

JavaKBB:集成框架与产生式规则的专家系统工具*

曹泽文,戴超凡

(国防科技大学 信息系统与管理学院,湖南 长沙 410073)

摘要:描述了一个专家系统工具 JavaKBB,其目标是设计一个容易使用、方便扩展的专家系统开发工具,可以同时表示领域概念知识与过程知识;既可以运行于商用操作系统 Windows 等,也可以运行于中标麒麟等军用国产操作系统。为此,提出了一种集成框架与产生式规则的知识表示模式,定义了五种抽象层次以设计一个专家系统,包括知识原语、知识单元、知识部件、知识库以及知识系统;在此基础上基于 Java 语言设计并实现了 JavaKBB。JavaKBB 的另外一个重要特征是它能以 XML 格式保存知识库,具备与其他知识库进行交互的潜力。目前,JavaKBB 已经用来构建慢性肝炎防治专家系统、装备辅助决策系统等。

关键词:专家系统;开发工具;框架;产生式规则

中图分类号:TP18 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-2486(2014)04-0184-04

JavaKBB: An expert systems tool of integrating frame with production rule

CAO Zewen, DAI Chaofan

(College of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: JavaKBB, an expert systems tool, is described and the central idea of the project is to make an easy-to-use and easy-to-extend tool for building practical expert systems. It can simultaneously represent conceptual knowledge and procedural knowledge of domain; which can run on commercial operating systems such as Windows along with military domestic operating systems such as NeoKylin. This study presents a knowledge representation model of integrating frame with production rule, which defines five levels of abstraction in order to design an expert system, including knowledge primitives, knowledge units, knowledge elements, knowledge base and knowledge systems. Based on this model, JavaKBB was designed and implemented with Java language. Another important feature of JavaKBB is its capability of saving knowledge bases in XML format, thus making them potentially easy to interoperate with other knowledge bases on the Internet. Currently, JavaKBB has been used to build the Chronic Hepatitis Prophylaxis and Treatment Expert System and the Equipment Decision Support System.

Key words: expert systems; tools; frame; production rule

现代军事活动具有因素复杂多变、数据量大、实时性及可靠性要求高等,战场信息全部由人进行处理既不现实、也不可能,因此运用人工智能技术,特别是专家系统技术成为克敌制胜的关键。使用恰当的专家系统开发工具可避免耗费重复劳力和时间,从而大大缩短建造专家系统的周期^[1-4]。研制和改进专家系统开发环境已成为新一代智能化军事信息系统(Military Information System, MIS)必须解决的一个重要课题。但在目前就工具本身来讲存在着一些共性缺点:

(1)专家系统与传统军事信息系统结合问题。目前,专家系统虽然得到了较大发展,但与其他计算机主流技术相比,应用的普及程度还是远远不够的。在实际中,应用得较多的是传统 MIS。

专家系统经常需要与传统 MIS 结合起来使用;而传统 MIS 又大多建立在数据库基础上。因此,专家系统运行环境最好在数据库系统下,知识存储在数据库中^[5]。这样就能方便系统集成,实现数据的交互与共享。(2)专家系统不能同时表示领域概念知识与过程知识。现有的专家系统工具如 Clips^[6]、Jess^[7]等,大部分只能表示产生式规则等过程性知识(如作战规则),不能同时表示领域概念及其相互关系(如作战实体及其关系),导致知识体系的描述不完整、不规范;而且因对规则所引用概念的理解不一致,导致无法实现知识的共享与交换,也无法完成知识系统之间的互操作。相关研究领域本体论已对此做过专门研究^[8]。(3)缺乏支持军用国产操作系统的通用专家系统工

* 收稿日期:2013-08-07

作者简介:曹泽文(1967—),男,湖南益阳人,教授,博士,E-mail:zwcao1016@21cn.com

具。根据我军确定的国产硬软件推进计划,以后军用信息系统全部要求运行于国产自主硬软件平台。但现有专家系统工具尚不能有效支持军用国产操作系统,因此研制既可以运行于商用操作系统 Windows 等,也可以运行于中标麒麟等军用国产操作系统的专家系统开发环境已成为新一代智能化军事信息系统必须解决的一个重要课题。

基于以上考虑,我们提出了一种集成框架与产生式规则的知识表示模式。

1 JavaKBB 中知识表示方法

JavaKBB 定义了五种抽象层次以设计一个专家系统,包括知识原语、知识单元、知识部件、知识库以及知识系统,如图 1 所示。在设计一个知识系统时,一系列原语构成单元,单元又是知识部件的一部分。知识单元包括:框架、产生式规则、知识构造块(主要表现方式就是对象属性值三元组)。知识部件可以用来构造自含式系统,系统还可以进一步集成到更复杂的系统中。

