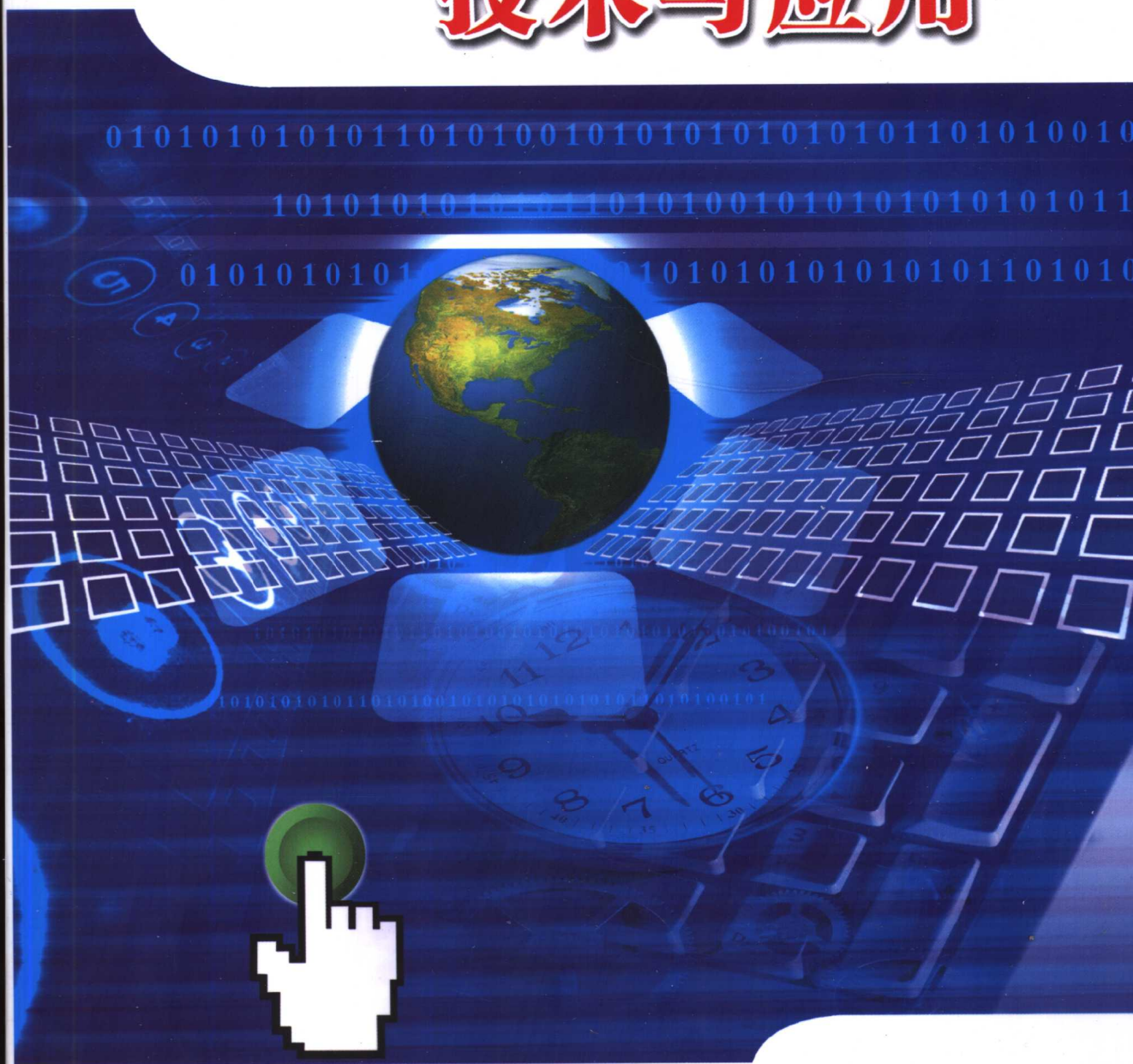


多媒体网络与通信教材

多媒体网络 技术与应用



鲁士文 编著



清华大学出版社

多媒体网络与通信教材

多媒体网络技术与应用

鲁 士 文 编著

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字158号

内 容 提 要

本书内容广泛,几乎包含了为理解多媒体网络所需要的所有主要成分——从基本原理、技术、通信系统、协议和网络,直到多种典型的多媒体应用。本书从综述多媒体通信的一般概念和发展趋势开始,给出了多媒体和网络通信的基本原理与基础知识,然后逐步引入比较复杂的宽带网络、IP、ATM、MPLS、多投点传播、多媒体网络应用以及安全性等关键技术和标准。

