

基于 DSP 和以太网的变频器在线监控系统

A Transducer Online Monitor System Based on DSP and Ethernet

(淮阴工学院) 马岱 徐成杰 朱全银
MA Dai XU Cheng-jie ZHU Quan-yin

摘要: 根据变频器安全管理的需要,本文设计开发了一套基于 DSP 和以太网技术的变频器在线监控系统,介绍了它的硬件组成和软件结构。该系统使得变频器与信息网融为一体,实现了对电机当前状态、输出电压、输出电流、当前转速等变频器运行状态数据的实时采集、网络传输、动态显示等功能,并且可以向变频器发出信号来改变电机的当前状态,实验结果证明了该方案的正确性。

关键词: 变频器; 数字信号处理器; 以太网

中图分类号: TP393.11 **文献标识码:** A

Abstract: According to the security requirements of transducer, a set of transducer online monitor system based on DSP and Ethernet technology is designed. The structure of its hardware and software are presented. The monitoring network integrates the internet perfectly. It can measure several kind of electromotor state information, such as the electromotor state, output voltage, input voltage, current rotate speed, and etc. Further more, Further more, the real-time acquiring、networked transmitting、dynamic displaying are realized. At the same time,the monitor system can also send a signal to the transducer to change current rotate state of electromotor. The practical results have proved the correctness of the design schemes.

Key words: transducer; DSP; Ethernet

1 引言

变频器是工业生产应用中最理想、最有前途的调速设备之一,在工业控制、信息家电等应用领域有着广泛的应用,在线监测并实时诊断电机状态具有十分重要的意义,将使系统工作稳定、安全可靠,提高系统的自动化程度。但是目前多数变频器通信能力有限,市场上的变频器一般只带有 RS-232、RS-485 接口,已经无法满足大数据量实时通信系统的需要。现在流行的 USB 总线可以达到非常高的传输速率,但传输距离有较大的限制。工业以太网兼有相对高速和长距离传输的优点,与 TMS320LF2407A 芯片相结合,可以实现远程高速数据通信。

本文基于美国 TI 公司 TMS320F2407A DSP 芯片,介绍了一种基于 DSP 的变频器在线监控系统的实现方法。使得系统的每个控制器不再工作于孤立的环境中,而是能够相互交换信息,从而实现系统的统一调度与安排,甚至可以进行远距离的遥控。这有利于提高效率,减少运行人员的工作量,以适应未来少人值守、无人值班的发展趋势。

2 系统设计

美国德州仪器公司生产的 TMS320LF2407A 是一种低价格、高性能的定点 DSP 芯片。芯片将实时信号处理能力和控制器外设功能集于一身,特别适合于工业控制应用。内核采用哈佛结构,运算速度块,最高可达 40 MIPS 的执行速度;该芯片供电电压为 3.3 V,降低了控制器的功耗;芯片内部具有多达 16 路的 10 位模数转换功能,具有多个通用定时器和一个监视定时器,具有多达 16 个通道的 PWM 通道;片上有丰富的外设资源,不同的

片上标准通信端口可为主机、测试设备、显示器及其它组件提供简单方便的连接。这些优势使 TMS320LF2407A 基本上提供了整套的片上系统,同时降低了系统成本,实现了更简单、更高效和更经济的设计,在控制应用领域展现出强大的功能和性能优势。

基于 DSP 的变频器在线监控系统的总体结构框图如图 1 所示。该监测系统主要由作为上位机的监控中心子系统和多个变频器子系统组成。每个变频器子系统可以完成对控制电机的监控。监控中心通过以太网接收多个监控系统上传的电机运行状态参数,了解控制电机的工作状态,根据采集到的数据进行分析并对现场电机进行控制。

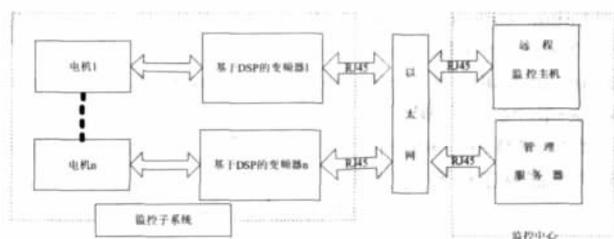


图 1 基于 DSP 的变频器在线监控系统总体框图

2.1 工业以太网通信接口设计

系统硬件设计主要是指变频器的硬件设计,按照信号流程大体可以分为两个硬件模块,即:信号调理电路设计、DSP 与 RTL8019AS 的接口设计,其中 DSP 与 RTL8019AS 接口是监测系统硬件设计的重点和特色。下面给出了 DSP 与 RTL8019AS 的接口详细设计过程。

