

基于 QoS 的网络计费管理

任淑婷¹ 吴志美² 顾国昌¹

(哈尔滨工程大学计算机学院 哈尔滨150001)¹ (中国科学院软件研究所多媒体中心 北京100080)²

Network Accounting Management Based on QoS

REN Shu-Ting¹ WU Zhi-Mei² GU Guo-Chang¹

(Computer College, Haerbing Engineering University, Haerbing 150001)¹

(Multimedia Center, Software Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)²

Abstract In this paper we present a network accounting method based on QoS which is compared with the methods based on the length of time or the size of the stream. We give out its strategy and its main data structure when used in a wide bandwidth connection system.

Keywords QoS, Network accounting management

1. 计费管理概述

网络计费是网络管理五大功能之一,它的功能是度量各个端用户和应用程序对网络资源的使用情况。根据连接时间、连接跨越网络的长度、用户名和其他参数,采用与具体实现有关的各种算法来计算对网络资源的使用,使用情况一般都以日志方式记录到帐务数据库中。根据用户使用网络资源的情况核收费用,同时也统计网络的利用率。

随着互联网业务的不断丰富,IP 电话、远程教育等实时多媒体应用已成为未来互联网发展的方向,为实时应用提供服务质量保证的相关网络技术也逐步走向成熟。计费作为网络管理的重要功能,也应随着这些网络技术的发展而进行改进,将为用户提供服务质量保证作为计费策略,在运营时进行考虑。本文提出了一种基于服务质量保证的计费管理模型,并在宽带接入系统中进行了实现。

2. 网络计费的传统模式

随着通信技术的飞速发展,作为管理层面最主要也是与运营商利益紧密相连的计费业务也已经经过了许多的改进和发展。在实时多媒体业务出现以前,网络计费都是采用基于时间或者是基于流量的策略。

2.1 基于时间的计费

这种计费思想主要来源于电话业务的计费方式,目前电信业务仍然采用这种计费方式。它根据用户占用链路的时长来进行计费。这种计费模式针对每个用户需要采集的数据是:用户开始使用网络的时间、用户结束使用的时间。基于使用时间的计费模式很简单,在带宽较窄的网络中,通信以简单的数据传输为主要业务,用户占用链路的时长基本上与用户对网络资源的利用程度成正比,采用这种计费策略可以得到相对准确的结果。

2.2 基于流量的计费

在宽带网络中,用户对网络资源的利用程度不能单以用户占用链路的时间长短来衡量,即便是相同时间内,用户通过

网络所得到的数据量也可以因为传输带宽不同而不同。此时如果仅以用户上网时间来核算费用,就会产生不公平。因此对于宽带网络,就不能以使用时长作为计费标准。

于是,出现了基于流量的计费模式。它主要是计算用户通过网络得到了多少字节的数据,根据总数据量来计费。它不关心用户是花费了多少时间才得到这些数据量的服务的,当可利用带宽很宽时,可以在很短的时间内得到;而当可利用带宽很窄时,则需要很长时间才能得到相同的数据量。

按流量计费的具体实现是对客户电子邮件、电话拨号、代理服务器 Proxy、路由器 IP 等多种计费数据源的信息量进行采集,并作为计费的标准。

3. 基于 QoS 的计费

3.1 关于 QoS

QoS 也就是前面提到的服务质量保证 (quality of service)。由于实时多媒体业务越来越多地应用到互联网上,目前采用的尽力而为 (Best-effort) 的信息传递服务模式,虽然对文件传输、Web 浏览和媒体下载等非实时业务可以提供很好的服务,但是在进行实时多媒体业务时,就会显现出许多不足,如不能保证足够带宽、延时过大、丢包率过高等情况,带来声音间隔和图像跳变甚至失真等问题。由此,互联网上 QoS 的实现将随着网络业务的丰富而越来越重要。

