

基于继承的专家系统知识库的设计模式*

陈 林, 赵惠燕

(西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 在分析一般产生式知识表示方式构造专家系统知识库存在的知识库膨胀、扩展困难、推理效率较低等问题的基础上, 根据昆虫学专业特点和面向对象的思维方法, 对专家系统知识库构造方法进行了尝试, 提出了将专家系统知识库分离为结构数据、实例数据两个部分进行维护的思路。基于继承的专家系统知识库建造模式有效利用了生物进化的特征和面向对象的结构化继承特征, 减小了数据体积, 优化了数据分离维护、整体结合使用机制, 提高了推理机工作效率, 使专家知识库便于扩展及功能碾压。

[关键词] 专家系统; 知识库; 昆虫; 生物进化; 人工智能; 继承框架式知识结构

[中图分类号] S431.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)08-0095-04

1 一般产生式知识表示方式存在的问题

在专家系统中, 包含专家知识的知识库内容的多寡、数据组织联系原理、数据结构扩增机制等因素, 不仅决定专家系统能够表现出的功能、推理机数据访问部件的设计, 而且在很大程度上影响推理机的工作效率, 对整个专家系统的性能起决定性作用。所以, 知识库的性能决定一个专家系统的性能。

知识库的性能取决于知识的表示方法, 一种良好的知识表示方法, 可以有效的组织专家知识。而采用简单的产生式规则建立的专家知识库将使专家知识库异常庞大, 其原因在于每一个规则前提都与其结论相关联, 且在相似的规则之间存在一定的逻辑相似性, 但需要作为不同的逻辑推理规则分别存放。在昆虫形态学中, 这样的相似性来源于物种的遗传关系, 而且是一种极高的相似关系。如果按照一般产生式规则对专家知识库进行构建, 会造成庞大的、效率低下的相似数据群。例如, 鞘翅目昆虫多有坚硬的鞘翅, 整个鞘翅目昆虫的逻辑规则都包含如下的重复信息结构:

```
IF (InsectName = "天牛") Then (LegNum = 6)
IF (InsectName = "天牛") Then (WingNum = 4)
IF (InsectName = "天牛") Then (HardBody = True)
.....
```

每一种鞘翅目昆虫都拥有这样一个结构表格。

大量的相似重复数据结构的模式不仅造成了知识库的无理扩大, 也会降低知识库访问的速度, 历遍整个知识库搜寻相应数据将消耗大量的访问时间, 严重的开销必然使专家系统推理引擎工作效率低下^[1,2]。正是由于这样的局限, 本研究拟采用具有继承性的知识框架作为专家知识库构成的指导, 同时, 传统二叉分类在知识库物理实现上不容易实现, 利用继承性可以较大程度地提高可用特征的范围, 提高二次开发专家系统知识库的灵活性与可能性, 从而提高农业专家系统的实用功能^[3,4]。

2 继承框架式知识结构

2.1 继承框架式表示方法的定义

在本质上, 继承框架式表示方法属于一种知识框架表示方法, 可有效利用数据之间的内在联系使整个知识库数据处于一种相互联系、由上至下发生继承的组织关系中。继承框架式 (Inheritance Framework Style) 根据两条分类法则, 即利用昆虫学生物进化方向、面向对象的结构继承方向对全部可用的专家经验、专业知识进行分析、抽取和提炼。

2.2 生物继承的数据结构关系

生物在进化过程中总是向着由低级到高级、由简单到复杂、由水生到陆生的方向进化, 所以在昆虫种类之间存在着遗传、继承的关系。昆虫分类学就是根据昆虫之间的起源、进化渊源, 建立昆虫进化系统树, 按照系统树的指导, 由相同到不同的方法实现对

* [收稿日期] 2003-08-13

[基金项目] 国家自然科学基金项目(39970112); 杨凌重点基金项目(98A25)

[作者简介] 陈 林(1978-), 男, 贵州毕节人, 在读硕士, 主要从事农业专家系统研究。

[通讯作者] 赵惠燕(1956-), 女, 陕西杨凌人, 教授, 博士生导师, 主要从事应用生态学研究。

纷繁复杂的昆虫世界的认识。这种继承性是由生物相互关系带来的,可以用来制作表示其间关系的专家知识库。

2.3 面向对象继承的数据结构关系

利用面向对象技术对数据进行结构分析,上层的基础数据结构中的组成元素通过继承将其结构、属性传递到下一层次的结构中。下一层的数据结构通过重载、覆盖,对继承得到的数据结构、属性进行修订,重定义转向^[5]。良好的数据结构由组织变成对象,其属性值,即具体的数据结构属性值由外挂的属性知识库提供。

