

# 粮仓环境检测智能巡检小车研制

高 宁, 彭 力, 陈凯健

(江南大学 通信与控制工程学院 江苏 无锡 214122)

**摘 要:** 智能小车是移动机器人的一个重要分支, 其特点是能在复杂环境中自动控制车辆绕开障碍物沿着预定的道路行进。智能小车上的传感器可实时采集复杂环境中的重要信息以实现某种特定的功能。针对目前对粮仓环境的监测仍然采用传统的模式, 具有运行成本高及信息反馈滞后等不足的状况, 设计了一种用于粮仓检测的智能巡检小车, 该小车对粮仓环境全天检测, 能实时提取粮仓环境的重要参数, 弥补了传统检测方式的不足。

**关键词:** 智能小车; 粮仓环境监测; 湿温检测; 单片机

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-373X(2010)01-153-03

## Development of Intelligent Inspection Vehicle on Granary Environment Detection

GAO Ning, PENG Li, CHEN Kaijian

(School of Communication & Control Engineering, Jiangnan University, Wuxi, 214122, China)

**Abstract:** Intelligent vehicle is an important branch of mobile robot research. The intelligent vehicle can avoid obstacle with going along the anticipated way and collect important information about the environment. An intelligent vehicle applying for granary monitor is designed and realized. The designed vehicle can monitor the granary environment and collect the important parameters all day, such as temperature and humidity. The vehicle compensates for the lack of traditional granary monitor methods.

**Keywords:** intelligent vehicle; granary environment monitor; temperature and humidity detection; single chip computer

### 0 引 言

移动机器人最早出现于 20 世纪 60 年代, 斯坦福研究院 (SRI) 的 Nils Nilsson 和 Charles Rosen 等人在 1966 年至 1972 年研制出了名为 Shakey 的自主式移动机器人<sup>[1]</sup>。该机器人能识别并自主避让菱形障碍物。Shakey 的出现引发了自主式移动机器人研究的热潮。

80 年代中后期, 对移动机器人的研究逐渐转移到了室外、非公路, 以导航为重点的自主避障上来<sup>[2,3]</sup>。近些年来对移动机器人的研究更加活跃并且侧重于面向实际应用, 已出现了应用于医疗福利服务、商场超市服务和家庭服务等领域的服务型移动机器人<sup>[4-6]</sup>。

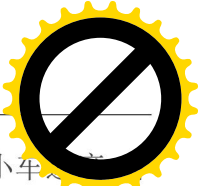
智能小车作为移动机器人的一个重要分支, 伴随在移动机器人的发展而取得了极大进展。智能小车其实质是一个集环境感知、规划决策等功能于一体的综合智能系统。它集成了计算机、传感、信息、通信、导航、人工智能及自动控制等技术, 具有道路障碍自动识别、自动报警、自动控制和环境检测等功能。智能小车的主要特点是在复杂的环境中, 能自动操纵小车绕开障碍物沿着预定的道路行进, 提取复杂环境的重要信息。因此, 智

能小车有着极为广泛的应用领域, 例如, 智能小车可以在人无法适应的环境下长期工作, 极大地扩展人类的活动领域。

粮食的安全储藏是关系到国计民生的大事。目前, 国内对大部分粮仓环境的监测仍然采用的是传统的模拟方式或人工方式, 这种传统的监测模式运行成本高、效率低, 不能及时、有效地反映出粮仓的环境状态。针对该种情况, 本文设计了一种能用于对粮仓环境参数进行全天检测的智能巡检小车, 该小车在粮库中能自动避障和寻找最优路径, 能实时有效地提取粮仓环境的重要参数, 达到消除粮仓隐患的目的。

