原理

我们在之前案例已经完成了Iterator遍历集合的整个过程。当遍历集合时，首先通过调用集合的`iterator()`方法获得迭代器对象，然后使用`hasNext()`方法判断集合中是否存在下一个元素，如果存在，则调用`next()`方法将元素取出，否则说明已到达了集合末尾，停止遍历元素。

Iterator迭代器对象在遍历集合时，内部采用指针的方式来跟踪集合中的元素。在调用Iterator的next方法之前，迭代器的索引位于第一个元素之前，不指向任何元素，当第一次调用迭代器的next方法后，迭代器的索引会向后移动一位，指向第一个元素并将该元素返回，当再次调用next方法时，迭代器的索引会指向第二个元素并将该元素返回，依此类推，直到hasNext方法返回false，表示到达了集合的末尾，终止对元素的遍历。

2.3 增强for

增强for循环(也称for each循环)是JDK1.5以后出来的一个高级for循环，专门用来遍历数组和集合的。它的内部原理其实是个Iterator迭代器，所以在遍历的过程中，不能对集合中的元素进行增删操作。

格式：

```
for(元素的数据类型 变量 : collection集合or数组){  
    //写操作代码  
}
```

它用于遍历Collection和数组。通常只进行遍历元素，不要在遍历的过程中对集合元素进行增删操作。

代码演示

```
public class NBForDemo1 {  
    public static void main(String[] args) {  
        int[] arr = {3,5,6,87};  
        //使用增强for遍历数组  
        for(int a : arr){//a代表数组中的每个元素  
            System.out.println(a);  
        }  
  
        Collection<String> coll = new ArrayList<String>();  
        coll.add("小河神");  
        coll.add("老河神");  
        coll.add("神婆");  
  
        for(String s : coll){  
            System.out.println(s);  
        }  
    }  
}
```

tips:

增强for循环必须有被遍历的目标，目标只能是Collection或者是数组；

增强for（迭代器）仅作为遍历操作出现，不能对集合进行增删元素操作，否则抛出ConcurrentModificationException并发修改异常

小结：Collection是所有单列集合的根接口，如果要对单列集合进行遍历，通用的遍历方式是迭代器遍历或增强for遍历。

第三章 泛型

3.1 泛型概述

在前面学习集合时，我们都知道集合中是可以存放任意对象的，只要把对象存储集合后，那么这时他们都会被提升成Object类型。当我们在取出每一个对象，并且进行相应的操作，这时必须采用类型转换。

大家观察下面代码：

```
public class GenericDemo {
    public static void main(String[] args) {
        Collection coll = new ArrayList();
        coll.add("abc");
        coll.add("itcast");
        coll.add(5); // 由于集合没有做任何限定，任何类型都可以向其中存放
        Iterator it = coll.iterator();
        while(it.hasNext()){
            // 需要打印每个字符串的长度，就要把迭代出来的对象转成String类型
            String str = (String) it.next();
            System.out.println(str.length());
        }
    }
}
```

程序在运行时发生了问题`java.lang.ClassCastException`。为什么会发生类型转换异常呢？我们来分析下：由于集合中什么类型的元素都可以存储。导致取出时强转引发运行时 `ClassCastException`。怎么来解决这个问题呢？Collection虽然可以存储各种对象，但实际上通常Collection只存储同一类型对象。例如都是存储字符串对象。因此在JDK5之后，新增了**泛型(Generic)**语法，让你在设计API时可以指定类或方法支持泛型，这样我们使用API的时候也变得更为简洁，并得到了编译时期的语法检查。

- **泛型**：可以在类或方法中预知地使用未知的类型。

tips:泛型的作用是在创建对象时，将未知的类型确定具体的类型。当没有指定泛型时，默认类型为Object类型。

3.2 使用泛型的好处

上一节只是讲解了泛型的引入，那么泛型带来了哪些好处呢？

- 将运行时期的ClassCastException，转移到了编译时期变成了编译失败。
- 避免了类型强转的麻烦。

通过我们如下代码体验一下：

```
public class GenericDemo2 {
    public static void main(String[] args) {
        Collection<String> list = new ArrayList<String>();
        list.add("itheima");
        list.add("itcast");
        // list.add(666); // 当集合明确类型后，存放类型不一致就会编译报错
        // 集合已经明确具体存放的元素类型，那么在使用迭代器的时候，迭代器也同样会知道具体遍历
        // 元素类型
        Iterator<String> it = list.iterator();
    }
}
```

```

        while(it.hasNext()){
            String str = it.next();
            //当使用Iterator<String>控制元素类型后，就不需要强转了。获取到的元素直接就是
String类型
            System.out.println(str.length());
        }
    }
}

```

tips:泛型是数据类型的一部分，我们将类名与泛型合并一起看做数据类型。

3.3 泛型的定义与使用

我们在集合中会大量使用到泛型，这里来完整地学习泛型知识。

泛型，用来灵活地将数据类型应用到不同的类、方法、接口当中。将数据类型作为参数进行传递。

定义和使用含有泛型的类

定义格式：

```
修饰符 class 类名<代表泛型的变量> { }
```

例如，API中的ArrayList集合：

泛型在定义的时候不具体，使用的时候才变得具体。在使用的时候确定泛型的具体数据类型。

```

class ArrayList<E>{
    public boolean add(E e){ }

    public E get(int index){ }
    ....
}

```

使用泛型：即什么时候确定泛型。

在创建对象的时候确定泛型

例如，`ArrayList<String> list = new ArrayList<String>();`

此时，变量E的值就是String类型,那么我们的类型就可以理解为：

```

class ArrayList<String>{
    public boolean add(String e){ }

    public String get(int index){ }
    ...
}

```

再例如，`ArrayList<Integer> list = new ArrayList<Integer>();`

此时，变量E的值就是Integer类型,那么我们的类型就可以理解为：

```
class ArrayList<Integer> {
    public boolean add(Integer e) { }

    public Integer get(int index) { }
    ...
}
```

含有泛型的方法

定义格式:

```
修饰符 <代表泛型的变量> 返回值类型 方法名(参数){ }
```

例如,

```
public class MyGenericMethod {
    public <MVP> void show(MVP mvp) {
        System.out.println(mvp.getClass());
    }

    public <MVP> MVP show2(MVP mvp) {
        return mvp;
    }
}
```

调用方法时, 确定泛型的类型

```
public class GenericMethodDemo {
    public static void main(String[] args) {
        // 创建对象
        MyGenericMethod mm = new MyGenericMethod();
        // 演示看方法提示
        mm.show("aaa");
        mm.show(123);
        mm.show(12.45);
    }
}
```

含有泛型的接口

定义格式:

```
修饰符 interface接口名<代表泛型的变量> { }
```

例如,

```
public interface MyGenericInterface<E>{
    public abstract void add(E e);

    public abstract E getE();
}
```

