

一种基于各向异性磁传感器的车辆检测方法

陈忠祥 庞尔江 陈文芾

(厦门大学机电工程系, 福建 厦门 361005)

摘要: 针对目前车辆检测方法受环境影响大、精度低、成本高和安装维护复杂等问题, 文章提出一种基于各向异性磁阻效应的车辆检测方法, 利用两个各向异性磁阻传感器组成三轴检测电路, 通过检测车辆对地磁场的扰动来进行车辆检测。详细地介绍了地磁检测原理、硬件构成和软件设计, 实验结果证明利用该地磁检测模块进行车辆检测有一定的优势。

关键词: ARM传感器; 车辆检测; 智能交通; 弱磁测量

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801(2014)03-030-03

随着智能交通系统的发展, 车辆信息采集已大范围覆盖停车场、街道和公路, 其中车辆检测是智能交通最基础、最重要的环节。目前国际上进行车辆检测的主要方法有环形感应线圈、视频图像识别、光电检测和微波检测等。环形感应线圈虽然技术成熟、结构简单, 但需要将其埋置在地面下, 对路面破坏比较大, 而且感应线圈的尺寸几乎和汽车一样大, 容易产生由于两辆车同时压在一个线圈上造成误检, 因此不宜推广使用。视频检测器成本高, 而且精度受天气、光线条件影响比较大, 镜头容易受灰尘影响, 需要定期维护, 使用不便; 光电检测和微波检测抗干扰性能差, 容易受环境的干扰, 检测精度有待提高。为了克服以上问题, 本文提出一种基于磁阻传感器车辆检测方法, 利用该传感器来检测汽车对均匀地磁信号的扰动, 判定车辆的到位和通过情况, 该方法具有自组性高、安装简单、对非铁磁性物体没有反应、可靠性高等特点。

1 AMR 各向异性磁阻传感器在车辆检测中的检测原理

在磁场中物质的电阻会发生变化, 这种现象称为磁电阻效应。磁电阻效应分为两种, 其中一种是各向异性磁电阻效应。对于强磁性金属(铁、钴、镍及其合金)而言, 在外加磁方向场与磁体内部磁化方向平行时, 金属的电阻几乎不随外加磁场而变化; 当外加磁场方向偏离金属的内磁化方向时, 金属的电阻就会变小, 这种现象就是各向异性磁电阻效应。

ARM 各向异性传感器就是基于各向异性磁电阻效应的传感器, 传感器的基础器件是惠斯通电

桥, 电桥的电阻由镍铁合金材料制成, 该电阻的阻值在一定范围内与磁场矢量变化呈线性关系。图1是本文采用的霍尼韦尔 HMC1021 磁阻传感器的输出特性曲线图, 当处于变化的磁场范围中时, 其电阻会有变化(ΔR), 电阻的变化会导致输出电压的变化, 通过检测传感器输出电压的变化, 就可以检测与电阻对应变化的磁场信息。该传感器在一个磁场强度为 ± 6 Gauss 的范围内, 存在一个灵敏度 1 mV/Gauss 的线性区域, 在该区域内可以准确的测定磁场强度和方向变化等信息。

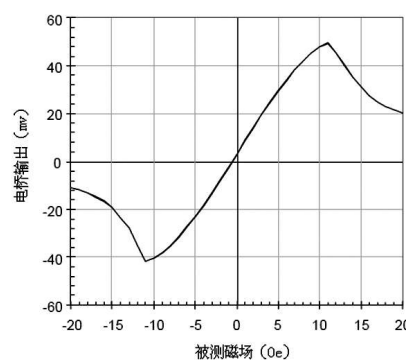


图1 HMC1021 磁阻传感器的输出特性曲线

在地球表面一个有限的空间里, 地磁场可以看成是均匀分布的, 当这个均匀的磁场被黑色金属扰动时, 其均匀性就被破坏。如图2所示, 车辆可以看作是一个双极性磁铁, 这种双极性的磁铁模型的极化方向为北-南方向, 从而引起了地磁场的扰动。根据观察, 在黑色金属密度比较大的地方, 扰动的程度会越大。车辆会使地磁场的磁感应线产生扭曲和畸变, 所以当含铁磁物质的物体(如车辆)经过传感器时, 会对传感器周围的地磁场造成扰动, 由此产生的地磁变化可以由传感器检测出来, 即可根据地磁场的变化来判断车辆

