泛型进阶【简单回顾1-7小节】

【本节目标】

1. 回顾1-7小节
2. **了解通配符**

1 什么是泛型

一般的类和方法，只能使用具体的类型: 要么是基本类型，要么是自定义的类。如果要编写可以应用于多种类型的代码，这种刻板的限制对代码的束缚就会很大。----- 来源《Java编程思想》对泛型的介绍。

泛型是在JDK1.5引入的新的语法，通俗讲，泛型：**就是适用于许多许多类型**。从代码上讲，就是对类型实现了参数化。

2 引出泛型

实现一个类，类中包含一个数组成员，使得数组中可以存放任何类型的数据，也可以根据成员方法返回数组中某个下标的值?

思路:

1. 我们以前学过的数组，只能存放指定类型的元素，例如：int[] array = new int[10]; String[] strs = new String[10];
2. 所有类的父类，默认为Object类。数组是否可以创建为Object?

代码示例:

```
class MyArray {
    public Object[] array = new Object[10];

    public Object getPos(int pos) {
        return this.array[pos];
    }
    public void setVal(int pos,Object val) {
        this.array[pos] = val;
    }
}

public class TestDemo {
    public static void main(String[] args) {
        MyArray myArray = new MyArray();
        myArray.setVal(0,10);
        myArray.setVal(1,"hello");//字符串也可以存放
        String ret = myArray.getPos(1);//编译报错
        System.out.println(ret);
    }
}
```

问题：以上代码实现后 发现

1. 任何类型数据都可以存放
2. 1号下标本身就是字符串，但是确编译报错。必须进行强制类型转换

虽然在这种情况下，当前数组任何数据都可以存放，但是，更多情况下，我们还是希望他只能够持有一种数据类型。而不是同时持有这么多类型。**所以，泛型的主要目的：就是指定当前的容器，要持有什么类型的对象。让编译器去做检查。**此时，就需要把类型，作为参数传递。需要什么类型，就传入什么类型。

2.1 语法

```
class 泛型类名称<类型形参列表> {
  // 这里可以使用类型参数
}

class ClassName<T1, T2, ..., Tn> {
}
```

```
class 泛型类名称<类型形参列表> extends 继承类/* 这里可以使用类型参数 */ {
  // 这里可以使用类型参数
}

class ClassName<T1, T2, ..., Tn> extends ParentClass<T1> {
  // 可以只使用部分类型参数
}
```

上述代码进行改写如下：

```
class MyArray<T> {
  public T[] array = (T[])new Object[10];//1

  public T getPos(int pos) {
    return this.array[pos];
  }
  public void setVal(int pos,T val) {
    this.array[pos] = val;
  }
}
public class TestDemo {
  public static void main(String[] args) {
    MyArray<Integer> myArray = new MyArray<>();//2
    myArray.setVal(0,10);
    myArray.setVal(1,12);
    int ret = myArray.getPos(1);//3
    System.out.println(ret);
    myArray.setVal(2,"bit");//4
  }
}
```

代码解释：

1. 类名后的`<T>`代表占位符，表示当前类是一个泛型类

了解： 【规范】类型形参一般使用一个大写字母表示，常用的名称有：

> - E 表示 Element
> - K 表示 Key
> - V 表示 Value
> - N 表示 Number
> - T 表示 Type
> - S, U, V 等等 - 第二、第三、第四个类型

2. 注释1处，不能new泛型类型的数组

> 意味着：
>
> ```
> T[] ts = new T[5];//是不对的
> ```
>
> **课件当中的代码：T[] array = (T[])new Object[10];是否就足够好，答案是未必的。这块问题一会儿介绍。**

3. 注释2处，类型后加入`<Integer>`指定当前类型
4. 注释3处，不需要进行强制类型转换
5. 注释4处，代码编译报错，此时因为在注释2处指定类当前的类型，此时在注释4处，编译器会在存放元素的时候帮助我们进行类型检查。

3 泛型类的使用

3.1 语法

```
泛型类<类型实参> 变量名; // 定义一个泛型类引用
new 泛型类<类型实参>(构造方法实参); // 实例化一个泛型类对象
```

3.2 示例

```
MyArray<Integer> list = new MyArray<Integer>();
```

注意：泛型只能接受类，所有的基本数据类型必须使用包装类！

3.3 类型推导(Type Inference)

当编译器可以根据上下文推导出类型实参时，可以省略类型实参的填写

```
MyArray<Integer> list = new MyArray<>(); // 可以推导出实例化需要的类型实参为 Integer
```

