

## 15 | Lock和Condition（下）：Dubbo如何用管程实现异步转同步？

2019-04-02 王宝令

Java并发编程实战

[进入课程 >](#)



讲述：王宝令

时长 09:05 大小 8.33M




在上一篇文章中，我们讲到 Java SDK 并发包里的 Lock 有别于 synchronized 隐式锁的三个特性：能够响应中断、支持超时和非阻塞地获取锁。那今天我们接着再来详细聊聊 Java SDK 并发包里的 Condition，**Condition 实现了管程模型里面的条件变量。**

在《[08 | 管程：并发编程的万能钥匙](#)》里我们提到过 Java 语言内置的管程里只有一个条件变量，而 Lock&Condition 实现的管程是支持多个条件变量的，这是二者的一个重要区别。

在很多并发场景下，支持多个条件变量能够让我们的并发程序可读性更好，实现起来也更容易。例如，实现一个阻塞队列，就需要两个条件变量。

## 那如何利用两个条件变量快速实现阻塞队列呢？

一个阻塞队列，需要两个条件变量，一个是队列不空（空队列不允许出队），另一个是队列不满（队列已满不允许入队），这个例子我们前面在介绍[管程](#)的时候详细说过，这里就不再赘述。相关的代码，我这里重新列了出来，你可以温故知新一下。

 复制代码

```
1 public class BlockedQueue<T>{
2     final Lock lock =
3         new ReentrantLock();
4     // 条件变量：队列不满
5     final Condition notFull =
6         lock.newCondition();
7     // 条件变量：队列不空
8     final Condition notEmpty =
9         lock.newCondition();
10
11     // 入队
12     void enq(T x) {
13         lock.lock();
14         try {
15             while (队列已满){
16                 // 等待队列不满
17                 notFull.await();
18             }
19             // 省略入队操作...
20             // 入队后，通知可出队
21             notEmpty.signal();
22         }finally {
23             lock.unlock();
24         }
25     }
26     // 出队
27     void deq(){
28         lock.lock();
29         try {
30             while (队列已空){
31                 // 等待队列不空
32                 notEmpty.await();
33             }
34             // 省略出队操作...
35             // 出队后，通知可入队
36             notFull.signal();
37         }finally {
38             lock.unlock();
39         }
40     }
41 }
```


不过，这里你需要注意，Lock 和 Condition 实现的管程，**线程等待和通知需要调用 await()、signal()、signalAll()**，它们的语义和 wait()、notify()、notifyAll() 是相同的。但是不一样的是，Lock&Condition 实现的管程里只能使用前面的 await()、signal()、signalAll()，而后面的 wait()、notify()、notifyAll() 只有在 synchronized 实现的管程里才能使用。如果一不小心在 Lock&Condition 实现的管程里调用了 wait()、notify()、notifyAll()，那程序可就彻底玩儿完了。

Java SDK 并发包里的 Lock 和 Condition 不过就是管程的一种实现而已，管程你已经很熟悉了，那 Lock 和 Condition 的使用自然是小菜一碟。下面我们就来看看在知名项目 Dubbo 中，Lock 和 Condition 是怎么用的。不过在开始介绍源码之前，我还先要介绍两个概念：同步和异步。

## 同步与异步

我们平时写的代码，基本都是同步的。但最近几年，异步编程大火。那同步和异步的区别到底是什么呢？**通俗点来讲就是调用方是否需要等待结果，如果需要等待结果，就是同步；如果不需要等待结果，就是异步。**

比如在下面的代码里，有一个计算圆周率小数点后 100 万位的方法 `pai1M()`，这个方法可能需要执行俩礼拜，如果调用 `pai1M()` 之后，线程一直等着计算结果，等俩礼拜之后结果返回，就可以执行 `printf("hello world")` 了，这个属于同步；如果调用 `pai1M()` 之后，线程不用等待计算结果，立刻就可以执行 `printf("hello world")`，这个就属于异步。

 复制代码

```
1 // 计算圆周率小数点后 100 万位
2 String pai1M() {
3     // 省略代码无数
4 }
5
6 pai1M()
7 printf("hello world")
```

