

Internet 网络服务定价研究现状与展望*

傅晓明

张尧学

张文钺

(清华大学计算机系 北京 100084) (中国科技大学 合肥 230027)

【摘要】 近几年来,Internet 正逐步朝商业性、服务公众化、多主干的全球网转变。如何对 Internet 网络服务进行合理的收费,是 Internet 从学术科研性网络向商业网络转变的过程中面临且必须解决的关键问题之一。本文综述介绍 Internet 网络中的几种服务定价模型、方法及其特点,并分析 Internet 网络服务定价的研究现状及发展方向。

【关键词】 Internet 网络服务定价 服务质量(QoS) 资源分配

【分类号】 TP393.4

0 引言

近几年来,Internet 正逐步向商业性、服务公众化、多主干的全球网转变,并已成为全球信息基础设施(GII)的原型^[3,8,17]。为适应这一变化,Internet 管理、运营和维护开始逐渐由多家 Internet 服务提供商(ISP)负责。ISP 以不同的标准向各类用户提供连接访问、视频点播(VoD)、Web 查询、新闻组(USENET)、E-mail 等多种网络服务;同时,ISP 向用户收取相应的服务费用。这既加快了 Internet 由学术科研性网络向商业网络的转变,同时也为运用价格杠杆来促进 Internet 网络资源的合理使用,以及为用户提供良好的服务质量奠定了基础。

本文首先讨论 Internet 网络服务定价的动机和基本原则,然后对 Internet 网络研究中常用的几种网络服务定价模型、方法及其特点作综述介绍,并分析 Internet 网络服务定价的研究现状、相关技术及其发展方向。

1 Internet 网络服务定价研究的动机和定价基本原则

1.1 动机

Internet 网络服务定价研究的动机来自两个方面。首先,是为用户提供良好的服务质量的需要。随着 Internet 用户数和各种多媒体应用的急剧增长,Internet 网越来越拥挤,许多用户无法获得满意的服务质量。针对这种状况,需要通过网络服务定价,利用价格机制的作用来调控网络资源与网络用户之间的供需关系,使在保证网络资源利用率达到最大的同时,最大限度地满足用户对服务质量的要求。这里,服务质量(QoS)是指用户要求网络传输系统所必须保证

的关于信息传输的质和量的特征集,它反映服务提供者(系统)和服务使用者(用户)之间的能力和需求关系^[13,15]。例如数据传输时的包丢失率,声音传输时的失真度,动态图像传输时的每秒传输帧数等。

另一方面则是基于 Internet 的商业需要。随着 Internet 向商业网络的转变,作为提供 Internet 各类服务的 ISP,需要通过计费进行商业运作。如何考虑到网络运营和发展的需要,并为用户尽可能多的服务,使 ISP 获得尽可能大的用户市场,是网络服务定价所必须解决的问题。同时,计费管理也是 Intranet, Extranet 的重要组成部分,它为企业内部各部门或相关企业之间信息共享和传输的财务结算提供依据。

1.2 服务定价的基本原则

网络服务定价的基本原则是既要充分考虑到网络服务成本,又要能通过服务定价提高网络资源利用率。而且,服务定价系统必须尽可能地具有通用性和开放性,以支持各种不同类型的 Internet 应用。

1.2.1 反映成本构成

Internet 网络服务的成本构成^[5,11,12]如下:

(1)提供网络基础设施的成本。包括网络的线路租金(包括国际联网费用,国内主干网费用和电话中继线费用)、节点(包括构成 ISP 所需软件和硬件设备)成本以及支持人员的薪金等。

(2)入网时的一次性成本。新用户入网需支付的接入线和交换设备费用。

(3)传输的外溢成本。这包括拥塞效应和连接效应两方面的等效成本。拥塞效应是指当存在拥塞时,一个用户发送的数据包对其它用户的数据包造成延迟或丢弃;连接效应是指如果在某条链路上已经有用户建立了网络连接,则对用户新建立的网络连接可以少收费。

(4)扩容成本。指必要时添置新的路由器、线路和支持人员所必需的成本。

一般地,(1)和(2)在一定时期内对某确定的 ISP 来讲大致不变,是静态的。而(3)和(4)则与所采用服务定价策略有关,随着用户发送数据包的过程而发生变化,是动态的。

1.2.2 保证资源得到有效利用

Internet 服务定价应促进资源的有效分配和利用。在一定的资源、技术和用户需求条件下,资源的最优配置和有效利用是达到最佳的经济效率、使尽可能多的用户获得满意的服务质量的必然要求,实际上,可以将 Internet 看作一个巨大的经济体系^[1-4],Internet 中的网络资源看作商品,ISP 是商品的提供者,用户是商品的购买者,相应建立等效的经济学模型,采用数学规划等方法,合理地确定价格机制,以达到最佳的经济效率,从而保证尽可能多的用户获得满意的服务质量。

