

基于 XML 的电子病历系统^①

陈 可

(南京市胸科医院 信息科, 南京 210029)

摘 要: 文章针对传统病历书写中存在的医疗信息传递慢, 历史病历调阅繁琐等问题, 提出并实现了基于 XML 技术的电子病历系统设计方案。该系统作为临床信息数据的载体, 以患者诊疗信息为主线, 借助 Web Services 开发平台, 集成了医嘱、医技、护理及传染病报病等信息, 实现了数据查询与集成。本系统克服了传统手写病历管理只重病历的终末监控的问题, 强化了对病历的多点、多方位监控。

关键词: 临床信息系统; 电子病历; 医院管理信息系统; 可扩展标记语言; 信息集成

Electronic Medical Record System Based on XML

CHEN Ke

(Information Department, Nanjing Chest Hospital, Nanjing 210029, China)

Abstract: According to the problems of medical information transmission delaying and time consuming of browsing anamnesis in the hand-writing medical records, the design solution of the electronic medical record based on XML was raised and complemented. By the development platform of Web Services, the clinical information centered by patients was integrated by the support of EMR, including the physical orders, medical technical inspections, nursing care and infectious diseases' reports. And the information query and integration was implemented in the system. By applying the electronic medical record system, supervision on medical records from multi-direction is being substituted for emphasis on terminal quality control only in hand-writing medical records.

Key words: clinical information system (CIS); electronic medical record (EMR); hospital information system (HIS); extensible markup language(XML); information integration

1 引言

随着网络通信技术的发展, 医院信息化的建设发展由早期的单机收费、简单收费系统, 逐渐过渡到临床信息系统 (Clinical Information System, CIS), 系统架构也由以医院为中心转变为以病人为中心。在这场信息技术骤然兴起的浪潮中, 病历信息的收取、传递和分析方式正发生着变化, 传统的纸质病历正逐步被取代。电子病历 (Electronic Medical Record, EMR) 作为 CIS 工作流的核心, 其意义不能狭义地定义为单纯文字数值的集合, 它所强调的是以病人为中心的计算机信息化, 意义在于改进医疗质量、提高医疗效率、防止医疗差错^[1]。例如为达

到防止用药差错的目标, 可以通过运用知识库和电子化手段对医生下达处方、药房调配到护士给药等一系列环节加以审核和报警提醒。EMR 在规范医疗文书、病历检索及病案管理等方面越来越凸显其重要性, 故其开发已成为必然趋势。

随着《医疗事故处理条例》、《病历书写基本规范》及《最高人民法院关于民事诉讼证据的若干规定》的实施, 国家对病历质量和管理提出更高的标准和要求^[2], 开发研究 EMR 系统既是医院信息化的重要课题, 也是医院尽快适应各项配套文件亟待解决的问题。为此, 我院于 2010 年开发实施 EMR 系统。

^① 收稿时间:2011-09-28;收到修改稿时间:2011-11-04

2 EMR系统的设计研究

2.1 EMR 系统目标

我们认为一个优秀的 EMR 系统要满足三个目标：一、操作界面的使用应当简便、录入迅速并支持自由化医学语言输入；二、数据存储应当科学化、结构化，形成以病人为中心的多级存储结构，不仅可以降低存储访问时间，也降低了存储因素对程序性能的影响，便于今后数据挖掘和利用，实现海量存储和实时存取的统一^[3]；三、与医院现有的其他信息系统的系统集成。

基于这些目标，我院在建立 EMR 系统时应首先考虑其与相关临床信息系统的集成；其次是 EMR 模板维护平台的设计，让医护人员能方便地自行建立各种疾病的病历模板，重复利用；第三，数据结构化录入/存储的实现。除此以外，系统还应满足安全机制，质量控制、并发控制和数据挖掘等要求。

