

基于会话的网络计费管理系统

丁伟, 吴剑章

东南大学计算机科学与工程系

南京 210096

摘

要

本文首先讨论了当前计费系统设计中的普遍存在的问题。然后给出了一个基于网络会话模型的计费系统,并以网络流量模型为基础,重点讨论了缓存长度和取样间隔等关键参数的设置方法。

关键字: 计算机网络, 网络管理, 计费管理。

An Accounting Management System on Networking Session

DING Wei , WU Jianzhang

Computer Department, Southeast

University

Nanjing, 210096

ABSTRACT

The paper discusses some common problems in the network accounting field firstly, then an accounting system is proposed according to the networking session. The ways to set some key parameters, such as the size of IP accounting DB in the router and the interval to dumping the DB, are discussed in detail based on network traffic model.

Key Words: computer Network, Network Management, Accounting Management.

1. 引言

计费管理是网络管理的五大功能之一。最初的计费系统是一种单纯的数据采集、帐单生成过程。但随着现代网络技术的高度发展,网络规模迅速扩大,网络管理的内涵也随着网络复杂程度的提高不断丰富。所以,与之相适应的计费系统已成为集计费策略管理、开销统计、费用核算、系统集成的综合系统。

目前国内针对不同类型的网络服务,计费的策略各不相同:话音服务以时间为依据;数据服务则采用以时间、通讯量为标准的复式计费;而在信息服务中,通常是统计网络流量,例如在中国教育和科研计算机网中,就是以IP字节作为基本计费单位。

计费系统通过采集线路利用率、服务水平、网络流量等信息,分析网络资源的使用情况,产生详细程度不同的费用报告以起到对合理使用网络资源的导向作用。增加计费管理的透明度,对保证一个地区网、企业网正常运行有着积极的作用。因此它的重要性和可靠性就更加重要了。

本文从会话模型的角度利用统计、排队、决策等方法 和理论,详细讨论了广域网环境下的计费管理问题。

2. 基于会话的计费模型

计费系统通常采用单纯累计模型或二级累计模型获取原始数据(图1),从实现方法和工作效率来看,二级累计模型均优于单纯累计模型。采用单纯累计模型首先需要在主干网与地区网的边界路由器之间的传输子网上挂接计算机,通过捕获报文来获取网络流量信息,并且还要完成对流量信息的后期处理,这对主机资源、调度机制以及进程间通讯都提出了很高的要求。而二级累计模型则将采集流量信息下放给路由器,利用路由器的包过滤功能对网络流量按源宿地址对(会话)加以累计形成一次累计数据,再由主机对以上数据做二次处理。此时网络中的每一次会话及信息流量都被核心网关记录在案,数据结构为四元组:(源地址,目的地址,报文数,字节累计数)。每一项记录即代表一次会话过程,数据信息存贮在路由器的IP Accounting数据库中。数据库大小由系统管理员设定。操作员必须在数据库溢出前取走这些信息以完成数据库的备份、刷新。随后再根据这些信息统计各用户的具体费用,显然,以上述方式进行计费管理的关键问题是缓冲区长度和取样间隔的设置问题。由于目前的路由器不具备判定缓存状态的能力,因此目前通常的做法是定时取样。然而,一般来说流量在一天不同的时间段上是不均衡的。图2显示了在江苏网平均每小时会话数统计。

