

基于 MC9S12XS128MAL 控制的 光电导引式 AGV*

刘 波,汪宇辰,梁伟健,叶 波,周 杰*
(重庆大学 机械工程学院,重庆 400030)

摘要:针对目前国内自动导引运输车(AGV)体积大、价格贵的问题,在技术成熟的“飞思卡尔”智能汽车竞赛和价格低廉的电动轮椅车的基础上,设计了一款基于“飞思卡尔”MC9S12XS128MAL 微处理器控制的经济型光电导引式 AGV 系统。在试验台上对超声波传感器进行了测试,确定了紧急情况下的避障距离;采用光电码盘测速,由液晶模块显示出 AGV 的实时速度;同时结合无刷直流电机驱动原理,提出了基于偏差累积算法的控制方法,实现了差动方式的无刷直流电机驱动 AGV 直线行驶和转弯的功能,最后通过实验验证了该控制方法的有效性。研究表明,此 AGV 系统响应迅速、运行稳定,很好地实现了 AGV 的自动控制。

关键词:自动导引运输车;MC9S12XS128MAL 芯片;光电导引;超声波避障

中图分类号:TP242;TH39

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2013)07-0837-05

Photoelectric guided AGV based on MC9S12XS128MAL

LIU Bo, WANG Yu-chen, LIANG Wei-jian, YE Bo, ZHOU Jie
(School of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Aiming at the drawbacks that automatic guided vehicles (AGV) are bulky and expensive, a system based on Freescale micro processor MC9S12XS128MAL was used to design the economic photoelectric guided AGV system with the sophisticated intelligent car racing of the Freescale cup and the cheap electric wheelchairs. Experimental study on the ultrasonic sensors was carried out on a test rig. The obstacle distance in emergency was measured experimentally. The LCD module was introduced to display the real time velocity with using photoelectric encoders. Two brushless DC motors were used to drive the wheels, the deviation accumulated algorithm was proposed. The function was realized that the brushless DC motors successfully drive the AGV forward and to turn through differential control. At last, the control method was validated in the experiment. The results indicate that the AGV system is of quick dynamic response and stable operation, and the automatic control of the AGV is excellently realized.

Key words: automatic guided vehicle(AGV); MC9S12XS128MAL chip; photoelectric guided; ultrasonic obstacle avoidance

0 引 言

自动导向小车(简称 AGV^[1-3])是移动机器人的一种,是现代制造企业物流系统中的重要设备,主要用来储运各类物料,为系统柔性化、集成化、高效化运行提供重要保证。

资料显示:我国虽然开始研制工业机器人仅比日

本晚 5~6 年,但是由于种种原因,工业机器人技术的发展仍比较慢^[4]。AGV 从上世纪 60 年代开始研究,上世纪 70 年代,北京起重运输机械研究所研制成 ZDB-1 型自动搬运车,上世纪 90 年代中期,昆船公司在引进国外先进 AGV 小车的技术基础上,先后承担数十个 AGV 小车系统的设计、安装以及维护项目,其水平代表了目前国内的最高水平^[5]。

收稿日期:2013-04-02

基金项目:教育部国家级大学生创新训练资助项目(1110611051)

作者简介:刘 波(1990-),男,四川成都人,主要从事机械设计、机器人控制等方面的研究. E-mail:bobliu4research@gmail.com

通信联系人:周 杰,男,副教授,博士生导师. E-mail:jiezhou@cqu.edu.cn

图1中,U6、U10、U11分别是DAC0832芯片、LM358芯片、2 K电位器的原理图。

其中,DAC0832是采样频率为8位的D/A转换芯片,集成电路内有两级输入寄存器,使其具备双缓冲、单缓冲和直通3种输入方式,且精度能达到1/256。

DAC0832芯片转换的工作原理图如图2所示。

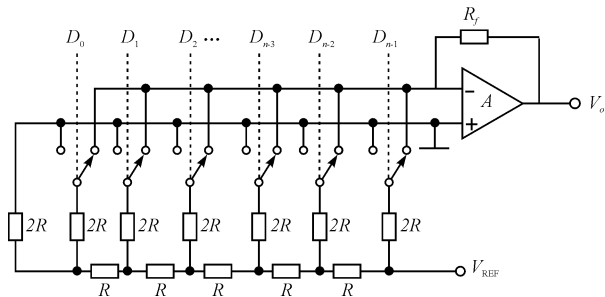


图2 DAC0832芯片转换的工作原理简图

图2中,DAC0832由倒T型R-2R电阻网络、模拟开关、运算放大器和参考电压 V_{REF} 四大部分组成。运算放大器输出的模拟电压 V_0 为:

$$V_0 = -\frac{V_{REF} \cdot R_f}{2^n R} (D_{n-1} \cdot 2^{n-1} + D_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + D_0 \cdot 2^0)$$