全书融原理、技术和发展为一体,并且着重介绍实用技术和培养组网能力。本书可以作为计算机科学、电子工程类以及相关专业的研究生和大学高年级学生的参考教材,也可以供从事多媒体网络专业工作的研究和应用开发人员使用。

版权所有,盗版必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

多媒体网络技术与应用/鲁士文编著. —北京:清华大学出版社, 2002

ISBN 7-302-05934-9

I. 多… II. 鲁… III. 多媒体技术—应用—计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 074932 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编100084)

责任编辑: 周烈强

印 刷 者: 北京市耀华印刷有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.875 字数: 702千字

版 次: 2002年10月第1版 2002年10月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-05934-9/TP·3525

印 数: 0001~5000

定 价: 39.00元

前 言

21 世纪是多媒体通信的世纪,我们将使用双向视频连接跟朋友和同事交流。繁多种类的基于多媒体的服务将提供到我们的家庭、学校和企事业单位。用户能够创建自己的多媒体资料,也可以交互式地选择和接收多媒体信息。

今天,Internet 已成为世界范围的信息传递工具,并且随着 20 世纪 90 年代 WWW 的出现,Internet 正在促使人类经历一次文化上的变革;因此,Internet 已被人们看作主要的信息高速路。未来的信息高速路将全面支持多媒体,目前主要的电信、计算机、线缆和广播电视公司都在激烈竞争参与建设能够实时传送视频和多媒体信息的高速路。近年来出现了许多实验性的视频点播和交互式电视系统,有些家庭已经能够接受点播影片、远程教育、电子报刊、交互式游戏和网上购物服务。随着诸如 ATM 这样的宽带广域网络的发展,可以得到这类服务的家庭将越来越多。

当今,Internet 上的多媒体应用仍处于初级阶段,包括 IP 电话和可视电话这样的个人通信,诸如视频点播、视频会议、远程教育、协同工作、数字图书馆和交互电视一类的交互式应用,均属初级应用。可以预期,21 世纪多媒体应用将扩展到作者可参与的出版系统、Web 和传统广播媒体的集成、三维 Web 空间、通用信使系统、Web 多媒体搜索服务和许多其他应用。

多媒体通信的发展涵盖一套技术和标准、通信和网络系统,以及满足企业和家庭客户需求的产品和服务。技术和标准包括:音频和视频压缩,光纤,高性能计算机和高清晰度电视技术。通信和网络系统包括:宽带网络,ATM,快速和千兆比特以太网,卫星和无线网络。核心平台技术、标准和设备的发展将允许任何人在任何时间、任何地点对多媒体信息进行访问,并且使得繁多种类的多媒体通信服务成为可能,从基本的视频电话到更为先进的视频会议、视频娱乐、视频邮件和远程学习等服务。

本书内容覆盖面很广,几乎包含了为理解多媒体网络所需要的所有主要成分——从基本原理、技术、通信系统、协议和网络,直到多种典型的多媒体应用。书中综述了多媒体通信的一般概念和发展趋势,介绍了多媒体和网络通信的基本原理,详细讲解了比较复杂的宽带网络、IP、ATM、MPLS、多媒体网络应用及其安全性等关键技术和相应标准。

笔者多年从事网络研究工作,本书是笔者在中科院计算所讲授研究生网络课程的基础上编写的,全书融原理、技术和发展为一体,并注重对学生实用技术和组网能力的培养。本书可作为计算机科学、电子工程类以及相关专业的研究生和大学高年级学生的参考教材,也可供从事多媒体网络专业工作的研究和应用开发人员使用。

作 者
2002 年 5 月
于中科院计算所

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 多媒体通信的基本概念	2
1.2 多媒体通信的开展和应用需求	3
1.3 电信网络的技术演变	4
1.3.1 传输技术	6
1.3.2 交换系统技术	7
1.3.3 宽带网的运行和管理	8
1.4 多媒体通信的推动力量	9
1.5 多媒体网络提供的服务	11
1.5.1 数字网络图书馆系统	11
1.5.2 多媒体远程会议系统	12
1.5.3 超高分辨率图像系统	13
1.5.4 视频点播/多媒体点播系统	14
思考练习题	15
第 2 章 多媒体信息的编码和格式	16
2.1 正文信息编码	16
2.2 多媒体文件格式	20
2.2.1 富文本格式	20
2.2.2 标记图像文件格式	20
2.2.3 资源交换文件格式	21
2.3 声音编码	21
2.3.1 模拟声音和信号	21
2.3.2 数字声音	24
2.3.3 脉冲编码调制	25
2.4 静止图像编码	27
2.4.1 向量图形	27
2.4.2 光栅扫描	27
2.4.3 彩色模型	28
2.4.4 图像分辨率和点距	30
2.5 移动图像编码	30
2.5.1 视觉暂留	30
2.5.2 模拟视频图像	31

