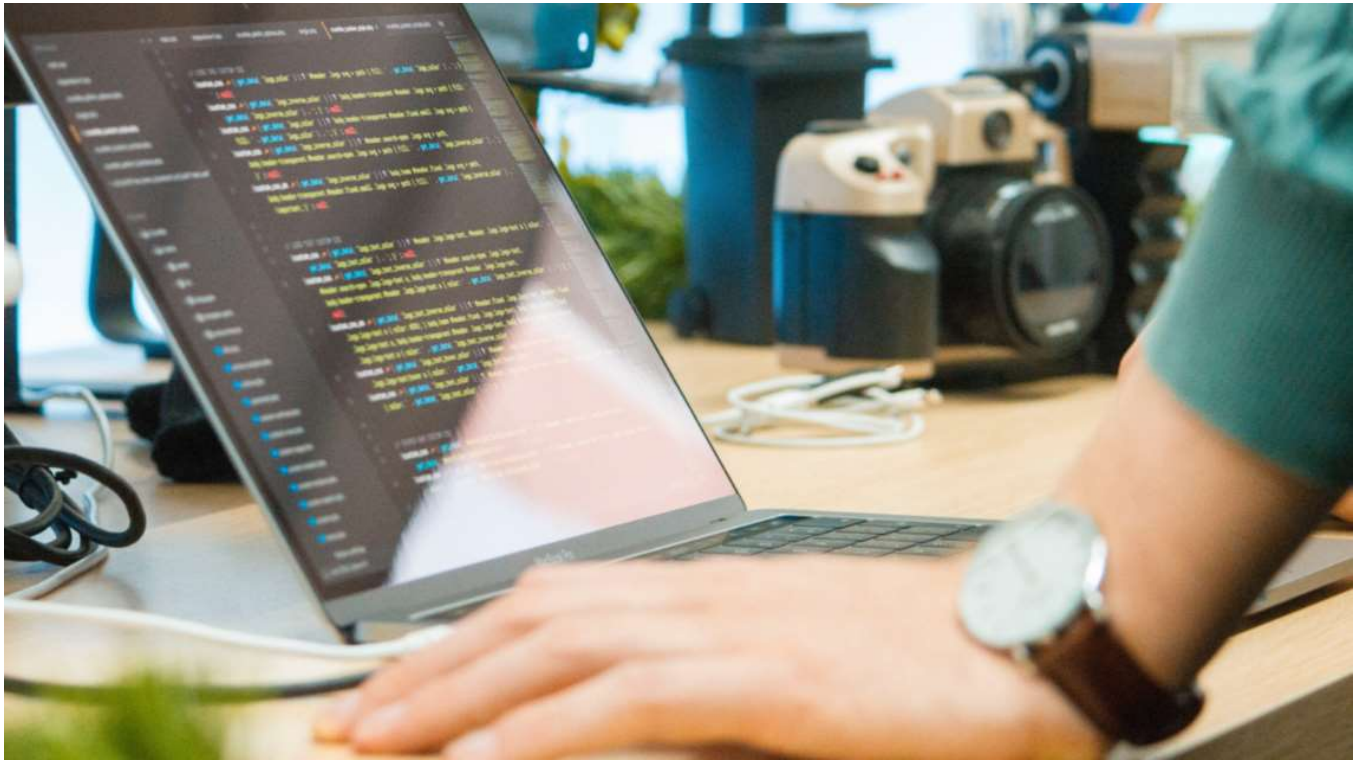


## 第17讲 | 一个线程两次调用start()方法会出现什么情况？

2018-06-14 杨晓峰



### 第17讲 | 一个线程两次调用start()方法会出现什么情况？

朗读人：黄洲君 10'01" | 4.59M

今天我们来深入聊聊线程，相信大家对于线程这个概念都不陌生，它是 Java 并发的基础元素，理解、操纵、诊断线程是 Java 工程师的必修课，但是你真的掌握线程了吗？

今天我要问你的问题是，**一个线程两次调用 start() 方法会出现什么情况？谈谈线程的生命周期和状态转移。**

### 典型回答

Java 的线程是不允许启动两次的，第二次调用必然会抛出 `IllegalThreadStateException`，这是一种运行时异常，多次调用 `start` 被认为是编程错误。

