

IP 控制网关 QoS 模块的设计与实现

朱碧贤^{1,2}, 朱巧明², 李培峰^{1,2}, 刘 钊²

(1 苏州大学 计算机科学与技术学院, 江苏 苏州 215006; 2 江苏省计算机信息处理技术重点实验室, 江苏 苏州 215006)

摘 要: QoS 是在计算机网络上实现多种不同应用或综合业务的关键. 在分析了 IP 控制网关(IPCG)应用需求的基础上, 提出了一种支持区分服务的解决方案, 在 IPCG 中实现了 QoS. 同时, 提出了通过网关实现用户的按级分类. 最后通过实验对提出的方案进行了验证, 实验证明在网关中应用 QoS 可以在不增加系统负担的前提下, 满足用户不同的服务要求.

关键词: IP 网关; 质量控制; 区分服务

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)05-0114-04

Design and Implementation of QoS Module for IPCG

ZHU Bi-xian^{1,2}, ZHU Qiao-ming², LI Pei-feng^{1,2}, LIU Zhao²

(1 School of Computer Science and Technology, Soochow University, Suzhou 215006, China;

2 Key Lab of Computer Information Processing Technology of Jiangsu Province, Suzhou 215006, China)

Abstract: QoS is the key to implement integrated service on computer networks. This paper designed a new solution support the differentiated services which based on analyzing the requirement of IP control gateway, and implemented the QoS for the IPCG. This thesis also mentioned that the user of the IPCG would be ordered by different priorities. Finally, the performance testing will show that implementation the QoS module for the IPCG will satisfy the users' separate requirement without adding additional resources.

Key words: IP gateway; QoS; differentiated services

1 引言

基于 Netfilter 框架的 IPCG 以其对用户透明、转发效率高、支持所有应用层协议、具有状态检测防火墙功能等优点, 在高校中得到了广泛的应用. 但是随着上网需求的扩大、上网需求的多样化, IPCG 存在的一些瓶颈也日益凸显, 比如只能提供单一模式的上网方式, 对不同的用户提供的都是尽量做好(best-effort)服务; 网络资源不能按照不同的上网需求分配给用户, 用户需求的实时性不能保证. 为了解决此类问题, 满足不同用户的需求, 同时也可以减轻网关服务器的负担, 使其能够提供更好的服务, 引入区分服务, 为用户提供更高服务质量(QoS).

QoS 的概念是伴随着 ATM 技术而诞生的. 随着人们对网络服务质量的要求的提高, 基于 ATM 的 QoS 的概念就被引进了千兆以太网. 文献[1]从网络资源分配和网络系统设计原则的角度详细论证了在 TCP/IP 协议上引入 QoS 接入控制的必要性. 文献[2]研究了网络演算技术在 IntServ 性能分析中的应用方法. 文献[3]提出了一种在不改变现有 IP 主干网结构的情况下提高 IP QoS 的具体方案, 可有效地保证用户网内重要数据的及时传输. 文献[4]为以千兆位以太网为主干的 IP 校园网设计了 3 种不同的 QoS 解决方案: 单一的 802.1P 方案、差别服务结合资源预留协议的方案、第二层与第三层相结合的方案. 而上述的三种方案或是要对以太网的帧结

收稿日期: 2009-03-23; 修回日期: 2009-06-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(60673041, 60873150); 江苏省自然科学基金项目(BK2008160); 江苏省高校产业基金(JH07-032)

构进行修改,并使得主要组网设备交换机支持这种改进的帧结构;或是要改变路由器的设计使之能对数据流进行处理.如果采取这样的方式就放弃了已有的IP控制网关处理数据包的优势,增加了额外的负担.

文中在分析用户的需求的基础上,结合IPCG的体系结构,提出通过分析用户的数据包,将用户根据不同的用户类型、用户需求分成不同优先级的用户组,提取不同的用户特征,为用户提供所需要的不同的服务质量.通过测试数据可以证明,采用该方法可以有效控制用户占有的系统资源、网络资源,为用户提供不同的上网服务,同时没有给网关系统带来额外的负担,起到较好的区分服务的效果^[5].

