

基于CANopen协议的智能永磁同步电机控制从站研制

周国栋, 张墩利

(湖南广播电视大学 机电工程系, 湖南 长沙 410004)

摘要: 为简化多足机器人系统开发中的电机驱动环节, 研制了一种带CAN总线的智能同步电机控制从站, 该从站采用CANopen协议进行开发, 通过CAN总线与主站连接, 实现了电机控制的模块化封装。该模块采用XC164CS微控制器为核心, 可对同步电机进行速度和位置控制, 并实时反馈电机状态到CAN总线主站。结果表明: 主从站之间数据通讯可靠, 电机控制准确, 实时性满足系统要求。

关键词: 电机控制; 现场总线; CANopen

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)01-0098-03

Study on Controller Node of Intelligent PMSM Based on CANopen Protocol

Zhou Guodong, Zhang Dunli

(Department of Electrical and Mechanical Engineering, Hunan Radio and TV University, Changsha 410004, China)

Abstract: To simplify the PMSM driver in multi-legged robot, an intelligent controlling slave station with CAN bus is designed. CANopen communication protocol is used in the system, which communicate with master by CAN bus, and achieves modular package of motor control. By using micro-controller XC164CS as the core, the module can control and monitor the speed and location of the motor and real-time feedback the motor state to the CAN bus. Experiments show that the communication between master and slave is reliable and the motor runs accurately, which meets the requirements of the system.

Keywords: motor control; Field bus; CANopen

控制器局域网(controller area network, CAN)总线以其高稳定性、高可靠性、高实时性等优点, 在自动控制领域得到广泛应用。近年来, 基于CAN总线的机器人控制系统受到广泛关注, 但国内CAN总线的应用普遍都还停留在低层协议上, 这使得调试困难, 开发效率低。开放式控制器局域网(controller area network open, CANopen)协议是一种用于CAN开发的高层协议, 流行于欧洲市场, 该协议具有清晰、透明、精炼等特点, 开发效率高。本文在解决多足机器人电机驱动问题上, 研制了一种带CAN总线的新型智能同步电机控制模块, 将CANopen通信协议应用于该控制

器, 实现了同步电机的单元化、智能化控制, 简化了多足机器人开发中的执行机构设计。该实现方案中的硬件和软件系统都具有一定的普遍适应性, 可方便扩展其他分布式控制系统。

1 智能同步电机控制从站硬件电路设计方案

CAN电机控制从站主要由3个模块组成: 电机驱动模块、XC164CS微控制器模块、CAN接口模块。系统硬件结构如图1所示。

收稿日期: 2010-11-01

作者简介: 周国栋(1979-), 男, 湖南湘阴人, 湖南广播电视大学讲师, 硕士, 主要研究方向为计算机控制技术, 机电一体化技术, E-mail: zgd79@163.com

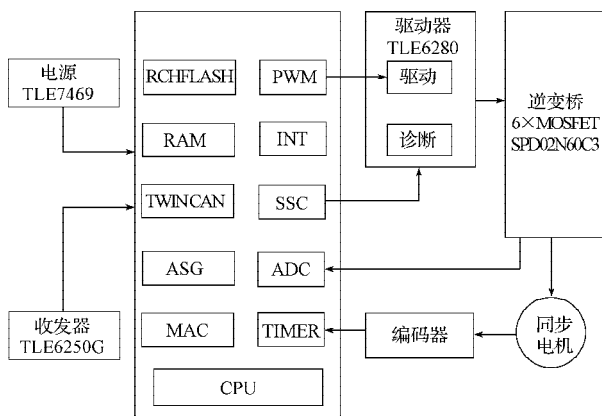


图1 系统结构图

Fig. 1 The frame of the system

1.1 电机驱动模块

同步电机驱动采用英飞凌公司的TLE6280GP为核心, 该芯片专用于电机驱动的三相桥驱动器, 它是电机驱动中的重要元件, 能方便地和主控制器XC164CS连接, 能高效地完成脉宽调制(PWM)控制信号到三相逆变器输出, 并具有隔离和自诊断功能。逆变桥由6个功率金属氧化物半导体场效应管(MOSFET)组成, MOSFET具体型号为SPD02N60C3。

