

基于单片机智能导盲杖的研究

张壮豪¹ 郭健壮¹ 杨景文² 杨丽¹

(1. 晋中学院 物理与电子工程系, 山西晋中 030619;

2. 山西应用科技学院 信息工程学院, 山西太原 030062)

摘要: 随着社会的快速发展, 老龄化问题日益加剧, 视力障碍者出行安全已成为社会关注的热点问题。针对这一问题, 本文提出了一种智能导盲杖的设计方案。该方案结合了超声波测距、语音识别、GPS定位等先进技术, 为视力障碍者提供全方位的导航和安全预警功能。通过测试验证了该智能导盲杖设计方案的可靠性, 为今后导盲杖的研究提供一定帮助。

关键词: 单片机; 导盲杖; GPS定位; 安全预警

目前, 盲人主要使用的辅助工具是导盲杖和导盲犬。然而, 传统的导盲杖只能在较小范围内试探。目前, 我国盲人产品市场如盲人拐杖、盲人眼镜、盲人手表、无线语音盲人门铃等生活用具较为丰富, 但是如超声波导智能盲杖这种高技术产品却最为稀少。智能导盲杖在国内外都取得了显著的研究成果。目前, 国内外部分智能导盲杖已经具备了如超声波测距、GPS定位、GSM通信等功能, 能够为盲人提供更为安全和便捷的出行辅助。未来随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展, 智能导盲杖将为盲人提供更加优质、高效的辅助服务, 帮助他们更好地融入社会、享受美好生活。

一、设计思路

基于目前市场上导盲杖的不足和需求调研, 本设计在导盲杖的硬件选择、功能设计、算法开发、电源管理和外壳设计方面做了简单介绍。第一, 在硬件上选择一款性能稳定、易于编程的单片机。第二, 根据导盲拐杖的功能需求, 本设计选择了合适的功能模块如语音模块、GPS模块等。第三, 电源管理模块, 以确保导盲拐杖的电池寿命和稳定性, 本设计使用低功耗的组件和合适的电源管理策略, 提高导盲拐杖的可靠性和使用时间。第四, 本设计选择合理的算法提高导盲杖的准确性和稳定性。本设计智能导盲杖工作流程图如图 1-1 所示。智能导盲杖整体设计电路图如图 1-2 所示。

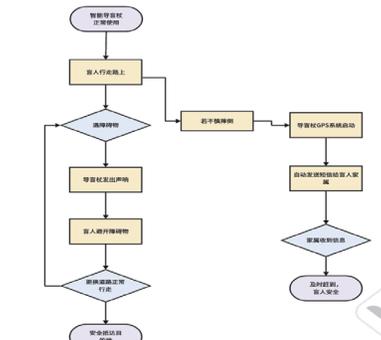


图 1-1 智能导盲杖工作流程图

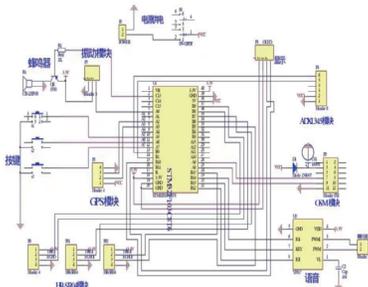


图 1-2 智能导盲杖整体设计电路图

二、系统硬件简介

本设计采用 STM32F103C8T6 单片机作为主控芯片, 硬件主要包括超声波避障系统模块、导航与定位系统模块、语音系统模块、显示系统模块、振动模块五部分, 如图 2 所示。

(一) 超声波集成模块

HR-SR04 超声波集成模块是将超声波发射探头, 超声波接收探头, CX20106A 芯片电路, 74LS04 芯片放大电路集成于一体的超声波集成模块。HR-SR04 型超声波集成模块的工作电压为 5 V, 工作时较稳定。其感应角度不大于 15°, 降低了角度干扰问题。此模块的测距范围为 2 cm ~ 5 m, 能基本满足测距要求。其实物图如图 3 所示。



图 2 系统硬件构成图

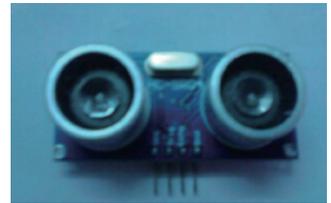


图 3 超声波集成模块实物图

(二) GPS 模块

GPS 系统选用高灵敏度、低功耗、小型化、其极高追踪灵敏度的 UBLOX 6M, 其扩大了定位覆盖面。工作时启动 GPS 实时定位, 实现手杖位置信息共享, 亲友可通过手机终端实时获取手杖位置信息, 预防持杖人走失。GPS 模块电路原理图如图 4 所示。

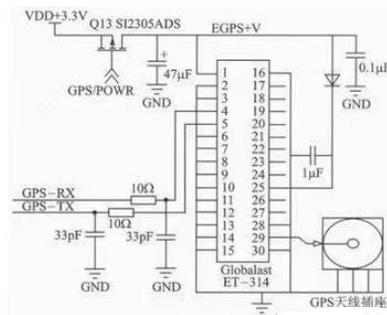


图 4.GPS 模块电路原理图

(三) 语音模块

YF017 芯片体积小, 易于集成到各种设备中, 泛应用于语音提示、语音提醒、语音导航等领域。具有良好的稳定性和可靠性, 能够稳定运行并持续提供高质量的语音输出。语音模块电路原理图如图 5 所示。

