

无线智能家居舒适度测控系统

李宗卿 刘忠富 吴学富 庄婧昱

(大连民族大学信息与通信工程学院 大连 116600)

摘要:针对目前家居环境检测参数单一,不能实现家居舒适度控制等问题,设计了一种基于 STM32F103RBT6 微处理器的无线智能家居舒适度测控系统。STM32 单片机获取室内家居的温度、空气湿度,光照度、有害气体浓度、灰尘浓度等环境参数,根据舒适度标准控制家居电气的启停对家居舒适度进行控制。同时,通过 WiFi 模块和 GSM 模块上传到手机端,手机端使用安卓软件远程监控家居舒适度情况。通过实际测试,系统能够正确、实时检测和控制在家居舒适度,充分证明了系统的可行性和稳定性。

关键词:STM32 微控制器;WiFi;GSM;传感器;舒适度

中图分类号: TN709 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.3040

Measurement and control system for wireless smart home comfort level

Li Zongqing Liu Zhongfu Wu Xuefu Zhuang Jingyu

(College of Information & Communication Engineering, Dalian Minzu University, Dalian 116600, China)

Abstract: As the testing parameter of the home environment is single and the control for home comfort cannot be achieved, a measurement and control system for wireless smart home comfort level is designed based on STM32F103RBT6 microprocessor. STM32 MCU collects the environmental parameters such as indoor temperature, air humidity, light intensity, concentration of harmful gases and dust concentration, and controls the start and stop of home electrical appliances according to the standard comfort, to control home comfort level. At the same time, the parameters are uploaded to the mobile terminal via WiFi module and GSM module, and Android software of mobile terminal is applied for remote monitoring of home comfort situation. Through field testing, the system can realize accurate and real-time measurement and control of home comfort, which shows the feasibility and stability of the system.

Keywords: STM32 microcontroller; WiFi; GSM; sensor; comfort level

1 引言

室内环境参数包括温度、湿度、灰尘浓度、有害气体、光照度等,目前室内环境监测设备往往都是对单一的环境参数进行监测。对室内环境的监测可以实时了解的室内环境状况以及获取环境参数数据。根据环境数据可以判断生活环境是否存在问题,一旦发现问题可以对室内环境进行调节和控制,这样便可生活在一个安全而舒适的环境。因此,需要一个对室内家居环境能实时监测和控制的完整的系统^[1]。如何改善室内环境,使我们的住所更加舒适安全成为人们关注的热点^[2-3]。

本文基于 STM32 为控制系统核心电路选择合适的室内环境参数传感器,实时检测室内温湿度、光照度、灰尘浓

度等环境参数^[4-5]。设计 WiFi 和 GSM 接口电路,实现以下功能:在家里的时候,开启 WiFi 模式,用手机可以查看室内的舒适度状态,并且可以控制电器的启停;在外面的时候,开启 GSM 模式,用手机可以查看家里的状况,并且控制电器的启停。系统对舒适度进行评判,根据结果可以自动启停电器,同时把结果发送到手机,手机端是基于安卓系统的安卓手机助手软件,可以实时接收信息和控制家居电器。

2 系统方案设计

系统硬件电路包括数据采集与控制子系统和数据处理与控制子系统。系统电路结构如图 1 所示。环境参数采集部分通过各种传感器测量室内的温湿度,光照度,有害气体浓度,灰尘浓度等参数。人机交互部分是通过触摸

