

# 基于 LabWindows/CVI 的多路伺服电机控制 和在线检测系统

周云水<sup>1</sup>, 丁 霄<sup>2</sup>

(1. 浙江工业大学 之江学院, 浙江 杭州 310024; 2. 杭州航海仪器厂, 浙江 杭州 310024)

**摘要:**针对多路伺服电机的计算机控制和电机参数在线检测问题, 基于 LabWindows/CVI 虚拟仪器软件平台, 结合 DSP 技术, 开发了多路伺服电机控制和在线检测软件系统。该软件系统通过周期性 UDP/IP 网络组播的方式发送/接收数据报文, 能同时实现对多路伺服电机进行控制, 并对电机电枢电流、电枢电压、激磁电流、激磁电压及相关性能参数进行在线检测。系统可根据用户需要将在线检测到的数据通过表格、图形实时输出。结果表明该软件系统在实际应用中获得了很好的效果, 并具有良好的扩展性。

**关键词:** LabWindows/CVI; 伺服电机; 控制; 在线检测

中图分类号: TH862; TP273+.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)08-0084-04

## Multiple servo motors control and online inspection software system based upon LabWindows/CVI

ZHOU Yun-shui<sup>1</sup>, DING Xiao<sup>2</sup>

(1. Zhijiang College, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310024, China;

2. Hangzhou Navigation Instrument Factory, Hangzhou 310024, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of how to control servo motors and online inspect technical parameters, based upon LabWindows/CVI platform, associated with digital signal processor (DSP), multiple servo motors control and online inspection software system was built. The software system sent and received data by user datagram protocol/internet protocol (UDP/IP) network multicast, and can control multiple servo motors, online inspect motor armature current, armature voltage, exciting current, exciting voltage and relevant parameters. It can also output inspection data in tabular and graphical form according to user. The result indicates that this software system is effective in practical applications, and it has fine expansibility.

**Key words:** LabWindows/CVI; servo motor; control; online inspection

## 0 引 言

随着微电子技术、软件技术、网络技术和现代测量技术的迅速发展, 伺服电机控制和在线检测手段也越来越多元化。NI 公司于 20 世纪 90 年代率先提出了虚拟仪器 (Virtual Instruments) 的概念, 虚拟仪器是基于计算机系统的数字化测量仪器, 它充分利用了计算机硬件资源, 通过软件编程的方法来实现普通仪器 (如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等) 的全部功能

以及数据分析和显示功能。LabWindows/CVI 正是 NI 公司开发的基于 ANSI C 语言的集成虚拟仪器软件开发平台, 它不仅提供了相关虚拟仪器的功能, 还具有各种测试、数据分析及控制功能。LabWindows/CVI 开发工具提供了强大的 API 函数, 包括了从底层 VISA (Visual Instrument Software Architecture) 到高层 IVI (Interchangeable Virtual Instrument) 的一整套 I/O 控制函数<sup>[1-4]</sup>。

本研究以 LabWindows/CVI 作为上位机软件开发平台, 结合 DSP 控制模块, 开发了多路伺服电机控制

和在线检测软件系统。该软件系统采用周期性 UDP/IP 网络组播的方式发送/接收数据报文,能同时实现对多路伺服电机进行控制,并对电机电枢电流、电枢电压、激磁电流、激磁电压及相关性能参数进行在线检测。同时,该软件系统还具有良好的扩展功能,若增加网络接口,可实现电机的远程控制和在线检测,检测数据可提供给外部网络进行共享。

## 1 系统硬件组成

多路伺服电机控制和在线检测软件系统分为上位机和下位机两大组成部分,其中基于 LabWindows/CVI 软件平台的 PC 机构成了上位机;DSP 主控模块、信号采集模块、驱动模块及伺服电机整体构成了下位机。上、下位机之间通过以太网接口进行数据传输,网络数据传输采用了 UDP/IP 网络组播的方式。多路伺服电机的 DSP 主控模块配置了不同的 IP 地址,与上位机之间通过周期性 UDP/IP 网络组播的方式发送数据报文,周期性发送数据报文的方式保证了整个系统较高的实时响应性;下位机的驱动模块受 DSP 主控模块控制驱动电机;下位机的信号采集模块采集电机的电枢电流、电枢电压、激磁电流、激磁电压及相关性能参数,并将这些参数送 DSP 主控模块。

