

多媒体通信技术

蔡皖东 编著



<http://www.xduph.com>

西安电子科技大学出版社



多媒体通信技术

蔡皖东 编著

西安电子科技大学出版社

2000

内 容 简 介

多媒体通信是近几年迅速发展起来的一门新兴的交叉性技术学科,它涉及到通信技术、计算机网络技术、多媒体技术等多种技术领域。本书是在作者几年来为研究生和本科生讲授《多媒体通信技术》课程的教学实践和讲义的基础上,经过进一步的整理和加工而成的。本书系统地介绍了有关多媒体通信的基本理论和技术方法,内容包括多媒体信息编码、多媒体通信同步、多媒体通信网络环境、多媒体通信用户接入、多媒体通信协议、多媒体通信服务质量与管理、分布式多媒体应用等诸多内容。其中,相当一部分内容是近几年迅速发展起来的新概念、新方法和新技术,有助于读者学习和了解这一技术的理论知识和前沿技术,并从中得到启发。

本书可作为高等院校相关专业的学生、研究生教材,亦可作为从事多媒体通信技术和计算机网络应用与研究工作的广大科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

多媒体通信技术/蔡皖东编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2000.10

ISBN 7-5606-0921-X

I. 多… II. 蔡… III. 多媒体技术:通信技术 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 45314 号

责任编辑 霍小齐 李纪澄

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安兰翔印刷厂

版 次 2000年10月第1版 2000年10月第1次印刷

开 本 787毫米×960毫米 1/16 印张 13

字 数 260千字

印 数 1~4 000册

定 价 16.00元

ISBN 7-5606-0921-X/TN·0159

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

前 言

人类的信息交流已从单一媒体过渡到多媒体的形式。在音频、视频、图形和文本等四种多媒体信息形式中,音频和视频媒体与时间相关,称为连续媒体;图形和文本媒体与时间无关,称为静态媒体。连续媒体具有隐含的时间关系,其播放速度将影响所含信息的再现,必须在一段特定的时间里按特定的速度播放;否则,将会影响媒体信息的演示质量。而静态媒体是与时间无关的媒体,其播放速度不会影响所含信息的再现。多媒体通信技术主要研究和解决网络环境下多媒体信息的传输问题,为分布式多媒体应用提供必要的网络支持环境。

近年来,相继出现了多媒体会议系统、视频点播系统、远程教育系统、远程医疗系统、虚拟现实系统等各种分布式多媒体应用系统,极大地丰富了人机交互的形式和内容。同时,也对网络系统的性能提出了很高的要求,要求网络能够提供足够的带宽来支持多媒体信息的传输,并保证传输的服务质量(QoS)。

多媒体通信对网络环境的基本要求是高带宽、低延迟和支持 QoS,其关键技术在于网络基础结构、网络传输协议和网络管理机制对多媒体通信的支持能力。

近几年,在多媒体应用的强力驱动下,多媒体通信技术有了很大的发展,主要表现为如下特征:

- 网络高速化。现在已经开发出以光纤为传输介质的 10 Gb/s 高速网络,如 SONET、SDH 和 DWDM 以及 10 Gb/s Ethernet 等,这些网络为多媒体通信提供了很大的网络带宽。

- 网络交换化。以交换机为核心的交换式网络已成为支持多媒体通信的网络基础,它改变了传统网络共享介质的缺陷,可以大大降低网络延迟,满足了多媒体通信的低延迟需求。

- 服务个性化。网络具有资源可配置能力和 QoS 支持机制,能够根据应用需求来配置网络资源,提供个性化服务,以满足应用对网络服务质量的需求。

在网络基础结构方面,高速化和交换化已经成为网络主流技术,通过 IP Over Everything 技术构成基于 IP 协议的宽带 IP 网络平台,从网络基础结构上解决数据、话音和视频流的综合传输和网络宽带问题,实现各种应用基于 IP 协议的有机集成。在网络传输协议方面,IP v6、RSVP、DiffServ 和 RTP 等新的网络协议为多媒体通信提供了 QoS 定义、分类

和保证等网络机制和标准化方法,为实现端到端的 QoS 管理提供了基础。在网络管理方面,在多媒体通信协议支持下,通过基于策略的网络管理技术解决网络资源配置、协调和管理问题,最终实现按应用需求分配网络资源,提供个性化服务,并保证所承诺的 QoS。此外,多媒体信息压缩编码技术及宽带用户接入技术等都是当前多媒体通信技术研究和关注的热点问题。

本书从多媒体信息编码技术、多媒体通信同步技术、多媒体通信网络环境、宽带用户接入技术、多媒体通信协议、网络服务质量与管理技术以及分布式多媒体应用等方面对多媒体通信技术进行了较全面和系统的介绍,力求反映出这一技术的基本内容和发展态势。

