

LHI878 热释电红外传感器的体温检测系统设计

赵春华, 许云涛, 宁春玉

(长春理工大学 生命科学学院, 吉林 长春 130022)

摘要:设计一种以 ATmage32 单片机为核心的热释电红外体温测量系统。利用热释电红外传感器, 设计一个非接触式的语音播报体温测量系统。采用热释电红外传感器来提取人体温度信号, 同时由 DS18B20 测量环境温度信号, 进行温度补偿减少测量误差。将提取的温度信号经过模拟处理后由 AVR 单片机控制实现对人体温度值的转换及处理, 将得到的温度值送入 LCD 显示及语音播报。同时还加入了时钟功能和超温报警功能, 使设计更具实用性。该体温测量系统测量范围为 35~42℃, 测量时间小于 1s。该温度检测系统具有使用方便、灵活性好、可靠性高等优点, 具有一定的推广应用价值。

关键词:红外传感器; 体温; 语音提示; 单片机

中图分类号: TN219 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2276(2013)02-0324-05

Design of temperature detection system base on LH878 pyroelectric infrared sensor

Zhao Chunhua, Xu Yuntao, Ning Chunyu

(College of Life Sciences, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China)

Abstract: A kind of pyroelectric infrared temperature measurement system was designed, which core was the ATmage32 SCM. It was a non-contact and voice prompt temperature measurement system by using pyroelectric infrared sensor. It used the pyroelectric infrared sensor to extract the temperature of the human body and the DS18B20 to measure the environmental temperature, which could achieve the temperature compensation to reduce the measurement error. It could be controlled to realize the temperature conversion and processing, and sent the temperature value to the LCD to display and the voice prompt by the AVR SCM. Simultaneously, it was added the clock function and overtemperature alarm function to make the design more practical. The temperature measurement range was from 35~42℃. The measurement time was less than 1s. The temperature measurement system had the advantages of handy use, good flexibility, high reliability, and had a promotional value.

Key words: infrared sensor; temperature; voice prompt; single chip microcomputer

收稿日期: 2012-06-22; 修订日期: 2012-07-19

基金项目: 吉林省科技发展计划项目(201101102、20090507)

作者简介: 赵春华(1980-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事生理信号检测与处理方面的研究工作。Email: zhaoch@cust.edu.cn

0 引言

人体的一切生命活动都是以新陈代谢为基础的,而恒定的体温则是新陈代谢正常进行所必须的。体温过高或过低,都会影响酶的活性,从而影响新陈代谢的正常运行,使各种细胞、组织和器官的功能发生紊乱,严重时还会导致死亡。可见,相对稳定的体温,是维持机体内环境稳定,保证新陈代谢等生命活动正常进行的必要条件。对体温的实时检测也成了一种大众化的需要。目前,应用最广泛的非接触式测温仪是红外体温仪,其测温的理论基础是黑体辐射定律。通过测量物体自身红外辐射的能量便能确定其表面温度。红外线体温计在“非典”流行期间曾广泛使用,测定时间为1~3s,快速、安全。刘加峰等人设计的基于HMS红外传感器的体温测量仪^[1]及毕丽君设计的基于p7187的人体测温仪^[2]都给出了体温测量方法,但是缺少语音提示及上位机处理等功能。因此,设计一种非接触式的、快速的、具有语音提示功能的可用于测量人体体温的红外测温仪具有很大实用意义。在了解了各种红外测温方法的基础上,设计了一种基于AVR单片机的可语音提示的热释电红外测温仪。

1 热释电红外传感器

1.1 红外测温原理

一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间发出红外辐射能量。物体的红外辐射能量的大小及其按波长的分布与其表面温度有着十分密切的关系。因此,通过对物体自身辐射的红外能量的测量,便能准确地测定,这就是红外辐射测温所依据的理论基础^[3]。

1.2 热释电探测器

热释电器件是一种近期发展起来的新型红外传感器,在红外检测领域中占有越来越重要的地位,广泛用于红外测温、红外报警、光谱分析、红外摄像和空间技术等诸多方面。其外观如图1所示。

热释电红外传感器由传感探测元、干涉滤光片和场效应管匹配器三部分组成。设计时应将高热电材料制成一定厚度的薄片,并在其两面镀上金属电极,然后加电对其进行极化,便制成了热释电探测元。



