

# 电磁导航式智能车控制系统研究

侯代坡<sup>1</sup>,孔琳琳<sup>2</sup>,王 烁<sup>1</sup>,杨 成<sup>1</sup>,韩致信<sup>1</sup>

(1. 兰州理工大学机电工程学院,甘肃 兰州 730050;2. 安徽理工大学机械工程学院,安徽 淮南 232001)

## Structure Study on Electromagnetic Navigation Intelligent Vehicle Detection and Control System

HOU Dai-po<sup>1</sup>, KONG Lin-lin<sup>2</sup>, WANG Shuo<sup>1</sup>, YANG Cheng<sup>1</sup>, HAN Zhi-xin<sup>1</sup>

(1. School of Mechanical and Electromechanical Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. School Mechanical Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

**摘要:**以“飞思卡尔智能车”电磁组比赛中的磁导航方式的电磁信号为研究和分析对象,对电感线圈和运算放大器等元器件的选择和电路设计方面作了详细论述;重点分析传感器的布置方式对检测精度的影响,提出了一种“分段插值标号”的方向控制方案。

**关键词:**智能车;传感器;电磁导航;分段插值

**中图分类号:**TP242.6

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-2257(2013)02-0078-03

**Abstract:** With “the Freescale cup intelligent car racing” of the electromagnetic navigation intelligent car’s electromagnetic signal as the research and study object. The inductance coil and operational amplifier components selection and circuit design is discussed in detail; the sensor layout methods on the influence to the precision of detection is essential analyzed, a kind of “piecewise interpolation label” direction control scheme is put forward.

**Key words:** intelligent car; sensor; electromagnetic navigation; piecewise interpolation

## 0 引言

全国大学生智能汽车竞赛以汽车自动驾驶技术为背景,采用 MC9SXS128 微控制器作为核心控制模块,主要针对电磁导航方式中道路检测传感器模块的设计,以及软件去除零点漂移方法进行讨论;为

检测引导线与车体的相对位置,传感器模块设计了 6 个基本检测单元,使基本检测单元均匀分布在车体的前方成一字排布。电磁导航技术相对于图像检测方式和光电检测方式而言,具有抗干扰能力强、精度和可靠性高的特点。传感器输出信号为连续的模拟信号,易于实现智能车巡线的精确控制,更有益于增进高校学生对智能车的研究与探索。

通过传感器检测信号值的大小,并进行比较,判断引线的初步位置,最后通过一系列算法得出其精确位置。建立智能车自动循线控制系统,使其具备自动识别、自动循线和车速自动调整等功能。

## 1 检测模块硬件设计

智能车对起始线的检测采用干簧管串联方式,使用串联方式可以提高检测精度和灵敏度,易于实现干簧管的对称布置。道路引线检测传感器的驱动电压和转向舵机的驱动电压都为 5 V,直流机电电压(电池两端电压)为 7.2 V。采用 7805,7806 或 2940 稳压芯片。电机驱动芯片采用 BTS7960,2 片同时使用,用于控制电机的正反转。

智能车导航采用的是 20 kHz 不断变化的正弦交流电,该电磁波属于甚低频电磁波。采用电磁感应线圈方案,其原理简单、价格便宜、频率响应快和电路实现简单。

放大电路采用 LC 震荡电路检测交变磁场,弱信号经放大电路放大,再经检波电路的检波,得到直流信号传输给单片机 A/D 模块进行转换,如图 1 所示。探头采集到的信号为毫伏级正弦信号,因此要对其放大整流。由于微处理器 A/D 接口采样电压范围为 0~5 V,取放大倍数为 100。该电路前一级运算放大器对前级电路呈高阻状态,对后级电路呈