本书共分 8 章。第 1 章介绍了多媒体通信技术的基础知识,包括多媒体数据流的基本特征、多媒体通信的性能需求、多媒体通信的服务质量、多媒体通信的网络环境和分布式多媒体应用等。第 2 章介绍了多媒体信息编码方法和标准,包括基本信息编码方法、图像编码标准和语音编码标准。第 3 章介绍了多媒体通信同步技术,包括多媒体信息同步描述法和多媒体同步控制机制。第 4 章介绍了多媒体通信网络环境,包括 100BASE-T 网络、千兆位以太网、100VG-AnyLAN 网络、FDDI 网络、ATM 网络、交换式网络和广域网络。第 5 章介绍了宽带用户接入技术,包括基于 LAN 的接入、基于交互式电视网的接入和基于电话网的 ADSL 接入。第 6 章介绍了多媒体通信协议,有 TCP/IP 协议、IP v6 协议、RSVP 协议、ST II 协议和 RTP 协议等内容。第 7 章介绍了网络服务质量与管理技术,有 QoS 参数体系结构、QoS 管理机制、QoS 管理协议及 QoS 管理模型和实现机制等内容。第 8 章介绍了分布式多媒体应用,包括多媒体会议系统、视频点播系统、远程教育系统和远程医疗系统。

本书是在作者几年来为研究生和本科生讲授《多媒体通信技术》课程的教学实践和讲义的基础上,经过进一步的整理和加工而成的。在注意保持内容系统性和完整性的同时,尽量介绍一些新概念、新方法和新技术,读者在系统地学习理论知识的同时,还能够了解到这一技术的前沿和发展趋势,并从中得到启迪和帮助。

本书参考了大量的文献资料,并在参考文献中一一列出,谨向这些作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,欢迎广大读者批评指正。

作 者
于千禧之年仲夏

目 录

第 1 章 多媒体通信技术概论	1	3.1 引言	37
1.1 引言	1	3.2 多媒体信息同步描述法	38
1.2 多媒体数据流的基本特征	2	3.2.1 基于 Petri 网的描述法	38
1.3 多媒体通信的性能描述与需求	3	3.2.2 基于同步标记的描述法	42
1.3.1 多媒体通信的性能描述	3	3.3 多媒体同步控制机制	44
1.3.2 多媒体通信的性能需求	5	3.3.1 单机环境下的多媒体同步技术	44
1.4 多媒体通信的服务质量	7	3.3.2 网络环境下的多媒体同步技术	47
1.5 多媒体通信的网络支持环境	8	第 4 章 多媒体通信网络环境	50
1.6 分布式多媒体应用	9	4.1 引言	50
第 2 章 多媒体信息编码	11	4.2 100BASE-T 网络	51
2.1 引言	11	4.2.1 100BASE-T 技术规范	51
2.2 基本编码方法	12	4.2.2 100BASE-T 网络组成	55
2.2.1 行程编码	12	4.3 千兆位以太网	56
2.2.2 哈夫曼编码	13	4.4 100VG-AnyLAN 网络	58
2.2.3 离散余弦变换编码	14	4.4.1 100VG-AnyLAN 技术规范	58
2.2.4 差分脉冲编码调制	15	4.4.2 100VG-AnyLAN 网络组成	60
2.2.5 运动补偿预测编码	16	4.5 FDDI 网络	61
2.3 图像编码标准	16	4.5.1 FDDI 技术规范	61
2.3.1 JPEG 标准	17	4.5.2 FDDI 网络组成	64
2.3.2 H.261 标准	22	4.6 ATM 网络	65
2.3.3 H.263 标准	26	4.6.1 ATM 网络参考模型	66
2.3.4 MPEG 标准	26	4.6.2 ATM 网络路由选择	70
2.3.5 图像质量评价	32	4.6.3 ATM 网络应用模式	72
2.4 语音编码标准	33	4.7 交换式网络	77
2.4.1 PCM 编码	34	4.7.1 交换机的技术特性	78
2.4.2 ADPCM 编码	35	4.7.2 虚拟网络	79
第 3 章 多媒体通信同步	37	4.8 广域网络	81
		4.8.1 X.25 网络	81

