

基于 stm32f103zet6 的智能小车的制作

李亚巨 李战胜* 熊碧涛 樊东 武汉轻工大学 湖北武汉 430023

【文章摘要】

为了模拟超车过程,设计了一种智能小车系统。本系统采用 stm32f103zet6 作为智能小车的控制核心,通过差速控制小车的直走和转弯等动作。利用光电编码器测量并反馈给单片机的速度,加入 PID 算法控制直流减速电机,实现对小车速度的精确控制;利用红外对管对路面黑线的检测实现按预定的路径行驶、超声波避障模块防止两辆小车相撞、无线通信模块按预定的时间和先后顺序启动停止等动作。测试表明,该系统能够很好并稳定的完成竞赛题目的各项要求。

【关键词】

智能;超声波;无线通信;PID;STM32F10X

中图分类号: TP242 文献标示符: A

0 引言

智能小车,是一个集环境感知、规划行驶等功能于一体的综合系统,它集中地运用了计算机、传感、信息、通信、导航及自动控制等技术,在能够极大减少交通事故的无人驾驶汽车和在恶劣环境下救生、探测等方面具有广阔的应用前景。

1 系统方案

本系统所设计的智能小车系统主要由 stm32f103zet6 控制模块、红外探测模块、超声波测距模块、电机驱动模块、按键模块和无线通信模块及相应外围电路组成。按键选择小车工作模式,红外传感器采集赛道信息 & 测量车速,小车根据赛道状况结合车速反馈,完成特定轨迹。两车间通过超声波测距模块和无线模块完成要求功能。系统框图如图 1 所示。

2 主要硬件模块设计

2.1 红外探测模块

采用红外传感器 ST188 组成探测器。当红外对管发射出红外线,在黑色区域发射红外被吸收,在非黑区域发射的红外被接收,从而光敏三级管输出相应电平,再与电压比较器比较后得到高低电平送给单片机,当检测到黑线时,比较器输出低电平。本作品中探测部分分为位于前端检测边界黑线得到路面信息和正对两轮内侧码盘测速两部分。该传感器电路简单,性能比较稳定,对环境适应能力较强。其探测原理图如图 2 所示。

2.2 测距模块

为防止两小车碰撞,设定两小车的安安全距离,当达到安全距离后,让后车停下等待 4s。测距部分为超声波测距模块,位于小车的正前方中点处,在两车后端各贴上一

平整挡板。该模块自动发送 8 个 40KHZ 的方波,自动检测是否有信号返回,若有信号返回,就通过 IO 口输出一个高电平,通过 Stm32 的定时器捕获功能得到高电平的时间,从而可以算出两车间的距离。

2.3 通信模块

两车间的通信采用 NRF24L01 无线收发模块,可工作于 I2C 或 SPI 模式,本系统工作于 SPI 模式。两车在起点区域上电后,通过无线模块完成应答,约定同时出发。两车在超车区交替超车领跑时,前车在第四道弯后前行一段距离后停下等待后车超车完成通信后重新启动。通信模块电路图如图 3 所示。

2.4 电机驱动模块

采用 L298 驱动直流减速电机,通过 Stm32 的定时器 PWM 输出引脚控制 L298 的使能端,从而调整直流电机电枢两端电压。实验所测, PWM 波频率设置为 3kHz 时直流电机有较好的调速特性。L298 驱动电路如图 4 所示。

3 软件设计与流程

3.1 理论分析与算法

3.1.1 循迹算法

小车车头传感器分布如图 5 所示

图 5 中的传感器 1(2,3,4,5)如遇到黑线输出低电平,白线输出高电平。

路线检测及小车动作,如表 1 所示

由表 1 可知,根据当前传感器及先前的状态值,控制小车的左转、直走、转弯、超车、停车等过程。

3.1.2 转弯算法

转弯赛道如图 6 所示,为了使小车每次转弯都能准确的转弯,先从①处到②处能够匀速直线走固定的距离 L2,然后再从②到③完成一个 90 度的转弯,保持左轮不动,右轮逆时针转弯 90 度,走了 L3 的距离,完成转弯之后,小车车身与赛道 2 保持平行,完成转弯。