式中: V_{REF} —基本电压值,由芯片管脚 V_{REF} 给定。

由上式可见,输出的模拟电压与输入的数字电压($D_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + D_0 \cdot 2^0$)成正比,调节飞思卡尔MC9S12XS128MAL芯片端口的高低电平可改变D/A转换模块电平,从而调节输出的模拟电压的大小。

由于DAC0832的D/A转换结果采用电流形式输出,需要相应的模拟电压信号,必须外接一个高输入阻抗的线性运算放大器来实现。

LM358内部包括两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器,将DAC0832与LM358中的一个运算放大器相连,能得到相应的模拟信号。但是,实验所得的模拟信号是负电压,而且电压值偏小,再通过LM358的另一个运算放大器,实现电压值“翻转”,并通过2 K电位器,调节电压大小。

LM358适合于电源电压范围很宽的单电源工作模式,也适用于双电源工作模式。该设计采用的是双电源工作模式,需要为LM358芯片提供 $\pm 9\text{ V}$ 电压。

为了得到LM358工作所需的 -9 V 电压,本研究采用ICL7600芯片,它是MAXIM公司生产的小功率极性反转电源转换器,输入电压范围是 $1.5\text{ V} \sim 10\text{ V}$,能把 $+9\text{ V}$ 转换为 -9 V ,为LM358芯片供电。

2.3 光电传感器模块

光电传感器利用光的漫反射原理进行工作。在电

路设计过程中,因为光电传感器反馈的信号电压是 $0 \sim 24\text{ V}$,而单片机能检测的电压是 $0 \sim 5\text{ V}$,须增加一个光耦将光电传感器 $0 \sim 24\text{ V}$ 的输入电压转换成 $0 \sim 5\text{ V}$ 的电压。经测试,该光电传感器工作性能良好。

2.4 超声波避障传感器模块

超声波避障传感器^[11]工作时序图如图3所示。

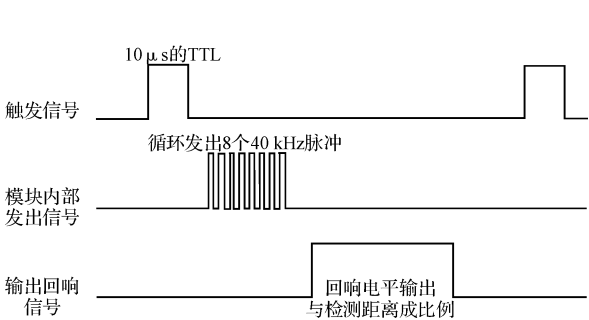


图3 超声波模块工作时序图

超声波模块的工作原理:采用I/O触发测距,当输入至少 $10\text{ }\mu\text{s}$ 的高电平信号时,该模块会自动发送8个 40 kHz 的方波,自动检测是否有信号返回,当有信号返回时,通过I/O端口输出一高电平,高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。测距公式为:距离=(高电平时间 $\times$ 声速(340 m/s))/2。

3 软件设计

软件设计时,首先结合机械结构、硬件电路,绘制出程序流程图;然后,利用Metrowerks公司为MC9S12系列专门提供的全套开发工具Freescle CodeWarrior IDE V5.1软件编写C语言程序代码,并进行编译与调试。

3.1 CodeWarrior IDE 编译环境

本研究利用CodeWarrior IDE V5.1软件提供的C语言集成开发环境实现AGV小车软件开发设计。

CodeWarrior的功能强大,除了一般开发工具所具有的编码、编译、编辑、链接、调试过程外,还具有如下优点:用户可在新建工程时将芯片的类库添加到集成开发环境中,工程文件一旦生成就是一个最小系统,并且用户无需进行繁琐的初始化操作,这一点正是51系列单片机无法比拟的。

