

文章编号 :1001-2486(2001)03-0120-05

HESTool :基于层次链知识组织的专家系统工具*

曹泽文,朱承,刘震

(国防科技大学人文与管理学院,湖南长沙 410073)

摘要 提出了任务(Task)的概念,每个任务代表一种知识源。不同的任务可以采用不同知识表示形式及推理策略。一个知识库由一组前向或后向链构成的任务链组成,实现了知识库的结构化、可视化,支持知识部件的可重用与共享。同时,结合可视化技术、数据库技术,开发出实用性较强的专家系统工具 HESTool,该工具提供了一种知识建模机制。

关键词 :专家系统;知识表示;建模

中图分类号 :TP18 **文献标识码** :A

HESTool :An Expert System Tool Based on Hierarchical Knowledge Base

CAO Ze-Wen, ZHU Cheng, LIU Zhen

(College of Humanism and Management, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract :This paper puts forward the concept of task, which essentially stands for an independent knowledge source. A knowledge base can be constructed with tasks organized by forward or backward links, which implements well-structure and visualization of knowledge bases and supports the reuse and share of knowledge components as well. In addition, HESTool, a practical expert system tool based on hierarchical knowledge base, is developed with visual and database technology. A modeling scheme is provided in HESTool.

Key words :expert system; knowledge representation; modeling

专家系统的迅猛发展展示了它特有的实用性及可观的社会效益与经济效益,使用恰当的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^[1,2]。普及和改进专家系统开发环境已成为当前人工智能的一个重要课题。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 MIS 结合问题

目前,专家系统虽然得到了较大发展,但与其它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。这样就能方便系统集成,实现数据的交互与共享。

(2) 专家系统中知识结构化、知识部件的重用与共享问题

专家系统的灵魂是储存在其中的专家的知识,经过专家艰苦工作获得的知识应该为更多的人所共享或重用。但是,以前专家系统中知识通常用文件方式存储,为个人所管理与使用。因此,应该改变知识的组织与存储方式,实现知识结构化,支持知识部件的可重用与共享,同时提供知识库的集中管理功能。

(3) 缺乏一种将一个复杂问题分解成一个层次结构的子问题的建模机制

实际问题往往是非常复杂的,通常包含很多的子问题,而这些子问题所包含的知识,包括知识表示方法、推理策略都是不一样的。更主要的是,传统专家系统工具缺乏一种将一个复杂问题分解成一个层次结构的子问题的建模机制,不能对知识库进行建模。这样,开发一个复杂问题的知识库就相当困难。因此,专家系统工具最好能同时是一个知识建模的工具。

(4) 在同一个问题中不能将多种知识表示方法结合起来

目前知识表示方法有很多种,但在同一个问题中如何将多种知识表示方法结合起来还没有好的办

* 收稿日期:2000-12-16
基金项目:国家自然科学基金资助项目(7980007)
作者简介:曹泽文(1967-)男,讲师,博士生。

法,主要原因是传统专家系统知识库组织是一维的,不便于将多种知识表示方式结合起来。

基于以上考虑,我们提出任务(Task)的概念,每个任务代表一种知识源。不同的任务可以采用不同知识表示形式及推理策略。一个知识库(Knowledge Base)由一组前向或后向链构成的任务链组成,改变了传统知识库的一维组织结构。同时,结合可视化技术、数据库技术,开发出实用性较强的专家系统工具 HESTool。

1 HESTool 中知识表示与知识库结构

1.1 知识库

HESTool 的知识库由一组前向或后向链构成的任务链组成。通过任务联结图(Map)显示任务之间的链接关系,实现知识库的可视化组织方法。任务之间主要有前向链与后向链关系。

任务联结图 TM 是由任务集合及任务间的关系集合组成的一种数据结构:

$$TM = (T, R)$$

其中: $T = \{t \mid t \text{ 是一个任务,代表某种知识源,可以采用产生式规则、语法树等知识表示形式}\};$

$R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in T \&\& \text{Condition}(x, y) \}$ 是任务之间关系的有穷集合,也就是链的集合。其中,链可以是前向链,也可以是后向链。当链为前向链时,用 $\text{Condition}(x, y)$ 表示链上条件。

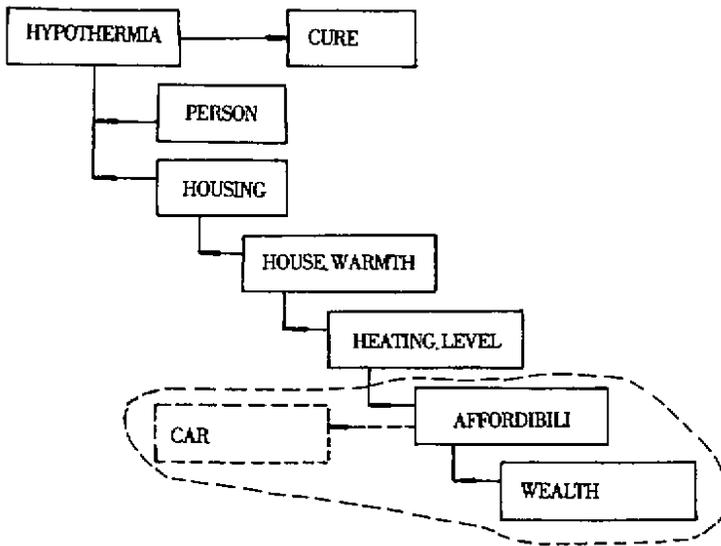


图 1 任务联结图

Fig.1 Task map

例:判断某人是否患上体温过低症以及如何治疗的知识库。只有判断某人已经患上体温过低才考虑其治疗措施。判断某人是否容易患上体温过低需要考虑的因素很多,如年龄、健康情况、住房条件等;而影响住房条件的因素又有很多,如天气、住房隔热、供热情况、使用燃料数、收入及积蓄等。

