

基于 DSP 的颜色传感器循迹系统

张 群 施 鹏

(扬州大学广陵学院 扬州 225009)

摘 要:介绍了一种采用 TMS320F28335 和颜色传感器 TSC3200 设计的智能循迹小车的控制系统,给出了包括硬件、软件在内的小车的总体设计方案。阐述了小车如何识别贴在不同颜色平面的白色贴条路径,具体分析了小车在循迹过程中的不同姿态。利用 5 路颜色传感器采集路面信息,采用 DSP 为主控芯片,根据路面信息,调整舵机角度,控制小车的行进及转弯,使小车能够准确地沿着既定路线自动行驶。实验结果表明,该智能小车硬件系统设计简单、合理,软件设计思想高效可行,成功实现了智能小车的彩色循迹。

关键词:智能循迹小车; TMS320F28335; TSC3200 颜色传感器; 彩色循迹

中图分类号: TP242.6 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.10

Tracking system of color sensor based on DSP

Zhang Qun Shi Peng

(Guangling College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: This paper introduces a control system of intelligent tracking the car which uses the design of TMS320F28335 and the color sensor TSC3200. Given the overall design scheme of the car, and this overall scheme including hardware and software aspects. Introduced the car how to identify white path in different color plane and concrete analysis different postures of the car in the process of tracking. The use of 5-color sensor to collect road information, the use of DSP as the master chip, according to road information, adjust the steering angle, control the car's travel and turn so that the car can accurately along the established route automatically. The test results show that the hard system of the intelligent car is simple and reasonable. The design thought of software is efficient and feasible. The intelligent car successful achieved the goal of tracking in different color plane.

Keywords: intelligent tracking car; TMS320F28335; TSC3200 color sensor; color tracking

0 引 言

随着科技的发展,DSP 技术迅速发展,DSP 具有强大的数据处理能力和运行速度,同时颜色识别在现代生产中的应用越来越广泛,颜色传感器快速发展。在一些电子竞技中,智能小车的设计不再仅限于黑白路径的简单循迹。本设计就是以 DSP 先进技术为核心下,使用颜色传感器代替传统的红外传感器,通过 DSP 和颜色传感器的结合,来实现对彩色目标的循线,颜色传感器可以克服人眼识别的不准确性的缺点,同时 DSP 的引入提高了颜色识别的效率和智能化程度。文献[1]设计了一种智能循迹小车,介绍了系统总体,STC12C5A60S2 单片机为智能小车控制核心、电源模块、电机驱动电路、循迹传感器模块及相应软

件设计方案;文献[2]提出一种循迹机器人控制系统,通过实时修正机器人坐标与理想运动轨迹之间的偏移,实现机器人快速、有效的循迹;文献[3]提出了由 TMS320F28335 组成的 DSP 最小应用系统,详细介绍了各部分电路的设计方法。这些研究成果使得智能车循迹跟踪控制技术取得了很大的进步,这些研究成果为本文对于 DSP 与颜色传感器的结合后的彩色循迹跟踪控制技术奠定了一定的基础^[4-8]。

1 硬件系统的构成

1.1 车体实体模型

如图 1 所示,小车底盘选用抗冲击力强、自重轻的亚克力板,小车长约 315 mm,宽约 185 mm,主要由转向舵

机、直流减速电机、颜色传感器、电池及电源转换模块等构成。小车后轮与直流减速电机相连作为驱动轮,前轮由舵机控制方向。小车的四轮设计简单灵活,转弯稳定性好,且观赏性较好。小车最前端使用 5 个颜色传感器循迹,控制芯片均放于小车后侧,有利于稳定连接,电池藏于小车底部,节省空间且美观。元器件这样安排,使小车的重心位于中间,保障了小车运行的稳定性。

