

Development of an independent tutorial medical imaging system based on PACS

YANG Xue-dong¹, CHEN Yang-an², WANG Ji-chen¹, YE Jin-tang¹,
SUN Xiao-wei¹, QIN Nai-shan¹, WANG Xiao-ying^{1*}

(1. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China;

2. Carestream Health, Beijing 100022, China)

[Abstract] **Objective** To develop an independent tutorial medical imaging system based on PACS, enabling comprehensive and systemic learning of diagnosis and differential diagnosis of diseases. **Methods** A radiology information system (RIS) server was used as the system server. B/S architecture was adopted. Microsoft SQL 2005 was employed as the database. The programming language was ASP.NET. JavaScript+DOM were applied for human-computer interaction in the client. The tutorial program included an object oriented learning strategy and keynote projects for identification and diagnosis of diseases. Interactions of some valuable cases in the PACS were made with the keynote projects. **Results** The tutorial software included two parts, i. e. the software architecture and the tutorial program. The authorized users would be able to log onto the interface of "learning and practice", which included "learner's center" and "online test". The learner's center offered a learning strategy, a number of keynote projects (clinical practice, pathology, epidemiology, and iconography, etc.), and tips for diagnosis and sample clinical cases in PACS. The online test provided an examination pool with a range of difficulty levels and an automatic scoring system. The system administrator would be authorized for the maintenance of the list of programs, learning strategy, teaching materials, examination questions and answer sheets. The system administrator would also be engaged in the management of identities and authorization of users. **Conclusion** An independent tutorial medical imaging system based on PACS is successfully developed. It serves to the needs of students with a range of academic levels, and will significantly improve the teaching level of medical imaging.

[Key words] Medical imaging; Picture archiving and communication system; Computer-assisted instruction

基于医学影像存档与传输系统的独立教学系统的研发

杨学东¹, 陈阳安², 王继琛¹, 叶锦棠¹, 孙晓伟¹, 秦乃姗¹, 王霄英^{1*}

(1. 北京大学第一医院医学影像科, 北京 100034; 2. 锐柯医疗, 北京 100022)

[摘要] **目的** 开发一种基于 PACS 的独立的教學系統, 便于不同层次学生方便地学习各系统疾病的诊断与鉴别诊断。**方法** 使用放射科信息系统(RIS)服务器作为系统服务器, 总体采用 B/S 架构, Microsoft SQL 2005 作为数据库, 以 ASP.NET 为基本开发技术。使用 JavaScript+DOM(文档对象模型)实现客户端的人机对话。软件构建完毕后, 根据不同学习对象输入教学大纲、知识点和鉴别诊断知识点, 并将 PACS 中的教学病例与知识点相关联。**结果** 系统成功建立, 主要包括软件架构和教学内容两大部分。授权用户登录后可进入“学习应用”界面, 包含“学习中心”和“在线测试”。学习中心包括: 教学大纲、知识点(含临床、病理、流行病学、影像学等内容)、鉴别诊断要点、PACS 中相关病例链接。在线测试则包含不同难度的题库, 系统自动评判对错。管理员拥有“数据维护”和“系统管理”两大权限, 可对教学相关的目录、大纲、教学资源、试题和试卷进行维护, 也可管理用户身份和权限。**结论** 成功地建立了一种基于 PACS 的独立教学系统, 能

[作者简介] 杨学东(1976—), 男, 山东即墨人, 博士, 主治医师。研究方向: 功能 MRI、PACS 应用。E-mail: yangxuedong1@163.com

[通讯作者] 王霄英, 北京大学第一医院医学影像科, 100034。E-mail: cj.r.wangxiaoying@vip.163.com

[收稿日期] 2011-04-28 **[修回日期]** 2011-09-05

满足不同层次学生的需求,有助于提高医学影像学教学水平。

[关键词] 医学影像学;医学影像存储与传输系统;计算机辅助教学

[中图分类号] TP399 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2012)01-0179-04

近年来,PACS在放射科内广泛应用,带来了工作流程和模式的更新,同时其在影像学教学方面的价值也已引起国内外学者的重视。基于PACS的医学影像学教学系统均利用PACS自带的“教学模块”进行教学^[1-3],优点是通过对一定前期维护可方便地调取大量有价值的病例,缺点是学生需自己甄别图像,效率较低,无法即刻获取诊断要点、鉴别诊断等信息,无法由浅入深、系统全面地进行学习,无法满足不同层次学生及医师的学习需求。

