

# 运营商网络的 QoS 体系构架与实现

刘子英, 陈剑云

(华东交通大学电气与电子工程学院, 南昌 330013)

**摘要:**通过对QoS技术的综合分析,提出了ISP运营商网络端到端的QoS构架,并对其构架的实现进行了论述,得出将IntServ、DiffServ、MPLS和SBM进行有机结合,设计并实现了一个运营商网络的QoS保证。

**关键词:**服务质量;多协议标记交换;集成服务;区分服务

## QoS Structure and Its Implementation in the ISP Network

LIU Ziyang, CHEN Jianyun

(School of Electrical and Electronic Eng., East China Jiaotong University, Nanchang 330013)

**【Abstract】** This paper presents the end-to-end QoS structure for the ISP Internet through analyzing the QoS technology, and discusses the implementation of its structure. Then it has a conclusion that the QoS guarantee is realized in the ISP network based on making IntServ, DiffServ, MPLS and SBM together.

**【Key words】** QoS; MPLS; IntServ; DiffServ

### 1 QoS 技术的综合分析

集成服务(IntServ)、区分服务(DiffServ)、多协议标记交换(MPLS)、子网带宽管理(SBM) 4 种不同的服务质量(QoS)协议模型,它们都能够为数据流的可预测传输提供支持,但设计思想和实现机制各有不同,而且所处的 OSI 体系结构 7 层模型的层次也不一。其中,IntServ/RSVP 位于 OSI 的第 4 层传输层,虽然可以提供有保证的 QoS,但扩展性差,只适用于小型网络或网络边缘。DiffServ 位于第 3 层网络层,其可扩展性、可用性很强,且伸缩性好,适合运营商骨干网络;但由于其存在微公平性问题,而且需要全局带宽管理,因而 DiffServ 在网络中的实际部署较困难。MPLS 则位于第 3 层与第 2 层之间, QoS 在某些方面类似于 DiffServ。但由于它兼有无连接的第 3 层路由和面向连接的第 2 层转发的优点,能够实现显式 LSP,因而 MPLS 也能够网络范围内做负载均衡的流量工程及 VPN,这是实施 QoS 的重要保证。SBM 属于第 2 层数据链路层,对子网提供 QoS 能力。

一个提供 Internet 服务的 ISP(Internet 服务提供者)运营商,其网络一般覆盖了从用户接入(子)网到骨干网的范围。以上各种模型及技术单独应用在大规模的网络系统中,它们都会表现出一定的局限性,其中任何一种技术,都无法独立实现基于全网、从上而下的 QoS 保证。从另一方面来看,这 4 种技术在 QoS 支持粒度、网络拓扑分布和网络实现层次等方面又有着很强的互补性。因此,只有综合应用这些 QoS 技术,同时运用资源控制管理及流量均衡,才有可能真正、更好地实现运营商网络环境中端到端的 QoS 保证。

### 2 端到端的 QoS 网络结构图

基于以上分析,本文提出 ISP 运营商网络端到端的 QoS 构架:在网络边缘,采用基于 RSVP 的 IntServ 体系结构,并在用户子网链路层采用支持 RSVP 的 SBM,从而提供面向终端应用的 QoS 协商手段和通信机制。在网络核心,骨干网通

过使用 DiffServ 和 MPLS,及 MPLS 流量工程,建立起具有良好伸缩性的核心 QoS 平台。用户子网和核心骨干网之间通过边界路由器相连,边界路由器能够完成 RSVP 到 DiffServ/MPLS 之间 QoS 参数的映射转换。网络结构见图 1。

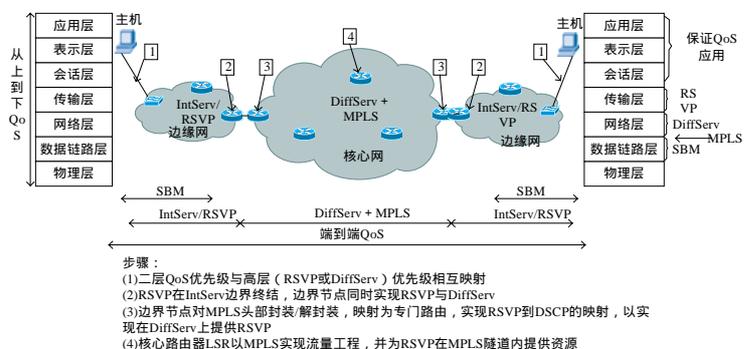


图 1 端到端 QoS 结构

### 3 QoS 构架的实现

#### 3.1 层间互通

##### 3.1.1 802 子网至上层 QoS 的映射

由于 IEEE 802.1p 使用 3 位来表示 8 位优先级,可以很容易地实现 LAN 中 802.1p 的 3 位优先级与上一层 IP QoS 的 IP 优先级字段的映射。SBM 实现二层优先级与高层 QoS 之间的映射,在 SBM 中,各个数值到各类服务的映射关系如下:

- 0 优先级 0: 缺省, 可以作为尽力而为服务;
- 1 优先级 1: 预约, “少于” 尽力而为服务;
- 2 优先级 2、3: 预约;
- 3 优先级 4: 时延敏感, 无边界要求;
- 4 优先级 5: 时延敏感, 100ms 边界(时延);
- 5 优先级 6: 时延敏感, 10ms 边界(时延);

**作者简介:**刘子英(1964 - ),女,硕士、副教授,主研方向:交通信息工程与控制,计算机网络与通信;陈剑云,博士、教授

**收稿日期:**2006-01-02 **E-mail:** lzy@4y.com.cn

## 6 优先级 7：网络控制。

### 3.1.2 IntServ 与 DiffServ 的互通

IntServ 结构采用 RSVP 为网络业务预留资源,而 DiffServ 简单地标记业务并给业务分配优先等级。在提供 IP QoS 时,为实现规模的适应性,在 IP 骨干网采用 DiffServ 体系结构,在 IP 边缘网采用 IntServ 结构。这样,终端主机可以采用高量化程度(如带宽、抖动门限等)的 RSVP 请求,在骨干网入口的边界路由器就能把那些 RSVP 预留的资源映射到相应的 DiffServ 服务级别上去。IntServ 与 DiffServ 网络之间的互通包括 RSVP 在 DiffServ 域的处理及映射等。

### 3.1.3 MPLS 用于 DiffServ

DiffServ 需要大量网络单元的协同运作,才能向用户提供端到端的 QoS,而这些组件往往是高度分散的。因此,尽管 DiffServ 是目前在骨干网上实现 IP QoS 最可行的方案,但仅靠 DiffServ 还不能提供端到端的 QoS 保证。利用 MPLS 技术则可以很好地解决这个问题。MPLS 将第 3 层的 QoS 转换为第 2 层的 QoS,通过网络中第 2 层(如 ATM、帧中继)较容易地实现数据交换。MPLS 与 DiffServ 的结合称为 MPLS CoS。

### 3.1.4 MPLS 用于 RSVP

在 RSVP 中采用显式路由来判别由标记交换的 RSVP 流所携带的路径信息。这些 RSVP 流是利用虚拟通道,经过支持 MPLS 的路由器形成的。即使在 RSVP 内没有为显式路由对象预留资源,根据这个 RSVP 流的特征,为 MPLS 分配标记也是可能的。无论哪种情况,其作用都是在 MPLS 路由器上简单地支持 RSVP,通过参考 MPLS 标记,LSR 不必管理 RSVP 状态。

由于 IntServ 是针对流的,在骨干网中存在着扩展性问题,因此,在大型骨干网应用中,MPLS 用于 RSVP 仍然没有可实施性。因此,骨干网中较实用的方案是 MPLS CoS。

## 3.2 MPLS QoS 设计与实现

ISP 运营商网络一般是一个基于全国性,或大的区域性的、公众的互联网络,其网络规模本身就决定了采用 IntServ/RSVP 模型存在扩展性、伸缩性差的问题。而采用纯 DiffServ 模型,则需要一个全局的带宽管理对全局资源进行动态管理,这实际上在网络中部署较困难。

由于现在 ISP 运营商,其 IP 网络建设较晚,有的正在重新建设全新的 IP 网络,因此网络一般选择 MPLS-Enabled 网络,以便为提供网络端到端的 QoS 设立好先决条件。这样,对于一般的数据业务,采用 MPLS+DiffServ,即 MPLS CoS 服务,对于视频、语音等对实时性要求较高的业务,利用 MPLS VPN 技术,采用更加有保证的 QoS 技术实现。QoS 服务质量具体设计如下:

在运营商的 MPLS 网络中,QoS 信息在标记头的 MPLS CoS(EXP) 字段中传送。MPLS 使用与 IP 相同的承诺速率 CAR、队列调度机制等技术来为不同数据流提供 CoS 分级服务。唯一的区别是:MPLS QoS 是基于 MPLS 标记中的 CoS 字段,而 IP QoS 是基于 IP 包头中的 IP 优先级 ToS 字段。

