

# 基于 Qt 的室内环境监测系统设计与实现

李 超,程小劲

(上海工程技术大学 机械工程学院,上海 201620)

**摘 要:**随着计算机技术的发展,基于计算机技术的嵌入式设备越来越多地应用于生产生活中。而在家庭居住方面,越来越多的智能化、便捷化的产品,为人们提供了一个安全、舒适和便捷的环境,从而也越来越受到市场的青睐。基于计算机和嵌入式技术,运用 Qt 开发平台,设计了一套室内环境监测系统,实现了一种可以实现较低成本,使用范围广泛,主要应用于家庭环境监测的控制系统。该系统具有实现用户的注册登录,实时查看当前的室内环境参数,查看监控信息,设置各种参数的阈值,超出阈值进行报警等功能。上位机采用 CortexA9 运行主程序,下位机采用意法半导体生产的 STM32。下位机和上位机之间通过 RS232 串口通信,下位机通过该串口将采集到的数据传给上位机。上位机通过 TCP/IP 协议传给 Qt 进行实时显示。

**关键词:**Qt;计算机技术;嵌入式技术;环境监测;TCP/IP;RS232

**中图分类号:**TP23

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2019)04-0204-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.04.041

## Design and Implementation of Indoor Environment Monitoring System Based on Qt

LI Chao, CHENG Xiao-jin

(School of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** With the development of computer technology, embedded devices based on computer technology are more and more used in production and life. In terms of family living, more and more intelligent, convenient products provide a safe, comfortable and convenient environment for people, which is also increasingly favored by the market. Based on computer and embedded technology, using Qt development platform, we design a set of indoor environment monitoring system, and realize a control system which can be used in family environment monitoring with a low cost and wide range of use. It can realize the registered login of the user, view the current indoor environment parameters, check the monitoring information, set the threshold of various parameters, and give the alarm beyond the threshold. The host computer uses CortexA9 to run the main program, and the slave computer uses STM32 produced by ST. The data collected by the slave computer is transmitted to the host computer through the RS232 serial port communication between the slave computer and the host computer. The upper computer is transmitted to Qt through TCP/IP protocol to display in real time.

**Key words:** Qt; computer technology; embedded technology; environment monitoring; TCP/IP; RS232

## 0 引 言

煤气、天然气是现代家庭主要能源之一。由于煤气、天然气的泄露导致的中毒和火灾是高层住宅的重大隐患,每年因为燃气泄露造成的火灾数不胜数。随着经济的发展和人民生活水平的不断提高,各式各样的原材料制成的装修材料进入家庭,而随之释放出来的有害气体时刻威胁着大家的安全。其中甲醛是最为常见的有害气体之一,具有强烈的致癌性<sup>[1]</sup>。与此同

时,PM2.5 也时刻威胁着家庭成员的健康<sup>[2]</sup>。目前,室内环境参数监测系统的多数功能较为单一,完成一个完整的监测系统需要使用多个产品。对此,文中将传统的监控系统和环境监测系统融合在一起,实现环境参数查询、监控查询一体化。与此同时,还可以对参数进行阈值设置,当环境里的参数值超出阈值后会及时提醒,该系统可以满足大多数室内环境的监测要求。后期还可以进行二次开发利用,可以方便地添加传感

收稿日期:2018-05-20

修回日期:2018-09-24

网络出版时间:2018-12-20

基金项目:上海高校青年教师培养资助计划(ZZGCD15082)

作者简介:李 超(1992-),男,硕士研究生,CCF 会员(93094G),研究方向为光电检测及其相关技术;程小劲,博士,副研究员,通讯作者,研究方向为激光光电子及其应用技术。

网络出版地址: <http://cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20181220.1001.018.html>

器,使整个系统的功能更加丰富,数据保存在本地,采用封闭式的管理机制也可以保护数据的安全<sup>[3]</sup>。

### 1 系统总体设计

基于Qt的室内环境监测系统(见图1)由三部分组成,分别为Qt制作的客户端、上位机和下位机。Qt是由Qt Company开发的跨平台C++图形用户界面应

用程序开发框架<sup>[4-5]</sup>。经过交叉编译器编译后,可以运行到ARM平台上。Qt上主要实现用户的注册、登录,环境参数的阈值设置以及环境参数的实时查看等功能。上位机由Cortex A9组成,移植Linux3.14的内核和文件系统,主要运行主程序<sup>[6-7]</sup>。下位机上连接有温湿度传感器、甲醛气体传感器、可燃气体传感器、蜂鸣器和继电器等。

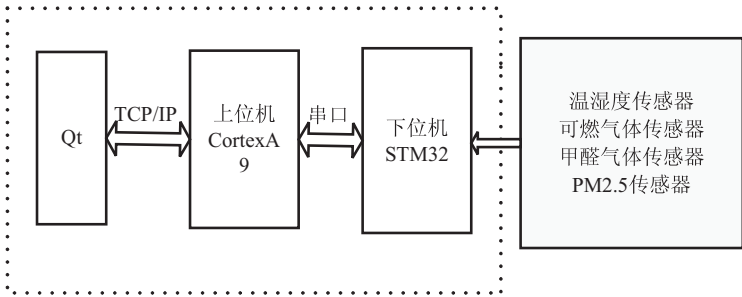


图1 系统构成

下位机采集到传感器的数据后,通过RS232串口通信将数据发送给上位机。经过上位机处理后,通过TCP/IP协议发送给Qt,并在Qt界面中显示出来。Qt中设置的阈值通过TCP/IP协议发给上位机,与下位机采集到的数据进行对比,超出阈值,将会触发蜂鸣器。摄像头产生的数据流通过TCP/IP协议传给Qt,