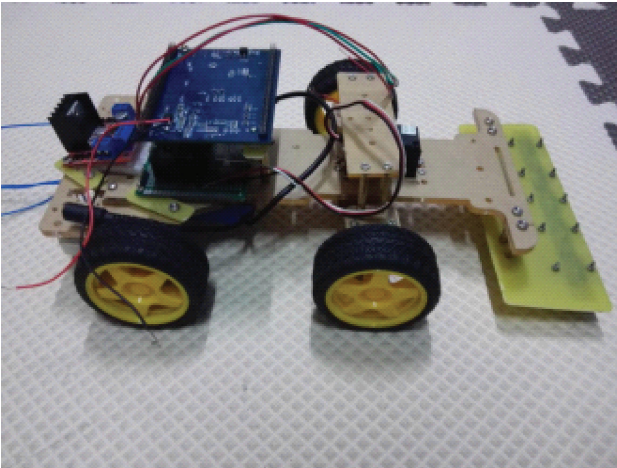


图 1 小车实物图

1.2 小车结构组成

整个小车选用 TMS320F28335 核心板作为控制系统,时钟频率高达 150 MHz,该器件精度高、成本低、功耗小、性能高、外设集成度高、数据以及程序存储量大、A/D 转换更精确快速等^[9]。小车选用 12 V 聚合物可充电锂电池为所有的电子器件供电,但由于 TMS320F28335 核心板需要 3.3 V 供电,颜色传感器、舵机、电机等均需要 5 V 供电,故采用电源转换模块(12 V 转 3.3 V/5 V)。

小车的传感器模块选用的是 TSC3200 颜色传感器,此颜色传感器的输出信号是数字信号。如图 2 所示,在设计颜色传感器的排列摆放方式时,不仅要考虑小车所要走的轨迹,更要考虑光线对于颜色传感器的影响。小车上若装有 3 个颜色传感器,一个颜色传感器的尺寸为 36.0 mm×20.6 mm,在大的转弯处,白色的轨迹(30 mm)很有可能超出 3 个颜色传感器的识别范围,所以,综合考虑颜色传感器的数量为 5 个最佳。本文方法增加到 5 路循迹之后,小车对于小转弯、大转弯灵敏度更高,更容易顺利通过^[10]。在具体的试验过程中,光线不仅来自传感器自身所带的 4 盏 LED 灯,还有外界的光源(灯光、太阳光),所以使用黑色的橡胶皮包裹每个传感器的四周,防止传感器之间光线的相互干扰和来自外界的光源干扰。同时,经测试显示,5 个颜色传感器平行于后轮轴一字排开,中间 3 个颜色传感器间距 5 mm,侧边两个与相邻传感器间距 10 mm,效果最佳。

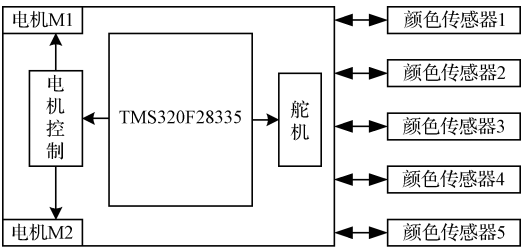


图 2 小车结构图

小车采用 L298N 双 H 桥电机驱动控制模块^[11],小车两个后轮分别与两个直流电机(强磁抗干扰碳刷 TT 马达)相连,而芯片 L298N 内含有两个 H 桥高电压大电流全桥式驱动器,可以同时驱动两台直流电机,操作简单方便,性能稳定。L298N 采用标准逻辑电平信号控制;具有两个使能控制端(ENA、ENB),如果要对两个直流电机进行 PWM 调速,就需要分别对 IN1 和 IN2,IN3 和 IN4 进行设置(其中 IN1、IN2、IN3、IN4 为逻辑输入控制端);如表 1 所示,IN1 和 IN2 控制直流电机 M1 的运动状态,IN3 和 IN4 控制直流电机 M2 的运动状态;可根据表 1 确定电机的转动方向,然后对使能端输出 PWM 脉冲,即可实现调速。

表 1 L298N 的逻辑控制真值表

直流电机	旋转方式	IN1	IN2	IN3	IN4
直流电机 M1	正转	1	0	/	/
	反转	0	1	/	/
	停止	0	0	/	/
直流电机 M2	正转	/	/	1	0
	反转	/	/	0	1
	停止	/	/	0	0