1.2 XC164CS微控制器模块

针对永磁同步电机控制的特点, 采用英飞凌高性能16位微控制器XC164CS。该芯片是基于C166SV2的内核, 单周期指令执行时间短, 仅为25 ns, 它包含128 kB Flash, 6 kB RAM。它支持数字信号处理功能, 包括高速双控制器局域网(twinCAN), CAN2.0B、32条信息和2条通信线路, 2个独立时基的16通道捕捉/比较器, 三相高速PWM输出, 14通道10位A/D转换器, 实时时钟, 看门狗, 50多个I/O。该控制器工作温度范围为-40~25℃, 能够满足工业和汽车应用要求, 且提供连结测试行动组件接口, 方便开发和调试。此外, 英飞凌公司为电机控制提供了一整套芯片解决方案, XC164CS连接简单, 开发效率很高。

1.3 CAN接口模块

CAN接口模块由XC164CS内置高速CAN控制器TwinCAN和CAN收发器TLE6250G组成。

TwinCAN模块包括2个全功的CAN功能节点, 本系统中只使用1个独立工作节点, 另一个留作备用。TwinCAN模块中的CAN帧完全遵守CAN2.0B规范, 支持11位标识符的标准帧或29位标识符的扩展帧。TwinCAN模块在硬件上的独特设计能够胜任机器人等复杂嵌入式系统的实时需求。首先独立的外部时钟保证CAN模块的工作独立性, 其次TwinCAN模块还设置了32个报文对象可供使用。接收报文时, 由仲裁寄

存器对接收到的报文进行滤波, 然后将其与内部CAN控制器中的所有报文对象的标识符进行比较, 比较操作的结果与验收屏蔽寄存器中的内容是否匹配。如果检测一致, 将接收到的报文存储到CAN控制器的报文对象中, 这样的设计保证了CAN通讯的高实时性。

芯片TLE6250G作为CAN收发器是协议控制器和物理传输线路之间的接口, 该芯片除了具有作为CAN收发器一般的功能外, 更具有高安全性能的静电保护和抗电磁干扰性。

2 CANopen 同步电机从站软件设计

图2是电机控制主程序流程图, 该程序主要功能是实现多足机器人电机运动实时控制。实验阶段采用的电机额定功率为800 W, 额定转速为3 000 r/min, 位置反馈编码器精度为3 600 p/r, 电机输出转角精度为每脉冲0.025°, 满足工业机器人控制精度, 上位机采样周期设计为10 ms。实验过程指令和反馈数据均采用6字节48位字长, 如果对每个电机节点在每个采样周期内同时接收指令和反馈信息, 以12个电机节点的多足机器人控制为例, 总数据传输量每周期144字节, 在选择CAN通信最大1 MB/s波特率的条件下, 可得到多足机器人系统控制数据传输的最短时间为1.152 ms。因此, 10 ms的采样周期可充分满足多足机器人系统要求。

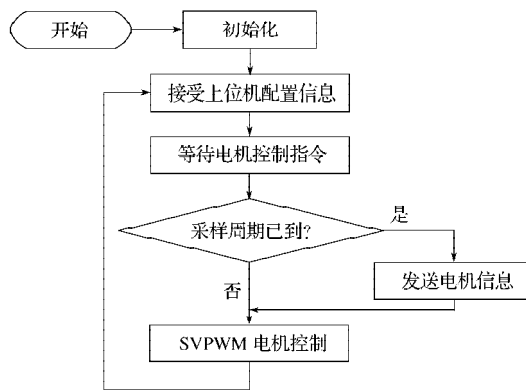


图2 主程序流程图

Fig. 2 The flow chart of the main program

2.1 通信数据结构

每个电机节点的接受和发送数据由6个字节组成, 数据结构采用结构体形式, 依次为1个字节的方位信息, 2字节的转动角度信息, 3个字节的方位信息。

2.2 CANopen协议的实现

CANopen协议通过使用对象字典来规范和简化通讯数据, 对象字典中的每个对象采用一个16位的索引值和8位的子索引值进行寻址, CANopen网络中每个节点都有一个对象字典, 它描述这个设备和它的网络

行为的所有参数。CANopen 通讯模型定义了 4 种报文(通信对象),用于对不同作用的信息进行处理,分别为管理报文(NMT),服务数据对象(SDO),过程数据对象(PDO)和预定义报文或特殊功能对象。

