

UDP 协议与 TCP 协议的对比分析与可靠性改进

赵 飞, 叶 震

(合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009)

摘 要: 鉴于互联网快速发展, 计算机网络正逐渐应用到通信网络, 以太网在移动通信网络建设中起到越来越重要的作用。目前, 实现可靠数据传递的方法主要采用传输控制 TCP 协议或者 SCTP 简单流传输协议。传输层的 TCP 协议和 UDP 协议各有特点和优势, 在与以太网的结合过程中, 通过详细的对比分析, UDP 更加符合以太网的传输环境, 不过由于 UDP 是非可靠通信协议, 直接将其使用在对可靠性要求非常严格的电信领域还需要对其进行改造。结合 TCP 和 UDP 的优点, 提出了 RUDP 协议, 并做了简单介绍。

关键词: TCP; UDP; RUDP; Ethernet

中图分类号: TN915.04

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)09-0219-03

Contrast Analysis of UDP and TCP and Improvement of UDP in Reliability

ZHAO Fei, YE Zhen

(School of Computer & Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: With the quick development of Internet, the computer network is gradually applying to the communication network, while the Ethernet is becoming more and more important in the construction of mobile communication network. By far, TCP and SCTP are still the main methods of reliable data transmission. As transmission layer protocols of ISO, TCP and UDP have different performance and advantages. In contrast with TCP, UDP adapts to the Ethernet better. But UDP is not a reliable transmission protocol, so it is necessary to amend in order to apply to the communication network which is very rigid in reliability. Combining with TCP and UDP, RUDP (reliable UDP) is brought forward and is introduced simply.

Key words: TCP; UDP; RUDP; Ethernet

0 引 言

以太网的技术和应用越来越成熟, 使得世界 85% 的网络采用了以太网技术。文中论述的前提是网络通信采用以太网, 且不存在内部路由。以太网支持多点接入, 同一个网络上的通信各方共享介质和带宽, 适合承载突发的数据传输。物理上的这些特点使得以太网能够在链路层支持广播、组播和单播, 在独立的分布式系统中, 以太网的地位类似于一个紧耦合多处理器系统中的系统总线。

1 TCP 协议通信特点

TCP 是一种面向广域网的通信协议, 目的是在跨越多个网络通信时, 为两个通信端点之间提供一条具有下列特点的通信方式^[1]:

- * 基于流的方式;
- * 面向连接;

* 可靠通信方式;

* 在网络状况不佳的时候尽量降低系统由于重传带来的带宽开销;

* 通信连接维护是面向通信的两个端点的, 而不考虑中间网段和节点。

为满足 TCP 协议的这些特点, TCP 协议做了如下的规定:

① 数据分片: 在发送端对用户数据进行分片, 在接收端进行重组, 由 TCP 确定分片的大小并控制分片和重组;

② 到达确认: 接收端接收到分片数据时, 根据分片数据序号向发送端发送一个确认;

③ 超时重发: 发送方在发送分片时启动超时定时器, 如果在定时器超时之后没有收到相应的确认, 重发分片;

④ 滑动窗口: TCP 连接每一方的接收缓冲空间大小都固定, 接收端只允许另一端发送接收端缓冲区所能接纳的数据, TCP 在滑动窗口的基础上提供流量控制, 防止较快主机致使较慢主机的缓冲区溢出;

⑤ 失序处理: 作为 IP 数据报来传输的 TCP 分片到达时可能会失序, TCP 将对收到的数据进行重新排序, 将收到的数据以正确的顺序交给应用层;

收稿日期: 2005-12-06

作者简介: 赵 飞(1979-), 男, 安徽固镇人, 硕士研究生, 研究方向为计算机网络与信息安全; 叶 震, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为计算机网络与信息安全。

⑥ 重复处理:作为 IP 数据报来传输的 TCP 分片会发生重复, TCP 的接收端必须丢弃重复的数据;

⑦ 数据校验:TCP 将保持它首部和数据的检验和,这是一个端到端的检验和,目的是检测数据在传输过程中的任何变化。如果收到分片的检验和有差错, TCP 将丢弃这个分片,并不确认收到此报文段导致对端超时并重发。

2 UDP 协议通信特点

用户数据报协议(UDP)是 ISO 参考模型中一种无连接的传输层协议,提供面向操作的简单非可靠信息传送服务。UDP 协议直接工作于 IP 协议的上层,和 TCP 协议提供的服务相比具有以下特点^[2]:

- * 是一种报文投递方式,没有流的概念;
- * 不存在连接;
- * 不提供可靠通信保证;
- * UDP 头部包含很少的字节,比 TCP 头部消耗少,传输效率高。

在具体实现上,UDP 协议存在以下和 TCP 协议不同的地方:

① 不进行数据分片,保持用户数据完整投递,用户可以直接将从 UDP 接收到的数据解释为应用程序认定的格式和意义;

② 没有对 UDP 承载的整个用户数据的到达进行确认,这由用户来完成,相对于 TCP 协议这是一个缺点;

③ 没有连接的概念,不提供流量控制,也不存在对连接进行建立和维护;

④ 进行数据校验,和 TCP 一样将保持它首部和数据的检验和,这是一个端到端的检验和,当校验和出现差错的时候,抛弃数据,没有任何动作。

3 效率分析

3.1 TCP 和局域以太网结合的效率分析

TCP 使用在局域以太网上,和非点对点且非流的通信方式相比,会有以下值得考虑的问题^[1]:

① 由于数据分片和连接管理,不能充分利用局域网的可靠性,系统开销比较大,通信带宽有效利用率要低于无连接的通信方式;

② TCP 基于流的机制,对通信数据最终解释和组装要靠用户来完成,内部通信基于消息机制,每次收发的数据报文具有独立意义,采用 TCP,用户最终数据的解释将带来额外系统开销;

③ 以太网是一个共享介质的通信媒体,硬件上支持广播和组播,在局域以太网上采用 TCP,人为地将共享通道复用成点对点的通信方式,不利于组播和广播的实现;

④ 上层业务是基于消息机制的,突发传输,通信的时间间隔比较大,连续的多个消息一般不会是同发送给一个对象的,不需要随时维护一条连接,在单个以太网上 TCP 的基于流点对点连接方式不能充分利用以太网对突

发传输的支持,并且如果上层参与连接的管理,将会带来额外的带宽和处理器处理能力的开销,对于上层来说使用面向连接的流方式不太合适;

⑤ TCP 的流量控制是针对点对点通信双方的处理能力,没有考虑网络的承载能力,而且在广域网上也没有办法获得连接所要跨越各个网络的承载能力,而局域网的情况是不同的,可以容易地获得承载能力比较准确的数值;

⑥ TCP 协议分片和基于分片的确认方式,要占用一些通信带宽,降低了以太网上的有效载荷,因为独立分片对于用户来说是没有意义的,所以基于分片的确认方式对用户来说也是没有意义的,只是可靠传输的维持手段,对用户来说,基于整个用户数据的确认方式更为有效。TCP 的特点适合于在跨网段的情况下,适合于采取客户/服务器模式,实现网络文件系统和 FTP 等持续稳定并且需要始终维持在线状态的大数据量的传输,对请求与服务的业务模型支持比较好。而一个组成单元地位平等的分布式系统,系统内部没有明显的通信客户与服务模式的特点和需要维持数据流的必要,在单网段的局域以太网通信中显得过于拘谨,降低了系统的利用率,并且不能很好地体现以太网的特点。

3.2 UDP 和局域以太网结合的效率分析

UDP 的特点决定了其不能提供和 TCP 类似的功能。但它存在其他优势^[2]:

① 由于不存在数据分片和连接管理,系统开销比较小,通信带宽有效利用率要高于基于连接的通信方式;

② 用户无需从其中接收的通信数据进行组装和判断,内部通信基于消息机制,每次收发的数据报文具有独立意义,采用 UDP,相对 TCP 可以降低用户最终数据的解释将带来额外系统开销;

③ 在局域以太网上采用 UDP,可以充分利用硬件上支持广播和组播的特点;

④ 适合于上层业务是基于消息机制的突发传输特点,更适合通信的时间间隔比较大,连续的多个消息一般不是发送给同一个对象的通信特点;

⑤ 方便用户针对整个用户数据进行确认的实现,使得确认方式更为有效。

通过上述比较,可以看出在局域以太网上采用 UDP 进行内部通信比较合适。作为一种广域网的传输协议,对于位于传输层下层的链路层, TCP 考虑了许多不可知因素,在广域网上的许多因素是难以获得的,如报文经过的网段数、中间网段类型、中间和对端节点的处理能力、缓冲区大小等等,而在局域网上,这些参数和属性都可以确定,情况比广域网上明朗得多。采用 TCP 通信不能适应特定物理属性的局域网,也不能发挥特定类型局域网的长处;一个良好设计的可靠 UDP 通信比 TCP 更能衔接上层基于消息的内部通信方式和底层的局域以太网。对于 UDP 不具备的那些 TCP 的特点,比如要在 UDP 上提供可靠通信,必须在上层实现上考虑一些类似 TCP 提供的特点。

