

# 虚拟仪器技术在远程故障诊断中的应用

赵新灿, 左洪福, 陈果

(南京航空航天大学发动机故障诊断研究所, 南京 210016)

**摘要:**把虚拟仪器和网络技术引入故障诊断,使故障诊断与计算机网络技术和虚拟仪器技术相结合。从对被监测设备进行远程监控的角度,提出了一个基于虚拟仪器技术的远程故障诊断系统模型,对系统的基本功能进行了描述,分析了在现阶段实施该系统过程中需要解决的关键问题,并探索了解决这些问题的途径。

**关键词:**虚拟仪器,远程诊断,计算机网络,人工智能

远程协作诊断研究工作最先是医学领域开始的。1988年开放式医疗系统的概念最早在美国提出,人们普遍认为一个开放式远程医疗系统应该包括远程诊断、专家会诊、信息服务、在线检测和远程学习等几部分。1994年9月 Sys Optics 公司在美国国会山庄向克林顿总统演示了一个基于因特网的全国保健实验示范系统;1995年1月美国俄克拉荷马州的远程医疗系统投入使用,它把54家乡村医院与州中心医院联系在一起,并通过计算机网络将CT、X光等病人临床检验结果送到州中心医院诊断,这样病人在任何一家小医院也能享受到高质量的医疗服务。设备诊断和人类的医疗诊断是相似的,与医疗领域已经取得的丰硕成果相比,工业领域的诊断工作进展相对比较缓慢。1997年1月,首届基于因特网的工业远程诊断研讨会由斯坦福大学和麻省理工学院联合举办,会议主要讨论了远程诊断系统连接开放式体系,诊断信息规程、传输协议,以及对用户的合法限制,并对未来技术发展作了展望。会议确定由斯坦福大学和麻省理工学院合作开发基于因特网的下一代远程诊断示范系统。从1997年底的研究报告来看,系统离实用还有很大距离,许多研究内容还仅仅是一个想法。当今社会,科学技术发展迅速,基于因特网的远程诊断倍受学术界和工业界的重视,开放式软硬件体系结构也受到人们的认同,成为系统开发的必然趋势,以后的诊断设备只有和计算机网络相结合,才会有强大的生命力和广阔的应用前景。

## 1 基于虚拟仪器技术的远程故障诊断系统概述

虚拟仪器是指通过应用程序将通用计算机和模块化模块硬件结合起来,用户可以通过友好的图形界面来操作这台计算机,就像在操作自己定义、自己设计的一台单个仪器一样,从而完成对被测试量的采集、分析、判断、显示和数据存储等<sup>[1]</sup>。与传统仪器一样,它同样可以分为数据采集、数据分析处理、显示结果三部分。虚拟仪器以透明的方式把计算机资源和仪器硬件的测控能力相结合,实现仪器的功能运作。基于虚拟仪器技术的远程故障

收稿日期:2001-05-15;修订日期:2001-06-16

作者简介:赵新灿(1972~),男,硕士生

诊断就是在 Internet 迅速发展的基础上,将 WWW 信息检索技术、数据库技术和人工智能推理机制和虚拟仪器技术、设备故障诊断技术相结合,在大企业的重要关键设备上建立监测点,采集设备状态数据,而在技术力量较为雄厚的科研院所建立远程故障诊断服务中心,技术人员通过友好的图形界面操作计算机,从而完成被测设备的数据采集、分析、判断、显示和数据存储等,实现对设备进行故障诊断的一项新技术.由于现代设备特别如航空发动机等特别复杂,对其进行故障诊断不但要有大量的现场采集数据,而且还要有一定的专业知识和大量以前的设备运行数据.在数据采集现场条件非常有限的条件下,很难立刻给出诊断的结论,我们把虚拟仪器和网络技术引入故障诊断,综合利用本领域专家知识、网络故障诊断专家系统、计算机协同专家会诊系统和人工智能推理机制,就能很快给出科学、可靠的结论.并且能够实现多用户并行诊断,并对企业提出的问题进行咨询,很好的解决企业专业人员相对较少的问题.