4.8.2 帧中继网络	85	6.5 ST II 协议	130
4.8.3 ISDN 网络	87	6.6 RTP 协议	132
4.8.4 IP 宽带网络	88	6.6.1 RTP 报文格式	132
第 5 章 多媒体通信用户接入	89	6.6.2 RTCP 报文类型与格式	134
5.1 引言	89	6.6.3 基于 RTP 的传输控制机制	139
5.2 基于 LAN 的接入	90	6.6.4 基于 RTP 的带宽控制算法	139
5.3 基于交互式电视网的接入	90	第 7 章 多媒体通信服务质量与管理 ...	141
5.3.1 ITV 网络协议	91	7.1 引言	141
5.3.2 用户终端设备	95	7.2 QoS 参数体系结构	141
5.4 基于电话网的 ADSL 接入	99	7.3 QoS 管理机制	144
第 6 章 多媒体通信协议	101	7.3.1 QoS 分类和保证机制	145
6.1 引言	101	7.3.2 802.1p	146
6.2 TCP/IP 协议简介	101	7.3.3 DiffServ	147
6.2.1 网络接口	102	7.4 QoS 管理协议	152
6.2.2 网际层	102	7.4.1 SNMP 管理技术	152
6.2.3 传送层	111	7.4.2 基于策略的 QoS 管理技术	162
6.3 IP v6 协议	117	7.5 QoS 管理模型和实现机制	169
6.3.1 IP v6 报文格式	117	第 8 章 分布式多媒体应用	173
6.3.2 IP v6 地址格式	119	8.1 引言	173
6.3.3 IP v6 路由选择	120	8.2 多媒体会议系统	174
6.3.4 IP v6 安全机制	120	8.2.1 多媒体会议系统关键技术	175
6.3.5 IP v6 的移动性	121	8.2.2 会议系统相关的国际标准	177
6.3.6 IP v6 的 QoS 支持	121	8.2.3 典型的桌面多媒体会议系统	183
6.4 RSVP 协议	122	8.3 视频点播系统	189
6.4.1 Internet 综合服务	123	8.3.1 VOD 系统关键技术	191
6.4.2 RSVP 报文格式	125	8.3.2 VOD 系统的实例	193
6.4.3 发送者的 Path 报文	126	8.4 远程教育系统	195
6.4.4 接收者的 Resv 报文	127	8.5 远程医疗系统	198
6.4.5 路由器的 RSVP 处理	128	参考文献	201

多媒体通信技术概论

第 1 章

1.1 引言

人类的信息交流已从单一媒体过渡到多媒体的形式。多媒体信息形式有四种：音频、视频、图形和文本。其中，音频和视频媒体与时间相关，称为连续媒体；图形和文本媒体与时间无关，称为静态媒体。连续媒体具有隐含的时间关系，其播放速度将影响所含信息的再现，必须在一段特定的时间内按特定的速度播放；否则，媒体信息的完整性就会受到影响。而静态媒体则是与时间无关的媒体，其播放速度不会影响所含信息的再现。

多媒体通信技术主要研究网络环境下多媒体信息的传输和应用问题。根据媒体类型，可将多媒体通信分为两大类：

(1) 异步通信

异步通信用于在端系统之间交换那些不需要实时存储或者处理的静态媒体数据。例如，多媒体电子函件采用的就是这种通信方式。

(2) 等时通信

等时通信用于在端系统之间传送诸如语音、视频之类需要实时处理的连续媒体数据，产生低延迟、低抖动的连续位流(Bit Stream)。例如，在多媒体视频会议系统中，对于 NTSC 制式的视频信号，网络必须每隔 33 毫秒就应向播放地点提交一个视频帧，端到端的延迟应当保持在 250 毫秒以下。由于连续媒体通信具有等时性，通常采用“数据流”来抽象表示端到端连续媒体通信。

显然，以等时通信方式进行传输的连续媒体对网络通信设施有更高的性能要求，这也是多媒体通信技术要着重解决的问题。

1.2 多媒体数据流的基本特征

多媒体通信量主要是来自视频和音频等连续媒体源的数据流，这些数据流通常比较长，在网络传输过程中需要拆成分组或帧进行传输。为了保持这些数据流本身的完整性，需要对网络的性能施加一些限制。

为了弄清多媒体数据流对网络性能的要求，现考察一下多媒体通信源的基本特征。根据多媒体应用性质，多媒体数据流可按下列特征来划分：比特率可变性、时间依赖性和信道对称性。

1. 比特率可变性

多媒体传输按其特点可分成恒定比特率和可变比特率两种类型。

(1) 恒定比特率(Constant Bit-Rate, CBR)传输

多媒体信息源以恒定速率产生输出，网络必须按恒定比特率来传输这些数据流；否则，各个接收端就需要大量的缓冲区开销。例如，像 CD-ROM 之类的多媒体应用将以 CBR 方式产生数据流。

(2) 可变比特率(Variable Bit-Rate, VBR)传输

多媒体信息源以可变速率产生输出，在不同的时间周期内产生数目不定的数据，网络的传输速率也要随时间变化而变化，这种传输通常以猝发和跳变的形式出现。VBR 数据流主要由两种因素引起：画面内容和压缩算法。在慢速移动的场景中，对于诸如背景之类的静态部分，并不需要每帧都重复传输这部分内容，可以实施压缩，只是那些有物体运动的画面才需要传输。VBR 传输对多媒体通信技术提出了新的要求。目前，只有 ATM 网络技术才能处理这种类型的传输。

