

宽 带 网 络 技 术 系 列 丛 书

宽带增值服务开发实例

KUAN DAI ZENG ZHI FU WU KAI FA SHI LI



机械工业出版社
China Machine Press

顾淑珍 戴 鑫 等编著

宽带网络技术系列丛书

宽带增值服务开发实例

顾淑珍 戴 鑫 黎妹红 编著
杨 峰 李宏乔 杨文举



机械工业出版社

本书从原理和实际应用两个角度,详细论述了目前网络领域非常热门的宽带增值服务。全书共分 10 章,第 1 章到第 3 章论述了开发宽带增值服务的网络技术基础和几种关键网络协议;第 4 章到第 9 章分别论述了 VoIP、VoiceXML、流媒体、VOD、VPN、虚拟现实网站等各种宽带增值服务的开发;第 10 章简要介绍了 Web 方式增值服务的开发环境和开发工具。

本书的内容深入浅出,语言流畅,并配有大量实例,适合广大的中高级用户、计算机系本科或以上的学生、网络增值服务和宽带网站设计开发人员,对宽带感兴趣的爱好者阅读,也可作为大学计算机专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

宽带增值服务开发实例/顾淑珍等编著. —北京:机械工业出版社, 2002.5

(宽带网络技术系列丛书)

ISBN 7-111-10131-6

I. 宽... II. 顾... III. 宽带通信系统-计算机通信网 IV. TN915.142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 019606 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 陈振虹

责任印制: 何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·10.5 印张·478 千字

0 001—5 000 册

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

随着 Internet 的快速发展,Internet 的接入速度、带宽和容量越来越成为用户关注的热门话题。人们对信息的需求比以往任何时候都要强烈,而这种需求也促使 Internet 本身发生了深刻的变化,即各种技术彼此互相融合,并向宽带 Internet 发展。高速宽带化网络是目前网络发展的主要方向,宽带网络技术及其提供的服务是近几年来人们关注的热点。如何在较短的时间内掌握宽带网络的应用、了解宽带网络技术、开发宽带网络上的应用服务,这是广大读者最期盼的。基于日前读者的需求,我们精心策划、组织编写了“宽带网络技术系列丛书”。该丛书由三本组成:《宽带上网实用指南》、《宽带网络技术原理》和《宽带增值服务开发实例》。从原理和实际应用两方面帮助读者全面地掌握宽带网络技术是本丛书的主要目的。每本书的内容及特点简要介绍如下:

1.《宽带上网实用指南》主要面向广大的互联网用户和网络爱好者,语言生动有趣、浅显易懂、图文并茂。这本书从宽带网络的基础知识入手,在基于实例的基础上,详细介绍了宽带网接入硬件的选购、安装、调试,以及相关软件的安装、设置,还介绍了宽带网络的增值服务,帮助读者熟练地使用宽带上网。

2.《宽带网络技术原理》主要面向广大的中级网络用户,包括在校学生、计算机工作者、宽带网络爱好者,全面地介绍了宽带网接入技术、宽带骨干网技术、宽带网 IP 技术、宽带网高层协议,还重点讲解了宽带网络的体系结构,为用户进行宽带网方面的应用服务开发技术打下坚实基础。

3.《宽带增值服务开发实例》主要面向广大网络用户、网络管理员和网络软件设计人员,特别适合广大程序员。本书通过一些实例讲述了如何在宽带网开发视频点播、网络电话、虚拟专用网等增值服务,通过一个宽带网站构建的实例帮助读者迅速掌握宽带网的应用开发。

本丛书有如下特点:

- (1)技术新、内容丰富。
- (2)系统性强、适用面广。
- (3)读者定位准确、功能性强、理论与实例相结合。

目前网络技术飞速发展,新技术和新概念层出不穷,书中可能有不足之处,望广大读者提出宝贵意见,以便我们今后不断地改进,为推广我国的宽带网络技术及其应用而共同努力。

编 者

前 言

近几年来,宽带网络技术和宽带 Internet 得到了飞速发展;另一方面,传统网络服务没有及时转变到宽带增值服务上来,造成了“有路无车”的矛盾。如何避免传统 .COM 失败的模式,如何提供实现利润的新的增值服务,成为宽带网络建设最主要的问题。这也是宽带服务运营商和广大网站建设和开发人员关注的焦点。

本书是作者根据近年来对宽带新的增值服务特点的研究和应用开发经验编写而成,以构造宽带数据中心实例为出发点和突破口,以提供各种增值服务的 Web 服务中心为模型,详细论述了 VoIP、VoiceXML、VOD、VPN 和宽带虚拟现实网站等当前热门的增值服务的原理、特点和解决方案。尤其重点介绍了以流媒体为核心的新的流式视频和音频服务。

