

Web Protocols  
and Practice



# Web

# 协议与实践

[美] Balachander Krishnamurthy Jennifer Rexford 著  
范群波 沈金河 译

HTTP/1.1、网络协议、缓存技术和流量测量

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)



Addison-Wesley 计算机专业教材

# Web 协议与实践

(Web Protocols and Practice)

HTTP/1.1、网络协议、缓存技术和流量测量

HTTP/1.1, Networking Protocols, Caching, and Traffic Measurement

[美] Balachander Krishnamurthy

著

Jennifer Rexford

范群波 沈金河

译

科学出版社

北京

图字: 01-2002-1513 号

## 内 容 提 要

本书译自 Addison Wesley 经典教程, 两位作者均是贝尔实验室的资深 Web 技术研究员。

本书全面论述了传输 Web 内容的系统和协议, 重点讲述了 Web 中业已成熟和稳定的技术, 如 TCP/IP 协议及 DNS 技术、HTTP/1.0 的设计及其与 TCP 之间的交互; 深入阐述了 Web 高速缓存技术和多媒体流播技术的最新技术动态; 分析了 Apache Web 服务器和 Squid 代理; 还探讨了通信量的分析和测量技术。书中使用了大量示例、技术发展水平报告以及案例分析来阐述 Web 的工作原理和各个组件之间的交互。

本书是有关万维网核心技术的完全参考书, 适用于 Web 技术人员、网站管理员、依赖于 Web 基础设施的开发人员及作为相关专业高年级本科生和研究生的教材。

### Web Protocols and Practice: HTTP/1.1, Networking Protocols, Caching, and Traffic Measurement

Copyright © 2001 by AT&T Corp.

Original English language edition published by Pearson Education.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国培生教育出版集团授权科学出版社在中国境内(香港、澳门特别行政区和台湾地区除外)出版、发行。

未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 盗版必究。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

Web 协议与实践 / (美) 克里舍纳姆塞 (Krishnamurti, B.) 著;

范群波, 沈金河译. — 北京: 科学出版社, 2003.6

ISBN 7-03-011535-X

I. W... II. ①克...②范...③沈... III. 计算机网络—通信协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 039299 号

责任编辑: 科海 / 责任校对: 成昊  
责任印刷: 科海 / 封面设计: 科海

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市耀华印刷有限公司

科学出版社总发行 各地新华书店经销

\*

2003 年 7 月第 1 版 开本: 787 × 1092 1/16

2003 年 7 月第 1 次印刷 印张: 27.75

印数: 1-3000 字数: 672 千字

定价: 46.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 序

这是一本有关万维网核心技术的全面参考书。本书对通过Web传送内容的系统和协议进行了权威和深入的阐述，重点讲述HTTP/1.1，以及它同其他网络协议的交互。

本书对于Web浏览器、通信媒体和服务器的运作和行为进行了全面分析。它们涉及HTTP同其他网络协议（IP、TCP和DNS）的交互。这些讨论是非常有价值的，通过它们可防止一些特殊的网络故障，而这些故障往往会导致一家公司在Internet上的失败。

本书首先提供了对于Web软件组件的概述，然后提供协议套件的说明；稍后，解释了Web通信量测量的问题，并讲述了如何对工作负载进行说明。同时，为Web高速缓存和流播多媒体提供了详细的报告；最后，从研究的角度讨论未来可能会影响Web发展方向的一些技术。

贯穿全书，您会见到大量实例和案例研究，它们诠释了Web关键技术，其中包括：

- Web核心软件组件的发展演变，包括客户机、代理和服务器
- 对于脚本、搜索引擎、Spider、Cookie和身份验证的探索
- 详细讨论标准协议：网际协议（IP）、传输控制协议（TCP）、域名系统（DNS）和HTTP/1.1
- 负责传输流播多媒体内容的协议套件，包括实时流播传输协议（RTSP）
- 用于收集和分析Web通信负载的技术
- Web高速缓存、高速缓存间协议、专用高速缓存硬件和软件

