

# 基于 WSN 的设备运行信息监测系统设计

汤丽

(山东省信息中心,山东 济南 250011)

**摘要:**针对大型设备运行信息的监测问题,提出利用传感器节点、控制节点和网关节点构建无线传感器网络(WSN)的设备运行信息监测系统方案,实现对工矿企业各种生产设备的运行状态的智能监测和控制。

**关键词:**无线传感器网络;设备运行信息监测;传感器;节点

**中图分类号:**TP393      **文献标识码:**A

## Design of a WSN based equipment operation information monitoring system

TANG Li

(Shandong Information Center, Jinan 250011, China)

**Abstract:** This paper presents a sensor nodes, control nodes and gateway nodes constructed wireless sensor network to monitor the equipment operation information. This can be employed to monitor and intelligently control the operation status of many kinds of equipment.

**Key words:** wireless sensor networks; equipment operation information monitoring; sensor; node

随着科技的进步,传感器、通信、计算机技术作为智能系统的“感官”、“神经”和“大脑”,逐渐发展成为信息产业的三大支柱。传感器技术作为信息获取的最重要、最基本的技术,正逐步从单一化到集成化、微型化,继而发展到智能化、网络化,从而形成传感器网络技术<sup>[1]</sup>。随着无线通信技术和普适计算技术的发展,传感器技术的发展向开发无线传感器网络的方向延伸,进一步形成了融合有传感器技术、信息处理技术和网络通信技术的无线传感器网络技术<sup>[2-3]</sup>。无线传感器网络(WSN)为我们提供了一种新的信息感知和采集方式,其应用领域众多,其中最主要的就是监测。对大型工业设备运行状况的监测是保证工业生产安全进行的重要手段,但目前普遍采用的有线方式存在很大的局限性,如组网需布线在很大程度上限制了网络的扩展和结构的灵活变化。尤其在一些特殊的工业环境中,如正在旋转或移动的各种运动设备,或者强腐蚀性、防爆等特殊环境中,铺设电缆既困难又昂贵<sup>[4]</sup>。无线传感器网络具有组网灵活、无需布线等优点,将其应用于生产设备监测中,可以方便地把各种检测装置、控制器以及执行机构等连接起来,能够实现工矿企业等各种生产设备的运行状态监测,有助于实现工业生产的自动化和智能化。

## 1 系统简介

基于 WSN 的设备运行信息监测系统主要针对大型工业设备运行信息的实时监测,该系统不仅能够实现

对设备运行状态的实时监测,而且能对生产厂区的温度、湿度、光照等影响设备生产的因素进行智能调控,实现对工矿企业各种生产设备的运行状态的智能监测和控制。

## 2 系统设计

### 2.1 系统整体设计方案

该系统自下而上主要包括传感器节点、控制节点、网关节点、本地监测中心和远程控制中心五部分,整体结构如图1所示。

传感器节点一部分固定在设备关键部位,一部分随机部署在厂区内,负责采集空气温度、湿度,设备运行温度、光照强度等重要环境信息。由于采用电池供电,因此寿命和通信距离有限。

控制节点用来接收本地监测中心的控制信息或远程控制中心的控制信息,根据控制指令驱动通风系统、遮阳系统、供热系统等执行机构,以便对设备运行的环境参数进行适当调控,采用直流电源持续供电。

网关节点是信息的重要中转站,不仅负责将传感器采集的信息传递给本地监测中心,还要将控制信息传递给控制节点。传感器节点采集的数据通过其他相邻节点,以多跳的方式进行传输,在传输过程中监测数据可能被多个节点处理,信息经由多跳路由后到达网关节点。网关节点将接收到的数据直接上传到本地监测中心,监测中心的计算机对采集的现场数据进行处理、存储、分析等操作,并执行各种控制算法,发出相应的控制指令,从而实现对设备运行环境的监测与调控。

本地监测中心可以通过 Internet 与远程控制中心进行交互,从而实现远程监控。

### 2.2 传感器节点硬件设计

传感器节点硬件部分主要由传感器模块、微处理器和无线通信模块、电源模块、存储与显示设备等组成。

微处理器和无线通信模块采用的是 TI 公司的 ZigBee 片上系统 CC2430,使用 CC2430 能够提高性能并满足以 ZigBee 为基础的 2.4 GHz ISM 波段应用对低成本、低功耗的要求。CC2430 芯片延用了以往 CC2420 芯片的架构,在单个芯片上整合了 ZigBee 射频前端、内存和微控制器。它使用 1 个 8 位 MCU(8051),具有 32/64/128 kB 可编程闪存和 8 kB 的 RAM,还包含模拟数字转换器(ADC)、几个定时器(Timer)、AES128 协同处理器、32 kHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路(Power On Reset)、掉电检测电路(Brown Out Detection)以及 21 个可编程 I/O 引脚。

