

21 世纪
信息与通信技术教程

多媒体通信

■ Fred Halsall 著
■ 蔡安妮 孙景鳌 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪信息与通信技术教程

多媒体通信

[英] Fred Halsall 著

蔡安妮 孙景鳌 等译

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

多媒体通信/(英)哈尔索尔(Halsall, F.)著;蔡安妮等译.

—北京:人民邮电出版社,2004.3

21世纪信息与通信技术教程

ISBN 7-115-11841-8

I. 多... II. ①哈... ②蔡... III. 多媒体—计算机通信—高等学校—教材 IV. TN919.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第006479号

内 容 提 要

多媒体通信包含大量不同的学科领域,它涵盖了一系列的应用和网络基础设施。本书从多媒体通信的基础入手,详尽地讲述了关于多媒体通信的方方面面的知识。内容包括多媒体信息的表示、文本和图像的压缩、音频信号和视频信号的压缩、多媒体通信标准、数字通信基础、电路交换网络、企业网、互联网、宽带ATM网、娱乐网和高速调制解调器、传输协议、应用支持协议、互联网应用软件和万维网。

本书主要是针对与多媒体通信技术有关的大专院校的学生而编写的教材。这些学生可能是在计算机科学、计算机系统、计算机工程或电子工程系/学校学习的。本书也适合于从事这个迅猛发展的领域的计算机专业人员和工程师学习。

21世纪信息与通信技术教程

多媒体通信

◆ 著 Fred Halsall

译 蔡安妮 孙景鳌 等

责任编辑 李 健

◆ 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@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129258

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 47.25

字数: 1142千字

2004年3月第1版

印数: 1-3200册

2004年3月北京第1次印刷

著作权合同登记 图字 1-2002-1065 号

ISBN 7-115-11841-8/TN·2187

定价: 78.00元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010) 67129223

版 权 声 明

Simplified Chinese edition Copyright ©2004 by PEARSON EDUCATION LIMITED and POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS.

MULTIMEDIA COMMUNICATIONS: Applications, Networks, Protocols and Standards

By Fred Halsall

Copyright ©2001 ISBN 0-201-39818-4

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

著作权合同登记 图字: 01-2002-1065

致 谢

我很高兴借此机会感谢在我准备这个书稿过程中帮助过我的人。首先感谢我的博士生和研究助手，他们的帮助使我获得与多媒体有关的大量论文和文献。特别是在我外出时，**Jurek Wechta** 博士领导该组并顺利向前。其次感谢我的秘书 **Irene Dendle**，她帮助整理手稿和日复一日地回复与我教授的硕士课程有关的咨询。最后感谢我的妻子 **Rhiannon** 在我写这本书期间的无私的支持、耐心和理解。我把这本书献给我的妻子。

Fred Halsall

2000 年 9 月

前 言

目 标

多媒体通信涵盖了一系列的应用和网络基础设施。从多媒体这个词可知，这些应用中的信息/数据是由多种不同类型的媒体按一定的方式组合起来的。这些媒体类型可以是文本、图像、语音、音频和视频。应用的例子有可视电话（语音和视频）、多媒体电子邮件（文本、图像和音频）、交互式电视（文本、音频和视频）、电子商务（文本、图像、音频和视频）、网络电视（文本、音频和视频）以及许多其他的应用。

实际上，有许多不同类型的网络可以用来构成网络设施。这不仅包括最初设计用来提供多媒体通信业务的（即宽带多种业务的）网络，而且包括最初设计用来提供单一业务的网络。多种技术的发展，使得这些单一服务的网络现在也能提供一系列其他服务。例如，公共（和专用）电话交换网（**PSTN**）最初用来实现基本的电话服务，但是现在也可以支持包括所有不同媒体类型的先进的多媒体应用。同样计算机网络（如 **Internet**）最初用来支持电子邮件和文件传送等普通的数据通信，现在也能支持丰富的多媒体应用。

根据媒体的不同类型，文本和图像以数字形式生成和表示，语音、音频和视频则是以持续变化的形式（即模拟信号）生成的。因此为了把所有不同类型的媒体结合起来，首先必须把各种模拟信号转换成数字信号。然后组合起来的数字信息流就能够存储在计算机中，并通过统一的方法在网络上传送。除此之外，文本和图像以单块数字信息的形式产生，而语音、音频和视频是持续变化的信号，在数字化过程中将产生随时间增长的大量的信息。因此在大多数多媒体应用中，为了减少传输的信息量，在将不同类型媒体组合前要采用一系列的压缩算法来进行数据压缩。

