

一种 SCTP 变种:以接收方为控制中心的流控制传输协议*

郭 伟, 程时端

(北京邮电大学 交换技术与通信网国家重点实验室, 北京 100876)

摘 要: 应用把传输控制从发送方转移到接收方的思想, 提出了一种新的 SCTP 变种: 以接收方为控制中心的 SCTP(RC-SCTP)。RC-SCTP 具有 SCTP 支持多穴主机和消息无序递交的优点, 支持多穴主机可以支持移动终端部署多个异质网络接口, 支持消息无序递交可以有效地利用移动终端上有限的缓冲资源, 采用了层间结合的方式来控制传输, 而利用最后一段无线链路的底层误码指示消息可以有效地区分丢包类型, 因此特别适用于无线移动终端的通信。

关键词: 传输协议; 接收方控制; SCTP; 无线; 移动

中图分类号: TN915.04 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2005)01-0229-03

A SCTP Variation: Reception Control Stream Control Transmission Protocol

GUO Wei, CHENG Shi-duan

(National Laboratory of Switching Technology & Telecommunication Networks, Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: A new SCTP variation, Reception Control Stream Control Transmission Protocol (RC-SCTP), is proposed by applying the idea of transferring transmission control from a sender to a receiver. RC-SCTP has the merits of supporting multi-homed hosts and delivering messages without order. The multihoming feature supports heterogeneous network interface, and message delivery without order can efficiently use the limited receiver buffer of a mobile host. Transmission is controlled by the inter-layer function combination, by differentiating the loss cause from the indication of the last wireless hop. RC-SCTP is very suitable for mobile wireless host communications.

Key words: Transport Protocol; Reception Control; SCTP; Wireless; Mobile

流控制传输协议 SCTP^[2] 是 IETF Sigtran 工作组在 2000 年提出的一种传输协议标准, 它主要是针对 TCP 的缺点而设计的, 例如解决 TCP 队头阻塞 (Head Of Line, HOL) 的问题。其主要特点是支持多穴主机以提供网络级容错, 支持多流以提供消息间的无序递交, 改变 TCP 面向字节流的方式为面向消息的方式以方便上层应用。SCTP 仍然是作为一种通用传输协议标准提出的, 并没有专门考虑在移动环境下的应用。在移动终端引入互联网之后, 最后一跳无线链路对通信的影响很大。小带宽、高误码率、信道的时变特性严重影响端到端的传输性能。目前无线移动环境下的 TCP 改进主要是针对解决最后一跳链路给 TCP 连接带来的性能下降而提出的, 而且主要专注于仅仅在传输层解决无线移动环境下带来的问题, 很少考虑层间结合的方式。有的 TCP 改进方案还需要中间节点的支持, 破坏了传输协议端到端的特性。

SCTP 应用到无线移动环境中也必须考虑最后一跳无线链路的影响。由于移动终端直接面对无线接入方式, 因此最了解无线链路的状态。把传输控制功能, 例如拥塞控制、流量控制、

丢包恢复控制的功能转移到移动终端上来, 通过把链路层信息向上层传递, 这种层间配合的方式能使它更好地解决最后一跳无线链路的问题。Hung-Yun Hsieh 等提出的 RCP^[1] 就是以接收方为中心传输协议的代表, 在此基础上, 综合应用 SCTP 支持多穴主机的特点。我们提出以接收方为中心的 SCTP (Receiver Control SCTP: RC-SCTP) 作为一种新型 SCTP 变种, 使 SCTP 性能在移动环境下得到增强。Hung-Yun Hsieh 等人在 RCP 基础上提出 R²CP 以支持异质多接口移动终端。而 SCTP 本身就是支持多穴主机的, 因此在 SCTP 上的接收端控制可以直接提供对多接口的支持。

1 RC-SCTP 协议描述

类似 RCP 相对于 TCP, RC-SCTP 也是把 SCTP 的控制功能从发送端克隆到接收端。在 SCTP 关联建立之后, 接收端向发送端发出请求, 发送端通过发送 DATA 块响应。但是 SCTP 功能复杂, 因此, 发送端也要承担相应的功能, 而不是简单地按要求发送。RC-SCTP 和 SCTP 功能分布如图 1 所示。

SCTP 的主要功能包括数据分片和组装、流管理、路径管理、流量控制和拥塞控制。在 RC-SCTP 中, 控制功能主要由接收端完成, 发送端起配合作用。由接收端完成路径管理、流量控制和拥塞控制。

