

上海医科大学“远程医疗系统”模型的建立和研究^{*}

夏峰 盛焕焯

赵家骞

(上海交通大学计算机科学与技术系 上海 200030) (上海医科大学网络中心 上海 200031)

摘要 “远程医疗”是计算机通信技术和医学工程技术高度发展的产物。进入网络信息时代,网络化多媒体技术的发展更是推动了“远程医疗系统”的研究和实现。本文根据作者在上海医科大学所进行的一些工作,阐述了作者在国内首家实现的上海医科大学“远程医疗系统”模型分布式、开放性的技术特点和实施过程中的一些技术细节,并对远程医疗系统在我国的开展和推广进行了一些研究和展望。

关键词 远程医疗,网络化多媒体技术,远程会诊,二级网络架构,桌面视频会议,客户/服务器结构,分布式数据库

中图法分类号 TP393

Bill Gates 在《未来之路》中这样写道,“如果我爸爸几年之后又弄伤了另外一只手,他不仅能使用信息高速公路应用程序找到一家合适的医院,而且能在开车前往的路上,在那家医院进行电子挂号。……医院的计算机会根据他的伤势为他找一个合适的医生,他能从信息高速公路上的服务器中检索我父亲的医疗记录,如果医生需要一个 X 光片,它就会用数字形式存储在一个服务器上,等待整个医院或全世界任何一位权威的医生或专家的即时检查,观看 X 光片的每个人的评论,不管是口头形式还是文字形式都将嵌入爸爸的医疗记录中,此后爸爸可以在家观看并倾听专家的评论,他可以同家里人一起看这些 X 光片,‘看看这条裂缝的大小!听听这个医生说了些什么!’……”

Gates 为我们描述了一个未来信息高速公路的伟大应用,实际上自从 1988 年美国提出“远程医疗(Telemedicine)”这一概念以来,在美国和欧洲一些国家这一项目已经得到了非常广泛的研究和应用。计算机和通信技术的高度发展,加之医学工程领域的进步,使这项网络化多媒体技术(Networked Multimedia)的应用将传统医学处理过程的地域性和局部性变成了历史。

传统医学处理包含了以下的技术细节(如图 1 所示)。^[1]

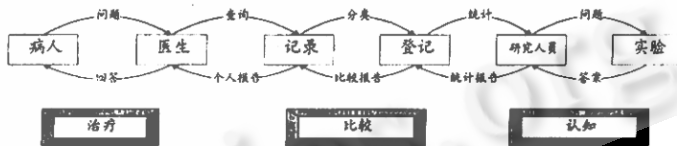


图 1 传统医学处理的技术细节

如上图,一个传统的医学处理常常包含了治疗、比较和认知这样 3 个阶段。在治疗过程中需要病人和医生面对面地交互,而在比较阶段需要医生对病人的病史及其他档案资料作详细的分类和整理,对于认知阶段则需要医生和科研人员的配合。

由于地域限制和医疗技术发展的不平衡,传统的医学处理常常需要一些额外的旅途和交通费用,从上图一个环节到另一环节的过程常常要花费大量的人力和物力。网络化多媒体技术的发展,使建立一个基于计算机网络通信和处理的开放性的“远程医疗系统”成为可能。

一个开放性的“远程医疗系统”常常包括^[2]:远程诊断(Remote Diagnosis)、专家会诊(Consultation of Specialists)、信息检索服务(Information Service)、在线检查(Online Examination)和远程学习(Remote Studying)等几个主要部分。需要以计算机和网络通信为基础,实现针对医学资料(包括数据、文本、图片和声像资料)的多媒体特性和远距离会诊

• 本文研究得到上海市教委基金和上海市科委基金资助。作者夏峰,1971 年生,硕士生,主要研究领域为网络,多媒体。盛焕焯,1943 年生,教授,博士生导师,主要研究领域为计算机图形学,多媒体,智能化人-机界面。赵家骞,1943 年生,教授,主要研究领域为医学工程,网络。

本文通讯联系人:夏峰,上海 200030,上海交通大学计算机科学与技术系

本文 1996-12-17 收到原稿,1997-04-07 收到修改稿

视频音频信息的传输、存储、查询以及显示。

针对国内网络基础薄弱、经济技术条件比较落后等实际情况,我们在上海医科大学建立并试验实现了国内第一家较为完善的“远程医疗系统”模型,在试验和推广过程中取得了比较成功的经验。