作者清晰而富有条理的写作风格，再加上内容的及时性、丰富性和深入性，使得本书成为对Web技术感兴趣的所有人员的“必读书”。

为了把这本优秀读物介绍给国内的读者和开发人员，我们组织翻译了本书。由于时间仓促，译文难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

译者2003年6月于北京

## 相关书评

“本书讲述了您应该知道、但却不知该从何处找寻的一切Web知识。”

—Roch Guerin, Telecommunication Network, 宾夕法尼亚州立大学教授

“本书对于网站开发人员特别有用，通过更好地理解本书所讨论的协议性能问题，他们可以更有效地工作。如果仅仅参阅零散的研究文献和标准文档，其实很难真正体会自HTTP/1.0到1.1的巨大变化。总之，本书是Web专家以及有兴趣学习Web知识的所有人员的必读参考书。”

—Rómon Cáceres, 首席科技官, Vindigo公司

“作者对于Web协议之间的交互进行了非常透彻的解释。对于想了解Web工作原理的所有人来说，本书是必读之作。”

—Jörg Liebeherr, 弗吉尼亚大学教授

“对于任何有兴趣了解Web技术的人来说，本书颇具价值；而且是Web构建人员和管理人员的必读书。”

—Eduardo Krell, 首席技术官和Web体系结构师

“一本好书！讲解了我以前从未在出版读物中见到过的东西。特别适合需要了解HTTP工作原理的人员。”

—Patrik Fältsröm, IETF的应用程序领域主管

# 前言

## 简介

本书探讨了万维网（World Wide Web）的技术基础。讨论的技术包括在网站和最终用户之间传送内容的消息传输、高速缓存以及测量。消息在客户机、代理和服务器之间进行交换——这是Web的三个主要软件组件。这些消息的格式化和传送方式是由一系列通信协议所决定的。通过数年的发展，这些协议已编集成为标准文档。对Web性能的评估和改进依靠一系列有效的技术，它们用于收集和分析消息通信量的测量。通过将Web内容移到接近最终用户，高速缓存可有效地缩短用户感知的延迟，还能减轻Web服务器和基础网络的负载。Web通信已从传统的文本和图像内容的传送，逐步演变为音频和视频流播。多媒体流播要求一套独立的通信协议。这些主题以及Web的一系列核心技术，都将在本书中详细讨论。

本书全面论述了负责传输Web内容的系统和协议。本书面向的读者有Web技术人员、网站管理员、依赖于Web基础设施的开发人员、网络用户以及Web研究团体。本书的重点在于Web中那些业已成熟和稳定的技术。同那些用于创建和显示Web内容的、快速发展的技术相反，本书所讨论的标准化通信协议很难再发生变化。书中使用了一系列例子、技术发展水平报告以及案例分析来阐述Web的工作原理和各个组件之间的交互。本书提供了有关HTTP协议的详实示例，概述了Web高速缓存技术和多媒体流播技术的最新动态，分析了Apache Web服务器和Squid代理，同时还探讨了通信量的测量技术。这是一本颇具价值的参考书，有助于读者了解各种Web技术及其实践。

## 本书的结构

本书第1部分绪论，对于万维网的演变进行了相当广泛的叙述，并讨论了Web的基础结构、文档语言以及消息交换协议等。本书其余14章则分为5大部分：

- 软件组件：包括3章，展示了客户机、代理和服务器的内部工作原理，包括对一些相关主题的讨论，如脚本、控制程序、搜索引擎、Cookie和身份验证等
- Web协议：本书的核心内容，共分4章，介绍底层Web协议（IP、TCP和DNS）、HTTP/1.0的设计、HTTP/1.1的全面论述以及HTTP同TCP之间的交互
- Web传输的测量和特征：这2章描述了测量和分析Web通信量的各种技术，并概述了用于评估Web性能的Web工作负载模型的关键参数
- Web缓存和流式多媒体：共2章，对于一系列关键的Web应用进行了最新的概述。其中，Web缓存要求将内容更贴近用户，以缩短用户感知延迟，同时缓解服务器和