实时显示在Qt界面中。

### 2 硬件部分

基于Qt的智能家居环境监测系统硬件部分包括显示屏、三星的Exynos4412、STM32、以及各种传感器等,如表1所示。

表1 系统主要硬件信息

硬件	规格型号	数量
显示屏	7.1寸	1
上位机	Exynos4412	1
下位机	STM32	1
甲醛气体传感器	MS1100	1
可燃气体传感器	MQ-2	1
温湿度传感器	DS18B20	1
摄像头	V5610	1
PM2.5传感器	GP2Y1010AU0F	1

#### 2.1 温湿度传感器电路

温湿度传感器采用的型号为DS18B20,具有体积小,硬件开销低,精度高,抗干扰能力强等特点。其硬件电路简单,功耗较小,测量范围大。具体硬件连接电路如图2所示<sup>[8-9]</sup>。

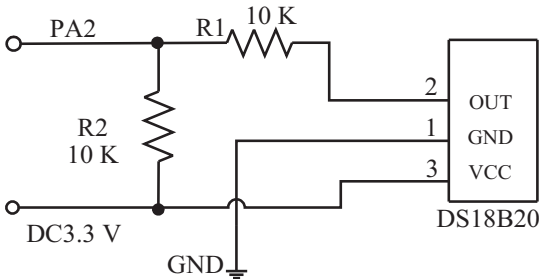


图2 DS18B20 温湿度传感器

#### 2.2 PM2.5 传感器

PM2.5传感器采用的型号为GP2Y1010-AU0F,具有封装体积较小,可以检测较小的粉尘,检测时间短等优点。具体电路如图3所示<sup>[8-9]</sup>。

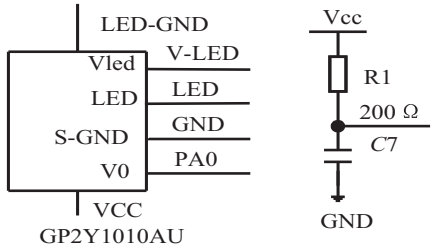


图3 PM2.5 传感器

#### 2.3 甲醛气体传感器

甲醛传感器采用的型号为MS1100-P111VOC,该

传感器是一款原装进口的半导体式 VOC 气体传感器,具有质量好,测量精准度高,灵敏度好等优点。具体电路如图 4 所示<sup>[8-9]</sup>。

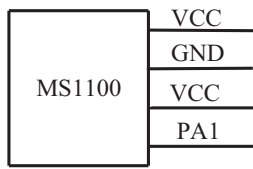


图 4 甲醛气体传感器

3 软件部分

软件部分由 Qt 制作的客户端、上位机程序和下位机程序组成。

3.1 Qt 客户端软件设计

- 为了方便用户管理,需要满足如下几个需求:
- (1)使用 SQLite 建立数据库,完成用户的注册和登录。
  - (2)登录成功后,进行数据显示页面,可以设置环境参数的阈值以及查看实时监控信息。

为了实现以上需求,Qt 的客户端控制系统设计主要包括用户界面 UI、Socket 通信、SQLite 数据库设计。

3.1.1 Qt 客户端注册登录界面

Qt 控制程序注册界面如图 5 所示。由于该系统所需要存储的数据量小,用户注册登录的数量少,无需较大的数据库,因此该客户端采用 Qt 平台内置的 SQLite 数据库。SQLite 数据库小巧,移植性高,维护方便,便于管理,并且对资源的需求较小。同时支持 NULL、TEXT、BLOB、REAL 等数据类型,满足该应用程序的开发使用。

Qt 中提供了 QSqlDatabase 类,可以完成对 SQLite 数据库的一系列操作。QSqlDatabase 类提供了 addDatabase 方法完成数据库的添加, setDatabaseName 方法设置数据的名称,exec() 可以执行 SQLite 语句,完成数据的插入、查找、删除等一系列基本操作<sup>[10]</sup>。

数据库主要存储以下信息:用户名和密码,各种环境参数(温度、湿度、甲醛气体浓度等),各种环境参数的阈值(温度、湿度、甲醛气体浓度等)。



图 5 Qt 注册登录页面

3.1.2 Qt 主页面显示功能

Qt 主页面显示功能包括各参数的阈值设置,获取各参数并显示。与此同时使用 Qt 中内嵌的绘图工具 QCustomPlot 创建 customPlot 类,将各个参数实时绘制成曲线并显示。