2 软件系统的设计

2.1 软件设计思想

颜色传感器相当于小车的眼睛,小车的路径是由贴在不同颜色(橙色、蓝色等,不含有白色)平面的白色贴条制成,所以关键是在不同的颜色中识别出白色。软件设计思想如图 3 所示。

小车上共 5 个颜色传感器,面对小车,从左向右依次编号为 1、2、3、4、5。图 3 中①是指当 1 号循到白色贴条,当 2 号循到白色贴条或当 2 号和 3 号同时循到白色贴条;②是指只有 3 号循到白色贴条;③是指当 4 号循到白色贴条,当 5 号循到白色贴条或当 4 号和 5 号同时循到白色贴条。

如表 2 所示,当小车只有 3 号传感器循到白色贴条时,小车继续直行,(舵机的角度在 0°上);当 2 号、3 号同时循到白色贴条时、当只有 2 号循到白色贴条时或只有 1

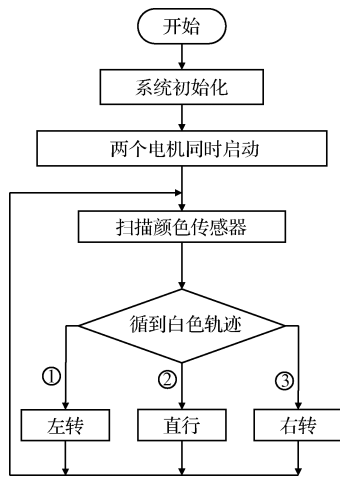


图3 系统软件流程

号循到白色贴条时,舵机向左旋转一个角度,只是角度大小不同,舵机控制小车前轮,从而小车左转。当3号、4号同时循到白色贴条时、当只有4号循到白色贴条时或只有5号循到白色贴条时,舵机向右旋转一个角度,小车右转。

表2 舵机旋转角度

循到白色贴条的颜色传感器	左转角度/(°)	右转角度/(°)
1号	-45	/
2号	-22.5	/
2、3号	-11.25	/
3号	/	/
3、4号	/	11.25
4号	/	22.5
5号	/	45

用TMS320F28335的几个引脚来控制颜色传感器的控制端口,其中TMS320F28335使用捕获单元(eCAP),配置好eCAP模块的引脚,eCAP模块中引起中断的中断源共有7个,在捕获事件中(CEVT1~CEVT4,CTROVF)或APWM(CTR=PRD,CTR=COMP)^[12]。其中,在小车的循迹的过程中,CEVT4触发ISR_ECAPH调用。在T4捕获预取指时间戳,这里的时间戳直接反映周期值。

在DSP控制电机中,需要使用强制脉冲调制(PWM)。PWM即脉冲宽度调制是指利用大功率晶体管的开关特性来调制固定电压的直流电源,按一个固定的频率来接通和断开,并根据需要改变一个周期内接通和断开时间的长短^[13]。TMS320F28335核心板产生PWM波,通过软件控制占空比来控制电机转速,由GPIO口输出电机控制方向,结合L298N控制小车行驶的速度,从而实现自

动循迹。其中占空比为高电平在一个周期之内所占的时间比率,占空比越大,电机的转速越快。

2.2 轨道色块分析

小车的路径是由贴在不同颜色(橙色、蓝色等,不含有白色)平面的白色贴条制成,颜色传感器TSC3200是编程彩色光到频率的转换器^[14],每次需要在测试前进行白平衡调整^[15]。颜色传感器不断地扫描小车路径上的颜色,不同颜色的频率数值不相同,程序依次选通R,G,B滤波器,分别测得红色、绿色和蓝色的频率值,颜色传感器的输出信号是数字信号,DSP不停地扫描颜色传感器接口,根据接收到的信息进行处理,即通过公式 $Cx=Cx_gRed+Cx_gBlue+Cx_gGreen$ 计算出5个颜色传感器的阈值,式中 Cx (表3、表4和表5)表示的是第 x 个颜色传感器的总频率数值, Cx_gRed 、 Cx_gBlue 、 Cx_gGreen 分别表示红色、蓝色和绿色的数值。从而判断出是哪一个或哪两个颜色传感器在白色路径上面及小车所处位置、姿态,调整小车舵机的旋转角度来修正小车的前进方向,即让该系统识别出白色贴条路径。5个颜色传感器在不同颜色轨道上循迹白色贴条轨迹时测得的部分数据如表3、4、5所示。