关于线程生命周期的不同状态，在 Java 5 以后，线程状态被明确定义在其公共内部枚举类型 `java.lang.Thread.State` 中，分别是：

- 新建（NEW），表示线程被创建出来还没真正启动的状态，可以认为它是个 Java 内部状态。

- 就绪 ( RUNNABLE ) , 表示该线程已经在 JVM 中执行, 当然由于执行需要计算资源, 它可能是正在运行, 也可能还在等待系统分配给它 CPU 片段, 在就绪队列里面排队。
- 在其他一些分析中, 会额外区分一种状态 RUNNING, 但是从 Java API 的角度, 并不能表示出来。
- 阻塞 ( BLOCKED ) , 这个状态和我们前面两讲介绍的同步非常相关, 阻塞表示线程在等待 Monitor lock。比如, 线程试图通过 synchronized 去获取某个锁, 但是其他线程已经独占了, 那么当前线程就会处于阻塞状态。
- 等待 ( WAITING ) , 表示正在等待其他线程采取某些操作。一个常见的场景是类似生产者消费者模式, 发现任务条件尚未满足, 就让当前消费者线程等待 ( wait ) , 另外的生产者线程去准备任务数据, 然后通过类似 notify 等动作, 通知消费线程可以继续工作了。Thread.join() 也会令线程进入等待状态。
- 计时等待 ( TIMED\_WAIT ) , 其进入条件和等待状态类似, 但是调用的是存在超时条件的方法, 比如 wait 或 join 等方法的指定超时版本, 如下面示例:

```
public final native void wait(long timeout) throws InterruptedException;
```

- 终止 ( TERMINATED ) , 不管是意外退出还是正常执行结束, 线程已经完成使命, 终止运行, 也有人把这个状态叫作死亡。

在第二次调用 start() 方法的时候, 线程可能处于终止或者其他 ( 非 NEW ) 状态, 但是不论如何, 都是不可以再次启动的。

## 考点分析

今天的问题可以算是个常见的面试热身题目, 前面的给出的典型回答, 算是对基本状态和简单流转的一个介绍, 如果觉得还不够直观, 我在下面分析会对比一个状态图进行介绍。总的来说, 理解线程对于我们日常开发或者诊断分析, 都是不可或缺的基础。

面试官可能会以此为契机, 从各种不同角度考察你对线程的掌握:

- 相对理论一些的面试官可以会问你线程到底是什么以及 Java 底层实现方式。
- 线程状态的切换, 以及和锁等并发工具类的互动。
- 线程编程时容易踩的坑与建议等。

可以看出, 仅仅是一个线程, 就有非常多的内容需要掌握。我们选择重点内容, 开始进入详细分析。

## 知识扩展

首先，我们来整体看一下线程是什么？

从操作系统的角度，可以简单认为，线程是系统调度的最小单元，一个进程可以包含多个线程，作为任务的真正运作者，有自己的栈（Stack）、寄存器（Register）、本地存储（Thread Local）等，但是会和进程内其他线程共享文件描述符、虚拟地址空间等。

在具体实现中，线程还分为内核线程、用户线程，Java 的线程实现其实是与虚拟机相关的。对于我们最熟悉的 Sun/Oracle JDK，其线程也经历了一个演进过程，基本上在 Java 1.2 之后，JDK 已经抛弃了所谓的[Green Thread](#)，也就是用户调度的线程，现在的模型是一对一映射到操作系统内核线程。

如果我们来看 Thread 的源码，你会发现其基本操作逻辑大都是以 JNI 形式调用的本地代码。

```
private native void start0();  
private native void setPriority0(int newPriority);  
private native void interrupt0();
```

这种实现有利有弊，总体上来说，Java 语言得益于精细粒度的线程和相关的并发操作，其构建高扩展性的大型应用的能力已经毋庸置疑。但是，其复杂性也提高了并发编程的门槛，近几年的 Go 语言等提供了协程（[coroutine](#)），大大提高了构建并发应用的效率。于此同时，Java 也在[Loom](#)项目中，孕育新的类似轻量级用户线程（Fiber）等机制，也许在不久的将来就可以在新版 JDK 中使用到它。

下面，我来分析下线程的基本操作。如何创建线程想必你已经非常熟悉了，请看下面的例子：

```
Runnable task = () -> {System.out.println("Hello World!");};  
Thread myThread = new Thread(task);  
myThread.start();  
myThread.join();
```

