

文章编号: 1000-5013( 2007) 04-0353-03

# 被动侦听机制的服务性能反馈控制方法

陈建聪, 陈 虎, 关治洪

( 华中科技大学 控制科学与工程系, 湖北 武汉 430074 )

**摘要:** 提出一种区分服务机制, 建立基于被动侦听的服务性能( QoS ) 反馈控制方法, 可以实现接纳请求的优先级调度方案. 系统中监测终端的核心是基于简单网络管理协议( SNMP ) 的侦听机制, 区分服务控制策略的核心内容是优先级队列调度, 控制策略所使用的参数都可以根据实际环境动态调整. 实验室条件下的测试结果表明, 当发送速率达到每秒 90 个请求时, 使用拥塞控制策略的服务器能保持比较好的性能. 在复杂环境下, 反馈控制系统对请求的用户实现区分服务, 提高和改善服务器的服务性能, 具有一定的适应性与鲁棒性.

**关键词:** 服务性能; 反馈控制; 简单网络管理协议; 优先级队列调度; 侦听机制

**中图分类号:** TP 393

**文献标识码:** A

解决网络服务质量问题的主要方法, 是将链路级服务性能( QoS ) 流量划分及反馈机制与端结点的接入控制算法相结合, 在传统 IP 网络上实现接入控制与区分服务<sup>[1]</sup>. 这些体系不仅实现了网络层有区分的服务保证, 同时也实现了有效的动态资源管理与分配. 但是, 目前大多数服务器都使用先进先出的队列调度机制, 在队列满时不加区分地丢弃分组, 使得优先级较高的请求得不到有效的响应<sup>[2]</sup>. 因此, 要实现真正意义上提供不同级别的服务, 改善服务器的性能, 就必须在提供网络层的 QoS 的同时实现服务器的 QoS 控制. 本文采用有区分的服务机制与策略, 提出一种基于被动侦听机制的反馈控制, 实现接纳请求的优先级调度方案.

## 1 服务性能反馈控制模型

基于被动侦听机制的反馈控制, 是利用分布在信息系统中的监测端点, 在应用系统之上增加一层系统性能监测机构, 测量所需的性能指标, 并将结果发送给性能监测服务器. 性能监测服务器放置在网络中心, 它的任务是收集和处理所在网络内监测终端上传的测量数据, 通过监测用户系统的各种性能参数及各种资源使用情况, 按模型算法计算得出用户系统的综合负载参数. 同时根据该参数, 为反馈机构设置控制参数. 传统的性能监控系统一般都是主动检测并获取服务器性能参数, 检测机构的频繁动作会对服务器稳定运行带来影响, 在系统濒临崩溃边缘或速度变慢时, 这种方法将给服务器带来更大压力. 本系统中, 监测终端是一个依附于用户设备的独立个体, 可随时从用户系统中除去, 其核心是基于简单网络管理协议( SNMP ) 的侦听机制. 它们分布在应用系统内各个服务器及网络设备中, 按照监测服务器发出的管理配置命令, 定期收集并分析结果数据, 以指定格式发送给监测服务器.

SNMP 是一个应用层协议, 用于在网络设备间交换管理信息, 是 TCP/IP 协议的一部分. 它使网络管理人员能够管理网络, 发现并解决网络问题, 规划网络的发展. SNMP 管理的数据包括被管理对象、代理和网络管理系统( NMS ) 3 个主要组件. 代理( Agent ) 是一个软件模块, 驻留在一个被管理设备中, NMS 监测并控制被管理设备. 基于被动侦听机制的服务性能反馈控制模型结构体系, 如图 1 所示, 按层次分为以下 4 个部分. (1) 性能监测部分. 由监测终端和监测中心组成, 负责收集、整理各种系统信息并提交控制中心, 作为拥塞控制时选取拥塞控制对象及控制策略的依据. (2) 策略配置. 系统实施拥塞

收稿日期: 2007-01-26

**作者简介:** 陈建聪( 1967- ), 男, 博士研究生, 主要从事无线通信与网络拥塞控制的研究; 通信作者: 关治洪( 1955- ), 男, 教授, 博士生导师, E-mail: zhguan@mail.hust.edu.cn.

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目( 60603006 )

控制需要依据一定的控制策略. 这些配置策略提交给控制中心, 作为实施拥塞控制的依据. (3) 控制中心. 它是系统的核心模块, 可借助性能监测系统收集系统性能参数, 进行拥塞判别. 同时, 根据配置策略, 形成动态控制优先级队列, 选取最终控制对象, 交由执行模块实施拥塞控制. (4) 程序执行体. 负责接受控制中心发出的命令, 对任务调度实施控制, 防止拥塞的发生, 在本系统中主要由优先级队列实现.

