

农产品贮存环境监控系统设计*

潘浩然 李松松 张宸宸 夏闻泽 杜剑锋

(大连海洋大学 信息工程学院 大连 116023)

摘要: 针对如今农产品贮存效率低,运输过程监控不完善等诸多问题,设计了一种基于 STM32F103VET6 单片机的农产品贮存环境监控系统。其中使用温湿度传感器 DHT11 将周围的环境进行信息采集,所测得的数据直接通过液晶屏幕显示并发送至手机以便于用户查看并检查。同时通过按键或手机 APP 通信可以针对不同贮存环境要求来设置所需的温度湿度阈值,当实时温度湿度不符合阈值时可立即触发报警系统达到报警作用。测试结果表明,系统可以适应不同种类的农产品贮存环境,并将各监控数据准确传达,而且用户使用方便,完全达到预期效果,起到了对农产品贮存环境精确、方便、实时的监测作用,成本低廉,可以广泛运用。

关键词: 环境监控;DHT11;STM32;调节数值;实时;手机通信

中图分类号: TP368.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8060

Design of agricultural products storage condition monitoring system

Pan Haoran Li Songsong Zhang Chenchen Xia Wenzhe Du Jianfeng

(Collage of Information & Communication Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

Abstract: As for the problems of inefficient monitoring for agricultural products storage or transport, an agricultural products monitoring system based on STM32F103VET6 MCU is designed. The temperature and humidity sensor DHT11 is used in this system to measure temperature and humidity value. The measured data can be displayed directly on the screen and the data can be sent to mobile phone APP, which is convenient for observers to check. In addition, the required temperature and humidity threshold value can be set for different storage environment through the buttons or the mobile phone APP communication. The beep will be triggered immediately when the real-time temperature and humidity exceeds the threshold value. After the system test, the results show that monitor can work in different conditions, which also can send every value accurately to users. the expected effect can be achieved completely, the system is able to as an accuracy, convenient and real-time monitor for storage environment of agricultural products, which is low cost and can be used widely.

Keywords: monitor; DHT11; STM32; adjustable value; real-time; mobile phone communication

0 引言

目前很多农产品的监控不到位,贮存与运输环境相对密封,使多种细菌微生物在炎热潮湿的环境中繁殖,直接导致了食物被氧化而逐渐变质。我国农产品在运输中经济损失每年可达上百亿元^[1]。

随着部分智能监控系统的成功研制与通信技术的发展,使用先进高精度的传感器或无线传感技术更加普遍。我国现大多采用的监控方式为有线监控,线路容易老化而且十分复杂。在温湿度检测方面,大多采用人工监管看守的方式去记录温湿度的数值,费时费力实时性不高,还容

易由于疏漏造成精准度的误差^[2-4]。在智能系统监测方面,彭泓等^[5]和李金龙等^[6]选取 51 单片机和 DS18B20 温度传感器进行多点测量,成本低廉但速度运行稍有不足,传感器的实用性也相对局限。目前普遍的监控系统设计中,如王江红等^[7]都是采取蜂鸣器或屏幕显示的模式,比较而言有一定的疏漏风险,报警途径相对单一。

本设计中结合人机交互理念,设计了一款可以无线通信的农产品贮存环境实时监控系统,在手机上即可实现调节、监控、报警功能。STM32 单片机作为主机可以高速低功耗地运转^[8-10],将所有数据显示在液晶屏并通过串口蓝牙通信将数据传至手机。若出现环境异常,系统将通过各

