

医院信息化：临床决策支持系统构建^{*}

李怡雪

韩 薇

王庆阳

(清华大学深圳研究生院
深圳 518055)

(哈尔滨医科大学第一附属医院
哈尔滨 150001)

(清华大学深圳研究生院
深圳 518055)

江霖晖

袁克虹

(清华大学医院管理研究院 深圳 518055)

(清华大学深圳研究生院 深圳 518055)

〔摘要〕 临床决策支持系统是医院信息化的一部分，本文提出一种基于电子病历的冠心病临床决策支持系统，对系统的结构及功能进行设计，包括前端显示、数据库模块、服务器功能模块，介绍系统的工作流程。通过该系统可以返回与待诊治病例相似度高的已治愈病例，不仅有助于医生实现个性化诊疗，同时对临床路径的发展具有推动作用。

〔关键词〕 决策支持；电子病历；临床路径；个性化诊疗

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2015.11.002

Hospital Informatization: Construction of the Clinical Decision Support System LI Yi-xue, Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen 518055, China; HAN Wei, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China; WANG Qing-yang, Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen 518055, China; JIANG Lin-hui, Institute of Hospital Management, Tsinghua University, Shenzhen 518055, China; YUAN Ke-hong, Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen 518055, China

〔Abstract〕 Clinical Decision Support System (CDSS) is a part of hospital informatization, the paper proposes a CDSS for the coronary heart disease based on Electronic Medical Records (EMR). It designs the system structure and functions, including the front-end display, database module and server function module, and introduces the work flow of the system. This system can return cured cases highly similar to cases to be treated. It will help doctors to realize individualized treatment and promote the development of clinical pathways.

〔Keywords〕 Decision support; Electronic Medical Records (EMR); Clinical pathway; Personalized treatment

〔修回日期〕 2015-10-23

〔作者简介〕 李怡雪, 硕士, 发表论文 3 篇; 通讯作者: 袁克虹, 副教授, 发表论文 30 篇。

〔基金项目〕 清华大学深圳研究生院交叉基金 (项目编号: JC20140001)。

1 引言

临床决策支持系统是医院信息化的一部分，它随着信息技术的不断发展以及临床不断增长的需求被提出。2007 年，IBM 公司开发了名为“沃森”的

人工智能系统, 由于其具有强大的理解自然语言的能力, 可以通过询问病人的病征、病史, 使用人工智能技术、自然语言处理和分析技术, 凭借其存储的丰富的信息和数据, 迅速给出诊断提示和治疗意见; 2011 年, “沃森” 以机器人医生的身份参与到美国保健服务中; 2014 年开始, IBM 不断与各医院、诊所、疾病研究中心合作, 将“沃森” 应用到医疗的各个方面, 旨在为临床提供有效的决策支持^[1-2]。2012 年 9 月, 美国纽约 MetaMed 公司提出以大数据、人工智能以及众多专家为支持打造个性化医疗的想法, 通过全方位了解患者的相关信息, 为其提供更匹配、康复几率更高的治疗手段^[3]。在临床决策支持系统与电子病历相结合的研究层面, Emory 大学生物信息学中心的 Andrew 等人建立了基于电子病历的决策支持平台, 该平台可以将电子病历中所有不同形式的数据标准化为统一的模型并实现不同治疗方案的治疗效果对比, 提高医疗质量^[4]; Anoop D shah 等人设计了一套文本自动匹配程序, 该程序可以从非结构化的电子病历信息中提取诸如疾病诊断名称和患者死亡原因之类的数据^[5]; Siddiqui 等人则在电子病历的基础上, 结合离散小波变换、主成分分析和支持向量机建立了对大脑 MRI 扫描图像的结果分类, 实现对医疗检验结果的智能区分^[6]。

