

· 学术论文与技术报告 ·

多媒体信息的传输与控制技术*

吴昱静** 李在铭

(电子科技大学通信与信息工程学院 成都 610054)

【摘要】 研究了标准局域网上的多媒体综合通信服务系统的传输与控制技术,设计了综合服务系统的功能,并拟定了硬件平台结构;着重论述多媒体数据流的设计,阐述了视频、静像和文件传送中的控制技术,还分析了语音媒体通信中的延时抖动问题及相应的控制方案,并介绍了实验系统。

关键词 多媒体通信; 多媒体数据流; 服务质量; 语音传送

中图分类号 TN919; TP393.1

多媒体通信能实现异地人们之间全真实的面对面信息交流,因而成为关注的焦点。本文研究了标准局域网上进行多媒体通信的传输与控制技术,论述了局域网(LAN)上的面对面通信、多媒体数据流、视频、静像、文件传送的控制技术、语音通信的控制及实验结果。在LAN上建立一个多媒体信息的“面对面”通信系统,该系统只需追加少量硬件,就能提供多媒体综合服务。

1 LAN上多媒体面对面通信^[1,2]

模拟日常生活中人们面对面讨论的情形,设计综合服务通信(ISC)系统,以实现异地的面对面信息交流。基本通信功能模块设计如下: A为语音通信; B为缓动图像通信,提供对方的场景及表情信息; C为白板通信,一共享白板供双方同时涂划; D为文字电话; E为交互式图像编辑处理; F为文件通信,实现资料共享,组合这些基本功能,形成ISC的多种具体的通信服务,即

$$ISC = \text{AND } / \text{OR}(A, B, C, D, E, F)$$

理论上讲,系统能提供 N 种通信服务

$$N = 2^6 - 1 = 63$$

常用到的服务有: (A+ B)可视电话; (B+ C)白板讨论; (A+ B+ D)白板可视,适用于聋哑人通信; F文件通信及 (A+ B+ C+ D+ E+ F)综合通信,灵活性和服务的多样性是系统的一大特点。

以尽可能容易和廉价的配置,使用NOVELL网实现ISC系统。硬件平台:网络服务器,若干个多媒体通信终端。多媒体通信终端由普通的微机工作站加上多媒体信息输入输出的外设组成,如麦克风、扬声器、语音卡、TV Camera、视频卡、鼠标或光笔等。

2 多媒体数据流实现技术^[3]

2.1 一般原理

多媒体综合信息服务存在多种信息数据,本系统中有六种基本服务的数据:语音、缓动图像、文

1996年2月5日收稿,1996年3月21日的修改定稿

* 电子部预研基金资助项目

** 女 24岁 博士生

件数据、键盘字符、静像和鼠标操作信息。传输时形成一个复合的数据流,提供综合服务,这就是综合服务数据流的设计问题

服务和服务质量是 ISC 系统的设计依据,也必是综合服务数据流的实现依据,实现中要解决以下两个问题:

1) 由综合服务及其质量要求实现多媒体数据的同步控制,决定特定时刻的上网媒体信息。

2) 设计通信协议栈。每种媒体信息有不同的服务质量要求,因此综合服务系统要对它们作不同的传输处理,这就存在多个通信子协议,由它们构成了通信协议栈。每种传输协议用于特定的一类或几类媒体信息的传送,提供满足一定服务质量的逻辑通道。从多组协议、多个逻辑通道角度看,多媒体通信远比传统单媒体通信复杂。

图 1 表明了本系统的数据流形成。原始的媒体信息经过前端处理(如 A/D),由控制策略协调它们的上网次序,再经过特定的通信处理,打包发送,在网上形成了满足质量要求的多媒体数据流。下面是本系统的同步控制策略要点(传输优先级 TP 作为控制策略的参数):

信息种类	服务要求	控制策略
话音	连续、流畅,服务主体	即刻传送, $TP(A) = 1$
白板信息	数据少,交互式讨论的主体信息	快传送, $TP(C) = 2$
文本	按段落出现,交互式讨论的主体	快传送, $TP(D) = 2$
图像	按幅出现,交互式讨论的主体	快传送, $TP(F) = 3$
文件	数据量大	快传送, $TP(F) = 3$
缓动视频 (场景或表情)	数据量大,伴随信息	保证实时交互信息传送的 要求下传送 $TP(B) = 4$

2.2 通信协议栈

考虑速率和可靠性,选择 IPX 和 SPX 作为 NOVELL 网上对等通信的开发层次,它们分别对应于 OSI 参考模型的网络层和运输层。IPX 传送速度快,控制灵活,但不能保证数据报可靠接收和按序到达;SPX 在通信时建立连接,保证数据单元按序可靠接收,但速度较慢。针对以上情况及系统的服务质量要求,用 IPX 传输大量信息,保证快速,SPX 传输少量重要信息,协议栈结构如图 2 所示。其中 RIPX 为修正 IPX,它利用了 IPX 的快速,克服其不可靠性。

