

· 论 著 ·

# 需求牵引下智能医嘱平台的设计与实现\*

李初民<sup>1</sup>, 陈伟元<sup>2</sup>, 李 军<sup>1</sup>

(1. 第三军医大学新桥医院信息科, 重庆 400044; 2. 成都木老仁康软件信息有限公司, 成都 610031)

**摘要:**目的 设计实现基于医生站的智能医嘱平台。方法 基于需求牵引原则, 根据人工智能基本原理, 设计基于临床急需的智能医嘱的计算机系统。结果 实现了多种智能功能, 提高了医嘱开具有效性。结论 医嘱智能平台为临床工作发挥了积极作用。

**关键词:**人工智能; 软件设计; 计算机化医嘱录入系统

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.35.006

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2011)35-3551-02

## Design and implement of intelligent platform for physician order based on demand traction\*

Li Chumin<sup>1</sup>, Chen Weiyuan<sup>2</sup>, Li Jun<sup>1</sup>

(1. Department of Information Technology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China; 2. Chengdu Mulao Renkang Software Information Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract: Objective** To design and implement a intelligent platform for physician order based on doctor's station. **Methods** Intelligent computer system of physician order was designed based on urgently clinical need according to demand traction principle and fundamental principle of artificial intelligence. **Results** A variety of intelligent functions were achieved and the availability of physician order was improved. **Conclusion** Intelligent platform for physician order plays an active role in carrying out clinical work.

**Key words:** artificial intelligence; software design; computerized physician order entry

国内各医院信息系统(HIS)厂家基于医生站的医嘱录入系统(CPOE), 大都是只完成了医嘱的开具, 规格、单位、途径、库存效验的基本属性判断。没有进一步的医学智能。基于目前医生站应用的现状, 如何嵌入智能非常重要<sup>[1-3]</sup>。

### 1 智能医嘱概述

根据国家电子病历标准把人工智能在医学信息系统中的应用模块称为临床决策支持系统(clinical decision support system, CDSS)<sup>[4-5]</sup>。CDSS的目标是: 以临床诊疗指南为依据, 海量的临床知识库为基础, 围绕医疗质量、效率、效益、医疗安全提供数据挖掘与综合统计分析服务。主要包括临床用药分析、费用控制、差错控制、治疗效果分析、临床知识挖掘、临床预警提示, 临床路径管理过程与效果监测。简单的说 CDSS 就是通过人工智能的过滤和选择方法对正确的人、在正确的时间, 提供有用的正确信息<sup>[6-7]</sup>。

从临床工作流程 CDSS 服务点示意图(图 1)可看出 CDSS 功能可以在临床工作流程的许多位置提供。CDSS 的应用要取得好的效果必须遵循以下原则<sup>[8-9]</sup>: (1) 医生参与的需要; (2) 速度原则; (3) 融入医生日常工作平台之中; (4) 充分在医生思考停留点给出恰当信息; (5) 充分满足医生的各种需要, 如医嘱的快速录入, 使用方便性, 减少记忆精力等需要; (6) 好时计算应按医生需要时提供; (7) 不断及时维护动态知识库, 老旧知识库会失去使用意义<sup>[10]</sup>。CDSS 有完整的应用视角, 针对具体实施组织却显得宽泛。因此, 针对目前临床医生实际的应用需要提出了智能医嘱的概念。

目前在各级医院 HIS、检验联机系统(LIS)、图像传输系统(PACS)广泛应用的情况下, 医生的工作核心开具医嘱都是通

过医生站软件的 CPOE 开具的, 在这一过程中有大量的智能需求, 希望智能系统能够起到辅助决策作用。本研究将这样的智能系统称为智能医嘱系统。医嘱通常包括药品、诊疗、护理、检查、检验、麻醉、手术、膳食、健康教育等大类。根据医嘱的生命周期需要达到: 正确的医嘱开具、正确的路径、正确的执行。需要全流程智能医嘱系统的支持。