2.1.1 RTL8019AS 简介

RTL8019AS 是全双工即插即用的以太网控制器,它在一块

马岱: 讲师

芯片上集成了 RTL8019 内核和一个 16KB 的 SDRAM 存储器。它兼容 RTL8019 控制软件和 NE2000 8BIT 或 16BIT 的传输,支持 UTP、AUI、BNC 和 PNP 自动检测模式,支持外接闪烁存储器读写操作,支持 I/O 口地址的完全解码,具有 LED 指示功能。其接口符合 ETHERNET2 和 IEEE802.3 标准。

对 RTL8019AS 接收数据操作,有查询和中断两种方式。

在中断方式下,控制器每收到一个完整的以太网数据包后,想 CPU 发出中断请求,CPU 响应 RTL8019AS 中断请求后,进入中断服务程序并开始接收数据。

在查询方式下,通过查询 CURR 和 BNRY 两个寄存器的值来判断是否收到一帧数据,当 BNRY+1 与 CURB 不等时,说明接收缓冲区接收到了新的数据帧。若收到新数据帧,则先读取前两个字的数据,这两个字的数据代表此次传输的数据帧的基本状态:第一个字的低字节表示接收状态,与 ISR 寄存器相对应,第一个字的高字节为下一个包的开始地址指针,第二个字节为本数据包的长度。数据发送包含三个步骤:(1) 数据包的封装通过远程 DMA;(2) 将数据包送入 RTL8019AS 的数据缓冲区;(3) 通过 RTL8019AS 的本地 DMA 将数据送入 FIFO 进行发送。

2.1.2 RTL8019AS 与 DSP 接口的硬件设计

RTL8019AS 网络接口控制器提供了 3 种与系统主 CPU 的接口方式:跳线模式、PNP 模式、RT 模式,其中跳线模式连接简单。为了简化 DSP 网络接口的软硬件设计,本系统采用跳线模式,将 RTL8019AS 的第 65 脚电平拉高实现。RTL8019AS 的中断由 IRQS0, IRQS1 和 IRQS2 决定,本系统采用中断方式判断网络芯片是否接收到数据,78-80 引脚接低电平,选择 IN T0 作为中断信号引脚,经过电平转换后连接到 DSP 的外部中断请求引脚 IN T1。RTL8019AS 的 IOCS16B 引脚通过一个 10KΩ 的上拉电阻,使 RTL8019AS 工作在 16 位数据总线的模式。RTL8019AS 的寄存器和 DMA 通道映射为 DSP 的外部存储器,这样就可以像访问 DSP 的外部 RAM 一样对 RTL8019AS 进行读写操作。DSP 的总线电平是 3.3V 的,而 RTL8019AS 的接口电平是 5V 的,采用 74LVC245ADW 对数据总线进行电平转换。另外总线接口与 ISA 总线兼容,只要进行一些简单的逻辑变换,就可以与 DSP 的外部总线直接接口。RTL8019AS 与 DSP 接口的连接原理框图如图 2 所示。

系统采用双绞线连接 RTL8019AS,如图 2 所示。系统使用 RJ45 接口,20F001N 是双绞线驱动/接收器,内部有 2 个传输变压器,以太网控制器供两对差分信号 TPIN ±和 TPOU T ±经过网络变压器与传输介质相连。

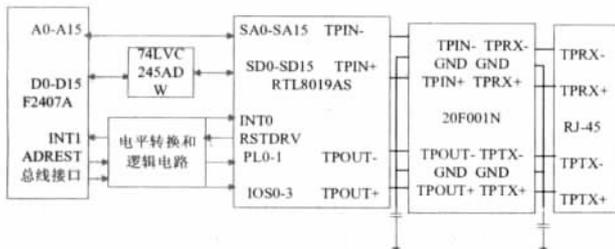


图 2 RTL8019AS 与 DSP 接口的连接电路图

2.2 DSP 与 RTL8019AS 以太网控制程序设计

TI 的 DSP 集成开发环境 CCS 具有实时、多任务、可视化的软件开发特点,已经成为 TI DSP 程序设计、制作、调试和优化的经典环境。本系统中,用 C 语言编写主要程序,实现 TCP/IP 协议下 CLIENT 模式的程序设计。程序包括初始化部分、数据

包接收部分和数据包发送部分。图 3 为软件设计的流程图。

初始化部分要进行系统复位、初始化配置寄存器、初始化接收和发送缓冲区、设置以太网接口的物理地址以及初始化中断等。

对接收到的数据,RTL8019 通过 MAC 和 CRC 校验后,由 FIFO 保存到接收缓冲区,接收满一帧后,以中断或寄存器标志方式通知主处理器。FIFO 逻辑对收/发数据做 16 字节的缓冲,以降低对本地 DMA 请求的频率。

