

文章编号: 1000-5862(2017)02-0111-05

基于层次知识模型的知识库可视化研究

蒋庆, 汪六三, 鲁翠萍, 张正勇, 王儒敬

(中国科学院合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: 针对专家系统知识库可视化问题, 构建了知识库的层次知识模型, 基于径向树实现了层次知识模型的可视化. 以基于多级知识单元的知识库为例, 研发了知识库可视化系统, 通过系统运行的实例验证了该方法能够方便用户快速浏览知识库的层次结构, 从而有利于提高知识库的可理解性. 该方法对其它知识表示方法的知识库可视化具有借鉴意义.

关键词: 知识可视化; 知识表示; 多级知识单元; 知识库

中图分类号: TP 182 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.02.01

0 引言

知识可视化(Knowledge Visualization)是在科学计算可视化、数据可视化、信息可视化基础上发展起来的^[1]. 近十年来, 已经广泛应用于计算机科学、生物医药工程、商业资讯、知识管理和专家系统等诸多领域中^[2-5]. 知识可视化在知识库系统领域研究主要集中在本体可视化. 有学者对本体的类和个体的层次结构进行了可视化表示, 开发了本体可视化插件 sova^[6-7]. 有学者探讨了知识库的可视化^[8], 认为用一组可视化对象(如图标、树形图等)将知识的内部表达形象化地展现在用户面前, 能帮助领域专家和知识工程师直观理解知识的表达和描述, 提高对知识库中知识的理解和利用.

本文针对知识库存在层次结构的特性, 首先构建层次知识模型, 然后基于径向树实现层次知识模型的可视化, 并以广泛应用于农业专家系统的多级知识单元表示方法^[9-11]为例, 通过研发的知识库可视化系统及其实例证明了基于层次知识模型的可视化能有效地提高基于多级知识单元的知识库逻辑关系的理解, 有利于专家系统知识库的知识获取与维护, 从而增强专家系统的能力.

1 层次知识模型描述

许多知识表示方法从语法单元和逻辑关系上存在

层次结构特征, 例如本体有概念类和实例 2 种语法单元, 概念类和实例存在的从属关系具有层次结构特点, 概念类又存在分类的层次结构. 常见的产生式规则也具有前件 IF 和后件 THEN 语法单元, 他们之间的逻辑关系具有层次结构特点. 因此, 本文将知识表示的层级结构抽象定义为层次知识模型.

1.1 层次知识模型定义

$Node = \{NodeId, Type, Parent, Children\}$ 其中 NodeId 为知识表示的语法单元 ID, Type 为语法单元所属的类型, Parent 为该单元的父节点, Children 为该单元的子节点. Parent 和 Children 可以是不同类型 Type 的语法单元, 也可以是同类型 Type 的语法单元.

1.2 实例说明

多级知识单元表示以知识单元为中心来组织异构多知识源, 将概念的属性、知识及知识处理过程统一在知识单元的结构中, 从而使一个知识单元不仅含有知识而且能够对相应的知识进行一定的处理. 多级知识单元包括框架知识单元和规则知识单元.

1.2.1 框架知识单元 在多级知识单元中, 一个框架知识单元描述待求解的问题. 根节点表示一个复杂的问题, 每一层子节点集合是上一层父节点的子问题划分. 通过框架知识单元将求解的复杂问题层层分解与细化.

图 1 是减灾领域中的框架知识单元实例的层次知识模型, 它由 5 层的结点 Node 构成. 以根节点描

收稿日期: 2016-10-01

基金项目: 国家重点研发计划重点专项(2016YFD0702000, 2016YFD0702002), 农业物联网软硬件成套装备中试熟化平台建设(沪农科推字(2016)第 2-5-11 号), 土壤与化肥成分快速在线检测系统研制(KFJ-SW-STS-144)和枸杞高效低损智能化采收关键技术与装备研发课题资助项目.