种途径实时报警,智能化的模式正符合现代环境监控理念与发展需要^[11]。

1 总体方案设计

农产品贮存环境监控系统设计中的微控制器芯片为具

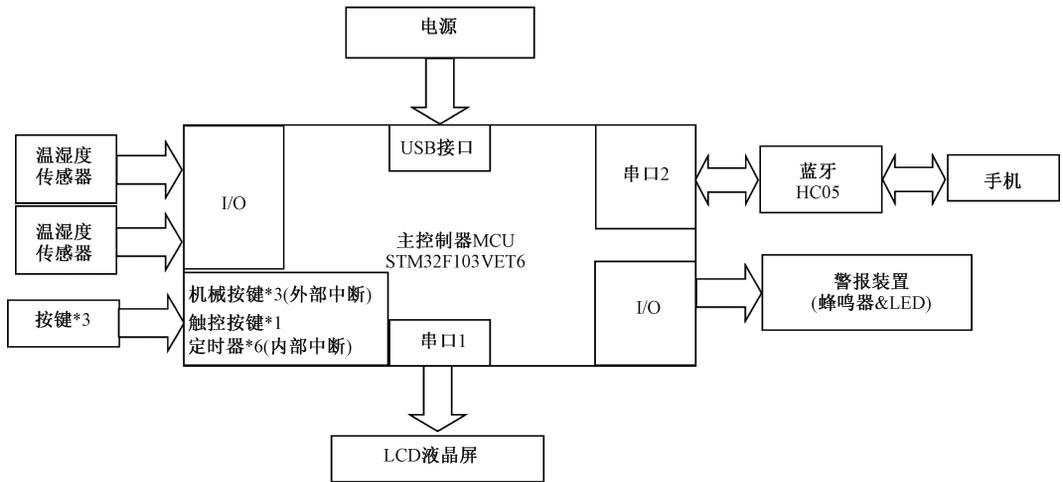


图 1 硬件系统

在绝大多数电子设备都具有蓝牙功能的如今,系统将使用 HC05 蓝牙通信设备实现人机交互操控^[14-15];液晶屏方面选用 ILI9341 芯片控制的 3.2 寸 TFT 液晶屏幕显示数据,以使用户可以清晰直观的辨别不同位置不同参数的数值;对于温湿度的采集,系统使用高速的数字信号传感器 DHT11;监控报警器采用可变色 LED 指示灯来观察环境状态,通过蜂鸣器让用户第一时间提高警惕;为区分按键的使用功能,采用电容和物理按键分别来实现阈值间的相互切换和阈值数值的调节。在程序方面也做出了相应简化,用中断函数实现按键功能以保证系统更快的运行,加上各硬件之间的相互作用最终达到对环境的实时监控功能。

2 硬件设计

监控系统的设计目的是让用户可以实时了解准确数据,此基础上用户还可以根据所需情况设定不同的环境要求,并在监控状况不能达标的情况下及时对用户发出不同途径的警报。系统主要通过电源模块、报警模块、功能模块和通信模块的相互配合协调,准确无误的将监控结果和报警信息传送到使用者手中。

2.1 电源模块

电源模块设计直接决定了整个系统的运行能否正常工作。通过对传感器等器件参数的分析,本监控系统的设计所需要的电源应该取 3.3 V 和 5 V 为佳。如图 2 所示电源电路(稳压电路)中选用一种可以将电压降低到 3.3 V 的线性稳压芯片 AMS1117—3.3 为主机供电,另有 5 V 接口为 LCD 液晶显示器供电。

有 100 引脚的 STM32F103VET6,多个 I/O 端口可连接多个传感器并高速运行,其工作频率可达到 72 Hz^[12-13]。此外系统设计中不仅采用多点监控使贮存环境更为安全,还围绕改善用户使用感受为出发点进行优化,使系统的使用性能提高,具备方便快捷的优点。硬件总体方案设计如图 1 所示。

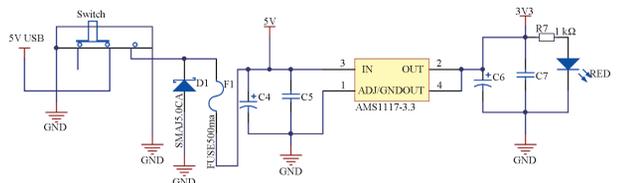


图 2 电源模块电路

2.2 报警模块

硬件电路报警模块中包含两部分,分别为 LED 指示灯报警与蜂鸣器报警。LED 指示灯通过发光二极管即使电能变为系统所需要的不同颜色的可见光,如图 3 所示,本设计中使用可以色光调节的高亮度、少损耗 LED。多种颜色可通过混合 3 种基色 RGB 进行调节显示以满足工作需求应对多种场合。系统设计中指示灯在正常工作状态下为绿色,当温湿度不符所置的上下阈值时变为红色达到报警的实现。

