

· 论 著 ·

# 基于产生式规则的合理药疗医嘱智能系统研究\*

李艳军<sup>1</sup>, 李初民<sup>2△</sup>

(1. 重庆大学计算机学院, 重庆 400044; 2. 第三军医大学新桥医院信息科, 重庆 400037)

**摘要:**目的 从人工智能角度构建一种基于产生式规则的用药审查系统, 以利临床合理用药审查。方法 用产生式规则作为合理用药的知识表示方式, 并用数据表进行存储, 使用宽度优先搜索的数据驱动推理算法进行规则搜索和匹配。结果 该系统很好地实现了治疗过程中的用药审查, 达到临床合理用药目的。结论 用药审查系统具有知识和控制分离、产生式规则模块性等优点。

**关键词:** 药物利用评审; 人工智能; 产生式规则

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.35.009

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2011)35-3558-03

## Research of intelligent order system for rational medication based on production rules\*

Li Yanjun<sup>1</sup>, Li Chumin<sup>2△</sup>

(1. College of Computer Science of Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Department of Information Technology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

**Abstract: Objective** To build a production rule-based drug utilization system from the perspective of artificial intelligence and facilitate rational drug utilization review clinically. **Methods** Production rule was conducted as knowledge representation of rational drug utilization, and was stored by means of data table. Rule searching and matching were performed using data-driven reasoning algorithm with breadth-first search. **Results** This system achieved successfully drug utilization review in therapeutic processes and clinical rational drug utilization. **Conclusion** Drug utilization system has advantages of separation of knowledge and control, modularity of production rules and so on.

**Key words:** drug utilization review; artificial intelligence; production rule

合理用药, 简单的说, 就是以当代药物和疾病的系统知识和理论为基础, 安全、有效、经济、适当地使用药物<sup>[1]</sup>。从信息角度看, 合理用药实质上是一个在患者、医药人员和药品之间的信息运动过程。在这个过程中主要包括三类信息, 一是患者的病情信息, 二是指导医生和药剂师的医药学理论知识以及工作经验等医药学信息, 三是药品信息, 包括药品的药学信息和经济信息(价格、供应情况等)<sup>[2]</sup>。因此, 在合理用药的信息化过程中, 如何准确合理地表示并实现这三类信息之间的流转就成为了关键。

产生式系统是人工智能学科中的一个重要概念, 它是构造知识型系统和建立认知模型时常用的知识表示的形式系统。它不仅用来实现搜索算法, 而且用来对人类的问题求解方法建模<sup>[3]</sup>, 目前已经在多个领域得到了广泛地应用<sup>[4-6]</sup>。本文将产生式规则系统与合理药疗过程结合, 提出了基于产生式规则的合理药疗医嘱智能系统。发现这三要素正好分别对应于上述三类信息, 可以较好的模拟合理用药的信息流程。

### 1 用药审查分类

根据临床经验和相关知识的信息化标准, 把合理用药审查分为 14 类: (1) 过敏史审查, 根据一组药品和一组过敏原(或过敏药品), 审查这些药品是否会引起相应的过敏反应; (2) 药物相互作用审查; (3) 药品食物相互作用审查, 审查药品同食物之间是否会引起不需要的或预想不到的生化反应; (4) 重复治疗审查, 根据一组药品, 审查这些药品在用途及功效方面相互之间是否存在不必要的交叉; (5) 禁忌证审查, 对有某些特定症状和疾病的患者审查用药信息; (6) 不良反应审查, 用以说明药物

在药源性疾病或不良反应方面的问题; (7) 老年人用药审查, 查询药品在用于老年人时可能存在的问题, 通常老年人指的是年龄超过 60 岁的人群; (8) 儿童用药审查, 查询药品在用于儿童时的注意信息; (9) 妊娠期用药审查, 审查药物对妊娠妇女是否适合<sup>[7]</sup>; (10) 哺乳期用药审查, 审查药品在用于哺乳妇女时的可能问题; (11) 药品剂量审查, 剂量审查是审查药品的给药剂量在患者特定年龄、体质量、体表面积的情况下是否合理; (12) 适应证, 根据患者疾病或症状查询适合治疗的药品, 或根据药品查询其能治疗的疾病; (13) 抗菌药物审查, 包括权限审查<sup>[8]</sup>, 超品种、超用药时间审查等; (14) 用药经济性审查, 包括贵重药品、高资耗材监控以及医保条件下的用药审查<sup>[9]</sup>。

