

大型专家系统设计考虑

王成耀

(北京科技大学计算机系)

摘要 对于涉及数据、模型和知识处理的大型专家系统,传统的单知识库、单推理机的系统结构、单一的知识表达方法和简单的控制策略难以满足复杂问题的求解需求。同时,系统化的开发方法也是至关重要的。本文提出了大型专家系统应采用的结构模式,简述了大型专家系统开发的系统化方法及其概念设计的实体-联系(E-R)方法。

一、结构模式

任何软件系统设计都必须考虑:

系统的问题求解能力;问题求解效率;易维护性。

专家系统亦不例外。一个好的专家系统应具备:(1)知识充分;(2)推理高效;(3)知识更新方便。

大型专家系统(Large Scale Expert System, 简称LSES)涉及的领域知识复杂,需将数据处理、模型处理和知识处理相结合,要求许多过程与知识资源的合作,因而面临着一些严重问题:

- 随着知识的增加,新知识加入时要解决一致性、非冗余性等问题将愈来愈困难。

- 如果问题求解的每一步都考虑所有知识,就会严重影响问题求解效率,因为实际上总有部分知识与求解某一子问题无关。

- 适合于某任务的知识表达方法与问题求解技术可能对另一任务却完全不能胜任。

由于上述原因,将一个系统中的知识分成一组相对独立的模块是比较合适的,这与在设计任何大系统时愈来愈强调的模块化是一致的,因此,大型专家系统应采用这样的结构模式:

1. 系统结构——分布式、多库结构

大型专家系统中知识的复杂性决定了需采用多种问题求解方法,以适应不同子任务的需要,因而系统应是一个由多个子系统有机耦合起来的协作分布式系统,每个子系统求解策略单一,规模较小,易于构造和维护。

另外,作为一个用于复杂问题求解的大型专家系统,不仅要涉及到大量的数值计算,而且要求实施有效的知识处理。同时,问题求解的灵活性、可维护性等是系统能否生存的重要因素。因此,必然要求设计一种灵活的结构,以便有效地实现这类系统。“多库协同”(multi-base cooperation)结构方案是实现大型软件系统的新途径。因此,LSES除了含有知识库外,还应包含模型库、方法库、数据库等,多库协同完成问题求解。

2. 知识表达模式——多层知识表达

知识表达是专家系统开发的关键。虽然现有的许多知识表达方法,如产生式规则、语义网络、框架等,已在各种ES中得到了应用,但没有一种方法可作为现实世界知识的通用方法,每一种方法都具有各自的特点,因而只能适用于某些特定的领域。就象产生式规则虽然表达方式自然,易于操纵和更新,易为领域专家所接受,但却不适用于定义术语、描述领域对象及其相互之间的静态关系,而这正是框架所能有效处理的范围。

由于LSES涉及的知识复杂,既有定性,又有定量,既有确定性、结构化的,又有不确定性、非结构化的,而且专家在思考和解决问题时要涉及众多的知识因素,这些知识因素不仅类型多,而且具有结构复杂、种类众多的联系,因而单一的知识表达方式难以胜任,需采用多层知识表达模式,将元知识、定性推理知识以及数学模型和方法等相结合,根据不同类型知识的特点而采用相应的表达方式,在表达能力、推理效率与可维护性等方面进行

综合考虑。

根据现有的各种知识表达方法的特点,可以与或树和框架表示用于控制问题求解(包括问题分解以及子问题之间的相互协调和求解策略选择)的元知识;以二元组(对象属性-值)表示事实;以框架表示对象及其相互关系;以产生式规则表示定性推理知识,并通过产生式的划分和索引来提高推理效率;以框架描述数学模型;以子程序的方式表示用于模型求解的方法。这不仅可为实现系统的灵活问题求解提供基础,而且使得知识易于更新,其表达方式也易于为领域专家所接受。

3. 控制策略——元控制

欲使专家系统解决复杂任务,一种求解策略难以胜任,而且有的问题求解策略与领域本身有关,需根据领域状态的变化而采取相应的方法。元控制是解决这一问题的有效途径。利用元控制,将用于控制推理策略等方面的元知识提取出来,以显式方式组成一个元知识库,而这个元知识库本身又有自己的推理机(即元推理机),利用这些元知识对推理进行控制。

这样,借助元推理机,根据问题的特点,利用元知识将复杂的大问题分解为简单的小问题,确定小问题的推理策略和相关知识源,并协调小问题之间的求解顺序和相互联系,不仅使得问题求解灵活、有效,而且体现了复杂问题求解的“分解-协调”思想。

另外,字典(如知识字典、模型字典、方法字典等)设施在LSES中占有重要地位。字典的设置,不仅便于系统维护,保证系统设计过程的一致性,而且可为系统的解释设施提供基础。

二、系统化开发方法

对于小型专家系统来说,由于涉及的知识数量少、面窄、类型较简单,系统结构设计 with 知识表达方法的选择较为容易,其主要工作是知识工程师提炼知识以填充知识库。但要建立一个领域知识复杂、兼有数据与模型处理的大型专家系统,不仅知识获取工作难度大,而且事先也难以确定知识表达方法和系统结构,这就对知识获取等工作提出了更高的要求。为此,我们需将软件工程与知识工程结合起来,对系统进行分阶段设计。下面从三个角度讨论LSES的开发过程。