1.2.3 支持 Internet 各类应用

Internet 服务定价必须支持尽可能多的 Internet 应用。合理的网络服务定价方案应能支持组播(Multicast)、VoD、电视会议、E-mail、Web 查询等各类应用。这些应用可能要求由发送方、接收方任何一方付费或者由第三方付费。因此,服务定价应能提供多种定价方式。

2 研究现状

至今为止,Internet 服务定价的研究刚处于起步阶段,国内外使用的各种网络服务定价方法都还无法满足人们通过价格手段调节资源分配和合理灵活收费的需要。各国科研人员都在进行有关 Internet 服务定价的研究。其主要研究热点如下:

- (1) 采用什么样的服务定价模型?
- (2) 如何利用价格杠杆,根据用户 QoS 需求调度分配资源?
- (3) 如何对特殊服务进行服务定价?

其中,定价模型是基础,基于不同的定价模型可以有不同的资源管理方案。资源调度与分配则要求服务定价系统能根据网络上的负载和应用情况,在合理分配和调度资源的同时,针对不同的用户和负载给出相应的价格参数,通过价格调节和控制用户的资源要求。另外,由于 Internet 上的各类特殊服务,例如组播、VoD、电视会议、Internet 电话、Internet 传真等越来越多,针对特殊服务的定价既有利于资源的合理利用,也有利于消除和电信等方面的讨论。

2.1 网络服务定价模型与定价方法

2.1.1 服务定价模型

几种代表性的服务定价模型是:

优先级服务定价模型(Priority-based pricing model)

灵活市场模型(Smart market model)

基本服务级模型(Basic level of service model)

边界定价模型(Edge pricing model)

优先级定价模型^[2,4]基于经济学和对策论中的纳什均衡概念。该模型假定不同的网络应用有不同的优先级,系统则根据不同优先级分配网络资源并制订相应的价格。如何确定网络应用的优先级和分配资源,则是用户和网络系统之间协商的纳什均衡问题。纳什均衡是指在一个对策问题中,在其他成员都已作出决定的情况下,如何使新加入的成员所作出的选择成为最佳。当前,有关纳什最佳的研究主要集中在优先级的划分、最佳判断准则的设定以及如何获得最大用户满意度等方面。

灵活市场模型^[3,10]则要求网络用户在传送数据前报出自己愿意支付的价格。网络为报价超过了一定阈值的分组提供服务,并对这些分组以该阈值收费。有关该模型的研究当前主要集中在如何确定适当的阈值,使其能反映网络的动态负载情况和使得网络资源利用率最大等方面。

基本服务级模型^[8]则重点解决享受服务的用户公平性和使得网络资源利用率最佳之间的均衡问题。该模型首先定义各种应用所应获得的基本服务级别,然后确定系统传输各类应用的次序。在确定系统提供传输服务次序时,以优先为普通应用服务为原则制订价格和分配资源,使获得服务的用户数量尽量多。有关该模型的研究重点主要是如何确定哪些应用只需要基本服务,以及什么服务是基本服务上,因为在网络系统中,应用所需要的服务类型以及需要不同类型服务的用户数都是不断变化的。保证尽可能多的用户获得尽可能满意的服务是基本服务模型的关键。

以上三种模型虽然各有区别,但都是以市场经济学为基础的,即将 Internet 看作一个全球性的市场经济体系,网络中的各种资源看作商品,而将各种网络应用看作顾客。然后,通过确定相应的价格体系进行市场调节,使其达到供需平衡,基于优先级的模型、灵活市场模型以及基本服务模型的主要区别在于如何确定价格体系和分配资源。

另一种定价模型是边界定价模型^[1]。该模型与以上三种模型不同,它将 Internet 划分为多个不同的局部网,而且不同局部网拥有自己的定价系统。不同局部网中的用户之间在通过 Internet 传输或共享信息时,根据局部网间边界处的双边协定协商进行服务定价。边界定价模型

的重点是:如何根据网络的资源使用情况确定局部网络的应用服务定价,以及怎样在不同的相邻局部网络之间选取最佳路径(费用最省)来满足用户的应用需求。

2.1.2 服务定价方法

基于上述服务定价模型,Internet 的服务定价方法可分为以下三种,即:平坦式服务定价法(flat pricing)、拥塞定价法(congestion pricing)和结构化服务定价法(structure-based pricing)。

平坦式服务定价法是 Internet 最早使用且至今仍有许多 ISP 沿用的服务定价方法。该方法的服务价格由两部分组成。即:

(1)用户一次性支付的费用,包括入网时的一次性成本和用户设备的成本。

(2)固定的连接成本。即根据用户占用的最大带宽等资源或发送/接收的字节数定价。

其优点是定价方法简单,管理方便。目前 Internet 上大多采用平坦式定价。例如,美国 PSINET 公司、Sprint 公司即采用这种定价方法;而 BBN Planet 公司、UUNET 技术公司则采用该定价法的一种变形。国内外广泛使用的按小时、月或年方式定价,本质上也是平坦式定价。

平坦式定价法存在以下缺点:①对所有用户平等,从而无法利用价格杠杆调节用户的资源要求,这不利于资源的有效利用,从而容易导致网络拥塞;②当发生拥塞时,无法根据价格杠杆对用户进行控制和重新分配网络资源,以减轻拥塞;③定价未考虑到用户的不同服务质量需求,收费不合理。事实上,平坦式定价法是上述几种服务定价模型的特殊应用。

拥塞定价法^[2,3,10]也称基于使用情况的定价法(usage-based pricing),即其价格由固定连接成本和根据网络被使用时的状态所进行的动态定价两部分组成。这里,网络使用时的动态定价价格称为拥塞价格。在网络传输状态未达到某一阈值时,拥塞价格被定义为一较低的数值;当超过该阈值时,所传输的每个数据包将根据网络的拥塞情况、用户所要求网络提供的服务质量等因素,对网络传输数据包所经过的有关路径上资源的使用情况进行计算,以用户总体满意度最大和资源利用率最优等为目标,计算出相应的拥塞价格。其定价模型可以是优先级模型、灵活市场模型或基本服务模型。

拥塞定价法的优点是网络资源的利用率较佳,可以实现公平性。智利、新西兰以及美国 MCI 通信公司即采用这种定价法。

结构化服务定价法^[1]基于边界定价模型,这是一种允许网络的各局部采用不同的资源分配和价格控制策略,并支持各种 Internet 特殊应用的定价方法。其主要特点是:①允许价格的局部控制;②支持组播等应用;③允许接收方付费。

2.2 网络服务定价与资源管理

网络服务定价的目的之一是通过价格杠杆调节带宽、缓冲区等网络资源的使用状态,以减轻网络的拥塞状况和提高资源利用率^[3,12]。显然,如果用户在申请网络服务时,只获得部分资源,将仍无法按要求的服务质量完成信息通信和共享的任务。只有在获得连接两通信端的所有请求资源后,用户才能获得网络提供的服务。再者,多媒体应用要求网络提供服务时,大都都有一个允许的相对服务质量范围。例如,远程会议系统的图像传输速度可能是每秒 10 帧到 20 帧,而电子邮件的延迟时间可能是几秒到几个小时不等。如何使用价格杠杆调节分配资源,使用户达到所要求的服务质量和网络资源利用率最佳,必须解决以下几个问题:

(1)端一端用户之间通信路径上的资源申请和预约。申请和预约资源是为了建立端一端之间的数据传输通道。该通道被称为实时通道(Real-time channel),建立实时通道需要资源

预约协商协议。不久前,R. Braden、L. Zhang 等人提出的资源预约协议(RSVP)^[7]已正式成为 RFC 标准,这必将推动资源管理和网络服务定价模型的研究。

(2) 如何动态调整网络负载和分配资源,使得在网络用户增多时,系统可以在满足用户要求的基本服务质量的同时,容纳尽可能多的网络用户。

(3) 用户和系统的协商。当系统使用价格参数和用户进行协商时,可能出现如下情况,即尽管价格已经非常高,但用户仍愿意支付高额费用以便获得 Internet 服务。在这种情况下,如果没有其他用户愿意退出 Internet 的话,将会导致网络拥塞和所有用户服务价格上涨。为防止这种情况,系统将在价格涨到一定程度后,限制新用户或老用户的使用。有两条协商途径:对所有用户限额使用和终止最低价格用户的使用,限额使用法在价格升高到某个极限值时,终止所有新用户的该类服务要求,终止最低价格用户使用的方法在价格升高到极限值时,允许新用户使用的同时,终止为那些价格较低的用户服务,从而获得系统资源。

2.3 特殊服务的定价

Internet 网络服务定价研究的另一个重点是特殊服务的定价。这些服务包括点对多点的组播(例如 MBone)、点播(VoD)、接收方付费、第三方付费以及信息内容的定价等。

点对多点的组播不同于传统的点到点传输,它必须建立多条实时通道并在每个参加组播的用户都获得了足够的资源之后才能开始组播。特别是在新用户要参加组播时,需要重新分配网络系统的资源。组播在如何利用价格参数调节和控制资源分配的问题上,其方法是不同于点到点传输的。另外,点播的服务定价也是需要特殊研究的。接收方付费和第三方付费将是随着 Internet 的商业化而必将出现的新服务定价方式。有关这些服务定价方法的研究正处于起步阶段。再者,信息内容的定价与内容本身密切相关,且在实际系统中,信息内容的定价与网络服务的定价往往同时进行。如何进行信息内容的定价也是研究的重点之一。