所谓 QoS,就是指为指定业务提供相应的网络资源,以保证该业务的正常运行,其中最主要的是要保证业务的实时性。目前,在许多实验网上开展了服务质量保证的研究,现有的服务模型包括集成服务和区分服务两种。集成服务是最早提出的服务模型之一,它采用资源预留协议作为接入控制机制,通过为每个数据流提供单独的队列,来保证端到端的服务质量。另一种服务模型是区分服务,它不以每个数据流作为调度对象,而是在网络边界把数据流映射到特定的服务类型中,网络内部设备根据服务类型来提供相应的服务。两种服务模式相比较而言,集成服务增加了核心网络中路由器的队列调度的复杂性,对于大的数据流会出现问题;因此,研究的重点逐渐

任淑婷 博士研究生,主要研究方向:计算机网络。吴志美 研究员,博士生导师,主要研究方向:计算机网络、多媒体通信。顾国昌 教授,博士生导师,主要研究方向:人工智能及机器人智能、计算机网络。

转向区分服务模式。

关于 QoS 的定义有多种表示,都是基于数据传输的,同时还要考虑服务类型、传输错误的概率分布及传输峰值的变化等。这里我们介绍 RFC2216 中关于 QoS 的定义。QoS 的参数一般采用:带宽、分组延迟和分组丢失率等来描述关于分组传输的质量。

带宽是网络提供的吞吐能力,它反映了在一段时间内网络能为应用传送的信息量。延迟是指数据包从发送端到接收端的时间长度。分组丢失率是指分组丢失数占全部分组传输量的比例,造成分组丢失的原因包括:误码、路由变化和队列溢出等。

3.2 基于 QoS 计费的重要意义

随着 Internet 上业务类型的不断丰富,实时多媒体业务越来越多地被应用。网络在传输数据时,仅仅采用尽力而为服务是不能满足实时多媒体业务的传输要求的,于是 Internet 上会出现多种服务类型,根据提供的 QoS 来进行计费便也随之被人们所重视。

不同类型的多媒体信息在 Internet 上传输时对网络系统有不同的性能要求。如电子邮件以及 FTP 等数据传输应用要求所传输的数据具有 100% 的正确性和具有较大的吞吐量,但对延迟和等待不十分敏感,而 Telnet 则是一种交互性的网上操作,它需要较高的实时性和可靠性,同时也需要数据传输具有 100% 的正确性。音频信息允许一定的数据丢失,也允许一定的延迟,但是不允许语音流出现间隔或干扰。视频信息的传输,对于 Mbone 上的组播电视会议,可以允许一定的数据丢失,但是它要求连续性和同步性;对于实时视频点播,因为它同时包含了视频信息和音频信息,所以它允许一定的数据丢失,但不允许间隔和抖动,要求网络保证稳定和足够的传输带宽。

如果采用基于时间的计费,那么对于那些允许延迟和等待的业务,许多费用花费在网络延迟上,而要求实时性的业务则可以在短时间内得到较大的数据量,虽然它对网络资源的利用远远超过了数据传输业务,而费用却不高,因为它占用的网络时间短。如果采用基于流量的计费,业务的费用就不能正确反映各种业务对网络传输信道的要求,在相同数据量时,延迟大、带宽窄的业务,虽然对网络要求很低,但可能比那些要求带宽大、实时性高的业务的费用还要高。从而造成打 IP 电话和视频点播费用很低,而电子邮件、文件下载的费用却很高。这种计费方式导致的不公平是显而易见的。

所以,在网络对不同业务提供不同的服务时,计费策略也应该相应地改为基于 QoS 的计费。

3.3 关于 QoS 计费策略

基于 QoS 的计费就是度量用户对网络资源的利用程度是基于 QoS 的,也就是说,计费单位要考虑网络对用户申请的业务所提供的 QoS 服务,根据 QoS 参数制定。我们不再单以用户上网时间来计费,也不能仅仅根据用户得到的总数据量来计费,要把用户上网时间、总数据流量和业务的 QoS 参数综合考虑。

根据业务的 QoS 参数制定费率,对于要求 QoS 较高的业务,采用高费率,而对普通网络服务,则采用较低的费率。当进行视频点播时,由于传输数据量大,要求实时性、连续性,因此网络为此业务提供的 QoS 保证应该比较高的,比如要保证一定的最大带宽和稳定的平均带宽,丢包率适当限制在一定范围内,允许一定的误码率,但是限制分组延迟。因此,视频点