全书结合宽带网络的体系结构,简要介绍了物理层、数据链路层和 IP 层的基本网络技术,重点描述了应用层各种宽带增值服务的开发协议栈,并配有开发实例供读者参考。第 1 章简要介绍了宽带网络技术基本原理。第 2 章通过构建一个宽带数据中心的实例,介绍了实现增值服务的总体方案。第 3 章介绍了后续章节涉及到的开发增值服务的关键协议。第 4 章介绍了 VoIP 的原理和解决方案。第 5 章介绍了 VoiceXML 的原理和解决方案。第 6 章从理论上介绍了流媒体的原理和开发协议。第 7 章介绍了以流媒体技术为核心的 VOD 的原理和解决方案。第 8 章介绍了宽带虚拟专用网(VPN)的原理和解决方案。第 9 章介绍了虚拟现实在构建宽带网站中的技术。第 10 章介绍了目前较为流行的 Web 网站开发环境,希望读者在理解了增值服务原理的基础上,掌握开发增值服务的工具。

本书有如下特点:

(1) 内容新颖。本书论述的都是目前最为热门的宽带增值服务,所有的资料都突出了“新”。

(2) 适应面广。本书对目前主流宽带增值服务都有论述。

(3) 便于学习。从原理和应用两方面讲解宽带增值服务,既有原理又有实例。

本书主要由顾淑珍、戴鑫和黎妹红等编写,感谢祝烈煌、张忠杰、焦煜和刘强的支持与帮助。在本书的编写出版过程中,得到了机械工业出版社的大力支持,在此一并致谢。

由于网络技术飞速发展,新技术和新概念层出不穷,加上作者水平有限,无法做到面面俱到,书中如有不足和纰漏,望广大读者批评指正。

编 者

目 录

丛书序

前言

第 1 章 宽带网络的基本概念 1

1.1 什么是宽带网络 1

1.2 宽带网络的发展 2

1.2.1 现有网络的接入方法 3

1.2.2 从窄带到宽带的演进途径 4

1.2.3 宽带网络的分类 6

1.2.4 宽带网络的体系结构 6

1.2.5 宽带 IP 网络技术的发展 8

1.3 ATM 骨干网(IP over ATM) ... 9

1.3.1 什么是 ATM 9

1.3.2 IP over ATM 10

1.4 SDH 骨干网(IP over SDH) ... 10

1.5 全光骨干网(IP over OPTICAL) 12

1.5.1 全光网的传输协议 ——WDM 12

1.5.2 IP over OPTICAL 13

1.6 宽带骨干网的演进 14

1.7 宽带接入的现状 16

1.8 xDSL 接入网 17

1.8.1 xDSL 概述 17

1.8.2 ADSL 的标准 17

1.8.3 ADSL 原理 19

1.8.4 ADSL 网络架构 19

1.8.5 VDSL 简介 23

1.9 HFC 接入网 23

1.9.1 HFC 网与 Cable Modem 概述 ... 23

1.9.2 网络接入方案 26

1.9.3 业务扩展 27

1.10 以太接入网 27

1.10.1 三种以太网技术 27

1.10.2 千兆以太网的特点 28

1.10.3 千兆路由交换机 30

1.11 宽带网络的特点 30

1.12 小结 31

1.13 习题与思考 32

第 2 章 宽带增值服务开发的 总体结构 33

2.1 互联网增值服务的含义 33

2.1.1 传统的网络增值服务 33

2.1.2 宽带增值服务的兴起 34

2.1.3 宽带增值服务的发展 现状与前景 35

2.2 宽带增值服务类型 36

2.2.1 视频点播 VOD 36

2.2.2 网络电话 VoIP 37

2.2.3 语音上网 39

2.2.4 远程医疗 40

2.2.5 远程教育 42

2.3 增值服务开发的总体结构 44

2.3.1 宽带网站数据中心概述 45

2.3.2 宽带数据中心服务类型 46

2.3.3 宽带数据中心的总体结构 47

2.4 增值服务开发的关键技术 49

2.5 小结 52

2.6 习题与思考 53

第 3 章 宽带增值服务的关键协议 ... 54

3.1 下一代 Internet 协议 IPv6 54

3.1.1 IPv6 的由来 54

3.1.2 IPv6 协议规范 56

3.1.3 IPv6 的主要特点 60

3.1.4 IPv4 向 IPv6 的演进 61

3.1.5 Ipv6 中的安全协议 62

3.2 资源预订协议(RSVP 协议) ... 63

3.2.1 RSVP 数据流	64	4.7 IP 电话的应用:IP 传真	112
3.2.2 RSVP 服务质量(QoS)	65	4.7.1 概述	112
3.2.3 RSVP 详解	66	4.7.2 IP 传真相关的协议	114
3.3 实时传输协议 RTP 与 RTCP	69	4.7.3 IP 传真的三种工作方式	115
3.3.1 RTP 数据传输协议	69	4.7.4 IP 传真的增强业务	116
3.3.2 RTP 控制协议——RTCP	70	4.8 小结	116
3.4 小结	74	4.9 习题与思考	117
3.5 习题与思考	75	第5章 宽带增值服务二:语音上网 ..	118
第4章 宽带增值服务一:VoIP	76	5.1 语音上网中的关键技术:语音 识别与合成	118
