

# QoS 在 IP 中的研究和应用

杨 勇<sup>1</sup>, 王雪晶<sup>1</sup>, 陈良臣<sup>2</sup>

(1. 北京化工大学 信息科学与技术学院, 北京 102206;

2. 华北电力大学 计算机科学与技术学院, 北京 102206)

**摘 要:**随着用户对网络的需求越来越大,其服务质量(QoS)是一个非常重要的因素。首先对其 QoS 问题及其研究状况进行了综述,然后着重分析了 InterServ 和 DiffServ 两种模型的 QoS 实现框架研究,并进行了比较分析;其次对基于 MPLS 技术的 VPN QoS 进行了分析。并较为详细地介绍了目前有关 QoS 特性和相关技术,包括报文分流、拥塞管理、拥塞避免、流量监管和流量整形。

**关键词:**QoS; VPN; InterServ/RSVP; DiffServ; MPLS; 队列技术

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2007)05-0033-04

## The Research and Application of QoS in IP Network

YANG Yong<sup>1</sup>, WANG Xue-jing<sup>1</sup>, CHEN Liang-chen<sup>2</sup>

(1. School of Information Science & Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 102206, China;

2. School of Computer Science & Technology, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

**Abstract:** With the requirement of private network is more and more, the quality of service is a very important factor. First give a general description for the question of QoS and research state, then simply analyze the implement of QoS frame's study with the two models of InterServ and DiffServ. At the same time analyze the VPN of QoS with the MPLS. In detail introduce quality and technology of QoS including diffuence of messages, administration of congestion, avoidance of congestion, wardship and plastic of flux.

**Key words:** QoS; VPN; InterServ/RSVP; DiffServ; MPLS; queue technology

## 0 引 言

网络发展日新月异,随着 IP 网络上各种新业务的出现,对 IP 网络的服务质量也提出了新的要求。例如:VoIP、IPPhoneVideo Conference 等实时业务就对报文的传输延迟提出了较高要求,如果报文传送延时太大将是用户所不能接受的。相对而言,E-Mail 和 FTP 业务对时间延迟并不敏感,为了支持具有不同服务需求的语言视频以及数据等业务,要求网络能够区分出不同的通信,进而为之提供相应的服务。传统 IP 网络不能识别和区分出网络中的各种通信类别,而具备通信类别的区分能力正是为不同的通信提供不同服务的前提。所以,传统网络的服务模式已不能满足应用的需求<sup>[1]</sup>。

QoS(Quality of Service)服务质量技术的出现将致力于解决这个问题。QoS 旨在针对各种应用的不同需求为其提供不同的服务质量。例如:提供专用带宽、减少报文丢失率、降低报文传送延时及时延抖动等。

## 1 IP 网中 QoS 的影响因素

QoS 是指 IP 包在一个或多个网络的传输过程中所表现的各种性能,为各种业务(包括多媒体、语音、图形、图像)提供可靠的端到端的服务质量保证。QoS 保证指的是网络结构正确转发不同等级业务的能力,它有一套度量指标,如可用性、丢包率、时延、抖动、带宽保证和吞吐量。用户所关注的是对应用程序的响应时间、实时数据流传输的时延和丢包率等服务质量参数。正确给出合适的网络参数,有利于 QoS 技术的高效实现。为了实现高效可靠的 QoS 保证,需要考虑以下几个方面的因素<sup>[2]</sup>。

### 1.1 可用性

用户与 IP 业务连接的可靠性,包括建立时间、响应时间等。

收稿日期:2006-07-30

基金项目:中国下一代互联网示范工程(CNGI)移动奥运项目资助(CNGI-04-17-2A)

