

一种倒车防碰撞系统的设计与实现

张安然

(中煤科工集团 重庆研究院有限公司,重庆 400037)

摘要:倒车防碰撞系统是一种辅助汽车泊车装置。系统由超声波收发电路、回波放大电路、语音提示电路、数码显示、报警及温度补偿电路组成。该文对系统的硬件电路及软件程序进行了研究,设计了系统各硬件的电路图及主要软件工作流程。在硬件部分中,控制芯片选用 STC11F02E 单片机;采用 API8108A 语音芯片设计语音提示系统;利用 DS18B20 温度传感器测取环境温度,实现测距的温度补偿;采用两片 74LS164 串并转换芯片实现 5 片数码管的实时显示。软件部分对测距及显示等程序进行了重点介绍。最后对系统进行测试验证了系统的准确性及可靠性,说明系统具有一定的实用价值。

关键词:倒车系统;超声波测距;语音提示;温度补偿

中图分类号:TN919.6+4 **文献标识码:**A

Design and Implementation of a Reversing Anti-collision System

ZHANG Anran

(China Coal Technology Engineering Group Chongqing Research Institute, Chongqing 400037, China)

Abstract: The reversing collision avoidance system is a kind of auxiliary car parking device. The system consists of ultrasonic transceiver circuit, signal amplification circuit, voice prompt circuit, digital display mode, and alarm and temperature compensation circuit. The hardware circuit and software program of the system were studied in this paper, and the hardware system design and software work flow were designed. We selected STC11F02E single-chip microcomputer as the control chip of the hardware, API8108A voice chip was used to design the voice prompt system, DS18B20 temperature sensor was used to measure the temperature and realize temperature compensation of the ranging, two pieces of 74LS164 series-parallel conversion chip were used to realize real-time display of 5-piece digital tubes. The ranging and display programs were mainly introduced. The system was tested to verify the accuracy and reliability. The results showed that the system had a certain practical application.

Key words: reversing system; ultrasonic ranging; voice prompts; temperature compensation

0 引言

在汽车的尾部安装 4 个超声波探头,倒车时,采用往返时间测量法测量汽车尾部到障碍物的距离,通过数码管实时显示距离,当车尾部的超声波探头与障碍物的距离小于设定值的安全值时,通过蜂鸣器报警提示驾驶员。

目前市场上中高档型汽车均配有可视倒车系统,可视化倒车系统更直观、方便,但价格贵。因此一些低档的小汽车及大型汽车并未安装倒车雷达装置^[1]。

本文研究并设计了一款具有语音提示、数码显示及温度补偿功能的倒车防碰撞系统。采用单片机控制各路信号,系统具有成本低,外部电路简单,易集成等特点,极易推广及用于商业化生产。

1 系统组成及工作原理

倒车防碰撞系统由测距部分、单片机控制部分、温度补偿部分、蜂鸣器报警部分和 LED 数码管显示部分组成。其中,测距部分由超声波发射和接收电路组成,数码管显示距离,同时两边条形数码管显示危险程度。系统结构如图 1 所示。

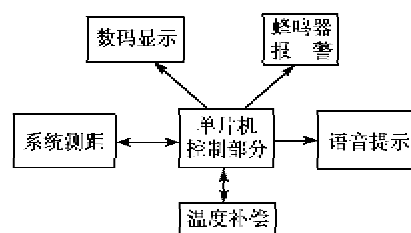


图 1 倒车雷达系统组成框图

本系统使用 4 路超声波传感器分时隙工作,采

收稿日期:2014-01-24

作者简介:张安然(1980-),男,山东人,主要从事嵌入式、物联网方向的研究。

用往返时间测量法测距，测距原理是当车辆进行倒车时，防碰撞系统开始工作，单片机产生一串 40 kHz 的矩形波，经 4 选 1 模拟开关按时序分别向 4 路超声波探头传给发射电路，通过超声波换能器发射超声波，同时开启计数器计数，超声波在空气中传播至障碍物后反射，反射的部分回波被超声波换能器接收并转换成电信号，再经接收电路滤波、放大、整形后，触发单片机外部中断，产生中断，计数器停止计数，测出超声波发射脉冲串到接收回波信号的时间差 t ，并根据超声波在空气中传播的速度 v ，得出被测距离：

$$S = vt/2 \quad (1)$$

由于声速会受到环境温度影响，温度与声速的关系为

$$v \approx v_0 + 0.607 \times T \quad (2)$$

式中： $v_0 = 332 \text{ m/s}$ 为 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的声波速度； T 为当前环境温度。因此只需通过温度传感器测出 T 即可得到 S 的修正值。通过比较选取 4 路信号中的最短距离进行显示，当显示值小于设定报警值时，单片机控制蜂鸣器发出报警声音，随着距离越近，报警声音频率越大，同时显示部分两侧的条形数码管显示条数增加以表示危险级别。最大探测距离与超声波传感器性能、驱动电路、回波放大电路等因素相关，根据实际需求，本系统设定的最大探测距离为 5 m。

