

# 基于无线传感器网络的机房空气质量监测系统

谢昌荣

(绵阳职业技术学院, 四川 绵阳 621000)

**摘 要:**为了随时了解机房空气质量状况,设计了一种基于无线传感器网络的机房内空气质量监测系统。该系统由无线传感器节点、汇聚节点与监控 PC 组成,实现机房空气质量的实时监测和管理,管理员或用户在智能终端上通过局域网、4G 或 WiFi 可以进行远程查询及处理,开发运行成本较低,系统移植能力强,可适合于多个房间的空气质量监测。

**关键词:**无线传感器网络;M2M;空气质量监测

中图分类号: X78

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2016) 05-0075-04

## 一、引言

美国专家研究表明,室内空气的污染程度要比室外空气污染严重二至五倍,在特殊情况下可达 100 倍;加拿大的一个卫生组织的调查也显示,当前人们 68% 的疾病都与室内空气污染有关。大量触目惊心的事实证实,室内空气污染已成为危害人类健康的“隐形杀手”,也是全世界各国共同关注的问题<sup>[1]</sup>。计算机机房由于设备及人员众多,其空气质量是很差的。而用无线传感器进行机房内空气质量监测具有对被监测环境影响小、采集数据量大、精度高以及多个节点协同监控等许多优点。本文利用几种常用的空气质量无线传感器组网设计一种的机房空气质量检测系统,希望各学校重视机房内的空气质量,切实关心师生的健康!

## 二、监测系统的体系结构

机房空气质量监测系统主要由 3 部分组成:无线传感器网络、监控中心和局域网络。如图 1 所示。

三个传感器节点分别放置 120 平米的计算机机

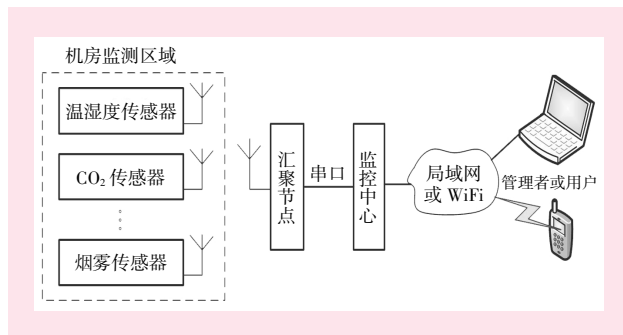


图 1 机房空气质量监测系统的体系结构

房内,通过自组织的方式构成网络,传感器节点负责对数据的感知和采集,数据沿着其他传感器节点逐跳地进行传输,在传输过程中监测数据可能被多个节点处理,经多跳路由后到达汇聚节点<sup>[2]</sup>。汇聚节点与监控中心通过串口进行通信,监控中心通过对收集到的数据进行处理分析,做出判断或者决策。管理员或用户可以通过局域网或 WiFi 进行监控查询。

## 三、监测系统设计

### (一)传感器节点设计

收稿日期:2016-07-10

基金项目:四川省教育厅科研项目“高职物联网应用技术专业建设研究与实践”(项目编号:14SB0400);四川省级大学生创新创业训练计划项目(项目编号:201412753019)。

作者简介:谢昌荣(1964-),男,四川巴中人,绵阳职业技术学院副教授,研究方向:计算机教学、计算机网络与安全、物联技术。

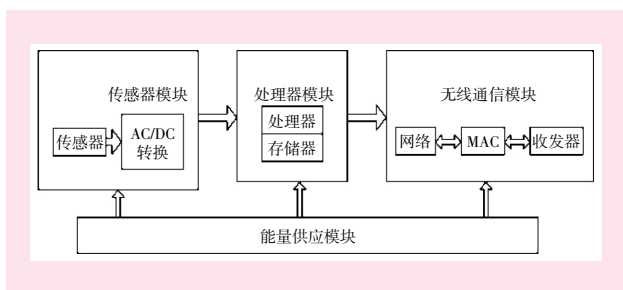


图2 传感器节点硬件结构

### 1. 传感器节点硬件设计

无线传感器节点是网络的基本单元，节点设计的好坏直接影响到整个网络的质量。主要负责对周围信息的采集和处理，并发送自己采集的数据给相邻节点或将相邻节点发过来的数据转发给基站或更靠近基站的节点。无线传感器节点由传感器模块(传感器、A/D转换器)、处理器模块(处理器和存储器)、无线通信模块(无线收发器)和能量供应模块(电池或电源)4部分组成<sup>[3]</sup>，节点结构如图2所示。