同步，是 Java 代码默认的处理方式。如果你想让你的程序支持异步，可以通过下面两种方式来实现：


1. 调用方创建一个子线程，在子线程中执行方法调用，这种调用我们称为异步调用；
2. 方法实现的时候，创建一个新的线程执行主要逻辑，主线程直接 return，这种方法我们一般称为异步方法。

## Dubbo 源码分析

其实在编程领域，异步的场景还是挺多的，比如 TCP 协议本身就是异步的，我们工作中经常用到的 RPC 调用，**在 TCP 协议层面，发送完 RPC 请求后，线程是不会等待 RPC 的响应结果的**。可能你会觉得奇怪，平时工作中的 RPC 调用大多数都是同步的啊？这是怎么回事呢？

其实很简单，一定是有人帮你做了异步转同步的事情。例如目前知名的 RPC 框架 Dubbo 就给我们做了异步转同步的事情，那它是怎么做到的呢？下面我们就来分析一下 Dubbo 的相关源码。

对于下面一个简单的 RPC 调用，默认情况下 sayHello() 方法，是个同步方法，也就是说，执行 service.sayHello(“dubbo”)的时候，线程会停下来等结果。

 复制代码


```
1 DemoService service = 初始化部分省略
2 String message =
3     service.sayHello("dubbo");
4 System.out.println(message);
```

如果此时你将调用线程 dump 出来的话，会是下图这个样子，你会发现调用线程阻塞了，线程状态是 TIMED\_WAITING。本来发送请求是异步的，但是调用线程却阻塞了，说明 Dubbo 帮我们做了异步转同步的事情。通过调用栈，你能看到线程是阻塞在 DefaultFuture.get() 方法上，所以可以推断：Dubbo 异步转同步的功能应该是通过 DefaultFuture 这个类实现的。

```
"main" #1 prio=5 os_prio=0 tid=0x000000002c64000 nid=0x1a9c waiting on condition [0x0000000002a7e000]
java.lang.Thread.State: TIMED_WAITING (parking)
    at sun.misc.Unsafe.park(Native Method)
    - parking to wait for <0x0000000077082a258> (a java.util.concurrent.locks.AbstractQueuedSynchronizer$ConditionObject)
    at java.util.concurrent.locks.LockSupport.parkNanos(LockSupport.java:215)
    at java.util.concurrent.locks.AbstractQueuedSynchronizer$ConditionObject.await(AbstractQueuedSynchronizer.java:2163)
    at org.apache.dubbo.remoting.exchange.support.DefaultFuture.get(DefaultFuture.java:177)
    at org.apache.dubbo.remoting.exchange.support.DefaultFuture.get(DefaultFuture.java:164)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.dubbo.DubboInvoker.doInvoke(DubboInvoker.java:108)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.AbstractInvoker.invoke(AbstractInvoker.java:157)
    at org.apache.dubbo.rpc.listener.ListenerInvokerWrapper.invoke(ListenerInvokerWrapper.java:78)
    at org.apache.dubbo.monitor.support.MonitorFilter.invoke(MonitorFilter.java:88)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.ProtocolFilterWrapper$1.invoke(ProtocolFilterWrapper.java:73)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.dubbo.filter.FutureFilter.invoke(FutureFilter.java:49)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.ProtocolFilterWrapper$1.invoke(ProtocolFilterWrapper.java:73)
    at org.apache.dubbo.rpc.filter.ConsumerContextFilter.invoke(ConsumerContextFilter.java:54)
    at org.apache.dubbo.rpc.protocol.ProtocolFilterWrapper$1.invoke(ProtocolFilterWrapper.java:73)
    at org.apache.dubbo.rpc.proxy.InvokerInvocationHandler.invoke(InvokerInvocationHandler.java:57)
    at org.apache.dubbo.common.bytecode.proxy0.sayHello(proxy0.java)
    at org.apache.dubbo.demo.consumer.Application.main(Application.java:41)
```