收稿日期:2012-09-04

低阻状态,因此对前后级电路起到缓冲隔离作用。后级运算放大器起到电压放大作用后,驱动发光二级管,根据发光二极管的亮度指示传感器检测交流磁场的强弱。

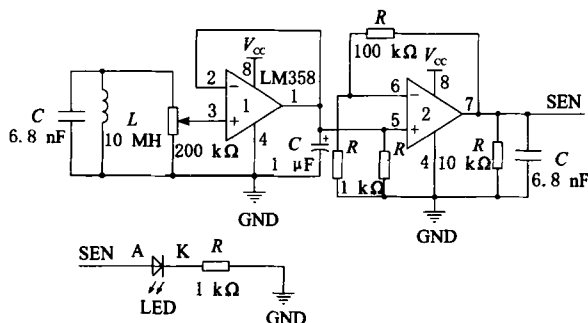


图1 信号检测系统的电路

## 2 传感器布局方式

### 2.1 传感器布局方式设计

由于导线周围的磁场分布为<sup>[1]</sup>:

$$B = \int_{\theta_2}^{\theta_1} \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \sin\theta d\theta$$

由此得:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

对于无限长直流来说,上式中  $\theta_2 = 0, \theta_1 = \pi$ , 则有:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}$$

并且磁力线的方向垂直于导线平面以导线为轴的一系列同心圆。同一圆上的磁感应强度相同。

在水平面内取与导线垂直于探头的方向为 X 方向,与导线平行的方向为 Y 方向,竖直方向为 Z 方向,在同一高度情况对水平位置信号进行测试得出如下结论<sup>[2]</sup>。

如图2所示,导线周围磁场的强弱为一左右对

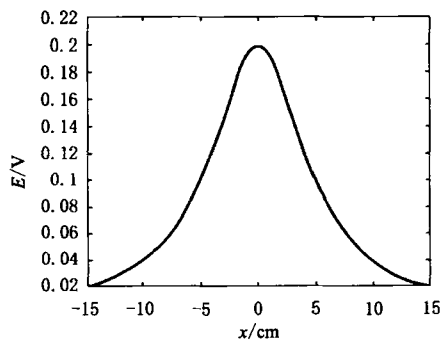


图2 线圈轴线(X轴)信号

称图像,因此可用 X 方向调整车体的位置,调整转向舵机角度的大小。

传感器与赛道水平垂直放置,并且均匀分布于赛道前端。均布放置可以使得每个传感器检测过程中都能检测到数据,并且通过传感器的值不同,得到导线的初步位置,然后将数据传入微处理器,通过进一步分析得出道路中心精确位置,从而控制舵机转角的大小,使智能车在预定轨道行驶<sup>[3]</sup>。

### 2.2 数据分析

由表1和图3可知,当导线处于两传感器中央时,A/D采样信号差值( $E_d$ 值)为0;当将导线往左移时, $E_d$ 值小于0;当将导线往右移时, $E_d$ 值大于0。因此,导线位置在0~30 cm之间变化时,A/D采样信号差值与探头中心距导线距离为单调函数。

表1 A/D采样后信号差值实测数据

探头中心与导线间距离 (cm)	-9	-18	-7	-6	-5
A/D采样后信号差值 (mV)	-52	-59	-62	-60	-60
探头中心与导线间距离 (cm)	-4	-3	-2	-1	0
A/D采样后信号差值 (mV)	-53	-47	-36	-19	-9
探头中心与导线间距离 (cm)	1	2	3	4	5
A/D采样后信号差值 (mV)	5	17	27	35	46
探头中心与导线间距离 (cm)	6	7	8	9	
A/D采样后信号差值 (mV)	48	44	36	28	

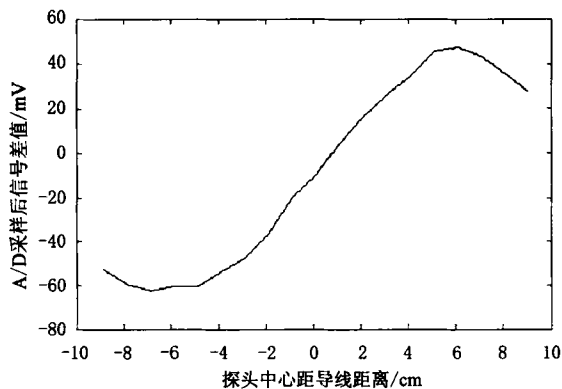


图3 实测数据曲线

由此,利用 A/D 采样后信号差值大小确定赛道中线位置,起到导航作用。

### 3 软件设计

#### 3.1 软件主要功能与框架

智能车软件控制设计中,主要包括系统初始化、获取 A/D 值、数据检测、去除最大最小值、数据归一化处理、求均值、计算智能车车体位置和智能车方向控制等。

软件的主要功能有车体运行状态检测、电机 PWM 输出、车体速度控制、车体方向控制、车体运行流程控制、程序初始化、车模启动与停止控制、状态显示、上位机监控和参数设定等。