使用格式:

1、定义类时确定泛型的类型

例如

```
public class MyImpl implements MyGenericInterface<String> {
    @Override
    public void add(String e) {
        // 省略...
    }

    @Override
    public String getE() {
        return null;
    }
}
```

此时，泛型E的值就是String类型。

2、始终不确定泛型的类型，直到创建对象时，确定泛型的类型

例如

```
public class MyImp2<E> implements MyGenericInterface<E> {
    @Override
    public void add(E e) {
        // 省略...
    }

    @Override
    public E getE() {
        return null;
    }
}
```

确定泛型：

```
/*
 * 使用
 */
public class GenericInterface {
    public static void main(String[] args) {
        MyImp2<String> my = new MyImp2<String>();
        my.add("aa");
    }
}
```

小结：泛型是一种未知的数据类型，定义在类上的泛型，使用类的时候会确定泛型的类型，定义在方法上的泛型，会在使用方法的时候确定泛型，定义在接口上的泛型，需要使用接口的时候确定泛型。

3.4 泛型通配符

当使用泛型类或者接口时，传递的数据中，泛型类型不确定，可以通过通配符<?>表示。但是一旦使用泛型的通配符后，只能使用Object类中的共性方法，集合中元素自身方法无法使用。

通配符基本使用

泛型的通配符:不知道使用什么类型来接收的时候,此时可以使用?,?表示未知通配符。

此时只能接受数据,不能往该集合中存储数据。

举个例子大家理解使用即可:

```
public static void main(String[] args) {
    Collection<Integer> list1 = new ArrayList<Integer>();
    getElement(list1);
    Collection<String> list2 = new ArrayList<String>();
    getElement(list2);
}

public static void getElement(Collection<?> coll){}

//? 代表可以接收任意类型
//泛型不存在继承关系 Collection<Object> list = new ArrayList<String>();这种是错误的。
```

通配符高级使用----受限泛型

之前设置泛型的时候,实际上是可以任意设置的,只要是类就可以设置。但是在JAVA的泛型中可以指定一个泛型的**上限**和**下限**。

泛型的上限:

- **格式:** 类型名称 <? extends 类 > 对象名称
- **意义:** 只能接收该类型及其子类

泛型的下限:

- **格式:** 类型名称 <? super 类 > 对象名称
- **意义:** 只能接收该类型及其父类型

比如: 现已知Object类, String 类, Number类, Integer类, 其中Number是Integer的父类

```
public static void main(String[] args) {
    Collection<Integer> list1 = new ArrayList<Integer>();
    Collection<String> list2 = new ArrayList<String>();
    Collection<Number> list3 = new ArrayList<Number>();
    Collection<Object> list4 = new ArrayList<Object>();

    getElement1(list1);
    getElement1(list2); //报错
    getElement1(list3);
    getElement1(list4); //报错

    getElement2(list1); //报错
    getElement2(list2); //报错
    getElement2(list3);
    getElement2(list4);
}

// 泛型的上限: 此时的泛型?, 必须是Number类型或者Number类型的子类
public static void getElement1(Collection<? extends Number> coll){}

// 泛型的下限: 此时的泛型?, 必须是Number类型或者Number类型的父类
public static void getElement2(Collection<? super Number> coll){}
```

