

视频会议系统

多媒体

网络通信

67-71

视频会议系统综述

A Survey of Video-conferencing System

王箭 张福炎

(南京大学计算机系 210093)

TP391

摘要 With the rapid developments and the broad applications of Global networks and Multimedia technologies, the needs of multimedia interactive and collaborative tools between peoples emerge. Video-conferencing is the tool. From the angle of technologies, the paper introduces some aspects of video-conferencing, including definition, conceptual model, key technologies, products, applications, researchs and trends.

关键词 Video-conferencing, Conceptual model, Multimedia transmission, Content-based document

随着波及全球的信息高速公路的兴起和飞速发展,基于多媒体技术与网络通信技术的支持,视频会议系统为分布异地的人们提供一个包括视音文图等多种媒体的全方位感知空间环境,使人们可以采用更自然的方式进行交流,并且也提供了一个协同工作的环境,集计算机的交互性、通信的分布性以及电视的真实性于一身,具有明显的优越性,因而成为当今计算机领域的一个研究热点。视频会议主要分为会议室系统和桌面系统,本文着重介绍桌面系统。

一、视频会议概述

视频会议系统就是在网络通信基础结构上,采用多媒体技术实现分布会议功能的多媒体交流和协同工具。它是新型的人际间交流工具,也是异地实时的协作系统,既支持多人之间的多种媒体的交流,同时又支持多人之间的协作如共同讨论进行文件编辑修改、应用开发以及多媒体的制作等。

视频会议的主要功能是支持异地多人之间的实时多媒体交互(包括视音频交互和数据文本交互等)、共享(多媒体数据共享与应用过程共享)和协作(共同编辑、项目开发和讨论)。

视频会议的主要特征在于它的分布性、实时性和协作性。分布性是指它的使用者是分布在异地的一组用户,他们通过网络连接起来,需要分布管理技术和传输技术的支持,采用实时同步的交互方式实现他们之间的交流。同时它是一个协作工具,提供一

个协作的虚拟环境,通过白板和应用过程共享来实现协作功能。

研究视频会议的意义在于:

①多媒体技术与通信网络技术的飞速发展和进一步融合,全球性网络的广泛使用和性能的进一步改善,极大地推动了新型人际交流手段的出现。视频会议正是在这样的大背景下出现的一种新型人际交流工具。

②视频会议为分布在异地的人们之间提供了“面对面”的全方位交流方式,将会大大改进人们的工作方式,大大地减少出差的时间和费用并大大提高工作效率。

③桌面视频会议充分利用个人计算机上丰富的应用程序,可以将各种信息数据融合起来并有效地管理多媒体文档数据,它充分利用现有的基础结构(网络、CODEC等),因此价格较低,将会成为个人计算机的标准配置和人们常用的交流协作的工具和手段,极大地提高社会的生产效率。

④视频会议的研究和应用将会极大地推动多媒体理论与技术(编码、传输、同步和数据管理与查询等)、计算机基础理论(数据表达、人机交互等)、网络通信理论与技术和协作理论等相关理论和技术的发展。这些理论和技术也是其它许多领域的基础理论和关键技术,如分布式多媒体和 CSCW 等。

二、视频会议系统的组成和模型

目前,已推出的大部分产品都采用“电视电话+

电子白板”的逻辑模型,这种模型不太完整。视频会议至少还应包括应用过程共享、会议文档管理和动态可伸缩的多点交互功能。所以,本文认为完整的逻辑模型(图1)应该包括:

①网络通信部件,包括多点通信模块(传输和信道)、流控制和带宽动态分配模块,以及 QoS 处理模块。

②会议分布管理部件,包括会议发起、与会人员管理(进入与退出)以及会话建立等功能模块。

③视音频信号处理部件,包括视音频信号的获取、编码、解压缩以及播放等处理模块。

④共享空间部件,包括共享空间管理模块、多媒体数据共享(电子白板)和应用过程共享功能模块。

⑤会议文档部件,包括会议文档的自动生成、管理和查询检索等功能模块,以及与数据库接口模块。

视频会议系统从物理结构上来说包括会议节点机和网络两个部分,典型的会议节点机主要由视音频获取设备(麦克风、摄像机)、视音频回放设备(显示器、音箱)、编解码部件(CODEC)、通信接口卡和会议功能模块(桌面机),网络部分主要指支持实时多点传输的网关和信道。