2.3 多媒体分组结构设计

IPX 和 SPX 两类数据分组,长度 $L \in [30B, 576B]$,由报头和报文组成,报头携带用于 IPX/SPX 协议自身控制的信息。为了传输多媒体信息,报文又分为多媒体帧头和数据段,多媒体帧头由四个字段构成:media 字段标明分组服务于何种通信;type 字段标明分组的用途,如:是携带数据信息还是信令信息;sequence 给出所传数据在整段信息中的序号,SPX 分组不需设置该字段;length 标明数据段的长度。

2.4 数据流设计模型

多媒体数据流的模型如图 3 所示。源端连续或离散的原始信息经数据操作算子 $O(\circ)$ 处理,形成了分组流,宿端对分组流反处理,恢复成可懂信息。因此综合服务数据流表征如下

$$DIS(t; s) = O(DVO(t; s), DVI(t; s), \dots)$$

操作算子 $O(\circ)$ 进行复合运算,包括 A/D 信源编码、信道编码及同步控制和信息复用等过程。DIS

由各带有特征参数的分组组成,图 3给出了系统中某个时段的 DIS的样本。图中的分组 1 2携带语音数据;分组 3携带 EOF信令表征文件传送完毕,分组 4携带白板通信中的画笔信息,其数据段给出了颜色和坐标

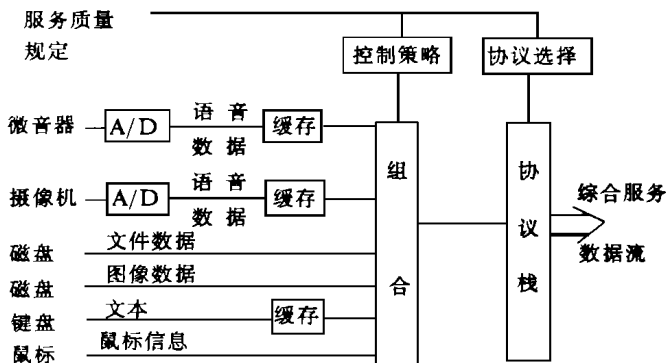


图 1 综合服务数据流的形成

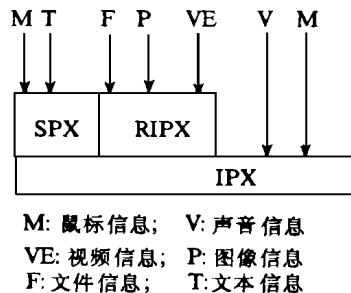


图 2 协议栈结构

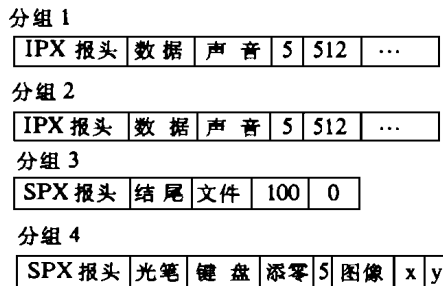
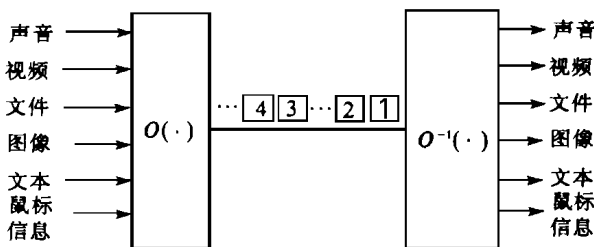


图 3 数据流设计模型

3 缓动视频、静像、文件通信中的控制技术^[4]

3.1 修正 IPX 协议

IPX 发送速率快, 传送缓动视频、图像、文件等大批量信息远比 SPX 快, 但 IPX 不保证分组可靠接收的缺点, 可能引起通信服务质量下降。文件和静像, 要准确传送, 缓动视频能容忍的错误率必须限制在一定范围内。因此, 要在尽可能快速的基础上保证一定的服务质量, 使用 RIPX 来满足要求。定义参量错误率为

$$e = \frac{N_i}{N_t}$$

N_i 和 N_t 分别表示一次批量传送中丢失的分组数和总的分组数。可以容忍的最大错误率用 E 表示。以下描述 RIPX 的工作序列:

1) 发方发送一文件或一幅图像的全部分组后, 发送一信令分组 EOF, 通知对方此次批量传送结束, 并等待响应。

2) 收方做接受分组的记录。收到 EOF 后, 计算 e , 并进行判决

if $e \leq E \Rightarrow$ 发送 ACK

if $e > E \Rightarrow$ 发送 NAK

NAK 携带漏收分组的序号

3) 发方做下述处理: 收到 ACK, 此次传送成功, 继续后继操作; 收到 NAK, 重传漏收的分组, 并等待响应; 等待超时, 传送失败, 通知上层协议。

可见, RIPX 是一个基于批量传送的 ARQ 协议, 利用了 IPX 的快速, 同时确保一定的可靠。对于文件、静像通信, E 为 0; 缓动视频, E 为 0.03, 保证准可靠。

