

day12【函数式接口、方法引用】

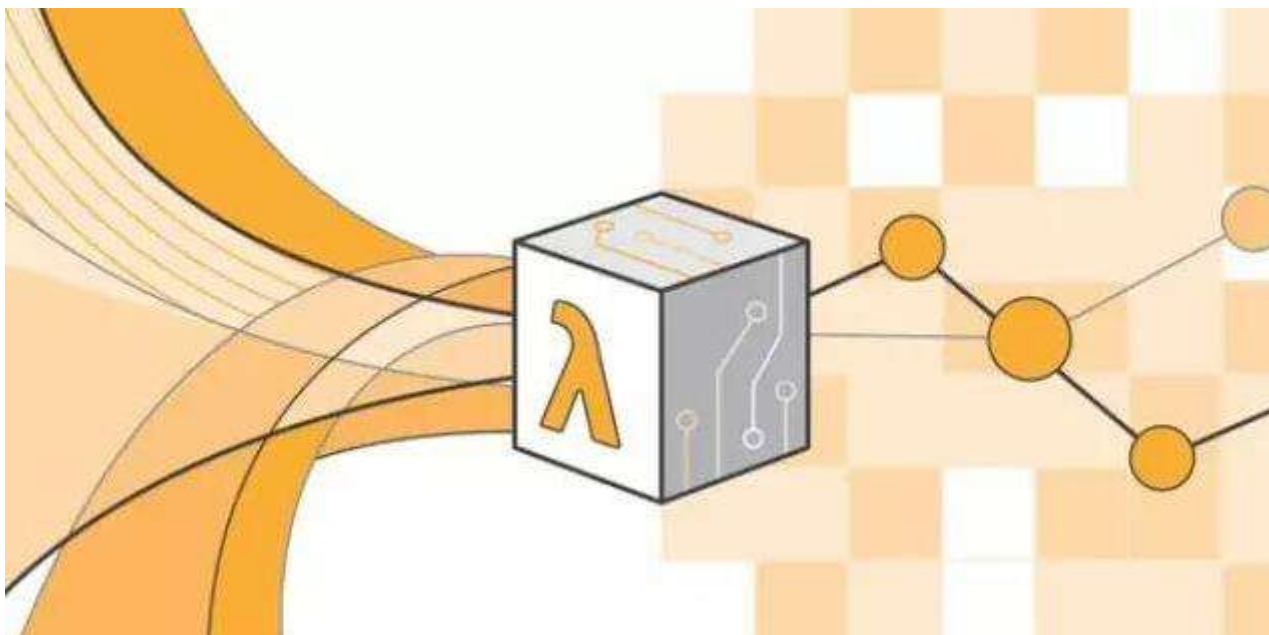
主要内容

- 常用函数式接口
- 方法引用

教学目标

- ☐ 能够使用@FunctionalInterface注解
- ☐ 能够自定义无参无返回函数式接口
- ☐ 能够自定义有参有返回函数式接口
- ☐ 能够理解Lambda延迟执行的特点
- ☐ 能够使用Lambda作为方法的参数
- ☐ 能够使用Lambda作为方法的返回值
- ☐ 能够使用输出语句的方法引用
- ☐ 能够通过4种方式使用方法引用
- ☐ 能够使用类和数组的构造器引用
- ☐ 能够使用Supplier函数式接口
- ☐ 能够使用Consumer函数式接口

第一章 函数式接口



1.1 概念

函数式接口在Java中是指：**有且仅有一个抽象方法的接口**。

函数式接口，即适用于函数式编程场景的接口。而Java中的函数式编程体现就是Lambda，所以函数式接口就是可以适用于Lambda使用的接口。只有确保接口中有且仅有一个抽象方法，Java中的Lambda才能顺利地进行推导。

备注：“语法糖”是指使用更加方便，但是原理不变的代码语法。例如在遍历集合时使用的for-each语法，其实底层的实现原理仍然是迭代器，这便是“语法糖”。从应用层面来讲，Java中的Lambda可以被当做是匿名内部类的“语法糖”，但是二者在原理上是不同的。

1.2 格式

只要确保接口中有且仅有一个抽象方法即可：

```
修饰符 interface 接口名称 {  
    public abstract 返回值类型 方法名称(可选参数信息);  
    // 其他非抽象方法内容  
}
```