## 2 基于虚拟仪器技术的远程故障诊断系统模型

现代诊断系统不但要求能够诊断出设备所出的故障,而且更希望他们能够进行通讯,实现信息共享,从而完成被监测设备的综合信息分析、评估,得出准确判断<sup>[2~4]</sup>.传统的诊断系统显然在这方面存在严重不足,甚至不可能实现这些要求.随着微处理器和 DSP (digital signal processing) 的高速发展和性能价格比的不断提高,以及面向对象技术和可视化语言的广泛使用为开发易于使用和功能强大的应用软件提供了可能.因此,我们提出了基于虚拟仪器技术的远程故障诊断系统模型(见图 1),它可以分为数据采集、数据分析处理和数据交互三大功能模块.在这个系统中,设备故障诊断中心是整个故障诊断系统数据分析的核心,我们充分利用计算机技术,对被监测设备现场采集的数据进行加工处理,从而得出

被监测设备的当前运行状态信息,并充分利用诊断中心的专家优势对设备的运行状态进行分析和趋势预测,从而对设备将来的运行状态给出报告.诊断系统以透明的方式把计算机资源和仪器硬件的数据采集能力相结合,实现远程设备故障诊断.

## 3 诊断系统主要组成部分

### 3.1 网络化的虚拟仪器数据采集部分

虚拟仪器的数据采集部分可由数据采集卡、GPIB、VXI 接口、LAN 接口、现场总线接口等部件构成,主要负责诊断设备数据的采集和控制信号的输入和输出<sup>[5]</sup>.虚拟仪器数据采集部分本身没有控制面板,因而这时不能将它作为一个独立的仪器来使用,计算机成为仪器系统的一个组件,采集部分的控制将由计算机上的模拟控制面板来实现.

(1) 数据采集卡(DAQ):作为虚拟仪器最基本的模块,完成被测信号的采集,并经过 ADC 转换成数字量.采用最新的 ASIC 设计、制造技术和即插即用驱动程序,可以很方便建立数据采集控制的应用系统.

(2) GPIB 接口卡:通过 GPIB 接口,可以很方便地将微机和仪器硬件相连接,以实现相互间的通讯.在标准情况下,一块 GPIB 接口卡可连接 14 台 GPIB 仪器,以构成一个比较复杂的虚拟仪器系统.

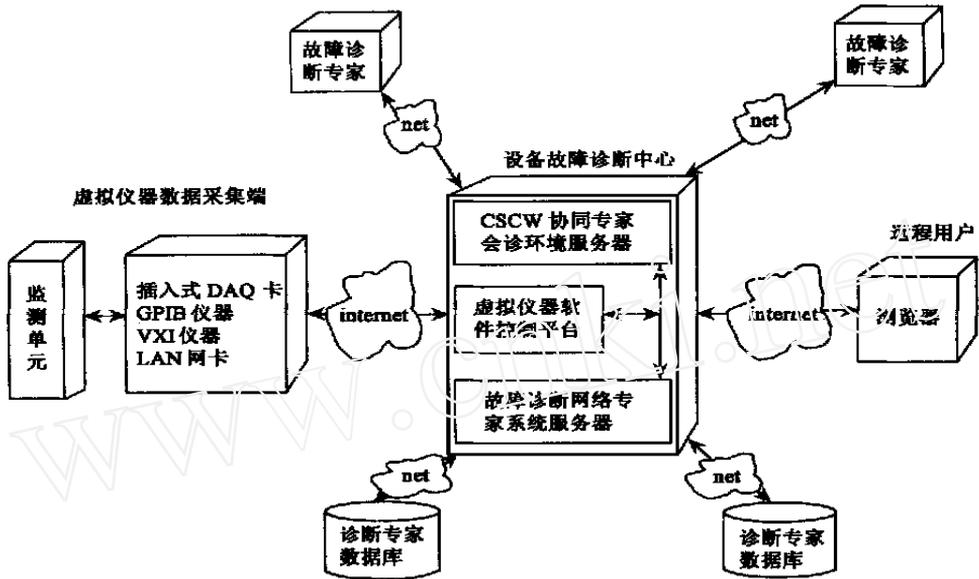


图 1 系统结构框图

Fig. 1 The frame of system structure

(3) VXI 接口:能够在仪器硬件之间实现精确定时和同步,其结构紧凑,数据吞吐能力强,可以达到 40Mbps。虚拟仪器软件体系(VISA)作为统一、规范的 I/O 接口通讯标准,成为 VXI 软件的基础,用户可以在设计时不必过多考虑 I/O 接口细节,简化了编制程序的要求,加速了开发进程。