2 系统硬件电路的设计

2.1 超声波收发电路

超声波收发电路由 4 选 1 路开关模块和变压器构成，单片机发送脉冲信号经过 4 选 1 路开关后经变压器提高脉冲信号的电压幅值，经变压器将峰值电压提升至 120 V 左右，驱动超声波传感器，本系统选用 KT40-1602C 收发一体超声波传感器，其固有频率为 40 kHz，单片机发送脉冲信号频率为 40 kHz，当脉冲信号与超声波传感器固有频率相同时产生共振，能高效的将电信号转换成机械能辐射出去。超声波接收电路通过超声波传感器将反射回来的超声波转换成微弱的电信号，单片机控制 CD4052 的 4 选 1 开关将信号接收并从 YF 口输出至回波放大电路进一步处理^[2-4]。超声波收发电路如图 2 所示。

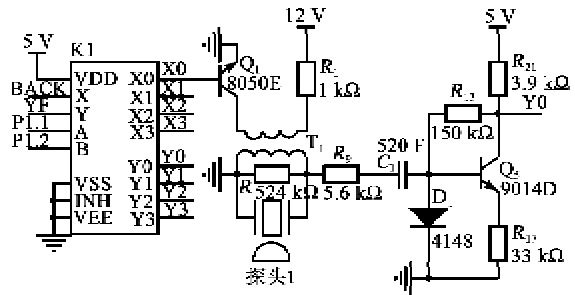


图 2 超声波收发电路

2.2 回波放大电路

超声波传感器接收回波信号后转换成微弱的电信号，这个电信号必须经回波放大电路进行放大整形后才能送至单片机处理，本系统回波放大电路采用专业的微弱信号放大芯片 NE5532 构成，应用电路如图 3 所示。

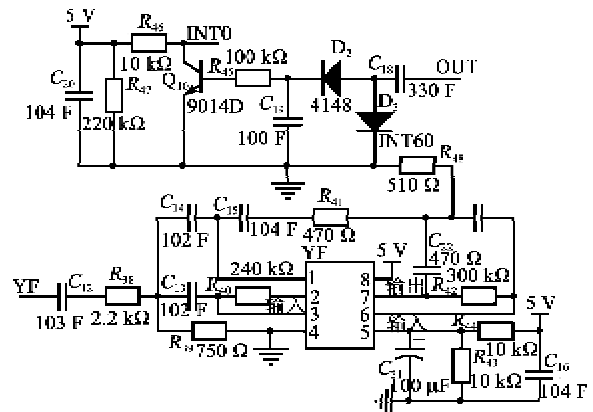


图 3 回波放大电路

图 3 中， C_{12} 、 C_{13} 负责高通和高阻，滤除杂波分量，经过 2 脚进入 NE5532 芯片放大，信号经 OUT 口输出并通过由 Q_{10} 构成的电压比较器后送入单片机 INT0 中断口，INT0 常态为高电平，当 OUT 口输出高电平时， Q_{10} 导通，INT0 被拉低，产生下降沿，单片机 INT0 口中断方式选择下降沿触发即可接收该信号。

2.3 语音提示电路

本系统提供语音提示功能，倒车过程中及时提醒附近的人们正在倒车，音频芯片选用 API8108A 芯片，通过简单的外围电路即可工作，该芯片可事先录制八段音频，每段长度为 10 s，通过单片机 P1.4、P1.5 控制 API8108A 芯片 TG1、TG2 口选择播放音频，API8108A 的输出端接 LM386 芯片进行音频放大后接到扬声器。电路如图 4 所示。

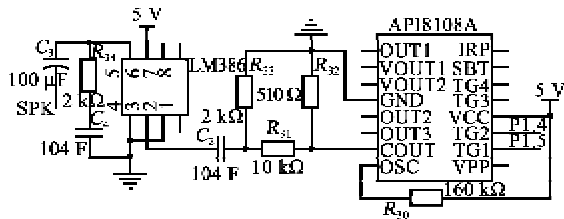


图4 音频电路

2.4 数码显示、报警及温度补偿电路

本系统控制部分要求实现数码管的动态显示，控制 CD4052 的 4 选 1 路开关、音频电路、蜂鸣器及产生 40 kHz 的脉冲电压等功能，对处理器的要求并不高，因此选用 STC11F02E 单片机即可满足要求^[5-6]。电路如图 5 所示。