本研究目的在于开发一种新一代基于PACS的、独立的、教学系统,使不同层次的学生、医师能够系统、方便地学习各系统、各种疾病的诊断与鉴别诊断。

1 设计与方法

1.1 PACS系统 采用锐柯医疗PACS服务器:Sun Fire V890;放射信息系统(RIS)服务器:IBM X3650。光纤传输,千兆到桌面。客户端为PACS终端,彩色显示器1台,医用专业竖屏1台。

1.2 软件开发 总体架构上采用B/S架构,使用RIS服务器作为系统服务器,Microsoft SQL 2005作为数据库。系统服务器的运行环境为IIS+C#.NET,客户端IE浏览器要求6.02以上版本。

使用ASP.NET为基本开发技术。使用JavaScript+DOM(文档对象模型)实现客户端的人机对话。采用JavaScript+Ajax(异步JavaScript和XML)实现异步通讯方式,采用JavaScript+Flash技术实现多文件上传功能。使用JavaScript+CSS(滤镜)来实现图像的基本处理,采用JavaScript+VML(矢量标记语言)进行简单的图形绘制功能。

1.3 录入教学资料、题库 根据不同教学对象,分别录入教学大纲和各知识点、鉴别诊断要点。将前期扫描入PACS系统的教学图片从DICOM格式转换为JPG格式,上传到知识点和鉴别诊断要点相关图片区。在各鉴别诊断要点间实现互相关联。将有教学价值的PACS内病例通过教学系统实现实时交互链接。将已有的电子题库录入教学系统题库,并设定难度等级,给予相应分值。

2 结果

2.1 整体架构 系统研发成功,并在我科的65套PACS终端上成功使用。此系统主要包括软件架构(图1)和教学内容两大部分。管理员包括系统管理员和教学管理员,系统管理员负责软件系统的更新和升级,教学管理员负责教学内容的更新。

2.2 用户界面 经授权的用户登录后可进入“学习应用”界面,其中包含“学习中心”和“在线测试”两个下拉菜单。学习中心包括教学大纲、知识点(含临床、病理、流行病学、影像学等内容)、鉴别诊断要点、PACS中相关病例链接(图2),通过点击界面链接,可实现知识点学习,鉴别要点学习,并可通过PACS相关病例链接直接进入PACS系统读取放射报告及图像。大纲及知识点均设置搜索功能,便于查询。

在线测试则包含不同难度的题库,可根据需求选取不同系统、难度、数量的题目,对学生进行测试。考虑到授课对象不同,每个知识点和考题均设定不同的难度,要求学习者在一定时间内完成一定难度、数量的题目(图3)。系统自动评判对错,帮助学生自测,促进学习。

2.3 管理员界面 管理员登录后,除显示“学习应用”界面外,尚有“数据维护”和“系统管理”两大功能。数据维护功能系对教学相关的目录、大纲、教学资源(知识点、鉴别诊断等)、试题和试卷进行维护。系统维护

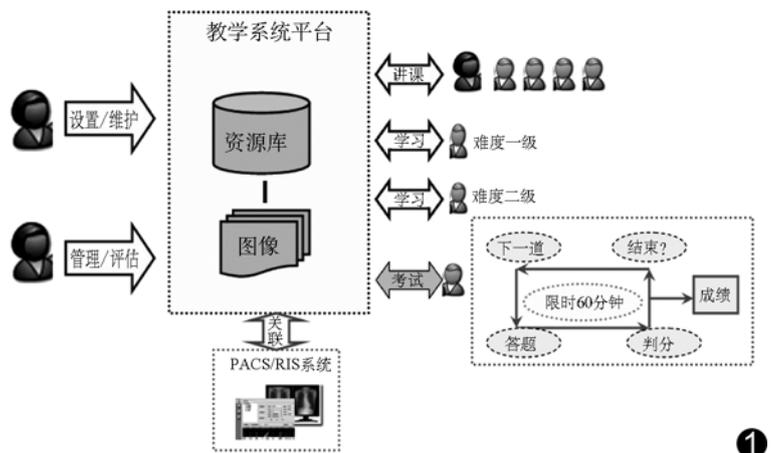


图1 教学软件架构示意图 教学系统与PACS/RIS关联,实现了基于PACS的独立教学功能



图2 学习中心知识点界面介绍 左侧为教学大纲,选择大纲下相应目录后会进入到知识点学习界面,右上方为此目录包含的知识点(箭),点击进入知识点学习(箭头)。右下方为此知识点相关的鉴别诊断知识点(虚箭)。界面下方为与此知识点相关的 PACS 中的病例(黑圈),点击此链接,可进入 RIS 和 PACS 读取报告及图像进一步学习