我们可以直接扩展 Thread 类，然后实例化。但在本例中，我选取了另外一种方式，就是实现一个 Runnable，将代码逻辑放在 Runnable 中，然后构建 Thread 并启动（start），等待结束（join）。

Runnable 的好处是，不会受 Java 不支持类多继承的限制，重用代码实现，当我们需要重复执行相应逻辑时优点明显。而且，也能更好的与现代 Java 并发库中的 Executor 之类框架结合使用，比如将上面 start 和 join 的逻辑完全写成下面的结构：

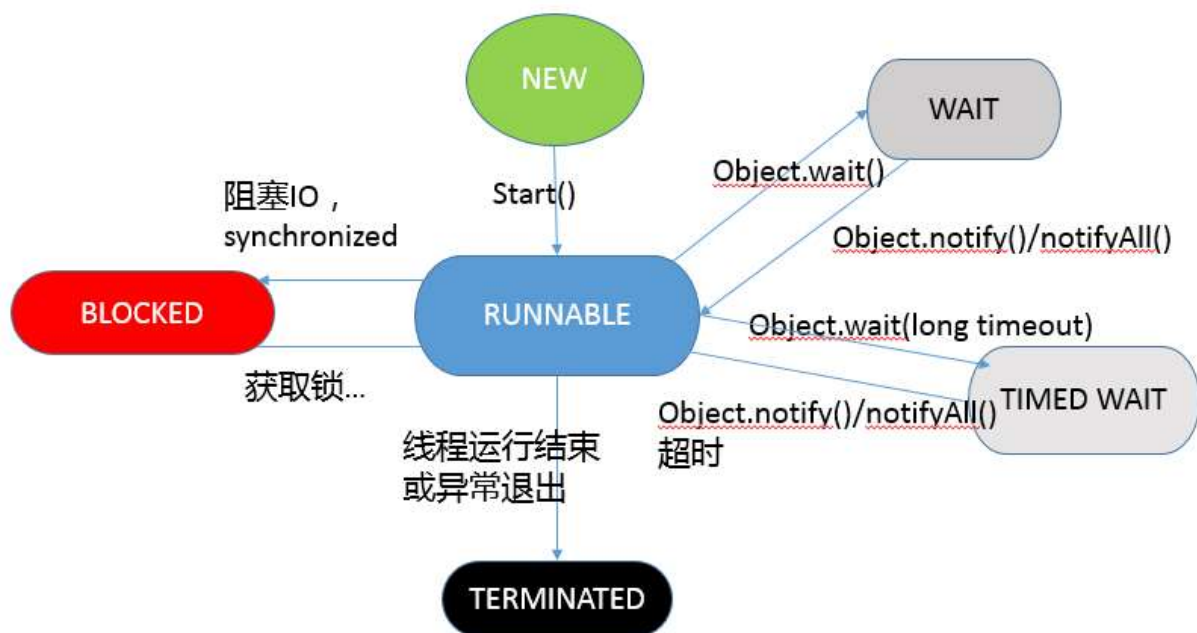
```
Future future = Executors.newFixedThreadPool(1)
    .submit(task)
    .get();
```

这样我们就不用操心线程的创建和管理，也能利用 Future 等机制更好地处理执行结果。线程生命周期通常和业务之间没有本质联系，混淆实现需求和业务需求，就会降低开发的效率。

从线程生命周期的状态开始展开，那么在 Java 编程中，有哪些因素可能影响线程的状态呢？主要有：

- 线程自身的方法，除了 start，还有多个 join 方法，等待线程结束；yield 是告诉调度器，主动让出 CPU；另外，就是一些已经被标记为过时的 resume、stop、suspend 之类，据我所知，在 JDK 最新版本中，destory/stop 方法将被直接移除。
- 基类 Object 提供了一些基础的 wait/notify/notifyAll 方法。如果我们持有某个对象的 Monitor 锁，调用 wait 会让当前线程处于等待状态，直到其他线程 notify 或者 notifyAll。所以，本质上是提供了 Monitor 的获取和释放的能力，是基本的线程间通信方式。
- 并发类库中的工具，比如 CountdownLatch.await() 会让当前线程进入等待状态，直到 latch 被基数为 0，这可以看作是线程间通信的 Signal。