?表示泛型通配符，如果要对?泛型通配符的取值范围进行限制，可以使用泛型限定

第四章 数据结构

4.1 数据结构介绍

数据结构：数据用什么样的方式组合在一起。

4.2 常见数据结构

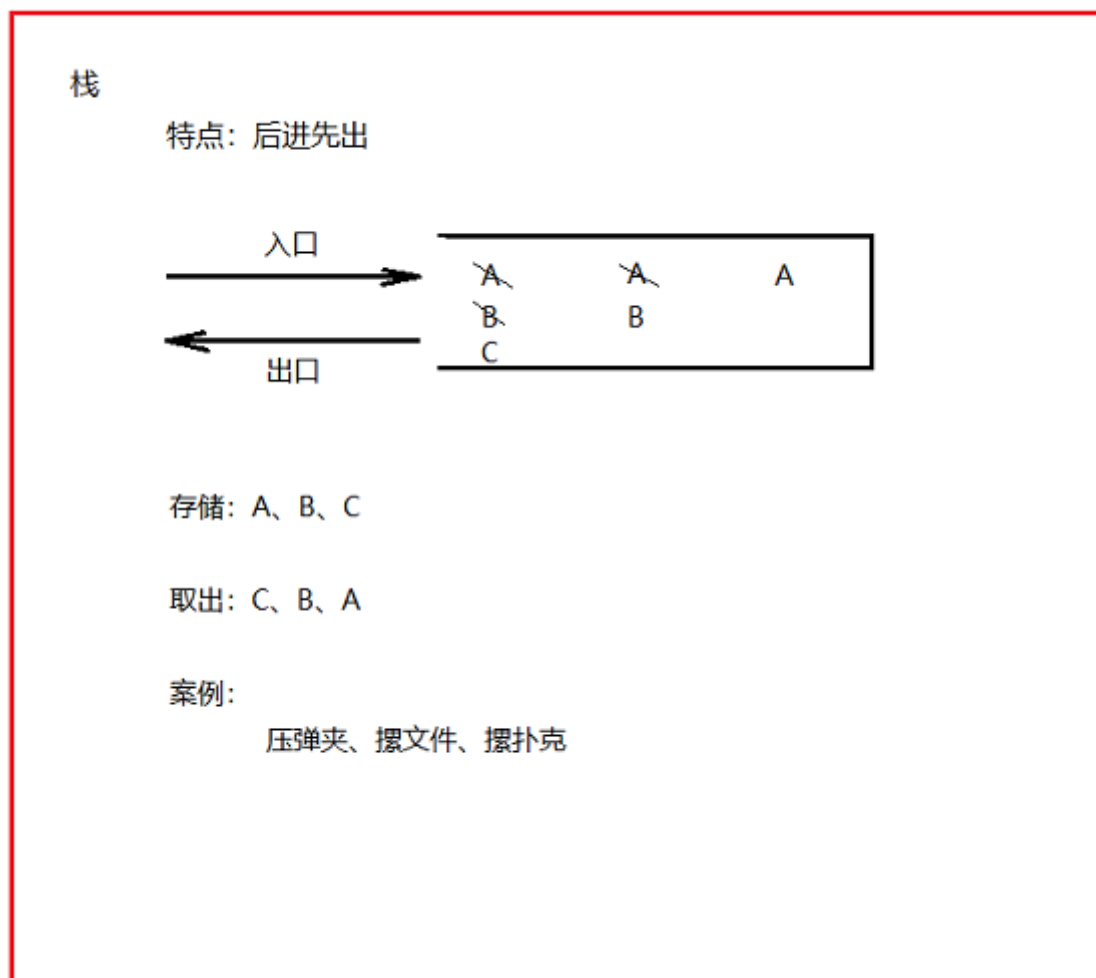
数据存储的常用结构有：栈、队列、数组、链表和红黑树。我们分别来了解一下：

栈

- **栈**：stack,又称堆栈，它是运算受限的线性表，其限制是仅允许在标的一端进行插入和删除操作，不允许在其他任何位置进行添加、查找、删除等操作。

简单的说：采用该结构的集合，对元素的存取有如下的特点

- 先进后出（即，存进去的元素，要在后它后面的元素依次取出后，才能取出该元素）。例如，子弹压进弹夹，先压进去的子弹在下面，后压进去的子弹在上面，当开枪时，先弹出上面的子弹，然后才能弹出下面的子弹。
- 栈的入口、出口的都是栈的顶端位置。



这里两个名词需要注意：

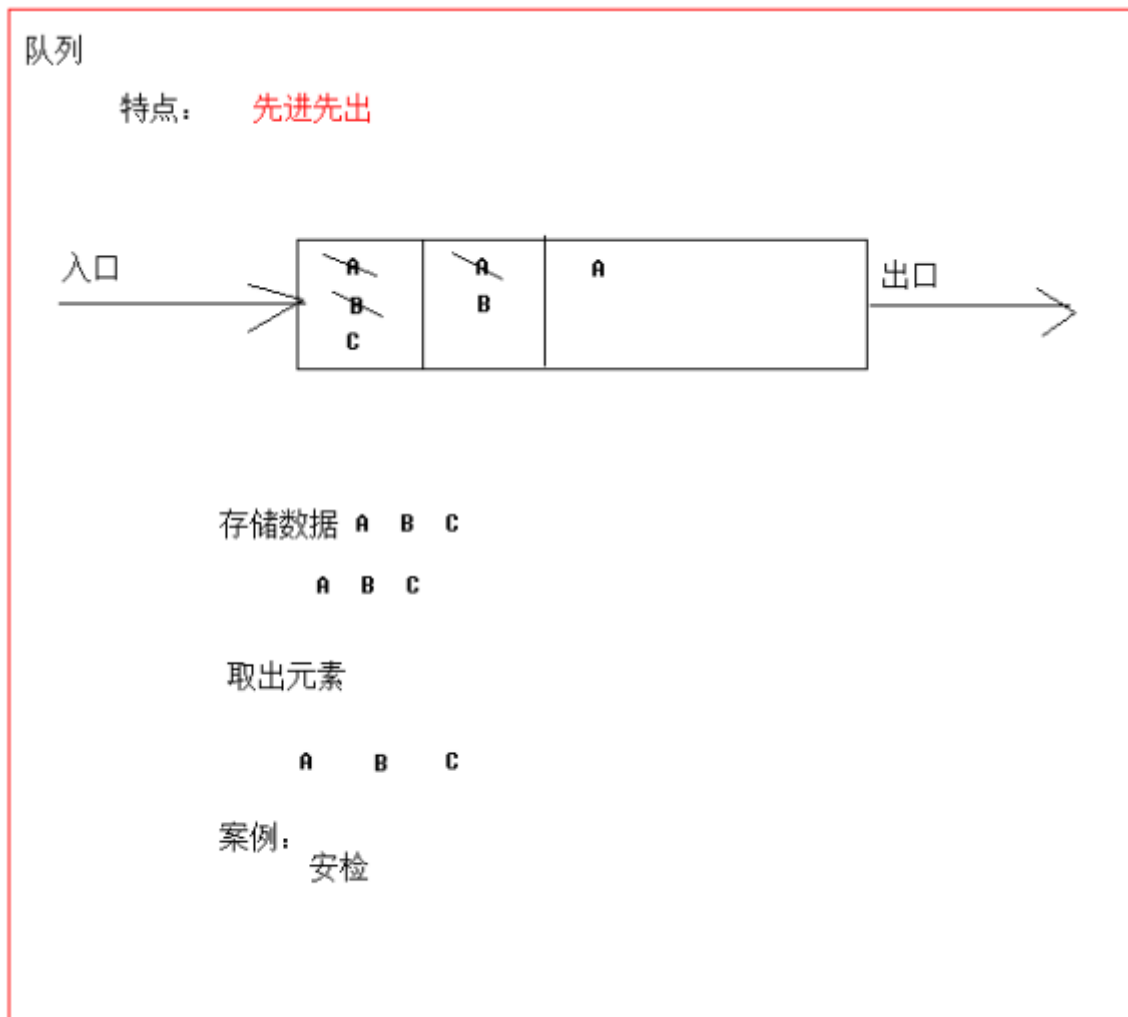
- **压栈**：就是存元素。即，把元素存储到栈的顶端位置，栈中已有元素依次向栈底方向移动一个位置。
- **弹栈**：就是取元素。即，把栈的顶端位置元素取出，栈中已有元素依次向栈顶方向移动一个位置。

队列

- **队列**：**queue**,简称队，它同堆栈一样，也是一种运算受限的线性表，其限制是仅允许在表的一端进行插入，而在表的另一端进行取出并删除。

简单的说，采用该结构的集合，对元素的存取有如下的特点：

- 先进先出（即，存进去的元素，要在后它前面的元素依次取出后，才能取出该元素）。例如，小火车过山洞，车头先进去，车尾后进去；车头先出来，车尾后出来。
- 队列的入口、出口各占一侧。例如，下图中的左侧为入口，右侧为出口。



数组

- **数组:Array**,是有序的元素序列，数组是在内存中开辟一段连续的空间，并在此空间存放元素。就像是一排出租屋，有100个房间，从001到100每个房间都有固定编号，通过编号就可以快速找到租房子的人。

简单的说,采用该结构的集合，对元素的存取有如下的特点：

- 查找元素快：通过索引，可以快速访问指定位置的元素

数组特点： 查询快，增删慢。

初始化一个数组：

a1	a2	a3
0	1	2

在内存中，数组的数据连续存放，数据长度固定，
这样知道数组开头位置和偏移量就可以直接算出数据地址

- 增删元素慢
- **指定索引位置增加元素**：需要创建一个新数组，将指定新元素存储在指定索引位置，再把原数组元素根据索引，复制到新数组对应索引的位置。如下图

原数组

a1	a2	a3
0	1	2

(a)