表3 紫色轨道测量数据

颜色传感器标号	C1	C2	C3	C4
1号	17 969	52 660	47 274	49 558
2号	47 948	20 371	48 577	52 004
3号	47 424	48 639	19 331	48 233
4号	47 894	53 827	43 031	20 020
5号	47 665	52 680	48 058	51 032

表4 红色轨道测量数据

颜色传感器标号	C1	C2	C3	C4
1号	16 640	82 149	73 027	81 219
2号	76 555	22 275	73 313	82 915
3号	70 067	79 798	18 012	55 110
4号	71 951	84 292	54 947	19 271
5号	70 200	80 156	74 044	81 281

表5 绿色轨道测量数据

颜色传感器标号	C1	C2	C3	C4
1号	16 840	69 503	53 897	57 486
2号	55 716	22 990	56 385	60 780
3号	56 885	67 388	19 462	55 733
4号	61 789	84 388	45 892	21 319
5号	53 874	70 277	52 651	56 652

3 结 论

本设计为智能循迹小车,详细的介绍了硬件模块,循迹方式及软件设计思想。DSP 和颜色传感器的配合使小车对于彩色目标的循线更加灵活准确。小车的整体性能优良,顺利的达到了预期的循迹目标,提高了小车的智能化程度。

参 考 文 献

- [1] 余焱业,宋跃,雷瑞庭. 基于 STC12C5A60S2 的智能循迹小车[J]. 实验室研究与探索,2014,33(11):46-49.
- [2] 黄刚. 实时修正偏移量的循迹机器人控制系统研究与实现[J]. 仪器仪表学报,2015,36(11):2539-2547.
- [3] 谭威,罗仁泽,高文刚,等. 基于 TMS320F28335 的 DSP 最小系统设计[J]. 工业控制计算机,2012,25(4):98-99.
- [4] 张智博,王艳,殷天明. 基于 TCS230 的颜色识别系统设计[J]. 机械与电子,2010(增刊1):54-57.
- [5] 吕书信,张北伟,王泽澄. 基于 STM32 分拣搬运机器人控制系统的设计[J]. 国外电子测量技术,2016,35(9):101-104.
- [6] 宋芳,李永梅. DSP 器件测试技术[J]. 电子测量与仪器学报,2012,26(增刊1):26-30.
- [7] 梁启权,和敬涵,王小君. TMS320F28335 在电网频率测量中的应用[J]. 国外电子测量技术,2010,29(10):66-68.
- [8] 雷红森,程耀瑜. 基于 L298N 的直流电机驱动电路优化设计[J]. 数字技术与应用,2012(2):118-120.
- [9] 雷晓瑜,曹广忠. TMS320F28335 及其最小应用系统设计[J]. 电子设计工程,2009,17(1):91-92,95.
- [10] 张岩,裴晓敏,付韶彬. 基于单片机的智能循迹小车设计[J]. 国外电子测量技术,2014,33(3):51-54.
- [11] 朱利洋. 基于单片机的智能寻迹系统设计[D]. 杭州:浙江工业大学,2013.
- [12] 刘陵顺,高艳丽,张树团,等. TMS320F28335 DSP 原理及开发编程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [13] 李付军. 一种基于 80C196KC 和 L298N 的直流电机 PWM 控制技术[J]. 自动化技术与应用,2012,31(3):78-81.
- [14] 陈鉴,夏庆锋,贾静雯,等. 基于 TCS3200 的识别技术及其在机器人上的应用[J]. 机器人技术与应用,2016(5):34-39.
- [15] 张永飞,侯媛彬. TCS230 颜色传感器模糊识别算法[J]. 光学技术,2013,39(4):377-380.

作 者 简 介

张群,1994 年出生,本科在读。主要研究方向为电子与通信技术。

E-mail:2931874323@qq.com

施鹏,1984 年出生,硕士研究生,助教,主要研究方向为认知无线电。

E-mail:paulina_sp@yeah.net