不为人知的网络编程(三)：关闭TCP连接时为什么会TIME_WAIT、CLOSE_WAIT-网络编程/专项技术区 - 即时通讯开发者社区!

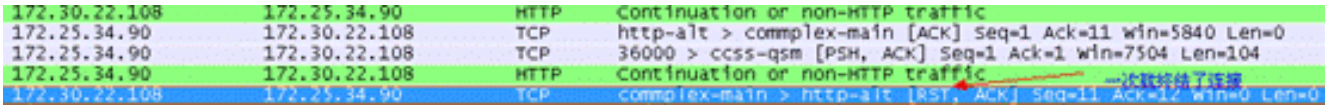
本文原作者：胡文斌，由即时通讯网重新整理发布，感谢原作者的无私分享。

1、前言

最近一段时间一直在学习阅读mina和nio的源码，也发现了一些问题无法解决，然后重读了一下tcp协议，收获颇多。（这就是带着问题去读书的好处）

这次就和大家分享一下我们的netframework服务总会抛出一个“connet reset by peer”的原因吧。通过抓包工具分析，主动关闭方直接发送了一个RST flags，而非FIN，就终止连接了。

如下图所示：



2、系列文章

本文是系列文章中的第3篇，本系列文章的大纲如下：

- 《不为人知的网络编程(一)：浅析TCP协议中的疑难杂症(上篇)》
- 《不为人知的网络编程(二)：浅析TCP协议中的疑难杂症(下篇)》
- 《不为人知的网络编程(三)：关闭TCP连接时为什么会TIME_WAIT、CLOSE_WAIT》（本文）
- 《不为人知的网络编程(四)：深入研究分析TCP的异常关闭》
- 《不为人知的网络编程(五)：UDP的连接性和负载均衡》
- 《不为人知的网络编程(六)：深入地理解UDP协议并用好它》
- 《不为人知的网络编程(七)：如何让不可靠的UDP变的可靠？》
- 《不为人知的网络编程(八)：从数据传输层深度解密HTTP》
- 《不为人知的网络编程(九)：理论联系实际，全方位深入理解DNS》

如果您觉得本系列文章过于专业，您可先阅读《网络编程懒人入门》系列文章，该系列目录如下：

- 《网络编程懒人入门(一)：快速理解网络通信协议（上篇）》
- 《网络编程懒人入门(二)：快速理解网络通信协议（下篇）》
- 《网络编程懒人入门(三)：快速理解TCP协议一篇就够》
- 《网络编程懒人入门(四)：快速理解TCP和UDP的差异》
- 《网络编程懒人入门(五)：快速理解为什么说UDP有时比TCP更有优势》

本站的《脑残式网络编程入门》也适合入门学习，本系列大纲如下：

- 《脑残式网络编程入门(一)：跟着动画来学TCP三次握手和四次挥手》
- 《脑残式网络编程入门(二)：我们在读写Socket时，究竟在读写什么？》
- 《脑残式网络编程入门(三)：HTTP协议必知必会的一些知识》
- 《脑残式网络编程入门(四)：快速理解HTTP/2的服务器推送(Server Push)》

关于移动端网络特性及优化手段的总结性文章请见：

- 《现代移动端网络短连接的优化手段总结：请求速度、弱网适应、安全保障》
- 《移动端IM开发者必读(一)：通俗易懂，理解移动网络的“弱”和“慢”》
- 《移动端IM开发者必读(二)：史上最全移动弱网络优化方法总结》

