

基于多知识表示的农用车电气系统物理模型构建*

杨淮清,张辉宇

(沈阳工业大学 信息科学与工程学院,辽宁 沈阳 110870)

摘要: 结合农用车电气系统物理模型构建,系统、全面地探讨了使用多知识表示方法从事系统结构、器件特性、连接关系、机能演变机理和问题求解主体路线模型建造时,可能面临的诸多实际问题解决对策。

关键词: 物理世界建模;深层知识利用;专家系统;故障诊断;农用设备检测

中图分类号: TP182

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)01-0069-03

Method research of agricultural vehicle for electrical system physical modelling based on multiple knowledge representations

Yang Huaiqing, Zhang Huiyu

(School of Information Science and Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

Abstract: According to the physical modeling for electrical system of agricultural vehicle, the paper systematically and comprehensively discusses the approach and the resolution about the present practical problem that utilize multiple knowledge representations in system construction, component properties, the connected relation, evolution mechanism and modeling the key routes of problem-resolving.

Key words: physical world modeling; deep knowledge application; expert system; faults diagnosis; agricultural equipment detection

农业是维系社会生存的基础,同时也是推动科技快速发展的研究课题主要来源。而欲达到农业生产适应时代需求,机械化、机器人化、信息化、基因与生物工程化等即构成其核心主体,而农用车便占据了不可忽视的地位和作用。当前,在农用车使用、维修领域依然存在诸多不尽人意之处,技术层次偏低、网点不完善与服务水准低下等极大地束缚了农用车的性能发挥。由于农业耕作、运输当中的粉尘、颠簸使得农用车应用条件恶劣、故障频发,如若维护不及时轻则缩短设备寿命,重则引发人身、财产伤损。因此,农用车故障诊断、修复越来越引起人们的普遍关注,并投入巨大精力予以研究,但技术路线却很少超出建立在表层经验上面的专家系统范畴。虽然出现了多信息融合与多诊断方法协调倾向,但判定依据、知识结构仍缺乏跨越式突破,导致故障诊断系统难以适应社会期求的根源依然很多,而且几乎无一例外地没有全面建立物理对象的结构、形态、机理、动作

与事件演变过程模型^[1-2]。本研究正是在多知识表示基础上,通过围绕农用车电气部分建立物理模型来寻求更加理想的故障诊断效果。

1 电气系统基本特性与物理模型在故障诊断中的地位

无论设备功用如何,电气故障均由部件失效、接触不良、开路、短路和参数严重偏离原有值而难于发挥既定效能等原因造成。但主要原因是老化、粉尘、震动、颠簸、烧融、散热不畅、磨损、使用不当、电化与有害物质侵蚀等。从故障外部表现观察,通常不会超出渐进性和突发性两种。而突发故障的出现大多绝非偶然产生,这是因为:(1)任何故障若缺少内部或外界诱因,它一定不会无缘无故地发生;(2)故障在表现出来之前,必定要经历从隐性到显性的转化过程,不管该转化如何随问题本性差异而呈现出持续时间长短不一,均不可能逃脱此项规则束缚;(3)每个器件都有自己的故障耐受容限,当达到或超过耐受阈值时,将以某种形式准确无误地反映出

* 基金项目:辽宁省教育厅资助课题(2008500)

技术与方法 Technique and Method

来^[3]。

农用车电气系统由电池、发电机、电动机、火花塞、喇叭、灯、电压表、电流表、开关和接线端子板组成，它们在导线连接之下构成有机整体。器件品种差别限制了各自在系统中的地位、作用。尽管电气器件故障频度直接承受于质量、安放位置、防护手段和使用及维护精心度等众多要素制约，但其故障诱因、转化机理与现象特征则能预先给予满意化揭示。

借助农用车电气系统物理模型能够自动地提取某些并非十分深奥的一般化规则，而系统内的器件品种、布局、职能划定是相对固定的，如果建立比较完善的物理模型，可依照不同器件的故障现象建造故障根源追查规则。利用该模型可以自动或人机互助地生成问题求解基本路线，使得故障表象与关联器件所构建的推理步骤序列更加简洁、明晰。依故障表现划定问题解决层次、范围，从而达到极大地优化系统效率、增强用户接受程度，并参照物理模型协助能够大幅度地充实证据、事实提问期间的目的性与合理性，以及检验结论可靠度。

