

DOI:10.16652/j.issn.1004-373x.2018.14.010

# 一种新型的盲道与探测器的设计与实现

柴亚南<sup>1</sup>, 马玲玲<sup>2</sup>

(1. 山东大学 电气工程学院, 山东 济南 250061; 2. 山东大学, 山东 济南 250061)

**摘要:** 针对目前城市盲道主要采用盲人脚底感觉区别盲道来引导盲人出行中存在的一些问题,设计一种新型的基于敷设钕铁硼磁铁的盲道和手持探测棒系统,给出详细的设计原理图及方法。该系统的盲道与现有的盲道不同,它将原有的盲道敷设的地面砖换成具有磁性材料的地面砖,使用单片机、磁性传感器系统和蓝牙模块构成的磁性探测棒进行探测,具有磁性检测灵敏度、提示音量可调节等优点,并可以通过蓝牙模块,配合基于百度地图开发的盲人手机的导航APP,语音提示当前的地理位置,也可以通过探测棒上的蜂鸣器提示是否行走在盲人道内,极大地方便了盲人的出行。该系统设计构造简单、使用方便,通过实际测试和实验,达到了最初的设计目的。

**关键词:** 盲道; 探测棒; 钕铁硼磁铁; 蓝牙模块; 磁性传感器系统; 导航APP

**中图分类号:** TN215-34; TP399

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-373X(2018)14-0041-03

## Design and realization of a new blind lane and detector

CHAI Yanan<sup>1</sup>, MA Lingling<sup>2</sup>

(1. School of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China; 2. Shandong University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** In allusion to the problems existing in the current outgoing guidance of blind people who discriminate blind lanes in cities by relying on feeling of their feet, a new system of blind lane based on laying of neodymium magnets and hand-held detection bar is designed. The detailed diagram and method of the design principle are given. The blind lane of the system is different from the current blind lane. The original ground bricks laid on blind lanes are substituted by the ground bricks with magnetic materials. The magnetic detection bar composed of the SCM, magnetic sensor system and Bluetooth module is used for detection, which has the advantages of sensitive magnetic detection and adjustable beep volume. Voice prompt of the current geographic position can be realized by using the Bluetooth module matched with blind people's navigational mobile APP developed based on the Baidu map. The blind people can be reminded whether they are on the blind lane via the buzzer on the detection bar, which greatly facilitates the outgoing of blind people. The system has simple design construction, and is easy to use. The actual test and experiment show that the system has achieved the initial design purpose.

**Keywords:** blind lane; detection bar; neodymium magnet; Bluetooth module; magnetic sensor system; navigational APP

随着物联网的发展和应用的普及推广,各种以传感器和无线网络为通信基础的应用不断出现,为不同的应用提供了极大的方便。但是,如何让那些残疾人享受到新技术带来的方便,成为一个重要的研究领域。目前各个城市在道路建设过程中,为了考虑到盲人行走的方便,都拿出一定的范围修建了盲人步道。它主要是通过路面花纹的不同,通过盲人脚底的感觉区别盲道,从而引导盲人的出行。但是它存在一个问题,由于鞋底的厚度不同,有时脚底的感觉不是很明显。而且由于路面的花纹凹凸不平,容易造成绊倒事故的发生。最重要的是盲人行走过程中无法知道自己目前行走的位置。

针对这些问题,设计一个基于永磁材料的新型盲道和基于此盲道的探测棒,这种盲道的路面与正常路面一样平整,只是在其中间加入了永磁材料。盲人在出行时,通过手持的磁场检测棒就可以探测到盲人步道,当探测棒保持在磁块的磁场内,探测棒无声音,当超出磁场范围时,探测棒则发出滴滴声音,从而提示和引导盲人行走在正确的盲人步道上。该系统使用范围广泛不仅可以用在各种城乡道路,也可以用在社区道路、家庭等室内场所。