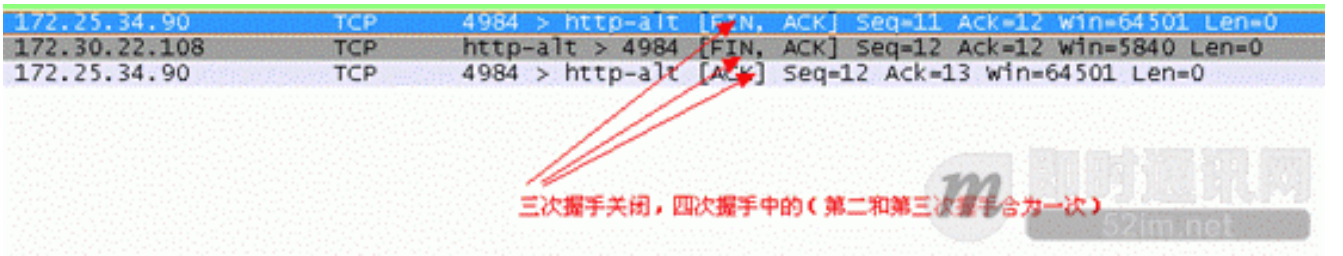
3、参考资料

《TCP/IP详解 - 第11章·UDP：用户数据报协议》
《TCP/IP详解 - 第17章·TCP：传输控制协议》
《TCP/IP详解 - 第18章·TCP连接的建立与终止》
《TCP/IP详解 - 第21章·TCP的超时与重传》
《通俗易懂-深入理解TCP协议（上）：理论基础》
《通俗易懂-深入理解TCP协议（下）：RTT、滑动窗口、拥塞处理》
《理论经典：TCP协议的3次握手与4次挥手过程详解》
《理论联系实际：Wireshark抓包分析TCP 3次握手、4次挥手过程》

