

# 基于RFID定位的AGV导航系统设计

安徽师范大学物理与电子信息学院 张 力 徐晔晔 夏 超

【摘要】电商发展迅速，传统的配送中心物流作业需要大量人工，而人力搬运与人工拣选效率低、错误率高，不能满足电子商务物流多品类、少批量等特点，迫切需要人工智能技术来提升效率，因此AGV搬运机器人的应用越来越广阔。本文针对物流公司、超市等的应用需求，研究设计了一款小型的工业AGV搬运机器人。主要研究了基于RFID的室内导航算法，给出了软硬件设计和实现。实验结果表明该AGV搬运机器人具有智能化、效率高等优点。

【关键词】AGV；RFID定位；室内导航

DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2017.05.035

## 0 引言

本课题研究的是AGV工业搬运机器人的导航方式和RFID定位方式，导航方式为磁条引导，在磁带周围分布很多电子标签，AGV车体上装上阅读器，通过电子标签和阅读器之间通信，可以实现AGV的定位到各点。

## 1 绪论

### 1.1 研究背景

AGV搬运机器人到现在已经有了60多年的历史了，它在工业上有着重要的用途，最强的能力就是代替人力，而且比人更加智能化、机械化。世界上第一台AGV诞生于1953年，是有一个牵引式拖拉机改造而成的。由于比人力搬运效率高、正确率高，所以AGV现在用的越来越广泛。

### 1.2 研究现状

由于多功能仓储搬运机器人具有一定的通用性和适应性，能适应多品种中、小批量的生产，70年代起，常与数字控制机床结合在一起，成为柔性制造单元或柔性制造系统的组成部分。最常见的引导方式为磁条引导，激光引导，电磁引导、惯性引导、图像识别引导、GPS引导；目前最先进扩展性最强是由米克力美科技开发的超高频RFID引导。

## 2 AGV搬运机器人系统设计

### 2.1 引言

AGV搬运机器人系统设计包含三个层面，机械设计、硬件设计、软件设计。

机械设计就是AGV车体一般采用材料铸造铝合金，其硬度高可以负载重物且不易变形。

硬件设计包括AGV系统的控制电路、传感器电路、以及人机交互电路。

软件设计主要是实现AGV磁条导引、RFID定位、人机交互的算法。

### 2.2 机械设计

AGV搬运机器人的机械设计包括车体和车轮的设计。

由于AGV主要的功能就是搬运很多很重的货物，所以它的车体必须要有很强的强度和硬度，一般采用铝合金。

车轮是整车负重最大的地方，也必须要有非常强的硬度和强度，一般采用实心橡胶轮胎，车体后面两主动轮为固定式驱动轮，与无刷电机相连。前面两个随动轮为旋转式随动轮，起支撑和平衡小车的作用。

### 2.3 硬件设计

硬件设计主要包括：处理器模块、驱动模块、传感器模块、通信模块，系统工作总体框图如图2-1、2-2所示。

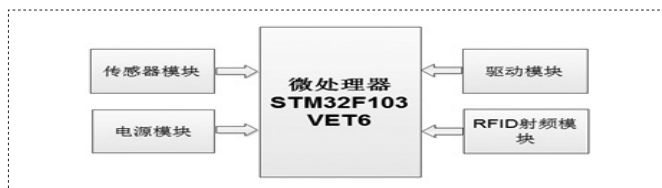


图2-1 系统工作总体框图

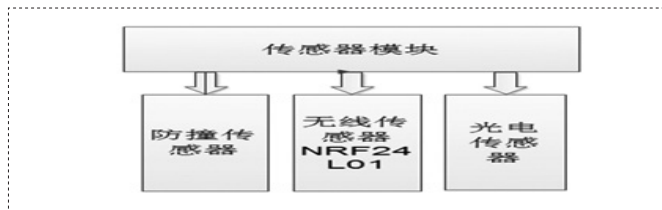


图2-2 系统工作总体框图

#### 2.3.1 微处理器

本AGV搬运机器人系统的微处理器是用意法半导体公司的M3内核的STM32F103VET6单片机。

#### 2.3.2 驱动模块

所谓驱动模块，就是整个AGV的动力源。本课题设计的AGV系统的驱动模块是BLD-300A 直流无刷电机驱动器。处理器通过控制BLD-300A，从而来控制驱动轮，控制车体的运行。转向是通过两个后轮之间差速来实现的。

本驱动器适用于功率为300W以下的三相正弦波直流无刷电机的转速调节，可提供外接电位器调速，外部模拟电压调速，上位机（PLC，单片机等）PWM调速等功能。同时该驱动器具备大转矩启动，快速启动及制动、正反转切换，手动及自动调速相结合，异常报警信号输出等特点。