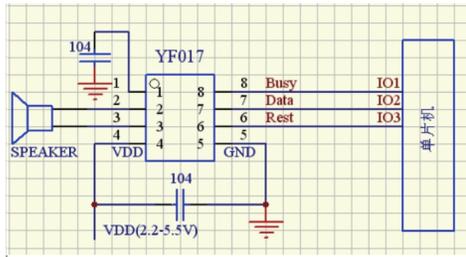


图 5. 语音模块电路原理图

(四) 显示模块

显示系统模块采用高亮度、低功耗的 OLED 屏，显示颜色纯正，在阳光下有很好的可视效果。模块上预留 4 个 M2 固定孔，方便用户固定在机壳上。显示模块实物图如图 6 所示。



图 6. 显示模块实物图

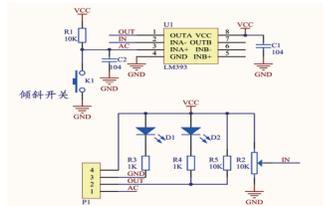


图 7. 振动模块电路原理图

(五) 振动模块

振动模块安装的是一个小型振动马达，通过采集和预处理传感器数据，进行振动反馈，并具备实时响应的能力，从而提升导盲系统的整体效果。当导盲杖的传感器检测到障碍物时，传感器会将信息传递给控制电路。控制电路会快速处理数据，以达到快速响应的目的。振动模块电路原理图如图 7 所示。

三、系统软件设计

基于单片机的智能导盲杖的软件设计部分是一个综合性的开发过程，涉及到环境感知、数据处理、路径规划，以及用户交互等多个方面。智能导盲杖的核心在于利用单片机强大的控制能力，集成多种传感器（如超声波传感器、红外传感器等）来感知周围环境，并通过算法处理这些数据，为用户提供导航和避障信息。本设计采用 keil5 进行编程，由主程序、HR-SR04 超声波子程序、GPS 子程序、YF017 语音子程序、振动子程序等完成。

(一) HR-SR04 超声波子程序设计

用于检测前方障碍物的距离。超声波传感器发出超声波信号，当遇到障碍物时，信号会反射回来并被接收，通过计算往返时间差来确定障碍物的距离。

(二) GPS 子程序设计

根据解析出的位置信息，计算用户当前位置与目标位置的距离和方向。

(三) YF017 语音子程序设计

使用语音合成芯片 SYN6288 将文本转换为语音输出，接收用户的语音输入，通过语音识别模块（如 LD3320 等）进行解析并提示用户前往有危险。

(四) 振动子程序设计

当超声波传感器检测到前方有障碍物时，触发振动提醒用户。

四、系统测试

我们进行了 5 组实验，每组实验进行 40 次测试。本测试倾斜角的阈值为 45°，根据倾斜角的程度来判断对该测试结果是否进行报警提醒，并且在长时间的倾斜下，对应的手机也能接收到有该装置发射的位置短信；距离测试阈值在 1 米内的测试结果分别见表 1 和表 2。

表 1 倾斜角测试结果

设定的单片机物体倾斜角	报警提醒次数	未报警提醒次数
30	0	40
35	0	40
40	0	40
45	40	0
50	40	0

表 2 距离测试结果

超声波障碍物距离	提醒报警次数	未提醒报警次数
30cm	40	0
60cm	40	0
90cm	40	0
110cm	0	40

因此根据测试结果看，基本达到了智能导盲杖系统设计的以下预期效果：①可实现倾斜角大于 45° 进行自动报警；②可实现障碍物小于 1 米内的自动报警。

5 结束语

与传统导盲杖相比，本智能导盲杖系统设计结合了现如今发展日益成熟的 GPS 定位技术，通过定位技术解决视障人士出行安全问题。

此智能导盲杖系统不仅能够帮助视障人群感知未知的风险，还能进行精准定位、风险提示等，辅助视障人士独立安全出行。本设计虽然达到了预期效果，但仍有部分内容可以进行进一步的改进、完善，待下一步研究为视障人士提供更多的辅助技术和服

参考文献：

[1] 杨锦, 檀玉磊, 徐郑, 张昱昊, 史丹. 基于 STC89C52 单片机的智能导盲杖系统设计 [J]. 科学技术创新, 2023 (13): 87-91.

[2] 张羽. 虚拟现实艺术中的感知构建——以作品《剧目》为例 [J]. 戏剧之家, 2020 (21): 166-169.

[3] 于琳, 汤唯业, 陈聪, 杜莹旭. 多功能导盲杖 [J]. 科技与创新, 2021 (20): 3-4+6.

[4] 张亮. 基于图像处理的盲道检测装置研制 [D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2021.

[5] 谢浩. 基于计算机视觉的盲道识别与避障系统 [D]. 保定: 河北大学, 2022.

[6] 梁怡兰. 无线通信基站定位技术研究与应用 [J]. 大众科技, 2018, 20 (03): 5-7.

基金项目：山西省“1331 工程”重点学科建设计划经费资助（批准号：JZXYJSCXTD202104）；山西省高等学校教学改革创新项目（J20221070, J20231222），晋中学院大学生创新创业训练计划项目（20231020）。

文献标识码：A

作者简介：张壮豪（2002），男，工科学士，山西省吕梁市；主要研究方向。