除了在文本和图像中使用了多年的压缩方法外，现在又有了大量的压缩语音、音频和视频的算法。然而由于至今所能达到的压缩率相对较低，包含语音、音频和视频的多媒体应用（例如可视电话和视频会议）仍需要一个高容量的信道来传送组合的源信息。不过在过去几年内信息压缩技术迅速发展，传输信道的容量要求已经减少，使得大多数类型的通信网络都能支持一系列多媒体应用。

同时，由于压缩算法和相关集成电路的迅猛发展，现在大多数电视广播都采用数字信号传输。模拟电视一个主要的问题是需要高的传送容量以便广播音频和视频组合的复合电视信号。而采用（压缩的）数字信号，过去只能广播单个（模拟）电视节目的传送通道现在可以广播多个（数字）节目。而且使用数字信号传送又意味着其他的数字业务也能使用同样的通道，从而使像交互式电视和电子商务等多媒体应用变成可能。

从前面的概述我们可以看出，多媒体通信涉及大量不同的学科领域。其中包括如何以数字形式描述不同类型的多媒体、应用于这些媒体的压缩算法、不同类型多媒体应用的通信要求、不同类型通信网络的操作、与这些网络有关的通信协议和如何将它们扩展来满足多媒体应用的更高要求等。

除此以外,对于涉及到通信网络的所有应用而言,还必须有两个(或多个)连接在网络上的设备来以同样的方式提供业务、操作和解释传送的信息。这只有在所有的应用和所有不同类型网络中使用国际标准才能达到,同样所有相关设备的制造商也必须采纳这些标准。因此,理解与多媒体通信各个方面有关的标准也是重要的内容。本书对上述这些内容给以一定深度的讲解,以使读者对多媒体通信的技术要点有一个全面的了解。

预期的读者

本书主要是针对与多媒体通信技术有关的大专院校的学生而编写的教材。这些学生可能是在计算机科学、计算机系统、计算机工程或电子工程系学校学习的。本书也适合于希望学习此迅猛发展的领域的计算机专业人员和工程师。从对铜线、同轴电缆、无线和光纤等不同媒介传送数字流的各种技术,到对支持多媒体应用的各类设备如多媒体PC、工作站和机顶盒等上使用的软件,读者都应该了解。前者与电子工程师有关,而后者与计算机专业人员有关。这本书适合于这两种类型的学生学习,因为本书在写作中注意到了使这两个专业的读者对每个问题都可以有一定深度的理解。

为了达到这个目的,本书中专门用一章来介绍不同类型的媒体是怎样描述的,以及与之相关的模拟信号是怎样转化为数字信号的。同时还介绍了电视广播和计算机显示的基本工作原理。除此之外,还有一章介绍在信道上可靠传输数字信息块/流的基本技术。这包括确定数据在信道上传送的速率的基本理论,在收到信息块/流中检测传输误码的不同方法和误码发生后采取的措施,后者构成了通信协议。因此这一章还给出了协议方面的概述,给没有这方面知识的读者奠定必要的基础,使他们学习后续章节中关于支持多媒体应用的不同类型网络的操作更容易些。

预期的使用方法

对教师

从本书目录我们可以看出,这本书覆盖了广泛的学科领域,其中每一个课题都有一定的深度,使得本书内容引人入胜和充满挑战。因此与多媒体应用和网络有关的许多课程都可以使用这本书。若想充分理解这些课题,就需要通过一系列课程来覆盖本书的全部内容,从原理到详细的压缩算法、应用、网络和协议等。反过来也可以用一门或两门课程来学习这些课题中的某些课题。例如,一个课程可能包括多媒体应用、多媒体信息的描述和不同的压缩方法,而另一门课程可能包括数字通信的基础和不同类型网络的操作,也可以用两门课程覆盖Internet和它的协议以及万维网的详细操作。

如前所述,本书在所有课题的讲解上都有一定深度,以使读者对多媒体通信学科在技术上有足够的认识。由于这个学科的特点,为了使读者理解这个领域的各个主题,我们通过实例或相对详细的图表来说明所涉及到的概念,这也是本书的优点之一。而且教师在课堂上可以直接使用这些例子和图表。为了减少教师的备课时间,这些例子和图表都做了电子版本。它们能够从 www.booksites.net/halsall 网址下载。除此之外,每章都有综合性的练习题,帮助学生较系统地温习每章所涉及的主题。如果你发现任何文字或图表上的错误,请通过我的E-mail告知我,我的电子邮件地址是 halsall@pearsoned-ema.com。