## 1 磁性盲道的构成

基于磁珠磁场的磁性盲道的设计原理很简单,敷设方法也不复杂。在道路建设时,按照磁块的磁场强度设

收稿日期:2017-10-25

修回日期:2017-12-28

置不同的磁块密度和深度,也可以在敷设盲人道的水泥砖中预先敷设磁块,然后利用这些水泥块敷设盲人道。

通常永强磁磁块的磁场强度表面高斯在2 000以上,剩磁高斯在1 200以上。由于磁珠价格很便宜,因此,这款磁性盲道的造价不高。磁块的敷设密度可以根据需要而定,通常密度设计在前后左右各10 cm的间距,深度为2 cm,路面的磁场强度在10 Gs以上为好。磁性盲道的基本结构图如图1所示。

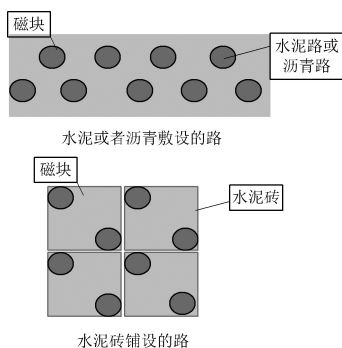


图1 盲道和路砖基本结构图

Fig. 1 Basic structure of blind lane with road bricks

## 2 探测棒系统

在磁性盲道的基础上,磁性探测棒的设计是至关重要的,它是盲人出行的主要工具,因此,探测棒的设计要求体积小、轻便、耗电省、灵敏度可调,须支持声音提示。因此系统由单片机、霍尔磁性传感器、放大电路、蓝牙模块、灵敏度与音量调节电路和电源部分组成。

为了实现轻便、省电和减少外围电路,采用Silicon Labs公司的C8051F410单片机。C8051F410的显著特点除了峰值运算速度能达到100 MIPS之外,片内还集成了高精度的ADC和DAC、震荡电路,而且仅需要很少的片外电路。因此,完全代替了专门的DAC/ADC。Silicon Labs公司为C8051F系列单片机提供了丰富的开发工具,这些工具能为用户提供许多设置代码,减少了开发人员的工作和产生的错误。这也是C8051F比AVR等其他MPU有优势的地方<sup>[1]</sup>。探测棒的组成部分如图2所示。其中MPU的电源部分通过AMS1117-转换为3.3 V,探头部分采用5 V,SW为灵敏度设置开关, $R_2$ 为蜂鸣器声音的调节开关;蓝牙串口模块采用市场常见的串口转蓝牙模块。

该系统的关键部分是磁敏探头的传感器选择和设计,除了在盲道建设时对磁块的磁场强度有一定要求之外,探测棒对磁场强度的灵敏度就是系统的关键。因此,需要选择灵敏度高、性能稳定的磁性传感器。

该系统选用霍尼韦尔磁阻传感器HMC1002,它是

小型集成电路封装(SOIC)的双磁场传感器,两只传感器的敏感方向互相垂直。这里选择双轴磁阻传感器的原因是盲道敷设时磁块的方向不规则,造成各个磁块的N-S极方向不规则,造成无法检测磁场强度,降低了检测灵敏度。传感器A感应与外封装长边方向平行的磁场,传感器B感应与外封装长边方向垂直且与表面平行的磁场<sup>[2]</sup>。HMC1002对于 $\pm 2$  Gs( $1$  Gs= $10^{-4}$  T)范围内的磁场很敏感,具有灵敏度为3.2 mV/V的线性输出,分辨率为27  $\mu$ Gs。电路原理图如图3所示。