2.2 病历的 XML 文档描述

目前 EMR 的建立是基于医院三大系统——医院信息管理系统(Hospital Information System, HIS)、医学影像信息通讯与管理系统(Picture Archiving and Communication System, PACS)和实验室信息系统(Laboratory Information System, LIS)所提供的数据。HIS 使用的是医院信息系统电子数据交换标准(Health Level Seven, HL7)^[4]，PACS 则使用数字化图像传递标准(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)^[5]。为避免不同系统之间数据交换标准的差异，国际医学信息领域已制定了基于 DICOM 和 HL7 标准的集成化健康信息系统信息交换和技术架构(Integrating the Healthcare Enterprise, IHE)^[6]。西方发达国家现大都已设立国家级 EMR 发展项目，美国国家医学图书馆已制定出统一医学用语系统(Unified Medical Language System, UMLS)，这不仅促进全球医学用语的标准化，更会带动病历信息的数据共享^[7]。但目前，我国尚无针对 EMR 数据模型的统一标准，要实现病历信息共享，就要把分散在医院各部门的数据转换为一个统一的模板，可扩展标记语言(Extensible Markup Language, XML)就为病历内容的描述提供了有效手段，以检查报告为例，心脏超声与腹部超声的报告格式存在区别，传统的数据库方式是将检查报告抽象为一种统一的结构，但却无法体现各种报告的区别，要解决这一

问题只能依靠修改应用程序来实现。而在 XML 方式下，可将它们设计成不同的文档类型定义(Document Type Definition, DTD)^[8]，再将新设计的报告集成到系统中来而无须修改已有的软件。显然，相对于传统数据库方式，这种依托 XML 技术的数据存储模式更适于描述病历这种复杂的内容以及其中出现的不同结构内容的变化，使系统间交换的信息可以互相“理解”^[7]。

2.3 系统整体框架设计

我院 EMR 系统是基于 J2EE(Java 2 Platform Enterprise Edition)企业级开发框架设计的，以 XML 技术为开发基础。前台客户端采用基于 Ajax 的用户界面(User Interface, UI)组件整合而成，考虑到病历文件的海量数据及病历信息的结构化存储，数据库管理软件选用 IBM 公司开发的 DB2 XML 9.0，以提高针对 XML 文档的查询效率。整体架构采用浏览器/服务器(Browse/Service, B/S)模式，用户工作界面通过 IE 浏览器展现，极少部分事务逻辑在前台浏览器实现，主要事务逻辑在服务器端完成。应用服务的中间件选用 Websphere 7.0，通过封装业务规则，完成应用层与数据层间的各种消息通讯，实现各应用层与中心数据库之间的数据复制，从而达到各局部数据库之间、局部数据库与全局数据库之间的数据同步。和传统的两层结构(即 C/S)相比，三层架构体系将表示层、业务逻辑层、数据层分离，使系统具有很强的可扩展性和管理性，这一特性使得在现有的信息管理平台内，能够较快安全地加入不同的业务应用系统，并为各个应用系统的信息共享提供了技术支撑点。

EMR 系统的设计框架是以医疗文档为中心，实现对患者病史、病程、手术、谈话、护理等记录内容的有痕编辑与修改，病历内容全部存入数据库中。用户通过病历归档实现异构化环境下的病人信息集成，并实现集中长期存储管理的方法。EMR 的框架结构如图 1 所示。

