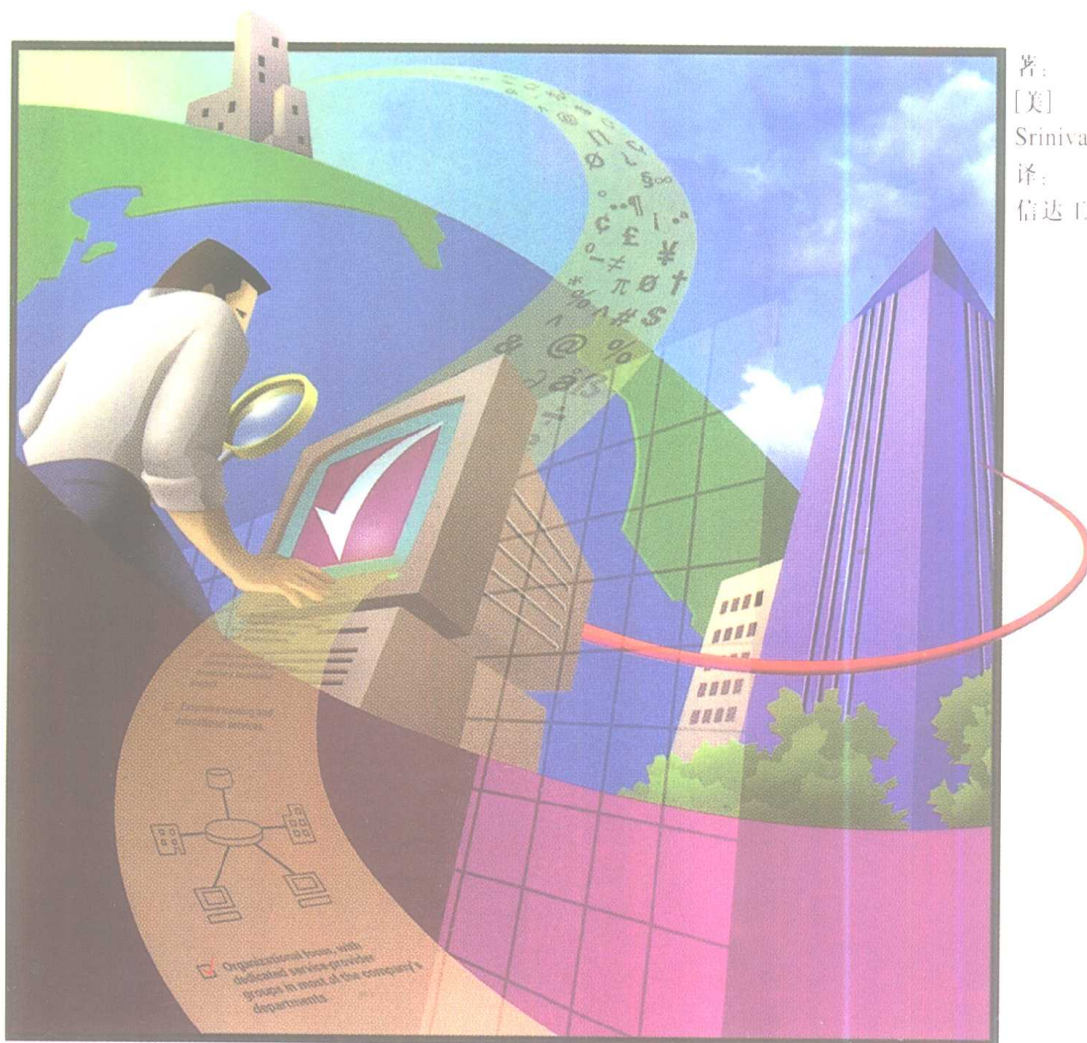




著：
[美]
Srinivas Vegesna
译：
信达工作室

IP 服务质量

IP QUALITY OF SERVICE

The complete resource for understanding and deploying
IP quality of service for Cisco networks

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

CISCO SYSTEMS

CISCO PRESS
www.ciscopress.com

IP 服务质量

[美] Srinivas Vegesna 著

信达工作室 译

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

IP 服务质量/(美)维格斯纳 (Vegesna,S.) 著;信达工作室译.—北京:人民邮电出版社,2001.8

ISBN 7-115-09511-6

I.I... II.①维...②信... III.计算机通信网—研究 IV.TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 048456 号