对学生

这本书适合于自学。在多数章中都有实例,以帮助理解所涉及到的主题,同时每一个主题都通过相对详细的图表来解释相关的概念。读者会发现这些对理解现有技术的有关细节很

有用。除此以外，每一章后面的练习题会帮助读者系统地测试所学到的知识和对每一章的主题的理解。

作者简介：Fred Halsall 是英国威尔士（Wales）大学通信工程专业教授。Halsall 教授最近 30 年来一直致力于计算机网络领域的科研与教学工作。他在期刊和会议上发表了 50 余篇学术论文。他还出版了 4 本教材，其中包括著名的《数据通信》、《计算机网络与开放系统》。他是 IEE 的会士和 IEEE 的会员。

目 录

第一章 多媒体通信	1
1.1 序言	1
1.2 多媒体信息的描述	2
1.3 多媒体网络	2
1.4 多媒体应用	9
1.5 应用及网络术语	21
第二章 多媒体信息的表示	38
2.1 序言	38
2.2 数字化原理	38
2.3 文本	44
2.4 图像	49
2.5 音频	58
2.6 视频	64
第三章 文本和图像压缩	77
3.1 引言	77
3.2 压缩原理	77
3.3 文本压缩	81
3.4 图像压缩	92
第四章 音频信号和视频信号的压缩	116
4.1 前言	116
4.2 音频压缩	116
4.3 视频压缩	129
第五章 多媒体通信标准	160
5.1 前言	160
5.2 参考模型	160
5.3 个人通信标准	165
5.4 因特网上的交互应用标准	179
5.5 娱乐应用的标准	184
第六章 数字通信基础	193
6.1 引言	193
6.2 传输媒质	196
6.3 信号的损伤	203
6.4 异步传输	209
6.5 同步传输	214

6.6	错误检测方法	220
6.7	协议基础	227
6.8	HDLCD 协议	245
第七章	电路交换网络	258
7.1	引言	258
7.2	传输系统	260
7.3	交换系统	287
7.4	信令系统	292
第八章	企业网	313
8.1	前言	313
8.2	局域网	313
8.3	以太网/IEEE802.3	314
8.4	令牌环网	320
8.5	网桥	331
8.6	FDDI (光纤分布式数据接口)	343
8.7	高速局域网	353
8.8	局域网协议	362
8.9	多站点局域网互连技术	368
第九章	因特网	379
9.1	前言	379
9.2	IP 数据报	381
9.3	分段与重组	383
9.4	IP 地址	385
9.5	ARP 和 RARP	388
9.6	路由算法	391
9.7	互连网控制报文协议 (ICMP)	421
9.8	QoS 支持	424
9.9	PPP 链路层协议	428
9.10	IPv6	430
9.11	IPv6 与 IPv4 的互通	441
第十章	宽带 ATM 网	450
10.1	引言	450
10.2	信元格式和交换原理	451
10.3	交换机结构	453
10.4	协议体系结构	457
10.5	ATM 局域网	464
10.6	ATM MAN	473
10.7	广域 ATM 网	489
第十一章	娱乐网和高速调制解调器	494

11.1	引言	494
11.2	有线电视网络	494
11.3	卫星电视网络	514
11.4	地面电视网	522
11.5	高速 PSTN 接入技术	527
第十二章	传输协议	538
12.1	序言	538
12.2	TCP/IP 协议组	538
12.3	TCP	540
12.4	UDP	572
12.5	RTP 和 RTCP	576
第十三章	应用支持协议	584
13.1	引言	584
13.2	ASN.1	585
13.3	安全性	595
13.4	数据加密	595
13.5	认可	607
13.6	鉴权	608
13.7	公钥认证中心	611
第十四章	因特网应用软件	620
14.1	序言	620
14.2	域名解析系统	620
14.3	电子邮件	629
14.4	FTP	641
14.5	TFTP	646
14.6	因特网电话	648
14.7	SNMP	653
第十五章	万维网	664
15.1	序言	664
15.2	URL 和 HTTP	665
15.3	HTML	671
15.4	音频与视频	685
15.5	Java 和 JavaScript	691
15.6	安全	696
15.7	Web 操作	699
附录 A	CRC 的实现	707
附录 B	前向差错控制	711
附录 C	缩略语	719
参考文献与推荐读物		732