1 上海医科大学“远程医疗系统”模型

上海医科大学“远程医疗”项目是由上海市教育委员会、上海交通大学和上海医科大学联合开发和研制的。

目前,我们的系统模型主要采用客户/服务器(Client/Server)框架结构,以支持分布式并发和多媒体处理的 Sybase 数据库作为主要的后台数据库服务器,用以存放病史资料和医学信息(包括管理信息等)。并且利用目前应用广泛的桌面视频会议系统作为我们远程专家会诊的技术主干,选择适合不同带宽(64K~2M),特别是低带宽、支持局域网特性的系统来实现远地和本地面对面的会诊,以达到传统医学处理的“望、闻、问、切”的技术要求。并且,可以利用“共享白板”和“共享应用程序”等主要模块来实现两地的技术交流,以达到远程学习和培训的目的,并对远程传输的图片(包括各种 X 光片、CT 图、超声波图等)保持无失真高灰度级的快速传输,以提供专家诊断的依据。

在项目实施过程中,我们对模型的技术细节作了较有针对性的考虑和研究,在符合应用和技术要求的基础上做到低成本、高效益。

1.1 二级网络架构的建设和实施

在美国,“远程医疗系统”的主体框架是以横跨全美的计算机网络为基础,通过高质量的摄像机和处理能力较高的计算机、工作站等设施,把大型医疗中心和开业医生诊所及病人的家庭联系起来,形成一些各具规模的远程医疗网络。^[4]

国外网络基础条件好,如美国的信息高速公路的主干线速率可达 45Mbps,而我国在这方面的起步较晚,网络基础薄弱,针对这一特点,我们在上海医科大学依托目前正在建设和完善的上海教育科研网,实现以上海医科大学网络中心为核心的二级网络架构,其主干网租用 DDN 专线构成 2Mbps 的快速信息网,二级网选用 SHPAC 的中速通道(64Kbps)或电话拨号方式,二级网点之间均形成网状连接以实现可靠性高、网络延迟短和经济性好的拓扑结构。

另外,针对我国远程医疗的应用主要在比较偏僻、基础比较落后的地方,我们在外围的通信手段上还保留了卫星通信,下图是在上海地区实现远程医疗系统的一个示范工程图(见图 2)。

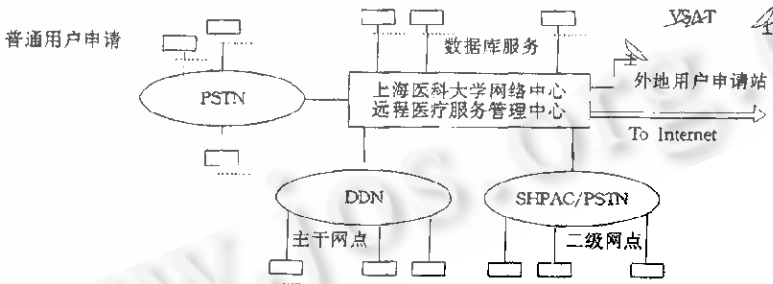


图2 远程医疗示范工程网络框架

在这个示范工程中,我们把上海医科大学网络中心作为远程医疗服务中心,用以提供数据库服务和协调远程会诊的管理服务中心。校园主干网采用 ATM 技术,保证网络化多媒体向高带宽高速率的需求转换。另外,我们把上海医科大学的 5 所附属医院,包括华山医院、中山医院等三级医院作为会诊医院联入主干网点,而把金山医院等偏远医院作为二级网点联入,对于外地,如温州地区医院等要求参加会诊的单位通过卫星地面站联入。

由于 CERNET(科研教育网)的开通,通过 CERNET 主干进入国际 INTERNET 网,也使我们实现了信息检索国际化的需求。对于即将在上海地区以至于全国推广和应用的 ISDN 网络,我们也从技术上予以了准备。

1.2 以桌面视频会议系统为基础的专家会诊系统

要实现不同地域的医学专家通过计算机网络的共同会诊,达到如同面对面的效果,我们选用了目前应用广泛的桌面会议系统(Desktop Conference)。

作为未来网络化多媒体的应用,桌面会议系统正日益受到关注。关于桌面会议系统目前有两种标准。^[4]一种是 ITU-T(国际通信联盟通信标准委员会)的 H. 320 协议标准,由于它最初是为集群电视会议系统设计的,其通信体是长途数字网,如 ISDN、分片的 T1 线路和交换式的 56 线路,它不能解决 LAN 和 POTS 的电视会议的需要。尽管