电子病历 (Electronic Medical Records, EMR) 是指医务人员在医疗活动过程中, 使用医疗机构信息系统生成的文字、符号、图表、图形、数据、影像等数字化信息, 能实现存储、管理、传输和重现的医疗记录。EMR 是病历的一种记录形式, 是医疗信息化的必然产物, 具备传统纸质病历所不具备的优点, 如便于保存、传阅及进一步开发等^[7-9]。EMR 不仅详细记录了病人的临床症状和治疗过程, 而且也是医生经验的载体。EMR 在医院或者医生之间的传阅、共享, 也就意味着医生经验的传递, 这对于资历较浅的医生来说是一个很好的学习机会, 同时也能够帮助他们更好地治疗患者。目前国内对于 EMR 的开发大多局限于记录患者症状和治疗过程的层面, 近年来, 研究人员对于 EMR 信息挖掘方面的研究也有所涉足, 但总体上对其进行二次开发利用以

挖掘其潜在价值方面的应用仍比较少^[10-11]。

随着循证医学的发展, 临床路径的概念被引入到现代医学中, 作为一种高效率的诊疗手段被国内医疗水平较高的医院广泛采纳^[12], 作为某些病种规范化治疗的依据。临床路径是确保医疗质量、控制医疗成本、优化医疗服务流程的管理工具, 其优点是对同一类病人具有普遍适用性, 但其缺点也同样隐含在优点之中, 即依靠临床路径治疗难免忽视了患者的个体性差异, 总会有部分病人偏离临床路径发生变异^[13-17]。EMR 不仅保留了医生的治疗经验, 同时也记录了患者的个性化体征、病症等情况, 因此对于 EMR 的利用有助于弥补临床路径的不足之处。目前各医院中存在海量的 EMR 数据, 如何将这些数据进行有效的利用以及如何将其应用到临床路径管理过程中, 是一个亟需解决的问题。针对以上问题, 本文提出基于 EMR 的冠心病临床路径决策支持系统, 采用与以往决策支持系统不尽相同的思路为医生提供个性化决策支持, 同时促进临床路径完善。

2 系统简介

本系统是基于 Web 平台开发的, 其目的是辅助医生进行更具个性化的冠心病诊疗决策。首先, 对于一个新患者, 医生根据患者的病症描述、个人体征等信息, 利用本系统可以检索到相似的病历; 其次, 在检索出的 EMR 中, 本系统能够统计出患者所接受的医疗检查的种类及各自出现的频率, 将这些数据与检索到的 EMR 一同反馈给医生, 从而为医生的下一步诊疗决策提供建议; 再次, 新患者接受医疗检查之后, 医生根据其检查结果 (影像或生化指标等) 在第一步检索出的 EMR 中再进行一次精确检索, 检索到的 EMR 对于新患者更具有参考价值, 医生可以参考这些 EMR 制定针对于患者的个性化诊疗方案。本系统与传统临床决策支持系统的不同之处在于其并非提供直接的诊断治疗结论, 而是有针对性地提供相似度高的病例供医生参考。

3 系统功能设计 (图 1、图 2)