第一章 多媒体通信

1.1 序 言

在本书中，多媒体通信包括了应用和网络基础结构。术语**多媒体**用来表示通过网络被传送的信息/数据是由以下一种或多种媒体类型组成的。

文本：包括无格式文本（由来自有限字符集的字符串组成）和用来构造、存取及表达电子文档的有格式文本。

图像：既包括计算机生成的图像（它们由线条、曲线、圆周组成），也包括将文档和图片数字化后的图像。

声音：既包括低保真度的语音（比如电话中使用的），也包括高保真度的立体声音乐（比如 CD）。

视频：包括运动图像的短片段和完整的电影。

这些应用包括了个人间的通信和人与系统间的通信。通常，两个人是通过适当的**终端设备（TE）**来相互通信，而个人则是通过一台**多媒体个人计算机或工作站**来和一个系统进行通信的。通常这些设备位于家中或者是办公室的桌面上，而系统则是汇集了文件或文档的服务器。这些文件和文档由单独的或者以某种方式结合在一起的数字化的文本、图像、声音、视频信息组成。服务器也可以包含一个数字化电影和视频库，此时使用者和这个服务器之间的通信通过适当的接收设备进行，该设备是连接到与电视机组合在一起的**机顶盒（STB）**的。

实际的网络有许多类型，它们用于提供组网的基础结构。这不仅仅包括一开始就是为提供多媒体通信服务设计的网络，也包括最初只是为提供单一类型服务而设计的网络。作为各种技术的进步的结果，这些网络现在能提供一系列的其他业务。如**公共电话交换网（PSTN）**（又称**普通电话交换网（GSTN）**）最初设计是提供一种基本的语音电话交换服务。由于数字信号处理硬件和相应软件的进步，现在也可以提供一系列的更加先进的服务，包括文本、图像和视频。类似地，数据网本来是设计用来支持基本的诸如电子邮件和文件传输的数据应用的，现在则支持包括图像、声音、视频在内的丰富得多的应用。

这一章是一个综述。首先说明不同的媒体类型是如何被描述的，接着介绍提供多媒体通信服务的各种不同的网络类型，然后介绍这些网络支持的各种应用，最后讨论描述多媒体通信中使用的各种术语的含义。

1.2 多媒体信息的描述

文本和图像的应用由数据块组成。例如，在文本中，典型的单位是字符块，每个字符由定长的二进制数字（比特）组来描述，称作码字。类似地，一个数字图像由二维的像素块组成，每个像素由定长的比特组来描述。文本和图像的应用通常由对信息（例如文件）的短暂请求以及该文件内容的返回组成，因此整个处理的过程的时间很短。

在声音和视频的应用中，声音和视频信号是随时间连续地变化的，这种信号被称为模拟信号（Analog signal）。声音和/或视频的应用过程是长时间的。例如，一次普通的电话交谈能持续几分钟，而一部电影能持续好几个小时。

在只有一种媒体类型的应用中，经常使用该指定媒体类型的基本描述形式。在包括文本和图像，或声音和视频的应用中，也经常使用它们的基本描述形式，因为在这些应用中两种媒体类型有着同样的描述形式。然而，在以某种方式结合了不同媒体类型的应用中，将所有的4种媒体类型用一种数字形式来描述就变得必要了。对于文本和图像而言，这是它们标准的描述形式；而对于声音和视频，因为它们的基本描述形式是模拟信号，所以它们必须与其它两种媒体类型结合在一起之前被转化为一种相对应的数字形式。

因为声音信号的幅度是随时间连续变化的，所以数字化后产生的数字信号的比特速率相对来说较高。这个速率由每秒比特（bit/s）来衡量，比如语音信号典型的比特速率是64 kbit/s。此外，因为涉及声音的应用是长时间的，所以比特速率也要长时间地稳定。视频信号的数字化也是如此，只是比特速率更高。通常用于支持声音和视频应用的通信网络支持不了非常高的比特速率，一种叫做压缩的技术首先用于数字化后的信号，用来降低比特速率以使得多种网络能够支持多媒体传输。数字化的文本和图像也经过压缩，目的是降低时延。我们将介绍一些压缩运算法则，它们用于文本、图像压缩（第三章）和声音、视频的压缩（第四章）。

1.3 多媒体网络

用来提供多媒体服务的通信网络有5种基本类型：电话网、数据网、广播电视网、综合业务数据网、宽带多业务网络。

就像名字所表示的，前3种网络最初是设计用来提供单一类型服务的，即电话、数据通信、广播电视服务；而后两种类型是一开始就设计用来提供多样服务的。我们将分别叙述各种网络类型的各自基本特点。对于前3种网络类型，技术的发展已经使得它们可以提供另外的服务。

