

智能车路径信息图像采集控制系统的设计*

周美丽¹ 延小进² 白宗文¹

(1. 延安大学 延安 716000; 2. 中国延安铁通分公司 延安 716000)

摘要: 随着高科技时代的到来,智能车的发展与应用也成为关注的焦点之一。目前,国内外智能车系统中的路径信息采集控制系统通常利用磁导航传感器来获取路径信息,但通常会在采集过程中出现路径位置阶跃现象从而无法确切计算实际行驶路程。本文设计的智能车路径信息采集控制系统在路径信息分析过程中采用了阈值分割的优化算法,较好的解决了位置信息阶跃问题,实现了普通摄像头的连续路径识别功能,使智能车的应用成为可能。通过大量实验测试,结果表明该智能车系统能够快速平稳地在赛道上跟踪黑色引导线行驶,且系统的稳定性和抗干扰能力较强。

关键词: 智能车;路径跟踪;传感器;CCD摄像头

中图分类号: TN919.34 文献标识码: A 国家标准学科分类代码: 510.99

Control system design of the image acquisition to the intelligent vehicle path information

Zhou Meili¹ Yan Xiaojin² Bai Zongwen¹

(1. Yan'an University, Yan'an 716000, China; 2. China Tietong Yan'an Branch, Yan'an 716000, China)

Abstract: The development and application of intelligent vehicle has become the focus with the high-tech era coming. At present, domestic and foreign intelligence vehicle path information acquisition and control systems typically use magnetic navigation sensors to get the path information, but usually occur path locations during capture hopping phenomenon which can not precisely calculate the actual distance traveled. This design of intelligent vehicle path information in the path information acquisition and control system analysis process using threshold segmentation algorithm optimization, a better solution to the problem location step, to achieve a continuous path recognition ordinary camera, makes the smart car reality applications possible. Through a large number of experimental test results show that the of intelligent vehicle system can quickly track smoothly on the track with the black guide lines, it has strong stability and anti-jamming capability.

Keywords: intelligent vehicle; path tracking; sensor; CCD camera

1 引言

随着计算机技术和信息技术的飞速发展,智能车的应用与发展日益广泛,它应用于各种仿真模拟实验场所,并影响促进着现代工业生产和汽车制造业,且逐步渗透到许多生活场所。尤其在汽车制造业中,智能车的研究促进了机动车在动力性能、操控性能、安全性能等各个方面的改善和提高。本文设计了基于MC9S12DG128单片机智能车系统,着重介绍了其硬件系统中各模块的构成、工作原理及其重要功能和作用,也给出了软件系统的主程序流程图

且作了相关说明。本文设计的智能车控制系统以MC9S12DG128作为唯一的核心理控制单元,采取速度和转向分层控制的方法引导智能车沿着赛道黑色引导线稳定行驶。其中转向与前进是由转向舵机和直流电机模块的PWM波占空比控制的,其信号来源于摄像头所采集的赛道信息经处理后所得^[1];而速度是由电机驱动模块的PWM波占空比^[2]来控制的,驱动模块的信号是由霍尔传感器采集车后轮转速反馈的脉冲信号,并经由核心控制单元进行PID控制算法处理所得。这两个控制模块构成了转向和车速两个闭环控制系统。系统中的转向控制原理

收稿日期:2015-03

* 基金项目:陕西省自然科学基金(2014JM8357,2014JQ2-6031)、延安科学技术局科技规划(2013-kg15,2012kg-07)、延安大学青年基金(YG2013-15,YG2011-16)项目

和速度控制原理分别采用了不完全微分 PD 控制器和 PID 控制器^[3]来实现。而这两控制系统的相关值均由主控程序给出,从而具有分层结构的智能车控制系统得以实现。

2 硬件方案及工作原理

一般来说智能车转向控制系统的传递函数近似为一阶积分加纯滞后,其主要特点就是要求响应速度快而对稳态控制精度要求并不高,且控制对象只有积分和滞后环节,没有常见的惯性环节。速度控制系统的传递函数则近似为一阶惯性加纯滞后,其特点在于尽可能使智能车以道路条件所允许的最高速度行驶,这里需要将弯道和直道区别对待^[4]。根据对智能车转向和速度控制系统的理论分析,可初步确定硬件系统的所采用的方案,比如对于智能车速度控制系统的精度无须太高而关键在于快速响应赛道的路况变化,在硬件系统中就可采用 PID 来控制车速,以达到根据道路路况适时地变车速从而实现平稳转弯等。智能车系统的硬件系统方案如图 1 所示。

