

一种基于超声波的泊车辅助系统

广东工贸职业技术学院 王锋

无论是传统汽车还是新能源汽车，车上均装设了许多 ECU，即电子控制单元。ECU 的本质就是单片机，所以无论是从事整车的维修、保养工作还是从事车载电子部件的维修、研发工作，都要求具备一定的单片机知识基础，否则将无法进行更深层次的技术维修或产品研发。然而，汽车专业的学生在学习单片机相关知识内容时，部分学生认为此知识内容与汽车无关，致使学习兴趣不高，学习效果较差。为激发学生的学习兴趣，演示单片机在汽车电子产品中的应用，技能大师工作室负责人王锋设计并制作了基于超声波的泊车辅助系统，并应用于课程实践教学，大大激发了学生的学习兴趣。

与传统的超声测距相比，该系统结合可视化的测量技术，采用由 6 组超声波传感器组成探测网络，对车体与前、后障碍物之间的距离进行全面测量，测量值送 12864 液晶屏实时显示，并根据 6 组超声波传感器测量所得的数据，给出报警文字提示及不同频率的声音报警信号。超声波泊车辅助系统使用简单，直观便捷，显示内容清晰，方便在汽车运动过程中对数据进行观测，是辅助泊车的得力工具。

1 超声波测距原理

目前，障碍物探测很多采用超声波传感器。超声波测距可以直接测量近距离目标，纵向分辨率高，适用范围广，方向性强，并具备不受光线、烟雾、电磁干扰等因素影响，覆盖面较大等优点。目前，超声波测距已广泛应用于液位测量、避障、测距及检测等领域，应用前景广阔。

超声波测距的工作原理：发射器向外发射超声波，超声波在介质中传播，遇到障碍物后反射，产生回波，接收器接收回波。通过检测发射超声波与接收回波之间的时间差 t ，求出目标障碍物距信号发射源的距离 d ，计算公式为：

$$d = \frac{1}{2} v t \quad (1)$$

空气中， $v = 331.4 \times \sqrt{1 + T/273}$ 。

海水中， $v = 1450 + 4.21T - 0.037T^2 + 1.14(S - 35) + 0.175P$ 。

式中， v 为超声波波速 (m/s)， t 为发射超声波与接收回波之间的时间差 (S)， T 为环境温度 (°C)， S 为海水盐度，按千分比计算； P 为海水静压力 (Pa)。