播的费率应该大一些,同样的使用时间和数据流量,视频点播的费用应该比其他业务高。当使用 IP 电话时,虽然数据量不大,但是实时性要求高,因此费率也要相对高一些。对于电子邮件、FTP 等数据传输业务,则可以采用较低的费率。同时,考虑到网络资源在不同时段内的利用率,在使用高峰时,由于资源有限,要采用高费率来加以限制,而在网络较空时,为了不浪费网络资源,可以降低费率,鼓励上网。

3.3.1 集成服务的计费 现有的服务质量保证有集成服务和区分服务两种模式。集成服务借鉴了公共电话交换网的经验,在每个实时业务开始之前,由终端设备向网络发出请求,为它预留必要的网络资源(带宽、缓存)。它通过在分组交换中采用实时队列调度,保证实时多媒体业务的带宽和时延。集成服务以资源预留协议(RSVP)为核心,RSVP 被用于实时应用向网络请求一定的服务质量,首先由发送者 Snd 向接收者 Rcv 发送一条 Path 消息,并沿路收集当前网络的资源状况,并把数据流量特征传递到接收者,接收者收到 Path 消息后,发送 Resv 消息给数据发送者,它利用 Path 消息建立的逐跳路径,在沿途的路由器上为实时业务预留资源。

在对实现集成服务的网络进行计费时,对每次实际应用,收集并记录 Resv 消息中在沿途路由器中预留资源时的网络参数,包括:数据流的平均速度、漏斗深度、数据流的峰值速度、最大包长度等。根据收集到的这些参数,设计合适的算法,来计算每次应用的实际费用。

集成服务的计费需要在路由建立时实时收集各路由器为此业务提供的资源参数,对网络拓扑的依赖性较大,有可能因某个路由器上数据收集失误造成费用错误;而且,这种实时收集网络数据机制增大了路由设备的负担。同时,集成服务缺乏伸展性,随着数据流数量的增长,无论接入控制还是队列调度,都对路由设备的处理能力产生巨大的压力,特别是在核心网络中,已严重影响了路由器的转发能力,因此当前的研究热点逐渐转到了区分服务。

3.3.2 区分服务的计费 在核心网络中,可能同时存在几万甚至几十万个实时业务,若采用集成服务模式,现有的路由设备都将不堪重负,同时庞大计费数据库更增加了网络管理服务器的负担,网络计费软件的计算复杂度也将随之剧增。

区分服务是 IETF 定义的另一服务模式,它通过聚类和逐跳转发行为的方式来提供一定程度上的 QoS 保证。在区分服务域的边缘节点对流入的数据包进行分类并打上特定的标记,每种标记标志一类数据流,也就是网络可以提供的一种业务类型,多个会话流可能会打上同样的标记。在网络内部,网络节点不再对数据包进行会话级的细致分类,而是根据数据包的标记,决定对该数据包应采用的逐跳转发行为,也就是根据数据包的标记为它提供相应的网络资源。

由于区分服务是将数据流聚类到各个服务类型上,网络提供服务质量保证时,根据的是此数据流属于的服务类型,因此,对区分服务的计费就可以利用每个服务类型的 QoS 参数,对不同的服务类型设定费率,每次实时应用根据其所属的服务类型计费。

虽然区分服务还有许多不完善的方面,但是采用聚类思想来进行网络资源分配和计量,是一种既简单有效,又符合实际的方法,它解决了大业务量网络中的网络资源数据收集复杂而困难的问题,是一种具有实际应用价值的方法。

