Research on Ultrasonic Range Finder*

YANG Fan[1*], LIU Chang[1], MA Jun[1], ZHANG Jing-quan[2]

(1. School of Electrical and Information Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;
2. Hubei Province Land and Resources Institute, Hubei Land Resources Vocational College, Jingzhou 434000, China)

Abstract: The Range Finder is according to the reflection principles of ultrasonic in the air. It was designed based on single-chip computer technology and the UCM40 ultrasound sensor. The hardware is primarily composed by the controller module, the ultrasonic launch module, the ultrasound receiving module and the display modular. The software is composed by keyboard scan, timer or counter initialization, sending ultrasonic subprogram, interrupt service routine and dynamic display subprogram. The system will complete the range finder and the digital display of the distance. It can measure the range from 0.06 m to 1.00 m with the accuracy of 1cm. This system is easy to control, reliable and high accuracy.

Key words: AT89S52 MCU; ultrasonic sensor; distance measurement

EEACC: 1820

超声波测距仪研究*

杨 帆[1*], 刘 畅[1], 马 俊[1], 张敬泉[2]

(1. 武汉工程大学电气信息学院, 武汉 430073; 2. 湖北国土资源职业学院, 荆州 434000)

摘 要: 根据声波反射原理,应用单片机(AT89S52)技术和UCM40T超声波传感器设计了一种超声波测距仪。硬件部分主要由控制模块、超声波发射模块、超声波接收模块和显示模块构成。软件部分采用单片机C语言编程,主要由键盘扫描、定时器/计数器初始化、超声波发射子程序、中断服务子程序和LED动态显示子程序构成。此系统测距范围为0.06 m~1.00 m,精度达到1 cm,具有易控制、工作可靠、测距准确度高等优点。

关键词: AT89S52; 超声波传感器; 测距

中图分类号: TP274.53 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9490(2009)02-0476-03

超声波测距是一种非接触式的检测方式,在工业控制、勘探测量、机器人定位等领域得到了广泛应用,特别是应用于空气测距,空气中超声波波速较慢,传播时间比较容易检测,具有很高的分辨力和准确度。由于空气中传播的衰减程度与频率的高低成正比,此次设计的测距范围定为0.06 m~1.00 m,因此选择40 kHz频率的UCM40T超声波传感器,分辨率为1 cm。采用AT89S52单片机来设计,用LED显示,使电路大大简化而性能提高。下面着重介绍超声波测距原理及软硬件系统构成。

1 工作原理

超声波测距原理是利用超声波在空气中的传播速度为已知,测量声波在发射后遇到障碍物反射回来的时间,根据发射和接收的时间差计算出发射点到障碍物的实际距离。

超声波传感器和AT89S52单片机构成整个系统的核心[1-5]。AT89S52通过按键启动测量,发出一个40 kHz的方波信号驱动超声波发射器发射出一串超声波脉冲,同时启动单片机计时器计时测量超声波传播时间。当脉冲到达被测目标时,反射经空气传播被

收稿日期: 2008-08-27

基金项目: 湖北省教育厅项目资助"多传感器信息融合的虚拟仪器网络集成测控实验体系研究"(D20081504)

作者简介: 杨 帆(1966),女,汉,武汉工程大学,硕士,教授。主要研究方向为智能仪器与测控技术,yangfan188@sohu.com; yepeng@mail.wit.edu.cn

超声波接收器接收，再由放大电路放大，通过比较器转化成方波信号触发单片机的外部中断 0 停止计数。采用异地脉冲反射式测距，利用单片机内部定时器间接测量时间，传播距离为 $L=vNt_0/2$，式中，L 为待测距离，v 为超声波的声速，N 为定时的个数，t_0 为定时器的定时时间。