3.1.3 Qt 中基于 Socket 通信

在网络通信方面,Qt 提供了非常好的支持。针对 TCP 传输,Qt 提供 QTcpSocket 类和 QTcpServer 类。针对 UDP 传输,Qt 提供 QUdpSocket 类。TCP( transmission control protocol,传输控制协议)是一个底层网络协议,应用于大多数互联网协议,如 HTTP 和 FTP,进行数据传输。它是一种面向连接的、可靠的、基于字节的传输层通信协议,特别适合数据的连续传输。

通过创建 Socket 对象,就可以通过打开输入输出流来进行通信<sup>[11]</sup>。

基于 Qt 中 Socket 通信的客户端和服务端之间的通信实现步骤如下<sup>[12]</sup>:

- (1)建立 QTcpServer 对象,通过 bind() 绑定 Socket 和端口号,通过 listen() 建立监听,等待客户端发出的连接请求;
- (2)建立 QTcpSocket 对象,通过 connect() 连接指定的服务器和端口,向服务器发出连接请求;
- (3)服务器通过 accept 接收客户端的连接请求并且实现服务器与客户端的连接;
- (4)客户端通过 send() 发出命令和相应数据给服务器;
- (5)服务器通过 recv() 响应客户端的请求,并获

取客户端的数据;

- (6) 服务器处理数据后返回结果;
- (7) 客户端接收服务器返回的结果;
- (8) 重复步骤 3~7;
- (9) 结束连接,完成通信。

3.2 上位机实现

上位机采用三星公司生产的 Exynos- 4412 芯片,在 Ubuntu 12.04 的环境下完成 Linux 内核的相关配置和编译。采用 Linux 3.14 内核,通过 make menuconfig 配置内核中的 USB 以及和视频相关的 USB- \_GSPCA\_ ZC3XX、VIDEO\_ V4L2、USB- \_GSPCA 等<sup>[13]</sup>。配置好相关信息后,进行编译,然后将做好的内核移植到芯片上。

主程序采用多线程编程,通过 pthread\_creat() 创建多线程,在线程中初始化串口实现温湿度读取,可燃气体监控,甲醛气体浓度读取以及 TCP/UDP 通信。

3.3 下位机实现

下位机采用 STM 32 连接温湿度传感器 DS18B20、甲醛气体传感器 MS1100、可燃气体传感器 MQ-2 等,获取各传感器的数值后,通过 RS232 将数据传给上位机<sup>[14]</sup>。

4 结束语

设计了一种室内环境监控系统,克服了传统系统的局限性,具有移动性强、简单、可靠、经济、便于维护等优点。通过测试,客户端运行流畅,既可以运行在 Windows 上也可以运行在 ARM 相关平台上。该系统能够完成用户的注册和登录,实时查看当前环境的温湿度、甲醛气体浓度、可燃气体是否超出设置的阈值等关于环境的信息。

该系统可以实时查看和掌握室内环境的各种环境参数,可以设置各种参数的阈值。系统采用计算机和嵌入式相关技术,使用无线通信的方式,具备较强的通

用性,易于移动,并且在该系统上可以做二次开发,具备较强的扩展性。采用的硬件简单便宜,通用性好,便于更换,具有稳定可靠、成本低廉等特点。

参考文献:

[1] 杨振洲,蔡同建. 室内甲醛的危害及其预防[J]. 中国公共卫生,2003,19(6):765-768.

[2] 奉琪,苏莎,张劲夫,等. 长沙市城区大气 PM<sub>2.5</sub> 浓度与居民每日死亡关系研究[J]. 环境与职业医学,2018,35(2):131-136.

[3] 刘向举,刘丽娜. 基于物联网的室内环境监测系统的研究[J]. 传感器与微系统,2013,32(3):37-39.

[4] 王浩南,刘益成. 基于嵌入式 Linux 系统下的 Qt 开发[J]. 电脑开发与应用,2010,23(1):11-13.

[5] 赵良好,王澜,戴贤春,等. 搭建基于 Qt 的嵌入式开发平台[J]. 铁道通信信号,2018,54(2):37-40.

[6] 朱伟兴,戴陈云,黄鹏. 基于物联网的保育猪舍环境监控系统[J]. 农业工程学报,2012,28(11):177-182.

[7] 许青,刘方. 基于 ARM9 的室内无线监控报警系统设计与实现[J]. 电子科技,2013,26(2):103-106.

[8] 葛年明,殷彩萍,邵文学. 基于 STM32 的室内有害气体检测系统设计[J]. 微型机与应用,2015,34(23):20-22.

[9] 勾慧兰,刘光超. 基于 STM32 的最小系统及串口通信的实现[J]. 工业控制计算机,2012,25(9):26-28.

[10] 祝红涛,李玺. SQL Server 2008 数据库应用简明教程[M]. 北京:清华大学出版社,2010.

[11] 尤维. 基于无线局域网的 TCP 协议改进算法的研究[D]. 长春:吉林大学,2011.

[12] 王朝华,陈德艳,黄国宏,等. 基于 Android 的智能家居系统的研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(6):225-228.

[13] 葛正中. 基于 Cortex-A9 的高清摄像系统设计[D]. 北京:北方工业大学,2016.

[14] 李宁. 基于 STM32 处理器开发应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.