IP 服务质量

◆ 著 [美] Srinivas Vegesna

译 信达工作室

责任编辑 俞 彬

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:18

字数:423 千字

2001 年 8 月第 1 版

印数:1—5 000 册

2001 年 8 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字:01—2001—0777 号

ISBN 7-115-09511-6/TP·2370

定价:36.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

内 容 提 要

本书详细讨论了 IP QoS 体系结构和相关的 QoS 功能、区分服务体系结构、ATM、帧中继、IEEE 801.1p、IEEE 801.1Q、MPLS、MPLS VPN QoS 技术及其与 IP QoS 的互联、MPLS 流量工程，同时提供了大量的案例研究和配置范例。

本书是为负责设计和维护公司内部网络和服务提供商网络基础设施的 IP 服务的网络互联专业人员编写的。如果您是网络工程师、设计师、管理员、规划人员或操作员，掌握了 QoS 技术的基本知识，本书将是您设计和实现各种 QoS 的实用指南。对于为客户设计 IP 网络的咨询人员、系统工程师以及销售工程师，本书也有很高的参考价值。

版权声明

Srinivas Vegesna: IP Quality of Service

Authorized translation from English language edition published
by Cisco Press.

Copyright © 2001 by Cisco Press.

All rights reserved. For sale in mainland China only.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可，对书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有，侵权必究。

关于作者 和审稿人

作者简介

Srinivas Vegesna (CCIE #1399) 是 Cisco 公司服务提供商高级咨询服务 (Service Provider Advanced Consulting Services) 项目的经理, 其主要研究方向是通用 IP 网络互联技术, 特别是 IP 路由协议和 IP QoS。在 Cisco 工作的 6 年期间, 曾经为多个大型服务提供商和企业提供大型 IP 网络的设计、部署和故障诊断服务。Srinivas 持有亚利桑那州立大学的电子工程硕士学位, 目前正在攻读 Santa Clara 大学的 MBA 学位。

技术审稿人简介

Vijay Bollapragada (CCIE #1606) 是 Cisco 解决方案工程小组的经理, 主要从事新型网络解决方案以及解决 Cisco 设备中复杂的软件和硬件问题的工作。Vijay 还向 Cisco 工程师和客户教授多门课程, 包括“Cisco 路由器体系结构”、“IP 多播”, “Internet 服务质量”以及“Internet 路由体系机构”等。他还是杜克大学电子工程系的副教授。

Erick Mar (CCIE #3882) 是 Cisco 公司的咨询系统工程师, 获 CCIE 路由和交换证书。在过去的 8 年中, 曾为多个网络产品制造商工作过, 为“财富”500 强中的一些大公司提供过网络设计和实现支持。Erick 获得了 Santa Clara 大学的 MBA 学位, 还在旧金山州立大学获得工商管理学士学位。

Sheri Moran (CCIE #1476) 在 Cisco 公司工作 7 年多。在过去的一年半中, 她一直是 Northwest Commercial Operation 公司的咨询系统工程师。Sheri 擅长路由、交换、QoS、校园网设计、IP 多播和 IBM 技术。在此之前的 6 年中, 她是 NJ Central Named Region 的系统工程师, 为 NJ 的大型企业客户提供技术支持, 其中包括 Prudential、Johnson &

Johnson、Bristol Meyers Squibb、Nabisco、Chubb Insurance 以及 American Reinsurance。Sheri 以最高荣誉毕业于巴拿马州 New Wilmington 的 Westminster 学院，获得了计算科学和数学双学位，她在新泽西的 Monmouth 大学获得了金融硕士学位。Sheri 是 CCIE，并通过了 CIP 认证和 Novell 认证。她现在住在新泽西的 Millstone。