作者简介: 蒋庆(1977-), 男, 江西南昌人, 副研究员, 博士, 主要从事人工智能、知识工程和知识可视化的研究. E-mail: jiangqing@iim.ac.cn

述为例: $Node_0 = \{ \text{"地震灾害应急救助可行方案"}, \text{框架知识单元} \{ \{ \text{"救灾人员方案"}, \text{"救灾物资方案"}, \text{资金财政方案} \} \}$. 从图1中可以看出,最底层的框架知识单元的组合决定了上一级知识单元的求解,上一级知识单元的求解能为更上一级的知识单元的求解提供基础.这种层层递进的求解、推理关系,恰好说明了多级知识单元的特点.从这种层次知识模型,可以轻易地看出他们之间的内在联系.

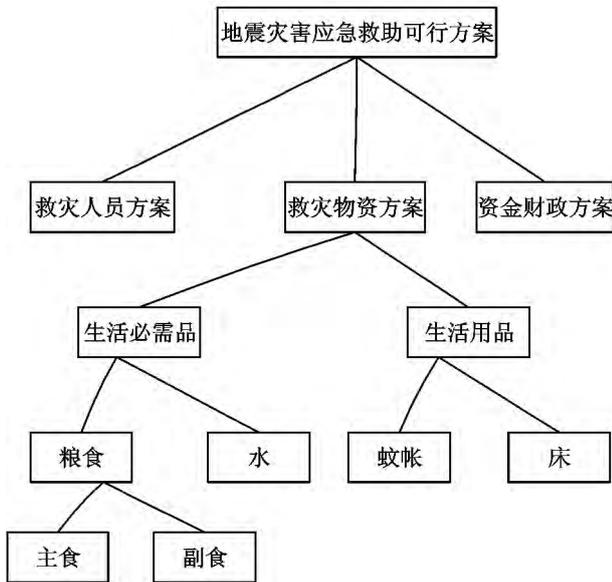


图1 框架知识单元的层次知识模型实例

1.2.2 规则知识单元 框架知识单元树的叶子节点为具体求解的求解目标,规则知识单元描述对每个框架知识单元的求解过程,它是一个实现推理、计算、调用等功能的一类知识对象.它包含了规则语句、计算表达式语句、数据库语句、输出语句等多种知识形式.

规则知识单元“青海公牦牛毛绒产量评级”包含的所有语句集合为

- 1) If(青海成年公牦牛年龄 = "6 岁以上") and(青海牦牛毛绒产量 > = 3.5) Then 青海牦牛毛绒产量评级"特级";
- 2) If(青海成年公牦牛年龄 = "6 岁以上") and(青海牦牛毛绒产量 > = 2.5) and(青海牦牛毛绒产量 < 3.5) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"一级";
- 3) If(青海成年公牦牛年龄 = "6 岁以上") and(青海牦牛毛绒产量 > = 2.0) and(青海牦牛毛绒产量 < 2.5) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"二级";
- 4) If(青海成年公牦牛年龄 = "5 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 3.0) Then 青海公牦牛毛绒产

量评级"特级";

- 5) If(青海成年公牦牛年龄 = "5 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 2.0) and(青海牦牛毛绒产量 < 3.0) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"一级";
- 6) If(青海成年公牦牛年龄 = "5 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 1.5) and(青海牦牛毛绒产量 < 2.0) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"二级";
- 7) If(青海成年公牦牛年龄 = "4 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 2.5) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"特级";
- 8) If(青海成年公牦牛年龄 = "4 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 1.5) and(青海牦牛毛绒产量 < 2.5) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"一级";
- 9) If(青海成年公牦牛年龄 = "4 岁") and(青海牦牛毛绒产量 > = 1.2) and(青海牦牛毛绒产量 < 1.5) Then 青海公牦牛毛绒产量评级"二级".

