

基于网络环境的 DNC 远程诊断及监控系统

神显豪, 金卫民, 巩传雷

(北京理工大学机电学院, 北京 100081)

摘要: 提出了基于网络环境的 DNC 远程诊断及监控系统, 将 CAN 总线网络与 Ethernet(车间以太网)、Internet 结合, 研究了该系统的体系结构、各部分的功能及相互关系, 并探讨了该系统实现过程中的一些关键技术, 解决了 DNC 数控机床关键部位的实时监控及故障诊断问题, 有助于提高远程故障诊断的可实现性和准确率, 达到提高企业效率的目的。

关键词: 远程诊断; CAN 总线; ASP; Socket

Remote Diagnosis and Monitor System of DNC Based on Net Circumstance

SHEN Xianhao, JIN Weimin, GONG Chuanlei

(School of Mechanical Electronic, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

【Abstract】 By combining CAN Fieldbus with Ethernet and Internet, a kind of remote diagnosis and monitor system of DNC machine tool is presented. The system structure, the function of each part and their relations are studied, and the key technologies for realizing system are discussed in detail.

【Key words】 remote diagnosis; CAN fieldbus; ASP; Socket

DNC(distributed numerical control)是把车间内的数控机床与上位控制计算机集成, 实现加工设备集中控制与管理的一种方式。这种方式虽然充分利用了设备的潜力, 提高了企业生产效率, 但是对设备的维护提出了更高的要求。流水线上关键设备的长时间停机, 将会给生产带来巨大的损失。为了使损失降到最低, 应该在提高设备可靠性的同时, 对加工设备进行状态监控, 以便在设备出现故障征兆时, 能及时进行故障处理, 缩短故障诊断和维修时间。但是从我国大部分企业的人员配备模式来看, 企业内部用于设备维护的专业技术人员相对较少, 不可能在全国各地设立售后服务中心, 当设备出现故障时, 由于地域的原因专家无法及时到达故障现场, 也就无法了解设备当时的实际运行情况和现场的基本参数, 这不仅给诊断带来了困难也给用户带来了巨大的经济损失。为此本文提出了基于网络环境的 DNC 远程诊断及监控系统, 并对其体系结构及关键技术的实现作了介绍。

1 系统的总体结构

基于网络环境的 DNC 远程诊断及监控系统主要由 DSP 数据采集器、上位监控机、数据库服务器、企业 Web 服务器、企业故障诊断中心及远程故障诊断中心 6 部分组成, 如图 1 所示。

DSP 数据采集器从传感器组中采集来自数控机床的信号(如来自刀具切削振动信号、机床主轴轴承振动信号、液压系统的温度等), 并进行一系列的信号处理(如稳压滤波、A/D 转换等)后, 经 CAN 总线送入上位监控机(另有一备份冗余监控机)。上位监控机上的实时在线监控系统不仅能实现数据的实时显示、实时数据的存储, 而且还能通过 WinSocket 控件与数据库之间进行通信。此外, 上位监控机还能根据设备的加工能力将加工程序经过 CAN 总线及 RS232/CAN 转换模块

送入不同的数控机床完成零件的加工; 数据库服务器上安装了 Microsoft 公司的 SQL Server 2000。数据库服务器应用程序的主要任务是接收和处理来自上位监控机的数据, 并将接收的数据写入原始数据缓冲区, 在对数据进行分析处理后将其写入 SQL Server 数据库。当流水线上的某一 DNC 机床出现故障时, 将故障时刻的记录写入设备故障状况表中; Web 服务器是设立在 Internet 上的服务站点, 企业故障诊断中心及远程故障诊断中心与 Web 服务器之间采用 B/S(浏览器/服务器)模式, 所有监控、分析、诊断软件(包括专家系统)都放在 Web 服务器上, 并通过 Web 主页进行管理。

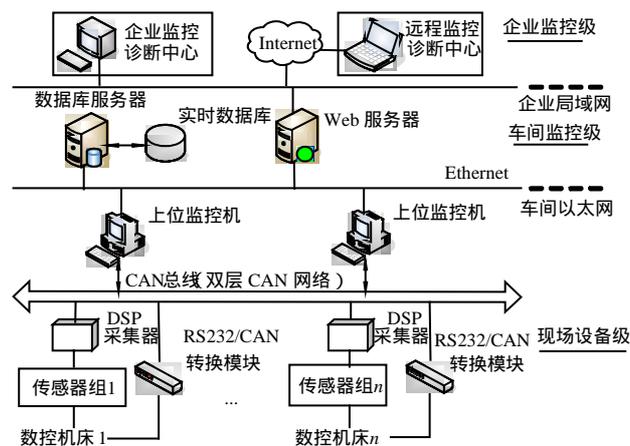


图1 系统结构

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60274035)

