

## Design of Intelligent Blind Guide Stick Based on STM32\*

SONG Yu'e<sup>1</sup>, LIU Yehui<sup>1</sup>, ZHANG Xiaoyan<sup>1</sup>, WANG Chengguo<sup>2\*</sup>, LIN Haonan<sup>1</sup>

(1. School of Electrical and Information Engineering, Beijing Polytechnic College, Beijing 100042, China;

2. Yantai Academy, China Agricultural University, Yantai Shandong 264670, China)

**Abstract:** In order to facilitate the travel of blind people, this paper designs a new type of intelligent blind guide stick based on STM32 development board. The blind guide stick uses ultrasonic sensor, temperature sensor and water detection sensor to detect the information of obstacles, ambient temperature and humidity, road area and water conditions respectively, and broadcast the corresponding content to the blind by the voice broadcast module. It uses the luminance sensor to measure the surrounding light conditions, and turn on the light automatically according to the luminance value to remind others to avoid the blind. The blind guide stick has complete functions, low power consumption, convenient use, and can bring greater convenience for the blind.

**Key words:** ultrasonic sensor; STM32; blind guide stick; temperature sensor; water detection sensor; luminance sensor  
**EEACC:** 8380      **doi:** 10.3969/j.issn.1005-9490.2020.05.042

## 基于 STM32 的智能导盲杖的设计\*

宋玉娥<sup>1</sup>, 刘业辉<sup>1</sup>, 张小燕<sup>1</sup>, 王承国<sup>2\*</sup>, 林豪男<sup>1</sup>

(1. 北京工业职业技术学院电气与信息工程学院, 北京 100041; 2. 中国农业大学烟台研究院, 山东 烟台 264670)

**摘要:** 为方便盲人出行, 基于 STM32 开发板设计了一款新型的智能导盲杖。该导盲杖利用超声波传感器、温度传感器及积水探测传感器分别探测盲人前方障碍物、环境温度、路面积水情况等信息, 并通过语音播报预警信息反馈给盲人。利用光照度传感器测量周围光线情况, 根据光照度值自动打开灯光, 提醒他人避让盲人。该导盲杖功能齐全、耗电量低、使用方便, 可为盲人的出行带来更大的便利。

**关键词:** 超声波传感器; STM32; 导盲杖; 温度传感器; 积水探测传感器; 光照度传感器

**中图分类号:** TP23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-9490(2020)05-1180-05

据调查, 目前我国有盲人 1 700 多万, 是世界上盲人最多的国家, 并且盲人人数每年都在增加。由于视力问题, 盲人最大的问题是出行难。目前, 引导盲人行走的方式主要有 3 种: (1) 传统的手杖引导; (2) 盲道引导; (3) 导盲犬引导<sup>[1]</sup>。传统的手杖引导通过敲击地面告知盲人前方是否为可行路线, 这种方式无法告知盲人周围障碍物的空间分布和距离; 盲道引导存在一定的局限性, 可能被占用或损坏; 而导盲犬的培训周期长, 成本很高。目前, 我国盲人出行普遍使用的是简单的传统手杖引导, 但由于缺陷很多已不能满足盲人的出行需求。部分学者也设计出了智能导盲杖、智能手杖<sup>[2-5]</sup>, 主要利用超声波测距来识别前方的障碍物和进行位置定位。这类导盲杖能够在一定程度上帮助盲人避让前方障碍物, 但

如果是面部的障碍物(如悬空的广告牌、倾斜的树木等)则无能为力。因此, 设计出一款可测量盲人前方上下障碍物距离、及时提醒盲人避让障碍物、并能适合盲人夜间行走的手杖已迫在眉睫。

### 1 导盲杖的功能设计

设计的导盲杖选用 STM32F 系列单片机为微控制器(Microcontroller Unit, MCU), 可实现以下功能:

(1) 在导盲杖的上部和底部分别设置超声波传感器, 利用超声波测距原理分别测得盲人面部和脚底离障碍物的距离, 并将障碍信息通过语音播报传递给盲人;

(2) 在导盲杖上设置温度传感器, 利用温度传感器测量环境温度, 并语音播报给盲人, 为盲人增减

**项目来源:** 北京工业职业技术学院重点科研课题项目(BGZYKY201820Z); 中国农业大学烟台研究院科研基金项目(YT201805)

**收稿日期:** 2020-03-28      **修改日期:** 2020-05-10

衣物提供参考。

(3)在导盲杖上设置光照度传感器,利用光照度传感器测量环境光照强度;当光照强度小于某个阈值时自动打开导盲杖上的照明LED灯带,以便引起行人及车辆注意,进而避让盲人。