目 录

第一部分 IP QoS

第 1 章 IP QoS 简介	3
1.1 QoS 等级	4
1.2 IP QoS 的历史	5
1.3 性能度量	6
1.3.1 带宽	6
1.3.2 分组延迟和抖动	7
1.3.3 分组丢失率	8
1.4 QoS 功能	8
1.4.1 分组分类器和标记器	8
1.4.2 通信速率管理	8
1.4.3 资源分配	9
1.4.4 拥塞避免和分组丢弃策略	9
1.4.5 QoS 信令协议	9
1.4.6 交 换	9
1.4.7 路 由	10
1.5 第 2 层 QoS 技术	10
1.6 多协议标记交换 (Multiprotocol Label Switching)	10
1.7 端到端 QoS	11
1.8 本书的目标	11
1.9 本书针对的读者	12
1.10 范围和不足	12
1.11 本书的组织结构	12
1.11.1 第一部分	12
1.11.2 第二部分	13
1.11.3 第三部分	13
1.11.4 第四部分	13
1.12 参考文献	13

第 2 章 区分服务体系结构	15
2.1 Intserv 体系结构	15
2.2 Diffserv 体系结构	16
2.2.1 网络边界流量调节器	18
2.2.2 PHB	19
2.2.3 资源分配策略	21
2.3 总 结	22
2.4 参考文献	23
第 3 章 网络边界流量调节器：分组分类器、标记器和通信速率管理	25
3.1 分组分类	26
3.2 分组标记	26
3.2.1 IP 优先级	26
3.2.2 DSCP	27
3.2.3 QoS 组	27
3.2.4 案例研究 3-1: 使用 IP 优先级对分组进行分类和标记	28
3.2.5 案例研究 3-2: 使用 QoS 组对分组进行分类和标记	30
3.2.6 案例研究 3-3: 强行设置 IP 优先级	32
3.3 对通信速率管理的需求	33
3.3.1 令牌桶 (Token Bucket) 方案	33
3.4 流量控制	34
3.4.1 案例研究 3-4: 限制某种服务等级应用的通信速率	38
3.4.2 案例研究 3-5: 基于 IP 优先级值限制通信	39
3.4.3 案例研究 3-6: 子速率 (subrate) IP 服务	40
3.4.4 案例研究 3-7: Web 托管服务	40
3.4.5 案例研究 3-8: 抵御拒绝服务 (Denial-of-Service) 攻击	41
3.4.6 案例研究 3-9: 限制公共交换点的流量	41
3.5 流量整形	43
3.5.1 流量测量工具	43
3.5.2 案例研究 3-10: 将流量整形为接入速率	44
3.5.3 案例研究 3-11: 将主机的输入/输出流量整形为特定的平均速率	47
3.5.4 案例研究 3-12: 收到 BECN 后对帧中继流量进行整形	49
3.6 总 结	51
3.7 常见问题	51
3.8 参考文献	52
第 4 章 单中继段行为：资源分配 I	53
4.1 支持 QoS 的调度技术	54
4.1.1 FIFO 排队	54

4.1.2 最大-最小公平-份额分配方案	55
4.1.3 广义处理器共享	56
4.2 基于序列号计算的 WFQ	57
4.3 基于流的 WFQ	59
4.3.1 WFQ 与 RSVP 的交互	62
4.3.2 WFQ 实现	62
4.3.3 案例研究 4-1: 基于流的 WFQ	63
4.3.4 案例研究 4-2: 通过指定权重分配带宽	64
4.3.5 案例研究 4-3: 语音和 FTP 流分组之间的 WFQ 调度	64
4.4 基于流的分布式 WFQ (DWFQ)	65
4.4.1 案例研究 4-4: 基于流的 DWFQ	66
4.5 基于类的 WFQ	66
4.5.1 案例研究 4-5: 为关键通信分配更高带宽	67
4.5.2 案例研究 4-6: 根据输入接口分配更高的带宽	68
4.5.3 案例研究 4-7: 按 ToS 类分配带宽	68
4.5.4 不使用模块化 CLI 的 CBWFQ	70
4.5.5 案例研究 4-8: 不用模块化 QoS CLI 基于 QoS 组分类分配带宽	71
4.6 优先级排队	72
4.6.1 案例研究 4-9: 基于 IP 优先级指定 IP 通信的优先次序	72
4.6.2 案例研究 4-10: 基于长度指定分组的优先次序	74
4.6.3 案例研究 4-11: 根据源地址指定分组的优先次序	74
4.7 定制排队	75
4.7.1 定制排队如何使用字节计数	75
4.7.2 案例研究 4-12: 为不同协议指定最小接口带宽	75
4.8 语音通信的调度机制	78
4.8.1 具有优先级队列的 CBWFQ	78
4.8.2 案例研究 4-13: 严格的语音优先级队列	79
4.8.3 具有优先级队列的定制排队	79
4.9 总 结	80
4.10 常见问题	80
4.11 参考文献	81
第 5 章 单中继段行为: 资源分配 II	83
5.1 改进的加权循环 (MWRR)	83
5.1.1 MWRR 操作图解	84
5.1.2 MWRR 实现	89
5.1.3 案例研究 5-1: 基于类的 MWRR 调度	89
5.2 改进的差额循环 (MDRR)	91
5.2.1 一个 MDRR 例子	91
5.2.2 MDRR 实现	95

