

远程故障诊断系统中的故障信息研究

孙旭¹, 惠晓滨², 李永宾²

(1. 空军装备部, 北京 100843; 2. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:现有远程故障诊断系统常集中于对系统诊断模式和方法研究。结合信息理论和系统理论的观点,以故障信息为研究的出发点,指出远程故障诊断系统是一个完整的信息处理过程,研究并分析了信息获取的几种常用方式,给出了信息获取的一般模型。指出在网络带宽有限、故障信息庞大的情况下需要合理优化信息、合理配置资源和传输任务。研究表明在远程故障诊断中对故障信息的研究是系统的根本,立足于信息处理的观点和方法来考虑问题将有益于系统高效合理的运行。

关键词:远程故障诊断; 故障信息; 信息获取

中图分类号: O23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2004)05-0039-03

远程故障诊断系统是一个典型的智能信息处理系统,它通过获取被诊断对象的运行状况及相关广域环境信息,运用一定的诊断推理方法对其进行智能处理,进而正确识别被诊断对象的运行状况,以提供系统决策的可靠信息^[1]。因此,故障信息是机器故障诊断的基础,一种故障原因的推断与排除都必须依赖于故障信息。故障诊断模式的传统形式是基于单机故障诊断模式的“点到点”式的诊断,诊断系统的组成相对简单,系统功能相对单一,故障信息的流动和处理仅限于系统内部。随着 Internet 的日益普及,基于广域网的远程故障诊断系统的研究和应用正受到广泛的关注^[2],远程故障诊断实现了诊断系统中移动的是“信息”而不是“人”。在远程故障诊断系统中,不同的信息获取、处理和利用方式产生了不同的诊断方法;诊断决策的水平也取决于系统拥有的信息量和对信息的处理方式。这表明远程故障诊断过程是一个完整的信息处理过程。对它们处理的优劣在很大程度上也就决定了一个远程故障诊断系统性能的好坏。

1 信息获取

目前的远程故障诊断系统中,为了实现其解决复杂设备问题的能力,一般都要具备以下几种信息获取方式,即直接式、交互式和学习式信息获取^[3]。

直接式信息获取是指系统直接从设备诊断数据、历史状态数据库或相关文本文献资料中获取信息,并对获取的信息进行归纳、理解和文本编辑,最终转换成诊断系统可以辨识的信息。这种方式的优点是简单易行,缺点是只能获取设备的浅层信息,对于解决大型复杂设备问题的能力较弱。

交互式信息获取方式是指专家通过领域工程师或系统提供的智能编辑程序与系统建立联系,专家提供解决问题的经验信息、有关对象的领域理论,并用某种方式表达出来,使之成为系统可以识别的信息。这是目前较为成熟和普遍使用的信息获取方法。

学习式信息获取方式是指系统本身从经验或现有知识中学习的能力,通过系统的自学习,可使系统经常总结经验和规律,修正错误,增加信息,从而丰富系统本身的信息库,在很大程度上可以适应环境变化和事物发展的需要。这种方式一般的流程是在系统运行时,系统首先获取必需的诊断信息,然后对其进行推理。当系统发现诊断对象中存在故障时,要判断该故障以前是否曾经发生过。若是,则可作进一步的诊断,并根据结论对信息库进行检验,以便对信息库做相应的修改。若不是,当对该故障问题求解成功时,应通过学习机制获取新的信息,并对信息库进行扩充和完善。当对该问题求解失败时,应将该故障问题及求解情况存

收稿日期:2004-03-24

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:孙旭(1960-),男,北京市人,硕士生,主要从事航空电子研究。

入问题库,待系统具备了更多的信息后再进一步学习。

对于任何一个系统,信息获取的方法都要受到不同因素的制约,对具体的诊断策略应采取具体的获取方式。就目前而言,3种方式一般都要融入其中、交互使用。

2 信息传输

2.1 信息优化

现场诊断获取的信息可能包含各种具体的参数信息、声音信息甚至图像信息。这些信息交织在一起,构成庞大的信息包。因此,为了保证诊断信息的高效传输必须在保证质量的前提下采取相关压缩算法,这个过程可称之为信息优化。当然对不同的信息有不同的优化方式,比如有些常见的故障信息可以采取特定编码技术,以简代繁、以点代面,对于图像、声音可以采取 MPEG 格式将音频和视频压缩成单一数据流等等。

2.2 任务和资源分配

受网络带宽和传输速度的限制,网络传输中的任务和资源配置得好坏就显得非常重要,这也成为束缚整个远程故障诊断系统能否高效发挥作用的“瓶颈”问题。因此有必要建立一种适合远程故障诊断系统需要的网络管理模式。目前在此领域有基于 Agent 方式的任务和资源分配法、基于遗传算法的任务分配以及其他并行分配方式等方法,但都不是针对远程故障诊断系统而专门研究的,要使这些方法能有效地运用于远程故障诊断系统中海量诊断信息的任务分配还需作进一步研究^[4]。

2.3 信息安全

随着计算机网络技术的充分应用,人们已经充分认识到分布式系统带来的好处。然而,与传统的单机系统相比,网上的安全问题因网络的开放、互联而变得更加复杂。在远程故障诊断系统中,通过网络传输的故障信息量之大、整个系统之复杂使得对信息的流动进行跟踪、记录几乎不可能,数据的完整性、保密性也就难以保障,整个系统的资源、服务都有可能被非法使用,甚至被破坏,因此网络的安全性也就显得越发重要。为了防止对整个诊断系统造成不必要的攻击,需要针对远程故障诊断系统的特点对整个网络采取特殊的安全服务,包括认证、访问控制、机密性、完整性等。

