

基于红外传感器的智能车自动控制器设计

柴旺兴, 赵文兵

(湖北汽车工业学院 电气与信息工程学院, 湖北 十堰 442002)

摘要: 介绍一种基于红外光电传感器的智能车自动控制器设计方案。以飞思卡尔 16 位单片机为核心控制单元, 使用红外光电传感器采集路径信息, 控制智能车的舵机、驱动电机, 实现智能车的自主寻迹行驶。

关键词: 智能车; 红外传感器; PID; 寻迹

中图分类号: U469.79

文献标志码: A

文章编号: 1008-5483(2009)01-0019-04

Design of Smart Car Control System Based on Infrared Sensor

Chai Wangxing, Zhao Wenbin

(School of Electric and Information Engineering, Hubei Automotive Industries Institute, Shiyan 442002, China)

Abstract: A smart car control system based on infrared sensor was introduced. The Freescale 16 bit MCU was served as the central control unit in this system, which controlled smart car's steering motor and driving motor according to the road information from the infrared sensor. It can make smart car automatic drive along the runway.

Key words: smart car; infrared sensor; PID; search track

随着智能交通系统(ITS)的研究在各国越来越被重视, 智能车的控制技术也成为一项新兴技术。智能车控制系统综合了传感器技术, 自动控制技术, 信号处理技术, 单片机技术等多个学科的知识, 智能车控制系统的设计, 可以为智能搬运小车, 无人驾驶汽车等技术领域的研究提供宝贵的经验。

本设计以电动小车为控制对象, 搭建了一个基于MC9S12DG128B单片机的智能车控制系统。系统采用了大电流、脉冲驱动的红外光电传感器检测路径, 可以预测较远距离的道路情况, 并采用可靠的算法对检测所得的数据进行处理、做出决策, 由此对舵机、驱动电机进行控制, 实现了较精确的转向控制和快速的行驶, 显示了高度的智能化、人性化, 并且具备良好的抗干扰性和稳定性。

1 智能车控制的主要步骤

智能车控制主要是按照道路及行驶信息进行

采集、分析、决策、执行4个步骤来进行的。

1) 采集路径信息

道路信息采集工作的核心是选择合适的采样频率, 找到一种前瞻距离远、分辨率高的数据采集方法。使用光电对管寻迹的智能车前瞻距离是决定智能车速度最重要的因素之一, 但随着前瞻距离的增加, 路径信号的干扰也随之增加, 要保证智能车行驶的可靠性也越来越困难, 因此, 如何采集到尽量远的道路信息及采集到的信息准确程度直接决定了后续工作能否顺利进行。

2) 分析数据

模拟信号包含更多的路径信息, 因此把采集到的路径信号以模拟量的方式送入单片机, 使用多个红外接收管, 按特定方式排列, 通过分析输出电平的高低就能够计算出智能车相对于黑色引导线的偏离程度。

3) 制定控制策略

在获取正确的引导线信息的基础上, 根据道路

收稿日期: 2008-11-13

作者简介: 柴旺兴 (1973-), 湖北枣阳人, 男, 工程师, 从事电工电子实践教学。

的变化趋势和智能车本身的状态来完成对智能车控制指令的输出, 调节智能车的方向和行驶速度。优化控制策略的主要方法是在不违规的前提下缩短行驶距离, 提高稳定行驶速度, 消除车体产生的振荡现象, 加快调节的响应速度等。

4) 驱动执行机构

执行机构不但涉及一些电路问题, 而且还涉及了一些机械传动问题。它保证控制系统发出的指令被正确可靠执行。实践证明: 执行部件对发热, 对大电流的较强的承受能力和各连接部位之间的良好的润滑应该是这部分所要考虑的主要问题, 执行机构的稳定可靠是智能车控制策略得以充分体现的基础。