本控制和在线检测软件系统中实现了对 3 路伺服电机的集中控制,系统硬件组成框图如图 1 所示。

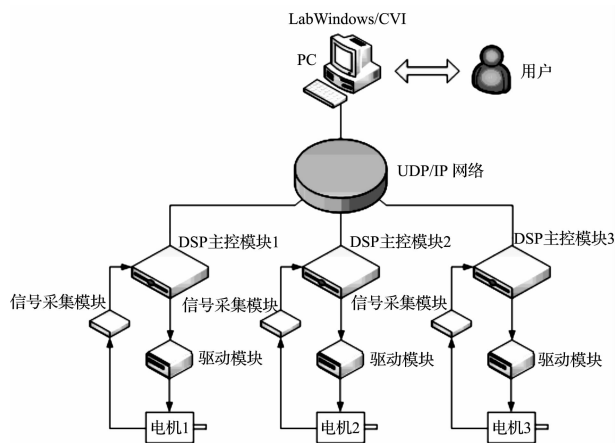


图 1 系统硬件组成框图

## 2 Labwindows/CVI 软件设计

### 2.1 概述

多路伺服电机控制和在线检测软件系统设计采用 LabWindows/CVI 9.0 作为软件开发环境,它提供了丰富的图形用户界面元素和集成了多种接口的功能库。软件的开发效率高,便于系统的调试和维护<sup>[5-7]</sup>。

软件按功能可划分为发送任务、接收任务和用户交互任务,其任务状态图如图 2 所示。软件设计遵循了软件工程化设计原则,按各任务模块进行设计,整个软件总体流程图如图 3 所示。

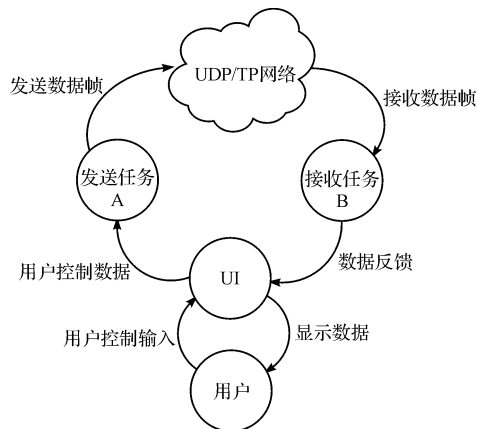


图 2 软件任务状态图

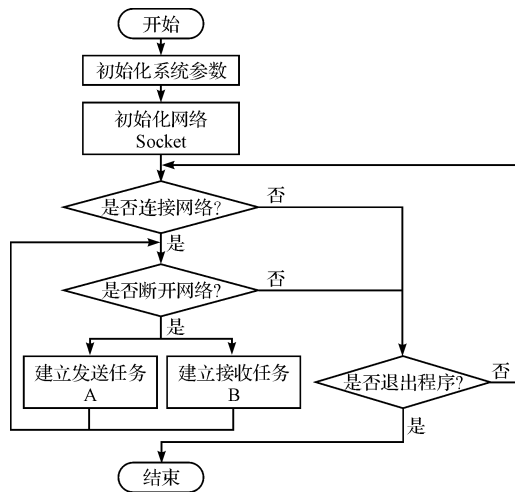


图 3 软件总体流程图

控制和在线检测软件采用 UDP/IP 组播方式进行数据通讯,系统内各硬件单元均以 200 次/s 的速度向系统网络组播地址发送数据报文。UDP/IP 组播通讯常用于一个功能主机集群网络的通讯,当网络中混杂了多个功能的主机集群时,组播通讯能很好地起到区分功能主机集群的作用,不同功能的主机集群创建一个组播地址,这个集群中的主机通过组播方式进行同一功能间的数据通讯。

系统采用这种循环组播通讯方法的目的是为了保证整个系统的实时性,在系统运行的任意时间段内,上位机控制和在线检测软件都需要连续发送 3 路电机的动态角度数据至 3 路 DSP 主控模块,以此达到动态修正 3 路电机转动角度的目的;另外该上位机软件还需实时绘制 3 路电机的实时角度误差曲线,通过曲线来反映整个系统的动态控制精度。采用循环组播的通讯

方式能保证系统需求,在向下位机各 DSP 主控模块发送数据时,上位机软件能将各自的数据填充至数据传输协议的预定位置,接收数据时,上位机软件可根据数据传输协议接收到下位机各 DSP 主控模块的数据。数据通讯协议采用单一报文的数据传输方式,使数据的发送方和接收方只需关心对自己有用的数据。这种方式能简化软件设计难度,便于进行软件的调试和维护。本系统的数据传输协议格式如表 1 所示。

表 1 数据传输协议

PC 数据填充区	1 号 DSP 数据填充区	2 号 DSP 数据填充区	3 号 DSP 数据填充区
64 Bytes	64 Bytes	64 Bytes	64 Bytes
256 Bytes			

本系统中各硬件单元网络配置参数如表 2 所示。

表 2 网络配置参数

硬件单元	PC	1 号 DSP	2 号 DSP	3 号 DSP
IP 地址	192.168.0.18	192.168.0.15	192.168.0.16	192.168.0.17
Port 号		2300		
组播地址		230.1.2.3		
组播 Port 号		2300		