图2-3为BLD-300A直流无刷电机驱动器的接线图：

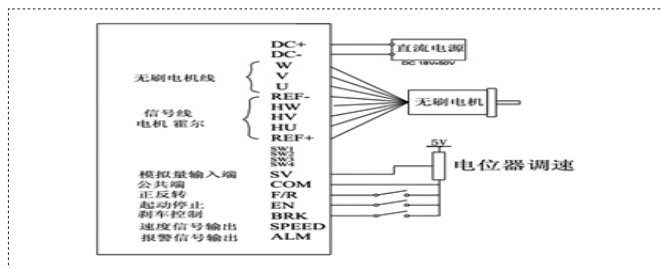


图2-3 BLD-300A直流无刷电机驱动器接线图

基金项目：国家级大学生创新创业项目（201510370098）。

系统的输入电源为36V的直流电源,由蓄电池提供,蓄电池也是AGV的唯一电源,由它驱动整车和车体上负载的货物。蓄电池是由外部的电源适配器充电。

### 2.3.3 传感器模块

本AGV系统用到的传感器主要有用于磁条导引的磁导航传感器;防撞的防撞传感器、光电传感器;进行无线通信的NRF24L01传感器。

#### AGV系统的磁导航设计:

现在工业上用的AGV搬运机器人的导引方式主要有磁条导引、激光导引、惯性导引、视觉导引、GPS导引、超高频RFID导引等,本文设计的AGV搬运机器人用的导引方式为工业上最常用的磁条导引方式,主要是由AGV车体、AGV控制系统、AGV电源管理系统、AGV人机交互系统和其他辅助系统构成。

磁带导航优点:AGV定位精确,磁带导航灵活性比较好,改变或扩充路径较容易,磁带铺设也相对简单,导引原理简单而可靠,便于控制通讯,对声光无干扰,投资成本比激光导航低很多;

磁带导航缺点:磁带需要维护,要及时更换损坏磁带,不过磁带更换简单方便,成本较低。

本系统所用的磁导航传感器为JH16磁导航传感器(图2-4)。

JH16磁导航传感器,安装在AGV车体前方的底部,距离磁条表面20—40mm,磁条宽度为30—50mm,厚度1mm。JH16磁导航传感器利用其内部间隔10mm平均排布的16个采样点,能够检测出磁条上方100gauss以下的微弱磁场,每一个采样点都有一路信号对应输出。AGV运行时,磁导航传感器内部垂直于磁条上方的连续3—5个采样点会输出信号。依靠16路通道中输出的3—5路信号,可以判断磁条相对于JH16磁导航传感器的偏离位置,AGV会自动作出调整,确保沿磁条前行。



图2-4 JH16磁导航传感器图

#### AGV防撞设计:

工业上AGV搬运机器人在运行过程中碰到障碍物是在所难免的,所以为了防止AGV的损坏,延长其使用寿命,必须在AGV系统上开发出防撞功能。本文的AGV系统的防撞系统主要有两个一个是接触式防撞,一个是非接触式防撞。

非接触式防撞是通过在车头前面装上一个光电开关。光电开关的特性为当有物体在它的检测距离范围内,信号线输出高电平,当检测距离内没有物体时,信号线输出低电平。输出的电平状态被处理器捕捉到,这样就可以根据处理器引脚的电平状态来控制驱动模块,这就实现了防撞。

接触式防撞是通过碰撞开关来控制的,由于光电传感器的可靠性不是很高,甚至有时会失灵,所以还要第二层防撞。碰撞开关是一个接触式的传感器,当它碰到一个物体时,并且产生一定的压力,输出为高电平,当没有碰到物体时,输出为低电平。输出的电平状态被处理器捕捉到,这样就可以根据处理器引脚的电平状态来控制驱动模块,这就实现了防撞。

#### AGV无线通信设计:

本AGV系统的RFID定位系统主要由阅读器、天线和电子标签组成。能源供给方式为有源。阅读器装置车体上,天线为NRF24L01电子标签分布于磁条周围,这样就可以通过天线实现AGV的定位。

## 2.4 软件设计

### 2.4.1 AGV系统磁导航算法设计

本AGV系统的导航方式采用工业上用途最广泛的磁条导引,也是成本最低的导航方式。

本AGV系统的导航传感器是磁导航传感器,它是检测弱磁装置的一种传感器,由并列分布的磁性芯片,将磁场转换成电信号,用处理器的IO口读取磁导航传感器的输出信号,再经过DAC转化为电机的电压,通过输出信号的不同,两个电机的输出电压也不同,从而左右两个车轮的速度也不同。