显示屏和手机端安卓手机助手实现的,通过触摸屏中相关选项可对家居环境进行触摸控制,手机端通过安卓手机助手软件凭借 GSM 模块或者 WiFi 模块可与主控部分进行

无线通信以实现无线控制家居环境,系统做出的响应是通过控制继电器的开关,继电器可以开断各种家用电器,进而控制家居环境。

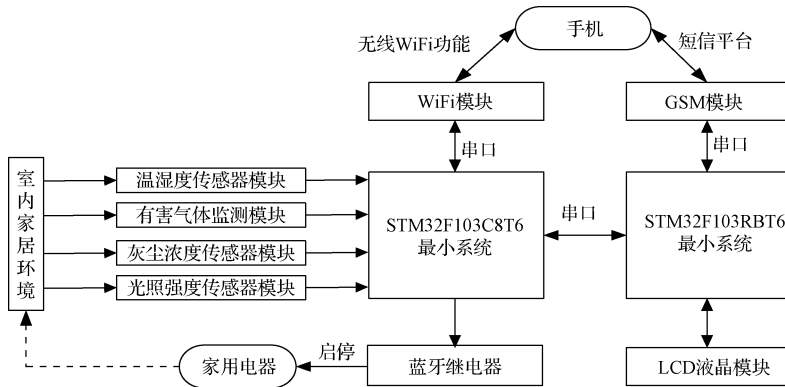


图1 系统结构方案

3 系统硬件电路设计

3.1 数据采集与控制系统电路

数据采集与控制系统包括微控制器电路、WiFi 模块、温湿度模块、有害气体监测模块、灰尘浓度测量模块、光照强度模块和蓝牙继电器模块的硬件电路。

1) 微控制器电路

数据采集与控制系统中所采用的微控制器是

STM32F103C8T6。该单片机为 STM32 系列单片机增强型的 32 位单片机,时钟频率最大可达到 72 MHz^[6]。单片机最小系统电路原理如图 2 所示。

2) WiFi 模块电路

WiFi 模块内部设置有 TCP/IP 协议栈,在其 AP 模式下,具有无线 WiFi 功能的外部设备可以和该 WiFi 模块相连,比如手机、平板、电脑等,即在本系统中该模块具体实现的功能是完成串口-以太网-无线网的转换。

