线程池、Lambda表达式

第一章 等待唤醒机制

1.1 线程间通信

概念：多个线程在处理同一个资源，但是处理的动作（线程的任务）却不相同。

比如：线程A用来生成包子的，线程B用来吃包子的，包子可以理解为同一资源，线程A与线程B处理的动作，一个是生产，一个是消费，那么线程A与线程B之间就存在线程通信问题。

为什么要处理线程间通信：

多个线程并发执行时, 在默认情况下CPU是随机切换线程的，当我们需要多个线程来共同完成一件任务，并且我们希望他们有规律的执行, 那么多线程之间需要一些协调通信，以此来帮我们达到多线程共同操作一份数据。

如何保证线程间通信有效利用资源：

多个线程在处理同一个资源，并且任务不同时，需要线程通信来帮助解决线程之间对同一个变量的使用或操作。 就是多个线程在操作同一份数据时， 避免对同一共享变量的争夺。也就是我们需要通过一定的手段使各个线程能有效的利用资源。而这种手段即—— **等待唤醒机制。**

1.2 等待唤醒机制

什么是等待唤醒机制

这是多个线程间的一种**协作**机制。谈到线程我们经常想到的是线程间的**竞争（race）**，比如去争夺锁，但这并不是故事的全部，线程间也会有协作机制。就好比在公司里你和你的同事们，你们可能存在在晋升时的竞争，但更多时候你们更多是一起合作以完成某些任务。

就是在一个线程进行了规定操作后，就进入等待状态（**wait()**）， 等待其他线程执行完他们的指定代码过后 再将其唤醒（**notify()**）;在有多个线程进行等待时， 如果需要，可以使用 notifyAll()来唤醒所有的等待线程。

wait/notify 就是线程间的一种协作机制。

等待唤醒中的方法

等待唤醒机制就是用于解决线程间通信的问题的，使用到的3个方法的含义如下：

1. wait：线程不再活动，不再参与调度，进入 wait set 中，因此不会浪费 CPU 资源，也不会去竞争锁了，这时的线程状态即是 WAITING。它还要等着别的线程执行一个**特别的动作**，也即是"**通知（notify）**"在这个对象上等待的线程从wait set 中释放出来，重新进入到调度队列（ready queue）中
2. notify：则选取所通知对象的 wait set 中的一个线程释放；例如，餐馆有空位置后，等候就餐最久的顾客最先入座。
3. notifyAll：则释放所通知对象的 wait set 上的全部线程。

> 注意：
>
> 哪怕只通知了一个等待的线程，被通知线程也不能立即恢复执行，因为它当初中断的地方是在同步块内，而此刻它已经不持有锁，所以她需要再次尝试去获取锁（很可能面临其它线程的竞争），成功后才能在当初调用 wait 方法之后的地方恢复执行。
>
> 总结如下：
>
> - 如果能获取锁，线程就从 WAITING 状态变成 RUNNABLE 状态；
> - 否则，从 wait set 出来，又进入 entry set，线程就从 WAITING 状态又变成 BLOCKED 状态

调用wait和notify方法需要注意的细节

1. wait方法与notify方法必须要由同一个锁对象调用。因为：对应的锁对象可以通过notify唤醒使用同一个锁对象调用的wait方法后的线程。
2. wait方法与notify方法是属于Object类的方法的。因为：锁对象可以是任意对象，而任意对象的所属类都是继承了Object类的。
3. wait方法与notify方法必须要在同步代码块或者是同步函数中使用。因为：必须要通过锁对象调用这2个方法。

1.3 生产者与消费者问题

等待唤醒机制其实就是经典的"生产者与消费者"的问题。

就拿生产包子消费包子来说等待唤醒机制如何有效利用资源：

> 包子铺线程生产包子，吃货线程消费包子。当包子没有时（包子状态为false），吃货线程等待，包子铺线程生产包子（即包子状态为true），并通知吃货线程（解除吃货的等待状态）,因为已经有包子了，那么包子铺线程进入等待状态。接下来，吃货线程能否进一步执行则取决于锁的获取情况。如果吃货获取到锁，那么就执行吃包子动作，包子吃完（包子状态为false），并通知包子铺线程（解除包子铺的等待状态）,吃货线程进入等待。包子铺线程能否进一步执行则取决于锁的获取情况。