运营商网络中与 MPLS 结合的 QoS 处理过程如下:

(1) 在入口处的 MPLS 边界路由器 LER 上、IP 数据的输入接口上启用 CAR,对特定流量进行速率控制。并根据策略对不同的流量设置 IP 优先级值 - ToS 字段。然后,IP 优先级值被复制到 MPLS CoS 字段中。同时,作为 IP/MPLS QoS 互联的一部分,在输入前已被设置过的 IP 包头中的 ToS 优先级字段,也可以被复制到 MPLS CoS 字

段中去。

(2) 在 MPLS 主干路由器 LSR 上,使用 WFQ 加权公平队列、WRED 加权随机早丢弃等功能,根据 MPLS CoS 字段对通信流量提供不同的优先级保证。

(3) 在出口处的 MPLS 边缘路由器 LER 上,IP 包头中的优先级字段 ToS 可以继续保留,成为继续提供区分服务的基础。

对于运营商级别的网络,为每个流分别配置不同服务级别是无法实现的。采用 MPLS 与 DiffServ 相结合的 MPLS CoS,可以在骨干网上提供较粗颗粒的区分服务,即对所有的数据流进行归纳,分为若干种服务类型,并对不同服务类型配置相应的 QoS 策略。例如,可以将所有的数据类分为 3 种服务类别:

- (1) 最高级别——保证传送;
- (2) 高优先级低时延——区分服务;
- (3) 低优先级——尽力传送。

每种级别分别定价,同时用户可以购买混合的 SLA 服务以满足其需求。与传统电信网络中针对每条电路的管理模式相比,采用 MPLS 的 CoS 提供了所有优点,同时极大地降低了系统复杂度。

由于 QoS 需要消耗路由器很大的处理能力,为做到最高的有效性,QoS 在网络中的实际部署中要求分布式处理。从前面的分析可以看出,在 MPLS 边缘路由器(路由交换机)上可以通过 CAR 技术对不同的流量分配不同的 IP 优先级,并加入到 MPLS 的优先级中去。但考虑到减轻设备负担的要求,应将该部分工作尽量放在更下层(如边缘接入层)的接入设备上完成。

## 3.3 基于 MPLS VPN 的 QoS 设计与实现

QoS 是 MPLS VPN 服务的重要组成部分。在 MPLS VPN 中,也可以同上面一节中所讨论的一样,通过 CAR 承诺速率、WFQ 加权公平队列和 WRED 加权随机早丢弃等机制来提供 CoS 服务。而且,MPLS VPN 还可以更进一步通过 RSVP 协议来提供端到端的精确服务质量保证,如图 2 所示。

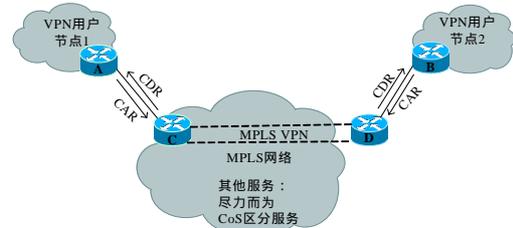


图 2 MPLS VPN QoS 设计

图 2 中,基于 MPLS VPN 的 RSVP 服务分为 3 步来完成:

第 1 步:在 VPN 用户的数据源路由器的发送端口和目的地路由器的接收端(图 2 中 A、B 端口)上配置 RSVP,对特定的数据(如语音、视频)进行带宽预留。

第 2 步:在 MPLS VPN 边缘路由器 PE 上的接入端口上(图 2 中 C、D 端口),不配置 RSVP,而是通过配置 CAR 承诺接入速率和 CDR 承诺递送速率来为用户提供输入、输出的承诺带宽。

第 3 步:在经由 MPLS VPN 网络传输数据时,将根据 CAR 的值定义 MPLS 标记中的 CoS 字段。这样,在数据包于 MPLS 骨干网的传输过程中,将通过 WFQ、WRED 等提供的 QoS 功能,获得优先通过的保证。

对以上 MPLS VPN 的 QoS 实现方式进行综合分析,可以看出,该结构的优点在于:

(1) RSVP 协议仅在用户端的路由器上运行。这样,一方面,给予用户自主权,由用户决定对哪些流量需要进行带宽预留。另一方

(下转第 172 页)