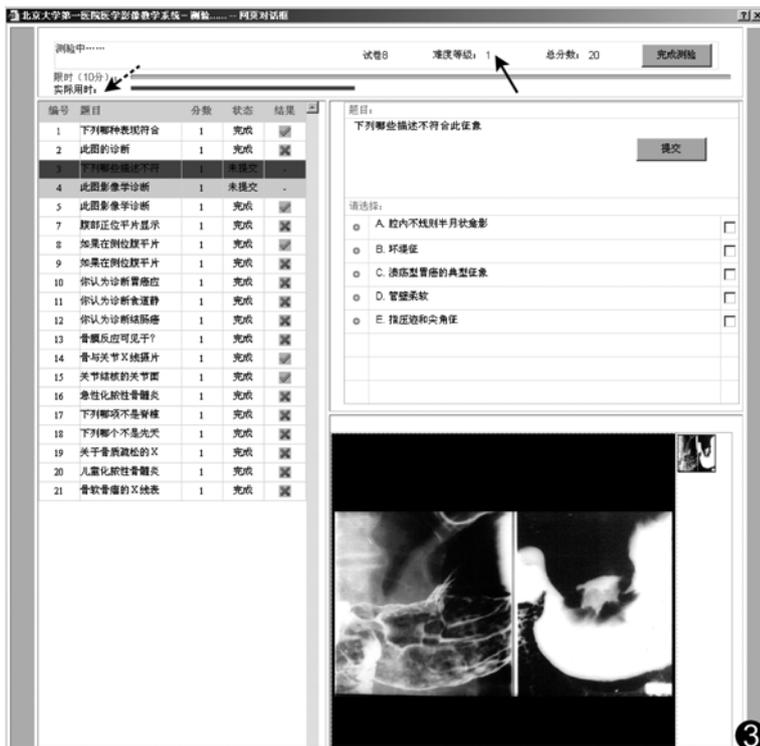


图3 考试中心界面 左上方虚箭为限时标志,右上方实箭为难度等级标志。右侧中间及下方为题目及题目相关的图像、文字资料

功能可对用户进行身份和权限管理。

3 讨论

应用 PACS 后,由于可方便地存取临床病例,其

教学方面的价值也得到重视,但目前各厂家 PACS 自带的教学功能仅限于报告及图像的存储、调阅,这种方式对具有一定经验的放射科医师而言是很好的提高技术水平的手段,但对于医学生和初学者而言,由于欠缺经验,往往感到无所适从,无法抓住要点,且无法学习与知识点相关的临床、病理、流行病学资料,更无法系统学习疾病的诊断及鉴别诊断要点。

目前一些教学课件已完全实现电子化,方便学习,但其内容有限,无法根据授课对象不同及时更新图片和文字内容,更无法有效利用 PACS 内的丰富病例;学生仅能被动学习,无法实现自我测试,无法自我判断学习的效果。对于医疗实践而言,测试是很重要的,通过有导向性的自我测试,可帮助学生更好地掌握知识^[4],进而更好地培养年轻医师。

本系统的主要特色:①充分利用院内 PACS 和 RIS 的网络及硬件设备,不需要另行购入硬件;②既有独立的教学内容,又与 PACS/RIS 关联,知识点和鉴别诊断知识点丰富;③同时实现教学及考试功能;④具有高度的开放性,基于 WEB 开发,不需安装客户端,维护方便,使用便捷。

本系统通过页面 URL 链接实现了教学系统与 PACS 中教学病例的关联,使用者能够在掌握一定知识点的前提下直接进入临床病例,进一步了解临床实践中病例的复杂性和结合临床的重要性。有研究^[5]报道一些将 PACS 中病例自动纳入教学的方法。本系统中以 PACS 病例作为某一知识点存在于整体系统中,采取手工的方法将 PACS 中具有教学价值的病例链接到某一知识点内。

医学影像中存在大量“同影异病”,医疗实践中放射科医师实际上在不停地进行诊断与鉴别诊断。因此,本系统强化了鉴别诊断的内容,让使用者在掌握知识点的同时,通过学习大量病例而掌握疾病的鉴别要点。为方便管理员对鉴别知识点管理,特增加了“鉴别诊断维护”功能,通过以下方式维护:增加新的鉴别诊断要点;直接将已有的知识点通过链接实现交互利用。