可以看出,它包含2个概念级别的语法单元,即概念单元,分别是“青海成年公牦牛年龄”和“青海牦牛毛绒产量”,代表规则知识单元求解的前提条件,因此“青海公牦牛毛绒产量评级”规则知识单元的层次知识模型如下图2所示.以根结点描述为例: $Node = \{ \text{"青海公牦牛毛绒产量评级"}, \text{规则知识单元} \{ \{ \text{"青海成年公牦牛年龄"}, \text{"青海牦牛毛绒产量"} \} \}$.

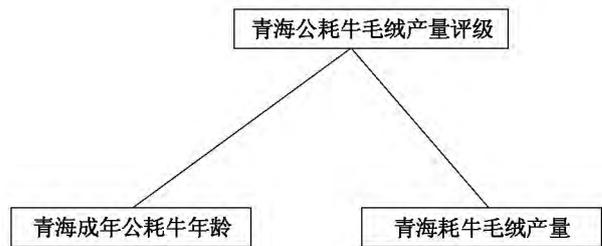


图2 规则知识单元的层次知识模型实例

1.3 层次知识模型的存储

层次知识模型的存储分为结点层和连线层2个部分.结点层实现对层次知识模型中结点集合的表示与存储,每个结点设计为 $\langle NodeId, Type \rangle$ 的形式进行存储;连线层实现对每个结点之间连线集合的表示与存储,每条连线设计为 $\langle StartNodeId, EndNodeId \rangle$ 的形式进行存储.以图2为例,结点层描述为 $\langle \text{青海公牦牛毛绒产量评级}, \text{概念单元} \rangle, \langle \text{青海成年公牦牛年龄}, \text{概念单元} \rangle, \langle \text{青海牦牛毛绒产量}, \text{概念单元} \rangle$;连线层包括 $\langle \text{青海公牦牛毛绒产量评级}, \text{青海成年公牦牛年龄} \rangle, \langle \text{青海公牦牛毛绒产量评级}, \text{青海牦牛毛绒产量} \rangle$.

2 层次知识模型的可视化方法

层次知识模型可视化过程中有 2 个值得注意的问题:

- 1) 由于布局中出现多种类型语法单元结点, 需要加以区分;
- 2) 语法单元分类的细化会增加边数量, 减少交叉重叠再次成为一个问题。

径向树^[12-13]以圆形的模式来展示数据, 同一层的节点位于同一个圆上, 不同层的节点位于不同的圆上, 根节点为圆心的, 看上去整个放射树是一个以根节点为圆心的同心圆。

因此, 层次结构知识模型可视化方法通过将不同类型语法单元分层布局来缓和这些矛盾。

首先将层次结构知识模型的最顶层的结点作为根节点, 然后按照层次的顺序依次将每层的结点放在由内到外的各个圆上, 顶层结点的子节点放在最内侧的圆上, 层次结构最末端的结点放在最外侧的圆上, 这样通过分层对多个语法单元节点进行了区分, 也减少了边的交叉重叠。

例如, 多级知识单元的层次知识模型可视化方法如下:

- 1) 读取框架单元树的根节点, 作为同心圆的圆心;
- 2) 以框架单元树根节点为圆心, 根节点的子节点分布在离圆心最近的同心圆上, 以此类推, 最终将框架树的不同层次的所有结点配置在若干个半径不同的同心圆上;
- 3) 对于引用了规则知识单元的框架树节点, 在离该框架节点最近的外侧同心圆配置其引用规则知识单元所包含的所有概念单元, 并用有向线段连接。