4. 系统实现

我们在自己设计的宽带接入系统的网络计费管理中,实

现了基于 QoS 的计费模式。该宽带系统提供了各种网络服务,实现“三网”合一。

4.1 系统组成

本宽带接入系统由主干接入交换设备 SW1000,用户接入交换设备 SW100,HUB,宽带家庭网关 HA10,服务器和最终 Internet 主机用户等网络设备组成,小区宽带网络通过卫星和城域网接入,作为视频、音频及数据的输入/输出接口。小区通过主干接入设备 SW1000以千兆速率接入城域网,再通过 SW1000连接视频服务器、数字电视服务器和其他千兆交换设备,同时,SW1000还作为千兆/百兆交换设备,输出8到40个100Mbps接口与用户接入交换设备连接。用户接入设备 SW100是一个具有8个100Mbps接口的交换机,以10/100兆自适应连接宽带家庭网关 HA10。用户在 HA10上连接电视机、PC机、电话等。

系统设有视频服务器,可为小区内部提供视频点播功能,同时保证接入城域网的带宽,提供 Internet 访问,并具有 IP 电话功能,因此本系统实现了电视、电话和 Internet 三网合一,是新一代智能小区的代表模式。

本宽带接入系统为小区居民提供具有 QoS 保证的三网融合的综合业务:收看电视(高清晰度电视)功能;上网功能;IP 电话功能;智能小区管理与综合服务功能(可选功能)。由于本宽带接入系统提供了视频、音频和普通 IP 服务,因此本系统要求实现实时多媒体业务,实现 QoS 保证是本系统的重要特征。

4.2 计费系统的构成

计费系统的总体结构如图1所示

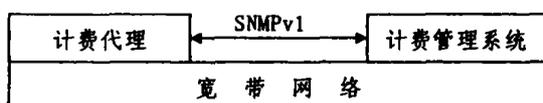


图1

计费代理运行于被计费设备上,计费管理系统运行在网络管理服务器或专门的计费服务器上。

计费代理的任务就是收集数据,它负责将系统所需的数据从各层收集上来,汇集在一个数据文件中。代理进程的任务就是根据管理站 NMS 发出的 SNMP 请求,从原始数据文件中读取数据,通过 SNMP 协议传送到管理站。

计费管理包含数据库模块、信息收集模块、核心模块和图形用户接口四个模块,如图2所示。

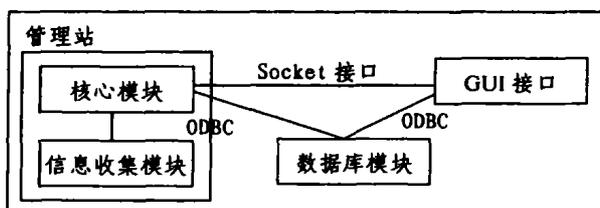


图2

数据库模块包括数据库的安装配置,相关表和过程的创建。信息收集模块主要提供基于 SNMP 的计费信息的收集。核心模块主要包括多线程的维护、定时器的控制、对计费原始信息的处理、话单的产生以及话费的计算。图形用户接口主要提供给系统管理员用户管理,费率等相关参数的设定,计费原

始信息、话单和费用等的查询和修改;提供给普通用户一个计费原始信息、话单和费用的查询。计费数据库用来存储系统收集的原始数据、用户的各种信息数据、计费系统计算出的费用数据等。

计费系统根据提供的各种实时多媒体业务进行基于 QoS 的计费。

4.3 计费策略

本计费系统利用区分服务的思想设计计费策略。具体地,就是把系统所能提供的各种服务划分成不同的等级,系统对不同等级的服务设定不同的费率,用户对网络的各种应用都对应到相应的等级上,根据使用的服务等级交费。

系统管理员负责将系统的各种服务在应用层进行划分,可分为:小区视频点播、IP 电话、网络游戏、Web 浏览、下载文件、上传文件和发送电子邮件等。根据网络对这些服务提供的资源或者说这些服务要求的 QoS 保证设定不同的费率。这样计费系统就可以根据各应用信息来计费而不要关心网络为每次应用而采用的具体 QoS 参数如带宽、时延等。

当然,系统在底层采集到的数据,包含的是具体的 QoS 参数,而不是关于何种应用的信息。系统采用区分服务方式,将不同 QoS 要求聚类到各种服务等级上,这样计费系统得到的就是关于用户对各服务等级应用的数据,从而实现了采用区分服务模式的 QoS 计费。

