

高校校园火灾监测系统设计 ——基于无线传感器网络

刘丽, 杨洁霞, 刘辉

(安徽职业技术学院机电工程学院, 合肥 230011)

摘要:针对高校校园火灾检测布线复杂、成本高等问题,提出了一种基于无线传感网络的高校校园火灾监测系统方案,系统针对火灾中的多个物理量,采用对应的传感器采集数据,利用 ZigBee 技术组成无线传感网络,对网络中各个节点的软硬件进行选型与设计,并运用 LabVIEW 软件设计了上位机监控界面,可以有效地对高校校园火灾信息进行监控和报警。

关键词: ZigBee 技术; 火灾; 传感器; 无线传感网络

中图分类号: TP277; TP212.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)03-0056-04

Design of College Campus Fire Monitoring System Based on Wireless Sensor Network

LIU Li, YANG Jiexia, LIU Hui

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Anhui Vocational and Technical College, Hefei 230011, China)

Abstract: To solve the problems of complex wiring and high cost for college campus fire detection, this paper proposes a scheme for fire monitoring system based on wireless sensor network. The system collects data with corresponding sensors for various physical elements of the fire, and uses ZigBee technology to form a wireless sensor network, for which the hardware and software for each node are selected and designed, and the upper computer monitoring interface is designed with Labview software. This system can effectively monitor the campus fire information and sound the alarm.

Keywords: ZigBee technology; fire accident; sensor; wireless sensor network

0 引言

国家教委和消防部门的通报显示:近几年全国高校的火灾事故频频发生,2015年12月18日清华大学化学系实验室发生火灾,一名博士后当场身亡^[1];2017年4月4日北京邮电大学网络数据中心发生火灾,导致附近几所高校全部断网;甚至2017年5月15日一天内两所高校宿舍发生火灾,这些事故严重的影响了高校的稳定发展。因此,研究并实施高效、实时的火灾监测系统是非常有必要的。

本文设计了一种高校校园火灾监控系统方案,它建立在无线传感器网络基础上,采用 SOC 芯片 CC2530 为核心,通过温湿度、火焰、烟雾传感器采集火灾相关信息,使用 ZigBee 技术,以形成建立在无线传感器网络基础上的远程无线火灾实时监测、

报警等功能^[2],系统的设计和研究对于高校校园火灾的监测具有非常重要的价值。

1 高校校园火灾监测系统总体架构

高校校园火灾常发区域如图书馆、实验室、宿舍等处相隔较远,有线连接布线复杂、扩展性差、成本高,因此系统设计利用 ZigBee 技术构建无线传感网

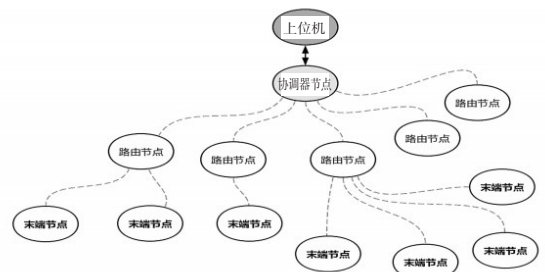


图1 高校校园火灾监测系统总体架构图

收稿日期:2019-01-19

基金项目:安徽省质量工程项目(2015zy109),院科研项目(2014zrkx13)。

作者简介:刘丽(1974—),女,安徽含山人,副教授,硕士,研究方向:传感器,无线网络。

络。基于无线传感器网络的高校校园火灾监测系统主要有末端节点、路由器节点、协调器节点、上位机监控中心几个部分组成^[3],整体设计结构如图1所示。

在高校校园监测区设置N个末端节点,末端节点的作用是采集与火灾有关的物理量信息,对这些信息进行处理后通过无线传感器网络传送到路由器节点;通过一个或多个路由器节点的中继,将信息传输到协调器节点^[4];协调器节点通过串行通信接口将数据传送至数据监控中心,另外就是建立和保持无线传感网络通畅;发送的火灾监视数据由监控中心处理,并且它还具有显示,查询和报警的功能。

2 系统硬件设计

系统硬件设计主要是无线网络中的三个节点的硬件设计,系统的无线传感网络选用 ZigBee 网络搭建,综合考虑火灾信息采集的指标,以及芯片的可靠性、功耗和技术提供方式等方面,三个节点的硬件设计上选用了单芯片集成 SOC 方式的TI公司产品 CC2530作为主控芯片。

2.1 末端节点的硬件结构设计

末端节点是整个系统感知火灾信息的“神经末梢”,其组成如图2所示。

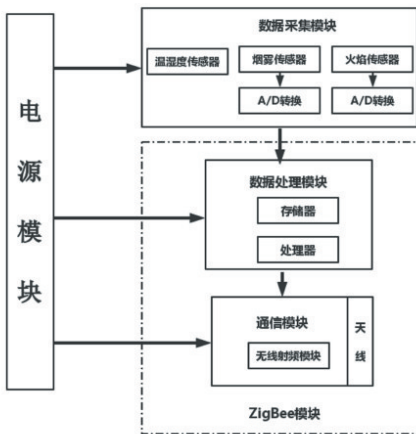


图2 末端节点的硬件结构设计图

数据采集模块选用不同类型的传感器对表征火灾信号的信息进行采集,本系统采用火焰传感器、烟雾传感器和温湿度传感器采集火灾信息,采集的如果是模拟信号则需要经过模数转换输出数字信号。数据处理模块将采集的数据进行分析和处理,并通过无线通信模块将信息发送至路由节点^[5],数据处理模块和无线通信模块功能由 ZigBee 模块 CC2530 实现。