2　硬件设计

超声波测距仪模块的硬件设计分为七个部分：主控芯心 AT89S52、复位电路、时钟电路、按键电路、LED 显示模块电路、超声波发射电路和接收电路。如图 1 所示。

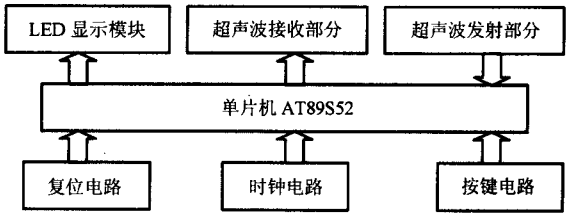

图 1　超声波测距仪的组成框图

2.1　控制部分

根据原理，主控部分硬件电路图如图 2 所示。

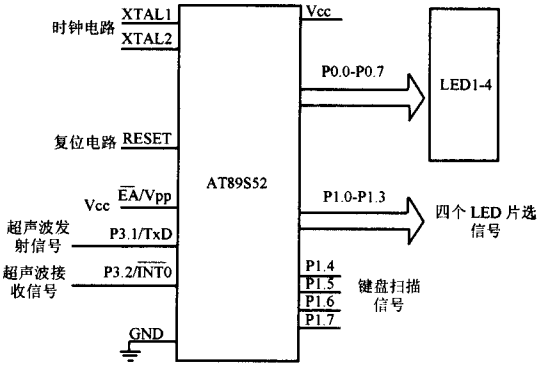

图 2　主控部分电路图

以 AT89S52 单片机为核心，实现其对各部分电路的控制和响应。XTAL1 和 XTAL2 外接一个晶体振荡器，为单片机提供时钟控制信号；$\overline{EA}/V_{PP}$ 接高电平时单片机访问内部程序存储器；为减小 P1.0～P1.3 端口灌电流，在 LED 片选端各加一个 8050 三极管。P0 端口送要显示的字符段码，实现 LED 的动态显示。采用独立式按键接口方式，各按键相互独立，均采用上拉电阻从而保证按键断开时，各 I/O 口线有确定的亮电平。采用查询方式，对键盘进行软件编程，采用软件消抖的方法进行按键处理。

2.2　超声波发射部分

超声波发射脉冲信号由单片机的 P3.1 口产生，由于超声波频率高利于探测较小目标，而从单片发射头 UC 机里发出的 40 kHz 脉冲信号的功率较低，不能直接驱动发射换能器，因此需要一个放大电路将脉冲信号放大后，再送至发射换能器，驱动其发出与驱动信号同频率的超声波，如图 3 所示。

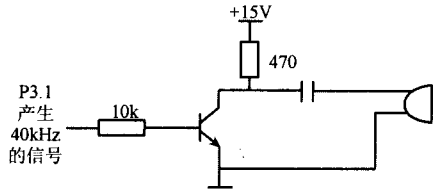

图 3　超声波发射电路图

2.3　超声波接收部分

因为超声波在传播过程中有衰减，接收到的信号为毫伏级，比较微弱，为了有效处理回波信号选择 9013NPN 型的三极管进行放大。通过 100 kΩ 滑动变阻器调节三极管的偏置电压，使之导通。经过放大后的输出信号峰值约为 3 V，LM393 比较器参考电压选择 2 V，通过比较之后信号为峰峰值为 5 V 的方波信号，用以触发外部中断。超声波接收部分硬件原理图如图 4 所示。

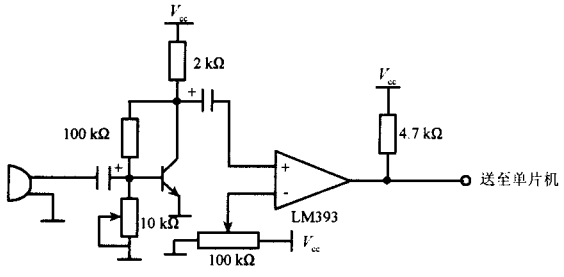

图 4　超声波接收电路

3　软件设计

超声波测距仪的软件部分主要包括主程序、键盘扫描子程序、定时器/计数器初始化程序、超声波发射子程序、中断服务子程序和 LED 动态显示子程序六个部分，下面主要阐述部分程序设计思路。

3.1　主程序

在主程序中先开所有中断，然后调用键盘扫描和显示子程序。单片机通电正常工作后，对键盘不断地进行查询式扫描，最终完成工作要求。主程序流程图如图 5 所示。

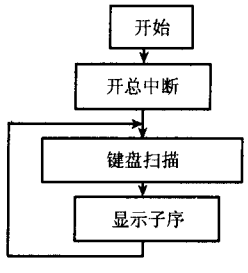

图 5　主程序流程图

3.2 键盘扫描软件处理

键盘扫描程序的软件流程图如图 6 所示。扫描程序查询的内容如下：

① 查询是否有键按下。P1 口接收高 4 位，当其中有一位为低电平时表示有键按下。

② 键的抖动处理。按下或释放一个键后，应延时 10 ms 后再进入子程序。

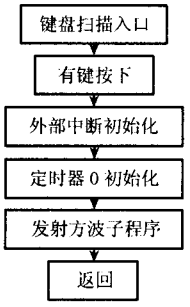

图 6 键盘扫描子程序

3.3 定时器/计数器

本设计要求发射 40 kHz 的方波，其周期为 25 μs，则要求定时器定时间隔 12.5 μs，每次时间到时，P3.1 取反。定时器需计数次数 $=12.5/(12/f_{osc})=12.5$，为方便计数，取计数次数为 12，将定时器 1 设置为方式 2。超声波发射的软件流程如图 7。