图1 热释电红外传感器

Fig.1 Pyroelectric infrared sensor

由于热释电探测器是微分型的,只能接收到红外辐射能的一小部分,所以其只能检测到变化的温度,测温时,需要在探测器前设置一个调制盘,用来提供一个交替变化的光学信号给红外探测器,然后经过探测器的光电转换后,其传感器的输出电压正比于目标辐射与环境温度之差,即:

$$U = K\sigma(\varepsilon_1 T^4 - \varepsilon_2 T_0^4) \quad (1)$$

式中: U 为辐射出射度, W/m^2 ; σ 为斯蒂芬-波尔兹曼常数, $5.67 \times 10^{-8} W/(m^2 \cdot K^4)$; ε_1 为被测目标的辐射率; ε_2 为调制盘的辐射率; T 为物体的温度(K); T_0 为物体周围的环境温度(K)。

变成一个交流电压信号供信号处理电路进行处理^[4]。

人体主要辐射波长在9~10 μm 的红外线,通过对人体自身辐射红外能量的测量,便能准确地测定人体表面温度。由于其只接收人体对外发射的红外辐射,没有任何其他物理和化学因素作用于人体,所以对人体无任何伤害。

1.3 菲涅耳透镜

菲涅耳透镜的作用有两个:(一)是聚焦作用,即将热释电红外信号折射或者反射在PIR上,PIR是Passive Infra Red的缩写,就是被动红外技术。(二)是将探测区域内分为若干个明区和暗区,使进入探测区域的移动物体能以温度变化的形式在PIR上产生变化热释电红外信号。菲涅耳透镜,简单的说就是在透镜的一侧有等距的齿纹,如图2所示。

由图2可知,通过这些齿纹,可以达到对指定光谱范围的光进行带通滤波(反射或者折射)的作用。镜片与探头的配合应用,常用的是双源式探头,揭开滤光玻璃片,其内部有两点对7~14 μm 的红外波长特别敏感^[5]。



图 2 菲涅耳透镜
Fig.2 Fresnel lens

2 硬件总体设计

利用红外线测体温的原理:物体因其自身的温度不同,便会发射出不同波长的红外线辐射能力,这个值是相对稳定的。将被测物体发射的红外线具有的辐射能转变为电信号,红外线辐射能量的大小与物体本身的温度是相关的,根据转变成的电信号的大小,就可以确定物体的温度。利用这个原理,通过红外传感器可以实现体温测量,红外传感器将收集到的被测人体的红外线转换成电信号,电信号被放大后再经单片机内部 10 位 A/D 转换器转换为数字信号,单片机将数字信号送显示电路显示。同时,可将所测得的温度用语音播报出来,达到语音提示的目的。

2.1 红外温度采集模块

采集温度信号,并将其经过第一级放大之后,依据信号频率选择带通滤波器滤除干扰,再将输出的信号进行主放大。通过相敏检波器将被测信号与步进电机的驱动信号进行相乘,输出经过低通滤波器便可使用 A/D 采集。采集模块原理图如图 3 所示。

2.2 温度补偿模块

采用温度传感器 DS18B20 进行温度补偿。

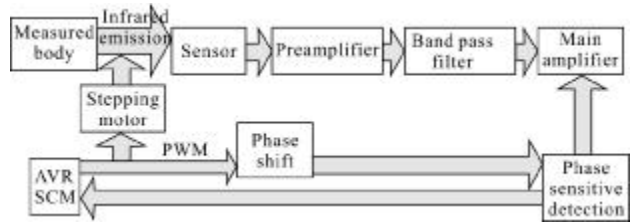


图 3 红外温度采集模块原理图

Fig.3 Diagram of infrared temperature acquisition module

DS18B20 是美国 DALLAS 公司生产的,具有耐磨耐碰、体积小、使用方便、封装形式多样等特点,适用于各种狭小空间设备数字测温。DS18B20 输出电压经运算可转化为环境温度 T_0 ,由公式(1)推导通过查表可得到所测温度 T 。

2.3 语音提示模块

语音提示功能是体温检测系统很鲜明的一个特色,系统将测到的数据实时的播报出来,方便广大用户了解所需的温度信息。采取的 ISD4003 是美国 ISD 公司最新推出的时限为 8min 的长时语音录放芯片。

芯片要求 3V 供电,而为了简化电路,笔者采用了 3 个压降为 0.6V 的二极管,正向的串联,对芯片供电,5V 经过降压之后得到 3.2V。麦克风电路采用 NPN 型二极管 2N3904 构成的偏置电路,ANA IN+前加入电容滤除直流的部分,只允许交流信号通过,提供给芯片声音信号^[6]。输出后采用 LM386,它是一种音频集成功放,具有自身功耗低、电压增益可调整、电源电压范围大、外接元件少和总谐波失真小等优点的功率放大器。电位器 VR3 可调节输出音量的大小。扬声器功率为 0.5W,阻抗为 8Ω,满足设计需求^[7]。语音提示电路如图 4 所示。系统测量温度得到目标温度值后,由单片机控制语音模块提示当前温度值,当超出温度设定值时,语音模块还会提示温度不正常。语音提

