

# Study and Implementation of Collecting Data and Remote Monitoring System Based on WSN

Qijiang Yu, Fei Gao, Chuanxi Xing, Yuxian Bao

Colleges Research Lab on Wireless Sensor Networks in Yunnan province, Kunming Yunnan  
Email: qijiang182@163.com, wdx\_ygf@163.com

Received: May 31<sup>st</sup>, 2017; accepted: Jun. 13<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 21<sup>st</sup>, 2017

---

## Abstract

A data acquisition and remote monitoring system based on technique of WSN for solving the problems of a large number of redundant data, low data accuracy and monitoring inconvenient was put forward when WSN nodes collect data. The system finished real-time acquisition of external environment parameters by WSN nodes and a software design for building network, data transmission, data fusion and transmit to the monitoring center. A means of transmission by WIFI was to build the remote monitoring platform in system. Test results indicate that: the system can accomplish remote monitoring for external environment and improve data accuracy and transmission rate by using data fusion.

## Keywords

WSN, Acquired Data, Data Fusion, Remote Monitoring

---

# 基于无线传感网络的数据采集及远程监控系统研究与实现

余其江, 高飞, 邢传玺, 包玉仙

云南省高等学校无线传感网络技术重点实验室, 云南 昆明  
Email: qijiang182@163.com, wdx\_ygf@163.com

收稿日期: 2017年5月31日; 录用日期: 2017年6月13日; 发布日期: 2017年6月21日

---

## 摘要

针对无线传感网络节点在采集数据时存在大量冗余信息、数据准确性不高及系统监控不方便的问题, 提

出了一种基于无线传感网的数据采集及远程监控系统的设计方案。系统利用WSN节点完成对外部环境各参数的实时采集,对WSN节点的网络组建、数据传输、数据融合及传输到上位机进行了软件设计,并通过WIFI作为传输手段,构建了远程监控平台。测试结果表明,该系统可实现对外部环境远程实时监测,且使用数据融合算法使得节点间传输速率增大和数据准确性提高。

## 关键词

无线传感网, 数据采集, 数据融合, 远程监控

Copyright © 2017 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

## 1. 引言

本文设计了一套集数据采集、数据融合、数据显示及存储、远程监控于一体的环境监控系统。该系统可应用于矿井监测、智能农业、环境监测、粮仓监控等场合中,对人们的日常生活、工作生产具有极大的帮助。

对于无线传感网络的研究有许多,文献[1]设计了矿井水下水位监测监控系统,完成矿井的监测,但系统较为复杂。文献[2] [3]对无线传感网络中的数据传输和无线传感网络进行描述,属于理论研究。文献[4]提出了无线传感网络的设计方案,具体实现效果有待实验验证。文献[5] [6]研究了无线传感网络的数据融合算法,算法降低了数据冗余度,但没有进行实际应用的研究。文献[7]设计了CC2530模块,但没有将节点进行进一步应用。文献[8]给出许多zigbee的基本应用实例,为实现zigbee在各种场合的应用提供程序参考。结合前人的研究,本系统设计基于无线传感网的数据采集及远程监控系统,有效地解决了上述问题。

传统的无线传感网节点在采集数据时,通常都是使用单个节点监测环境,这样会使得监测的环境参数准确性不高,难以真实反映当前的环境。本系统使用多个网络节点监测同种环境参数,将监测后的数据再进行数据融合,这样既保证了数据的准确性,又减少了数据冗余,大大提高了系统的效率。

随着智能手机的普及,手机应用程序APP已经日益融入到人们的生活和学习中,为了使用户更加方便的对环境进行监测,设计对应的手机APP。当在任意有网络的环境下,连接本系统的公网IP即可对本系统实现远程监控,这样极大地方便了用户的使用,使得本系统更加具有实用性。

