

IP 网络计费管理研究^{*}

赵 慧^{1,2} 侯建荣³

(复旦大学计算机与信息技术系 上海200433)¹ (西北大学计算机科学系 西安710069)²
(上海交通大学安泰管理学院 上海200052)³

Research on IP Network Accounting Management

ZHAO Hui^{1,2} HOU Jian-Rong³

(Computer and Information Technology Department of Fudan University, Shanghai 200433)¹

(Computer Science Department of Northwest University, Xi'an 710069)²

(School of Management of Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200052)³

Abstract Accounting Management is probably the least developed IP network management application. Now it is paid more attention than before. Accounting is relatively a unattached and typical application compare to other IP network management applications. First, the non-technical factors are described. And then, the accounting objects and accounting policy are researched and described formally. The CORBA-based accounting architecture is presented. The architecture has three layers. First layer is the Web interface used as the users' interface. Java Applet is used to pass some active data. HTTP Server and CORBAAct Server locate in the second layer. The database server is also located in this layer. The CORBAAct Server defined by some CORBA objects accomplishes the accounting. The third layer is the device Agent on which the raw accounting data are introduced. The client communicates with the CORBAAct Server by IIOP and the communication between CORBAAct Server and device Agent is based on network management protocol.

Keywords IP network accounting, Accounting-policy architecture, Distributed object

1. 引言

在计算机网络管理范畴,计费这项应用曾经是五大网络管理应用中受到关注最少的一项应用^[1,2],很大程度上是受 Internet 的研究性质影响。而电信网则不同,计费是首要考虑的应用。随着 Internet 的商业气息越来越浓,计费受重视程度也越来越高^[3],网络计费相对其他网络管理应用较为独立。近几年由于 Internet 的规模和应用领域不断扩大,赢利成为 Internet 可持续发展的手段之一,因此网络计费管理受到的重视越来越多,各大网站和 ISP 纷纷推出计费服务。OSI 网络管理框架对计费管理进行了定义和描述^[1,2],针对 Internet, IETF 为此专门成立了 AAA (Authentication, Authorization and Accounting) 工作组,IRTF 成立了 AAA 研究小组^[4,5]。在电信网络领域, TINA 对计费管理进行了专门的定义。一般,网络计费的含义采纳 OSI 网络管理框架的定义和描述,即网络计费定义为采集相关计费信息、制定计费策略、计算用户帐单和生成统计报表这4个过程。计费策略主要是根据网络日常运行的费用情况和所有用户使用网络资源的情况,制定合理的收费策略。在制定收费策略时,通常要考虑不同类型的用户采取不同的策略;同样,在不同的访问时间使用网络资源,其费用也是不一样。采集计费的原始信息是计费管理的关键,对不同的网络应用,其计费信息的收集方法和计费对象也不一样。一般分为基于传输计费和基于内容计费。基于传输的计费是对网络上传输的分组或字节进行统计;对于基于内容的计费,服务质量和类型都是计费考虑的对象。实际应用时,特别是在基于 Internet (Intranet/Extranet) 的网络上实施网络计费时,ISO 的计费管理定义仅仅具有指导意义,只有实例

化这一过程,并根据被管理网络的具体情况进行剪裁和配置,得到的网络计费管理系统才具有可用性。

本文认为网络计费管理既属于管理功能域,也是一种网络服务,针对 IP 网络研究计费管理的相关问题。首先分析网络计费管理的非技术因素;然后对计费对象进行分析,着重研究了计费策略;从可用性和可互操作性的视角研究计费管理的体系结构。

2. 计费管理的非技术因素

计费管理与服务管理层和商务管理层都有着十分紧密的联系,因而一些非技术因素影响计费管理模型的建立。根据计费管理的过程定义,每一个子过程都涉及非技术因素。首先是计费策略的制定,通常由利益来决定,比如针对部分用户群的优惠、免费政策;如果一项服务是由几个 ISP 共同提供,计费策略必须包括使用上的协调问题,收入分配可能采用统一费用、按通信量收费的方式或按照协商的收成比例。另外,计费管理与用户管理分不开,对用户群的分类也影响计费管理,倘若将客户关系管理(CRM)与计费管理适度地关联,那么会增加计费管理的灵活性、可用性和适应性。第二,计费数据采集时,采集哪些计费对象由决策层决定。第三,考虑到用户付费的手段多种多样,例如现金和银行卡,所以计费管理需要与银行的支付系统协调和集成。另外,计费管理需要解决延期支付或逃避支付的问题,因而需要制定政策或是停止服务或是向用户发出催款单。