2 QoS模块的设计

RFC2368^[4]中将QoS描述为:用于衡量基于统计复用和信元交换的高速网络中的服务质量.QoS是网络在传输数据流时要求满足的一系列服务请求,具体可以量化为带宽、延迟、延迟抖动、丢失率、吞吐量等性能指标.在网关中实现QoS的功能,主要用来调节用户的分配到的资源,协调不同用户的上网请求,保证高优先级的用户得到高等级的服务.QoS控制模块主要负责对用户数据包的调度,为用户数据包做标记,完成对用户服务质量的控制,其策略根据系统资源使用情况和配置文件的参数协商获得.QoS模块框架如图1所示.

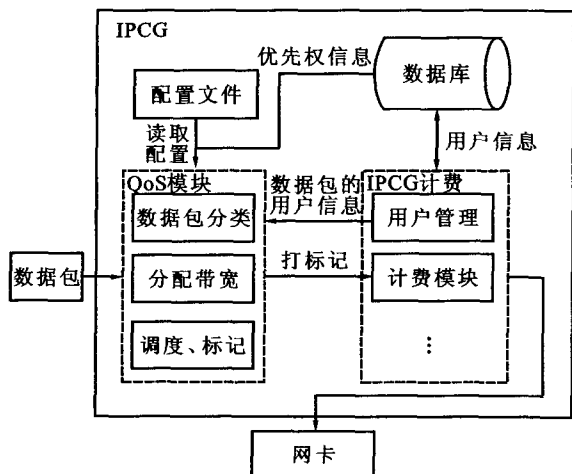


图1 QoS模块框架图

在IPCG中系统添加QoS模块,使该模块在网关计费模块接受并处理用户上网请求之前,预先合理分配网络资源、系统资源,过滤不合理的上网请求,协调用户之间的服务请求,达区分服务的目的.

3 QoS模块的实现

按照QoS的要求,QoS模块分4部分实现:业务分类、排队策略、带宽管理以及拥塞控制^[6-7].

3.1 业务分类与排队策略

区分服务必须提供不同的用户等级,在IPCG中,有四种类型的用户:免费用户、收费用户、国内地址直连用户、所有地址直连用户.根据QoS的要求,将对这四类用户进行业务分类,设置从低到高的优先级.QoS模块可以根据用户不同的优先级为用户提供不同的服务质量.

当QoS模块检测到有数据包需要转发的时候,首先根据用户的IP地址找到对应的用户信息,判断用户的优先级,然后再根据用户数据包的类型,如:HTTP数据包、FTP数据包、UDP数据包等根据用户登陆类型的不同分别赋予不同的优先级.不同用户的不同类型的数据包优先级可能相同,通过对用户数据包优先级的判定使用户的数据包进入不同的排队序列,保证高优先级的数据包能够得到较高的服务.数据包入队列如图2所示.

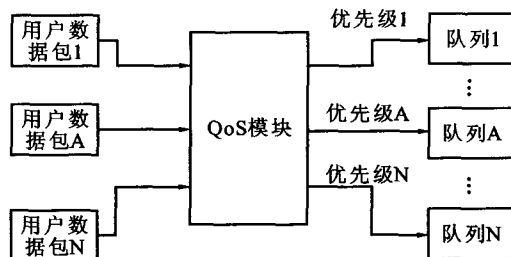


图2 数据包入不同的发送队列

当分组数据包到达转发的时候,优先级高的用户的数据包将会优先进入发送队列,相同的用户优先级的数据包按照先来先服务的原则进入发送队列.当队列满时将从最低优先级队列中选择最后进入的数据包丢弃,保证高优先级用户的数据包能够通行.

IPCG运行在数据链路层,无需烦琐的数据多层数据交换,而且能对数据包进行完全的监测,在IPCG捕获数据包、统计数据流量之前,为数据包做好标记,预先分配好相应的带宽资源,并且根据数据包的标记做好队列选择,优先发送优先级高的数据包^[8].

3.2 带宽管理和拥塞控制

对用户按级分类并分配队列后,必须为用户分配满足客户需要的带宽.同时因为网关系统的带宽、内存等资源都是一定的,用户无限制的向网关申请

资源必定导致网关系统资源消耗殆尽,出现访问缓慢甚至是网络阻塞等问题.对用户带宽的控制,不仅需要控制用户使用的网络资源,也要保证高优先级的用户能够获得较优先的网络带宽使用权,同时对低优先级的用户也能提供尽可能多的带宽,使网关资源得到最高效率的利用.使用 QoS 策略,主要是为用户分配所需要的带宽,并保证用户不能超过限定的带宽.对用户的带宽的管理主要采用 Linux 中的 TC(Traffic Control)实现的.它包括数据包分类、优先级设定、数据共享、输入和输出流量限制等多种功能.在内核中,带宽管理机制主要由排队模块、分类模块和调度模块组成.要实现带宽的控制,主要完成三方面的设置:流量排队策略(Qdisc);流量控制类(Class);流量控制过滤器(Filter).设置完上述的三方面,只要对用户数据包进行标识,与过滤器的句柄相配套,即达到限制用户带宽的目的.使用 QoS 处理数据包的流程如图 3 所示.