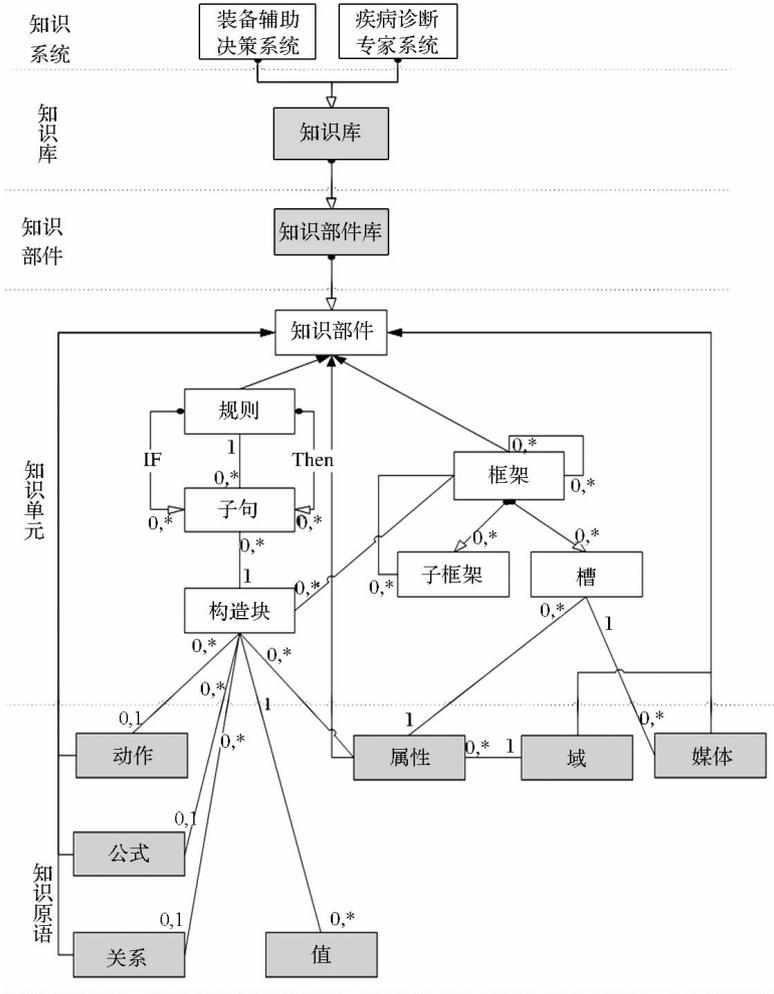


Fig. 1 Knowledge representation model

1.1 知识原语

表示知识的有意义的最小单位,包括:域、属性、媒体、动作、关系、公式、值。

(1)域:用于定义值的基本数据类型及范围,具体包括:域名称、基本数据类型、域约束信息。

(2)属性:描述对象的某一方面特征,其取值类型用域来定义。每个属性仅有一个域,一个域可以对应多个属性。

(3)媒体:代表一个媒体元素(图片、视频

等),用来图示化某一对象。

(4)动作:定义一个过程,作用于某个槽。目前已经实现的动作包括:Stop(停止推理)、Ask_question(向用户提问,要求用户输入某变量的值)、Show_value(向用户现实某变量的值)、Get_from_database(从内外数据交换表中自动获取某变量的值)等。

(5)关系:代表槽与值或者槽与槽之间的一个二元关系,如 =、< =、> =、<、>、! = 等。

(6)公式:定义一个作用于具体值上的算子;如Sin(x)。

(7)值:表示一个某一类型的具体值及其可信度。

1.2 知识单元

(1)框架。框架是描述对象(一个事物、事件或概念)属性的一种数据结构,类似于面向对象编程中的类。框架是知识表示的基本单位,用框架名称进行描述,包括一组描述物体的各个方面的槽。一个框架可以有一个父框架,体现对象之间的继承关系(“IS A”关系);一个框架可以有多个子框架,体现对象之间的组成关系(“HAS”关系)。一个框架可以继承其他框架,也可以与其他框架进行聚集。一个框架最多只有一个父框架但可以有多个子框架。不同的框架之间可以通过属性之间关系建立联系,从而构成一个框架网络,充分表达相关对象间的各种关系。框架知识表示的特点是:主要描述事物的内部结构及事物之间的类属关系。

