

基于 STM32 的智能车控制系统的设计与实现

黄姝娟,刘萍萍,白小军,张 雅

(西安工业大学 计算机科学与工程学院,陕西 西安 710021)

摘 要:智能车是智能交通系统的重要组成部分,也是现代汽车工业和电子计算机互相结合的最新科技成果,未来具有自动驾驶、自动变速、自动识别道路、自动避开障碍物等功能。文中利用物联网技术设计并实现了一种智能车的路径规划、循迹、避障、与上位机通信等功能的控制系统。该系统的总体结构是以 STM32F10x 芯片为核心,结合磁导航传感器、RFID 传感器、红外传感器、ZigBee 通信模块等内容进行软、硬件设计。测试结果表明,智能车控制系统能够完成按照规划的路径行驶,能够通过 ZigBee 完成与上位机接收和发送数据并且能避开障碍物行驶。

关键词:智能车;控制系统;传感器;无线网络;ZigBee 技术

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)09-0185-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.09.038

Design and Implementation of Intelligent Vehicle Control System Based on STM32

HUANG Shu-juan, LIU Ping-ping, BAI Xiao-jun, ZHANG Ya

(School of Computer Science and Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: Smart cars are an important part of the intelligent transportation system and the latest scientific and technological achievements of the combination of modern automobile industry and electronic computer. In the future, they will have the functions of automatic driving, automatic speed changing, automatic road identification and automatic obstacles avoiding and so on. With Internet of Things, We design and implement a control system of intelligent vehicle with path planning, tracking, obstacle avoiding and communicating with computer. The system takes STM32F10x chip as the core and combines with the magnetic navigation sensor, RFID sensor, infrared sensor and ZigBee wireless communication module for software and hardware design. The test shows that the intelligent vehicle control system can run correctly according to the planned path, send and receive the data with the computer through ZigBee model, and avoid the obstacles in front of it successfully.

Key words: intelligent vehicle; control system; sensor; wireless network; Zigbee technology

0 引 言

随着计算机技术的快速发展,人工智能^[1]、物联网^[2-3]等新技术也渐渐走入人们的视野。智能交通系统(intelligent transportation system, ITS^[4-5]),就是一种先进的一体化交通综合管理系统,是指利用先进的信息技术、数据通信传输技术、电子传感器技术、电子控制技术和计算机处理技术相对完善的基础设施,有效整合了整个运输管理系统,建立实时、准确、高效的综合运输管理体系^[6]。ITS 可以有效利用现有交通设施,减少交通负荷和环境污染,确保交通安全,提高交通运输效率,从而受到了广泛关注。

智能车是智能交通系统的重要组成部分^[7],也是轮式移动机器人^[8],是现代汽车工业和电子计算机互相结合的最新科技成果,具有自动驾驶、自动变速,甚至具有道路自动识别的功能。目前物联网技术飞速发展,并广泛应用于各行各业之中,无人驾驶智能车也必将成为物联网技术应用的主流领域。智能车是指将汽车模型化,并以此为载体装载各种功能型的控制器、传感器、执行器等装置,通过传感系统感知和智能信息交换,以实现循迹、避障、无人驾驶等功能^[9]。在此背景下,文中基于 STM32 微控制器^[10-11]、磁导航传感器、红外线传感器、RFID 模块^[12-13]、ZigBee 通信^[14-15]模块

收稿日期:2017-11-28

修回日期:2018-03-07

网络出版时间:2018-05-16

基金项目:陕西省工业科技攻关项目(2015GY031);民用飞机专项科研项目(MJ-2015-D-066);新型网络与检测控制国家地方联合工程实验室基金(GSYSJ2017004);校级教改项目(17JGY12)

作者简介:黄姝娟(1975-),女,博士,讲师,研究方向为嵌入式与分布式计算。

网络出版地址: <http://cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180515.1708.084.html>