网络负载。流式多媒体则涉及到重叠传送声音/视频数据以便在接收端回放内容

- 研究前景：由3章构成，展示了一系列最新的研究主题，研究领域涉及缓存、测量和协议，让读者对这些领域的最新技术进展做到心中有数。同时，还对本书早些时候提供的材料进行了补充

## 读者对象

本书内容全面，不要求读者具备任何网络基础知识。书后给出完整的参考文献，引导读者自行参阅相关主题的信息。读者对象包括：

- 学生：高年级本科生和研究生可将本书用作Web协议、网络和测量技术的导论来学习和阅读。本书内容全面，不要求学生事先熟悉网络协议。不过，我们假定读者具有计算机科学技术的基本常识。本书提供了一系列案例分析和研究前景分析，引导读者实际应用他们所学的知识。本书的重点在于核心概念和协议的演变，可保证学生获得最全面的应用知识，而非局限于任何特定的Web技术的实现
- Web技术人员：本书向开发人员深入讲解了各种Web协议和软件组件。开发者可学习到有关HTTP和相关的网络协议（如IP、TCP和DNS等），以及它们同Web客户机、代理和服务器的关系。此外，本书还全面讲解了Web通信量测量和工作负载的特征，它们可帮助开发人员评定和改进自己的软件在实际应用中的性能
- Web和网络研究人员：学术界和大专院校的研究人员可将本书用作了解Web技术基础及其同Internet关系的一本主要参考书。本书讲述Web中已经成熟的一系列技术，以提供在这一领域中从事研究工作的必要背景知识。利用有关研究前景的高级阅读材料，可帮助读者了解目前正在进行的研究工作，它们可能最终会影响Web技术的进展。另外，一份全面的参考书目有助于读者了解其他有价值的出版物和标准化文档，以获取更详细的知识
- Web管理员：Web代理和服务器的管理员可对这些软件组件的工作原理有一个更加深入的理解。本书可作为对一些关键概念和协议特性的参考。强调性能问题，可帮助管理员对代理或服务器进行调节/优化，弥补同类书中只解释针对一个特定的硬件或软件平台如何配置之不足。有关Web测量的主题，以及有关HTTP与其他网络协议如何交互的主题，将帮助管理员正确地诊断性能问题

本书可作为参考书或自学手册，也可作为大学教材，供持续1~2个学期的Web技术/联网课程使用。读者可通过不同的方式来阅读本书，取决于已有的技术背景知识，以及当前兴趣所在。

# 目 录

## 第1部分 绪 论

<b>第1章 简介</b> .....	<b>1</b>
1.1 Web的起源及发展.....	1
1.1.1 Web的历史演变.....	2
1.1.2 Web的现状.....	3
1.2 Web的语义组件.....	5
1.2.1 统一资源标识符 (URI).....	5
1.2.2 超文本标记语言 (HTML).....	5
1.2.3 超文本传输协议 (HTTP).....	5
1.3 术语和概念.....	6
1.3.1 Web上的内容.....	6
1.3.2 软件组件.....	7
1.3.3 基本网络.....	8
1.3.4 标准化.....	9
1.3.5 Web流量和性能.....	10
1.3.6 Web应用程序.....	10
1.4 没有涉及的主题.....	11
1.5 纵览全书.....	12

## 第2部分 Web软件组件

<b>第2章 Web客户机</b> .....	<b>14</b>
2.1 作为程序的客户机.....	15
2.2 浏览器的演变.....	15
2.3 与Web有关的浏览器功能.....	17
2.3.1 标准的Web传输实例.....	18
2.3.2 从浏览器发出一个请求.....	19
2.3.3 浏览器高速缓存.....	20
2.3.4 请求消息标头.....	21
2.3.5 响应处理.....	21



