

DSA 视频流网络直播系统的设计 与临床评价

王斌杰 张和平 靳海英 张帆 李波

【摘要】 目的 探讨 DSA 视频流网络直播临床应用的可行性。方法 DSA 视频流由高性能的图像采集卡进行采集, 利用动态图像专家组标准 4 (MPEG-4) 压缩, 结合微软的流媒体处理开发包 DirectShow 框架技术, 通过服务器端的发送过滤器 (filter) 和客户端的接收 filter, 再利用网络传输层的传输控制协议 (TCP) 和用户数据报协议 (UDP), 实现 DSA 视频流的网络直播。对 24 例图像进行采集直播, 由有经验的医师对客户端与 DSA 工作站的视频图像进行对比分析, 主观评价每例图像的血管、病变影像特征的显示情况, 以及图像的清晰度、对比度、实时有效性。结果 在 100 M 的局域网中, 该方案直播的图像延迟时间 < 1 s, 24 例视频图像中图像品质评价优 17 例, 良 5 例, 中 2 例。结论 该方案直播 DSA 视频流, 图像清晰度好, 延迟时间短, 能够达到临床诊断与实时性要求。

【关键词】 血管造影术, 数字减影; 远程医学; 评价研究

Clinical evaluation and design of network live broadcast system of DSA video streaming WANG Bin-jie*, ZHANG He-ping, JIN Hai-ying, ZHANG Fan, LI Bo. * Department of Radiology, Huaihe Hospital, Henan University, Kaifeng 475000, China

【Abstract】 Objective To evaluate the clinical feasibility of network live broadcast of digital subtraction angiography (DSA) video streaming. Methods DSA video streaming was captured by an advanced image capture board. MPEG-4 and DirectShow framework were used for data compression and transmission. Data of DSA video streaming could be transmitted easily from server sender filter to client receiver filter according to TCP and UDP protocols. Images of 24 cases were captured, which were compared with images of DSA workstation by experienced doctors. The subjective evaluation criteria included the manifestation of normal and pathological blood vessels, and sharpness, contrast degree and real time efficiency of images. Results The delay time of live broadcast was less than one second in 100 M LAN. Among 24 cases, excellent imaging quality was got in 17 cases, good in 5 cases and midst in 2 cases. Conclusion Excellent images and synchronism of DSA video are achieved in this system, which can meet clinical requirements of diagnosis and synchronism.

【Key words】 Angiography, digital subtraction; Telemedicine; Evaluation studies

通过 Internet 进行网上数字化手术直播与研讨是远程医疗重要应用之一^[1-2], 介入手术视频流的直播不同于传统外科手术, 由于其手术需要凭借 DSA, 因此对介入手术场景进行直播的同时, 也需要对 DSA 视频流进行直播^[3-4]。伴随着医院数字化的发展, 如何把 DSA 视频图像数字化融入图像存储与传输系统 (PACS) 或通过网络进行直播, 以满足医疗、教学、科研等实际应用的要求, 是亟待解决的问题。笔者旨在提出一种 DSA 视频流的直播方法, 并分析及评价其临床应用的可行性。

资料与方法

1. 病例资料: 共 6 组 24 例患者视频资料, 男 18 例, 女 6 例, 年龄 12 ~73 岁, 平均 44 岁。包括冠状动脉造影 2 例, 冠状动脉造影 + 支架置入 2 例; 脑动脉造影 4 例; 支气管动脉造影 + 灌注化疗 4 例; 肝癌肝动脉造影 + 化疗栓塞 2 例, 肝血管瘤肝动脉造影 + 化疗栓塞 2 例; 先天性心血管病造影 4 例; 主动脉造影 4 例。

2. 设备和参数: (1) 硬件环境: 视频图像生成设备 GE LCV + DSA 机; 视频图像采集服务器, 主要配置为: 中央处理器 (CPU) 主频 2.0 GHz, 内存 512 M, OK_M30A 图像采集卡; 客户机, 主要配置: CPU 主频 1.7 GHz, 内存 512 M, 显卡内存 32 M,

作者单位: 475000 开封, 河南大学淮河医院放射科 (王斌杰、张和平、靳海英); 河南大学计算机与信息工程学院 [张帆、李波 (2006 级在读硕士研究生)]

普通阴极射线管(CRT)显示器; 网络环境, 带宽为 100 M 局域网。(2) 图像采集参数: 心脏模式 512 像素(pixel) × 512 pixel × 8 bit, 25 帧/s(f/s); DSA 模式 1024 pixel × 1024 pixel × 10 bit, 3.1 ~ 6.3 f/s; 透视阶段均为 30 f/s。

3. 视频流网络直播流程: DSA 视频流由视频服务器高性能的图像采集卡进行采集, 利用动态图像专家组标准 4(MPEG-4) 编码器进行压缩编码处理^[5-7], 结合微软的 DirectShow 框架技术^[8-9] 和网络传输层的传输控制协议(TCP) 和用户数据报协议(UDP), 由服务器端的发送器(NetSender filter) 将数字化的 DSA 视频流通过网络途径发送至客户端, 数据经客户端的接收器(NetReceiver filter) 传输至 MPEG-4 解码器执行解码处理, 再输至视频回放器(video render filter) 进行播放, 实现 DSA 视频流的网络直播。