智能车控制系统软件流程如图 4 所示。

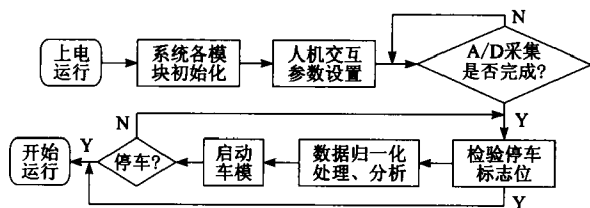


图 4 智能车控制系统软件流程

#### 3.2 软件分段插值标号算法

根据图 3 所示, A/D 采样后信号差值的大小, 与探头中心距导线的距离成单调分布规律, 由此, 可建立智能车方向控制策略<sup>[4]</sup>。利用左右对称的 6 个传感器, 来判别道路中心位于 6 个传感器的哪个区间。将 6 个传感器由左至右进行编号 {A, B, C, D, E, F}, 在微处理器中对 6 个传感器所检测到的信号值进行比较, 得出最大值和次大值, 从而判断出道路大体中心位置。此时得到的中心位置为 6 个传感器区间位置, 为了控制的精确性, 在 6 个区间之内采用插值标号的控制算法。由于两传感器检测信号差值成单调分布规律, 所以在每个区间内根据图 3 所示进行分段插值, 可根据实际需要将插入值分为 3 个, 此时对应的舵机转角相应增加。为了控制的连续性, 也可将插入值分为 3~6 个不等, 实验证明, 4 个插入值即可满足转向需要。然后对插入值由左至右进行编号, 每个编号对应不同的舵机转向角。

### 4 结束语

设计了电磁导航智能车检测系统, 从硬件和软件的角度进行了详细论述, 提出了一种简单高效的方向控制算法, 实验证明, 此方案具有良好的稳定性

和精确性。采用此控制算法在第六届“全国大学生智能车大赛”中获得西部赛区决赛二等奖。但该方案还有改进之处, 比如软件算法分段插值可以改为连续性控制方案, 也可以增加道路情况预判策略。

#### 参考文献:

- [1] 张昊飏, 马旭, 卓晴. 基于电磁场检测的寻线智能车设计[J]. 电子产品世界, 2009, 16(11): 152-155.
- [2] 李仕伯, 马旭, 卓晴. 基于磁场检测的寻线小车传感器布局研究[J]. 电子产品世界, 2009, 16(12): 41-44.
- [3] 马蕾, 王荣本. 智能车辆导航控制技术[J]. 吉林大学学报, 2004, 34(4): 582-586.
- [4] 胡广书. 数字信号处理——理论、算法与实现[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.

作者简介: 侯代坡 (1985-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向为智能汽车; 孔琳琳 (1987-), 女, 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向为矿山机械。

## 工业信息化平台高端 圆桌会议在深圳召开

工业信息化平台高端圆桌会议于 2012 年 12 月 13 日至 15 日在深圳京基喜来登酒店召开, 与会者有专家、学者、企业领导、行业精英共 30 余人。

党的十八大提出了“工业化、信息化、城镇化、农业现代化”的“新四化”, 强调了走中国特色的“新四化”道路, 推进工业化和信息化的融合。因此, 工业信息化平台高端圆桌会议是符合当今社会发展的大方向。特别值得一提的是这个会议的倡导者和组织者是具有战略眼光、站在新时期战略制高点来组织和实施的。会上, 盛博科技总裁赵勇作了“发展新一代工业信息化平台的战略思考”的主题演讲。赵勇总裁和英特尔嵌入式产品事业部中国区总监曾明、南瑞集团公司副总工程师张长银、上海轨道交通工程技术中心主任谢维达、上海工业自动化仪表研究所技术研究中心彭瑜等专家、教授的主题演讲, 使与会者受益匪浅, 感受颇深。将有效推动信息化和工业化的深度融合, 打造好新的可持续发展的工业信息化平台, 促进我国经济转型和发展。

(金石)