

# 智能巡线小车的多模式速度控制系统

Multi Mode Speed Control System of Small Intelligent Patrol Line Vehicle

(四川大学) 胡文华 周新志

HU Wen-hua ZHOU Xin-zhi

**摘要:**介绍了基于 Freescale HCS12 系列单片机的智能巡线小车多模式速度控制系统的设计方案。该速度控制系统主要由直流电机驱动电路、速度检测模块和无线通信模块构成,包含四种速度模式。介绍了速度控制系统的总体结构,并分析了其主要模块的工作原理。介绍了软件思想和程序设计流程图。实验结果表明,该多模式速度控制系统保证了智能巡线小车具有较好的稳定性和快速跟随性。

**关键词:**单片机;多模式;制动;稳定性;快速跟随性

**中图分类号:**TP273

**文献标识码:**A

**Abstract:**The design of the multi mode speed control system of a small intelligent patrol line vehicle based on Freescale HCS12 microprocessor is introduced in this paper. The speed control system is mainly composed of the DC motor circuit, the speed detection module and the wireless communication module. And four speed models are obtained in the speed control system. The overall structure of the speed control system and the operation principles of the main modules are introduced in this paper. The software idea and the block diagram of the software design are described. Experimental results show that the small intelligent patrol line vehicle based on the multi mode speed control system can be steadier and faster in response.

**Key words:** single-chip computer; multi mode; brake; stability; fast dynamic response

## 引言

目前,设计出具有智能化的产品已经成为商家开发产品的目标之一,也是学生课外科技活动的热点之一;其中,专门针对具有自主巡线功能的智能小车的设计更是数不胜数,但大多数智能巡线小车只是完成了“智能化”所要求的各部分的功能,在小车速度的稳定性和快速性上考虑的相对比较少。本文主要针对具有自主巡线功能的智能小车,设计出了一种多模式速度控制系统,可以使智能小车具有较好的稳定性和快速跟随性。同时,该速度控制系统的多模式设计思想也可以用在以其它系列单片机为控制核心的智能模型车上。

## 1 控制系统原理

多模式速度控制系统的速度模式有4种:1、开环加速模式 2、反接制动模式 3、能耗制动模式 4、速度闭环运行模式。系统模式通过速度测量值与给定值的偏差范围进行选择,速度给定值由前方传感器检测到的路径形状进行设定,而偏差范围与模式选择的关系根据电机自身的特性曲线和智能小车实际运行情况进行设定。

多模式速度控制系统由 HCS12 单片机、直流电机驱动电路、直流电机、速度检测模块和无线通信模块组成。单片机产生的 PWM 波通过由 H 桥组成的驱动电路来控制直流电机的输入电压大小,速度检测模块通过旋转编码器把电机的转速转换为单位时间内的脉冲个数,无线通信模块实现对速度控制系统相关参数的实时监测与调整,主要用于系统的调试和开发。整个

胡文华:硕士研究生

速度控制系统的电源均由一节 7.2V 镍镉电池提供,控制系统原理图如图 1 所示。系统中使用低差压稳压器 LM2940 将 7.2V 电源变为 5V 稳压电源输出,可为单片机、速度检测模块和无线通信模块等提供相应的电源,也可减少电池电压不稳定给控制系统各个部分带来的不良影响,保证了控制系统的稳定运行。

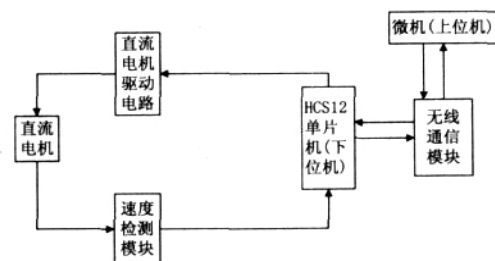


图 1 控制系统原理图

## 2 控制系统硬件设计

### 2.1 直流电机驱动电路

系统中采用的直流电机型号为 RS-380H。直流电机驱动采用飞思卡尔公司的 5A 集成 H 桥芯片 MC33886。MC33886 芯片内置了控制逻辑、电荷泵、门驱动电路以及低导通电阻的 MOSFET 输出电路,适合用来控制感性直流负载,可以提供连续的 5A 电流,并且集成了过流保护、过热保护、欠压保护。直流电机驱动电路如图 2 所示。

