

Design of Smart Air Quality Detection System on Internet of Things Technology

Mingxian Shao, Shuai Liu, Hui Hong, Feng Cheng, Qiuyao Zheng

Hangzhou Dianzi University, Hangzhou
Email: smxldm369@sina.com

Received: Oct. 27th, 2014; revised: Nov. 29th, 2014; accepted: Dec. 8th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

A new smart air quality detection system is designed in this paper. The phone or PC program can be used to control the smart system work anywhere with the Internet of Things (IOT) technology, and it indirectly solves the problem that the air purifiers maybe spend a lot of time to clean up the air when it is turned on. Traditional air purifiers only use few different color LEDs to display air quality qualitatively. A different type of display interface in this system is implemented on the phone and PC terminals, and the real-time values of the environmental quality condition are displayed and collected. It greatly enhances the User Experience (UE), and can be used in the air purifier industry.

Keywords

Air Quality Detection, Things of Internet, Smart

基于物联网技术的智能空气质量检测系统设计

邵明宪, 刘 帅, 洪 慧, 程 峰, 郑秋瑶

杭州电子科技大学, 杭州
Email: smxldm369@sina.com

收稿日期: 2014年10月27日; 修回日期: 2014年11月29日; 录用日期: 2014年12月8日

摘要

本文设计了一种新型智能空气质量检测系统。该系统采用物联网技术，使用户可以随时随地通过手机或PC端控制该智能系统的工作；同时，间接解决空气净化器开机净化时间长的问题。传统空气净化器一般采用几个不同颜色指示灯来定性显示当前空气质量状况，本文系统在手机及PC端上的显示界面可以实时显示精确的当前环境空气状况，方便了环境数据的收集与分析。本文的设计将大大提升客户体验，将可以大量用于空气净化器行业。

关键词

空气质量检测，物联网，智能

1. 引言

随着人们在对室外空气污染的重视以及环保认识提高的同时，室内空气污染问题受到了较高的关注[1]-[3]。传统的空气检测和净化设备存在两个问题[4]-[6]：1) 净化时间长。一般的控制净化器，将PM2.5指标150(轻中度污染)的空气净化到50(优良)大约需要在15至30分钟，重度污染的空气净化所需要的时间更长；甲醛浓度0.75 ppm的空气净化到0.1 ppm(基本达到正常标准)更需要1个小时以上；2) 传统的空气净化器一般使用几种不同颜色的指示灯来对当前空气质量进行定性显示，不能直观的显示环境具体情况，不方便数据的收集与后续分析。

近些年随着物联网、传感器和数据处理技术的不断成熟[7]-[9]，智能家居概念已开始走入家庭生活[10]。物联网技术为解决现有空气检测净化设备存在的问题提出了一些新思路。基于此，本文提出了基于物联网技术的智能空气质量检测系统方案，并进行设计实现。按照现有空气净化技术的发展水平，短时间内无法解决开机空气净化时间长的问题。将物联网技术和空气净化器结合，用户可以异地使用手机或PC端远程控制空气净化器提前开启或定时开启，从而使用户在到达空气净化器所处环境时，该空间环境已有一个较好净化后的空气质量。该方案同时使用了新的显示界面，通过手机界面、PC界面或检测系统自身界面可获取环境的实时监测数据并进行直观显示，方便用户实时了解相应的环境信息。与传统空气净化器电控系统相比，本文设计的智能空气检测系统在功能、用户体验等方面的差异如表1所示。

2. 系统总体设计

检测系统的总体设计思路如图1所示。智能空气质量检测系统使用Wifi模块[11][12]通过无线路由器与服务器相连接，服务器与手机或PC端进行通信。其工作模式如下：

1) 用户通过手机或外部PC端发出控制指令，指令通过移动通信设备或者路由器传递给服务器，再由服务器发送给智能空气质量检测硬件。

2) 智能空气质量检测硬件接收到指令后开始工作，实时监测环境中的数据，并把数据通过无线路由器传递给服务器，由服务器对数据进行处理、保存。然后，根据用户需求将数据传递给PC端或手机，并在相应界面中进行数据的显示。

2.1. 硬件设计

针对前面的方案设定，智能空气质量检测系统的硬件如图2所示。该硬件主要有四个模块，包括监

Table 1. Difference between smart air detection system and current electronically controlled air cleaner