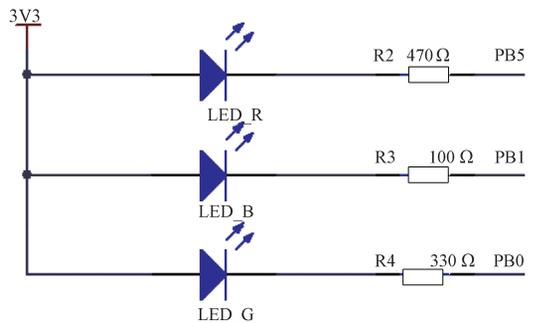


图 3 LED 模块电路

系统报警系统若只通过视觉报警非常容易造成用户的疏忽,蜂鸣器报警电路中的使用也至关重要,在蜂鸣器电路中,使用NPN三极管进行电流功率的增大为蜂鸣器工作,如图4所示。

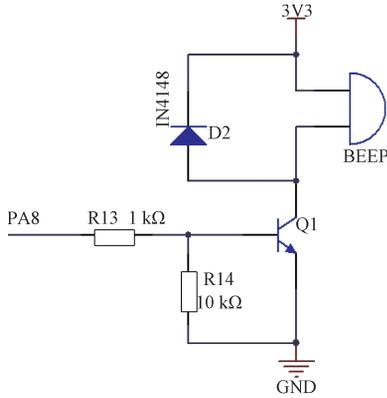


图4 蜂鸣器模块电路

2.3 功能模块

电路中功能模块包含DHT11温湿度传感器、按键以及3.2寸LCD液晶显示器。若分别安装温度和湿度传感器,既增加了成本也比较占用芯片的I/O端口,系统软件编程的设计方面也更加繁琐。因此系统选取了一款温度湿度复合数字传感器且只占用一个I/O端口的温湿度传感器DHT11。这款传感器内部包括一个NTC测温元件加上一个电阻式测湿元件,外加一个MCU相互连接。4个引脚中第3引脚NC悬空,所以除去VDD和GND后,就只有一个DATA引脚连接主机的I/O口,方便简单。其工作电压为3.3~5.5V,使用数字信号传输并测量精准,详细参数如表1所示。

按键板上包含两个物理按键与一个触摸按键,物理按键控制电路如图5所示,在硬件设计中外加一个电容使其利用充放电过程的时间进行硬件防抖功能,在软件编程上也可简化软件防抖,提高系统功能使用的稳定性。其

