

计算机并口在轨迹控制系统中的应用

王 浩¹, 江卫华¹, 余睿民¹, 李涵嫣²

(1. 武汉工程大学电气信息学院, 湖北 武汉 430205; 2. 北京服装学院信息工程学院, 北京 100029)

摘 要:针对市场上的小型数控系统,设计了一种基于 Windows XP 平台计算机并口的三轴轨迹控制系统. 系统采用开环控制,控制部分主要通过软件实现. 上位机与下位机模块通过并口通信,并口由独立编写的设备驱动程序驱动. 重点介绍了设备驱动程序的通信过程. 应用结果表明,系统响应速度快、数据处理能力强、稳定性好,且能同时适用于多种用途的数控系统.

关键词:轨迹控制;并口;驱动;WDM;插补

中图分类号:TP29

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.12.021

0 引 言

轨迹控制,又称轮廓控制,主要应用于传统的数控系统、切割系统的运动轮廓控制^[1],如气动标记机、铣床、切割机. 目前连续轨迹控制系统多采用单板机控制^[2],其操作复杂、程序修改不便. 随着市场全球化的发展,市场对适合中小批量加工、具有良好柔性和多功能的制造系统的需求已超过对大型单一功能的制造系统的需求^[3]. 本文介绍一种基于 Windows XP 平台并口的三轴轨迹控制系统.

1 系统的组成

通过计算机的控制,步进电机的脉冲、方向信号和刀具的控制信号经并口向下位机接口模块发送. 下位机接口模块对信号进行抗干扰处理后,将脉冲和方向信号发送至步进电机驱动器,同时将控制信号发送至辅助设备. 系统采用三轴控制. 其中 X、Y 轴电机带动刀具在水平面运动, Z 轴在垂直方向运动. 三轴到位信号通过并口送回上位机,上位机捕获到位信号后及时动作. 系统组成框图如图 1 所示.

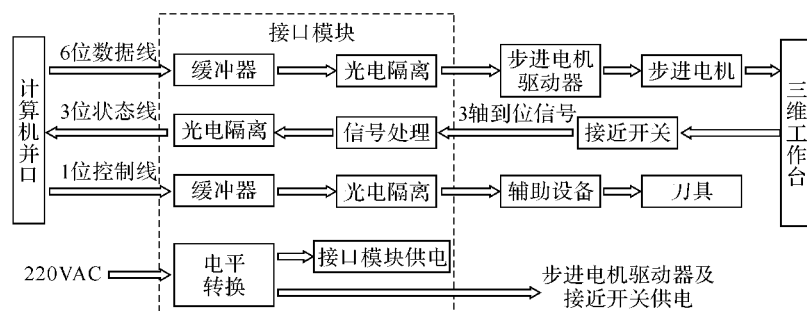


图 1 接口模块框图

Fig. 1 Diagram of interface module

X、Y 和 Z 轴到位信号的检测由接近开关完成. X 轴到位信号的处理电路图如图 2 所示.

以 X 轴为例,图 2 中 IN 与接近开关的输出端连接,OUT 与光耦的输入端连接. 电机回原点时,接近开关的信号线为高电平,开关管的基极为高电平,开关管导通,其集电极被拉低为低电平,该低电平信号经阻容滤波后送至光耦输入端,光耦

输出端与并口的状态端口连接,计算机读取到位信号. 根据计算机状态端口的 TTL 电平标准,反相器输出端接上 10 k Ω 的上拉电阻. Y 轴和 Z 轴类似. 此外,下位机接口模块还包含电平转换电路,分别为步进电机驱动器、接近开关和反相器提供 +36 V、+12 V 和 +5 V 电压.

收稿日期:2011-10-31

作者简介:王 浩(1987-),男,湖北仙桃人,硕士研究生.研究方向:计算机控制.

指导老师:江卫华,男,教授,硕士,硕士研究生导师.研究方向:计算机控制、激光加工及伺服系统.

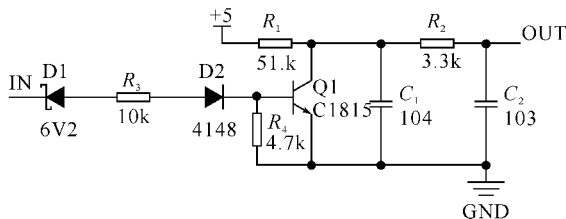


图 2 到位信号处理电路

Fig. 2 Processing circuit of arrival signal

2 并口驱动程序设计

2.1 并口的特性

并行接口,简称并口,又称 LPT 接口,是采用并行通信协议的扩展接口.一般用于连接打印机、扫描仪等外部设备.其工作模式包括标准并行口(SPP)模式、双向模式、增强型半行接口(EPP)模式、扩展并行接口(ECP)模式等.以标准 SPP 模式为例,它使用三个 8 位的端口寄存器,即数据寄存器、状态寄存器和控制寄存器.计算机就是通过对这些寄存器的读写操作访问并口.该系统的并口工作在双向模式下.