3 系统实现与可视化实例

3.1 知识源准备

本文以青海牦牛知识库为例, 该知识库的框架单元树包含 14 个框架知识单元, 每个框架知识单元代表一个可求解的子问题, 如图 3 所示。

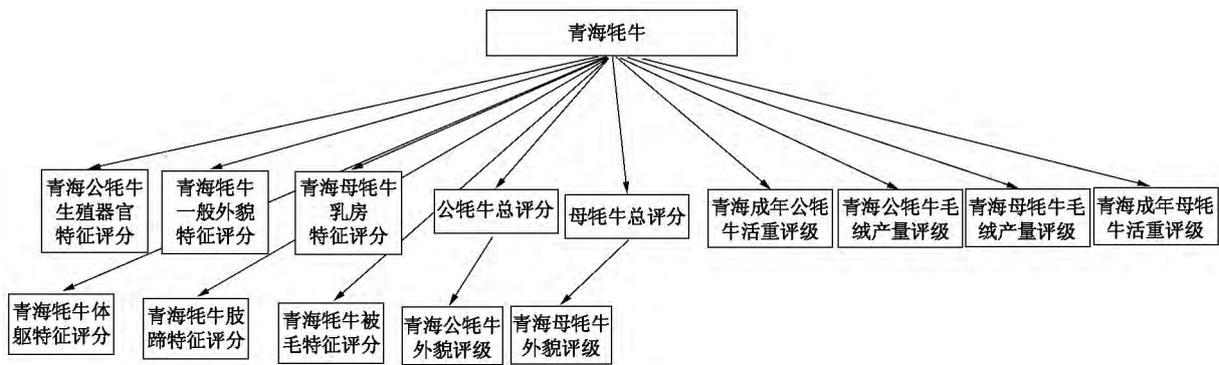


图 3 青海牦牛知识库框架单元树

每个问题的求解由包含若干个语句的规则知识单元完成, 每个规则知识单元包含的产生式规则涉及的概念单元如表 1 所示。

表 1 实例的子问题及相关前提因素

子问题	概念单元
青海母牦牛毛绒产量评级	青海成年母牦牛胎次, 青海母牦牛毛绒产量
青海公牦牛毛绒产量评级	青海成年公牦牛年龄, 青海公牦牛毛绒产量
青海母牦牛外貌评级	青海牦牛性别, 青海母牦牛外貌总评分
青海公牦牛外貌评级	青海牦牛性别, 青海公牦牛外貌总评分
青海母牦牛外貌总评分	青海牦牛一般外貌特征评分, 青海母牦牛乳房特征评分, 青海母牦牛肢蹄特征评分, 青海牦牛被毛特征评分

表 1(续)

子问题	概念单元
青海公牦牛外貌总评分	青海牦牛一般外貌特征评分, 青海牦牛体躯特征评分, 青海牦牛生殖器官特征评分, 青海牦牛肢蹄特征评分, 青海牦牛被毛特征评分
青海牦牛被毛特征评分	青海牦牛被毛特征
青海牦牛肢蹄特征评分	青海牦牛肢蹄特征
青海牦牛体躯特征评分	青海牦牛体躯特征
青海成年公牦牛活重评级	青海成年公牦牛年龄, 青海成年公牦牛活重
青海牦牛一般外貌特征评分	青海牦牛一般外貌特征
青海母牦牛乳房特征评分	青海母牦牛乳房特征
青海公牦牛生殖器官特征评分	青海公牦牛生殖器官特征
青海成年母牦牛活重评级	青海成年母牦牛胎次, 青海成年母牦牛活重

3.2 可视化实例与分析

本文基于 Eclipse 搭建了基于 Java 的开发环境,通过 Prefuse 开发包研发了知识可视化系统,该系统实现了多级知识单元的层次知识模型的可视化.可视化结果如图 4 和图 5 所示.图 4 的中心点是青海耗牛知识库,内层第 1 层节点表示 14 个框架知识单元,最外层的表示各个框架知识单元引用的规则知识单元的概念单元.由于每个框架知识单元代表一个待求解问题,概念单元代表问题求解的前提因素,因此,从图中可以清楚地了解知识库的整体结构以及问题求解的过程,即知识库能解决哪些问题以及这些问题求解相关的前提因素有哪些.