计费系统如何运作、采用何种方法收集计费参数以及费用如何分担是一个管理决策,因为需要平衡计费管理费用和利润,所以管理决策通常受到公司政策的影响,因此在构造网

^{*} 本研究得到陕西省自然科学基金(2001x33)和陕西省教委专项基金(JD99314)的资助。赵 慧 博士,副教授,博士后,主要研究兴趣为分布计算、网络管理、面向对象软件工程等。侯建荣 博士,副教授,博士后,主要研究兴趣为系统管理及数量分析等。

络计费管理模型时,需要充分考虑一些非技术因素,使得计费管理灵活适用。

3. 网络计费单元与计费策略

3.1 与电信系统比较

电信系统对计费是很敏感的,而且相当重视,有着丰富的计费经验,网络计费可以重用一些电信计费的经验与策略。在电信计费过程中,计费的参数有呼叫持续时间、呼叫时的时间段、对方地理位置(本地、国内、国际)。对于当前普遍使用的基于 Internet 的计算机网络(例如园区网)由于采用的是无连接的协议,因此不可以将呼叫持续时间作为采集的对象,而是采集用户与 ISP 的连接时间(例如拨号上网)。但是越来越多的用户采用 xDSL、有线通信等与 ISP 持久连接,因此连接持续的时间有可能不作为计费采集的对象。另外,在电信系统,对方电话号码隐含了地理位置,而在计算机网络中,例如 IP 地址并不包含任何形式的地理位置信息,而且 DNS 也不包含地域信息,所以,在网络计费策略中,需要对地域信息进行分类。电信系统所采集的对象和参数比较单一,而对于计算机网络,则相对复杂得多。

3.2 计费策略

一般地,网络费用的计算公式抽象为与用量 $usage$ 和计费策略 $policy$ 相关的函数,即: $price = f(usage, policy)$ 。那么,计费单元和计费策略及其函数关系的确定是网络计费的关键。计费单元决定了计费数据的采集及用量的计算,计费策略则影响计费的实施。宏观上,按照不同的计费策略,网络计费可分为基于传输和基于内容的计费、基于 IP 流量和基于服务的计费、基于 Server 和提供商的计费等。计费策略表示为网络服务提供者对某类用户提供某种服务和内容的计费规则,通常,网络用户和服务提供者关心网络费用,这里的服务提供者是广义的提供者,通常包括主干网提供者、访问提供者和内容/服务提供者。从网络用户的视图分析,用户希望用最少费用获得最多和最好的服务,尽量避免重复付费,可以用 $\min(\sum_{j=0}^n price(u_i, s_j) + \sum_{j=0}^m price(u_i, c_j) + price_{communication})$ 来表示计费用户 u_i 的网络费用,其中 s_j 为用户访问的某种服务, c_j 为用户访问的某种内容。由此,从提供商的视图分析,计费包括服务、内容计费和通讯计费。由于服务提供者和通讯设施提供者可能不是同一主体,造成网络用户重复付费,因此网络计费变得相对复杂,体现在计费策略的复杂性。一个用户可能向多个提供者付费,而一个提供者,如服务提供者可能有多个用户。

定义1 四元组 $R = \langle Providers, Users, \delta, \sigma \rangle$ 表示用户与提供者的关系,其中, $Providers = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ 是提供者集合, $Users = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 是用户集合,那么 $\delta: P \rightarrow 2^U, \delta(P_i)$ 表示为提供者 P_i 付费的用户集合, $\sigma: U \rightarrow 2^P, \sigma(u_i)$ 表示用户 u_i 为之付费的提供者集合。

定义2 设 $Object = \{Service, Content, Traffic\}$ 是计费对象集合,其中 $Service = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 是用户可访问的服务集合, $Content = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 是内容集合, $Traffic$ 表示流量。用一个三元组 $Policy = \langle User, Object, Tariff_{\delta_{user}(j)}^{(i)} \rangle$ 表示计费策略,其中, $User = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 是计费用户集合, $Tariff_{\delta_{user}(j)}^{(i)}$ 是用户 i 关于计费对象 j 的计费规则,表示为 $Tariff_{\delta_{user}(j)}^{(i)} = \langle \Sigma, usage_{\delta_{user}(j)}^{(i)}, rate_{\delta_{user}(j)}^{(i)} \rangle$ 。 Σ 是策略因素集合,包括用户使用网络的时段 $time$ 、折扣优惠 $disc$ 和服务质量 QoS 等。其中时段 $time$ 表示为一个因子 δ_{time} ,说明时段对计费折扣的影响程度。 $usage_{\delta_{user}(j)}^{(i)}$ 是用户 i 关于计费对象 j 的用量,与时间、数