2. 时间依赖性

连续媒体流的传输必须是实时的，端到端的等待时间应当控制在一个很短的时间片内。例如，在视频会议之类应用中，为了保持会议的视听效果，延迟应控制在 250 ms 内。

对于多媒体电子函件之类的应用，并不要求实时传输信息。

3. 信道对称性

在端到端的传输系统中，传输信道是双向的，分成上行和下行信道。上行信道是指源端到目的端的通信通道，下行信道是指目的端到源端的通信通道。根据多媒体应用类型的不同，上行和下行信道的通信量可能是对称的，也可能是非对称的。例如，在视频点播应用中，下行信道用来传输视频流，而上行信道则用来传输少量的控制信息，下行信道的通信量远大于上行信道的通信量。在对等式视频会议系统中，由于每个与会者都参与会议讨

论,所产生的数据流通常是对称的。

1.3 多媒体通信的性能描述与需求

1.3.1 多媒体通信的性能描述

1. 网络性能参数

多媒体通信对网络环境要求较高,必然涉及一些关键性的网络性能参数,它们是网络的传输速率、吞吐量、差错率及传输延迟等。在这些性能参数中,除了传输速率对多媒体信息传输产生重要影响外,其它参数对评价网络当前运行状况和多媒体通信质量也是很重要的。

(1) 吞吐量

网络吞吐量(Throughput)是指有效的网络带宽,通常定义成物理链路的传输速率减去各种传输开销,如物理传输开销以及网络冲突、瓶颈、拥塞和差错等开销,它反映了网络的最大极限容量,测量内容与具体的对象相关。例如:在网络层,吞吐量可表示成单位时间内接收、处理和通过网络的分组数或比特数。它是一种静态参数,反映了网络负载的情况。

在许多情况下,人们习惯将额外开销忽略不计,直接把网络传输速率当作吞吐量。实际上,吞吐量要小于传输速率。

(2) 差错率

差错率(Error Rate)是一种重要的性能指标,反映了网络传输的可靠性。它可以用三种方法定义:一是位差错率(BER),它定义为出错的位数与所传输的总位数之比;二是帧差错率(FER),它定义为出错的帧数与所传输的总帧数之比;三是分组差错率(PER),它定义为出错的分组数与所传输的总分组数之比。它们分别用于在不同的网络协议层次上计算差错率。例如,在分组交换网中,其传输单位是分组,通常使用 PER 计算差错率;ATM 网络上的传输单位是信元(Cell),可以使用 FER 计算差错率;而物理传输网(如 SONET)以位为传输单位,故使用 BER 计算差错率。光纤传输网的 BER 范围一般为 $10^{-9} \sim 10^{-12}$,卫星传输网的 BER 为 10^{-7} 。

(3) 延迟

延迟(Delay)是衡量网络性能的重要参数,它可采用多种方式来表示。这里主要是从端到端延迟的角度来讨论延迟问题。端到端延迟是指发送端发送一个分组到接收端正确地接收到该分组所经历的时间。端到端延迟包含了下列延迟时间:

- 传播延迟:表示端到端之间传输一个二进制位所需要的时间。这是一个受光速限制

的物理参数,且是一个常数,为 $200 \text{ m}/\mu\text{s}$ 。它仅仅与所经过的传输距离有关。

- 传输延迟:表示端到端之间传输一个数据块(如分组)所需要的时间。该参数与网络传输速率和中间节点处理延迟有关。

- 网络延迟:表示传播延迟与传输延迟之和。

- 接口延迟:表示发送端从开始准备发送数据块到实际利用网络进行发送所需要的时间。例如,在面向连接的传输网络(如 X.25)中,接口延迟是建立虚链路所需的时间。或者,在令牌环网络中,接口延迟则是发送站点等待空令牌所需的时间。

与延迟有关的另一个性能参数是延迟抖动(Delay Jitter)。在以分组方式传输一个很大文件或数据流时,各个分组到达接收端的延迟时间是不相同的。所谓延迟抖动是指在一条连接上分组延迟的最大变化量,即端到端延迟的最大值与最小值之差。在理想情况下,端到端延迟为一个恒定值(零抖动)。然而,延迟抖动总是不可避免的。对于连续媒体流的传输来说,应将延迟抖动限制在一定的范围内。这样有利于改善所接收的音频和视频流的质量。