4.1 IP 电话概述	76	5.1.1 语音识别技术	118
4.1.1 IP 电话产生的背景	77	5.1.2 语音合成技术	123
4.1.2 IP 电话发展阶段	77	5.2 语音上网新标准 VoiceXML 介绍	125
4.1.3 语音、数据结合模式	79	5.2.1 VoiceXML 的起源	126
4.2 VoIP 与 PSTN 的特性比较 ..	79	5.2.2 VoiceXML 的系统结构	126
4.2.1 PSTN 电路交换网络工 作原理	80	5.2.3 语音上网应用体系结构	127
4.2.2 VoIP 的分组交换网络	82	5.2.4 VoiceXML 的特点和应 用范围	129
4.2.3 无连接网络	85	5.2.5 语音上网实用产品介绍	130
4.2.4 交换与分组的对比	86	5.3 语音上网系统开发平台: VoiceXML 浏览器	131
4.2.5 VoIP 对 PSTN 的挑战	88	5.4 语音上网应用系统解决方案 实例	135
4.3 VoIP 的基本原理	88	5.4.1 科大讯飞的赛场即时信息 查询系统解决方案	135
4.4 VoIP 开发的信令协议	92	5.4.2 捷通华声语音网站解决方案 ..	137
4.4.1 H.323 开发协议	92	5.5 语音上网的两个开发实例 ..	139
4.4.2 SIP 开发协议	94	5.6 小结	146
4.5 VoIP 开发的语音编码技术 ..	96	5.6 习题与思考	146
4.5.1 声音简述	96	第6章 宽带增值服务三:流媒体 ..	147
4.5.2 语音编码技术简述	96	6.1 流媒体	147
4.5.3 语音压缩编码与标准	100	6.1.1 流式传输	147
4.5.4 知觉语音质量度量	103	6.1.2 流媒体技术原理	149
4.5.5 其他语音处理技术	103	6.1.3 流式文件格式	151
4.6 VoIP 的网关和网关守护	104	6.1.4 流媒体播放方式	152
4.6.1 网关的功能	105		
4.6.2 网关分类	107		
4.6.3 网关的构件和特性	109		
4.6.4 网关守护	112		

6.2 数字电视	153	8.3 IPSec 技术	216
6.3 数字视频广播(DVB)	158	8.3.1 IPSec 应用背景	216
6.4 几个宽带新媒体解决方案 实例	164	8.3.2 IPSec 协议体系	216
6.4.1 宽带网上视频直播解决方案	165	8.3.3 AH 协议	221
6.4.2 校园网视频解决方案	166	8.3.4 ESP 协议	221
6.4.3 远程教育解决方案	170	8.3.5 密钥交换协议	223
6.5 小结	173	8.4 IPSec 设计与实现	225
6.6 习题与思考	173	8.4.1 IPSec 实现的基本框架	225
第7章 宽带增值服务四:视频点播	174	8.4.2 IPSec 用到的密钥算法实现	226
7.1 视频点播技术原理	174	8.4.3 SADB 和 SPDB 的设计	227
7.1.1 VOD 视频点播技术	174	8.4.4 实现对包的处理	229
7.1.2 VOD 视频点播系统的结构	175	8.5 Windows 2000 环境 VPN 系统 配置	231
7.1.3 VOD 视频点播的基本功能	176	8.5.1 介绍	232
7.1.4 VOD 系统的设计原则	177	8.5.2 配置 IPSec 前的准备工作	232
7.1.5 VOD 应用范围和发展前景	179	8.5.3 使用内置 IPSec 策略配置域内 VPN	234
7.2 宽带小区 VOD 系统解决 方案实例	181	8.5.4 自定义策略配置预共享认证 VPN	235
7.3 视频点播系统开发工具包	184	8.5.5 配置 IPSec 证书身份认证 VPN	238
7.3.1 基于 RealPlay 的开发	184	8.6 Linux 环境 VPN 环境构建	242
7.3.2 基于 Windows Media 的开发	190	8.6.1 FreeS/Wan 的安装	242
7.3.3 基于 QuickTime 的开发	196	8.6.2 FreeS/Wan 系统介绍	244
7.4 小结	202	8.6.3 配置 VPN	248
7.5 习题与思考	202	8.7 小节	255
第8章 宽带增值服务五: 虚拟专用网	204	8.8 习题与思考	255
8.1 虚拟专用网技术(VPN) 概述	204	第9章 宽带增值服务六:虚拟现实	256
8.1.1 虚拟专用网的提出	204	9.1 宽带网上的虚拟现实	256
8.1.2 虚拟专用网(VPN)的定义	205	9.2 虚拟现实原理	258
8.1.3 VPN 的类型	205	9.2.1 虚拟现实的特征	258
8.1.4 VPN 的实现技术分类	208	9.2.2 虚拟现实系统的构成	259
8.1.5 VPN 的设计原则	210	9.2.3 虚拟现实系统的基本类型	259
8.2 VPN 的安全基础	211	9.3 虚拟现实网站开发环境	260
8.2.1 现代密码学	211	9.3.1 构建虚拟现实网站的 关键技术	260
8.2.2 隧道技术	213		