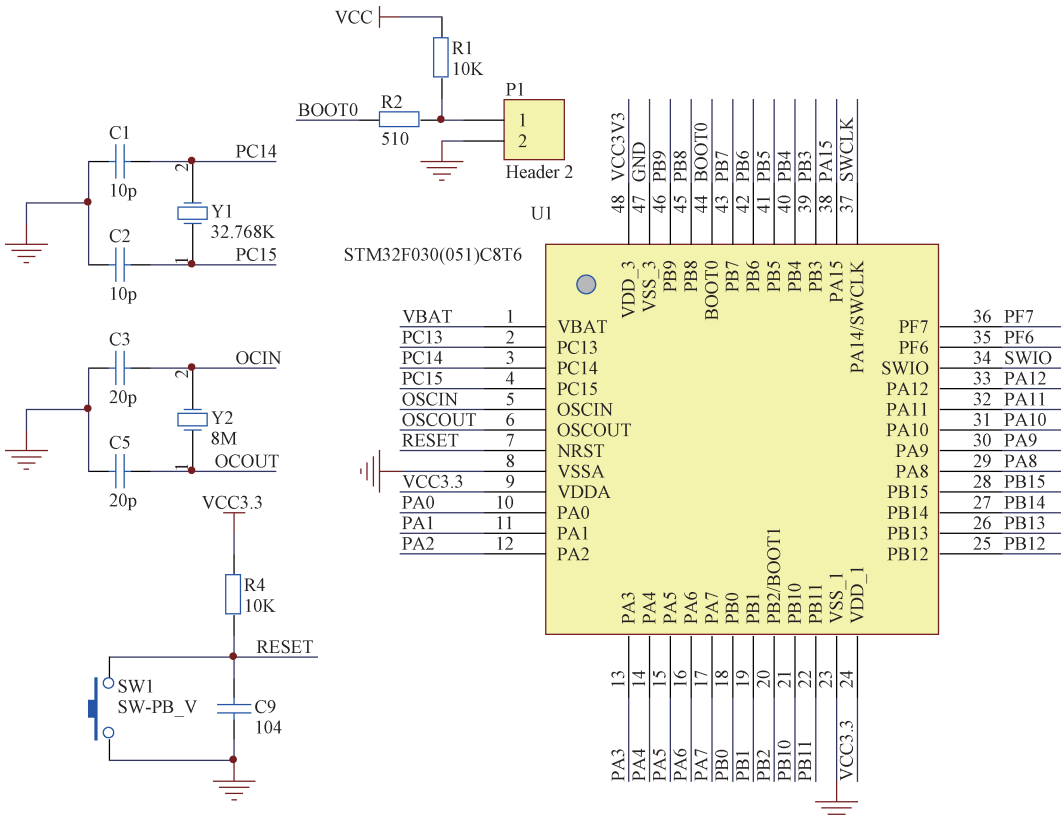


图2 STM32F103C8T6 最小系统电路

该模块的电源部分是由芯片 MP2359 及其外围电路组成,模块的主芯片的供电则是由电源部分稳压到 5 V 的电源,其中在 VCC5 与 GND 之间的瓷片电容 C6(电感小,谐振频率高,对高频信号阻抗小)与电解电容 C8(电感大,

谐振频率低)分别起到了滤除高频波动干扰与低频波动干扰的作用,为主芯片提供稳定的电源。串口的 TX 与 RX 管脚连接到微控制器 PA2 和 PA3 串口引脚。WiFi 模块主芯片电路如图 3 所示。

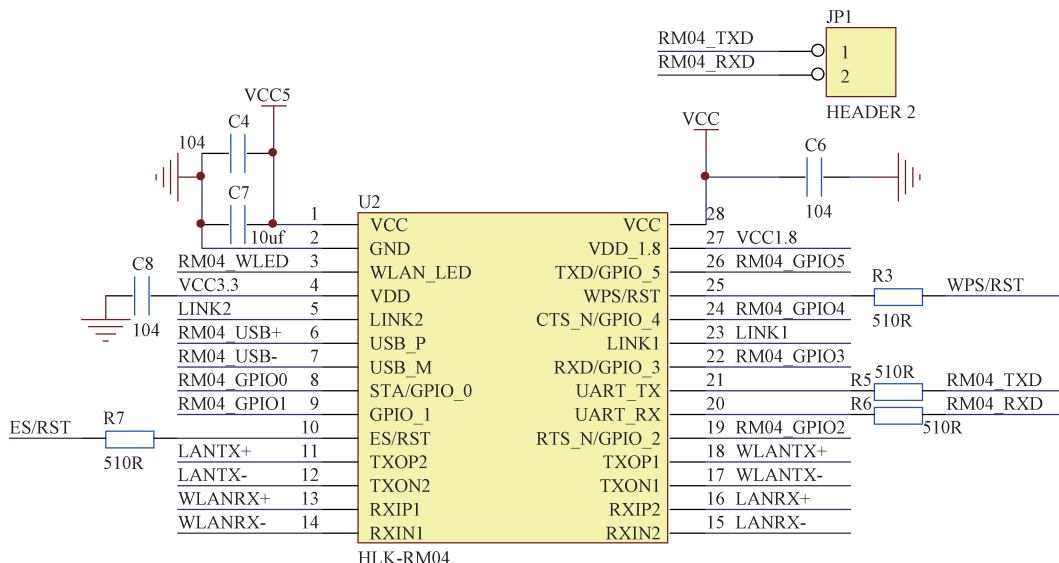


图3 WiFi模块主芯片电路

3) 家居环境检测电路设计

温湿度测量模块采用的是数字传感器 DHT11,该传感器与单片机之间通信协议为单总线协议,只有一个数据端口与单片机的管脚相连接,在数据端口与单片机管脚之间需要外加上拉电阻,该模块的供电范围是 3.3~5.5 V 直流,单片机的供电电压为 3.3 V 直流,所以可选用 3.3 V 电源加上 10 kΩ 电阻作为上拉作用。

有害气体检测模块采用 VOC 空气质量传感器,该传感器与单片机之间的通信是凭借两个管脚的高低电平作为数字量数据,单片机进行判断识别。该传感器模块总共有 4 个管脚,VCC5、GND、数据引脚 1、2。由于单片机是 3.3 V 供电,为了可以使电平兼容,需要和单片机具有 FT 性质的管脚连接以免损坏单片机,所以 1 数据端口接到 PB1 上,2 数据端口接到 PB2 上,1 端口数据作为高数据位 2 端口数据作为低数据位,这样总共可分为 4 个等级:0,1,2,3,依次为空气中有害气体浓度等级。