(4) LAN 接口:使仪器具有网络化能力。通过对现有的仪器进行网络化改造,并且开发与之相配套的网络应用程序,通过远程实时操纵和状态监控的方式获取现场设备运行状态信息并把信息采集下来送到设备故障诊断中心,以完成现场和诊断中心的信息传输。

用户可以将可选硬件(如 GPIB, VXI, RS-232, DAQ, LAN 接口)和可重复使用源码库结合起来,实现模块间的通讯、定时和触发。当用户的测试要求发生变化时,用户可以增减软硬件模块以满足自己的测试要求。

### 3.2 虚拟仪器软件控制平台

给定计算机的运算能力和必要的硬件后,构造和使用虚拟仪器的关键在于软件。基于软件在虚拟仪器中的应用,美国国家仪器公司提出了“软件即仪器”的口号。因此如何利用现有的网络协议开发出高效能的虚拟仪器软件是关键。随着软件技术的发展,功能强大、方便易用的软件开发环境使得各种应用程序的设计和集成十分容易。VB、VC、Delphi 等可视化图形编程环境均采用了面向对象的程序设计技术,这些语言均可作为设计虚拟仪器的工具。

美商国家仪器公司(简称 NI 公司)开发的面向仪器和测控过程的图形化开发平台-LabVIEW(实验室虚拟仪器平台),就具有这样的功能。它采用直观的前面板和流程图式的编程方法相结合,是构建虚拟仪器软件控制平台的理想工具。LabVIEW 集成了很多仪器硬件库,如 GPIB/VXI/PXI 基于计算机的仪器,插入式数据采集、模拟/数字/计数器 I/O,信号

调理,分布式数据采集、图像获取和机器视觉、运动控制、PLC/数据日志等功能.具有内置的编译器,支持多种操作系统平台和强大的网络功能(如支持TCP/IP、DDE、IAC等).而且LabVIEW软件还有内置的分析能力,用户可以利用它实现在测量中需要用到的消除噪声、调理和转换信号.使用平滑窗口能够减少在离散数据块使用FFT(快速傅立叶变换)而产生的频谱遗漏;使用数字滤波器可以过滤电子元件的噪声信号;可以进行频谱转换;还有大量的滤波变形的测量函数.LabVIEW5.0软件又有了更大的改进,包括可程序设计的控制面板、用户定义控制、地域和全球化、应用程序发行等新功能.使用它,程序设计人员将能够开发出高效、可靠的虚拟仪器软件.

### 3.3 网络诊断专家系统数据库的建立和客户端、服务器端程序的开发

基于Internet的专家系统主要解决知识的表示和存储、推理系统的实现两个方面的问题.在实现方面主要涉及动态网络数据库、推理机和用户界面.为此我们可以采用网络数据库和动态交互式的WEB技术相结合的方式.

服务器端的程序可以通过ASP指令、脚本语言和ACTIVEX控件建立.推理机可以使用脚本语言(VBScript或者Jscript)编写.当接收浏览器或者现场采集数据分析的请求后,使用SQL语句构造知识库搜索和模式匹配子过程,通过查找网络数据库的知识根据当前情况进行推理,得出结论并返回诊断结果.客户端程序可以使用Java Applet和VBScript加ActiveX方案进行解决.

如何把人工智能和神经网络的学习能力和推理机制运用到系统中,解决网络环境下智能诊断中的知识表示、知识获取和并行推理等是在开发中的重点和难点问题.