9.3.2 基于 VRML 的虚拟现实 网站的开发环境	262	10.2.1 Microsoft .NET, 下一代 互联网开发平台	288
9.4 基于 VRML 的虚拟现实 网站的实例	264	10.2.2 Microsoft .NET 框架	291
9.5 基于 VRML 的虚拟现实 网站的构建	265	10.3 Microsoft .NET 开发工具 ...	292
9.5.1 VRML 关键概念	266	10.3.1 Visual Studio .NET 简介 ...	292
9.5.2 VRML 场景的形体组织 和建模	269	10.3.2 用 Visual Basic .NET 建立 Web 服务	298
9.5.3 动态 VRML 场景构建	275	10.4 IBM Websphere Web 开发环境	305
9.5.4 VRML 场景中的灯光和 多媒体效果	279	10.5 SUN JSP Web 开发工具 ...	307
9.6 小节	285	10.5.1 从 Java 到 JSP	307
9.7 习题与思考	285	10.5.2 JSP 技术	314
第 10 章 宽带 Web 网站开发环境 ...	286	10.5.3 用 JSP 开发 Web 的几种 主要方式	319
10.1 宽带 Web 网站开发 环境介绍	286	10.5.4 JSP 开发工具的获取方法 ...	321
10.1.1 Web 基本知识	286	10.5.5 JSP 开发平台的建立: Tomcat	322
10.1.2 构建宽带 Web 的主流技术 ...	287	10.5.6 在 Tomcat 中建立新的 Web 应用程序	323
10.2 Microsoft .NET Web 开发环境	288	10.6 小结	325
		10.7 习题与思考	325

第 1 章 宽带网络的基本概念

近来随着市场需求的不断推动、技术成本的持续下降、电信市场的日益开放以及以 IP 为代表的业务数据的爆炸式增长,网络的带宽与容量成为了用户关注的焦点,而宽带网络及其提供的增值服务成为 Internet 下一步发展的关键。

本章将向读者介绍宽带网络(Broad Band net)的基本知识,概略地解释什么是宽带网络及其特点。主要向读者介绍宽带网络的分类和宽带骨干网络、宽带接入网的基本原理,并简要介绍宽带网络的通信协议和接入网体系结构。

1.1 什么是宽带网络

现代社会对信息的需求越来越大,互联网对信息社会变得越来越重要,同时,由于近年来微电子技术、计算机技术的迅猛发展,使得 Internet 上的服务由简单的传送数据文件发展到普遍提供实时视频、音频通信及动画、广告等其他娱乐服务,从而使 Internet 上的数据量大增。

目前,大部分人上网都是用调制解调器拨号接入,接入速率比较低,常常会有一个比较长的等待时间,尤其是浏览视频、图片等服务时,人们常常戏称 WWW(World Wide Web)世界范围浏览为世界范围等候(World Wide Wait)。要改善目前的状况,除了要增加 Internet 骨干传输通路的带宽、网上服务器的处理能力以及路由器的速度以外,主要的瓶颈是在用户接入网部分。目前电信公司已铺设下去的几亿 km 铜缆电话线原来只是用于传送 33kHz 的话音,尽管现在采用了新的数字处理技术和特大规模集成电路,使调制解调器的传输速率达到目前的 33.6Kb/s 以及单向速率 56Kb/s,但仍然满足不了用户的需要。

而随着 Internet 的迅猛发展,人们对远程教学、远程办公、远程医疗、视频会议、VOD 点播、WWW 浏览等多媒体应用的需求也大幅度增加,电子商务更是成为网络应用的典型热点。可以说,人类社会的需求对网络的带宽及速率提出了更高的要求,促使网络由低速向高速、由共享到交换、由窄带向宽带方向迅速发展。因此,宽带网络产生的市场驱动力首先是声音、视频等多媒体的需求。图 1-1 所示的是一个典型的宽带 Web 网站。那么,什么是宽带呢?