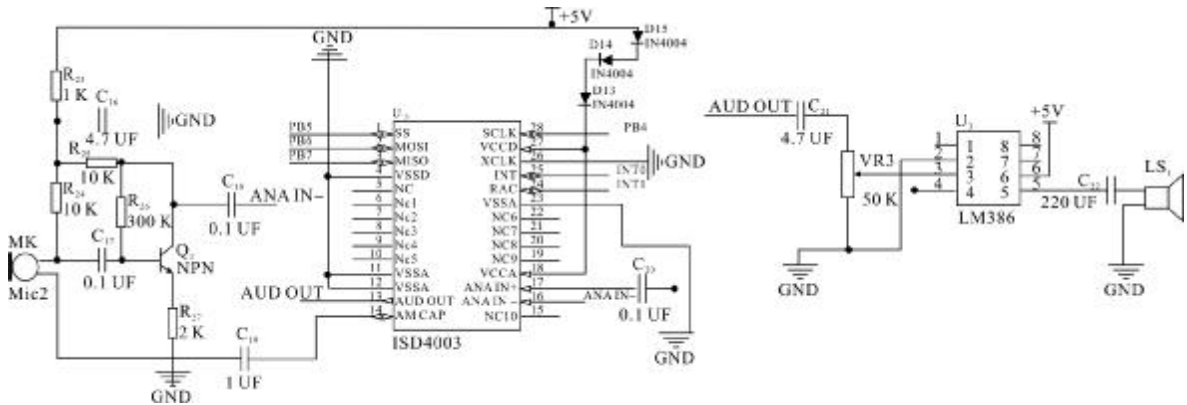


图 4 语音模块电路图

Fig.4 Voice module circuit

示功能使温度检测更方便,易于使用,尤其适用于孩子和老人。

2.4 其他模块

系统还集成了键盘模块、中央处理模块、电源模块、存储模块、串口通信模块、时间记录模块。各模块功能如下:

键盘模块:输入用户需定义的温度,设定报警的阈值,系统复位等。

中央处理模块:以 Atmage32 为核心,对采集到的体温数据进行处理,并给予及时的反馈(信息提示输出),控制整个温度采集系统工作。

电源模块:为系统提供电源支持。

存储模块:对采集的体温数据进行储存,为后续处理做准备。

串口通信模块:与计算机之间进行通信,将采集到的温度数据实时传输到计算机。

时间记录模块:为系统提供准确的时间。

3 软件设计

红外体温检测系统的软件设计包括下位机和上位机的软件设计。下位机采集到数据通过串口发给上位机后进行实时的处理。下位机负责步进电机的控制和温度的显示以及语音播报等多项功能。

3.1 下位机的设计

下位机软件程序主要有:A/D 数据采集,液晶显示,时钟运行,DS18B20 的运行,步进电机的转动,语音播报,键盘,串口发送^[8]。软件流程图如图 5 所示。

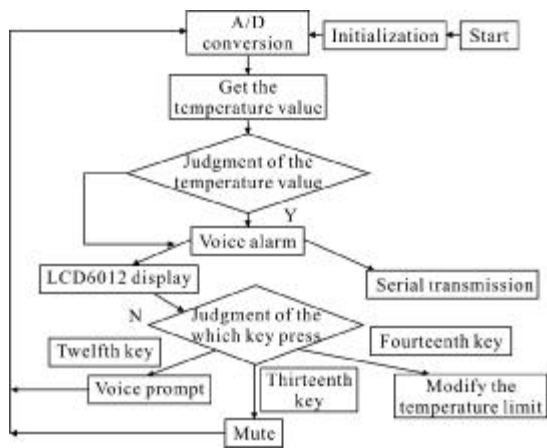


图 5 软件流程图

Fig.5 Software flow chart

3.2 上位机的设计

上位机设计软件采用了 MATLAB,之所以选择 MATLAB 是看中其强大的图像处理功能,相比于 VC++以及 VB 来说有更好的绘图能力。MATLAB 是由美国 Mathworks 公司发布的主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。上位机主界面如图 6 所示。