## 2. 系统的设计方案

无线传感网数据采集及远程监控系统实现过程为:首先在外部环境中布置一定数量的网络节点,网络节点负责采集外部环境参数。然后对网络节点进行了分簇,簇内节点采集同种数据,簇头节点负责数据融合。最后将融合后的数据在上位机进行显示及存储,同时连接WIFI实现远程监控。为实现数据融合算法在节点间的应用,同时考虑到实验所处的环境条件,本系统主要采集的环境参数有:温度、光照强度、烟雾浓度、土壤湿度。

系统整体框图如图1所示,主要有:网络节点、簇头节点、网关(网络协调器)、监控计算机以及远程监控端等部分组成,可以完成对区域内温度、土壤湿度、光照强度、烟雾浓度等数据的采集。系统使用节点分簇机制,将采集相同数据的节点分为同一组,其中簇首节点负责对数据进行融合,簇成员节点采集各种实时数据,而网关节点负责整个系统网络的建立和维护。系统工作过程为:当节点采集到外部环

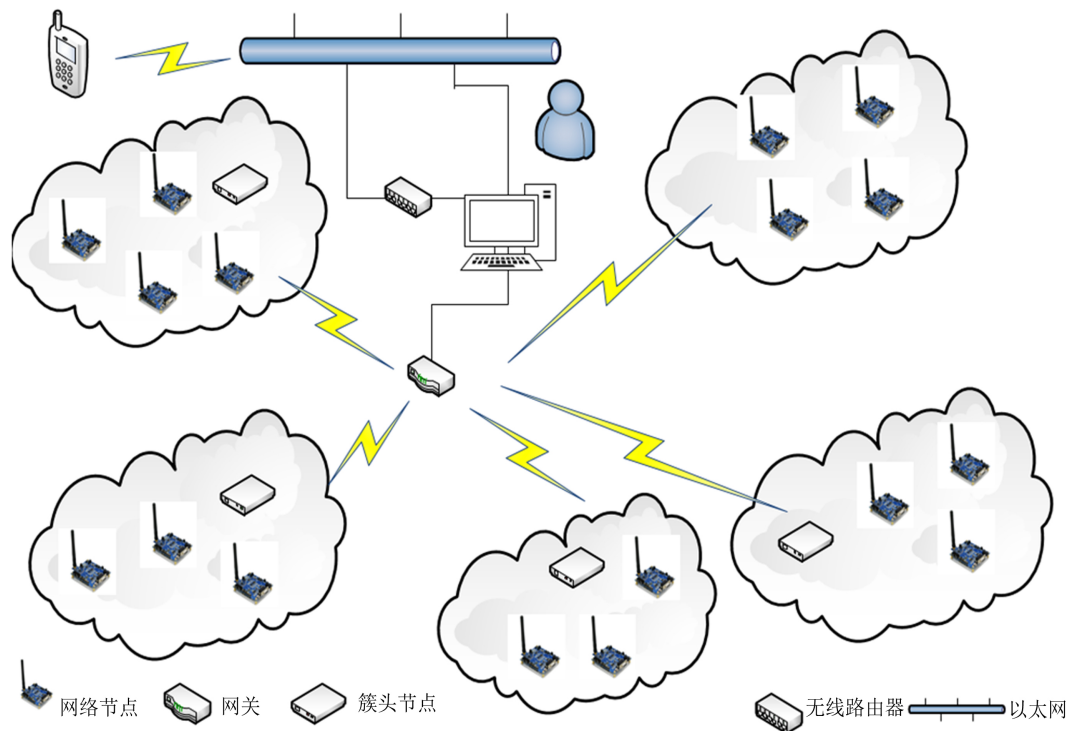


Figure 1. System structure  
图 1. 系统总体框图

境参数后，将采集到的数据发送到簇头节点进行数据融合，再由簇头节点将融合后的数据发送至网关节点，最终网关节点通过 USB 数据线将数据传送到上位机进行数据的显示和存储。同时，上位机可发送指令对连接外部设备的网络节点进行控制，从而调节外部环境。手机端可以连接 WIFI 信号，将采集到的数据发送到手机移动端进行显示。