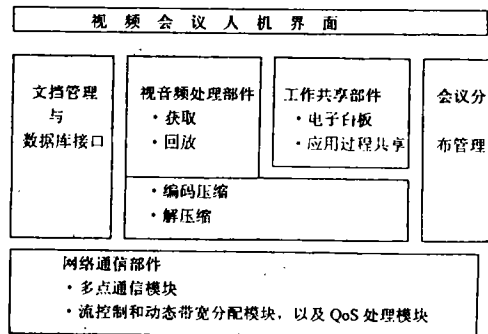


图1 视频会议系统的逻辑模型

三 视频会议中的关键技术和难点

1. 视音频信号的编码压缩技术

编码压缩技术是视频会议的关键技术之一,是视频会议功能实现的基础。编码压缩技术的发展主要包括两个方面,即新型编码理论的应用和编码压缩国际标准的制定与完善。

编码压缩国际标准主要包括广泛使用的 JPEG(含 MJPEG)、MPEG(I、II)与 H. 261 等,和进一步完善的 MPEG-N(H. 263)等。其中 H. 261 和 MPEG-N 是比较适合视频会议系统的编码标准,H. 261 是主要面向视频会议的视音频压缩标准,它的数据传输率是 $p * 64\text{kbps}$ ($p = 1 \sim 30$),MPEG-N(H. 263)

是超低数据率压缩标准,可产生低至 32kbps 的数据传输率。

视频会议系统对交互性和实时性有较高要求,所以它对编码压缩技术有一些特殊的要求:一是实时压缩,二是算法简单有效,三是算法要具有交互性与伸缩性,可根据情况产生不同的数据率,最后一点是视频会议对视频的质量要求不高,可大大降低数据率。

模型基、小波变换与分形等新型编码理论正受到人们的广泛重视,获得了不断的完善与发展。考虑到视频会议系统中视频图像动态部分主要近似于一个头肩模型,可采用基于头肩模型的模型基压缩算法以大大地降低数据率。

2. 白板技术、应用过程共享和协同技术

视频会议系统不仅要支持视音频交流,而且还要支持人们的协作交互。视频会议系统将“工作空间”划分为个人空间和共享空间,共享工作空间是一个虚拟的共享空间,它支持多人之间的实时讨论和协作,既可共享多媒体数据也可共享应用过程。个人空间与共享空间是有联系的,它们的内容可以互相交换,可采用共享缓冲区的方法来实现。

电子白板可支持多个共享实体,每个共享实体对应于一个多媒体窗口,在其上所作的任何改变都会在所有与会结点的相应窗口上显示出来。它应该支持多媒体数据的显示和编辑以及通常的 Drag & Drop 操作。同时,为区分不同与会者所作的操作和标注,可采用不同的标记予以区分,通常采用颜色。白板需要解决标注与标注对象之间的链接技术,并且采用多点数据的复合和桥接技术来实现白板内容共享。

应用过程共享较为复杂,目前大量的应用程序是单用户的,不支持多用户的工作,已有的网络版应用程序支持多个用户的协同使用,如协同分布编辑软件和网络版游戏软件等,但它不是应用过程共享技术所讨论的对象。应用过程共享主要解决的是单用户应用程序的多用户共享问题,主要的方法是在应用程序外面再加一层外壳,对外提供一个多用户的界面,对内则与应用程序的单用户界面相连,对多用户的输入输出进行管理和协调,并对多用户的输入输出与应用程序的输入输出进行转换。这个外壳应具有通用性,应能对大部分的单用户应用程序提供多用户界面,对于将界面与过程分开的应用程序,则以多用户外壳代替其界面部分,但实现起来复杂得多,而对于界面与过程没有分开的应用程序则更为复杂。

视频会议应能支持多人的实时协同工作,如讨

论、协同编辑写作和协同开发等,视频会议主要通过白板和应用过程共享等技术手段来实现协作。视频会议的协同主要是指实时协同,与 Groupware 中的协同技术有所不同,Groupware 中协同技术更多的是面向异步的非实时协同,如工作流模型等。实时协同与非实时协同存在着很多不同之处:首先工作方式不同,实时协同是指多人共同在一个虚拟的共享工作空间中进行实时的交互和协同,而非实时协同面向一个由多人参与的项目,通过文件、电子邮件或其它手段将这些人员的工作联系起来;其次对参与者的要求不同,实时协同要求参与者同时“到场”,即同时都在相连的网络上进行工作,而非实时协同不要求参与者同时“到场”;再次采用的交互模式不同,实时协同是参与者之间的直接交互,非实时协同不支持人与人之间的直接交互而是通过一个中间环节来实现多人之间的交互和协同;最后,技术难点不同,实时协同要求数据的实时传输,同时由于多人交互其带宽要求也较高。另外,多人之间交互制定一些交互策略和规则,非实时协同要建立一些协作过程模型,把很多人员组合起来共同完成一个项目。还有,实时协同支持的参与者人数较少,能协同完成的工作规模也是较小的(如一个议题的讨论和一篇文章的编辑修改),并且不支持面向过程的协同,非实时协同支持的参与者人数可以非常大,能协同完成的工作规模也可以是较大的,可支持面向过程的协同。实时协同需要解决与会人员的会议身份(会议主席、演讲者与听众等)管理和共享空间并发控制。