由于接口当中抽象方法的 `public abstract` 是可以省略的，所以定义一个函数式接口很简单：

```
public interface MyFunctionalInterface {  
    void myMethod();  
}
```

1.3 @FunctionalInterface注解



与 `@Override` 注解的作用类似，Java 8中专门为函数式接口引入了一个新的注解：`@FunctionalInterface`。该注解可用于一个接口的定义上：

```
@FunctionalInterface  
public interface MyFunctionalInterface {  
    void myMethod();  
}
```

一旦使用该注解来定义接口，编译器将会强制检查该接口是否确实有且仅有一个抽象方法，否则将会报错。需要注意的是，即使不使用该注解，只要满足函数式接口的定义，这仍然是一个函数式接口，使用起来都一样。

1.4 自定义函数式接口

对于刚刚定义好的 `MyFunctionalInterface` 函数式接口，典型使用场景就是作为方法的参数：

```
public class Demo09FunctionalInterface {  
    // 使用自定义的函数式接口作为方法参数  
    private static void doSomething(MyFunctionalInterface inter) {  
        inter.myMethod(); // 调用自定义的函数式接口方法  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        // 调用使用函数式接口的方法  
        doSomething(() -> System.out.println("Lambda执行啦! "));  
    }  
}
```

1.5 练习：自定义函数式接口（无参无返回）

题目

请定义一个函数式接口 `Eatable`，内含抽象 `eat` 方法，没有参数或返回值。使用该接口作为方法的参数，并进而通过Lambda来使用它。

解答

函数式接口的定义：

```
@FunctionalInterface  
public interface Eatable {  
    void eat();  
}
```

应用场景代码：

```
public class DemoLambdaEatable {  
    private static void keepAlive(Eatable human) {  
        human.eat();  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        keepAlive(() -> System.out.println("吃饭饭! "));  
    }  
}
```

1.6 练习：自定义函数式接口（有参有返回）

题目

请定义一个函数式接口 `Sumable`，内含抽象 `sum` 方法，可以将两个 `int` 数字相加返回 `int` 结果。使用该接口作为方法的参数，并进而通过 `Lambda` 来使用它。

解答

函数式接口的定义：

```
@FunctionalInterface
public interface Sumable {
    int sum(int a, int b);
}
```

应用场景代码：

```
public class DemolambdaSumable {
    private static void showSum(int x, int y, Sumable sumCalculator) {
        System.out.println(sumCalculator.sum(x, y));
    }

    public static void main(String[] args) {
        showSum(10, 20, (m, n) -> m + n);
    }
}
```

第二章 函数式编程



在兼顾面向对象特性的基础上，Java语言通过 `Lambda` 表达式与方法引用等，为开发者打开了函数式编程的大门。下面我们做一个初探。

2.1 `Lambda` 的延迟执行



有些场景的代码执行后，结果不一定会被使用，从而造成性能浪费。而Lambda表达式是延迟执行的，这正好可以作为解决方案，提升性能。

性能浪费的日志案例

一种典型的场景就是对参数进行有条件使用，例如对日志消息进行拼接后，在满足条件的情况下进行打印输出：

```
public class Demo01Logger {
    private static void log(int level, String msg) {
        if (level == 1) {
            System.out.println(msg);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        String msgA = "Hello";
        String msgB = "World";
        String msgC = "Java";

        log(1, msgA + msgB + msgC);
    }
}
```

这段代码存在问题：无论级别是否满足要求，作为 `log` 方法的第二个参数，三个字符串一定会首先被拼接并传入方法内，然后才会进行级别判断。如果级别不符合要求，那么字符串的拼接操作就白做了，存在性能浪费。

备注：SLF4J是应用非常广泛的日志框架，它在记录日志时为了解决这种性能浪费的问题，并不推荐首先进行字符串的拼接，而是将字符串的若干部分作为可变参数传入方法中，仅在日志级别满足要求的情况下才会进行字符串拼接。例如：`LOGGER.debug("变量{}的取值为{}。", "os", "macOS")`，其中的大括号 `{}` 为占位符。如果满足日志级别要求，则会将“os”和“macOS”两个字符串依次拼接到大括号的位置；否则不会进行字符串拼接。这也是一种可行解决方案，但Lambda可以做到更好。

