

基于 Web 医学影像的 DICOM 图像应用*

聂泽花

尚 珍

(河西学院医学院医学技术系 张掖 734000)

(河西学院图书馆信息技术部 张掖 734000)

〔摘要〕 介绍 Web 技术的基本概念及 DICOM 上层服务的内涵, 阐述基于 Web 的影像存储与传输系统浏览工作站功能及构建, 试验证明基于 Web 的 DICOM 图像浏览可实现临床示教过程中影像资料的快速共享。

〔关键词〕 Web; 数据库访问; 影像存储与传输系统; 浏览工作站; 构建

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2016.12.010

Application of DICOM Picture Based on Web Medical Image NIE Ze-hua, Department of Medical Technology, HeXi University School of Medicine, Zhangye 734000; SHANG Zhen, Department of Information Technology, HeXi University, Zhangye 734000, China

〔Abstract〕 The paper introduces the basic concept of Web technology and the connotation of upper layer service of Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), and describes the functions and construction of Web based Picture Archiving and Communication System (PACS) browsing workstation. The test proves that DICOM picture browsing based on Web can achieve quick sharing of the picture data in the process of clinical demonstration.

〔Keywords〕 Web; Database access; Picture Archiving and Communication System (PACS); Browse work station; Construction

1 引言

在医学图像归档过程中, 医学影像存储与传输系统 (Picture Archiving and Communication System, PACS) 的每一次业务处理都要应用医学数字成像和通信 (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)。DICOM 是 PACS 运行的基础, 没有 DICOM 标准, 成像设备不具有与 PACS 通信的公共接口, 并且也不可能将 PACS 集成到医院的网络系统中。DICOM 标准中涵盖了医学图像的采集、归

档、通信、显示及查询等几乎所有的信息交换协议。企业级 PACS 的一项基本要求是能够将企业的数字医学图像发布到整个企业。通过 Web 访问 DICOM 驻留对象^[1] (Web Access to DICOM Persistent Object, WADO), 为访问电子健康记录中的图像及相关信息提供基于 Web 的标准方式可以实现这一目标。该方法利用 Web 浏览器查询和检索存储在 DICOM 归档服务器中的图像。

事实上, 基于 Web 的 PACS 目前已经成为 PACS 的基本架构之一。传统 PACS 被认为是由多个用户界面、操作系统以及数据库等综合而成的体系结构。基于 Web 的 PACS 则提供了最常见的一个简单架构: 单一的操作系统、单一的用户界面、单一的数据库。基于 Web 的 PACS 具有友好的用户界面^[2], 可提供真正随时随地对所有应用程序的访问。如果安全策略到位的话, 特定的用户可以很容易地在任何有互联网的地方用计算机登录医院的

〔修回日期〕 2016-07-10

〔作者简介〕 聂泽花, 讲师, 硕士研究生, 发表论文 2 篇; 通讯作者: 尚珍。

〔基金项目〕 河西学院 2014 年度青年教师科研基金项目 (项目编号: QN2014-24)。

PACS。互联网技术的简单性和灵活性使得它们特别适合更复杂的 PACS。基于 Web 的 PACS 运行流畅，尤其对 MRI 和 CT 图像而言，可以帮助在无胶片化医院环境中简化部门之间的关系。

2 Web 技术的基本概念

2.1 Web 技术的组成

超文本标记语言（HTML）将格式信息作为文件显示在 Web 浏览器^[3]，根据要求发送格式信息的程序是 Web 服务软件，计算机间的交换顺序称为 HTTP。因此，Web 技术由 Web 服务器、客户机（Web 浏览器）及通信协议 3 部分组成。服务器规定了传输设定、信息传输格式和服务器本身的基本开放结构^[4]，客户机向服务器发送资源索取请求并将获得的资源进行解码与显示。