代码演示：

包子资源类：

```
public class BaoZi {
     String  pier ;
     String  xianer ;
     boolean  flag = false ;//包子资源 是否存在   包子资源状态
}
```

吃货线程类：

```
public class ChiHuo extends Thread{
    private BaoZi bz;

    public ChiHuo(String name,BaoZi bz){
        super(name);
        this.bz = bz;
    }
    @Override
    public void run() {
        while(true){
            synchronized (bz){
                if(bz.flag == false){//没包子
                    try {
                        bz.wait();
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
                System.out.println("吃货正在吃"+bz.pier+bz.xianer+"包子");
                bz.flag = false;
                bz.notify();
            }
        }
    }
}
```

包子铺线程类:

```
public class BaoZiPu extends Thread {

    private BaoZi bz;

    public BaoZiPu(String name,BaoZi bz){
        super(name);
        this.bz = bz;
    }

    @Override
    public void run() {
        int count = 0;
        //造包子
        while(true){
            //同步
            synchronized (bz){
                if(bz.flag == true){//包子资源  存在
                    try {

                        bz.wait();

                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();

                    }
```

```
                }

                // 没有包子  造包子
                System.out.println("包子铺开始做包子");
                if(count%2 == 0){
                    // 冰皮  五仁
                    bz.pier = "冰皮";
                    bz.xianer = "五仁";
                }else{
                    // 薄皮  牛肉大葱
                    bz.pier = "薄皮";
                    bz.xianer = "牛肉大葱";
                }
                count++;

                bz.flag=true;
                System.out.println("包子造好了：  "+bz.pier+bz.xianer);
                System.out.println("吃货来吃吧");
                //唤醒等待线程  （吃货）
                bz.notify();
            }
        }
    }
}
```

测试类：

```
public class Demo {
    public static void main(String[] args) {
        //等待唤醒案例
        BaoZi bz = new BaoZi();

        ChiHuo ch = new ChiHuo("吃货",bz);
        BaoZiPu bzp = new BaoZiPu("包子铺",bz);

        ch.start();
        bzp.start();
    }
}
```

执行效果：

```
包子铺开始做包子
包子造好了：冰皮五仁
吃货来吃吧
吃货正在吃冰皮五仁包子
包子铺开始做包子
包子造好了：薄皮牛肉大葱
吃货来吃吧
吃货正在吃薄皮牛肉大葱包子
包子铺开始做包子
包子造好了：冰皮五仁
吃货来吃吧
吃货正在吃冰皮五仁包子
```