1.3.1 电话网络

公共电话交换网已经存在很多年了，在这期间它有过很多的变化。这种网络提供基本的电话交换服务，随着其它网络类型的出现，这种服务被称为老式的普通电话服务（plain old Telephone service）或POTS。术语“交换”表示一个用户能够向连接到整个网络上的其他任何

电话发出呼叫并通话。这种网络最初的规模只是在一个国家的范围内，后来不同国家的电话网络相互连接在一起，就能够提供国际间的交换服务。这种网络的主要的组成如图 1.1 所示。

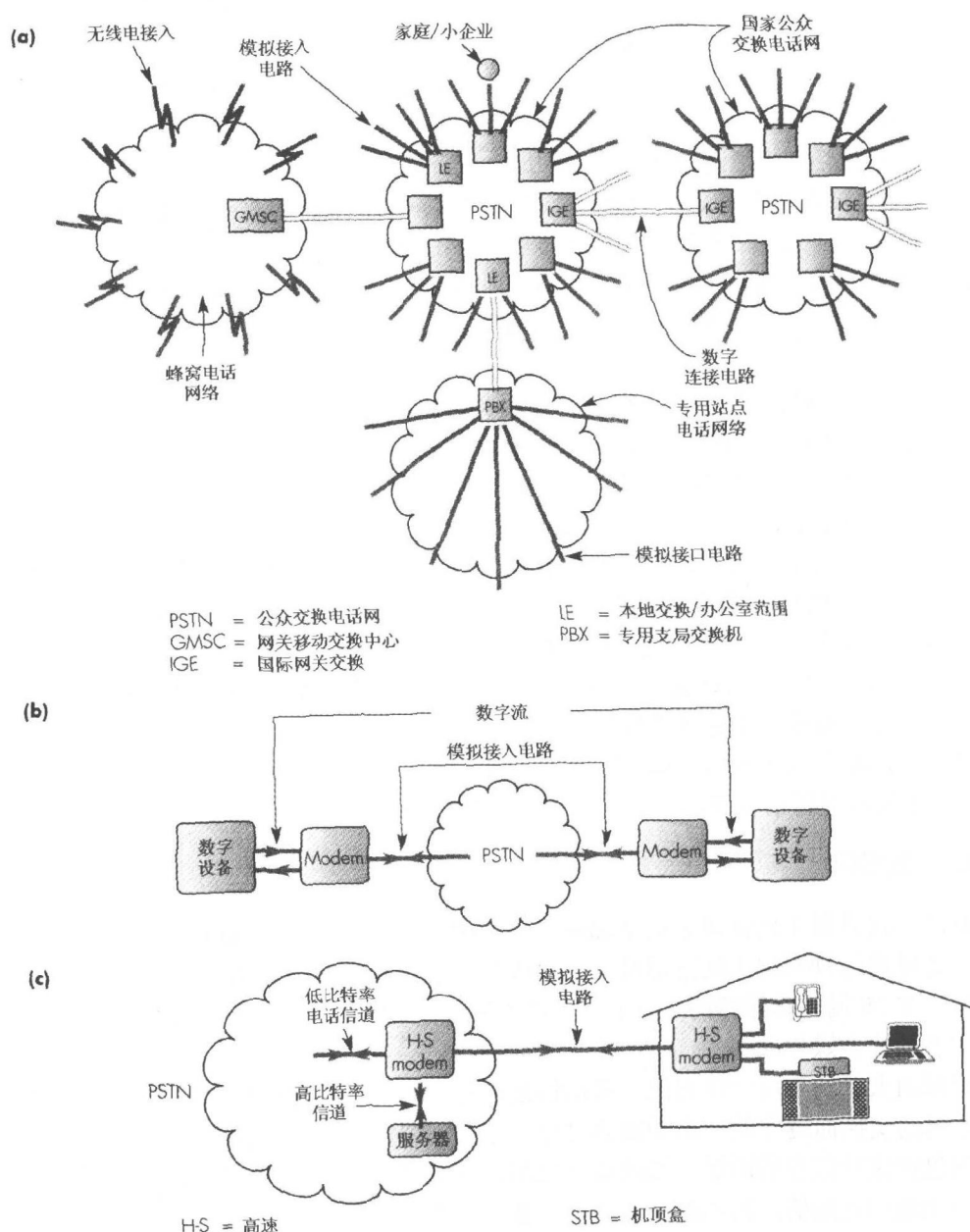


图 1.1 电话网络：(a) 网络构成 (b) 使用调制解调器的数字传输 (c) 通过 H-S 调制解调器的多服务

固定安装在家里或小企业里的电话机直接连到它们最近的本地交换/端局，中等的或大型的办公点/位置的电话机连到专用交换局的专用小交换机（Private Branch Exchange，简记 PBX）。PBX 给连接在它上的任意两个电话机提供（免费）交换服务。另外，PBX 连接到它最近的本地（公共）交换机上，使得连在 PBX 上的电话机也能通过 PSTN 发出呼叫。近几年，