4. 图像评价方法: 将 1 套客户端系统放置在介入手术室控制间, 在手术情况下进行视频图像的同步直播, 同时由 2 名有 DSA 读片经验的医师分别对 24 例透视、采集、回放阶段的图像在客户机的显示情况与 DSA 工作站的图像进行对比分析, 主观评价每例图像的血管、病变影像特征的显示情况, 以及图像的清晰度、对比度。2 名医师不了解客户机与 DSA 工作站信息, 且互不了解对方评价内容。图像延迟时间根据客户端和服务器端图像相同帧显示时间差作出评价。综合这 5 个方面对图像品质作出分级(表 1)^[10], 实验预期要求图像延迟时间 < 3 s, 图像品质中等及以上。

表 1 图像品质 5 级评分尺度

级别	评价图像的尺度	评分
1	优(图像品质很好, 很少缺陷)	1.00
2	良(图像品质好, 有少许缺陷)	0.75
3	中(图像品质较好, 虽有缺陷, 可用于诊断)	0.50
4	差(图像品质不好, 勉强可看, 有碍诊断)	0.25
5	劣(图像品质很差, 不能观看, 不可用于诊断)	0.00

结 果

一、图像显示情况

1. 血管显示: 17 例 DSA 工作站视频图像各级血管显示清晰, 客户端视频图像各级血管显示清晰, 其中冠状动脉造影 4 例、脑动脉造影 4 例、肝动脉造影 3 例、心血管造影 4 例、主动脉造影 2 例。7 例视频图像存在运动伪影, DSA 工作站视频图像血管显示基本满意, 客户端视频图像血管显示基本满意, 其

中肝动脉造影 1 例、支气管动脉造影 4 例、主动脉造影 2 例。DSA 工作站与客户端相比较, 24 例视频图像血管显示无明显差别。

2. 病变影像特征显示: 24 例中存在病变影像表现 21 例, 冠状动脉病理性狭窄血管显示清晰 2 例, 脑血管畸形显示清晰 1 例, 脑动脉瘤瘤体及载瘤动脉显示清晰 2 例, 支气管动脉造影肿瘤血管染色显示满意 4 例, 肝癌肿瘤血管染色显示清晰 2 例, 肝血管瘤血窦显示清晰 2 例, 先天性心血管病异常分流显示清晰 4 例, 主动脉瘤瘤体显示清晰 4 例。DSA 工作站与客户端相比较, 21 例视频图像病变影像特征显示无明显差别。

3. 图像对比度: 利用客户端软件对比度、亮度调节功能可以消除客户端视频图像过饱和现象, 达到最佳的对比度状态。

4. 图像实时有效性: 在 100 M 的局域网中, 此方案直播的图像延时时间 < 1 s, 可以很好地满足 DSA 视频实时性要求, 在直播过程中视频图像无丢帧现象。

二、图像综合品质分级

24 例视频图像中图像品质优 17 例, 良 5 例, 中 2 例, 均能达到临床诊断要求。图像品质评价支气管动脉造影(2 例) 为中; 支气管动脉造影(2 例)、主动脉造影(2 例)、肝动脉造影(1 例) 为良; 其余 17 例为优。

讨 论

1. 系统特点: DSA 视频图像不同于符合医学数字图像通信 3.0(DIOM 3.0) 标准的单帧医学图像, 而且对 DSA 视频图像的传输有实时性要求。对于 DSA 视频图像的转播, 以同轴电缆为传输途径, 由客户端采集卡或专业显示器直接获取 DSA 模拟视频图像, 国内已有成功应用的报道^[11-12]。在本研究中与前者主要的不同点在于 DSA 视频数字化和图像传输途径, DSA 视频图像通过同轴电缆近距离传输到视频服务器, 利用高性能图像采集卡获取视频信号进行数字化压缩处理, 以局域网为传输途径将数字化视频流发送到客户端, 实现 DSA 视频流网络实时传输播放。并且通过客户端的图像处理滤波器, 可以对接收到的图像进行多种的图像处理(如边缘检测、锐化、降噪等)。

本研究的优点有: (1) 降低了客户端成本, 对多客户端用户只需在视频服务器装配一块高性能图像采集卡, 客户端无需装配。(2) 客户端可以匹配多

种显示器,在显示效果上医用显示器最佳,与普通 CRT 显示器、普通液晶显示器相比较,其亮度、对比度、色彩还原度都要好于后者;通过计算机视频图形阵列 (VGA) 接口转接投影仪,便于演示。(3) 易于扩展,模拟视频图像通过数字化打压缩理后,利用现有局域网为传输途径,根据需要配置客户端的数量,实现多地点、多客户端同步显示。

