

45-48, 57

计算机科学1993Vol.20 No.4

## 基于模型的知识工程方法 TP18

叶文 吕勇哉

(浙江大学工业控制研究所 杭州310027)

摘

要

In knowledge engineering technologies, constructing of knowledge-based systems can be viewed as a process of knowledge-transfer, or as a process of modelling activity. We discuss the principles of the modelling-view of knowledge-based systems constructing, and the four approaches based on this view: KADS, RLM, MT, and GT.

知识工程技术中,基于知识的系统(KBS)的构造可看成一种知识转换过程:知识工程师从领域专家那里获取知识,并将其转化为KBS所采用的知识表达形式。例如知识工程师询问专家解决问题时使用哪些规则,再将这些以自然语言表示的规则转化为合适的KBS知识表达形式。这种方法要求知识工程师和专家从相同角度,采用共同的术语描述问题求解过程,然而,实际中知识工程师和专家所处的地位,看问题的角度是不同的。上述要求限制了基于转换观点的方法的应用范围<sup>[1]</sup>。另一观点是将KBS看作反映领域专家问题求解行为的模型,而不是只含

有领域知识的知识库,KBS构造成为一种建模(modelling)活动:知识工程师利用所得到的关于专家问题求解行为的各种数据、信息,构造一个反映专家问题求解行为的模型。这一观点称为基于模型的KBS构造方法。

基于模型的KBS构造方法的基本原理如下:

(1) 从较之一般通用知识表示语言(规则、框架等)更为丰富、抽象的层次上描述问题求解行为,这种高层描述称为问题求解模型。模型通过对问题求解行为的抽象描述并忽略某些细节,反映出它所代表系统的本质特征<sup>[2]</sup>。

(2) 关于问题求解行为的模型是以特定问题(problem specific)但不依赖于应用任务(application task independent)的方

叶文 博士生,从事智能工业控制系统开发工具的研究。  
吕勇哉 教授,博士生导师,中国自动化学会副理事长,主要研究:工业大系统优化控制、智能控制理论及应用。

Cyclops, Proc. of Case-Based Reasoning Workshop, DARPA, May 1988

[3] S.I. Gallant, Connectionist Expert System, CACM, Feb. 1988, Vol. 31

[4] Brooks, Rodney A., A Robust Layered Control System for A Mobile Robot, IEEE J. Robotics & Automation, RA -2

[5] 钱学森, 关于思维科学, 上海人民出版社, 1988

[6] 尹红凤, 戴汝为, 论思维及智能模拟, 计算机研究与发展, 1990, 2

[7] 潘云鹤, 形象思维中的信息模型的研究, 模式识别与人工智能, 1991.4.

[8] 黄河燕等, 面向对象的概念化个体分类结构设计 and 实现, 计算机研究与发展, 1992. 1.

式加以定义的。

(3) 利用模型指导知识获取过程和结构化知识库。

基于模型的 KBS 构造方法具有下述优点:

(1) 从建模这一级别描述问题求解行为,使 KBS 构造过程侧重于问题求解方式本身,而不是实现上的细节,也便于领域专家和知识工程师间的交流合作,加快了 KBS 构造过程及开发一种系统化的知识工程方法。

(2) 知识获取成为一种在模型语义指导下开发 KBS 的构造性过程,在模型的基础上可开发一系列的知识获取工具。

基于模型的 KBS 构造方法主要有 KADS (knowledge acquisition and design structuring) 法<sup>[3]</sup> RLM (role-limiting-method) 法<sup>[4]</sup>, MT (method-to-task) 法<sup>[5]</sup> 和 GT (generic task) 法<sup>[6]</sup>。下面我们分别介绍这四种方法。

### 一、KADS 法

KADS 法是四种方法中最为完善、系统化的一种,其目的是为开发大规模的 KBS 提供一种系统化的工程方法,基本出发点是将开发 KBS 作为一种构造性建模活动,并强调系统设计及实现之前的知识分析阶段。KADS 法主要基于以下五个原理<sup>[7]</sup>:

(1) 引入模型,将知识工程任务进行分解,抓住问题本质并忽略次要细节,处理知识工程中的复杂性问题。

(2) 用四层框架描述问题求解所需专业知识,构成专业知识模型。

(3) 通用模型中各部件具有重用性,以此为模板可支持自上而下的知识获取过程。

(4) 从简单的模型开始,通过分化 (differentiating) 过程精化模型,逐步发展成复杂的模型。

(5) 根据模型实现的 KBS 应保持专业知

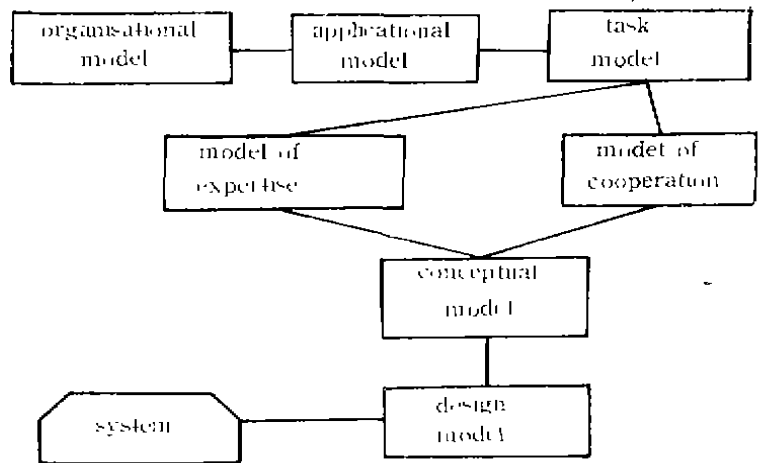


图1 KADS中的各种模型  
识模型的结构特性,即结构保持 (structure-preserving) 的系统实现。

图 1 描述了 KADS 法中的各种模型及相互间的依存关系。这里组织模型是对系统所处的整个社会—组织环境的描述,应用模型则定义了组织中 (人—机) 系统所应解决的问题及系统功能,特别对于 KBS。任务模型说明应用模型中定义的系统功能是如何通过系统来实现所执行的一系列任务的,任务可分解为一系列相互依存的子任务。系统功能的实现有赖于用户与 KBS 间的互相合作和相互依存的子任务间的正常协调关系,协作模型正是对这两种关系的描述。专业知识模型则从知识一级说明问题求解任务所需知识。协作模型和专业知识模型构成概念模型,它是对所要构造的系统的问题求解行为的描述。设计模型说明如何根据概念模型使用一系列计算及表示技术去实现一个系统,设计模型应遵循结构保持的原理。

专业知识模型由领域、推理、任务、策略四层知识组成。领域层以概念和关系描述静态的领域知识,推理层定义问题求解过程中基本的推理动作,任务层知识说明如何组合这些推理动作以完成某个任务,策略层说明如何通过执行一系列任务取得问题求解目标,实现系统功能。策略、任务、推理层知识构成了对问题求解方法的描述,称为解释

模型。

KADS 通过引入多种模型,使构造KBS的主要工作转化为模型构造任务(主要是专业知识模型)。对一些常用领域,如诊断,已开发了相应的解释模型<sup>[9]</sup>。构造KBS时根据需要选取合适的解释模型,剩下的工作只是获取相应的领域层知识,这就减少了知识获取过程中的重复工作,加速了KBS发展过程。另外,四层专业知识模型还为知识获取和知识库的组织提供了一种结构化的框架。

## 二、RLM法

RLM法中,问题求解指在特定应用领域中,通过辨识、选择和实现(执行)一个动作序列,完成某个任务。问题求解由一系列步骤组成,每一步骤完成一个动作。问题求解方法说明在执行过程中每一步如何辨识一个候选动作,它类似于平常所讲的推理机的概念。

RLM是弱方法的进一步发展。所谓弱方法是指在缺乏为得到更直接、更有效的问题求解所需的特定任务的知识情况下,所采用的一般的通用的方法,如手段-目的分析,启发式分类。弱方法只受到任务特征的弱约束,具有简单的控制结构及通用性。弱方法对所需的知识类型及如何编码这些知识并未作多少说明。

RLM作为弱方法的特化,为提高问题求解效率,提供了关于完成一个任务所需的知识及组织这些知识的说明,并且可预先定义问题求解方法所用的任务相关的控制知识。一个典型的RLM是由5~10个执行步骤构成的简单循环,但在每一执行步内并无关于候选动作执行次序的控制知识,所以RLM法中并无多少特定任务的知识。RLM法可用来帮助人们定义为完成一个任务所需的知识及组织这些知识的方法。