通过控制 MC33886 的四根输入线可以方便地实现电机正转、反转、能耗制动及反接制动。图 3 为经过简化的 H 桥电路,当 S1、S4 导通且 S2、S3 截止时,电流正向流过电机,电机正转;S2、S3 导通 S1、S4 截止时,电流反向流过电机,适当利用这个过

程可以使电机处于反接制动状态,迅速降低电机速度;当 S3、S4 导通且 S1、S2 截止时,没有电源加在电机上,可认为电机一端直接与另一端连接在一起,此时电机处于能耗制动状态。

本设计中使用两片 MC33886 并联,一方面进一步减小导电电阻对电机特性的影响,另一方面减小过流保护电路对电机启动及制动时的影响。

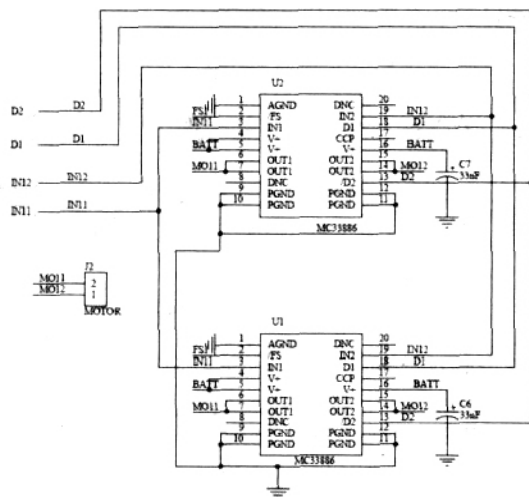
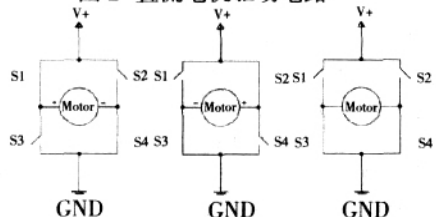


图2 直流电机驱动电路



(a)电机正转 (b)电机反转 (c)能耗制动  
图3 简化的H桥电路

## 2.2 速度检测模块

通过在电机驱动轴的齿轮上加装小型旋转编码器,使旋转编码器齿轮与电机驱动轴的齿轮进行啮合。这样,就可通过实验测定每个脉冲对应的智能小车运行的距离;同时,可设定一个合适的定时中断作为脉冲采样周期,根据每个采样周期内旋转编码器的输出脉冲个数就可计算出智能小车的实际速度,这样就使脉冲个数和智能小车实际速度具有了明确的对应关系,实际操作、测量非常方便。在本设计中,选用了OMRON E6A2-CS3E旋转编码器,该编码器采用5V供电,单相输出,每圈输出60个脉冲,用在本系统中比较合适。在采样周期的选取中,考虑到脉冲计数器所能允许的最大值及脉冲计数值要参与实际的运算,为了避免数据溢出,采样周期不能选取过大。

## 2.3 无线通信模块

本系统中的无线通信模块是基于nRF403的无线数据传输模块,并在此基础上实现了MODBUS通信协议。该模块在智能小车参数测试及程序调试的过程中起到了很大的作用。在智能小车运行的过程中,可以通过下位机将与小车运行状态有关的各项参数发送到上位机,并可通过简单的VB程序在上位机上显示出相应的状态曲线,从而达到对智能小车的运行状态进行实时监测的目的。在PID参数整定过程中,根据小车的实际运行状态和P、I、D参数对控制系统的影响,可以通过上位机来改变下位机的P、I、D参数而不用重新烧写程序,给系统的在线调试带来了很大的方便。

## 3 控制系统软件设计

HCS12单片机内置PWM模块,在程序中只需调用相关函数设定PWM周期和写入PWM占空比的值,就可以产生实际需要的PWM波。考虑到有多模式调节,对闭环控制的响应速度要求不高,闭环控制采用了速度单闭环控制和位置式的PI控制算法,PI运算的结果作为PWM占空比的设定值。采用速度单闭环控制既达到了多模式调节中闭环运行模式的效果,同时也降低了系统设计的复杂性。在PI控制算法中,P、I参数整定的比较弱,这样智能小车在过弯时的速度有一定的自然降落,可以防止智能小车脱离轨道。控制系统程序主要采用C语言编写,PI控制算法程序流程图如图4。本文设计的多模式速度控制系统,可以作为一个比较完整的模块调用,这样很容易与路径检测系统相结合,形成完整的具有自主巡线功能的智能小车。