2.4 继承框架式的数据分配

数据分配原则主要依靠面向对象的结构继承性,昆虫系统发育中的遗传继承关系对专家数据进行分析、切割。利用昆虫分类、昆虫生态等专业知识进行数据分类选择,确定数据结构的基本构成,保证数据结构体在分类上成为有实际意义的数据集,同时将概念精确定义并记载到翻译字典中,实现规则的符号化与逻辑操作词汇的功能定义^[6]。利用面向对象的结构继承原则对数据量进行分割,包装成为数据对象结构。顶端数据结构(即没有继承其他结构的数据结构)定义广泛具有的共性,在下级的数据结构中定义该级别数据的广泛共性。从结构上看,由顶级数据结构到末端数据结构共性降低,特征属性出现。这就是结构数据和实例数据的相对切分原则。另外,结构数据可以作为推理终点依据向用户提供所需层次上的解释、鉴定结果。例如:昆虫纲定义全体昆虫具有的特征(结构数据),鞘翅目继承昆虫纲数据结构,并建立鞘翅目自己的数据结构(结构数据、相对实例数据),天牛科继承鞘翅目数据结构并填入科级分类特征(结构数据、相对实例数据),如此向下可以建立多级数据结构,直到绝对实例数据结构为止。当用户仅需要鉴定到科时,科级数据就是绝对实例数据,也是推理的终点。

2.5 继承框架式数据切分中的细分阶元分配问题

在继承框架式数据切分中,当数据进行到较小的分类阶元时,两相邻阶元之间的遗传关系仅有极微小的差异,没有必要将数据存储阶元分化出细致的颗粒,所以采取细分阶元时使用统一的数据存储结构,将表征具体种类的特征数据单独列出,存放在该种类昆虫的细分数据中,从而实现了结构定义与特定数据存储相互分离的格局,以方便数据的修改、添加,如对种下分类数据的添加,仅仅需要添加该种种下分类阶元的具体数据,同时,对于分类上还存在争议的,即可归入A类,也可归入B类的情况,本研究暂时将该物种分别归入各个类别数据表中,在解

释的时候向用户提出说明。

2.6 继承框架式规则的数据结构

昆虫鉴定专家系统是鉴定害虫的工具,所以推理过程是将某种昆虫从大量其他昆虫中分离出来的过程,利用的规则是昆虫的分类规则,包括结构数据和实例数据。这些规则在知识库中都组织成二维表结构,并根据面向对象、昆虫系统进化知识组织成具有继承框架式规则的数据结构。各结构之间通过继承获得上级结构数据的所有属性值。利用面向对象的分类方法将分散的数据进行类模块形式的构造,通过继承实现数据结构的最大程度共享,加快开发专家知识库的速度,降低开发难度。

在面向对象的结构定义中,下级结构中继承的数据主动覆盖到上级数据的属性值中(实现过程是通过专家系统推理引擎数据辅助部件,将上级数据表内容通过一定规则追加到下级数据表中)。例如:昆虫纲的数据表结构通过推理辅助继承到鞘翅目,在鞘翅目中不必列出昆虫纲的特性,通过Mother Structure= insects 属性可以从昆虫纲数据表中继承过来。如:昆虫纲数据表结构

Insect structure

Structure Name= Insects and Q IC= null

Mother structure= Self and Q IC= null

Body Separated= Ture and Q IC= 0 2

Num of Foots= 6 and Q IC= 0 5

Num of Wings= 4 and Q IC= 0 2

Open Cycle= Ture and Q IC= 0 2

鞘翅目数据表结构

Coleopterous structure

Structure Name= Coleopterans and Q IC= null

Mother Structure= Insects and PFP= 0 5

Coleopterons Wings= Ture and PFP= 0 2

Num of Coleopterons Wings= 2 and PFP= 0 1。

数据结构虽然不能直接计算、推理出结果^[4],但是构建良好的数据结构对于发挥推理机效率、转化推力结果为可读信息有很重要的作用。

3 知识库的建立与发展

专家知识库的建立基础是两种继承关系——昆虫系统发育决定的遗传继承关系、面向对象分析方法形成的对象结构继承性关系。这两种继承关系的相互结合构成了专家知识库的访问、扩展的基础。