创建新数组 复制原数组中元素到新数组,新元素添加至末尾

a1	a2	a3	a4
0	1	2	3

创建新数组 将新元素添加指定位置，复制原数组中元素数据

(b)

a1	a2	a4	a3
0	1	2	3

- **指定索引位置删除元素**：需要创建一个新数组，把原数组元素根据索引，复制到新数组对应索引的位置，原数组中指定索引位置元素不复制到新数组中。如下图

原数组

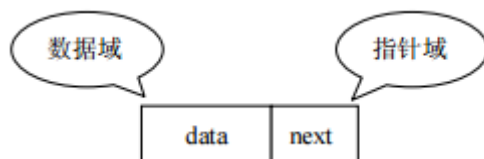
a1	a2	a3
0	1	2

删除a2元素：创建新数组 删除指定位置元素 复制其他元素到新数组

a1	a3
0	1

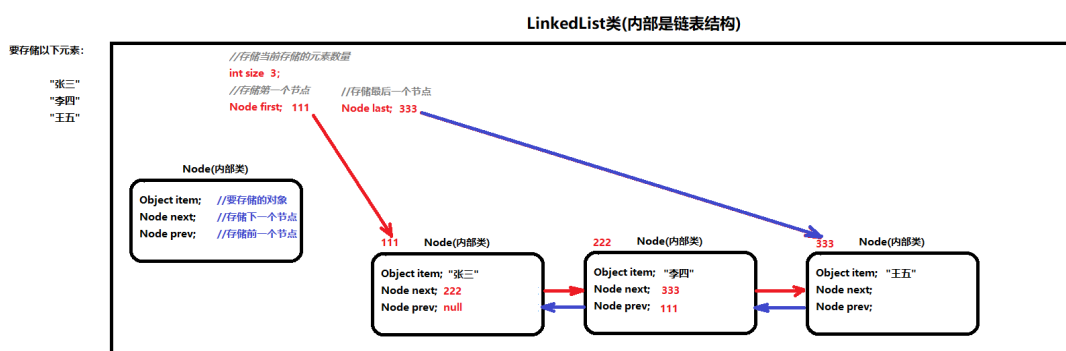
链表

- **链表:linked list**,由一系列结点node（链表中每一个元素称为结点）组成，结点可以在运行时动态生成。每个结点包括两个部分：一个是存储数据元素的数据域，另一个是存储下一个结点地址的指针域。我们常说的链表结构有单向链表与双向链表，那么这里给大家介绍的是**单向链表**。



简单的说，采用该结构的集合，对元素的存取有如下的特点：

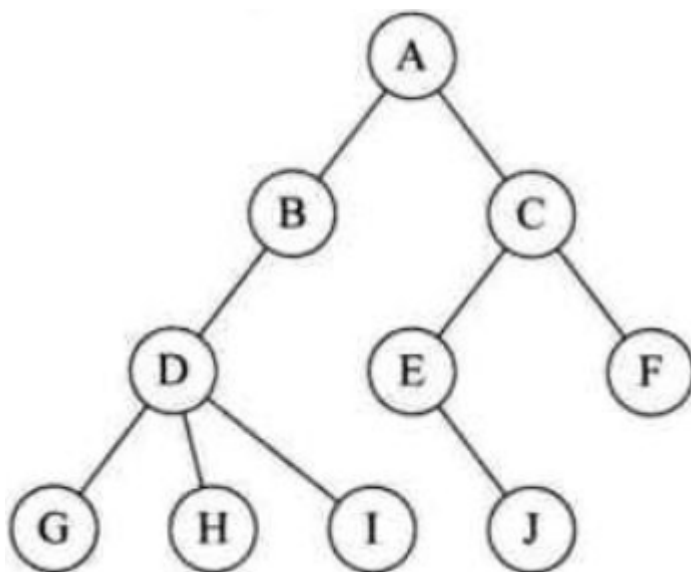
- 多个结点之间，通过地址进行连接。例如，多个人手拉手，每个人使用自己的右手拉住下个人的左手，依次类推，这样多个人就连在一起了。
- 查找元素慢：想查找某个元素，需要通过连接的节点，依次向后查找指定元素。
- 增删元素快：



4.3. 树基本结构介绍

树具有的特点：

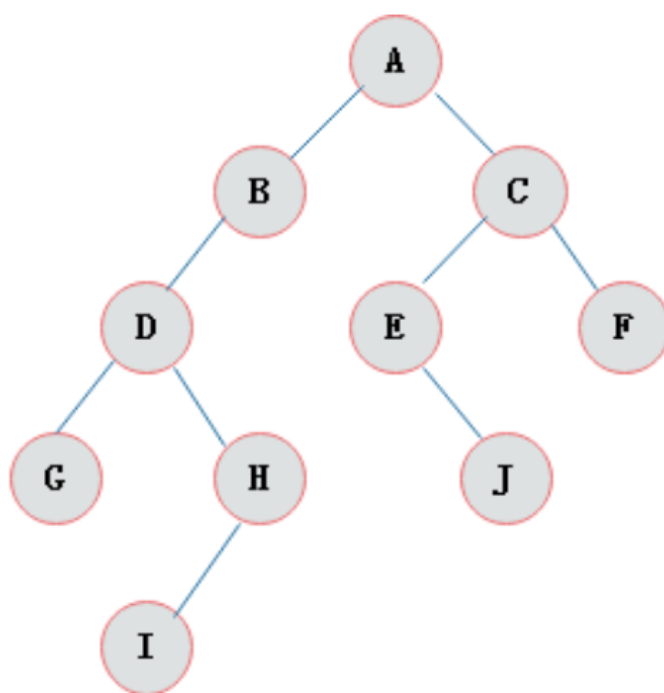
1. 每一个节点有零个或者多个子节点
2. 没有父节点的节点称之为根节点，一个树最多有一个根节点。
3. 每一个非根节点有且只有一个父节点



名词	含义
节点	指树中的一个元素
节点的度	节点拥有的子树的个数，二叉树的度不大于2
叶子节点	度为0的节点，也称之为终端结点
高度	叶子结点的高度为1，叶子结点的父节点高度为2，以此类推，根节点的高度最高
层	根节点在第一层，以此类推
父节点	若一个节点含有子节点，则这个节点称之为其子节点的父节点
子节点	子节点是父节点的下一层节点
兄弟节点	拥有共同父节点的节点互称为兄弟节点