体验Lambda的更优写法

使用Lambda必然需要一个函数式接口：

```
@FunctionalInterface
public interface MessageBuilder {
    String buildMessage();
}
```

然后对 `log` 方法进行改造：

```
public class Demo02LoggerLambda {
    private static void log(int level, MessageBuilder builder) {
        if (level == 1) {
            System.out.println(builder.buildMessage());
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        String msgA = "Hello";
        String msgB = "World";
        String msgC = "Java";

        log(1, () -> msgA + msgB + msgC );
    }
}
```

这样一来，只有当级别满足要求的时候，才会进行三个字符串的拼接；否则三个字符串将不会进行拼接。

证明Lambda的延迟

下面的代码可以通过结果进行验证：

```
public class Demo03LoggerDelay {
    private static void log(int level, MessageBuilder builder) {
        if (level == 1) {
            System.out.println(builder.buildMessage());
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        String msgA = "Hello";
        String msgB = "World";
        String msgC = "Java";

        log(2, () -> {
            System.out.println("Lambda执行! ");
            return msgA + msgB + msgC;
        });
    }
}
```

从结果中可以看出，在不符合级别要求的情况下，Lambda将不会执行。从而达到节省性能的效果。

扩展：实际上使用内部类也可以达到同样的效果，只是将代码操作延迟到了另外一个对象当中通过调用方法来完成。而是否调用其所在方法是在条件判断之后才执行的。

2.2 使用Lambda作为参数和返回值

如果抛开实现原理不说，Java中的Lambda表达式可以被当作是匿名内部类的替代品。如果方法的参数是一个函数式接口类型，那么就可以使用Lambda表达式进行替代。使用Lambda表达式作为方法参数，其实就是使用函数式接口作为方法参数。

例如 `java.lang.Runnable` 接口就是一个函数式接口，假设有一个 `startThread` 方法使用该接口作为参数，那么就可以使用Lambda进行传参。这种情况其实和 `Thread` 类的构造方法参数为 `Runnable` 没有本质区别。

```
public class Demo04Runnable {
    private static void startThread(Runnable task) {
        new Thread(task).start();
    }

    public static void main(String[] args) {
        startThread(() -> System.out.println("线程任务执行!"));
    }
}
```

类似地，如果一个方法的返回值类型是一个函数式接口，那么就可以直接返回一个Lambda表达式。当需要通过一个方法来获取一个 `java.util.Comparator` 接口类型的对象作为排序器时：

```
import java.util.Arrays;
import java.util.Comparator;

public class Demo06Comparator {
    private static Comparator<String> newComparator() {
        return (a, b) -> b.length() - a.length();
    }

    public static void main(String[] args) {
        String[] array = { "abc", "ab", "abcd" };
        System.out.println(Arrays.toString(array));
        Arrays.sort(array, newComparator());
        System.out.println(Arrays.toString(array));
    }
}
```

其中直接return一个Lambda表达式即可。

2.3 练习：自定义Lambda参数和返回值

题目

请自定义一个函数式接口 `MySupplier`，含有无参数的抽象方法 `get` 得到 `Object` 类型的返回值。并使用该函数式接口分别作为方法的参数和返回值。

解答

函数式接口 `MySupplier` 如：

```
@FunctionalInterface
public interface MySupplier {
    Object get();
}
```

使用该接口作为方法的参数，并且在传递参数时将实际参数写成Lambda：

```
public class Demo05MySupplier {
    private static void printParam(MySupplier supplier) {
        System.out.println(supplier.get());
    }

    public static void main(String[] args) {
        printParam(() -> "Hello");
    }
}
```

使用该接口作为方法的参数，也很简单：

```
public class Demo07MySupplier {
    private static MySupplier getData() {
        return () -> "Hello";
    }

    private static void printData(MySupplier supplier) {
        System.out.println(supplier.get());
    }

    public static void main(String[] args) {
        printData(getData());
    }
}
```

其中main方法不再自己指定Lambda表达式，而是通过调用一个getData方法来获取Lambda的内容。

第三章 方法引用



在使用Lambda表达式的时候，我们实际上传递进去的代码就是一种解决方案：拿什么参数做什么操作。那么考虑一种情况：如果我们在Lambda中所指定的操作方案，已经有地方存在相同方案，那是否还有必要再写重复逻辑？