2.2 驱动程序的实现

与 Windows 9X 环境不同,在 Windows NT 环境下,应用程序不能使用 Win 32 API 函数直接操作端口,为此微软提出了一种全新的 Windows 驱动程序模型,即 Windows Driver Model (WDM).WDM 旨在通过提供一种灵活的方式来简化驱动程序的开发,在实现对新硬件支持的基础上减少并降低所必须开发的驱动程序的数量和复杂性^[4].它实现了模块化、分层次类型的驱动程序结构.本系统驱动的主要例程包括:DefaultPnpHandler、DriverEntry、HandleRemoveDevice、HandleStartDevice、AddDevice、DeviceIOControl、DispatchRoutine、Pnp、Unload 等部分.

应用程序与底层硬件的通信可分解为应用程序与驱动程序的通信和驱动程序与底层硬件的通信.应用程序与驱动程序通信前必需先建立两者之间的联系,即应用程序获取驱动程序的设备句柄,如图 3 所示^[5].

驱动程序创建设备时,调用 IoRegisterDeviceInterface(函数)为设备创建设备链接,该设备链接暴露给应用程序.应用程序通过设备链接获取设备信息,并调用 Win 32 系统中的 CreatFile API. CreatFile 函数调用 Ntdll.dll 库中的 NtCreatFile 函数. NtCreatFile 穿过用户模式

和内核模式之间的界面,到达内核模式,并调用同名的系统服务 NtCreateFile. NtCreateFile 系统服务通过 I/O 管理器创建请求包 (IRP_MJ_CREATE) 并传输至设备的驱动程序,驱动程序处理该 IRP 并返回. CreateFile 调用成功后的返回值为设备句柄.在调用其它 Win32 函数访问该设备时,只需将该句柄作为函数的设备名参数可实现对设备驱动程序的操作,即完成应用程序与驱动程序的通信.

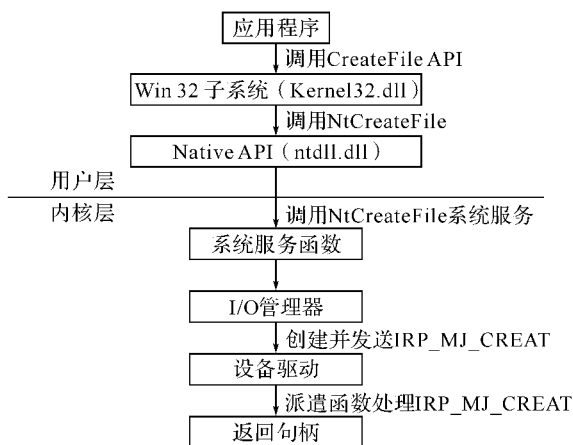


图 3 应用程序获取设备句柄

Fig. 3 Application program accesses device handle

应用程序获取设备句柄后,对端口的读写操作通过调用端口操作函数(DeviceIOControl)实现.调用该函数前需用 CTL_CODE 宏定义来定义操作码(IOCTL),定义时需指定操作模式,如定义采用缓冲区方式读端口的 IOCTL 码为:

```
#define IOCTL_READ_PORT CTL_CODE
(FILE_DEVICE_PARALLEL_PORT, 0X800,
METHOD_BUFFERED, FILE_ANY_ACCESS)
```

为使 Windows 操作系统易于移植到不同的硬件平台的上,微软提出并使用了硬件抽象层(HAL).设备驱动程序可直接调用硬件抽象层提供的函数实现对底层硬件的操作,通过修改抽象层程序可实现多硬件平台移植^[6].如对于 32 位的 X86 系列 CPU 中的 Windows,驱动程序调用硬件抽象层的读端口函数(READ_PORT_UCHAR)和写端口函数(WRITE_PORT_UCHAR)可完成对端口数据的八位读写操作,即完成驱动程序与底层数据的通信.

以读取并口八位数据为例,函数调用如图 4 所示^[5].