### 3. 数据融和算法

本系统在节点采集数据时，产生了大量的冗余数据，极大地消耗了节点的能量，降低了传输速率，将数据融合算法运用到节点中有效地解决了这些问题。

多传感器系统中，各传感器不确定信息的融合过程实际上是一个不确定的推理过程。目前常用的数据融合方法为统计方法和人工智能两大类。多传感器数据融合所采用的算法主要有：经典推理和统计方法、贝叶斯估计、聚类分析、算术平均值与递推融合估计、自适应加权融合估计、D-S 证据推理、小波变换、熵估计、模糊集理论和人工神经网络等方法。不同的融合算法具有各自的优点和不足，适用于不同的应用背景和不同融合层次的要求。

本系统为了提高数据精度、减少冗余，使用多个传感节点采集同一种数据，在簇头节点进行同种数据融合，因而选用模糊贴进度数据融合算法，该算法描述如下：

传感器测量值具有随机性，一般服从正态分布。对于某一参数(如温度)，令第  $i$  个传感器的测量值为  $x_i$ ， $i=1,2,\dots,n$ ， $n$  个参数的具体融合过程如下：

(a) 对测量的  $n$  个同类参数求均值  $x_0$  和方差  $\sigma_0$

$$x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2} \quad (2)$$

(b) 求相对权重  $\omega_i$ 。先求该种参数各传感器原始数据与均值  $x_0$  之间的模糊贴近度  $\zeta_i$ ，具体公式为(3)，求出后将  $\zeta_i$  带入式(4)求得融合时权重  $\omega_i$

$$\zeta_i = \frac{1}{1 + |x_i - x_0|} \quad (3)$$

$$\omega_i = \frac{\zeta_i}{\sum_{i=1}^n \zeta_i} \quad (4)$$

(c) 计算后得到该参数的数据融合结果

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \omega_i \zeta_i \quad (5)$$

(d) 得到特征向量。重复以上三个步骤，分别对温度、湿度、烟雾浓度、光照数据进行融合得到融合值，四个参数的融合值构成特征向量  $T = [T1, T2, T3]$ ，其中 T1, T2, T3 分别代表每一类数据融合后的结果。

数据融合框图如图 2。

#### 4. 系统软件设计

数据采集及远程监控系统的软件设计分为节点端代码编程、上位机软件设计以及远程监控端软件设计。下位机完成外部环境参数的采集及数据融合后，由簇头节点将数据传至与上位机相连接的协调器节点，并发送到上位机软件进行实时显示及存储。整个系统也可通过以太网由远程控制端软件进行远程监控，实时显示各种数据。上位机通过 USB 端口将上位机指令传至下位机，完成简单控制。