同步电机控制模块在 CANopen 网络中以节点形式存在并发挥作用,通过 CAN 总线接收上位机的控制数据(包括方向、转速、转动量控制信息);监测电机当前运行状态并反馈回上位机。实现 CANopen 协议,实际上就是按照节点具体功能定义好数据字典和通讯参数。根据电机控制模块的功能和 CANopen 协议各类报文的规范,定义了如表 1 和表 2 所列的通讯参数。

表 1 SDO 通讯参数

Table 1 SDO communication parameters

对象	索引	发送 COB-ID	接受 COB-ID	Nod#ID
SDO	1200H	582H	602H	2

表 2 PDO 通讯参数和映射参数

Table 2 PDO communication parameters and mapping parameters

对象	通信参数索引	COB-ID	映射参数索引	映射参数子索引
Rx-PDO	1400H	202H	1600H	0x64010108 (电机方向控制)
				0x64010210 (电机转动量控制)
				0x64010318 (电机速度控制)
Tx-PDO	1800H	182H	1A00H	0x65010108 (电机方向反馈)
				0x65010210 (电机转动量反馈)
				0x65010318 (电机速度反馈)

表 1 定义的 SDO 报文用于设备启动时接受上位机的配置信息,完成对象字典的建立;表 2 使用了 PDO 报文的发送和接收 2 个对象,其中映射参数子索引代表电机控制和反馈数据。另外,还定义了一个接收 NMT 报文,主要用于主节点对从节点的组态;一个心跳报文,发送周期为 10 s,使主节点能实时监测电机控制模块的状态并在错误发生时及时进行处理。

3 CANopen 智能同步电机从站控制实验

实验系统采用 CANopen 开源协议栈 CANFestivalV3.0, CAN 控制器驱动采用英飞凌提供的 TwinCAN 驱动程序,操作系统采用 CMX-RTX 实时多任务操作系统。实验电路板制作完成后,搭建好 CAN 网络环境并进行通信测试和单机电机控制测试。将同步电机控制模块作为从站接入 CANopen 总线,主站使用的是装有 ZLG-

CAN 总线通信网卡 PCI-5820 的 PC 机,通过屏蔽双绞线连接 2 个智能电机控制节点,编辑好电子数据文档(EDS)后下载到主站单元。通过监控软件进行测试,结果表明主站能顺利完成对智能从站电机的方向、速度和转动量的控制,经过反复验证,电机响应时间在 1 ms 以内,电机累计旋转误差不得超过 0.1° ,控制效果良好,满足设计要求。

4 结语

CAN 总线应用层协议 CANopen,在机器人开发、自动化控制等领域有较大的应用潜力。本文将 CANopen 协议应用于多足机器人中的同步电机控制模块使其单元化、智能化,简化了智能电机应用的开发难度,提高了电机使用的灵活性。

参考文献:

- [1] 怯肇乾. 嵌入式系统硬件体系设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
Kai Zhaoqian. Embedded System Hardware System Design [M]. Beijing: Beihang University Press, 2007.
- [2] 李澄, 赵辉, 聂保钱. 基于 CANopen 协议实现多电机系统实时控制[J]. 微电机, 2009, 42(9): 53-56.
Li Cheng, Zhao Hui, Nie Baoqian. Implementation of Real-Time Control of Multi-Motor Systems Based on CANopen Protocol[J]. Micromotors, 2009, 42(9): 53-56.
- [3] 宋晓梅, 贾佳. CANopen 协议在伺服电机控制系统中的实现[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(6): 5-7.
Song Xiaomei, Jia Jia. CANopen Protocol in the Servo Motor Control System[J]. Microcontrollers & Embedded Systems, 2006(6): 5-7.
- [4] 林茂, 贾凯, 王金涛, 等. CANopen 协议在机器人控制器中的应用[J]. 微计算机信息, 2010, 26(8): 152-154.
Lin Mao, Jia Kai, Wang Jintao, et al. Application of CANopen Protocol in Robot Controller[J]. Microcomputer Information, 2010, 26(8): 152-154.
- [5] 饶怡欣, 胥布工, 匡付华. 基于 CANopen 的电动执行机构远程监控主站的实现[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(2): 373-375, 378.
Rao Yixin, Xu Bugong, Kuang Fuhua. Realization of Electric Actuator Remote Monitor Master Based on CANopen[J]. Computer Measurement & Control, 2010, 18(2): 373-375, 378.

(责任编辑: 邓光辉)