3 EMR的开发实现

3.1 病程记录的核心模块

系统分为首页、病程、医嘱、检验/检查、护理、手术等信息，各部分数据相互关联、集成、共享。以病程记录为例，主要包含以下 8 大功能模块：

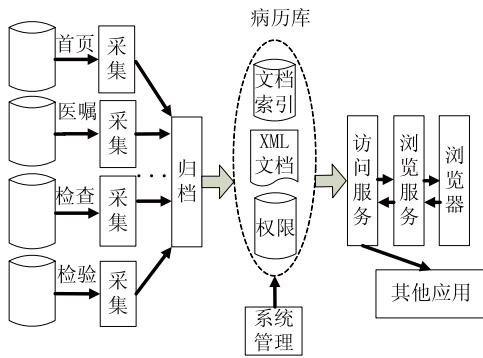


图 1 EMR 系统的结构及组成

- ① 入院记录模块：用于病人入院基本信息的书写。
 - ② 病程记录模块：用于连续编排的病程记录书写。
 - ③ 其他记录模块：用于不连续编排的病程记录和某些特殊病程记录书写。如转入记录，术后病程记录。
 - ④ 检验/检查申请模块：用于检验/检查申请单的书写与其结果的查询。
 - ⑤ 知情文件模块：用于手术知情同意书的书写。
 - ⑥ 数据参考模块：用于入院记录、病程记录、其他记录、检验/检查申请和知情文件的关联信息。
 - ⑦ 质量监控模块：用于病历书写规定时限和部分内容形式质量监控。
 - ⑧ 扩展接口模块：用于与其他系统的功能链接。
- 以上功能模块突出两条主线，一是病历文书；二是质量监控。模块间的信息共享通过数据参考实现，EMR 的核心功能模块关系如图 2 所示。

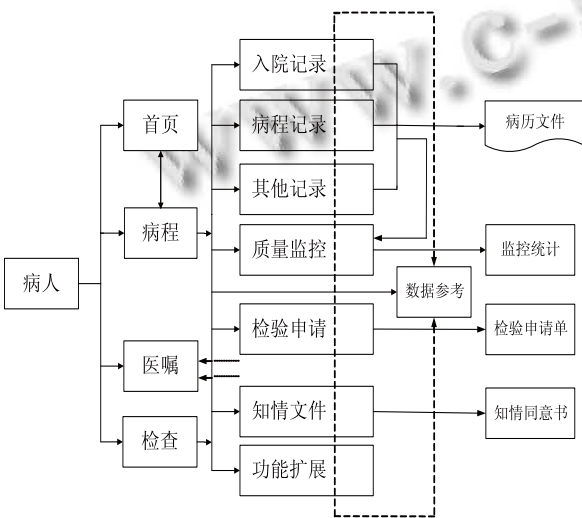


图 2 EMR 的核心模块关系图

3.2 EMR 开发的关键技术

基于病历描述的复杂性，加之临床医师对疾病本身的诊疗又有个人独立的见解，采用的诊疗方式也不尽相同，病历的内容及结构习惯是因人而异的，没有强烈的逻辑规律性，因此不适用关系型数据库来描述。我院在设计 EMR 存储数据库时，选用关系型与原生 XML 相结合的数据库，用元素表示组成文件的逻辑部件，在元素上作标记以标明数据的含义，并以简单的嵌套和引用来表示元素间的关系^[9]。比如，首程中有很多信息来源于入院记录中的主诉、现病史及辅助检查；护理记录中有相当的信息来源于医生的医嘱。针对这一情况，我们可通过 XML 语言设计一份统一的数据结构，将各个单据的关键词及各单据可能共享的信息全部设计为一个一个节点，运用 XML 中 XSL 的格式化描述功能对每个单据设计一种表现方式。

关系型与原生 XML 相结合的数据库直接保留原来树状结构形态的数据进行存储，用户可以忽略底层的数据是存储于关系型数据库还是 XML 数据库，而直接通过 SQL 或 XQuery 进行查询，如图 3 所示。

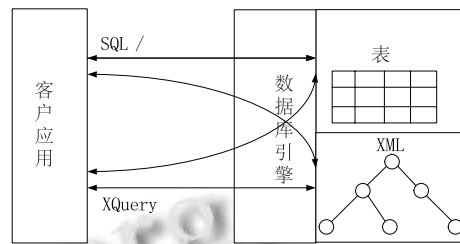


图 3 SQL 或 XQuery 透明查询

XML 格式数据贯穿于 EMR 的整个业务数据流程中，在数据传输方面，采用对象关系映射(Object-Relational Mapping, ORM)技术。当前台向服务后台传输业务数据时，页面中所有 UI 组件的数据都以 XMLRequest 对象的形式拼装在一个 XML 文件中发往后台，事务控制层根据 XML 的功能属性配置选择请求的服务功能模块加以处理，服务功能处理模块将业务数据根据数据映射 XML 配置属性映射到关系型数据库的不同字段属性中^[10]。通过基于 WEB Services 技术的开放式病历访问接口与后台数据库进行信息交互，数据库的所有操作均在 Hibernate 规范框架内完成。不仅让操作业务更安全，数据库互通更规范，更方便了业务逻辑调用及第三方软件对医疗信息的共