### 2 产生式规则系统

**2.1 组成** 一个产生式系统包括以下三部分(图 1): 综合数据库、知识库(规则库)和控制系统。综合数据库用来存放与求解问题有关的数据——事实知识以及推理的中间结果。知识库即规则库存放与求解问题相关的知识——产生式以及与规则相关的操作。控制系统(推理机)是匹配事实与知识的前提, 确定可选用的知识, 运用知识或操作对综合数据库进行增、删、改等动作, 判定数据库的状态并适时终止系统的运行。

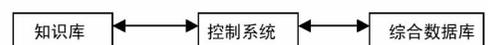


图 1 产生式系统的基本结构

**2.2 产生式规则** 在产生式系统中, 知识库中的知识都是以产生式规则的形式来表示的。产生式规则是产生式系统的主

体,是产生式系统知识表示的核心。所谓产生式规则,就是采用产生式表示法表示规则的一种形式。产生式规则常用于表示具有因果关系的知识,其基本形式是  $P \rightarrow Q$  或  $IF P THEN Q$ ,在语义上它表示“如果  $P$  则  $Q$ ”的因果或推理关系。在  $P \rightarrow Q$  中, $P$  可以是一个或多个前提,并且各个前提之间只能是合取的关系。在对知识进行产生式规则表示时,首先将各个规则用命题演算法转换成若干只有合取(AND)的规则,即消除析取连接的规则。

**2.3 产生式系统的知识表示** 产生式系统的知识表示方法主要包括规则的表示和事实的表示<sup>[10]</sup>。产生式规则通常可用数据表来表示,包括规则号、前提、结论等字段。有时为了表明规则前提推出结论的可信程度,数据表还需要加上置信度这一字段<sup>[11]</sup>。事实知识则是存放在综合数据库中。事实的表示一般采用特性-对象-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,事实还可以表示为特性-对象-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>[12]</sup>。

**2.4 产生式系统的推理机制** 控制系统对产生式规则的使用主要有两种方法:数据驱动和目标驱动。数据驱动又称为正向推理,指的是从现有事实出发,搜索知识库中的规则并检查事实是否与规则的前提条件相符,不断进行直到预期目标实现。目标驱动又称为反向推理,即从目标(作为假设)出发,寻找以此目标为结论的规则,并对该规则的前提进行判断,反复直至能够对某规则的前提进行判断。若是既为正向推理又为反向推理方式,则称为双向推理。在推理过程中,当有多条规则可以匹配时,应重视规则匹配之间的冲突消解问题。

**3 基于产生式规则的合理药疗智能医嘱系统**

**3.1 合理用药的产生式规则表示** 知识库是产生式系统的核心,在合理药疗系统中,知识就是药品的合理使用方式。药品说明书包含相关药品的安全性、有效性等基本信息,是指导临床正确使用药品的技术性资料<sup>[13]</sup>,它是合理药疗系统的重要知识来源。而在用药经济性审查中,临床经验及国家相关政策是主要知识来源。在本系统的数据组织原理中,药品说明书主要信息被整合为药品名称概念,药品名称分为临床医药概念和一般名称概念,临床医药概念基于药品通用化学名称,针对专业人员;一般名称概念主要为商品名称,针对普通群众<sup>[14]</sup>。药品名称体系及药品名称与各审查模块间的关系见图 2、3。在实际应用中,由于要进行多项用药审查且各项审查间相互独立,因此可以采用“黑板”结构作为控制模型,它可以协调使用不同规则的各项审查过程。“黑板”是一个全局性的数据库,它可以集中表示各个不同的知识源。本系统中“黑板”就是综合数据库,不同项的用药审查的知识源用不同的数据表表示。合理用药的规则以二维表的形式存储在数据库中<sup>[15]</sup>,规则元素(即二维表的属性)链接关系则存储在推理机中,由推理机程序组合成规则并进行推理。例如在药物相互作用的审查中,规则为  $IF P THEN Q$ ,即  $IF rtgenid1 AND rtgenid2 THEN interactionid$ 。用数据表表示,见表 1。

在过敏史审查中,其原理是根据输入的审查药品同输入的过敏药品或过敏组在成分或过敏原上是否具有相同的成分,如有则可能发生过敏反应。主要从药品成分、药品基本成分、过敏组、交叉过敏类四方面来判断输入的审查药品是否存在过敏反应;其中当输入的过敏原只有过敏组类型时只判断过敏组、交叉过敏类,输入的过敏原只有药品时只判断药品成分、药品基本成分。因此该类审查知识的产生式表示主要包括药物成

分表、药物基本成分表、过敏组表、交叉过敏类表。同理,依据图 3 把合理用药审查的知识组织成数据表。在本系统中,事实知识即医嘱中的处方内容,它可以用一个多元组来表示,每一元对应数据表中的一个字段,如药物名称-服用方式-剂量。