ITU-T正在把这一套涉及到声音压缩和通信压缩等标准的 H. 320 扩大到包括多点呼叫标准的 (T. 120)和模拟线路的电视会议配用的低速率电话标准 (H. 32P),但对我国目前网络现状而言,更多的需要是保证基于文本的会议可以在各种操作系统、硬件平台和传输媒质中互相操作.正因为如此,我们选用了支持由 Intel 公司和 150 家计算机和通信公司成立的一个叫作 PCWG 的联合组织所制定的 PCS(personal conferencing specification)标准的 Intel Proshare 桌面会议系统作为技术主干.与 H. 320 不同,PCS 是专为台式机设计的,并与各种个人计算标准相联系,其中包括 TAPI 和 TSAPI 两种电话 API,Intel 公司的 Indeo 编码解码器以及 Microsoft 公司的 DVI 图形/视像接口.

目前支持 ISDN 和 H. 320 标准的桌面会议系统有 PictureTel 的 LiveShare 和 CLI 的桌面会议软件等,而 Intel Proshare 软件则支持 LAN/ISDN 和 PCS 标准,具备了我们所要求的目标,它的 2.0 版本提供了 WIN95 下更直观的界面和用户需求.我们可以利用它提供的 PDK 工具包开发适合“远程医疗会诊”的应用软件,并利用它的“共享白板”和“共享应用程序”完成交互式的数据传输以达到医学处理所要求的“望、闻、问、切”的技术要求,实现远程交流和学习.另外,Intel 还推出了能实现“一对多”的 Intel Presenter 软件,可以帮助我们实现多点的专家会诊和远程教学.

由于采用了高压缩率的压缩算法,并且在传输时只传输各帧之间的不同部分,Intel Proshare 可以在要求的 201Kbps 的最低带宽下(实际可减至 128Kbps)达到每秒传输 25~30 帧的压缩图象,并且保证 256 色和较高的分辨率和灰度级,能基本满足医学图片资料的传输和显示.Intel 为了解决 LAN 上视像数据传输所需的时间要求和传输次序,采用了数据包优先权方法,使视像数据包优先于其他数据包.

下图是由 LAN 通过 DDN 专线的 Proshare 会议系统的连接图(见图 3).

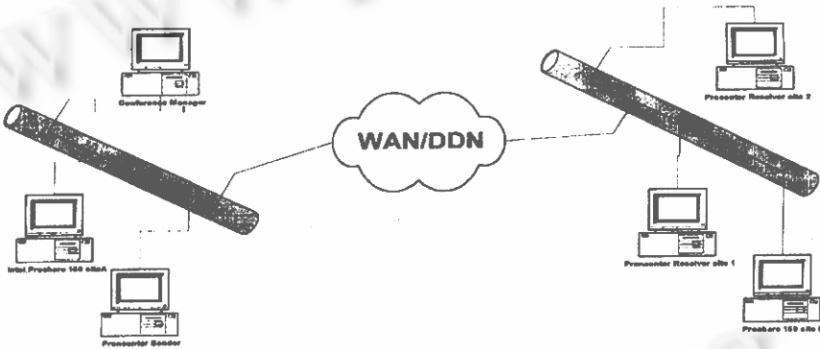


图 3 Intel 桌面会议系统连接图

LAN 是早期多媒体应用的基础.当多媒体应用延伸到广域时,在目前,成本远远低于 ATM 技术的 ISDN 将成为主流,特别是在我国.Intel Proshare V2.0 所提供的 ISDN 接口也是我们的一项长远选择.

另外,支持 POTS 标准的 Creative Labs 公司的 ShareVision 桌面会议产品,是我们在模拟线路(电话线)上进行会诊所保留的技术手段.

1.3 支持远程查询和存储的分布式数据库服务

我们知道,医疗服务本身具有广泛的地域性,各级医院都保存着对病人诊断和治疗的一些档案资料.要实现广域的“远程医疗服务”,必须提供分布式的数据库服务,加之医学资料的多媒体特性,它的多样化(包括各种数据、文本、图片和声像资料)要求选用支持多媒体数据处理的数据库服务.在上海医科大学的项目中,我们考虑以 Sybase System 10 的 SQL server 作为服务中心的后台数据库支持,并在主干网点如华山医院、中山医院等处保留可达 5 点并发处理的数据库服务器.在系统模型中,我们使用客户/服务器的主流框架.框架模型如图 4 所示.