2.4 浏览器配置 .....	22
2.4.1 物理外观 .....	23
2.4.2 语义选择 .....	24
2.4.3 为非协议功能配置浏览器 .....	25
2.5 浏览器的安全问题 .....	26
2.6 Cookie (Web上的甜饼) .....	28
2.6.1 使用Cookie的动机 .....	28
2.6.2 Cookie在浏览器中的使用 .....	29
2.6.3 通过Cookie进行用户控制 .....	30
2.6.4 Cookie的隐私问题 .....	30
2.7 网络蜘蛛 (Spider) .....	31
2.7.1 在Web上搜索 .....	32
2.7.2 Spider客户机 .....	32
2.7.3 Spider在搜索引擎中的使用 .....	35
2.8 智能代理与专用浏览器 .....	37
2.8.1 智能代理 .....	38
2.8.2 专用浏览器 .....	39
2.9 小结 .....	40
<b>第3章 Web代理 .....</b>	<b>41</b>
3.1 中间媒体的历史与演变 .....	42
3.2 代理的高级分类 .....	44
3.2.1 高速缓存代理 .....	44
3.2.2 透明代理 .....	44
3.3 代理应用 .....	44
3.3.1 共享Web访问 .....	45
3.3.2 高速缓存响应 .....	45
3.3.3 匿名客户机 .....	45
3.3.4 转换请求和响应 .....	46
3.3.5 非HTTP系统的网关 .....	46
3.3.6 过滤请求和响应 .....	47
3.4 HTTP相关的代理角色 .....	48
3.4.1 与代理进行请求-响应交换时的步骤 .....	48
3.4.2 处理HTTP请求和响应 .....	49
3.4.3 作为Web服务器的代理 .....	51
3.4.4 作为Web客户机的代理 .....	52
3.4.5 使用代理的例子 .....	53
3.5 代理链接和分级结构 .....	53
3.6 代理配置 .....	54

3.7 代理隐私权问题.....	55
3.8 其他种类的代理.....	56
3.8.1 逆向代理或代理人.....	56
3.8.2 截取代理.....	56
3.9 小结.....	57
<b>第4章 Web服务器.....</b>	<b>58</b>
4.1 Web站点和Web服务器.....	58
4.1.1 Web站点.....	58
4.1.2 Web服务器.....	59
4.2 处理客户机请求.....	60
4.2.1 处理客户机请求的步骤.....	60
4.2.2 访问控制.....	61
4.2.3 动态生成响应.....	62
4.2.4 创建和使用Cookie.....	66
4.3 在请求间共享信息.....	68
4.3.1 请求间共享HTTP响应.....	68
4.3.2 请求间共享元数据.....	69
4.4 服务器体系结构.....	69
4.4.1 事件驱动服务器体系结构.....	70
4.4.2 进程驱动服务器体系结构.....	71
4.4.3 混合服务器体系结构.....	71
4.5 服务器托管.....	72
4.5.1 单一机器存放多个Web站点.....	72
4.5.2 单一Web站点分布在多机上.....	74
4.6 Apache Web服务器的实例研究.....	75
4.6.1 资源管理.....	75
4.6.2 HTTP请求处理.....	77
4.7 小结.....	81

## 第3部分 Web协议

<b>第5章 HTTP底层协议.....</b>	<b>82</b>
5.1 网际协议.....	83
5.1.1 Internet体系结构的演变.....	83
5.1.2 IP设计目标.....	84
5.1.3 IP地址.....	87
5.1.4 IP标头细节.....	89