作者简介: 陈忠祥(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 嵌入式系统设计。

陈文芾(1955-), 男, 教授, 博士, 研究方向: 计算机控制技术、嵌入式设计。

信息。

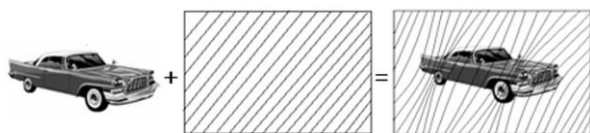


图2 车辆对地磁场的扰动

2 AMR 传感器在车辆检测中的应用

2.1 硬件设计

对于一个平面磁场,磁场 B_S 可以分解成两个垂直的向量分量 B_X 和 B_Y ,当磁场方向为 B_S 的地磁场时, B_X 和 B_Y 既可以代表 B_S 的方向,也可以计算得出 B_S 的幅值大小。如图3所示的是HMC1022磁阻传感器的组合,该传感器可以在两个垂直方向上检测磁场分量。车辆检测可以分成两种方式,一种是运用单轴传感器,此种方式只能检测停车位的车辆是否存在;另一种运用三轴传感器,该方法不仅可以检测车辆是否存在,还可以通过传感器来获取车辆的行驶方向和速度信息来判断车辆的通过情况。本项目为了获取足够多的信息,采用了组合三轴传感器。选用HMC1021(单轴)和HMC1022(双轴)组成一个三轴传感器,将这个传感器安装在停车位中间,通过这样的传感器设置,地磁场 B_S 就分解成3个 B_X 、 B_Y 和 B_Z 3个向量分量,当车辆靠近传感器时,通过检测车辆对地磁场3个向量分量的磁场扰动,可以准确的检测车辆在停车位上的位置信息。

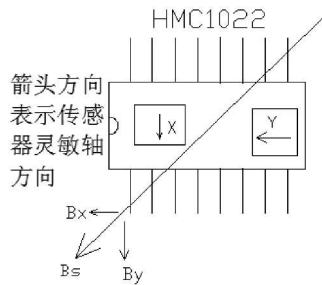


图3 二轴磁场感应

图4给出了实际的车辆检测电路,由于三轴检测电路的结构相同,在此只给出一轴的检测电路。该电路能够采集传感器输出的电压信号,然后放大传送给MCU的A/D采样端口,将模拟信号转换为数字信号量。其中,由OP07组成的放大器放大增益为200,放大器对传感器的输出信号进行差动放大,由于放大器是5V供电,电位器 R_6 用来提供一个偏置电压。在实际测量中,HMC1022传感器的测量范围是 $-10\sim+10$ Gauss,若实际磁场超

过了这个范围,磁传感器的磁化极性遭到破坏而不能准确测量。为了防止强磁场干扰,可以通过瞬态的强恢复磁场来恢复或者保护传感器的特性,经过传感器的置位或者复位,就可以实现低噪音和高灵敏度的磁场测量,因此本项目设计了复位/置位电路,由MCU的D0端口每隔10s输出一个2ms的低电平,此时通过IRF7509可以得到复位/置位电平,对传感器进行复位/置位操作。同理,HMC1021的测量范围是 $-6\sim+6$ Gauss,也必须设置相同的复位/置位电路来恢复传感器的原有特性。本项目中使用的MCU是Atmel公司生产的ATMEGA16单片机,ATMEGA16单片机集成A/D转换器(10位精度,8个转换通道)、USART、SPI控制器、TWI总线控制器等外设,是一款功能强大的高性能单片机,为许多嵌入式应用提供了灵活而低成本解决方案。

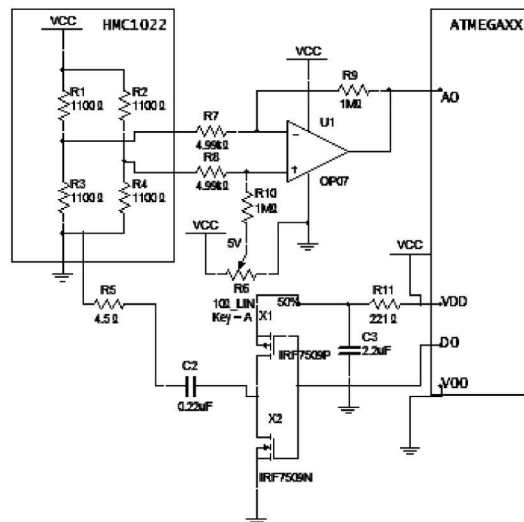


图4 信号处理电路

图4给出了单轴的实际测量电路,按照图示搭建检测电路,可以精确的检测车辆是否存在或者车辆的方向。在此次车辆存在和车辆方向的检测中,三轴磁传感器须沿东-西方向放置在地面上,X、Y、Z轴的方向如图5所示。

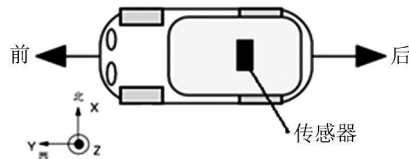


图5 车辆和磁阻传感器的方向和相对位置

2.2 软件设计

车辆检测模块的主程序流程图如6所示,初始化主要包括单片机的I/O管脚初始化和外设的

初始化(A/D转换器、定时器、串口等)。传感器本身带有低通滤波器,检测电路硬件设计中就不必另行设计外部低通滤波器,本项目因此采用软件平均滤波,连续A/D采样5次,抽取平均值作为该次测量值,将测量值转换成电压值,保存以后通过串口发送给PC机,以便后期的实验数据处理和分析。在完成三轴的数据采集以后,进行数据处理,通过采集的数据来到判定车辆是否存在和通过情况等,最后将相关的车辆信息显示在人机界面上。