作者简介:杨 勇(1979-),男,湖北荆州人,硕士研究生,研究方向为计算机网络应用;王雪晶,副教授,硕士生导师,研究方向为网络计算图像处理与模式识别。

## 1.2 带 宽

指网络如何管理在其中传输的各种数据流,尤其当网络发生拥塞的时候。为了解决带宽问题,必须对网络中的各种资源进行高效的分配。

## 1.3 时延和时延抖动

因为网络中的拥塞、带宽抢占等造成时延和时延抖动。

## 1.4 分组丢弃

其目的是缓解拥塞,同时也可作为信息发送方提供反馈信息,以降低发送速率。但是某些实时业务是不能容忍过大的分组丢弃,因此 QoS 必须解决。

## 1.5 拥 塞

由于 IP 协议采用“尽力而为”方式,不可避免将发生拥塞,进行有效控制和尽力避免拥塞将为网络性能实现可靠 QoS。

## 1.6 流的持续时间

在 QoS 可靠性中,要考虑到业务持续时间对网络 QoS 的影响。

# 2 IP QoS 实现框架模型

## 2.1 InterServ 模型

### 2.1.1 InterServ 模型概述

InterServ 是一种在因特网上为流提供 QoS 的体系结构,它使用资源预留协议 RSVP 作为请求带宽和其它网络资源的信令协议,InterServ 定义了 2 种业务模型:

(1)保证服务:提供保证的带宽和时延限制来满足应用程序的要求;

(2)负载控制服务:保证即使在网络过载的情况下,能对报文提供近似于网络未过载类似的服务,即在网络拥塞的情况下,保证某些应用程序的报文低时延和高通过。

RSVP 是一种为预留资源的信令协议。发送端给接受端一个 PATH 消息,以指定通信的特性。沿途的每个中间路由器把 PATH 消息转发给路由协议决定的下一跳。当收到一个 PATH 消息时,接受方做出的反应是用一个 RESV 消息为该流请求资源。沿途每个中间路由器可以拒绝或接受 RESV 消息请求。如果请求被拒绝,路由器将发送一个出错消息给接受方,并且中断信令的处理过程<sup>[3]</sup>。如果请求被接受,为该流分配链路带宽和缓冲区空间,并把相关的流状态信息装入路由器中。

### 2.1.2 InterServ 的实现

该服务模型在发送报文前,需要向网络申请特定的服务。这个请求是通过信令完成的。应用程序通知

网络它自己的流量参数和需要的特定服务质量请求;网络在收到应用程序的资源请求后,执行资源分配,即基于应用程序的资源申请和网络现有的资源情况,判断是否为应用程序分配资源;一旦网络确认为应用程序的报文分配资源,则只要应用程序的报文控制在流量参数描述的范围内,网络将承诺满足应用程序的 QoS 需求;网络将为每个流(flow,由两端的 IP 地址、端口号、协议号确定)维护一个状态,并基于这个状态执行报文的分类、流量监管、排队及其调度;发送者收到网络的确认信息;发送者开始发送报文。

## 2.2 DiffServ 模型

### 2.2.1 DiffServ 模型概述

该模型的目的是在 Internet 上为流量提供有区别的业务级别,它定义的是一个相对简单而且粒度粗一些的控制系统(如图 2 所示),DiffServ 针对的是流聚合后的每一类流的 QoS 控制服务,而不像 InterServ 针对每一个流。DiffServ 具有可扩展性,能够在大型网络上提供 QoS 服务。DiffServ 定义了四种聚集业务类型,即迅速型业务、确保型业务、选择型业务和缺省型业务。

### 2.2.2 DiffServ 的实现

当数据流进入 DiffServ 网络时,在 DiffServ 域的边缘路由器对进入的流进行分类,并为每一类型指定一个类型标志 DSGP,域内核心路由器查看 DSGP 值,并根据每一类的特定逐跳行为(PHB)高度包的转发。PHB 中最主要的就是对每个队列的出口带宽进行分配,以及发生阻塞时如何丢包。DiffServ 模型的主要组成部分为<sup>[4]</sup>:

(1)包分类器:包分类器用于根据预留定义的规则对包进行分类,并把包转发到流量调整器中做进一步处理。

(2)流量控制器:用于测量进入的流量,确保包的行为遵守预先规定的一个轮廓。它由流量测量器、标记器、整形器、丢弃器组成。

(3)高度器:控制每种类型的队列中的包的传输次序,为它们提供各自 PHB 的 QoS 等级。

(4)队列管理:队列管理在发生拥塞时,能够真正地控制包。队列管理使用优先级丢弃机制区别业务,并为同一队列中不同业务类型的包提供不同的丢包和延迟特性。常见的队列控制系统包括:随机早期探测(RED)以及它的扩展版本公平 RED,稳定 RED 以及自适应 RED。