图像是医学影像学习的中心内容,传统课件中



图 4 图片的“深度维护”功能 管理员可对图片上不同的征象进行标识和文字解释,便于学生学习和理解

JPG 格式图片中亮度和对比度固定,为使得图像能适用于不同显示器环境,在浏览图像界面增加了“深度浏览”功能,可对图像进行适当的亮度、对比度调节;并增加了“深度维护”功能,可实现各种标识、标注功能,便于教师在图像上对各种征象进行标识(图 4)。

在考试中心事先录入不同难度的试题后,教师可根据授课对象的不同,循序渐进地设置不同难度的试题组合,对学生进行考试,并为临床教学推行多元化测试方法提供了技术可能^[4]。

本系统是一个 B/S 架构的网站,无需另外安装客户端,维护、升级都较为便利。在开发技术方面,以 JavaScript 程序为主,较好地兼顾了系统运行性能、服务器负载、灵活程度、用户体验、管理维护方便性等诸多方面。在软件设计上,总体采用 B/S 架构,使用 RIS 服务器作为系统服务器,采用 Microsoft SQL 2005 作为数据库,可以较好地满足性能要求,同时也较好地控制了成本。在基本的开发技术方面,主要采用异步通讯方式,以 JavaScript+Ajax 来实现,主要目的是改善用户体验:客户端人机对话较多使用 JavaScript+DOM 工具,由客户端自行完成量操作和切换,只在需要更新部分数据时才与服务器进行交互,并且交互仅局限于更新的数据部分,不更新界面,这样比较接近于传统的 C/S 架构的程序风格,使用户体验比较满意,同时服务器的负载较为轻松。

影像学教学必然涉及图像处理,首先遇到的一个问题是上传图像文件。在现有 ASP.NET 框架中只能上传单个文件,不能适应维护工作的需要。为实现

多文件同时上传,本系统采用 JavaScript+Flash 技术,单独开发了多文件上传组件,使其嵌入到维护页面中,由于 IE 6.02 以上版本对于 Flash 的良好支持,使这一问题得到顺利解决。本系统基本使用 JavaScript+CSS 来实现一些简单的图像处理功能,辅以 JavaScript+VML 来实现一些简单的图形绘制功能,取得了比较理想的效果(图 4)。

我院八年制实习医师使用此系统后认为效果更接近临床实际,通过自测能更好地掌握知识,给出了较高评价。但本系统尚存许多需要改进之处,拟于学习中心增加教学课件区,通过软件直接将教师授课用课件放到网页浏览,而不需要使用者下载到本地;考试中心增加统计功能,就具体题目的准确率进行统计,方便教师分析题目错误率高的原因,改进教学。未来可增加病例相关的临床、检验、病理等信息,借助医院信息系统(HIS)实现全院教学,甚至可通过互联网服务于更多医务人员。

总之,本系统是一种基于 PACS 的、独立的、具有完全自主知识产权的教学系统,使不同层次的学生能够系统、方便地学习各种疾病的影像诊断与鉴别诊断;同时具有开放性,既可将已有教学胶片、稀有病种扫描入教学系统,又能充分利用 PACS 的丰富的病例资料,并及时更新,具有更高的推广性、便于维护。本系统有助于提高医学影像学教学水平,并将带来一定的社会效益。

[参考文献]

- [1] Sinha S, Sinha U, Kangaroo H, et al. A PACS-based interactive teaching module for radiologic sciences. AJR Am J Roentgenol, 1992, 159(1):199-205.
- [2] 魏渝清,胡建,王学建,等.医学影像存档与通讯系统在影像诊断教学中的初步应用.中华放射学杂志,2003,37(8):755-758.
- [3] 杨小庆,杨明,刘斌,等.医学影像图像存储与传输系统在医学影像学教学中的应用.中华医学教育杂志,2007,27(4):61-63.
- [4] 刘彦平,李萍,白海燕,等.多元化测试方法的研究与实践.医学教育探索,2010,9(9):1249-1251.
- [5] Gentili A, Chung CB, Hughes T. Informatics in radiology: Use of the MIRC DICOM service for clinical trials to automatically create teaching file cases from PACS. Radiographics, 2007, 27(1):269-275.