GP2Y1010AU0F 作为系统中灰尘传感器。该传感器采集的是模拟量,微控制器中具有 AD 转换外设。在 VCC 与 GND 之间接了阻值为 150 Ω 的电阻和 220 μF 的电解电容作为 RC 无源滤波器,提升了该模块的准确性。

BH1750FVI 作为系统中光照强度传感器。该传感器采集的是数字量,所以可以直接与单片机的 I/O 连接,与单片机之间进行通信需要 IIC 通信协议。

4) 蓝牙继电器模块电路

蓝牙继电器模块电路主要是实现无线控制家电启停^[7]。该模块由微控制器端蓝牙模块 HC-05 和家用电器

端的蓝牙继电器模块组成,这两块蓝牙作为无线数据传输的工具,蓝牙继电器的组成为小型单片机加上蓝牙继电器,该模块在系统中数据传输的方向是单向的,由单片机端传向蓝牙继电器端,继电器可启停家电,蓝牙继电器通过判断接收传送过来的数据可控制继电器。

3.2 数据处理与控制系统电路

数据处理与控制系统电路包括为控制器电路、GSM 模块电路、LCD 液晶触摸显示屏模块电路。下面将分别介绍。

1) 微控制器电路

本文描述的数据处理与控制系统电路中的微控制器为 STM32F103RBT6。该单片机共有 64 管脚,内部 RAM 为 20 K,程序存储器为 128 K。晶振时钟为 8 MHz,通过锁相环可倍频至 72 MHz。

2) GSM 模块电路

系统采用 GSM 模块与手机端进行远程无线通信^[8]。GSM 模块电路为 SIM900A 芯片以及其外围电路,凭借串口通信与微控制器之间进行通信,所以该芯片的 TX 与 RX 两个管脚连接到主微控制器的 PA2 和 PA3 两个串口的管脚上,由于该芯片的功耗较大,其电源选择 12 V 的独立适配电源。