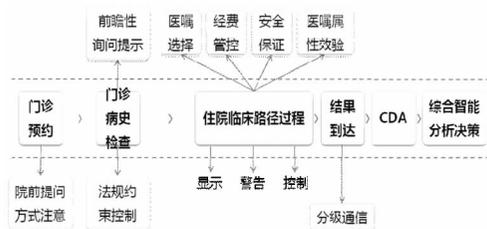


图 1 临床工作流程 CDSS 服务点示意图

基于药品药理的智能医嘱系统主要包括药物剂量、频度、搭配、药物过敏史、特殊人群、禁忌证、不良反应等项目的监测功能<sup>[11-12]</sup>。国内医疗变革的现状需要, 根据更多医嘱属性的应用需求特别突出。目前国内医嘱应用中常见的各类突出属性见图 2。在当今医改背景下, 这些属性的社会意义, 针对医生决策行为非常重要。不断变化的数量上万的各类医嘱信息让临床医生无所适从。同时医学教学<sup>[13]</sup>的中心正在从强调全面记忆, 转向定位医疗实践关键信息应用, 以形成全医疗关键行为点即关键学习点。因此支持这些现实需求的智能医嘱平台就非常必要。同时平台能够支持基于这些属性的不断扩展智能的需要。根据智能医嘱的实际医疗及社会需要, 可将智能医嘱平台的功能分为 5 个优先主要级, 即生命安全 1 级; 节省

\* 基金项目: 重庆市委基金资助项目(2011GGC364)。

治疗费用控制 2 级; 医疗流程遵从 3 级; 加快输入速度及减少流转时间 4 级; 治疗方案优化及复杂推理功能 5 级。

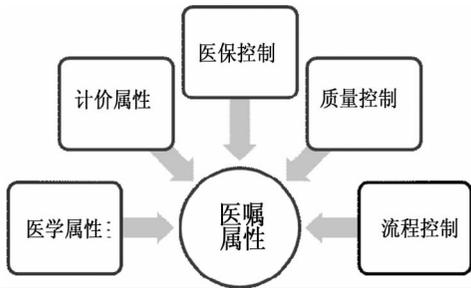


图 2 医属属性示意图

### 2 平台结构设计

2.1 引擎的医生站嵌入 只要完成医嘱和知识库的对照, 即可达到事务抽象一致, 就能够方便地实现针对各版本医生站的嵌入。具备 CPOE 功能版本的医生站只要修改对应代码, 即可实现智能医嘱平台的医生站嵌入。医嘱智能平台引擎嵌入按以下步骤进行: (1) 建立与医嘱智能平台服务器的连接; (2) 传递患者基本信息; (3) 传递患者检验、检查及疾病诊断等信息; (4) 将选择的未提交医嘱通过智能引擎提交智能医嘱平台服务器; (5) 返回决策信息给医生站, 下达合理医嘱。

2.2 外挂知识平台 各类完成医嘱决策的知识外挂在智能医嘱平台服务器上, 这样既可以保证知识建立的动态性及与前台业务控制的独立性, 还可以根据需要不断扩充。目前知识库主要由体现国家医保政策法规的知识库, 如各种药品的自付分摊比例, 治疗项目的使用上限约束等构成<sup>[14]</sup>。同时基于 HIS、LIS、PACS, 及各类 CIS 应用的质量控制规则也形成知识库。目前根据医疗质量需要建立的知识库有: 针对特殊疾病的用药目录、针对患者各类检验指标的用药指南, 同时还包括抗细菌药物使用知识库、医生抗生素控制知识库、感染控制知识库、质量控制知识库、患者医疗项目控制知识库。

2.3 系统结构设计 为了保证系统的兼容性, 系统选择 J2EE 平台开发, 保证了系统的稳定性、高可用性和高伸缩性。系统应用 Java 标准数据库访问中间件—JDBC 访问数据资源, 系统运行与数据库厂商无关。对于医院的 HIS 系统属于 C/S 架构时, 客户端只需提供标准的 API 接口文件(YB DLL)即可实现对医嘱智能决策的支持。对于医院 HIS 系统属于 B/S 架构时, 客户端只需访问 Web Service 或 YB ActiveX 控件即可。见图 3。

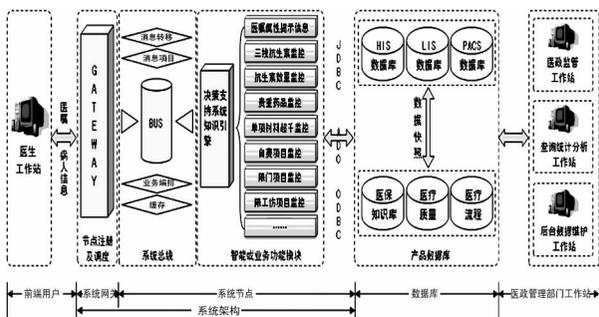


图 3 智能医嘱平台系统结构图

### 3 主要实现功能

如图 3 所示, 法规遵从智能引擎运行在中间服务层, 实现

与前端表示逻辑的无关性, 保证了升级的高效、运行的稳定。

3.1 检验检查生命指标值告达 在检验检查过程中, 有许多涉及生命安全的指标值, 如血清钾小于 2.5 mmol/L, 如不尽可能的手段送达给主治医师, 则可能危及患者的生命, 因此需要以智能的方式确保指标值告达。