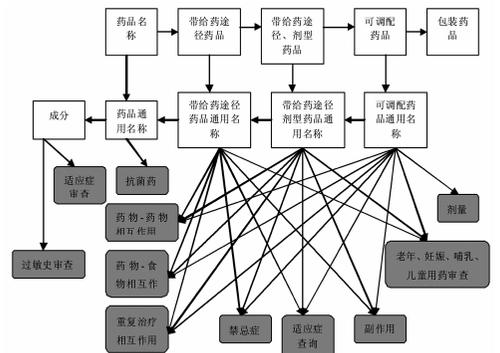
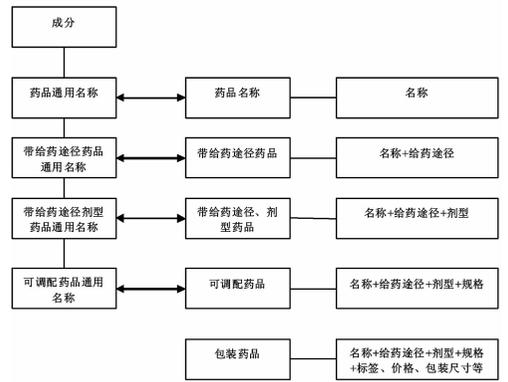


图 3 药品名称-审查模块结构图

表 1 药物相互作用表

序号	字段名	类型	作用描述
1	ruleid	long	规则号
2	rtgenid1	long	带给药途径通用药品 ID1
3	rtgenid2	long	带给药途径通用药品 ID2
4	interactionid	long	药品相互作用结果 ID,通过该 ID 查询得到作用的详细结果。

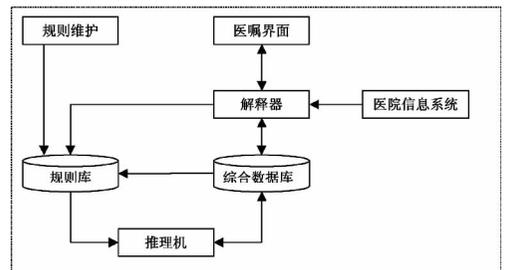


图 4 合理药疗系统结构图

**3.2 合理药疗智能医嘱系统设计** 在现代医院中,医院信息系统已经有较完善的应用,大量的患者相关信息不需要重复录入,只需链接数据库即可。因此,合理药疗系统主要负责合理用药规则的维护和医嘱处方是否合理的审查、提醒等功能。系统结构见图 4。系统总体分为三层结构,即交互层、逻辑层(解释器和推理机)、持久层(数据库)。医嘱界面主要录入患者信

息及药疗处方内容。解释器负责把医嘱界面的信息进行转换,它把处方内容按照存储事实的多元组格式转换为数据表,审查结束后把推理的最终结果返回给医嘱界面。规则库和综合数据库可以在一个数据库中,用不同的视图表示即可。

**3.3 合理药疗智能医嘱系统的推理机制** 由系统结构图可以看出,系统运行时,患者医嘱的处方信息已经录入,因此,首先可以从综合数据库获得事实数据,进而协调不同知识源对每项审查进行规则匹配和推理。由于对医嘱处方的审查结果和提示信息是不可预测的,显然,本系统所采用的是正向推理机制。医生录入医嘱信息后,推理步骤如下:(1)解释器分析界面数据,提取基本信息,事实知识存入综合数据库;(2)依据患者基本信息对知识库做初步筛选,如根据年龄选择儿童或老年用药审查;(3)依次运用经过初步筛选的知识库中的规则进行推理,推理机搜索知识库中的规则,对任一规则  $R_i$ ,当事实知识与规则  $R_i$  的前提符合时则该规则是相匹配的,将该规则存入综合数据库并搜索下一条规则直至不再有匹配的规则;(4)对所有知识库中的规则搜索后,如果某个知识库的匹配规则为零,则表示该项用药审查通过,如果某个知识库的匹配规则有多条,则运用冲突消解策略解决冲突;(5)解释器把综合数据库中的推理结果返回到医嘱界面。在推理过程中可能会出现规则匹配的冲突问题,例如一个处方在某项审查上有多条匹配规则,此时就要用到冲突消解策略。在合理用药审查中,这些规则冲突表示某项审查有多处不合理或者推理结果自相矛盾。因此,可以采取以下冲突消解策略:最新知识优先,一定时间间隔内的两条知识,最新的知识优先;按推理结果严重性排序。合理用药的审查结果通常有两种形式的返回结果,即亮警示灯和文字提示。因此如果出现多种推理结果,可以按结果的严重性排序,依据最严重的结果亮警示灯,对于文字提示则可以把多条结果同时提示。

