

基于 ARM 处理器的两路超声波测距仪设计

徐 军, 孙振伟, 王华东

(江苏财经职业技术学院 机械与电子工程系, 江苏 淮安 223003)

摘 要:结合嵌入式处理器 LM3S1607 与超声波传感器设计一种智能超声波测距装置,采用 ARM 内核芯片 LM3S1607 的 32 位嵌入式微处理器与两片 P89LPC938 单片机和超声波传感器发送与接收模块,通过 I2C 串行总线上下位机的通信架构,实现两路超声波测距。通过高精度温度传感器 LM75A 实现了对超声波测距系统的温度测量,对超声波的声速进行了补偿,提高了测量精度,同时具有 LCD 液晶显示测试距离,语音播放距离功能。设计和开发了相应的接口电路及应用程序,介绍了两路超声波测距仪的设计方法。

关键词:LM3S1607; 超声波; 两路测距

中图分类号:TP23

文献标识码:A

Two-way Ultrasonic Range Finder Design Based on ARM Embeded Processor

XU Jun, SUN Zhenwei, WANG Huadong

(Dept. of Mechanical and Electronic Engineering, Jiangsu Polytechnic of Finance & Economics, Huaian 223003, China)

Abstract: Combined with the embedded processor LM3S1607 with ultrasonic sensor, an intelligent ultrasonic distance measuring device is designed in this article. The 32-bit embedded microprocessor of the ARM core chip LM3S1607 is used. Sending and receiving modules are made up of two pieces of P89LPC938 microcontroller and ultrasonic sensors. Communication architecture of upper and lower computer is formed via the I2C serial bus to achieve two-way ultrasonic distance measuring. Temperature measurement of ultrasonic ranging system is realized through the high-precision temperature sensor LM75A. Ultrasonic sound velocity is compensated to improve the measurement accuracy. Meanwhile the distance measuring device has the function of LCD displaying and voice broadcast test distance. Interface circuit and application program are designed and developed. The design method of two-way ultrasonic range finder is also introduced.

Key words: LM3S1607; ultrasonic wave; two-way ranging

0 引言

本设计结合嵌入式处理器与超声波传感器提供一种智能超声波测距装置,系统采用嵌入式处理器控制超声波传感器分时工作于发射和接收超声波,利用超声波在空气中的传播速度和发射脉冲到接收反射脉冲的时间间隔计算出障碍物到超声波测距器之间的距离。

超声波测距仪系统采用嵌入式微处理器和系统软件,采用 ARM 内核芯片 LM3S1607 的 32 位嵌入式微处理器与两片 P89LPC938 单片机和超声波传感器发送与接收模块,通过 I2C 串行总线上下位机的通信架构,实现两路超声波测距。通过高精度温度传感器 LM75A 实现了对超声波测距系统的温度测量,对超声波的声速进行了补偿,提高了测量精度,同时具有 LCD 液晶显示测试距离,语音播放距

离功能。

1 系统总体设计方案

1.1 主控制模块 LM3S1607 微处理器

LM3S1607 微处理器是由 Luminary Micro 公司 Stellaris 提供的基于 ARM Cortex-M3 的系列控制器之一,它们对成本尤其敏感的嵌入式微控制器应用方案带来了高性能的 32 位运算能力。LM3S1607 微控制器是针对工业应用方案而设计的,LM3S1607 使用了较大的片上存储器、增强型电源管理和扩展 I/O 以及控制功能。

LM3S1607 微控制器的优势还在于能运用多种 ARM 的开发工具和片上系统(SoC)的底层 IP 应用方案,该微控制器使用了兼容 ARM 的 Thumb 指令集的 Thumb2 指令集来减少存储容量的需求,并以此达到降低成本的目的。LM3S1607 微控制器与

收稿日期:2012-01-16

基金项目:市厅级科研计划基金资助项目(HAG09029)

作者简介:徐军(1964-),男,江苏省淮安人,副教授,主要从事传感器、嵌入式技术方面的教学和研究。E-mail: xj7115@163.com

Stellaris 系列的所有成员代码兼容,这为用户提供了灵活性,能适应各种精确的需求。ARM Cortex-M3 处理器为高性能、低成本的平台提供了一个满足小存储要求解决方案,简化管脚数及低功耗 3 方面要求的内核,与此同时还提供出色的计算性能和优越的系统中断响应能力,可满足系统用户的各种需求^[1]。