(1)传感器模块。主要负责监测区域内信息的采集和数据转换。室内空气质量监测传感器主要采用了温湿度传感器(SHT10)、二氧化碳传感器CO<sub>2</sub>(TGS4161)、MQ-2烟雾传感器和KE-25型氧气传感器等。

(2)处理器模块。处理器模块是整个节点的中心，其他模块都要通过处理器来联系，因此处理器性能的好坏决定了整个节点的性能。主要负责整个传感器节点的操作、存储和处理本身采集的数据以及其他节点发来的数据，微处理器负责协调节点各部分的工作，通常选用嵌入式<sup>[4]</sup>。该设计采用的是TI公司的CC2530芯片，CC2530使用的8051CPU是一个单周期的兼容内核，它有三种不同的访问总线，其中包括中断控制器，内存仲裁器，8KB SRAM，32/64/128/256KB闪存块。

(3)无线通信模块。无线通信模块负责与其他传感器节点进行无线通信、交换控制消息和收发采集数据。CC2530具备一个IEEE802.15.4兼容无线收发器，其中的RF内核控制无线模块，另外它还提供了一个连接外部设备的端口，从而可以发出命令和读取状态，操纵各执行电路的事件顺序。同时无线设备还包括数据包过滤模块和地址识别模块。用ZigBee技术组成的无线传感器网络，具有高通信效率、低复杂度、低功耗、低速率、低成本、高可靠的自组网以及全数字化等诸多优点。

(4)能量供应模块。能量供应模块为传感器节点提供运行所需的能量，本设计采用可充电的锂电池。CC2530具有不同的运行模式，使得它尤其适应超低功耗要求的系统。运行模式之间的转换时间短进一步确保了低能源消耗。

### 2. 传感器节点应用程序

所有的传感器采集入口的函数均保存于数组sensorin中，每一个入口中均包含有宏定义的开关，一旦定义了相应的宏，则说明使用了相应传感器。在采集时，sensor\_Traversal()函数遍历sensorin，直到最后遇到NULL，每次数据采集只需要调用相应的传感器采集函数即可。

主要实现代码如下：

```
sensor_in_t sensorin[] = {
#ifdef USE_MODULE_SHT
    sensorSHT,
#endif
#ifdef USE_MODULE_CO2
    sensorCO2,
#endif
#ifdef USE_MODULE_O2
    sensorO2,
#endif
#ifdef USE_MODULE_LIGHT
    sensorLight,
#endif
#ifdef USE_MODULE_FIRE
    sensorFire,
#endif
    NULL,
};
```

### (二)WSN 汇聚节点的设计

汇聚节点是WSN的中心。WSN汇聚节点将所有数据通过一定的方式与监控中心的PC相连接，监控中心的PC经过数据处理后，按照一定的协议将数据上传到监控平台。

#### 1. WSN 汇聚节点的硬件设计

汇聚节点的主要功能是处理并发送采集的数据。汇聚节点的处理能力、存储能力和通信能力比较强，它一方面通过CC2530与传感器网络相连接，另一方面通过串行或USB通信模块与监控中心的PC连接。实现两种协议直接的转换，发送监测数据任务，把收集的数据发送到监测中心。汇聚节点主要由CC2530射频收发模块、C8051F320中央处理器和存