## 调用栈信息

不过为了理清前后关系，还是有必要分析一下调用 `DefaultFuture.get()` 之前发生了什么。`DubboInvoker` 的 108 行调用了 `DefaultFuture.get()`，这一行很关键，我稍微修改了一下列在了下面。这一行先调用了 `request(inv, timeout)` 方法，这个方法其实就是发送 RPC 请求，之后通过调用 `get()` 方法等待 RPC 返回结果。

 复制代码

```
1 public class DubboInvoker{
2     Result doInvoke(Invocation inv){
3         // 下面这行就是源码中 108 行
4         // 为了便于展示，做了修改
5         return currentClient
6             .request(inv, timeout)
7             .get();
8     }
9 }
```

`DefaultFuture` 这个类是很关键，我把相关的代码精简之后，列到了下面。不过在看代码之前，你还是有必要重复一下我们的需求：当 RPC 返回结果之前，阻塞调用线程，让调用线程等待；当 RPC 返回结果后，唤醒调用线程，让调用线程重新执行。不知道你有没有似曾相识的感觉，这不就是经典的等待 - 通知机制吗？这个时候想必你的脑海里应该能够浮现出管程的解决方案了。有了自己的方案之后，我们再来看看 `Dubbo` 是怎么实现的。



```
1 // 创建锁与条件变量
2 private final Lock lock
3     = new ReentrantLock();
4 private final Condition done
5     = lock.newCondition();
6
7 // 调用方通过该方法等待结果
8 Object get(int timeout){
9     long start = System.nanoTime();
10    lock.lock();
11    try {
12        while (!isDone()) {
13            done.await(timeout);
14            long cur=System.nanoTime();
15            if (isDone() ||
16                cur-start > timeout){
17                break;
18            }
19        }
20    } finally {
21        lock.unlock();
22    }
23    if (!isDone()) {
24        throw new TimeoutException();
25    }
26    return returnFromResponse();
27 }
28 // RPC 结果是否已经返回
29 boolean isDone() {
30     return response != null;
31 }
32 // RPC 结果返回时调用该方法
33 private void doReceived(Response res) {
34     lock.lock();
35     try {
36         response = res;
37         if (done != null) {
38             done.signal();
39         }
40     } finally {
41         lock.unlock();
42     }
43 }
```

调用线程通过调用 `get()` 方法等待 RPC 返回结果，这个方法里面，你看到的都是熟悉的“面孔”：调用 `lock()` 获取锁，在 `finally` 里面调用 `unlock()` 释放锁；获取锁后，通过

经典的在循环中调用 `await()` 方法来实现等待。

当 RPC 结果返回时，会调用 `doReceived()` 方法，这个方法里面，调用 `lock()` 获取锁，在 `finally` 里面调用 `unlock()` 释放锁，获取锁后通过调用 `signal()` 来通知调用线程，结果已经返回，不用继续等待了。

至此，Dubbo 里面的异步转同步的源码就分析完了，有没有觉得还挺简单的？最近这几年，工作中需要异步处理的越来越多了，其中有一个主要原因就是有些 API 本身就是异步 API。例如 `websocket` 也是一个异步的通信协议，如果基于这个协议实现一个简单的 RPC，你也会遇到异步转同步的问题。现在很多公有云的 API 本身也是异步的，例如创建云主机，就是一个异步的 API，调用虽然成功了，但是云主机并没有创建成功，你需要调用另外一个 API 去轮询云主机的状态。如果你需要在项目内部封装创建云主机的 API，你也会面临异步转同步的问题，因为同步的 API 更易用。

## 总结

`Lock&Condition` 是管程的一种实现，所以能否用好 `Lock` 和 `Condition` 要看你对管程模型理解得怎么样。管程的技术前面我们已经专门用了一篇文章做了介绍，你可以结合着来学，理论联系实际，有助于加深理解。

`Lock&Condition` 实现的管程相对于 `synchronized` 实现的管程来说更加灵活、功能也更丰富。

结合我自己的经验，我认为了解原理比了解实现更能让你快速学好并发编程，所以没有介绍太多 Java SDK 并发包里锁和条件变量是如何实现的。但如果你对实现感兴趣，可以参考 [《Java 并发编程的艺术》](#) 一书的第 5 章《Java 中的锁》，里面详细介绍了实现原理，我觉得写得非常好。