1.2 超声波测距仪的工作原理

由于超声波指向性强,能量消耗缓慢,在介质中的传播距离较远,因而超声波常用于距离测量,如测距仪和物位测量仪等都可用超声波来实现。利用超声波检测较迅速、方便,计算简单,易实时控制,并在测量精度方面能达到工业实用的要求。采用超声波测量大气中的地面距离,是近代电子技术发展才获得正式应用的技术,由于超声测距是一种非接触检测技术,不受光线、被测对象颜色等影响,在较恶劣的环境(如含粉尘)具有一定的适应能力,因此用途极度广泛。

超声波测距的原理:ARM 嵌入式处理器通过记录超声波发生器从发射超声波到接收到反射回波的这段时间差 T ,然后利用距离 $S=cT/2$,计算出超声波发射探头与障碍物间的距离^[2],其中 c 为超声波的声速,在标准状态下 $c=340\text{ m/s}$ 。

1.3 超声波测距仪系统的框架

图 1 为系统设计总体框图。系统采用 ARM LM3S1607 微处理器,硬件系统分为 5 个功能模块:

- 1) ARM LM3S1607 微处理器主控制模块。
- 2) 两路单片机 P89LPC938 超声波发送接收模块。
- 3) ST7920 控制驱动 LCD 液晶显示模块。
- 4) XFS3031CN 中文语音合成芯片实现语音发声模块。
- 5) 温度测量模块。

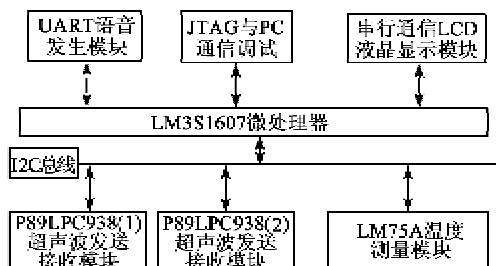


图 1 系统设计总体框图

其中,单片机 P89LPC938 模块用于超声波发送接收保存实时数据通过 I2C 总线完成与 ARM

LM3S1607 微处理器的数据传送,LM75 温度测量模块都通过 I2C 总线完成与 ARM LM3S1607 微处理器的数据传送。语音发声模块通过 UART 与 LM3S1607 微处理器的文本传送和语音发声,LM3S1607 微处理器串行传输由 ST7920 控制驱动 LCD 液晶显示模块显示距离,JTAG 实现与 PC 通信调试。

2 系统的硬件设计

2.1 ARM LM3S1607 微处理器应用电路

采用 ARM LM3S1607 微处理器 I2C 总线功能,分别与两片单片机 P89LPC938 模块相连,实现超声波时间信号的传输,图 2 为 LM3S1607 应用电路图。

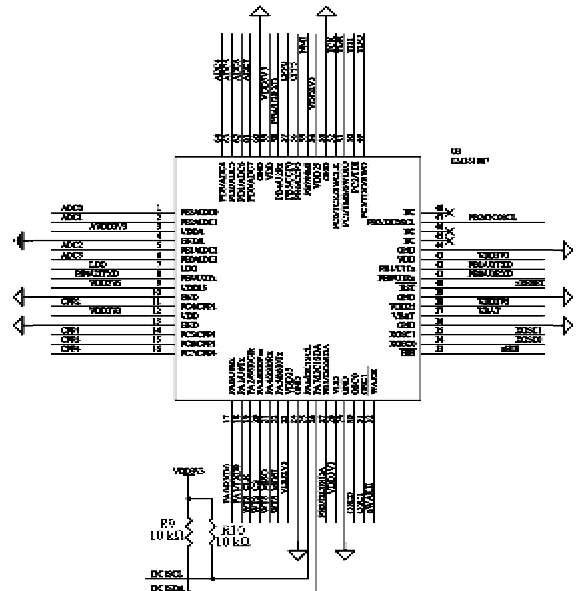


图 2 LM3S1607 应用电路图

I2C 总线仅使用 SDA 和 SCL 两个信号。这两个信号在微控制器中被称为 I2CSDA 和 I2CSCL。SDA 是双向串行数据线,SCL 是双向串行时钟线。当 SDA 和 SCL 线都为高电平时,总线处于空闲状态。

