

基于本体知识共享的汽车故障诊断专家系统^①

Study on the Ontology – based Knowledge Sharing of Automobile faultdiagnosis Expert System

时念云 滕良娟 杨晨

(中国石油大学(华东)计算机与通信工程学院 山东东营 257061)

摘要:汽车故障诊断专家系统在汽车故障诊断维修中发挥了重要的作用。但由于各系统中知识表示的不同,导致了系统的异构性,使得各系统间彼此分离,相互之间无法共享和重用,增加了系统开发的难度。本文对专家系统的异构性问题进行了探讨,阐述了利用本体来解决专家系统的异构性,从而实现专家系统中的知识共享的思想。

关键词:故障诊断 专家系统 本体 异构性

1 引言

随着汽车行业的不断发展,汽车故障诊断和维修也受到越来越多的重视。目前,已经有很多汽车故障诊断专家系统在实际中得到应用,并在汽车技术维护中发挥了重要的作用。但现有的系统仍然面临着一些问题,如系统的异构性使相互之间缺乏共同理解、知识获取和知识表达困难等等。维修人员在使用故障诊断系统时,需要对知识有共同的理解,但由于开发工具和应用平台的不同,以及知识表示方式的差异,系统的通信能力、共享性和重用性受到了很大限制,不断的“重复设计”,造成了人力、物力、财力的极大浪费。因此,如何提高专家系统的开发速度和运行质量,具有重要的研究意义和应用价值。

针对现有专家系统的异构性问题,我们将本体理论引入到了专家系统中,围绕汽车故障诊断的知识表示问题,对同一领域中不同系统间的知识共享方式进行了探讨,并给出了基于本体的诊断知识表示方法。

2 专家系统的异构性

目前的汽车故障诊断专家系统,基本上采用传统的知识表示方法来构建知识库。在同一专家系统中,这些表示方法发挥了很好的作用。但是由于表示方式的差异,在不同的系统之间往往很难实现信息及结构

的共同理解。

传统的知识表示方法在对复杂的事物进行描述时,往往具有很大的局限性,并且不能很好地解决人、机器,以及人与机器之间共享对信息及结构的共同理解的问题。一方面,这些知识表示采用的方式不同,如产生式规则采用“if-then”的形式来表示知识,而语义网络则采用结点和结点之间的弧表示对象、概念及其相互之间的关系。知识表示结构的不同,使得知识间的共享变得困难。

另一方面,传统的知识表示方法,如谓词逻辑、语义网络等,表达的是某个个体对领域知识的认识。例如,要表示“有一只红色的轿车”这一断言,用谓词逻辑可表示为 $\exists x, \text{car}(x) \wedge \text{red}(x)$,这里对谓词 $\text{car}(x)$ 和 $\text{red}(x)$ 的解释可以是任意的,对语义网络等其它表示方法来说,也存在着类似的问题,这种表示方法的差异性和解释的任意性,造成了对同一概念的不同理解,使得系统缺乏可共享的理解,各基于知识的系统彼此分离独立,互操作困难,相互之间无法共享和重用。这种情况造成了用大量精力建立起来的基于知识的系统应用面狭窄,不能充分发挥效率。而在同一领域的不同类型的专家系统之间,以及同类系统之间往往需要进行综合和知识的共享。

此外,知识获取一直是影响专家系统发展的“瓶颈

^① 中国石油大学(华东)研究生创新基金资助项目(S2004-22)

问题”,通过知识的共享和重用,可以减小知识获取的工作量,避免重复性的劳动,间接地降低知识获取的难度。

3 基于本体共享的汽车故障诊断专家系统

3.1 本体概述

通常认为本体是共享概念模型的形式化规范说明。这包括四层含义:概念模型、明确、形式化和共享。“概念模型”指通过抽象出客观世界中一些现象的相关概念而得到的模型。“明确”指所使用的概念及使用这些概念的约束都有明确的定义。“形式化”指本体是计算机可读的(即能被计算机处理)。“共享”指本体中体现的是共同认可的知识,反映的是相关领域中公认的概念集。

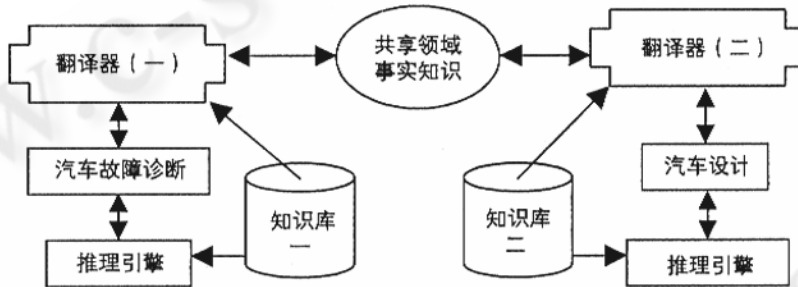


图 1 知识共享结构图

本体的目标是捕获相关领域的知识,提供对该领域知识的共同理解,确定该领域内共同认可的词汇,并从不同层次的形式化模式上给出这些词汇(术语)和词汇之间相互关系的明确定义。

本体作为一种知识表示方法,与谓词逻辑、框架等其他方法的区别在于他们属于不同层次的知识表示方法。本体表达了概念的结构、概念之间的关系等领域中实体的固有特征,即“共享概念化”,而其他的知识表示方式,表达的则是某个个体对领域中实体的认识,而不一定是实体的固有特征。这正是本体层与其他层次的知识表示方法的本质区别。因此,将本体概念用于专家系统的知识表示,可以解决专家系统系统的异构性问题,实现某种程度上的知识共享。

