

电磁轨道智能车赛道检测方法研究

孙书咏

(西安邮电学院 自动化学院, 陕西 西安 710121)

摘要:为了提高电磁轨道寻迹小车信号检测系统的可靠性和准确性,提出基于电感传感器的信号检测方法,给出基于三传感器的赛道检测方案。与采用多传感器及开关电路的检测方案相比,该检测方案通过对信号进行差分处理和阈值比较的方法获取轨道信息并计算出准确的方向偏角,从而可减少传感器数目,扩大轨道检测系统工作特性的线性工作区。测试结果表明:采用该检测方案的小车,轨道检测系统工作稳定有效。

关键词:电磁;控制;电动车;微处理器

中图分类号:TP274

文献标识码:A

文章编号:1007-3264(2011)06-0039-03

第五届大学生智能车竞赛增设了基于电磁轨道检测的竞赛项目,电磁赛道的准确检测是该项目控制系统工作的重要环节^[1,2]。

多数参赛小车参考光电检测小车方案设置多通道传感检测方案^[3,4]。这种方案信号处理电路复杂,电路调试工作复杂,可靠性低,而且还存在检测范围窄等问题。

赛道检测的可靠性及准确性对小车的整体控制起到重要作用^[5-7],轨道检测信号是实现智能车系统方向控制、速度控制的前提。因此,研究较高可靠性和准确性的赛道检测方法,对提高智能车运行性能是非常重要的。

本文通过对电磁场感应强度的差分信号分析,计划给出一种基于三传感器的赛道检测方案,来实现小车对运行方向的准确检测。

1 电感传感器工作特性

电磁赛道横向剖面如图1所示,若传感器安装高度为 h , x 为传感器与赛道的横向偏移,则 r 为传感器与轨道的垂直距离, B 为传感器处的磁感应强度^[8,9]。

若传感器经过放大和检波后输出的信号为 v ,则定义 x 与 v 间的关系为传感器的输入输出关系。

传感器处的磁感应强度

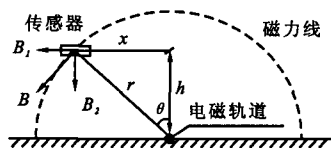


图1 电磁传感器设置

$$B = \frac{\mu}{2\pi r} I \sqrt{2} \cos \alpha t \quad (1)$$

忽略传感器与赛道纵向夹角产生的磁通分量影响,传感器中的磁通

$$\Phi = \frac{\mu s \cos \theta}{\sqrt{2} \pi r} I \cos \alpha t \quad (2)$$

则传感器感应电动势

$$E = -N \frac{d\Phi}{dt} = \frac{N \mu s \omega \cos \theta}{\sqrt{2} \pi r} I \sin \alpha t \quad (3)$$

通过放大检波处理后传感器输出

$$v = \frac{K' N \mu s \omega \cos \theta}{\sqrt{2} \pi r} I$$

其中 K' 为放大与检波系数。若令

$$K = \frac{K' N \mu s \omega I}{\sqrt{2} \pi}$$

则得

$$v = K \frac{h}{h^2 + x^2} \quad (4)$$

选取适当的 α ,上式可拟合为

$$v = \alpha e^{-x^2} \quad (5)$$

收稿日期:2011-06-07

作者简介:孙书咏(1970-),男,讲师,硕士,研究方向:自动控制、信号与信息处理,E-mail: shuyongsun@126.com。

式(4)及式(5)表明电感传感器的输出与偏移 x 呈现非单调性的函数关系。

2 传感器差分信号分析

单电感无法检测出偏移方向,而且有效工作范围窄。为了实现传感器检测偏移方向的目的,可以在轨道两侧等距设置双电感,并对传感器的输出信号进行差分处理^[10],则差分信号可体现偏移方向和距离。

设传感器相距 $2l$,则传感器组的输出信号

$$v = v_1 - v_2 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} v &= \alpha e^{-(x+l)^2} - \alpha e^{-(x-l)^2} \\ v &= \alpha e^{-\beta(x+l)^2} - \alpha e^{-\beta(x-l)^2} \\ v &= 2\alpha e^{-x^2} e^{-l^2} \left(\frac{e^{2lx} - e^{-2lx}}{2} \right) \\ v &= 2\alpha e^{-x^2} e^{-l^2} \operatorname{sh} 2lx \\ v &= k e^{-x^2} \operatorname{sh} 2lx \end{aligned} \quad (7)$$

其中

$$k = 2\alpha e^{-l^2}$$

根据式(7)可画出差分信号的工作特性曲线(图2)。差分信号与偏移间的特性曲线表明,该方案能够很好地检测出偏移方向,并且可以抑制共模干扰,另外,关系函数不具有单调性。

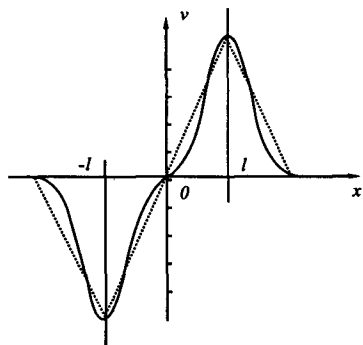


图2 差分信号特性

为了对以上分析进行验证,特制作电传感器检测电路,在传感器与地面等高度的情况下,采集距轨道不同距离下的数据,并利用 Matlab 对采集到的数据进行分析,从而得差分信号特性曲线(图3)。