2. 影响网络性能的因素

在实际网络系统中,影响网络性能的因素是多方面的,也是比较复杂的。下面就影响吞吐量、差错率和延迟等性能参数的主要因素进行简要的分析。

(1) 吞吐量

无论是局域网还是广域网,网络的吞吐能力大都是随时间变化而变化的。有时因发生网络故障(节点故障或线路故障)或者出现峰涌的数据流而造成网络拥塞,使网络的吞吐能力发生急剧变化。影响网络吞吐量的因素主要有:网络故障、网络拥塞、瓶颈、缓冲区容量和流量控制等。

- 网络故障。任何原因引起的节点故障或链路故障,都会使相邻节点或链路发生通信阻塞,结果将导致分组传输的延迟、丢失或出错,严重时将造成整个网络的失效。尽管发生这类故障的概率很低,但对网络性能的影响将是致命的。因此,网络系统应当采取适当的容错手段来加强网络的可靠性。

- 网络拥塞。当网络的交通量超过网络额定容量时将可能引起网络拥塞现象。通常,网络通道容量是按照能满足传输需求的平均水平设计的。在某些情况下,网络交通量会大大超过这个平均水平,这时将可能引起网络拥塞现象,使网络吞吐能力下降。解决网络拥塞问题的主要措施有:中间节点丢弃一些次要的数据分组(亦称分组节流)来缓解拥塞;实施端到端的流量控制来改变发送端的发送速率等。

- 瓶颈。瓶颈现象是由于网络中某些节点或链路故障,或者是由于节点或链路容量不足而造成的,在这些地方,网络传输速率变得比较缓慢,从而使整个网络的吞吐能力受到很大影响。例如,两个高速局域网通过远程低速链路(如 64 kb/s 或 128 kb/s)连接时,将会

产生明显的瓶颈现象。

- 缓冲区容量。对于端到端连接来说，端系统需要有足够的缓冲区容量。因为端系统在发送和接收信息时，数据将被临时存放在这些缓冲区中。当传输大量的视频数据流时，可能会因缓冲容量不足而不能满足实时发送或接收。

- 流量控制。当两个端系统的任何一方缓冲区容量出现不足时，通常采用端到端的流量控制协议来改变两个端系统的数据传输速率。流量控制的目的是限制发送端的数据发送速率，以防止在接收端缓冲区不足时发生数据丢失现象；然而，流量控制也会影响端到端的吞吐能力。

(2) 差错

网络差错主要是由下列原因引起的：

- 位出错。在物理链路上，由于噪声的干扰可能产生分组中的个别位丢失或错位。这种错误通常使用帧级或分组级的校验码来检测出具体的出错位置，并通过重新传输该分组来纠正错误。纠错过程可以在中间节点或端节点上进行。

- 分组丢失和乱序。在分组交换网中，一个较长的文件或数据流必须分解成若干数据分组进行传输。由于网络故障或拥塞，可能产生分组出错或被节流。结果在接收端可能造成分组丢失和乱序现象，无法按分解的次序重新将分组装配成原来的文件。对于面向连接的传输，接收端通过分组校验和分组排序可以发现分组错误和分组丢失，并通知相应的发送端重传该分组，也就是由网络传输系统来保证数据传输的正确性和顺序性。对于无连接传输，网络传输系统通常不保证数据传输的正确性和顺序性，必要时应由高层网络协议来解决分组丢失和乱序问题。

(3) 延迟

网络延迟可分成固有延迟和随机延迟。固有延迟与传播延迟和链路比特率高低有关，而随机延迟则由网络故障、传输错误以及网络拥塞等引起，一般是不可预测的。

对于网络来说，最理想的情况是端到端延迟为一个恒定值(零抖动)。这样便于事先分配缓冲区资源，也有利于改善所接收音频和视频流的质量。然而，延迟抖动总是不可避免的。对于连续媒体流的传输来说，应将延迟抖动限制在一定的范围内。此外，在接收端设置足够的缓冲区容量可以缓和延迟和延迟抖动问题。对于一个冗长的视频流，接收端若在回放之间进行充分的缓冲，则可以大大减小延迟抖动。

1.3.2 多媒体通信的性能需求

多媒体通信对网络性能的需求可以用吞吐量、可靠性(差错)和延迟等参数来描述。

1. 吞吐量需求

多媒体通信的吞吐量需求与网络传输速率、接收端缓冲容量以及数据流量有关。

- 高传输带宽需求。由于多媒体信息包含了实时音频和视频信息，对多媒体通信网络来说，必须能提供充足的可用传输带宽来传输多媒体信息，同时也意味着网络必须具备成倍地处理这类信息资源的能力。当传输带宽不足时，将会产生网络拥塞现象，导致端到端延迟的增加和分组丢失。

