

微通信元构架基于虚电路的通信策略研究

叶娅兰, 吴少智, 曾家智, 杨霞

(电子科技大学 计算机科学与工程学院, 四川 成都 610054)

(yalanye@uestc.edu.cn)

摘 要: 在分析现存网络构架的技术弱点后, 简述了微通信元构架的思想。针对微通信元构架的特点, 分析了其基于虚电路结构的工作机制, 提出了以虚电路为基础的三种通信策略, 并给出了各自的应用场合。

关键词: 微通信元; 服务元; 虚电路; 非层次结构; QoS

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

Research on communication strategies based on virtual circuit in micro-communication element architecture

YE Ya-lan, WU Shao-zhi, ZENG Jia-zhi, YANG Xia

(School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science & Technology of China, Chengdu Sichuan 610054, China)

Abstract: After analyzing the deficiency of contemporary network architecture, the idea and concepts of micro-communication system were introduced. Through analyzing the work mechanism based on virtual circuit architecture, three communicational strategies based on virtual circuit were proposed, and the strategies were discussed in the later part of this paper. Finally, the application situation of three strategies was presented.

Key words: micro-communication element; service unit; virtual circuit; no-layer architecture; QoS

0 引言

目前互联网所使用的 TCP/IP 体系是基于层次体系结构的。随着全球互联网的蓬勃发展, 人们对网络的利用和依赖的增加, 各种新的网络服务不断涌现, 从而对网络的性能^[1,2]提出了更高的要求, TCP/IP 层次网络体系所带来的矛盾也不断突出。在此基础之上, 出现了非层次的计算机网络体系结构: 服务元的网络体系结构 SUNA (Service Unit based Network Architecture)^[3], 和与之对应的一个构架: 微通信元系统 MCES (Micro-Communication Element System)^[4,5], 旨在通过对体系结构的变更来解决现有层次网络存在的问题。

1 层次结构存在的问题

由于体系结构和设计之初的条件限制, TCP/IP 层次网络体系及其互联网的局限所带来的矛盾也不断突出。从理论的角度, 层次结构在刻画、描述网络体系方面并不是很完美。而且随着服务质量和网络安全的需求日益增长, 一系列“中间层”也应运而生, 比如被一些学者称为第“2.5”层的 MPLS (MultiProtocol Label Switching), “3.5”层的 Ipsec 以及“4.5”层的传输层安全 (Transport-Layer Security) 等等。

现有层次网络存在的问题主要表现在以下几个方面:

1) TCP/IP 机制无法保证严格的实时通信服务质量 QoS
TCP/IP 协议栈是为传送窄带文本数据而开发的, 为了保

证实时 QoS, 只能在各层 (甚至在层间) 打一系列的补丁: 资源预留协议 RSVP、实时传输协议 RTP、实时传输控制协议 RTCP、IEEE802.1D 协议、区分服务 DiffServ 和多协议标签交换 MPLS 等。这些技术相互重复且不一致, 例如各层的优先级位数和类型就不一致, 优先级和类型本身并不适合于层次结构, 如果各层处理不一致, 则会造成混乱; 如果一致, 则会重复处理降低效率。如果不分层, 只需一次处理端对端的 QoS 即可。

TCP/IP 协议栈的内部结构是数据报结构, 很难预留资源。

2) TCP/IP 层次网络体系的效率低下

传统层次网络体系结构各层工作存在大量交集, 直接造成网络效率低下, 具体分析如下:

- a) 多层检错并不能够提高检错能力;
 - b) 地址重复降低效率;
 - c) 多层分片增加开销;
 - d) 上述问题还直接造成包头增长, 降低传输效率。
- 3) 没有严密的安全保障机制

TCP/IP 协议栈设计之初是没有考虑网络应用的安全性, 虽然现在开发了很多安全协议机制, 但是网络安全仍然是一个十分严峻的问题。由于网络的许多方面缺乏用户的有效控制, 信息都暴露在网络上, 黑客可以通过获得的相关信息拒绝服务、冒充、破解等多种形式的网络攻击。为了保证信息

收稿日期: 2005-04-29; 修订日期: 2005-07-12 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (69871005)