等设计了一款能够自动循迹、规定路线行走避障的无人驾驶的智能车控制系统。

1 系统总体设计

1.1 硬件设计

系统设计实现智能车的路径规划、碰撞检测、与上位机通信三大功能,所涉及到的系统结构如图 1 所示。其中智能车主要是由 STM32F10x 芯片、L298 电机驱动芯片、磁导航传感器、RFID 传感器、红外传感器以及 ZigBee 通信模块组成。上位机与智能车之间通过 ZigBee 通信。

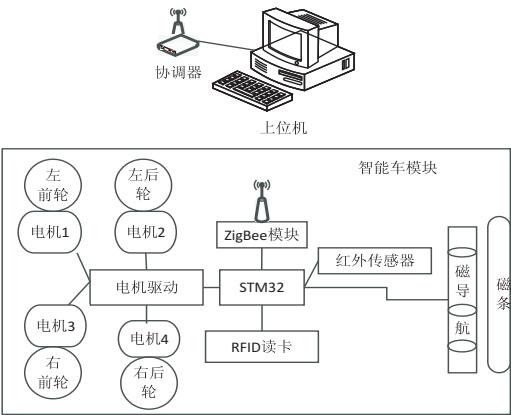


图 1 智能车控制系统结构

智能车电机使用 STM32 芯片的四个管脚 PB12、PB13、PB14、PB15 分别控制智能车的左前轮、左后轮、右前轮和右后轮。当 PB12 为低电平,PB13 为高电平,PB14 为低电平,PB15 为高电平时,四个电机正转,实现智能车的前进;当 PB12 为高电平,PB13 为低电平,PB14 为高电平,PB15 为低电平时,四个电机反转,实现智能车的后退;当 PB12、PB13 为低电平,PB14 为低电平,PB15 为高电平时,左轮停止右轮正转,实现智能车的左转;也可以通过左轮右轮的速度差实现智能车的左转弯。

系统中的三个传感器:磁导航传感器、RFID 传感器、红外传感器分别负责循迹、转向以及避障。ZigBee 通信模块主要负责与上位机进行通信,实时汇报智能车所处位置以及接受上位机发来的命令。

1.2 软件功能模块划分

智能车控制系统主要完成路径规划、碰撞检测以及与上位机通信三大功能。

(1) 路径规划。

智能车路径规划分为两部分,一是利用磁导航传感器完成自动循迹功能。通过磁导航传感器三个扫描点扫描路面上的磁条,结合智能车的左轮或右轮调速来调整智能车的转向,以保持智能车在路面的中间行驶而不会偏离轨道。二是对路线进行规划,智能车在

前进中会扫到 RFID 电子标签,根据标签决定智能车是否转向。具体由路径编码和路径编码有效位数决定。

(2) 碰撞检测。

通过红外传感器扫描识别智能车前方有无障碍物,扫描到前方有障碍物时智能车停止然后绕过障碍物。通过检查外部中断触发请求,说明前方有障碍物。

(3) 与上位机通信。

主要实现的是智能车与上位机之间收发无线通信传输的数据,智能车需要通过 ZigBee 模块将一些数据信息上报给上位机,包括智能车信息、智能车运行状态、智能车到达特殊位置反馈指令、智能车的位置信息等。而上位机是通过协调器的 ZigBee 模块实现对智能车的控制。

2 智能车路径规划功能的设计与实现

2.1 路径规划详细设计

路径规划包括自动循迹和读 RFID 电子标签两部分。

首先,智能车根据磁导航传感器三个触点的值来决定是否偏离轨道,是需要左转、右转还是直行。左转时就是执行调速程序让右侧前、后轮加速,右转时就是执行调速程序让左侧前、后轮加速,使智能车始终保持在路面的中间行驶而不会偏离轨道。具体的自动循迹方案如表 1 所示。