3.1 冗余的Lambda场景

来看一个简单的函数式接口以应用Lambda表达式：

```
@FunctionalInterface
public interface Printable {
    void print(String str);
}
```

在 `Printable` 接口当中唯一的抽象方法 `print` 接收一个字符串参数，目的就是为了打印显示它。那么通过Lambda来使用它的代码很简单：

```
public class Demo01PrintSimple {
    private static void printString(Printable data) {
        data.print("Hello, World!");
    }

    public static void main(String[] args) {
        printString(s -> System.out.println(s));
    }
}
```

其中 `printString` 方法只管调用 `Printable` 接口的 `print` 方法，而不管 `print` 方法的具体实现逻辑会将字符串打印到什么地方去。而 `main` 方法通过Lambda表达式指定了函数式接口 `Printable` 的具体操作方案为：**拿到 `String`（类型可推导，所以可省略）数据后，在控制台中输出它。**

3.2 问题分析

这段代码的问题在于，对字符串进行控制台打印输出的操作方案，明明已经有了现成的实现，那就是 `System.out` 对象中的 `println(String)` 方法。既然Lambda希望做的事情就是调用 `println(String)` 方法，那何必自己手动调用呢？

3.3 用方法引用改进代码

能否省去Lambda的语法格式（尽管它已经相当简洁）呢？只要“引用”过去就好了：

```
public class Demo02PrintRef {  
    private static void printString(Printable data) {  
        data.print("Hello, World!");  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        printString(System.out::println);  
    }  
}
```

请注意其中的双冒号 `::` 写法，这被称为“**方法引用**”，而双冒号是一种新的语法。

3.4 方法引用符

双冒号 `::` 为引用运算符，而它所在的表达式被称为**方法引用**。如果Lambda要表达的函数方案已经存在于某个方法的实现中，那么则可以通过双冒号来引用该方法作为Lambda的替代者。

语义分析

例如上例中，`System.out` 对象中有一个重载的 `println(String)` 方法恰好就是我们所需要的。那么对于 `printString` 方法的函数式接口参数，对比下面两种写法，完全等效：

- Lambda表达式写法：`s -> System.out.println(s);`
- 方法引用写法：`System.out::println`

第一种语义是指：拿到参数之后经Lambda之手，继而传递给 `System.out.println` 方法去处理。

第二种等效写法的语义是指：直接让 `System.out` 中的 `println` 方法来取代Lambda。两种写法的执行效果完全一样，而第二种方法引用的写法复用了已有方案，更加简洁。

推导与省略

如果使用Lambda，那么根据“**可推导就是可省略**”的原则，无需指定参数类型，也无需指定的重载形式——它们都将被自动推导。而如果使用方法引用，也是同样可以根据上下文进行推导。

函数式接口是Lambda的基础，而方法引用是Lambda的孪生兄弟。

下面这段代码将会调用 `println` 方法的不同重载形式，将函数式接口改为int类型的参数：

```
@FunctionalInterface  
public interface PrintableInteger {  
    void print(int str);  
}
```

由于上下文变了之后可以自动推导出唯一对应的匹配重载，所以方法引用没有任何变化：

```
public class Demo03PrintOverload {  
    private static void printInteger(PrintableInteger data) {  
        data.print(1024);  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        printInteger(System.out::println);  
    }  
}
```

这次方法引用将会自动匹配到 `println(int)` 的重载形式。

3.5 通过对象名引用成员方法

这是最常见的一种用法，与上例相同。如果一个类中已经存在了一个成员方法：

```
public class MethodRefObject {  
    public void printUpperCase(String str) {  
        System.out.println(str.toUpperCase());  
    }  
}
```

函数式接口仍然定义为：

```
@FunctionalInterface  
public interface Printable {  
    void print(String str);  
}
```

那么当需要使用这个 `printUpperCase` 成员方法来替代 `Printable` 接口的Lambda的时候，已经具有了 `MethodRefObject` 类的对象实例，则可以通过对象名引用成员方法，代码为：

```
public class Demo04MethodRef {  
    private static void printString(Printable lambda) {  
        lambda.print("Hello");  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        MethodRefObject obj = new MethodRefObject();  
        printString(obj::printUpperCase);  
    }  
}
```