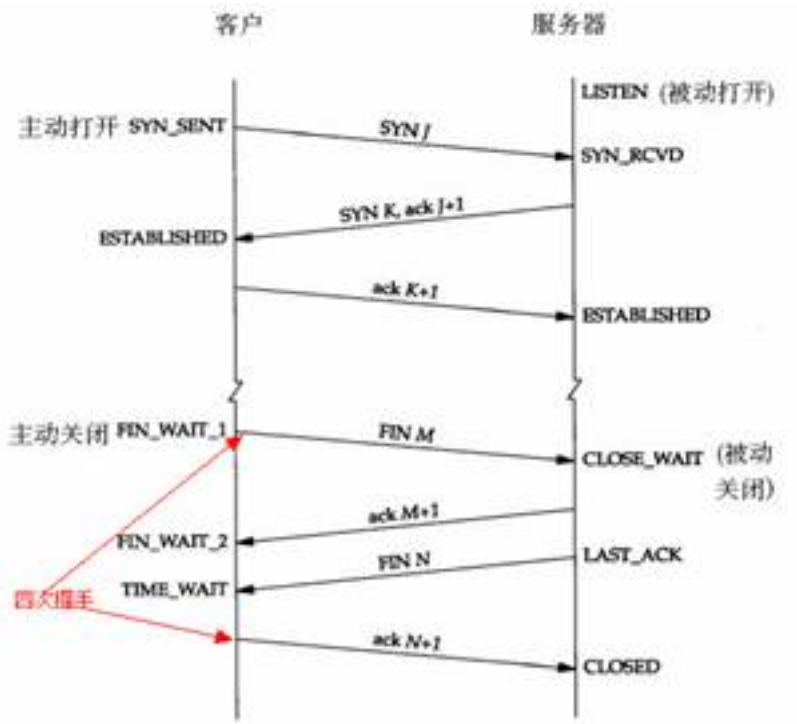
4、为什么调用sokcet的close时只通过一次握手就终结连接了？

要分析这个原因那就得从关闭连接程的四次握手，有时也会是三次握手，说起。

如下图所示：



大家都知道tcp正常的关闭连接要经过四次握手，如下所示：

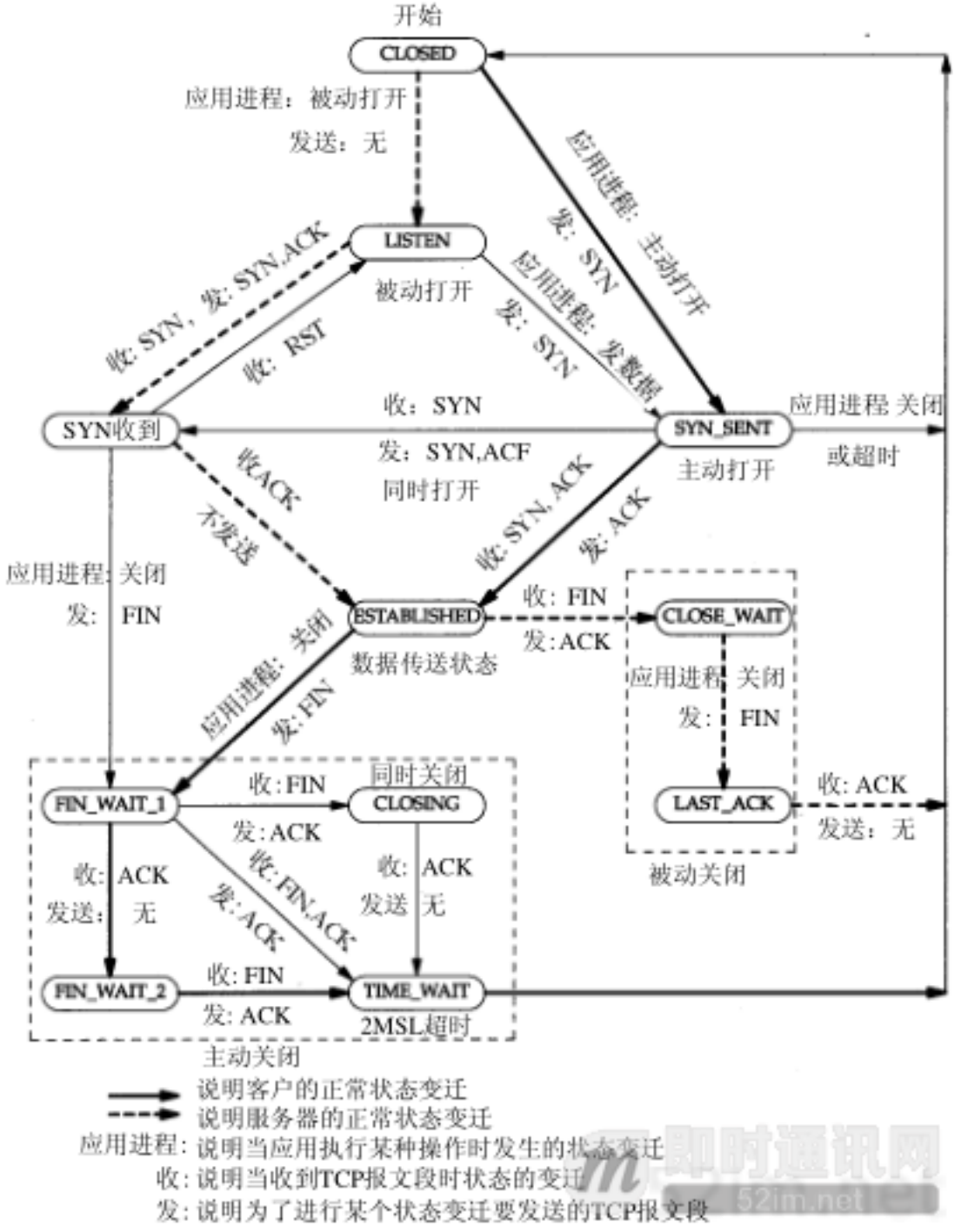


（详见《TCP/IP详解 卷1：协议 - 18.6 TCP的状态变迁图》）

在这四次握手状态中，有一个特别要注意的状态

TIME_WAIT。这个状态是主动关闭方在收到被关闭方的FIN后会处于并长期（2个MSL时间，根据具体的实现不同，这个值会不同，在RFC 1122建议MSL=2分钟，但在Berkeley的实现上使用的值为30s,具体可以看www.rfc.net,要是没有耐心去看英文的可以看这个网站www.cnpaf.net里面有协议说明以及相应的源码，java源码中我没有发现这个值，我只能追踪到PlainSocketImpl.java这个类，再往下就是本地接口调用了，因此它是依赖本地操作系统的实现）处于的一个状态。也就是大约1-4分钟，然后由操作系统自动回收并将TCP连接设为CLOSED初始状态。