### 1 智能小车系统组成

智能小车的系统组成如图 1 所示, 包括上位机、系统控制模块、电机驱动系统、光电轨迹检测系统、温湿度检测、红外测距模块。上位机是和用户交流信息的接口, 通过上位机把用户需要的程序下载到系统控制模块, 使智能小车按照用户的需求监控粮仓环境并提取重要的技术参数。系统控制模块负责从上位机获取数据信息, 控制电机驱动器的输出动作, 其另一作用是接收各个传感器的输入信号并进行信号分析处理, 同时输出控制信号, 以协调智能小车的运动, 起到了中枢的作用。



红外测距的作用是测量障碍物距离小车的距离并绕开障碍物,实现避障功能。湿温度检测传感器提取粮仓环境的温度及湿度参数后,送给逻辑控制模块进行分析和处理。

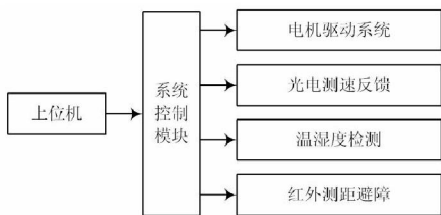


图1 智能小车系统组成

## 2 智能小车硬件电路设计

### 2.1 驱动电路设计

智能小车的两个驱动电机的硬件驱动电路由一个芯片 L298N 控制。驱动电路如图 2 所示。

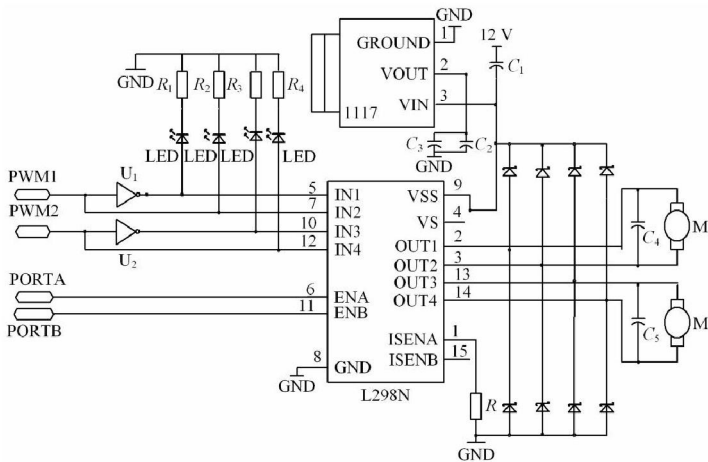


图2 智能小车电机驱动电路

如图 2 硬件电路所示,由两个输入口 PWM1 和 PWM2 向 L298N 输入控制信号。控制 A,B 两个驱动电机。电机 A: IN1, IN2, PWM1; 电机 B: IN3, IN4, PWM2。IN1 和 IN2 用于控制方向。IN1=高, IN2=低, 为一个方向; 反之为另一个方向。同时为高或同时为低, 电机都不转。当往 PWM 接口输入高电平时, 电机转动, 输入低电平时电机停止。在高低信号组成的周期不变的情况下, 可通过分别调节两个 PWM 波的占空比, 以调节每个电机的前进速度。

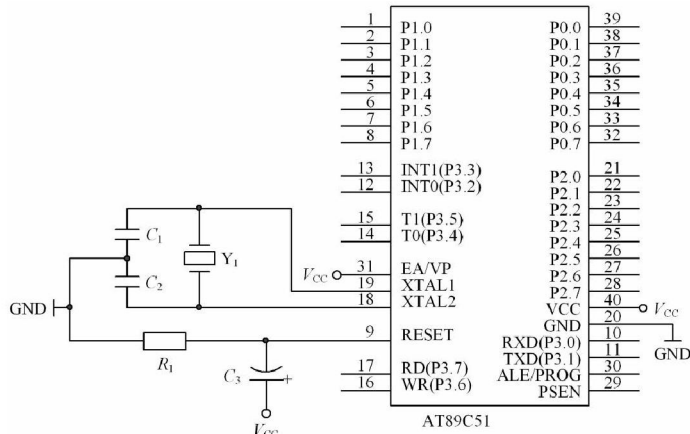
### 2.2 最小系统电路设计

AT89C51 单片机用于控制 PWM 波, 其最小系统电路如图 3 所示。

### 2.3 测速及反馈电路设计

反馈部分采用光电编码器, 用于读取码盘。将光电编码器放置于小车后轮齿轮部分, 遮光处经光电编码器后输出高电平, 透光处经光电编码器后输出低电平, 将齿轮转动的速度通过光电编码器转换为相应的 PWM

