

文章编号: 1006—4729(2010)06—0601—04

基于超声波测距的盲人导航器设计

梁 源, 朱 武, 王宏亮, 曹倩倩, 赵丽娜

(上海电力学院 计算机与信息工程学院, 上海 200090)

摘 要: 介绍了一种基于超声波测距的盲人导航器. 该系统以 AT89S52 单片机为核心控制器件, 利用超声波传播时间差测量距离, 实现对障碍物的定位, 并通过对 BM5008 语音模块进行语音播报, 最终实现语音导航. 实验证明, 盲人导航器的有效导航距离为 3.5 m, 测量精度为 1 cm, 同时伴有语音提示功能.

关键词: 超声波测距; 导盲器; 电路设计

中图分类号: TP51 文献标识码: A

Design of Blind Navigator Based on Ultrasonic Tester

LIANG Yuan, ZHU Wu, WANG Hong liang, CAO Qian qian, ZHAO Li na

(School of Computer and Information Engineering, Shanghai University of
Electric Power, Shanghai 200090, China)

Abstract: A blind navigator based on ultrasonic ranging is introduced. The system takes AT89S52 single chip as the core control device, and the distance is measured by applying the transmitting time difference of ultrasound in air, thus orientating the obstacle's location, and broadcasting through BM5008 voice module, and finally realize navigation on voice. The experiment indicates that the effective distance of Blind Navigation is 3.5 m, and the precision of measurement is 1 cm with prompt voice.

Key words: ultrasonic range; blind navigator; circuit design

中国是世界上盲人最多的国家, 视力障碍或全盲者, 占全世界 4 500 万盲人总数的 20% 左右^[1]. 由于生理上的缺陷, 盲人在生活、工作等方面有着诸多不便, 其中, 如何安全行走是盲人生活中最大的问题. 为此导盲机器人、无线电红外线、盲人电子眼镜、卫星导盲系统等现代化导盲手段正逐步走进盲人的生活, 增强了盲人的行走能力, 提高了盲人的生活质量^[2,3]. 而传统的盲人导航设施都有局限性, 比如费用高、定位范围小、受环境影响较大等. 超声波具有方向性强、能量易于集

中、传播距离较远, 以及对障碍物定位具有一定的精确性、体积相对较小、方便携带、价格低廉等特点. 本文采用超声波测距实现盲人导航器的设计, 具有一定的实用价值.

1 超声波测距原理

超声波传感器是利用压电效应的原理将电能和超声波相互转化, 即在发射超声波时, 将电能转换成机械振动而产生发射超声波; 在收到回波时, 则将超声振动转换成电信号^[4,5]. 超声波测距时,

收稿日期: 2010—07—12

通讯作者简介: 梁源 (1986—), 男, 在读硕士, 广西玉林人. 主要研究方向为电子信息. E-mail: Mk86@163.com

基金项目: 大学生创新项目 (A84120).

在控制电路的控制下, 超声波发射探头向前发射 10 个超声波, 当超声波在空气中遇到障碍物时, 就会被反射回来, 并通过超声波接收探头转换成电信号, 由控制器判别回波信号. 超声波在空气中的传播速度为已知, 来回穿越时间是相等的, 只要测量出发射声波和接收声波的时间差, 乘以传播速度, 就能计算出发射点到障碍物的实际距离. 如图 1 所示.

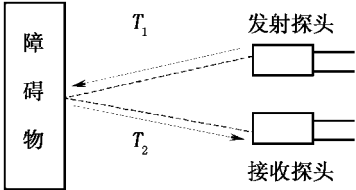


图 1 超声波测距原理

系统利用 AT89S2 单片机的定时功能实现对超声波信号进行准确的计时, 从而实现高精度的距离测量. 如果物体之间的距离用 L 表示, 测得往返的传播时间为 $T = T_1 + T_2$, 在空气中的传播速度用 C (m/s) 表示, 则障碍物的距离为:

$$L = \frac{C \cdot T}{2}$$

(1)

2 系统硬件设计

2.1 系统结构

本文设计基于超声波测距的盲人导航器系统框图如图 2 所示.