作者简介: 神显豪(1980 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 机电一体化及实时信号处理; 金卫民, 讲师; 巩传雷, 硕士

收稿日期: 2006-07-06 **E-mail:** lyj_sxh@sina.com

2 远程诊断及监控系统的实现

2.1 对实时数据的采集

本远程诊断及监控系统中的在现场设备级的通信程序中设置了一些底层函数供上位监控机调用,以实现 DSP 采集器与监控机的通信。现场实时数据采集的工作流程是:传感器信号经过必要的稳压滤波,送入 ADC(模数转换器),并根据系统对数据的不同需要,若是参考性、资料性信号,就把数据存储起来适当的时候传到上位机;若是比较紧急和实时的控制反馈数据,比如说机床报警信号,那就及时地传送到上位机进行处理或用作控制。系统中,各 DSP 芯片独自的完成相应的数据采集。并可通过上位机下传数据表格的方式灵活的改变传感器的定标系数,尤其适合于传感器线性度不是很理想的系统。各 DSP 的工作状态和工作模式由上位机灵活选择,提高系统的适应能力。

数据采集器以 DSP 芯片——TMS320LF2407A 芯片为核心,TMS320LF2407A 的 ADC 模块带有内置采样/保持电路的 10 位 ADC,总共有 16 个模拟输入通道,用来实现采集信号的 A/D 转换。频率采集则利用 DSP 芯片所带事件管理器的捕获单元完成由于 2407A 芯片带有 6 个捕获单元,他们在相应的捕获引脚上出现跳变时被触发,产生捕获中断。TMS320L2407A 芯片所带的数据存储空间只有 64KB,不能满足数据存储的容量,需要对 2407A 芯片进行存储器扩展。考虑到数据量的大小和防止掉电数据丢失问题,选用 256K×16 位的 FLASH 芯片 SST39VF400A 作为片外扩展数据存储存储器。

2.2 上位监控机与数控机床之间的通信实现

为了减轻现场设备管理层的网络负担,本系统在监控机与数控机床之间采用双层 CAN 网络结构,一层用于加工过程及机床的状态监测,主要用于 DSP 采集器中实时数据的传输;另一层用于 DNC 操作,DNC 操作子层的主要任务实现 NC 程序的上传和下载、NC 程序的编辑及加工工艺信息的读取等,它通过 CAN 总线及 RS232/CAN 转换模块送入不同的数控机床完成零件的加工。

(1)采集器中实时数据的传输

TMS320LF2407A 带有标准的 CAN 控制器,可以很方便的地组成现场级设备网。TMS320LF2407A 上的 CAN 控制器完全支持 CAN2.0B 协议,其数据帧格式有:标准帧和扩展帧两种不同的帧格式,前者为 11 位标识符,后者有 29 位标识符。由于在实际控制中 DSP 控制器的上传数据仅为 32 位数据(包括控制器标志符等信息),因此本系统数据格式采用标准帧格式。在实际调试中发现下层的控制器向上位机的传递数据量远大于上位机下传的数据量,在数据编码时将控制信息、采样数据编号信息和控制量、采集量均加载在数据字节里。由此 CAN 总线通信协议的形式为:“ID 号+数据+校验”。其中,ID 号为各 DSP 采集器编号,采用 11 位标识符的前 4 位。为了保证通信的可靠性,在数据接收后,都由一个返回帧来表示确认,其校验位(占一个字节)为发送端的固定代码。

CAN 通信系统软件设计中,对于接受采用中断的方式,要求系统对于接受到的数据必须马上处理,以提高系统的实时响应特性,其程序流程图见图 2。DSP 上传实时采集数据的发送采用定时查询的方式,查询 ADC 采样是否结束并且进行了相应的数据处理后,立即将数据通过 CAN 控制器装载并发送到 CAN 总线上。