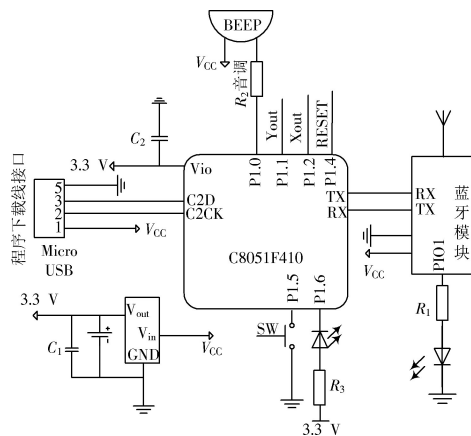


图2 系统逻辑图和电路图

Fig. 2 Logic diagram and circuit diagram of system

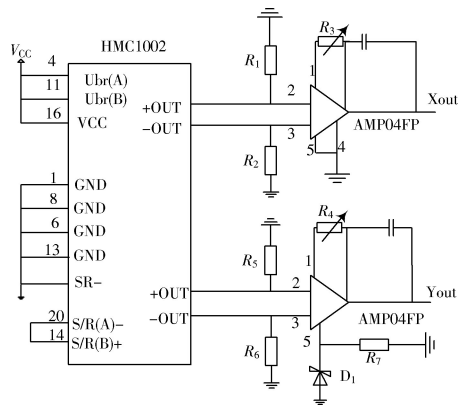


图3 磁感应探头电路原理图

Fig. 3 Schematic diagram for circuit of magnetic induction probe

电路中,HMC1002为双轴磁场传感器,用于测量 $x$ 轴方向和 $y$ 轴方向的磁场强度。HMC1002输出的两路电压信号分别经过AMP04(A1和A2)放大后,接到C8051F410的A/D转换接口。

由于磁阻传感器暴露于干扰磁场中,传感器元件会分成若干方向随机的磁区域,从而导致灵敏度衰减。环境中的强磁场(大于 $5 \times 10^{-4}$  T)会导致磁传感器输出信号变异,为了消除这种影响并使输出信号达到最佳,就需要应用磁开关技术(SR+/SR-)来抵消剩余磁场。

HMC1002是借助一个偏置磁场以补偿干扰磁场,即通过集成在芯片内部的置位/复位合金带对薄膜施加3~4 A,20~50 ns的脉冲电流重新将磁区域对准,统一到一个方向上,这样,可确保高灵敏度和可重复的读数。

为了确保HMC1002的稳定和测试精度,C8051F410在读取HMC1002的数据前,先通过IFR7105施加一个复位脉冲,然后读取HMC1002的 $x$ 和 $y$ 轴数据,从而实现低噪声和高灵敏度的磁场测量。

IFR7105是一个低阈值的FET场效应管,在2.7 V时提供0.3  $\Omega$ 的低接通电阻。

### 3 系统程序流程

该系统采用Keil C51平台开发,Keil  $\mu$ Vision2 C51是目前功能最强大的单片机C语言集成开发环境,适用于多种单片机系统开发,Keil C51软件提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具,全Windows界面。可以完成编辑、编译、连接、调试、仿真等整个开发流程<sup>[3]</sup>。Keil C51生成的目标代码效率非常之高,多数语句生成的汇编代码很紧凑,容易理解。在开发大型软件时更能体现高级语言的优势。

由于C8051F410内部采用Crossbar技术,使用非常灵活方便。因此,在程序的开始,必须对C8051F410进行初始化。初始化主要是设置系统的主频、串口波特率、A/D端口的选择等,该系统设计主频为25 MHz,串口参数为9600,N,8,1,A/D端口 $x$ 轴为P1.0, $y$ 轴为P1.1。可以采用Silcon公司提供的CONFIG工具软件进行配置,然后拷贝配置代码到程序的初始化子程序中。系统的程序流程如图4所示。