第二章 线程池

2.1 线程池思想概述

我们使用线程的时候就去创建一个线程，这样实现起来非常简便，但是就会有一个问题：

如果并发的线程数量很多，并且每个线程都是执行一个时间很短的任务就结束了，这样频繁创建线程就会大大降低系统的效率，因为频繁创建线程和销毁线程需要时间。

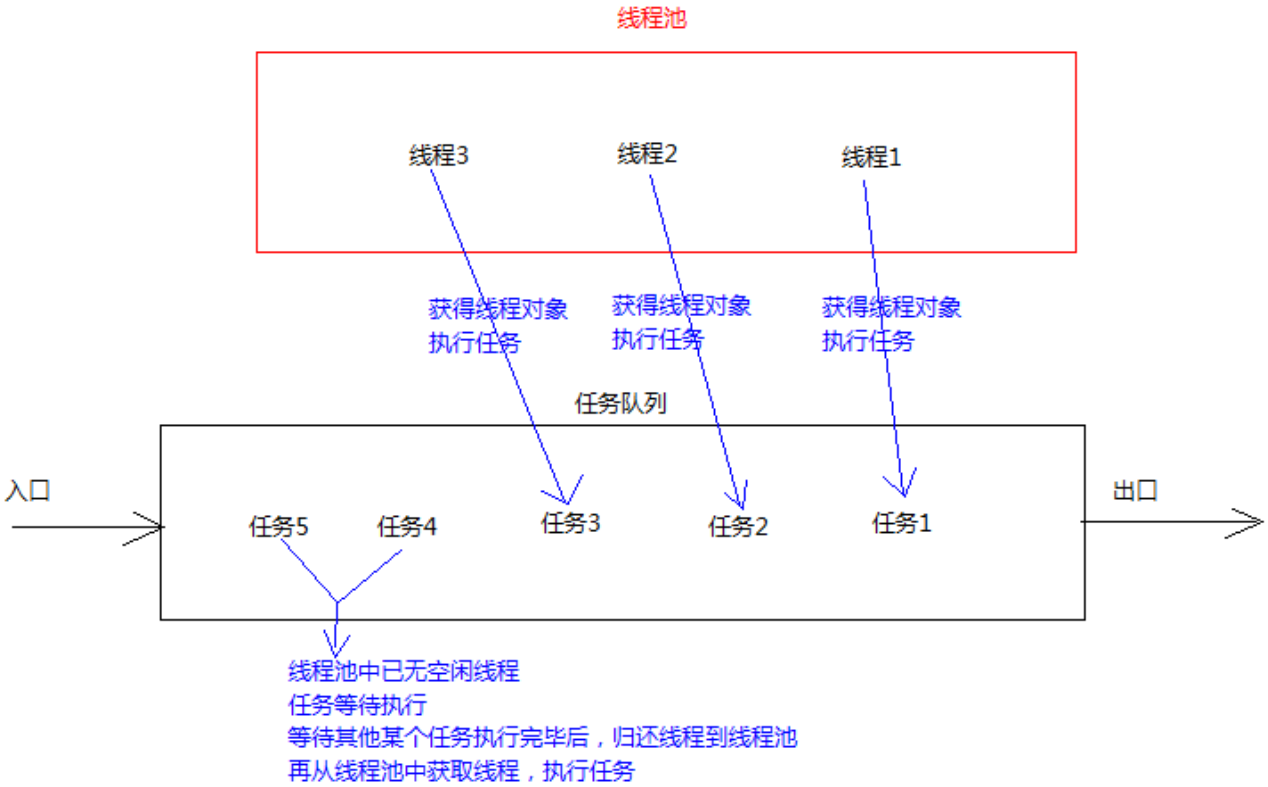
那么有没有一种办法使得线程可以复用，就是执行完一个任务，并不被销毁，而是可以继续执行其他的任务？

在Java中可以通过线程池来达到这样的效果。今天我们就来详细讲解一下Java的线程池。

2.2 线程池概念

- **线程池：**其实就是一个容纳多个线程的容器，其中的线程可以反复使用，省去了频繁创建线程对象的操作，无需反复创建线程而消耗过多资源。

由于线程池中有很多操作都是与优化资源相关的，我们在这里就不多赘述。我们通过一张图来了解线程池的工作原理：



合理利用线程池能够带来三个好处：

1. 降低资源消耗。减少了创建和销毁线程的次数，每个工作线程都可以被重复利用，可执行多个任务。
2. 提高响应速度。当任务到达时，任务可以不需要的等到线程创建就能立即执行。
3. 提高线程的可管理性。可以根据系统的承受能力，调整线程池中工作线线程的数目，防止因为消耗过多的内存，而把服务器累趴下(每个线程需要大约1MB内存，线程开的越多，消耗的内存也就越大，最后死机)。

2.3 线程池的使用

Java里面线程池的顶级接口是`java.util.concurrent.Executor`，但是严格意义上讲`Executor`并不是一个线程池，而只是一个执行线程的工具。真正的线程池接口是`java.util.concurrent.ExecutorService`。