本AGV系统的磁导航传感器有16个输出信号,从右到左分别为DR8、DR7、DR6、DR5、DR4、DR3、DR2、DR1、DL1、DL2、DL3、DL4、DL5、DL6、DL7、DL8。当传感器检测到磁条在其正下方时,相应的信号输出端输出低电平,反之则输出高电平。本AGV系统有两个工作方式分别为方式1和方式2。

方式1为AGV根据车体上的RFID阅读器和分布在磁条周围的电子标签之前的无线通信,来确定AGV要到哪里去?然后再在磁条的引导下运行到指定的电子标签处,再进行指定货物的搬运。

方式2为指定两点之间进行货物搬运,两个定点的标志为十字。既当识别第一个十字时,为起点A,此时车体上的竖杆托盘升起,将待运送的货物放在托盘上,然后根据磁条导引知道到达第二个十字标志时,竖杆下落,取出托盘上的货物。

方式1的算法简要的程序框图如图2-5所示:

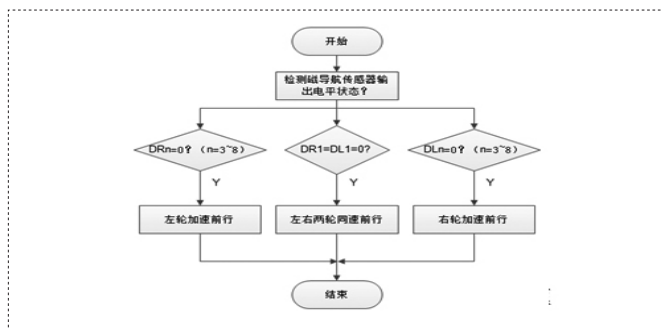


图2-5 方式1算法简要的程序框图

方式2的简要程序框图如图2-6所示:

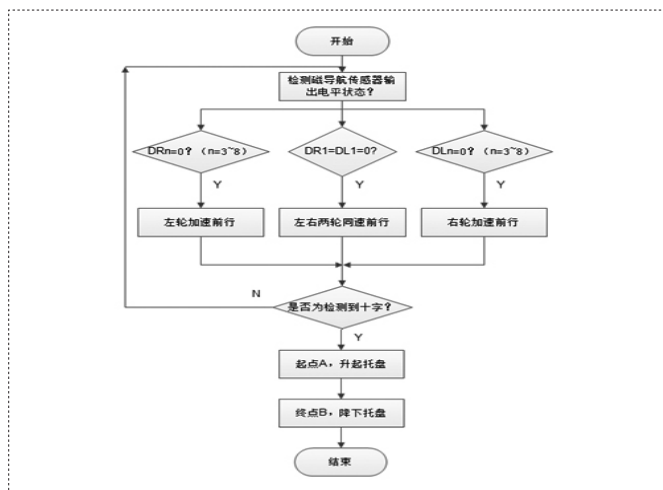


图2-6 方式2的简要程序框图

### 2.4.2 RFID定位算法设计

本AGV系统的定位算法是基于RFID定位的。RFID主要有三部分组成:RFID阅读器、天线和电子标签。按照能源供给方式有三种,分别为无源、有源和半无源。无源又称为被动式,有源称为主动式,由于AGV系统需要阅读器向电子标签发送指令,也要接收电子标签发送过来的指令。所以采用有源的RFID。

阅读器由四部分构成耦合模块、收发模块、控制模块、接口单元,收发模块是NRF24L01,由采用半双工的方式读写信息。

电子标签由无线模块NRF24L01和低功耗处理器MSP430构成,NRF24L01在加了功率芯片h额外置天线的情下传输距离可达1000米左右。

RFID定位方法:阅读器主动搜索电子标签方式。

利用阅读器主动发出无线射频信号,在其搜索范围内寻找电子标签。

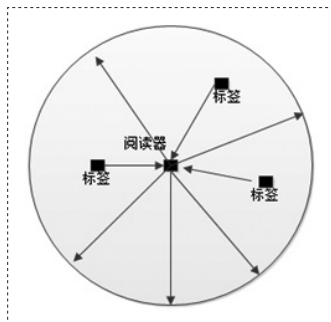


图2-7 无线射频信号搜索范围

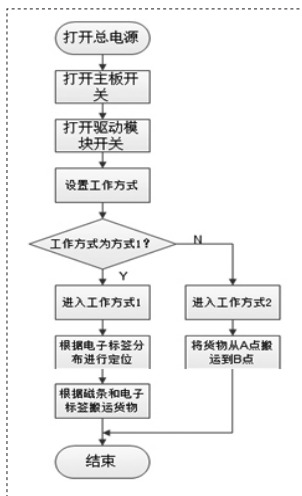


图2-8 AGV系统的总体程序框图

如图2-7所示,圆形区域为阅读器的搜索范围,当电子标签在阅读器的搜索范围内时,阅读器就获得了该电子标签的信息,该标签的位置就记录在阅读器中了,在本AGV系统中就是在阅读器的搜索范围内找到了电子标签,从而AGV随着磁条前进至对应的电子标签。这种定位方式的精度不是很高,但是对于本系统已经足够了,若想要获得精度更高的定位,可以增加几个阅读器,然后通过一些算法来处理,进而得到更加精确的定位。