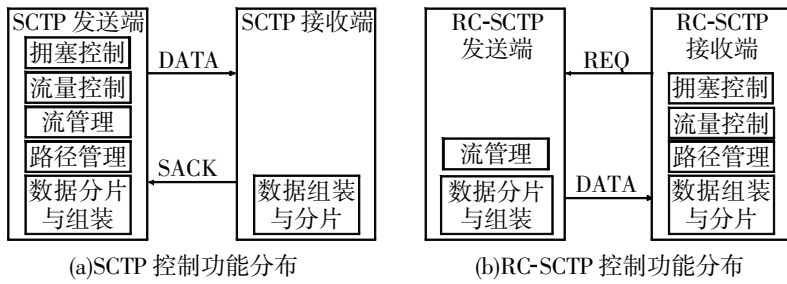


图 1 RC-SCTP 与 SCTP 功能结构对比

(1) 关联建立和释放

RC-SCTP 采取与 SCTP 相同的四次握手建立关联的方式。接收的初始窗口为 2, 在关联建立后发送方直接发送 DATA 到接收方。

(2) 消息分片和组装

在 RC-SCTP 中, 长的消息被分片, 在接收端再组装。多个短消息可以放在一个 RC-SCTP 包里传送, 在接收端拆开。

(3) 流管理

在 RC-SCTP 中, 我们引入了动态流配置机制。也就是说通信双方不仅可以协商流的数目, 而且在通信进行过程中可以增删流。SCTP 有很好的可扩展性, 各种新增功能都可以通过引入新的控制块类型来实现。我们引入两个新的块类型 SCONEF 和 SCONEF ACK 来实现这一扩展功能。

(4) 路径管理

路径管理在接收端进行, 包括选择自己的接收路径并通知对方, 错误倒换。在 RC-SCTP 中, 与 SCTP 相比取消了块类型 SACK。接收方功能相对简化, 整个控制的中心在接收方。同时, 应用了多路径同传技术(CMT), 包括了 Addip^[4] 中的设置对端首选地址的功能。智能集中在接收端, 可以更有利地实现接收方是多穴主机的通信。

(5) 数据请求和发送

我们引入了新的块类型 REQ 来完成数据请求功能。REQ 块格式如图 2 所示, 仍然遵从“类型 - 长度 - 值”的格式。发送的 REQ 中带有明确的发送地址指示, 指示被请求的数据应该在哪个路径上发送。已发送的 REQ 请求字节数被认为是“未响应”(Outstanding) 字节数, 接收到 DATA 后, 可以看作是对已发送 REQ 的确认。

Type=REQ	Chunk Length
Address 1 req	
Address 2 req	
...	
Address n req	

(a)REQ 格式

Address 1
bytes
Retransmit Block a
Retransmit Block b
...

(b)地址请求参数格式

图 2 REQ Chunk 格式

REQ 的请求单位是字节。因为请求反映了某路径上的拥塞控制状况, 所以同一个请求应该在同一个路径上发送。因此, 在一个 REQ 中, 可带有的参数 i 的取值为 $1 \leq i \leq n$, n 为接收方的网络接口数。

因为块的拆分和捆绑是发送端根据 MTU 完成的, 因此 REQ 包括以下参数:

累积确认点。它是一个 TSN 号。在此 TSN 之前的 DATA 都已被正确接收并提交, 发送方可以把累积确认点之前的 Chunk 从发送缓冲队列中删除。

1 个或多个地址请求参数。最多是 n 个, n 为接收方的网络接口数, 具体说明每个地址上的数据请求情况。

对于地址请求参数包括以下内容:

通告窗口 Bytes。它是请求在本路径上发送的字节数。

0 个或多个重传 TSN 块。请求发送方在这条路径上重传的 TSN, 包括定时器超时重传和快速重传的 TSN。发送方对重传类型不区分, 只是简单地从自己的已发送缓冲队列中取出相应的 DATA 再次发送, 发送地址为该地址请求参数的地址。

在 RC-SCTP 中, 我们应用多路径同传(Concurrent Multipath Transmission, CMT) 的方式, 充分利用其支持多穴主机的特点。这样, RC-SCTP 不仅可以支持网络级容错, 还可以提高整个关联的吞吐量。

(6) 拥塞控制和流量控制

RC-SCTP 的拥塞控制是基于每条路径的, 由接收方控制实现与 SCTP 类似的拥塞控制算法。接收到数据包后, 首先检查有无 ELN(Explicit Loss Notification, 显式丢失指示,) 置位, 如果 ELN 置位, 说明是链路丢包, 不调整拥塞窗口; 如果 ELN 未置位, 接收到 DATA 后, 接收方在接收地址的接收缓冲队列中寻找该 DATA 的 TSN, 并执行分离的快速重传算法。