表 1 自动循迹表

三个触点 监测情况	智能车运行状态
111	智能车仍保持原来的状态不变;继续直行、继续左转、继续右转
110	智能车仍保持原来两种状态;继续直行、继续左转
011	智能车仍保持原来两种状态;继续直行、继续右转
010	中间点触发,默认直行
101	两边触发中间不触发,若 signed = 3,优先右转;signed = 1,优先左转
100	第一个点触发,需要左转
001	第三个点触发,需要右转
000	无点触发,停止

实现的核心部分代码如下:

```
for(i=0;i<=3;i++) //三个触发点监测
{ if (Trigger[i] == LED_ON) //根据点的触发情况计算调整参数
{ value |= (1<<i); } //将该状态按位写入变量,记录触发状态
//将磁导航触发分为几种触发情况,1 点触发,2 点触发,3 点触发
if (value == 0x05) //两边触发中间不触发情况
```

```
{ if( signed==3) n=3; //右转
else if( signed==1) n=1; //左转}
else if( ( value==0x07)&&( signed==0)) n=2; //直行模式
中的全触发默认直行
else if( ( value==0x07)&&( signed==1)) n=1; //左转模式
中的全触发默认左转
else if( ( value==0x07)&&( signed==3)) n=3; //右转模式
中的全触发默认右转
else if( ( value==0x06)&&( signed==0)) n=2; //直行模式
中的2点触发默认直行
else if( ( value==0x06)&&( signed==1)) n=1; //左转模式
中的2点触发默认左转
else if( ( value==0x03)&&( signed==0)) n=2; //直行模式
中的2点触发默认直行
else if( ( value==0x03)&&( signed==3)) n=3; //右转模式
中的2点触发默认右转
else if( ( value==0x04) n=1; //第一个点触发,左转
else if( value==0x01) n=3; //第三个点触发,右转
```

其次,当智能车扫描到 RFID 电子标签时,读到 RFID 标签的内容,根据其内容,按照事先安排的路径行驶。

具体路径规划的函数包含了险情提醒、出入停车场检测、辅助直线点、辅助左转右转点、减速带标志检测等 RFID 标签,当智能车扫描到 RFID 电子标签时,首先判断是否到达避险模块和停车场模块,然后判断是否到达特殊标签位置匹配 RFID 电子标签,如果扫描到特殊 RFID 电子标签,也就是当匹配到关键点的地址坐标时,就根据路径编码和路径编码有效位数决定智能车接下来将要走的路线。实现方法是将 32 位路径编码分成每两位进行判断,若路径编码为 00,表示右转;为 01,表示左转;为 1X,表示直行。

路径编码和路径有效位数是决定智能车路径的最重要的因素。规划智能车的路径根据是否与上位机通信分为两种情况:当智能车与上位机不通信时,智能车的路径完全是由路径编码决定;当智能车与上位机通信时,智能车的路径就由上位机发送指令数据到智能车来决定智能车接下来要走的路线。智能车实现路径规划的流程如图 2 所示。

2.2 智能车与上位机通信模块详细设计

智能车与上位机通信分为两种情况:一种是智能车上报信息给上位机;另一种是上位机发送指令给智能车命令字,如表 2 所示。这两种情况的信息都是以数据帧格式发送,数据帧中包含启动命令字 0xFFFE、目标节点地址、自身节点地址、发送命令、数据信息、字节数和校验和。发送数据函数就是打开串口发送数据到缓冲区,先判断发送缓冲队列头有没有新接收的数据帧,然后判断接收到的数据帧是否处理,如果没有处理就打开串口发送数据,否则就将发送缓冲队列指针