二叉树

如果树中的每个节点的子节点的个数不超过2，那么该树就是一个二叉树。

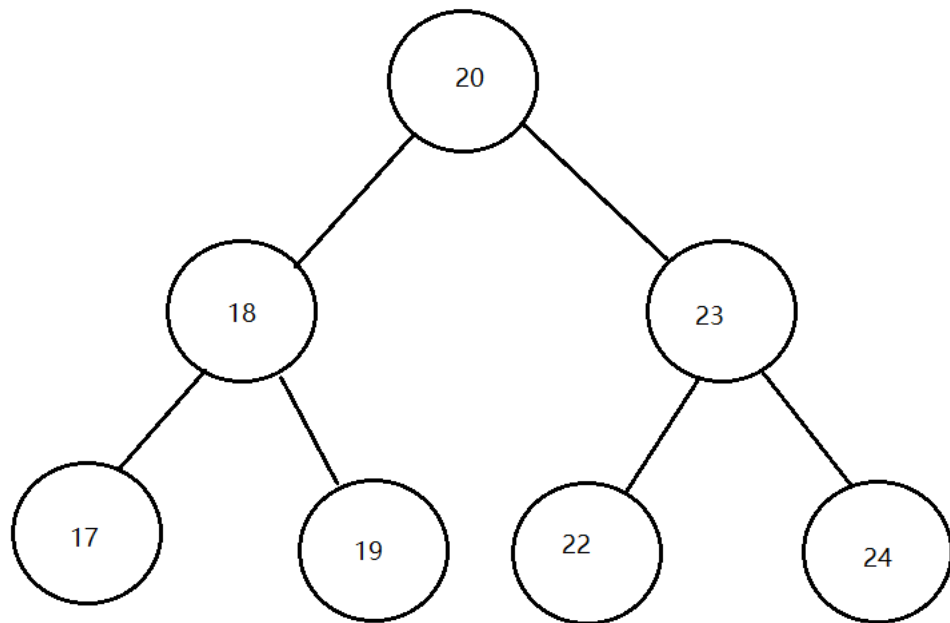


二叉查找树

二叉查找树的特点：

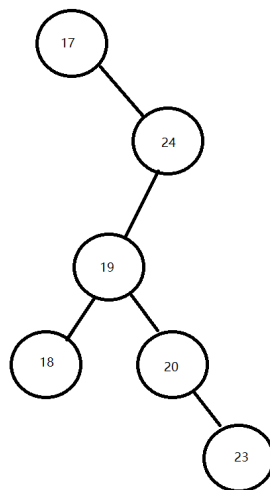
1. 左子树上所有的节点的值均小于等于他的根节点的值
2. 右子树上所有的节点值均大于或者等于他的根节点的值
3. 每一个子节点最多有两个子树

案例演示(20,18,23,22,17,24,19)数据的存储过程;



遍历获取元素的时候可以按照"左中右"的顺序进行遍历;

注意: 二叉查找树存在的问题: 会出现"瘸子"的现象, 影响查询效率



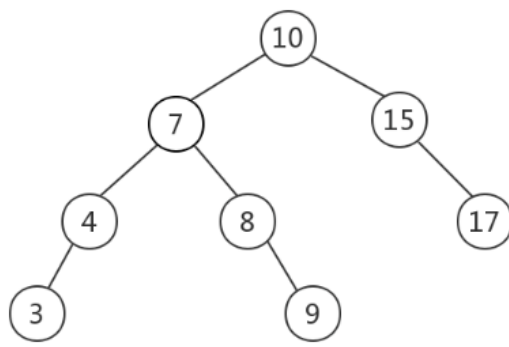
平衡二叉树

概述

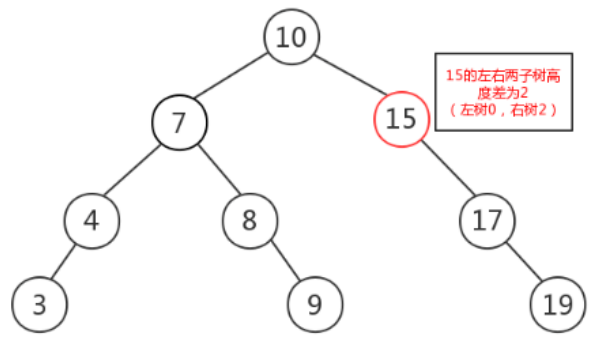
为了避免出现"瘸子"的现象, 减少树的高度, 提高我们的搜索效率, 又存在一种树的结构: "平衡二叉树"

规则: 它的左右两个子树的高度差的绝对值不超过1, 并且左右两个子树都是一棵平衡二叉树

如下图所示:



平衡二叉树



不是平衡二叉树

如下图所示，左图是一棵平衡二叉树，根节点10，左右两子树的高度差是1，而右图，虽然根节点左右两子树高度差是0，但是右子树15的左右子树高度差为2，不符合定义，

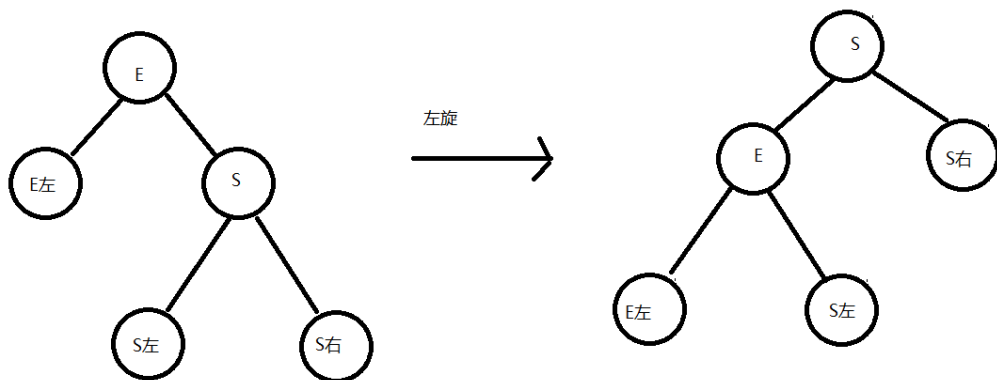
所以右图不是一棵平衡二叉树。

旋转

在构建一棵平衡二叉树的过程中，当有新的节点要插入时，检查是否因插入后而破坏了树的平衡，如果是，则需要做旋转去改变树的结构。

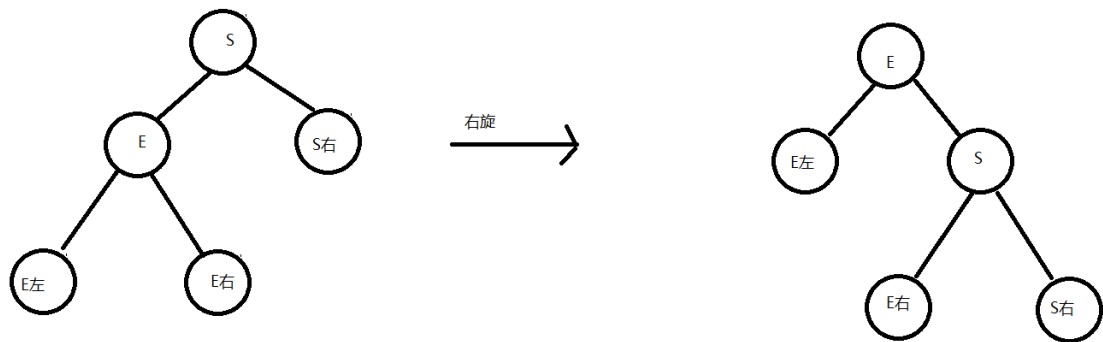
左旋：

左旋就是将节点的右支往左拉，右子节点变成父节点，并把晋升之后多余的左子节点出让给降级节点的右子节点；



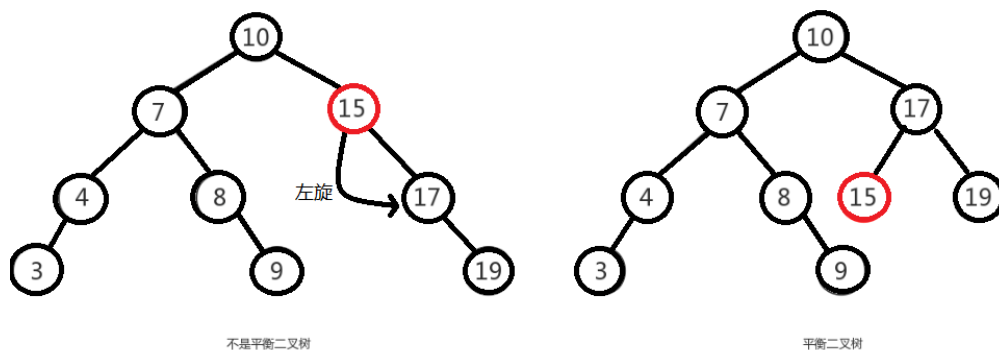
右旋：

将节点的左支往右拉，左子节点变成了父节点，并把晋升之后多余的右子节点出让给降级节点的左子节点



举个例子，像上图是否平衡二叉树的图里面，左图在没插入前"19"节点前，该树还是平衡二叉树，但是在插入"19"后，导致了"15"的左右子树失去了"平衡"，

所以此时可以将"15"节点进行左旋，让"15"自身把节点出让给"17"作为"17"的左树，使得"17"节点左右子树平衡，而"15"节点没有子树，左右也平衡了。如下图，

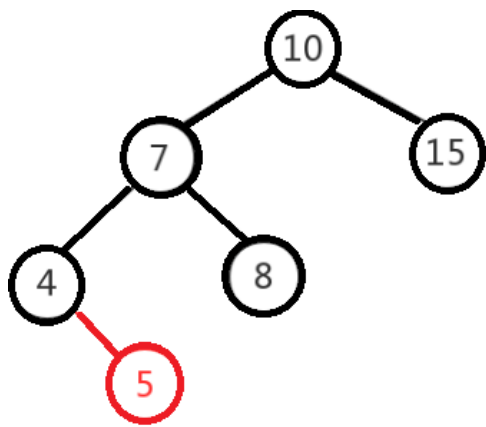


由于在构建平衡二叉树的时候，当有**新节点插入**时，都会判断插入后时候平衡，这说明了插入新节点前，都是平衡的，也即高度差绝对值不会超过1。当新节点插入后，

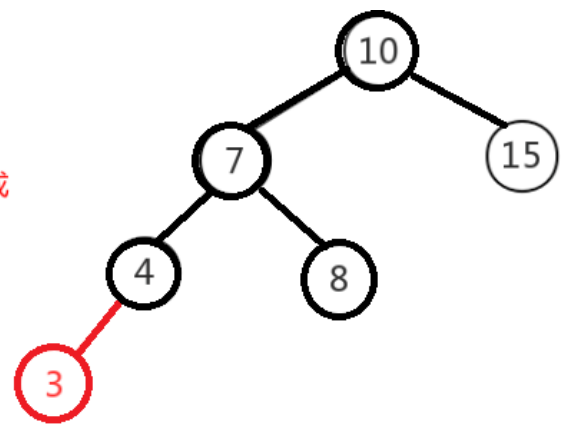
有可能会有导致树不平衡，这时候就需要进行调整，而可能出现的情况就有4种，分别称作**左左**，**左右**，**右左**，**右右**。

左左

左左即为在原来平衡的二叉树上，在节点的左子树的左子树下，有新节点插入，导致节点的左右子树的高度差为2，如下即为"10"节点的左子树"7"，的左子树"4"，插入了节点"5"或"3"导致失衡。

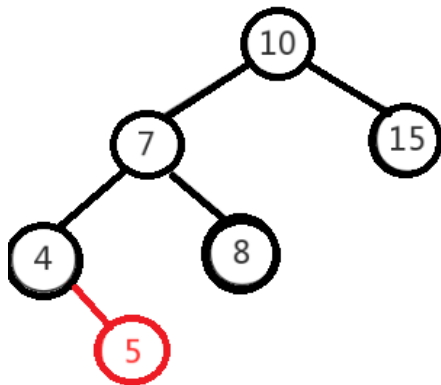


或

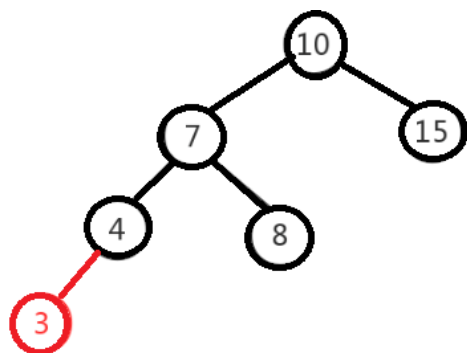
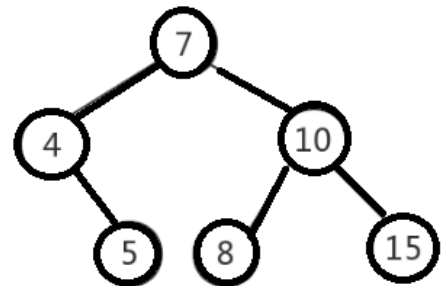


左左

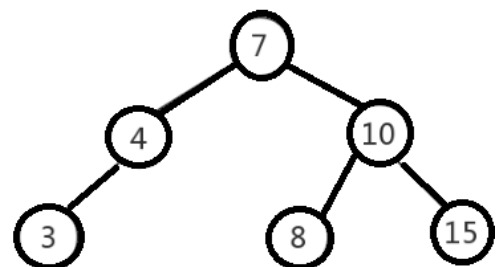
左左调整其实比较简单，只需要对节点进行右旋即可，如下图，对节点"10"进行右旋，



