

# 基于 Agent 的远程故障诊断系统的实现

张复春, 张凤鸣, 南建国  
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**对基于知识的多 Agent 体的远程故障诊断系统进行了研究。建立了一种基于知识的多 Agent 体的远程故障诊断实验系统,并阐述了实验系统的工作过程。

**关键词:**远程故障诊断;Agent;知识库;系统

**中图分类号:**TP806+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2003)06-0068-03

## 1 问题的提出

远程故障诊断和远程技术保障是实现设备维护,高效发挥装备的战斗力的有力手段,目前,基于 Web 技术的远程诊断主要有两种不同的体系结构:C/S、B/S 基于 Agent 的结构,两种体系结构各有所长<sup>[1]</sup>。

在基于 Agent 的远程故障诊断系统中,多采用建立故障诊断知识库,通过知识判断来确定故障情况,从而实现远程诊断<sup>[2]</sup>。许多现有的用于诊断系统的知识库是传统的规则库,理论上知识库在投入使用之前,它应尽可能的大,以包括更多的知识<sup>[3-4]</sup>。实际上,当知识库建立时,它不可能包括其所需的全部知识,在其工作中,将逐步发现、加入新的知识用于以后的诊断<sup>[5]</sup>。如果建立全球共用的知识库实时响应任一地点的故障诊断请求,其实际可行性是令人遗憾的。如果设立多个知识库用于不同地区的故障诊断,它们使用相似的知识库系统,则在工作过程中,可能已被加入到某个知识库的知识对其它的知识库却依然是未知的。相同的知识寻求操作可能在不同的地方被重复执行,从而浪费了时间。如果存在一个中央学习知识库,其可被不同地区的所有用户共享,这对于通过网络尽可能的收集更多的知识,只进行一次知识寻求和所有地区均可利用等等一些操作是可能的。使用这种系统,知识库将逐渐成长和成熟并有效地减少知识寻求的重复。

## 2 多 Agent 体的远程诊断系统实现

基于以上考虑,我们设计了一种基于 Agent 的远程故障诊断系统,系统的结构见图 1,系统的核心是远程故障诊断专家知识库。根据所处位置和功能的的不同,系统被分为三个模块:中央管理系统(Central Management System, CMS),诊断和学习系统(Diagnostic and Learning System, DLS)和远程设备部分(Remote Machine Site, RMS)。每一个模块被定义了特定的功能。由于系统中运用了 Agent 技术,所以这些功能模块被包含进三个相互响应的 Agent 体中,是中央管理 Agent(CMA),诊断和学习 Agent(DLA)和远程设备 Agent(RMA)。

### 2.1 设备部分

系统中,被诊断的设备对于 CMA 来说位于不同的位置。设备通过 Agent 软件将其包涵在 MA 中。这些 MA 的功能是向 CMA 发送请求,向 DLA 发送设备实时状态信号和从其它 Agent 中接收信息。

### 2.2 诊断和学习 Agent

具有故障诊断和知识学习功能的模块被包涵在 DLA 中。在我们建立的实验系统中,对每个设备建立了

收稿日期:2002-03-12

基金项目:空军科研基金资助(KJ02136)

作者简介:张复春(1971-),男,吉林长春人,博士生,主要从事智能仪器与故障诊断研究;

张凤鸣(1963-),男,重庆梁平人,教授,博士生导师,主要从事智能决策与故障诊断研究。

相应的 DLA。通过被控设备和 DLA 之间的通讯,传送实时信号,DLA 对这些设备进行实时的监控和故障诊断,同时,在故障诊断过程中,使用“规则学习”来寻求新的知识。

### 2.3 中央管理 Agent

我们将 CMS 包涵在 CMA 中,CMA 包括一个中央知识库 CKB,一个示例库 EB 和相应的维护单元及备份库。CMA 负责 CKB 的规则升级以及其相关的维护。CMA 是该远程诊断系统的核心部分,诊断活动由 CMA 统一协调控制。在诊断过程中,首先应用 CKB 中的成熟知识进行诊断,若无法完成,则再调用 EB 中的相应规则进行推理判断,可成功应用的规则将增加其信任指数,以备升级。当故障判断为全新的,则系统开始进入学习过程,所得到的规则存入 EB 中。