享。另外，系统支持 J2EE 规范的 JMS 服务，并以该中间件技术为基础研发跨系统通讯的数据引擎，方便与医院现有的其他系统进行数据对接，如 HIS、LIS 和 PACS，实现对患者医疗信息集成。系统的技术框架如图 4 所示。

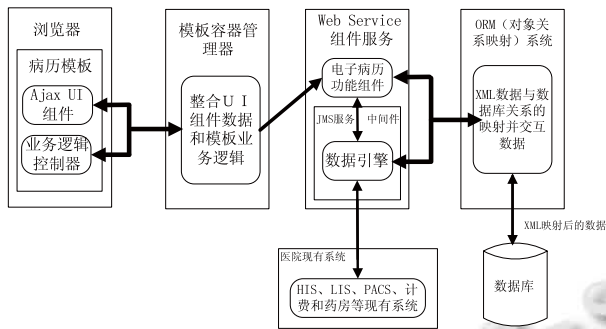


图 4 系统的技术框架图

3.3 系统特性

① EMR 服务功能的强弱依赖于病历信息的结构化表示^[3]。在本系统中，建立以病人为中心的数据归档，患者基本信息、医嘱、检验报告等均表现为结构化信息；患者症状、检查报告等都表现为半结构化信息；病程记录则表现为自由化信息，实现病人的结构化病历。

② 实现与 HIS、LIS 系统的数据集成，有效利用患者信息。比如，通过患者的住院号，可实现对该患者医嘱、检查/检验、病程、手术、会诊、体温单等所有就诊资料的调阅。图 5 是 EMR 系统的数据参考，它将病人在 HIS、LIS 中产生的就诊信息集于一体，便于医生在病人住院期间对病情的综合分析与治疗。



图 5 EMR 系统的数据参考

③ 实时监控病历书写时限和内容。依照病历书写规范的书写时限要求^[11]，EMR 设置了事前提醒和事后警告功能，提前提醒相关医护人员及时书写相关病历文书，超过时限未完成的病历记录则自动警告相关医护和质控人员，图 6 是 EMR 系统的控制台信息，有关记录将体现于此，提醒医生在规定时间内完成病历书写。



图 6 EMR 系统的控制台信息

④ 保证病历内容的严谨性及安全性。EMR 规定未经授权的用户无法浏览并修改病历，病历的有痕修改依照三级管理权限^[10]，遵循以下规则：

(1) 医生写完病历后，需上级医师审签。签字后，同级医生不可相互修改病历内容，如需修改，由上级医生亲自修改。我院现暂未使用电子签名机制，依旧保留医生手签模式；

(2) 上级医生可修改下级医生签字后的病历内容；

(3) 每一次的修改内容，都会记录在修改痕迹表中，在 EMR 系统的控制台，通过点击功能按钮，查看修改痕迹。

EMR 屏蔽了其他病人病历内容及系统以外的文本复制功能，但患者本人的既往信息可供医生参考。

⑤ 传染病报病功能。作为江苏省规模最大的胸部专科医院，我院在传染病上报工作上提出了更高的要求。EMR 系统集成了肺结核、肿瘤、慢性病、性病等传染病的报告，医生在报告界面上做出疾病选择，报告内容反馈到院感科，在对报告内容审核后通过中国疾病预防控制中心的直报系统上报，有效缩短相关报卡从医生端到医院管理部门的时间。