传感器模块由不同类型的传感芯片组成,具有对温度、湿度和光照强度的感知能力。其中温、湿度传感

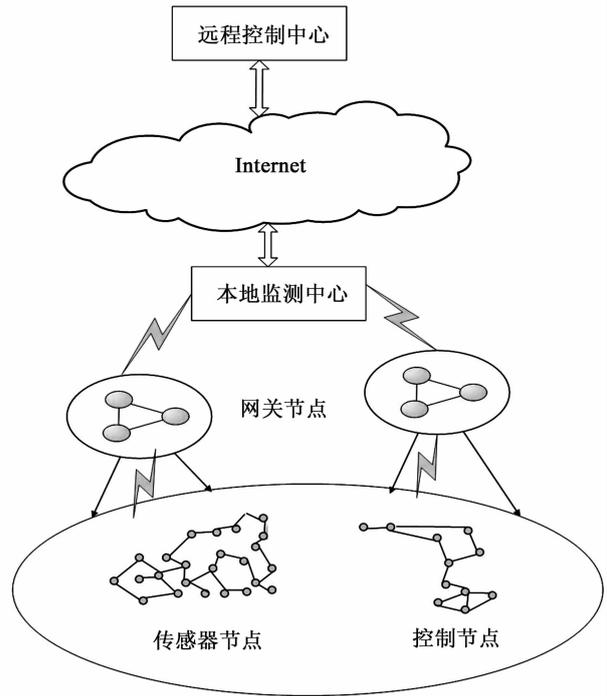


图1 系统整体结构图

Fig. 1 Total system architecture

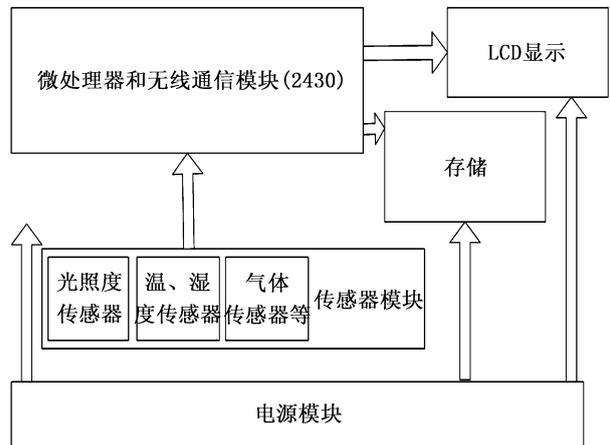


图2 传感器节点硬件结构图

Fig. 2 Hardware structure drawing of a sensor node

器采用 I2C 总线数字式温湿度传感器 SHT75,其体积小、能耗低;温度量程为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 123\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度  $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;相对湿度量程为  $0 \sim 100\% \text{ RH}$ ,精度  $\pm 1.8\text{ }^{\circ}\text{C RH}$ 。光照强度传感器选用 TSL2550D,其功耗可以满足无线传感器低功耗系统设计的要求,其总线也易于与 CC2430 接口。

电源模块采用 3.3 V 电池供电,存储设备采用 M25PE10 高容量的非易失性存储器。其硬件结构示意图见图 2。

### 2.3 控制节点硬件设计

控制节点硬件部分主要由微处理器和无线通信模块、电源模块、驱动模块组成。其中微处理器和无线通信模块与传感器节点相同,采用 ZigBee 片上系统 CC2430;电源模块采用直流供电;驱动模块主要由继电器、光电耦合器等组成,接到监测中心的控制指令后通过继电器控制外围设备抽湿机、热风机、冷风机等工作。光电耦合器起到光电隔离的作用。

### 2.4 网关节点硬件设计

网关节点硬件部分由微处理器和无线通信模块、电源模块、存储模块、RJ45 以太网接口模块、RS232 串行接口模块和 USB 接口模块组成。

### 2.5 其他硬件设备

本系统还在设备重要关键部位设置了视频监控摄像头。

### 2.6 系统软件设计

该系统中,传感器节点的主要功能是负责采集生产过程中的设备以及各种环境参数信息,并通过无线通信方式接收网关节点的指令,按照指令来确定采集频率和周期,并将采集到的信息发送出去;控制节点的主要功能是通过无线通信方式接收网关节点转发的监测中心的控制指令并通过继电器控制外围设备;网关节点的功能是创建无线网络,配置网络节点属性,接收传感器节点采集的数据并上传到监测中心,接收监测中心的控制指令转发给控制节点。网关节点的软件流程见图 3 所示。