我这里画了一个状态和方法之间的对应图：



Thread 和 Object 的方法，听起来简单，但是实际应用中被证明非常晦涩、易错，这也是为什么 Java 后来又引入了并发包。总的来说，有了并发包，大多数情况下，我们已经不再需要去调用 wait/notify 之类的方法了。

前面谈了不少理论，下面谈谈线程 API 使用，我会侧重于平时工作学习中，容易被忽略的一些方面。

先来看看守护线程（Daemon Thread），有的时候应用中需要一个长期驻留的服务程序，但是不希望其影响应用退出，就可以将其设置为守护线程，如果 JVM 发现只有守护线程存在时，将结束进程，具体可以参考下面代码段。注意，必须在线程启动之前设置。

```
Thread daemonThread = new Thread();
daemonThread.setDaemon(true);
daemonThread.start();
```

再来看看[Spurious wakeup](#)。尤其是在多核 CPU 的系统中，线程等待存在一种可能，就是在没有任何线程广播或者发出信号的情况下，线程就被唤醒，如果处理不当就可能出现诡异的并发问题，所以我们在等待条件过程中，建议采用下面模式来书写。

```
// 推荐
while ( isCondition()) {
    waitForAConfition(...);
}

// 不推荐，可能引入 bug
if ( isCondition()) {
    waitForAConfition(...);
}
```

Thread.onSpinWait()，这是 Java 9 中引入的特性。我在[专栏第 16 讲](#)给你留的思考题中，提到“自旋锁”（spin-wait, busy-waiting），也可以认为其不算是一种锁，而是一种针对短期等待的性能优化技术。“onSpinWait()”没有任何行为上的保证，而是对 JVM 的一个暗示，JVM 可能会利用 CPU 的 pause 指令进一步提高性能，性能特别敏感的应用可以关注。

再有就是慎用[ThreadLocal](#)，这是 Java 提供了一种保存线程私有信息的机制，因为其在整个线程生命周期内有效，所以可以方便地在一个线程关联的不同业务模块之间传递信息，比如事务 ID、Cookie 等上下文相关信息。

它的实现结构，可以参考[源码](#)，数据存储在线程相关的 ThreadLocalMap，其内部条目是弱引用，如下面片段。

```
static class ThreadLocalMap {  
    static class Entry extends WeakReference<ThreadLocal<?>> {  
        /** The value associated with this ThreadLocal. */  
        Object value;  
        Entry(ThreadLocal<?> k, Object v) {  
            super(k);  
            value = v;  
        }  
    }  
    // ...  
}
```

当 Key 为 null 时，该条目就变成“废弃条目”，相关“value”的回收，往往依赖于几个关键点，即 set、remove、rehash。

下面是 set 的示例，我进行了精简和注释：

```
private void set(ThreadLocal<?> key, Object value) {  
    Entry[] tab = table;  
    int len = tab.length;  
    int i = key.threadLocalHashCode & (len-1);  
  
    for (Entry e = tab[i];; ...) {  
        //...  
        if (k == null) {  
            // 替换废弃条目  
            replaceStaleEntry(key, value, i);  
            return;  
        }  
    }  
  
    tab[i] = new Entry(key, value);  
    int sz = ++size;  
    // 扫描并清理发现的废弃条目，并检查容量是否超限
```

```
if (!cleanSomeSlots(i, sz) && sz >= threshold)
    rehash();// 清理废弃条目，如果仍然超限，则扩容（加倍）
}
```

具体的清理逻辑是实现在 `cleanSomeSlots` 和 `expungeStaleEntry` 之中，如果你有兴趣可以自行阅读。

结合[专栏第 4 讲](#)介绍的引用类型，我们会发现一个特别的地方，通常弱引用都会和引用队列配合清理机制使用，但是 `ThreadLocal` 是个例外，它并没有这么做。

这意味着，废弃项目的回收依赖于显式地触发，否则就要等待线程结束，进而回收相应 `ThreadLocalMap`！这就是很多 OOM 的来源，所以通常都会建议，应用一定要自己负责 `remove`，并且不要和线程池配合，因为 `worker` 线程往往是不会退出的。

今天，我介绍了线程基础，分析了生命周期中的状态和各种方法之间的对应关系，这也有助于我们更好地理解 `synchronized` 和锁的影响，并介绍了一些需要注意的操作，希望对你有所帮助。