要配置一个线程池是比较复杂的，尤其是对于线程池的原理不是很清楚的情况下，很有可能配置的线程池不是较优的，因此在`java.util.concurrent.Executors`线程工厂类里面提供了一些静态工厂，生成一些常用的线程池。官方建议使用Executors工程类来创建线程池对象。

Executors类中有个创建线程池的方法如下：

- `public static ExecutorService newFixedThreadPool(int nThreads)`：返回线程池对象。(创建的是有界线程池,也就是池中的线程个数可以指定最大数量)

获取到了一个线程池ExecutorService 对象，那么怎么使用呢，在这里定义了一个使用线程池对象的方法如下：

- `public Future<?> submit(Runnable task)`:获取线程池中的某一个线程对象，并执行

  > Future接口：用来记录线程任务执行完毕后产生的结果。线程池创建与使用。

使用线程池中线程对象的步骤：

1. 创建线程池对象。
2. 创建Runnable接口子类对象。(task)
3. 提交Runnable接口子类对象。(take task)
4. 关闭线程池(一般不做)。

Runnable实现类代码：

```
public class MyRunnable implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("我要一个教练");
        try {
            Thread.sleep(2000);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("教练来了： " + Thread.currentThread().getName());
        System.out.println("教我游泳,交完后，教练回到了游泳池");
    }
}
```

线程池测试类：

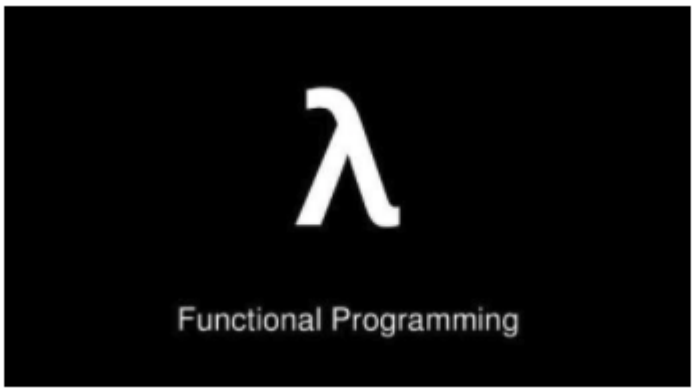
```
public class ThreadPoolDemo {
    public static void main(String[] args) {
        // 创建线程池对象
        ExecutorService service = Executors.newFixedThreadPool(2);//包含2个线程对象
        // 创建Runnable实例对象
        MyRunnable r = new MyRunnable();

        //自己创建线程对象的方式
        // Thread t = new Thread(r);
        // t.start(); ---> 调用MyRunnable中的run()

        // 从线程池中获取线程对象,然后调用MyRunnable中的run()
        service.submit(r);
        // 再获取个线程对象，调用MyRunnable中的run()
        service.submit(r);
        service.submit(r);
        // 注意：submit方法调用结束后，程序并不终止，是因为线程池控制了线程的关闭。
        // 将使用完的线程又归还到了线程池中
        // 关闭线程池
        //service.shutdown();
    }
}
```

第三章 Lambda表达式

3.1 函数式编程思想概述



在数学中，**函数**就是有输入量、输出量的一套计算方案，也就是“拿什么东西做什么事情”。相对而言，面向对象过分强调“必须通过对象的形式来做事情”，而函数式思想则尽量忽略面向对象的复杂语法——**强调做什么，而不是以什么形式做。**

面向对象的思想:

做一件事情,找一个能解决这个事情的对象,调用对象的方法,完成事情.

