

上海大学出版社

2005年上海大学博士学位论文 11



基于Multi-agent分布式监控 和智能诊断模型研究与应用

- 作者： 闫如忠
- 专业： 机械设计及理论
- 导师： 方明伦 陈 云



2005 年上海大学博士学位论文

基于 Multi-agent 分布式监控 和智能诊断模型研究与应用

作 者：闫如忠
专 业：机械设计及理论
导 师：方明伦 陈 云

上海大学出版社

· 上 海 ·

Shanghai University Doctoral
Dissertation (2005)

Application and Research on Distributed Monitoring and Intelligent Diagnosis Model Based on Multi-agent

Candidate: Yan Ru-zhong

Major: Machinery Design and Theory

Supervisors: Prof. Fang Ming-lun

Prpf. Chen Yun

Shanghai University Press

• Shanghai •

上海大学

本论文经答辩委员会全体委员审查,确认符合上海大学博士学位论文质量要求.

答辩委员会名单:

主任:	周勤之	院士,上海机床厂	200030
委员:	马登哲	教授,上海交通大学	200030
	顾长庚	教授,上海科技生产力促进中心	200092
	王磊	教授,同济大学	200092
	高传善	教授,复旦大学	200433
导师:	方明伦	教授,上海大学	200072
	陈云	教授,上海财经大学	200072

评阅人名单:

马登哲	教授,上海交通大学	200030
叶洪根	教授级高工,上海电器科学研究所	200063
王庆林	教授级高工,中航商用飞机公司	200436

评议人名单:

林财兴	教授,上海大学	200072
蒋祖华	教授,上海交通大学	200030
瞿兆荣	研究员,信息部华东计算研究所	200233
陈炳森	教授,同济大学	200092

答辩委员会对论文的评语

论文在大量分析国内外远程监控和故障诊断现状、发展趋势基础上,提出了分布式监控和智能诊断服务模式,进行了体系结构模型建立、关键技术研究、原型系统开发,并在企业实际中应用和验证。

论文的选题和成果有重要的学术意义和实用价值。

闫如忠同学博士学位论文的创新研究成果如下:

(1) 运用支持分布式监控和智能诊断的多视图分析方法,提出并建立了基于 Multi-agent 分布式监控和智能诊断体系结构模型。

(2) 提出了基于本体的框架式知识表达方法,便于诊断系统分布式知识充分利用,达到资源共享的目的;提出了基于 KQML_XML 的 Multi-agent 通讯规范,保障了系统各 Agent 之间通信的准确性和安全性。

(3) 在诊断任务分配中,针对遗传算法局部搜索能力差,容易陷入局部极值点的缺陷,本文提出了基于阈值的改进遗传算法,加快了收敛速度和诊断系统的效率。

(4) 将嵌入式接口和 OPC 等方式应用到设备的远程数据采集,在策略模式下对通信协议进行封装,实现不同类型的网络接入设备的数据采集和诊断信号的提取。

论文的选题在前沿性、创新性、跨学科性以及解决实际工程技术应用等方面有重要的学术意义和实用价值。

论文反映了闫如忠同学具有很强的科研能力和创造成

果;在机械和自动化专业领域掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专业知识.

论文条理清楚、层次分明、文笔流畅、学风严谨,并在答辩过程中,叙述清晰,回答问题正确.

答辩委员会表决结果

通过无记名投票,答辩委员会一致通过闫如忠同学的博士学位论文答辩,并建议授予工学博士学位.

答辩委员会主席: **周勤之**

2005年2月2日

摘 要

随着信息技术和计算机网络技术的发展,经济全球化和企业国际化已成为未来的发展趋势.在制造业信息化发展进程中,现代设备日益向复杂化、精密化和自动化方向发展.设备供需链的国际化,客户对服务要求的不断提高,给企业的售后服务带来极大的挑战.为了加强制造商、用户及其合作企业之间的联系,提供优质高效的远程服务是企业赢得市场竞争的重要保证.

在面向多企业和多用户共存的远程服务环境中,如何有效地组织和利用企业/分销商(包括专家)和设备用户的数据和技术资源,构建远程监控和智能诊断系统,实现对地域分布的多用户的远程技术服务,是目前迫切需要解决的技术问题.本文以上海市信息委科技攻关项目“大型机电设备远程监控和智能诊断系统”为背景,在分析远程故障诊断的模式和远程诊断技术研究现状的基础上,从传统诊断系统“服务对象单一”、“资源分散”和“系统重复建设”的问题和企业的实际需求出发,提出了面向多用户的远程故障诊断服务新模式,建立了分布式远程监控和智能诊断服务模型,深入研究了 Agent 通信、知识表达、智能决策等关键技术,系统实现实时跟踪设备状态、及时进行故障预报、快速识别设备故障、准确找出故障原因、提供切实可行的维修方法等功能,并达到了分布式系统资源共享的目的.