3. 会议管理^[3,5]

视频会议实现分布的会议功能,会议本身是有过程的,是由多人参与共同实现的,与会人员是动态变化的,会议形式也是多样的,可能有主持,也可能无主持,可能围绕一个主题进行讨论,也可能无明确主题的漫谈。

视频会议的实现将依赖于大量分布的物理设备和其间的工作,与会人员是分布在异地的,相互之间的所有交互都要通信网络来支持,并且与会人员是动态变化的,与会人员的动态变化将导致传输路径的动态变化,协调各个部分之间的工作并适应动态变化的要求等等都是会议管理需要解决的问题。会议管理应支持会议的整个过程,包括会议的发起和结束,会议信息向相应结点的广播,与会结点的加入和退出,会议主题管理,会议文档的生成管理,以及会议主持与发言权的管理。所以,会议管理比较复杂,它既要管理和协调视频会议中使用的所有资源,包括传输路径、通信协议、CODEC、视音频的获取部件与显示部件、以及会议文档库等资源,同时它

又要管理会议的过程和功能模块以保证会议功能的实现。会议管理主要包括与会人员身份鉴别与确认、过程控制和各部件的协调,它由各与会结点的管理模块协同地分布实现。

会议过程控制是会议管理的重要功能,是会议功能实现的基础。它将控制会议的进程,包括会议的开始、结束和决定下一个演讲者等。由会议管理部件广播发起请求给几个可能与会结点,得到响应信息后建立会议连接,设备系统的各项参数,则进入会议状态,此时会议过程控制模块开始启动,会议正式开始。会议安排组织也是一个主要的部分,目前已有 SIP、SDP、SAP 等协议在制定和完善中。会议形式主要分成有主持和无主持两种,决定下一个演讲者的方法主要有四种:主席指定、当前演讲者指定、声音驱动与请求。

4. 多媒体网络通信技术

视频会议可看成实时的分布多媒体交互系统,强烈地依赖于网络通信技术支持。视频会议对网络通信有着特殊的要求,如宽带、实时、多点通信、同步以及传输流多样等。

网络通信技术是视频会议功能实现的基础,也是视频会议系统的关键部分。视频会议中网络通信技术的研究主要有两条技术路径,其一是研究适于视频会议要求的高带宽多媒体网络,采用全新的网络通信理论和技术,如 ATM 网络等。其二是基于广泛流行的网络环境(如 TCP/IP 等)来实现视频会议所要求的多媒体传输能力,如对 TCP/IP 进行扩展以使其能尽可能地满足实时同步多点的多媒体传输的要求并支持多媒体传输的 QoS 参数。

现已广泛使用的面向连接和无连接传输协议都不太适合多媒体数据的传输,需要开发新型的多媒体传输协议。新型的多媒体传输协议应支持严格保序、QoS 保证和优先级机制,以及简单的差错控制、动态带宽分配和流控制能力。RTP 和 RSVP 的传输协议的研究与开发则是这方面的工作。

视频会议系统不仅要具有点对点传输能力还要具有多点传输能力。视频会议中既有点对点、点对多点,也有点对多点的传输,传输路径不只是树型(Multicast routing tree),还有多个树型路径共享而构成的网状路径,其构成和管理都比较复杂,构成网状传输路径的结点成分叉点和复合点两类,分叉和复合的划分是面向传输流的,并且这个网状传输路径可随着网络状态的变化和与会结点的变化而动态调整。

5. 不同产品之间的互连与互操作

视频会议是一种类似于电话的交互工具,不同

产品之间必须实现互连、互通与互操作。互连是视频会议交互功能实现的基础,互连包括两层含义,其一是物理互连即通过物理信道连接起来;其二是数据互连即能够通过物理信道交换数据。互通是指不同主机上的应用程序可以交换有意义的数据,以实现异地进程之间的通信,它不划分数据对象。互操作是指不同应用之间交换不同的数据对象并可实现功能交换,以使异地应用之间可以提供功能服务。