## 3 关键问题讨论

### 3.1 能量管理

本系统中的传感器节点普遍采用 3.3 V 电池供电,传感器节点的寿命和传递距离受电池容量的制约,因此必须考虑能量消耗问题。本系统中基于对节省传感器节点能量的考虑,采用休眠机制,即当传感器节点目前没有信息采集任务并且不需要为其他节点转发传感数据时,关闭节点的无线通信模块、数据采集模块以节省能量。采用休眠机制后,当一个传感任务发生时,只有与之相邻的区域内的传感器节点处于活动状态,从而形成一个活动区域。活动区域随着数据向网关节点传送而移动,这样原先活动的节点在离开活动区域后可以转到休眠模式从而节省能量。

### 3.2 信息融合技术

本系统的最终目标是对设备运行信息进行监测,信息采集的频率和精度取决于监测中心向传感器网络发出的指令。采用信息融合技术可以有效地减少传感器节点、控制节点和网关节点所传输的数据量。本系统中对于多个传感器的信息采用了分布式融合结构和卡尔曼滤波方法进行融合。

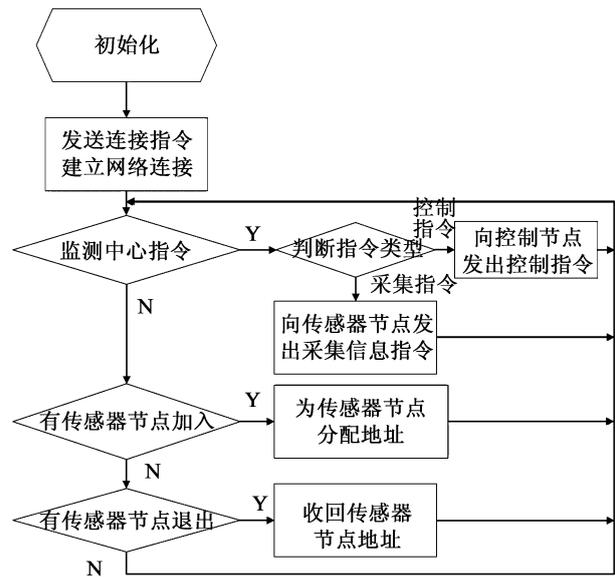


图3 网关节点软件流程图

Fig.3 Software flow chart of a gateway node

## 4 结 论

基于 WSN 的设备运行信息监测系统主要针对大型工业设备运行信息的实时监测,本设计方案实现了设备运行状态和运行环境信息的实时采集和控制,结合无线视频,可以对工业生产实施远程监控。因此,将无线通信技术与工厂控制系统相结合,实现的低成本的工厂无线测控系统具有广阔的应用前景。

本系统设计过程中考虑了能量问题和信息融合问题,对于 WSN 中的定位和安全性问题并未涉及。因为本系统主要针对大型工业设备的运行监测,位置相对固定,因此未采用具有定位功能的 CC2431,若将该系统应用加以推广,应考虑节点的定位和信息的安全问题。

### 参考文献:

- [1] 李晓维. 无线传感器网络技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2007.
- [2] 王殊, 阎毓杰, 胡富平, 等. 无线传感器网络的理论及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [3] 孙亭, 杨永田, 李立宏. 无线传感器网络技术发展现状[J]. 电子技术应用, 2006(6): 1-5.
- [4] 何蓉, 陈东义, 韩露. 基于 WSN 的工业设备运行状况监控平台的研究[J]. 电子科技大学学报, 2010(39): 71-75.

(上接第 80 页)

图 3 是从准确性来比较改进前和改进后的关联图规则挖掘。图中可以看出在浏览记录与购买记录数量基值比较小的时候改进的挖掘规则和传统的差别很小,但是随着浏览数量的增加改进后的挖掘规则的优势很明显的显现出来,可以看出改进后的方法在数量值庞大的时候有很大的优势。

### 参考文献:

- [1] 元昌安. 数据挖掘原理与 SPSS Clementine 应用[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [2] LAWRENCE R D, ALMASI G S, KOTLYAR V, et al. Personalization of supermarket product recommendation[J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 2005(1):11-32.
- [3] TOIVONEN H. Sampling large databases for association rules[M]//Proceedings of the 22th International Conference on Very Large Data Base. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1996:134-145.
- [4] 陈明, 史忠植, 王文杰, 等. 一种有效的基于图的关联规则挖掘算法[J]. 计算机应用 2006, 26(11): 2654-2656.
- [5] 景丽, 陈广宇. 电子商务推荐系统中推荐方法研究[J]. 光盘技术, 2006(3): 44-46.
- [6] 杨引霞, 谢康林, 朱扬勇. 电子商务网站推荐系统中关联规则推荐模型的实现[J]. 计算机工程, 2004, 30(19): 57-59.
- [7] 朱岩, 林泽楠. 电子商务中的个性化推荐方法评述[J]. 中国软科学, 2009(2): 183-192.
- [8] 吴恒亮, 张巍巍. 电子商务系统中推荐技术的比较研究[J]. 物流科技, 2009, 11(57): 57-59.