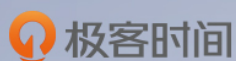
另外，专栏里对 `DefaultFuture` 的代码缩减了很多，如果你感兴趣，也可以去看看完整版。

Dubbo 的源代码在 [Github 上](#)，`DefaultFuture` 的路径是：`incubator-dubbo/dubbo-remoting/dubbo-remoting-api/src/main/java/org/apache/dubbo/remoting/exchange/support/DefaultFuture.java`。

## 课后思考

DefaultFuture 里面唤醒等待的线程，用的是 signal()，而不是 signalAll()，你来分析一下，这样做是否合理呢？

欢迎在留言区与我分享你的想法，也欢迎你在留言区记录你的思考过程。感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。



# Java 并发编程实战

全面系统提升你的并发编程能力

王宝令

资深架构师



新版升级：点击「👉 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 14 | Lock和Condition（上）：隐藏在并发包中的管程

下一篇 16 | Semaphore：如何快速实现一个限流器？

## 精选留言 (33)

写留言



ZOU志伟

2019-04-03

20

不合理，会导致很多请求超时，看了源码是调用signalAll()

展开

作者回复: 写这一章的时候还是signal，后来有人提了个bug，就改成signalAll了





天涯煮酒

2019-04-02

👍 19

合理。

每个rpc请求都会占用一个线程并产生一个新的DefaultFuture实例，它们的lock&condition是不同的，并没有竞争关系

...

展开 ▾



张天屹

2019-04-04

👍 9

我理解异步的本质是利用多线程提升性能，异步一定是基于一个新开的线程，从调用线程来看是异步的，但是从新开的那个线程来看，正是同步（等待）的，只是对于调用方而言这种同步是透明的。正所谓生活哪有什么岁月静好，只是有人替你负重前行。

作者回复: 总结的太有文采了！异步加上非阻塞IO才有威力



10buns

2019-04-04

👍 7

signal唤醒任意一个线程竞争锁，signalAll唤醒同一个条件变量的所有线程竞争锁。但都只有一个线程获得锁执行。区别只是被唤醒线程的数量。

所以用signalall可以避免极端情况线程只能等待超时，看了代码也是替代了signal



约书亚

2019-04-06

👍 3

我有点不理解为什么这么多说合理的同学，Future这种类型不应该经常由于用在闭包中，导致在多线程多上下文中传递嘛？如果我有多个线程都对同一个DefaultFuture实例调用get，而每个被唤醒的线程又不signal其他线程，那不就是只有一个线程最终会被唤醒，其他调用get的线程都是因为超时获取到的结果嘛？

展开 ▾



刘章周

2019-04-02

👍 2

回复: 密码12345同学, 如果是单例对象, response岂不是乱套了, 每一个请求都对应自己的 response。另外singal()是合理的。因为每一个主线程对应一个子线程, 不可能存在一个子线程对应多个请求。

展开 ▾



zhangtnt...

2019-04-02

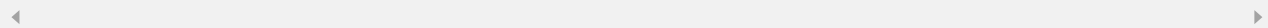
👍 2

合理, 等待条件都是response不空, 等到通知后的动作都是返回response,也是通知一个线程。

老师, 您在文中提到, 子线程和新线程, 代码上怎么区分呢? 我认为在main中新thread,即使立刻返回main,也得在新thread之后。这是子线程还是新线程呢?

展开 ▾

作者回复: 创建新线程和创建子线程没区别, 都是约定俗成的说法而已



Geek\_e6f3e...

2019-05-15

👍 1

老师关于dubbo源码的执行流程有一点疑问。

以下是源码

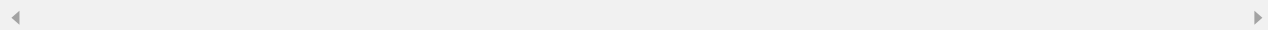
// 调用通过该方法等待结果

```
Object get(int timeout){
```

```
    long start = System.nanoTime();...
```

展开 ▾

作者回复: 会去获取锁, 但是获取锁后, 会执行wait后的代码



牧名

2019-05-04

👍 1

DefaultFuture本质上只是一种future实现, 所以理论上可以有多个线程同时持有同一个future并调用 get方法, 如这时候使用signal()就有可能导致有些线程会请求超时

```
```java
```