4. 裸类型(Raw Type) （了解）

4.1 说明

裸类型是一个泛型类但没有带着类型实参，例如 MyArrayList 就是一个裸类型

```
MyArray list = new MyArray();
```

注意： 我们不要自己去使用裸类型，裸类型是为了兼容老版本的 API 保留的机制

下面的类型擦除部分，我们也会讲到编译器是如何使用裸类型的。

小结：

1. 泛型是将数据类型参数化，进行传递
2. 使用`<T>`表示当前类是一个泛型类。
3. 泛型目前为止的优点：数据类型参数化，编译时自动进行类型检查和转换

5 泛型如何编译的

5.1 擦除机制

那么，泛型到底是怎么编译的？这个问题，也是曾经的一个面试问题。泛型本质是一个非常难的语法，要理解好他还是需要一定的时间打磨。

通过命令：javap -c 查看字节码文件，所有的T都是Object。

```
PS C:\work\Javaproject\iMusicServer\target\test-classes> javap -c MyArray
Compiled from "TestDemo.java"
class MyArray<T> {
  public T[] array;

  MyArray();
    Code:
       0: aload_0
       1: invokespecial #1                  // Method java/lang/Object."<init>":()V
       4: aload_0
       5: bipush        10
       7: anewarray     #2                  // class java/lang/Object
      10: checkcast     #3                  // class "[Ljava/lang/Object;"
      13: putfield      #4                  // Field array:[Ljava/lang/Object;
      16: return

  public T getPos(int);
    Code:
       0: aload_0
       1: getfield      #4                  // Field array:[Ljava/lang/Object;
       4: iload_1
       5: aaload
       6: areturn

  public void setVal(int, T);
    Code:
       0: aload_0
       1: getfield      #4                  // Field array:[Ljava/lang/Object;
       4: iload_1
       5: aload_2
       6: aastore
       7: return
}
```

在编译的过程当中，将所有的T替换为Object这种机制，我们称为：**擦除机制。**

Java的泛型机制是在编译级别实现的。编译器生成的字节码在运行期间并不包含泛型的类型信息。

有关泛型擦除机制的文章截介绍：https://zhuanlan.zhihu.com/p/51452375

提出问题：

1、那为什么，T[] ts = new T[5]; 是不对的，编译的时候，替换为Object，不是相当于：Object[] ts = new Object[5]吗?

2、类型擦除，一定是把T变成Object吗?

5.2 为什么不能实例化泛型类型数组

代码1：

```
class MyArray<T> {
    public T[] array = (T[])new Object[10];

    public T getPos(int pos) {
        return this.array[pos];
    }
    public void setVal(int pos,T val) {
        this.array[pos] = val;
    }
    public T[] getArray() {
        return array;
    }
}

 public static void main(String[] args) {
     MyArray<Integer> myArray1 = new MyArray<>();

     Integer[] strings = myArray1.getArray();

 }

/*
Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException: [Ljava.lang.Object; cannot be cast to [Ljava.lang.Integer;
    at TestDemo.main(TestDemo.java:31)
*/
```

原因：替换后的方法为：将Object[]分配给Integer[]引用，程序报错。

```
public Object[] getArray() {
    return array;
}
```

通俗讲就是：返回的Object数组里面，可能存放的是任何的数据类型，可能是String，可能是Person，运行的时候，直接转给Integer类型的数组，编译器认为是不安全的。

正确的方式：**【了解即可】**

```
class MyArray<T> {
    public T[] array;

    public MyArray() {

    }
```

```
    /**
     * 通过反射创建，指定类型的数组
     * @param clazz
     * @param capacity
     */
    public MyArray(Class<T> clazz, int capacity) {
        array = (T[])Array.newInstance(clazz, capacity);
    }

    public T getPos(int pos) {
        return this.array[pos];
    }
    public void setVal(int pos,T val) {
        this.array[pos] = val;
    }
    public T[] getArray() {
        return array;
    }
}

public static void main(String[] args) {
    MyArray<Integer> myArray1 = new MyArray<>(Integer.class,10);

    Integer[] integers = myArray1.getArray();

}
```

6 泛型的上界

在定义泛型类时，有时需要对传入的类型变量做一定的约束，可以通过类型边界来约束。

6.1 语法

```
class 泛型类名称<类型形参 extends 类型边界> {
    ...
}
```

6.2 示例

```
public class MyArray<E extends Number> {
    ...
}
```

只接受 Number 的子类型作为 E 的类型实参

```
MyArray<Integer> l1;      // 正常，因为 Integer 是 Number 的子类型
MyArray<String> l2;    // 编译错误，因为 String 不是 Number 的子类型
```

```
error: type argument String is not within bounds of type-variable E
    MyArrayList<String> l2;
                ^
where E is a type-variable:
    E extends Number declared in class MyArrayList
```