LabWindows/CVI 9.0 提供了 UDP 支持库,对实现 UDP/IP 通讯提供了很好的支持,在系统初始化阶段,配置了 PC 端网络设置。网络配置界面如图 4 所示。

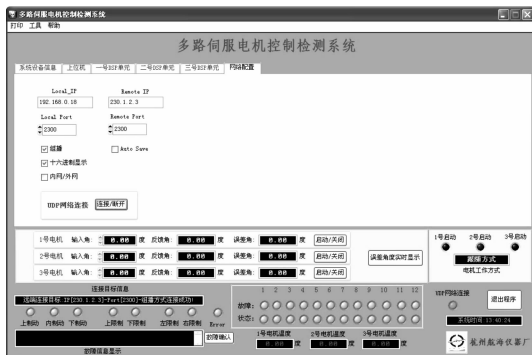


图 4 网络配置界面

### 2.2 发送任务

发送任务主要的功能是向 3 路电机发送控制指令数据,当软件成功配置网络参数后,发送任务将定时以 200 次/s 的速率向网络组播地址发送 3 路电机的控制指令数据(格式如表 3 所示),3 路电机的 DSP 主控模块将接收 PC 端主机发送的数据,根据通讯协议,3 路电机将按协议规定数据位置读取各自的控制指令数据,并按指令数据对电机进行控制。发送任务的程序流程如图 5 所示。

表 3 PC 发送数据格式

PC 主机	1 号 DSP	2 号 DSP	3 号 DSP
PC 状态 (64 B)	1 号电机指令 (64 B)	2 号电机指令 (64 B)	3 号电机指令 (64 B)
主要包括 PC 主机状态、PC 控制模式、限制器状态、故障确认状态等	控制模式、指令角度数据、指令速度值、指令电枢电流、指令电枢电压、指令磁场电流、指令磁场电压等	控制模式、指令角度数据、指令速度值、指令电枢电流、指令电枢电压、指令磁场电流、指令磁场电压等	控制模式、指令角度数据、指令速度值、指令电枢电流、指令电枢电压、指令磁场电流、指令磁场电压等

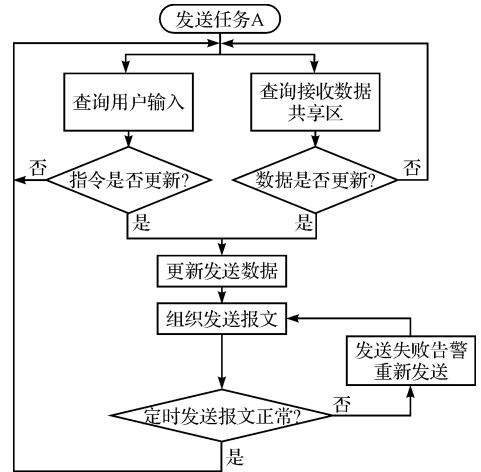


图 5 发送任务 A 流程图

### 2.3 接收任务

接收任务的主要功能是接收 3 路电机 DSP 主控模块回馈的电机状态信息,通过收到数据中的源端 IP 地址来区分对应的 DSP 主控模块,并将有效的数据包根据传输协议进行数据滤包,其接收到的数据格式如表 4 所示(列举 1 号 DSP 主控模块反馈的数据),最后用户交互任务会将 3 路电机的状态信息显示在人机界面上。接收任务的程序流程图如图 6 所示。

表 4 1 号 DSP 回馈数据格式

PC 主机	1 号 DSP	2 号 DSP	3 号 DSP
回答 PC 主机指令 (64 B)	1 号电机同步信息 (64 B)	与 2 号电机同步信息 (64 B)	与 3 号电机同步信息 (64 B)
接收到 PC 主机报文计数、工作状态、故障代码等	1 号电机状态、反馈角度数据、反馈电枢电流、反馈电枢电压、反馈磁场电流、反馈磁场电压等	与 2 号电机同步数据	与 3 号电机同步数据