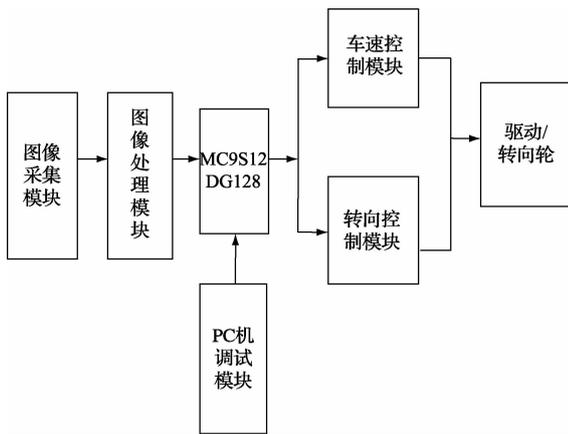


图 1 硬件系统方案

硬件系统中的图像采集模块主要由像素为 356×292 ,内嵌有 Omnivision 公司 OV6620 芯片的 CMOS 摄像头构成。该摄像头支持 CIF/QCIF 两种图像,最高像素可达 10 万,帧速率可达 60 帧/s。该摄像头具有简单处理数据的功能。且其具有两种工作模式即彩色图像模式和黑白图像工作模式,两种工作模式的特点也不相同,本文所采用的是黑白图像工作模式其输出为 8 位。这一模块的主要功能就是采集赛道信息帧图像。

图像处理模块是将输入的帧图像数据存入 36×36 的数组中,然后设置动态阈值将帧数据转化为二值图像,进一步去噪处理,提取图像特征从而得到更加准确和细致的路况信息。

车速控制模块主要由直流电机、驱动电路和旋转编码器构成。该模块的功能就是能够根据图像处理模块所检测的路径信息判断智能车当前所处的赛道状况结合旋转编码器所检测的实际车速实施闭环控制智能车行驶速度。其具体控制原理是采用光栅编码器对小车的速度进行定

时采集,当时就会产生时断时续的光线,然后利用红外光电传感器接收从旋转光栅圆盘发出的光线,从而使红外光电传感器产生时高时低的脉冲电平,然后对输入的脉冲通过 MC9S12DG128B MCU 的脉冲累加器进行定时计数,进而计算出小车的行驶速度^[5-6],因为 MCU 的总线时钟频率高达 40 MHz,且脉冲累加器计数也具有非常高的精度,所以此款智能车控制系统能够非常准确的描述巡线小车的运动速度。

转向控制模块和速度控制模块的机理在引言部分已作了阐述,这里说明一下具体原理,转向控制模块中主要采用二维模糊算法计算出黑色引导线各个特征点坐标与小图像坐标之间的各个角度并取其平均值作为巡线小车与黑色引导线的夹角,然后将夹角信息转化为控制舵机的转角的 PWM 信号的,进而实现小车转向的控制。

3 软件系统流程

该智能车系统的无线数据传输模块采用的是射频收发芯片 nRF403 的无线数据传输遵从 MOD-BUS 通信协议^[7-8]。可以实时收发智能车的各项参数,从而得出智能车的运行状态,以便适时通过上位机软件改变各项参数从而调整控制智能车的运行状态。这种控制方法十分迅速方便。该智能车系统的软件系统主程序流程如图 2 所示。

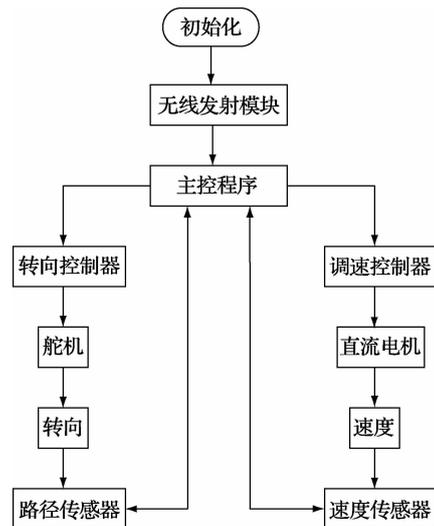


图 2 软件系统主程序流程

如图 2 所示,和硬件系统中两个独立闭环控制系统一样该软件系统也采用双向“闭环”控制。如图 2 左侧“闭环”为“转向控制系统”和右侧“闭环”为“车速控制系统”,二者均由主控程序通过改变控制参数和约束条件来实现整个控制系统的调整。

该软件流程图中初始化模块主要的功能是设置系统参数并将采集来的数据进行滤波处理为进一步数据处理做准备。无线发射模块主要是对小车行驶的状态信息参数适时的传输给主控程序以便主控程序模块及时调整控