不同视频会议产品之间不仅需要互连,还需要能够互操作。它们不仅要求交换数据,还要支持功能交换,结点之间不仅可以通过协商以确定整个系统的参数并保证会议分布管理的实现,也可以协调运行以实现系统的交流和协作功能,如白板、应用共享和视音频等。同时,一个结点可以控制传送给它的数据,比如他可以选看与会者中的几个而不是全部,不看的视频数据可以不传送给给他。

互操作的实现需要定义视频会议标准,包括通信标准(同步控制、QoS 协商标准以及多点通信信令标准等)、功能标准(白板、共享应用以及协作标准等)、框架标准(视频会议各个部件之间的关系)、会议管理标准(发起、安排、结束以及会议过程控制)以及会议文档标准等等。随着标准的制定和完善,支撑技术和相关技术的发展,人们对标准的接受和采用,不同厂商的产品将可以互相连接实现视频会议的功能,也就是说用户不论采用哪个厂商的产品都可以和其它用户进行实时的交互和协同。

视频会议运行时的网络环境是复杂的,可能不是在单一的网络环境中运行,如各端点的接入网可能不同且与中继网络采用不同的传输协议,而且每次运行时的网络环境也会有所变化,因此视频会议应是网络无关的,以有效地支持不同产品之间的互操作。

6. 多媒体文档的自动生成和管理^[4]

会议过程会形成大量的多种媒体形式的文档,且它们的内容互相关联,而不仅仅是 movie(影片)型文档。视频会议应能自动生成多媒体文档,并按照它们内容之间的关系组织起来。多种媒体形式文档之间的关系较为复杂,需要采用有效的基于内容的多媒体数据管理技术,如超媒体技术等,来进行文档的自动生成和管理。会议文档中应包括会议议题、与会人员情况、会议过程中各个媒体数据以及它们之间的链接关系,比如发言者应与他的讲话的音频数据以及白板中的相应内容之间建立链接关系。

四、视频会议产品开发及应用的现状

1. 产品分类

视频会议系统可分为会议室系统和桌面系统,会议室系统已基本成熟,也得到一定的使用,如 PictureTel、CLI、GT 等公司已推出较为完整的会议室系统,它采用专用设备和专用技术来实现视音频信号的获取、编码、传输、解压缩和播放,需要建立专用会议网络来传输视音频信号,通过专用的 MCU (Multipoint Control Unit) 设备来实现多点会议,价格较高,对协作功能的支持比较困难,较难实现电子白板和应用过程共享以及会议文档管理等功能,它也不能充分利用通用平台上的丰富应用,它的优点是视音频质量较好,而桌面系统采用开放技术和通用设备构成,在通用的桌面平台上通过通用的板卡来实现视音频信号获取、编码、传输、解压缩和播放,利用已建成的计算机通信网络来实现传输,因此价格较低,桌面系统可充分利用通用桌面平台上丰富的应用,可较好支持电子白板和应用过程共享等协作应用,会议文档的生成管理也易实现,但由于与其他通信应用共享信道且现有网络对多媒体通信不能有效支持,故其视音频质量较差,但其广阔的应用前景使它成为研究热点。

桌面系统按照它所使用的网络环境可分为 LAN、ISDN、INTERNET 等网络环境上的产品,不少厂商都推出了 LAN 和 ISDN 网络环境上的产品,如 Intel 的 ProShare、SUN 的 ShowMe、IBM 的 Person-to-Person、SGI 的 InPerson 和 Apple 的 QuickTime Conferencing 等等,它们的高层应用大致相同,采用不同的网络通信适配卡,就成为不同网络环境中的产品,如采用 LAN 网络通信适配卡就成为 LAN 环境的桌面视频会议系统。同时也有一些 INTERNET 网络环境的产品推出,有 Cornell 大学的 CuSeeMe、WhitePine 公司的 Extended-CuSeeMe 以及其它的相关产品如 Mbone (Multicast Backbone) 和 Maven (音频会议产品) 等。另外,还有一些公司进行 ATM 网络环境中的视频会议系统的产品开发,如 FVC 公司的 MOS (Media Operation System)、V-Cache、V-NIC、V-Switch 和 V-Gate 产品系列等。它们大都实现了视音频交互功能、电子白板和应用过程共享,并通过采用 Multicast 技术或 Reflector 技术来实现初步的多点通信功能。

2. 产品对比

目前,已有不少厂商推出了桌面视频会议产品^[1],其中以 Intel 的 ProShare、SUN 的 ShowMe、SGI 的 InPerson 和 Apple 的 QuickTime Conferencing 等较为著名,从功能上来说,它们都提供了视音频交互和电子白板,其中 Intel 的 ProShare 和 SUN 的 ShowMe 还提供了应用过程共享,SUN 的