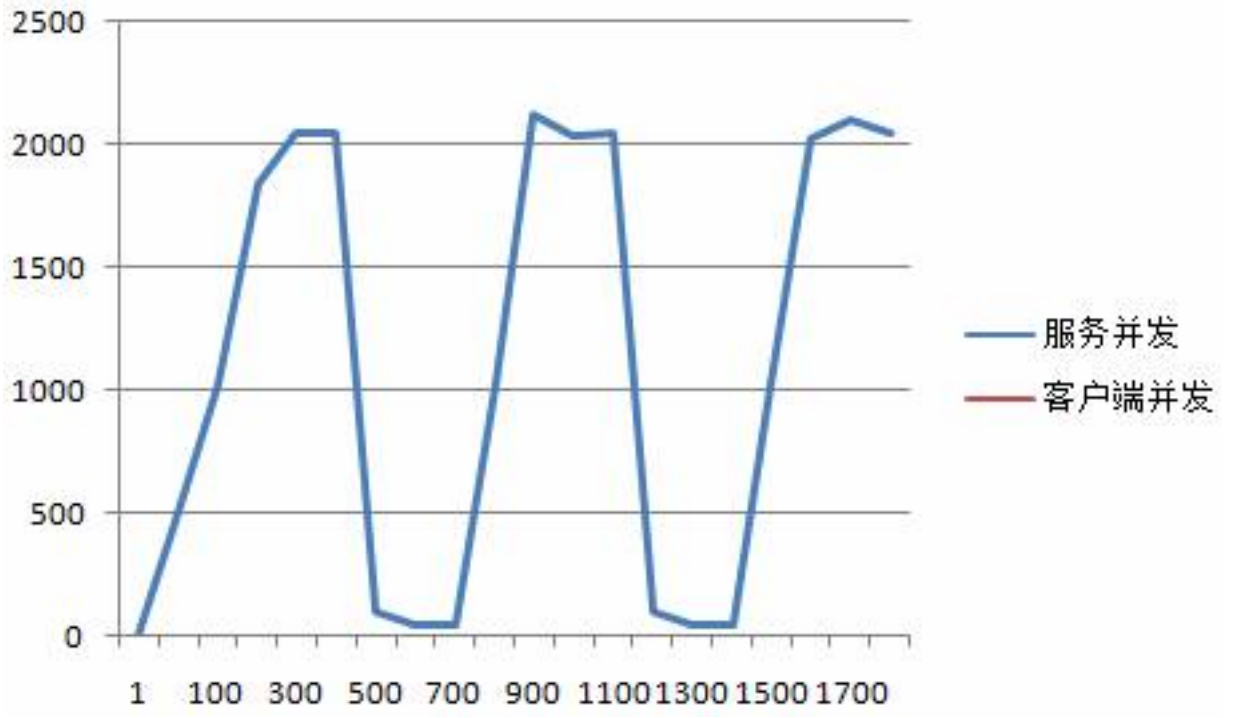
如下图所示：



（详见《TCP/IP详解 卷1：协议 - 18.6 TCP的状态变迁图》）

然而在socket的处于TIME_WAIT状态之后到它结束之前，该socket所占用的本地端口号将一直无法释放，因此服务在高并发高负载下运行一段时间后，就常常会出现做为客户端的程序无法向服务端建立新的socket连接的情况，过了1~4分钟之后，客户又可以连接上了，没多久又连接不上，再等1~4分钟之后又可以连接上。

上一个星期我们在做一个服务切换时遇到了这种情况：



这是因为服务方socket资源已经耗尽。netstat命令查看系统将会发现机器上存在大量处于TIME_WAIT状态的socket连接,我这边曾经出现达到了2w多个，并且占用大量的本地端口号。而此时机器上的可用本地端口号被占完，旧的大量处于TIME_WAIT状态的socket尚未被系统回收时，就会出现无法向服务端创建新的socket连接的情况。只能过2分钟之后等系统回收这些socket和端口资源之后才能服务，就这样往复下去。

5、TCP为什么要让这种TIME_WAIT状态存活这么久呢?