2.2 Web 浏览器的功能

Web 浏览器对于任何用户都是以统一资源定位符为基础进行访问的，通常先发送已经设定好的主页信息的传送要求，然后解析由 Web 服务方面传送过来的 HTML 代码或 XML 代码，在客户端显示其画面的同时，运行这些代码中包含的图像信息或者 Java 小程序，执行从 Web 服务发送来的脚本或小程序等。Web 浏览器支持以 Java 为首的高级语言，还有 Java Script、VBScript 等脚本语言以及 ActiveX 等，能够接收来自服务器的程序，实现动态处理。根据 Java 运行环境，Java 语言程序有 Java Application、Java Applet 和 Java Servlet 3 种。Java Application 是单独软件，Java Applet 和 Java Servlet 是作为程序模式发挥作用的。

3 DICOM 上层服务

3.1 TCP/IP 网络顶层上的 DICOM 网络协议

为方便通信，DICOM 标准建立在 TCP/IP 协议堆栈的顶层^[5]，见图 1。定义 DICOM 上层（DICOM Upper Layer）服务作为这两层协议之间的桥梁。DICOM 上层服务提供了通用网络接口，应用实体借助

这样的接口交换 DICOM 消息。在网络上如果一个应用与其他应用相互作用，或者使用 DICOM 协议与能够相互交换的媒体相互作用，即一个具体的 DICOM 应用程序。DICOM 上层 UL 服务的具体内容包括 A - ASSOCIATE、A - RELEASE、A - ABORT、A - P - ABORT 和 P - DATA。

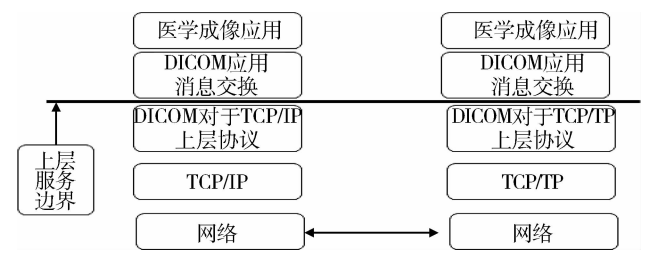


图 1 TCP/IP 网络顶层上的 DICOM 网络协议

3.2 应用实体间的连接

应用实体层通过 DICOM 上层与本地 TCP 层打交道，向 TCP 层提出通讯服务要求，即 DICOM 上层协议起到连接的作用，利用 TCP 所提供的传输服务。从通讯协议分层的体系机构上来看，上层与下层之间是相互透明的，通讯的信息交换在对等层之间进行，所以完成 DICOM 的通讯，实体之间进行数据传输，必须依靠实体的下层即 DICOM 上层来为实体层建立连接和释放连接。TCP 传输连接具有端对端的特性，通常应用程序是位于 TCP 上层的，以 IP 地址、端口号为标识来进行应用程序的通讯，因此一个上层联接只能以一个并且是唯一的 TCP 传输联接来提供支持。每一个 TCP 传输连接也只能支持一个上层联接。两个应用实体间建立连接^[6]，见图 2。