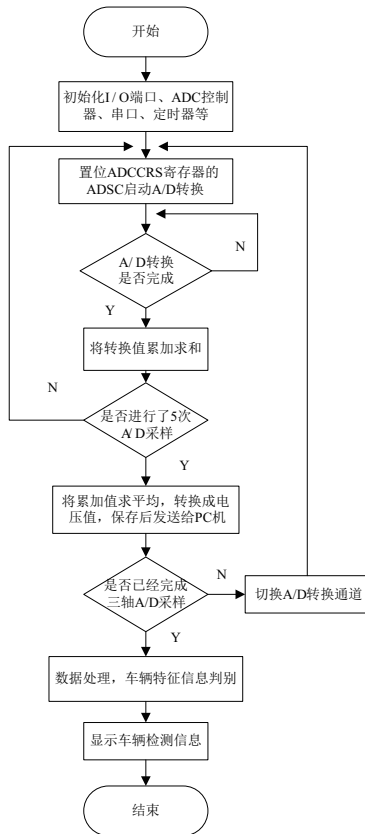


图6 主程序流程图

3 实验结果

在本次实验中,一辆实验轿车沿东-西方向,从传感器方向正上方缓慢驶过,此时,该坐标轴原点的表示车头刚接触传感器的位置。X、Y、Z轴的输出变化如图7所示。

如图7所示,当车头离传感器有一定距离时,传感器的各输出轴的输出基本不会发生变化,但是车辆慢慢靠近传感器时,车辆附近的地磁场分布开始发辨变化,此时,X轴为传感器的变化灵敏轴,X轴的输出变化明显;当车辆的前轮轴越过传感器上方时,车辆的车轮(含有铁镍合金)会引起地磁场有较大的变化,此时,Y轴为变化灵敏轴,Y轴的输出变化量最大。当车辆继续向前行

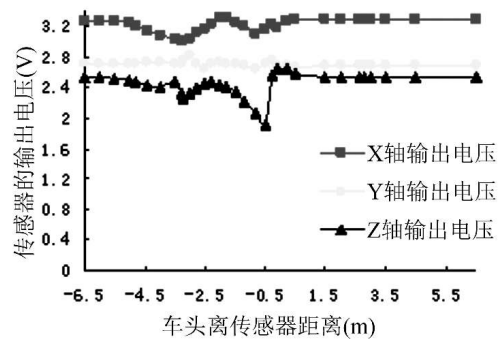


图7 轿车经过磁传感器过程中的位置与各轴传感器输出关系曲线

驶时,当传感器正好位于发动机下方时,发动机引起周围地磁场分布的较大变化,此时,X轴、Z轴为传感器均为变化灵敏轴,X、Z轴输出变化量最大。当车辆继续向前行驶,车后轮达到传感器的位置时,此时,Y轴输出量变化较大。当车子快离开传感器时,X轴和Z轴输出量变化较大,这是由于车辆后备箱中装有备用轮胎的缘故,其中备用轮胎轮毂对X、Z方向的磁场造成一定的干扰。当车辆远离传感器时,传感器的各输出轴又回到初始值状态。车辆在经过传感器的过程中,车辆的前、后轮和发动机3个黑金属集中的地方引起三轴数据的较大变化。

4 结论

使用HMC1021(单轴)和HMC1022(双轴)组成一个三轴传感器对车辆进行检测,当车辆穿过传感器时,车辆扰动传感器周围均匀分布的地磁场,传感器可以准确拾取扰动变化,获得三轴磁场数据来判断车辆通过情况。该设计具有不受温度和恶劣天气影响、体积小、易于维护等优点。安装时只需将传感器节点放置在停车位上预留的地缝中即可,节点数据传送的方式可以采取有线方式也可以采用无线方式发送,系统的自组性很强。如果在实际车位和道路中大规模的安装该系统,可以采集大量的实时数据信息。该设计可以广泛应用于智能交通系统中,凭借其众多优点,可能会逐步取代现有其他的车辆检测方式。

参考文献:

- [1] 苏东海,王亮,马寿峰.基于地磁感应的车辆检测方法的研究[J].浙江大学学报:工学版,2011,45(12):2109-2114.
- [2] 裴轶,虞南方,刘奇,等.各向异性磁阻传感器的原理及其应用[J].仪表技术与传感器,2004(8):26-32.
- [3] 杨波,邹富强.异向性磁阻传感器检测车流量的新方法[J].仪表技术与传感器,2004(8):26-32.
- [4] 闻育,潘宽.基于磁偏角的车辆检测的研究[C].第27届中国控制会议,昆明,2008:586-590.