其原因有两个（参考stevens的unix网络编程卷1 第38页）：

- 可靠地实现TCP全双工连接的终止。（确保最后的ACK能让被关闭方接收）；
- 允许老的重复分节在网络中消逝。（TCP中是可靠的服务，当数据包丢失会重传，当有数据包迷路的情况下，如果不等待2MSL时，当客户端以同样地方式重新和服务建立连接后，上一次迷路的数据包这时可能会到达服务，这时会造成旧包被重新读取）。

unix网络编程卷1 第38页摘录如下：

毫无疑问，TCP中有关网络编程最不容易理解的是它的TIME_WAIT状态。在图2-4中我们看到执行主动关闭的那端经历了这个状态。该端点停留在这个状态的持续时间是最长分节生命期（maximum segment lifetime，MSL）的两倍，有时候称之为2MSL。

任何TCP实现都必须为MSL选择一个值。RFC 1122［Braden 1989］的建议值是2分钟，不过源自Berkeley的实现传统上改用30秒这个值。这意味着TIME_WAIT状态的持续时间在1分钟到4分钟之间。MSL是任何IP数据报能够在因特网中存活的最长时间。我们知道这个时间是有限的，因为每个数据报含有一个称为跳限（hop limit）的8位字段（见图A-1中IPv4的TTL字段和图A-2中IPv6的跳限字段），它的最大值为255。尽管这是一个跳数限制而不是真正的时间限制，我们仍然假设：具有最大跳限（255）的分组在网络中存在的时间不可能超过MSL秒。

分组在网络中“迷途”通常是路由异常的结果。某个路由器崩溃或某两个路由器之间的某个链路断开时，路由协议需花数秒钟到数分钟的时间才能稳定并找出另一条通路。在这段时间内有可能发生路由循环（路由器A把分组发送给路由器B，而B再把它们发送回A），我们关心的分组可能就此陷入这样的循环。假设迷途的分组是一个TCP分节，在它迷途期间，发送端TCP超时并重传该分组，而重传的分组却通过某条候选路径到达最终目的地。然而不久后（自迷途的分组开始其旅程起最多MSL秒以内）路由循环修复，早先迷失在这个循环中的分组最终也被送到目的地。这个原来的分组称为迷途的重复分组（lost duplicate）或漫游的重复分组（wandering duplicate）。TCP必须正确处理这些重复的分组。

TIME_WAIT状态有两个存在的理由：

(1) 可靠地实现TCP全双工连接的终止；

(2) 允许老的重复分节在网络中消逝。

第一个理由可以通过查看图2-5并假设最终的ACK丢失了来解释。服务器将重新发送它的最终那个FIN，因此客户必须维护状态信息，以允许它重新发送最终那个ACK。要是客户不维护状态信息，它将响应以一个RST（另外一种类型的TCP分节），该分节将被服务器解释成一个错误。如果TCP打算执行所有必要的工作以彻底终止某个连接上两个方向的数据流（即全双工关闭），那么它必须正确处理连接终止序列4个分节中任何一个分节丢失的情况。本例子也说明了为什么执行主动关闭的那一端是处于TIME_WAIT状态的那一端：因为可能不得不重传最终那个ACK的就是那一端。

为理解存在TIME_WAIT状态的第二个理由，我们假设在12.106.32.254的1500端口和206.168.112.219的21端口之间有一个TCP连接。我们关闭这个连接，过一段时间后在相同的IP地址和端口之间建立另一个连接。后一个连接称为前一个连接的化身（incarnation），因为它们的IP地址和端口号都相同。TCP必须防止来自某个连接的老的重复分组在该连接已终止后再现，从而被误解成属于同一连接的某个新的化身。为做到这一点，TCP将不给处于TIME_WAIT状态的连接发起新的化身。既然TIME_WAIT状态的持续时间是MSL的2倍，这就足以让某个方向上的分组最多存活MSL秒即被丢弃，另一个方向上的应答最多存活MSL秒也被丢弃。通过实施这个规则，我们就能保证每成功建立一个TCP连接时，来自该连接先前化身的老的重复分组都已在网络中消逝了。

这个规则存在一个例外：如果到达的SYN的序列号大于前一化身的结束序列号，源自Berkeley的实现将给当前处于TIME_WAIT状态的连接启动新的化身。TCPv2第958～959页对这种情况有详细的叙述。它要求服务器执行主动关闭，因为接收下一个SYN的那一端必须处于TIME_WAIT状态。rsh命令具备这种能力。RFC 1185［Jacobso
讲述了有关这种情形的一些陷阱。