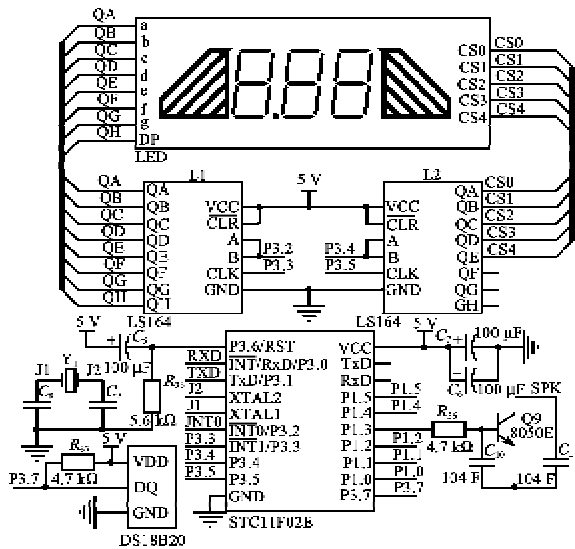


图5 显示、报警及温度补偿电路

显示部分由 3 片 8 段的数码管及 2 片 5 段数码管组成。通过两片 74LS164 移位寄存器完成 16 位数据的串并转换，前 8 位中的低 5 位作为使能信号控制 5 片数码管的通断，后 8 位传输数据，以轮巡的方式为 5 片数码管传输数据实现时分复用，即节约硬件接口，同时使数码显示更稳定。采用蜂鸣器发出“滴滴”的声音提示倒车危险级别，程序设定 5 种危险级别，对应蜂鸣器发出不同频率的声音及两边 2 片 5 段数码管的闪烁。单片机 P3.2~P3.5 口控制 CD4052 两组 4 选 1 路开关，CD4052 中 X0~X3 为发射信号通路，Y0~Y3 为接收信号通路，脉冲信号进入 X 端口，通过控制 A、B 口选择从 X0~X3 中任一路输出，接收信号经过 Y0~Y4 中任一路回到 Y 口。采用 DS18B20 温度传感器测量环境温度，该芯片只有一根数据线，使用时只需将 DQ 引脚上拉

即可工作。

3 系统软件的设计

系统软件设计包括系统主程序设计、测距程序设计、数码显示、报警及温度补偿^[7-8]。

3.1 系统主程序

主程序如图 6 所示。首先进行初始化，完成定时器工作方式和初值的设定，外部中断口 INT0 边沿出发方式的设定，打开外部中断函数及驱动数码管显示默认初值等工作，完成初始化后系统按时隙顺序调用测距程序，定时器 T0 启动并开始计时，定时器 T0 采用 16 位定时方式用以计算超声波收发时间，根据 $t = 2s/v = 2 \times 5/364 = 0.028(s)$ ，为避免发射的超声波直接被接收需延时 3 ms 后启动接收，设定 T0 每 50 ms 产生中断，定时器停止并重新计时。定时器最大定时时间为 65 ms，满足测距要求。当单片机 50 ms 内未收到回波，则说明无障碍物，定时器清零并重新定时，当设定时间内收到回波，INT0 产生中断，提取定时器 T0 时间 t 及 T ，测得距离，4 路数据测试完毕后，取最小距离显示出来。一组数据测试时间小于 200 ms，采用 74LS164 芯片对数据锁存可实现数码管稳定显示，当测定距离小于安全距离时，单片机驱动蜂鸣器报警。当车与障碍物距离小于 5 m，对比当前距离与前一次测试距离，如果前者小于后者，说明正在倒车，单片机控制音频模块发出“倒车请注意！”的语音提示。