3.6 练习：对象名引用成员方法

题目

假设有一个助理类 `Assistant`，其中含有成员方法 `dealFile` 如下：

```
public class Assistant {
    public void dealFile(String file) {
        System.out.println("帮忙处理文件: " + file);
    }
}
```

请自定义一个函数式接口 `WorkHelper`，其中的抽象方法 `help` 的预期行为与 `dealFile` 方法一致，并定义一个方法使用该函数式接口作为参数。通过方法引用的形式，将助理对象中的 `help` 方法作为Lambda的实现。

解答

函数式接口可以定义为：

```
@FunctionalInterface
public interface WorkHelper {
    void help(String file);
}
```

通过对象名引用成员方法的使用场景代码为：

```
public class DemoAssistant {
    private static void work(WorkHelper helper) {
        helper.help("机密文件");
    }

    public static void main(String[] args) {
        Assistant assistant = new Assistant();
        work(assistant::dealFile);
    }
}
```

3.7 通过类名称引用静态方法

由于在 `java.lang.Math` 类中已经存在了静态方法 `abs`，所以当我们需要通过Lambda来调用该方法时，有两种写法。首先是函数式接口：

```
@FunctionalInterface
public interface Calcable {
    int calc(int num);
}
```

第一种写法是使用Lambda表达式：

```
public class Demo05Lambda {  
    private static void method(int num, Calcable lambda) {  
        System.out.println(lambda.calc(num));  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        method(-10, n -> Math.abs(n));  
    }  
}
```

但是使用方法引用的更好写法是：

```
public class Demo06MethodRef {  
    private static void method(int num, Calcable lambda) {  
        System.out.println(lambda.calc(num));  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        method(-10, Math::abs);  
    }  
}
```

在这个例子中，下面两种写法是等效的：

- Lambda表达式： `n -> Math.abs(n)`
- 方法引用： `Math::abs`

3.8 练习：类名称引用静态方法

题目

假设有一个 `StringUtils` 字符串工具类，其中含有静态方法 `isBlank` 如下：

```
public final class StringUtils {  
    public static boolean isBlank(String str) {  
        return str == null || "".equals(str.trim());  
    }  
}
```

请自定义一个函数式接口 `StringChecker`，其中的抽象方法 `checkBlank` 的预期行为与 `isBlank` 一致，并定义一个方法使用该函数式接口作为参数。通过方法引用的形式，将 `StringUtils` 工具类中的 `isBlank` 方法作为Lambda的实现。

解答

函数式接口的定义可以为：

```
@FunctionalInterface
public interface StringChecker {
    boolean checkString(String str);
}
```

应用场景代码为：

```
public class DemoStringChecker {
    private static void methodCheck(StringChecker checker) {
        System.out.println(checker.checkString("  "));
    }

    public static void main(String[] args) {
        methodCheck(StringUtils::isBlank);
    }
}
```

3.9 通过super引用成员方法

如果存在继承关系，当Lambda中需要出现super调用时，也可以使用方法引用进行替代。首先是函数式接口：

```
@FunctionalInterface
public interface Greetable {
    void greet();
}
```

然后是父类 `Human` 的内容：

```
public class Human {
    public void sayHello() {
        System.out.println("Hello!");
    }
}
```

最后是子类 `Man` 的内容，其中使用了Lambda的写法：

```
public class Man extends Human {
    @Override
    public void sayHello() {
        method(() -> super.sayHello());
    }

    private void method(Greetable lambda) {
        lambda.greet();
        System.out.println("I'm a man!");
    }
}
```

但是如果使用方法引用来调用父类中的 `sayHello` 方法会更好，例如另一个子类 `Woman`：


```
public class Woman extends Human {  
    @Override  
    public void sayHello() {  
        method(super::sayHello);  
    }  
  
    private void method(Greetable lambda) {  
        lambda.greet();  
        System.out.println("I'm a woman!");  
    }  
}
```

在这个例子中，下面两种写法是等效的：

- Lambda表达式： `() -> super.sayHello()`
- 方法引用： `super::sayHello`

3.10 通过this引用成员方法

this代表当前对象，如果需要引用的方法就是当前类中的成员方法，那么可以使用“**this::成员方法**”的格式来使用方法引用。首先是简单的函数式接口：

```
@FunctionalInterface  
public interface Richable {  
    void buy();  
}
```