后移,插入要发送的数据。

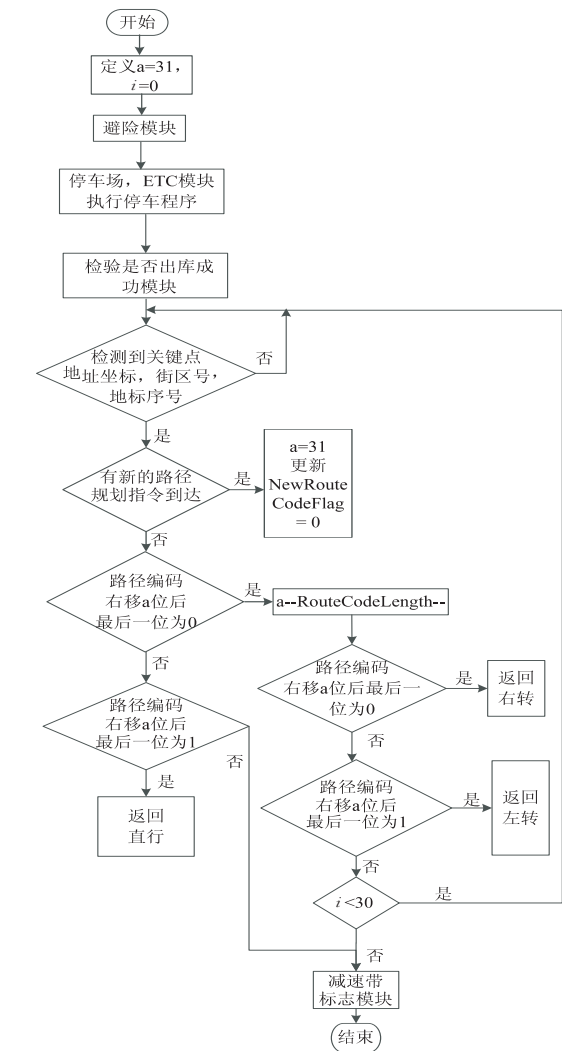


图 2 路径规划流程

表 2 上位机与智能车通信命令表

命令字	命令解释	获取的内容
0X11	获取车辆信息命令	第 1 个字节:车辆 ID
		第 2 个字节:车辆类型,0:公交车 1:私家车
0X12	给智能车发运行命令	第 1 个字节:运动指令
		00:前进(结合路径编码实现)
		01:停止
		02:加速
		03:减速
		04:入库(进入车库时使用)
		05:出库(从停车位到停车场出口时使用)

3 实验测试

3.1 路径规划测试

首先测试智能车在磁条上能否沿磁条运行,将磁条铺设在地面上,智能车可以沿磁条运行,如图 3 所示。其次,测试智能车按照路径编码运行,测试结果如

表 3 所示。



图 3 智能车沿磁条运行

表 3 路径编码测试结果

路径编码	智能车路线	路径编码有效位数
0X92FFF000	直行,左转,右转,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,右转,右转,右转,右转,右转,右转	0X20
0X1001 0010		
1111 1111 1111		
0000 0000 0000		
0X900A2F00	直行,左转,右转,右转,右转,右转,右转,直行,直行,直行,右转,直行,直行,直行,右转,右转,右转,右转	0X16
0X1001 0000		
0000 1010 0010		
1111 0000 0000		
0X6FFFF000	左转,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,直行,右转,右转,右转,右转,右转,右转	0X10
0X0110 1111		
1111 1111 1111		
0000 0000 0000		

3.2 避障功能测试

对智能车的避障功能进行测试,智能车扫描到障碍物后停止,后退并绕过障碍物继续前行。测试结果如图 4 所示。



图 4 智能车绕开障碍物

3.3 智能车与上位机通信模块测试

智能车与上位机进行通信,对上位机发送指令给智能车和智能车上报信息给上位机两方面进行测试。

(1)上位机发送指令给智能车,如果智能车能够按照指令运行,说明上位机发送指令成功,否则说明智

能车没有发送成功。经测试之后,智能车能够按照上位机指令执行相应的动作。

(2)智能车主动上报信息给上位机,如果上位机没有显示出智能车位置,说明智能车信息未上报成功。经测试之后,智能车能够上报自己的信息给上位机,上位机可以实时显示小车位置,如图 5 所示。