⑥ 特殊打印功能。形式上具有续打及选页打印;内容上具有原件打印和清洁打印,清洁打印即屏蔽修改后记录,使文件版面整洁清晰。

⑦ 扩展功能。按照国际通用标准进行模块化扩展,如与 PACS 接口(DICOM3.0),远程会诊和教学接口(TCP/IP),兼容 HL7 接口,语音识别输入接口,以及与医疗保险和个人信息服务等系统的接口。

4 结语

本文基于 Web 技术,提出了基于 XML 技术的 EMR 系统,并给出了 EMR 架构设计方案和系统功能特性,实现了 EMR 与医院其他医疗系统的数据集成。相对纸质病历而言,EMR 具有较强的实时性,在一定程度上减轻了医护人员的工作负担,提升了工作效率,同时,对于国家正在推行的“医疗实名制”,EMR 的实施也起到了重要的驱动力。

参考文献

1 薛万国.我国电子病历研究进展.中国医院管理,2005,25(2):17-19.

- 2 王兴林,姚军.电子病历潜在的法律风险分析及研究.中华医院管理,2007,23(2):140-142
- 3 王炳胜,王景明,李永申,等.电子病历存储方法探讨.中国医院管理,2007,27(12):86-89.
- 4 Health Level Seven (HL7) Version 3.0,Michigan:Health Level Seven Inc,2003.
- 5 Digital Image and Communication in Medicine (DICOM) Version 3.0,Germany:ACR/NEMA,2007.
- 6 Integrating the Healthcare Enterprise:IHE Technical Framework,Revision 4.0,HIMSS/RSNA,2007.
- 7 李昊旻,薛万国,段会龙,等.电子病历与标准化和结构化.中国数字医学,2009,3(10):9-12.
- 8 郑重,薛万国.XML 签名在电子病历系统安全中的应用.计算机系统应用,2005,14(2):15-17.
- 9 吴伶俐,刘洪星.基于 XML 的结构化电子病历系统设计,计算机工程与设计,2007,28(1):473-476.
- 10 胡业发,陈娟,陶飞,等.基于 XML 的电子病历数据模式研究,计算机工程与设计,2007,28(4):914-916.
- 11 唐维新.病历书写规范.东南大学出版社,2003.132-134.

(上接第10页)

的不同,通过灵活的配置获取不同的物理资源,使各种系统同时运行在同一物理主机中。通过分层设计的划分方案,在满足某些高吞吐量和时间至关重要应用需求的前提下,尽量保证了整个系统的安全性和可靠性。

目前的原型系统中,Linux 还没有成功运行在次特权态,完善分层的运行结构将是下一步将要完成的工作重点。

参考文献

- 1 Kyueun Yi, Jean-Luc Gaudiot. Features of Future Network Processor Architectures.jva. IEEE John Vincent Atanasoff 2006 International Symposium on Modern Computing (JVA'06),2006.69-76.
- 2 Paul Barham, Boris Dragovic, Keir Fraser, Steven Hand, Tim Harris, Alex Ho, Rolf Neugebauer, Ian Pratt, Andrew Warfield. Xen and the art of virtualization. Proc. of the Nineteenth ACM symposium on Operating Systems Principles (SOSP19). 164-177.

- 3 Bugnion E, Devine S, Rosenblum M. Disco: running commodity operating systems on scalable multiprocessors. Proc. of the Sixteenth ACM Symposium on Operating System Principles. October 1997.
- 4 Satish Kharat, Rajeev Mishra, Ranadip Das, Srikanth Vishwanathan. Migration of software partition in UNIX system. Proc. of the 1st Bangalore Annual Compute Conference(COMPUTE'08).2008.
- 5 Intel Corporation,英特尔开源软件技术中心,复旦大学并行处理器研究所.系统虚拟化-原理与实现.北京:清华大学出版社,2009.
- 6 石磊,邹德清,金海.Xen 虚拟化技术.武汉:华中科技大学出版社,2009.
- 7 (英)斯威特曼著.赵俊良,等译.MIPS 处理器设计透视.北京:北京航空航天大学出版社.
- 8 Lmbench-Tools for Performance Analysis. <http://www.bitmover.com/lmbench/>.