2 超声测距模块及其工作原理

本设计采用的超声波测距模块，其原理图如图 1 所示，图 2 为其超声波时序图。

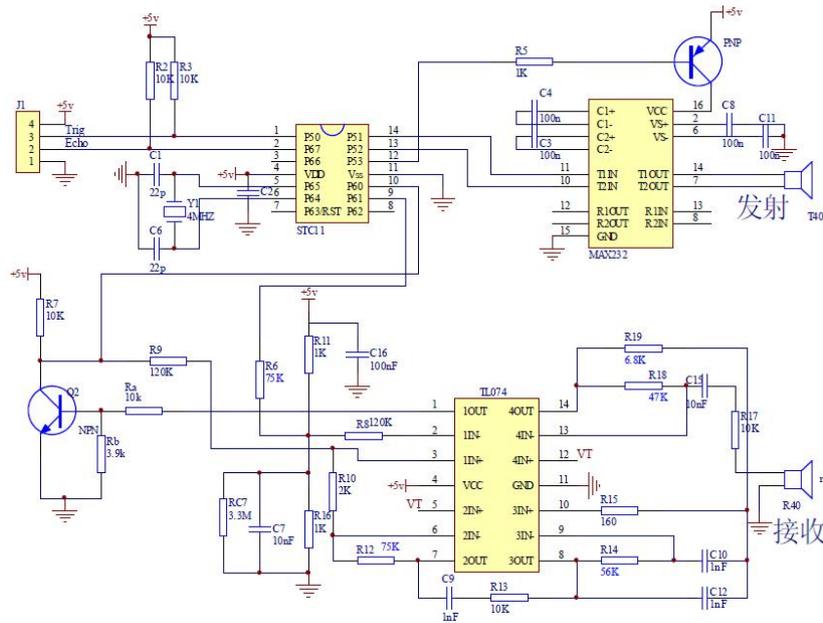


图 1 HC-SR04 超声波测距模块原理图

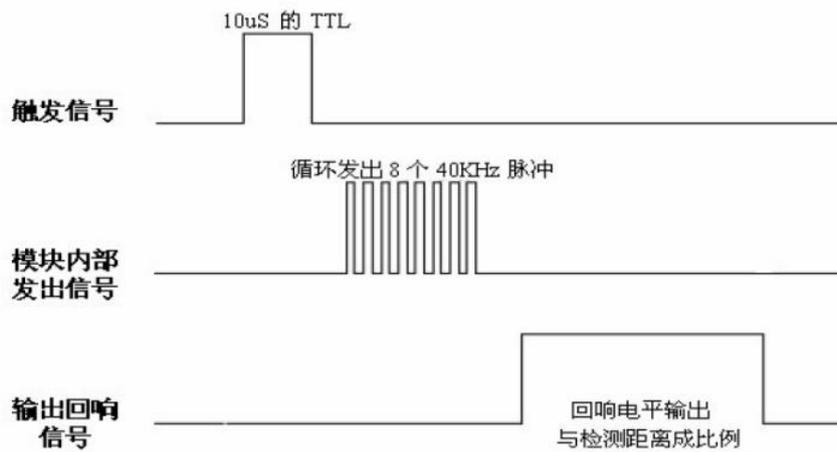


图 2 超声波时序图

当超声波测距模块的 Trig 端（图 1 的 J1-3 脚）收到一个 10uS 以上的脉冲触发信号时，该模块内部将发出 8 个 40kHz 脉冲信号，并从 Echo 端（图 1 的 J1-2 脚）输出回响信号。当模块检测到回波信号则停止输出回响信号，如图 2 所示，回响信号的脉冲宽度与所测的距离成正比。通过计算发射信号到收到回响信号的时间就可以根据公式（1）计算得到发射器与障碍物之间的距离 d 。为避免发射信号对回响信号的干扰，建议测量周期为 60ms 以上。

3 超声波泊车辅助系统的设计与实现

3.1 系统硬件设计

本设计的超声波泊车辅助系统由主控单元、超声波探测网络、温度传感器、液晶显示模块、报警模块等构成，其结构框图如图 3 所示。主控单元采用微芯(Microchip)公司的 PIC16F877A，

主要用于距离信号采集、温度信号采集及数据修正、液晶显示控制、声音报警控制等。温度传感器采用 DALLAS 公司的 DS18B20 单总线数字式温度模块，温度信号用于修正超声波传感器检测的距离值，以提高检测精度。显示模块采用 12864 液晶，报警模块采用带驱动电路的蜂鸣器模块。超声波探测网络由 6 个 HC-SR04 模块组成，车头和车尾各安装 3 个，其安装示意图如图 4 所示，其中前中与后中安装于正前、正后方向，前左与前右及后左与后右均与车体成 45 度角，用于检测前左、前中、前右、后左、后中、后右六个位置与障碍物之间的距离。