10节点右旋->



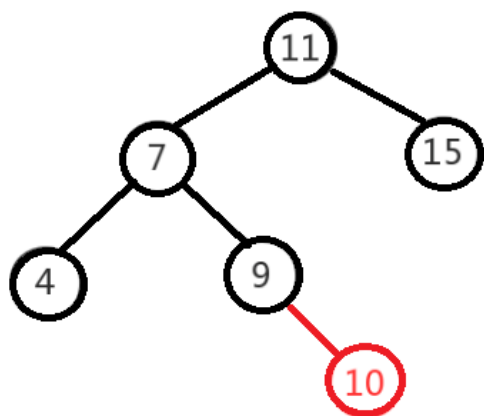
10节点右旋



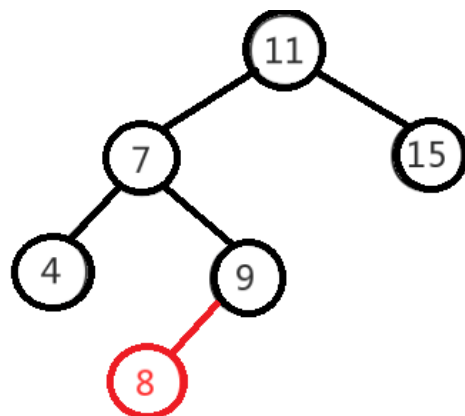
左右

左右即为在原来平衡的二叉树上，在节点的左子树的右子树下，有新节点插入，导致节点的左右子树的高度差为2，如上即为"11"节点的左子树"7"，的右子树"9"，

插入了节点"10"或"8"导致失衡。



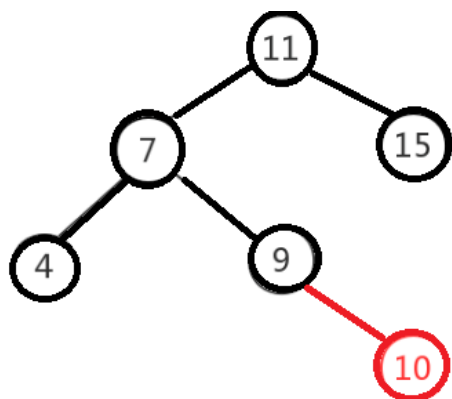
或



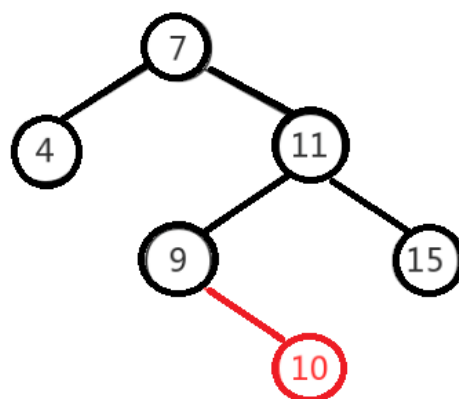
左右

左右的调整就不能像左左一样，进行一次旋转就完成调整。我们不妨先试着让左右像左左一样对"11"节点进行右旋，结果图如下，右图的二叉树依然不平衡，而右图就是接下来要

讲的右左，即左右跟右左互为镜像，左左跟右右也互为镜像。



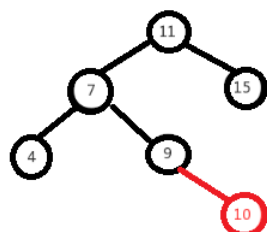
11节点右旋



依然失衡

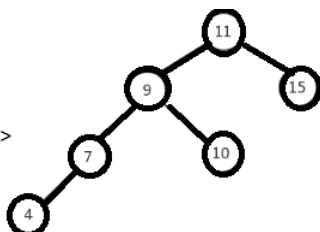
左右这种情况，进行一次旋转是不能满足我们的条件的，正确的调整方式是，将左右进行第一次旋转，将左右先调整成左左，然后再对左左进行调整，从而使得二叉树平衡。

即先对上图的节点"7"进行左旋，使得二叉树变成了左左，之后再对"11"节点进行右旋，此时二叉树就调整完成，如下图：



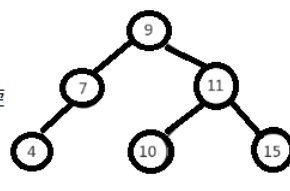
左右

7节点左旋->



左左

11节点右旋

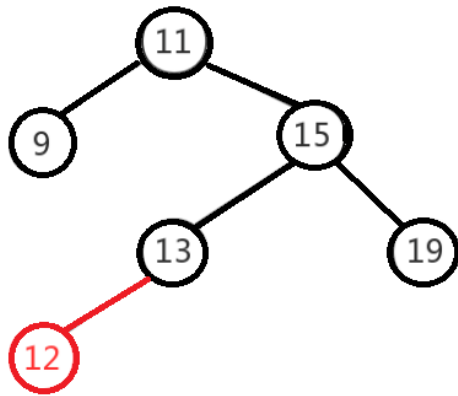


平衡二叉树

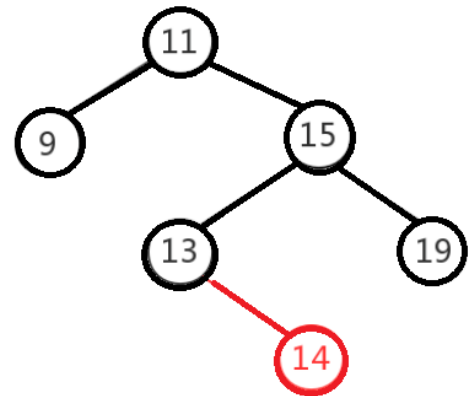
右左

右左即为在原来平衡的二叉树上，在节点的右子树的左子树下，有新节点插入，导致节点的左右子树的高度差为2，如上即为"11"节点的右子树"15"，的左子树"13"，

插入了节点"12"或"14"导致失衡。

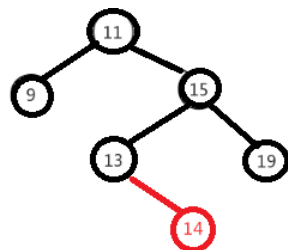


或

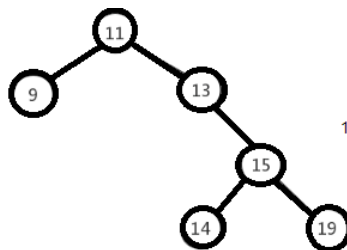


右左

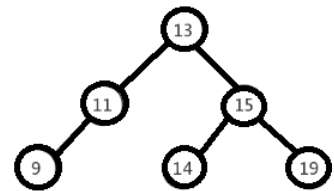
前面也说了，右左跟左右其实互为镜像，所以调整过程就反过来，先对节点"15"进行右旋，使得二叉树变成右右，之后再对"11"节点进行左旋，此时二叉树就调整完成，如下图：