蜂窝电话网络为移动用户提供了类似的服务，用户通过手机连到基于无线电波的蜂窝电话网络上。在蜂窝电话网络中使用的交换机称为**移动交换中心（MSC）**。类似于 PBX，它也连接到 PSTN 的交换局，以使用户能向其它人发出呼叫。最后，国际间呼叫是通过**国际网关交换（International Gateway Exchange, IGE）**来进行路由选择和交换的。

如前所述，语音信号是个模拟信号，语音的幅度和频率是随时间而连续改变的。用麦克风把语音转换为模拟的电信号。电话网以一种称为**电路模式（circuit mode）**的方式工作，即对于每一个呼叫，在通话期间通过网络为它单独地建立一条有一定容量的电路。连接电话机听筒到 PSTN 或 PBX 的接入电路（**access circuit**）需要能够承载此通话的双向模拟信号。因此，尽管现在 PSTN 内部相互连接的所有的交换和传输电路工作在数字模式，要使数字信号（1 和 0 的二进制流）通过模拟的接入电路，还需要用一种叫做**调制解调器**的设备，如图 1.1（b）所示。

在发送端，调制解调器将来源于数字设备的数字信号转化为和普通的语音信号类似的模拟信号，然后如同语音信号一样在网络上发送；在接受端，调制解调器先将模拟信号还原成原来的数字形式，再传给数字接收设备。调制解调器还需要有必要的电路来建立和结束一个通话。因此通过使用一对调制解调器（分别在用户双方各自的接入点），PSTN 也能够提供数字交换服务。早期的调制解调器只支持很低的 300 bit/s 的速率，由于数字信号处理电路的发展，调制解调器现在已经能够支持 56 kbit/s 的速率。正如在第四章中将要讲到的，这不仅对于集成了文本、图像的应用，即使对于包括语音和低分辨率视频的服务来说，也是足够的了。

由于数字信号处理技术的不断进步，现在可供使用的调制解调器通过同样的接入电路，除了提供电话信道外，还可以开通高比特速率信道。第二个信道的比特速率足以支持高分辨率的声音和视频，因此可以连接到服务器，用来提供一系列与娱乐相关的应用。一个常用的方案如图 1.1（c）所示，在第四章将会看到，这些应用要求的比特速率超过 1.5 Mbit/s。这说明自从 20 世纪 60 年代早期调制解调器发明以来，技术的进步是很大的。我们由此可以推论，PSTN 现在不仅能支持语音应用，也可支持范围很宽的多媒体通信应用。

1.3.2 数据网

数据网是设计用来提供诸如**电子邮件（E-mail）**和普通文件传输的基本数据通信的。所用的设备连接到这种网络上的计算机、工作站或者电子邮件/文件服务器。两种最广泛使用的网络类型是 **X.25 网络**和**因特网**。由于操作模式所限，**X.25** 只用于低比特速率数据的应用中，不适合大多数的多媒体应用。

因特网由大量的使用一组相同的**通信协议**相互连接的众多网络组成。通信协议是通信各方为了信息的交换而遵守的一组规则的约定。这些规则定义的不仅仅是通信各方信息交换的次序，也包括这些信息的语法。因此通过使用相同的通信协议，所有连接到因特网上的计算机能够自由地相互通信，而不必去考虑它们是什么类型或什么产品。这也就是“开放系统互连”这个术语的来历。图 1.2 给出了几种不同类型的因特网络。

从图 1.2 中可以看到，家庭或小企业用户通过**因特网服务供应商（ISP）网络**这种中介网络接入因特网。通常，这类用户接入因特网的要求是断续的，所以用户连接到 ISP 网络的方法是通过使用 PSTN 调制解调器，或者是通过**综合业务数据网络（ISDN）**。1.3.4 节会讲到，ISDN 能提供更高的接入比特速率。对于商业用户来说，如果它的业务只包含单独的站点，可以通过一个**站点/校园网**接入；如果拥有多个站点，可以通过**企业专用网络**接入。同样的方