向以太网上发送数据时,RTL8019 会首先将一帧数据通过远程 DMA 通道送到发送缓冲区,然后发出传送命令。RTL8019AS 发送一帧数据后,再开始发送当前数据。

3 监控中心软件设计

监控中心软件系统的开发平台采用 BORLAND 公司的 DELPHI 7.0,该软件具有友好的用户界面,为我们提供了一种方便、快捷的 WINDOWS 应用程序开发工具。采用了弹性可重复利用的完整的面向对象程序语言,是当今世界上最快的编辑器、最为领先的数据库技术。可以把所有的采集数据存入数据库,并可实现波形的显示和分析。

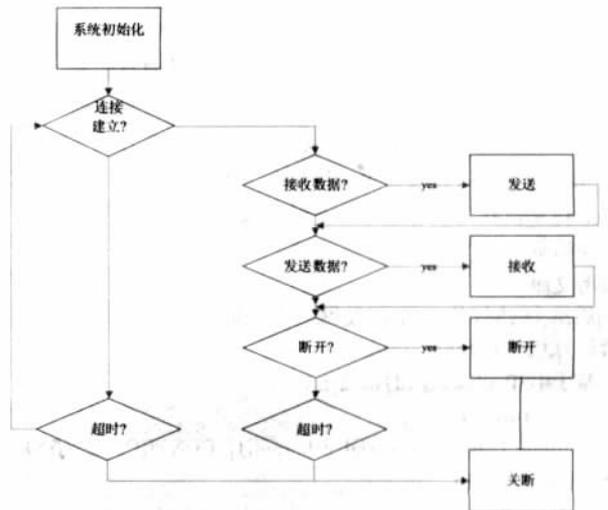


图 3 软件设计的流程图

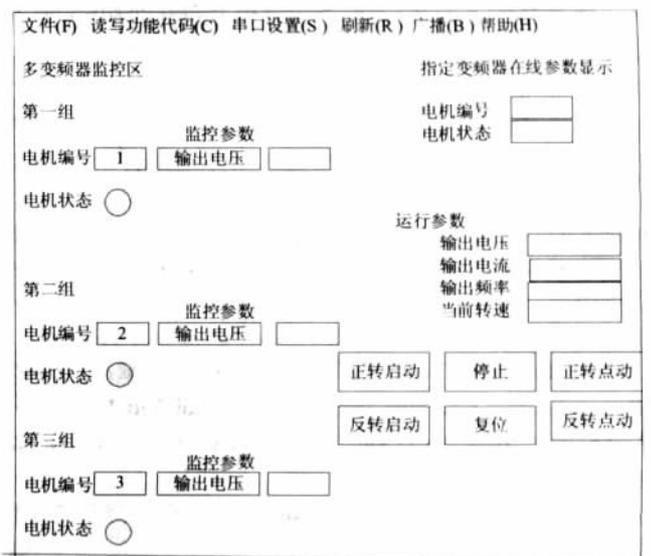


图 4 监控中心监控界面

技术创新

图 4 为监控中心软件系统监控界面,系统中主要参数选为:通信端口是以 9600BPS 的速率传输,不作奇偶校验,数据位是 8BIT,而停止位是 2BIT。采用的是查询驱动方式。我们设计了单台(指定)变频器参数的监控和多台变频器参数监控(界面显示三台)系统,可以针对变频器的输出电压、输出频率、输出电流及当前转速等参数监测。可以对电机发布正/反转启动、正/反转点动、以及停止、复位命令。

4 结论

本文所介绍的变频器在线监控系统是 DSP 技术与网络通信技术相结合的结果,实现了变频器管理的自动化和信息化。该监控系统具有完全数字化和网络化的特点,使得变频器与信息网融为一体。由于系统中的各个变频器子系统之间相互独立,互不影响,而且与监控中心只需一个标准的网口实现连接,因此每个变频器子系统都可以做到“即插即用”,非常便于系统的扩充和维护。现场实验应用结果表明监控系统的各种性能都达到了设计要求。

本文作者创新点:系统设计实现了一种基于工业以太网信道的、可进行大容量数据通信的变频器在线监控系统,实现了变频器管理的自动化和信息化。通过在线监控系统,可以对电机的输出电压、输出频率、输出电流及当前转速等参数监测。可以对电机发送正/反转启动、正/反转点动、以及停止、复位命令。

本文研究成果产生的直接经济效益达 60 万元,在高级过程控制系统中会有更深远的应用意义和应用价值。以变频器在线监控系统作为试验平台,进行系统的性能参数测试,并得出实验数据。

参考文献

- [1]周洪,杨建辉等.自主研发网络变频器的网络控制应用研究[J].微计算机信息,2008,1:96-98.
- [2]基于 DSP 和以太网的铁路道口监测系统[J].微计算机信息,2005,21:7-2:140-142.
- [3]Henning C. Why industrial Ethernet[J]. CONTROL ENGINEERING, 53(5):14-14.
- [4]周雪松,康文广,等.以太网技术在基于 DSP 的励磁控制系统中的应用[J].电气传动,2008,38(3):46-49.