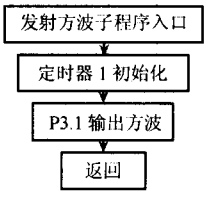

图 7 发射方波子程序

4 实验结果

本次设计的超声波测距仪是省教厅项目“多传感器信息融合的虚拟仪器网络集成测控实验体系研究 D20081504”的一部分，对设计实验仪器进行大量实验，表 1 是部分实验数据。

表 1 测试数据 单位：m

序号	测距仪读取值	实际测量值	序号	测距仪读取值	实际测量值
1	0.069	0.060	8	0.353	0.400
2	0.104	0.100	9	0.407	0.450
3	0.149	0.150	10	0.452	0.500
4	0.194	0.200	11	0.507	0.600
5	0.243	0.250	12	0.591	0.700
6	0.283	0.300	13	0.671	0.800
7	0.323	0.350	14	0.875	1.000

本设计采用的超声波频率是 38.4 kHz，接近 40 kHz。超声波传感器的测距范围为 0.06 m～1.00 m，在有灰尘、烟雾、强磁场干扰、有毒等各种环境下都能稳定工作，采用 LED 动态显示方式，节省单片机端口资源；键盘进行软件编程，采用软件消抖的方法，保证识别出按下的键盘；该系统检测迅速、方便、易于实时控制。由以上测量数据可知，超声波测距仪在 0.1～0.4 m 范围内精度高，随着距离的增加，误差有所增加。主要是由于发射功率较小，接收信号微弱，以致干扰信号侵入影响测量数据。另外所选传感器精度不高以及视觉误差都是造成测量误差的原因。测量结果的精度还受声速、温度等其它因素的影响[6-8]。该超声波传感器已经在武汉工程大学电气信息学院实验教学中得到较好应用。修正后的平均测量误差为 $\triangle S=0.001$ m。由于系统增加了温度修正系统及软件补偿技术，大大提高系统的测量准确度。实际测试证明，经修正后该系统的测量准确度可达到±0.02 m。

5 结束语

利用超声波传感器实现无接触式空气测距，通过温度补偿的方法对传递速度予以校正，保证较高的测量准确度和较快的反应速度。超声测距不受光线、被测对象颜色等影响，对于被测物处于黑暗、有灰尘、烟雾、电磁干扰、有毒等恶劣的环境下有一定的适应能力。随着工业机器人的自动测距、导航系统、机械加工自动化装配及检测的需要，自动测距变得十分重要。因此本课题的研究和开发是具有实际意义的。

参考文献：

[1] Aniel R Herrington. Ultrasonic Range Finder uses Few Components[M]. EDN. 1999,6:23-2 6.

[2] Paul A. Shirley. An Introduction to Ultrasonic Sensing[J]. Sensors, NoC. 1989,6(11):15-18.

[3] 杨帆，李国平，胡中功等. 基于虚拟仪器的直流电机转速测控实验系统研究[J]. 电子器件，2008,31(2):676-679.

[4] Yang F, Li GP, Li HP. Design & Development of a Remote Temperature Monitor System of Web Using Virtual Instruments[J]. Advances in Computer, Information, and Systems Sciences and Engineering,2006 13:449-452.

[5] 杨帆，黎会鹏，赵党军，等. 基于 MCS-51 与 LabVIEW 的远程光电信号检测实验系统设计[J]. 武汉理工大学学报，2006,28(8):122-124.

[6] 张和生，宋明耀. 提高超声测距精度的设计[J]. 电子产品世界，2004(07A):87-89.

[7] 胥绍禹. 超声波测距仪的设计与制作[J]. 集成电路应用，2002(3):34-36.

[8] 林伟，梁家宁，李才安. 便携式多功能超声波测距仪的设计与实现[J]. 电子测量技术，2008,31(1):165.