5.2.3 案例研究 5-2: 具有拥塞避免策略的语音通信的带宽分配和最小抖动配置	96
5.3 总 结	99
5.4 常见问题	99
5.5 参考文献	99
第 6 章 单中继段行为: 拥塞避免和分组丢弃策略	101
6.1 TCP 缓慢启动和拥塞避免	101
6.2 尾丢弃方案中的 TCP 通信行为	102
6.3 RED——用于避免拥塞的预先队列管理	103
6.3.1 平均队列长度计算	104
6.3.2 分组丢弃几率	105
6.4 WRED	105
6.4.1 WRED 实现	106
6.4.2 案例研究 6-1: 使用 WRED 来避免拥塞以提高链路利用率	106
6.4.3 案例研究 6-2: 使用模块化 QoS CLI 启用基于通信类的 WRED	108
6.5 流 WRED	109
6.5.1 案例研究 6-3: 非自适应流的拥塞避免	110
6.6 ECN (显式拥塞通知)	110
6.7 SPD	111
6.7.1 案例研究 6-4: 使用 SPD 防止坏损 IP 分组 smurf 攻击	112
6.8 总 结	114
6.9 常见问题	114
6.10 参考文献	115
第 7 章 集成服务: RSVP	117
7.1 RSVP	117
7.1.1 RSVP 操作	118
7.1.2 RSVP 组件	120
7.1.3 RSVP 消息	120
7.2 预留类型	121
7.2.1 独占式预留	121
7.2.2 共享预留	121
7.3 服务类型	122
7.3.1 控制负载	122
7.3.2 保证比特率	122
7.4 RSVP 介质支持	124
7.5 RSVP 的扩展性	124
7.5.1 案例研究 7-1: 使用 RSVP 为应用程序预留端到端带宽	125
7.5.2 案例研究 7-2: VoIP 的 RSVP	130
7.6 总 结	131

7.7 常见问题	131
7.8 参考文献	132

第二部分 第2层 QoS 和 MPLS QoS——与 IP QoS 的互联

第8章 第2层 QoS: 与 IP QoS 的互联	135
8.1 ATM	135
8.1.1 ATM 信元格式	136
8.1.2 ATM QoS	138
8.1.3 ATM 服务类型	138
8.1.4 信元丢弃策略	139
8.1.5 VP 整形	139
8.1.6 案例研究 8-1: 提供 ABR 服务的 PVC	140
8.1.7 案例研究 8-2: VP 流量整形	140
8.2 ATM 与 IP QoS 的互联	143
8.2.1 案例研究 8-3: 在 ATM 边界有区别地丢弃 IP 分组	145
8.2.2 案例研究 8-4: 区分服务	148
8.2.3 案例研究 8-5: 根据 IP 优先级设置 ATM CLP 位	150
8.3 帧中继	150
8.3.1 帧中继拥塞控制	151
8.3.2 帧中继流量整形 (FRTS)	152
8.3.3 帧中继分段	154
8.4 帧中继与 IP QoS 的互联	155
8.4.1 案例研究 8-6: 自动感知 QoS 的帧中继流量整形	156
8.4.2 案例研究 8-7: 自适应流量整形和 BECN/FECN 集成	157
8.4.3 案例研究 8-8: 基于通信类型使用到目的地的多个 PVC	159
8.4.4 案例研究 8-9: 单 VC WFQ	161
8.4.5 案例研究 8-10: 帧中继 DE 位和 IP 优先级位之间的映射	162
8.4.6 案例研究 8-11: 帧中继分段	162
8.5 IEEE 802.3 LAN 家族	163
8.5.1 加速通信能力 (Expedited Traffic Capability)	163
8.6 总 结	167
8.7 常见问题	168
8.8 参考文献	169
第9章 基于 MPLS 的网络中的 QoS	171
9.1 MPLS	171
9.1.1 转发组件	172
9.1.2 控制组件	172
9.1.3 标签封装	175