2.5.3 数字视频图像.....	32
2.5.4 动画图像.....	35
2.5.5 高清晰度电视.....	35
思考练习题.....	36
第3章 文档、超文本和 MHEG 标准.....	37
3.1 文档.....	37
3.1.1 文档结构.....	38
3.1.2 多媒体数据操作.....	39
3.2 超文本和超媒体.....	39
3.3 文档体系结构 SGML.....	42
3.3.1 SGML 元素.....	43
3.3.2 SGML 的文档类型定义 (DTD).....	44
3.3.3 SGML 属性.....	44
3.3.4 SGML 实体.....	44
3.3.5 SGML 的实现细节.....	45
3.3.6 SGML 的发展和延伸.....	47
3.4 超文本标记语言 (HTML).....	47
3.4.1 HTML 文档的基本结构.....	48
3.4.2 HTML 标记.....	48
3.4.3 多媒体信息.....	49
3.4.4 编写 WWW 页面.....	51
3.4.5 编写表单.....	55
3.4.6 CGI.....	58
3.5 扩展的标记语言 (XML).....	59
3.6 文档体系结构 ODA.....	61
3.6.1 ODA 文档结构.....	61
3.6.2 布局过程.....	63
3.7 信息元模型和 MHEG 标准.....	64
3.7.1 信息元模型的基本概念.....	64
3.7.2 多媒体超媒体专家组标准 MHEG.....	65
思考练习题.....	67
第4章 OSI 参考模型和 TCP/IP 网络协议.....	68
4.1 协议的分层结构.....	68
4.2 OSI 参考模型.....	73
4.3 Internet 和 TCP/IP.....	79
4.3.1 TCP/IP 协议族.....	79
4.3.2 TCP/IP 的操作.....	81

4.3.3 IP 协议	83
4.3.4 Internet 传输层协议	93
4.3.5 Internet 的多媒体能力	102
4.3.6 IPV6	105
4.3.7 移动 IP	112
思考练习题	113
第 5 章 线路交换网络	115
5.1 线路交换和分组交换	115
5.2 线路交换网络的性能	116
5.3 同步光纤网 SONET	119
5.3.1 双环结构	122
5.3.2 SONET 帧结构	123
5.3.3 未来的发展	128
5.4 密集波分复用	128
5.5 光纤到户	129
5.5.1 光回路承载系统	130
5.5.2 无源光网	130
5.5.3 无源光子回路	132
5.5.4 混合方案	133
5.6 非对称用户数字线 ADSL	134
5.7 有线电视网 CATV 和混合光纤同轴系统 HFC	138
5.7.1 物理布局	139
5.7.2 CATV 分层网络	141
5.7.3 CATV 上的服务	143
5.7.4 混合光纤同轴系统 HFC	143
思考练习题	145
第 6 章 分组交换网络	147
6.1 开放数据网络 (ODN) 模型	147
6.2 HDLC 和 PPP 协议	149
6.2.1 面向比特的协议 HDLC	150
6.2.2 面向字节的协议 PPP	156
6.3 以太网	160
6.3.1 物理层	160
6.3.2 媒体访问控制	162
6.3.3 以太网的帧格式	164
6.3.4 桥接器	168
6.3.5 交换机	170

6.3.6 半双工和全双工.....	171
6.3.7 以太网的流量控制.....	173
6.4 虚拟 LAN.....	177
6.5 帧中继.....	178
6.5.1 典型的拓扑结构.....	179
6.5.2 帧中继协议结构.....	180
6.5.3 帧中继连接.....	181
6.5.4 帧中继数据传送协议.....	181
6.5.5 使用帧中继数据传输服务的局域网互连.....	186
6.6 标签交换和 MPLS.....	188
6.6.1 体系结构.....	189
6.6.2 组织成分和专业术语.....	192
6.6.3 标签分发协议.....	194
6.6.4 MPLS 服务.....	195
6.7 主动网络技术.....	202
6.7.1 典型的主动网络系统.....	203
6.7.2 用于主动网络的编程语言 PLAN.....	204
6.7.3 主动网络的优越性.....	204
6.7.4 潜在的应用领域.....	204
思考练习题.....	206
第 7 章 ATM 网络.....	208
7.1 ATM 基本概念.....	209
7.2 ATM 逻辑连接.....	214
7.3 ATM 信元.....	217
7.4 ATM 协议参考模型.....	218
7.5 交换功能和路由选择.....	221
7.6 ATM 适配.....	223
7.6.1 服务类型和服务质量.....	224
7.6.2 ATM 适配层的结构和协议类别.....	228
7.6.3 AAL-1.....	231
7.6.4 AAL-2.....	232
7.6.5 AAL-3/4.....	232
7.6.6 AAL-5.....	236
7.7 ATM 局域网的结构配置.....	239
7.8 ATM 局域网仿真.....	241
7.8.1 局域网仿真协议模型.....	243
7.8.2 局域网仿真结构.....	244
7.8.3 局域网仿真的关键技术.....	245