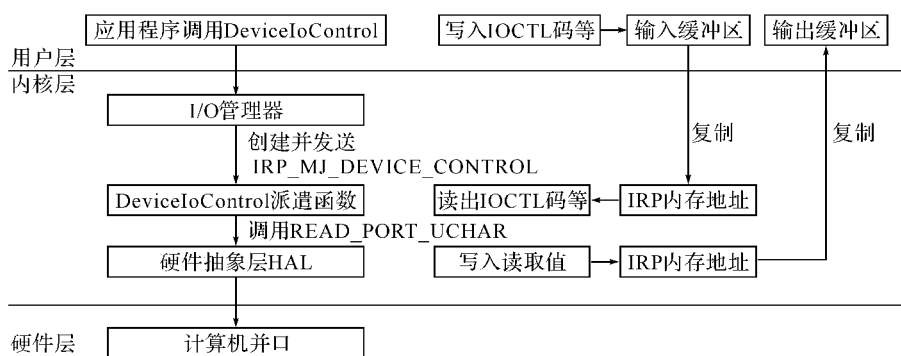


图 4 应用程序读端口

Fig. 4 Application program reads port

处理过程为:应用程序调用 DeviceIoControl 函数后,相应控制码和请求同时传递给驱动程序,且 I/O 管理器会创建一个 IRP_MJ_DEVICE_CONTROL 类型的 IRP,用户提供的输入缓冲区的内容被复制到内核模式中,其地址由 IRP 的 AssociatedIrp. SystemBuffer 子域记录。然后驱动程序会将创建的 IRP 转发至 DeviceIoControl 派遣函数中;派遣函数读取 IRP 的内存地址,获得输入缓冲区数据及 IOCTL_READ_PORT 操作码,并调用 READ_PORT_UCHAR 函数;READ_PORT_UCHAR 函数从端口读取八位数据,并将该数据存放在 IRP 提供的内存地址中;在 IRP 返回时,这段内存地址的数据被复制到 DeviceIoControl 提供的输出缓冲区中;应用程序获取缓冲区中的数据,端口完成读操作。其中,用户层与内核层之间的数据复制由操作系统完成。

3 系统应用程序开发

系统应用程序的开发采用模块化程序设计方法,即将整个软件逐步细分为树形结构,直至所有子过程都能用编程语言直接实现^[7]。函数之间的参数采用指针传递。整个并口驱动程序为子函数,供应用程序调用。

轨迹控制系统的核心问题是如何控制刀具的运动。下位机接口模块虽为三轴设计,但设计软件时,Z 轴并不参与插补。它主要用于铣床中的出刀和回刀操作。在应用于气动标记机系统时,将 Z 轴出刀位移设置为零即可实现两轴单平面运动。因此该轨迹控制主要针对平面曲线的运动轨迹。而平面曲线的轨迹需要两个坐标轴的协调运动才能形成。在两轴联动的数控机床中广泛应用逐点比较法。系统采用逐点比较法的直线插补方式。在步进电机驱动器高细分度的配合下,系统轮廓的加工精度能得到有效保证。该轨迹控制系统在气动标记机系统中的应用效果图如图 5 所示。

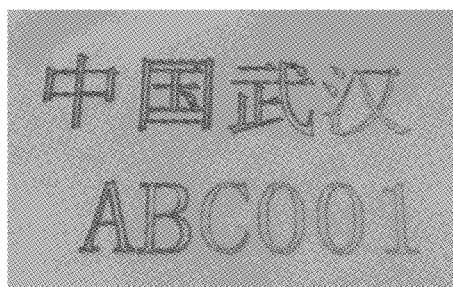


图 5 在气动标记机系统中的应用

Fig. 5 Application in pneumatic mark machine

4 结 语

整个系统采用模块化设计方法,且同时适用于多种小型数控机床。目前该系统已在气动标记机和铣床上使用。实践证明,该系统具有许多优点:①数据处理能力强、速度快;②抗外界干扰能力强、可在恶劣环境下作业;③有效节约产品成本、提高系统的可靠性;④可加工任意字符、商标、图形和图案等,操作和维护方便。

参考文献:

- [1] 庄文波.连续轨迹运动控制系统的研究与应用[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2008.
- [2] 陈庆,熊瑞平,袁中凡,等.基于 PC 机并口的线切割数控系统[J].机械与电子,2006(11):44-46.
- [3] 蔡晓雯.基于 MCX314 的运动控制器的研究与设计[D].湘潭:湘潭大学,2008.
- [4] 杨璐.基于 WIN2000 下的 WDM 驱动程序探究[D].天津:天津大学,2005.
- [5] 张帆,史彩成.Windows 驱动开发技术详解[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [6] 冉全,陈为,赵世平.事件驱动编程机制在嵌入式 GUI 系统中的实现[J].武汉工程大学学报,2009,31(7):84-87.
- [7] 江卫华.基于 PC 计算机并行口气动标记机系统的设计[J].电气传动自动化,2002,24(1):44-46.

Application of computer parallel port in trajectory control system

WANG Hao¹, JIANG Wei-hua¹, YU Rui-min¹, LI Han-yan²

(1. School of Electric & Information Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China;

2. School of Information Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: In view of traditional small numerical control system, a triaxial trajectory control system based on parallel port of Windows XP platform is designed. Open-loop was adopted and system control was realized mainly by software. Communication between PC and interface module of lower computer was realized by the parallel port, and the port was driven by developed device driver. Communicating process is introduced emphatically. Operating results show that its response speed is fast, data processing ability and stability is well and it can be applied to multi-purpose computerized numerical control system.

Key words: trajectory control; parallel port; driver; WDM; interpolation

本文编辑:陈小平



(上接第 72 页)

Fault diagnosis and analysis of vibration of gearbox

AN Ni^{1,2}, XU Jian-min¹

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology Wuhan 430074, China;

2. Wuhan Iron and Steel Company Limited, Wuhan 430080, China)

Abstract: The study based on the frequency spectrum analysis shows that the main reason of vibration fault for gearbox is the excitation source generated in the process of gear mesh. In order to research the vibration characteristics of gearbox bolts, a finite element model was established under the simulate conditions. The results show that the third order natural frequency of bolt and the master vibration frequency of gear box were similar, and vibration resonance is the main reason of bolt fracture. The rate of bolt fracture is reduced effectively through the analysis method.

Key words: gearbox vibration; frequency spectrum analysis; bolt fracture; finite element analysis

本文编辑:陈小平