

# 基于 Web 的脑肿瘤辅助决策系统的设计和实现

万遂人, 成飞, 孙钰

东南大学生物科学与医学工程学院, 南京 210096

**摘要** 随着磁共振图像和波谱在脑肿瘤诊断中的应用研究的日益增多, 迫切需要建立数据库来存储管理大量的磁共振图像、波谱数据以及病人信息, 并开发数据共享平台, 为进一步的分析研究提供便利。本文采用 MySQL+Apache+PHP 的 B/S/S 体系结构设计开发了一个基于 Web 的脑肿瘤诊断辅助决策系统, 系统使用基于 MVC 模式的 Zend 框架, 实现了用户信息管理, 病人病历管理, 磁共振图像和波谱数据的查询、下载、上传, 脑肿瘤体积计算和位置显示等功能, 为医生、波谱研究人员、三维重建人员提供了便利, 为磁共振波谱对脑肿瘤的进一步研究奠定了基础, 对远程医学资料共享和远程诊断具有实用价值。

**关键词** 脑肿瘤; MRS; MRI; Zend 框架; Web 系统

**中图分类号** TP3

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.35.010

## Design and Implementation of Web-based Decision Support System for Brain Tumor

WAN Suiren, CHENG Fei, SUN Yu

School of Biological Science & Medical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China

**Abstract** With the increasing application of Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Spectroscopy in brain tumor diagnosis, a data sharing platform becomes an issue for the storage and management of a large amount of data. In this paper, by using the B/S/S structure of MySQL +Apache+PHP, a Web-based brain tumor decision support system is designed and developed, with the Zend framework which supports the MVC pattern, the user information management, the patient medical record management, and the quick and effective searching, downloading and uploading of the data of the Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Spectroscopy data. The system also provides functions for doctors to find out the location and size of the tumor in brain. The system can be used by doctors, spectrum researchers and three-dimensional reconstruction staff. The importance of Magnetic Resonance Spectroscopy on future research of brain tumor, and the practical value of this web system with respect to the remote medical information sharing and diagnosing are also discussed.

**Keywords** brain tumor; MRS; MRI; Zend framework; Web system

### 0 引言

脑肿瘤是一种发病率和致死率较高的神经系统病症, 是医疗系统和医学研究的一个难题<sup>[1]</sup>。磁共振成像(MRI)能提供人体器官和组织清晰直观的三维解剖图像, 是目前脑肿瘤诊断的最主要影像检查手段, 氢质子磁共振波谱(MRS)作为目前唯一无创活体检测方法, 能够对脑组织内生代代谢物质进行定量测量, 成为 MRI 在颅内肿瘤的鉴别诊断及脑肿瘤的定性分级方面的有益补充<sup>[2]</sup>。

国内, 袁克虹等<sup>[3]</sup>基提出一种与 PACS 系统相结合的数据库; 王星等<sup>[4]</sup>构建了 SQL Server 2000 与 XML 技术的正常人脑磁共振医学图像信息数据库; 胡宝梅等<sup>[5]</sup>基于 ASP 技术构建了 DICOM 医学图像管理查询系统。而将磁共振与波谱相结合的数据库研究仍未见报道, 迫切需要一个能够提供波谱定位信息的磁共振图像与波谱数据库。

本系统采用了 PHP+Apache+MYSQL 技术, 构建了基于 Web 的脑肿瘤磁共振图像和波谱数据的共享和管理平台, 并

收稿日期: 2012-09-06; 修回日期: 2012-10-18

作者简介: 万遂人, 教授, 研究方向为磁共振及小波理论, 电子邮箱: srwan@seu.edu.cn

提供了简单的数据处理功能和脑肿瘤分析算法。PHP、Apache 和 MYSQL 均开源且适用于多操作系统,使得系统具有很好的平台移植性和易操作性。

### 1 数据文件和数据库

本系统包含两组数据:临床数据和用户数据。临床数据来自于江苏省人民医院和南京市鼓楼医院,用户数据是为系统安全性和限定使用者的权限而设计。

临床数据的设计借鉴 DICOM 的 E-R(实体-关系)模型,按照病人-检查-序列-数据 4 个层次设计。病人层包括病人姓名、性别、出生日期、目前所属医院等属性。每个病人可能有多个检查层,检查层有检查的开始时间、结束时间、检查医院、症状、检查所见、诊断结果等属性。每个检查层可能又包含多个磁共振序列,磁共振序列有开始时间、结束时间和磁场强度等属性,每个序列层又包含多个 MRI 数据文件和 MRS 数据文件。