5.2 传输控制协议 .....	92
5.2.1 套接字抽象 .....	92
5.2.2 有序可靠字节流 .....	93
5.2.3 打开和关闭TCP连接 .....	94
5.2.4 滑动窗口流控制 .....	96
5.2.5 重传丢失包 .....	97
5.2.6 TCP拥塞控制 .....	98
5.2.7 TCP标头细节 .....	99
5.3 域名系统 .....	101
5.3.1 DNS解析器 .....	101
5.3.2 DNS体系结构 .....	102
5.3.3 DNS协议 .....	105
5.3.4 DNS查询和Web .....	106
5.3.5 基于DNS的Web服务器负载均衡 .....	107
5.4 应用层协议 .....	108
5.4.1 Telnet协议 .....	109
5.4.2 文件传输协议 (FTP) .....	109
5.4.3 简单邮件传输协议 (SMTP) .....	111
5.4.4 网络新闻传输协议 (NNTP) .....	113
5.4.5 应用层协议的属性 .....	114
5.5 小结 .....	115
<b>第6章 HTTP协议设计与描述 .....</b>	<b>116</b>
6.1 HTTP概述 .....	117
6.1.1 协议属性 .....	118
6.1.2 协议的影响 .....	122
6.2 HTTP语言元素 .....	124
6.2.1 HTTP术语 .....	125
6.2.2 HTTP/1.0请求方法 .....	128
6.2.3 HTTP/1.0标头 .....	132
6.2.4 HTTP/1.0响应类别 .....	139
6.3 HTTP的可扩展性 .....	142
6.4 SSL和安全性 .....	143
6.4.1 SSL .....	143
6.4.2 HTTPS: 在Web交换机中使用SSL .....	144
6.4.3 HTTP/1.0中的安全性 .....	145
6.5 协议兼容性与互操作性 .....	146
6.5.1 版本号与互操作性 .....	147
6.5.2 MUST、SHOULD、MAY需求级别 .....	147

---

6.6 小结 .....	148
<b>第7章 HTTP/1.1 .....</b>	<b>149</b>
7.1 HTTP/1.1协议的演变 .....	149
7.1.1 演变的历史 .....	150
7.1.2 使用HTTP/1.0的问题 .....	151
7.1.3 HTTP/1.1中的新概念 .....	152
7.2 在1.0和1.1中的方法、标头和响应码 .....	155
7.2.1 新旧请求方法 .....	155
7.2.2 新旧标头 .....	156
7.2.3 新旧响应码 .....	159
7.3 高速缓存 .....	163
7.3.1 与高速缓存有关的术语 .....	163
7.3.2 HTTP/1.0的高速缓存处理 .....	164
7.3.3 HTTP/1.1的高速缓存处理 .....	165
7.4 带宽优化 .....	173
7.4.1 范围请求 .....	173
7.4.2 期望/继续机制 .....	178
7.4.3 压缩 .....	180
7.5 连接管理 .....	181
7.5.1 HTTP/1.0的Connection: Keep-Alive机制 .....	182
7.5.2 HTTP/1.1持久连接机制的演变 .....	183
7.5.3 Connection标头 .....	185
7.5.4 持久连接的流水线处理 .....	186
7.5.5 关闭持久连接 .....	187
7.6 消息传输 .....	189
7.7 可扩展性 .....	191
7.7.1 获悉服务器的信息 .....	191
7.7.2 获悉中间服务器的信息 .....	194
7.7.3 升级为其他协议 .....	195
7.8 Internet地址保存 .....	196
7.9 内容协商 .....	197
7.10 安全性、身份验证和完整性 .....	200
7.10.1 安全性和身份验证 .....	201
7.10.2 完整性 .....	201
7.11 代理在HTTP/1.1中的作用 .....	202
7.11.1 代理的类型 .....	202
7.11.2 对HTTP/1.1代理的语法要求 .....	203
7.11.3 对HTTP/1.1代理的语义要求 .....	204

7.12 其他杂项改变.....	206
7.12.1 与方法有关的杂项改变.....	206
7.12.2 与标头有关的杂项改变.....	207
7.12.3 与响应码有关的杂项改变.....	209
7.13 小结.....	212
<b>第8章 HTTP和TCP的交互.....</b>	<b>213</b>
8.1 TCP计时器.....	213
8.1.1 重传计时器.....	214
8.1.2 慢速开始重新启动.....	217
8.1.3 TIME_WAIT状态.....	219
8.2 HTTP/TCP分层.....	223
8.2.1 中止的HTTP传输.....	223
8.2.2 Nagle算法.....	226
8.2.3 延迟的确认.....	228
8.3 多路复用TCP连接.....	230
8.3.1 并行连接的动机.....	231
8.3.2 并行连接的问题.....	231
8.4 服务器开销.....	233
8.4.1 组合系统调用.....	233
8.4.2 管理多个连接.....	235
8.5 小结.....	236

