

信息化装备软件故障定位模型构建

张文阁^a, 黎沅洪^b

(装甲兵工程学院 a. 信息工程系; b. 信息工程系, 北京 100072)

摘要:分析了基于案例、规则和模型的故障知识库构建, 阐述了基于案例推理、规则推理和模型推理的混合推理故障诊断流程设计, 提出了一套基于混合推理的信息化装备软件故障诊断框架, 从而实现软件故障检测和修复。

关键词:软件保障; 故障定位; 故障诊断; 信息化装备

中图分类号: TP206⁺.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2013)08-0100-03

Model Construction of Information Equipment Software Fault Location

ZHANG Wen-ge^a, LI Yuan-hong^b

(a. Department of Information Engineering; b. Department of Information Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: This paper analyzed the building of fault knowledge base case, rule and model based on case-based reasoning, rule-based reasoning and model-based reasoning. The hybrid inference of fault diagnosis based on the process design presents a software framework of information equipment fault diagnosis based on hybrid reasoning, so as to realize the software fault detection and repair.

Key words: software support; fault location; fault diagnosis; information equipment

目前,我陆军装备软件广泛采用基于构件的体系结构。基于构件的软件体系结构打破了过去软件架构无序、模块“烟囱”林立和很难协同工作的局面。同时,由于软件构件数量多、耦合性强、相互依赖关系复杂等因素,造成运行可靠性低、维修保障技术要求高等问题,严重影响了装备的正常使用和战斗力形成。当软件出现故障后只能通过工业部门派专人到现场进行故障诊断和排除。针对这种状况,围绕实装条件下的软件故障诊断展开研究,力求提出一套实用的软件故障诊断框架,为软件保障提供客观的决策依据。

1 故障知识库构建

知识库是针对某一领域问题求解的需要,采用某种知识表示方式在计算机中存储、组织、管理和使用的互相联系的知识集合。知识库的实现主要涉及知识的表示、传递、推理和获取,以实现知识的检索,满足用户的需求。软件故障诊断知识库主要包括案例知识、规则知识、模型知识。

1.1 案例知识

案例知识利用以前解决类似问题的经验进行推理,每个案例包括案例名称、故障特征、故障部位、故障原因、处理措施和处理效果等。

案例的目的是为了克服现有技术中的故障定位时间长、可实用性差的缺点,同时克服以往故障定位方法适用范围局限而且扩展性差的缺点。

1.2 规则知识

规则知识利用领域专家的经验知识进行推理,规则描述了故障与征兆之间因果关系,每条规则包括前提、结论、动作和规则可信度等,如下所示:

如果〈前提〉则〈结论/动作〉(规则可信度)

规则的前提部分是指控信息系统某软件模块运行出现的征兆,既可以是单一征兆,也可以是征兆的组合形式。结论是另一个征兆或某一故障,动作是建议采取的处理措施。规则可信度用于计算规则推理结论的可信度。

收稿日期: 2014-06-20

基金项目: 军队科研计划项目。

作者简介: 张文阁(1972—),男,副教授,主要从事军用指挥信息系统研究。

1.3 模型知识

模型知识利用软件系统结构和功能分解进行推理,模型描述了系统中各软件构件间的依赖关系、构件和环境的依赖关系等。

基于模型的知识是建立在面向对象的模型基础之上,该类方法会充分利用现有的系统知识,将被管系统和各类物理实体和业务应用逻辑实体建模为诊断对象,诊断对象之间的关联关系也会被清晰的描述,从而建立起一个反映了实际系统的结构和行为的模型。模型是对现实系统物理实体、逻辑实体的理想描述,因此构成模型的基本成分也会是满足一定理想规则。由于故障的出现,系统的实际行为和理想模型必然会出现一定的偏差,此时定位系统通过比较分析两者的差别,从而找出实际系统错误的根源。

2 故障诊断流程设计

案例推理是从案例库中检索出与新问题的目标案例最相似的历史案例。基于案例的推理借鉴人类处理问题的方式,规避知识和规则难以获取这一瓶颈,运用以前积累的经验直接求解问题。包括3个步骤:首先,识别当前案例的所有特征;其次,利用特征在案例库中查找相似案例;最后,对检索到的相似案例进行排序输出。

