

文章编号:1674-2869(2018)03-0310-05

# 无线楼宇安全监测系统的设计

杨帆<sup>1,2</sup>, 张辉寰<sup>1</sup>

1. 武汉工程大学电气信息学院, 武汉 430205

2. 湖北省视频图像与高清投影工程技术研究中心, 武汉 430205

**摘要:**针对楼宇安全监测系统使用范围不够大和使用器件过多,导致成本过高和组网不灵活等缺陷,研究并设计了一套无线网络传输系统以及对应的Z-Stack协议栈。系统主要由传感器模块、路由节点模块与协调器模块以及上位机组成,使用了CC2530芯片作为各个模块传感通讯的核心元件,并且用来有效的控制这三个模块。由于CC2530自带通信元件的使用范围有限,所以在此模块扩充一个CC2591芯片增加了系统的使用范围。设计的系统实现了节点接收和发送信息,并且在上位机PC机界面可以观察到每个传感器和路由的实时动态情况并且能远程控制,当节点故障时上位机及时的显示报警,并且在故障节点处发出警报提示周围的人员。

**关键词:** CC2530; 楼宇监测; 无线传感节点; 远程控制

**中图分类号:** TP29      **文献标识码:** A      **doi:** 10.3969/j.issn.1674-2869.2018.03.016

## Design of Wireless Building Safety Monitoring System

*YANG Fan<sup>1,2</sup>, ZHANG Huihuan<sup>1</sup>*

1. School of Electrical and Information Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China;

2. Huibei Video Image and HD Projection Engineering Research Center, Wuhan 430205, China

**Abstract:** The current monitoring system of building safety has some defects, such as limited applications and too many devices which result in high cost and inflexible network. To solve this problem, a wireless network transmission system and its corresponding protocol for Z-Stack were designed. The system is mainly consisted by four parts: a sensor module, a routing node module, a coordinating module and an upper computer module. A CC2530 chip was used as the core-controlling element of wireless sensor communication to effectively control three modules. Because the communication ability of CC2530 component was limited, then the other CC2591 chip was added to this module to expand the application of the system. The designed system realized the functions of receiving and sending data. The real-time dynamic situation of each sensor and routing could be observed and controlled through the person-machine interface of upper computer. When the node failure occurred, the upper computer would alarm in time to alert the people who were around the fault node.

**Keywords:** CC2530; building monitoring; wireless sensor node; remote control

楼宇是当前人们娱乐、生活还有办公的主要场所,楼宇的科技化是人类社会进步的外在表现。智慧楼宇给使用者提供安全、舒适、人性化的环境的同时,还应当具有安全、方便、节能等优

点。在往常的楼宇控制系统里,每个部分相互独立,不同的系统与系统之间关联性不足,智能程度较低,同时系统还存在反应较慢与人力资源与能源浪费的问题<sup>[1-2]</sup>。

收稿日期:2017-01-26

基金项目:国家自然科学基金(51541709);武汉工程大学研究生教育创新基金(CX2016060)

作者简介:杨帆,硕士,教授。E-mail:1804747213@qq.com

引文格式:杨帆,张辉寰.无线楼宇安全监测系统的设计[J].武汉工程大学学报,2018,40(3):310-314.

近几年,科学技术随着时代快速发展,信息技术正在慢慢融入到楼宇中,为了能够为楼宇住户提供更优质的服务,因此衍生了智能楼宇。楼宇安全监测系统,是一种自动监测系统对建筑物内的温度、湿度、烟雾浓度等进行监测,自主判定当前位置是否发生了故障,进而采取适当的应对措施<sup>[3-4]</sup>。这是楼宇技术与信息技术的综合运用,是现代化楼宇发展的必然趋势。

1 总体方案的设计

针对4层楼宇设计一套由1个协调器、5个路由器和12个传感器节点以及上位机构成的安全监

测系统。为了保证信号的有效性,在每一楼层上都安装有路由节点,并且路由节点应当安装在空旷无干扰的地方,而传感器节点与被监控设备一起安装在各自的测试地点;在楼宇适宜的地方设置一个协调节点控制楼宇内部网络的组建,最好放在多个节点中间,方便协调。管理中心与被监控楼宇通过带有GPRS模块的协调节点进行通信,从而可以通过上位机观察各个节点的实时情况并控制大楼状态,设计的楼宇总体方案如图1(a)所示,楼宇的网络图如图1(b)所示,网络的设计将在第三部分进行详细描述。