7.8.4 局域网仿真的操作过程.....	246
7.9 在 ATM 上的多协议传输标准.....	250
7.9.1 MPOA 综述.....	251
7.9.2 成分和结构.....	254
7.9.3 MPOA 操作.....	255
7.10 ATM 虚拟局域网.....	260
思考练习题.....	263
第 8 章 无线网络.....	265
8.1 无线媒体的特征.....	266
8.2 无线通道的容量限制.....	268
8.3 无线局域网.....	269
8.3.1 无线局域网的组成.....	269
8.3.2 无线局域网的协议体系.....	272
8.3.3 无线局域网中的扩展频谱技术.....	275
8.3.4 IEEE 802.11 MAC 协议.....	280
8.4 数字蜂窝无线电的通道分配.....	287
8.4.1 全球可移动通信系统.....	287
8.4.2 蜂窝数字分组数据系统.....	290
8.4.3 码分多址.....	292
8.5 通信卫星网络.....	294
8.5.1 物理结构.....	294
8.5.2 通道分配协议.....	297
思考练习题.....	302
第 9 章 多投点传播和信息压缩技术.....	304
9.1 多投点传播.....	304
9.1.1 链路状态多投点传播.....	304
9.1.2 距离向量多投点传播.....	306
9.1.3 协议无关的多投点传播.....	308
9.1.4 Internet 上的多投点传播.....	310
9.2 信息压缩技术.....	319
9.2.1 无损压缩算法.....	320
9.2.2 图像压缩 JPEG.....	322
9.2.3 视频压缩 MPEG.....	325
9.2.4 音频压缩 MP3.....	330
思考练习题.....	331

第 10 章 IP 电话和网络 QoS 技术	334
10.1 IP 电话基本模型.....	334
10.2 IP 电话的关键技术.....	335
10.2.1 分组语音技术.....	336
10.2.2 语音的编码和压缩技术.....	337
10.2.3 交互式语音应答技术.....	340
10.2.4 QoS 技术.....	340
10.3 IP 电话协议结构.....	344
10.3.1 典型的协议栈.....	344
10.3.2 RTP 协议.....	346
10.3.3 RSVP 协议.....	350
10.4 IP 电话的组织成分.....	354
10.5 IP 电话的业务流程.....	356
思考练习题.....	357
第 11 章 多媒体网络应用	359
11.1 电子邮件.....	359
11.1.1 邮件传递协议 SMTP.....	360
11.1.2 邮局协议 POP3.....	363
11.1.3 多用途 Internet 邮件扩展.....	364
11.2 万维网 WWW.....	368
11.2.1 概述.....	368
11.2.2 统一资源定位符 URL.....	370
11.2.3 超文本传送协议 HTTP.....	373
11.2.4 万维网页面中的超链.....	378
11.2.5 浏览器的结构.....	381
11.2.6 搜索引擎.....	382
11.2.7 Java.....	384
11.3 视频点播.....	385
11.3.1 视频服务器.....	386
11.3.2 分布式网络.....	389
11.3.3 机顶盒.....	392
思考练习题.....	394
第 12 章 网络安全编码和攻击防范技术	396
12.1 数据加密技术.....	397
12.1.1 传统加密技术.....	398
12.1.2 数据加密标准.....	403
12.1.3 密钥分发问题.....	416

12.1.4 公开密钥加密法.....	419
12.2 身份验证和数字签名.....	421
12.2.1 身份验证.....	421
12.2.2 采用公开密钥加密技术实现数字签名.....	422
12.2.3 采用常规加密技术实现数字签名.....	423
12.3 报文摘要 MD5.....	424
12.4 网络安全面临的问题.....	426
12.5 链路加密与端到端加密.....	428
12.5.1 链路加密.....	428
12.5.2 端到端加密.....	429
12.6 IP 安全.....	431
12.7 防火墙.....	433
12.7.1 基于过滤器的防火墙.....	434
12.7.2 基于代理的防火墙.....	435
12.8 传输层安全.....	436
12.9 保密增强邮件 PEM.....	439
12.10 颇好保密性 PGP.....	443
思考练习题.....	444
参考文献.....	449