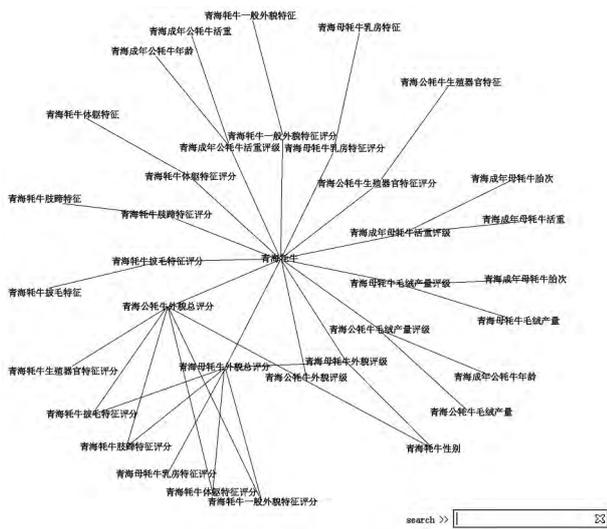


图 4 以青海耗牛为中心的层次知识模型可视化图

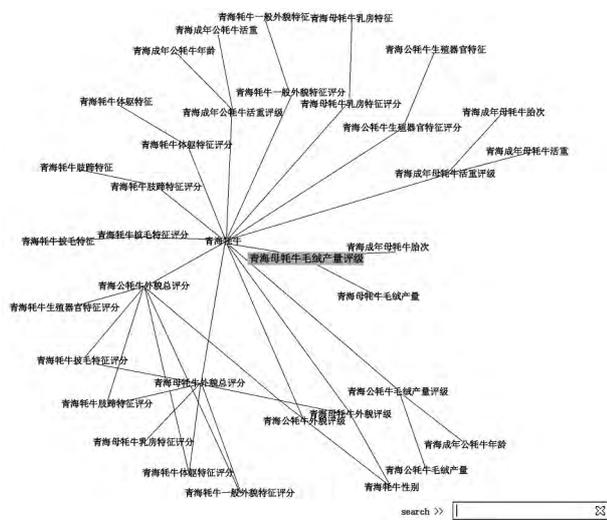


图 5 以青海母耗牛毛绒产量评级为中心的层次结构

该系统还提供焦点中心转移,在知识径向树中,当用户选择某个结点时,该结点成为焦点,其背景颜色被标注为绿色,同时该结点转移至中心位置.如图 5 所示,用户选择“青海母耗牛毛绒产量评级”子问

题,该问题结点成为焦点,放置在图中心,并标注为绿色,因此可以方便用户更直观地了解该子问题的求解过程.

如图 6 所示,用户可以在右下方的检索框中输入想要查找的概念,检索框的左边会显示检索结果的数量,同时用淡红色标识匹配到的知识结点,让用户即时定位到所要找的知识结点.搜索是即时的,用户在检索框输入检索词就可以即时看到检索结果,不用按回车键.这种在整个知识可视化系统中标识检索结果的方式让用户一目了然.