宽带是指在同一传输介质上,使用特殊的技术或者设备,利用不同的频道进行多重(并行)传输,并且速率在 56Kb/s 以上。使用传统的 Modem 接入网络时,速率最高不超过 56Kb/s,而使用宽带接入设备如 10/100Mb/s 自适应网卡时传输速率可达 10 ~ 100Mb/s,是模拟 Modem 的 180 ~ 1800 倍。因此与传统的互联网接入技术相比,宽带接

入技术最大的优势就是其带宽速率远远超过 56Kb/s。

至于到底多少速率以上才算作宽带,目前还没有国际标准,通常人们把骨干网传输速率在 2.5Gb/s 以上、接入网能够达到 1Mb/s 的网络定义为宽带网。宽带网建设分为三层:骨干网、传输网和社区接入网。

可以这样形容这三层:骨干网相当于城市与城市之间的高速公路,传输网相当于城市市区内的道路,社区接入网解决的则是将道路从市区一直修到小区,抵达每户的家门口,即解决“最后一公里”的问题,即宽带接入。



图 1-1 一个典型的宽带 Web 网站

这里还涉及到另外一种接入方式:ISDN(Integrated Services Digital Network),虽然它的接入速度也高过 56Kb/s 拨号方式,但是从中国电信自己对 ISDN 的称谓“窄带综合数字业务网”来看,它并不能算作宽带接入。

1.2 宽带网络的发展

目前对于主干网来讲,各种宽带组网技术正在不断地日臻成熟和完善,现在波分复用系统的带宽已达 400Gb/s,IP over ATM、IP over SDH、IP over WDM(DWDM)等技术也已经开始投入使用,并且还提出了建立全优化光学主干网络,可以说网络的主干已经为承

载各种宽带业务做好了准备。

但是位于通信网络与用户之间的接入网发展相对滞后,大部分用户还是通过基于电路交换的、窄带的、模拟化的接入网络进行信息传输和交换,接入网技术成为制约通信发展的瓶颈。为了给广大用户提供端到端的宽带连接,保证宽带业务的开展,接入网的宽带化、数字化就成为了前提和基础,同时也是网络技术中的一大热点和高利润增长点。

1.2.1 现有网络的接入方法

传统的 Internet 和信息网络的接入方法大多采用以下两种方式:

1. 拨号入网

即利用公共电话交换网(PSTN),采用普通电话线、调制解调器,利用模拟语音或 ISDN,通过 ISP(Internet Service Provider)的方式访问网络。

2. 专线入网

即通过租用专用线路或铺设专用线路的方式访问网络;另外还有少量用户通过无线的方式接入。如银行、证券等企业租用 X.25 网络、帧中继(Frame Relay)网络或数字数据网(DDN)等专用线路;而学校、教育部门或地域分散的大型公司自己铺设局域网(LAN)线路等。

拨号上网主要适用于小型办公室及家庭办公室(SOHO)市场,这一市场主要由小公司、专业人员和大量私人用户组成,满足小型 Office 办公、Working at Home 和 Residential 上网用。这一市场的主要特点为:

- (1) 以专业人员阶层/小公司为代表,具有很大的潜在市场。
- (2) 出于商用和个人兴趣爱好,对上网要求很高。
- (3) 没有固定的上网通信系统,移动性较大。
- (4) 对提供上网的 ISP 有一定的要求,如计费、速率等。

正是由于 SOHO 市场的发展,使得 ISP 的市场急剧膨胀,目前在北美地区大约就有 4560 家 ISP,国内主要的 ISP 有 150 多家,而且随着 Internet 的发展,这一数字还将继续增长。现有拨号上网和专线上网系统框图大致如图 1-2 所示。



图 1-2 传统拨号和专线上网方式

从图 1-2 中可以看出,用户的计算机通过 Modem 或者 ISDN 先接入到 PSTN,用户拨号接通指定的 ISP,然后输入用户名和口令,由 ISP 认证、授权服务器核对,核对成功后,再由 ISP 分配给用户一个 IP 地址,同时启动计费服务器开始对用户进行计费管理,用户的数据通过 ISP 的 Router(路由器)接入到 Internet。

目前的 ISP 接入 Internet 的方式存在以下主要问题。

(1) 中、小型的 ISP 承受不起昂贵的租用线路费用,同时也增加用户的负担。ISP 每月要向电信部门缴纳一笔可观的租用线路费用,以至于中、小型 ISP 不堪重负。