小车前面是万向轮,后面两个轮子采用差速控制,小车从①到②,由于小车并不是完全对称的并且电机也不可能完全一样的,两个电机的带载不完全一样,所以理论上给左右轮两个电机相同的速度,但是实际上由光电编码器测得的速度却不一样,这样就会导致左右轮并不能走直并且走的距离也不准,为了解决这个问题,采用离散化的 PID 算法,数学模型如下:

$$e_k = V_{1k} - V_{1k-1} \quad (\text{或} \quad V_{2k} - V_{2k-1}) \quad (1)$$

$$U_k = K_p [e_{k-1} + \frac{T}{T_i} \sum_{j=0}^k e_j + T_d \frac{e_k - e_{k-1}}{T}] \quad (2)$$

$$L_2 = \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad (3)$$

$$L_3 = \frac{1}{2} \pi L_1 = \int_{t_2}^{t_3} V dt \quad (4)$$

其中 T 为光电编码器的采样周期, U_k 为第 K 个采样周期单片机的输出量, K_p 为比例系数, T_i 为积分系数, T_d 为微分系数, $V_{1k}(V_{2k})$ 为第 k 个采样周期左(右)轮通过光电编码器测得的实际速度, $V_{1k-1}(V_{2k-1})$ 为第 k-1 个采样周期左(右)轮通过光电编码器测得的实际速度, e_k 为偏差,只要选择合适的 K_p, K_i 和 K_d 以及采样周期 T 就可以使左右轮的实际速度趋近于理论速度 V,这样从①到②就可以匀速走直。由公式(3)可知,为了让小车能够走 L2 的距离,由于速度趋近为 V,经过 L2/V 的时间就可以完成动作,从②到③,左轮保持不动,右轮以速度 V 按逆时针旋转,旋转 L3 的距离后,小车车身与赛道 2 保持平行,顺利的完成转弯。

3.2 程序流程图

主控制程序如图 7 所示,小车红外传感器不断探测黑线情况,判断小车目前在直行、转弯、超车三种状态中其中的哪一种情况以及下一步的动作,主程序则调用相应的子程序,假如,小车传感器检测到转弯标志线,则立即调用转弯子程序,开始执行转弯操作,转弯操作完成之后,继续查询传感器状态,如此循环。

4 测试方法及测试结果

小车测试跑道如图 8 所示

(1)分别测试甲乙两辆小车各自跑一圈的如下各项指标,根据多次测试结果取平均值,基本功能测试数据见表 2。

(2)分别测试甲车领跑,乙车超车以及乙车领跑,甲车超车的如下各项指标,根据多次测试取平均值,发挥部分功能测试数据见表 3。

(3) 测试结果分析

通过多次测试,设计满足题目的要求,可以按照指定的路径进行移动,完成交替领跑及其他任务。基本功能与发挥部分均能正常工作,采用差速控制,所用时间相对较长。

(4) 结束语

本系统采用位置式 PID 算法,计算时要对偏差进行累加,计算量大,反应不及时,并且如果计算机出现故障,输出会引起大幅度的变化,所以改进采用增量式 PID 算法能更好的解决上述问题。

表 1 边界循迹动作表

条件	1	2	3	4	5	动作
左直走	0	0	1	1	1	稍微右转
	0	1	1	1	1	直线前进
	1	0	1	1	1	右转
	1	1	1	1	1	偏左
转弯			0	1	1	左转弯
	1	1	1	0	0	稍微左转
	1	1	1	0	1	左转
	1	1	1	1	1	直线
右直走	1	1	1	1	0	偏右
	1	1	1	1	1	直线
	1	1	1	0	0	稍微右转
	1	1	1	0	1	右转