3.2 流控机制

分组的接收由事件控制块 ECB 负责, 一个空闲 ECB 只能作一次接受处理。当发方源源不断地快速发送大量分组时, 若收方处理速度跟不上, 没有空闲的 ECB 可作, 必会造成 IPX 分组的丢失。可以采用流控机制来减少或避免这种情形的发生, 增强批量数据传送对不同丢失平台速率的鲁棒性, 减少快速机器向慢速机器发送而引起的大量数据丢失。机理如下:

1) 收方监视 ECB 数组的忙闲程度, 如果空闲 ECB 的数目低于最低门限, 则发送暂停信令 TSTOP;

2) 发方收到 TSTOP, 设置暂停计数 StpCount。每次发送时, 检测该参数

if StpCount > 0 \Rightarrow StpCount 减一, 并跳过发送

if StpCount = 0 \Rightarrow 发送分组

发方的 StpCount 减为零时, 收方的 ECB 繁忙程度得已缓解。

流控机制避免了由于收方过于繁忙而造成的重传, 减少了网络的负荷。

4 语音媒体传送中的控制技术^[5]

分组交换网存在着端对端延迟的抖动, 给实时连续媒体的传送带来了问题。下面描述系统中的控制技术, 用于克服延迟抖动对连续可懂语音的影响。

语音在录制和播放之间的延时定义为语音通信的端对端延迟, 以 t_d 表示, 则有

$$t_d = t_f + t_r$$

$$t_r = t_s + f + t_q$$

t_d 由固定延迟分量 t_r 和随机延迟分量 t_r 组成。 t_r 即语音录制时间, 由语音块的大小和语音取样率决定。 t_r 由三个分量组成: 语音块的发送等待时间 t_s , 网络传输延迟 f , 语音块在接收缓冲区排队等待时间 t_q 。 t_s, t_q 可以通过软件限制在一个较小范围内, 而 f 却不能人为控制, 它由网络负荷等因素决定。由于随机延迟分量的摆动, 发端连续录制的语音不能在收端连续播放, 产生了不可懂的语音。波动范围 Δt_r 可用下述估计式

$$\Delta t_r \in [m(t_r) - 3^e(t_r), m(t_r) + 3^e(t_r)]$$

采用缓冲屏蔽 f 的抖动。收端置一语音缓冲区, 播放之初先积累几块语音, 再启动播放。后续的语音块由于 f 的抖动, 会时快慢地到达, 但收端总可以固定的速率播放, 形成流畅语音。设收端当前缓存语音数据量为 C_b , 初始积累数据量为 C_{bi} , 那么有

$$\text{if } C_b \geq C_{bi} \Rightarrow \text{启动播音}$$

对于 C_{bi} , 有以下要求

$$C_{bi} \geq [m(t_r) + 3^e(t_r)] f$$

采用缓冲方案必定会带来端对端延迟 t_d 的增加, 播放第一块语音的初始延迟为 t_{di}

$$t_{di} = \frac{C_{bi}}{f} + t_s + f + t_q$$

C_{bi} 增大, 初始缓存数据多, 对抖动的屏蔽强, 连续性得到保障, 但 t_{di} 因此增大, 影响实时性, 因此 C_{bi}

应选择合适。实验表明,端对端几百毫秒的延迟是可以接受的。

上述方案一般说来能保障连续语音,但实际系统运行时,由于随机分量的影响或平台速率诸原因,会出现以下两种故障:语音缓冲区排空,无数据播放;或者待播语音在接收缓冲区过多堆积,造成溢出,待播数据被破坏。要克服这些故障用下述自适应控制技术。缓存单元可用三个特征参数描述:缓存数据量最低门限 C_{bl} ,缓存数据量的两个高限 C_{bh1} 和 C_{bh2}

排空控制方程

if $C_b \leq C_{bl} \Rightarrow$ 收端重播最后的语音块两次,再播一静音块

采用这种方式,接收缓冲区重新积累一定数量的语音。

溢出控制二级方程

if $C_{bh1} \leq C_b < C_{bh2}$

then 1) 收端发送启动静音检测信令 DET SILEN

2) 发端收到 DETSILEN,每次发送前检测,放弃静音分组

3) 收端检测 C_b 恢复正常,发送 STOPDET

4) 发端停止检测,发送每一个语音分组

if $C_b \leq C_{bh2} \Rightarrow$ 收端“跳跃播放”每播完一语音块,跳过相邻语音块(Δ)人说话时常有停顿,静音分组出现较多,发方因此减少发送的语音量,减轻收端压力。发方喧闹检测不到静音,堆积情形可能继续恶化。这时控制方程(Δ)发生作用,“跳跃播放”既保障听到的语音具有一定连续性,又迅速缓解了堆积情形。采用上述控制技术,能保障语音连续可懂。