##### 4.1. 节点端代码编程

整个系统节点端代码编程主要包括：网络的建立、传感器的驱动、人工分簇、数据融合。节点端编

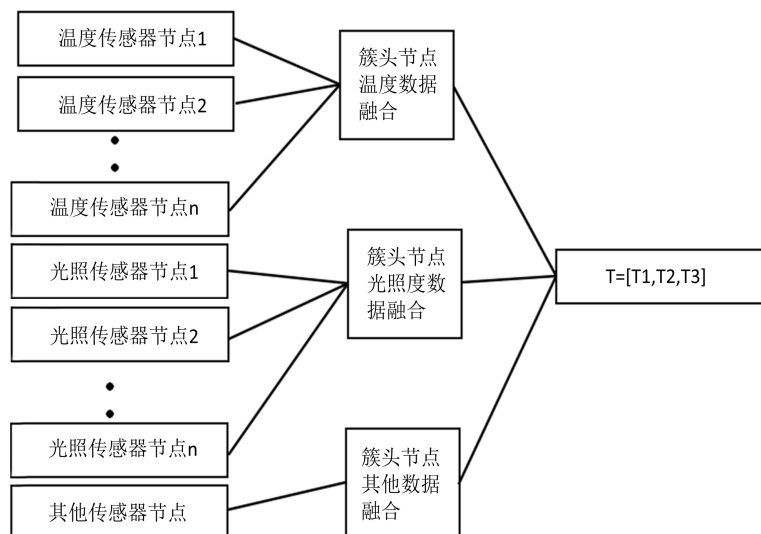


Figure 2. Structure of the data fusion

图 2. 数据融合框图

程软件使用 IAR，首先对各终端节点及协调器进行编程，组建系统网络。系统使用组播通信，对同质传感节点进行分簇，同时驱动其对应的传感器。然后在各组的簇头节点进行数据融合，并完成相应数据融合算法的编程。最后再完成汇聚节点的编程，汇聚节点在整个网络中承担数据汇集中心和网络管理者的角色。

为保证节点能够进行数据融合，并且在上位机上能够正确显示，编程时对节点进行了三次编号，如表 1 所示。

## 4.2. 上位机软件设计

上位机软件应满足：可查看数据融合后的结果，方便用户对数据进行存储及处理，同时上位机软件还可作为服务器方便客户端访问。为了实现这些功能，本系统上位机软件使用 C#编程语言。C#在编写桌面应用程序时具有其他语言难以比拟的优势，同时 C#编程语言又与数据库紧密相连，极大地方便了数据的存储。使用 C#设计上位机时，整个上位机包括：数据显示模块、服务器模块、指令模块、数据存储模块。整个设计框架如图 3。

## 4.3. 远程监控端软件设计

引入远程控制端，可以方便用户实时查看本系统，及大地解决距离问题。为了方便用户对整个系统的监控，本系统使用 JAVA 语言设计手机端 APP 软件。随着智能手机的普及，智能手机上的 APP 软件早已融入了人们的生活和学习中，开发与本系统对应的 APP 可以帮助人们

随时对本系统进行监测，及大地方便了用户的使用。将手机作为客户端连接系统无线路由器的公网 IP 即可完成对服务器的访问，实现系统的远程监控功能。

## 5. 测试结果

为了保证系统成功运行，本次测试选取人为干扰与自然干扰较少的环境中进行测试，该环境可监测温度、光照强度、烟雾浓度、土壤湿度环境参数。

Table 1. The node of number

表 1. 节点端编程三次编号

分组编号	Group: 1-4
簇内成员编号	ID: 1-4
簇头节点编号	Number: 0x01-0x04

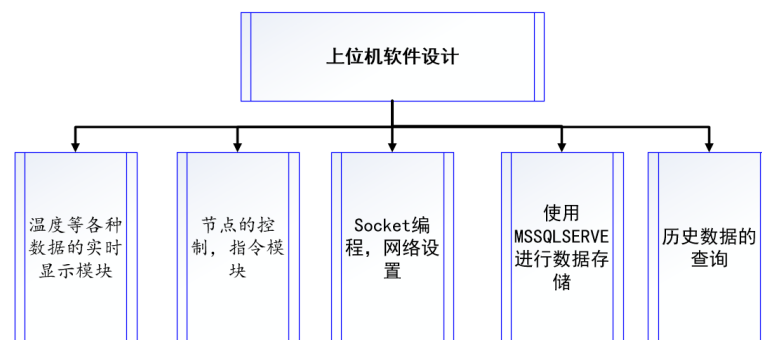


Figure 3. Computer programming

图 3. 上位机编程

在环境中布置一定数量的 zigbee 节点，对节点进行分簇。各簇内成员节点为温度、土壤湿度、烟雾浓度、光照强度同质传感器节点，簇头节点负责数据融合，同时统计某一时间段内到达的数据包数。将融合后的数据通过协调器传至上位机进行显示及存储，手机端连接公网 IP 进行远程监控。实验结果如图 4。