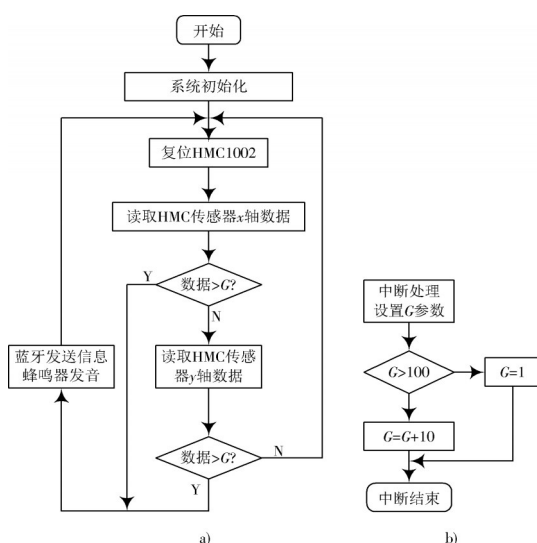


图4 程序流程图

Fig. 4 Flow chart of program

程序进入运行时,每隔1 s读取一次磁性传感器数

据,在读取数据前进行一次复位操作,然后首先读取 $x$ 轴的数据,如果读取的数据大于规定的值,则向蓝牙串口模块发送一次信息,然后返回到开始位置;如果 $x$ 轴数据小于规定的值,则读取 $y$ 轴的数据,如果 $y$ 轴数据大于规定的值,同时向蓝牙串口模块发送一次信息,也返回开始位置。否则,则启动一次蜂鸣器。蜂鸣器响表示行走在超出了盲人步道范围。随着探测棒的移动,周而复始上述过程。程序中的中断服务程序采用外部终端方式,主要完成灵敏度参数 $G$ 的设置,每按一次开关 $S$ ,数值 $G$ 增加10,当 $G=100$ 时,返回到1。这里实际上调整的是A/D端检测到的电压数值,电压值越小,灵敏度越高。另外,系统采用了蓝牙系统与手机联接,发送到蓝牙的信息内容仅是目前行走在正常盲道,利用手机APP的电子地图实现语音提示当前的道路名称位置,由于篇幅问题,有关手机APP的设计问题将在另文详解,这里就不多赘述了。

### 4 结论

本文介绍了一种基于磁场感应的盲道和探测棒系统,该系统构造简单,成本低,使用方便,能极大地提高盲人出行的便利性。系统采用模块化结构,电源采用Micro USB接口作为系统的更新和充电,便于系统的升级和维护。通过实际测试达到了很好的效果。

### 参考文献

- [1] Silicon Laboratories Inc. C8051F410-GDI: tested flash MCU die in wafer form [EB/OL]. [2012-10-12]. <https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/C8051F410-GDI.pdf>.
- [2] 凡春芳,焦国太.基于磁阻传感器的磁探测系统设计[J].弹箭与制导学报,2008,28(2):134-135.  
FAN Chunfang, JIAO Guotai. Design of magnetic detection system based on magnetic resistance sensor [J]. Journal of projectiles, rockets, missiles and guidance, 2008, 28(2): 134-135.
- [3] ARM Inc.  $\mu$ Vision®IDE [EB/OL]. [2018-04-01]. <http://www2.keil.com/mdk5/uvision/>.
- [4] 彭英.HMC1022磁阻传感器在磁记忆检测中的应用[J].石油仪器,2008,22(1):49-51.  
PENG Ying. Application of HMC1022 magnetic sensor in magnetic memory detection [J]. Petroleum instruments, 2008, 22(1): 49-51.
- [5] 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):26-27.  
PEI Yi, YU Nanfang, LIU Qi, et al. Theory and application of anisotropic magneto resistive sensor [J]. Instrument technique and sensor, 2004(8): 26-27.

(下转第47页)