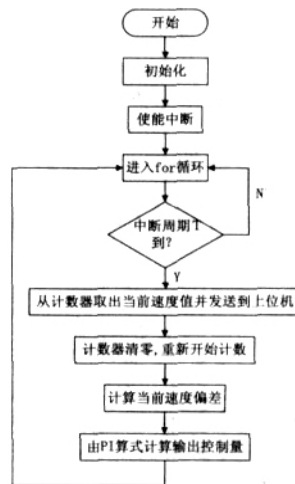


图4 PI控制算法程序流程图

本控制系统选择了一通过CMOS摄像头进行道路识别的智能小车进行实验,通过多次实验及观察得出:速度偏差在 $\pm 5\%$ 以内智能小车运行在速度闭环模式,小于-5%切换到开环加速模式,大于5%且小于6%切换到能耗制动模式,大于6%切换到反接制动模式,这样可以使智能小车在不脱离轨道的情况下达到较快的速度,具有较好的稳定性和快速跟随性能。

## 4 总结

本文的创新点在于,设计的速度控制系统具有四种速度模式:1.开环加速模式 2.反接制动模式 3.能耗制动模式 4.速度闭环运行模式。该多模式速度控制系统可以使智能小车在任何两种速度模式之间进行快速的切换,同时保证智能小车仍能很稳定地运行。该多模式速度控制系统适用于多种类型的智能小车,可以使智能小车根据路面条件的变化,在速度调节上具有更好的灵活性。

## 参考文献

- [1]何杜鹃.6RA24直流调速器在轧钢厂中的运用[J].微计算机信息,2005.8
- [2]李发海,王岩.电机与拖动基础[M].北京:清华大学出版社,1994
- [3]孙传友,孙晓斌.感测技术基础[M].北京:电子工业出版社,2001
- [4]邵贝贝.单片机嵌入式应用的在线开发方法[M].北京:清华大学出版社,2004
- [5]赖寿宏.微型计算机控制技术[M].北京:机械工业出版社,2000

(下转第16页)

为了完成 OPC 客户程序对现场设备中参数的修改,用户程序需要提供相应的函数指针,供 WTOPCSvr.DLL 工具调用。客户可以在函数中完成设备参数的修改工作。明确地定义了 DLL 用于返回给服务器程序的调用返回的具体含义,以实现客户应用与服务器应用之间的数据交换。

EnableUnknownItemNotification (UNKNOWNITEMPROC lp-Callback);//这个函数的返回值表示一个客户请求了一个没有定义或是已经被暂停刷新的标签,但无论客户请求的标签是否是已定义的标签,这个函数都定义了一个从 DLL 返回的调用返回。当连接建立后,服务器应用可以使用这个调用返回对动态创建标签进行操作。

#### 5) 关闭 OPC 服务器。

WTOPCSvr.DLL 提供了必要的函数以实现完全关闭用户服务。在关闭 OPC Server 之前,需要完成以下事情:若仍有客户端连接存在,则发送断开连接请求;清除在 OPC Server 添加的 OPC 数据项。至此,OPC Server 可以完全退出。相关函数包括:

RequestDisconnect ();//请求断开连接

## 6 测试及结论

利用 WINCC6.0 及组态王 6.52 作为 OPC 客户端对所开发的 OPC 数据服务器进行了测试,结果表明,该 OPC 数据服务器符合 OPC 标准规范,使 PLC 控制系统易于集成,降低了系统集成的开发难度。而且采用 WTOPCSvr.DLL 动态链接库开发 OPC 数据服务器,开发者无须掌握 ATL、COM/DCOM,也无须了解 OPC 技术的细节,使服务器的开发变得相对简单、容易。

本文创新点:1 在按照 OPC 规范的基础上,详细分析了 OPC 数据服务器总体结构的设计。2 介绍了利用 WTOPCSvr.DLL 动态链接库开发 OPC 数据服务器的大致步骤,使 OPC 服务器的开发变得相对简单容易。

#### 参考文献:

- [1] OPC Overview Version, <http://www.opcfoundation.org>
  - [2] 熊望枝, OPC 数据采集服务器的研究与设计, 微计算机信息, 2007, 23, 3-1.
  - [3] 朱耀春, OPC 数据存取服务器的开发与研究, 华北电力大学(北京), 2003, 12
  - [4] 李现勇, Visual C++ 串口通信技术与工程实践 人民邮电出版社, 2002, 5
  - [5] WinTECH.WTOPCSvr DLL User's Guide.
- 作者简介: 陈建斌(1982-) 男, 汉, 华南理工大学自动化科学与工程学院, 在读硕士研究生 研究方向: 网络化控制理论与应用; 陈立定(1964-) 男, 汉, 华南理工大学自动化科学与工程学院, 副教授 研究方向: 网络化控制系统理论与应用, 智能化集成系统; 冯太合(1976-) 男, 汉, 华南理工大学自动化科学与工程学院, 工程师 研究方向: 网络化控制系统理论与应用。