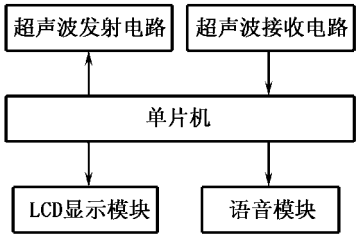


图 2 盲人导航器的系统结构

系统由 ATME 公司生产的 AT89S2 单片机、超声波发射电路、超声波接收电路、LCD 显示电路和语音模块组成. AT89S2 作为整个系统的控制器, 协调各部分电路工作. 通过 AT89S2 的 P1.0 管脚产生使能信号, 使超声波发射电路产生 40 kHz 的脉冲信号, 并驱动超声波传感器发射超声波. 当第一个脉冲发射后, 启动计数器开始计

数, 超声波回波信号通过放大和判别后送到单片机的外部中断器, 单片机一旦接收到回波信号, 便产生外部中断, 单片机 AT89S2 停止计数器计数, 从而得到超声波的穿越时间, 最后利用式 (1) 计算出距离, 并由显示电路显示和语音模块播音提示.

2.2 超声波发射电路设计

该系统使用的是 TC40-10 系列的超声波探头, 该探头的工作频率为 40 kHz. 为了产生 40 kHz 的方波信号, 采用 NE555 芯片组成一个间接反馈无稳电路, 发射电路如图 3 所示.

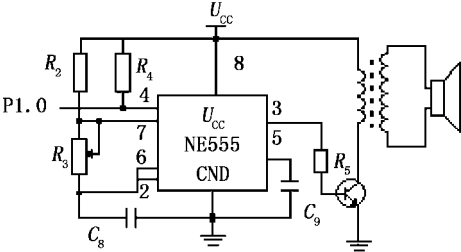


图 3 超声波发射电路

图 3 中, 4 脚为复位端, 输入负脉冲 (或使其电压低于 0.7 V) 可使 555 定时器直接复位; 5 脚为电压控制端, 在此端外加电压可以改变比较器的参考电压, 不用时, 经 0.01 μ F 的电容器接地, 以防止引入干扰; 3 脚为信号的输出端, 通过调节 R_5 可以改变输出频率. 当 P1.0 为高电平时, NE555 电路开始工作, 将输出 40 kHz 的信号, 输出信号的频率为^[6, 7]:

$$f = 1.443 \div [(R_2 + 2R_3) \times C_8]$$

(2)

由于 NE555 输出电流较小, 电压有限, 本文采用脉冲变压器升压的方式提高发射功率, 增强回波信号, 增大测量距离. 本文采用的升压变压器原边为 6 匝, 副边为 12 匝, 变比为 1:2.

2.3 回波接收电路设计

超声波在空气中传播时, 其能量的衰减程度与距离成正比, 即距离越近, 信号越强, 距离越远, 信号越弱, 通常为毫伏数量级. 由于超声波来回穿越距离的不同, 回波信号的变化范围较大, 对放大电路的增益提出了两个要求: 一是放大增益要大, 以适应小信号的需要; 二是放大增益能变化, 以适应信号变化范围大的需要.

此外, 由于回波信号为 40 kHz 交流信号, 频

率较高,当回波信号放大时,放大器必须具有良好的交流特性,以提高信号的放大精度.本文选择宽带放大器 THS4051对信号进行放大,其带宽为 50

MHz为了抑制放大器失调电压对输出信号的影响,在反馈回路中串联电容 C_{10} ,减小直流放大倍数,消除失调电压的影响^[8].电路如图 4所示.