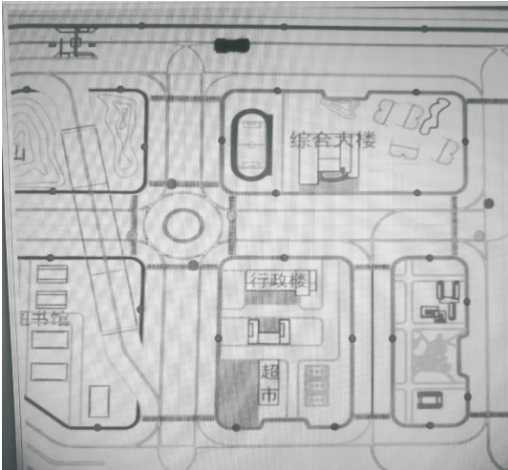


图 5 上位机显示出智能车位置

4 结束语

文中设计了一种以 STM32 为主控制器的智能车控制系统,主要完成智能车路径规划、智能车碰撞检测和 ZigBee 通信三大功能模块的设计与实现。测试结果表明,该系统能够完成按照规划的路径行驶,能够通过 ZigBee 完成与上位机接收和发送数据并且能避开障碍物行驶。作为一项具有广泛应用前景的技术,未来智能车将在科技、工商业、军事以及人们的生活中发挥越来越重要的作用。

参考文献:

[1] MAHAJAN V, AGARWAL P, GUPTA H O. An artificial intelligence based controller for multilevel harmonic filter[J]. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2014, 58(6): 170–180.

[2] CELESTI A, GALLETTA A, CARNEVALE L, et al. An IoT cloud system for traffic monitoring and vehicular accidents prevention based on mobile sensor data processing[J]. IEEE Sensors Journal, 2018, 18(12): 4795–4802.

[3] AL-TURJIMAN F, EVER E, ZAHMATKESH H. Green Femtocells in the IoT Era; traffic modeling and challenges; an overview[J]. IEEE Network, 2017, 31(6): 48–55.

[4] 王笑京. 新一代智能交通系统的技术特点和发展建议[J]. 工程研究: 跨学科视野中的工程, 2014, 6(1): 37–42.

[5] 赵娜, 袁家斌, 徐哈. 智能交通系统综述[J]. 计算机科学, 2014, 41(11): 7–11.

[6] 金茂菁. 我国智能交通系统技术发展现状及展望[J]. 交通

的方法可以很好地记录下指针上的突变颜色,从而可以较准确地检测出指针轴心的位置,减少了计算搜索量;并且使用改进的霍夫变换可以大大减少搜索指针位置的时间,提高程序读数效率。

3 结束语

提出了一种改进的指针式油位计读数识别算法。该算法首先对油位计图像进行同态滤波、中值滤波等必要的图像预处理操作以消除图像采集过程中受到的光照以及噪声影响,提高算法对不同光照的适应性;然后对二值化和形态学操作处理后的油位计图像进行指针轮廓的查找,创新性地遍历指针的颜色,记录下非黑色区域的坐标,从而准确得到油位计的轴心;根据轴心位置,可以大致确定包含油位计指针的感兴趣区域,并在这个区域内进行霍夫变换来检测指针,避免了对全局的边缘点进行搜索,大大减少了计算量和程序运行的时间,提高了查找的准确率;将油位计图像转换到HSV 颜色空间下,因为油位计起点、终点处为红色,所以根据红色的 H 值进行起点、终点的分割,从而得出油位计的起点、终点的坐标位置;最后根据角度法可以读出油位计的读数。实验结果表明,该算法具有较高的准确率,程序运行时间较短,且能够适应多种光照条件,有较高的鲁棒性。

未来将进一步研究从多种角度拍摄的油位计图像,对它们进行位置的矫正、特征的提取,实现多角度油位计图像的自动读数识别。

参考文献:

[1] 李 勇. 指针式表盘的自动识别技术研究及实现[D]. 郑州:郑州大学,2015.