6、实践中总结的解决方法

- 1）**推荐方法，只能治标不治本：**
  重用本地端口设置SO_REUSEADDR和SO_REUSEPORT (stevens的unix网络编程卷1 第179~182页)有详情的讲解，这样就可以允许同一端口上启动同一服务器的多个实例。怎样理解呢？说白了就是即使socket断了，重新调用前面的socket函数不会再去占用新的一个，而是始终就是一个端口，这样防止socket始终连接不上，会不断地换新端口。Java中通过调用Socket的setReuseAddress,详细可以查看java.net.Socket源码。【这个地方会有风险，具体可以看(stevens的unix网络编程卷1 第181页)】
- 2）**修改内核TIME_WAIT等待的值：**
  如果客户端和服务器都在同个路由器下，这个是非常推荐的。（链路好，重传机率低）
- 3）**不推崇，但目前我们是这样做的：**
  这个是造成（“connet reset by peer”）的元凶）设置SO_LINGER的值，java中是调用socket的 setSoLinger目前我们是设置为0的。设置为这个值的意思是当主动关闭方设置了setSoLinger（true,0）时，并调用close后，立该发送一个RST标志给对端，该TCP连接将立刻夭折，无论是否有排队数据未发送或未被确认。这种关闭方式称为“强行关闭”，而后套接字的虚电路立即被复位，尚未发出的所有数据都会丢失。而被动关闭方却不知道对端已经彻底断开。当被动关闭方正阻塞在recv()调用上时，接受到RST时，会立刻得到一个“connet reset by peer”的异常（即对端已经关闭），c中是返回一个EPEERRST错。

关于解决方法3的补充说明：

为什么不推崇这种方法（在 stevens的unix网络编程卷1 第173页 有详细的讲解）：因为TIME_WAIT状态是我们的朋友，它是有助有我们的（也就是说，它会让旧的重复分节在网络中超时消失（当我们的链路越长，ISP复杂的情况下（从网通到教育网的ping包用了9000ms），重复的分节的比例是非常高的。））。而且我们主动关闭连接方大都是由客户端发起的（除了HTTP服务和异常），而且客户方一般都不会有持续的大并发请求。 因此对资源没有这么苛刻要求。

（原文链接：点此进入）

7、更多资料

《TCP/IP详解 - 第11章·UDP：用户数据报协议》
《TCP/IP详解 - 第17章·TCP：传输控制协议》
《TCP/IP详解 - 第18章·TCP连接的建立与终止》
《TCP/IP详解 - 第21章·TCP的超时与重传》
《技术往事：改变世界的TCP/IP协议（珍贵多图、手机慎点）》
《通俗易懂-深入理解TCP协议（上）：理论基础》
《通俗易懂-深入理解TCP协议（下）：RTT、滑动窗口、拥塞处理》
《理论经典：TCP协议的3次握手与4次挥手过程详解》
《理论联系实际：Wireshark抓包分析TCP 3次握手、4次挥手过程》
《计算机网络通讯协议关系图（中文珍藏版）》

《UDP中一个包的大小最大能多大？》
《Java新一代网络编程模型AIO原理及Linux系统AIO介绍》
《NIO框架入门(一)：服务端基于Netty4的UDP双向通信Demo演示》
《NIO框架入门(二)：服务端基于MINA2的UDP双向通信Demo演示》
《NIO框架入门(三)：iOS与MINA2、Netty4的跨平台UDP双向通信实战》
《NIO框架入门(四)：Android与MINA2、Netty4的跨平台UDP双向通信实战》
《P2P技术详解(一)：NAT详解——详细原理、P2P简介》
《P2P技术详解(二)：P2P中的NAT穿越(打洞)方案详解》
《P2P技术详解(三)：P2P技术之STUN、TURN、ICE详解》
《高性能网络编程(一)：单台服务器并发TCP连接数到底可以有多少》
《高性能网络编程(二)：上一个10年，著名的C10K并发连接问题》
《高性能网络编程(三)：下一个10年，是时候考虑C10M并发问题了》
《高性能网络编程(四)：从C10K到C10M高性能网络应用的理论探索》
《不为人知的网络编程(一)：浅析TCP协议中的疑难杂症(上篇)》
《不为人知的网络编程(二)：浅析TCP协议中的疑难杂症(下篇)》
>> 更多同类文章 ……