ShowMe 和 SGI 的 InPerson 还包括了地址簿管理功能,同时还提供对音频传输模式的管理(单工,双工,以及 Push-to-Talk 方式)。从系统模型上来说,它们都可以看成是电视电话+电子白板的功能集成。从网络环境上来说,它们都支持 ETHERNET 的 LAN 环境和 ISDN 的 WAN 环境。从所采用的技术来说,既采用了开放技术(支持 H. 320或 T. 120等国际标准)也采用了专有技术(如 Indeo 和 cinpac 等)。同时,它们都是平台和网络环境相关的,使得不同产品之间不能实现互操作。从通信功能上来说,它们都能实现局域网上的多点通信功能,尚不能支持广域网上的多点功能。

3. 应用概况

视频会议系统已获得一些应用,尤其是会议系统在政府机构和大型公司的事务处理中的广泛应用,大量桌面系统产品推出并在局域网和 ISDN 网络环境下获得较好的效果,Internet 环境产品也已推出但视音频质量较差。另外,在远程教学和远程医疗等方面的应用研究也取得一定成果并建立了一些实验系统。

4. 存在的问题与不足

现有视频会议系统获得重视、发展和越来越多的应用,但仍然不成熟,还存在着以下几个方面的不足:

①不同产品之间不能互操作。现有产品都是网络相关的,即使遵守 H. 320或 T. 120等国际标准^[2],不同产品之间还是只能互连而不能互操作,需要建立较为完善的网络无关的视频会议系统框架和协议。

②视音频质量较差且不稳定。在局域网上尚可接受,互连网上只能达到1fps左右,音频质量也难以保证。这里,一方面要求超低数据率压缩技术的进一步完善,另一方面是开发和完善适用于多媒体通信要求的新型传输协议。

③文档生成和管理功能不完善。文档应是视频会议的一个重要功能,现有产品只支持视音频信号的录取,而不能记录会议过程中其它类型文档如文本、图形和图像等。视频会议系统应有完整的多媒体文档生成和管理工具,并提供与多媒体数据库的接口。

④白板功能简单。现有产品采用图形标注方式实现数据会议的协同讨论功能。它是把放入其中的内容作为背景,与会人员的标注采用图形方式,使标注与被标注对象不能较好地结合,如前景内容滚动

时,标注却不能随之滚动。所以,应采取有效措施使标注和被标注对象能够结合起来。

⑤应用过程共享功能不完善。应用过程共享不仅要支持一点输入(控制)、多点输出,还应支持应用控制权的转交。

五、技术研究的进展与趋势

网络相关的视频会议系统框架和协议的制定和完善,以及 H. 320、T. 120^[1]H. 324和 PCWG 等的互相融合和补充,将使不同的视频会议产品不论运行在什么平台上,都可以互连与互操作并协同构成一个视频会议系统以支持和完成多个用户之间的实时交流和协作。

QoS 保证体系和技术及其在 TCP/IP 等网络传输平台上的实现,可动态控制的超低数据率的编解码标准的完善,以及有效的同步机制,将会大大提高视音频质量和协作质量。

多信道广播技术(地址、动态注册和路由)分别在 ATM 和 TCP/IP 网络环境中的实现,以及多业务多信道广播系统传输模型和框架的完善和实现,包括有效的树型路由和网状路由算法的实现,将有效地支持多点多媒体通信功能。

会议管理(成员身份控制、过程控制以及会议通知机制与动态加入退出机制)是系统的中枢,它保证系统的正常运行和系统功能的实现。分布型会议管理模型是目前研究的又一热点。

会议文档的生成与管理^[4]需要多媒体管理技术的支持,采用基于内容的多媒体管理技术和超媒体技术是文档自动生成和管理的有效方法。

与虚拟现实技术的结合,将会营造一个“真实”的会议场景,并且融合异步协作技术以构成一个较为完善的工作环境。

参考文献

- [1] Kieran Taylor, Desktop Videoconferencing, Data Comm. Apr. 1995
- [2] 陈文雄,建立数字视频网络的相关标准,中国图象图形学报,1(1),1996
- [3] Bela Rajagopalan, Membership protocols for distributed conference control, Computer Comm. 18 (10),1995
- [4] Rick Kazman et al., Four Paradigms for Indexing Video Conferences, IEEE Multimedia, Spring, 1996
- [5] Mark Handley et al., The Conference Control Channel Protocol(CCCP), SIGCOMM'95, Cambridge, MA USA