2.4.3 AGV系统运行程序框图(见图2-8)

### 3 总结与展望

#### 3.1 总结

本系统是设计现在工业上应用很广泛的AGV搬运机器人。其导航方式为磁条导引,也是成本最低的一种导航方式。本课题还对AGV进行了定位方式的深入研究,就是RFID阅读器和电子标签之间的定位算法。主要的成果如下:(1)对AGV车体设计跟传统的一样,采用硬度和强度都很高的铝合金材料。

(2)本AGV系统采用低成本、灵活性高的磁条导引,磁导航传感器有16个输出信号,能够使AGV在前行的过程中不会偏离出轨道。(3)本AGV系统采用了两种防撞方式,既光电开关防撞和碰撞传感器防撞。这两种方式都有效的提高的AGV的使用寿命,而且也避免了AGV在前行过程中发生意外。(4)本AGV系统的定位为RFID定位,采用有源的RFID,定位算法是阅读器主动搜索电子标签法。

#### 3.2 展望

本课题对AGV系统进行了比较深入的研究,但是还有有一些方面需要进一步加强。(1)本AGV系统的定位算法的不够精确,导致有时电子标签分布比较密集时,定位位置出错。

(2)本AGV系统的磁带导引算法比较简单,对于复杂线路的跟踪还存在一些问题。

#### 参考文献

- [1]姜大立,张剑芳,王丰,杨西龙.现代物流装备[M].北京:首都经济贸易大学出版社,2004:298-304.
- [2]刘鸿恕.现代化物料搬运技术设备[J].机械部四院,1955(7):1-37.
- [3]储江伟,郭克友,王荣本,李斌,冯炎.自动导向车导向技术分析[J].起重运输机械,2002:1-5.
- [4]李雯雯基于多种传感器的自动导航小车避障的研究[D].西安科技大学,2008:1-4.

(上接第66页)

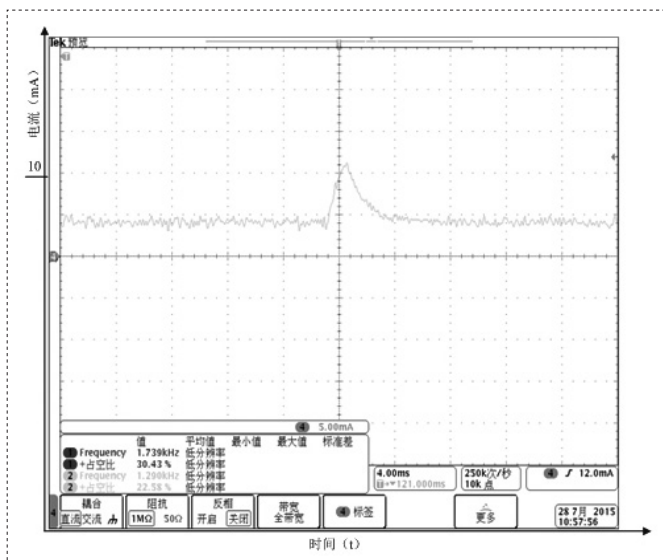


图6 接收数据电流波形

根据实验测得的波形可知,系统在发送数据和接收数据时的功耗明显增加,在发送数据的过程中系统最大电流仅为

55mA,接收数据的过程中系统最大电流仅为12mA。在其他工作状态下,系统电流大概在4mA左右。与无线智能水表的标准相比,在低成本的同时,系统的功耗也较低。

### 4 结束语

本文采用专门适用于中国智能抄表需要的低功耗、高性能、低成本的Si4438无线接收芯片和低成本、低功耗单片机PIC16F1947为主控芯片设计无线智能水表。首先分析了整体方案设计以及无线芯片Si4438的技术特点;其次对本系统的控制程序进行开发;最后,进行实验验证。结果表明,系统具有传输距离远、精度高、稳定性好、功耗低、功能完善等特点,是一种多功能、成本低、性能好的无线智能水表设计方案,对智能水表的推广以及应用具有重要的参考价值。

#### 参考文献

- [1]杨宏业,张跃,吕芳.自动抄表系统中通信方案的现状与展望[J].电测与仪表,2001,38(8):8-11.
- [2]焦江.谈无线技术的应用[J].通讯世界,2014(23).
- [3]陈立万,汪宋良.无线抄表系统低功耗控制电路的设计与实现[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2008,31(8):1198-1203.