2 RC-SCTP 的无线环境适应性

RC-SCTP 主要是针对无线环境下的应用提出的, 主要针对两个问题: 通信连接中的最后一跳无线链路; 部署了多个异质网络接口的移动终端。

在针对最后一跳无线链路的解决方案中, RC-SCTP 可以提供智能的丢失恢复, 在通过 ELN 判断出丢包是由无线链路误码而非拥塞引起的时候, 不降低拥塞窗口。此外 RC-SCTP 可以提供可扩展的拥塞控制机制。因为发送端只是简单地按请求发送, 所有拥塞控制机制的实现由接收端完成, 所以在多个使用不同拥塞控制机制的终端向同一个发送方请求时, 可以根据各个请求终端的链路特点来应用不同的拥塞控制机制以获得该连接的最好性能。这种可扩展的拥塞控制机制对于发送方作为服务器的情况尤其合适, 可以使服务器为通过不同链路接入的终端提供个性化的服务。RC-SCTP 还特别适合于无线终端电源管理, 在无线终端判断出当前接入的无线链路劣化严重时, 可以选择降低发送请求的数据量, 待链路情况好转时再提高请求数据量, 对非实时业务可以节省终端的电量。

目前部署多个异质网络接口的无线终端数量在互联网上逐渐增多, 在终端移动时需要在异质网络间做垂直切换。RC-SCTP 在软切换过程中可以判断自己身处哪个网络, 从而请求对端发送到自己希望接收到数据的网络接口, 避免了发送端把数据发往默认接口的盲目性, 可以提供较 SCTP 更优的性能。由于部署了多个网络接口的移动终端本身可以作为多穴主机, 拥有多个网络层地址, 因此可以在不同的接口上建立多个连接, 实现多路径同传。有的服务器只对某些网络开放, 而在其他网络设置镜像站点提供服务。为了实现移动终端在这些网络间移动时仍可以访问到服务器, 服务器及其镜像之间提供的针对移动性服务称为服务器迁移。RC-SCTP 在服务器迁移的通信过程中可以自动选择接收数据的网络接口, 从而保持在不同网络中接收服务的连续性。同时, 由于 RC-SCTP 采用了与 SCTP 相同的拥塞控制机制, 唯一的区别是在接收端执行, 因此是一种 TCP 友好的公平传输协议。

3 仿真建模与结果

我们在 ns-2.26^[6] 上建立 RC-SCTP 的模型,通过仿真场景与 SCTP 性能比较。SCTP 版本采用国际上广泛使用的特拉华大学(UD)协议工程实验室(PEL)的针对 ns-2.26 的 SCTP 补丁^[5]。参照 ns-2.26 的 SCTP,按照第 1 节所述方案,我们实现了 RC-SCTP 的 ns-2.26 模块。

仿真场景如图 3 所示。移动主机通过无线链路(WLAN, IEEE 802.11)接入骨干网,向位于骨干网内有线链路上的对端节点请求数据。为简单起见,我们仿真了单网络接口的情况,设定无线链路的因误码引起的丢包率,有线链路不引入误码,上层应用采用 FTP。仿真结果表明,RC-SCTP 的吞吐量比 SCTP 提高约 5.1%。

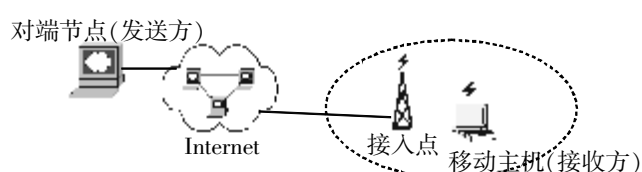


图 3 RC-SCTP 仿真场景

4 结论

接收方为控制中心的 RC-SCTP 可以结合层间的信息,根据链路层的指示区分与接收方主机相邻链路是误码丢包还是拥塞丢包,从而避免了在误码条件下减小窗口,保证了吞吐量,因此比发送方控制的 SCTP 性能优越。

RC-SCTP 仍不能区分有线骨干网上的误码丢包和拥塞丢包。但是骨干网的特点是大带宽、低误码,在误码主要发生在无线链路的条件下,RC-SCTP 发生误判的可能性较小。我们所讨论的应用场景是移动主机和有线骨干网上的服务器通信的情况。如果 RC-SCTP 应用在两个移动主机之间通信,可以预见仍因为以上所提到的优点对这种方式的通信有所改善。这