第1章 绪 论

信息在现代社会中起着越来越重要的作用。从基因遗传密码,到人类为传递信息而创造的无比复杂的语言;从商业经济情报到外星系传来的各种信号等,无不与信息有关。信息的巨大物化力量通过信息的共享特性得到了充分的发挥,计算机和通信技术的结合成为推动现代社会进步的关键技术。多媒体网络的产生和发展,正是应用需求和技术创新的必然。

所谓媒体是指承载信息的载体。根据国际电联(ITU-T)定义,有以下五种信息载体:感觉媒体、表示媒体、显示媒体、存储媒体和传输媒体。其中核心是表示媒体,也即信息的存在形式和表现形式,如数值、文字、声音、图形和图像等。这个术语在早期称为“媒介”,以与信息的存储实体(如磁盘、光盘、纸张等“媒体”)和传输信息的介质(如电缆、电磁波等“媒质”)以及表现信息的设备(如显示器、扬声器等)相区别。后来由于大量使用港、台的译法,也就统称为“媒体”了。所谓“多媒体”,从文字上理解就是“多种媒体的综合”,那么相关的技术也就是“怎样进行多种媒体综合的技术”了。具体地讲,多媒体是声音、动画、文字、图形、影像等各种媒体的组合。多媒体系统则是指用计算机和数字通信网技术来处理和控制在多媒体信息的系统。

现在,各种各样的商业团体、学校、科研机构以及政府部门都非常重视多媒体技术的发展,积极地自己单位内部组织对多媒体应用程序的开发、实施和管理。一旦多媒体应用被开发出来了,它们就需要能够很容易地以一种快捷方式跟自己的客户打交道。因此,它们迫切需要建立、发展或租用一个有效、灵活的通信网络,让单位的员工在任何时间、任何地点都可以安全可靠地对自己需要的或感兴趣的多媒体信息进行有效的访问。

在一个连网的多媒体系统中,用户设备连接到远程信息源,系统用到的一些内容或所有内容是源自驻留在异地的存储装置或实时的输入转换器。当然,用户不希望看到存放于本地的和来自远方的内容之间有明显的质量差别。由于多媒体数据的实时性以及网络多媒体信息呈现给用户的视听方式,因此设计适合于这些应用的网络硬件和软件结构既是关键的,也是具有挑战性的。需要关注的问题包括:提供所必须的带宽;把延迟控制在已知的和可管理的限度内;以及要么尽量减少数据丢失率,要么设计应用和数据的表示,使得它们对丢失的数据不那么敏感。

在详细讨论多媒体之前,本章先介绍多媒体通信的基本概念、多媒体网络产生和发展的历史背景及应用需求,回顾电信网络的演变过程,给出关于网络连接和交换技术的一些基础知识,然后在进一步分析促进多媒体通信发展的推动力量的基础上,阐述借助多媒体通信网络可能提供的若干重要应用。

1.1 多媒体通信的基本概念

多媒体通信技术是一种新兴的通信技术：人们在传递和交换信息时同时利用多种信息媒体，以“可视的、智能的、个人的”服务模式，把通信、电视和计算机三种技术有机地结合在一起，构成声、图、文并茂，用户可以不受时空限制地索取、传播和交换信息。当然，这个定义也不十分确切，因为到目前为止，多媒体仍然处于初始发展阶段，对多媒体技术以及多媒体通信尚没有一致公认的定义。目前，我们只能说多媒体通信技术是通信、电视和计算机三种技术有机结合的产物，是整个多媒体技术中一个重要的组成部分。

根据国际电联（ITU-T）的定义，多媒体通信中的媒体特指表示媒体，也就是说多媒体通信系统中要有存储、传输、处理、显示多种表示媒体信息（即多种编码的信息）的功能。

目前，一提起多媒体技术，人们往往联系到多媒体计算机技术。确实，在整个多媒体技术领域，多媒体计算机技术是非常重要的一部分，它是多媒体技术的发源和先导，也是多媒体技术中发展最快的一部分。但多媒体技术的主要目标之一是满足人们对多种信息处理和交流的需求，没有信息交流的多媒体技术也就不会有如此广泛的应用和迅速的发展。因此，以信息交流为主要任务的多媒体通信在多媒体技术领域必然占有极其重要的地位。

多媒体通信是多媒体技术和通信技术的有机结合，从这个意义上来说，多媒体技术也是“数字革命”的产物。近 20 年来，随着信息技术的发展，所有利用电子通信的信号都相继走上了数字化的道路，使原来区分电话、电视、电脑的技术界限变得模糊或基本消失。这样，多媒体通信技术突破了计算机、电话、电视等传统产业的界限，把计算机的交互性、通信网的分布性和电视广播的真实性融为一体，向人们提供综合的信息服务。