用户数据包含注册用户信息和用户留言信息,为保证系统的安全性<sup>[6]</sup>,为不同身份的用户规定了不同的权限<sup>[7]</sup>。例如,只有医生才有限权修改病人病历信息。

#### 1.1 数据文件存储结构设计

本系统将 MRI 和 MRS 数据文件存放于服务器根目录

下,而数据库主要组织管理数据文件,维护数据文件的索引信息和层次关系。

本系统原始数据文件是各大厂商,如 GE、Siemens、Philips 的 MRI 和 MRS 数据文件,由于这些文件并不是都遵循医学数字成像与通信标准 (Digital Imaging and Communication in Medicine, DICOM),所以需要经过一定标准的数据工具的处理<sup>[8]</sup>,处理后的目标数据文件按照病人-检查-序列-数据 4 个层次存储在 Web 服务器根目录下。病人 ID 字符串作为病人层的文件夹名。检查层则用病人做检查的日期作为文件夹名。同一个检查层下,可能会同时存在不同的序列层: DICOM 序列层与 MRS 序列层。与这两层并列的 Document 文件夹用于存放此组波谱文件和定位 DICOM 的描述信息。MRI 序列层存放 DICOM 文件和由此生成的 JPEG 图像。MRS 序列层的子文件夹 MRS\_RAW 存放波谱数据,波谱数据一般分为非水抑制(W)文件和水抑制(WS)文件。与 MRS\_RAW 平级的子文件夹 MRS\_PS 为生成的额外空目录,可以由数据管理员手动存放用波谱处理工具(如 JMRUI)处理过的数据,这些额外文件夹下的文件可以由系统使用者查询和下载。