本计费系统设计为小区内部宽带系统,从运营商的角度讲,既要保证网络最大限度地得到利用,又要保证网络能提供给用户最佳的运行状态,因此,要采用适当的收费策略,限制用户在使用高峰期过分利用网络而影响正常业务的进行和其他用户的使用,鼓励用户在使用空闲期充分利用网络资源。为了达到这些目的,可以根据不同时段、不同用户设定不同的费率,如可以在使用高峰期提高高等级服务的费率,而在网络空闲时采用较低的费率等。本系统提出了用户组的概念,每个用户组对各时段、各种服务等级,都有各自的费率组合,同时,可以规定每个用户组对不同服务等级的使用权限。小区用户可以根据自己的实际需要选择加入不同的用户组,从而方便了对各种服务等级及其费率的设定。

4.4 主要数据格式

本计费系统采用基于 QoS 的计费策略,设定了原始数据结构、业务类型参数数据结构、用户组信息数据结构等,其中,原始数据结构是信息收集模块通过 SNMP 收集的用户每次事件的原始信息;系统将不同的 QoS 服务划分成各种业务类型,通过业务类型参数来具体描述;系统将不同的 QoS 服务进行费率组合,通过用户组的形式供用户选择,用户可以通过加入不同的用户组来享有该用户组提供的各种 QoS 服务和不同的费率,在设定用户组时可以选择系统已经定义的业务类型并设定其在本用户组中的费率。

·原始数据结构的具体描述如下:

被计费对象的设备 ID--是计费原始信息存储的对象
接口 ID--指明相关的接口 ID 号

事件号--是在计费设备上发生的事件号码

序列号--在被计费设备上的记录的顺序号

事件类型--包括打开,关闭,持续(类型:枚举型)

用户名--被计费用户的名字,(类型:可变字符串,长度:

40)

IP 地址类型--IPv4, IPv6

(下转第92页)

- 5 Kollios G, Gunopulos D, Tsotras V J. On Indexing Mobile Objects. In: Proc. of the PODS Conf., 1999. 261~272
- 6 Tayeb J, Ulusoy O, Wolfson O. A Quadtree Based Dynamic Attribute Indexing Method. The Computer Journal, 1998, 41(3): 185~200
- 7 Saltenis S, Jensen C S, Leutenegger S T, Lopez M A. Indexing the positions of continuously moving objects. In: Proc. ACM SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data, 2000. 331~342
- 8 Pfoser D, Theodoridis Y, Jensen C S. Indexing Trajectories of Moving Point Objects: [ChoroChronos Tech. Rep. CH-99-3]. June 1999
- 9 Pfoser D, Jensen C, Theodoridis Y. Novel Approaches to the Indexing of Moving Object Trajectories. VLDB, 2000
- 10 Theodoridis Y, Vazirgiannis M, Sellis T. Spatio-Temporal Indexing for Large Multimediapplications Proceedings of the 3rd IEEE Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 1996
- 11 Xu X, Han J, Lu W. RT-tree: An Improved R-tree Index Structure for Spatiotemporal Databases. In: Proc. of the 4th Intl. Symposium on Spatial Data Handling (SDH), 1990
- 12 Nascimento M, Silva J. Towards Historical R-trees. ACM SAC, 1998
- 13 Hadjieleftheriou M, Kollios G, Tsotras V J, Gunopulos D. Efficient indexing of spatiotemporal objects. In: Proc. VIII Conf. Extending Database Technology, 2002. 251~268
- 14 Tao Y, Papadias D. The MV3R-Tree: A Spatio-Temporal Access Method for Timestamp and Interval Queries. In: Proc. of 27th Very Large Data Bases Conf. (VLDB), 2001
- 15 Saltenis S, Jensen C S. R-tree Based Indexing of General Spatio-Temporal Data: [TimeCenter Technical Report]. 1999
- 16 Kumar A, Tsotras V J, Faloutsos C. Designing Access Methods for Bitemporal Databases. IEEE TKDE, 1998, 10(1): 1~20
- 17 Tzouramanis T, Vassilakopoulos M, Manolopoulos Y. Overlapping Linear Quadtrees: a Spatio-Temporal Access Method. In: Proc. of the 6th ACM Intl. Workshop on Advances in Geographic Information Systems, 1998. 1~7
- 18 Tayeb J, Ulusoy O, Wolfson O. A Quadtree-Based Dynamic Attribute Indexing Method. The Computer Journal, 1998, 41(3): 185~2008
- 19 秦小麟. 空间分析数据库的研究方法及技术. 中国图象图形学报, 2000, 5(9)
- 20 Güting R H, Schneider M. Realms: A Foundation for Spatial Data Types in Database Systems. In: Proc. 3rd Intl. Symposium on Large Spatial Databases, Singapore, June 1993. 14~35
- 21 郑翰. 时空分析 DBMS——STADBS 的数据模型与存储机制研究: [硕士学位论文]. 南京航空航天大学, 2002. 3
- 22 邹永娟. 时空分析数据库 STADBS 的分析操作算法及查询语言: [硕士学位论文]. 南京航空航天大学, 2002. 3