作者简介: 叶娅兰 (1975-), 女, 四川宜宾人, 博士研究生, 主要研究方向: 计算机网络体系结构、服务质量; 吴少智 (1972-), 男, 四川德阳人, 硕士研究生, 主要研究方向: 计算机网络与通信; 曾家智 (1939-), 男, 四川成都人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 计算机网络体系结构、计算机网络与通信; 杨霞 (1979-), 女, 四川巴中人, 博士, 主要研究方向: 计算机网络, 实时计算。

安全,目前我国的关键网络只好采用物理隔离的办法来防止来自外部的攻击,这大大降低了网络的使用效果,给工作带来不便。

2 服务元的网络体系结构和微通信元系统构架

2.1 服务元的网络体系结构(SUNA)

针对现有分层网络中存在的层间功能重叠和复杂的分层处理过程所带来的网络服务效率低下的问题,服务元网络体系结构提供给了一个高效简洁的解决之道。

服务元网络体系结构不同于层次体系结构,它认为各个网络功能部件是一个个的服务元,每一个基本网络服务功能称为服务功能元素,而服务功能则定义为服务功能元素的集合。服务元网络体系结构也是模块化结构,模块是服务元,各个服务元之间没有上下层次关系,由各种不同功能的服务元组合完成各种不同的网络功能。为了具体说明某服务元为谁提供服务、由什么原因启动以及如何提供服务,可以把服务元分为五类。

服务元就是具有独立性和扩展性的服务功能模块,它是能够提供服务而又隐藏内部细节的最小实体(软硬件);它只提供服务,而不接收服务;它不仅能为本节点应用提供服务,不同节点的服务元还可以合作向某一节点或是整个网络提供服务。服务元提供服务是通过服务数据单元 SDU(Service Data Unit)完成的。SDU 又称为包 Packet。

服务元网络体系结构的节点模型如图 1 所示。

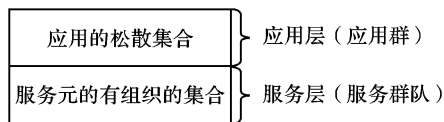


图1 服务元网络体系结构的节点模型

在图1中,节点模型分为应用层和服务层两部分。应用层只接受服务,服务层只提供服务。由于它们都不是典型的层,所以分别称之为应用群和服务团队。

2.2 微通信元构架(MCES)

因为服务元是 SDU 的发送者、接收者、转发者或变换者(和网络介质一起组成有源信道),且一个节点包含许多服务元,所以将它们称为微通信元。相关节点的服务团队将微通信元组织成微通信系统,再将大量微通信元系统组织成网络系统。这就是把服务元网络体系结构的第一个网络系统称为微通信元系统 MCES(Micro Communication Element System)构架的原因。服务元网络体系结构和微通信元构架之间的关系,就好比层次网络体系结构与 TCP/IP 模型之间的关系,前者是网络体系结构的类型,后者是该类型的网络体系结构中具体的一个模型。从网络通信的角度来看,微通信元系统构架刚好反映了通信功能是由若干最小的通信实体来组合提供,即微通信元组成的网络系统。

微通信元系统构架的构建原则容易从 TCP/IP 过渡而来:

包格式尽可能靠近 TCP/IP(但要删除其冗余重复部分),以便简化包转换器;大量吸收 TCP/IP 的成功经验,例如服务功能元素的定义、套接字机制、三次握手建立和释放连接、TCP 的状态迁徙图、滑动窗口技术,等等;沿用 TCP/IP 的系统调用格式;可扩展。

微通信元系统构架的参考模型如图2所示。图2中矩形和三角形中的 $S_{i,j}$ 表示它是第 i 类服务元中的第 j 种服务元。换言之 i, j 是服务元的标识。

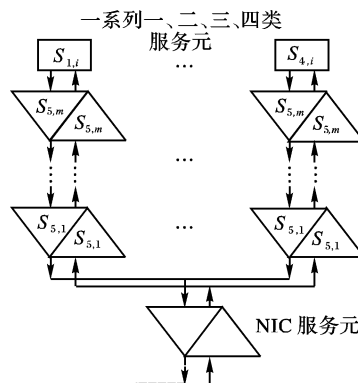


图2 微通信元系统构架的参考模型

3 MCES 网络的服务类型

在 ATM 网络中,服务类型是由信元丢弃优先级位 CLP 和载荷类型 PT 组成。在 MPLS 中,服务类型是由转发等价类 FEC 表示,它是 IP 分组的源、目地址和 QoS 要求的综合分类。在 IPv4 中,服务类型是由 D、T、R 和三位优先级组成。在 IPv6 中,服务类型是由传输类别 TCLASS 表示,类似于 IPv4,由类别和优先级组成。