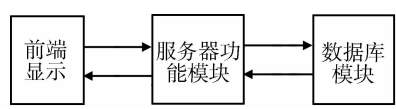


图 1 系统整体框架

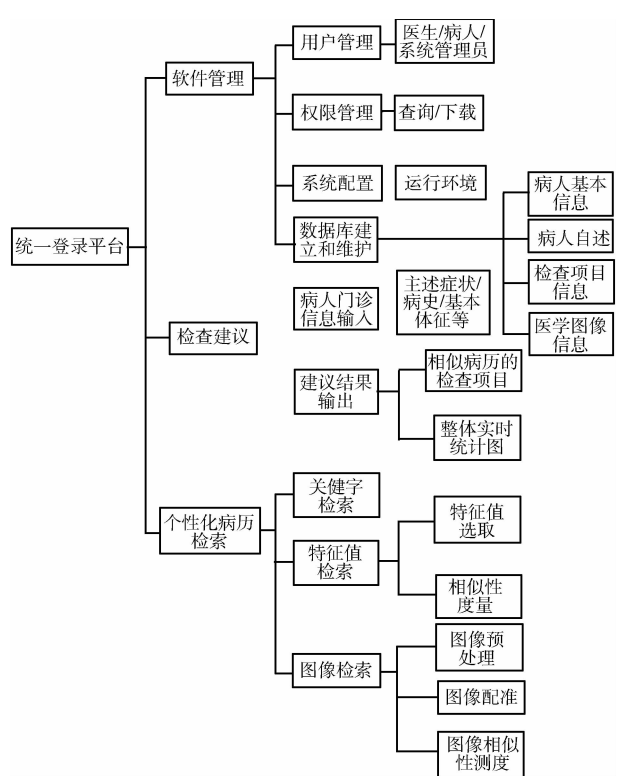


图 2 系统详细功能结构

3.1 前端显示

通过统一登录平台登录后的显示页面即前端显示，是与用户直接进行信息交互的窗口，主要功能有两点：一是提供用户各种相关信息的输入接口，包括病人自述、检查结果、医学图像等；二是作为检索结果的输出界面。

3.2 数据库模块

3.2.1 用户权限管理及系统配置 系统用户主要为医生、病人及系统管理员。为了保证数据的隐私和安全性，进行各用户的权限限定：系统管理员可以对医生、病人用户进行整体管理，包括添加、删除用户和设置用户权限；医生可以查看和下载详细

的病历描述；病人仅限于查看系统按序返回的查询结果及隐藏病历个人信息的病历描述，禁止下载。系统配置部分，由于本系统是基于 Web 平台开发的，属于 B/S 模式，所以只要用户端网络条件允许，就可以访问、使用系统的相应功能。

3.2.2 数据库的建立和维护 (1) 完整的 EMR 数据。包括病人自述、性别、年龄、体重、家族病史等个人信息，以及治疗过程中不同阶段所接受的检查及相应的结果等。(2) 索引信息。本系统提供 3 种形式的检索功能：一是基于关键字或语义的文本检索，应用于以病人自述、个人体征信息等为相似性衡量依据的 EMR 检索，即基于门诊初步信息的检索；二是基于检查结果的特征值检索，应用于以病人的各项检查结果为相似性衡量依据的电子病历检索；三是基于内容的图像检索，应用于以医学影像为相似性衡量依据的 EMR 检索。对于上述检索方式，有必要对一些被检索目标建立索引以提高检索效率，因此数据库中需要包含病人门诊信息、各项检查信息和医学影像信息等索引数据。(3) 重要性分值。本系统的目的是使检索结果返回到用户界面时都按顺序排列，而排序的依据是检索到的 EMR 与新患者的情况最为相似且可参考性强，“情况相似”通过前述各种检索过程实现，而“可参考性”则由病历的重要性分值来衡量。影响重要性分值的因素包含医院等级、主治医师经验等级等。

3.2.3 数据表 数据库作为平台的信息集散中心，不仅要包含可靠的 EMR 数据、索引数据等信息，而且结构设计也要尽量满足数据易获取、有助于提高搜索效率的要求。数据库主要包含 4 类数据表：一是病人的基本信息表，包括病人 ID、主治医师 ID、主治医师经验等级、主治医师 ID、主治医师等级等；二是病人自述表，包括病人自述的完整内容、对病人自述建立的索引；三是检查项目信息表，包括病人进行的各项检查及其结果；四是医学影像信息表，包括医学影像名称、医学影像的存放路径、图像索引即图像特征向量。4 类表的关系为：病人的基本信息表为母表，病人自述表、检查项目信息表和医学影像信息表为子表，所有的表格唯一

对应病人基本信息表中的病人ID 值。

3.3 服务器功能模块

3.3.1 检查建议模块 根据病人主述（包括性别、年龄、身体不适症状、疾病史、家族史等）在数据库中检索与病人主述相似的病历并统计这些相似病历所做的后续各项检查项目的分布情况，从而为医生提供后续检查项目选择的决策建议。