3 信息处理

3.1 信息提取

信息的提取过程即是信息进行加工、整理、解释、挑选和改造的过程,是信息向知识的转化过程^[5]。而知识的合理表示与组织是构建系统知识库的基本过程,在整个系统的开发和研制中也占据着重要的地位,目前按知识的深浅层次一般化分为三类,分别是:经验知识、因果知识和第一定律知识^[6]。

经验知识是专家在长期的工作实践中经过反复诊断领域问题而获得的,它给专家提供了解决诊断问题的捷径。经验知识的特点是,前提和结论之间没有明显的因果关系。当经验知识上升到理论的高度时,它就不再是经验知识,而成为新的理论知识。

因果知识是建立在经验知识的基础之上,把诊断对象的内部结构显示地表示出来。与经验知识相比,因果知识具有潜在的理论依据,其前提和结论之间有明显的因果关系。因果知识包含诊断对象可见和不可见的全部属性,而经验知识只包含了诊断对象的外部属性。

第一定律知识包含诊断领域的一切物理性质和处理特定问题的基本步骤,如理论、定律、公式、规律等,它具有明确的科学理论依据,具有普遍性和通用性。应当指出的是,对不同的诊断领域,第一定律知识的复杂程度是不一样的。在有的领域,如数字电路的故障诊断就比较简单;而有的领域,如复杂的机电设备诊断问题,第一定律知识则较为复杂。

3.2 故障诊断

1) 基于数学模型的方法。给系统设计检测滤波器,然后将滤波器的输出与真实系统的输出比较,产生残差,将残差进行分析、处理,以实现对系统的故障诊断。其又可分为参数估计诊断方法:当参数显著变化时,利用已有参数估计方法,来检测与诊断;状态估计诊断法:被控过程状态直接反映系统运行状态,通过估计系统的状态,并结合适当模型,进行故障诊断。

2) 基于数字信号处理的方法。认为系统输入输出在正常范围时,系统运行正常。超过正常范围则认为故障发生或将要发生。它基于系统输入输出在幅值、相位、频率、相关性上与故障源之间存在联系,将系统信

号进行分析与处理,从而判断故障源位置。又可分为小波变换方法、基于信息融合方法、信息校核的方法。

3) 基于人工智能的方法。这是近年来兴起的一种故障诊断方法。由于工业流程越来越复杂,建立精确数学模型也越来越困难,而基于人工智能的方法适应这种复杂工业流程。这种方法又分为:①基于专家系统的故障诊断 它根据人们长期实践经验和大量故障信息知识,设计出一套智能计算机程序,以解决故障诊断问题;②基于神经网络元的故障诊断方法 由于神经元具有自组织学习能力,能克服专家系统的规则未考虑时就无法工作的缺陷;③基于模糊数学的方法 由于在系统中一种故障能引起多种征兆,而某一征兆也可能在不同程度上反映出多种故障,故障与征兆之间关系难以用精确数学模型确定,而采用模糊数学中的模糊集来描述,该方法缺点在于建立隶属度矩阵。

3.3 状态预测

诊断的主要目的除对设备进行故障定位以外,状态预测也非常重要。在状态预测中,根据诊断信息估计故障的传播、发展,并对设备的劣化趋势作出预报。这也是进行事故预防和无破坏性检测的重要手段。

4 结论

从目前的研究发现,解决信息获取和信息处理可以在很大程度上借助“单机式诊断系统”的理论和方法,并在原来的基础上稍加调整,使之适应远程故障诊断系统的特点。信息传输虽然也有过许多研究,但是在远程故障诊断系统中,有许多领域,类似于对海量信息的处理和加工、传输的任务和资源分配、信息的安全等研究还是空白。总之,在远程故障诊断中对信息机制研究是系统的根本。无论在故障诊断方法的选择上,还是故障诊断系统的设计上都应立足于信息的观点和方法来考虑问题。

参考文献:

- [1] Wang H, daley S. Actuator Fault Diagnosis: An Adaptive Observer Based Technique [J]. IEEE Transaction on Automatic Control, 1996, 7: 1073 - 1078.
- [2] 将 瑜. 基于军网的武器装备远程监测诊断系统的构建[J]. 兵工自动化, 2000(4): 4 - 7.
- [3] 陈新中, 王道平. 故障诊断专家系统中机器学习方法的研究[J]. 西安建筑科技大学学报. 2000(3): 89 - 92.
- [4] 仲求喜, 基于遗传算法的任务分配与调度[J]. 计算机研究与发展. 2000(10): 1197 - 1203.
- [5] John P T Mo, Christopher Menzel. An integrated progress model driven knowledge based system for remote customer support [J]. Computer in Industry, 1996, 4(15): 424 - 430.
- [6] 陈 玮, 胡光锐. 飞行器故障诊断专家系统中的知识获取机制[J]. 上海交通大学学报. 2000(6): 845 - 847.

(编辑: 姚树峰)

A Research on Fault Information in Remote Fault - Diagnosis System

SUN Xu¹, HUI Xiao - bin², LI Yong - bin²

(1. The Equipment Department of Air Force, Beijing, 100843, China; 2. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: The research on the remote fault - diagnosis system in existence is often centered on the diagnosis model and method. Here, following the viewpoint of information theory and system theory and taking the fault information as a beginning, it is pointed out that the remote fault - diagnosis system is a complete process of information processing. Through researching on and analyzing several ways of information acquiring, a general model of information acquiring is presented. Moreover it is pointed out that reasonable information optimizing, resource configuring and mission transporting are important and necessary on condition that the network band - width is limited and the fault information is of huge amount. The present research shows that the studying of fault information is the basis or core of the system in remote fault diagnosis, and it is helpful to the effective and reasonable operation of the system to consider problems from the viewpoint and method of information processing.

Key words: remote fault diagnosis; fault information; information acquiring