### 2.4 用户交互任务

用户交互任务的主要功能是:由用户通过人机交互界面输入控制指令数据,同时将各路电机反馈的信

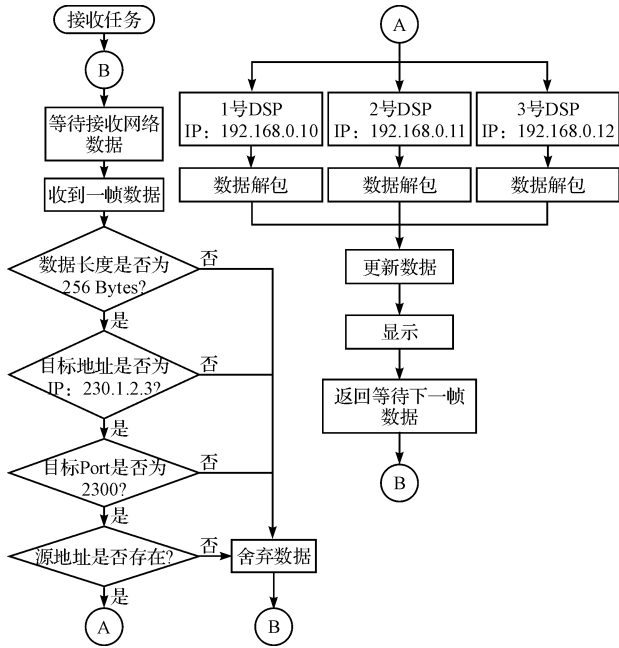


图 6 接收任务 B 流程图

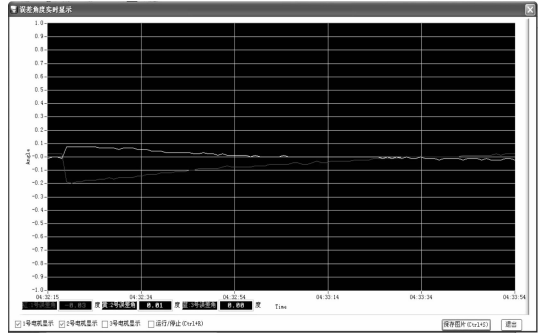


图 9 1、2号 DSP 主控板反馈的实时误差曲线图

息显示在界面上。LabWindows/CVI 提供了丰富的人机交互界面元素,用户通过使用这些元素能方便、快速地创建出专业的人机界面。

在每个工程目录中,LabWindows/CVI 都提供了一个界面文件(\*.uir),用户可根据软件需求添加相应的界面控制元素,通过界面控制元素提供的回馈函数可创建出元素触发事件,触发事件的回馈函数由 LabWindows/CVI 来统一管理,当定义的元素触发事件被触发后,程序将执行元素的触发事件,执行用户定义的数据处理。

通过使用 LabWindows/CVI 提供的用户界面元素,多路伺服电机控制检测系统最终的人机交互界面如图 7~图 9 所示。



图 7 1号 DSP 检测界面

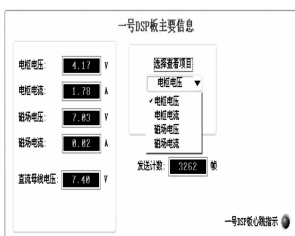


图 8 1号 DSP 数据查看界面

### 3 结束语

本研究详细阐述了在 LabWindows/CVI 虚拟仪器开发平台上,采用周期性 UDP/IP 网络组播的方式发送接收数据报文,同时实现对多路伺服电机进行控制,并对电机电枢电流、电枢电压、激磁电流、激磁电压及相关性能参数进行在线检测的软件系统。该多路伺服电机控制和在线检测软件系统性能稳定可靠,人机界面友好,在实际使用中满足了电机控制的实时性要求,并能实时在线检测和显示电机的各种参数。此外,该系统扩展性很好,若增加系统网络接口,还可实现对电机的远程控制 and 在线检测<sup>[8-9]</sup>,可在网络上共享检测数据。

### 参考文献(References):

- [1] National Instruments. LabWindows/CVI User Manual[M]. National Instruments, 2003.
- [2] National Instruments. LabWindows/CVI Standard Libraries Reference Manual[M]. National Instruments, 1998.
- [3] 孙晓云,郭立炜,孙会琴. 基于 LabWindows/CVI 的虚拟仪器设计与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 王建新,杨世凤. LabWindows/CVI 测试技术及工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [5] 宋建焕,范承志,叶云岳. 基于 LabView 的新型三维永磁电机检测系统[J]. 机电工程,2009,26(2):52-55.
- [6] WANG Gui-mei, WANG Qing-dong, LI Jiang-bo, et al. Mine elevator comprehensive performance testing system based on virtual instrument[J]. Industrial Electronics and Applications, 2008(6):1027-1030.
- [7] 刘 娅,李孝辉,张慧军. 基于 LabWindows/CVI 的仪器测试软件设计系统设计[J]. 微计算机应用,2007,28(8):854-858.
- [8] 段 红. 基于 LabWindows/CVI 的网络化虚拟仪器设计[J]. 机电工程,2003,20(5):41-43.
- [9] 赵大海,周小刚,惠俊军,等. LabWindows/CVI 虚拟仪器远程网络控制系统设计[J]. 火力与指挥控制,2005,30(8):64-67.

[编辑:李 辉]