2 智能车硬件设计方案

智能车控制系统主要包括以下模块: S12单片机模块、驱动电机、舵机、转速反馈和红外路径检测模块。整体结构框图如图1所示。

1) 红外路径检测电路

路径检测电路由红外发射管和红外接收管组

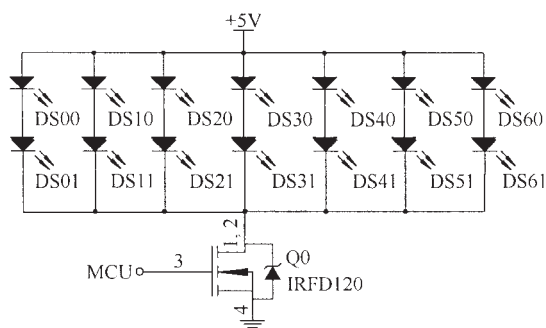


图2 红外传感器路径检测电路

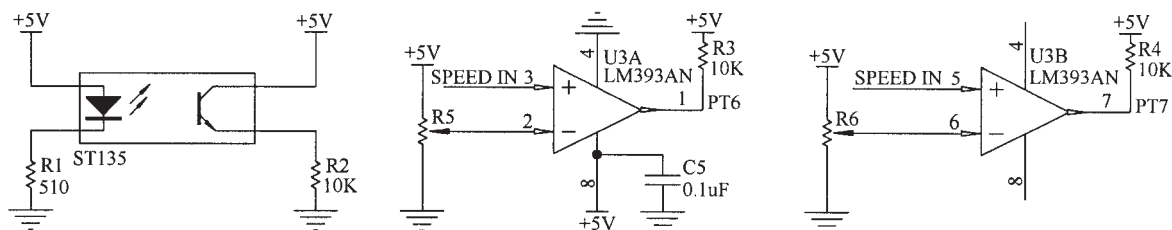


图3 电机转速检测电路原理图

红外线发射、接收管集成在光电传感器ST135中, 在运动过程中, 齿轮随电机主轴一起转动, 其齿部断续地遮挡红外线光束, 使得接收管接收到断续的光脉冲信号, 经过电阻分压后, 光脉冲信号转换为电脉冲信号。但是, 红外线集成式光电开关的输

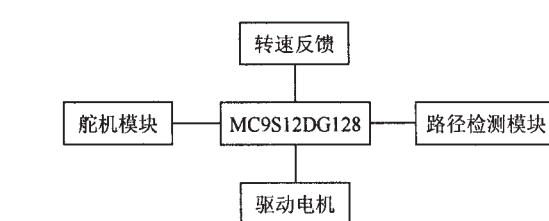


图1 智能车系统功能模块图

成。红外发射管用场效应管IRF120驱动, 来自单片机的控制信号接在场效应管的栅极, 控制场效应管的通断, 场效应管导通时, 电源电压加在红外发射管上, 发射管发射红外线; 场效应管截至时, 发射管停止发射红外线。

红外接收管和电阻串联, 接收管吸收的光线较多时, 导通程度比较大, 电阻上的分压大; 接收管吸收的光线较少时, 导通程度很小, 电阻上的分压小。红外光电传感器组成的路径检测电路如图2所示。

2) 电机转速检测电路

电机转速检测电路是由安装在智能车电机主轴上的一个直径为15 mm的齿轮、直射式光电传感器ST135及电压比较器电路组成的, 如图3所示。

出电压在高低转换过程中会产生“毛刺”, 为了去除“毛刺”, 使用两路电压比较器组成整形电路, 比较器的参考电压用电位器调节在高低2个不同值, 配合软件编程, 构成阈值可调的“迟滞比较器”, 经过整形后的信号分别接单片机的输入捕捉口, 通过