(2)槽。框架与属性之间的一个链接。每个槽又由若干侧面(属性的一个方面)所组成,每个侧面都有自己的名字和填入的值,如提交给终端用户的提问信息、所有可能的回答、槽的描述等。另外,为了更好地描述相关问题及值,媒体也可以关联到槽上。

(3)子框架。当框架需要与其他框架聚集(“HAS”关系)时,可以定义子框架。

(4)规则。一种用 IF/THEN 子句构成的知识表示形式,即如果条件(前提或者前件)成立,那么一些行为(结果或结论或推论)将要发生。每一个规则有前提条件(一个或多个 IF 子句),只有当所有前提条件都满足时结论(一个或多个 THEN 子句)才为真。如果一个规则有多个 IF 子句,可以用 AND/OR 逻辑操作符连接起来。IF 子句是多个知识构造块的“与”和“或”的连接,Then 子句也由多个知识构造块构成。

(5)子句。多个知识构造块的“与”和“或”的连接,类型主要包括 IF 子句与 THEN 子句。

(6)知识构造块。知识构造块是一个基本逻辑句子,定义在某框架槽上的动作、槽与值之间的关系、槽与槽之间的关系等,主要作为规则的构造块。有四种不同类型知识构造块,最常用的是定义槽与值之间的关系的知识构造块。单独定义知识构造块的目的是实现知识构造块的共享与重用,减少冗余工作。

1.3 知识部件

知识部件就是知识库中相对完整的知识单

位,是针对某一(或某些)领域问题求解的需要,采用框架、产生式规则等知识表示方式在计算机中存储、组织、管理和使用的互相联系的知识集合。即求解某一问题所需所有知识(包括知识原语与知识单元)的集合构成知识部件,包括框架、属性、规则等。

1.4 知识库

将构建的关于一个确定领域的所有知识按一定的结构形式组织起来形成知识库,由一系列知识部件组成。

1.5 知识系统

知识系统也称为基于知识的系统,是指任何包含知识,而且所包含的知识有某种明确表示的软件系统。

2 JavaKBB 实现

2.1 总体结构

按照“集中管理、统一服务、灵活配置”的设计思想,JavaKBB 设计为知识开发与管理、知识推理服务二个工具。系统总体结构如图 2 所示。

知识开发与管理工具能够提供图形化的交互式知识表达功能,支持专家知识的输入、更新和删除等,具体包括:(1)支持框架、产生式规则等知识表达结构;(2)能够对知识库知识进行输入、更新、删除、浏览;(3)提供知识部件的导入导出功能;(4)能够通过调用推理机对专家知识进行验证。

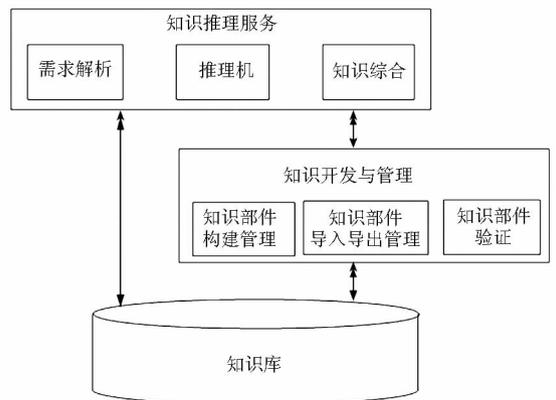


图 2 系统总体结构

Fig. 2 Structure of JavaKBB

知识推理服务工具能够根据决策应用的实际需要,对知识进行推理,为用户提供基于知识的辅助决策手段。具体功能包括:在 C/S 模式下,提供推理插件服务;在 B/S 模式下,提供 Web Service 推理服务,支持网络环境下多种知识资源的统一管理与服务;可以对知识推理过程进行控制。

2.2 JavaKBB 中的推理技术

JavaKBB 中的推理采用前向推理技术,冲突消解主要采用基于最高优先级规则以及规则只能激活一次等原则。

3 JavaKBB 开发过程及实例

JavaKBB 系统为用户开发专家系统提供了友好而高效的集成式交互开发环境。

应用系统的开发过程为:首先分析待建专家系统领域概念以及相互之间的关系,定义解决问题需要考虑的因素和相应的领域知识,包括所有框架、槽;然后定义产生式规则。最后使用系统提供的知识获取工具,完成建库和语法检查工作。具体工作有:(1)定义域、属性;(2)定义框架,包括框架名、组成框架的槽,输入槽名、提问语句、可选回答等,定义父框架、子框架等;(3)定义知识构造块及产生式规则;(4)进行语法检查。