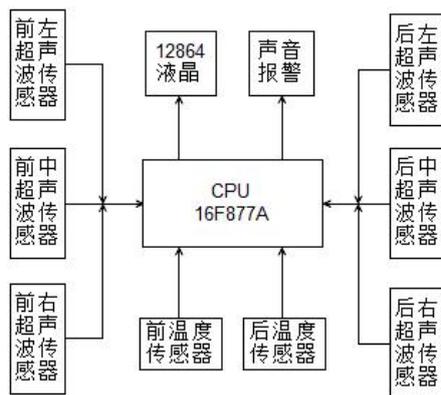


图 3 超声波泊车辅助系统结构框图

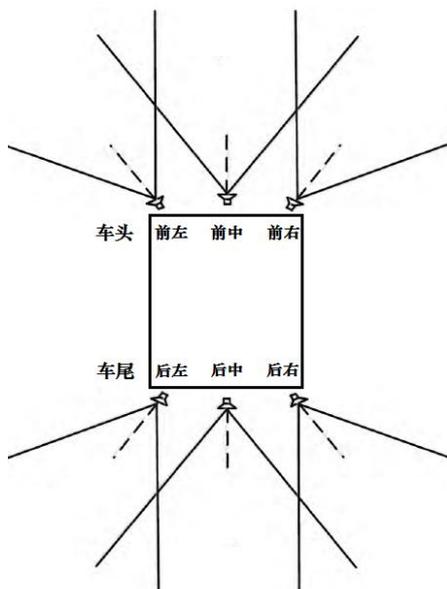


图 4 超声波探测网络安装示意图

3.2 系统软件设计

系统软件采用模块化设计，主要包括：超声波探测网络距离测算程序、温度测算程序、数据处理程序、显示程序、报警程序、中断服务程序等。图 5 为主程序流程图，系统轮流发出 6 组触发脉冲，每组触发脉冲输出后进行回波检测，用于获取超声波在车前及车尾 6 个方向的传输时间，回波时间与检测距离成正比，检测距离经温度修正后送 12864 液晶显示，当距离过小

时，给出报警文字提示及不同频率的声音报警信号，距离越小，报警声音频率越高。

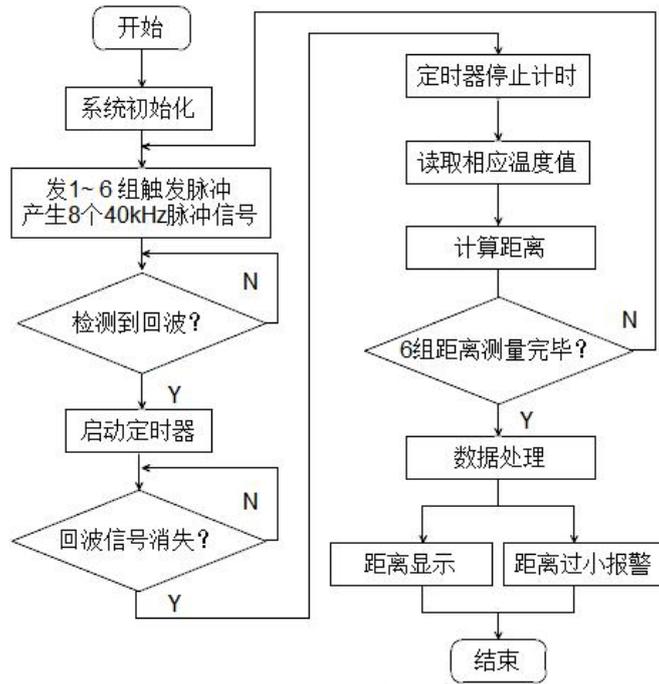


图 5 超声波泊车辅助系统程序流程图

3.2 系统的硬件实现

根据系统硬件结构框图搭建硬件模型，按系统程序流程图编写控制程序，对系统功能进行测试。图 6、图 7 分别为超声波传感模块车前、车后测点安装图，由 6 个超声波传感模块组成一个超声波探测网络。前中与后中传感模块安装于车辆正前、正后方向，前左与前右及后左与后右传感模块均与车体成 45 度角，分别用于检测前左、前中、前右、后左、后中、后右六个位置与障碍物之间的距离。图 8 为控制及报警、显示模块，在距离较小时，能及时发出文字及声音报警，降低车辆碰撞事故概率。