分析表明,拟合函数的结果与实测数据一致,且当传感器与轨道距离在不同区间时,数据显现线性特征,因此,传感器差分信号的输入输出特性可以采用分段线性方程进行拟合,从而简化算法。

3 电动车三电感检测方案

虽然通过差分信号能够判断偏移方向,但差分

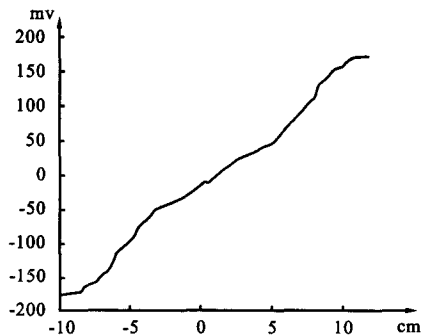


图3 实测差分信号

信号与偏移距离关系是非单调性的,因此根据传感器信号计算偏移距离时会出现误判。

为了避免计算偏移时的误判,以下给出一种三电感检测方案(图4)。

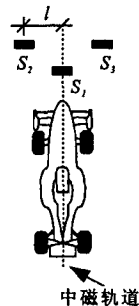


图4 三电感检测方案

其中 S_2 和 S_3 的差分信号用于计算偏移方向和距离,传感器 S_1 信号经阈值比较电路处理后输出高、低电平信号用于判断车辆偏移区间。

三电感传感器工作特性曲线如图5,虚线表示 S_1 模拟输出。当前偏移距离 x 在 $[-l, l]$ 区间以内时,传感器 S_1 阈值电路输出高电平,当 x 不在 $[-l, l]$ 区间时,阈值电路输出低电平。过原点折线信号为差分电路输出信号。

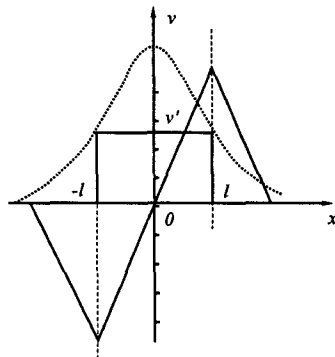


图5 三电感工作特性

由于智能车所用的 MC9S12XS128 处理器拥有多路 A/D 通道,为了简化电路,信号的差分处理可由处理器完成。

经实测,双电感差分电路在 $-20\text{cm} \sim 20\text{cm}$ 范

围以内呈明显线性特征,该范围以外,小车已经处于偏离轨道的异常状态,结果中间传感器的数据,易于系统判断出系统的方向状态及偏移距离。

4 结论

三电感检测方案从整体上可简化电磁轨道智能车信号检测系统的电路设计,降低制作及调试系统的难度,而且检测电路的输出信号易于实现线性拟合,数据处理算法简单,因而能在一定程度上提高轨道检测的可靠性和准确性。

参 考 文 献

- [1] 邢洁,周爱国. 基于单频电磁制导方式的 AGV 小车[J]. 微型机与应用, 2011,30(3): 18-21.
- [2] 刘伟. 基于 MC9S12XS128 微控制器的智能车硬件设计[J]. 电子设计工程, 2010,18(1):102-104.
- [3] 张国亚,钱新恩,程耕国,等. 基于模糊控制的智能车转向控制仿真研究[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2008, 22(1):26-28.
- [4] 宁慧慧,余红英. 基于红外光电传感器的智能车两轮差速转向模糊控制[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(1): 94-95.
- [5] 韩毅,杨天. 基于红外传感器的智能寻迹赛车的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(11): 2687-2690.
- [6] 郑伟,谢利理,张震. 一种具有自学习功能的智能红外遥控器设计[J]. 计算机测量与控制, 2007, 15(12): 1758-1760.
- [7] 王江华. 基于 XS128 单片机的智能车赛道识别装置的设计[J]. 价值工程, 2011,(17):155-156.
- [8] 邢洁,周爱国. 四轮驱动电动小车的控制系统设计[J]. 机电一体化, 2008,14(8):86-89.
- [9] 袁仪,陈世元. 电动汽车电子转弯差速的解决方案综述[J]. 上海汽车, 2009,(3):2-5.
- [10] 段颖康. 基于 MC9S12XS128 单片机的智能循迹小车的硬件设计[J]. 电子元器件应用, 2010,12(1):33-35.

Electromagnetic rail track detection method for intelligent motor-driven carrier

SUN Shu-yong

(School of Automation, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710121, China)

Abstract: In order to keep the AGV tracing signal detection system in high reliability and accuracy, a signal detection method with three-sensor detection program is proposed. Compared with other method with multi-sensor or switch circuit, the proposed one can not only reduce the number of sensors, but also expand the linear region of operating characteristics of a track detection system, because the exact direction of the angle can be calculated out when the differential signal processing and threshold comparison is considered. Test results show that, the track testing system is stable and effective.

Key words: Electromagnetic; Control; AGV; MCU

[责任编辑:王辉]