I2C 总线上的每次操作都是 9 位,包括 8 个数据位和 1 个应答位。每次传输的字节数(在有效的起始和停止条件之间根据时间来定义,在“起始和停止条件”中详述)没有限制,但每个字节后必须跟随一个应答位,并且数据必须先传输 MSB 位。当接收器不能接收另一个完整的字节时,它可以保持 SCL 为低电平并强制发送器进入等待状态。当接收器释放 SCL 时,数据传输继续进行。

2.2 超声波发送与接收模块

P89LPC938 是一款单片封装的微控制器,含有多种低成本的封装形式。它采用高性能的处理器结构,指令执行时间只需 2~4 个时钟周期,6 倍于标

准 80C51 器件。P89LPC938 集成了许多系统级的功能,这样可减少元件的数目和电路板面积,并降低系统的成本,图 3 为 P89LPC938 应用电路。

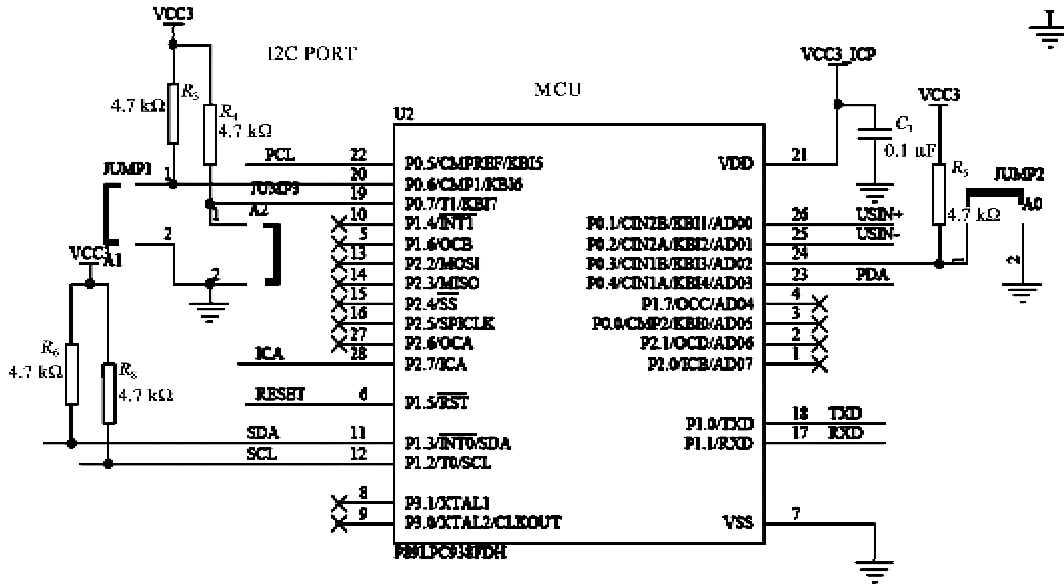


图 3 P89LPC938 应用电路

用其实现超声波发送与接收,同时实时与主控模块 LM3S1607 微处理器的通信。用 P1.2、P1.3脚作为 SCL 双向串行时钟线、SDA 双向串行数据线,用作 I2C 总线实现超声波发送与接收模块与主控模块 LM3S1607 微处理器的通信。P89LPC938 产生 40 kHz 的超声波,由 25、26 脚通过 MAX232 串行口送超声波换能器发送。图 4、5 分别为超声波发送、接收电路。

2.3 测温电路

传感器 LM75A 温度测量电路的温度值通过 I2C 总线送 ARM 主控制模块 LM3S1607 微处理器进行数据处理,根据温度值确定超声波的传播速度。

由于超声波也是一种声波,其 c 与温度有关,表 1 为几种不同温度下的 c 。使用时,如果温度变化不大,则可认为 c 基本不变。如果测距精度要求很高,则应通过温度补偿法加以校正。 c 确定后,只要测得超声波往返的时间,即可求得距离。

表 1 不同温度下的 c

温度/°C	-30	-20	-10	0	10	20	30	100
$c/(m/s)$	313	319	325	323	336	344	349	386

传感器 LM75A 构成的温度测量电路,可直接读取温度值,再根据温度补偿得出超声波在某一温度下的波速,该电路的设计目标是根据超声波在空气中传播的速率随温度的变化而变化。在不同的空气温度下,超声波的传播速度有所不同,因此为了提高精度,利用内部自带的高精度的 10 位 A/D 转换器和外接温度传感器。