一般说来，多媒体通信具有三个主要特征，即集成性、交互性和同步性。

所谓集成性，是指多媒体通信系统至少应能传送两种以上的媒体信息，如视频图像、文本数据、语音及图形动画等，并且有对这些信息进行存储、传输、处理、显现的能力。

交互性，指在通信中人与系统之间的相互控制能力。多媒体通信系统必须能交互式工作，而不是简单地单向、双向传输或广播。因此，它能够真正实现多点之间、多种媒体信息之间的自由传输和交换。如果需要，这些信息的交换要做到能实时进行，而且多媒体终端用户对通信的全过程有完备的交互控制能力。在多媒体通信系统中，交互性包含两个方面的内容：其一是人机接口，也就是人在使用系统的终端时用户终端向用户提供的操作界面；其二是用户终端与系统之间的应用层通信协议。

多媒体通信终端的用户对通信的全过程有完备的交互控制能力，这是多媒体通信系统的一个主要特征，也是区别多媒体通信系统与非多媒体通信系统的一个主要准则。例如，数字彩色电视机可以对多种表示媒体（图像编码、声音编码）进行处理，也能进行多种感觉媒体（声、文、图）的显现，但用户除了能进行频道切换来选择节目外，不能对它的全过程进行有效的选择控制，因此，彩色电视系统不是多媒体系统。视频点播（VOD）就不一样了，它可以对其全过程进行有效控制，想看就看，想停就停，因此，VOD 系统是多媒体通信系统。

同步性，指在多媒体通信终端上显现的图像、声音和文字是以同步方式出现的。通过网络传送的多媒体信息必须保持它们在时间上或事件之间的同步关系。例如，用户要检索

一个重要历史事件的片段, 该事件的运动图像(或静止图像)存放在图像数据库中, 其文字叙述和语音说明则放在其他数据库中, 多媒体通信终端通过不同传输途径将所需要的信息从不同的数据库中提取出来, 并将这些声音、图像、文字同步起来, 构成一个整体的信息呈现在用户面前。多媒体通信系统中的同步性是多媒体系统最主要的特征之一, 可以这样说, 信息不同步的系统就可能不是多媒体系统而是多种媒体系统。

对多媒体通信系统来说, 以上三个特征必须是并存的, 是缺一不可的。缺少其中之一, 就不能称其为多媒体通信系统。特别是交互性, 它向用户提供了更有效的控制和使用信息的手段, 可以加深人们对信息的理解和注意力; 它把被动地获取和使用信息变为主动按用户所需要的顺序重新组织事件。交互性是多媒体通信的重要标志。

1.2 多媒体通信的开展和应用需求

网络连接的多媒体通信产生于两种技术走向的汇合: 第一种走向是多媒体计算的发展; 第二种走向涉及连网技术的进步, 允许以相对高的带宽可靠而广泛地投递数字数据。现在, 多媒体已经不仅仅是一种使用已有带宽或处理机能力的技术, 而是成了增加带宽和提高处理机能力的推动力量。

多媒体计算的起源是很直接的: 20 世纪 80 年代后期, 处理机、显示器和内部系统带宽发展到了一个新的阶段, 使得把计算设备的输出能力扩展到正文和简单图形的范围之外已经成为可能。在意识到各种报文最好用不同的媒介传送之后, 多媒体计算开发人员要引入真实世界丰富的声音和图像, 从而扩展计算应用的范围, 并把这些应用提供给那些不适合使用传统的基于正文的接口的用户。此时, 个人计算机似乎要成为一个中心结点, 替代大量的其他设备或系统, 包括电视接收机、电传打字机、传真机、电话和邮件投递设施。

现在, 上述应用有一些已经明显地取得了成功。例如, 目前市场上你已经看不到有许多电传打字机在出售了, 但其他方面, 诸如终端计算机和电视之间的关系仍然悬而未决。不过, 有一点已经清楚了, 那就是处理器和存储器现在十分廉价, 以至没有必要让单个设备去做每一件事情; 并不是把所有的应用程序都放在个人计算机上, 而是倾向于将计算分布到所有的家用器具中。与此同时, 把用户设备连接到多媒体网络的需求依然很迫切, 这是因为:

(1) 网络连接拓宽了用户可以访问的资料范围。现在再也没有必要把所有经常使用的物理介质都安装在用户所在的处所中。对用户来说, 存储量实际上是无限大的, 分布在远程场点的资料更新也用不着用户操心。对于内容的建立者来说, 与在诸如 CD-ROM 这样的物理媒介上发布资料相比, 网络连接形成了一个更大的潜在读者、听众或观众群。