下面是一个丈夫 Husband 类：

```
public class Husband {  
    private void marry(Richable lambda) {  
        lambda.buy();  
    }  
  
    public void beHappy() {  
        marry(() -> System.out.println("买套房子"));  
    }  
}
```

开心方法 beHappy 调用了结婚方法 marry，后者的参数为函数式接口 Richable，所以需要有一个Lambda表达式。但是如果这个Lambda表达式的内容已经在本类当中存在了，则可以对 Husband 丈夫类进行修改：

```
public class Husband {  
    private void buyHouse() {  
        System.out.println("买套房子");  
    }  
  
    private void marry(Richable lambda) {  
        lambda.buy();  
    }  
  
    public void beHappy() {  
        marry(() -> this.buyHouse());  
    }  
}
```

如果希望取消掉Lambda表达式，用方法引用进行替换，则更好的写法为：

```
public class Husband {  
    private void buyHouse() {  
        System.out.println("买套房子");  
    }  
  
    private void marry(Richable lambda) {  
        lambda.buy();  
    }  
  
    public void beHappy() {  
        marry(this::buyHouse);  
    }  
}
```

在这个例子中，下面两种写法是等效的：

- Lambda表达式： `() -> this.buyHouse()`
- 方法引用： `this::buyHouse`

3.11 类的构造器引用

由于构造器的名称与类名完全一样，并不固定。所以构造器引用使用 `类名称::new` 的格式表示。首先是一个简单的 `Person` 类：

```
public class Person {  
    private String name;  
  
    public Person(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
  
    public String getName() {  
        return name;  
    }  
}
```

然后是用来创建 `Person` 对象的函数式接口：

```
public interface PersonBuilder {  
    Person buildPerson(String name);  
}
```

要使用这个函数式接口，可以通过Lambda表达式：

```
public class Demo09Lambda {  
    public static void printName(String name, PersonBuilder builder) {  
        System.out.println(builder.buildPerson(name).getName());  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        printName("赵丽颖", name -> new Person(name));  
    }  
}
```

但是通过构造器引用，有更好的写法：

```
public class Demo10ConstructorRef {  
    public static void printName(String name, PersonBuilder builder) {  
        System.out.println(builder.buildPerson(name).getName());  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        printName("赵丽颖", Person::new);  
    }  
}
```

在这个例子中，下面两种写法是等效的：

- Lambda表达式： `name -> new Person(name)`
- 方法引用： `Person::new`

3.12 数组的构造器引用

数组也是 `Object` 的子类对象，所以同样具有构造器，只是语法稍有不同。如果对应到Lambda的使用场景中时，需要一个函数式接口：

```
@FunctionalInterface  
public interface ArrayBuilder {  
    int[] buildArray(int length);  
}
```

在应用该接口的时候，可以通过Lambda表达式：

```
public class Demo11ArrayInitRef {  
    private static int[] initArray(int length, ArrayBuilder builder) {  
        return builder.buildArray(length);  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        int[] array = initArray(10, length -> new int[length]);  
    }  
}
```

但是更好的写法是使用数组的构造器引用：

```
public class Demo12ArrayInitRef {  
    private static int[] initArray(int length, ArrayBuilder builder) {  
        return builder.buildArray(length);  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        int[] array = initArray(10, int[]::new);  
    }  
}
```

在这个例子中，下面两种写法是等效的：

- Lambda表达式： `length -> new int[length]`
- 方法引用： `int[]::new`

备注：数组的构造器引用，可以和Java 8的Stream API结合，在一定程度上“解决”集合中 `toArray` 方法的泛型擦除问题。

第四章 常用函数式接口



JDK提供了大量常用的函数式接口以丰富Lambda的典型使用场景，它们主要在 `java.util.function` 包中被提供。前文的 `MySupplier` 接口就是在模拟一个函数式接口： `java.util.function.Supplier<T>`。其实还有很多，下面是最简单的几个接口及使用示例。