图1 系统框图

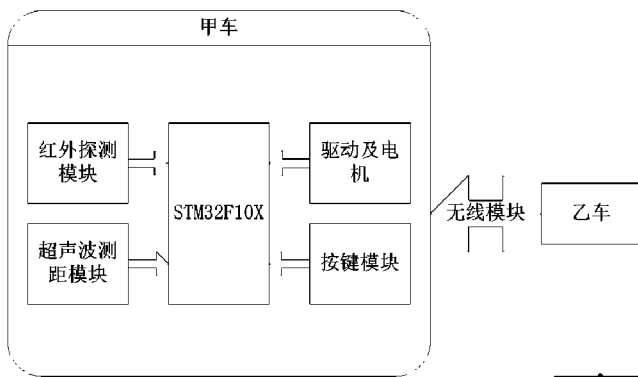


图3 NRF24L01 电路图

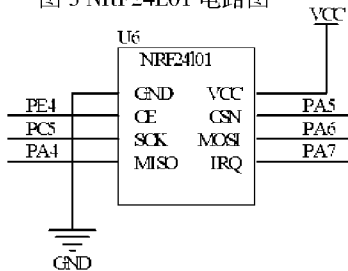


图5 小车传感器分布图

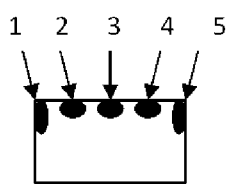


图2 红外探测原理图

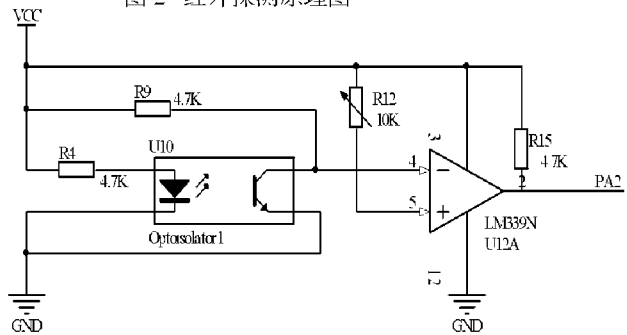


图4 L298 驱动电路图

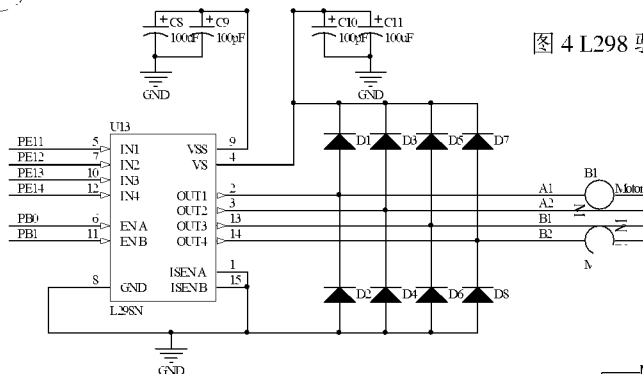


图6 转弯赛道图

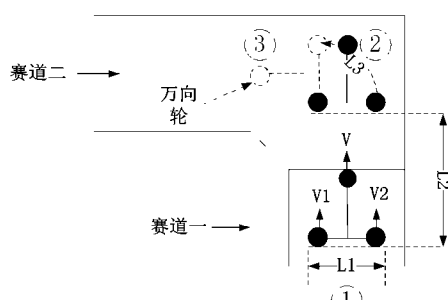


图7 主程序流程图

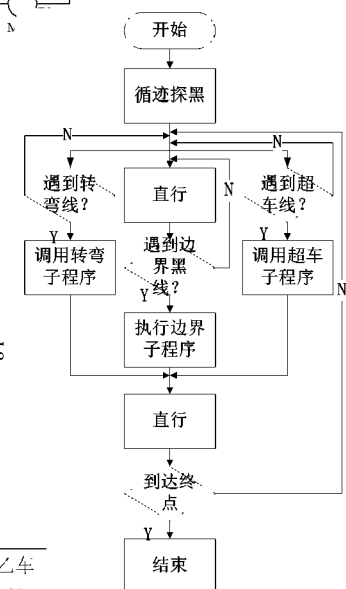


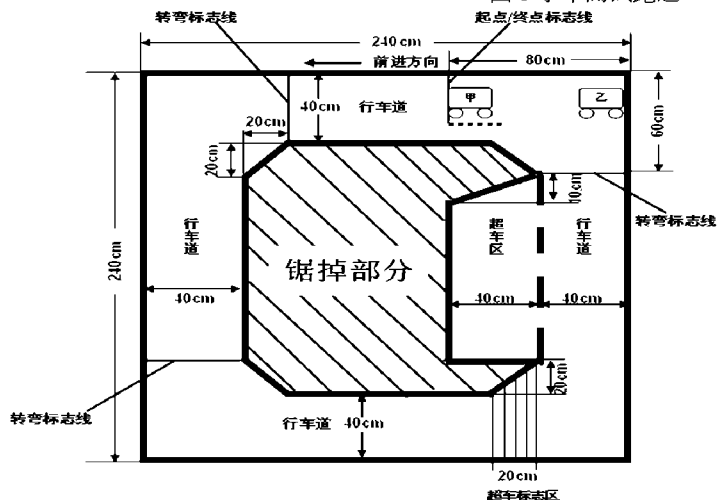
表2 基本功能测试数据

	甲车	乙车
完成时间/s	35	38
跑出跑进次数	0	0
撞车次数	0	0
超车成功率	100%	100%

表3 发挥部分功能测试数据

	甲车	乙车
完成时间/s	43	41
跑出跑进次数	0	0
撞车次数	0	0
超车成功率	100%	100%

图8 小车测试跑道



【参考文献】

- [1] 孙继元. 基于 MC9S12XS128 的智能小车超车控制系统[J]. 微计算机信息, 2012.
- [2] 赵志昊. 智能小车的制作[J]. 科技传播, 2011.
- [3] 王春武. 基于 MPC82G516 单片机智能小车教学实验设计实例[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2012.

【作者简介】

李亚巨、熊碧涛、樊东, 电气与工程学院, 电气工程及其自动化专业学生。
李战胜(1978-), 通讯作者, 男, 河南人, 讲师, 主要研究方向: 计算机控制及算法研究。