3.2 法规遵从智能引擎 医生在进行医疗行为时有系列的各类法规进行规范, 如医保患者药品目录使用管理, 耗材使用指南, 以及抗生素的分级使用管理。这些法规知识都有涉及医嘱量大、针对判断条件多、常变的特性, 非常需要智能医嘱平台对医生的服务。

医嘱项目医保属性告知, 即智能化地告知医生相关医保药品限制范围, 如“紫杉醇注射液”的使用: 限卵巢癌、非小细胞肺癌、乳腺癌患者使用(图 4)。这里的推理采用的是产生式规则, 事实知识则是存放在平台数据库中。事实的表示一般采用对象—特性—取值三元组表示, 以这种形式描述事物与事物之间的关系比较适合关系数据库实现。有时, 为了进一步描述不完全知识, 事实还可以表示为对象—特性—取值、可信度四元组, 其中可信度是对事实确定性程度的数值度量<sup>[15]</sup>。

法规遵从智能引擎主要应用还有: 患者特病或并发症信息提示、特病用药监控、特病检查监控、特病每日最大剂量监控、特病周期内最大检查次数监控、特病 1 个月积累带药量监控。提示信息: 如医嘱项目的费用等级、规格、单位和单价; 住院患者排斥性医嘱即时性监控; 对医保患者费别发生了变更时, 及时提醒医生调整治疗策略; 医保患者预约出院时, 自动告知医生需要办理哪些相关手续。



图 4 病种与药物目录对照控制提示

3.3 抗生素质量控制引擎 根据国家抗菌药物临床应用实施细则, 抗菌药物分级使用是依据药物的特点、临床疗效、细菌的耐药性、不良反应、当地经济状况和药品价格等因素所决定。临床应用分为非限制性、限制性与特殊使用三类进行分级管理。非限制性抗菌药物可依据临床需要正常应用, 限制性抗菌药物临床应用应严格掌握指征, 智能医嘱平台通过抗生素质量控制引擎实现了如下功能: 超种类抗生素用药监控、联合用药监控、超用药时间监控、围术期用药监控、肾功能减弱用药监控、细菌耐药及耐药率监控、儿童用药监控及无指征用药监控。

### 4 结 语

智能医嘱系统自 2008 年 5 月应用以来, 通过不断完善。有效地控制了医保患者的费用, 实现了抗菌药物的规范使用, 特殊人员类别费用的多级审核管理, 生命安全指标信息的有效报警知达, 方便了临床医生开具医嘱。说明智能医嘱平台对临床工作是非常有益的。

### 参考文献:

[1] 李明. 计算机医生医嘱录入系统探讨[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2006, 43(2): 591-594.  
 [2] 郑西川, 胡燕峰, 吴允真. 基于医学本体(下转第 3555 页)

息,首先进行身份验证,然后对通过验证的消息进行解封装处理,根据 HL7 的语法规则把消息转换为 XML 文档。由于 XML 文档的易读性和易处理性,它可以很容易地存入应用方的数据库中。

#### 4 结 语

基于 XML 的 HIS 接口规范设计很好地实现了各系统对 HIS 数据的调用过程,使各系统可以更简便直接地调用 HIS 数据,提高了系统的使用效率。由于该接口并不直接对 HIS 数据库中的数据操作,它不会对 HIS 的数据造成任何影响;数据调用端和发送端的隔离使得相互之间没有数据的互操作,更能保障 HIS 的安全;由于 XML 的与平台无关性及自定义和可扩展性,它使各系统间保持相互透明,同时它可以表达各种类型的数据,有利于系统平台的扩展。

由于 HL7 协议采用 XML 作为消息编码方式,使用标准化的 XML 语法对消息进行封装<sup>[14]</sup>。因此随着 HL7 标准的广泛应用,基于 XML 和 HL7 的接口设计,将具有更广泛的通用性。

#### 参考文献:

[1] 黎亮,张君雁. 医疗数据整合模式的研究[J]. 中国生物医学工程学报,2010,29(2):207-211.  
 [2] 吴洁. XML 应用教程[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2007.  
 [3] 李剑波,庞宏冰,冯学民. 基于 XML 的 Web 数据交换服务平台的设计与实现[J]. 北京大学学报:自然科学版,2003,4(3):273-276.