波电信号。通过计算 PWM 占空比可测定小车的速度, 为速度反馈提供可能。光电编码器部分电路如图 4 所示。







电容式湿度传感器实用化程度高,工艺成熟,性能稳定,普遍用于各种情况下湿度测量<sup>[7]</sup>。

#### 4 温湿度显示电路

本设计中采用静态显示方式。如图 5 所示。

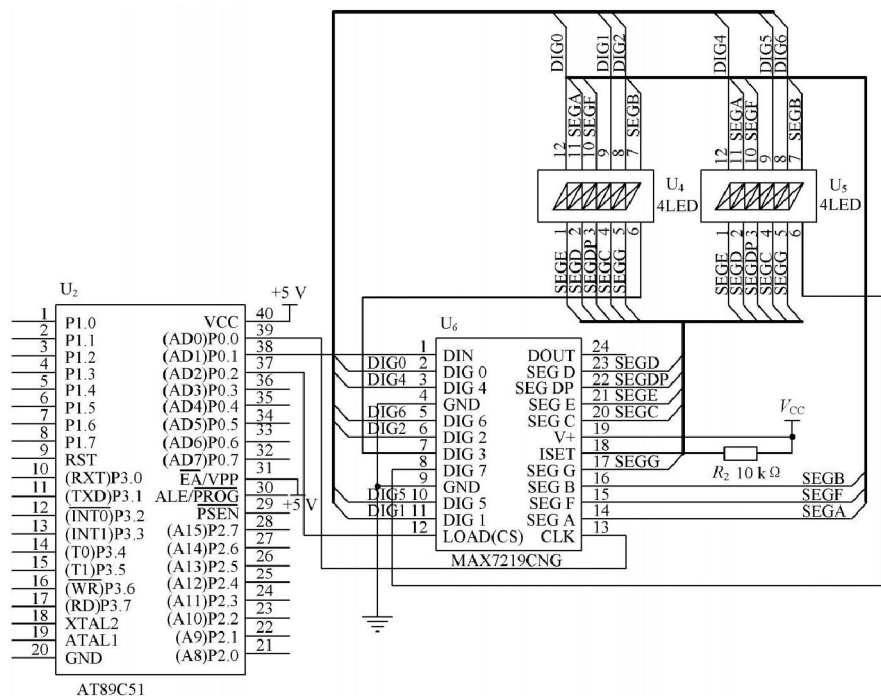


图 5 温湿度显示电路

AT89C51 通过 MAX7219 连接控制 8 个 LED 数码管,其中每 4 个数码管一组,分为两组,分别显示温度和湿度。MAX7219 所能直接驱动的是共阴极小电流 LED 显示器,它不能直接驱动共阳极 LED 显示器,否则会损坏器件。在级连显示时,当被驱动的数码管不是 8 的倍数时,最好将每个芯片所驱动的显示位数设计为一致,这样所有显示器的显示亮度才一致<sup>[2]</sup>。可根据现场检测,直观地显示温、湿度值,超出系统将做报警处理。