(2) 网络连接为用户提供了扩展的计算能力。需要比本地场点可以提供的更大的计算能力的进程(特别是在使用便携设备的情况下)以及在存储和处理之间紧密耦合的进程(例如图书馆检索)现在都可以安排在远地执行。此外, 处理任务能够以分布式方式运行, 让部分应用(例如用户接口)在本地执行, 其余的在远地执行。这种任务划分从一个应用到另一个应用可以不同, 甚至在一个会话内还可以随时间变化。

(3) 网络连接的多媒体资料存储器,不管是集中式的还是分布式的,都能够让多个用户同时访问同一数据。虽然为支持这种访问类型提出了一些系统设计问题,但它可以产生重要结果——提供协同工作应用。例如,位于不同地点的若干个视频图像编辑人员可以共同编辑一个电视节目,而位于另外一个场点的一个节目安排人可以立即看到结果。

网络连接使得跟他人通信成为可能,不仅仅是访问先前记录的内容,而且还允许用户实时地耳闻目睹现场发生的远程事件。远程现场访问的应用包括会议、教育、娱乐和对远程场点的监视。

1.3 电信网络的技术演变

作为引入宽带综合业务数字网(B-ISDN)的结果,除了高速计算机通信和传统的语音与视频通信外,多媒体通信也成为可能了。在多媒体通信的环境里,我们可以灵活地、交互式地处理多种媒体。

在当前可供使用的通信网络中,诸如语音、数据、图像和活动影像这样的信息都是通过公共网络或租用线路传送的。虽然分组交换网络适合长距离、低密度和中等速度范围的通信,但它不适合实时应用。另一方面,电路交换网络虽适合实时应用和高速通信服务,但对于低密度通信来说过于昂贵。可以按用户需求提供各种不同级别服务的 ATM 网络能够覆盖最宽的传送速率范围,然而长距离通信也很昂贵。租用线路可以覆盖大的带宽范围,但跟 ATM(异步传输方式)公共网络服务相比,速率类别数目有限。

为了支持很高速率的分组交换功能,必须采用硬件解决方案。显然,与可变长度分组相比,固定长度的数据单元易于处理和存储。ATM 的最大优点在于它是一种通用的与服务无关的交换和多路复用技术,独立于基础的传输技术和速率。近年来,向基于固定长度信元交换的演变将能够以经济的方式实现宽带通信。除了分组和电路交换服务中传统的网络参数,例如呼叫建立延迟时间、呼叫阻塞率、数据错误率等以外,多媒体通信的出现又建立了广大范围的服务质量(QoS)参数。

在初始发展阶段,像延迟、信元丢失率和可提供的 QoS 级别数目这样的交换性能参数不是要关心的紧要问题。在这个初始阶段,ATM 交换系统可以用作现有分组交换网络、帧中继或交换多兆位数据服务(SMDS)高速数据网络的中转网络设施,它应该通过 ATM 用户网络接口支持高速数据通信。该系统应该足够地灵活,以便在过渡期内可以扩展容量和虚通道的数目,匹配吞吐量的增长。在 ATM 服务的初始阶段,用户可以期待得到高达 6Mbps 速率的数据通信服务。

表 1-1 列出了一个实际 ATM 系统的必要条件。对于 QoS 参数,高分辨率全移动视频需要小的信元丢失率,而对于高保真服务则需要短的延迟时间。提供多个 QoS 类别将允许网络提供者取得较高的网络利用率,同时通过执行有效的连接准许控制为用户提供满意的 QoS。

表 1-1 一个实际 ATM 系统的必要条件

条目	初始阶段必要条件	成熟阶段必要条件
传输速率		
(a) 订户线	(a) 1.5 Mbps~6 Mbps	(a) 150 Mbps~600 Mbps
(b) 干线	(b) 150 Mbps~600 Mbps	(b) 2.4 Gbps~10 Gbps
交换容量	几十条 150 Mbps 线路	几千条 150 Mbps 线路
交换性能		
(a) 延迟	(a) 小于 1ms	(a) 小于数百微秒
(b) 信元丢失率	(b) 小于 10^{-6} ~ 10^{-10}	(b) 小于 10^{-11}
虚通道/线路	每条线路数千个虚通道	每条线路数十万个虚通道
QoS 类别	1~2 (按照信元丢失率 / 信元延迟)	许多
应用	点到点	点到点
	CBR/UBR	CBR/UBR/VBR/ABR
	PVC	PVC/PVP/SVC
	高速数据通信	多媒体通信