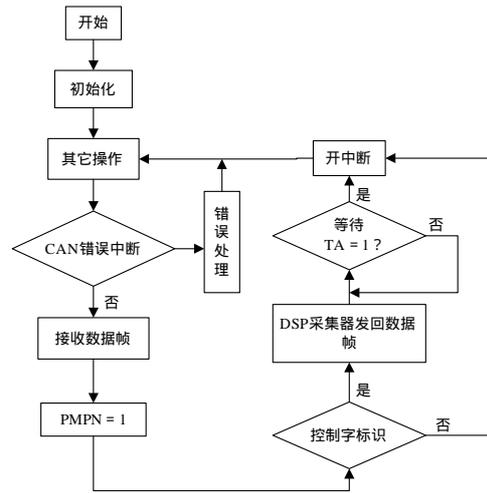


图 2 CAN 中断接受程序流程

(2)CAN 总线及 RS232/CAN 转换模块

在 DNC 操作中,由于数控机床所提供的程序传送接口是标准的 RS232 串行口,因此存在 CAN 协议与 RS232 之间的转换问题。由于 CAN232B 转换器完全支持 CAN2.0B 协议,并且利用它所组成的 CAN 控制网络具有组网灵活、数据传输可靠性高、通信速率高、总线利用率高等优点,因此本系统使用 CAN232B 转换器。对于上位监控机(RS232 主控设备)而言,需要它具备寻址各数控机床(多个 RS232 设备)的能力。此时,按照 CAN232B 转换器的配置协议,对监控机的 RS232 程序进行补充、修改,使监控机可向所连接的 CAN232B 转换器发送命令帧”,以设置 CAN 帧格式,动态配置 CAN232B 发送的 CAN 帧信息。这样,监控机就可以通过 CAN232B 发送具有不同 ID 的 CAN 报文帧,来寻址不同地址的数控机床,从而实现在对 DNC 的操作。

2.3 基于 Web 的数据库服务的搭建

要实现数控机床的远程故障诊断,企业故障诊断中心或远程故障诊断中心的专家必须通过 Internet(或 Intranet)获得系统的故障和状态信息,同时又能够让故障诊断中心的专家通过 Internet(或 Intranet)查询数据库中的数据。

ASP(active server pages)内含于 IIS 3.0 之后的版本中,ASP 本身并不是一种脚本语言,其实是一套微软开发的服务器端脚本环境,即它只是提供了一种使镶嵌在 HTML 页面中的脚本程序得以运行的环境。它具有使用简单,并且有强大的后台支持。本系统的工作环境为 Windows 2000 Server,开发系统为 VC++,在此选用 Microsoft 的 ASP,它既简单好用,又有强大的功能和强有力的技术支持。通过 ASP 可以结合 HTML 网页、VBScript 和 JavaScript。ASP 指令和 ActiveX 元件建立动态、交互且高效的 Web 服务器应用程序。而且 ASP 与 ADO(activex data objects)结合很容易实现对数据库的访问,访问模型如图 3 所示。

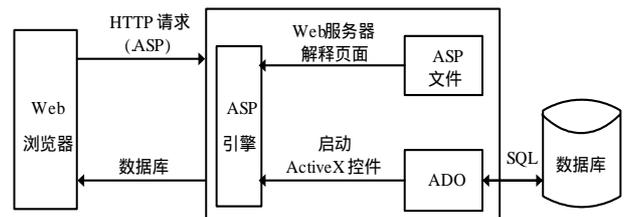


图 3 基于 ASP 的数据库访问示意图

当浏览器发出一个 HTTP 请求时, Web 服务器响应这一请求, 调用 ASP 引擎解释被申请的 ASP 文件, 若遇到的是 Active X 控件, 则启动相应的 Active X 控件。借助于 ADO 及 SQL 语言访问数据库, 并将其运行结果生成相应的 HTML 语法成份, 与文件中原有的文本和 HTML 标记一起组成标准的 HTML 页面返回至客户端浏览器。

2.4 监控机与企业数据库服务器之间的通信

数据库与企业监控诊断中心(或远程诊断中心)监控机的实时数据通信采用 Windows Sockets 通信机制, Socket 通信是一种特殊的 I/O, Socket 实际上是 TCP/IP 网络上提供的一个通信端口, 借助于它, 用户所开发的应用程序可以通过网络与其它应用程序进行通信。Socket 提供的一整套原语可供用户编程调用和访问系统资源, 并可用来开发一些与网络有关的、有实时性要求的应用软件。在应用软件的开发中主要使用两种类型的 Socket(套接字):

(1)流式套接字。它定义了一种可靠的、面向连接的服务, 实现了无差错、无重复的顺序数据传输。适用于处理大量数据, 流式套接字使用的是 TCP 协议, TCP 协议是以连接为基础的, 即必须先建立连接, 才能相互通信。如 HTTP、FTP、Telnet 等使用的都是流式套接字。

(2)据报套接字。它定义了一种无连接的服务, 数据通过相互独立的报文进行传输, 是无序的, 并且不保证可靠、无差错。数据报套接字虽然也使用 IP, 但是它不使用 TCP, 而是 UDP(user datagram protocol)。UDP 不像流式套接字那样维护一个打开的连接, 用户只需要把数据打成一个包, 把远程的 IP 贴上去, 然后就把这个包发出去。如 TFTP(trivial file transfer protocol)就使用 UDP。