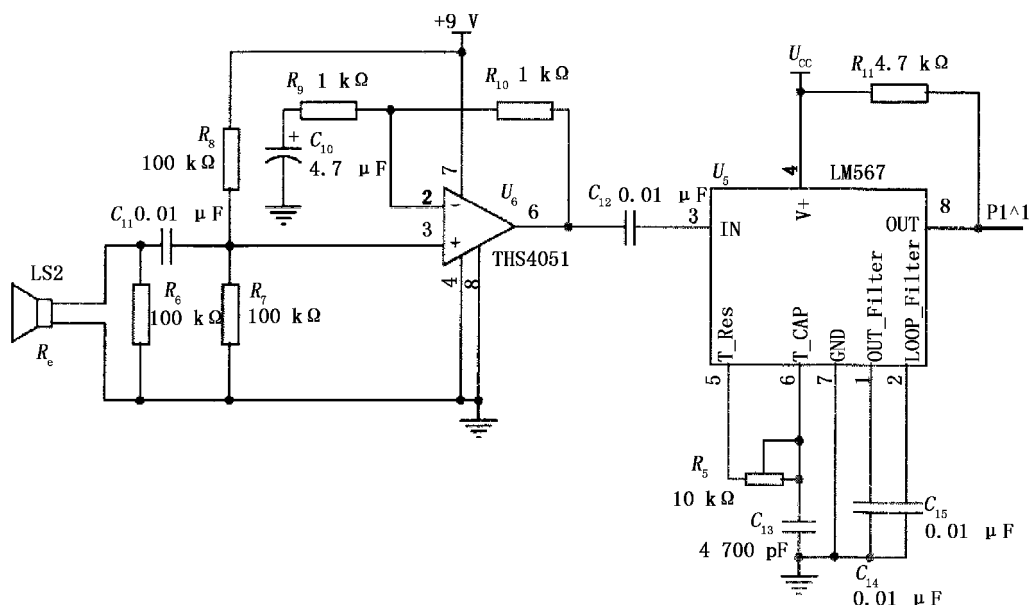


图 4 超声波接收电路

放大电路的放大倍数为:

$$K = \frac{R_0 + (R_9 + \frac{1}{\omega C_{10}})}{R_9 + \frac{1}{\omega C_{10}}} = 1 + \frac{R_0}{R_9 + \frac{1}{\omega C_{10}}} \quad (3)$$

回波信号频率为 40 kHz, $|1/\omega C_{10}|$ 与 1 kΩ 相比可以忽略不计,则系统的放大倍数约为 1 000

信号放大后,采用锁相环 LM567对信号进行跟踪,当接收到回波信号时,将输出一个低电平,若没有接收到回波信号,则输入为高电平.通过检测发射与接收之间的时间间隔即可完成对障碍物的检测.

2 4 显示及语音电路的设计

系统配有障碍物距离的显示功能,显示器采用 16位字符型液晶 (LCD1602)显示.其中 $D_0 \sim D_7$ 为显示码输入管脚,RS管脚为寄存器选择控制端,用于选择“输入指令”或“输入数据”模式, R_W为读写信号线控制, E管脚为使能端^[9 10].用 LCD1602的 $D_0 \sim D_7$ 连接单片机的 P_1 口,配合 P_{33} , P_{34} , P_{35} 实现对 RS, R_W, E端的操作,完成显示功能.其连接电路如图 5所示.

本系统的语音提示部分,由 BMP5008语音模

块完成.该模块使用地址选段放音模式:将“RO口功能选择端”悬空,将 K_2 插座的 $P_{00} \sim P_{05}$ 定义为 6段单键触发模式,可以寻址 1~6段内容, $P_{00} \sim P_{05}$ 引脚低电平触发.

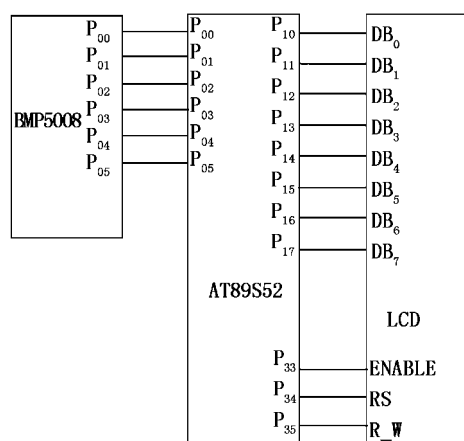


图 5 显示及语音电路

本系统设计将最大测距距离 3.5 m分为 6个区间,分别为: 0~1.00 m, 1.00~1.50 m, 1.50~2.00 m, 2.00~2.50 m, 2.50~3.00 m, 3.00~3.50 m,每个区间分别对应一段语音内容,每个区间所对应的编码依次为 0x4e, 0x4d, 0x4b, 0x47, 0x4c, 0x4f.系统测得障碍物的距离后,根据距离所

在区间, 将对应的编码输入到 $P_{00} \sim P_{05}$, BMP5008 接收到编码后, 自动播报出该区间语音内容, 提醒盲人, 达到帮助其安全行走的目的.