2.1.1 传感器的选型

对于传感器的选择要考虑到符合基于无线

传感器网络的高校校园火灾监测系统需求,符合高校校园火灾监测数据测量所需精度以及测量范围。本系统中温湿度传感器选择 DHT11 数字温湿度传感器,烟雾浓度传感器选择 MQ-2 型传感器,火焰传感器选择 JNHB1004 型传感器。

2.1.2 ZigBee 模块

系统选择 CC2530 芯片作为 ZigBee 模块的核心,它是建立在 IEEE 802.15.4 协议上,支持 ZigBee、ZigBee PRO 和 ZigBee RF4CE 标准,它集成了增强型高速 8051 核处理器,支持硬件调试和代码预取^[6],在芯片内部具有可编程闪存和 8KB RAM,还集成射频合成器(RF),可以直接接收或发送数据。

2.2 路由节点及协调器节点硬件设计

2.2.1 路由节点硬件设计

在数据采集方面,路由节点和末端节点的功能类似,都需要完成对校园环境火灾信息数据的采集。同时通过多跳路由的方式,在末端节点与协调器节点之间进行转发和中继通信,以保证它们之间的通信是通畅无误的。路由节点的硬件设计和末端节点类似,软件程序上有所不同。

2.2.2 协调器节点设计

协调器节点在监控系统中处于最为核心的位置,它负责整个无线传感器网络的建立、维护,下达控制指令和收集数据。协调器节点接收校园数据采集末端节点以及路由器节点传输的火灾信息,并将这些数据传输至监控中心上位机,同时,接收监控中心上位机发出的指令,向末端节点或路由器节点传输,这些数据的通信主要是利用 RS232 串口进行。因此在硬件上与末端节点或路由器节点相比,不需要数据采集模块,但加入了串口模块,串口转换器采用 Prolific 公司的 PL2303。

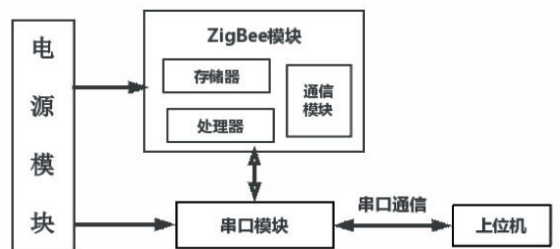


图3 协调器节点硬件设计图

3 系统软件设计

基于无线传感器网络的高校校园火灾监测系统的软件设计包括节点的软件设计及上位机监控

模块软件设计。

3.1 节点的软件设计

无线传感器网络采用 ZigBee 技术构建,各节点的软件设计和开发都应该遵循 ZigBee 协议栈的结构。系统的软件嵌入式环境开发选用 IAR Embedded Workbench,对相应的程序进行编译,由仿真器下载到 CC2530 节点中^[7]。

3.1.1 协调器节点的软件设计

图 4 为协调器节点的软件设计流程图。在高校校园火灾监测系统中,协调器节点的一个重要功能是管理整个传感网络,它首先初始化其处理模块、通信模块,然后扫描信道,建立网络,收到节点的入网请求后,将短地址分配给对应的节点,最终完成无线传感网络的创建。

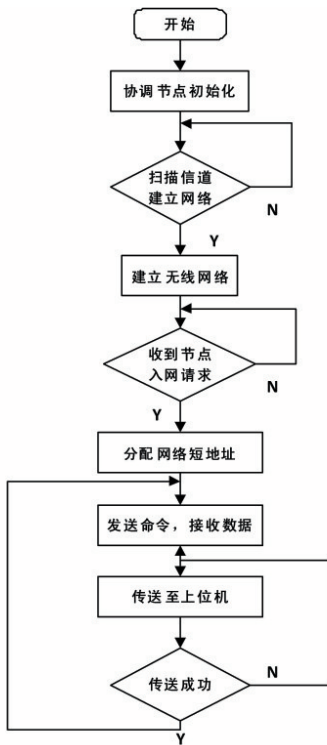


图 4 协调器节点的软件设计流程图

3.1.2 路由器节点的软件设计

路由器节点除了数据采集外,一个主要功能是对末端节点采集的数据进行转发,以扩大组建网络的覆盖范围。它首先要寻找协调器节点建立的无线网络,并申请加入无线网络;然后搜索发出入网请求的末端节点或路由器节点,对申请节点的设备类型进行相应的判断,配置相关参数,最后汇总收集到的数据信息到协调器节点。图 5 为路由器节点工作流程图。