## 第4部分 Web流量的测量和特征

<b>第9章 Web流量的测量.....</b>	<b>238</b>
9.1 Web流量测量的动机.....	239
9.1.1 内容创建者的动机.....	239
9.1.2 Web站点托管公司的动机.....	239
9.1.3 网络运营商的动机.....	240
9.1.4 Web/网络研究人员的动机.....	240
9.2 测量技术.....	241
9.2.1 服务器日志记录.....	241
9.2.2 代理日志记录.....	242
9.2.3 客户机日志记录.....	243
9.2.4 数据包监视.....	243
9.2.5 主动测量.....	244
9.3 代理/服务器日志.....	246

---

9.3.1 通用日志格式 (CLF) .....	246
9.3.2 扩展通用日志格式 (ECLF) .....	248
9.4 预处理测量数据 .....	249
9.4.1 分析测量数据 .....	249
9.4.2 过滤测量数据 .....	250
9.4.3 转换测量数据 .....	250
9.5 根据测量数据进行推论 .....	251
9.5.1 HTTP标头信息的限制 .....	251
9.5.2 客户机/服务器身份是否一致 .....	252
9.5.3 推论用户动作 .....	253
9.5.4 检测资源是否被修改 .....	254
9.6 测量案例分析 .....	255
9.6.1 萨斯喀彻温服务器日志研究 .....	255
9.6.2 英国哥伦比亚代理日志研究 .....	256
9.6.3 波士顿大学客户机日志研究 .....	257
9.6.4 AT&T公司数据包跟踪研究 .....	258
9.7 小结 .....	259
<b>第10章 Web工作负载特征参数 .....</b>	<b>260</b>
10.1 工作负载特征 .....	261
10.1.1 工作负载模型的应用 .....	261
10.1.2 选取工作负载参数 .....	262
10.2 统计量和概率分布 .....	263
10.2.1 平均值、中值和方差 .....	263
10.2.2 概率分布 .....	264
10.3 HTTP消息的特征 .....	265
10.3.1 HTTP请求方法 .....	265
10.3.2 HTTP响应码 .....	266
10.4 Web资源特征 .....	268
10.4.1 内容类型 .....	268
10.4.2 资源大小 .....	268
10.4.3 响应大小 .....	271
10.4.4 资源流行性 .....	272
10.4.5 资源的变化 .....	274
10.4.6 时间局限性 .....	275
10.4.7 嵌入资源的数量 .....	276
10.5 用户行为特征 .....	276
10.5.1 会话与请求到达 .....	276
10.5.2 每次会话点击 .....	277

10.5.3 请求到达间隔时间 .....	278
10.6 应用工作负载模型 .....	278
10.6.1 组合工作负载参数 .....	278
10.6.2 验证工作负载模型 .....	280
10.6.3 生成综合流量 .....	280
10.7 用户隐私权 .....	281
10.7.1 对用户级数据的访问 .....	282
10.7.2 软件组件可利用的信息 .....	283
10.7.3 用户级数据的应用 .....	284
10.8 小结 .....	285

## 第5部分 Web应用程序

<b>第11章 Web高速缓存 .....</b>	<b>286</b>
11.1 Web高速缓存的起源和目标 .....	287
11.2 为什么要用高速缓存 .....	288
11.3 什么是可高速缓存的 .....	290
11.3.1 协议相关的考虑因素 .....	290
11.3.2 内容相关考虑因素 .....	291
11.4 在哪里进行高速缓存 .....	292
11.5 怎样进行高速缓存 .....	293
11.5.1 决定消息是否能被高速缓存 .....	293
11.5.2 高速缓存的替换和在高速缓存中存储响应 .....	293
11.5.3 高速缓存响应的返回 .....	294
11.5.4 维护高速缓存 .....	294
11.6 高速缓存替换 .....	295
11.7 高速缓存的相关性 .....	296
11.8 资源更改的速度 .....	298
11.9 与高速缓存相关的协议 .....	299
11.9.1 Internet高速缓存协议 .....	299
11.9.2 高速缓存阵列解析协议 .....	300
11.9.3 高速缓存摘要协议 .....	300
11.9.4 Web高速缓存协调协议 .....	301
11.10 高速缓存的软件和硬件 .....	301
11.10.1 高速缓存软件: Squid高速缓存 .....	301
11.10.2 高速缓存硬件 .....	303
11.11 高速缓存的障碍 .....	305