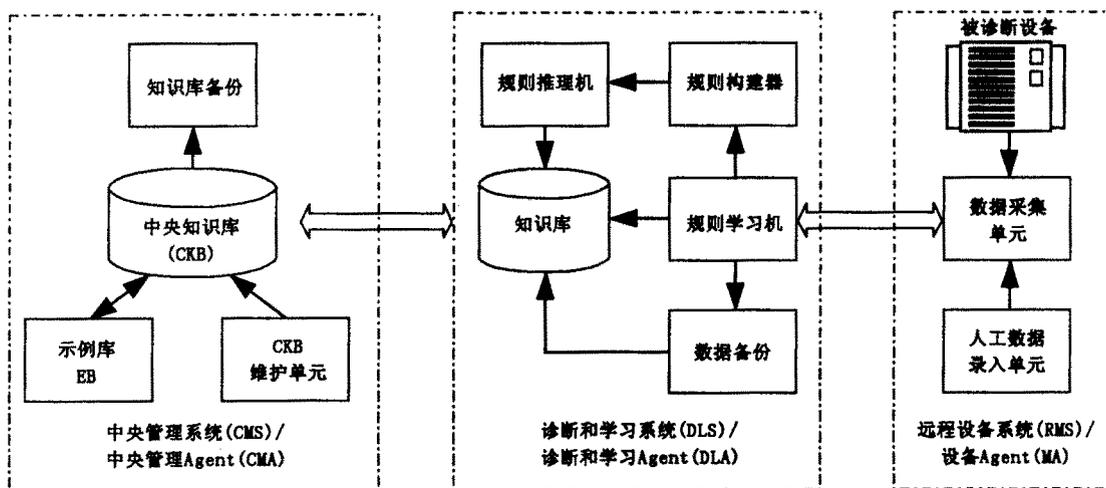


图 1 远程诊断系统结构

### 2.4 实验系统的工作过程

在实验系统中,其全部工作过程见图 2。当网络上的任何一个远程设备开始工作时,MA 将向 CMA 发出“请求”信息,CMA 收到 MA 的请求后,将对此设备的 DLA 进行初始化,并且将 DLA 的名称和“准备好”信息发送给 MA。通过呼叫 DLA 的名称,远端的 MA 与相应的 DLA 之间将建立起一个连接。远端设备的工作状态信号将实时的传送给 DLA。DLA 将在线监视和检测设备的工作情况,以保证不出现非正常情况,当设备完成工作并要关闭时,MA 向 CMA 发送“完毕”信息,并且 DLA 转为“等待”状态,等候与其它设备建立新的连接。虽然在特定的时间点上工作设备的数目无法明确,但在一定时间里工作设备的平均数是可以估计的。因此,系统中的 DLA 的数目可设定为工作设备的平均数。如果没有足够的 DLA,CMA 可很容易的初始化一个新的 DLA。当一个 DLA 被初始化时,其知识库将从 CMA 中的 CKB 内下载规则,但只下载与其连接的设备有关的规则。

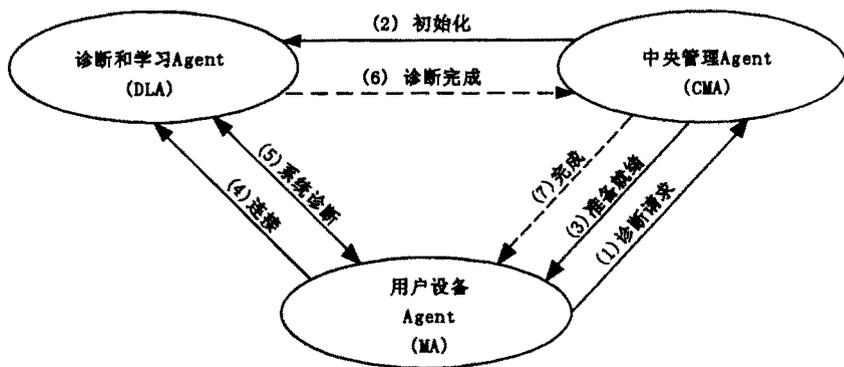


图 2 远程诊断实验系统工作时序

DLA 实时地从设备中收集状态数据,这些数据被送入其工作存储器。推理机从工作存储器中装入数据,并且使用知识库中的规则进行判断。当输入信号不正常时,推理机将发出警告信号和一些控制信号来远程控制设备以避免出现危险。如果故障对知识库来说是可解决的,系统将立刻采取措施来消除故障。

但是,对诊断系统来说故障有可能是未知的,例如,规则库中没有足够的知识来准确判断出故障。在这种情况下,DLA 将向 CMA 请求帮助。CMA 将使本身的 EB 中相关部分与 DLA 的知识库建立连接。推理机将使用扩展的知识库重新进行判断。在 DLA 中根据新加入的知识可能会找到答案。相应的,所用规则的信任指数将增加一次。在完成这些过程后,DLA 的知识库中所加入的知识将被去除并送回到 EB 中。