(上接第62页)

源 IP 地址--当前使用的 IP 地址 (支持 IP6 地址)

目的 IP 地址--当前访问的 IP 地址 (支持 IP6 地址)

当前时刻--当前的绝对时间

数据流量--以字节为单位, 是一个绝对数字, 单调递增

应用类型--包括电话、电视、数据服务等

业务类型--该业务的服务质量要求, 包括如下内容:

服务等级--该业务要求的服务级别

要求的最大带宽--该业务要求的最大带宽

要求的平均带宽--该业务要求的平均带宽

时延要求--该业务要求的最大允许延迟

服务等级包括:

普通业务: 仅计算相关的流量, 最大带宽、平均带宽和时延要求等字段都无效。(等级1)

平均带宽要求: 仅要求平均带宽(等级2)

最大带宽要求: 仅要求平均带宽和最大带宽(等级3)

时延要求: 要求平均带宽、最大带宽和时延(等级4)

·业务类型参数的具体描述如下:

业务类型号--每个业务类型的标示

服务等级号--前述的4种服务等级

应用类型--包括电视、电话、普通数据服务等

最大时延范围--以毫秒为单位

最大带宽范围--以 bps 为单位

平均带宽范围

时段--本业务类型适用的时间范围

源地址范围--本业务类型的使用用户的地址范围

目的地址范围--本业务类型适用的目的地址范围

时长费率--用户使用网络单位时间的费用

流量费率--用户得到数据流量的费用计算单位

调节常数--可以理解为使用此业务类型的基础费用

·用户组信息的具体描述如下:

用户组名

总折扣率--对本用户组所有业务的统一折扣率

最低消费值--加入本用户组的用户每月的最低消费值

业务类型号--前面定义的各种业务类型

折扣率--本用户组中每种业务类型对应的费率

结束语 随着网络的迅速发展, 各种新兴业务不断出现, 实现 QoS 将成为未来网络服务的主流, 基于流量和时间的计费模式会逐渐显现出它的缺点, 将会逐渐被基于 QoS 的网络计费所替代。网络 QoS 服务还处于研究开发阶段, 相应地基于 QoS 的网络管理功能也有许多需要解决和继续深入探讨的问题。本文所述基于 QoS 的计费策略是在解决实际问题的基础上提出的, 具有一定的精确性和公平性, 可以作为一个有益的思路继续研究下去。

参 考 文 献

- 1 Hapnedy S. 简单网络管理协议教程(第2版). 电子工业出版社
- 2 Braden R, Clark D, Shenker S. Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview. RFC1633 <http://www.ietf.org/rfc/rfc1633.txt>
- 3 Shenker S, Wroclawski J. Network Element Service Specification Template. RFC2216 <http://www.ietf.org/rfc/rfc2216.txt>
- 4 Braden R, Zhang L, Berson S, Herzog S, Jamin S. Resource Reservation Protocol (RSVP). RFC2205 <http://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt>
- 5 Blake S, Black D, Carlson M, Davies E, Wang Z, Weiss W. An Architecture for Differentiated Services. RFC2475 <http://www.ietf.org/rfc/rfc2475.txt>