2.4 语音发音电路

XFS3031CN 是合肥讯飞数码科技有限公司推出的一款高性价比的中文语音合成芯片。芯片可通过 UART 接口接收待合成的文本,把文本合成为语

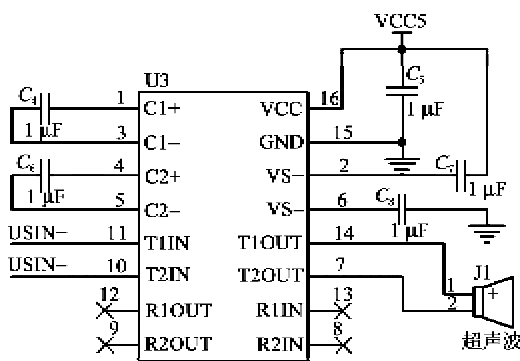


图 4 超声波发送电路

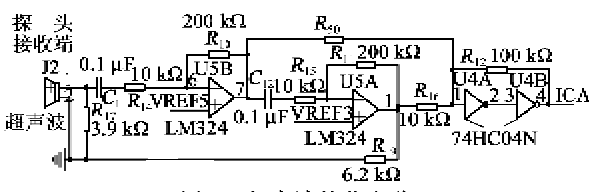


图 5 超声波接收电路


```

    temp = Get_Temp(0x48, INPUT _
I2C1);
    Display_Point(0x95, temp);
    Display_Point_str(0x97, "度");
    Display_Point_str(0x88, "超声测距
1:");
    distance1 = Get_UltraDist(0x04, INPUT
_I2C2);
    Display_Point(0x8D, distance1);
    Display_Point_str(0x8F, "cm");
    Display_Point_str(0x98, "超声测距
2:");
    distance2 = Get_UltraDist(0x02, INPUT
_I2C3);
    Display_Point(0x9D, distance2);
    Display_Point_str(0x9F, "cm");
    //Wait(100);
    //读温度值
    //Send_TTS("江苏财经学院");
    //Wait(200);
    /*
    Send_TTS("当前温度");
    Wait(150);
    sound_data(temp);
    Send_TTS("度");
    Wait(50);
    //读1号距离值
    Send_TTS("1号距离障碍物");
    Wait(270);
    sound_data(distance1);
    Send_TTS("厘米");
    Wait(100);
    //读2号距离值
    Send_TTS("2号距离障碍物");

```

```

    Wait(250);
    sound_data(distance2);
    Send_TTS("厘米");
    Wait(100);
    * /
    }
}

```

4 结束语

本设计的智能超声波测距仪系统采用 ARM 内核微处理器(Cortex-M3)SoC 芯片 LM3S1607 的 32 位嵌入式处理器和两片 P89LPC938 单片机通过 I2C 串行总线实现两路超声波测距。采用高精度温度传感器 LM75A 实现了对超声波测距系统的温度测量,对声速进行了补偿,提高了测量精度。实验证明,本设计完全符合实际使用的精度和两路测距要求,有很好的实用性。

参考文献:

- [1] 刘玉梅,张清志. 基于超声波测距系统的节能装置设计[J]. 仪表技术与传感器, 2009(2): 109-110.
LIU Yumei, ZHANG Qingzhi. Design of energy-saving devices based on the ultrasonic ranging system[J]. Instrument Technique and Sensor, 2009(2): 109-110.
- [2] 陶建平,伊文庆,柳军. 基于 DSP 和单片机的超声波测距系统[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(3): 763-764.
TAO Jianping, YI Wenqing, LIU Jun. Ultrasonic ranging system based on DSP and microcontroller[J]. Science Technology and Engineering, 2010, 10(3): 763-764.
- [3] 谭玉林,费凌. 基于 S3C2410 的轮式移动机器人操作系统平台的构建[J]. 中国高新技术企业, 2010(1): 36-37.
TAN Yulin, FEI Ling. The construction of wheeled mobile robot operating system platforms based on S3C2410[J]. High-tech Enterprises of China, 2010(1): 36-37.