	传统电控系统	智能检测系统	用户体验
空气监测	定性显示	定量显示	空气质量实时可见
空气净化	√	√	净化效果可见
遥控	红外遥控	手机控制	随时随地提前开启



Figure 1. The designing method of the air detection system
图 1. 空气检测系统总体设计思路

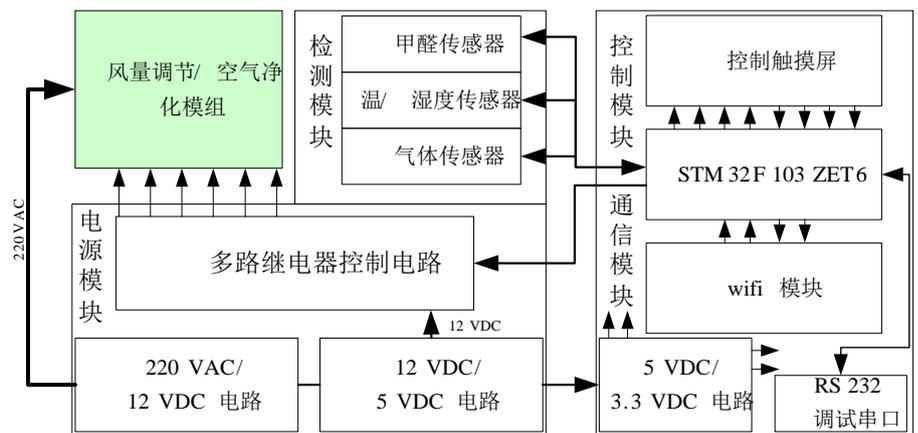


Figure 2. Hardware designing method of smart air quality detection system
图 2. 智能空气质量检测硬件设计

测模块、电源模块、控制模块和通信模块。

监测模块使用了甲醛传感器(MS1100)、温/湿度传感器(DHT11)、气体传感器(夏普 GP2Y1010AU)以及外围电路,主要完成对环境空气质量的检测(温湿度、PM2.5、甲醛及其他有毒气体等)并将相关数据传送至控制模块。

电源模块由 AC-DC 电源、DC-DC 电源和继电器控制电路构成。其中, AC-DC 电源将 220 交流电转化为 12 V 直流电, DC-DC 电源使用降压电路(围绕 AOZ1036PI 芯片)将 12 V 电压转化为 5 V 和 3.3 V, 继电器控制电路完成继电器开/关和电机驱动,用于接收控制信号后进行相关功能的调节。

控制模块主要有 STM32 芯片、触摸屏(TFT 液晶)、通信接口组成。其中 STM32 芯片与其他外围电路主要完成数据收集、处理、转发和指令发送等,用于控制其他模块;触摸屏用于与用户交互、显示收

集到的信息；通信接口电路主要完成指令、数据等信息的传递。其工作方式为：1) 触摸屏或通信接口电路接收控制指令信号，传递给 STM32，并由 STM32 通过通信接口使能相应的工作模块；2) 通过通信接口模块收集检测模块传送的数据，对数据进行分析处理，结果传送给触摸屏进行显示，同时传送给通信模块，由其发送至服务器。

通信模块主要使用了 Wifi (TI 公司 CC3000)模块[11]与无线路由相连。其主要作功能为：1) 接收通过无线路由传递来的控制信号(手机或 PC 端发送)并传递给控制模块的通信接口；2) 接收控制模块传递来的数据包，将数据发送至服务器，由服务器保存数据，并根据客户需求选择是否发送至手机或 PC 端。

2.2. 软件设计

智能空气质量检测系统软件主要从三个方面进行设计，包括智能空气质量检测控制软件(基于 2.1 章节的硬件)、PC 功能软件以及手机功能软件。

2.2.1. 智能空气质量检测控制软件

智能空气质量检测控制软件主要作用是完成对各个模块的使能、控制；指令传输、数据的收集；与服务器的通信，其软件流程图如图 3 所示。工作流程主要为：

- 1) 接收服务器或触摸屏指令后，系统进行初始化，相应模块使能；
- 2) 判断空气净化器的臭氧开关是否开启。如果开启，机器自动进入臭氧开启状态并做倒计时处理，时间结束后自动关机(时间可由用户自己设定)；
- 3) 根据指令，进行模式识别(手动或自动)。模式识别后，进行相应的功能指令的处理(检测当前环境、选择净化模式)；
- 4) 处理后，将实时的监测数据发送到服务器或触摸屏进行显示。