3.3.2 个性化病历检索模块 本系统核心和创新所在。主要包括 3 个层面的检索：关键字检索、特征值检索和图像检索。其中关键字检索是利用关键字检索技术及字符串匹配技术，根据病人主述筛选病历（同检查建议模块的相似病历的检索过程）；特征值检索是将关键字检索出的病历进一步筛选和排序，排序依据是检查结果的相似度以及病历本身的可参考价值；图像检索是利用基于内容的图像检索技术，从医学图像中提取特征向量进行相关性的度量。

4 系统工作流程

从工作流程来看，本系统相当于移植了临床路径的诊疗过程的一部分，模拟病人从入院就诊到确诊并制定诊疗方案的流程。结合系统相应模块描述其工作流程，见图 3。第 1 步，病人在就诊时，由医生将病人自述里的关键字输入到检索界面并提交，系统将按照这些关键字对数据库中病人自述的索引进行检索，筛选出匹配的电子病历并返回这些病人接受的医疗检查项目及其统计频次至用户界面；第 2 步，医生在第 1 步筛选结果的基础上，利用病人接受的各项检查项目的检查结果进行病历相似度计算，结合病历本身的可参考价值进行排序，返回至用户界面供医生进行参考；第 3 步，为得到参考性更高的相似病历，医生可将病人的影像提交至上一步用户界面中的图像检索接口，后台应用程序将自动对图像进行相应的预处理及特征提取，然后对数据库中相应电子病历的医学图像索引进行检索，从而得到效果更好的匹配病历返回至用户界面。点击每个 EMR 的链接可以打开含有完整数据

的 HTML 文件。医生可参考返回的排序较高的病历为患者制定更具个性化的诊疗方案。

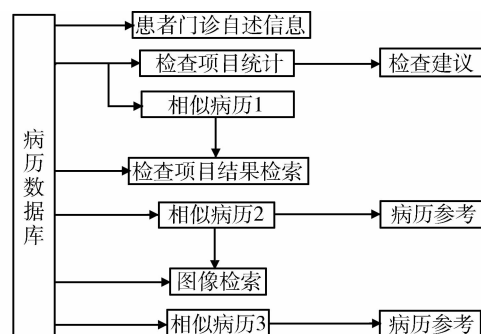


图 3 系统工作流程

5 结语

本系统尚未实际应用，尚处于模拟运行阶段。可以应用于辅助医生制定更具个性化的冠心病诊疗方案、EMR 的数据挖掘及对临床路径的研究等领域，为提升医生个性化诊疗能力及进一步开发利用 EMR 提供有效的途径；同时，通过比较系统得到的相似病历，医生的一些隐性的经验更容易被总结为一种显性的共识，进而可以整合到临床路径中，对临床路径的完善也将起到推动作用。

参考文献

- 1 金红. 机器人医生沃森如何改变世界? [EB/OL]. [2015 - 05 - 01]. <http://www.leiphone.com/news/201501/3fplGAFluGKYezfD.html>.
- 2 沈晓卫. IBM 沃森：医生的新顾问 [J]. 科技新时代, 2014, (5): 68 - 68.
- 3 创业之家. 医疗 O2O 案例：MetaMed 主打个性化医疗 [EB/OL]. [2015 - 02 - 11]. <http://www.cy211.cn/2015/02/11870.html>.
- 4 Post AR, Kure T, Cholleti S, et al. The Analytic Information Warehouse (AIW): a platform for analytics using electronic health record data [J]. Journal of Biomedical Informatics, 2013, 46 (3): 410 - 424.
- 5 Shan AD, Martinez C, Henningway H. The Freertext Matching Algorithm: a computer program to extract diagnoses and causes of death from unstructured text in electronic health records [J]. BMC Medical Informatics&Decision

