

基于 GPRS/SMS 空气污染远程监控系统的设计与实现

姜 斌¹, 何保锋¹, 马建红²

(1. 郑州大学 西亚斯国际学院, 郑州 451150; 2. 郑州大学 软件技术学院, 郑州 450002)

摘要: 为了实现空气质量指数的智能监测和管理, 设计并实现了一种基于 SnO₂ 人工嗅觉探测的空气质量指数监测系统, 系统通过空气质量指数现场网络监测节点采集、处理以及传递空气质量指数数据, 采用 ARM S3CA510B 进行 DTU 数据传递, 实现空气质量指数数据 CO、SO₂ 等的高效、大批量的传递; 使用汇聚节点模块通过 GPRS 网络将数据传递到监管终端, 监管终端将管理命令通过 GPRS 网络反馈到汇聚监测节点, 实现空气质量指数数据的远程监测; 采用监测管理终端为管理人员提供不同的监测处理、控制处理以及空气质量指数监测相关数据检索和汇总分析等人机界面; 对系统空气质量指数信息流的传递流程图进行了设计, 给出了系统数据通过串口进行通信的代码以及系统监管终端使用套接字实现网络通信的核心源码; 实验结果说明, 与传统系统相比, 所提系统可实时监测出空气中 CO、SO₂ 等污染气体的浓度, 具有很高的实用性及有效性。

关键词: 人工嗅觉; 空气质量指数; 远程监测

Design and Implementation of Remote Monitoring System of Air Pollution Based on GPRS/SMS

Jiang Bin¹, He Baofeng¹, Ma Jianhong²

(1. Sias International College, Zhengzhou University, Zhengzhou 451150, China;

2. Software Technology College, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to realize intelligent monitoring and management of air quality index, designs and realizes a kind of index of air quality monitoring system based on SnO₂ artificial olfactory detection, the system through the air quality index field acquisition, processing and transmission network monitoring node air quality index data, using ARM S3CA510B DTU data transmission, air quality index data the transmission of high efficiency, large quantities of CO, SO₂, etc; Use gathering node module through the GPRS network to pass data to the regulatory terminal, regulatory management command through GPRS network terminal feedback to convergence monitoring nodes, to realize the remote monitoring of air quality index data; The monitoring terminal for management personnel to provide different monitoring treatment, control and monitoring air quality index related data retrieval and summary analysis of man-machine interface, etc. Air quality index of the system flow chart of the flow of information transfer has carried on the design, system data through the serial port communication code are given and the system monitoring terminal use socket implementation of network communication core source code. Experimental results show that, compared with the traditional system, the proposed system can real-time monitor the concentration of CO, SO₂ pollution gas in the air, has the very high practicability and effectiveness.

Keywords: artificial olfactory; air quality index; remote monitoring

0 引言

随着当前社会工业化、城市化的发展, 空气质量指数状况日益严重, 寻求一种容易维护、安全性强、可进行实时监测的空气质量指数监测系统, 具有重要的应用意义^[1-3]。当前对空气质量指数监测的方法主要是传统人工取样分析以及通过自动化空气环境监测设备进行监测的方法^[4-6]。人工取样分析方法受人为因素影响较大, 并且对监测人员的身体健康造成极大的威胁。设备监测方法无法对突发空气环境污染进行及时监测, 具有一定的弊端^[7-10]。

本文设计了一种于 SnO₂ 人工嗅觉探测的空气质量指数监测系统, 实现空气质量指数的高效监测和管理。

1 系统总体架构

本文设计系统总体结构包括人工嗅觉探测模块、数据采集模块、数据预处理模块、无线通信模块、传感放大模块、DTU 数据传递模块、汇聚节点模块、MCU 控制模块、声光报警模块、电源模块、GPRS 传输模块、监管终端模块。系统的总体设计架构如图 1 所示。

图 1 中, 现场网络监测节点包括数据采集模块、数据处理模块以及无线通信模块, 该空气质量指数现场网络监测节点, 也就是下位机用于采集、处理以及传递空气质量指数数据, 通过 RS232 (recommend standard 232, 串口物理接口标准) 同 DTU 相连。模块 DTU 内嵌无线 GPRS 通信模块和 TCP/IP 协议栈, 通过透明传递途径完成数据的传递。DTU 通信服务器是一种信息的中转站, 为汇聚节点模块进行全双工通信, 并对数据进行加工。汇聚节点模块采用 GPRS 网络将数据传递到监管终端, 监管终端将管理命令通过 GPRS 网络反馈到汇聚监测