(2) 容易引起从用户到 ISP 之间 PSTN 交换机的拥塞。随着上网人数的增多,使得本来为话务量为 0.2Erl 左右、平均通话时长 3min 而设计的公共电话网不得不承担话务量为 0.3~0.5Erl、平均通话时长为 20min 的 Internet 数据流,影响正常的电话业务。

(3) ISP 多采用其他公司产品的集成方案,升级缓慢。由于近年来通信及计算机技术的大力发展,许多新技术层出不穷,ISP 要花费大量时间和资金进行设备升级、维护。

(4) ISP 之间的沟通很少,用户只能指定一个代理,无法实现“Roaming ISP”。Roaming ISP 是近几年出现的新动向,它将一些大的 ISP 进行联网,在远端的用户不用花费昂贵的长途话费,只需找到最近的 ISP 即可上网。

(5) 管理不方便。传统接入方式包括各种不同厂商的设备,不同设备有不同的管理工具,从而使整个网络的维护与管理变得非常复杂。

(6) 缺少宽带接入。随着新业务的开通,如在 IP 网上的 Audio、Video 等,用户需要完整的图像、清晰的声音,这势必导致要用宽带接入网络来解决。

1.2.2 从窄带到宽带的演进途径

新的 Internet 及宽带网络的发展趋势是优化网络结构,提高网络的可靠性,建设数字化、宽带化、综合化的光纤接入网。从窄带到宽带网络的演进途径主要表现在网络的骨干网和接入网的技术发展。

1. 从 ATM/ SDH 到 DWDM 的全光骨干网

ATM(异步传输协议)是一种基于固定信元的快速分组交换的传送技术,既继承了电路交换方式中速率的独立性,又具有分组交换方式对任意速率的适应性。ATM 具有各种综合能力,包括:业务综合、网络综合和技术综合。它不仅支持 Qos IP 网,而且支持现有电信网的演变,并具有端到端 Qos(Quality of Service)保证、完善的流量控制和拥塞控制、灵活的动态带宽分配与管理等特点。ATM 的物理基础是采用标准的光纤传输网络(PDH 或 SDH),ATM 交换机在宽带网上起着骨干网枢纽的核心作用。SDH(同步数字系列)是一个将复接、线路传输及交换功能结合在一起并由统一网管系统进行管理操作的综合信息网,它已经成为国家级骨干传输网的主体。SDH 能方便地实现全球性网络互连。

目前,ATM 和 SDH 均能支持 IP。然而,经研究和实践发现:当 IP 业务繁忙或出现大量不均衡、突发性业务时,会发生 ATM 降载,主干网路由器不堪负荷也会引起整个系

统停机;再加上 ATM 的网络体系结构比较复杂、传输效率低、开销损失大(达 25%~30%)的缺点,不能适应未来宽带网络的要求。

随着密集波分复用(DWDM)技术的发展和通信容量的指数增长,骨干网将向全光 Internet 演变。

2. 拨号接入、B-ISDN 接入到 xDSL 接入

传统铜线接入技术,即借助电话线路,通过调制解调器拨号实现用户接入的方式,速率仅达 56Kb/s(通信一方应为数字线路接入),根据仙农(Shannon)公式可知这已接近信道容量极限了,但这种速率还远远不能满足用户对宽带业务的需求。虽然铜线的传输带宽有限,但由于电话网非常普及,电话线占全世界用户线的 90%以上,如何充分利用这部分宝贵资源,采用各种先进的调制技术和编码技术,提高铜线的传输速率,是近期接入网宽带化的重要任务。目前,以电话线为传输介质的宽带接入技术主要为以 ADSL 为代表的 xDSL 系列。

ADSL 的全称是 Asymmetric Digital Subscriber Line,中文意思是“非对称数字用户线路”,它是 DSL(Digital Subscriber Line,即数字用户线路,是以铜质电话线为传输介质的传输技术组合)技术的一种。它以现有普通电话线为传输介质,能够在普通电话线,即铜双绞线上提供高达 8Mb/s 的高速下行速率,远高于 ISDN 速率;而且上行速率有 1Mb/s,传输距离则达到 3000~5000m。因此只要在线路两端加装 ADSL 设备即可使用 ADSL 提供的高宽带服务。通过一条电话线,便可以以比普通 Modem 快一百倍的速度浏览 Internet,通过网络进行学习、娱乐、购物,更可享受网上视频会议、视频点播、网上音乐、网上电视、网上 MTV 的乐趣,以高速率下载文件。

3. HFC 网络的改造

HFC (Hybrid Fiber/Coaxial Cable)是在有线电视网(CATV)的基础上发展起来的一种宽带接入技术,其网络结构为树型或总线型,从前端至小区光节点采用光纤传输,从光节点到用户终端采用同轴电缆,整个光节点内部网可提供的带宽由光节点内的所有用户共享。利用现有的有线电视线缆基础,对有线电视网进行双向和扩频改造,将家庭用户的计算机通过有线电视网接入 Internet。