## 一课一练

关于今天我们讨论的题目你做到心中有数了吗？今天我准备了一个有意思的问题，写一个最简单的打印 `HelloWorld` 的程序，说说看，运行这个应用，Java 至少会创建几个线程呢？然后思考一下，如何明确验证你的结论，真实情况很可能令你大跌眼镜哦。

请你在留言区写写你对这个问题的思考，我会选出经过认真思考的留言，送给你一份学习奖励礼券，欢迎你与我一起讨论。

你的朋友是不是也在准备面试呢？你可以“请朋友读”，把今天的题目分享给好友，或许你能帮到他。





版权归极客邦科技所有，未经许可不得转载

#### 精选留言



风动静泉

👍 12

一课一练:

使用了两种方式获取当前程序的线程数。

- 1、使用线程管理器MXBean
- 2、直接通过线程组的activeCount

第二种需要注意不断向上找父线程组，否则只能获取当前线程组，结果是1

结论:

使用以上两种方式获取的线程总数都是5个。

main

Attach Listener

Signal Dispatcher

Finalizer

Reference Handler

此外，如果使用的IDE是IDEA 直接运行会多一个Monitor Ctrl-break线程，这个是IDE的原因。debug模式下不会有这个线程。

2018-06-14

作者回复

不错

2018-06-14



qpm

👍 7



做了一个test分析老师的问题，观察到的情况如下：

JVM 启动 Hello World的线程分析

环境：

macOS + jdk8

检测获得

Thread[Reference Handler,10,system]

Thread[Finalizer,8,system]

Thread[main,5,main]

Thread[Signal Dispatcher,9,system]

Hello World!

其中：

Reference Handler：处理引用对象本身的垃圾回收

Finalizer：处理用户的Finalizer方法

Signal Dispatcher：外部jvm命令的转发器

在jdk6环境中

还有一个Attach Listener的线程

是负责接收外部命令的，如jmap、jstack

2018-06-14

作者回复

不错

2018-06-14



行者

6

“我们会发现一个特别的地方，通常幻象引用都会和引用队列配合清理机制使用，但是 ThreadLocal 是个例外，它并没有这么做。”

老师，Entry继承的是WeakReference，这个是弱引用吧。

main:

```
System.out.println("hello world");
ThreadGroup group = Thread.currentThread().getThreadGroup();
ThreadGroup topGroup = group;
while (group != null) {
    topGroup = group;
    group = group.getParent();
}
int nowThreads = topGroup.activeCount();
Thread[] lstThreads = new Thread[nowThreads];
topGroup.enumerate(lstThreads);
for (int i = 0; i < nowThreads; i++) {
    System.out.println("线程number : " + i + " = " + lstThreads[i].getName());
}
out:
```

线程number : 0 = Reference Handler // 计算对象是否可达？  
线程number : 1 = Finalizer // 回收对象时触发的finalize方法？  
线程number : 2 = Signal Dispatcher // 线程调度员  
线程number : 3 = main  
线程number : 4 = Monitor Ctrl-Break // 监控器，锁相关

2018-06-14

### 作者回复

前面是翻译窜了，已经修正；后面大家用了很多方法，基本都可以，主要目的是结合前面的介绍加深理解

2018-06-14



爱折腾的老斑鸠

5

threadlocal里面的值如果是线程池的线程里面设置的，当任务完成，线程归还线程池时，这个threadlocal里面的值是不是不会被回收？

2018-06-14

### 作者回复

嗯，线程池一般不建议和thread local配合...

2018-06-14



三木子

2

现在觉得踩坑是一种很好学习方法

2018-06-15

### 作者回复

同意

2018-06-17



tyson

1

- 1、站在应用程序方面，只创建了一个线程。
- 2、站在jvm方面，肯定还有gc等其余线程。

总结：

- 1、线程是系统调度的最小单元，应该是进程吧。线程是操作系统的资源，在运行的时候会打开文件描述符等。
- 2、resume、stop、suspend等已经被废弃了
- 3、线程的等待和唤醒，建议使用reentrantlock的condition wait/notify方法
- 4、可以使用线程的join方法、countdownlatch、cyclicbarrier、future等进行线程的等待