除以上问题外,与网络服务定价问题密切相关的计费安全问题也引起了越来越多研究者的关注。随着网络多媒体应用的增加和电子商务的发展,今后的付费方式都是通过网上直接进行,这就涉及到用户口令的认证、保密以及资源的盗用和计费账号的盗用等 Internet 计费管理系统的安全性问题。例如,用户享受高价服务后如果将服务费用计入其他无关用户,将使其他用户蒙受损失并导致网络资源使用状况的进一步恶化。

3 展望

Internet 网络服务定价是一个跨学科的研究领域,是计算机网络技术、经济学与数学方法的有机结合。随着 Internet 向商业网络的转变以及 Internet 多媒体应用的急剧增长,Internet 的网络服务定价问题正变得越来越重要。传统的平坦式定价显然无法适应 Internet 这一特殊经济系统的要求,拥塞定价和结构化定价方法为解决 Internet 的服务定价问题提供了重要的思路,但是仍有许多问题需要进一步研究解决。至今为止,还未见到我国开展有关 Internet 服务定价问题研究的报道。我们认为,应加强以下几方面研究,以促进 Internet 在我国的快速发展。

(1) 建立符合中国国情的服务定价模型。

Internet 是一个复杂的系统,其网络服务定价问题涉及多方面的因素,而建立合理的系统模型是其中的关键所在。然而,现有服务定价模型并未完全反映实际系统的要求。应结合计算机网络技术的特点,充分利用经济学中消费者理论、一般均衡理论等方法,以及数学最优化、对

策论、动力系统理论等分析和研究工具,建立切合中国实际的 Internet 服务定价模型。

(2) 合理核算网络成本。

如何核算网络成本,特别是通信成本,将是制约我国 Internet 发展的关键。

(3) 资源的最佳利用和用户满意度。

我国目前的网络速度普遍较低,如何提高资源利用率并尽可能地为用户提供用户满意的服务质量,将是我国网络技术研究的重点。在这方面,清华大学、东南大学、东北大学等已开始了有关研究,并取得了初步成果^[14-17]。

(4) 记账与安全。

如何为接收方和发送方共同承担费用的情况记账、如何实现逻辑链路上组播成本的记账、如何对面向无连接的 UDP 流量记账,以及如何解决账号的安全将是一个实际 Internet 计费管理系统所必须解决的课题。

参 考 文 献

- 1 Shenker S, Clark D, Estrin D, and Herzog S. Pricing in Computer Networks; Reshaping the Research Agenda. *Computer Communication Review*, 1996(2): 19-43
- 2 Cocchi R, Shenker S, Estrin D, and Zhang L. Pricing in Computer Networks; Motivation, Formulation, and Example. *ACM/IEEE Transactions on Networking*, 1993(6): 614-627
- 3 MacKie-Mason J K and Varian H R. Pricing the Internet. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Telecommunication Systems Modeling and Analysis*. Nashville, TN, 1994, 3
- 4 Gupta A, Stahl D, and Whinston A. Priority Pricing of Integrated Services Networks. In: McKnight W and Bailey J (eds). *Internet Economics*, Cambridge, CA: MIT Press, 1996
- 5 Herzog S, Shenker S, and Estrin D. Sharing the 'Cost' of Multicast Trees; An Axiomatic Analysis. In: *Proceedings of Sigcomm '95*, 1995
- 6 Edell R, McKeown N, and Varaiya P. Billing Users and Pricing for TCP. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 1995(7): 1162-1175
- 7 Shenker S. Service Models and Pricing Policies for an Integrated Services Internet. In: Kahin B and Keller B (eds). *Public Access to the Internet*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1995
- 8 Cavalcanti J C and Nogueira J R. The Internet, its Brazilian Model and an Approach to Pricing Policy for its Operation in Brazil. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Telecommunication Systems Modeling and Analysis*. Nashville, TN, 1996, 3
- 9 Braden R Ed, Zhang L, Estrin D, Herzog S, and Jamin S. Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification. RFC 2205, 1997, 9
- 10 MacKie-Mason J K and Varian H R. Some FAQs about Usage-based Pricing. *Computer Networks and ISDN systems*, 1995(1-2): 257-265
- 11 Barnett S and Anido G. A Cost Comparison of Distributed and Centralized Approaches to Video-on-Demand. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 1996(6): 1173-1183
- 12 Shenker S. Fundamental Design Issues for the Future Internet. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 1995(7): 1176-1188
- 13 Engel R, Kandlur D, Mehra A, and Saha D. Exploring the Performance Impact of QoS Support in TCP/IP Protocol Stacks. In: *Proc. INFOCOM '98*, San Francisco, CA, 1998, 3

(下转第 14 页)