RLM法的一个代表性系统是MOLE系统<sup>[9]</sup>。MOLE是一个用于诊断问题求解的系统,它根据关于故障的因果知识,采用覆盖-区分(cover-and-differentiate)方法进行

问题求解。它首先根据观察到的征兆,提出一些关于故障原因的假设,然后再根据进一步的观察信息,区分这些假设,从中找出正确解。<sup>[9]</sup>中详细描述了覆盖-区分模型指导下的知识获取过程。

## 三、MT法

MT法的一个基本出发点是在知识工程活动中应当明确区分知识工程师和领域专家各自不同的任务,使两者各尽其能。如果问题领域中涉及到一系列相似任务,可通过对这些相似任务的抽象概括,形成一种系统规范化的领域术语描述,创造一个关于领域任务构造块(building blocks)的一般模型,即基于任务的概念模型。通过例化这个概念模型,就可得到针对不同特定任务的KBS。这使得在同一领域中构造多个KBS时,节省了知识获取过程中的许多重复工作。

MT法中提供了如下四种模型:

(1) 基于表达的概念模型。通过类TEI-RESIAS工具以规则、框架、子句等表示形式定义的知识库中的基本项。

(2) 基于方法的概念模型。用关于基本问题求解方式的术语(如观察、确定、需求等)定义的知识。

(3) 基于任务的概念模型。用面向应用的专门术语(如疾病、用药量等)定义的知识。这些术语可直接用于与专家交流。

(4) 内容知识(content knowledge)。问题求解器按照问题求解过程预先定义的方式所使用的领域知识。

在上述四种模型的基础上可开发面向方法的工具系统PROTÉGÉ和面向任务的工具系统P-OPAL,用于支持KBS构造,相应地知识获取主要分成两个步骤<sup>[9],[10]</sup>:

(1) 知识工程师使用工具系统PROTÉGÉ定义基于方法的概念模型。

(2) 领域专家使用工具系统P-OPAL将基于方法的概念模型特化为基于任务的概念模型。

这里明确区分了知识工程师和领域专家

两者不同的作用。

例如在癌症治疗领域,知识工程师用工具PROTÉGÉ定义用于描述治疗方案的一些术语和关系,再由医疗专家用P-OPAL例化这些知识,得到针对具体情况的一个治疗方案。

#### 四、GT法

GT法的一个基本出发点是知识表达方式应考虑到知识的使用方式,知识表达不应独立于知识使用,如设计知识的表达就应不同于诊断知识的表达。将知识与推理(使用)分开会导致描述KBS的抽象级别过低,过分注意构造KBS时系统实现级的问题,而不是任务或问题级的需求。为此将问题求解方法及所使用的知识共同组织成一个有效的问题求解结构,称为类属任务(generic task, GT)。一个类属任务由三方面来描述:(1)功能描述;(2)所需知识类型及知识表达机制;(3)控制策略。在一个应用领域中,通过抽象和聚集,辨识问题求解时用到的组成问题求解策略的构造块,得到相应问题域中的类属任务。这些类属任务具有通用性和重用性,它们的集成构成了整个推理活动的框架,即问题求解模型。

GT法可看作一种面向任务的方法,它提供了一种模块化的KBS构造方法。在为一个复杂的推理活动(如诊断)构造一个KBS时,通过辨识推理活动中的类属任务,将整个推理活动进行分解,每个类属任务以一个软件模块实现,然后按问题求解模型将这些软件模块集成起来就得到完整的KBS。在诊断、程序设计等应用领域已辨识了相应的类属任务,在GT方法的基础上已开发了面向任务的语言,为知识工程提供了高层支持<sup>[6]、[11]</sup>。

GT法的优点在于:

(1) 使KBS构造过程侧重于高层的任务一级的分析,注意问题求解本身,而不是过分着眼于实现一级的细节(如规则、框架等),有利于加速KBS开发过程。

(2) 将整个问题求解活动作为多个类属任务的集成,导致模块化的KBS,便于软件

维护和调试,提高了系统的解释能力<sup>[12]</sup>。

#### 五、结论

从前面的讨论可看出,KADS法强调以类似软件工程的系统化方法对知识工程提供支持,GT法侧重于模型的可重用性,而MT和RLM法更注重模型与知识获取间的相互关系。今后的研究方向是组合四种方法,取其各自的优点,KADS法中的多种模型,GT法中对可操作(operational)建模构造的显式表达,RLM法中角色驱动(role-driven)的知识获取能力,及MT法中的明确区分知识工程活动中知识工程师和领域专家不同任务的优点。