- 大缓冲容量需求。在高传输带宽的网络中，接收端必须有足够的缓冲区容量来接收源源不断的多媒体信息；否则，将会发生缓冲区溢出，造成分组丢失。

- 流量需求。多媒体通信网络必须能够处理冗长的音频和视频数据流，这意味着网络必须有足够的带宽能力来保证以高带宽传输冗长多媒体信息流的时间有效性。例如，一个用户要发送流量为 30 Gb 的信息流，而网络只能提供 1.5 Mb/s 的有效带宽和 5 秒钟的时间片，这显然是不够的。如果网络允许该用户持续不断地使用这个 1.5 Mb/s 的信道，则该用户的流量需求便可得到满足。如果网络在任何时刻都存在着许多数据流，则该网络的有效带宽必须大于或等于所有这些数据流传输速率的总和。

2. 可靠性需求

由于受到人类感知能力的限制，人的视觉和听觉很难分辨和感觉图像或声音本身微小的差异。因此，多媒体应用有别于其它的应用，它允许网络传输中存在一定程度的错误。然而精确地表示多媒体网络的可靠性需求是很困难的。由于人类的听觉比视觉更敏感一些，容忍错误的程度要相对低一些。例如，在冗长的视频流中，个别数据分组的出错是很难被人的视觉察觉出来的。但在音频流中，如果出现相同数量的出错分组，则可能被人的听觉察觉出来。因此，音频比视频的可靠性需求要高一些。

在很多情况下，可靠性需求是和端到端的等待时间相冲突的。因为要保证传输可靠性，必须在端到端采取差错控制措施，对于出错的分组，通常采用重新传输的方法来纠正，这样就势必增加了延迟。对于实时视频和音频流传输来说，延迟比差错率的影响显得更大。在很多应用场合，一般按所接收数据流的现状进行视频或音频的演示，而将错误忽略不计。

3. 延迟需求

在多媒体会议之类的应用中，多媒体信息流中包含有音频和视频流，并且它们之间存在着对应的时间关系（如一个画面及其解说词等），即流内和流间同步关系。在理想情况下，要求网络以最小的延迟来传输这些音频和视频流，并且能够同时到达，这样接收端就能在相应的演示设备上同步地播放。要到达这一目标，网络必须将延迟和延迟抖动限制在一个很小的范围内；否则，将会在接收端产生同步失调现象，从而对多媒体信息的演播质量产生不利的影响。在这种情况下，必须采用同步控制技术来实施强制同步，以维持多媒体流内和流间的同步关系。

1.4 多媒体通信的服务质量

服务质量(Quality of Service, QoS)是一种抽象概念,用于说明网络服务的“良好”程度。由于不同的应用对网络性能的要求不同,对网络所提供的服务质量期望值也不同。这种期望值可以用一种统一的 QoS 概念来描述。在不同应用系统中, QoS 参数集的定义方法可能是不同的。例如,可以使用上述的网络性能参数来定义 QoS,即:

$$\text{QoS} = \{\text{吞吐量, 差错率, 端到端延迟, 延迟抖动}\}$$

对连续媒体传输来说,端到端延迟和延迟抖动是两个关键的参数。多媒体应用,特别是交互式多媒体应用对延迟有严格限制,不能超过人所能容忍的限度;否则,将会严重地影响服务质量。同样,延迟抖动也必须维持在严格的界限内,否则将会严重地影响人对语音和图像信息的识别。表 1.1 给出几种多媒体对象所需的 QoS。

表 1.1 QoS 参数举例

多媒体对象	最大延迟 /ms	最大延迟 抖动/ms	平均吞吐量 /(Mb/s)	可接受的 位出错率
语音	0.25	10	0.064	$<10^{-1}$
视频(TV 品质)	0.25	10	100	10^{-2}
压缩视频	0.25	1	2~10	10^{-6}
数据(文件传送)	1	—	1~100	0
实时数据	0.001~1	—	<10	0
图像	1	—	2~10	10^{-9}

从支持 QoS 的角度,多媒体网络系统必须提供 QoS 参数定义方法和相应的 QoS 管理机制。用户根据应用需要使用 QoS 参数定义其 QoS 需求,系统要根据可用资源(如 CPU、缓冲区、I/O 带宽以及网络带宽等)容量来确定是否能满足应用的 QoS 需求。经过双方协商最终达成一致的 QoS 参数值应该在数据传输过程中得到基本保证,或者在不能履行所承诺 QoS 时应能提供必要的指示信息。

在一个分布式多媒体系统中,通常采用层次化的 QoS 参数体系结构来定义 QoS 参数。在 QoS 参数体系结构中,通信双方的对等层之间表现为一种对等协商关系,双方按所承诺的 QoS 参数提供相应的服务。同一端的不同层之间表现为一种映射关系,应用的 QoS 需求应当自顶向下地映射到各层相对应的 QoS 参数集,各层协议按其 QoS 参数提供相对应的服务,共同完成对应用的 QoS 承诺。