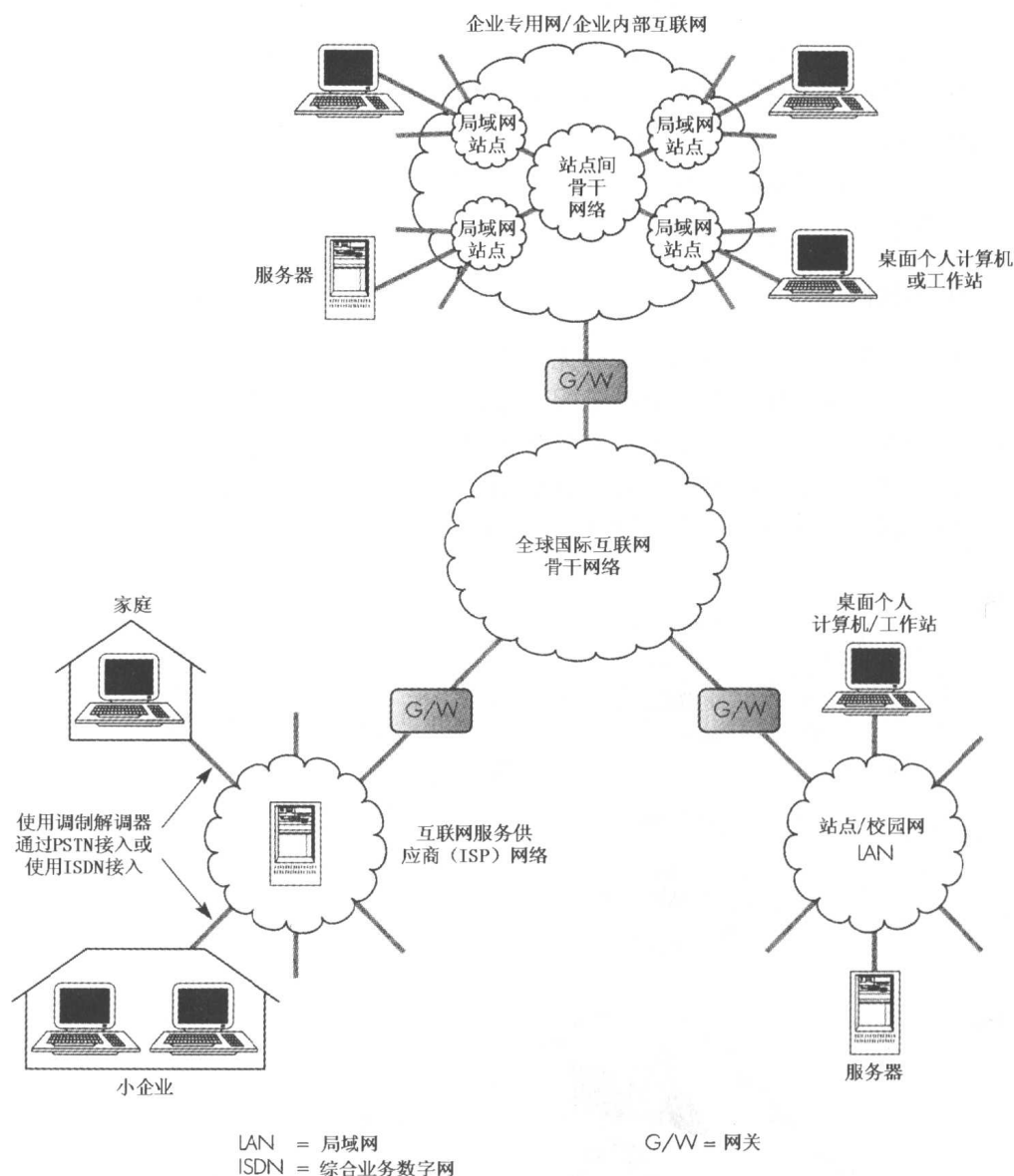


图 1.2 连接到因特网的几种网络类型

法也被大多数的大学采用。在单独的站点/校园的场合，网络是**局域网 (LAN)**。对于多个站点的企业网络，多个站点通过**站点间骨干网**互连来提供企业的通信服务。连接到这种网络上的计算机使用的通信协议和因特网使用的协议是一样的，这使所有用户也能享受因特网提供的各种服务。由于所有提供内部服务的协议和因特网中所规定的相同，企业网络又叫**内部因特网 (Intranet)**。各种不同类型的网络通过一种叫**网关**的单元连接到**因特网骨干网络**上，由于它负责为所连接的网络上所有的信息选择路由和进行转发，所以又称为**路由器**。