3.1 继承的数据结构的效率表现

通过结构的继承可以快速建立大型专家知识库框架结构,在推理机的推理过程中不需要对属性知识库进行扫描,而只需要对结构知识库中的结构进

行扫描即可进行推理, 在知识库层次上加快了推理机的工作效率。而属性知识库中的具体取值主要满足用户的交互界面、专家系统的跟踪解释机制等的请求。基于继承关系的专家知识库将相似或相同数据通过继承关系读取, 并发送给数据使用者, 不需要重复存储在数据的不同结构中, 所以在很大程度上减少了相同或者相似知识库的重复存储, 有效减少了知识库的体积, 减少了数据访问引擎的负载, 提高了整体数据的访问效率。

3.2 继承的数据结构的冲突消解

由于数据之间依靠强相关性联系起来, 所以在对节点展开的时候通过继承相关性提供子节点的产生规则, 从而在一定程度上防止过多子节点的出现产生严重冲突, 甚至在数据结构上就直接消解了冲突, 有效防止了组合爆炸。冲突消解对于推理机引擎的工作效率是很重要的一个影响因素, 所以本研究认为, 在数据源结构上进行的消解处理较在推理引擎运转过程中进行的消解处理更为快速、有效。

本研究以专业可用度作为发生冲突时衡量节点对解决问题的贡献程度以及作为选择节点的标准。所谓专业可用度就是给定数据结构在农业生产中重要性的评估权重, 权重越高, 表示该数据结构在农业生产中的重要性越大, 或者是在农业生产中经常性出现。专业可用度来源于特定领域内的专家经验, 在一定程度上暗示该数据结构可能作为推理的最终解, 或者有助于找到最终解的可能性程度, 因此可以作为冲突消解的评判标准。另外, 专业可用度也模拟

了人类专家对农业害虫的鉴定习惯, 即从最有可能的或者危害最大的害虫开始推理。

3.3 继承的数据结构的扩展性

在用户进行专家系统评判的时候, 若出现了专家系统知识库中不存在的数据要求, 可以启动专家系统访问引擎中的触发器, 激发自学习功能, 利用预先定制的数据格式(使用 XML DTD 定义向专家知识库中进行添加的数据结构)搜集数据, 向用户进行垂询, 请求更新知识库。如果用户对出现的新数据类型能准确提供识别数据, 则立即进行数据添加, 如果不能提供数据来源, 则提请专家系统进行网络数据更新^[7]: 将用户使用过程中出现的超出知识库已有数据范围的数据请求发送到网络服务机构, 通过知识工程师与相关专家交流决定是否进行更新。

4 基于继承的专家系统知识库的功能构成与扩展

4.1 基于继承的专家系统知识库的系统结构

在基于继承的专家系统中, 推理机将用户提请的鉴定要求转化成知识库内部使用数据格式, 提交到专家系统知识库中进行匹配。如果属于结构推理, 则将匹配的数据提交到动态知识库中, 如果需要具体数据进行匹配, 则提交到属性知识库请求读取详细属性数据, 并将最终结果提交到动态知识库中, 以便展开下一步的推理。工作路径见图 1。