#### 1.2 数据库模型

根据上述临床数据和用户数据的设计以及数据文件的存储结构,设计了图 1 和图 2 所示数据库模型。

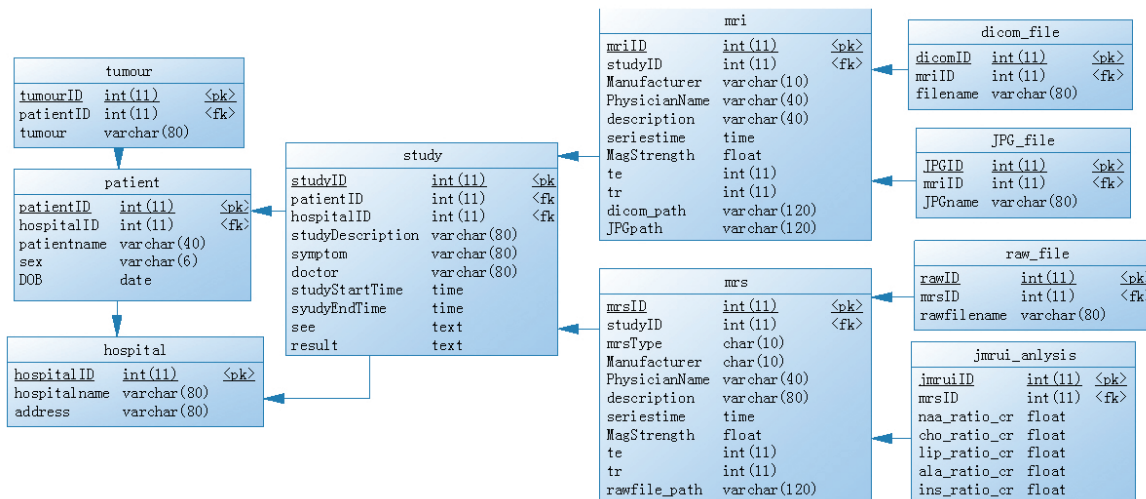


图 1 临床数据数据库模型

Fig. 1 Database model of clinical data

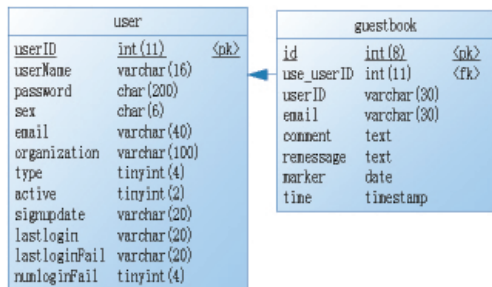


图 2 用户数据数据库模型

Fig. 2 Database model of system user data

## 2 系统设计和实现

### 2.1 系统主要功能

系统主要有 7 大功能模块,并为不同的用户规定了不同的使用权限。系统的功能结构如图 3 所示。

用户信息管理模块是为了系统安全和用户权限而设置的<sup>[6-7]</sup>,管理员可以浏览修改所有普通用户的信息,删除用户或封停用户,普通用户则只能对自己的部分资料,如登录密码进行查看修改。

病人病历管理模块只对身份是医生的用户开放权限,包

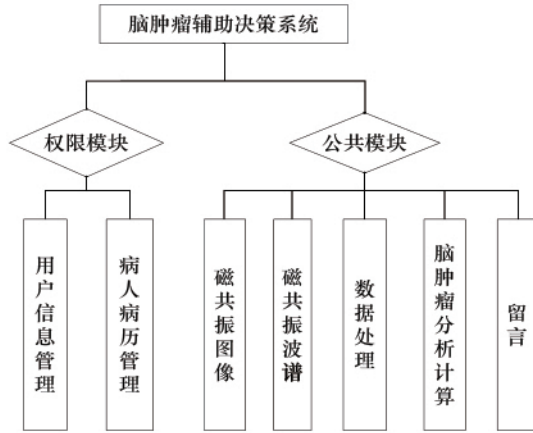


图 3 系统功能结构

Fig. 3 Structure of system function

括如下功能:浏览所有病人信息,条件查找、添加、修改、删除病人资料,检索符合查询条件的病人病历,根据病人 ID 详细查询病人资料和病人所有的病历信息。

磁共振图像模块主要对 MRI 原始数据文件 (DICOM 文件) 和经过数据处理工具生成的大量 JPG 图片进行管理,支持按照病人、检查和肿瘤类型进行检索。考虑到一个病人的一个检查序列可能会出现几百幅乃至上千幅图像的情况,在浏览器页面采取缩略图的形式显示,为提高显示速度,对缩略图进行缓存存储。点击缩略图可查看大图和进行一些简单的图像处理操作,如图像的缩放、旋转、下载等,以方便后期的三维重建人员研究使用。

磁共振波谱模块主要是对经过处理工具处理过的 MRS 数据文件进行管理,提供波谱文件的上传和下载功能。为保护病人隐私和数据安全,下载得到的数据全部经过匿名化处理。支持按照病人、检查、序列、波谱分析结果和肿瘤类型进行检索,查询结果页面支持分页显示。

数据处理模块可以实现 DICOM 文件和波谱数据文件的批量解析、分类、匿名化,并加以整理和压缩<sup>[8]</sup>。

脑肿瘤分析计算模块是利用磁共振波谱信息对磁共振图像进行肿瘤分割和体积计算,得到含体素的图像上肿瘤范围及体素范围内的脑肿瘤体积<sup>[9]</sup>。

留言模块,普通用户可以提交、浏览、修改、删除个人留言,管理员用户可以浏览、回复、删除所有用户留言。

除以上 7 大基本功能模块外,系统还允许管理员用户对分类整理好的批量数据,如病人病历数据、检查数据、磁共振图像数据、波谱数据等以 Excel 格式上传至数据库。

## 2.2 系统功能实现

系统的 Web 程序开发使用 Zend 框架,作为一种热门的开源 PHP 技术,Zend 框架采用 MVC 架构模式来分离应用程序中的功能模块,具有模块化的结构设计特点,并拥有丰富的组建支持和完善的文档资料。