2 区分服务的队列调度方法

队列调度方法是以区分服务策略为核心的, 即根据不同业务所需的资源, 如网络、数据库、中央处理器 (CPU) 时间等数据作统计分析, 得出业务种类与服务器资源的对应关系. 当监测中心报告系统中一种或多种资源处于匮乏时激励反馈系统, 反馈系统区分目前请求业务的种类来源, 通过调度策略选择某些优先级较高的服务请求被执行. 当系统负载恢复正常时, 反馈系统被停止激活, 采用一般先进先出的方式接受服务请求. 为保证某些业务或用户始终具有较高的响应速度及服务质量, 可以动态地修改控制策略<sup>[3]</sup>. 通过解析捕获的 IP 数据包, 获得经由广域网接口的所有连接及它们的具体信息, 包括连接的源与目的 IP 地址、请求端口、数据量、应用类型等; 通过应用类型字段及目的端口中的端口号, 可以得到该连接的具体业务类别; 通过源 IP 地址, 可以取得该请求的用户类别, 供队列调度模块进行优先级分类时参考.

划分优先级的方法可以根据需要调整, 这里给出一种按业务种类划分优先级的方法<sup>[4]</sup>. 假如是依据业务类型确定优先级, 在电信运营商的 BOSS 系统中, 可以将用户缴费、话费查询、业务变更等业务按其需要的实时性、办理成功率等需求划分成  $n$  个等级, 各项业务所需的资源共  $m$  种. 根据各等级的重要程度, 预定义各等级占用系统资源比例, 记为  $\{P_1(i), P_2(i), \dots, P_n(i)\}$ . 控制中心首先按照分类策略分类并计算这个等级内各自实际占用资源的比例, 记为  $\{S_1(i), S_2(i), \dots, S_n(i)\}$ . 然后, 计算各类业务超过预定的百分比, 记为  $\{D_1, D_2, D_3, \dots, D_n\}$ . 其中,  $D_n = S_n - P_n (S_n > P_n)$ , 超出越多, 队列中相应请求的优先级越低. 根据上式, 最后形成优先级队列. 该控制策略保证了对任一种业务  $i$  所占用的任一种资源  $j$ , 能够满足

$$\frac{P_i(j)}{P_n(j)} = \frac{S_i(j)}{S_n(j)}, \quad 0 < i \leq n, \quad 0 < j \leq n. \tag{1}$$

优先级队列调度体系结构, 如图 2 所示. 体系结构由以下 4 个组件构成. (1) 统计分类组件. 该组件对请求业务按某种特征进行区分, 如基于业务类型的分类、连接来源的分类, 或者基于请求目标的分类及端口的分类等. (2) 排队管理组件. 根据调度策略, 按各项参数得出加权值, 确定优先级后加入等待队列, 并根据服务器负载情况确定等待队列的长度. (3) 许可控制组件. 按优先级顺序将等待队列中的任务依次调入. 许可策略定义: 当负载达到一个给定阈值时, 执行许可策略来限制服务器资源达到饱和. (4) 策略配置与监管组件. 根据服务器负载情况和当前请求的类别、数量, 调节整个控制过程. 考虑到策略配置的灵活性, 也可根据需要, 容许用户指定队列的调度方案. 从图 2 可以看出, 分类排队策略的核心就是进入请求队列中任务优先级的计算, 这可以从策略配置模块中获得. 控制策略所使用的参数都可以根据实际环境动态调整, 因此, 该反馈控制系统具有一定的自适应性.