4 系统软件方案设计

系统软件方案设计主要包括两部分,一是数据采集与控制系统软件程序,二是数据处理与控制系统软件程序。

4.1 数据采集与控制子系统主程序流程设计

数据采集与控制子系统软件实现的功能是通过一些通信协议使系统中传感器与微控制器之间进行的通

信^[9-10],使微控制器得到相应环境参数数据,除此之外该子系统通过串口实现数据命令的传输,其中包括 WiFi

模块数据命令,蓝牙继电器数据命令,数据处理与控制子系统的命令。该子系统的主程序流程如图4所示。

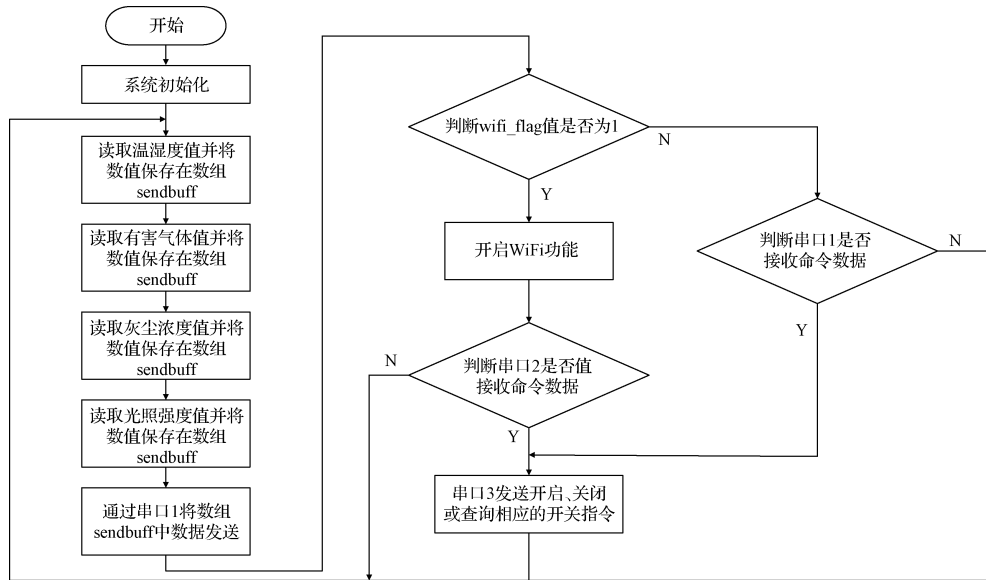


图4 数据采集与控制子系统程序流程

4.2 数据处理与控制子系统程序流程图

数据处理与控制子系统软件程序所要实现的功能模式可分为3大模式,即智能测控模式、测量模式、控制模式。程序开始先对系统以及LCD液晶初始化,然后进入模式选择界面,可通过触摸屏进行选择。在智能测控模式下,LCD液晶显示出环境参数数据,根据所测数据和标准值相比较,可通过串口数据命令自动执行开断家电的功能

函数;可在该界面通过触摸屏功能实现报警值设置,当环境值超出设置值时,则执行短信发送函数,起到报警的作用;可通过判断接收到的手机短信指令码执行开断家电命令。在测量模式下,程序实现的功能主要是接收到数据采集与控制子系统的环境参数数据。在控制模式下,程序实现的功能主要是通过触摸屏控制各个开关。其子系统主程序流程如图5所示。

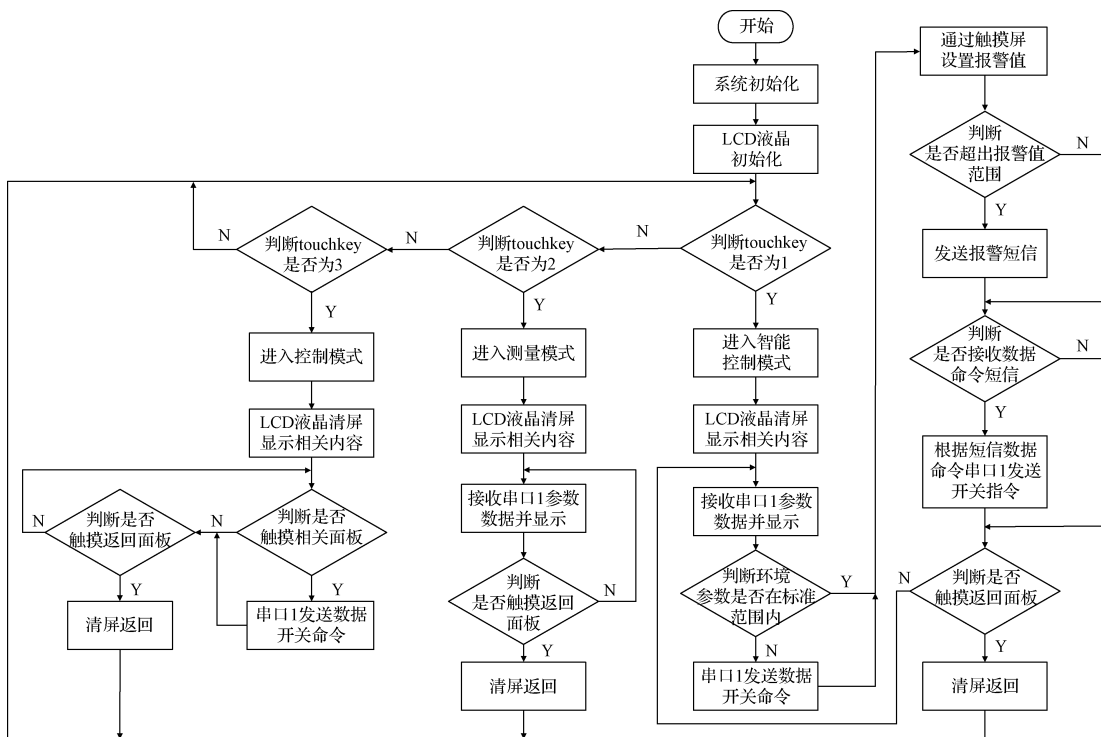


图5 数据处理与控制子系统主程序流程

5 系统测试

在一 60 m² 的室内安装本系统,对系统进行整体测试。采用高精度仪表以及本系统分别对温度、湿度、光照度进行现场测试,同时对家用电器的开启情况进行记录,系统测试结果如表 1 所示。