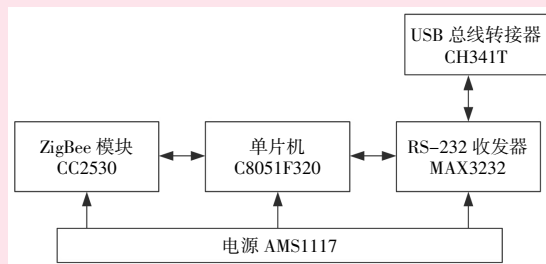


图3 汇聚节点的硬件结构

储器、RS-232 收发器和 USB 总线转接器模块 4 部分组成,如图 3 所示。

除此之外,汇聚节点与 WSN 采集节点完全一致,只是在汇聚节点程序上有所修改,硬件上通过串口与监控中心的 PC 相连接,采用标准的串口通讯协议,将数据上传给监控中心的 PC。

## 2. 汇聚节点应用程序设计

汇聚节点是整个无线传感器网络的数据汇集点,汇聚节点将汇聚上来的数据发送至 PC,在本系统中汇聚节点通过串口将数据发送到监控中心的 PC,而监控中心的 PC 再通过局域网或 WiFi 将数据发送至 M2M 平台。

(1) 汇聚节点工作机制。汇聚节点的程序在设计上存在一个最主要的问题,由于无线传感器网络中节点数量多,所以在短时间内汇聚节点极有可能会同时收到多个节点的数据信息,在这个时候,为了避免数据冲突,需要利用缓冲区和多线程的技术<sup>[5]</sup>。

在汇聚节点中存在一个数据发送的缓冲区,缓冲区按时间的顺序存放着所有节点的数据,而这些数据将依次通过串口被发送至监控中心的 PC 中,汇聚节点中存在以下两个主要的线程,接收线程负责接收节点的数据,并将节点的数据按顺序存放至数据发送的缓冲区中;发送线程负责监测缓冲区中是否有数据,若有数据,则将数据上传至监控中心的 PC。

由于涉及到多线程访问同一个数据缓冲区,故在程序实现上使用了“锁”的机制。

(2) 串口传输协议。本系统使用的串口通信协议是一种比较常用的协议,帧的长度并不固定,在实现时为方便起见,直接利用 CC2530 芯片的 USART 接口设置成标准的 RS-232 接口,连接到监控中心的 PC<sup>[6]</sup>。如果一旦收到一条节点数据就将其通过串口发送,在一段时间可能有多个节点发送数据至汇聚节点,所以串口协议就必须对每个节点的数据进行二次打包和封装,才能保证监控 PC 的处理器能够完整、正确的接收到节点数据。

## 四、监控平台及实验

### (一) 监控平台数据处理流程

数据处理是系统的核心程序,其监控平台软件系统工作流程如图 4 所示。

### (二) 实验及分析

基于 WSN 的环境监测系统在实地测试之前必须先经过多项模拟测试。首先要检测单个节点的数据采集能力及射频信号强度。当每个节点都检测能满足要求时则要测试 WSN 节点组网性能。

#### 1. 组网测试

(1) 测试硬件:①环境监测 WSN 节点 5 个;②汇聚节点一个;③PC 机一台(预装 Windows 操作系统

及 Atosenet 控制台软件)。

(2) 测试环境:物联网工程实训室,内有日光灯、空调、多部手机,多台计算机,无大功率高频电磁发生设备。测试节点间无物理隔离,平置于底板上,无规律摆放。汇聚节点板放于监控 PC 旁。

(3) 测试过程:①汇聚节点板通过串口线连接至 PC 机;②PC 机上打开 Atosenet 控制台软件;③开启汇聚节点板;④依次按下节点开关,时间在 10 秒左右;⑤半小时后,关闭节点。

#### 2. 测试结果

从开始开启节点到 5 个节点完全组网历时 30 秒左右,其中包括开启 5 个节点的 10 秒,综合而言,平均新加入一个节点耗时小于 2 秒。其空气质量监测结果如图 5 所示。经过半小时测试,整个 WSN 网络稳定无节点死机,严重丢包的现象,基本满足了设计需求,长期运行的稳定性待进一步实际测试确定。

## 五、结语

本文设计并实现了一个 WSN 与 M2M 技术相结合的机房环境监测系统,将 WSN 网络通过 M2M 汇聚节点与 M2M 平台相连接,实现了机房环境监测数据的远程采集及调用。在整个系统中着重完成了 WSN 数据采集节点和 M2M 汇聚节点的设计。系统