收稿日期: 2014-10-17; 修回日期: 2014-12-16。

基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目 (142102210500); 河南省高等学校重点科研项目 (15B520032)。

作者简介: 姜 斌 (1974-) 男, 河南郑州人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事软件工程, 信息处理方向的研究。

何保锋 (1974-) 男, 河南许昌人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事智能信息处理, 软件工程方向的研究。

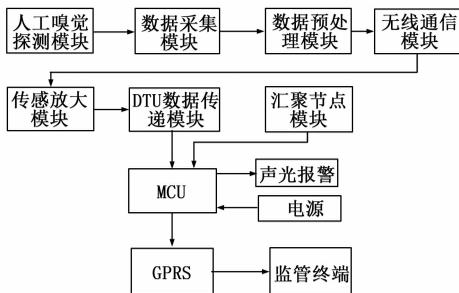


图 1 系统总体架构

节点，实现远程监测。监测管理终端（Browser）是系统面向用户的窗口，为系统管理人员提供不同的监测处理、控制处理以及空气质量指数监测相关数据检索和汇总分析等人机界面。

2 系统主要模块的硬件设计

2.1 人工嗅觉探测模块的硬件设计

人工嗅觉技术可以模拟人类真实的嗅觉系统对空气质量指数进行智能监测，从而确定空气的污染程度。人类的嗅觉过程是一个复杂的理化过程，鼻腔能把温度和湿度调节到理想状态来保证获得灵敏的响应，人工嗅觉系统用溅射法形成薄膜热电偶，可将传感器温度精确调节，模拟出生物嗅觉系统。人工嗅觉系统由气敏传感器阵列和数据处理构成，敏传感器阵列相当于人的嗅觉细胞，数据处理部分相当于人的大脑，人工嗅觉探测模块的硬件设计如图 2 所示。

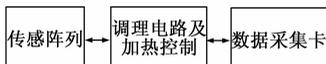


图 2 人工嗅觉探测模块的硬件设计结构图

目前比较常用的人工嗅觉探测器是利用体电阻效应的金属氧化物原理构成的，主要是利用粉末冶金方法，并在 SnO₂ 粉末中参杂 Pt 和 Pd 等以提高对于气体探测的灵敏度和选择性。

2.2 DTU 数据传递模块的硬件设计

DTU 数据传递模块，是一种串口数据流在 TCP/IP 协议间相互转换的转换器，集成了无线 CPRS 通信模块和 TCP/IP 协议栈，通过透明方式进行传递，DTU 数据传递模块的硬件设计如图 3 所示。

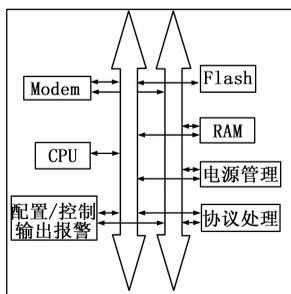


图 3 DTU 模块的硬件设计结构图

图 3 中，DTU 数据传递模块用于实现空气质量指数监测系统数据高效率、大规模的传递。DTU 数据传递模块的关键硬件芯片为 CPU 是 ARM S3CA510B，通讯模块采用 MC35，其是一种来自西门子公司的 GPRS 无线通信模块，通过双拼 EGSM900 和 GAM800 支持声音、数据和消息的传递；进行 GPRS 数据传递时，工作电流为 350 mA，休眠状态的电流为

12 mA；数据传递的速度为 20.5 kB/s，用户通过 AT 指令同 MC35 进行命令同数据的交互，MC35 采用 RS232 的主通道同其辅助通道同用户相连，其具有连接快速的数据存储和传递效率，可实现空气质量指数监测系统的快速、实时、大数据量传递的目标。

2.3 汇聚节点模块的硬件设计

系统采用汇聚节点对空气质量指数监测数据进行采集和转发，汇聚节点模块的硬件设计如图 4 所示，它 CC2430 模块、SIM100 模块以及电源模块构成。

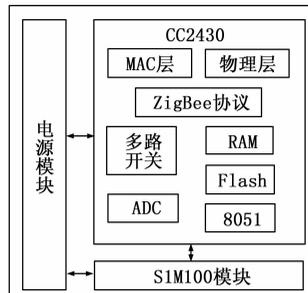


图 4 汇聚节点模块硬件设计结构图

图 4 中，CC2430 芯片采用 CC2430 架构，融合 ZigBee 射频前端、内存以及微控制器，采用 8 位 MCU（8051），具有 128 kB 的可编程闪存、8 kB 的 RAM 以及 8—14 位的 A/D 转换器。SIM100 是 GSM/GPRS 双频模块，采用 GPRS 网络同监测子中心进行无线通信，发送空气质量指数数据到监测中心时，汇聚监测节点激活 SIM100 模块，采用 GPRS 网络将数据传递到监管终端，监管终端将管理命令通过 GPRS 网络反馈到汇聚监测节点，实现远程监测。