4.1 Supplier接口

`java.util.function.Supplier<T>` 接口仅包含一个无参的方法：`T get()`。用来获取一个泛型参数指定类型的对象数据。由于这是一个函数式接口，这也就意味着对应的Lambda表达式需要“对外提供”一个符合泛型类型的对象数据。

```
import java.util.function.Supplier;

public class Demo08Supplier {
    private static String getString(Supplier<String> function) {
        return function.get();
    }

    public static void main(String[] args) {
        String msgA = "Hello";
        String msgB = "World";
        System.out.println(getString(() -> msgA + msgB));
    }
}
```

备注：其实这个接口在前面的练习中已经模拟过了。

4.2 练习：求数组元素最大值

题目

使用 `Supplier` 接口作为方法参数类型，通过Lambda表达式求出int数组中的最大值。提示：接口的泛型请使用 `java.lang.Integer` 类。

解答

```
import java.util.function.Supplier;

public class DemoIntArray {
    public static void main(String[] args) {
        int[] array = { 10, 20, 100, 30, 40, 50 };
        printMax(() -> {
            int max = array[0];
            for (int i = 1; i < array.length; i++) {
                if (array[i] > max) {
                    max = array[i];
                }
            }
            return max;
        });
    }

    private static void printMax(Supplier<Integer> supplier) {
        int max = supplier.get();

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

```
}  
}
```

4.3 Consumer接口

`java.util.function.Consumer<T>` 接口则正好相反，它不是生产一个数据，而是**消费**一个数据，其数据类型由泛型参数决定。

抽象方法：accept

`Consumer` 接口中包含抽象方法 `void accept(T t)`，意为消费一个指定泛型的数据。基本使用如：

```
import java.util.function.Consumer;  
  
public class Demo09Consumer {  
    private static void consumeString(Consumer<String> function) {  
        function.accept("Hello");  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        consumeString(s -> System.out.println(s));  
        consumeString(System.out::println);  
    }  
}
```

当然，更好的写法是使用方法引用。

默认方法：andThen

如果一个方法的参数和返回值全都是 `Consumer` 类型，那么就可以实现效果：消费一个数据的时候，首先做一个操作，然后再做一个操作，实现组合。而这个方法就是 `Consumer` 接口中的default方法 `andThen`。下面是JDK的源代码：

```
default Consumer<T> andThen(Consumer<? super T> after) {  
    Objects.requireNonNull(after);  
    return (T t) -> { accept(t); after.accept(t); };  
}
```

备注：`java.util.Objects` 的 `requireNonNull` 静态方法将会在参数为null时主动抛出 `NullPointerException` 异常。这省去了重复编写if语句和抛出空指针异常的麻烦。

要想实现组合，需要两个或多个Lambda表达式即可，而 `andThen` 的语义正是“一步接一步”操作。例如两个步骤组合的情况：


```
import java.util.function.Consumer;

public class Demo10ConsumerAndThen {
    private static void consumeString(Consumer<String> one, Consumer<String> two) {
        one.andThen(two).accept("Hello");
    }

    public static void main(String[] args) {
        consumeString(
            s -> System.out.println(s.toUpperCase()),
            s -> System.out.println(s.toLowerCase()));
    }
}
```

运行结果将会首先打印完全大写的HELLO，然后打印完全小写的hello。当然，通过链式写法可以实现更多步骤的组合。

4.4 练习：格式化打印信息

题目

下面的字符串数组当中存有多条信息，请按照格式“姓名：xx。性别：xx。”的格式将信息打印出来。要求将打印姓名的动作作为第一个 `Consumer` 接口的Lambda实例，将打印性别的动作作为第二个 `Consumer` 接口的Lambda实例，将两个 `Consumer` 接口按照顺序“拼接”到一起。

```
public static void main(String[] args) {
    String[] array = { "迪丽热巴,女", "古力娜扎,女", "马尔扎哈,男" };
}
```

解答

```
import java.util.function.Consumer;

public class DemoConsumer {
    public static void main(String[] args) {
        String[] array = { "迪丽热巴,女", "古力娜扎,女", "马尔扎哈,男" };
        printInfo(s -> System.out.print("姓名: " + s.split(",")[0]),
            s -> System.out.println(". 性别: " + s.split(",")[1] + ". "),
            array);
    }

    private static void printInfo(Consumer<String> one, Consumer<String> two, String[] array) {
        for (String info : array) {
            one.andThen(two).accept(info); // 姓名: 迪丽热巴。性别: 女。
        }
    }
}
```