Biography: Chen Jianbin, Born in 1982 male Han nationality, College of Automation Science and Engineering, South China University of Technology, master, Engage in network of control theory and application. (510641 广州 华南理工大学自动化科学与工程学院) 陈建斌 陈立定 冯太合

(College of Automation Science and Engineering, South China Univ. of Tech. Guangzhou 510641) Chen Jianbin

Chen Liding Feng Taihe

通讯地址: (510641 广州天河区五山华南理工大学西六学生宿舍 511#) 陈建斌

(收稿日期: 2008.4.28)(修稿日期: 2008.6.15)

(上接第 5 页)

作者简介: 胡文华(1983-) 男, 硕士研究生, 湖北仙桃人, 研究方向: 智能控制; 周新志(1966-) 男, 博士, 教授, 四川德阳人, 研究方向: 智能控制、模式识别、嵌入式系统。

Biography: Hu Wen-hua (1983-) Male, master, native place: Xiantao Hubei. Major subject: intelligent control.

(610065 四川成都 四川大学电子信息学院) 胡文华 周新志  
(610065 School of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu) Hu Wenhua Zhou Xinzhi  
通讯地址: (610065 四川大学电子信息学院 06 级硕士 6 班) 胡文华

(收稿日期: 2008.4.28)(修稿日期: 2008.6.15)

(上接第 53 页)

当变频器正向运行 (由 SM36.5 判断, 增计数为正向运行, SM36.5=1), 高速计数器当前值等于 19108(1000mm) 时, 继电器 K3(Q0.2)、K4(Q0.3) 断开, 变频器速度设定为高速正向行驶 (第一速度)。同时将高速计数器预置值更改为 57325(3000mm)。

当变频器正向运行, 高速计数器当前值等于 59325(3000mm) 时, 继电器 K3(Q0.2) 断开、K4(Q0.3) 接通, 变频器速度设定为低速正向爬行行驶 (第三速度)。同时将高速计数器预置值更改为 61146(3200mm)。

当变频器正向运行, 高速计数器当前值等于 61146(3200mm) 时, 表明达到终点, 继电器 K1(Q0.0)、K2(Q0.1)、K3(Q0.2)、K4(Q0.3) 全部复位断开, 变频器立即停止运行。同时, 发出终点到达信号 M0.1, 让子程序 SBR\_1 处理停顿 2s 时间, 并由 SBR\_1 处理反向运行设置。

当变频器反向运行 (由 SM36.5 判断, 减计数为反向运行, SM36.5=0), 高速计数器当前值等于 3822(200mm) 时, 继电器 K3(Q0.2) 断开、K4(Q0.3) 接通, 变频器速度设定为低速反向爬行行驶 (第三速度)。同时将高速计数器预置值更改为 0。

当变频器反向运行 (由 SM36.5 判断, 减计数为反向运行, SM36.5=0), 高速计数器当前值等于 0 时, 表明变频器返回到达原点。继电器 K1(Q0.0)、K2(Q0.1)、K3(Q0.2)、K4(Q0.3) 全部复位断开, 变频器立即停止运行。同时, 发出原点到达信号 M0.0, 让子程序 SBR\_1 处理停顿 2s 时间, 并由 SBR\_1 处理正向重新运行设置。

#### 参考文献:

- [1] SIMATIC S7-200 可编程序控制器系统手册和用户手册. 1999.
- [2] 方承远, 工厂电气控制技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1992. 7.
- [3] 胡幸鸣, 戴一平. 基于 PLC 技术的组合机床改造[J]. 微计算机信息, 2006. 7, 1: 32-38

作者简介: 武丽(1967-) 女, 副教授。主要研究方向: PLC 控制技术及系统集成。

Biography: WU Li, female, born in 1967, associate professor. Main research interests including PLC control technology and system integration.

(621010 四川绵阳西南科技大学信息工程学院) 武丽  
(Institute of Information engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, Sichuan, China)

Wu Li

通讯地址: (621010 四川绵阳西南科技大学信息工程学院) 武丽

(收稿日期: 2008.4.05)(修稿日期: 2008.5.20)