9.2	ATM 中的 MPLS	176
9.2.1	案例研究 9-1: 下游标签分发	177
9.3	MPLS QoS	181
9.4	端到端 IP QoS	182
9.4.1	案例研究 9-2: MPLS CoS	183
9.4.2	LER	183
9.4.3	LSR	184
9.5	MPLS VPN	184
9.5.1	案例研究 9-3: MPLS VPN	185
9.6	MPLS VPN QoS	193
9.6.1	区分 MPLS VPN QoS	193
9.6.2	保证 QoS	195
9.6.3	只有 VPN 站点有 RSVP	195
9.6.4	在 VPN 站点使用 RSVP 而在服务提供商主干使用 Diffserv	195
9.6.5	端到端保证带宽	196
9.7	案例研究 9-4: MPLS VPN QoS	196
9.8	总 结	196
9.9	常见问题	197
9.10	参考文献	197

第三部分 流量工程

第 10 章	MPLS 流量工程	201
10.1	第 2 层覆盖模型	202
10.2	RRR	202
10.3	TE 主体的定义	204
10.4	TE 隧道属性	205
10.4.1	带宽	205
10.4.2	建立优先级和占据优先级	205
10.4.3	资源类亲和力	205
10.4.4	路径选择次序	206
10.4.5	适用性	206
10.4.6	弹性	206
10.5	链路资源属性	206
10.5.1	可用带宽	207
10.5.2	资源类	207
10.6	链路资源信息分发	207
10.7	路径选择策略	207
10.8	TE 隧道的建立	208
10.9	链路许可控制	208

10.10	TE 路径维护	209
10.11	TE-RSVP	209
10.12	IGP 路由协议扩展	210
10.12.1	IS-IS 修订	210
10.12.2	OSPF 修订	210
10.13	TE 方法	211
10.14	案例研究 10-1: MPLS TE 隧道的建立和操作	211
10.15	总 结	226
10.16	常见问题	226
10.17	参考文献	227

第四部分 附 录

附录 A	Cisco 模块化 QoS 命令行界面	231
A.1	通信类定义	232
A.2	策略定义	233
A.3	策略应用	234
A.4	层次式策略	235
A.5	策略的执行次序	236
A.5.1	策略间特性的次序	236
A.5.2	特性内执行次序	237
附录 B	分组交换机制	239
B.1	进程交换	239
B.2	路由缓存转发	240
B.3	CEF (Cisco 快速转发)	241
B.3.1	CEF 的优点	241
B.3.2	分布式 CEF (DCEF)	242
B.3.3	案例研究 B-1: 在主干路由器上部署 CEF	242
B.3.4	路由缓存交换和 CEF 交换的比较	249
B.4	总 结	250
附录 C	路由选择策略	251
C.1	使用 QoS 策略来选择路由	251
C.1.1	基于 QoS 的路由	251
C.1.2	基于策略的路由	252
C.1.3	案例研究 C-1: 基于 IP 优先级的路由	253
C.1.4	案例研究 C-2: 基于分组长度的路由	254
C.2	使用 BGP 的 QoS 策略传播	255
C.2.1	案例研究 C-3: 输入和输出通信的 QoS	256

C.3 总 结	259
C.4 参考文献	259
附录 D 实时传输协议	261
D.1 参考文献	262
附录 E 通用 IP 线路效率功能	263
E.1 Nagle 算法	263
E.2 路径 MTU 发现	264
E.3 TCP/IP 报头压缩	264
E.4 RTP 报头压缩	264
E.5 参考文献	264
附录 F 链路层分段和交叉技术	265
F.1 参考文献	267
附录 G IP 优先级和 DSCP 值	269

第一部分

IP QoS

第 1 章 IP QoS 简介

第 2 章 区分服务体系结构

第 3 章 网络边界流量调节器：分组分类器、标记器和通信速率管理

第 4 章 单中继段行为：资源分配 I

第 5 章 单中继段行为：资源分配 II

第 6 章 单中继段行为：拥塞避免和分组丢弃策略

第 7 章 集成服务：RSVP

原书空白页