函数式编程思想:

只要能获取到结果,谁去做的,怎么做的都不重要,重视的是结果,不重视过程

3.2 冗余的Runnable代码

传统写法

当需要启动一个线程去完成任务时，通常会通过`java.lang.Runnable`接口来定义任务内容，并使用`java.lang.Thread`类来启动该线程。代码如下：

```
public class Demo01Runnable {
    public static void main(String[] args) {
        // 匿名内部类
        Runnable task = new Runnable() {
            @Override
            public void run() { // 覆盖重写抽象方法
                System.out.println("多线程任务执行! ");
            }
        };
        new Thread(task).start(); // 启动线程
    }
}
```

本着“一切皆对象”的思想，这种做法是无可厚非的：首先创建一个`Runnable`接口的匿名内部类对象来指定任务内容，再将其交给一个线程来启动。

代码分析

对于`Runnable`的匿名内部类用法，可以分析出几点内容：

- `Thread`类需要`Runnable`接口作为参数，其中的抽象`run`方法是用来指定线程任务内容的核心；

- 为了指定`run`的方法体，**不得不**需要`Runnable`接口的实现类；
- 为了省去定义一个`RunnableImpl`实现类的麻烦，**不得不**使用匿名内部类；
- 必须覆盖重写抽象`run`方法，所以方法名称、方法参数、方法返回值**不得不**再写一遍，且不能写错；
- 而实际上，**似乎只有方法体才是关键所在。**

3.3 编程思想转换

做什么，而不是怎么做

我们真的希望创建一个匿名内部类对象吗？不。我们只是为了做这件事情而**不得不**创建一个对象。我们真正希望做的事情是：将`run`方法体内的代码传递给`Thread`类知晓。

传递一段代码——这才是我们真正的目的。而创建对象只是受限于面向对象语法而不得不采取的一种手段方式。那，有没有更加简单的办法？如果我们将关注点从“怎么做”回归到“做什么”的本质上，就会发现只要能够更好地达到目的，过程与形式其实并不重要。

生活举例

当我们需要从北京到上海时，可以选择高铁、汽车、骑行或是徒步。我们的真正目的是到达上海，而如何才能到达上海的形式并不重要，所以我们一直在探索有没有比高铁更好的方式——搭乘飞机。

而现在这种飞机（甚至是飞船）已经诞生：2014年3月Oracle所发布的Java 8（JDK 1.8）中，加入了**Lambda表达式**的重量级新特性，为我们打开了新世界的大门。

3.4 体验Lambda的更优写法

借助Java 8的全新语法，上述`Runnable`接口的匿名内部类写法可以通过更简单的Lambda表达式达到等效：

```
public class Demo02LambdaRunnable {
    public static void main(String[] args) {
        new Thread(() -> System.out.println("多线程任务执行！")).start(); // 启动线程
    }
}
```

这段代码和刚才的执行效果是完全一样的，可以在1.8或更高的编译级别下通过。从代码的语义中可以看出：我们启动了一个线程，而线程任务的内容以一种更加简洁的形式被指定。

不再有“不得不创建接口对象”的束缚，不再有“抽象方法覆盖重写”的负担，就是这么简单！

3.5 回顾匿名内部类

Lambda是怎样击败面向对象的？在上例中，核心代码其实只是如下所示的内容：

```
() -> System.out.println("多线程任务执行！")
```

为了理解Lambda的语义，我们需要从传统的代码起步。

使用实现类

要启动一个线程，需要创建一个`Thread`类的对象并调用`start`方法。而为了指定线程执行的内容，需要调用`Thread`类的构造方法：

- `public Thread(Runnable target)`

为了获取`Runnable`接口的实现对象，可以为该接口定义一个实现类`RunnableImpl`：

```
public class RunnableImpl implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("多线程任务执行！");
    }
}
```

然后创建该实现类的对象作为`Thread`类的构造参数：

```
public class Demo03ThreadInitParam {
    public static void main(String[] args) {
        Runnable task = new RunnableImpl();
        new Thread(task).start();
    }
}
```

使用匿名内部类

这个`RunnableImpl`类只是为了实现`Runnable`接口而存在的，而且仅被使用了唯一一次，所以使用匿名内部类的语法即可省去该类的单独定义，即匿名内部类：

```
public class Demo04ThreadNameless {
    public static void main(String[] args) {
        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                System.out.println("多线程任务执行！");
            }
        }).start();
    }
}
```