15节点右旋->



11节点左旋



右左

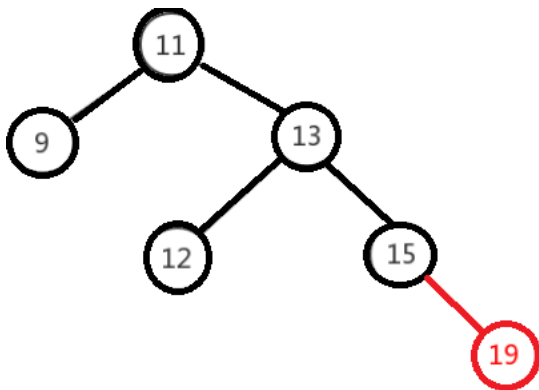
右右

平衡二叉树

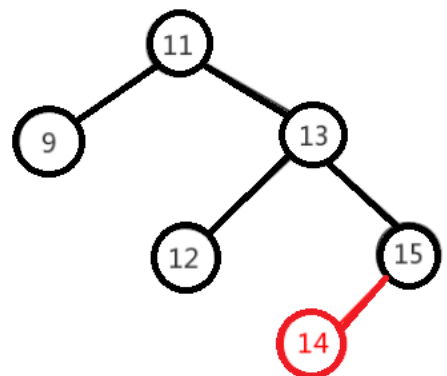
右右

右右即为在原来平衡的二叉树上，在节点的右子树的右子树下，有新节点插入，导致节点的左右子树的高度差为2，如下即为"11"节点的右子树"13"，的左子树"15"，插入了节点

"14"或"19"导致失衡。

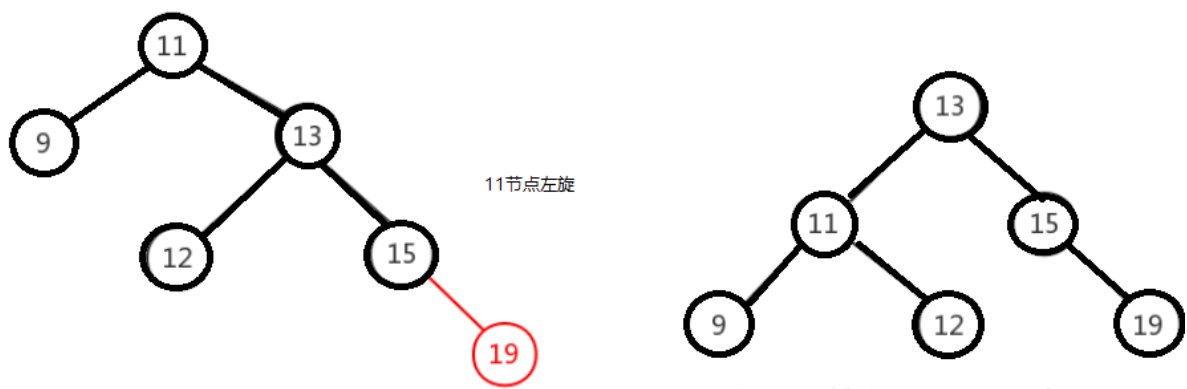


或



右右

右右只需对节点进行一次左旋即可调整平衡，如下图，对"11"节点进行左旋。



红黑树

概述

红黑树是一种自平衡的二叉查找树，是计算机科学中用到的一种数据结构，它是在1972年由Rudolf Bayer发明的，当时被称之为平衡二叉B树，后来，在1978年被

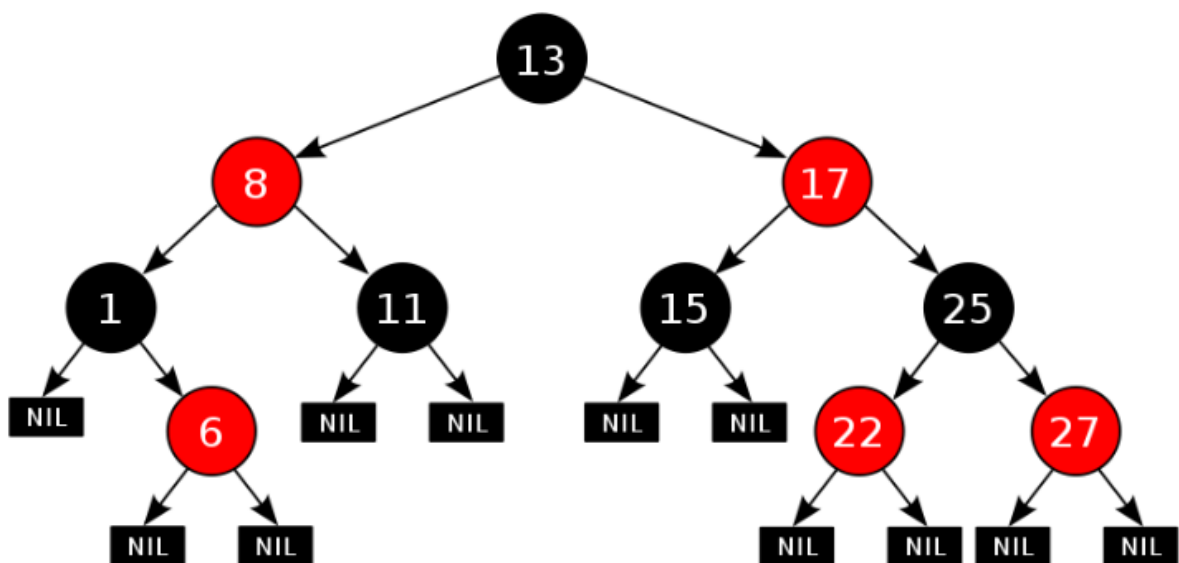
Leoj.Guibas和Robert Sedgewick修改为如今的"红黑树"。它是一种特殊的二叉查找树，红黑树的每一个节点上都有存储位表示节点的颜色，可以是红或者黑；

红黑树不是高度平衡的，它的平衡是通过"红黑树的特性"进行实现的；

红黑树的特性：

1. 每一个节点或是红色的，或者是黑色的。
2. 根节点必须是黑色
3. 每个叶节点(Nil)是黑色的；（如果一个节点没有子节点或者父节点，则该节点相应的指针属性值为Nil，这些Nil视为叶节点）
4. 如果某一个节点是红色，那么它的子节点必须是黑色(不能出现两个红色节点相连的情况)
5. 对每一个节点，从该节点到其所有后代叶节点的简单路径上，均包含相同数目的黑色节点；

如下图所示就是一个



在进行元素插入的时候，和之前一样；每一次插入完毕以后，使用黑色规则进行校验，如果不满足红黑规则，就需要通过变色，左旋和右旋来调整树，使其满足红黑规则；