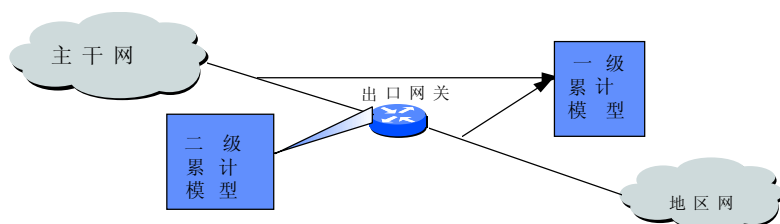


图1 数据采集模型

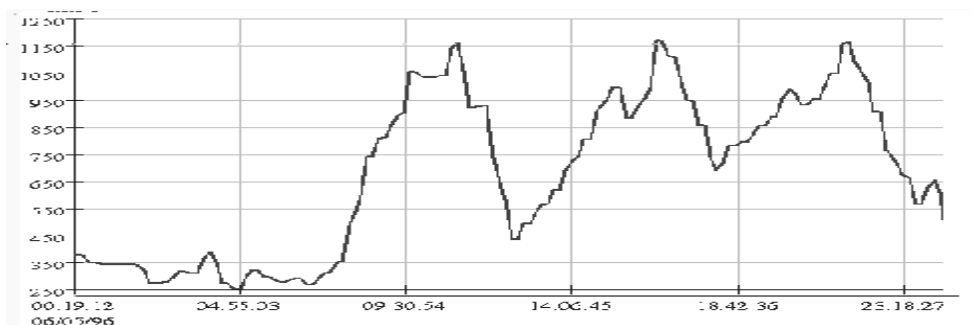


图 2 每小时网上接受服务的会话数统计

从图中可以看出网上流量在不同的时间段内严重不均衡，因此采用定时方法势必造成数据库利用率低及网管工作站与路由器交互频繁，从而影响路由器的性能。显然，如果能够根据信道的繁忙程度来设定不同的操作间隔，即可大大减少交互次数，提高数据库的利用率。由于路由器是在时间间隔 T 内按会话过程进行累计。因而 IP Accounting 数据库的大小的设置问题就转化为对会话数的研究。

3. 会话模型分析

本小节将一个会话全过程（包括连接请求、建立连接、数据传输、结束连接）看作一个顾客到达、接受系统服务并在服务后离开的排队过程。连接请求构成顾客到达流，从连接建立到结束连接的时间为服务时间。

3.1 顾客到达流

近来许多研究证明，用户发起的 TCP(telnet、ftp、rlogin) 会话到达流可以用分段平稳泊松流来模型化[1]，而整个连接过程中的报文到达流却与平稳泊松流相差甚远[2][3]。网络会话连接与电话通话过程十分相似，因为会话连接请求满足泊松分布的无后效性和平稳性，所以用户请求到达流在分布拟合泊松流中表现出良好的特性，而报文到达流具有很大的波动性，用泊松分布拟和误差较大。所以根据 [1] 对用户请求到达流的证明，可以认为它在以小时为单位的区间内服从泊松分布[5]。

3.2 服务时间

我们用皮尔逊 c^2 法对会话服务时间进行服从指数分布的检验的结果发现，服务时间的分布与指数分布相差很大。这主要是由于两方面原因造成：第一，服务时间在很大程度上依赖与协议，比如，telnet 的小报文

交互式会话与理论分布拟和效果很好，而大数据量传输协议(ftp、http)因受带宽瓶颈的限制，呈现出不规则分布。第二，网络延迟较大，这会引引起许多连接因超时而中断，所以服务时间分布头部过重。

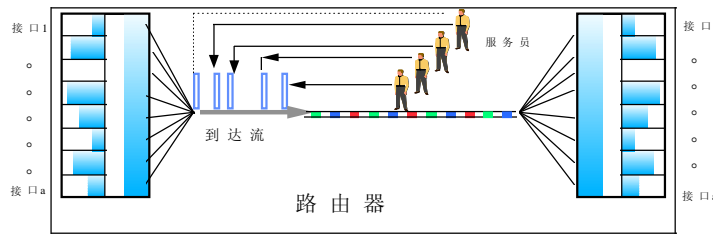


图 3 路由器内部交换示意图

示意图

图3给出了一个路由器内部的交换过程，从图中可以看出，从处理会话（连接）的角度看，服务员数量是没有限制的（当然是在缓存不溢出的情况下）。所以根据顾客流和服务时间分布我们可以建立M/G/∞排队模型。

实际上，在计费管理中我们更关心的问题是IP Accounting数据库缓冲长度的设计，因为数据库只具有记录顾客数的能力，而当顾客离开系统时，它不能自动删除相应记录。根据上面的分析和排队理论[4]，可以认为平衡状态下t时间内系统内顾客数（会话数）为泊松分布，此时：

$$p[n(t) = m] = e^{-It} \frac{(It)^m}{m!}$$

(1)

这里I是会话到达流的强度。此时若设缓冲区的长度为m，则t时间内不溢出的概率为：

$$p = \sum_{i=1}^m P[n(t) = i] = e^{-It} \sum_{i=1}^m \frac{(It)^i}{i!} \quad (2)$$