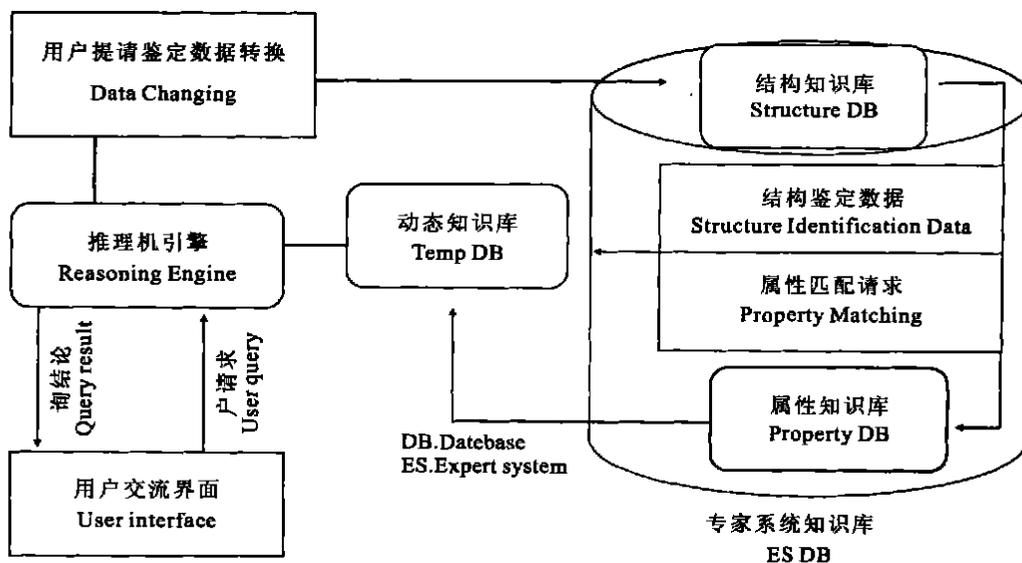


图 1 专家系统工作原理示意图

Fig 1 The mechanism of expert system

4.2 基于继承的专家系统知识库的成长

知识库的获取、提纯是发生在知识工程师、领域

专家和程序员之间的一个循序渐进的往返过程^[1]。

通过面向对象思想设计的知识库方便知识工程师与

领域专家的交流,领域专家只需要向知识工程师提交具有分层对象结构的专业知识,工程师就可以将获得的专业数据转化、存储在专家知识库中。发布专家系统的知识库的访问接口可使程序员进行二次开发,或者将专家系统数据通过其他的发布方式进行利用,制作成网络服务 Com,配合 A SP 技术实现网络专家系统^[8],从而为多次利用专家数据提供了很好的保证。

5 结论与讨论

本研究针对一般产生式知识表示方式构造专家系统知识库存在的知识库膨胀、扩展困难、推理效率较低等问题,提出了基于继承的专家系统知识库的设计模式,以期能够解决这些问题。

1) 双重知识库构成的思想。以面向对象的分析

方法作为数据物理结构的布局指导思想,以昆虫系统发育以及其他专业知识作为数据逻辑关系的分类指导思想。与单独使用面向对象的数据分类方法相比更具有实际生物学意义。

2) 两类数据分离存放、维护。知识库数据分为结构数据、实例数据两个部分。结构数据部分是具有较大共性的规则数据,实例数据是特定的、缺乏共性的规则集合。结构数据还可以作为推理深度的依据,适时的终止推理为用户提供合适的结论。

3) 专业可用度概念的提出。专业可用度是由专业知识确定的属性模糊权重,在推理过程中作为冲突消解的原则。但是专业可用度需要经过一系列的试用到修订的过程才能正确体现优化的推理决策作用。

[参考文献]

- [1] 张选平. 知识库型知识的产生式表示[J]. 计算机工程与应用, 2002, (1): 200
- [2] Brian Robinson. Expert systems in agriculture and long-term research[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1996, 76: 611- 617.
- [3] 高明亮. 农业专家系统存在的问题与对策[J]. 洛阳农业高等专科学校学报, 2001, 21(6): 611- 617.
- [4] 王正军, 程家安, 蒋明星. 专家系统及其在害虫综合治理中的应用[J]. 江西农业学报, 2000, 12(1): 52- 57.
- [5] 高 济. 开发知识级问题求解建模[J]. 高技术通讯, 1995, (6): 20- 24
- [6] 杨 燕. 保护地甜辣椒栽培管理专家系统的研究与开发[J]. 计算机工程与应用, 2001, 24: 142- 143, 169
- [7] 刘根深. 热带作物病虫害诊断专家系统的开发研究[J]. 热带作物学报, 2002, 23(1): 72- 78
- [8] 杜 珍. 山西省马铃薯专家系统的研究开发[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(6): 323- 325

Design of expert system database based on heritage mechanism

CHEN L in, ZHAO Hui-yan

(College of Plant Protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To use general generating expert system database will meet some problems such as expansion of database, difficulty of updating and low efficiency of logic rationalization. Our design which is based on entomology knowledge and thought of OO (Object Oriented) made some attempt about method of expert system database construction and brought forward a set of thoughts to maintain structure database and entity database separately. The method to build expert system database based on inherited way will save the space of necessary database, optimize detached maintenance of database and use them unitarily to show its function, improve the efficiency of reasoning machine. These features make it easy to perform and derive new functions from the framework of database.

Key words: expert system; database; insect; evolution of creature; artificial intelligence; structure of database in framework