为了保证数据传输的可靠性, 该系统采用基于可靠连接的流式套接字, 其协议为 TCP/IP 协议。Windows Server 2000 是多任务操作系统, 不同的任务对应着不同的进程。为了实现数据的正常传输, 必须通过端口号明确监控机是与数据库的哪一个进程相连, 可供各监控机使用的端口号范围为: 1 024~4 999, 本系统中选用 3 000。此外, 由于同时与数据库相连的监控机可以多于一个, 为了使各个进程之间的数据通信不会发生冲突, 数据库应用程序应首先创建一个侦听 Sockets, 用于接收监控机的连接请求。当数据库接受了监控机的连接请求后, 会返回一个新 Sockets 的描述符, 这个新 Sockets 将用来处理新的连接。原来的 Sockets 将继续侦听新的连接请求。整个数据通信过程的流程图如图 4 所示。

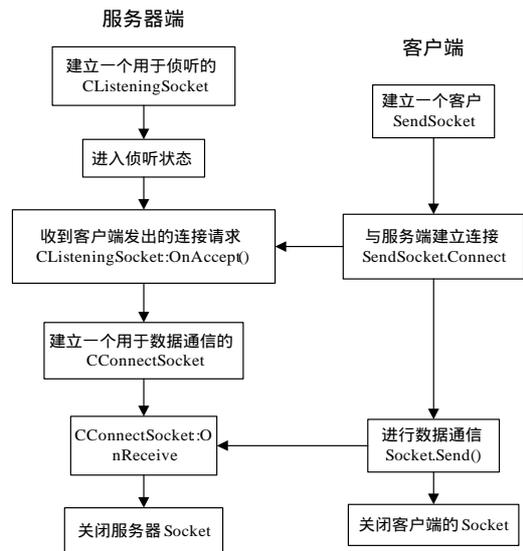


图 4 数据库服务器与监控机之间的实时数据通信流程

3 结论

基于实时数据采集、CAN 总线、数据库服务和 Internet 的远程故障诊断技术解决了 DNC 数控机床关键部位的实时监控及故障诊断问题。本文所提出的现场设备级、车间监控级、企业监控级、远程监控级的四级系统结构将有助于提高远程故障诊断的可实现性和准确率, 并最终达到提高企业效率的目的。随着网络通信技术和现场设备自动化应用的深入, 以及成熟可用的专家系统将逐渐出现, 远程故障诊断也必将成为未来企业的一种主要诊断服务方式。

参考文献

- 1 周 霖. DSP 控制工程技术应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005
- 2 王金娥, 孙庆鸿. 基于网络环境的数控机床远程诊断及服务系统[J]. 制造业自动化, 2003, 25(3): 56-64.
- 3 宋宝华, 徐小力, 孙志永. 基于 CAN 总线的机电设备远程监测原型系统的实现[J]. 制造业自动化, 2005, 27(12): 65-72.
- 4 黄增双, 李 斌, 叶伯生. 基于网络环境的数控设备故障诊断系统[J]. 制造技术与机床, 2006, (1): 78-80.
- 5 Chen Zhong, Zheng Shixiong. Web Technology Based Multi-level Architecture of Intelligent Monitoring and Diagnosing System[J]. Journal of South China University of Technology, 2005, 36(8): 45-49.

(上接第 223 页)

参考文献

- 1 Xu Chenyang, Jerry L, Prince. Snakes, Shapes, and Gradient Vector Flow[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1998, 7(3): 359-369.
- 2 Alexandra B A, Denis L, Luc J H. Three-dimensional Reconstruction of the Bony Structures Involved in the Articular Complex of the Human Shoulder Using Shaped-based Interpolation and Contour-Based Extrapolation[C]//Proceedings of the 4th International Conference on 3D Digital Imaging and Modeling. 2003.
- 3 Liao Shenghui, Tong Ruofeng, Dong Jinxiang. 3D Human Mandible Reconstruction from CT Data[C]//Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design.

2004.

- 4 赵子健, 吴晓娟, 刘允才. 机器人辅助全膝关节置换术中的股骨定位技术[J]. 医疗卫生装备, 2005, 26(10): 16-17.
- 5 Delorme S, Petitl Y, Guise J A D. Three-dimensional Modeling and Rendering of the Human Skeletal Trunk from 2D Radiographic Images[C]//Proc. of the 2nd International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling. 1999.
- 6 Trochu F. A Contouring Program Based on Dual Kriging Interpolation[J]. Engineering with Computers, 1993, 9(3): 160-177.
- 7 Müller J, Mang A, Buzug T M. A Template-deformation Method for Facial Reproduction[C]//Proceedings of the 4th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis. 2005.