表1 DHT11主要信息

产品	温度量程	湿度量程	湿度精度	温度精度	分辨力	封装
DHT11	20% RH~90% RH	0~50℃	±5% RH	±2℃	1	4针单排直插

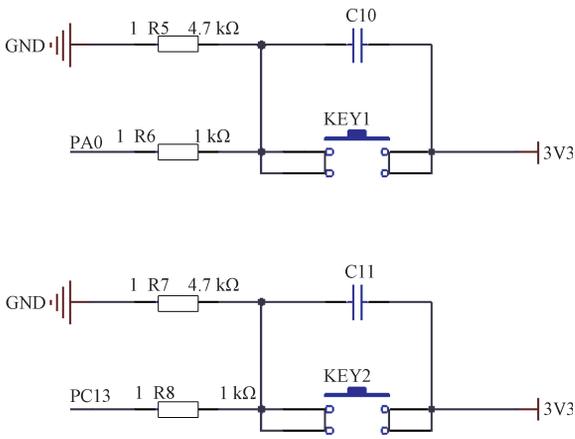


图5 物理按键模块电路

触摸按键使用定时器监测触控时电压变化,更加精准稳定,触控按键用于4个阈值之间的切换从而大大降低了因物理按键抖动而造成的阈值切换错误。

在液晶显示器的设计中使用了野火公司3.2寸TFT液晶显示器。如今人机互换的观念越来越受欢迎,液晶显示器为320×240分辨率,自带ILI9341控制器与其相连,其含有16位并口进行8080时序,电压在3.3V可用,具体的屏幕引脚结构为40Pin FPC,外部间距0.5mm。TFT-LCD液晶屏显示器共有32个引脚,此外液晶显示器中还包含一个ILI9341的液晶控制芯片,所以在程序的编写上和他的内部构造上来说非常复杂。通过观察排针可知,ILI9341控制器与MCU的通信方式,是通过IM[3:0]信号线电平

来决定的,本设计中的液晶显示器是支持SPI和8080的通信方式的,内部电路完工之后通过排线和排针实现了与控制器的连接。关于8080通信接口,很多都是低电平有效,STM32通过接口传输指令和显存数据,实现对TFT-LCD液晶显示器的显示设计。

2.4 通信模块

20世纪末期蓝牙技术问世,现如今发展技术非常成熟。在人们日常生活中使用的电子设备中大多数都具有蓝牙功能,其穿透力较强,价格相对低廉。随着技术发展,Zigbee或WiFi技术也逐渐流行,不过蓝牙技术私密性较好,具有开发成本较低,用户使用方便,同时短距离传输不占用WiFi互联网使用等优点。目前的蓝牙模块中常见的型号有HC-04、HC-06、HC-03、HC-05,前两者的AT命令集非常小,属于早期版本。本设计中的监控系统采用HC-05中的BH-HC05模块,这是市面上一种新型公司开发的蓝牙设备,可以与所有遵循2.0协议的蓝牙设备连接,克服了很多不兼容的局限性,大大提高了设备的可使用性。HC-05波特率为48000~1382400,在模块工作时只需使用TTL电平标准串口,设置好主从模式使用串口与主机进行通信,模块6个引脚与主机连接方式如图6所示。

3 软件设计

设计中软件的编写包括各部分外设初始化、时钟定时器的时间检测、LCD液晶显示器的数据显示、蓝牙设备的数据透传与AT指令、温湿度传感器DHT11与主机的收发数据等。在程序编写上均使用C语言在Keil uVision5

度计的数值保持相同;而湿度变化较快,两节点测得参数数值稍有差异,证明空气中湿度变化很快,而且有一定的局限性,所以多节点的参数测量避免偶然数据也是非常必要的。最终对监控系统进行多次调试后,仔细对数据进行了分析来确保系统的稳定性,调试的过程当中时刻保持着超过预期目标的思想来确保设计中没有重大漏洞,并在不断地在调试中进行对系统进行优化。每一个模块设计完成后立即进行调试,可以及时发现错误及时修改。图9所示为整个操控系统正常运行的情况并连接到蓝牙。在蓝牙各个引脚正常连接情况下显示黄色字样“Bluetooth connected!”,图9中按键可调节温度上下阈值,蓝色传感器为温湿度传感器进行多点分布监测。启动主机显示各点温湿度数据,绿色指示灯代表工作数据正常。

表2 多点多时间段数据记录

时间	Point 1 温度/℃	Point 2 温度/℃	Point 1 湿度/%	Point 1 湿度/%
8:00	20	20	64	62
10:00	22	23	69	72
12:00	20	24	69	70
14:00	22	22	70	65
16:00	23	22	64	48
20:00	19	21	61	58



图9 系统工作界面

关于各参数阈值的调节,为适应农产品环境以及避免操作的繁琐,在仔细阅读查询相关农产品保存相关资料后,将可调制的温度阈值范围设定为 $0\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度可调节范围为 $0\%\sim 99\%$ 。系统测试已经基本达到预期效果,但手机和系统无线连接会偶尔出现信号干扰或连接中断等情况,所以又在LED屏幕上加入了蓝牙连接状态的显示版块来传递是否配对成功的信息,并再次使用手机连接蓝牙调试接收数据。等手机APP的搜索列表中显示出与系统屏幕上相同的名称“Monitoring Sys”即可点击配对,随后开始自动接收温湿度数据信息,同时尝试向主机发送指令使主机工作,查看实验效果。