制参数从而达到控制小车的目的。主控程序是对各子程序模块进行整体、统一调度。需要说明的是系统左侧转向控制系统中的路径传感器是指能够采集小车赛道图像信息的摄像头控制程序;而图中的速度传感器是指旋转编码器^[9-10]。

该软件系统流程图结构清晰,各模块的功能很明确且两个“闭环”控制系统相互独立不干涉,这种结构极大的便利了系统的调试和维护。尤其是主控程序中添加了基于无线信道的 MODBUS 通信协议^[11]后对智能车行驶状态的监视和调整变的更加准确和迅速。

4 实验测试结果

实验过程中设 PWM 波频率为 50 Hz,舵机工作电压为 6 V,测试小车运行轨迹与赛道设定轨迹如图 3 所示。

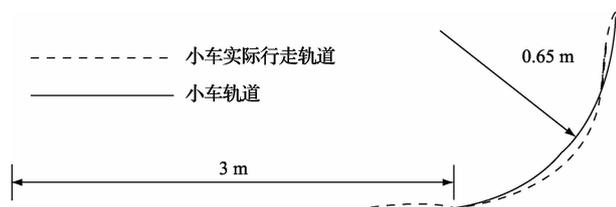


图 3 测试小车行驶轨迹

上述实验测试图中可以看出小车的运行轨迹与黑色引导线偏差很小。小车在整个行驶过程中其转向由舵机转角对应的 PWM 波信号来控制,实验中舵机转角与 PWM 波的对对应关系如表 1 所示。

表 1 舵机转角与 PWM 信号对应关系

舵机 转角(°)	-45	-30	-15	0	15	30	45
PWM 信号/Hz	1 650	1 600	1 550	1 470	1 390	1 340	1 290

如表 1 所示舵机转角与 PWM 信号一一对应且,且角度 0 度为界 PWM 信号频率左右对称,表明小车转向时平稳、速度均匀,通过测量计算在整个实验模拟过程中小车的平均行驶速度可达 1.3 m/s。

5 结论

综上软、硬件系统的设计,该智能车路径信息图像采集系统设计是以单片机为核心,分别对智能车速度控制系统和转向控制系统进行控制。速度控制系统中以旋转编码器为核心来检测智能车后轮转动时所产生的脉冲数,然后采用位置式 PID 控制算法的递推形式对直流电机的转速进行快速准确地控制;而转向控制系统中以 CMOS 摄像

头为核心,采用不完全微分 PD 控制算法来控制舵机的转角,从而控制小车转向。该系统通过实验测试表明小车能够在所设计的赛道上沿着黑色引导线行驶,且可在弯道处实现平稳转弯,因此该智能车路径图像信息采集控制系统具有很好的稳定性。具有一定的推广价值。

参考文献

- [1] 谢婷婷,杨忠,郑志忠,等. 基于加速度滞后补偿的转台控制系统应用研究[J]. 电子测量技术, 2015, 38(2):81-86.
- [2] 齐永龙,文波. 一种无线车辆检测传感器的设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(1):50-53.
- [3] 侯一民,朱志超. 单神经元 PID 控制算法在智能车控制系统的控制应用[J]. 化工自动化与仪表, 2015, 31(2): 13-17.
- [4] 王跃飞,杨锦,张利,等. 汽车 CAN 系统精确时钟同步机制研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 28(1): 22-28.
- [5] 石陈陈,楼佩煌,武星,等. 自动导引车多摄像机主动导引系统的协同标定[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(11):2589-2599.
- [6] 王元哲,谭英姿. 磁导航智能车路径信息采集系统的设计与实现[J]. 微型机与应用, 2011, 30(1):21-24.
- [7] 梁业宗,李波,赵磊,等. 基于路径识别算法的智能车控制系统的设计[J]. 自动化技术与应用, 2009, 28(1): 121-123.
- [8] 严大考,李猛,邹栋,等. 基于 MC9S12XS128 单片机的智能车控制系统的设计[J]. 华北水利水电学院学报, 2013, 34(1):106-110.
- [9] ALLIES L, BLAMPAIN E, M'JAHED H, et al. Modeling of a wireless SAW temperature sensor and associated antenna [J]. Instrumentation, 2014, 1(1):8-14.
- [10] 林涛,马腾炜,陈亚勋,等. 基于 MCU 的自动寻迹智能车控制系统的设计[J]. 自动化与仪表, 2012, 27(11):1-4.
- [11] 雷钧,李峰波. 基于摄像头的自动寻迹智能车控制系统设计[J]. 苏州大学学报:工科版, 2010, 30(2): 49-52.

作者简介

周美丽,硕士研究生,讲师。主要研究方向为图像处理、信号检测。
E-mail:zml_beauty@sina.com