为此,提出了 RUDP(Reliable UDP)协议来满足可靠通信的要求^[3]。

4 RUDP 协议简介

从计算机网络层次体系的角度来看, RUDP 的层次结构如图 1 所示。可见, RUDP 就是在原协议的传输层的 TCP/IP 协议和应用层之间加入了一层为保证可靠数据传送而形成 RUDP 的一个五层体系结构^[3]。这样就可以利用 TCP/IP 的 UDP 协议实现一种基于消息的面向连接的可靠数据传递机制^[4]。



图 1 RUDP 层次体系结构

RUDP 协议实现的基本原理:

作为可靠的面向连接的数据传递机制,双方在通信之前必须要建立连接, RUDP 采用了和 TCP 类似的 3 次握手协议^[5]。在连接建立过程中,考虑双方同时发起建链的情况,按照请求的选择原则对双方的 IP 地址进行比较,拒绝 IP 地址小的一方发起的连接请求。

RUDP 通过滑动窗口协议来实现收发同步和流量控制。在接收任务收到消息之后,接收方窗口缩小,当调度任务将消息处理完之后,将窗口扩大。如果调度任务扩大窗口时,发现窗口从 0 扩大到 X 则向通信任务发送一条消息,通知窗口变化,经过协议处理任务处理之后向对端发送窗口扩大通知。调度任务处理完一条消息,使得接收窗口扩大到 1,如果立即向通信任务发送窗口扩大消息,导致内部和外部消息流量都增加,所以此处 X 的值一般要大于 1。为每个连接维护两个定时器,一个是发送定

器,一个是接收定时器。两个定时器被连接的各个状态进行复用,在不同状态有不同的含义。

① 保活定时器,在发送状态迁移并执行链路保活时设置;

② 窗口探测定时器,在发送状态迁移并执行窗口探测时设置;

③ 重传定时器,在发送状态迁移并执行重传的时候设置;

④ 接收定时器只作为链路检测,定时检测对端是否有消息或者保活消息过来。

RUDP 协议充分吸收了 TCP 协议设计上的优点,在 UDP 协议的基础上提供了面向连接的可靠通信机制,使其更加符合以太网的特点,可以充分利用以太网的优势来服务电信网络。

5 总结

通过对 TCP,UDP 协议的详细对比分析,论证了在以太网网络中 UDP 协议的优势,同时针对 UDP 在可靠性方面的不足进行了改进,简单介绍了 RUDP 协议的原理。通过分析可以看出采用 RUDP 的效率在以太网网络中要优于 TCP 协议,因此可以作为电信设备模块之间的通信协议。

参考文献:

- [1] Postel J. Transmission Control Protocol[S]. RFC 793, DARPA. 1981.
- [2] Postel J. User Datagram Protocol[S]. RFC768. 1980.
- [3] Velten D. Reliable Data Protocol[S]. RFC908. 1984.
- [4] Comer D E. 用 TCP/IP 进行网络互联(卷 2)[M]. 张娟,王海,译.北京:电子工业出版社,1998.
- [5] Wright G R, Stevens W R. TCP/IP 详解卷 2:实现[M]. 陆雪莹,蒋慧,等译.北京:机械工业出版社,1999.

(上接第 218 页)

(2) 软时间到硬时间的间隔大于最大的 $T_{t-x} 2$, 即 $T_y - T_r > T_s$ 。

T_t 和 T_s 是不可控制的,但是 T_r 和 T_y 是我们设置的。在实验中设置 T_r 和 T_y 满足上述条件的时候,没有发生丢包现象。由实验证明了结论。

4 结束语

在信息技术飞速发展的今天,人们对网络通信的要求主要分有效传输速度和通信安全两个方面,通常来说,传输速度和安全是存在冲突的,二者都需要耗费大量的计算资源。传统的单一计算机系统资源无法继续发掘的时候,分布式操作系统必将是拓展计算资源的唯一出路。文中设计了一种分布式 VPN 网关,它利用了分布式操作系统的资源可扩展性强的优势,提高了网络通信中速度和安全两方面性能。所以这是一个实施高速 VPN 网关的可行方

案。

参考文献:

- [1] 胡金柱,王锐,张昭理.一种分布式信息系统的构建模型及其应用研究[J]. 计算机科学,2003,30(10):96-98.
- [2] Davis C R. IPSec VPN 的安全实施[M]. 周永斌,冯登国,徐霞,等译.北京:清华大学出版社,2002.
- [3] Steiner M, Tsudik G, Waidner M. Key Agreement in Dynamic Peer Groups[J]. IEEE Trans Parallel and Distrib Sys, 2000, 11:69-80.
- [4] Dondeti L, Mukherjee S, Samal A. Disec: A distributed framework for scalable secure many-to-many communication [A]. Fifth IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC 2000)[C]. New York, USA: IEEE Computer Society Press, 2000. 693-705.
- [5] 徐雷鸣,庞博,赵耀. NS 与网络模拟[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.