3 仿真实验

在实验室条件下, 测试服务器的一个难点是产生超出服务器处理能力的服务请求<sup>[5]</sup>. 为此, 采用了

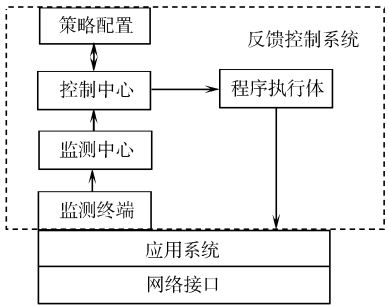


图 1 服务性能反馈控制模型结构体系

Fig. 1 Architecture of QoS feedback model

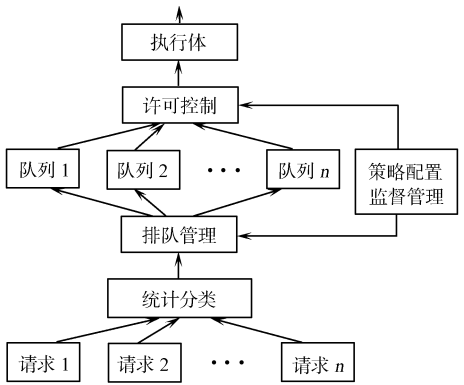


图 2 区分服务的优先级队列调度

Fig. 2 Priority queue for differentiated services

服务器性能测试软件包 Scient 和开源的 Apache 软件, 根据控制策略修改了部分源代码, 编译成测试版本. 服务器硬件配置为 P3-733CPU, 256MB 内存, rtl8139 网卡. Scient 程序可以设定发送连接请求的速率. 客户端首先和服务器建立连接, 然后发送 HTTP 请求执行专用测试页面. 当客户端收到服务器端返回的页面后结束连接. 如果在给定的时间内, 连接没有建立或服务器没有响应 HTTP 请求, 则客户端立刻中断本次连接, 重新发起一个新的连接. 通过计算客户端读到的页面数来评估服务器的性能. 测试结果如图 3 所示. 图中,  $v_1$  为 HTTP 请求速率,  $v_2$  为服务器请求速率. 当发送请求速率  $v_1$  达到  $90 \text{ 次} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 未使用拥塞控制策略的服务器性能达到最高点, 而后系统性能随着请求速率的增加而快速降低; 而使用了拥塞控制策略的服务器能保持比较好的性能, 其性能曲线略有下降. 理想情况下, 使用了拥塞控制策略的服务器性能曲线是不会下降的. 但实际上由于执行拥塞控制策略程序, 服务器需要付出额外的资源代价. 另外, 受硬件配置的限制, 由于请求速率过高(如图 3 中请求速率大于  $120 \text{ 次} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 在处理过程中应答消息丢失也会造成服务性能变差.

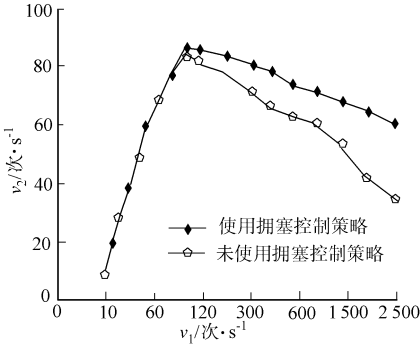


图 3 性能测试  
Fig. 3 Performance measurement

4 结束语

本文提出了一种基于被动侦听机制的反馈控制方法, 来实现接纳请求的优先级调度方案. 它能在复杂环境下对请求的用户实现区分服务, 提高和改善服务器的服务性能. 该算法具有一定的自适应性与鲁棒性, 在广东省某市级移动通讯信息中心服务器上使用的结果, 验证了其有效性.

参考文献:

[1] JOHARI R, TAN D. End to end congestion control for the Internet: Delays and stability[J]. IEEE ACM Trans Networking, 2001, 9(6): 818-832.  
[2] 章 森, 吴建平, 林 闯. 互联网端到端拥塞控制研究综述[J]. 软件学报, 2002, 13(3): 354-363.  
[3] 单志广, 林 闯, 肖人毅, 等. Web QoS 控制研究综述[J]. 计算机学报, 2004, 24(2): 145-156.  
[4] 钱光明. 基于业务的多优先级队列区别服务方案[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(10): 108-120.  
[5] CHARKA M, NAO J, SCHIEBER B. Resource optimization in QoS multicast routing of real time multimedia[J]. IEEE/ACM Trans on Networking, 2004, 12(2): 340-348.

A QoS Feedback Control Mechanism Based on Passive Listening

CHEN Jian-cong, CHEN Hu, GUAN Zhi-hong

(Department of Control Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** In this paper a differentiated services (DS) mechanism for quality of services (QoS) feedback control method based on passive listening is proposed. In the system, the core of monitor terminal is the passive listening based on the simple network management protocol (SNMP) and the core of the differentiated services control is the priority queue. All control parameter can be chosen according to the environment. The simulation results show that the server with congestion control strategy maintains considerable performance while the sending rates approach 90 per second. In complex context, the feedback system is robust to realize DS and improve server performance.

**Keywords:** quality of service; feedback control; simple network management protocol; priority queue; passive listening

(责任编辑: 黄仲一)