当使用 EB 中的规则仍无法找到解决方案时,DLA 将进入学习过程。当知识以“规则”的形式输入到规

当使用 EB 中的规则仍无法找到解决方案时,DLA 将进入学习过程。当知识以“规则”的形式输入到规

则构建器(Rule Builder, RB)时, RB将这个原始规则转化为专业化的系统语言。由RB所建立的新规则与CBK中已有的规则的格式相同。根据RB中给出的规则,以DLA知识库中的规则为基础的学习机将建立起优化的新规则。但是,这些新规则可能和CKB已存在的规则重复或者冲突,其解决方式将另文阐述。所建立的新规则将存入EB。

在诊断过程中,当在DLA中的知识库中无法找到有效的规则时,在EB中具有相同类属名的规则将被装入推理机中用于推理。如果有规则被使用,并且使用这些规则所得到的故障诊断结果正确,则这些规则的信任指数将增加一次。信任指数将设立一个上限,当信任指数达到这个上限时,相应的规则将被认为是典型规则。在设定的时间周期上(如每三个月),CMA将检查EB中是否有超过上限的规则。这些符合条件的规则将被自动添加到CKB中相应的规则库内,同时生成一个CKB升级记录文件。在这个升级记录文件中将记录其变更和升级次数,维护人员可根据此文件对系统进行维护。

DLA中的知识库也将定期进行升级,其升级时间由CMA确定。当到升级时间时,CMA向每一个工作中的DLA发送一个“升级”信息,DLA将返回一个“接受升级”信息,并建立一个在CMA和DLA之间的连接。相应规则库的升级版通过连接进行下载,从而使此系统的故障诊断知识库不断发展成熟。

### 3 结论

在本文中,我们采用了多Agent技术开发了基于WEB、基于知识的故障诊断和学习系统的架构。地理位置分散的设备可通过由CMA启动的DLA进行监视和诊断。DLA从设备端接收实时信号,对这些信号进行处理,并向设备提供反馈信息。当规则库中的知识对确定设备故障的解决方案已不足够时,规则构建器和学习机将帮助专业技术人员获取新的规则,并且所获取的规则将通过CMA随后更新进入CKB中。

本系统具有以下几个优点。首先,通过中央管理系统,所有分散设备的工作状态都可进行实时的监控和诊断。通过CMS,系统维护人员可获得所有远端设备的信息。其次,在这种体系结构下,分散设备可共享同一个CKB,这将节省在每一个点上维护知识库的费用,CKB的升级简单而且成本低。最后,所有设备通过Internet连接,易于进行知识获取。对任一节点有用的知识获取均可应用到情况相近的另一节点。这在知识获取中发挥了基于WEB技术的优势。另外,MA中的工作状态记录,对评价设备状态和工作能力是非常有用的,每个DLA针对一个相应的设备,所有的DLA都独立工作,并且它们可装入到不同的工作站和PC中。

#### 参考文献:

- [1] 黎洪生. 基于B/S的远程故障诊断专家系统研究[J]. 武汉工业大学学报,1999,21(4):13-20.
- [2] 吴伟蔚,杨叔子,吴今培. 故障诊断Agent研究[J]. 振动工程学报,2000,13(3):393-399.
- [3] 李琦. Multi-agent技术在远程诊断与维护系统中的应用[J]. 计算机工程,2002,28(2):137-139.
- [4] 钱苏翔,杨勇,钟秉林. 分布式故障诊断智能代理体系的研究[J]. 机电工程,2000,17(3):64-66.
- [5] 陈忠. 基于WEB的远程监测与故障诊断实现策略[J]. 华南理工大学学报,2002,30(6):30-33.

(编辑:姚树峰)

## Research and Implementation of Remote Fault Diagnosis System Based on Agent

ZHANG Fu-chun<sup>1</sup>, ZHANG Feng-ming<sup>2</sup>, NAN Jian-guo<sup>1</sup>

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China; 2. Dept. of Training, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710051, China)

**Abstract:** With the introduction and analysis of two structures of Remote Fault Diagnosis system (RFDS) based on WEB, the study of Agent RFDS based on knowledge is made. A prototype of the RFDS is implemented, and the work process of this prototype is expounded in this paper.

**Key words:** remote fault diagnosis; agent; knowledge base