```
DefaultFuture future = currentClient.request(inv, timeout);
```

```
for(int i=0; i< 10000; i++) {...
```

展开 ▾



右耳听海

2019-04-28

👍 1

我看每个请求都会新建一个DefaultFuture，这个按道理应该只有一个线程阻塞，为什么需要signal



右耳听海

2019-04-28

👍 1

in the method of  
org.apache.dubbo.remoting.exchange.support.DefaultFuture#doReceived, I think we should call done.signalAll() instead of done.signal(), and it's unnecessary to check done != null because it's always true

作者回复: 留言这两点有同学都提到了。我表示震撼!



W要改个网...

2019-04-03

👍 1

老师，有个疑问  
为什么要判断done!=null呢？这个条件不是永远为true吗。

作者回复: 最新的代码他们已经改过来了 😊



ban

2019-04-03

👍 1

老师，求指教  
DefaultFuturewhile这个类为什么要加 while(!isDone()) 这个条件，我看代码while里面加了done.await(timeout);是支持超时的，就是说设置5秒超时， if (isDone() || cur-start > timeout){，只要超过没有被signal()唤醒，那5秒就会自动唤醒，这时候就会在if (isDone() || cur-start > timeout){ 被校验通过，从而break，退出。这时候在加个while条件是不...

展开 ▾

作者回复: while条件是编程范式, 可以回去看管程原理, 搞工程要多重防护。超时后当然很有可能resp是空的



QQ怪

2019-04-02

👍 1

我觉得很合理, 因为每个请求都会实例化个DefactFeture,所以每个请求一个lock, 明确知道需要唤醒哪个线程应该用assign(), 同样这样做也是为了应对高并发情况下的异步转同步需求吧! 不知道对不对? 😊

展开 ▾



liurh

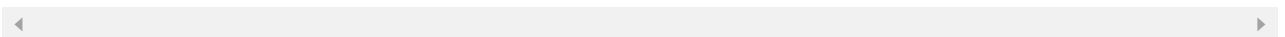
2019-04-02

👍 1

老师, jdk已经实现了Future去把异步转换为同步, 我们直接使用get()方法就会让线程阻塞的获取线程执行结果, 为什么dubbo还要自己实现MESA模型, 不太理解。业务中不知道什么时候该用这个模型

展开 ▾

作者回复: 这个懂netty就知道了, 一般工具类搞不定了就用它



木刻

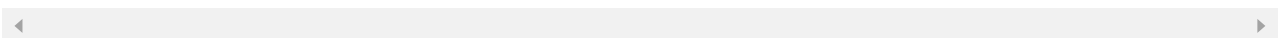
2019-04-02

👍 1

老师今天提到异步转同步, 让我想到这两天看的zookeeper客户端源码, 感觉应该也是这个机制, 客户端同步模式下发送请求后会执行packet.wait, 收到服务端响应后执行packet.notifyAll

展开 ▾

作者回复: 👍



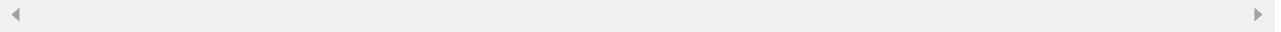
Bingle

2019-04-02

👍 1

这是一对一的关系，肯定只需要 signal。每个线程都是相互独立的，lock 和 condition 也是各自独享的。

作者回复: 一对一的关系用signalall也不是不可以



**密码123456**

2019-04-02

👍 1

不一定。如果这个类是单例，那就不合理。如果是一个实例对应一个请求，那就合理。

不瘦二十斤  
不换头像

**谢特**

2019-05-07

👍

demo那个类，加timeout有用吗，和不加有区别，怎么不都是一直死循环吗

展开 ▾



**ycfHH**

2019-05-06

👍

作为一个完全不懂dubbo的新人，我很好奇是什么bug能让signal改成signalAll,因为不管怎么看都感觉signal就已经可以了啊(虽然使用signalall也不错)

作者回复: 优化而已