## 2.3 基于 MPLS 技术的 QoS

基本思路:MPLS QoS 可以分为三个主要的步骤,即边缘分类、设置 EXP 相关位,以及根据 EXP 执行相



应的排队或丢弃机制。

数据流到达 MPLS 域的边缘,LER (标签边缘路由器)就需要根据多种方式对到达的数据流进行区分。区分的方法可以根据第二层/第三层/第四层的方式将数据流区分开来,并且在 MPLS 网络中执行相应的操作。

在标签的 EXP 置位阶段,需要根据前一阶段,也就是区分极端所得到的结果,将 EXP 中的相应位置位,作为数据流在 MPLS 网络内转发的依据。

在 MPLS 网络中最后的一个阶段是转发阶段,网络中的 LSR(包括 LER)根据标签中的 EXP 位,做出相应的操作,如将数据流引导至合适优先级的队列,或者合适的丢弃优先级。

MPLS 在路由寻址方面同传统的路由器寻址有很大的不同。MPLS 支持特殊路由,因而到达同一目的地的数据包可以沿不同路径进行转发。对于那些有特殊要求的 IP 包,可以通过 ATM 网络为其建立专门的 VC 电路,这些 VC 电路的 QoS 参数可以根据转发数据包的要求决定,这样就将 ATM 的 QoS 能力与 MPLS 技术有机地结合在一起。

### 3 IP 网络中 QoS 的实现

总体工作流程:流分类;流量控制和流量整形;拥塞避免;队列技术。如图 1 所示。

(1)流分类:一般在网络边界,根据物理接口、源地址、目的地址、MAC 地址、IP 协议等,或应用程序的端口号等依据对报文业务进行分类。在核心网络根据分类进行相应 QoS 级别处理。

两种类型的流分类为:

a. BA (Behavior Aggregate) classifier: 只根据 DS (differentiated services) 字段对报文分类。

b. MF (Multi-Field) classifier: 根据报文头中多个字段进行分类,如源地址、目的地址、源端口、目的端口、DS 字段等。

(2)流量控制和流量整形:

a. 流量控制(CAR):是对单个、多个流或所有报文进行流量控制。提供对业务质量的可裁剪性。对于没有规定流量特性的报文,直接继续发送;需要进行流量控制的报文则进入令牌桶处理。如图 2 所示。

b. 流量整形(Generic Traffic Shaping, GTS):是对不规则或不符合预定流量特征的流量进行整形,以利于带宽匹配。可对接口上每个流或所有报文进行整形。如图 3 所示。