2. 数字影像质量评价方法:对数字影像的评价方法分为主观评价方法、客观评价方法以及人眼视觉系统 (HVS) 模型。主观评价能较好地反映出了影像的直观质量,但结果受观察者主观行为和感知能力的影响很大,且无法应用数学模型对其进行描述;经典的客观评价方法虽然计算简单,但其评价结果有时却不能如实反映影像的直观质量;HVS 模型克服了以上 2 种方法的局限性,由于人们对 HVS 的认识还存在许多未知的领域,HVS 模型还不完善,因此基于该原理的影像质量评价方法还有待更深入地研究^[13]。本研究采用主观质量评价方法,观察者选择经验丰富的医师。

3. 图像品质控制:传输图像品质与实时性的控制是本研究的关键性问题,图像品质与传输速度相互制约,要在视频图像延迟时间许可的范围内尽可能提高图像品质。影响传输图像品质的因素有:(1) 原始视频图像品质,做好 DSA 图像质量综合控制,避免运动伪影、减少饱和伪影、对比剂流量、流率优化控制,是保证视频图像品质的前提。(2) 视频图像压缩编码方法,高效有效的编码方法是视频图像品质的保证。在医学图像的存储与传输上,为了保证医学图像诊断的可靠性国内都集中在无损压缩的研究领域,但基于工作站的无视觉损失有损压缩方法也有其可行性^[14]。从医学图像的生成到医学图像的输出、显示,再由人视觉感知信息的很多环节都存在图像信息的丢失,现在虽然存在计算机辅助诊断,但仍以人为诊疗主体,关键在于被视觉所感知的最终图像与最初图像比较是否存在导致诊断误差的视觉损失。以 MPEG-4 对视频图像进行压缩编码处理,属有损压缩,对编码后图像进行应用性主观评价,总体上达到了临床应用要求。

4. 临床应用价值:在临床应用方面:(1) 用于临床演示教学,在教学医院可用于面向大批学生的介入放射学手术的观摩与演示教学;(2) 对介入放射学在远程会诊、研讨的实现有参考价值;(3) 与 PACS 相融合,补充实时视频传输功能。

5. 尚待改进的问题:本研究处于测试评估阶段,还存在一些问题与不足:(1) 缺少视频采集联动功能,该功能可以使服务器的视频采集与 DSA 设备透视、采集阶段联动,能减少回放阶段重复视频的采集,提高视频服务器的使用效率;(2) 软件操作使用功能不完善,还需根据实际使用情况,进一步完善、改进软件功能;(3) 视频传输目前仅限于本地局域网,与外网连接进行视频传输的问题还需进一步研究。

总之,本研究显示,在带宽为 100 M 的局域网中,利用 MPEG-4 编解码及微软的 DirectShow 框架技术对 DSA 视频图像进行网络直播的方法能够达到临床诊断与实时性要求,对介入放射学在远程医学和医院数字化建设应用方面有重要参考价值。

参 考 文 献

- [1] Perednia DA, Allen A. Telemedicine technology and clinical applications. JAMA, 1995, 273: 483-488.
- [2] Gandsas A, Altrudi R, Pleatman M, et al. Live interactive broadcast of laparoscopic surgery via the internet. Surg Endosc, 1998, 12: 252-255.
- [3] Tao Y, Miao J. Workstation scheme and implementation for a medical imaging information system. Chin Med J (Engl), 2003, 116: 654-657.
- [4] 黄志聪,庄天戈. DICOM 标准的发展及最新变化. 中国医疗器械杂志, 2004, 28: 203-207.
- [5] Varela JR, Tahoces PG, Soutom M. A compression and transmission scheme of computer tomography images for telemedicine based on JPEG2000. Telemed J e-Health, 2004, 10: 40-44.
- [6] Ramakrishnan B, Sriiram N. Internet transmission of DICOM images with effective low bandwidth utilization. Digit Sign Proc, 2006, 16: 825-831.
- [7] RSV P, Korada R. Efficient implementation of MPEG-4 video encoder on RISC core. IEEE Transact Consum Electr, 2003, 49: 204-209.
- [8] Dasu A, Panchanathan S. A survey of media processing approaches. IEEE Transact Circ Syst Video Technol, 2002, 12: 633-645.
- [9] 陆其明. DirectShow 开发指南. 北京: 清华大学出版社, 2003: 1.
- [10] 关立勋,姚锦钟. B 超图像品质的综合评价. 中国超声医学杂志, 1995, 11: 258-260.
- [11] 梁国庆,牛秀珑,李玉明,等. 介入放射学多媒体见习阅片厅的设计与应用. 山西医科大学学报(基础医学教育版), 2004, 6: 59-60.
- [12] 种银保,吴志坚. 医学声像示教实时双向同步传输系统的研制. 医疗卫生装备, 2006, 27: 38-39.
- [13] 熊兴华. 数字影像质量评价方法评述. 测绘科学, 2004, 29: 68-71.
- [14] 楼红法,宋伯强,常涛. 基于 DICOM 标准的医学影像无视觉损失有损压缩研究. 医疗装备, 2001, 14: 3-5.

(收稿日期: 2007-08-03)

(本文编辑: 任晓黎)