据包的数量或带宽 w 相关, $rate_{\delta_{user}(j)}^{(i)}$ 用户 i 关于计费对象 j 的费率,取值为一常数,如果为零,即表示免费使用。

为了使计费系统更具可用性,实际实施计费策略时,需要对计费策略进行实例化。例如计费方式采用按用量、包月制和免费方式,设置免费的使用时间和流量。采用包月制方式时,每个服务可以细分成若干个不同的带宽级别,每个级别可以有不同的收费标准;对于服务的流量收费可以指定服务的优惠折扣,当用户访问这些服务时流量按优惠费率计算;对于服务的内容收费,与内容供应商结合,当访问某些特定的内容可以按时间,使用次数,流量进行计费。优惠策略包括时段优惠策略:有星期、时段、节假日、推广期的优惠,域内服务优惠策略和不同的 IP 地址区域收费优惠。如果在计费策略中考虑支付结算方式,那么有费用封顶方式,即用户使用不足封顶费用按实际使用费用结算,超过则按包月方式结算;先用后付方式;即用即扣方式等。这里可以引入信用概念,针对先用后付方式,用户可以透支一定的额度。

3.3 计费单元

采集网络计费数据时,首先考虑计费方式是采用均价还是基于用量。如果采用均价,那么计费单元,也就是计费对象和参数相应简单,只需记录开始服务的时间和结束服务的时间以及计价的频率,如每天、每月、每季度、每年等,而且不需要实时采集相关数据。用户 i 的网络费用为:

$$price(i) = (TimeBegin(i) - TimeEnd(i)) * QoS(N, i) * Discount(i) / R$$

其中: $TimeBegin(i)$ 是针对用户 i 的服务的开始时间; $TimeEnd(i)$ 是针对用户 i 的服务的结束时间; $QoS(N, i)$ 是网络 N 与用户 i 协商的服务质量因子; $Discount(i)$ 是 ISP 给用户 i 的折扣; R 是计费的频率。

基于用量的方式则要复杂得多,以 TCP/IP 体系结构为例说明,从下面的公式可以得出相关的计费对象和参数。用户 i 的网络费用为:

$$price(i) = usage(i) * QoS(N, i) * Time(i) * Discount(i) * D(ISP) * Q(N)$$

其中: $usage(i)$ 是用户 i 的网络用量,如果采用流量作为参数, $usage(i) = transmitted(i) + received(i)$,即用户 i 发送的和接收的网络单元数,网络单元可以是分组、字节、信元等; $QoS(N, i)$ 是网络 N 与用户 i 协商的服务质量因子; $Time(i)$ 是用户 i 使用网络的时间段因子,不同的时间段折扣不同; $Discount(i)$ 是 ISP 给用户 i 的折扣; $D(ISP)$ 表明用户是否是该 ISP 的内部用户,或者说用户访问该 ISP 时是否需要计费,由此,目的地址是计费时不可缺少的参数; $Q(N)$ 表示网络的质量,倘若对分组进行统计,那么网络拥塞时,用户是否需要丢失的分组进行计费。

4. 计费管理系统的体系结构

4.1 体系结构

首先给出网络计费的 UML USE-CASE 图^[6](图1),通过此图界定了计费管理系统边界,从中可以看出计费管理相对复杂。本文所给计费管理系统的体系结构着重考虑互操作性和可用性,图2示意系统的体系结构,图3示意系统的逻辑层次结构。系统采用分布式多层结构,管理界面基于 Web,管理服务器 CORBAAcctServer 是系统的核心,主要对象均用 IDL 进行定义。基于 CORBA 的网络计费管理利用了 CORBA 的分布对象模型和互操作机制^[7],使用 IDL 定义对象,这样就可以抽象的、机器可读的、面向对象的以及独立于实现的方式来描述计费的信息模型和体系结构。另一方面,目前存在许多遗