(4)在导盲杖底部安装积水探测传感器来检测路面是否有积水,如果有积水,则进行蜂鸣器报警,进而使盲人躲避积水。

在以上各功能的基础上,得到智能导盲杖的原理结构图如图1所示。

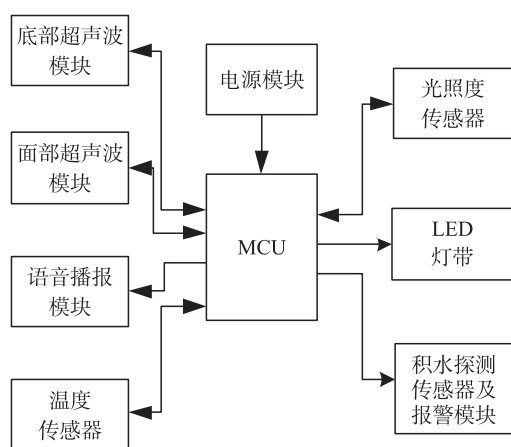


图1 智能导盲杖原理结构图

## 2 智能导盲杖的硬件设计

### 2.1 微处理器

在本文设计的导盲杖中,单片机选择STM32F103微处理器,该开发板具有较低的系统功耗、可供选择的引脚数目,价格便宜,既能满足需要,又能降低导盲杖成本<sup>[6]</sup>。

### 2.2 导盲杖杖体设计

导盲杖杖体采用轻便的铝合金材质,分上下两部分,均采用可伸缩设计,以适应不同身高的盲人,展开最大高度为1.8 m,最小高度为1.2 m,可适用于2 m以内的盲人。杖体上下两部分用手柄连接,手柄用于盲人抓握导盲杖,内嵌微处理器、电源模块、光强度检测模块、温度检测模块、语音模块等。手柄上部30 cm、下部30 cm杖体不可伸缩,分别镶嵌红色LED灯带,光线不足时亮起,以提醒行人及车辆避让盲人。杖体中空设计,内部用杜邦线连接上部的超声波模块、下部的超声波模块和积水探测模块,同时节约成本和减轻整体重量。由于杖体可伸缩,故内置连线长度设置为杖体最大高度。

### 2.3 超声波测距模块

超声波测距模块选择HY-SRF05,用于测量盲人

与障碍物之间的距离。模块具有2 cm~450 cm的非接触式距离感测功能,测距精度可达高到3 mm。模块包括超声波发射器、接收器与控制电路<sup>[7]</sup>。测距时:(1)首先采用IO口Trig触发测距,给予至少10 μs的高电平信号;(2)模块自动发送8个40 kHz的方波,自动检测是否有信号返回;(3)有信号返回时,通过IO口Echo输出一个高电平,高电平持续的时间即为超声波从发射到返回的时间。测试距离设为S,高电平时间设为T,声速为340 m/s,则

$$S = T * 340 / 2 \quad (1)$$

HY-SRF05超声波模块及各引脚作用分别如图2、表1所示,需要两个超声波模块,分别置于导盲杖的底部和顶部,都可调节高度。底部的模块根据需要可调至距离最低端10 cm至70 cm处,面部的模块可调节至面部高度,分别用以检测人的脚部和面部的障碍物。

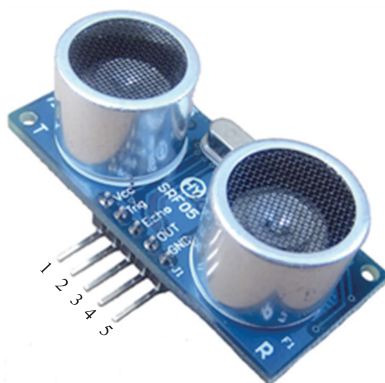


图2 超声波模块实物图

表1 超声波模块各引脚作用

引脚序号	英文缩写	作用
1	Vcc	电源端
2	Trig	控制端
3	Echo	接收端
4	OUT	开关量输出端
5	GND	公共地

### 2.4 语音合成模块及功放模块

语音合成模块选择一款高性价比的中文语音合成芯片模块XFS3031CNP-EVB。芯片模块可以通过UART接口接收待合成的文本,把文本合成为语音输出。导盲杖选择异步串口UART接收数据。芯片模块支持任意中文文本的合成,可以采用GB2312、GBK、BIG5和UNICODE四种编码方式,并支持英文字母的合成,遇到英文单词时按字母方式发音。芯片模块具有智能的文本分析算法,对常见的数值、电话号码、时间日期、度量衡符号等格式的文本,并能够根据内置的文本匹配规则进行正确的识别和处理。本