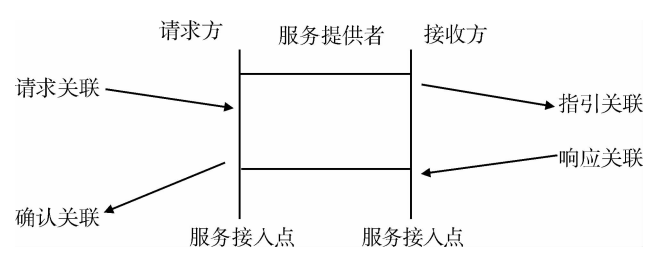


图 2 利用 A - ASSOCIATE 服务在两个应用实体间建立连接

4 基于 PACS 的 Web 浏览工作站

4.1 Web 环境下数据库访问技术

为了充分利用 PACS 数据库医学影像的存储和管理能力,对其进行动态和交互式的访问,必须选择一个合适的数据库系统访问方式,因为其在很大程度上决定了用户访问 PACS 的响应时间、整个系统的运行效率。Web 环境下常用的数据库访问方式有公共网关接口(Common Gateway Interface, CGI)、动态服务器网页(Active Server Page, ASP)和 Java 服务器网页(Java Server Page, JSP)等。CGI 是传统的 Web 服务器与数据库系统连接的方案^[7],规定了客户浏览器、Web 服务器以及 CGI 应用程序之间数据交换的格式和标准。JSP 数据库的访问主要通过 JDBC 来实现。基于 Java 技术,在传统的 HTML 页面文件中加入了 Java 代码段和 JSP 标记,从而构成了 JSP 页面,是一种完全与平台无关的技术。JDBC 是一种可用于执行 SQL 语句的 JavaAPI,其定义了 JSP 和数据库之间的接口类库,由一系列类和接口组成。通过 JDBC,可以在 JSP 和数据库之间建立连接,执行 SQL 语句,处理 SQL 语句返回的结果。以 Java Applet 为例,JDBC 访问数据库的过程是:用户通过浏览器从 Web 服务器上下载含有 Java Applet 的 HTML 页面,如果其中的 Java Applet 调用了 JDBC,则浏览器运行的 Java Applet 直接与指定的数据库建立连接。JDBC API 的出现,使 Java Applet 具有访问远程数据的能力,只要将可以执行数据库访问的 Applet 嵌入到 Web 中,该 Web 页也就具有对数据库访问的能力。

4.2 Web PACS 浏览工作站的功能

浏览工作站主要用于临床科室浏览图像和报告^[8],对显示器要求不像诊断工作站那样高,一般商用显示器就能胜任,因此浏览工作站像素调整范围限于 256 级灰度。浏览工作站功能包括以下若干模块:(1) 用户进入系统前需进入登录模块,输入系统允许的账号和密码,验证合法才能进入系统界面。(2) 用户浏览模块提供多幅显示、单幅显示以及多帧图像的动态回放等图像浏览方式。(3) 图像处理及测量模块提供对 DICOM 医学图像的窗宽/窗

位调节、图像缩放、图像的黑白反转、伪彩色、旋转、镜像、放大镜处理、去噪声、锐化等,距离、面积以及角度测量。(4) 文件信息模块在浏览器中显示 DICOM 头文件信息,包括患者的基本信息、检查信息、图像信息等。(5) 信息检索模块功能包括对患者 ID、姓名、检查日期的检索。

4.3 Web PACS 浏览工作站的构建

B/S 3 层体系下基于 Java 技术的 Web PACS 浏览工作站分为客户端的设计和服务器端的设计。服务器端的设计主要分为 Web 服务器的设计以及 Web 数据库访问方式的设计,由以下应用软件实现:基于 NT 技术构建的带有 IIS 组件的 Windows 2008 Advanced Server 应用服务器、SQL Server 2008 数据库管理系统、IE10 浏览器。客户端的设计主要有 3 项任务:首先根据 DICOM3.0 标准编写 DICOM 核心类以实现 DICOM 文件的解析;其次在 DICOM 文件解析的基础上,利用 Java 开发环境 JDK1.6 及 Java 开发工具 Eclipse3.2 完成 DICOM 图像浏览器的 Java Applet 的开发,这个 Applet 由 13 个类组成,主要包括 View 类、DicomFile 类、DicomDie 类、Image Data 类等;最后在 Applet 中实现基本的图像处理功能。

5 试验与使用效果分析

5.1 测试方法与工具

Load Runner 是一种预测系统行为和性能的负载测试工具,通过模拟许多用户实时并发负载及性能监测的方式来确认和查找问题。当前使用 Loadrunner 通过 IE 录制脚本,在该机器开启代理设置。录制脚本参数设定使用 parameter 来替换。测试网络环境是在内部局域网网宽 80M,实验室无线局域网 120M 的环境下进行。如以下脚本:

```
web_submit_data ("GetProvinceAutoInputData",
    " Action = http://192.168.0.1:8080/MasterData/GetProvinceAutoInputData",
    " Method = POST",
    " RecContentType = application/json",
    " Referer = http://192.168.0.1:8080/MasterData/BasCity",
```

```
"Snapshot = t14. inf" ,
" Mode = HTML" ,
ITEMDATA,
" Name = assemblyName" , " Value = " , ENDITEM,
" Name = sortFields" , " Value = " , ENDITEM,
" Name = displayFields" , " Value = ProvinceCode; Provin-
ceName" , ENDITEM,
```

...