为了方便检测系统的手工操作，设计了专门的触摸屏界面，如图 4 所示。整个界面分为显示区域、控制键区域和指示区域三部分。显示界区域如图 4 中绿色部分所示，显示当前环境中 PM2.5、甲醛、温度与湿度的实时数据。控制键区域如图 4 中白色部分所示，共有六个控制键。最下面的四个键依次是：模式选择、风扇转速、臭氧开关、系统开关。剩余两个控制键为手动/自动转化、时间设定。指示区如图 4 中最上侧所示，可以显示 Wifi 信号情况、风量等级以及工作模式(手动/自动)。

2.2.2. PC 控制与手机功能软件

PC 控制软件与手机功能软件的作用选择净化器的工作模式与显示服务器传送来的数据。PC 控制软件与手机功能软件的流程控制基本一致，如图 5 所示。主要工作流程为：

- 1) 根据自身 wifi 信息与服务器网络信息对软件进行配置；
- 2) 与服务器进行连接，并判断是否成功。不成功是询问是否再次连接；
- 3) 发送指令到服务器，接收来自服务器的数据。并判断是否超时，是否重连；
- 4) 当收到服务器断开指令时，自动退出。

3. 测试

智能空气质量检测系统总体的测试平台的搭建如图 6 所示，将设备、手机与 PC 端通过无线路由与服务器相连接。通过 PC 端和手机功能软件与服务器通信，并获取服务器发送来的数据。

PC 端功能软件与服务器连接后的界面如图 7 所示，显示了 PC 端软件设定的定时时间以及由服务器发送来的空气检测系统发送的温度、湿度、甲醛浓度与 PM2.5 数值。

手机客户端功能软件与服务器连接后的界面如图 8 所示。所显示的内容形式与 PC 端相同。

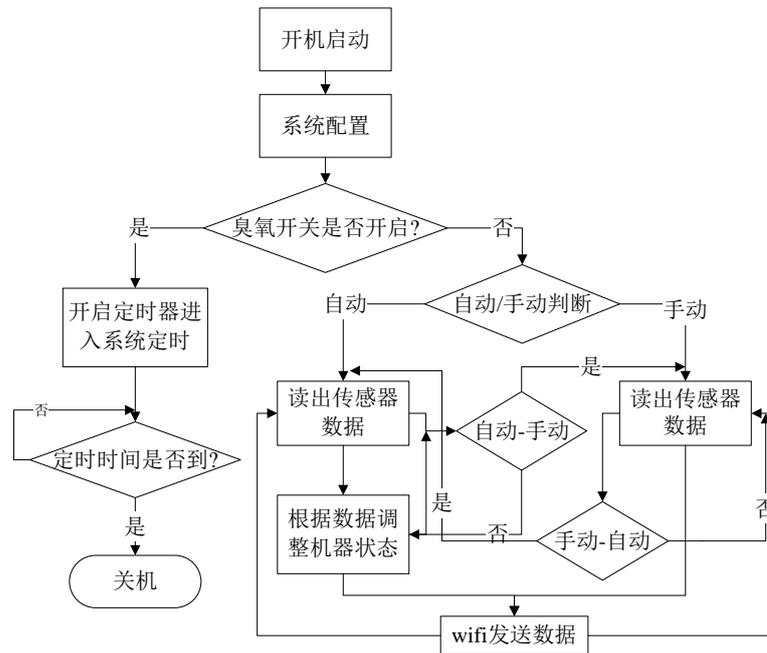


Figure 3. Control software flow graph for smart air quality detection system
图 3. 智能空气质量检测系统的控制软件流程图

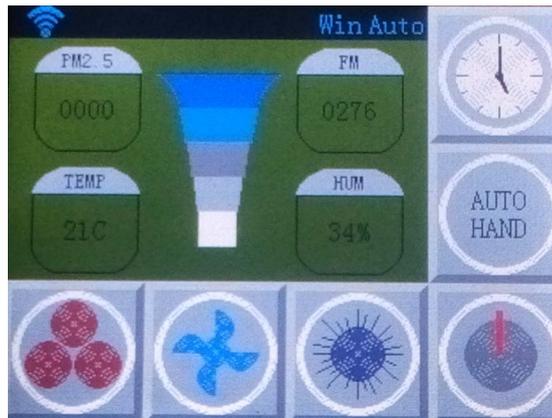


Figure 4. Control interface view for smart air quality detection system
图 4. 智能空气质量检测系统的控制界面效果图