在到达成熟发展阶段之前, B-ISDN 将主要用于商务。请求多投点连接的用户终端由于增加了图像处理能力而变得更加复杂, 并且随着帧中继、信元中继和 SMDS 服务的贯穿, 这些终端的数目将会增加, 对大容量长途交换系统的需求也会相应增加。然而, 在 ATM 服务的成熟阶段, 用户将需要多个满意的 QoS 类别, 用于诸如 CBR (恒定位速率)、VBR (可变位速率)、ABR (可提供的位速率) 和 UBR (未指定的位速率) 等各种不同的应用。对于长途交换系统和本地交换系统, 除了采用复杂的 QoS 控制机制外, 所要求的传输速率和交换容量也都会相应地增加。

从通信质量保证和路由选择机制的角度看, 通信服务可分为有保证类型的服务和尽力而为类型的服务。表 1-2 针对电路交换、分组交换、帧中继和 ATM 交换列出了按服务质量划分的服务类别。当传输线路的质量得不到保证时, 应使用面向连接类型的分组交换提供可靠的通信服务。近年来, 由于光导纤维的采用提高了通信基础设施的水准, 分组交换正在被帧中继交换替代, 后者免除了在网络中的重传控制, 因而实现了更加有效的分组数据传输。

另一方面, 无连接类型的分组交换服务被看成是一种尽力而为的服务, 因为当发生差错时在网络层不做重传, 重传由较高层实施, 例如让诸如 TCP 这样的传输层负责。无连接功能对于访问多媒体数据库服务是有用的。传统的电话网络服务属于电路交换类型, 支持保证带宽的服务。IP 网络支持尽力而为服务。ATM 网络可以同时支持有保证类型的服务和尽力而为类型的服务, 具体说来, 它既支持有保证类型的 CBR 和 VBR, 也支持尽力而为类型的 ABR 和 UBR, 例如, 用户可以选择 VBR 用于视频或高分辨率图像应用, 选择 CBR 用于话音应用, 选择 ABR 和 UBR 用于突发性交通 (如电子邮件和数据库访问)。

表 1-2 按照服务质量划分的服务类别

交换类型	面向连接/无连接	服务质量保证
电路交换	面向连接	有保证类型
分组交换	面向连接	有保证类型（虚电路）
	无连接	尽力而为类型（数据报，IP 分组）
帧中继	面向连接	尽力而为类型
ATM 交换	面向连接	有保证类型
		尽力而为类型

取决于用户对于代价和可靠性的需求，多媒体通信网络应该能够既提供非可靠的投递机制（如用户数据报协议 UDP），也提供可靠的投递机制（如 TCP）。可靠的投递机制典型地使用确认和重传来实现有保证的分组投递；而非可靠的投递机制尽最大努力投递分组，因没有重传的开销和延迟，故通信费用减少。对于要求服务质量的无连接的尽力而为类型的服务，IETF（因特网工程任务组）提出了资源预留协议（RSVP）。该协议确定一个路由器是否有足够的资源支持所请求的服务质量，以及用户是否获得做预留的管理许可。如果这两项检查都成功地通过了，RSVP 就在路由器的分组分类机制和调度设施中设置参数，取得所要求的服务质量。RSVP 有望用于企业内部网，包括 IP 电话，以得到动态资源协商的优越性。

作为一种被人们寄予厚望的宽带网络技术，ATM 的发展具有如下多个目标：

- 可对多媒体应用的服务质量加以控制的大的带宽和足够高的吞吐率。
- 可靠性和保证网络可扩展性的大的交换容量。
- 在多媒体环境中和其他网络的互连。
- 快速响应时间和用户要求的服务质量保证。
- 经济性。
- 通过考虑用户需要的服务质量和 ATM 交通特征实现主干线路的最大利用率。
- 有效的网络管理和便利的测试方法。

ATM 交换网络系统需要比传统系统更高速的存储器和更大规模的逻辑电路。为了满足基本的必要条件，ATM 系统需要使用最新的大规模集成技术，特别是高速的大容量门阵列，包括嵌入的 RAM 技术和低功耗、短传输时延的逻辑电路。目前总的趋势是，CMOS LSIs 主要用于信号（少于每秒数百兆位）处理，需要数十万个逻辑门，它们的优点包括高的集成度和低的功率损耗。比硅 LSIs 昂贵的双极 GaAs LSIs 可以用于超高速信号（大于 1 Gbps）处理操作。

1.3.1 传输技术

用户最容易看到的电信网络部分是接入网，也就是把用户连接到中心局（按照电信术语）的系统部分，或前端设备（按照有线电视术语）。特别是，用户看到引入线缆，即连至建筑物并最终到达用户设备的最后几米线缆，在许多情况下，它就是运载基带模拟信号的