温湿度检测流程图如图 6 所示。

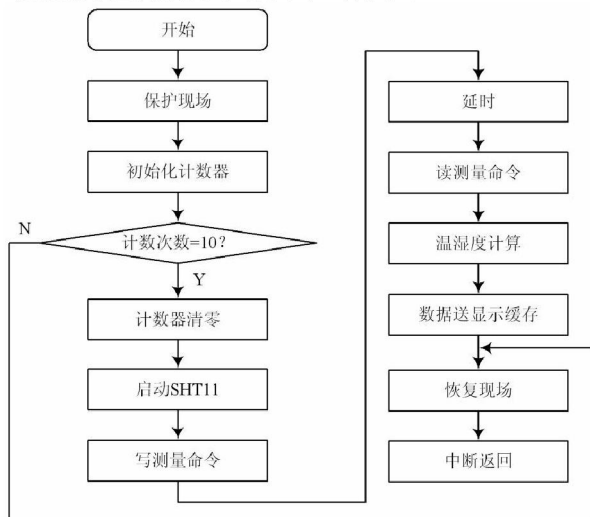


图 6 温湿度检测流程图

#### 5 红外测距避障部分

红外避障电路使用光电传感器 TCRT5000,电路如图 7 所示。它的一端相当于一个红外二极管,作为发射端;另一端相当于一个红外三极管,是接收端。当接收端接收到发射端发出的红外光线,三级管导通;当接收端未接收到发射端发出的红外光线,三级管截止。在电阻于集电极中间引一条线作为输出,平时没有障碍物的时候输出高电平,有障碍物的时候输出低电平。

#### 6 智能小车试验仿真

为了实时地监测小车的运行状态,或在试验中进行仿真研究,设计了上位机的粮仓检测监测系统。

图 8 是小车模拟粮仓监测的一次仿真运动显示,小车绕过障碍物到达指定地点。图中绿色方块表示障碍物,蓝色点表示目的地,红色轨迹表示小车避障运行路径。

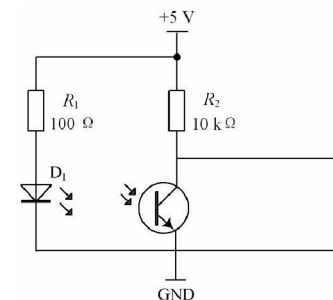


图 7 TCRT5000 红外避障电路

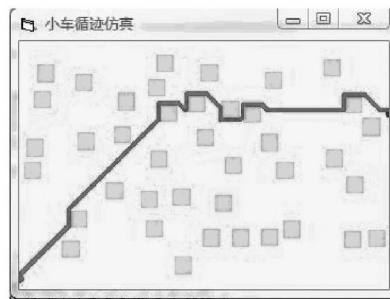


图 8 智能小车试验仿真

#### 7 结 语

研制了一种可以全天候检测粮仓环境的智能小车,系统整体结构采用模块化设计,具有良好的可升级性和可扩展性,采用单片机进行控制处理,具有价格便宜,编程灵活,稳定性好等特点。本文研制的智能小车,初步

(下转第 159 页)

显, 输出机械功率  $P_m$  也是增加的。故在转自电阻较小时 ( $0.1 \Omega \leq R^r < 2 \Omega$ ) 系统的步进运动特性得到改善。

(2) 当  $R^s$  在较大值范围内, 各动态特性的响应时间、超调点时间都较小, 转子运动具有快速反应性, 但随着定子电阻  $R^s$  的增加, 效率逐渐加大, 在  $R^s = 4.3 \Omega$  时效率达到最大值, 此后效率又降低, 因此, 最合适的  $R^s$  值可以根据(1)中的考虑来选择。

(3) 随着电感  $L^s$  的减小, 过冲击  $\theta_m$  和最大转矩  $T_{em}$  值增大, 输出效率  $\eta$  也同时增大。

(4) 随着电感  $L^r$  的减小, 最大转矩  $T_{em}$  增大, 过冲击  $\theta_m$  也减小, 效率增加。此外, 合适的电感  $L^r$  的值必须在考虑到  $R^s$  的值的值的情况下来选择。

(5) 随着互感  $L^{sr}$  的增加, 漏磁系数减小, 过冲击和最大转矩都减小, 超调点时间较短, 效率增加, 速度在互感  $L^{sr} = 37.99 \text{ mH}$  时达到最大值, 电机的动态性能随互感的增加而得到改善。