记录一定时间的脉冲数,得到驱动电机转速。

3) 电机驱动电路

主电机采用电池直接供电,集成电机驱动芯片

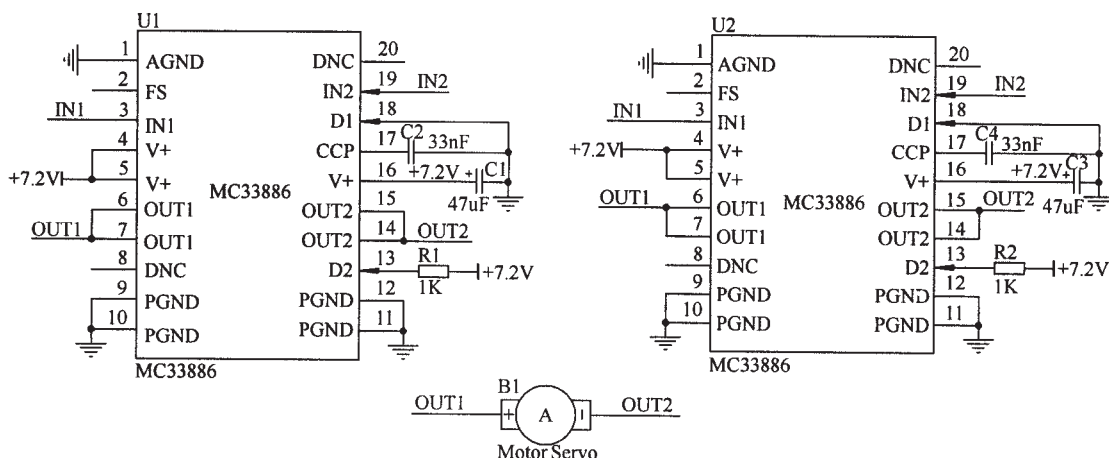


图4 电机驱动电路原理图

4) 电源系统

红外发射管导通瞬间电流在3A以上,为了避免对单片机造成影响,使用LM2576-5组成5V稳压电路给系统供电,LM2576是开关稳压集成电路,工作时要么是大电流流过低导通电压的开关管、要么是完全截止无电流流过。因此,功耗极低,效率高,能够满足红外发射管瞬间大电流的要求。LM2576构成的电源电路如图5所示。

智能车舵机可以承受7.2V的电池电压,因此,直接采用电池给舵机供电。不仅能够提高舵机的响应速度,还简化电路,提高了电源的效率。

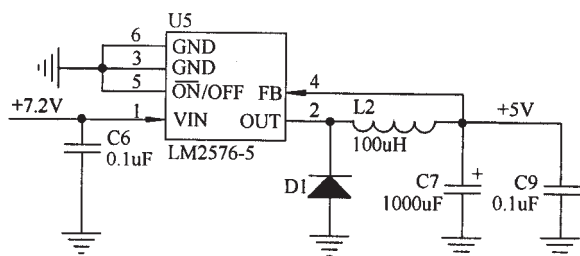


图5 LM2576-5稳压电路

3 智能车软件控制策略

该系统的软件结构主要分为系统初始化模块、对红外传感器采集数据的处理模块、速度控制和反馈处理模块、路径识别模块(对电机和舵机的控制)等,图6是本系统的总体结构图。

由图6可知,本程序运行的开始,须进行对系统的初始化。通过初始化的设置,系统才能按照预先

MC33886驱动,单片MC33886在工作时发热较严重,为了减小驱动电路的导通电阻,提高工作效率,采用2片MC33886并联驱动电机,电路如图4所示。

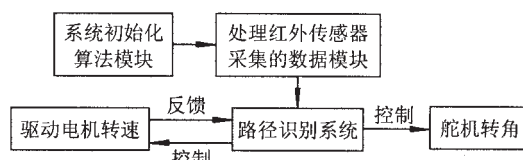


图6 系统软件总体结构框图

的想法运行;接着,红外传感器采集数据,经过AD转换和相应处理,得出当前路径信息;同时,电机测速模块测得模型车当前的运行速度,反馈给系统;最后,路径识别系统综合利用当前路径信息和当前速度值作出相应的处理,控制电机和舵机以合适的方式运行。

1) 信息采集与数据分析

对于单个红外接收管,它的输出电压大小和离黑色引导线的距离有关,距离越近,输出电压越低;距离越远,输出电压越高,但是每个红外接收管输出电压特性不同,所以,需要对它们进行归一化处理得到各个传感器相对的电压值,从而消除传感器之间的差异。每个传感器相对电压值公式为

$$v = \frac{v' - v_{\min}}{v_{\max} - v_{\min}} \times 100$$

式中, v_{\max} 为红外接收管输出信号的最大值; v_{\min} 为红外接收管输出信号的最小值; v' 为当前红外接收管输出的绝对电压值; v 为当前红外接收管输出的相对电压值。智能车出发前,让每个传感器在跑道上进行扫描,分别记录每个传感器的 v_{\max} 和 v_{\min} ,存入单片机的EEPROM中,这样,当环境改变时, v_{\max}