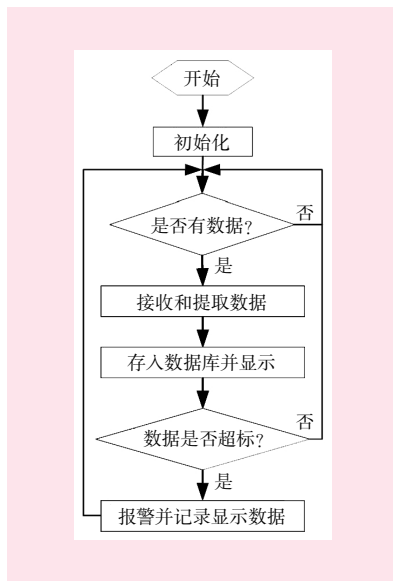


图 4 软件系统工作流程

节点	时间	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	TH
2201	08-27 06:13:31	356ppm	20.8%	25.1 度 95%
2202	08-27 06:21:49	352ppm	21.1%	25.1 度 95%
2203	08-27 06:21:49	350ppm	21.4%	25.1 度 94%
2204	08-27 06:21:48	352ppm	20.8%	25.4 度 93%
2205	08-27 06:18:47	354ppm	21.1%	25.4 度 94%

图 5 空气质量监测结果

组网较灵活、运营成本低。但系统依然有一些问题需要进一步改进,如 M2M 汇聚节点通过串行通信方式与 M2M 平台连接,带宽窄,后期考虑使用局域网或 4G 模块以满足带宽要求比较高的应用;未考虑到数据安全问题,在后期研究中需要考虑相关数据安全问题。

## 参考文献:

- [1] 宋广生.我国室内环境保护行业的形成与发展[A].中国环境保护产业协会.CIEPEC2005 环保产业专题报告会文集[C].北京:2005.
- [2] 谢昌荣,曾宝国.物联网技术概论[M].重庆:重庆大学出版社,2012.

- [3] 李莉,李海霞,刘卉.基于无线传感器网络的温室环境监测系统[J].农业机械学报,2009,(S1):228-231.
- [4] 薛琳强.基于无线传感器网络的环境监测系统平台研究与设计[D].南京:南京航空航天大学,2008.
- [5] 汪胜辉,刘波峰.基于无线传感器网络的空气质量监测站的设计[J].电子工程师,2007,(07):12-13.
- [6] 王福祿,房俊龙,张喜海.基于无线传感器网络的温室环境监测系统研究 [J]. 东北农业大学学报,2011,(02):59-64.

[责任编辑:刘 骋]

## Design of the air quality monitoring system based on WSN

XIE Chang-rong

(Mianyang Polytechnic, Mianyang 621000,China)

**Abstract:** In order to enable us to keep abreast of computer room air quality, an air quality monitoring system based on wireless sensor network is designed. This system consists of wireless sensor nodes, sink nodes and monitor PC. It achieves real-time monitoring and management of computer room air quality. Administrators or users in the intelligent terminal through LAN, 4G or wifi can remote query and processing. The cost of development and operation is low, and the system has a strong ability for transplant, and it can be suitable for air quality monitoring in many rooms.

**Key words:** wireless sensor networks; M2M; air quality monitoring

(上接第 68 页)

## Transformation and Upgrading Path Optimization of Manufacturing Industry under the Background of the Internet plus

ZHANG Shi-bin

(School of Management ,Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** The development of the Internet has greatly shortened the communication gap between the manufacturing industry and users. The user has the double identities of consumer and producer. Take the customer as the center to become the enterprise development goal and how to help users to achieve the transformation and upgrading of manufacturing industry has become a key and difficult problem. Through the analysis of user-oriented way and path, from the transformation of the Internet thinking, flexible organizational structure, enterprise front-end rearrangement, user maintenance and training and other aspects of manufacturing optimization and improvement, to achieve transformation and upgrading manufacturing industry.

**Key words:** user-oriented; manufacturing industry under the background of the Internet plus; transformation and upgrading; users' value