5 实验结果

我们建立了多媒体综合通信服务的实验系统,实验环境为:10 Mbps 的 NOVELL 以太网,网上有 5 台 386SXPC 机,一台为服务器,两台多媒体通信终端,其余为普通微机工作站;网络操作系统为 Netware V 4.0,工作站操作系统为 DOS

终端的界面显示分为 6 个区域:

- 1) 功能键区;
- 2) 文字电话区;
- 3) 状态行及输入区;
- 4) 白板图形区;
- 5) 共享控制区;
- 6) 视频图像显示区。

整个系统通过鼠标操作功能键区的按钮来实现。

系统在实际运行中工作正常:语音流畅,端对端延迟为 500 ms;128 \times 128 的图像传送可达每秒 6 帧;白板通信直观方便。文中研究的各项功能及技术得到了很好的实现。

参 考 文 献

- 1 Sakata Shiro. Development and evaluation of an in-house multi-media desktop conference system. IEEE JSAC, 1990, 8(3): 340~ 347
- 2 Nicolaou cosmos. An architecture for real-time multimedia communication systems. IEEE JSAC, 1990, 8(3): 391~ 400
- 3 Huang Jau hsiung, Tseng Weihsin, Ding Ming-jeu et al. Virtual talker: an on-line multimedia system on token passing networks. IEEE Trans on Consume Electronics 1993, 39(3): 609~ 637

- 4 Shimizu Hiroshi. Packet communication protocol for Image services on a high-speed multimedia LAN. IEEE JSAC, 1989, 7(5): 782~ 788
- 5 Ahuja Ratinder, Gaitonde Sunil, Jacobson Douglas. Design of an integrated services LAN architecture. ICC 91: 830~ 835

Transport and Control Techniques of Multimedia Information

Wu Yujing Li Zaiming

(College of Communication and Information Eng., UEST of China Chengdu 610054)

Abstract This paper studies multimedia transport and control techniques of multimedia integrated services communication system (MISCS) based on a standard LAN. The function design of MISCS is developed, and the architecture of hardware is introduced. The design of multimedia data stream is emphasized and the control techniques are studied to satisfy quality of service in video, image and file transfer. This paper also analyses delay jitters and corresponding control schemes in voice transfer. Finally, an experiment system is revealed.

Key words multimedia communication; multimedia data stream; quality of service; voice transfer

编辑 徐培红

.....

· 科研成果介绍 ·

单 TEM cell 测量辐射发射的研究

主研人员: 赵家升 胡皓全 杨显清 王定华 王 忠

为扩展 TEM cell 的应用, 经过大量严格、复杂的理论分析和数学处理, 完成了利用 TEM cell 测量电磁辐射发射的方法研究, 给出了一系列具体计算公式并进行了实际测量。对一台 APPLE II 微机检测时采用 TEM cell 测量, 结果与屏蔽室法测量结果吻合, 证明了该成果理论研究和数学处理方法的正确性。

该成果提供的测试方法正确, 易于实现, 经济实用, 测试数据可信。该测试方法可广泛用于各类小型军用和民用电子设备在 TEM cell 有效的频率范围内的 EMI 测量, 为今后建立工程实用的 EMC 测量系统提供了一个新的途径。

单次强脉冲毫米波辐射测量技术

主研人员: 刘向乐 袁克绪 邹琳若

单次强脉冲毫米波辐射测量技术完成了“单次强脉冲毫米波辐射测量技术”研究并设计制造出可以测量从 18.0~ 100 GHz 频率范围的强脉冲毫米波辐射频谱仪的原理样机, 适用于自由电子激光 (FEL) 及类似的窄脉冲频谱的分析, 毫米波光栅谱仪比原任务书要求的频率范围上限扩展了 60 GHz。

毫米波光栅谱仪是涉及到电磁理论、电磁屏蔽技术、精密机械加工以及电子计算机技术等多方面相结合的技术。该装置使用了宽带匹配变换喇叭、介质透镜、光栅、探测器等 20 多件自行研制的特殊专用元件。该系统经测试和实际使用结果表明性能良好, 已应用中物院 EPA-74 自由电子激光实验研究和电子科技大学高功率微波实验测试中, 得到了满意的结果。

该成果属国内首创, 与国外同类研究相比具有新颖性。主要性能指标接近或优于国外文献报道的水平, 是我国自行研制成功的第一台可以用于测量单脉冲毫米波功率谱的样机。

· 科 卞 ·