和 v_{\min} 都可以很方便的及时更新,保证采集信息准确无误。

通过每个传感器的相对值与传感器位置作加权平均就可以计算出车模相对于黑色引导线的横向偏移位置。公式为

$$pos = \left(\sum_{i=1}^n v_n p_n \right) / \left(\sum_{i=1}^n v_n \right)$$

式中, pos 为位置; v_n 为第 n 个传感器的相对输出值; p_n 为第 n 个传感器的位置。

由于智能车在行驶的过程中,环境光线不断变化,传感器支架上下晃动,电机的高速转动都会对红外接收管的输出电压和 A/D 转换的结果产生影响,给计算带来偏差,甚至造成无法正常寻迹,因此需要动态的进行补偿。这些干扰的一个特点是对每个红外接收管的影响趋势是相同的,会使每一路红外接收管对应的 A/D 转换的结果同时增加或者同时减小,是“共模信号”,因此,在计算时需要减去所有红外传感器对应 A/D 转换结果中的“共模”部分,通过这样的补偿取得了比较好的效果,在碰到坡道,十字交叉时都能够正常寻迹。

2) 舵机控制策略

对舵机的控制根据 PID 控制优化得到。PID 控制又称 PID 调节,是根据输入偏差,按比例、积分和微分的函数关系运算得到控制输出。设 $u(k)$ 为第 k 次采样时刻控制器的输出值,可得离散 PID 算式

$$u(k) = K_p e(k) + K_i \sum_{j=0}^k e(j) + K_d [e(k) - e(k-1)]$$

式中: K_p 为比例放大系数; K_i 为积分系数; K_d 为微分系数; $e(k)$ 为输入偏差; $u(k)$ 为控制输出。

在 PID 控制中,积分调节使系统消除稳态误差,提高无差度,但会使系统稳定性下降,动态响应变慢,智能车控制器要求有好的动态特性,对稳态误差只要求不冲出跑道即可,因此,只使用包含比例和微分环节的 PD 调节方式。

对智能车的舵机采用分段比例控制的策略比简单的使用统一系数的比例控制能得到更好的控制效果,在车模偏离黑色引导线较小时,舵机的转角变化率较小,在车模偏离黑色引导线较大时,舵机的转角变化率较大,具体参数值为多组数据测量取较优参数得到,使得舵机的控制达到最佳状态。

3) 驱动电机控制策略

为了达到好的速度控制效果,对速度进行闭环控制是必须的。这里所说的速度控制策略是指设定速度的确定方法——设定速度主要由道路与直道的偏差来决定,道路越接近直道,设定速度越高,反之越低。

智能车行驶中的最低速度是这样确定的:令智能车以较低的速度匀速行驶,在保证无违规行为出现的前提下,逐渐提高匀速行驶的速度,直到车模出现违规行为,此速度再减去一个安全量,即为所需的最低速度。简单的说,变速行使的最低速度等于匀速行使的最高速度。

车模行驶中的最高速度是这样确定的:在确定最低速度以后,加入变速策略,不断提高最高速度的设定值,直到智能车出现违规行为,此速度再减去一个安全量,即为所需的最高速度。

智能车行驶过程中难免出现“失去道路”的情况,对此需要采取一定的安全策略,防止赛车“盲跑”而导致犯规。

4 结束语

本控制系统中,在硬件上使用大电流脉冲供电,并且通过软件的动态补偿,较好地克服了基于红外传感器的智能车前瞻距离近的缺点,同时,保证了采集路径信息的准确,实现了路径的连续识别。经实际测试,可以在任意黑色引导线上稳定、可靠的自主寻迹行驶,具有寻迹路线优,抗干扰性强、速度调节响应快等特点,在弯道较多的情况下,也能达到 2.5 m/s 的平均速度。

参考文献:

- [1] 卓晴,黄开胜,邵贝贝. 学做智能车[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 邵贝贝. 单片机认识与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [3] Malian Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle. Image Processing, Analysis, and Machine, Vision[M]. Second Edition. Thomson Learning and PT Press, 1999.
- [4] 石振东,吕科,喻清洲,等. 基于红外路径识别的智能车控制系统设计[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2007, 21(4): 11-14.