了解： 没有指定类型边界 E，可以视为 E extends Object

6.3 复杂示例

```
public class MyArray<E extends Comparable<E>> {
   ...
}
```

E必须是实现了Comparable接口的

7 泛型方法

7.1 定义语法

```
方法限定符 <类型形参列表> 返回值类型 方法名称(形参列表) { ... }
```

7.2 示例

```
public class Util {
   //静态的泛型方法 需要在static后用<>声明泛型类型参数
   public static <E> void swap(E[] array, int i, int j) {
      E t = array[i];
      array[i] = array[j];
      array[j] = t;
   }
}
```

7.3 使用示例-可以类型推导

```
Integer[] a = { ... };
swap(a, 0, 9);

String[] b = { ... };
swap(b, 0, 9);
```

7.4 使用示例-不使用类型推导

```
Integer[] a = { ... };
Util.<Integer>swap(a, 0, 9);

String[] b = { ... };
Util.<String>swap(b, 0, 9);
```

8 通配符

`?` 用于在泛型的使用，即为通配符

8.1 通配符解决什么问题

示例：

```
package www.bit.java.test;

class Message<T> {
    private T message ;

    public T getMessage() {
        return message;
    }

    public void setMessage(T message) {
        this.message = message;
    }

}

public class TestDemo {
    public static void main(String[] args) {
        Message<String> message = new Message<>() ;
        message.setMessage("比特就业课欢迎您");
        fun(message);
    }
    public static void fun(Message<String> temp){
        System.out.println(temp.getMessage());
    }
}
```

以上程序会带来新的问题，如果现在泛型的类型设置的不是String，而是Integer.

```
public class TestDemo {
    public static void main(String[] args) {
        Message<Integer> message = new Message() ;
        message.setMessage(99);
        fun(message); // 出现错误，只能接收String
    }
    public static void fun(Message<String> temp){
        System.out.println(temp.getMessage());
    }
}
```

我们需要的解决方案：可以接收所有的泛型类型，但是又不能够让用户随意修改。这种情况就需要使用通配符"?"来处理

范例：使用通配符

```
public class TestDemo {
    public static void main(String[] args) {
        Message<Integer> message = new Message() ;
        message.setMessage(55);
        fun(message);
    }
    // 此时使用通配符"?"描述的是它可以接收任意类型，但是由于不确定类型，所以无法修改
    public static void fun(Message<?> temp){
        //temp.setMessage(100); 无法修改!
        System.out.println(temp.getMessage());
    }
}
```