客户/服务器技术是分布式系统的一种特殊情况^[5],客户和服务器通信的信息传递隐藏了同步分布式系统的固有复杂性,使它比完全的分布式处理系统更容易构造.服务器的功能特定的性质使其结构简单化,客户机(SQL 前端)对应用程序的控制使其处理逻辑对程序是直接的,将更有助于我们研究在线检查要求对在线扫描数据如 X 光片、心电图数据等的直接处理(包括存储和传输).当然医学工程领域的技术进步带来的医疗仪器的数字化也是我们研究在线检查的另一前提.

1.4 系统运行模式

“远程医疗系统”主要应用在医疗服务系统,其操作人员主要是医务人员,针对这一特点,我们在集成系统时尽量

做到面向用户、技术透明、易使用,并提供良好亲切的 GUI 界面。

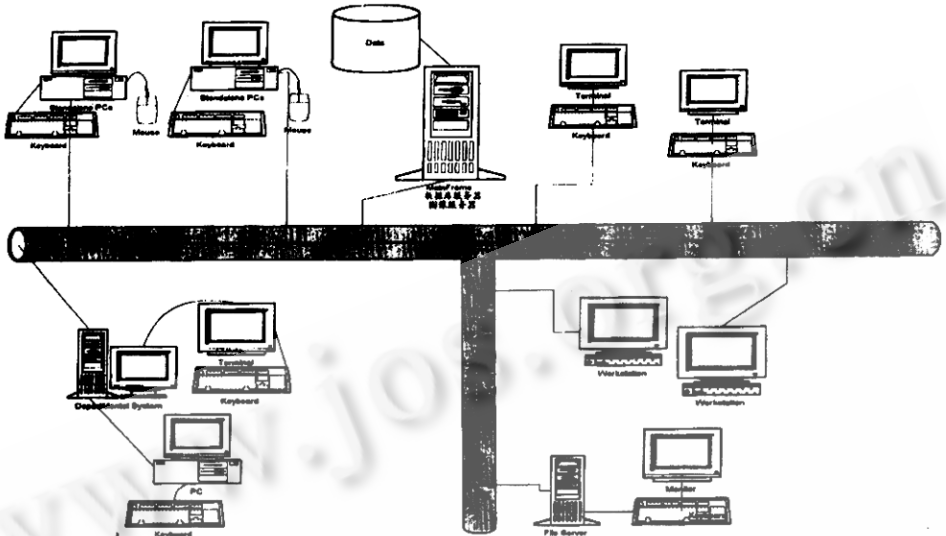


图4 医疗服务中心框架模型图

以下是我们实现用户集成界面,进行程序设计的一个主要框架结构(见图5)。

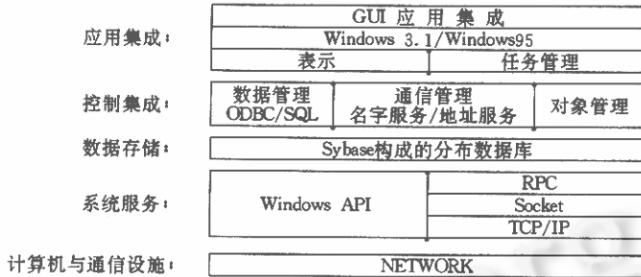


图5 程序设计框架

我们于1996年1月设计完成的“远程医疗会诊演示系统”,主要使用上述框架模型。它具备方便亲切的人机交互界面,并集成了会诊预约管理模块、Intel Proshare 150 Ver 1.5 桌面视频会议系统模块,以及会诊资料的保存模块。系统运行时,可首先调入预约管理数据库中的会诊预约申请单。申请单内容包括预约病人的一些基本信息(诸如年龄、性别等)和病人的病史摘要及一些图片等。这些资料是由远端提前准备好后,以申请单形式在会诊前传输至会诊中心供专家参考使用的。在中心召集并进行实时会诊时,可以通过 Proshare 系统挂通会诊两端。此时,一方面,专家可以通过显示器直接与远端病人进行交谈,并要求病人完成一些动作;另一方面,会诊专家可以通过系统的“共享白板”程序,进行双向的交流,指导远端医生完成对病人的进一步诊断。此时还可以要求远端实时传送一些图片和文档,供专家们分析使用。会诊完毕后,我们可以将一些重要信息保存起来,作为病史资料存档。这样一个系统运行模式在多次演示和实验中受到了一些医学专家的好评。