如果将所有有关知识放在一维知识库中,不仅要求这些知识具有一致的知识表示形式和推理策略,而且对问题的理解、建模都要困难得多。为此,我们依据结构化建模的思想,将问题层层分解。判断某人是否容易患上体温过低症作为一个任务 HYPOTHEMIA。判断某人是否容易患上体温过低主要依据个人情况、住房情况,因此,将个人情况、住房情况当成二个任务 PERSON 与 HOUSING,通过后向链与 HYPOTHEMIA 联结起来,表示求解 HYPOTHEMIA 需要先求解 PERSON 与 HOUSING。而个人情况又需要考虑年龄、健康情况;住房情况需要考虑天气、住房、收入等,这样将整个知识库组织成如下链接结构。各任务知识表示可以不一样。图 1 的实线部分是该问题的任务联结图。其中:

后向链描述任务的分解关系,如求解 HYPOTHERMIA,必须先求解 PERSON 和 HOUSING。

前向链描述任务的先后顺序关系,如已求解 HYPOTHERMIA 之后,如果结果为已患体温过低症,则

求解 CURE ,获得治疗措施。

这样 ,知识库组织是层次、可视的 ,实现了知识的结构化 ;同时 ,在组织知识库的过程中 ,专家系统工具提供一种将一个复杂问题分解成一系列子问题的建模机制 ,能对知识库进行建模 ,专家系统工具同时是一个知识建模的工具。另外 ,支持知识部件的可重用与共享。一方面 ,求解某个问题的知识链的分支可以用于求解其它的问题 ,因此可以作为其它问题的知识链的分支 ,如图 1 的虚线框部分 ;另一方面 ,整个知识库存储在数据库中 ,可以很好地实现多用户的共享。

1.2 任务

每项任务(Task)代表一个知识源 ,存放一组知识 ,用于求解某个特定的子问题。通常由代表解决一个问题需要考虑的因素即一组属性(Attribute)和一个输出结果(Outcomes)组成。

每项任务可以采用不同的知识表示方法 ,如一棵决策树(Decision Tree)或一套模式规则(Pattern Rules) 框架等。这些知识描述了属性组与输出结果之间的逻辑关系。另外 ,每个任务的知识也能从示例集(Examples)或从例外集(Exceptions)中通过数据开采方法或机器学习等得到。

Task 的形式化表示 : $\langle U ,D ,DOM ,K \rangle$

其中 :U 为 Task 的所有属性(包括结果属性) ;

D 为属性组 U 中属性所来自的域 ;

DOM 为属性向域的映象集合 ;

K 为 Task 的所有知识 ,包括对象级知识与元知识。对象级知识包括事实以及规则。元知识表示由问题求解规划、推理策略等构成的控制信息。在 HESTool 中每个 Task 的元知识有知识表示方法、推理策略等。

在 HESTool 中 ,构造 Task 的知识可以采用直接编辑或输入决策树、产生式规则等知识形式 ;也可以通过输入一组示例集或例外集 ,通过示例学习等方法获得知识。

PERSON 任务的知识用决策树描述 ,而 HOUSING 任务的知识表示用产生式规则描述。

总之 ,基于任务链形式组织知识库的优点有 :

- 不仅提供一种将一个复杂问题分解成一个层次结构的子问题的建模机制 ,而且将知识库组织成多维结构。知识的模块性、清晰性、自然性都较好 ,这样 ,开发复杂问题的知识库也变得相当简单。
- 由于每个子任务的求解只需查找该子任务的知识库 ,大大减少问题求解过程中搜索和匹配的规模 ,提高了专家系统的效率 ,也便于检查知识的冗余、重复与矛盾。
- 由于各任务的知识表示方法可以不同 ,这样 ,在同一个问题中允许将多种知识表示方法很好结合起来。

专家系统或者说所有基于知识的系统的关键是如何获取知识。知识获取的方法总的说来可分成二类 :手工输入与自动获取。作为一个实用、有效的专家系统工具 ,必须提供知识的自动获取功能。为此 ,在 Task 中可以输入一组示例集或例外集来描述属性组与输出结果之间的逻辑关系 ,通过选用一种示例学习算法获得知识。在 HESTool 中 ,Task 的示例集存放于用应用及任务名标识的一个关系表中。

1.3 属性

属性是解决一个问题需要考虑的各种因素。定义属性需要考虑以下要素 :