设计采用 LM4990 组成的功放电路对声音信息进行放大。整个语音合成系统结构框图如图 3 所示。

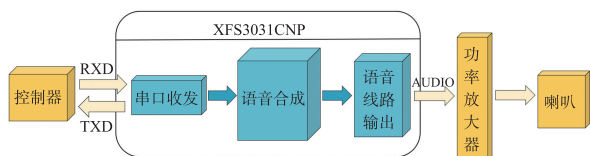


图 3 XFS3031CNP 语音合成系统构成框图

## 2.5 温度传感器模块

本系统中采用 DHT11 数字温湿度传感器,它是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。其精度为温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,温度 $0\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>[8]</sup>。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术,确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性,超小的体积、极低的功耗,信号传输距离可达 20 m 以上,产品为 4 针单排引脚封装。电路图如图 4 所示。

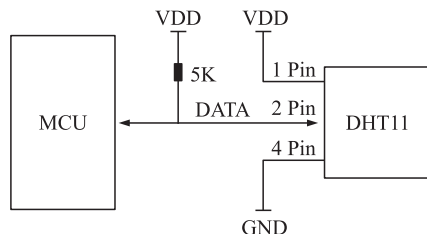


图 4 DHT11 数字温湿度传感器典型电路图

## 2.6 光照度采集模块及灯带

光照度采集模块采用 BH1750 光照传感器,一种用于两线式串行总线接口的数字型光强度传感器集成电路,采用标准的 I<sup>2</sup>C 总线传输方式。利用它的高分辨率可以探测较大范围的光强度变化(1-65535lx),具有接近视觉灵敏度的光谱灵敏度特性,且对光源依赖性弱<sup>[9]</sup>。结构框图如图 5 所示。

从结构框图可容易看出,外部光照被接近人眼反应的高精度光敏二极管 PD 探测到后,通过集成运算放大器将 PD 电流转换为 PD 电压,由模数转换器获取 16 位数字数据,然后被逻辑和 IC 界面进行数据处理与存储。OSC 为内部的振荡器提供内部逻辑时钟,通过相应的指令操作即可读取出内部存储的光照数据。数据传输使用标准的 I<sup>2</sup>C 总线,按

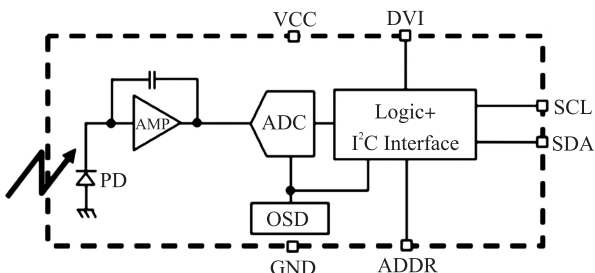


图 5 BH1750 结构框图

照时序要求操作起来也非常方便。

灯带采用发红色光的 LED 灯带,内嵌于杖体,杖体挖孔,露出灯珠,以便透光。

## 2.7 积水探测传感器模块

积水探测传感器模块选择物美价廉的电极式积水探测传感器,它基于液体导电原理,用电极探头探测是否有水存在,一般有两个或者三个探头。当有水时,由于液体导电,探头之间形成通路,再用控制器转换成开关量输出信号启动报警器。由于目前很多积水探测模块自带报警器,故不需微处理器控制,可供电单独使用。选择市面上已有的带蜂鸣器报警的积水探测传感器,将电源线接入电池模块,设置于导盲杖的底端,离地面 1 cm 处。

## 2.8 底部卡轮设计

盲人使用普通的导盲杖时,一般倾斜导盲杖,并通过敲打地面掌握障碍物信息,长时间使用会使得手臂酸痛。倾斜的导盲杖上安装超声波测距模块,会使得模块发出的波的方向向上倾斜,不能平行于地面,这样会导致测距不准。同时,为方便盲人使用导盲杖,可以远距离行走,本设计将导盲杖底端普通的点触头替换成凹槽卡轮,其宽度略大于盲道单个突起宽度(轮距 60 mm),见图 6。使用时盲人手推导盲杖,使导盲杖垂直于地面从而达到能够在盲道上大体沿直线行走,轻便省力,不用刻意维持方向,防止走偏<sup>[10]</sup>。