---

11.11.1 高速缓存破产.....	305
11.11.2 高速缓存技术中的隐私问题.....	306
11.12 高速缓存与复制.....	307
11.13 内容分配.....	308
11.14 内容适配.....	309
11.15 小结.....	310
<b>第12章 多媒体流的发送.....</b>	<b>311</b>
12.1 多媒体流播.....	311
12.1.1 音频和视频数据.....	311
12.1.2 多媒体流播的应用.....	313
12.1.3 多媒体应用程序的特性.....	314
12.2 多媒体内容发送.....	315
12.2.1 性能要求.....	315
12.2.2 IP网络的局限性.....	316
12.2.3 HTTP上的多媒体点播.....	317
12.3 多媒体流播的协议.....	318
12.3.1 数据传输.....	319
12.3.2 会话建立.....	320
12.3.3 会话描述.....	320
12.3.4 表示描述.....	321
12.4 实时流播协议.....	322
12.4.1 相似点和不同点.....	322
12.4.2 RTSP请求方法.....	324
12.4.3 RTSP标头.....	326
12.4.4 RTSP状态码.....	332
12.5 小结.....	334

## 第6部分 研究前景

<b>第13章 高速缓存的研究前景.....</b>	<b>335</b>
13.1 高速缓存的重验证和无效.....	336
13.1.1 重验证的成本.....	337
13.1.2 预验证.....	337
13.1.3 捎带法.....	338
13.1.4 服务器驱动的无效.....	342
13.2 端到端的信息交换.....	343
13.2.1 服务器卷.....	343



13.2.2	代理过滤器.....	345
13.2.3	卷和过滤器：应用细节.....	345
13.2.4	卷构建算法.....	347
13.2.5	卷构建算法的评估.....	349
13.2.6	端到端信息交换小结.....	350
13.3	预取.....	351
13.3.1	DNS预取.....	351
13.3.2	连接预取.....	352
13.3.3	HTTP预取.....	353
13.3.4	预取中的折衷方案.....	354
13.4	小结.....	355
<b>第14章</b>	<b>测量的研究前景.....</b>	<b>356</b>
14.1	HTTP流量的包监控.....	357
14.1.1	分接链路.....	357
14.1.2	捕获包.....	359
14.1.3	多路分解包.....	360
14.1.4	重构有序流.....	361
14.1.5	提取HTTP消息.....	362
14.1.6	生成HTTP跟踪.....	363
14.2	分析Web服务器日志.....	365
14.2.1	语法分析和过滤.....	365
14.2.2	转换.....	366
14.3	公开可利用的日志和跟踪.....	368
14.4	测量多媒体流.....	369
14.4.1	多媒体资源的静态分析.....	369
14.4.2	多媒体服务器日志.....	370
14.4.3	多媒体流的包监控.....	371
14.4.4	多层包监控.....	372
14.5	小结.....	373
<b>第15章</b>	<b>协议的研究前景.....</b>	<b>374</b>
15.1	多路复用HTTP传输.....	375
15.1.1	WebMux：一个实验性的多路复用协议.....	375
15.1.2	TCP控制块相互依赖.....	376
15.1.3	综合拥塞管理.....	378
15.2	给HTTP/1.1增加差分机制.....	379
15.2.1	给HTTP消息增加差分机制的动机.....	380
15.2.2	delta算法的评估.....	380
15.2.3	HTTP/1.1中delta机制的配置问题.....	383