作者简介:马岱,男,汉族,1977-,江苏淮安人,讲师,淮阴工学院计算机工程系。研究方向:信号与信息处理;徐成杰,女,汉族,1965-,江苏淮安人,副教授,淮阴工学院计算机工程系。研究方向:计算机网络与通信;朱全银,男,汉族,1966-,江苏淮安人,副教授,淮阴工学院计算机工程系。研究方向:自动控制、计算机网络与通信。

Biography: MA Dai, Male, Born in HuaiAn of JiangSu in 1977, Han Nationality, Lecturer, Department of Computer Science and Technology. HuaiYin Institute of Technology. The Direction of Research: Automatic Control, Signal and Information Processing. (223001 淮安 淮阴工学院计算机工程系) 马岱 徐成杰 朱全银 (Department of Compute engineering, Huai Yin Institute of Technology, Huai An 223001, China) MA Dai XU Cheng-jie ZHU Quan-yin

通讯地址:(223001 江苏淮阴工学院计算机工程系通信工程教研室) 马岱

(收稿日期:2008.12.13)(修稿日期:2009.03.13)

(上接第 121 页)

系统发生了异常情况。该进程有以下任务:关闭泵的注射状态;保存注射信息;识别报警原因;存储报警信息;周期性报警。

(6)注射状态选择进程

注射状态选择进程是一个临时进程,它的任务是根据用户选择的注射类别来选择用何进程来执行计算任务。该进程在显示进程中被调用,优先级为 5。

(7)计算进程

该进程由三个分支进程组成,每个进程负责一类注射计算,一种是定时大剂量注射计算进程,一种为基础率计算进程,另一个为即时大剂量计算进程。

定时大剂量进程是在设置完定时大剂量之后,由即时注射选择进程引发执行的进程,它根据时间约束完成定时大剂量的注射。即时大剂量进程是在设置完即时大剂量之后,由即时注射选择进程引发执行的进程,该剂量立即完成注射。这两个进程拥有相同的优先级,设为 3。除这两个进程之外,还有个进程必须在引导阶段引导,它是基础率计算进程,它的优先级为 1。

胰岛素的进程运行是分多个阶段和多个分支情况的,具体的逻辑关系错综复杂,但是由于 uC/OS-II 操作系统为抢占式内核,因此,可以将注意力集中关注系统中当前可运行的具有最高优先级的进程。

4 结束语

本课题是在有关糖尿病的病理生理学,临床治疗学,以及有关胰岛素的药理学等医学研究成果的基础之上,基于微型化、便携、低功耗等设计原则,融合了微电子技术、计算机技术和步进电机技术,提出实现胰岛素泵的设计方案,基本解决胰岛素注射与人体生理需求吻合的问题,并在此基础之上完成了胰岛素泵的实验室的研制工作。本文开发的胰岛素泵提供三种注射模式,实现全中文菜单的控制,在微型化低功耗等方面作出了一些有效的探索。

本文作者创新点:融合了微电子技术、计算机技术和步进电机技术,提出了一种便携式胰岛素泵的软硬件设计方案,设计了基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的进程与进程调度算法。

参考文献

- [1]田泽.嵌入式系统开发与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005,50-133.
- [2]杜春雷.ARM 体系结构与编程[M].北京:清华大学出版社,2003,50-73
- [3]Bruce Powel Douglas. Developing Real-Time Systems with UML, Objects Frameworks, and patterns [M]. Beijing: China Machine Press, 1999, 126-145.
- [4]王田苗.嵌入式系统设计与实例开发——基于 ARM 微处理器与 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统[M].北京:清华大学出版社,2003,89-133.
- [5]马德新,徐鹏民.实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 调度算法的研究[J].微计算机信息,2006,6-2:73-74.

作者简介:韩春燕(1973-),女(汉族),东北大学软件学院副教授,研究方向为网络通信与嵌入式系统;崔凯(1981-),男(汉族),硕士,研究方向为嵌入式系统;蔡良滨(1988-),男(汉族),本科,软件工程专业。

Biography: HAN Chun-yan (1973-), Female, Software College of Northeastern University, Associate Professor, Research area: Network communication and Embedded systems.

(110004 东北大学) 韩春燕 崔凯 蔡良滨

通讯地址:(110004 东北大学 349 信箱) 韩春燕

(收稿日期:2008.12.15)(修稿日期:2009.03.15)