2 项目的推广和应用

我们国家地幅辽阔、人口众多、医疗发展水平极不平衡,三级医院基本分布在大中城市,高精尖的医疗设备也以分布在大城市为主。由于医疗条件的限制,边远地区的危重病人和患有疑难杂症的病人往往要送到上级医院就诊。因此“远程医疗系统”的实施和建设可以产生更多的积极效益。

(1) 病人可以置身于自己熟悉的环境中,在节约大量的时间和费用的同时,能得到各医院专家的医疗帮助。一方面无需旅途奔波,另一方面病情也不会延误。

(2) 可以实现病史资料的共享.病人到大医院治疗,往往只带来简单的病史,而需要重复的化验、检查,这给病人和医院增加了不必要的负担.“远程医疗系统”可以传输静态的高质量的形象,其清晰度、灰度均可达到理想要求,这为医生调用远地病人数据库中的病史资料(包括 X 光片、CT 图等)奠定了良好的基础.

(3) 可以共享高、精、尖的设备.昂贵的医疗设备应用较少,并不一定每地、每家医院都需配置,可以通过“远程医疗会诊系统”在远地作检查、治疗.这就避免了设备的重复投资,提高了投入和产出效益.

(4) 可以降低医疗成本,促进医疗卫生事业的发展.远程医疗会诊使实时性动态图象和语音的传送成为可能,医护人员能够及时提供面对面的医疗咨询,还可讨论和交流学习.现在上海大医院每年都要接收大量外地医生进修.通过“远程医疗系统”,医生身处异地就可以开展学术会议、进行学术交流,省却了大量的进修和会议费用.

(5) 市民可以通过电话线入网,访问服务中心的数据库,给市民提供接受健康教育的机会.市民足不出户即可获得最新的医学知识、研究成果和健康保健咨询.

目前上海医科大学的“远程医疗系统”正处于试运行阶段,其会诊演示系统在 1995 年 12 月通过上海市教委验收后,进行了多项测试和演示.该系统在上海交通大学和上海医科大学的 128Kbps 专线以及上海到北京的 2M 专线进行的长距离演示,在许多领导和专家的参观之后,得到了他们的肯定.尽管在会诊节点的最佳配置、系统维护、运行费用等方面还有一些亟待解决的问题,但在各方面的共同努力下,不久的将来,会得到广泛的应用和推广.这样我们就可以充分利用上海地区的医疗优势,解决边远地区的就医困难.另外,我们还将同世界上一些国家和地区如德国、美国旧金山、澳门等进行远程医疗合作和交流.

参考文献

- 1 Dick, Richards, Steen, Elaine B. The computer-based patient record, an essential technology for health care. Washington, DC: National Academy Press, 1991
- 2 Lauwers J C. Collaboration transparency in desktop teleconferencing environments [Ph.D. Thesis]. Standard University, Jul. 1990
- 3 Kling Rob. Cooperation, coordination and control in computer-supported work. Communications of the ACM, Dec. 1991, 34 (12)
- 4 Gale S. Desktop video conferencing: technical advances and evaluation issues. Computer Communications, Oct. 1992, 15(8)
- 5 瞿兆荣. 分布式数据库. 华东计算技术研究所, 1989, 8: 49~51
(Qu Zhao-rong. The distributed database. Institute of Computing Technology of East China, 1989, 8: 49~61)

The Design and Implementation of the Model of Remote Medical System in Shanghai Medical University

XIA Feng SHENG Huan-ye

(Department of Computer Science and Technology Shanghai Jiaotong University Shanghai 200030)

ZHAO Jia ao

(The Networking Center Shanghai Medical University Shanghai 200031)

Abstract “Telemedicine” is the product of high advanced computer communication technology and medical engineering technology. Coming into network-information era, the development of networked multimedia makes it possible to study and implement the remote medical system. The authors proposed and realized the first complete distributed and open model of remote medical system in China. This paper is mainly based on the work in Shanghai Medical University. And in this paper, the authors described some important technical details and some special features of this model. Also in this paper, the authors make some prospects of the use of remote medical system in China.

Key words Telemedicine, networked multimedia, remote diagnosis, the two levels network architecture, desktop conference, client/server structure, distributed database.

Class number TP393