本文在以下几个方面进行了较为深入研究:

(1) 建立了基于 Multi-agent 分布式监控和智能诊断体系结构 (Distributed Monitoring and Intelligent Diagnosis Model Based on Multi-agent, DMIDMMA). 论文从系统功能框架入手, 运用 Multi-agent 理论和面向对象的技术, 建立了系统基元模型. 以基元模型为理论基础, 对系统功能框架进行剖析, 建立了 DMIDMMA 体系结构模型, 体系结构模型包括结构模型、过程模型和知识模型. 结构模型描述了系统的结构和实体的存在方式; 过程模型描述了系统中的功能实体行为动作过程; 知识模型描述了模型的知识组织和利用情况. 从远程数据采集、状态监控到智能诊断, DMIDMMA 多视图模型是一个严密的自组织协调模型, 它具有开放性、灵活性、自适应性、智能性和协同性等特点.

(2) 论文对 Agent 通信技术和基于本体的框架式知识表达方法进行了深入研究. 按照 DMIDMMA 功能要求, 本文对 Multi-agent 之间的通讯技术和基于本体的框架式知识表达进行研究. Multi-agent 通信分为远程设备数据采集通信和系统内部消息通信两种通信方式. 远程设备数据采集通信是系统提取远程设备状况信息的一种数据通信方式, 它按照应用场合的不同, 将数据采集分为集中式数据采集和分布式数据采集. 系统内部 Agent 间的消息通信机制是为了保证 Agent 间的协作和交互而进行的. 本文提出基于 KQML-XML 消息通信机制, 以保障系统各 Agent 之间通信的准确性和安全性. 本文提出并建立了基于本体的框架式知识表达机制, 便于诊断系统分布式知识充分利用, 达到资源共享的目的.

(3) 论文将 Agent 技术和智能决策支持技术相结合, 提出

Multi-agent 综合智能诊断决策支持技术. 利用基于角色控制机制, 实现用户、角色和访问权限的逻辑分离, 便于对用户进行角色和权限管理. 在诊断任务分解上, 提出基于树结构的任务分解结构和执行方式, 减少了任务执行过程的信息耦合和资源冲突现象, 在任务分配中, 提出基于阈值的改进遗传任务分配算法和基于权重的最小队列任务分配算法, 实现了诊断任务并行执行和串行执行的相互结合的控制策略, 大大减少了诊断任务执行时间, 提高了系统的运行效率. 提出基于 Multi-agent 分布式智能诊断方法, 并结合运用基于证据理论的诊断知识评价方法, 实现分布式故障综合诊断决策支持.

(4) 在 J2EE 框架下, 部署并开发了分布式监控和智能诊断原型系统, 实现分布式实时数据采集、状态监控和智能综合诊断的功能, 为诊断系统实际应用提供可靠的工具支持. 论文运用 JMS 异步消息传输机制, 实现网络异构环境下多 Agent 间数据传输和通信, 提出在策略模式下对通信协议进行封装, 实现不同类型的网络接入设备的数据采集和诊断信号的提取, 论文还提出了提高系统数据传输速度和数据安全控制技术的措施及实现方法.

(5) 结合某集团企业下属 5 家印刷包装行业的印刷设备, 对分布式监控和智能诊断系统, 进行了实例应用与验证, 并取得了很好的效果.

关键词 分布式, 监控, 智能诊断, Multi-agent, J2EE, XML, EJB, KQML

Abstract

With the development of information technology and computer network technology, economical globalization and enterprise internalization are becoming popular. In the process of manufacture information development, modern equipments is in direction of complexity and precision and automation. The internalization of equipment Supply and need chain and the advance in demands of user service have brought much challenge in the after service. It is necessary to provide high and efficient remote services for strengthening the connections between manufacturers and users.

With the coexistence of many enterprises and users, it becomes more urgent to effectively organize and utilize data and technology resource of manufacturers, distributor and users, build up remoter monitoring and fault diagnosis system, and implement remote technology service for distributed users. With Shanghai Information Committee science and technology promotion project-“remote monitoring and fault diagnosis for large-scale electromechanical equipment” as its background, after analysis on modes and situations of remote fault diagnosis, this paper proposes a new pattern to serve many users simultaneously and builds distributed remote monitoring and intelligent fault diagnosis

service mode. It also implements a practical remote monitoring and fault diagnosis system which can trace machine status, forecast fault in time, find reason exactly and give reasonable solutions, so that distributed system resource could be shared.

This paper focuses on problems as follows:

Distributed Monitoring and Intelligent Diagnosis Model Based on Multi-agent (DMIDMMA) which contains structure model, process model and knowledge model is proposed. Structure model gives description of system structure and entity situation. It is founded under the basis of Basic-meta Model, which makes use of Multi-agent theory and Object Oriented technology. Process model describes action process of function entities in system, and knowledge model describes knowledge organization and usage situation in the model. From distributed data collection, status monitoring to intelligent diagnosis, DMIDMMA is model of rigorous self-organizing model. It has the characters of openness, flexible, distribution, self-adaptation, intelligence and coordination, etc.