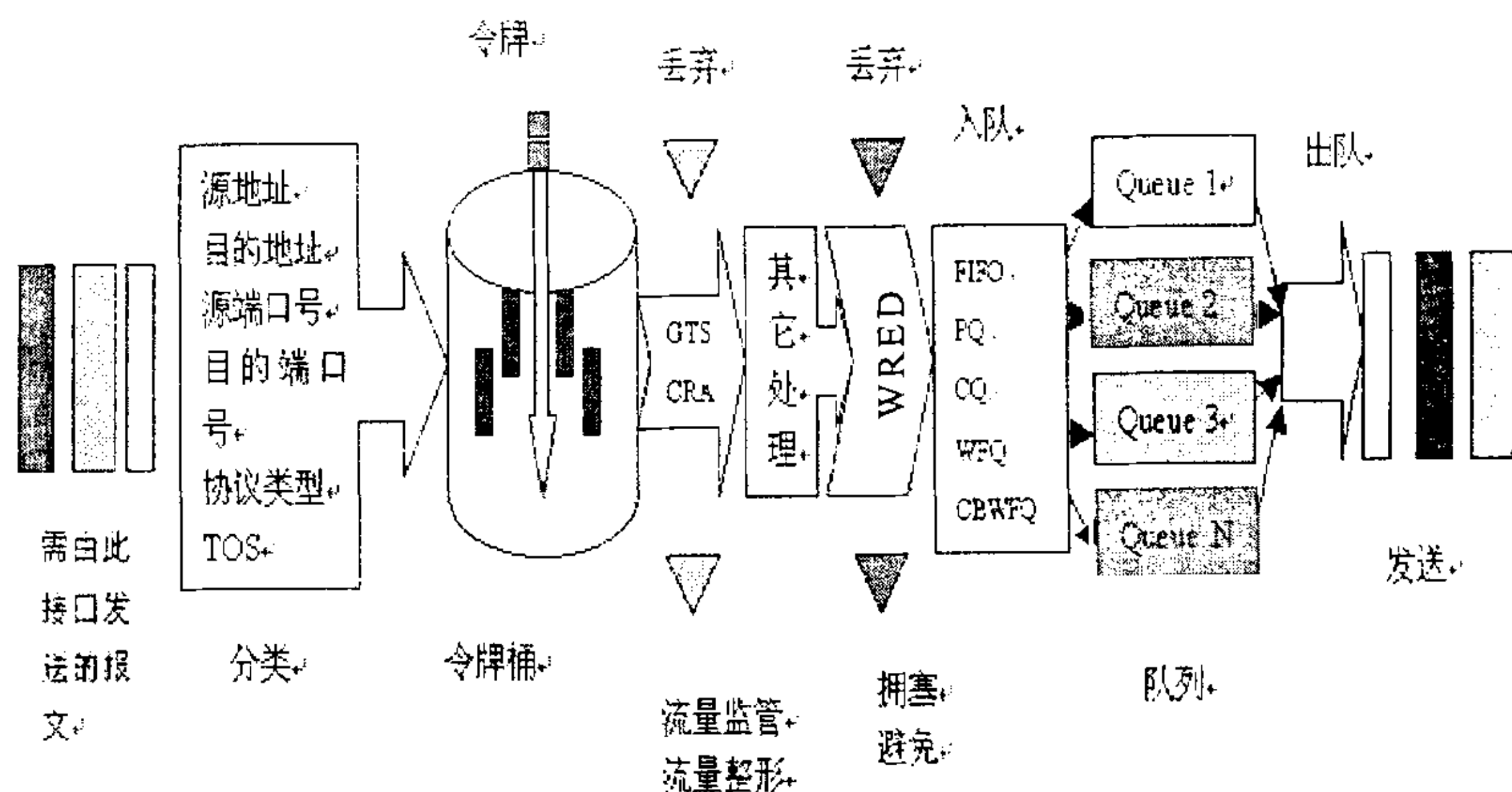


图1 QoS的总体流程

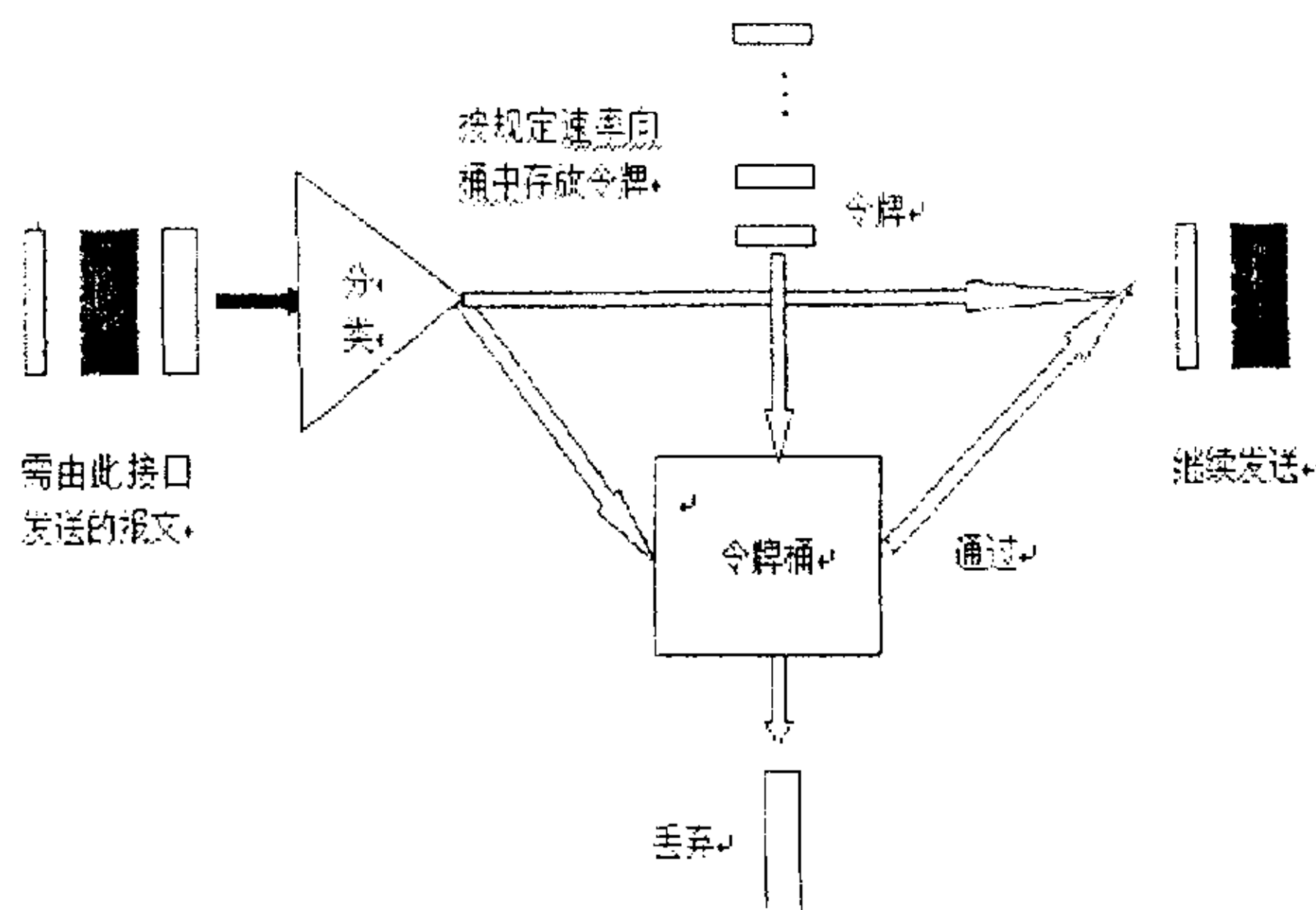


图2 流量控制

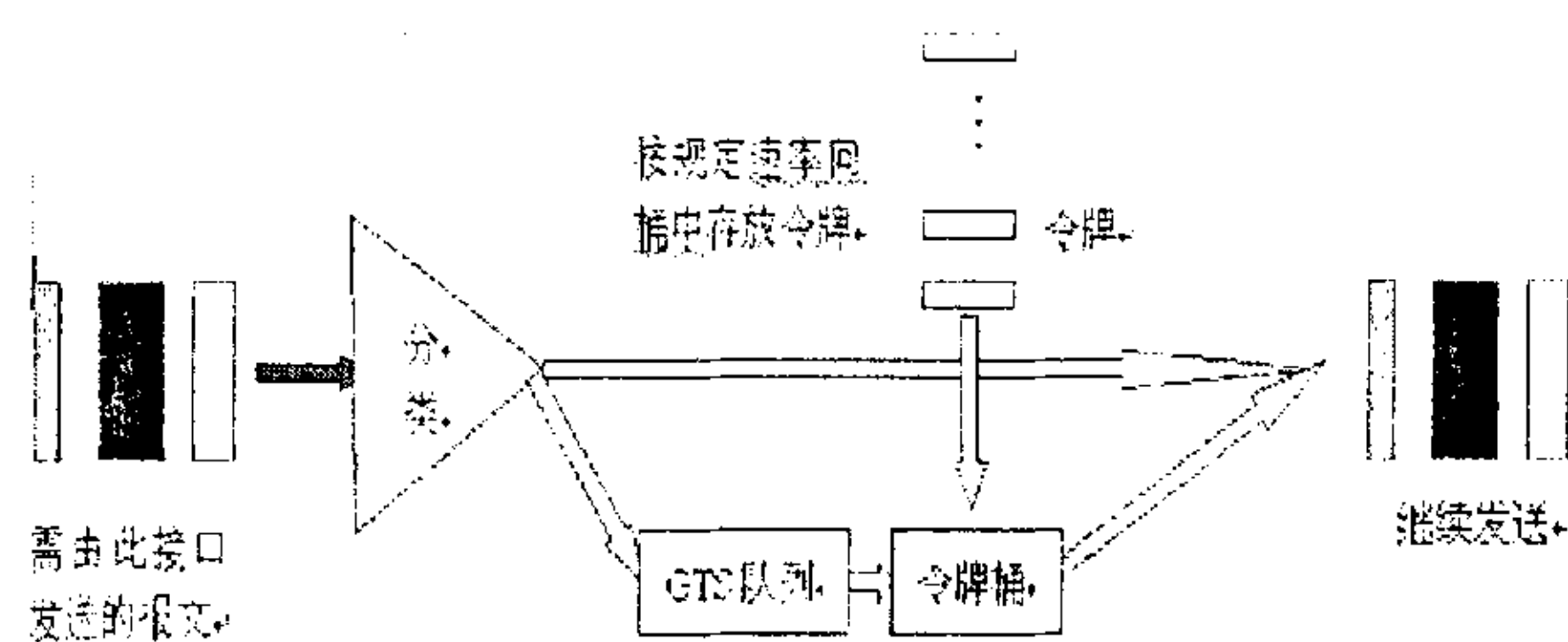


图3 流量整形

(3)拥塞避免:为避免造成 TCP 全局同步(即大量丢弃报文,导致 TCP 超时,使多个 TCP 连接同时进入慢启动和拥塞避免,线路上的报文流量忽大忽小,减少带宽利用率)。