3.1.3 末端节点的软件设计

图 6 为末端节点工作流程图。末端节点的微处

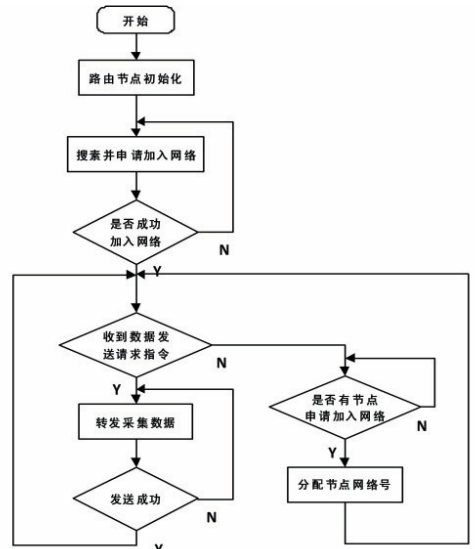


图 5 路由器节点工作流程图

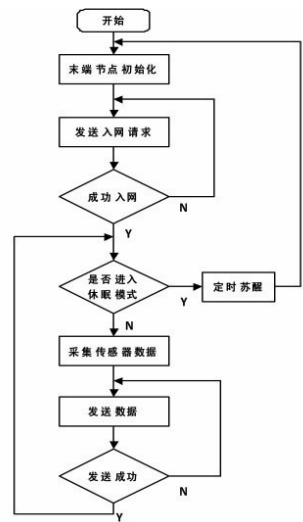


图 6 末端节点工作流程图

理器对采集的数据参数根据设计需要处理后,将信息传输到路由器节点。为了降低功耗,末端节点中 CC2530 设置 PM2 休眠模式。

3.2 上位机监测界面设计

上位机监测界面在 LabVIEW 软件上完成,界面整体构架如图 7 所示,负责完成校园火灾信息数

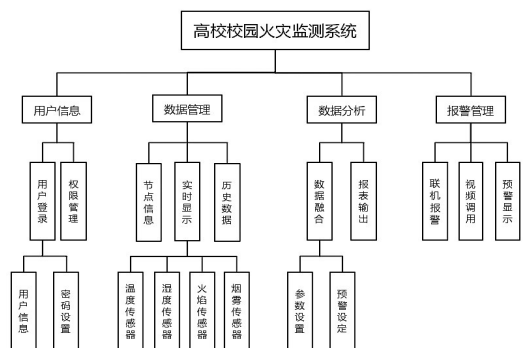


图 7 上位机监测界面整体构架

据接收、存储、数据融合、数据实时显示、发送报警信息等工作。使用时用户登录上位机监测主界面如图8所示。



图8 上位机监测登录界面

4 系统测试与运行

在实验条件下,我们对系统进行了测试,首先在宿舍、教室、实验室、图书馆进行通信性能测试,使用点对点通信的方式,将两个节点放在相邻的房间,一个节点将200个帧发送给另外一个节点,发送200次。数据结果统计表1所示。

表1 通信性能测试表

地点	收到的正确包/个	收到的错包/个	错包率/%	丢包率/%	丢包/个
宿舍	200	0	0.0	0	0.0
教室	196	3	1.5	1	0.5
实验室	199	0	0.0	1	0.5
图书馆	160	34	17	6	3

可以看出,根据系统对节点位置的设置,在宿

舍、实验室、教室的每个房间安装末端节点,系统的错包率、丢包率较小,通信质量较好。而图书馆的面积较大,系统的错包率、丢包率较高,因此应根据房间大小设置1~4个末端节点。

其次我们利用现有实验资源搭建系统模型,进行全面测试,并利用加热器、烟雾测试剂等工具逐一模拟火灾现场的物理量变化,上位机显示界面如图9所示。实验结果表明,传感器能及时测得物理量的变化,并通过无线网络将信息传送到上位机,当某个火灾信息量超过设定阈值,上位机能及时产生报警信号,并融合所有信息量判断是否发生火灾。



图9 上位机测试界面

5 结语

高校校园火灾监测已是高校校园安全非常重要的部分,与传统的有线监测方式相比,本文提出的无线传感高校校园火灾监测系统能直接采集出与火灾相关的火焰、烟雾、温度、湿度参数,系统成本低,扩展性好,具有很强的实用性。

参考文献:

- [1] 王华德,王明广,莫丽红.基于 Zigbee 及 RFID 的智慧校园安防系统研究[J].淮阴工学院学报,2016,25(5):15-18
- [2] 陈杨,刘苏敏.楼宇中火灾监测无线传感节点覆盖算法研究[J].自动化技术与应用,2010,29(7):39-41
- [3] 冯秀芳.无线传感器网络研究与应用[M].北京:国防工业出版社,2014.
- [4] 杨春柳.基于无线传感器网络的森林火灾监测系统的研究与实现[D].沈阳:辽宁大学,2017
- [5] 王爱新.基于 ZigBee PRO 的森林火灾预警监测系统设计[J].现代电子技术,2016,39(1):20-23.
- [6] TI 公司.CC2530SheetData[EB/OL].www.ti.com.
- [7] 王晓.基于 Labview 的温度监测系统[J].自动化技术与应用,2016,35(10),153-155.

(责任编辑:曲继鹏)