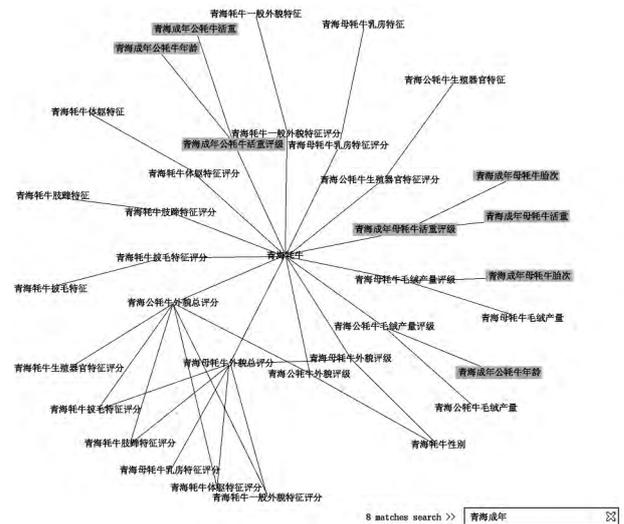


图 6 层次知识模型可视化检索实例

4 结论

本文针对知识库的可视化问题,提出了基于层次知识模型的知识库可视化方法,以多级知识单元为例,构建了问题求解层次知识模型,该模型将多级知识单元中的子问题及其前提因素的关系描述为层次结构,通过径向树将该层次结构的节点均匀布局.基于研发的知识可视化系统及实例证明了层次结构知识模型的可视化能够有助于用户对知识库的理解,提高知识获取与知识库维护的效率.

5 参考文献

[1] Eppler M J R A B. Knowledge visualization: towards a new discipline and its fields of application [C]. New York: ICA Working Paper 2004.

[2] 刘超. 近十年国外知识可视化研究发展述评 [J]. 上海教育科研 2012(9): 32-36.

[3] Kamsu-Foguem B, Tchunte-Foguem G, Foguem C. Using conceptual graphs for clinical guidelines representation

- and knowledge visualization [J]. *Information Systems Frontiers* 2014 ,16(4) : 571-589.
- [4] Sasieta H A M ,Beppler F D ,Pacheco R C D. A model for knowledge visualization based on visual archetypes [J]. *Acta Scientiarum Technology* 2012 ,34(4) : 381-389.
- [5] Bessmertny I A. Knowledge visualization based on semantic networks [J]. *Programming and Computer Software* , 2010 ,36(4) : 197-204.
- [6] Katifori A. Ontology visualization methods: a survey [J]. *Acm Computing Surveys* 2007 ,39(4) 137-142
- [7] Ramakrishnan S ,Vijayana A. A study on development of cognitive support features in recent ontology visualization tools [J]. *Artificial Intelligence Review* ,2014 ,41(4) : 595-623.
- [8] 周宁 张芳芳 ,余肖生. 可视化技术在知识管理领域的应用 [J]. *图书情报工作* 2006(11) : 68-71.
- [9] 黄海 ,王儒敬 ,黄河. 一种基于 HornML 的 Web 知识表示方法 [J]. *计算机工程与应用* 2006(1) : 53-55.
- [10] 徐伟 ,王儒敬 ,杨化峰. 基于 RuleML 的多级知识单元知识表示方法 [J]. *计算机工程与应用* ,2005(1) : 174-177.
- [11] 张英 ,王儒敬 ,魏圆圆. 基于知识地图的隐性知识获取系统的设计 [J]. *微电子学与计算机* 2009(5) : 17-20.
- [12] Battista G D ,Eades P ,Tamassia R ,et al. *Graph drawing: algorithms for the visualization of graphs* [M]. Upper Saddle River: Prentice Hall ,1998.
- [13] Sheth N ,Cai Q. Visualizing mesh dataset using radial tree layout [EB/OL]. <http://iv.slis.indiana.edu/sw/papers/radialtree.pdf>.
- [8] 周宁 张芳芳 ,余肖生. 可视化技术在知识管理领域的

Research on Visualization of Knowledge Base Based on Level Knowledge Model

JIANG Qing ,WANG Liusan ,LU Cuiping ,ZHANG Zhengyong ,WANG Rujing
(Institute of Intelligent Machines ,CAS ,Hefei Anhui 230031 ,China)

Abstract: According to the visualization of knowledge base of expert system ,the level knowledge model of knowledge base has been constructed and the visualization of hierarchical knowledge model based on radial tree has been realized. Based on the knowledge base of the multilevel knowledge unit ,the knowledge base visualization system is developed and the example of system operation shows that this method can help users to quickly browse the hierarchy of knowledge base ,which is beneficial to improve the understanding of the knowledge base. This method also has reference value to the knowledge base which is expressed by other knowledge.

Key words: visualization; knowledge representation; multi-level knowledge unit; knowledge base

(责任编辑: 冉小晓)