3.2 控制程序流程图

除了显示小车实时信息的液晶显示程序、避障程序外,由于小车是采用左、右电机分别驱动,还需要设计小车稳定直线行驶与转弯的控制算法,并编写相应的程序代码。

综合上述因素,本研究绘制的光电导引式 AGV 控制程序流程图如图 4 所示。

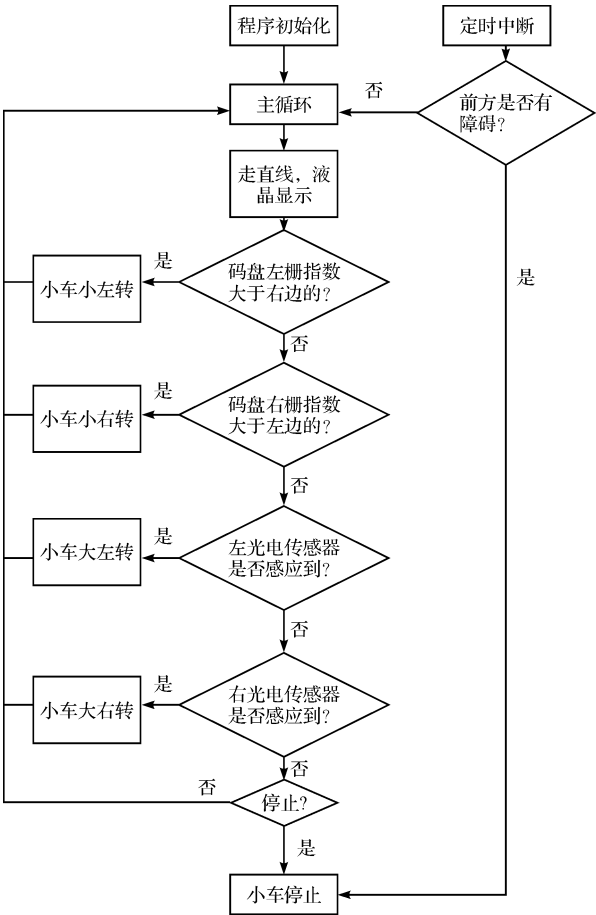


图 4 光电导引式 AGV 控制程序流程图

图 4 中,光电码盘的作用是保证小车稳定地直线行驶,当左、右光电码盘上测量的栅格数不同时,将会使小车小幅转弯;光电传感器的作用是保证小车顺利转弯,当左、右光电传感器感应到黑胶带后,将会使小车大幅转弯。避障部分采用定时中断,因为规定的避障距离是 1 m,通过超声波测距公式,算出测 1 m 距离所需时间为 5.9 ms,所以设定避障传感器每隔 8 ms 工作一次可达到测试要求;并且 8 ms 延时不通过“Delay”延时函数实现,而采用多次主循环累计实现,以缩短执行一次主循环所用的时间,提高控制效率。

3.3 程序编写

为使小车稳定直线行驶,需通过控制左右电机速度的增减以抵消左右电机之间的微小速度偏差。为了实现上述目的,本研究设计了一个基于偏差累积的算法。实现该算法的程序代码如下所示:

```
DisableInterrupts;  
if((B - A) > 2)  
{  
    B = B - A;
```

```
A = 0;  
PORTA = 0x55;  
PORTB = 0x45;  
EnableInterrupts;  
}  
If((A - B) > 2)  
{  
    A = A - B;  
    B = 0;  
    PORTA = 0x57;  
    PORTB = 0x3d;  
    EnableInterrupts;  
}
```

上述程序中,A 与 B 分别代表左、右光电码盘转过的光栅数,如果 $A = B$,左右光电码盘通过的光栅数相等,说明小车左、右后轮的速度相同。当 $(B - A) > 2$,则右光电码盘转过的光栅数大于左光电码盘转过的光栅数,说明右轮的速度大于左轮的速度,需通过小幅右转来调节以使小车保持直线行驶;对于 $(A - B) > 2$ 的情况,可依此类推。

4 现场实验和调试

为了验证小车能够稳定地沿着黑胶带行走,本研究通过在实验室地面上粘贴黑胶带的方式进行现场实验测试。

光电导引式小车及实验场地如图 5 所示。



图 5 光电导引式 AGV 实物图

图 5 中,小车的上表面除了安装一个电池盒用于存放电池外,其他平整表面部分用于装运货物。经过现场测量,小车上表面与地面的平行度保持良好。

为了控制小车直线行驶或转向,本研究需要向控制器输入两组模拟电压,此处定义为黄线电压和绿线电压。通过实验,分别测得了多组黄、绿线电压值下左、右电机(前进方向为准)的转速值,如图 6、图 7 所示。