所有的数据网都工作在**分组 (或包) 模式 (packet mode)**下。分组是容纳数据块的容器，分组头是接收要传送信息的计算机的地址，通过它来选择数据包通过网络的路径。采用分组工作模式是因为数据应用中的数据格式通常是不连续的文本和二进制数据块，而且块之间的

时间间隔是变化的。不过最近出现的多媒体计算机能够提供一些其他应用。例如，使用送话器和一对扬声器，以及声卡和相应的软件，计算机能够支持电话和其他与语音有关的应用。与此类似，摄像机和相应的软硬件的使用可以支持一系列涉及视频的其他应用。由此，高比特速率传输电路和路由节点得到了发展。在第三、第四章将会看到，也出现了更多的以数字形式描述语音、声音和视频的高效算法。因此，分组模式的网络（特别是因特网）现在不仅支持一般的数据通信应用，还支持一批包括语音、声音和视频的多媒体通信应用。

1.3.3 广播电视网络

广播电视网络是为支持模拟电视（还有无线电广播）节目在广阔的地理范围内传播而设计的。在大的城市，广播电视通常是**电缆分配网络**；对于更大的范围，则使用**卫星网络**或**地面广播网络**。由于它们的推广，数字电视服务变得可能了。它们为交互目的提供了上行的低比特速率信道的网络，能提供诸如游戏和家庭购物之类的一系列附加服务。电缆分配网络和卫星/地面广播网络的一般结构分别如图 1.3 (a) 和图 1.3 (b) 所示。

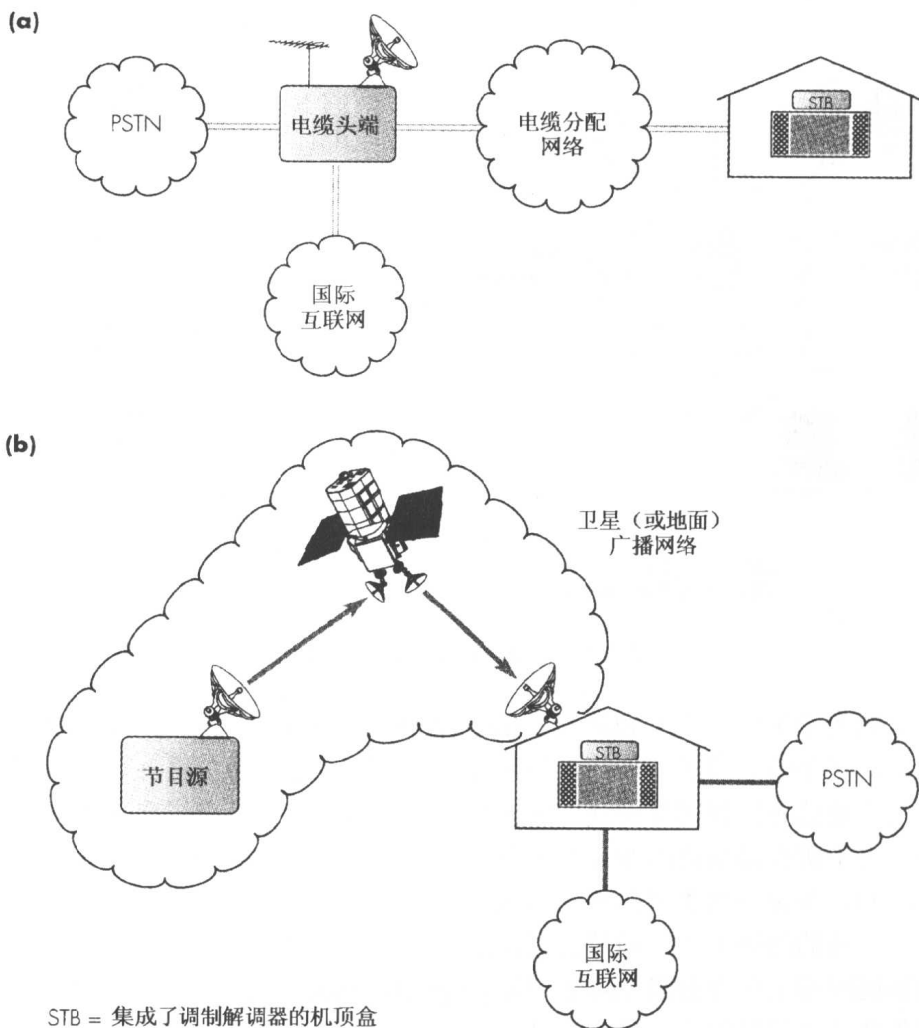


图 1.3 广播电视网络：(a) 电缆网络 (b) 卫星/地面广播网络