匿名内部类的好处与弊端

一方面，匿名内部类可以帮我们**省去实现类的定义**；另一方面，匿名内部类的语法——**确实太复杂了！**

语义分析

仔细分析该代码中的语义，`Runnable`接口只有一个`run`方法的定义：

- `public abstract void run();`

即制定了一种做事情的方案（其实就是一个函数）：

- **无参数**：不需要任何条件即可执行该方案。
- **无返回值**：该方案不产生任何结果。
- **代码块**（方法体）：该方案的具体执行步骤。

同样的语义体现在`Lambda`语法中，要更加简单：

```
() -> System.out.println("多线程任务执行！")
```

- 前面的一对小括号即`run`方法的参数（无），代表不需要任何条件；
- 中间的一个箭头代表将前面的参数传递给后面的代码；
- 后面的输出语句即业务逻辑代码。

3.6 Lambda标准格式

Lambda省去面向对象的条条框框，格式由**3个部分**组成：

- 一些参数
- 一个箭头
- 一段代码

Lambda表达式的**标准格式**为：

```
(参数类型 参数名称) -> { 代码语句 }
```

格式说明：

- 小括号内的语法与传统方法参数列表一致：无参数则留空；多个参数则用逗号分隔。
- `->`是新引入的语法格式，代表指向动作。
- 大括号内的语法与传统方法体要求基本一致。

3.7 练习：使用Lambda标准格式（无参无返回）

题目

给定一个厨子`Cook`接口，内含唯一的抽象方法`makeFood`，且无参数、无返回值。如下：

```
public interface Cook {
    void makeFood();
}
```

在下面的代码中，请使用Lambda的**标准格式**调用`invokeCook`方法，打印输出“吃饭啦！”字样：

```
public class Demo05InvokeCook {
    public static void main(String[] args) {
        // TODO 请在此使用Lambda【标准格式】调用invokeCook方法
    }

    private static void invokeCook(Cook cook) {
        cook.makeFood();
    }
}
```

解答

```
public static void main(String[] args) {
    invokeCook(() -> {
        System.out.println("吃饭啦！");
    });
}
```

> 备注：小括号代表`Cook`接口`makeFood`抽象方法的参数为空，大括号代表`makeFood`的方法体。

3.8 Lambda的参数和返回值

```
需求：
    使用数组存储多个Person对象
    对数组中的Person对象使用Arrays的sort方法通过年龄进行升序排序
```

下面举例演示`java.util.Comparator<T>`接口的使用场景代码，其中的抽象方法定义为：

- `public abstract int compare(T o1, T o2);`

当需要对一个对象数组进行排序时，`Arrays.sort`方法需要一个`Comparator`接口实例来指定排序的规则。假设有一个`Person`类，含有`String name`和`int age`两个成员变量：

```
public class Person {
    private String name;
    private int age;

    // 省略构造器、toString方法与Getter Setter
}
```

传统写法

如果使用传统的代码对`Person[]`数组进行排序，写法如下：

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

public class Demo06Comparator {
    public static void main(String[] args) {
        // 本来年龄乱序的对象数组
        Person[] array = {
            new Person("古力娜扎", 19),
            new Person("迪丽热巴", 18),
            new Person("马尔扎哈", 20) };

        // 匿名内部类
        Comparator<Person> comp = new Comparator<Person>() {
            @Override
            public int compare(Person o1, Person o2) {
                return o1.getAge() - o2.getAge();
            }
        };
        Arrays.sort(array, comp); // 第二个参数为排序规则，即Comparator接口实例

        for (Person person : array) {
            System.out.println(person);
        }
    }
}
```

这种做法在面向对象的思想中，似乎也是“理所当然”的。其中`Comparator`接口的实例（使用了匿名内部类）代表了“按照年龄从小到大”的排序规则。

代码分析

下面我们来搞清楚上述代码真正要做什么事情。

- 为了排序，`Arrays.sort`方法需要排序规则，即`Comparator`接口的实例，抽象方法`compare`是关键；
- 为了指定`compare`的方法体，**不得不**需要`Comparator`接口的实现类；
- 为了省去定义一个`ComparatorImpl`实现类的麻烦，**不得不**使用匿名内部类；
- 必须覆盖重写抽象`compare`方法，所以方法名称、方法参数、方法返回值**不得不**再写一遍，且不能写错；
- 实际上，**只有参数和方法体才是关键。**

Lambda写法