· 静态与动态性

如果属性是静态的 ,则属性一旦具有某值 ,推理过程中可以多次使用 ,而如果属性是动态的 ,则属性即使已有某值 ,仍需要通过推理求得新值。

· 数据类型及所允许的取值。属性允许的数据类型有 :

离散型 Discrete :具有一组离散字符串值 ,每次只能取一个可选值 ;

列表型 List :具有一组离散字符串值 ,每次可以取多个可选值 ;

另外还有日期型 Date 、数值型 Numeric、布尔型 Boolean。

· 获得数据的方式 :初始赋值、通过人机对话方式输入、从数据库中查询得到、由其它任务推理得到。

通过定义属性取值的 SQL 语句,可以将专家系统与管理信息系统完整地结合起来,减少专家系统运行过程中用户的输入。

1.4 应用系统 Application

一个应用系统(Application)由与该应用有关的知识库、过程处理、用户接口组成。应用系统可以通过指定起始任务来指定所使用的知识库,无关部分根本就不会搜索到;可以减少问题求解过程中搜索和匹配的规模,提高了专家系统的效率。

2 系统实现

2.1 总体结构

系统提供了开发者界面和使用者界面。开发者界面是为专家系统开发者服务的,它提供了知识库编辑、跟踪调试功能,为开发者定义任务(包括定义属性、输入规则或决策树、输入示例集、从示例中学习等)建立任务联结图、进行语法检查、浏览专家知识等提供方便。使用者界面提供一个专家系统运行环境,为用户提供推理机制、解释机制等功能。系统结构见图 2。

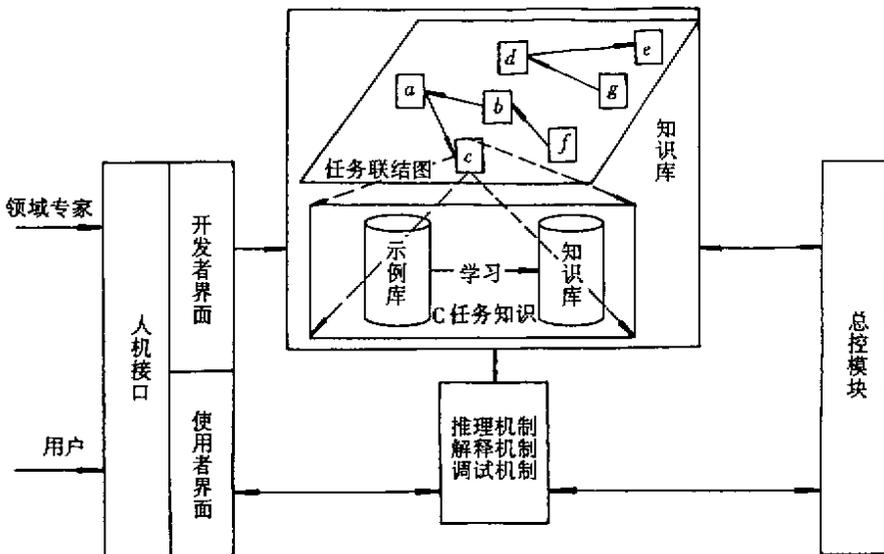


图 2 HESTool 的结构图

Fig.2 Structure of HESTool

2.2 推理策略与控制机制

不同的知识表示方式,其推理策略是不一样的。对产生式规则知识表示形式而言,推理方式有前向与后向,推理策略有精确推理与模糊推理等。

2.3 专家系统工具 HESTool 与其它系统的集成

包括数据集成与程序集成。HESTool 可以直接使用数据库中数据,同时由于知识库中事实也是存储在数据库中,可以为其它系统使用。另外,HESTool 中除了具有交互式界面外,同时将 HESTool 推理内核作为一个动态链接库,供外部程序调用实现专家系统与其它系统的程序集成。

3 应用系统开发过程及实例

HESTool 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要完成的功能及其工作流程,然后对问题建模,将复杂问题分解成一个层次结构的子问题;了解子问题需要考虑的因素和相应的领域知识,然后再权衡比较这些知识采用哪种知识表示方式更合适,对规则型知识还应确定采用的推理策略。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：

- 定义任务 ,包括定义属性、输入规则或决策树、输入示例集、选择示例学习算法、从示例中学习等
- 定义任务之间的关系 ,建立任务联结图
- 进行语法检查

利用 HESTool ,我们开发了一个“ 边防情况辅助决策系统 ”。该系统可以与其它系统很好集成 ,而且知识结构合理、解释功能完备。实践证明 ,HESTool 系统具有很好的实用性和较高的开发效率。

4 结论

知识的结构化、知识部件的可重用与共享、知识建模机制是制约专家系统发展的主要因素。通过提出任务、任务链的概念 ,不仅改变了传统知识库的组织结构与存储方式 ,实现知识的结构化 ,支持知识部件的可重用与共享 ;同时提供知识库的集中管理功能。而且 ,将专家系统工具作为一个知识建模的工具 ,有助于复杂问题的求解。

参考文献：

- [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.
- [2] 陈文伟 . 决策支持系统及其开发[M]. 北京 :清华大学出版社 ,1997.