3.2 基于本体的领域知识共享

本体为人们提供了对概念和信息的共享理解,增强了知识的可重用性以及系统间的互操作性。从描

述对象的类型来说,本体既可以用来描述简单的事实,又可以用来描述信念、假设、预测等抽象的概念;既可以描述静态的实体,又可以描述与时间推移相关的概念,如事件、活动、过程等。从描述对象的范围来说,本体可以定义通用的、适合所有领域知识表示的术语,如空间、时间、部分等;也可以定义特定领域知识才使用的术语,如故障、病症等。因此,本体具有其他的知识表示形式所不可替代的优势,本体的这种优势在语义 web,信息交换、自然语言处理等领域中已有所体现。

解决专家系统缺乏共享性和互操作性的问题,充分利用已有的系统来构建可用性強和互操作性好的新系统,可以从两个方面考虑。

3.2.1 利用本体翻译器实现知识共享

在同一领域中的该方法是充分利用已有系统的知识库,来构造可用性強和高度互操作的新系统。针对系统的异构性,可通过使用本体建立翻译器,实现系统间知识的共享,有效地解决现有子系统的异构问题,消除知识的二义性。

汽车故障诊断专家系统是领域性比较強、比较复杂的系统,它涉及到汽车零部件构成等领域性的知识,这类知识同样适用于汽车的总体设计,汽车故障检测等智能系统中。因此,领域知识的共享和重用是非常必要的。

例如,现在要开发一个汽车总体设计系统,要利用汽车故障诊断系统中的零部件构造等知识,可采用如图 1 所示的结构实现知识的共享:

该模型中,两个系统中的知识均是用数据库存储的,并且两个系统的数据库的结构是完全不同的,采用的知识表示方式也有一定的差别,因此两个系统之间

不能直接共享信息。为此,我们可以通过利用本体建立翻译器来实现系统之间的共享,当设计系统需要用到诊断系统中的某些知识时,可以通过翻译器(一)将知识库一中的知识转化为可共享的形式,从而实现领域知识的共享,反之亦然。

该模型的关键技术就是翻译器的建立和实现,需要根据所使用的本体表示语言,对数据库与本体表示语言之间的转换进行研究,关键问题是建立不同结构层次之间的映射关系。即如何实现不同格式数据文档的结构对应起来。

3.2.2 利用本体表示领域知识

对于专家系统而言,本体是一个词汇系统,它作为一个基本概念来描述要定义的任务、领域知识。这个词汇库是领域专家和知识工程师之间的沟通基础^[2]。它针对特定的应用领域,对领域知识的结构和内容进行抽象,包括各种领域知识的类型、术语和概念,并对领域知识的结构和内容加以约束,形成描述特定领域中具体知识的基础。

如对上述汽车故障诊断专家系统,可以将故障诊断的知识用五元式 $DP = \langle D, M, C, A, M^* \rangle$ 来描述,其中:

$D = \{D_1, D_2, \dots, D_l\}$ 表示系统中各层次的所有故障的非空有限集合;

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_l\}$ 表示系统中各层次系统的所有故障现象的非空有限集合;

$C \subseteq D \times M = \{C_1, C_2, \dots, C_l\}$ 表示 D 到 M 之间的因果映射关系集合;

$A \subseteq M \times D = \{A_1, A_2, \dots, A_l\}$ 表示 M 到 D 之间的因果映射关系集合;

$M^* \subseteq M$ 表示已知的观测故障现象集合。

C 和 A 分别表示故障和故障现象之间,故障现象和故障之间的因果映射关系, M^* 则给出了已观测到的故障现象集合,这样可以有效地表示出故障、故障现象之间的关系。

从定义中可以看出,通过对故障现象和故障集合的定义,以及两者之间的两类因果映射关系集合的定义,清晰地刻画了故障、故障现象之间的层次和因果关系,使得知识的表示达成一致,避免了表示的多样性。同时,由于本体是处于语义层次的知识表示方法,因此

它可以对故障知识进行深层次的表示,有效地对推理进行解释;同时,本体提供了知识的共享概念模型,有利于系统间知识的共享和集成。

因此,利用本体建立专家系统的领域本体知识基础,并将其作为开放型的知识进行共享,将有利于提高专家系统的共享性和互操作性。

4 小结

本文结合汽车故障诊断专家系统,对专家系统存在的知识异构性问题进行了讨论,并分析了专家系统发展中存在的困难。针对这些问题,提出了将本体用于专家系统来解决专家系统的异构性,构造新型的专家系统的思想。本体的引入,使得对现存专家系统中的知识进行共享和重用成为可能,促进了专家系统的互操作性,这在一定程度上解决了专家系统的异构性问题,降低了知识获取和知识表示存在的困难。

参考文献

- 1 NECHES R, FIKES RE, GRUBER TR, et al. Enabling Technology for Knowledge sharing. *AI Magazine*, 1991, 12(3): P36-56.
- 2 SHU - HSIEN LIAO. Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert systems with Application*, 28(2005): 93-103.
- 3 邓志鸿、唐世渭、张铭等, *Ontology 研究综述*, 北京大学学报(自然科学版)[J], 2002, 38(5): 730-738.
- 4 郭永洪, *基于本体的鱼病知识获取与诊断推理集成系统研究*[D], 北京: 中国农业大学, 2004.
- 5 顾慧翔、俞勇, *基于领域本体和知识推理的语义互联网应用*, 上海交通大学学报[J], 2004, 38(4): 583-585.
- 6 黄卿贤、胡谷雨、王立峰, *本体的概念、建模与应用*, 解放军理工大学学报(自然科学版)[J], 2005, 6(2): 123-126.
- 7 傅泽田、郭永洪、教丽敏, *基于本体知识的诊断推理集成模型*, 农业系统科学与综合研究[J], 2004, 20(2): 151-154.