2 电气系统物理模型特性划分与构筑体系

农用车电气系统物理模型按特性差异可划分成静

态与动态两大系列，静态模型能够归结成为器件特性、器件典型故障、器件故障典型表现、电气连接关系、器件质量、使用状况、操作者技能、故障耐受容限、维修记录与故障频度统计等多个部分^[1]；动态模型则能归并成器件故障演变机理、故障散播机理、性能迁移、器件关联效应、震动与颠簸对器件的破坏原理，以及烧融与侵蚀引发故障的机理和不同阶段表现等不同成份^[3]。在此，所有细分模型或紧密或松散、或直接或间接，它们相互作用、彼此制约，最终共同组成了如图1所示的依赖形态。但此处给出的动、静态物理模型不可避免地包含有某些漏洞与不足：(1)细分模型间关系极度错综复杂，不是运用几根线条就能够予以绝对化、准确、严密的表征；(2)模型动、静态特性只能比较粗略地加以划分，例如器件质量模型与各类记录，当它们服务于不同目标时便分别兼具静态或动态属性，甚至同时具备动、静态性质，出于简化研究难度特将其划归静态范畴。

农用车电气系统具有十分明显的双重本性，既非一成不变，但也不是变化多端、没有基本规则可循，其模型构筑体系具有先验概括、动态学习与后验分析充实三种途径。在具体化的农用车电气系统中，器件种类是相对

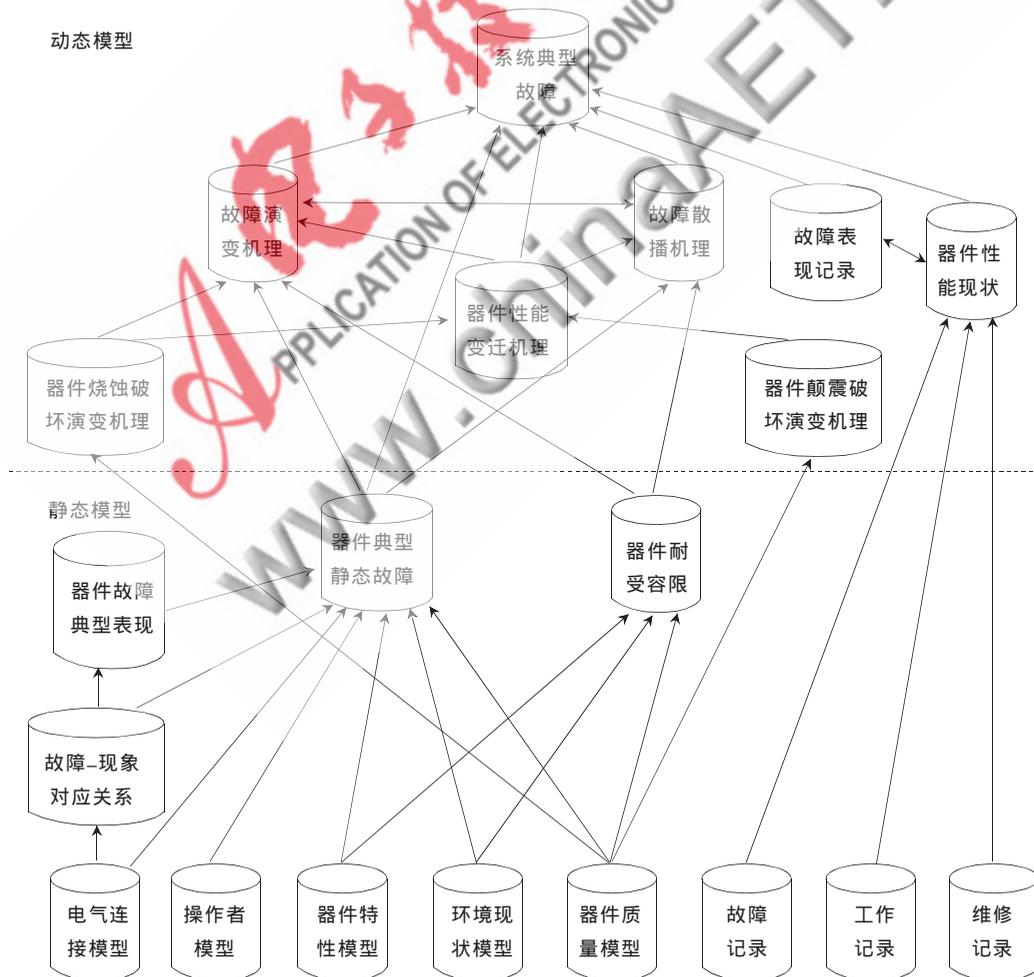


图1 细分模型相互依赖关系

固定的,电气连接关系也不会随意发生变动,通过分析过去积累经验可以比较准确地建立对应模型。虽然这部分模型仍有待日后实际检验与扩充、完善,但主体特征却更多地呈现出先验概括特点。虽然深入、细致地建立静态模型,但不可能杜绝所有漏洞,为克服此限制不得不采用动态学习和后验分析获得修正、充实,促使系统问题求解能力日趋完备。事实上,很多模型的准确建立极端依赖于动态学习和后验分析,尤其像器件性能变迁机理、器件质量等紧密地关联于厂家变更、产品批次性能差异。