实验过程中用手机不断地控制系统减小湿度最大阈

值到 60% ,现场实时湿度为 64% ,如图10所示,则立即触发蜂鸣器与红色LED报警指示灯。进行多次实况测试,发现手机用户只能查看数值,容易放松整个监管的警惕性,再次进行优化使系统在温湿度不符上下阈值时还会向手机发送“WARNING”。



图10 系统报警界面

进行多次测试调试表明,在主函数中的while循环中使用Task_Delay[]函数,使主机蓝牙设备每2s搜索一次蓝牙设备,每500ms检查一次设备缓冲区以便及时应对手机发出的指令,每5s发送一次温湿度数据为最佳工作效果,提高系统的实时监控性。

5 结 论

本文简述了一种基于STM32单片机的农产品贮存环境监控系统设计,经过系统多次调试结果表明,系统通过各模块的相互作用工作状态稳定,通过主机多端口的数字信号通信实现对大型贮存环境的多点监控,并使用蓝牙2.0协议实现了与用户实时通信。系统具备速度快、精度高。目前可以用于各种农产品环境的可无线监控系统,智能监控系统已经成功取代了以往人工校验的方式,用户可使用手机进行短距离监控与操作。设计正符合目前智能监控人机交互理念,在使用体验上更加舒适人性化。

参考文献

- [1] 常丽娜,韩星.我国果蔬冷链物流建设现状及发展建议[J].中国果菜,2015,35(2):5-10.
- [2] 单冰华,张凤登.基于CAN总线的温湿度检测系统[J].电子测量技术,2016,39(5):123-126.
- [3] 宫元娟,张研,王宇宸,等.果蔬保鲜库保鲜系统的设计与试验[J].沈阳农业大学学报,2016,47(5):615-620.
- [4] 蔡鑫源.仓储环境监控系统无线传感器网络节点部署方法研究[D].长春:吉林大学,2016.
- [5] 彭泓,汪玉凤.粮仓温湿度智能控制系统[J].中国科技信息,2006(24):41-43.
- [6] 李金龙,王黎,高晓蓉.多点温湿度远程无线监控系统设计[J].微计算机信息,2009,25(16):31-32,88.
- [7] 王江红,胡湘娟,阳泳.基于STM32的温湿度监控系统

- 统设计[J].科技创新与应用,2016(4):23.
- [8] 何希平. 基于 STM32 的大型粮仓温湿度监控系统设计[D].大连:大连理工大学,2017.
- [9] 陆大同.基于 ARM11 处理器的蔬菜大棚温湿监控系统设计[J].柳州师专学报,2015,30(3):135-138.
- [10] 杨丰华,沈绿楠.互联网温湿度分布式监控系统的实现分析[J].无线互联科技,2017(16):53-54.
- [11] 王博,刘忠富,庄婧昱,等.基于 STM32 的无线温室大棚控制系统设计[J].电子测量技术,2017,40(6):42-46,57.
- [12] 宋斌,袁庆庆,杨娜.基于 STM32 的智能台灯系统设计[J].电子测量技术,2017,40(6):67-71,75.
- [13] 陈岩,陈开胜.基于 STM32 的粮仓温湿度监控系统的设计[J].食品与机械,2014,30(5):187-189.
- [14] 卫何. 蓝牙技术发展及其在物联网中的应用展望[J].应用能源技术,2016(4):51-54.
- [15] 张建新.可穿戴设备中 ZigBee 无线传输网络的研究[D].呼和浩特:内蒙古大学,2016.

作者简介

潘浩然,1995 年出生,本科生,主要研究方向为电子信息技术和嵌入式应用。

E-mail: dlpanhaoran@gmail.com