4. 从 10M 以太网、100M 以太网到千兆以太网

千兆位以太网是一种新型高速局域网,它可以提供 1Gb/s 的通信带宽,采用和传统 10M、100M 以太网同样的 CSMA/CD 协议、帧格式和帧长,可以实现在原有低速以太网基础上平滑、连续性的网络升级,从而能最大限度地保护用户以前的投资。由于以太网所支持的简易网络具有升级简单,对新应用和数据类型处理灵活以及网络的伸缩性等特点,使得千兆以太网成为高速、高带宽网络的战略性选择。

目前,在已有的电话网和有线电视 HFC 网的基础上发展的宽带接入网,如 ADSL

和 HFC 电缆调制解调器等,可以满足宽带接入网的近期要求,但是不能扩展满足今后更高的速率要求。宽带最终的发展方向是支持光缆入户的千兆以太网接入网。

1.2.3 宽带网络的分类

按照网络的功能,宽带网络可以分为传输网、交换网和接入网三大部分。

1. 传输网络

以往的准同步 PDH 已越来越不适应电信网的发展了,而 SDH 以其强大的网络管理和维护功能、标准光接口并可方便地进行同步复用正在逐步地取代 PDH,目前各发达工业国家都先后建设了 SDH(SONET)传输系统。密集波分复用(DWDM)技术也受到了广泛的关注和实施。

2. 交换网络

ATM 交换技术是目前先进的交换技术,但 IP 技术的特点使得 IP 交换技术成为技术人员关注的研究方向。目前技术的主流是利用 ATM 和 IP over SONET 宽带骨干网。今后的发展则是直接构造 IP over DWDM 宽带 Internet 的骨干网,这不仅可以解决带宽问题,也为将来提供具有高服务质量的 IP 服务奠定基础。

3. 接入网络

很多国家都把光纤到户(FTTH)作为本国接入网发展的最终目标,发展超级无源光网络(EPON)是实现这一目标的趋势所在,通过用户级联的无源分离器来替换旁路交换机的方法,可以建立远程、高分支的接入网,该网的目标带宽可达 1~10Gb/s,距离范围为 100km 以上。主要的宽带接入网有:xDSL 数字用户线系列,包括 ADSL, VDSL 等;HFC(Cable Modem)有线电视上网;Ethernet 以太网,高速局域网和支持 Fiber(光纤)的千兆以太网。

1.2.4 宽带网络的体系结构

随着现代电信、计算机和 Internet 技术的飞速发展,各种网络技术呈现融合发展的趋势,即具有了互联、互通和互操作的特征。尽管宽带网络具有许多新的特点,但它不是凭空出现的一个技术,而是从现有的网络技术发展演变而来的。宽带网络仍然是一个基于 TCP/IP 协议的 Internet 网。

Internet 的迅猛发展并不说明 IP 网络已能十分完美地支持多媒体通信业务,相反,它的发展引发了一系列问题。初期的用户主要把 Internet 当成一个获取信息的来源,它的可用性、稳定性和服务水平并非至关重要,但随着用户的增多,服务内容的广泛和多样化,特别是基于 IP 协议的话音传输、实时图像等多媒体服务的推出,使繁多的应用与有限的带宽之间的矛盾越来越突出,恰似千军万马挤在独木桥上,网络越来越不堪重负了。

当越来越多的企业把他们非常重要的应用放到 Internet 上去时,网络的服务质量对他们的业务和成功来说是生死攸关的。为此,人们提出了电信级 Internet 的概念,即宽带 IP 网络。其目标是首先要有接通率的概念,在接入服务中提供高带宽、高接通率的服务;其次,在网络上提供高吞吐量、低时延的服务;第三,在服务等级方面,如果用户愿意多付费的话,就能够得到最好的服务。

要实现上述目标,目前可能的出路有两条:一是改进现有的网络体系结构,使物理层和数据链路层的实现更加适应 IP 协议;另一种是建立一种全新的网络体系结构,在新的网络结构中为 IP 协议提供更好的服务。

下面从 TCP/IP 的体系结构出发,来阐述两种实现宽带网络的思想(关于 TCP/IP 体系结构的详细介绍,请读者参考相关的书籍)。图 1-3 所示的是宽带网络的体系结构。

从图 1-3 中可以看出,宽带网络的体系结构可以分成三层:物理层、数据链路层和 IP 接入层。其中,物理层包含基于 SDH/PDH 协议的 SONET 网络传输和基于 DWDM 协议的光传输。数据链路层包含帧中继、ATM 接入和其他的电路交换/分组交换方式。网络层包括了 TCP/IP 协议中的 IP 层、传输层和应用接入层。