通过设置参数，则可以在脚本多次运行时候使用不同的业务数据模拟真实的用户操作和并发。同时，通过将 Web 图像服务器配置到服务器上，在普通配置笔记本上配置客户端浏览器和 Load Runner 测试工具。具体参数，见表 1。

表 1 B/S 端配置

设备	硬件配置	软件配置
服务器	操作系统: windows server2008; 内存: 32G; CPU: 英特尔志强 Xeon +	Web 医学影像服务器 + PACS 图像存储服务器
客户端（普通 pc 机）	操作系统: WindowsXP/7 32/64 位等	IE10 以上/Google Chrome Load Runner 测试工具

5.2 数据分析

采取 5 台实物终端和 10、20 和 30 虚拟用户分组测试数据，Load Runner 在普通配置和完成端口以及交换区时测试了 45 分钟的相关数据参数，分别记录并发用户数、平均响应时间、平均吞吐量、内存使用率和 CPU 的利用率，见表 2 – 表 5。

表 2 正常 CT 影像

(模拟) 用户数	平均响应时间(s)	平均吞吐量 (byte s/s)	内存使用率/ CPU 利用率 (%)	测试时长 (分钟)
1	0. 243	89. 675	67/22	45
5	0. 863	384. 803	66/23	45
10	1. 452	585. 326	67/22	45
30	4. 483	974. 356	68/23	45

表 3 正常 DX 影像

(模拟) 用户数	平均响应时间(s)	平均吞吐量 (byte s/s)	内存使用率/ CPU 利用率 (%)	测试时长 (分钟)
1	3. 012	19. 285	71/14	45
5	11. 163	41. 291	72/18	45
10	23. 182	76. 731	71/19	45
30	58. 482	88. 912	73/22	45

表 4 增强设置后 CT 影像

(模拟) 用户数	平均响应时间(s)	平均吞吐量 (byte s/s)	内存使用率/ CPU 利用率 (%)	测试时长 (分钟)
1	727	27. 812	60/1 – 5	45
5	865	78. 172	59/3 – 9	45
10	1 163	146. 189	60/3 – 11	45
30	3 691	203. 190	61/6 – 17	45

表 5 增强设置后 DX 影像

(模拟) 用户数	平均响应时间(s)	平均吞吐量 (byte s/s)	内存使用率/ CPU 利用率 (%)	测试时长 (分钟)
1	938	9. 289	65/6	45
5	1 031	50. 761	64/7	45
10	1 349	88. 715	65/15	45
30	3 413	181. 743	65/16	45

表 2、表 4 以及表 3、表 5 之间数据对比表明随着用户数量的增加正常配置的平均响应时间逐渐超过了增强设置后的平均响应时间。总结原因如下：（1）使用增强设置只会监听状态图像是否处理完成，不需占用通信通道，而正常配置则需一直等待。（2）正常配置时进程之间没有进行合理的管理，系统资源分配欠佳，使用增强设置后可提高系统资源利用率。（3）正常配置在处理影像时，每次连接都要对 DICOM 文件进行一次解析，而使用增强方法则将已解析好影像数据保存在设置区内，供其他进程使用，可节省多次解析 DICOM 的时间。

6 结语

本文介绍 DICOM 标准格式的通信服务实体间的连接，通过试验数据分析可知，基于 Web 的医学图像浏览效果明显，系统突破了任何平台的限制，可在任意浏览器上调阅原始海量医疗影像图像；支