而溢出的概率为：

$$Q = 1 - P$$

(3)

t时间内缓冲内的平均会话个数 \bar{n} 为：

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^m iP[n(t) = i] = \sum_{i=1}^m e^{-It} \frac{(It)^i}{(i-1)!} \quad (4)$$

4. 采样间隔分析

从(2)或(3)式可以看出，无论缓存m的设置多大，无论采样间隔t多长，均存在缓存溢出的可能。为

此必须设立一个参数 P 来对溢出精度进行限制, 例如 $P = 99.99\%$, 则缓存溢出的概率将小于 $0.0.1\%$. 另一方面由于无论流量为分段的平稳泊松流。如果以小时为单位对其进行分段。则每个时间段上的到达流强度为:

$$I_i \quad i = 1 \sim 24$$

利用 (2) 式, 根据给定的 P 和 I_i 便可算出 t_i 值作为该时间段的采样间隔。

网络流量模型特性对大型网络规划及评定各种网络服务效率起着主要作用, 因此对它的研究一直在不断发展。广域网用户会话过程信道容量、网络资源、又有协议等多种因素影响, 呈现复杂特性。但它最大特点是由用户发起, 这也是用泊松分布模型成功解决的重要原因, 它不仅对计费系统起着关键作用, 如果将应用协议加以区分, 还可用来分析网络资源使用情况, 而且也是资源调配的重要依据。

5. 系统设计中的几个问题

虽然通过上述分析可以在固定缓存长度 m、指定溢出参数 P 和确定会话到达流强度 I_i 的条件下可以获得取样间隔 t_i , 但在原则上讲这是一个理论值, 在设计实际系统时还要考虑以下几个问题:

1. I_i 值的确定。该参数对 t_i 值的确定有着很重要的影响。在实际中为了保证它的正确性, 采取了根据实际流量不断对其进行修正的方法。例如, 若第 n 日 i 时间内的实际流量为 I'_i , 则下一日该时间段内的流强度为 $\frac{I_i * (n-1) + I'_i}{n}$ 。
2. 对突发事件的处理。在实际网络运行中, 不免发生异常事件, 比如一个源节点在短时间内产生大量发散性短报文, 势必造成网上会话数突然增加, 造成路由器可用空间迅速枯竭, 并发生溢出, 丢失大量信息。所以在计费系统中必须具备异常事件处理功能, 管理员可以不断获取各端口的报文吞吐量, 在各时间区间内监控流的波动性, 以便及时处理突发事件。
3. 对特殊会话的处理。这些会话是由域名服务器、网管工作站建立的, 由于会话空闲时间一般均小于采样间隔, 所以始终占用数据库空间。所以在用 (2) 式计算采样间隔时, 缓存长度 m 的取值应考虑这一因素。
4. 利用 (2) 式, 同样可以先固定取样间隔, 然后再计算所需的缓存长度。

6. 结束语

计费管理是网络管理的重要组成部分，也是评价网络实用性的重要标志。本文给出了一个广域网环境下基于会话模型的网络计费系统的设计。

在任何情况下，流量分析应是计费管理的基础。文中采用了经典分布模型作为流量分析的基础和依据，虽然该方法也一直为众多的网络流量分析员所沿用，但其适用范围毕竟比较有限。今后我们将进一步研究利用先进的仿真技术进行网络流量分析，以期待获得更精确、更可靠的结果。

参考文献

- [1] V. Frost and B. Melamed, "Traffic Modeling for Telecommunications Networks", IEEE Communications Magazine, 32(3), pp. March, 1994.
- [2] R. Jain and S. Routhier, "Packet trains-Measurements and a new model for computer network traffic," IEEE J. Select. Areas Commun, Vol. 4, Sept. 1986.
- [3] 陆凤山。排队论及其应用。长沙：湖南科学技术出版社，1984
- [4] 华兴。排队论与随机服务系统。上海：上海翻译出版公司，1987
- [5] H. Fowler and W. Leland, "Local area network traffic characteristics with implications for broadband network congestion management," IEEE J. Select. Areas Commun, vol. 9, pp. Sept. 1991

本论文的研究内容受到国家九五攻关课题 96743-01-01-02 资助

丁伟，工学博士，副教授。主要从事计算机网络及其应有方面的研究。吴剑章，学士，助教，研究领域为广域网网络管理。