在 MCES 网络中,在 ATM 的实时音视频和文本的基础上增加紧急数据。紧急数据指紧急并且重要的数据。例如反导弹警戒雷达发出的数据等实时控制数据。它们数据量小,但紧急并且重要。这三种数据类型的特点和处理方法如表 1 所示。

表1 三种数据类型

数据类型	紧急数据	实时音视频	文本
容量特征	小	固定	可变
预留方法	按最大值	按容量预留	按平均值
丢弃策略	不	一般不	可以
套接字类	有连接	无连接	有连接

MCES 网络的服务类型采用 5 位,其中 3 位分别表示三种数据类型,另外两位可以作为紧急数据的优先级或预留资源的大小。

4 MCES 网络中基于虚电路通信的策略

在 MCES 网络中采取虚电路结构来替代原有 TCP/IP 的数据报结构,目的在于事先预留资源,保证 QoS。

4.1 基于虚电路结构的 MCES 网络

网络中子网的内部结构可以分为虚电路结构和数据报结构。虚电路结构就是指从源节点到目的节点之间由软件按网络地址建立起来的通道。如现在使用的电话系统结构。数据报结构无需建立虚电路,但在每个数据分组应该具有目的网络地址和源网络地址,如现在的 IP 协议。在保证 QoS 方面,虚电路结构具有得天独厚的优点,如可以在建立虚电路时考虑服务质量参数。在建立虚电路的过程中,借鉴了 MPLS 协议和 RSVP 协议中许多合理的因数,并使用了 RSVP-TE 协议作为控制信令。RSVP-TE 协议是 RSVP 协议的增强和扩展,它通过增加许多扩展支持标记分发协议^[8]。由某一节点分

配同一标记值的分组属于同一转发等价类(FEC),这样可以有效定义一个 RSVP 数据流。当数据流以这种方式映射到标记交换路径(LSP)上时,这条 LSP 也可以被称作“LSP 隧道”。此 LSP 作为源主机到目的主机的一条数据流通道,同时,它满足特定的 QoS 要求,这条路径的 QoS 参数决定了 1) 给这条路径分配多少资源;2) 对于这个 FEC 的分组而言,在每个 LSR(Label Switching Router)上要建立什么样的排队和丢弃策略。

4.2 MCES 网络中虚电路标识的分配方法

分配虚电路标识的方法有全系统分配和节点分配^[6]两种。基于虚电路的 MCES 网络是采用节点分配方法标识虚电路号。

4.3 基于虚电路通信的三种策略

在基于虚电路的 MCES 网络中,为了给用户提供各种各样的服务,使网络能灵活应用在各种场合中,采取三种通信的策略。

第一种策略:可以分为三个阶段——建立虚电路、发送数据和撤销虚电路。即先建立虚电路,再在建立好的这条虚电路上传送数据,在传数据期间需要定期维护这条虚电路,数据传送完毕后,撤销这条虚电路。

如图 3 所示,先建立虚电路,边建立边进行资源分配,只有当链路上的资源够分配时才能成功建立。撤销这条虚电路可以由主动请求建立虚电路方(称为发方),当然也可以由被动建立虚电路方(称为收方)来撤销。下次若再有数据要发送时,再重新建立一条新的虚电路。换句话说,有数据要发送的发方发出一个请求建立虚电路的申请包,即控制信令(其中包含资源预留、服务类型等服务参数)出去后,等待接收数据方收到该申请包并返回一个同意建立虚电路的确认包,当然发方不是无限的等待下去,我们可以在发方设计一个定时器,当发方发出请求建立虚电路的申请包,同时启动定时器,定时器的时间可以设定为滑动窗口协议的 Δt 。当发方在定时器规定的时间内收到收方传来的确认包,则表明该条虚电路建立成功,也就是说双方达成了可以通信的一致条件。此时就可以发送数据,在此期间,发方和收方均可定时发起维护虚电路的维护包,这个维护包可以是不包含任何数据的空包。当然我们也可以在接收方设计一个定时器,来限定定时接受数据。当数据发送完毕后,可以由发方,也可以由收方发出请求撤销此虚电路的撤销包。当然这个维护包和撤销包同申请包一样,都是控制信令。