### 2.2.1 MVC 设计模式原理

MVC(Model-View-Controller)即模型-视图-控制器,MVC

设计模式要求在应用开发中把商业逻辑、界面显示和数据分离,增加代码重用率,减少数据表达、数据描述和应用操作耦合度,同时使软件可维护性、可修复性、可扩展性、灵活性以及可封装性大大提高。MVC 模式通过创建模型层、视图层和控制层 3 个层次将面向对象的设计与可视化接口分开<sup>[10]</sup>。

Zend 框架中 MVC 设计模式的实现流程见图 4,浏览器在接受请求后调用 Router 和 Dispatcher 定位到某个控制器,然后该控制器结合相应的 Model 和 View 将结果反馈浏览器。

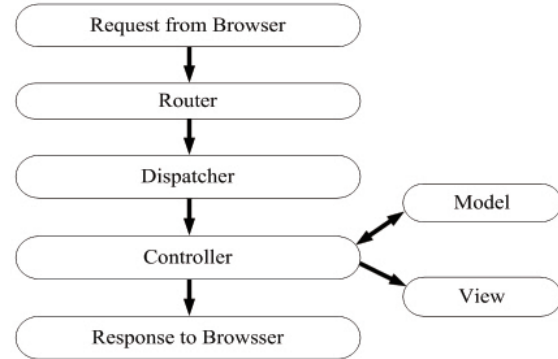


图 4 Zend 框架中 MVC 模式实现流程

Fig. 4 Flow chart of MVC mode in Zend framework

### 2.2.2 编程实例

本系统为 7 大不同功能模块分别建立其各自对应的控制器、模型和视图,当需要调整某一模块的功能时,只需找到其对应的控制器、模型和视图文件进行修改,而不需要改动系统的其他部分,增加了系统维护修改的灵活性并减少了程序间的耦合性。

表 1 为分别对应用户信息管理、病人病历管理、磁共振图像、磁共振波谱、数据处理、脑肿瘤分析计算和留言这 7 个功能模块的控制器、模型和视图。

表 1 网站的 MVC 设计

Table 1 MVC design of website

Controller	Model	View
UserController	UserModule	scripts/user
PatientController	PatientMoudle	scripts/patient
MriController	MriModule	scripts/mri
MrsController	MrsModule	scripts/mrs
DatatoolController	DatatoolMoudle	scripts/datatool
TumorController	TumorModule	scripts/tumor
MessageController	MessageModule	scripts/message

因为系统的模块较多,限于篇幅,本文仅选取病人病历模块的病历检索功能做进一步讨论。

从程序代码看,控制器 PatientController 是一个类,包含 showAciton()、searchAction()、deleteAction()、addAction()、modifyAciton()这样的一些成员函数(即动作(Aciton),也称为方法),

负责显示、查询、删除、添加和修改病人病历信息。

模型层用来存放操作数据库代码,为控制器创建一个访问数据库的接口,文件 patient\_db.php 和 study\_db.php 用来存放连接数据库的代码,模型文件 patientModule.php 和 studyModule.php 用来存放操作数据库中 patient 和 study 数据表的成员函数。

视图层存放与每个动作对应的视图文件,此处包含 show.phtml、search.phtml、delete.phtml、add.phtml 和 modify.phtml 文件,视图页面用 DreamWeaver 软件设计,为使页面美观实用,会用到 DIV+CSS 以及 JS 技术。

showAction()方法调用 getpatientinformation()函数,并结合视图文件 show.phtml 将病人信息呈现在页面上,如图 5 所示。



图 5 病人信息页面

Fig. 5 Patient information page

searchAction()方法调用视图文件 search.phtml,将病人病历检索表单呈现在页面上,检索信息包括病人基本信息,检查所见信息可根据用户需求动态增添:如海马高度、脉络膜裂宽度、内嗅皮层厚度、颞叶干宽度、侧裂尺宽度,多种物质的 NAA/CR 和 MI/CR 及医生诊断结果等,如图 6 所示。