为了实现不同厂商设备之间互通,标准化的 QoS 参数定义是必需的。为此,有关国际

组织制定了一系列相关的协议,如 IEEE 802.1p、资源保留协议(RSVP)和区分服务(Diff-Serv)以及 ATM 等。它们从不同的网络协议层次提供了 QoS 定义、分类和保证机制,为 QoS 的有效管理奠定了基础。

QoS 管理实质上反映了对网络资源的最佳配置和有效管理问题。QoS 管理机制应当具有可配置性、可协商性以及动态自适应性等管理特性。近年来,人们提出了一些 QoS 管理技术,其中比较有效的是基于策略(Policy)的 QoS 管理技术,它通过预先定义的策略规则来解决网络资源的合理配置和有效管理问题,为特定的数据流提供特性化服务和资源保证。为了规范这一管理技术,IETF 定义了策略管理框架和信息模型,它采用面向对象的信息模型来表示通用的策略信息,通过对象类的实例化来表示特定的策略,例如,QoS 管理策略或网络安全管理策略。

总之,一个好的多媒体通信系统必须具有 QoS 支持能力,能够按照所承诺的 QoS 提供网络资源保证,最大限度地满足用户的 QoS 需求。

1.5 多媒体通信的网络支持环境

由于多媒体信息,特别是连续媒体信息源将产生大量的实时数据,必须经过编码压缩处理后才能进行传输,传送到目的地后再解压播放。这样可以节省大量的网络带宽。数据压缩处理一般由两个过程组成:一是编码过程,即对原始数据进行编码压缩,以便存储和传输;二是解码过程,即对压缩的数据进行解压,恢复成可用的数据。

经过压缩后的连续媒体数据流仍然需要较大的网络带宽。例如,经 MPEG-2 压缩后的视频流仍需要大于 3.36 Mb/s 的网络带宽。当多个用户同时需要通过网络实时传送连续媒体数据时,要求网络能够提供较大的带宽,传统的 10 Mb/s Ethernet 很难满足这一需求。因此,多媒体通信对网络基础设施(主要是指网络硬件环境)提出了较高的要求,如高带宽、低延迟、支持 QoS 以及资源动态分配等。

为了更好地支持多媒体通信,无论是局域网还是广域网都呈现出高速化的发展态势。目前,网络的传输速率已经达到 10 Gb/s,为多媒体通信提供了高带宽的保证。

对于局域网,可提供 100 Mb/s 及以上传输速率的高速网络技术有:快速以太网(100BASE-T)、千兆位以太网、光纤环网(FDDI)、100VG-AnyLAN 以及 ATM 网络等,这些网络都是标准化的,在实际中已得到广泛的应用。此外,万兆位(10 Gb/s)以太网已经研制成功,不久将出台有关的国际标准。从支持 QoS 的角度,100VG-AnyLAN、FDDI 以及 ATM 等网络都具有一定的支持能力,只是程度不同而已。其中,ATM 对 QoS 的支持最为充分。各种以太网都不提供 QoS 支持能力。

在这些局域网络中,根据所采用的网络构件,可以组成共享式网络和交换式网络两种

网络类型。在共享式网络中,各个节点共享一段有冲突的介质,当网络负载(节点)增加时,冲突将不可避免地发生,导致网络可用带宽急剧下降。即使是 100 Mb/s 的高速网络,也会因共享介质而产生多个用户同时竞争介质来传输媒体数据的问题,这会导致网络延迟的增加, QoS 的下降。在交换式网络中,通过交换机提供端点之间的并行的传送通道和独享的网络带宽,因而不会发生任何冲突,且大大降低了传输延迟,有效地保证了网络的 QoS。因此,多媒体通信应当采用高速交换式网络作为网络支撑环境。

由于局域网通过高速交换式网络技术能够较容易地解决网络带宽和延迟问题,对多媒体通信的支持比较充分,因此多媒体通信技术的重点是解决广域网支持多媒体流的综合传输和 QoS 问题。近几年,相继推出了一些以光纤为传输介质的广域网,如同步光纤网(SONET)、同步数字序列(SDH)和密集波分复用(DWDM)等,其传输速率已达 10 Gb/s,大大改善了广域网的拥挤状况。