采用加权随机早期检测 WRED (Weighted Random Early Detection) 的报文丢弃策略。当队列长度在某阈值范围内时随机丢弃报文,高于某阈值时丢弃所有报文<sup>[5]</sup>。如图 4 所示。

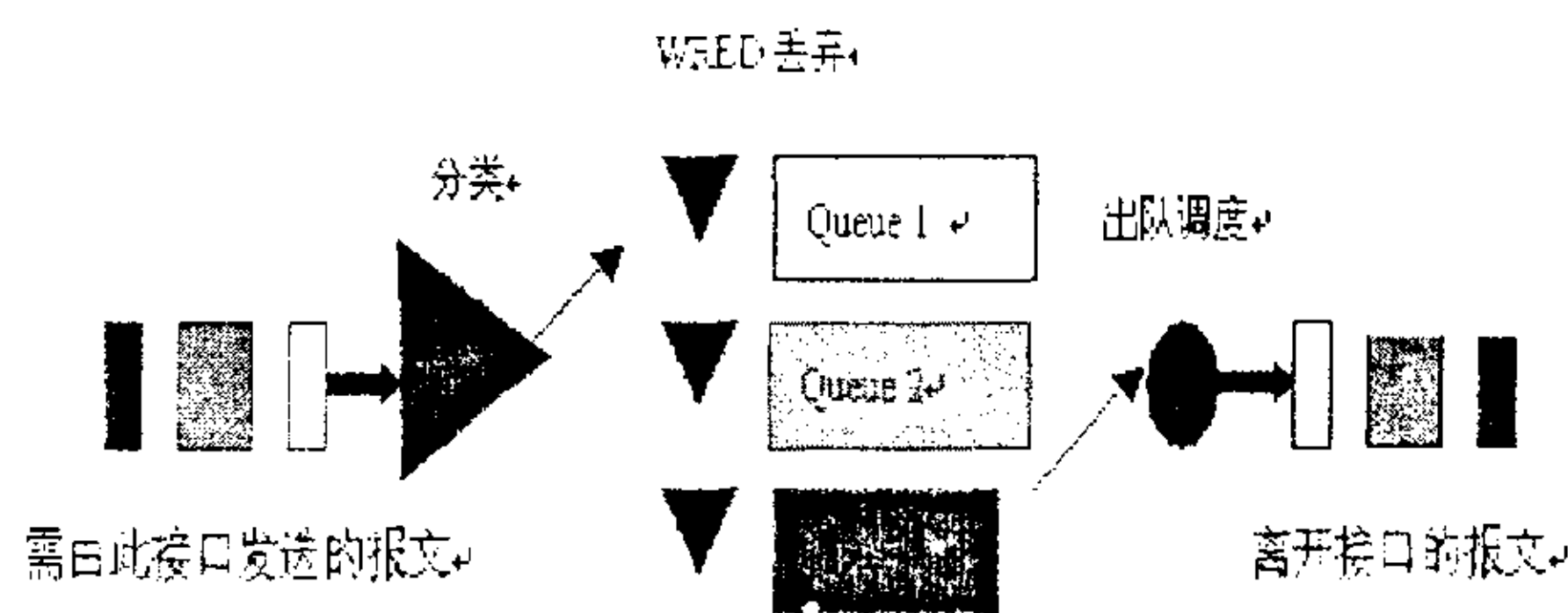


图4 拥塞避免

(4)队列技术:实现报文的拥塞管理。首先将报文

进行分类,送入不同的队列,然后队列调度对不同优先级的报文进行分别处理,优先级高的报文会得到优先处理。

#### 4 企业中 VPN QoS 的实施

ISP 可以通过 IP 网络向企业提供 VPN 业务以降低企业的建网费用/租用线费用,这对于企业很有吸引力。VPN 可以用于连接出差人员和企业总部、异地分支机构与企业总部、企业合作伙伴与企业总部,提供它们间的信息传输。但是如 VPN 不能提供有效的 QoS 保证,那么 VPN 将仍然不能有效地为企业服务。如往来工作函件、数据库访问需要优先对待,保证这些应用的带宽要求。而对于与工作无关的 E-Mail、WWW 访问等则可以按照“尽力而为”信息流对待。