2018-06-14

### 作者回复

不错

2018-06-14



锐

1

通常弱引用都会和引用队列配合清理机制使用，但是 ThreadLocal 是个例外，它并没有这么做。

这意味着，废弃项目的回收依赖于显式地触发，否则就要等待线程结束，进而回收相应 ThreadLocalMap！这就是很多 OOM 的来源

这个平时还真没注意

2018-06-14

作者回复

嗯，为了生命周期的需求

2018-06-14



sunlight001

1

threadlocal在放入值之后，在get出来之后，需要做remove操作，我这么理解对么？以前写的程序都没remove😁

2018-06-14

作者回复

不用了，明确移除是好习惯

2018-06-14



Eason

1

“比如，线程试图通过 synchronized 去获取某个锁，但是其他线程已经独占了，那么当前线程就会处于阻塞状态”这个例子换一个理解，感觉也是在等待其他线程做某些操作。在“阻塞”中也是在“等待”中？？

2018-06-14

作者回复

wait和blocked是不同的

2018-06-14



东方

0

大概10来个吧，native占多数。大致分下面几类

1. 用户线程，main
2. GC相关线程，包括C1/C2；与运行机器配置、操作系统、启动参数相关
3. 编译器/解释器相关线程；与运行机器配置、操作系统、启动参数相关
4. 引用及Finalizer处理线程
6. VM Thread：可以说它类似linux的init进程
7. VM Periodic Task Thread：JVM时钟模拟线程
8. Signal Dispatcher：JVM信号处理线程
9. Attach Listener：jdk工具类请求响应处理线程
10. Service Thread：低内存检测、JVMTI事件转发线程

2018-07-22



黄启航

0



杨老师您好，我有个疑问：

文章最后说"弱引用都会和引用队列配合清理工作，但是ThreadLocal是个例外，它并没有这么做。这意味着，废弃项目的回收依赖显式地触发，否则就要等待线程的结束"。

我的疑问：既然没有利用引用队列来实现自动清除，那TheadLocalMap内部的Entry继承WeakReference有何用意？能起到什么作用？

2018-07-09



tracer

0

有讲解那五个线程的资料吗？

2018-06-27

作者回复

不知道，源码...

2018-06-28



jacy

0

ThreadLocal进行线程隔离，线程拥有自己的数据空间，synchronize进行线程同步。另外想问老师，虚假唤醒的深层次原因是啥呢？

2018-06-20



TonyEasy

0

老师，我有一点疑问，在线程池复用线程时，对同一线程调用多次.start()方法，为何不报错呢？

2018-06-18

作者回复

工作线程一般不退出的

2018-06-19



TonyEasy

0

老师，我有一点疑问，在线程池里复用线程时是不是对同一个线程调用了多次.start()方法呢？

2018-06-18

作者回复

不是的，工作线程一般不退出的，复用的是类似Runnable这种

2018-06-20



扫地僧的功夫梦

0

调用notify()/notifyAll()方法线程是变为阻塞状态吧，因为线程还没获取到锁。

2018-06-17

作者回复

已回复，不是的

2018-06-19



三木子

👍 0

看了17讲回来留言threadlocal

2018-06-15



mongo

👍 0

杨老师请教你，关于高并发和线程池，我刚刚入门，工作中没有涉及过这一块。我阅读了oracle java tutorial high level concurrency 章节，阅读并粗略理解了《并发编程实践》这本书，想进一步清晰我的理解，我现在苦于在实践练习方面不知道怎么进行。老师有什么具体可行的思路指点一下吗？留言圈里有好多大神，在这里同时也请教其他的朋友。谢谢老师，谢谢大家。

2018-06-15

### 作者回复

下面章节就会覆盖这部分，我谈下自己的思路：大部分工程师是没有机会在工作中，全面使用并发的那些东西的，尤其是反馈读者中初学者不少；所以，我建议有个整体性体系有个了解，分清大体都有什么；然后可以选些实践场景，去实现用例代码。面试中大体也就够了，毕竟项目经验不是教程能解决的

2018-06-17



肖一林

👍 0

threadlocal和线程池结合的问题真的没考虑过

2018-06-14

### 作者回复

线程池里的线程生命周期长

2018-06-14



Miaoazhe

👍 0

问个问题，NIO 2的异步是不是利用协程的原理设计的？它实际运行的是多线程吗？

2018-06-14

### 作者回复

我理解不是一回事，openjdk目前没有协程，Loom过程在做相关事情

2018-06-17