随着 Internet 的发展,大量的话音和视频信息需要在基于分组交换的数据网上传输,这就需要在网络基础结构上解决数据、话音和视频流的综合传输和资源协调问题,实现各种应用的有机集成,使整个广域网络具有高度的适应性、开放性和可伸缩性。一种有效的解决方案是宽带 IP 网络,它是以 ATM、SONET、SDH 和 DWDM 等高速网络为基础,通过 IP Over ATM、IP Over SONET、IP Over SDH 以及 IP Over DWDM 等技术构成基于 IP 协议的集成平台,再通过 IP v6、RSVP 和区分服务等协议协调网络资源,提供 QoS 保证和特性化服务,以满足应用对网络服务质量的需求。这种宽带 IP 网络也是下一代 Internet (如 Internet 2)的核心技术。

另一方面,宽带 Internet 必须和用户高速接入技术相配合才能真正发挥作用,使基于 Internet 的多媒体应用能够走进千家万户,也就是必须解决高速信息公路的“最后 1 公里”问题。目前,用户高速接入技术主要有:基于交互式电视网的 Cable Modem 的接入和基于电话网的 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)的接入,它们分别适用于不同的用户环境,其接入方法和性能也不同。这些接入技术可以提供 1~30 Mb/s 的接入速率,是当前普遍使用的模拟 Modem 几十 kb/s 接入速率所无法比拟的。

综上所述,从支持多媒体通信的角度,网络基础设施应提供一种高带宽、交换式以及支持 QoS 的网络环境。ATM 网络是这种网络环境的典型代表,也是人们推崇 ATM 的原因所在。

1.6 分布式多媒体应用

分布式多媒体应用对网络环境提出了很高的要求,有力地推动了网络技术向高速化的方向发展,反过来又大大促进了分布式多媒体应用的进一步拓展。它们是互为依存、共同

发展的关系。近年来,相继出现了很多分布式多媒体应用系统,典型的有多媒体会议系统、视频点播系统、远程医疗系统和远程教学系统等。

多媒体会议系统是一种在计算机网络支持下,利用多媒体信息进行会议交流的会议系统,人们足不出户就可以召开会议,提高了会议的效率,降低了会议开销。这种新型的会议系统已成为典型的分布式多媒体应用系统之一。多媒体会议系统是一种点对多点的实时应用系统,对网络环境的要求除了高带宽、低延迟和支持 QoS 外,还应当具有组播通信能力。此外,高效的视频/音频编解码器也是必不可少的。为了规范会议系统的开发和应用,有关国际组织制定了一系列有关会议系统的国际标准,在编解码器、数据压缩、通信协议等方面进行了标准化。从 Internet 发展趋势来看,基于宽带 IP 网的桌面会议系统将是今后多媒体会议系统的主流技术。

视频点播 (Video On Demand, VOD) 系统是一种交互式多媒体信息服务系统,它采用客户/服务器模型,整个系统由视频服务器、高速网络和客户端组成,客户可根据自己的需要和兴趣选择视频服务器中的多媒体信息内容,并控制其播放过程。这种新的多媒体信息服务形式被广泛应用于交互式有线电视系统、宾馆娱乐服务系统、数字图书馆系统、远程教育系统以及各种公共信息咨询和服务系统等。VOD 系统的信息交互具有不对称性,客户到视频服务器的上行信道的通信量要远远小于视频服务器到客户的下行信道的通信量。根据系统响应时间长短,VOD 系统可分成真点播 TVOD(True VOD)和准点播 NVOD(Near VOD)两类。TVOD 要求有严格的即时响应时间,对视频服务器的 CPU 处理能力、缓存空间和磁盘 I/O 吞吐量以及网络带宽提出很高的要求,系统造价比较昂贵。NVOD 对系统响应时间有一定的宽限,对系统配置和环境要求相对低一些,从而降低了系统造价。目前很多 VOD 系统产品都属于 NVOD。

远程教育和远程医疗等都是面向领域的分布式多媒体应用系统。从技术的观点来看,它们是在计算机网络的支持下,根据面向领域的某种应用模型,综合运用多媒体会议、视频点播和虚拟现实等多种多媒体技术手段来生动翔实地表现特定的内容。归根到底,还是反映了网络环境对多媒体通信的支持能力以及典型分布式多媒体应用技术(如多媒体会议、视频点播和虚拟现实等)在特定领域的应用和集成问题。

不同的分布式多媒体应用对网络环境的要求可能有所不同。从应用的角度,Internet 是一种广泛的网络平台,但目前的 Internet 带宽很难支持分布式多媒体应用,尤其是实时多媒体应用。目前正处于试验阶段的 Internet 2 能够比较充分地支持实时多媒体应用,它采用 IP v6 over ATM/SONET 网络体系结构,物理网络为高速的 ATM 和 SONET,可以提供 2.5 Gb/s 的传输速率,而传输协议采用 IP v6,能够支持 QoS 和特性化服务。不久的将来,Internet 2 投入商业运行后将会大大改善 Internet 对实时多媒体应用的支持能力和服务质量。