3 系统软件设计

系统软件主要完成超声波的产生、计时、计算, 以及结果显示和语音播报的功能. 它包括主程序、计算子程序、LCD液晶显示子程序、语音播报子程序、定时中断子程序等. 主程序主要完成寄存器、变量初始化、超声波产生, 以及显示程序和语言提示子程序的调用. 中断子程序用来响应回波信号, 当有回波信号时, 立即停止计时, 然后转入计算程序. 其流程如图 6所示.

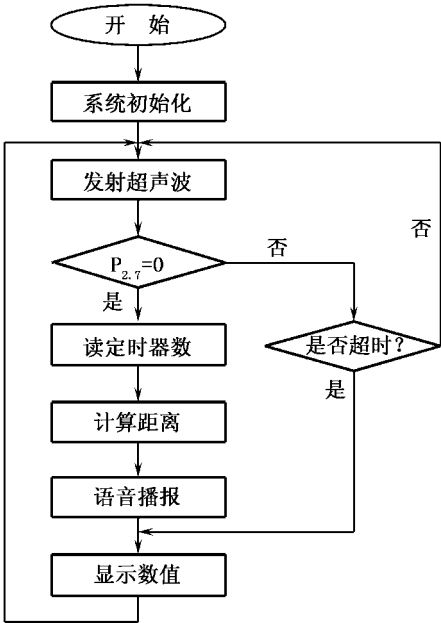


图 6 主程序流程

4 测试结果

为了验证系统的测量精度, 对系统进行了校准, 并在实验室对物体进行了实地测量, 系统的样机如图 7所示.

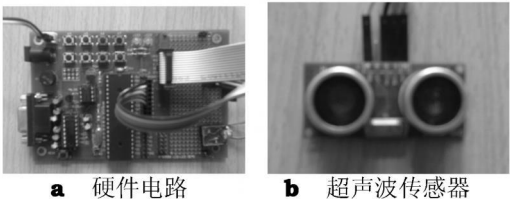


图 7 系统的样机

采用表面平整的小木板作为障碍物进行实验, 测量数据如表 1所示. 由表 1可知, 误差在 1 cm内.

表 1 测试数据 /m

| 标准值 | 实际测量值 | 误差 |
|------|-------|-------|
| 0.10 | 0.10 | 0.00 |
| 0.20 | 0.20 | 0.00 |
| 0.30 | 0.29 | -0.01 |
| 0.40 | 0.39 | -0.01 |
| 0.50 | 0.50 | 0.00 |
| 1.00 | 1.01 | 0.01 |
| 1.50 | 1.51 | 0.01 |
| 2.00 | 2.01 | 0.01 |
| 2.50 | 2.49 | -0.01 |
| 3.50 | 3.49 | -0.01 |

5 结 论

(1)基于超声波测距的导盲器的有效距离可达到 3.5 m, 测量精度为 1 cm, 同时有语音的准确提示, 能够满足盲人导航器的设计要求, 为盲人安全、快速行走提供了保障.

(2)本系统也可以在其他测距领域应用.

参考文献:

[1] 王妍, 王延忠. 关于建立我国盲人图书馆的设想[J]. 图书馆学刊, 1998, 4(4): 11-13.

[2] 金钥. 形形色色的导盲系统[J]. 中国医疗器械信息, 1998, 4(4): 30-32.

[3] 樊昌元, 丁义元. 高精度测距雷达研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2000, (2): 52-55.

[4] 马大猷. 现代声学理论基础[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 89-94.

[5] 张谦琳. 超声波检测原理和方法[M]. 北京: 中国科技大学出版社, 1993: 78-86.

[6] 孙宝元, 杨宝清. 传感器及其应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 75-76.

[7] 段九州. 放大电路实用设计手册[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002: 107-109.

[8] 苏长赞. 红外线与超声波遥控[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1993: 95-98.

[9] 王安敏, 张凯. 基于 AT89C52单片机的超声波测距系统[J]. 仪表技术与传感器, 2006, (6): 45-46.

[10] 谭进怀, 冯地耘, 陈立万. 超声波语音测距系统在车辆避障中的应用[J]. 微计算机信息, 2008, 1(2): 122-123.