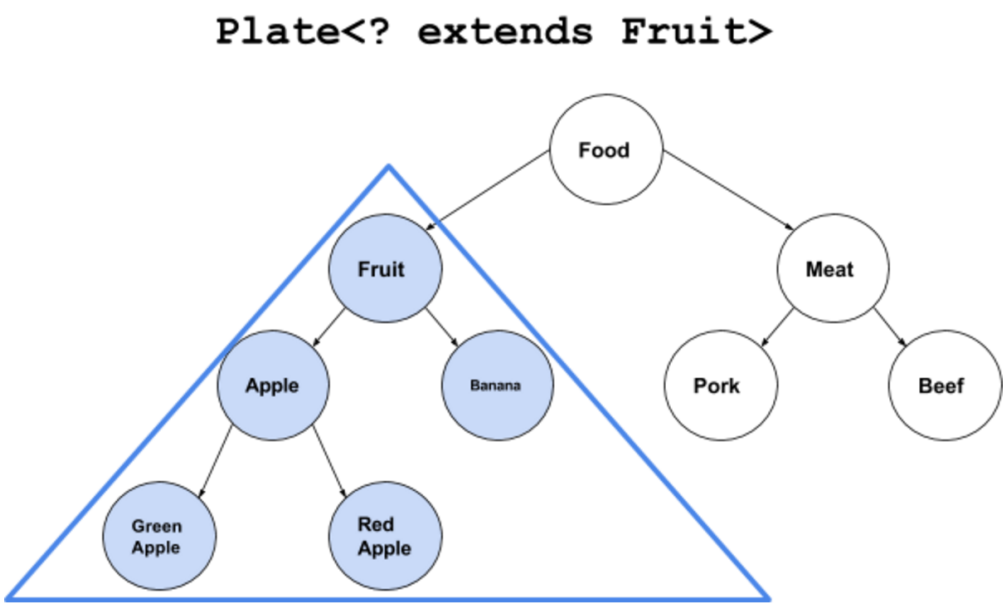
在"?"的基础上又产生了两个子通配符：

> ? extends 类：设置通配符上限
>
> ? super 类：设置通配符下限

8.2 通配符上界

语法：

```
<? extends 上界>
<? extends Number>//可以传入的实参类型是Number或者Number的子类
```



示例 1

```
class Food {

}
class Fruit extends Food {

}
class Apple extends Fruit {

}
class Banana extends Fruit {

}
class Message<T> { // 设置泛型
   private T message ;

   public T getMessage() {
      return message;
   }

   public void setMessage(T message) {
      this.message = message;
   }

}

public class TestDemo {
   public static void main(String[] args) {
      Message<Apple> message = new Message<>() ;
      message.setMessage(new Apple());
      fun(message);

      Message<Banana> message2 = new Message<>() ;
      message2.setMessage(new Banana());
```

```
        fun(message2);

    }
    // 此时使用通配符"?"描述的是它可以接收任意类型，但是由于不确定类型，所以无法修改
    public static void fun(Message<? extends Fruit> temp){
        //temp.setMessage(new Banana()); //仍然无法修改!
        //temp.setMessage(new Apple()); //仍然无法修改!
        System.out.println(temp.getMessage());
    }
}
```

此时无法在fun函数中对temp进行添加元素，因为temp接收的是Fruit和他的子类，此时存储的元素应该是哪个子类无法确定。所以添加会报错！但是可以获取元素。

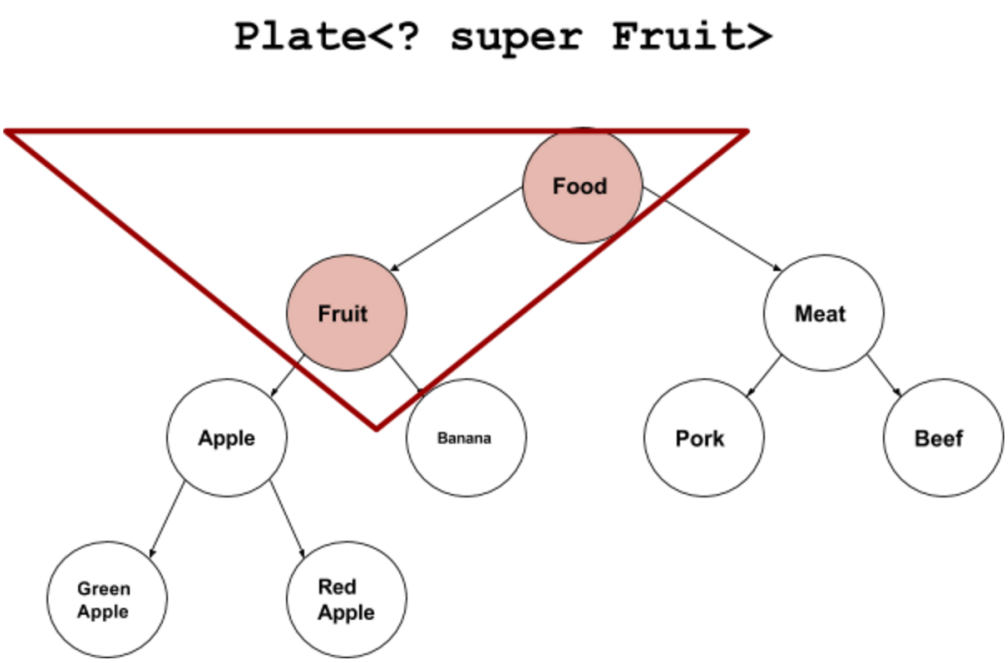
```
public static void fun(Message<? extends Fruit> temp){
    //temp.setMessage(new Banana()); //仍然无法修改!
    //temp.setMessage(new Apple()); //仍然无法修改!
    Fruit b = temp.getMessage();
    System.out.println(b);
}
```

通配符的上界，不能进行写入数据，**只能进行读取数据。**

8.3 通配符下界

语法：

```
<? super 下界>
<? super Integer>//代表 可以传入的实参的类型是Integer或者Integer的父类类型
```



示例

```
class Food {

}
class Fruit extends Food {

}
class Apple extends Fruit {

}
class Plate<T> {
    private T plate ;

    public T getPlate() {
        return plate;
    }

    public void setPlate(T plate) {
        this.plate = plate;
    }
}
public class TestDemo {
    public static void main(String[] args) {
        Plate<Fruit> plate1 = new Plate<>();
        plate1.setPlate(new Fruit());
        fun(plate1);

        Plate<Food> plate2 = new Plate<>();
        plate2.setPlate(new Food());
        fun(plate2);
    }
    public static void fun(Plate<? super Fruit> temp){
        // 此时可以修改！！ 添加的是Fruit 或者Fruit的子类
        temp.setPlate(new Apple());//这个是Fruit的子类
        temp.setPlate(new Fruit());//这个是Fruit的本身
        //Fruit fruit = temp.getPlate(); 不能接收，这里无法确定是哪个父类
        System.out.println(temp.getPlate());//只能直接输出
    }
}
```

通配符的下界，不能进行读取数据，只能写入数据。