```
import java.util.Arrays;

public class Demo07ComparatorLambda {
    public static void main(String[] args) {
        Person[] array = {
            new Person("古力娜扎", 19),
            new Person("迪丽热巴", 18),
            new Person("马尔扎哈", 20) };

        Arrays.sort(array, (Person a, Person b) -> {
            return a.getAge() - b.getAge();
        });

        for (Person person : array) {
            System.out.println(person);
        }
    }
}
```

3.9 练习：使用Lambda标准格式（有参有返回）

题目

给定一个计算器`Calculator`接口，内含抽象方法`calc`可以将两个int数字相加得到和值：

```
public interface Calculator {
    int calc(int a, int b);
}
```

在下面的代码中，请使用Lambda的**标准格式**调用`invokeCalc`方法，完成120和130的相加计算：

```
public class Demo08InvokeCalc {
    public static void main(String[] args) {
        // TODO 请在此使用Lambda【标准格式】调用invokeCalc方法来计算120+130的结果ß
    }

    private static void invokeCalc(int a, int b, Calculator calculator) {
        int result = calculator.calc(a, b);
        System.out.println("结果是：" + result);
    }
}
```

解答

```
public static void main(String[] args) {
    invokeCalc(120, 130, (int a, int b) -> {
        return a + b;
    });
}
```

> 备注：小括号代表`Calculator`接口`calc`抽象方法的参数，大括号代表`calc`的方法体。

3.10 Lambda省略格式

可推导即可省略

Lambda强调的是“做什么”而不是“怎么做”，所以凡是可以根据上下文推导得知的信息，都可以省略。例如上例还可以使用Lambda的省略写法：

```
public static void main(String[] args) {
    invokeCalc(120, 130, (a, b) -> a + b);
}
```

省略规则

在Lambda标准格式的基础上，使用省略写法的规则为：

1. 小括号内参数的类型可以省略；
2. 如果小括号内**有且仅有一个参**，则小括号可以省略；
3. 如果大括号内**有且仅有一个语句**，则无论是否有返回值，都可以省略大括号、return关键字及语句分号。

> 备注：掌握这些省略规则后，请对应地回顾本章开头的多线程案例。

3.11 练习：使用Lambda省略格式

题目

仍然使用前文含有唯一`makeFood`抽象方法的厨子`Cook`接口，在下面的代码中，请使用Lambda的**省略格式**调用`invokeCook`方法，打印输出“吃饭啦！”字样：

```
public class Demo09InvokeCook {
    public static void main(String[] args) {
        // TODO 请在此使用Lambda【省略格式】调用invokeCook方法
    }

    private static void invokeCook(Cook cook) {
        cook.makeFood();
    }
}
```

解答

```
public static void main(String[] args) {
    invokeCook(() -> System.out.println("吃饭啦！"));
}
```

3.12 Lambda的使用前提

Lambda的语法非常简洁，完全没有面向对象复杂的束缚。但是使用时有几个问题需要特别注意：

1. 使用Lambda必须具有接口，且要求**接口中有且仅有一个抽象方法。**
   无论是JDK内置的`Runnable`、`Comparator`接口还是自定义的接口，只有当接口中的抽象方法存在且唯一时，才可以使用Lambda。
2. 使用Lambda必须具有**上下文推断。**
   也就是方法的参数或局部变量类型必须为Lambda对应的接口类型，才能使用Lambda作为该接口的实例。

> 备注：有且仅有一个抽象方法的接口，称为“**函数式接口**”。