表 1 系统测试结果

环境信息	系统设置上下限	实际值	测量值	电器状态
温度	18~30℃	20℃	19.5℃	空调关
		33℃	33℃	空调开
湿度	40%~60%	50%	50%	增湿器关
		40%	40%	增湿器开
光照度等级	3~6	3	3	灯开
		5	5	灯关

从表 1 可以看出,温度、湿度、光照度精度均达到要求,同时在设定的限值,可以自动控制电器的启停,达到对室内舒适度的控制。

系统测量模式界面如图 6 所示。



图 6 测量模式界面

系统可以通过 GSM 模块,在手机端接收室内环境信息,同时可以通过短信控制家用电器的启停。GSM 短信平台控制界面如图 7 所示。

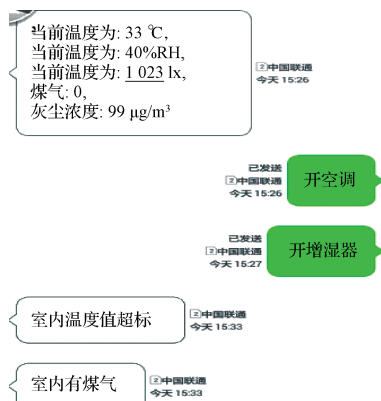


图 7 GSM 短信平台控制界面

6 结论

以 STM32F103RBT6 单片机为核心,设计了无线家居舒适度测控系统。系统包含数据采集与控制子系统和数据处理与控制子系统。对环境的测量采集需要多个传感器共同完成,采集回来的数据通过串口发送到数据处理与控制子系统,对环境的控制体现在通过 WiFi 模块无线和手机端安卓手机助手软件之间的通信可以远程获取家居环境参数与发送控制指令,经过处理器对指令的处理并且可通过蓝牙继电器无线控制家电启停,同样也可以接收数据处理与控制子系统通过串口发送过来的指令做出相应的响应。

两个子系统电路组成了整个无线智能家居舒适度测控系统,通过对软件程序的编写可得到室内家居环境的舒适度指数,得出的舒适度指数作为负反馈从而实现智能闭环的测控。

该系统扩展性强、性能可靠,能有效地实现家居舒适度控制,具有一定的实用价值。

参考文献

- [1] SHI W R, JIANG Y S, ZHAO Y. A backbone formulation algorithm in wireless sensor network based on cross-entropy method[J]. Instrumentation, 2014, 1(1):38-48.
- [2] 李婷,陈润睿. 基于 AVR 单片机的舒适度控制系统设计[J]. 国外电子测量技术,2010,33(10):63-66.
- [3] 谭和平,钱杉杉,孙登峰,等. 室内环境中有害有机物污染现状及标准研究[J]. 中国测试,2015,41(1):1-5.
- [4] 潘伟强. 基于情境融合的室内环境舒适度评价方法的研究[D]. 株洲:湖南工业大学,2013.
- [5] 杨卫东,邓冠群,张国平,等. 基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统[J]. 电子测量技术,2015,38(8):94-98.
- [6] 唐跃林,郑徐豪,吴德操,等. 一种基于 ARM 处理器 STM32 的手持式智能化自动扶梯同步率测试仪研制[J]. 国外电子测量技术,2014,33(8):65-68.
- [7] 刘春,金哲媛. 环境监测中无线传感网络路由算法的改进[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(2):146-151.
- [8] 郑学理,付敬奇. 基于 PDR 和 RSS 的室内定位算法研究[J]. 仪器仪表学报,2015,36(5):1177-1185.
- [9] 李伟. 基于中断方式的 TL16C754B 的串口通信驱动程序的开发[J]. 测控技术,2012,31(4):93-95.
- [10] 马敏,刘鹏飞,刘建英. 基于 STM32 的飞机电气负载管理中心设计[J]. 计算机测量与控制,2014,22(9):2970-2976.

作者简介

李宗卿,1992 年出生,本科,主要研究方向物联网技术、嵌入式系统。

E-mail:840234143@qq.com