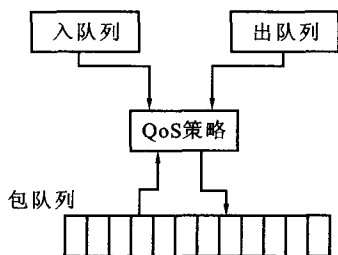


图 3 QoS 策略处理数据包

在 Linux 的网络协议中使用了一种名为 skbuff 的缓冲区管理机制来管理分组,当用户数据包经过 QoS 模块的时候,根据业务分类与排队策略制定的规则设置 skbuff 中的 nfmark 值,使每一个用户数据包的 nfmark 值都对应到一个流量控制类,同时也使不同类型的数据包得到的带宽都是不相同的.这时,对用户带宽设置已经完成,可以对用户的带宽进行控制.使用这类方法可以很灵活的控制用户的分组,根据不同的应用制定不同的分组策略,可以从用户类型,数据包类型甚至是数据包的目的地址进行判断与修改,更具灵活性.并且在对用户分组情况下还完成了对数据包的分组,可以保证低优先级用户某些对延时要求较高的服务也得到满足.

有了带宽管理不可避免的带来了一个新的问题:拥塞控制.如何实现拥塞控制,使用户受到的影响减小到最近,同时也使得分组丢失率维持在一个可以接受的范围.对应于不同的用户分组,制定了不同的丢失率,对报文的控制采用如下的策略:如果一个到达数据包属于具有最大丢失率的队列,且该队

列已放弃的数据包分组小于所规定的分组丢失率,则放弃该分组;否则从已存在的具有最大丢失率的队列中选择最后到达的数据包丢弃.这样使得高优先级的用户的数据包分组不会丢失,同时也尽力做好对低优先级数据包分组的处理.

拥有了用户分组、排队策略、带宽控制以及拥塞控制,网关系统就可以按照不同的用户分组提供不同级别的服务,并且可以由管理者制定和改变策略,灵活的控制用户的服务质量.

4 实验分析

增加了 QoS 模块以后,为了对网关系统的整体效果做出评价,对整个系统做了测试.测试中,测试客户端与被测网关系统处在同一局域网中,同时网关与架设的服务器也处在同一个局域网中,局域网带宽都是 100M,客户端与服务器不能直接通信.这样保证了从客户端到服务器之间实际就是局域网之间的数据传输,将所受的外界的影响减小到最小.对用户的 QoS 做如下设置:高优先级用户的 HTTP 服务带宽为 10Mbit/s,FTP 服务的带宽为 5Mbit/s,UDP 的带宽为 4Mbit/s;低优先级用户的 HTTP 服务带宽为 5Mbit/s,FTP 服务的带宽为 4Mbit/s,UDP 的带宽为 3Mbit/s.增加 QoS 模块以后,下载目标文件大小为 10 000 000 字节,实际检测到不同优先级用户的吞吐量如图 4 所示.

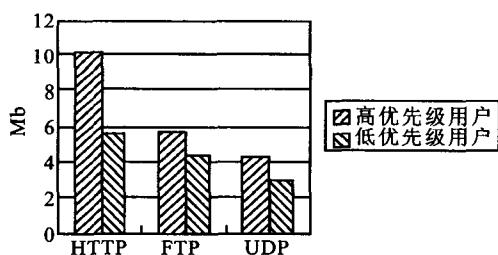


图 4 吞吐量示意图

同时,根据 LoadRunner 的测试获得的 HTTP 和 FTP 服务响应时间如表 1 所示(时间/秒).