#### 参考文献

- [1] Morik, K.(1989), Sloppy modelling, in K.Morik, ed. Knowledge Representation and organisation in Machine Learning, Berlin, Springer Verlag
- [2] DeMarco, T.(1982), Controlling software projects, New York, Yourdon Press
- [3] Wielinga, B.J.等(1992), KADS, a modelling approach to knowledge engineering, Knowledge Acquisition, 4
- [4] Marcus, S.(1989), Understanding decision ordering from a piece-meal collection of knowledge, Knowledge Acquisition, 1
- [5] Musen, M.A.(1988), Conceptual models of interactive knowledge acquisition tools, In J.H. Boose et al, eds, Proc. of EKAW88, GMD
- [6] Chandrasekaran, B.(1986), Generic tasks in knowledge-based reasoning, high-level building blocks for expert system design, IEEE Expert, Fall
- [7] Schreiber, G.等(1988), Modelling in KBS development, in Proc. of EKAW, GMD
- [8] Breuker, J. & Wielinga, B.(1987), Use of models in the interpretation of verbal data, in A. Kidd, ed. Kno-

(转第57页)

品；同时它又是一种抽象的脑力劳动结果，不象一般产品那样看得见摸得着，在知识产权尚未完全被承认的地方，尤其难以交流。

就软件工程本身而言，它的理论与实践无论在组织机构上还是在价值观念上，都是相脱离的，从而也阻碍它的良好交流。

再从软件人员的素质看，大多数从事实际应用的，并不了解各种各样的改进方法；大多数搞理论研究的，不熟悉新技术在付诸实用之前还有许多问题有待解决。结果，有些工具和方法往往不是难学就是难用，或者既难学又难用。对于改进就是实施变革这一点，大多数人都认识到了，但是让他们去应付阻碍变革的价值观、个人动机以及其它方面的因素时，却没有多少人了。要想改变这种局面，从事理论和从事实际应用的人就得正视上述因素，而不是看看而已。

从事软件应用的，应当熟悉改进软件的需要和可能，要普遍接受新方法的训练，着重软件工具方面的全面训练。这些方法和工具应当易学易用，并且随着实际应用不断发展和完善。

要想弄清楚项目设计要求与新技术提供的机遇之间的联系，就得调查市场。而技术上的探讨可以找到解决这些设计要求的办

法，还可以提供把握这些机遇的有效技术。可以说，技术研究与市场调查相互影响。

无论是从事市场研究的，还是从事技术研究的，都需要培训。不过，培训只是技术交流过程的一部分。专家们还应当举办新技术实施实验班，以此来促进理论与实践的尽快结合。

软件工具的开发，是新技术应用所必须的，同时又是技术交流的组成部分。

市场可以开通同用户联系的渠道，不断地吸收用户反馈信息，而技术部门利用这些信息来改进软件工具、培训方式、理论研究以及市场过程本身。

所有这些活动，都需要一整套熟练的技能，而这一点难于在一个人身上具备。所以，软件技术的发展和软件质量的提高，非常有必要建立知识互补的一个群体，它包括软件方面的理论研究人员、教育人员、研制人员、顾问人员和经营人员。这个群体中的成员之间应当有相互信任和良好的交往。这个群体还应当在用户中建立广泛的关系网。技术的进步不再仅仅取决于技术本身。

#### 参 考 文 献

- [1] V.R. Basili, "The future engineering of software, A management perspective", *Computer*, Vol.24, No.9, 1991

(接第48页)

- wledge Acquisition for Expert systems, a Practical Handbook, NewYork, Plenum Press
- [9] Eshelman, L.(1988), MOLE, a knowledge acquisition tool for cover-and-differentiate system, in *Automating knowledge Acquisition in Expert Systems*
- [10] Muson, M.A.(1989), Automated generation of model-based knowledge acquisition tools, *Research Notes in AI*
- [11] Chandrasekaran, B.(1988), Generic tasks as building blocks for knowledge-based systems, *Knowledge Engineering Review*, 3
- [12] Chandrasekaran, B., et al., *Explaining Control Strategies in Problem Solving*, *IEEE Expert*