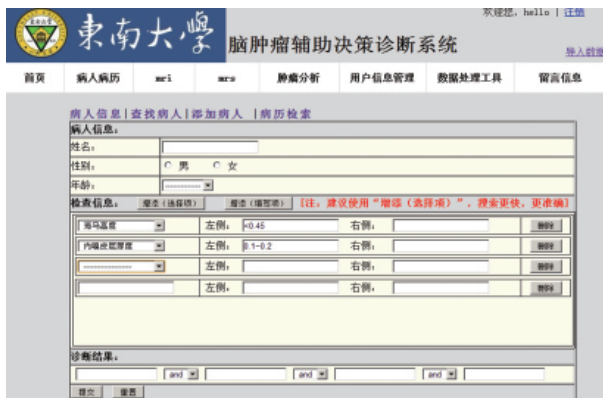


图 6 查找病人表单

Fig. 6 Patient search form

当医生填写表单并提交后,searchAction()方法会对浏览器的 POST 请求进行处理,调用 patientModule.php 中的 fetchpatient(\$patientID, \$sex, \$age, \$hospitalID)函数对数据库里的病人基本信息记录进行查询,studyModule.php 中的

fetchmedreport(\$patientID, \$see, \$result)对符合 fetchpatient()查询结果的 \$patientID 病历进行检索,searchAction()方法调用 getsearchshow()函数并结合视图文件 search.phtml 将查找结果呈现在页面上。当点击病人姓名时,出现其详细的病历信息,并将查询结果保存为 Excel 文件。图 7 所示结果的查询条件为海马高度左侧小于 0.45cm,海马高度右侧小于 0.45cm,内嗅皮层厚度左侧在 0.10—0.20cm 之间。

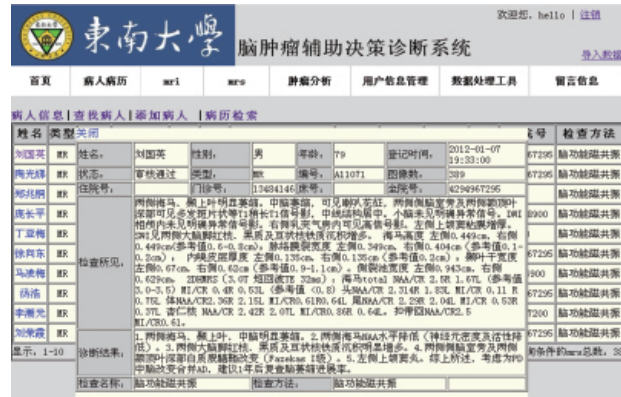


图 7 病人病历检索结果

Fig. 7 Retrieved results of medical records

### 2.3 系统的页面设计和实现

系统首页按照从上往下的顺序设计,分为标头区、导航区和内容区(图 8)。导航区列出了系统的 7 大功能模块,内容区为一个框架,用于显示对应于导航区的功能页面。

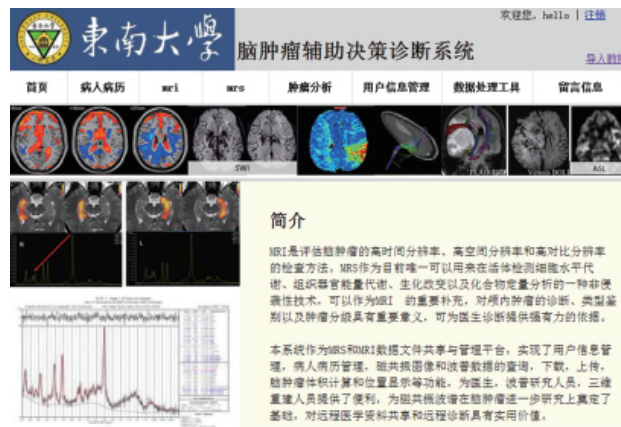


图 8 系统首页

Fig. 8 Homepage of the system

### 3 结论

结合磁共振图像和波谱在脑肿瘤诊断中的重要作用,提出了基于 Web 的磁共振数据管理与处理系统,设计了 7 个功能模块,提出了基于 DICOM 的 E-R 模型的磁共振数据存储结构,并在此基础上阐述了如何使用 Zend 框架实现 Web 功能模块。本文的工作为医生、波谱分析人员和三维重建人员

的工作提供了便利,对远程医学资料共享和远程诊断具有实用价值。

下一步将优化肿瘤分析算法,并添加脑肿瘤分类器算法到服务器,对于难以判断类型和级别的脑肿瘤病人,系统将利用病人的磁共振图像和波谱数据做出初步分类,辅助医生进行医学诊断。