图 6 导盲杖卡轮

## 2.9 电源模块

导盲杖采用 9 V 的可充电电池供电,以节约成本。同时,通过电压转换模块把 9 V 电压转换成各模块和传感器需要的 5.0 V 或 3.3 V 电压。由于不需要随时检测环境温度、光照度和路面积水情况,在向温度传感器、光照度传感器、LED 灯带、积水探测传感器等模块供电时,分别设置按键开关,控制各模块电源的通断。如在想要检测环境温度时,就可以按下电源,给温度传感器供电,在程序控制下即可进行温度检测。

### 3 软件设计

软件设计采用 Keil5 软件开发工具, 使用 C 语言编写程序。Keil 提供了包括 C 编译器、宏汇编、链接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案, 通过一个集成开发环境 (uVision) 将这些部分组合在一起, 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<sup>[11]</sup>。软件设计主要包括主程序、超声波测距子程序、光照度采集子程序、温度采集子程序及语音播报子程序组成。当面部超声波测量障碍物距离小于等于 1.5 m 时, 语音播报“请注意, 面部有障碍物”; 当底部超声波测量障碍物距离小于等于 1.5 m 时, 语音播报“请注意, 底部有障碍物”; 当按下温度传感器的电源开关后, 温度传感器测量温度, 语音播报测得的实时温度, 之后可关掉温度传感器的开关, 不再测温。白天时光线一般比较充足, 可以选择关闭光照度传感器的电源开关; 晚上或阴天光线不足时, 打开光照度传感器的电源开关, 测量环境光照度, 当光照度小于等于 30 lx (路灯照度标准) 时<sup>[12]</sup>, 杖体上的 LED 灯带亮起, 提醒行人及车辆及时避让盲人。在所有模块电源都打开的情况下, 整个设计程序执行一次的流程图如图 7 所示。

时, 语音播报“请注意, 面部有障碍物”; 当底部超声波测量障碍物距离小于等于 1.5 m 时, 语音播报“请注意, 底部有障碍物”; 当按下温度传感器的电源开关后, 温度传感器测量温度, 语音播报测得的实时温度, 之后可关掉温度传感器的开关, 不再测温。白天时光线一般比较充足, 可以选择关闭光照度传感器的电源开关; 晚上或阴天光线不足时, 打开光照度传感器的电源开关, 测量环境光照度, 当光照度小于等于 30 lx (路灯照度标准) 时<sup>[12]</sup>, 杖体上的 LED 灯带亮起, 提醒行人及车辆及时避让盲人。在所有模块电源都打开的情况下, 整个设计程序执行一次的流程图如图 7 所示。