2.4 监测终端模块的硬件设计

本文系统采用监测管理终端提供面向用户的窗口，为系统管理人员提供不同的监测处理、控制处理以及空气质量指数监测相关数据检索和汇总分析等人机界面。监管终端模块由 GRS MODEM 以及微控制器单片机 MSP430F413 构成，MODEM 同微控制器间通过 RS232 串口连接。

采用 TI 公司生产的 16 位单片机 MSP430F413 芯片，该芯片具有较高的操作能力和运行效率，采用了 JTAG 技术、FLASH 在线能编程技术。其内存在 8 kB flash 存储器以及 UART 接口，可用于异步或同步通信，可实现多串口通信。GPRS 模块采用西门子生产的 GPRS MODEM，该模块集成了 TCP/IP 协议，提供 SIM 卡接口和三路串行数据通信接口。模块支持 AT 命令集，在命令状态情况下，模块采集 MCU 中的指令，处于在线状态情况下，可直接传递采集的数据。

3 软件设计

3.1 系统流程设计

监测中心程序通过 VisualC++6.0 可视化程序设计完成。各监测终端对应一个编码，中心采集到短信息的内容则为相关监测终端采集的空气温度、湿度、浓度等数据；主机程序通过数据库相连，将采集的信息通过合理的途径存储到数据库中，主机程序设计可对空气质量指数监测数据进行显示、保存以及打印等功能。

短信息收发界面通过 VC++6.0 塑造一个依据对话框的

MFC 应用程序项目。通过两个 Static 框也就是短信息发送区和采集区, 发送区将要发送的短信息转换成 PDU 格式, 采集区通过定时器 Timer 调控周期性查询串口, 并将短信息显示在文本框中。执行该命令后模块反馈采集到的 PDU 格式短信息, 对其进行解码, 获取信息发送方的地址编码、信息发送时间以及内容, 并将三项信息显示在界面上, 同时将它们保存到数据库中。系统空气质量指数短信息收发流程设计如图 5 所示。

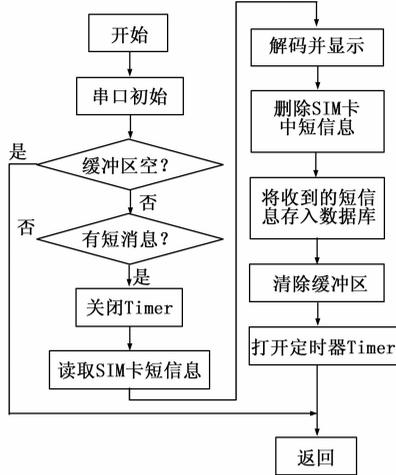


图 5 形体数据收发流程图

3.2 无线数据通信模块程序实现

本文设计的空气质量指数监测系统数据通过串口完成通信, 对系统串口 COM1 进行初始化设置的命令以及打开串口命令如下:

```
m_Accordance.InstallPort number(1);
//选出 COM1
m_Accordance.InstallInOtulinaMagnitude(1024);
//设置输入缓冲区的大小,1024Bytes
m_Accordance.InstallOutOtulinaMagnitude(512);
//设置输出缓冲区的大小,512 Bytes
If(! m_Accordance.GetPortUndo())
m_Accordance.InstallPortUndo(TRUE)
//开启串口
m_Accordance.InstallInputWay(1);
//设置输入方式是二进制方式
m_Accordance.InstallInstallings("9600,n,8,1")
//设置波特率等参数
m_Accordance.InstallRBxintshold(1);
//如果为 1 表明有一个字符激活一个事件
m_Accordance.InstallInputExtent(0);
//利用 Input 保证 MSComm 控件获取缓冲区中的内容
```