如图 4 所示，经过 8000 ms 后，到达簇头节点的数据包个数为：温度数据包 3 个，土壤湿度数据包 3 个，烟雾浓度数据包 4 个，光照强度数据包 3 个。在各自簇头节点经数据融合后，变为 1 个数据包，从而使得数据冗余性减少，同时数据准确度也大为提高。

如图 5 所示，此时选取端口 COM5，开启服务器。即可显示单个节点对环境监测的显示情况。图 6 显示的为经过数据融合后的数据，由图可知，融合后的数据比单个测量的数据精度更高，更能反映当前

时间(ms)	簇头	数据包个数	实际传输包个数
8000	温度簇头节点	3	1
8000	土壤湿度簇头节点	3	1
8000	烟雾浓度簇头节点	4	1
8000	光照强度簇头节点	3	1

Figure 4. Packet statistics

图 4. 簇头节点数据情况



Figure 5. The PC display of single node monitoring

图 5. 单节点监测的上位机显示情况



Figure 6. The PC display of data fusion

图 6. 融合后上位机显示情况



**Figure 7.** The display of mobile phone  
**图 7.** 手机端显示情况

外部环境的参数。图 6 当前温度为 18.023 摄氏度，烟雾浓度为 98.481 ppm，光照强度为 23.187 LUX，土壤湿度为 59.653% rh。同时，我们可以发送控制电灯和风扇指令，改变与节点相连的电灯和风扇状态。

如图 7 所示在任意有网络的环境中，连接系统中无线路由器的公网 IP，即可对系统进行远程监控。手机端作为客户端访问服务器(上位机)，其显示情况与上位机相同。

## 6. 结束语

无线传感网络作为一种新型的智能监测网络，不仅可以采集需求的数据信息，还可以对信息进行处理，最后将精确信息传送至管理客户端，已成为人们目前非常关注的热点问题之一。本文设计了基于无线传感网络的数据采集及远程监控系统，一方面使用了模糊贴近度数据融合算法提高了传输速率和数据准确性，另一方面，完成了对外部环境的监测及远程监控。整个系统在测试时达到了预期的效果，下一步将继续本课题的研究，完善系统不足之处。

## 基金项目

国家自然科学基金(61461056, 61662089); 云南民族大学研究生创新项目(2016YJCX501); 云南省教育厅科学研究基金资助性项目(2016ZZX128, 16002001016012)。

## 参考文献 (References)

- [1] 闫静杰, 刘晓文, 朱晓颖, 等. 基于无线传感网络的井下水位监测监控系统设计[J]. 传感器与微系统, 2008, 27(12): 73-75.
- [2] Ning, X., Sumit, R., Krishna, K.C., et al. (2004) A Wireless Sensor Network for Structural Monitoring. *Proceedings of the ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (Sensys04)*, New York, 56-68.
- [3] Such, Y.S. (2007) Send-on-Delta Sensor Data Transmission with a linear Predictor. *Sensors*, 7, 192-199.
- [4] 成锐, 李静, 雷鸣, 等. 基于 zigbee 的无线传感网络设计方案[J]. 电子元器件应用, 2007, 24(3): 20-22.
- [5] 何学文, 郑乐平, 孙汗. 无线传感网络簇内多传感器数据融合算法[J]. 传感器与微系统, 2014, 33(1): 147-150.
- [6] 王康, 王峰. 无线传感网络数据融合算法研究[J]. 电视技术, 2014. 38(1): 103-106.
- [7] 刘辉, 赵丽芬. 基于 CC2530 的 ZigBee 射频收发模块设计[J]. 云南民族大学学报, 2012, 21(16): 452-456.
- [8] 金纯. Zigbee 技术基础及案例分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjwc@hanspub.org](mailto:hjwc@hanspub.org)