持 DICOM 标准,方便医院与原有 PACS 的对接,临床看图、区域医疗等。浏览器客户端直接实现解析和渲染,图像调整窗宽窗位等一切图像操作都可在客户端浏览器完成,避免和服务端频繁的交互;浏览器端无须任何下载安装,直接通过浏览器即可使用并处理基于 DICOM 标准的高清医学影像。本文主要阐述基于 Web 浏览器、以 Java 为主的高级语言的应用,通过 Java 程序种类的对比,尝试以 Java Applet 对象为例,基于 JDBC 访问数据库的模式,具有远程数据访问的能力。从 Web 环境下数据库的访问、Web PACS 浏览工作站功能两个方面分析基于 Web 的 PACS 浏览工作站的可行性;最后简短阐述 Web PACS 浏览工作站的构建,可将 DICOM 文件嵌入,在 Applet 中实现基本图像处理功能,在 Web 页面中进行交互访问,为建立 Web PACS 浏览功能奠定基础。基于 HTML5 的 Canvas 和 JavaScript 的开发与移动医疗是未来的趋势,本文在移动终端基于 DICOM 医学图像浏览开发应用缺少尝试,技术力量和应用环境有限是最大的不足之处。

(上接第 25 页)

流程优化以及预约方案优选算法,与医院现有信息系统耦合度低,通用性强,易于推广普及。通过远程调用资源调度平台软件,解决医院分支机构就医患者到总部检查时需要长距离往返预约的问题,该模式还可以推广到医联体。

5 结语

医技预约平台的建设解决了医院现阶段医技检查流程存在的问题,大大提高了医院整体的工作效率和患者满意度。通过建设医技预约平台,医技科室能够平衡医疗资源投入,使得各检查设备得到合理充分利用;患者能够合理安排检查时间,缩短了医技预约等待时间。可见,医技预约平台的实施是医技预约从科室预约和中心预约两种模式到统一预

参考文献

- 1 刘惠,郭冬梅. 医学影像和医学图像处理 [M]. 北京:电子工业出版社,2013.
- 2 叶力汉,邱文祥. 静态图像在专题学习网站中的应用研究 [J]. 中国电化教育,2007,(8): 64-66.
- 3 徐方,邓敏. 内容管理系统 (CMS) 的发展与应用 [J]. 孝感学院学报,2007,(9): 20-26.
- 4 贾克斌. 数字医学图像处理、存档及传输技术 [M]. 北京:科学出版社,2006.
- 5 National Electrical Manufacturers Association. Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) [S]. 2002.
- 6 美睿智,岳秀艳,史延春,等. 基于 DCMTK 的 DICOM 医学图像显示及其调窗方法 [J]. 计算机系统应用,2009,(5): 182-185.
- 7 张尤赛,赵志峰,陈福民. DICOM 医学图像的 DIB 显示技术 [J]. 计算机应用研究,2010,(9): 76-80.
- 8 王晓楠. DICOM 通信的设计与实现 [J]. 计算机工程与应用,2004,(13): 131-132.

约资源调度模式的必然选择,充分体现了以患者为中心的服务理念,同时也将引导该平台向更加标准化、智能化的方向发展,在更多的医院推广应用。

参考文献

- 1 陈敏亚,罗春,李柯. 综合性医院医技检查预约平台建设 [J]. 医学信息学杂志,2014,35(1): 26-29.
- 2 马维民. 上海市某医院门诊一站式自助服务的效果评价 [D]. 上海:复旦大学,2012.
- 3 钮罗涌,王平,朱大荣,等. 医技检查分时段预约系统设计与实现 [J]. 中国数字医学,2013,(2): 11-13.
- 4 相海泉. 刘喻告诉你,医技检查一站式预约咋做 [EB/OL]. [2016-013-02]. <http://www.cn-healthcare.com/article/20160302/content-481676.html>.
- 5 李玮. 医院分时段预约及叫号系统的设计与实现 [D]. 大连:大连理工大学,2013.