- Making, 2012, (12): 88.
- 6 Muhammad Faisal Siddiqui, Ahmed Wasif Reza, et al. An Automated and Intelligent Medical Decision Support System for Brain MRI Scans Classification [J]. Plos One, 2015, (10): 8.
- 7 任冠华. 电子健康档案概念解析及标准化现状分析 [J]. 医学信息学杂志, 2015, 36 (1): 14-18.
- 8 孙沂振, 沈云学, 唐鹤云. 电子病历概述 [J]. 医学信息学杂志, 2009, 30 (3): 1-5.
- 9 崔泳. 电子病历的实质到底是什么 [J]. 中国信息界 (e 医疗), 2010, (5): 35.
- 10 穆芳洁. 国内外电子病历的发展概况及思考 [J]. 中国病案, 2014, 15 (9): 40-42.
- 11 刘保真, 刘志国. 电子病历的发展现状和发展趋势 [J]. 医疗卫生装备, 2014, 35 (6): 105-108.
- 12 潘哲毅, 徐利民, 陈国军. 论临床路径理论、实施及其意义 [J]. 医院管理论坛, 2013, 3 (1): 29-32.
- 13 刘鹏珍, 陶红兵, 武广华, 等. 国内外临床路径变异管理的现状分析 [J]. 中华医院管理杂志, 2011, 27 (2): 100-103.
- 14 陈忠兰, 宁宁, 李明凤, 等. 临床路径变异研究新进展 [J]. 中国医院管理, 2011, 31 (2): 28-29.
- 15 魏晓琼, 郑显兰. 临床路径变异分析研究现状 [J]. 中国护理管理, 2011, 11 (7): 15-17.
- 16 孙川, 石志成, 王立, 等. 临床路径在医疗改革新形势下的应用研究 [J]. 当代医学, 2009, 15 (1): 1-3.
- 17 曹慕慧. 临床路径实施过程中的变异及其对策的探讨 [J]. 中国病案, 2014, 15 (3): 24-25.

2016 年《医学信息学杂志》编辑出版重点选题计划

2016 年本刊将继续以“学术性、前瞻性、实践性”为特色, 及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点, 反映学科研究动态, 展示学科应用成果, 引领学科发展方向。现对 2016 年度编辑出版重点选题策划如下:

一、医药卫生体制改革与医药卫生信息化

1 “十三五”卫生信息化建设的创新与发展; 2 医药卫生信息规划与发展战略; 3 区域卫生、公共卫生、基层卫生信息化建设; 4 各级医疗健康信息平台建设; 5 医疗卫生信息相关标准研发、应用和落地; 6 医疗卫生信息化相关安全隐私保护和法律法规; 7 国外医药卫生信息化建设最新技术、成功经验。

二、医学信息技术

1 基于健康大数据的科学决策与监管; 2 医学大数据与精准医疗; 3 “互联网+”医疗; 4 移动医疗、远程医疗服务与健康管理; 5 物联网、智慧医疗技术与实现; 5 各类医学信息系统信息互通与操作衔接; 6 医学机构知识库构建技术与方法。

三、医学信息研究

1 医学信息学理论及方法研究; 2 医学科技创新体系和发展战略; 3 医学科技监测与舆情监测; 4 医药卫生信息分析评价; 5 生物医学数据挖掘与利用、知识发现技术与实现。

四、医学信息组织与利用

1 医学数字图书馆发展趋势与标准建设; 2 泛在化医学知识服务与决策咨询服务; 3 医学知识组织的关键技术与发展方向; 4 医学信息交互及存取; 5 医学图书馆区域合作及资源共享模式研究。

五、医学信息教育

1 医学信息专科、本科、研究生教育及继续教育体制改革与模式创新; 2 医学信息素养及职业岗位的培养与教育; 3 医学信息课程改革与实践; 4 国外医学信息学教育的先进经验借鉴。

(《医学信息学杂志》编辑部)