在 VPN 各个站点的 CE 路由器上对业务流进行分类和着色,例如可以将业务流分为数据库访问、重要工作函件和 WWW 访问三类,并且根据需要利用 CAR 将这三种业务报文的优先级分别标记为高、中、低<sup>[6]</sup>。同时 VPN 服务提供商还可在每个 CE 路由器的接入端口设置 CAR 和 GTS 功能,分别用于流量监管和流量整形,以此来控制由各 VPN 站点进入服务提供商网络的报文流量不会超过承诺的流量高限。LR 则可以应用在 CE 路由器上进行接口总速率限制,裁减和控制 CE 路由器接入端口的带宽,保护 VPN 服务提供商的利益。

在 VPN 服务提供商网络的各 PE 路由器上,缺省情况下,MPLS EXP 会拷贝 IP 报文的优先级<sup>[7]</sup>。这样可以在 VPN 服务提供商网络的各个 PE 和 P 路由器,通过队列来控制报文的调度方式,保证在网络拥塞发

生时具有较高优先级的报文能够优先获得服务,达到低延时、低抖动等目的,同时还可以设置 WRED 来避免 TCP 流量的全局同步现象。

另外,如果 ISP 希望定义与用户网络不同的服务级别,或者不信任用户网络的 IP 优先级,也可以采用在 PE 路由器的入口,根据一定的规则,对 MPLS EXP 进行重新标记的方式。

#### 5 结 论

随着网络应用的日益广泛,对其 QoS 研究日益重要。文中主要从理论的角度分析了目前基于 IP 网的 QoS 机制,并且在实践的基础上完成了一个在企业中 VPN QoS 的设计。

##### 参考文献:

- [1] 兴 春. 虚拟专用网技术及其实现[J]. 计算机工程, 2001, 27(12): 4-6.
- [2] 何宝宏. IP 虚拟专用网技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002: 45-70.
- [3] 胡环娟, 李 刚, 黄春松. 一种专用网络信息加密设备的设计与实现[J]. 微计算机信息, 2005, 15(8): 20-29.
- [4] 吴 伟. 下一代的 IP 网络技术保障——协议标签交换[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [5] QoS: InterServ and DiffServ deployment problems. IETF Internet Draft[EB/OL]. 2000. <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/Crowcraft/talks/ee-talk-26/>.
- [6] Blake. An architecture for differentiated services[S]. RFC 2475. 1998.
- [7] Rosen. Multiprotocol label switching architecture[S]. RFC 3031. 2001.

(上接第 32 页)

#### 4 结 论

讨论了基于最小二乘向量机在说话人识别中的应用,构建了最优的识别分类器。实验结果表明,该方法能够降低说话人训练过程中的复杂度,提高分类的有效性,并在识别过程中有较高的识别率,对语音这样非常复杂的样本具有很强的适应性。最小二乘向量机的方法在传统的支持向量机的基础上为说话人识别又提供了一个新的途径。

##### 参考文献:

- [1] 易克初. 语音信号处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000: 256-258.
- [2] Cortes C, Vapnik V. Support vector networks[J]. Machine

Learning, 1995, 20: 273-297.

- [3] Burges C J C. A tutorial on support vector machines for pattern recognition[J]. Knowledge Discovery and Data Mining, 1998, 2: 121-167.
- [4] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机[J]. 自动化学报, 2000, 26(1): 32-42.
- [5] Suykens J A K, Vandewalle J. Least squares support vector machine classifiers[J]. Neural Processing Letters, 1999, 9: 293-300.
- [6] Furui S. Cepstral analysis technique for automatic speaker verification[J]. IEEE Trans Acoust, Speech, Signal Processing, 1981, 29(4): 254-272.
- [7] Smits G F, Jordan E M. Improved SVM Regression using Mixtures of Kernels[J]. IEEE, 2002, 3: 2785-2790.