- 测系统[J]. 电子技术应用, 2016, 42(7): 57-59.
- SI Yu, FENG Peng, YU Shuangming, et al. Embedded temperature monitoring system based on RFID temperature tag [J]. Application of electronic technique, 2016, 42(7): 57-59.
- [2] 刘智超, 杨进华, 王高. FBG测温系统的光谱校正算法的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(7): 1793-1796.
- LIU Zhichao, YANG Jinhua, WANG Gao. Research on spectrum correction algorithm of temperature measurement system based on FBG [J]. Spectroscopy and spectral analysis, 2014, 34(7): 1793-1796.
- [3] ZHENG Z B. Design of food temperature and humidity monitoring system based on wireless multimedia sensor network [J]. Advance journal of food science & technology, 2015, 8(9): 662-665.
- [4] 杨韞铎, 康娟, 徐贲, 等. 基于扫描激光器的边孔光纤光栅温度压力传感系统[J]. 光子学报, 2016, 45(6): 24-29.
- YANG Yunduo, KANG Juan, XU Ben, et al. Temperature and pressure sensing system of side hole fiber grating based on scanning laser [J]. Acta photonica sinica, 2016, 45(6): 24-29.
- [5] 赵宇佳, 姜汉钧, 张羊, 等. 一种超低功耗高精度温度传感器芯片设计[J]. 微电子学与计算机, 2015, 32(12): 40-43.
- ZHAO Yujia, JIANG Hanjun, ZHANG Yang, et al. A novel ultra-low power temperature sensor IC with high precision [J]. Microelectronics & computer, 2015, 32(12): 40-43.
- [6] 陈晖, 景为平. 一种面向无源RFID的新型高精度温度传感器[J]. 微电子学, 2016, 46(2): 239-242.
- CHEN Hui, JING Weiping. A novel high precision temperature sensor for passive RFID applications [J]. Microelectronics, 2016, 46(2): 239-242.
- [7] 刘童, 陈华, 邱仅朋, 等. 星载温度传感控制芯片的自动测试系统[J]. 传感技术学报, 2016, 29(9): 1449-1456.
- LIU Tong, CHEN Hua, QIU Jinpeng, et al. An automatic test system for a spaceborne chip of a temperature-sensing controller [J]. Chinese journal of sensors and actuators, 2016, 29(9): 1449-1456.
- [8] SONG H Y, LEE K H, LEE J W. A design of infant's body temperature sensing system based on embroidery textile conductive wire [J]. Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, 2016, 65(5): 862-867.
- [9] 李家荣. 高精度温度控制系统的设计及应用研究[J]. 量子电子学报, 2016, 33(5): 614-617.
- LI Jiarong. Design and application of high precision temperature control system [J]. Chinese journal of quantum electronics, 2016, 33(5): 614-617.
- [10] 金艳云, 李红兵, 崔荣华, 等. 基于填充混合液体的六边形光子晶体光纤的温度传感[J]. 兰州理工大学学报, 2016, 42(6): 168-172.
- JIN Yanyun, LI Hongbing, CUI Ronghua, et al. Temperature sensing of hexagonal photonic crystal fiber filled with mixed liquid [J]. Journal of Lanzhou University of Technology, 2016, 42(6): 168-172.

作者简介: 杨建(1981—), 男, 四川成都人, 实验师。研究方向为电子信息工程、实验建设、实验项目。

(上接第43页)

- [6] 佚名. 智能蓝牙技术原理及设计方案集锦[EB/OL]. [2014-12-05]. [http://www.elecfans.com/tongxin/rf/20141205360169\\_a.html](http://www.elecfans.com/tongxin/rf/20141205360169_a.html).
- Anon. Collection of intelligent Bluetooth technology principle and design scheme [EB/OL]. [2014-12-05]. [http://www.elecfans.com/tongxin/rf/20141205360169\\_a.html](http://www.elecfans.com/tongxin/rf/20141205360169_a.html).
- [7] 高玄怡, 刘俊, 李燕民, 等. 基于嵌入式结构的便携式磁记忆检测仪[J]. 仪表技术与传感器, 2005(5): 11-12.
- GAO Xuanyi, LIU Jun, LI Yanmin, et al. Portable magnetic memory detecting instrument based on embedded configuration [J]. Instrument technique and sensor, 2005(5): 11-12.
- [8] Anon. Android map SDK [EB/OL]. [2018-03-23]. <http://lbsyun.baidu.com/index.php?title=androidsdk/guide/navigation/walknavi>.
- [9] Altium Inc. Function introduction of Altium Designer 18 [EB/OL]. [2018-04-15]. <http://www.altium.com.cn/>.
- [10] 石秀民, 魏洪兴. 嵌入式系统原理与应用: 基于XScale与Linux[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- SHI Xiumin, WEI Hongxing. Principle and application of embedded system: based on XScale and Linux [M]. Beijing: Beihang University Press, 2007.
- [11] 方彦军, 刘经宇, 李云鹃. 嵌入式系统原理与设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010.
- FANG Yanjun, LIU Jingyu, LI Yunjuan. The principle and design of embedded system [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010.
- [12] 陈东方, 李顺新. C语言程序设计基础[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- CHEN Dongfang, LI Shunxin. The foundation of C language program design [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2012.
- [13] Stephen G Kochan. C语言程序设计[M]. 3版. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- KOCHAN S G. C language programming [M]. 3rd ed. Beijing: Posts & Telecom Press, 2006.

作者简介: 柴亚南(1982—), 女, 山东济南人, 硕士, 工程师。研究方向为计算机应用。

马玲玲(1978—), 女, 山东济南人, 硕士, 助理工程师。研究方向为数字化校园及应用。