表 1 响应时间

类型	最短	平均	最长	方差	90%
HTTP(H)	5.772	7.923	21.207	4.32	18.933
HTTP(L)	13.71	14.398	14.775	0.299	14.716
FTP(H)	13.544	14.423	14.772	0.373	14.751
FTP(L)	17.665	18.562	18.949	0.379	18.909

从平均的时间来看,各个测试都达到了限制带宽的作用,基本符合对用户带宽限制的控制,达到了

预期的目标。

5 结束语

增加了 QoS 模块以后,网关的功能更加强大,不仅仅局限于提供上网、记录用户上网行为更能为用户提供多样化,符合客户需求的区分服务。同时存在在 QoS 模块中还能增加对协议、端口的控制策略。

整个 QoS 模块都是围绕用户的优先级以及权限来区别地提供给用户不同的服务。把服务质量的概念运用到网关的实际应用中,使得用户的网络速度、访问权限不再是统一的、无区别的,这样保证了高优先级的用户的访问网络的能力,同时也尽最大能力满足低优先级的用户的利益,使得系统、用户之间能有一个较好的平衡。

参考文献:

- [1] 汪芸,顾冠群. QoS 接入控制必要性研究[J]. 小型微型计算机系统,1999,20(9):691-694.
- [2] 谭献海,李明辉,金炜东. 网络演算在 IntServ 中的应用研究[J]. 微电子学与计算机,2007,24(11):60-63.
- [3] 时公涛,孟相如,刘志宏. 基于 IP 网络服务质量的研究

与实现[J]. 微电子学与计算机,2005,22(12):116-119.

- [4] 施晓秋,郑纪蛟. 校园网 QoS 的实现分析[J]. 计算机工程,2001,27(12):174-176.
- [5] Crawley E, Nair R, Rajagopalan B, et al. A framework for QoS-based routing in the Internet[S]. IETF RFC 2386, 1998.
- [6] 林闯,单志广,盛立杰,等. Internet 区分服务及其几个热点问题的研究[J]. 计算机学报,2000,23(4):419-433.
- [7] 王晓春,张尧学. 一种用于 QoS 控制的报文分组调度与丢弃算法[J]. 软件学报,2000,11(5):654-659.
- [8] Robert Janowski, Piotr Krawiec, Wojciech Burakowski. On assuring QoS in Ethernet access network[C]// Third International Conference on Networking and Services(ICNS'07). Poland: Warsaw University of Technology, 2007.

作者简介:

- 朱碧贤 男,(1984-),硕士研究生. 研究方向为网络计算.
- 朱巧明 男,(1963-),教授. 研究方向为中文信息处理、Web 信息处理、嵌入式系统.
- 李培峰 男,(1971-),副教授. 研究方向为中文信息处理和多文种信息处理、分布式信息系统、网络计算.
- 刘 钊 男,(1981-). 研究方向为计算机网络.

(上接第 113 页)

到了要求的性能指标. 该系统具有很高的通用性、较强的灵活性和可扩展能力,传送的数据量较大. 基于虚拟仪器的数据采集应用程序的设计有效地降低了系统的成本,提高了其性价比.

本系统可以实现水下环境噪声的长时间连续采集,并对采集的数据进行一定的分析和处理,可用于评估某一实验海区在特定时段内的噪声量级,为声纳性能的预报提供依据.

参考文献:

- [1] 林建恒,蒋国健,高伟,等. 海洋环境噪声垂直分布测试和分析[J]. 海洋学报,2005,27(3):32-38.
- [2] 张桐,陈国顺,王正林. 精通 LabVIEW 程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [3] 郭玉,赵顺平. 低噪声前置放大器有源器件的选择[J].

电测与仪表,2007,498(44):62-64.

- [4] 陶照园. 开关电容滤波器的特点与应用[J]. 矿业研究与开发,1997,17(4):42-44.
- [5] Jeffrey Travis, Jim Kring. LabVIEW for everyone[M]. 3rd ed. Boston: Prentice Hall, 2008.
- [6] 张兵,汤清华,吴国安,等. 基于 DSP 的数字正交解调器的设计与实现[J]. 微电子学与计算机,2009,26(7):32-35.
- [7] 郑士杰,袁文俊,缪荣兴,等. 水声计量测试技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995.

作者简介:

- 靳雪莲 女,(1986-),硕士研究生. 研究方向为水下信号与信息处理.
- 杨益新 男,(1975-),教授,博士生导师. 研究方向为阵列信号处理、信号检测与参数估计、声纳系统设计、水声学等.