里有一点需要考虑的是:RC-SCTP 是全双工的传输协议,在移动主机作为发送端时,可以采取对称模式,即在骨干网服务器为接收方时采用接收方控制;也可以采用非对称式传输,即移动主机既控制发送,也控制接收。这样,服务器功能变得简单,而移动主机功能复杂,在接收数据时需要发送 REQ,在发送数据时直接发送 DATA,那么非对称式全双工传输协议会比对称式全双工传输协议性能上有所提高。

综上所述,接收方为中心的传输协议 RC-SCTP 由于利用了与移动主机相邻的无线链路在底层的信息,对上层的传输控制做了优化,可以获得较 SCTP 更好的传输性能。这一层间结合方式的移动环境下传输协议解决方案,使得 RC-SCTP 可以比 SCTP 更好地适应最后一跳无线链路和部署了多个异质网络接口的移动终端。

参考文献:

- [1] ung-Yun Hsieh, et al. A Receiver-Centric Transport Protocol for Mobile Hosts with Heterogeneous Wireless Interfaces[C]. MobiCom '03, San Diego, California, USA, 2003.
- [2] R Stewart, et al. Stream Control Transmission Protocol[S]. IETF RFC 2960, 2000.
- [3] R Stewart, et al. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Implementer's Guide[R]. IETF Internet Draft, Work in Progress, 2003.
- [4] R Stewart, et al. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration[R]. IETF Internet Draft, Work in Progress, 2003.
- [5] <http://pel.cis.udel.edu/>[EB/OL].
- [6] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>[EB/OL].

作者简介:

郭伟(1975-),男,山东人,博士研究生,主要研究方向为传输协议性能、移动互联网服务质量等;程时端(1940-),女,湖北人,教授,博士生导师,主要研究方向为 ISDN、ATM、TCP/IP、交换软件、协议工程、网络性能、服务质量、安全和生存性等。

(上接第 228 页)由于实现语言单一,主要集中在 Java 平台,因此,目前在网络安全系统的应用中也不能得到很好的实现,所以也没有选用。CORBA(Common Object Request Broker Architecture)是对象管理组织(OMG)为解决分布式处理环境(DCE)中硬件和软件系统的互连而提出的一种解决方案。它提供了面向对象应用的互操作标准,是一种标准的面向对象应用程序体系规范,是一种被广泛承认的、具有良好应用前景的系统集成标准。CORBA 具有支持多种现存语言的优势,结合了计算机工业的两个重要趋势:面向对象软件开发和分布式计算。CORBA 的上述特点使其在网络管理中得到了广泛的应用,本文所述模型模块与模块之间相互调用和通信均引入 CORBA 技术。

3 结束语

在网络飞速发展的今天,安全问题变得越来越重要,笔者在分析当前网络安全产品系统存在的问题后,设计了一个策略驱动的网络安全管理模型,并在该模型上进一步开发了网络安全资源管理平台。平台实现了对 IPCHAINS 防火墙以及 SNORT 入侵检测系统的统一管理,试运行情况良好,可见该平台可将不同操作系统上的各种网络安全产品组合在同一平台

上运行。在该平台的设计和实现中引入 CORBA 技术,很好地解决了传统网络安全管理中存在的问题。

参考文献:

- [1] cklich J. A Rule Language for Network Policies [EB/OL]. <http://www-des.doc.ic.ac.uk/events/policy-99/pdf/26-Nicklich.pdf>, 1998-09-10.
- [2] Lupu E. A Role-based Framework for Distributed Systems Management [D]. Ph. D. Dissertation, Imperial College, Department of Computing, London, U. K., 1998.
- [3] N Damianou, N Dulay, E Lupu, et al. The Ponder Policy Specification Language[M]. Morris Sloman, Proc. of Policy Workshop, 2001, Bristol U. K., 2001.
- [4] Dulay N, et al. A Policy Deployment Model for the Ponder Language [R]. The 7th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management.
- [5] R S Sandhu, et al. Role-based Access Control Models[J]. IEEE Computer, IEEE Press, 1996, 29(2): 38-47.

作者简介:

张新跃(1978-),男,云南楚雄人,博士研究生,主要研究方向为网络安全、网络管理;邓炜春(1978-),男,贵州毕节人,硕士研究生,研究方向为网络安全;沈树群(1947-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为智能信号处理、网络安全。