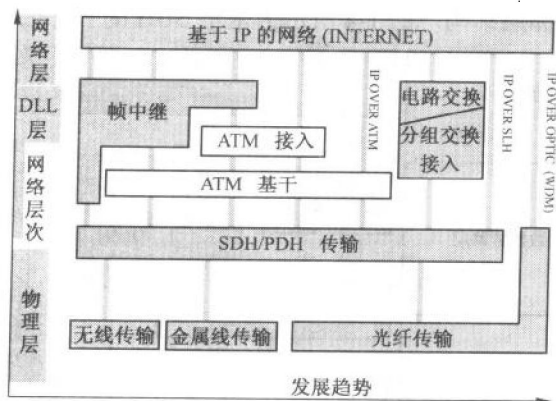


图 1-3 宽带网络的体系结构和发展方向

(1) 物理层

SONET(同步光纤网络)在许多方面的重要价值,使它成为长距离、高速度光纤通信的最主要协议,其中 SONET 的可伸缩性使它成为实现新一轮高速端口的首要技术。因为 OC-3 (155Mb/s)已成为一种过时的辅助技术,在高速的路由器和交换机上,OC-48 (2.4Gb/s)端口速度现在已经非常普遍,OC-768 (40Gb/s)的端口速度也即将闪亮登场,随着数据流量吞吐率不断增长,SONET 将成为一种重要的骨干网络传输技术。

(2) 数据链路层

ATM 为语音、视频和数据创建了一个单一的网络,并且语音和视频流能够维持在用户所要求的较低的时延和抖动水平上。同时,对时间不敏感的数据能够充分利用剩余的信道容量,这样可以相对降低为提供服务质量保证的费用。

正像 SONET 有许多特征没有包含在传统的物理层协议的定义中一样,ATM 也不能完全被当作数据链路层协议。尽管一个 ATM 信元与典型的第二层数据帧很相似,都具有错误修正能力,也都包含有对本地数据链接非常重要的地址信息,但是,第二层的工作方式并不要求像 ATM 那样把全部的通信流都转换成固定长度的信元。

ATM 有精心制作的服务质量 QoS,没有数据链路层所要求的兼容性。然而,ATM 作为与物理层的接口,无疑又非常适合第二层协议的定义。它对第一层的选项包括了许多运送 ATM 信元的光纤传输方法,包括 SONET、五类双绞线铜缆和 T1 线等。

虽然 ATM 也能被当作统计多路复用器来为大量非实时的数据流提供服务,但它的主要优势还在于能够接收实时数据流(例如语音和视频)而不造成抖动和时延。

(3) 网络层

在网络层上,随着 Internet 取得的巨大成功,IP 已经成为了公认的标准。随着技术的发展和承载业务的多元化,IP 这种以“尽力传送”的方式来传输数据的无连接协议需要为业务提供服务质量保证(QoS),否则就无法达到骨干网所需要的电信级的服务质量。

这样,在网络层次上,由物理层、数据链路层和网络层组成的骨干网形成了 IP/ATM/SONET/OPTICAL 的体系结构。图 1-4 所示为基于 SDH 的一个层次结构实例。

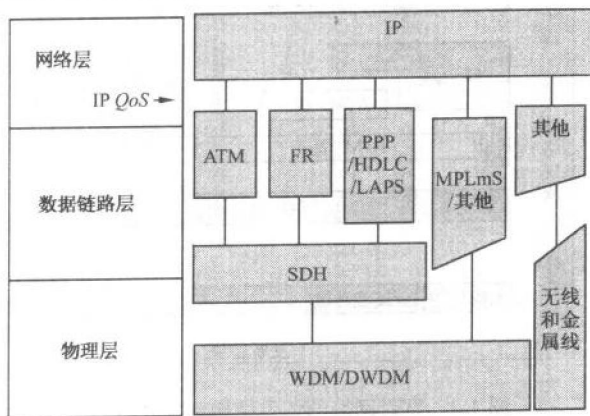


图 1-4 基于 SDH 的层次结构

1.2.5 宽带 IP 网络技术的发展

传统电信网是以话音业务为主进行优化设计的,以 SDH 时分复用传输系统为基础,用程控交换机实现电路交换。

Internet 的快速发展以及它显示出的巨大的优越性,使得不仅以 IP 为基础的应用快速发展,传统的数据通信业务甚至语音、视频也在转向使用 IP 网,这就出现了 Everything on IP 的局面。IP 网不是基础网,它只能架构在各种基础网之上,即所谓的 IP over Everything。Internet 开始是用 DDN 专线通过路由器连接各地网络构成的。20 世纪 90 年代中期,Internet 快速发展,但由于路由交换速度和端口速率限制,骨干网速率最高只有