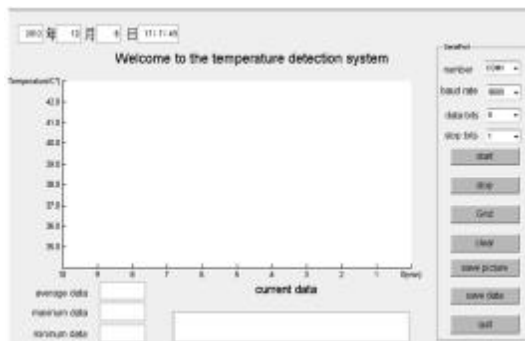


图 6 主界面

Fig.6 Main interface

4 误差

4.1 测量距离对温度的影响

距离系数是红外测温仪性能的一个重要指标,通常用红外测温仪到物体的距离与被测光斑尺寸之比来表示,比值越大,说明红外测温仪的分辨率越好,可测更远更小的目标。

通常距离越远的物体,红外测温仪测温时测温所经过的光路上受到的干扰以及大气衰减也就越大,精度也就越低。由于实际的被测目标不是黑体,所以在进行辐射率修正以及温度补偿时,需要对测温距离进行补偿。

4.2 干扰光的影响

对于红外测温系统,进入探测器的干扰光主要有 3 个来源:一是待测目标非测量区域的红外辐射背景目标对待测红外辐射的反射、背景目标的红外辐射待测目标对背景目标红外辐射的反射。二是灯光等背景光。三是调制盘、滤光片、探头本身的外壳以及透镜等处的红外辐射。

4.3 环境温度对测温的影响

被测物所处的环境对测量的结果有很大的影响,表现在两个方面,即环境温度和被测物到测温仪的视场清晰度。通常情况下,环境温度越低,从外界进入红外测温仪窗口的辐射能量就少。相反,环境温

度越高,从外界进入红外测温仪窗口的辐射能量就越少。在测温仪的正常测温范围内,一般不需要进行温度补偿。但是,如果被测物周围有其他的热辐射源时,红外测温仪的探测器就会接收其他物体的热辐射,造成测温仪所显示的温度高于被测目标实际温度,这时就需要对红外测温仪进行温度补偿。

5 结 论

依据全辐射测温,采用热释电传感器,结合 AVR 芯片高性能、低成本的优点,设计并实现利用热释电红外传感器检测体温。采用 ATMEGA32 公司的性能优越的 ATMEGA32 芯片作为主处理器,简化了硬件部分的设计,增强了系统的处理能力。光学部分采用菲涅耳透镜聚焦来确定热释电传感器的视场,步进电机带动调制盘的转动,液晶实时显示温度、时间、环境温度等信息,同时完成了语音提示,键盘控制的功能。通过串口发送的温度数据,发送到上位机,便于远程的监控,节省了人力资源。随着家庭监护的普及,具有很大的实用意义。

参考文献:

- [1] Liu Jiafeng, Shi Hongli, Li Haiyun. Design of thermometer based on HMS infrared temperature sensor [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2011, 32(7): 11-13. (in Chinese)
刘加峰,石宏理,李海云.基于 HMS 红外传感器的体温测量仪设计[J].医疗卫生装备,2011,32(7):11-13.
- [2] Bi Lijun. Design of the infrared thermometer based on pyroelectrical sensor p7187 [J]. Modern Electronics Technique, 2007, 259(20): 19-20. (in Chinese)
- [3] Shi Zhenshan. Development of noncontact infrared thermometry for SARS in China [J]. Instrument Standardization & Metrology, 2003, (3): 10-12. (in Chinese)
石镇山.国内红外体温检测仪现状分析[J].仪器仪表标准化与计量,2003,(3):10-12.
- [4] Wang Youpeng. The design of PIR thermometer based on ARM microprocessor [D]. Nanjing: Nanjing University of Information Science&Technology, 2007. (in Chinese)
王友鹏.基于 ARM 核的热释电红外测温仪的研制[D].南京:南京信息工程大学,2007.
- [5] Chen Jianfeng, Sun Chongzheng, Wang Pu, et al. The design of voice prompting device based on PIC single-chip [J]. Computer & Information Technology, 2005, (10): 78-79. (in Chinese)
陈建峰,孙崇正,王普,等.基于 PIC 单片机的语音提示器设计[J].计算机与信息技术,2005,(10):78-79.
- [6] Igor Pusnik, Andraz Miklavc. Dilemmas in measurement of human body temperature instrumentation [C]//Science & Technology, 2009, 09.
- [7] Zhu Wenbin, Li Yuren. Design on voice annunciator system based on ISD4003 [J]. Audio Engineering, 2007, 31(6): 34-36. (in Chinese)
朱文斌,李玉忍.基于 ISD4003 芯片的语音报警系统的设计[J].电声技术,2007,31(6):34-36.
- [8] Sun Shijun. The design of the monitor and control system with voice telephone inquiry and automatic alarm function [J]. Electrotechnics, 2000, 2: 21-22. (in Chinese)
孙世君.具有语音提示电话查询及自动报警功能的监控系统设计[J].电工技术,2000,2:21-22.