利用 JavaKBB,我们开发了一个“慢性肝炎防治专家系统”,具体开发过程如下:

(1)定义了 STRING, INTEGER, FLOAT 和 BOOLEAN 共4个域;性别、肝功能正常等21个属性。

(2)定义了如下5个框架:

①病人基本情况,表示病人的年龄、性别等基本信息,因此包括年龄、性别槽。其中“病人基本情况”框架的“性别”槽的定义窗口,其相关定义信息如下:

- 当前属性为:性别;
- 提问信息是:请问您的性别是什么?
- 取值类型为:仅仅只能选择一个答案;
- 可以选择的回答数:2个;
- 允许的取值是:男性、女性。

其他槽的定义与“性别”槽类似。

②病人化验结果,包括肝功能正常、HBV-DNA 复制、表面抗原阴性、E 抗原阴性、核心抗原阴性槽。

③病人诊断情况,包括大三阳、小三阳等槽。

④治疗药物,包括干扰素、核苷类药物等槽。

⑤病人问题,包括生育问题答案、乙肝患者应该定期检查什么等槽。

(3)定义如下例所示规则,共28条。

生育规则:If 病人基本情况:性别 = “男性” and 病人化验结果:肝功能正常 = “是” and 病人化验结果:HBV - DNA 复制 = “否” Then 病人问题:生育问题答案 = “可生育,不需要抗病毒治疗”。

其含义是:如果病人是男性,肝功能正常,而且 HBV-DNA 没有复制;则可以生育,而且不需要

抗病毒治疗。

(4)对规则进行语法及完整性检查,可以利用 JavaKBB 进行试推理,输入相关条件,检查是否可以准确输出结果。

知识库构建完成后,支持用户通过 Web Service 的 API 按照指定知识部件及给定事实进行推理服务,由此实现知识系统与其他业务系统的集成。

4 结论

除了上面介绍的“慢性肝炎防治专家系统”,我们还利用 JavaKBB 开发了“面向任务的装备保障需求预测专家系统”。目前,正在研究用 JavaKBB 处理后勤供应保障标准计算和勤务规则问题。实践证明,JavaKBB 系统具有很好的实用性和较高的开发效率。随着我军军事信息系统建设逐步深入,各类作战规则管理及辅助决策功能已经成为新一代军事信息系统的能力需求,具有完全自主知识产权、有效支持国产硬软件平台的 JavaKBB 必将发挥重要作用。

参考文献 (References)

- [1] 陈兆乾,陈世福. BBEST: 基于黑板模型的专家系统开发工具[J]. 计算机研究与发展,1994(12):43-48.
CHEN Zhaoqian, CHEN Shifu. BBEST: An expert system tool based on blackboard model[J]. Chinese Journal of Computer Research and Development, 1994(12):43-48. (in Chinese)
- [2] 曹泽文,朱承,刘震. HESTool: 基于层次链知识组织的专家系统工具[J]. 国防科技大学学报,2001(3):120-125.
CAO Zewen, ZHU Cheng, LIU Zhen. HESTool: An expert system tool based on hierarchical knowledge base[J]. Chinese Journal of National University of Defense Technology, 2001(3):120-125. (in Chinese)
- [3] Bojan T, Jelena J, Vladan D. JavaDON: An open-source expert system shell [J]. Expert Systems with Applications, 2006,31:595-606.
- [4] Emily Seto, Kevin J. Leonard, Joseph A. Cafazzo, et al. Developing healthcare rule-based expert systems: case study of a heart failure telemonitoring system[J]. International Journal of Medical Informatics. 2012(8):556-565.
- [5] 曹泽文,张维明,朱承. 任务链: 知识库组织的一种新方法[J]. 计算机工程,2002(8):18-22.
CAO Zewen, ZHANG Weiming, ZHU Cheng. Task Links: A new method to organize a knowledge base [J]. Computer Engineering, 2002(8):18-22. (in Chinese)
- [6] Gary R. Clips: A tool for building expert systems. Available at <http://clipsrules.sourceforge.net>, last visited Aug 14th, 2013.
- [7] Sandia National Laboratories. Jess: The rule engine for the Java platform. Available at <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>, last visited Aug 14th, 2013.
- [8] 曹泽文,李立人,邓苏. 战场空间本体构建方法研究[J]. 火力与指挥控制,2008(6):22-25.
CAO Zewen, LI Liren, DENG Su. Research on battle-space ontologies construction method[J]. Fire Control and Command Control, 2008(6):22-25. (in Chinese)