这种策略适合传送大量的且有高可靠性要求,但同时对于传送时间要求不高的数据场合。比如大量的重要文件和文档,高可靠性要求的图像的传送。

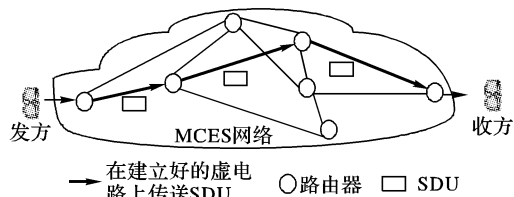


图 3 基于虚电路的 MCES 网络中通信的策略

第二种策略:边建立虚电路,边发送数据,在此期间无须维护虚电路,数据发送完毕后,就直接撤销这条虚电路。

也就是说,需要发送数据方先发一个请求建立虚电路的申请包出去,此时无须等待接收数据方发出的确认包。紧接着就发送第一个数据包,第二个数据包……直到把需要发送的数据发送完成后,就直接发送请求撤销虚电路的撤销包。

这种方式适合于要求尽快即时发送出去的数据,但对发送的可靠性要求不高的场合。比如语音通信、可靠性要求不高的间断的文件传送。在这种情况下,如果还是采取第一种策略传送的话,则可能造成语音通信的间断,而且会花费大量的时间、资源,以及宝贵的带宽去定时维护建立好但又很少时间使用的这条虚电路。

第三种策略:发送数据方将请求建立虚电路的申请包和要发送的数据一起放在一个数据包中,直接发送出去,当然这种方式不存在等待接收数据方返回确认。此数据包发送完后,就直接由发送方发出一个请求撤销虚电路的撤销包给接收方即可。

这种方式适合于发送少量的零星的数据,而且对发送的数据没有可靠性要求的场合。比如利用 QQ、泡泡、MSN 等即时通信工具发送短消息时较为适用。

5 结语

TCP/IP 协议栈本来就是为窄带文本数据而开发的,随着网络技术蓬勃发展,人们对网络应用的要求越来越高,对网络服务的高效性、可靠性、多样性等提出了更高的要求,针对这种情况出现了 MCSE 网络。它包含了一系列只提供服务而不接受服务的服务元,这样就避免了层次冲突和服务传递的开销。本文尝试采用虚电路结构来实现 MCSE 网络,以达到预留资源、预定服务类型,进一步保证 QoS 的目的,并提出了在 MCSE 网络中三种基于虚电路的通信策略,目的是为用户提供各种各样的服务,使 MCSE 网络能灵活应用在各种各样的场合。

参考文献:

- [1] 曾华燊. 现代网络通信技术[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2004.
- [2] ENGEL R, KANDLUR D, MEHRA A, SAHA D. Exploring the Performance Impact of QoS Support in TCP/IP Protocol Stacks[A]. Proceedings of IEEE INFOCOM98[C], 1991-03, 883-892.
- [3] ZENG J-Z, XU J, WU Y, et al. Service unit based network architecture. Parallel and Distributed Computing. Applications and Technologies, 2003. PDCAT'2003[A]. Proceedings of the Fourth International Conference on[C], 2003. 27-29.
- [4] 曾家智, 徐洁, 吴跃, 等. 服务元网络体系结构和微通信元系统构架[J]. 电子学报, 2004, 32(5): 745-749.
- [5] 叶娅兰, 曾家智, 杨国纬. 基于角色和服务元的网络体系结构[J]. 电子科技大学学报, 2005, 34(5): 113-116.
- [6] 曾家智, 李毅超, 等. 计算机网络[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2002.
- [7] 林闯. 计算机网络的服务质量(QoS)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [8] BRADEN R, et al. Resource ReSerVation Protocol(RSVP) version 1 Functional Specification[S]. RFC2205, 1997.