3 基于多知识表示的农用车电气系统模型构造

农用车电气系统由多类、多部件集合而成,每个器件均拥有一定的自身独立特性,相互间又服从依存关系,表现出十分明显的制约、影响特征。出于准确揭示系统形态,模型中的个体可以视作自主体对待,它们相互协作便组成了多自主综合体。

3.1 基于谓词与时序逻辑的状态记录

深入了解、掌握问题求解对象不同时刻的各种内、外部状态,将有利于结论的准确性、可靠性提高。虽然它们也具有某种时变特征,但不同时间点上的形态变异却构成了未来系统关心重点。如若把谓词与时序逻辑予以结合,即得到:

$$\text{Predication}(\text{Object}, \text{Date}, \text{Time}, \text{Status}) \quad (1)$$

它指明对象 Object,在日期 Date、时间 Time,关于特征 Predication 的形态是 Status。表达式(1)主要用于描述静态模型中的故障、工作与维修记录。在此,形态差异标准制定显得非常重要,过于死板则无法适应某些变化,频繁更改易形成混乱,甚至错误解读过去状态,因此必须建立基本准则和变更簿记。

3.2 基于数学模型、谓词与时序时区逻辑的渐变机理表现

通过反复试验和实际使用,能够提取出器件烧蚀与颠簸破坏演变、性能变迁、故障演变与散播等在不同条件下的数学模型。由于数学模型采用必须严格遵守预先设定的先决条件,所以相对简单的时序逻辑就表现得有些难以胜任,不得不扩展到时序时区逻辑层次^[4]。经过扩展后的渐变机理表示为:

$$\text{Predication}(\text{Object}, \text{Date}, \text{Time}, \text{Delay}, \text{Status}, \text{Condition}, \text{Function}) \quad (2)$$

它表明对象 Object,在日期 Date、时间 Time,按照 Condition 条件下的数学模型 Function,使特征 Predication 的形态 Status 延续了 Delay 时长。

3.3 基于语义网络的特性展示

故障诊断得以顺畅、准确进行的首要前提是针对被检对象内部成份给予全面揭示,并将各个体的特性予以详细表征,这样才有望从更深层次发现故障产生根源且

获得彻底排查^[5-6]。在现有诸类知识表示方法中,最适合担负本职责者理应首推语义网络。在此,它主要履行器件功用、故障种类、故障表现、设备内部组成与故障产生根源等描述,表示形式依旧使用弧连接下的节点对。

3.4 基于框架的结构、关系搭建

框架表示源自语义网络,但两者又存在明显差异。为更加有效地表现农用车电气系统结构和器件有机连接关系,特采用框架作为表述手段,并自动地生成诊断推理路线,以及便于维修期间准确、无误地区分各个部分。器件连接位置关系不但直接决定着故障演变与散播,而且由原理层面制约着最佳查找策略编排与证据询问注重点确定^[5-6]。在整个电气模型建造当中,系统结构和关系构成了核心内容,紧密地关联着最终性能发挥与表现。

农用设备故障诊断自动化与高性能化,不仅有着重要的经济、社会意义,更富有广阔的学术研究价值。本文结合典型的农用车电气系统故障诊断,比较系统地讨论了借助谓词逻辑、时序时区逻辑、语义网络、框架和剧本等多种表示方法,构筑各类器件特性、连接关系、演变机理、维护、使用记录和问题求解关键指导静、动态模型。此工作尽管仍居于最基本探索阶段,但已经展现出极具吸引力的效能。

参考文献

- [1] 王红霞,叶晓慧,田树新.复杂电子装备故障诊断建模方法研究[J].武汉理工大学学报 2007(6):62-64.
- [2] FREYERMUTH R B. Process fault diagnosis based on process model knowledge PartI Principles for fault diagnosis with parameter estimation iserman [J]. Journal of Dynamic Systems Measurement and Control Transactions of the ASME, 1991,113(4): 620-628.
- [3] 黄云,恩云飞.电子元器件失效模式影响分析技术[J].电子元件与材料,2007,5(4):38-39.
- [4] 张玲,王玉娟,张海燕.时序推理机的设计与应用[J].自动化技术与应用,1998(1):23-25.
- [5] 阎明印,郭宝成.基于深、浅知识集成表达的故障诊断策略[J].沈阳工业学院学报,1995,30(12):30~33.
- [6] KAPP P D. An analysis of the distinction between deep and shallow expert systems [J]. International Journal of Expert System, 1989,2(1):1-32.

(收稿日期:2010-06-09)

作者简介:

杨淮清,男,1956年生,副教授,研究生导师,主要研究方向:人工智能、智能机器人学。

张辉宇,男,1980年生,硕士研究生,主要研究方向:智能信息处理。