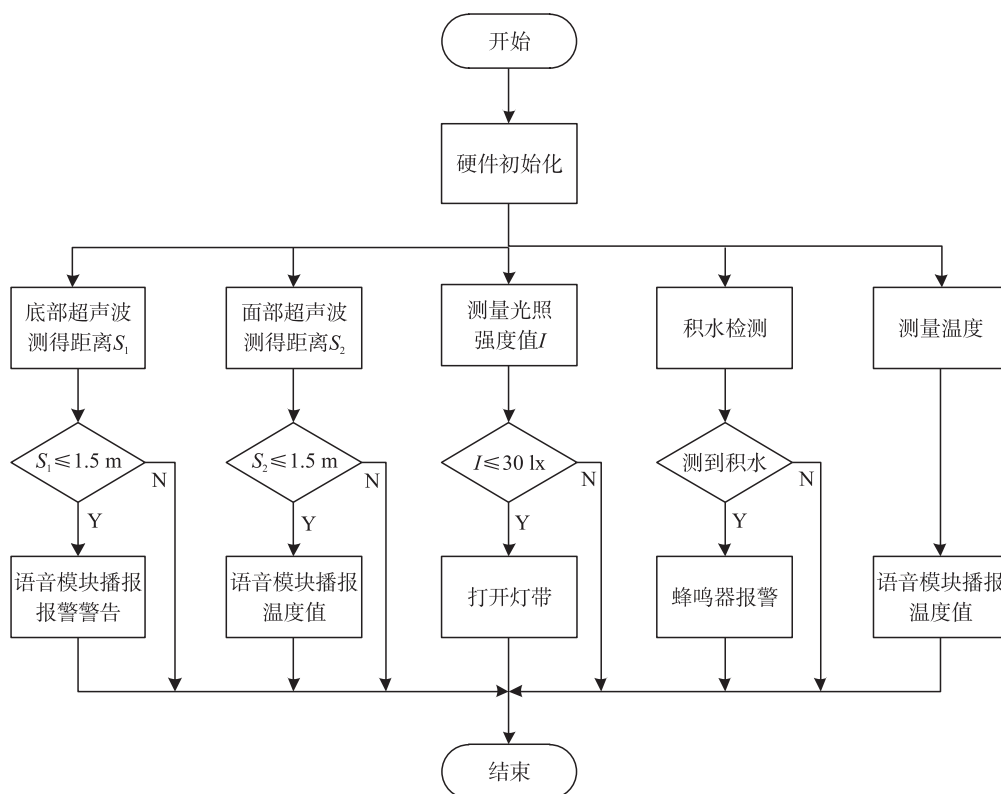


图 7 系统的软件程序流程图

### 4 测试结果及结论

本设计经过电路实现后 (见图 8), 进行了相应的模拟实验, 选择两边都有教室的走廊为实验场地, 测试者手持木板充当障碍物。试验者蒙住眼睛手持导盲杖向前走, 导盲杖在距离前方面部障碍物和底部障碍物小于等于 1.5 m 的时候发出相应的语音警告。测试者关闭两侧的教室门和走廊灯源, 光线比较弱, 当光强度值小于 30 lx 的时候 LED 灯带亮起, 路人很容易看到了盲人并避让。试验者按下温度传感器电源, 语音播报了现场的环境温度, 关闭温度传感器电源, 不再播报。在地面洒上水后, 水少不报警, 有 1 cm 的积水后报警。

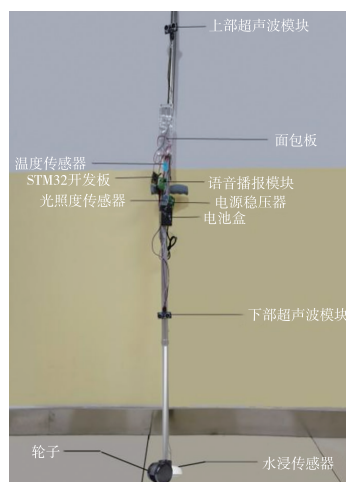


图 8 导盲杖简易图



模拟实验验证了导盲杖的实用性和可操作性,证明该导盲杖可有效引导盲人避开上下障碍物,提醒行人及车辆避让盲人,检测温度及路面积水情况,大大方便了盲人的出行。

#### 参考文献:

- [1] 毛达许,程海玉. 基于超声波的盲人导盲系统的设计[J]. 科技世界,2015,18:131.
- [2] 孙二杰,汪东军,石震,等. 超声波智能导盲杖的设计[J]. 计算机系统应用,2015,8:273-276.
- [3] 张仁朝,王高原,罗政杰. 基于单片机控制的智能导盲杖设计[J]. 电子制作,2019,21:31-33.
- [4] 张昂,黄立勤. 基于机器视觉的导盲杖辅助识别系统设计[J]. 贵州大学学报(自然科学版),2019,36(6):63-67.
- [5] 赵志杰,何赫,王延文,等. 多功能北斗智能手杖的研究与设计[J]. 电子器件,2018,41(6):1622-1626.
- [6] 缪燕. 基于 STM32F103 的噪声频谱分析仪软件系统设计实现[D]. 长沙:湖南大学,2013.
- [7] 陈骏. 基于超声波测距与控制的运动实验平台研发[D]. 南京:南京邮电大学,2017.
- [8] 韩丹翱,王菲. DHT11 数字式温湿度传感器的应用性研究[J]. 电子设计工程,2013,21(13):83-85,88.
- [9] 王伟,施六林,王斌. 基于单片机的桑蚕养殖智能实时监控系统设计[J]. 中国农机化学报,2017,38(04):109-112.
- [10] 王飞,杜向阳. 基于 keil 软件的一体化螺丝刀控制器设计[J]. 软件,2019,40(9):76-80.
- [11] 张靖雪,许泽天,胡沛. 智能便携导盲杖设计[J]. 科技风,2017,2017(12):1-2.
- [12] CJJ45—2015. 城市道路照明设计标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2015.



宋玉娥(1981—),女,汉族,山东曹县人,北京工业职业技术学院,博士,副教授,主要研究方向为分数阶傅里叶变换、线性正则变换基础理论及其在雷达信号处理领域中的应用,aeaeae623@163.com;



王承国(1981—),男,通讯作者,汉族,山东烟台人,中国农业大学烟台研究院,博士,副教授,主要研究方向为智能控制与农业信息化技术,wangcg@126.com。