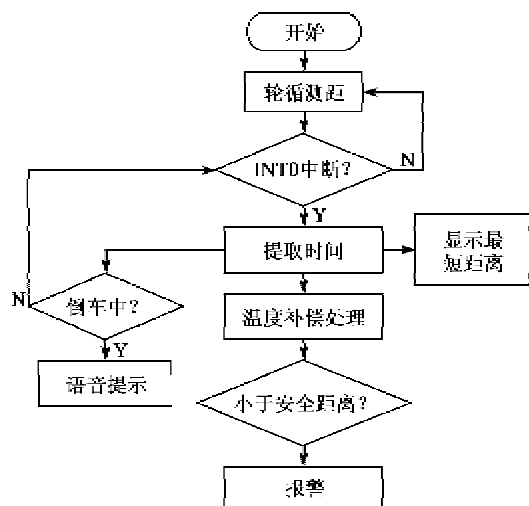


图6 主程序流程图

3.2 测距程序

测距程序启动后，为防止超声波直接返回，延时 3 ms，然后 INT0 中断程序开始工作，流程如图 7 所示。

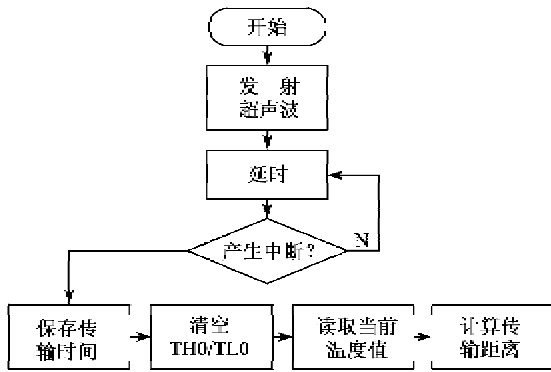


图 7 测距流程图

当回波信号触发外部中断后,进入测距程序,首先读取定时器 TH0、TL0 值计算出超声波传输时间 t ,将其保存在寄存器 T_{min} 中,清除 TH0、TL0,当未收到回波信号后, t 值默认为最大值,依次接收 4

路超声波信号,读取最短回波时间存放至 T_{min} 寄存器中,然后提取温度传感器的实时数据存放在 Dq 寄存器中,根据式(2)可计算出当前声波速度,然后通过式(1)可得出车距,最后清空 TH0、TL0 值并为 T_{min} 赋予默认最大值。

3.3 数码显示程序

数码显示模块采用 74LS164 串并转化芯片连接数码管,单片机只需控制 74LS164 芯片的时钟引脚(CP)及数据(QA)接口即可。74LS164 芯片功能表如表 1 所示,时钟产生一次上升沿,数据向右移一位,输入到 QA,依次类推,数据移位八次后时钟产生一个上升沿,数据并行传送至数码管,并将信号锁存,保持显示稳定,使用两片 74LS164 芯片分别控制数码管的段选和位选。

表 1 74LS164 功能表

输入			输出							
清除	时钟	串行输入	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH
CLR	CLK	QA	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH
H	L	×	QA0	QB0	QC0	QD0	QE0	QF0	QG0	QH0
H	↑	H	H	QA _n	QB _n	QC _n	QD _n	QE _n	QF _n	QG _n
H	↑	L	L	QA _n	QB _n	QC _n	QD _n	QE _n	QF _n	QG _n

4 系统测试

为了验证系统的准确性及可靠性,在一定温度环境下对本系统进行实际测量,分别调整 4 路超声波探头与障碍物的距离,利用卷尺测量 4 路探头中的最短距离对比数码管显示值如表 2 所示。

表 2 超声波测距系统测试

实际距离/m	测试距离/m	误差/m	实际距离/m	测试距离/m	误差/m
0.30	0.32	0.02	2.25	2.24	-0.01
0.50	0.49	-0.01	2.50	2.51	0.01
0.70	0.70	0	2.75	2.76	0.01
0.90	0.87	-0.03	3.00	3.02	0.02
1.10	1.08	-0.02	3.40	3.43	0.03
1.30	1.28	-0.02	3.80	3.84	0.04
1.50	1.51	0.01	4.25	4.27	0.02
1.75	1.74	-0.01	4.50	4.51	0.01
2.00	1.99	-0.01	5.00	4.98	-0.02

由表 2 可知,系统所测误差均小于 ±5 cm,由于倒车时倒车速度远小于声波传输速度,因此可忽略,因此本系统测距结果基本满足倒车时的精度要求。

5 结束语

本系统研究并设计了一种倒车防撞系统,详细阐述了倒车防撞系统中硬件电路的设计方法及重点软件的设计思路。给出了各部分硬件电路详细设计方法及软件程序中数码显示及测距程序的工作流程,最后对系统进行了测试,验证了系统满足倒车防撞系统的设计要求,具有一定的应用前景和市场价格。

参考文献:

[1] 楼燃苗,李光飞. 51 系列单片机设计实例[M]. 北京: 航空航天大学出版社,2003.
 [2] 曹玲芝,任亚萍,刘建. 超声波避撞预警系统的研究[J]. 微计算机信息,2006,22(11):93-95.
 [3] STILLER C, HIPPO J. Multi-sensor obstacle detection and tracking[J]. Image and Vision Computing, 2000;389-396.
 [4] 高月华. 基于超声波汽车倒车雷达预警系统设计[J]. 压电与声光,2011,33(3):429-434.
 GAO Yuehua. Design of reversing radar alarming system based on ultrasonic wave sensor[J]. Piezoelectrics & Acousto-optics,2011,33(3):429-434.

(下转第 616 页)