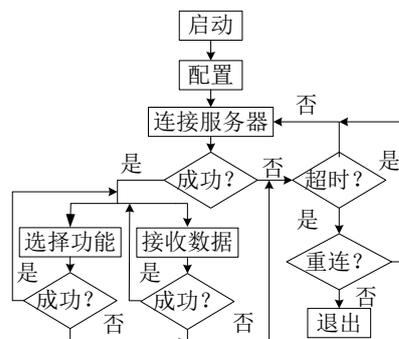


Figure 5. Software flow chart of PC and phone
图 5. PC 端与手机功能软件流程图



Figure 6. Circuit connection for test
图 6. 实测连接

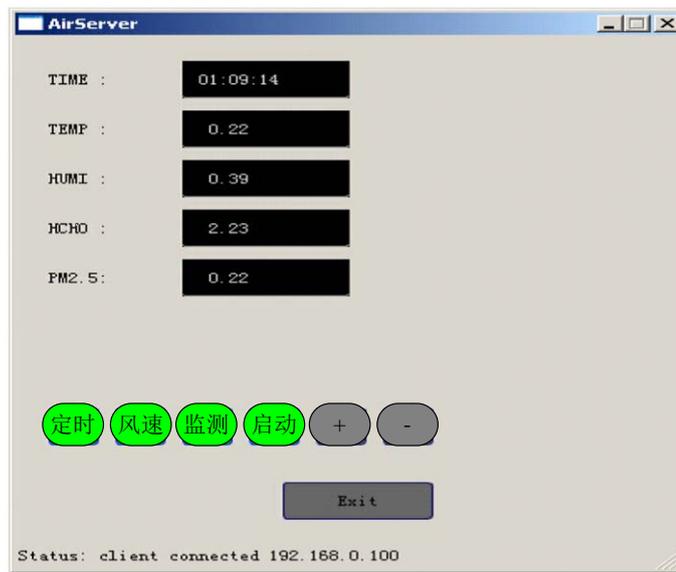


Figure 7. Interface of PC software
图 7. PC 端软件界面



Figure 8. Interface of phone software
图 8. 手机软件界面

通过测试可以检验,完全实现了使用手机功能软件和 PC 端功能软件,通过服务器控制智能空气质量检测硬件,并精确显示监测空气质量数据的功能。

4. 结论

本文针对传统空气净化器存在的净化时间长、空气质量监测数据无法精确显示的问题,设计了一种基于物联网技术的智能空气质量检测系统。通过实测验证,完全实现了对环境空气质量状况的远程实时监测,并通过远程控制净化开启(是/否)来间接解决空气净化器净化时间长的问题,从而进一步的提升用户体验,具有较好的应用价值。

参考文献 (References)

- [1] 白洋与刘晓源 (2013) “雾霾”成因的深层法律思考及防治对策. *中国地质大学学报(社会科学版)*, **6**, 27-33
- [2] 张秋兰, 马回, 郑颖 (2014) 国外雾霾治理的经验及其对我国的启示. *鄱阳湖学刊*, **2**, 40-47
- [3] 邱立莉, 齐文启 (2014) 雾霾治理与 PM2.5 源解析. *现代科学仪器*, **3**, 4.
- [4] 李睦, 卜钟鸣, 莫金汉等 (2013) 我国空气净化器标准存在的问题及相关思考. *暖通空调*, **12**, 59-63.
- [5] 王志勇, 李剑东, 徐昭炜等 (2013) 国内外通风系统用空气净化器标准对比. *暖通空调*, **12**, 126-130.
- [6] 郑建红 (2013) 空气净化器研究进展探讨. *硅谷*, **9**, 10-10.
- [7] 钱志鸿, 王义君 (2012) 物联网技术与应用研究. *电子学报*, **5**, 1023-1029.
- [8] 吴丹娜, 江洪, 张金梦等 (2014) 环境监测中物联网技术的应用. *安徽农业科学*, **10**, 3076-3079.
- [9] 胡向东, 韩恺敏, 许宏如 (2014) 智能家居物联网的安全性设计与验证. *重庆邮电大学学报(自然科学版)*, **2**, 6.
- [10] 李成涛 (2013) 家庭空气净化器的设计研究与实践. 武汉理工大学, 武汉.
- [11] 李晓阳 (2012) WiFi 技术及其应用与发展. *信息技术*, **2**, 196-198.
- [12] 孟繁林 (2014) WSMP 智能云 WIFI 应用技术. *河南科技*, **13**, 5.