### 3.4 计算机协同专家会诊环境CSCW(Computer Supported Collaborative Work)的开发

随着计算机网络技术的高速发展,计算机协同专家会诊环境的实现,在现有计算机处理能力和计算机网络技术的基础上,已经没有任何疑难问题了,现在的计算机网络软件设计人员已经完全能够设计出既符合要求又非常精美的专业网站了.我们所要做的就是提出要求和提供相关的网站设计资料.我们的计算机协同专家会诊环境不同于一般的商业网站,应该有自己特定的需求,能够提供如下方面的服务:

(1) 提供诊断资料信息服务:能够提供在诊断中使用的手册、技术数据和诊断案例供用户参考,并且能够实现信息的搜索、信息上载功能.

(2) 提供技术论坛服务:开辟关于远程故障诊断的专题讨论组,使专家和用户能够进行广泛的技术、资料交流.可以提出问题或者发表见解与同行进行讨论,能够就相关的讨论问题给出一定的资料参考.

(3) 提供新闻组服务:及时向用户和专家提供关于故障诊断方面的最新科研和学术信息.

(4) 提供网络会议(Net meeting)功能:能够在网上召开网络会议.通过网络会议,专家之间,专家和用户之间进行技术资料、技术观点的广泛交流.如果能够随着网络带宽的提高,提供声音和视频的实时传输,并且把虚拟仪器数据采集部分采集的数据实时的在会议上播放,具有身临其境的感觉,如同开现场会,从而提供真正的会议服务,则效果更好.

## 4 系统实现中的关键问题及其解决途径

(1) 在网络环境下由于网络延时的大小呈现不确定性和控制命令在网络中传输有可能会出现丢失对信息反馈带来的问题. 网络延时的不确定和命令丢失一直是控制中的疑难问题, 我们可以采取对控制命令和反馈信号在诊断中心和现场采集端双缓冲, 并且对命令信号和反馈信号增加序号控制, 标出命令执行的顺序和对已执行命令的反馈顺序, 从而实现控制命令序列化.

(2) 故障诊断专家数据库的知识收集和推理机制问题.

(3) 现有设备网络化标准的研究即能够使现有的设备实现“即插即上网”. 我们可以把当代计算机硬件设计的一些方法引入机械制造业, 把每个生产厂商生产整部机器, 变为按照通用的标准生产机器零配件, 并且按照用户的特定要求进行组装. 使各个生产厂商的设备接口统一, 并且生产出一个类似计算机主板的设备, 实现“即插即用”.

(4) 大量数据在网上传输的数据传输技术和数据压缩问题.

(5) 实现诊断知识、理论和技术共享, 必须有一套测试数据标准, 诊断分析标准和共享软件设计标准. 这些标准的制定也是一个关键问题.

## 5 结束语

基于虚拟仪器的远程故障诊断系统是一个复杂的系统, 是以很多人的合作为前提的, 需要社会广泛参与和配合. 本文仅仅提出一个系统模型, 深入的工作有待进一步开展.

### 参考文献

- [1] 路林吉, 饶家明. 虚拟仪器讲座[J]. 电子技术, 2000, (1): 44~47
- [2] 张天宏, 左洪福. 民航发动机故障诊断技术展望[J]. 南京航空航天大学学报, 1999, (31): 180~184
- [3] Nichols H M C, Bernard C B, David M H. Remote Instrument Diagnosis on the Internet. IEEE, Intelligent System, 1998, (5): 70~76
- [4] 吴今培, 肖建华. 智能故障诊断与专家系统[M]. 北京: 科学出版社, 1997
- [5] 李东晓, 史铁林, 杨叔子. 分布式监测诊断系统的设计思想及实现[J]. 华中理工大学学报, 1997, 25(11): 30~32

## Application of Virtual Apparatus on Remote Fault Diagnosis

Zhao Xincan, Zuo Hongfu, Chen Guo

(Civil Aviation College, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016)

**Abstract:** In this paper, the virtual apparatus and the network technology are adopted in fault diagnosis technology field and these technologies are effectively combined together. A system model of remote fault diagnosis technology based on the virtual apparatus is provided from a view of remote monitoring on equipment, and the basic functions of this system is explained and the critical problems need solving in present executing stage are pointed out. Furthermore, some probes have been performed on these problems.

**Keywords:** virtual apparatus, remote diagnosis, internet