如图 6 所示,从实验测试数据获得的拟合曲线可

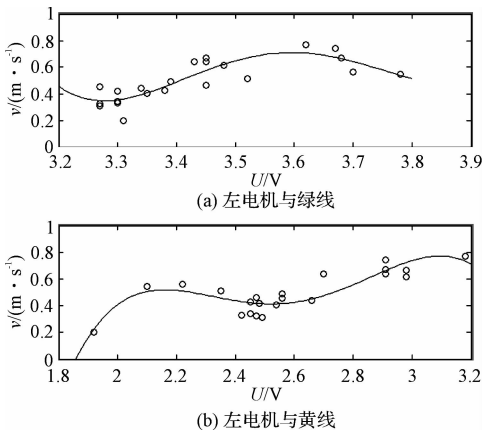


图6 左电机转速与黄绿线控制电压曲线图

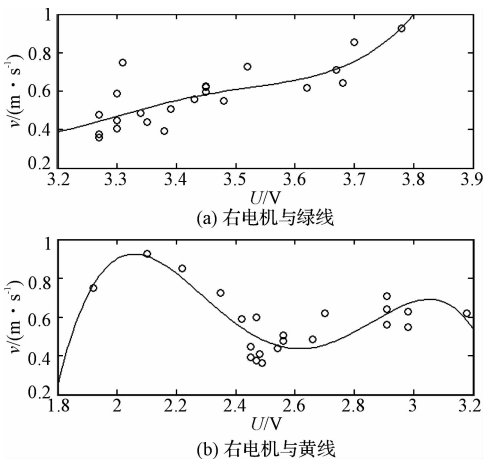


图7 右电机转速与黄绿线控制电压曲线图

知,左电机转速大部分稳定在 0.5 m/s,并且绿线电压值大部分在 3.3 V~3.5 V 之间,黄线电压值大部分在 2.4 V~2.6 V 之间。为了使小车直线行驶,需输入连续数据点代表的电压值,而为了使小车转向,则需输入离散数据点代表的电压值。

图 7 中的曲线规律与图 6 相似,通过与图 6 相同的分析方法可获得右电机稳定工作的控制电压值。

5 结束语

基于飞思卡尔芯片控制技术,本研究开发了光电导引式 AGV 小车。实地测试结果表明,小车性能总体上达到了预期指标。同时,笔者提出的偏差累积控制算法在小车行驶过程控制中获得了良好的应用,为以后的研究提供了重要参考依据。

在后续研究中,将在工厂车间开展小车测试,检验小车在更为复杂的路面条件下的性能;同时,该小车现阶段尚未安装蓝牙模块,无法实现对小车的远程控制,为了弥补该不足,笔者计划在后续的项目中增设蓝牙模块,以实现对小车的远程控制。

参考文献(References):

[1] HAMZHEEL M, FARAHANI R Z. An ant colony-based algorithm for finding the shortest bidirectional path for automated guided vehicles in a block layout[J]. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2013, 64(1-4):399-409.

[2] SOK Y L, HAI W Y. Navigation of automated guided vehicles using magnet spot guidance method[J]. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, 2012, 28(3):425-436.

[3] YING C H, TA W L. Zone design and control for vehicle collision prevention and load balancing in a zone control AGV system[J]. **Computers & Industrial Engineering**, 2009, 56(1):417-432.

[4] 陈自立,徐娅萍,顾立彬. 基于模糊 Q 学习算法的 AGV 路径规划研究[J]. **制造业自动化**, 2012, 34(11):4-6.

[5] LIANG J H, RAO Z Q. Research and I mplementation of visual control technology with AGV[C]//Proceeding of the 2011 IEEE International Conference on Electric Information and Control Engineering. Wuhan: [s. n.], 2011:1588-1591.

[6] 孙 瑜,张 倩,姜一丁. AGV 控制系统在烟草物流过程中的应用[J]. **自动化与仪表**, 2012, 27(5):39-45.

[7] 梁春苗,黄玉美,王小波. 基于 PMAC 的自动导引运输车智能控制[J]. **机电工程**, 2009, 26(8):98-99.

[8] 李医中,夏 田. 基于 CPAC 运动控制卡的 AGV 控制系统开发[J]. **机电工程技术**, 2011, 40(2):37-38.

[9] RAJEEVA L M, WEE H G, NG W C, et al. Cyclic dead-lock prediction and avoidance for zone-controlled AGV system[J]. **International Journal of Production Economics**, 2003, 83(3):309-324.

[10] CHE F H. A simulation study of a bi-directional load-exchangeable automated guided vehicle system[J]. **Computers & Industrial Engineering**, 2010, 58(4):594-601.

[11] 程斌杰,魏逢原,金孟加. 基于加速度传感器的智能小车路况自动测量系统[J]. **机电工程**, 2012, 29(10):1192-1194.