**致谢** 感谢南京鼓楼医院放射科张冰主任提供磁共振图像。

### 参考文献 (References)

- [1] Dupplaw D, Croitoru M. A knowledge-rich distributed decision support framework: A case study for brain tumour diagnosis[J]. *The Knowledge Engineering Review*, 2011, 26(3): 247-260.
- [2] Hwang Y F, Huang T Y, Hwang S L, et al. Differentiation among metastatic brain tumors, radiation necrosis, and brain abscess using proton magnetic resonance spectroscopy[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2004, 20(9): 437-441.
- [3] 袁克虹, 陈自强, 贾少微, 等. 基于内容的脑部 MRI 影像搜索的医学信息系统的研制[J]. *北京生物医学工程*, 2007, 26(6): 612-624.  
Yuan Kehong, Chen Ziqiang, Jia Shaowei, et al. *Beijing Biomedical Engineering*, 2007, 26(6): 612-624.
- [4] 王星, 陈楠, 李坤成. 基于两种技术的正常人脑 MRI 图像信息数据库[J]. *中国医疗设备*, 2008, 23(11): 28-30.  
Wang Xing, Chen Nan, Li Kuncheng. *Digitalized Hospital*, 2008, 23(11):

28-30.

- [5] 胡宝梅, 朱俊, 李久楷. 基于 DICOM 医学图像的传输和查询系统的设计[J]. *中国医学物理学杂志*, 2009, 26(2): 1081-1082.  
Hu Baomei, Zhu Jun, Li Jiukai. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2009, 26(2): 1081-1082.
- [6] Liang X, Bo H, Croitoru M, et al. A knowledgeable security model for distributed health information systems[J]. *Computer & Security*, 2010, 29(3): 331-349.
- [7] 张大慧. 基于脑肿瘤磁共振图像和波谱的 Web 数据库开发[D]. 南京: 东南大学, 2011.  
Zhang Dahui. The development of Web database based on brain-tumor magnetic resonance imagine and spectrum [D]. Nanjing: Southeast University, 2011.
- [8] 黄慧. 基于 JAVA 的磁共振数据处理工具的开发与 WEB 应用的实现[D]. 南京: 东南大学, 2011.  
Huang Hui. The development and Web application of a Java based MR data processing tool[D]. Nanjing: Southeast University, 2011.
- [9] 仲华. 基于磁共振波谱信息的脑肿瘤分割与体积计算[D]. 南京: 东南大学, 2011.  
Zhong Hua. Brain tumor segmentation and volum calculation based on magnetic resonance spectroscopy[D]. Nanjing: Southeast University, 2011.
- [10] 张朝阳, 熊淑华, 衡丽. 基于 Zend Framework 的网站设计与实现[J]. *计算机技术与发展*, 2011, 21(11): 197-200.  
Zhang Zhaoyang, Xiong Shuhua, Heng Li. *Computer Technology and Development*, 2011, 21(11): 197-200.

(责任编辑 马宇红,朱宇)

·学术动态·



## “第十四届全国生物材料大会”征文

“第十四届全国生物材料大会”将于 2013 年 9 月 22—25 日在西安召开,该会由中国生物医学工程学会生物材料分会主办。

**征稿范围:**(1)生物医用高分子材料;(2)生物医用无机非金属材料;(3)生物医用金属材料;(4)生物医用复合材料;(5)组织工程与干细胞;(6)纳米生物材料及纳米技术;(7)生物矿化与仿生制备;(8)生物材料的表面修饰及其生物应答特性;(9)药物多功能载体与控释;(10)生物医学材料的组织再生及临床应用研究;(11)生物材料表征和生物相容性评价;(12)骨科生物力学和力学生物学;(13)生物材料及医疗器械的先进加工成型技术研究;(14)其他。

**摘要截稿日期:**2013 年 4 月 30 日。

**论文截稿日期:**2013 年 6 月 30 日。

**电子信箱:**ninbrc@163.com。

**大会网站:**www.c-nin.com/download/%E7%94%9F%E7%89%A9%E6%89%80.htm。