下面描述的是本文系统监管终端使用套接字实现网络通信的核心源码。

```
int extent=quantityof(SOCKET ADDRESS);
while(1)
{
SOCKET socket variate;
//定义套接字变量
socket variate = receive (socksrv, (SOCKET ADDRESS * )
&-addaccount,&-extent);
//建立新的套接字
```

```
char sendbuf[500];
//定义发送缓冲区
sprintf(sendstring,"\\this is Apache\\n");
//格式化数据至缓冲区
send(faucet variate,sendstring,showtent(sendstring)+1,0);
//发送数据
char recvstring[100];
//定义接收缓冲区
recv (faucet variate,recvstring,100,0);
//接收数据
printf("%s\\n",recvstring);
//输出接收缓冲区数据
closefaucet(faucet variate);
//关闭套接字
}
closefaucet(socksrv);
//关闭监听套接字
}
```

4 实验与分析

为了验证本文系统的有效性, 需要进行相关的实验分析。实验在某工业区内的空地, 采用本文系统对上述工业区空气中一氧化碳与二氧化硫的浓度进行监测。综合分析了能耗、测量精度、测量区域、整体成本以及体积等因素后, 选择 CO/CF-1000 传感器作为一氧化碳传感器, 选择 SO₂/CF-100 传感器作为二氧化硫传感器。

分别采用本文系统和传统系统每个一小时进行一次数据搜集, 获取的监测结果分别用图 6、图 7 进行描述。图 6 描述的是采用本文系统和传统系统每小时采集到 SO₂ 浓度与实际值的比较结果。图 7 描述的是采用本文系统和传统系统每小时采集到 CO 浓度与实际值的比较结果。

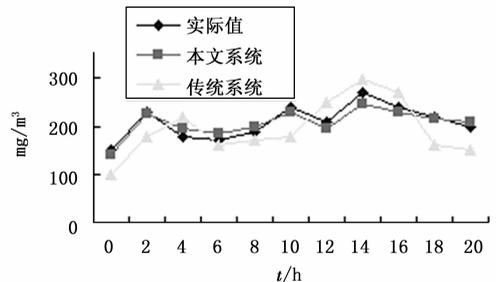


图 6 CO 浓度比较结果

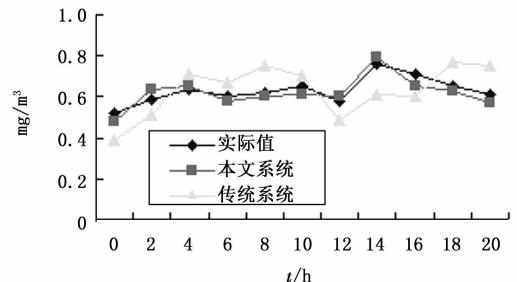


图 7 SO₂ 浓度比较结果

分析图 6、图 7 可以看出, 与传统系统相比, 本文系统可实时体现出空气中 CO、SO₂ 等气体的浓度, 具有很高的实用

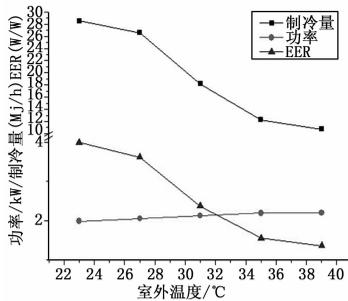


图 6 机组性能与室外温度关系

降低冷却介质温度, 也即冷凝温度, 达到节能的目的。

4 结论

本文将神经网络技术应用到制冷系统的模拟仿真中, 对制冷系统进行了多种神经网络结构的建模, 并进行了各种结构参数对模型精度影响的分析, 选取了性能最好的模型进行了制冷系统性能分析, 对于本制冷系统, 双隐层模型比单隐层模型学习速率更快, 模糊神经网络比双隐层模型学习速率更快, 因而本文最终选取双隐层神经网络模型进行制冷系统性能分析。进一步的本文研究了压缩机频率及室内外温度对制冷机组性能的影响, 并提出了几种节能控制方法, 包括最优压缩机频率、温度设定优化等。本文所建立的模型学习规则皆采用常规 BP 学

(上接第 2349 页)

性及有效性。本文系统能够方便、有效的完成空气质量指数监测数据的采集, 可扩展性高, 不但适用于农村、市内、郊区等日常场合, 也适用于突发情况。

针对随机抽取的 10 个监测点, 分别对本文系统和传统系统运算时间、检测误差进行实验, 实验结果分别如图 8 所示。

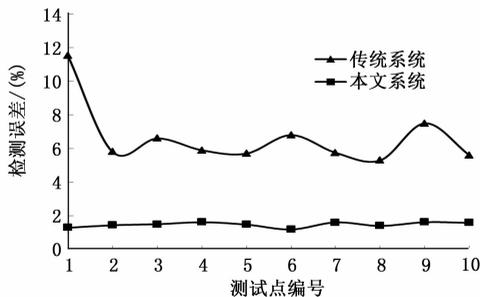


图 8 检测误差对比

从图 8 实验结果可得中, 本文系统的运算效率优于传统系统, 检测误差在 2% 以内。实验数据说明本文系统采用人工嗅觉进行停车检测时能够确保检测系统工作的高效性, 准确性, 具有重要的应用价值。