对于不同型号的电机的, 各动态特性的变化趋势同上, 通过同样的仿真方法可得到其最佳性能参数。

## 5 结 语

随着人们对大功率步进电动机的渴求, 以及电力电子技术的发展, 结合电气传动仿真新工具——Matlab 中电气系统模块库, 交流步进传动作为电气传动研究的一个新的分支, 具有较好的发展前景。其控制部分与运动部分是一个完整的体系, 在研究传动确定最佳参数的

基础上, 利用 IGBT 变频器, 在精确的控制脉冲下, 研究步进系统的连续运转情况将是电气传动研究的一个新方向。

## 参 考 文 献

- [1] 牛维扬. 电机学[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [2] 黄诗涌, 王晓初. 一种高性能的步进电机运动控制系统设计[J]. 微计算机信息, 2006, 22(16): 25-27.
- [3] 陶彩霞, 胡彦奎. 电机参数对感应式同步电动机步进运动的影响[J]. 自动化与仪器仪表, 2008(6): 55-57.
- [4] 胡彦奎. 同步电机做步进运动时的数字仿真[J]. 动态分析与测试技术, 1993(4): 19-20.
- [5] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [6] 李志民, 张遇杰. 同步电动机调速系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [7] 陈坚. 交流电机数学模型及调速系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1989.
- [8] 陈怀琛. Matlab 及其在理工课程中的应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [9] 陶彩霞, 胡彦奎. 基于 Matlab 的同步电机步进运动数字仿真[J]. 电气传动自动化, 2004(3): 30-32.
- [10] 倪超, 黄文新, 胡育文. 三相混合式步进电机及其 SVPWM 驱动控制的建模与仿真[A]. 中国航空学会控制与应用第十三届学术年会中国航空学会控制与应用第十三届学术年会论文集[C]. 2008.
- [11] 陈玉海, 刘北英. IPM 同步电机扩展反电动势转子自测角研究[J]. 电力电子技术, 2009(2): 13-14.

作者简介 武 军 男, 1974 年出生, 河南长葛人, 硕士研究生, 讲师。研究方向为电气自动化及电力拖动系统。

(上接第 155 页)

实现了自动避障、路径寻优功能, 智能小车上配置的湿温传感器能实时地检测出粮仓的环境温度和湿度, 为粮仓管理提供了重要的信息。下一步的研究重点是逐步完善小车已有的功能并针对应用环境进一步扩展其他重要功能。

## 参 考 文 献

- [1] 徐国华, 谭明. 移动机器人的发展现状及其趋势[J]. 机器人与应用, 2003(3): 7-14.
- [2] 陈懂. 智能小车运动控制系统的研究与实现[D]. 南京: 东南大学, 2005.
- [3] Olin K E, Tseng D T. Autonomous Corss-country Navigation: An Integrated Perception and Planning System[J]. IEEE Expert Intelligent System and Their Application,

1991, 6(4): 16-32.

- [4] 陆新华, 张桂林. 室内服务机器人导航方法研究[J]. 机器人, 2003, 25(1): 80-87.
- [5] 李磊, 叶涛, 谭民. 移动机器人技术研究现状与未来[J]. 机器人, 2002, 24(5): 475-479.
- [6] 杜志江, 孙立宁, 富历新. 医疗机器人发展概况综述[J]. 机器人, 2003, 25(2): 182-187.
- [7] 李俊, 张晓东. 基于单片机的温湿度检测与控制系统研究[J]. 微计算机信息, 2008, 24(17): 116-118.
- [8] 王宝芹, 范长胜, 郭艳玲. 基于单片机的温室温湿度控制系统设计[J]. 林业机械与木工设备, 2008, 36(3): 39-41.
- [9] 库志强, 张锡兵, 杨扬. 基于单片机的温湿度控制系统[J]. 中国制药装备, 2006(12): 24-26.
- [10] 郭艳玲, 陈利军. 基于 AT89C52 单片机的温湿度控制采集系统[J]. 林业机械与木工设备, 2007, 35(5): 37-39.