The technology of agent communication and the method of knowledge expression framework based on Ontology are deeply researched according to the demands of DMIDMMA. There are two ways, remote machine data collection communication and system internal communication in Multi-agent communication. Remote data collection communication is one way to collect remote equipment's information. It is classified into centralized collection and distributed

collection. Internal Agent communication in system is to guarantee precision and security of communication between agents. Information communication mechanism based on KQML_XML is proposed. The mechanism of knowledge expression framework based on Ontology is also built, which is to make full use of distributed knowledge in system so that resources can be easily shared.

Multi-agent composite intelligent diagnosis decision support technology is proposed with the combination of Agent technology and intelligent decision support technology. Permission management is easily controlled by separation of users, roles and access permission. Tree structure is used to separate task and information coupling and resource collision are reduced. With the improved genetic algorithms based on threshold factor for task distribution and the weigh-based least queue theory algorithms for task distribution, diagnosis task can be executed in a complex mode of parallel and serial way, which can reduce execution time and improve efficiency. With proof-based diagnosis evaluation method, distributed intelligent diagnosis method based on Multi-agent is proposed.

Under J2EE framework, distributed monitoring and intelligent fault diagnosis prototype system are developed and deployed which gives reliable support for practical use. JMS asynchronous message transportation mechanism is used in data transportation and communication between Agents. Strategic mode is used to encapsulate communication

protocol so that data collection and diagnosis of several type of equipment can have a uniform interface. Moreover, ways to improve data transport efficiency and security are brought forward.

Distributed monitoring and intelligent fault diagnosis system has been exemplified and verified by five printing casing mechanical enterprise in some group, and has good effect.

Key words distributed, monitor, intelligent diagnosis, Multi-agent, J2EE, XML, EJB, KQML

目 录

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 研究背景	3
1.3 国内外研究现状	6
1.4 主要研究内容	24
1.5 本章小结	27
第二章 Multi-agent 分布式监控和智能诊断建模	28
2.1 引言	28
2.2 模型的构建	29
2.3 支持模型的关键使能技术	60
2.4 本章小结	66
第三章 Multi-agent 通讯技术及基于本体框架式知识表达	67
3.1 Multi-agent 通讯技术	67
3.2 知识表达方法研究	75
3.3 本章小结	84
第四章 Multi-agent 分布式监控和智能诊断决策支持技术	85
4.1 引言	85
4.2 系统角色权限控制	85
4.3 诊断任务的分解	87
4.4 诊断任务协调控制策略	91
4.5 诊断任务的分配	95

4.6	Multi-agent 分布式智能诊断决策技术	108
4.7	本章小结	127
第五章	Multi-agent 分布式监控和智能诊断支撑工具开发	128
5.1	模型开发工具分析	128
5.2	模型总体部署	133
5.3	数据支持 Agents_Group 子系统实现	139
5.4	数据采集子系统的实现	146
5.5	提高数据传输速度和安全措施	157
5.6	本章小结	174
第六章	实例应用	175
6.1	五家印刷包装行业概述	175
6.2	系统应用	177
6.3	本章小结	191
第七章	总结与展望	192
7.1	全文总结	192
7.2	论文展望	194
	参考文献	196
	致谢	206

第一章 绪 论

1.1 引言

远程故障诊断技术是利用网络系统在异地对远程现场设备进行检测和监控,并根据检测的数据进行故障预报和诊断的技术,它涉及计算机网络、信息集成、人工智能、控制技术等多门学科的综合技术^[1].

远程故障诊断技术的产生、发展和应用具有研究的必要性和可能性.

1.1.1 研究的必要性

远程诊断技术研究的必要性主要包括以下几个方面:

(1) 现代设备向复杂、精密和自动化的方向发展,对诊断技术的要求也越来越高.由于现代制造设备的复杂程度高、系统规模大、系统高度集成和相互依赖等特点,造成系统故障率高和故障处理难度大,从而引起系统维护费用高,停机损失大或事故后果严重等问题^[2,3].为了确保现代制造设备安全、有效地运行,提高其运行的可靠性和工作效率,必须加强设备运行管理:除了进行设备在线监控,及时发现故障和异常情况外,还要在设备发生故障或异常后能及时准确地进行诊断,以便采取有效措施,迅速排除故障^[4].因此,对于现代制造设备,人们迫切希望提高其整体可靠性和可维修性,而远程设备监控和智能诊断技术恰好为达到这个目标提供了良好的解决方法,帮助企业提高生产效率、降低生产成本,以取得更大的经济效益和社会效益^[5].