规则推理包括正向推理和反向推理:首先,从当前收集的所有特征出发逐一进行正向推理得到候选故障集,并计算候选故障集中的每个故障的可信度,如果存在可信度超过阈值的故障则输出结果;其次,如果候选故障集中不存在满意结果,则启动反向推理,选取当前可信度最高且存在未匹配规则的故障,根据未匹配规则的前提条件收集额外特征,然后转正向推理;重复上述两个步骤直到候选故障集中不存在包含未匹配规则的故障。

模型推理利用软件系统结构和功能分解进行推理,首先建立软件系统的模型,模型描述了系统中各软件构件间的依赖关系、构件和环境的依赖关系等,不同的软件系统具有各自不同的模型,其次,根据模型中描述的依赖项和依赖次序逐个检查是否存在问题。

基于案例的故障诊断用以往解决类似问题的经验知识进行推理,具有生动、形象的特点,其优点是知识获取容易和知识更新方便,缺点是严重依赖案例知识库。基于规则的故障诊断利用领域专家的经验知识进行推理,能对一类故障迅速做出判断,其优点是具有灵活性、透明性及交互性,缺点是只能对事先预想到并能与规则前提匹配的事件进行推理,对于复杂系统规则的提炼较为困难。基于模型的故障诊断利用从实际系统中获得的信息,利用深知识(系统模型)进行推理,其优点是能够诊断系统中从未发生过的故障,缺点是系统模型结构及其相应的诊断信息较难获取。军用信息系统是一个复杂的大系统,其故障具有多样性和复杂性,不能依靠单一的诊断推理形式,需要将多种推理方法集成到智能诊断系统中,以便提高系统的诊断能力和诊断结论的可靠性。基于案例、规则和模型的混合推理基本过程如图1所示。

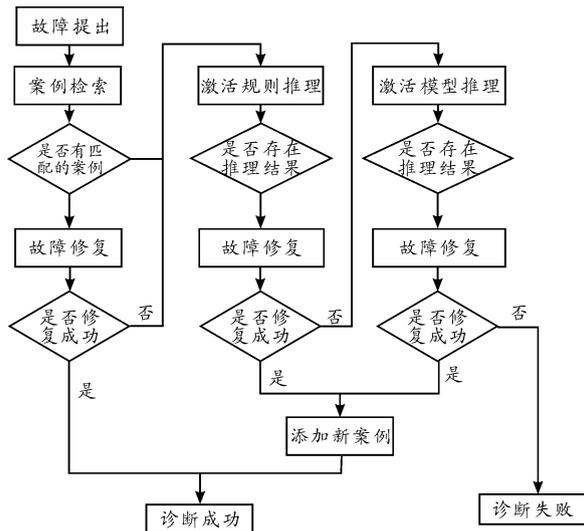


图1 故障推理流程

3 故障定位框架实现

实装环境中的指挥信息系统采用基于构件的分布式计算模型(客户/服务器计算)分级进行部署,通过构件的组合,不同级别的信息系统软件具有同样或类似的指挥和控制功能。针对上述特点,软件故障诊断总体上采用如图2所示的体系结构。保障框架及支撑工具主要由保障管理站、被管节点代理和保障信息通信协议构成。

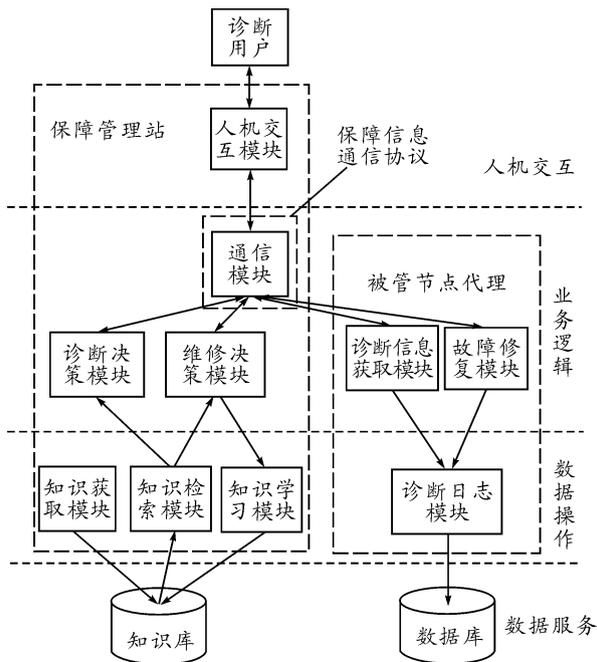


图2 软件故障诊断框架

4 结束语

本文在基于混合推理的故障诊断流程设计基础上,通过

分析信息化装备各模块运行条件、依赖关系、故障表现特征等,构建软件故障知识库,提出了一套面向信息化装备软件故障诊断框架,从而实现软件故障检测与修复,为部队技术人员现场条件下的软件保障提供平台支撑。