[4] 王仲,陈晓鸥. 基于 XML 的数据交换与存取技术研究[J]. 计算机工程与应用,2001,37(24):108-111.  
 [5] 冯靖淋,何火娇. XML 技术在异构数据库间信息交换中的作用[J]. 计算机与现代化,2008(2):15-17.  
 [6] 周锦煌,黄穗. 一个基于 XML 的电子病历系统模型的设计[J]. 计算机工程与应用,2004,40(21):216-219.  
 [7] Thompson HS, Beech D, Maloney M, et al. XML schema part 1: Structures second edition[EB/OL]. (2004-10-28) [2011-07-10]. <http://www.w3.org/TR/xmlschema-1>.  
 [8] 龚红焱,刘奕明,陈涵生. XML 与数据库结合技术的探讨[J]. 计算机工程,2005,31(4):114-116.  
 [9] 杨伟. LIS 系统与 HIS 系统的接口实现[J]. 医学信息(西安上半月),2006,19(10):1713-1714.  
 [10] Choi J, Yoo S, Park H, et al. MobileMed: a PDA-based mobile clinical information system[J]. IEEE Trans Inf Technol Biomed,2006,10(3):627-635.  
 [11] 谭定英,叶辉,李学征. HL7 在电子病历信息交换的应用[J]. 医学信息(西安上半月),2007,20(6):909-910.  
 [12] 陆波,李伟鹏,王琦. 基于 XML 的 HL7 消息处理技术[J]. 医疗卫生装备,2005,26(12):39-41.  
 [13] 郭凌菱,王彪,卢征,等. 基于 HL7 的 HIS 与 RIS/PACS 集成接口设计[J]. 医疗卫生装备,2010,31(9):59-61.  
 [14] 王海舜,王宏宇. 基于 HL7 的 HIS 信息交换解决方案探讨[J]. 2008,32(2):111-113.

(收稿日期:2011-09-07 修回日期:2011-10-18)

(上接第 3552 页)

的电子病历结构化数据采集研究[J]. 医疗卫生装备,2008,29(1):41-42.  
 [3] 薛万国,李包罗. 临床信息系统与电子病历[J]. 中国护理管理,2009,9(2):77-80.  
 [4] 李晴辉,李刚荣. 个人健康档案相关标准研究现状与展望[J]. 重庆医学,2008,37(21):2398-2400.  
 [5] 陈庆利,徐迪雄. 论医院标准化管理现代化[J]. 重庆医学,2007,36(1):9-12.  
 [6] 张侃,冯宗宪. 基本职工医疗保险住院费用的影响因素与控制研究[J]. 统计研究,2004,15(5):53-56.  
 [7] 王建国,张东航. 医疗保险制度下医疗行为对医疗费用影响的研究[J]. 中国医院管理,2006,26(8):51-53.  
 [8] Mekhjian HS, Kumar RR, Kuehn L, et al. Immediate benefits realized following implementation of physician order entry at an academic medical center[J]. J Am Med Inform Assoc,2002,9(5):529-539.  
 [9] Gaillour FR. Why do health systems flop with CPOE? Ask Yoda[J]. Physician Exec,2004,30(2):28-29.

[10] 郑西川. 电子病历开放式数据采集与临床知识表达策略研究[J]. 医疗卫生装备,2008,29(7):41-43.  
 [11] 郑西川,于广军. 面向区域医疗协同的临床路径诊疗决策知识库平台模型[J]. 中国数字医学,2009,4(5):20-22.  
 [12] 李初民. 医嘱法规遵从系统的设计与实现[J]. 重庆医学,2008,37(21):2385-2387.  
 [13] Brennan TA. The Institute of Medicine report on medical errors——could it do harm[J]. N Engl J Med,2000,342(15):1123-1125.  
 [14] Garg AX, Adhikari NK, McDonald H, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review[J]. JAMA,2005,293(10):1223-1238.  
 [15] Horsky J, Kuperman GJ, Patel VL. Comprehensive analysis of a medication dosing error related to CPOE[J]. J Am Med Inform Assoc,2005,12(4):377-382.

(收稿日期:2011-09-07 修回日期:2011-10-18)