5 结束语

本文设计了一种于 SnO₂ 人工嗅觉探测的空气质量指数监测系统, 系统通过空气质量指数现场网络监测节点采集、处理以及传递空气质量指数数据, 采用 ARM S3CA510B 进行 DTU 数据传递, 实现空气质量指数数据的高效率、大规模的传递; 使用汇聚节点模块通过 GPRS 网络将数据传递到监管终端, 监管终端将管理命令通过 GPRS 网络反馈到汇聚监测节点, 实现

习方法, 虽然采用了各种优化方法, 但是仍存在陷于局部最小值及收敛慢的情况, 下一步应该考虑采用二阶导数信息进行权值调整, 以及其他学习方法。

参考文献:

- [1] 杨亮. 基于仿真的制冷系统稳健设计方法研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [2] 陈文鼎, 赵哲身. 基于 BP 神经网络的空调负荷预测 [J]. 节能技术, 2010, 28 (1): 15-24.
- [3] 刘燕飞. 单元式空调机组制冷系统仿真研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [4] 房长征, 史慧, 韩立明, 等. 基于粒子群优化神经网络的卫星故障预测方法 [J]. 计算机测量与控制, 2013 (7): 1792-1796.
- [5] 祝用华, 晋欣桥, 傅思劼, 等. 变流量多蒸发器制冷系统仿真通用快速算法研究 [J]. 制冷学报, 2013 (6): 76-83.
- [6] 王玲. 基于 BP 算法的人工神经网络建模研究 [J]. 装备制造技术, 2014 (1): 164-169.
- [7] 吴艳辉, 陈雄. 多输入模糊神经网络结构优化的快速算法 [J]. 复旦学报, 2005, 44 (1): 56-64.
- [8] 王晓军. 神经网络建模方法及数据挖掘在煤造气过程中的应用 [D]. 北京: 北京交通大学, 2014.
- [9] 韩广, 乔俊飞, 薄迎春. 溶解氧浓度的前馈神经网络建模控制方法 [J]. 控制理论与应用, 2013 (5): 585-591.

空气质量指数数据的远程监测; 采用监测管理终端为管理人员提供不同的监测处理、控制处理以及空气质量指数监测相关数据检索和汇总分析等人机界面。对系统空气质量指数信息流的传递流程图进行了详细分析, 给出了系统数据通过串口进行通信的代码以及系统监管终端使用套接字实现网络通信的核心源码。实验结果说明, 与传统系统相比, 所提系统可实时监测出空气中 CO、SO₂ 等污染气体的浓度, 具有很高的实用性及有效性。

参考文献:

- [1] 崔九思, 王钦源, 王汉平编著. 大气污染监测方法 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1997.
- [2] 崔小准, 李懿, 刘庆军. 导航卫星导航信号频谱自动监测和判读软件设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (1): 4-6.
- [3] 贾靖, 胡以怀, 常勇, 等. 基于 GPRS 技术的船舶主机远程监测系统 [J]. 中国水运, 2007, 5 (12): 101-102.
- [4] 王朋, 刘毅敏, 徐望明. 一种基于 GPRS 技术的远程水质检测系统 [J]. 微计算机信息, 2010, 7 (1): 78-80.
- [5] 李秀红, 黄天戌, 孙忠富, 等. 基于 GPRS/SMS 的嵌入式环境监测系统 [J]. 吉林大学学报, 工学版, 2007, (6): 1409-1413.
- [6] 陶永. 网络中心监测系统的设计与实现 [D]. 马鞍山: 安徽工业大学, 2011.
- [7] 周斌, 刘文清, 齐峰, 等. 差分吸收光谱法测量大气污染的浓度反演方法研究 [J]. 物理学报, 2001 (9): 1818-1822.
- [8] 候培国, 雷巧玲. 基于无线传感器网络的空气质量监测系统 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2009, (3): 109-112.
- [9] 万国峰, 骆岩红. 基于无线传感网络的空气质量指数监测系统的设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2012 (1): 44-46.
- [10] 程传明, 王平, 施文灶, 等. 有害气体监测中无线传感网络节点的设计与实现 [J]. 电子测量技术, 2009 (1): 0154-0157.