[2] 杨志娟. 基于图像处理的指针式仪表识别技术与系统设计[D]. 桂林:桂林电子科技大学,2015.

[3] ALEGRIA F C, SERRA A C. Automatic calibration of ana-

(上接第 188 页)

信息与安全,2012,30(5):1-5.

[7] 洪达明. 智能车辆主动避障系统设计与实验研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2015.

[8] 李文超. 基于 STM32 的自动行驶模型车的设计[D]. 天津:河北工业大学,2013.

[9] 刘少军,王瑜瑜. 智能搬运机器人的设计与实现[J]. 机械与电子,2015(8):77-80.

[10] 苏元楷,季 磊,聂嘉欣,等. 基于 STM32F407 的路径识别智能小车设计[J]. 信息通信,2017(8):31-33.

log and digital measuring instruments using computer vision [J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, 2000, 49(1):94-99.

[4] 何智杰,张 彬,金连文. 高精度指针仪表自动读数识别方法[J]. 计算机辅助工程,2006,15(3):9-12.

[5] 李 伟,任青青,胡艳侠,等. 一种复杂指针式仪表的读数自动识别算法[J]. 计算机技术与发展,2017,27(3):201-204.

[6] 邵 锡,沈 普,韩 俊,等. 一种改进的指针式仪表读数识别方法[J]. 数字技术与应用,2016(7):229-230.

[7] 张 乐. 基于图像处理的指针式仪表示值识别的研究[D]. 保定:华北电力大学,2013.

[8] 房 桦,明志强,周云峰,等. 一种适用于变电站巡检机器人的仪表识别算法[J]. 自动化与仪表,2013,28(5):10-14.

[9] 刘 薇,苏俊源,尚秋峰. 基于彩色区域识别快速报警指针识别算法[J]. 电测与仪表,2014,51(20):25-30.

[10] HAN Jiale, LI En, TAO Bingjie, et al. Reading recognition method of analog measuring instruments based on improved Hough transform[C]//International conference on electronic measurement & instruments. Chengdu: IEEE, 2011:337-340.

[11] 刘 明,王洪军,李永科. 基于智能车中摄像头的图像采集的研究[J]. 电子设计工程,2012,20(17):158-160.

[12] 宋 伟,张文杰,张家齐,等. 基于指针区域特征的仪表读数识别算法[J]. 仪器仪表学报,2014,35(S2):50-58.

[13] 宋人杰,赵立亚. Hough 变换的改进及其在电厂指针式仪表自动识别中的应用[J]. 东北电力大学学报,2011,31(3):42-46.

[14] 何林远,毕笃彦,熊 磊,等. 基于计算机视觉的座舱仪表识别检测方法[J]. 中南大学学报:自然科学版,2014,45(5):1469-1475.

[15] GONZALEZ R C, WOODS R E. Digital image processing [M]. 3rd ed. Beijing: Electronics Industry Press, 2011.

[16] 张艳玲,汪仁煌,宁志刚,等. 彩色数字仪表表盘读数的自动识别系统[J]. 计算机测量与控制,2007,15(4):555-557.

[11] 刘 一. 基于 STM32 的嵌入式系统设计[M]. 北京:中国铁道出版社,2015.

[12] 毛燕琴,沈苏彬. 物联网信息模型与能力分析[J]. 软件学报,2014,25(8):1685-1695.

[13] 周世杰,张文清,罗嘉庆. 射频识别(RFID)隐私保护技术综述[J]. 软件学报,2015,26(4):960-976.

[14] 蒋权利,吴 蒙. 一种基于 ZigBee 的近距离无线环境监测系统[J]. 计算机技术与发展,2015,25(7):198-201.

[15] 王中生,尚 晓,陈国绍. 基于 ZigBee 的文件传输研究[J]. 计算机技术与发展,2015,25(12):191-194.