#### 4 结 语

本系统从人工智能的角度实现了药疗过程中的用药审查,基本达到设计目的,但由于临床医学对于合理用药知识的确定性和准确性要求较高,本系统并没有实现机器学习,因此系统未能实现推理知识的自动更新和维护。同时由于临床用药的复杂性,合理用药的知识表达也有待进一步完善,而且新药更新迅速,知识库需要及时更新。

#### 参考文献:

[1] 王青,兰奋,肖爱丽.不合理用药问题及干预研究[J].中

(上接第 3557 页)

- 引入 Web 内容挖掘的方法[J]. 计算机工程,2005,32(18):70-71,78.
- [5] 胡雯,曾春年. Web 内容挖掘算法的比较研究[J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版,2006(7):23-26.
- [6] 战坤,曾凡,康运生,等. 个性化--医院网站信息服务的趋势[J]. 重庆医学,2009,38(21):2668-2669.
- [7] 曾凡,黄昊,王禾,等. 医院网站建设的实践[J]. 重庆医学,2007,36(23):2377-2378.
- [8] 曾暇,易霜,黄云. 基于相似学习风格的资源分类和推荐服务[J]. 软件导刊,2010(2):171-173.
- [9] 陈萍,喻国平,梁音. Web 数据挖掘在个性化推荐服务的应用[J]. 微计算机信息,2009(12):195-196,189.

国临床药理学杂志,2003,19(1):75-78.

- [2] 汤韧,易涛,张宜. 信息技术在合理用药中的应用[J]. 医药导报,2005,24(9):853-855.
- [3] Luger GF. Artificial intelligence: Structures and strategies for complex problem solving (6th edition)[M]. Boston: Addison-Wesley,2008.
- [4] Liao SH. Expert system methodologies and applications-a decade review from 1995 to 2004[J]. Expert Syst Appl, 2005,28(1):93-103.
- [5] Chau KW, Chen K. An example of expert system on numerical modelling system in coastal processes [J]. Adv Eng Softw, 2001,32(9):695-703.
- [6] 苗芳芳,刘俊峰. 论人工智能的发展及其在医学领域的应用前景[J]. 卫生软科学,2009,23(2):222-224.
- [7] 李立凤. 孕产妇用药对胎儿的影响[J]. 重庆医学,2007,36(24):2496,2521.
- [8] 卫生部,国家中医药管理局. 抗菌药物临床应用指导原则 [EB/OL]. (2004-08-19) [2011-07-10]. <http://www.lawbase.com.cn/LAWDATA/LawArticle.asp?Article-No=191244>.
- [9] 孙安龙,胡彬,熊忠阳,等. 新型农村合作医疗信息系统的设计与应用[J]. 重庆医学,2008,37(21):2386-2388.
- [10] 刘培奇,李增智,赵银亮. 扩展产生式规则的网络故障诊断专家系统[J]. 西安交通大学大学学报,2004,38(8):783-786.
- [11] 李蕾,高铁曼. 产生式规则专家系统的原理与实现[J]. 微计算机应用,2006,27(5):631-634.
- [12] 邓超,郭茂祖,王亚东. 一种基于产生式规则的不确定推理模板模型的研究[J]. 计算机工程与应用,2003,39(30):57-61.
- [13] 国家食品药品监督管理局. 药品说明书和标签管理规定 [EB/OL]. (2006-06-01) [2011-07-10]. [http://www.gov.cn/gongbao/content/2005/content\\_63241.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2005/content_63241.htm).
- [14] 张海英,张黎,李玉珍. 正确识别药品名称,重视合理应用药物[J]. 中国执业药师,2010(10):10-12.
- [15] 劳眷. 对产生式规则关系数据库的实现与改进[J]. 微计算机信息,2007(21):195-196,228.

(收稿日期:2011-09-07 修回日期:2011-10-18)

- [10] 张贞梅,孙忠林,陈欣. 数据挖掘的关联规则建立与算法改进[J]. 福建电脑,2005(5):33-34.
- [11] 何小东,刘卫国. 数据挖掘中关联规则挖掘算法比较研究[J]. 计算机工程与设计,2005,26(5):1265-1268.
- [12] 邓胜利,孙高岭. 面向推荐服务的用户信息需求转化模型构建[J]. 情报理论与实践,2009(6):14-17,50.
- [13] 陈丽君. 用户行为选择的表现及其法则[J]. 情报资料工作,1994(2):11-12.
- [14] 丁振凡,邓磊. 个性化信息推荐服务与个性化搜索引擎[J]. 微计算机信息,2009(36):205-206,218.

(收稿日期:2011-09-09 修回日期:2011-10-21)