1. 从概念设计、逻辑设计到物理实现的过程

概念设计是系统研制的首要阶段,其主要任务是分析领域知识(包括数据、模型等)结构,采用

某种工具(如E-R图)描述知识及其构成关系。逻辑设计阶段的主要任务是根据知识的构成关系以及需求分析,选择知识表达模式,设计系统的逻辑结构以及问题求解模式。物理实现负责系统的物理结构设计及软件实现。

概念设计正是系统化的知识获取过程,它不是对知识的简单罗列,而是系统地描述知识之间的关系。由此可见,概念设计是ES逻辑结构设计的基础,其设计工具将决定着提炼专家知识工作的难易。

2. 原型完善的过程

采用“最小系统”的观点进行原型设计,一方面可验证关键技术,为系统开发提供经验;另一方面,可以原型为基础,经过反复测试、评价、修改和扩充,直到逼近最终系统,满足用户需求。

利用原型作桥梁,在实际使用过程中加强反馈,从而减少误解与疏漏,为提高软件开发效率开辟新途径,同时可促进有关工具与环境的深入研究和迅速发展。

3. 自顶向下逐步求精的过程

首先,假设一些子问题为本原问题(无需进一步推理),对系统进行设计,直到测试成功。然后,将假设的本原问题作为待解问题,进行系统扩充、测试,如此逐步求精,直到系统的最终生成。这样做,既便于系统测试,又可加速研制进程。

三、概念设计的E-R方法

现实世界的任一领域,无论如何复杂,总可以用一个二元组(E, R)来表示,其中E表示领域中所有实体的集合, R表示实体之间关系的集合。E-R模型可以相当好地模拟现实世界的情况。

E-R方法是Chen 1976年提出的一种概念框架的设计工具,它是以数据库为背景产生发展的。E-R模型在数据管理方面取得了巨大成功,其主要原因在于:

- E-R模型表达能力强。E-R模型以图示的方法不仅描述了数据之间的各种依赖关系,而且为系统分析员、设计员之间的通讯提供了方便。

- 方便系统分析员与用户之间的通讯。这一点是相当重要的。E-R图便于用户理解的特性,使得用户能够检验系统分析员所作工作是否与用户需求相吻合。

多年来, E-R方法已成功地用于建立信息系统。在信息系统研制中,一个关键问题是系统分析结果要与用户需求相吻合,否则,无论系统设计得

如何精巧也是徒劳。ES的开发也同样存在这个问题,就是说,开发ES的关键是知识获取与表达,而不是程序设计方法与技术。但是,具有领域知识及解决问题技巧的专家往往意识不到他们进行问题求解的思维过程,因而知识获取工作相当困难。为此,要借助某种工具描述领域知识,开发专家经验,而专家的求解逻辑正是借助于对象间的因果关系,所以,在全面描述领域知识复杂的构成关系、进行ES概念设计时,E-R方法是一种易理解的有效工具,其主要原因在于:

- 便于系统地总结领域知识,描述其复杂的构成关系,而且便于提炼专家求解问题的技巧和经验。

- 为知识表达模式的选择以及系统的逻辑设计奠定了基础。

- 便于系统设计,使其具有知识(包括模型、数据等)共享与独立的特点。

- 便于系统维护。

1. 数据管理的E-R方法

自从E-R方法作为数据管理模型以来,已产生了各种各样的变形。实体与联系(包括完整性约束)是E-R模型的基本要素。对于一个涉及大量数据处理的LSES,数据管理作为一个子系统是系统进行问题求解的基础,必须提供数据查询及更新功能。E-R方法应用于数据管理系统的有效性已得到了充分证实。

2. 模型管理的E-R方法

模型可以看作是一种虚关系,即输入属性集到输出属性集上笛卡尔乘积的一个子集,正如一个数据库文件被看作是关键属性集到一般属性集上笛卡尔乘积的一个子集。模型体现了各属性之间的依赖关系。

设每个模型对应一个实体,模型之间的关系正是模型之间的输入输出接口,模型本身各变量(属性)之间的依赖关系反映了实体内部的关系。一个模型是由若干简单模型构成的,但同时又是复杂模

型的构成成分,所以一个复杂模型实体是一个超E-R图。

由此可见,模型管理的E-R方法体现了模型构成的层次关系,这种清晰的层次关系不仅易于分析、提炼,而且易于更新、维护及模型的组合和抽象。

3. 知识管理的E-R方法

专家进行问题求解的思路实质上构成了一个推理网络,E-R方法可很好地反映这种依赖关系。利用E-R方法不仅可以有效地描述知识,而且为解释推理、确定推理结果的可信度提供了方便。

因此,在LSES处理数据,模型与知识的一体化中,E-R方法作为理论的系统框架、概念设计工具,是一种有效且易于理解的方法。另外,在概念设计时,需采用自顶向下、逐步求精的方法描述知识构成关系;设计系统的概念结构。

参考文献

- [1] E.Rich, Artificial Intelligence, McGraw-Hill Book Company, 1977.
- [2] Y.S.Chen, An entity-relationship approach to decision support system and expert system, North-Holland Decision Support System, 1988.4.
- [3] R. Davis, Meta-rule, Reasoning about control, Artificial Intelligence, Vol.15, 1980.
- [4] 管纪文等,元知识及其在专家系统中的应用,计算机科学,1987.1.
- [5] 涂序彦编著,人工智能及其应用,电子工业出版社,1988.
- [6] 王成耀,大型经济专家系统结构模式探讨及石油价格预测专家系统原型开发,北京科技大学计算机系硕士研究生毕业论文,1989.12.