图 6 车前测点安装图



图 7 车后测点安装图

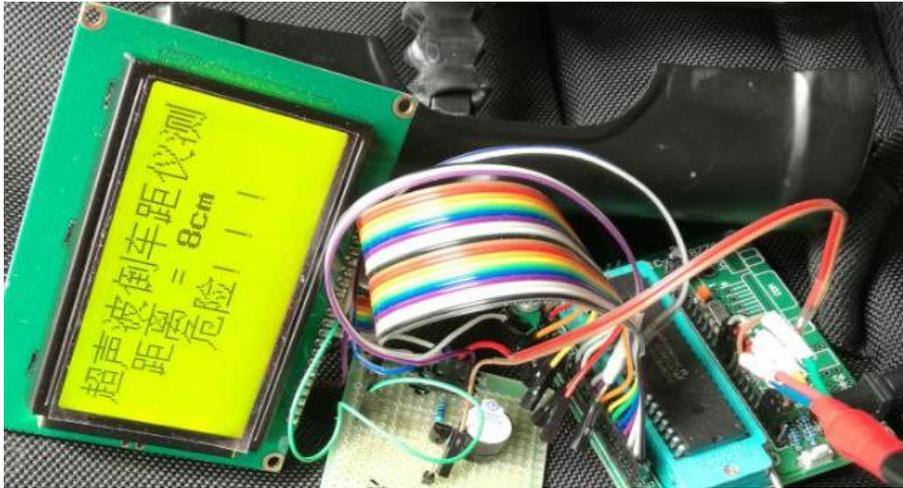


图 8 控制及报警、显示模块

4 测量结果分析

下图 9 为倒车过程中车尾障碍物的一组测试数据，其中后左为 25cm，后中为 20cm，后右为 25cm，前左为 400cm，前中为 195cm，前右为 400cm。对于车尾传感器数据，因后左与后右传感模块与车体成 45 度角，故后左与后右测量值稍大于后中测量值，车辆直线倒车时应以后中数据为准。对于车前传感器数据，前中测量值为 195cm，表明车辆与正前方障碍物距离为 195cm，因前左与前右传感模块与车体成 45 度角，前左与前右传感模块未检测到障碍物，故前左、前右显示最大测量值 400cm。

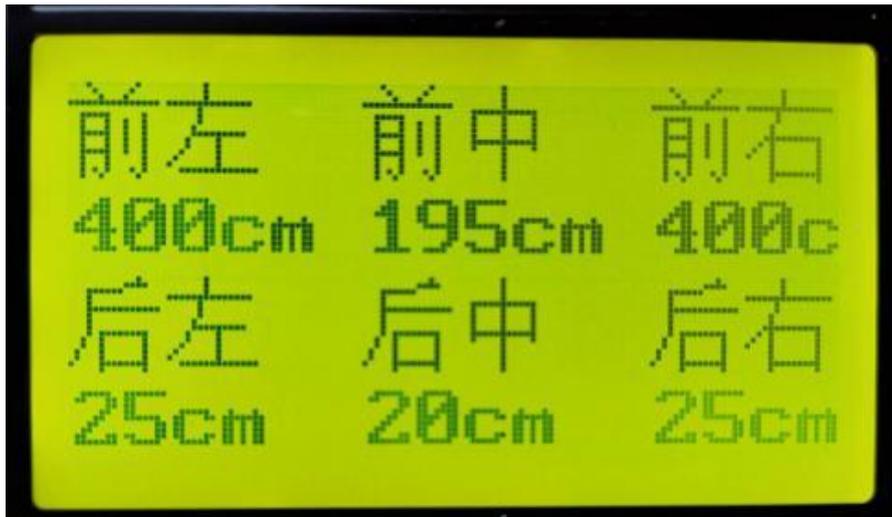


图9 系统泊车测试数据

下表1数据为系统测量距离与实际距离的测量记录，系统测量数据只保留整数部分。经多次测试，并与实际距离值对比，系统测量误差约1cm，满足使用要求。

表1 测量数据记录（单位：cm）

车前障碍物实际距离	车前障碍物测量距离	车后障碍物实际距离	车后障碍物测量距离
300	299	300	301
100	100	100	101
60	59	60	60
20	21	20	21
10	9	10	10

5 超声波的泊车辅助系统在教学中的应用

本设计利用由6组超声波模块组成的超声波探测网络对泊车过程中的车前、车后障碍物距离进行全面测量，在距离过小时给出文字及声音报警提示，可以有效降低泊车过程中的碰撞事故，缩短泊车时间。通过实物演示教学，学生可真切地感受到单片机在汽车电子产品中的应用，大大激发了学生的学习兴趣，提高了学生的学习效果，也在一定程度上开拓了学生的创新思维。