参考文献:

- [1] 李小青. 基于案例推理的故障诊断方法[J]. 计算机测量与控制, 2007, 15(9): 1130 - 1131.
- [2] 刘道华, 乔春平, 原思聪, 等. 专家系统中知识的关系化表示方法[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2005(10): 491 - 493.
- [3] 钟珞, 黄飞, 江琼, 等. 混凝土抗硫酸盐侵蚀专家系统知识结构研究[J]. 微机发展, 2003(11): 61 - 63.
- [4] 王巍, 贺建军. 基于数据库技术的气流干燥专家系统知识库的建立[J]. 自动化与仪表, 2007, 22(3): 9 - 11, 72.
- [5] 何波, 刘全利, 王越, 等. 基于混合推理机制的故障诊断专家系统[J]. 微计算机信息, 2006, 22(9): 192 - 194.
- [6] 年志刚, 梁式, 麻芳兰, 等. 知识表示方法研究与应用[J]. 计算机应用研究, 2007(5): 234 - 236.
- [7] 刘宏伟, 姚寿广. 数据库技术在专家系统知识表示中的应用[J]. 江苏科技大学学报: 自然科学版, 2007(6): 50 - 53.
- [8] 尹朝庆, 尹皓. 人工智能与专家系统[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [9] 韩西京, 史铁林, 陈培林, 等. 故障诊断中事例推理的理论与方法[J]. 华中理工大学学报, 1996, 24(4): 33 - 35.
- [11] 史铁林, 王雪, 何涛, 等. 层次分类诊断模型[J]. 华中理工大学学报, 1993, 21(1): 6 - 10.
- [12] 王晓立, 邱光谊. 专家系统的多模型集成技术[J]. 湖南大学学报, 1996, 23(2): 123 - 128.
- [13] 刘彦博. Windows Mobile 平台应用与开发[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [14] 汪孝宜. 信息系统开发实例精粹[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [15] 谭天乐, 李平, 宋执环. 基于粗糙集的逻辑故障树方法及其应用[J]. 仪器仪表学报, 2004, 25(1): 36 - 41.
- [16] 陈光宇, 黄锡滋, 唐小我. 故障树模块化分析系统可靠性[J]. 电子科技大学学报, 2006, 35(6): 989 - 992.
- [17] 郭庆祝, 王政. 基于案例推理及故障树法融合基础下的船舶水上交通事故分析[C]//中国航海学会海洋船舶驾驶专业委员会 2007 年船舶航泊安全的新经验新技术研讨会. 大连, 2007.
- [18] 魏春岭. 一种基于神经网络的传感器故障诊断方法[J]. 中国惯性技术学报, 2001, 9(3): 32 - 37.
- [19] 许晓. 某型惯性导航系统故障诊断与排除[C]//第六届中国造船工程学会修船技术委员会电子设备维修保障技术学术会议论文集. 青岛, 2007.
- [20] 张代胜, 王悦, 陈朝阳. 融合实例与规则推理的车辆故障诊断专家系统[J]. 机械工程学报, 2002, 38(7): 91 - 95.
- [21] 王悦. 基于案例与基于规则混合推理的车辆诊断专家系统原型设计[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2002.
- [22] 王永庆. 人工智能原理与方法[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2000.
- [23] WANG H, CHAI T, DING J, et al. Datadriven fault diagnosis and fault tolerant control; some advances and possible new directions[J]. Acta Automatica Sinica, 2009, 35(6): 739 - 747.
- [24] MANUJ A S, NARASIMHAN S, PATWARDHAN S C. Unknown input modeling and robust fault diagnosis using black box observers[J]. Journal of Process Control, 2009, 19(1): 25 - 37.
- [25] NAN C, KHAN F, TARIQLQBA M. Real time fault diagnosis using knowledge based expert system[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2008, 86(1): 55 - 71.
- [26] 康云, 刘松平, 夏明旗. 基于 PXI 总线的电台板级故障自动诊断系统[J]. 兵工自动化, 2011(6): 75 - 77.

(责任编辑 周江川)