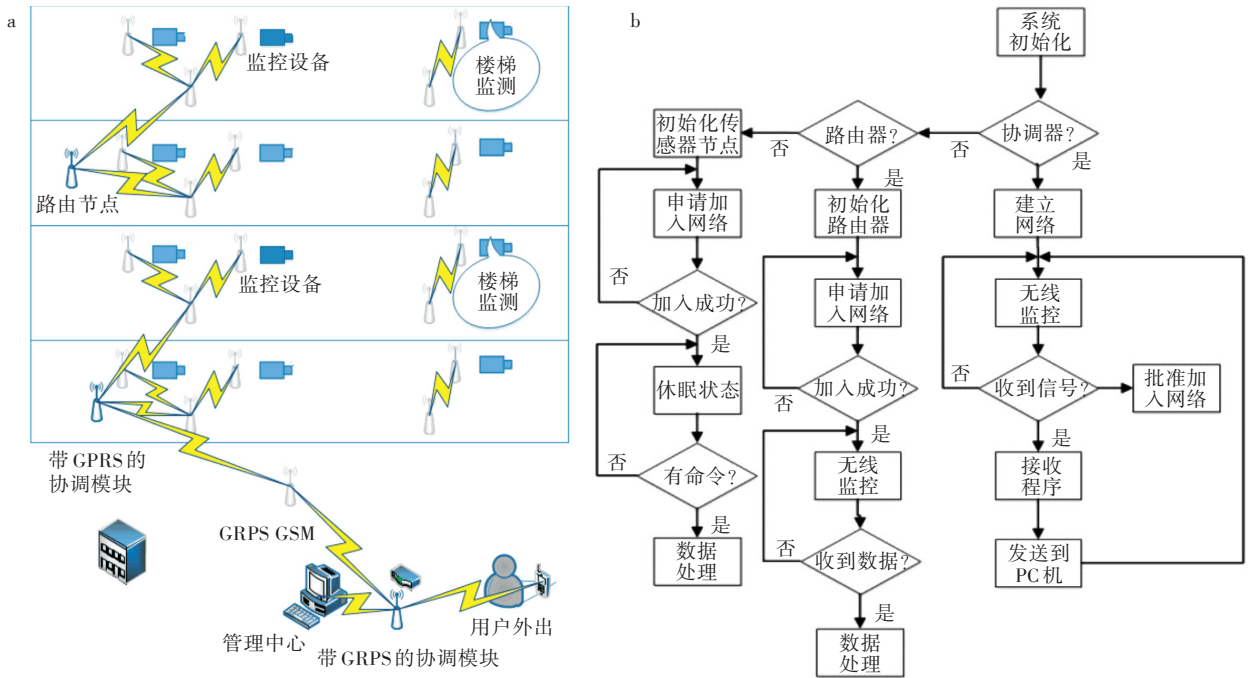


图1 (a)楼宇总体方案模型,(b)楼宇监测系统无线网络框图

Fig. 1 (a)General scheme model of building, (b)Wireless network block of building monitoring system

2 硬件的设计

2.1 协调器节点的设计

楼宇监测网络采用树状拓扑机构,主要由协调器、路由器和传感器节点组成。其中协调器是网络的核心,由它控制网络的组建,监督网络的运行,因此它需要分配大量的存储空间,完成网络初始化、数据采集、设备控制等功能;协调器节点与PC机相连<sup>[5-6]</sup>,通过PC机串口来传递相应信息。其余节点都是功能不同的传感器,担负采集各类环境参数,并将收集到的信息发送给协调器。协调器起着桥梁作用连接着路由器和PC机。协调器的电路图如图2所示。

图2中使用CC2530作为主体芯片,因为自带rf模块使用方便,但是由于使用范围的限制,设计

时加上CC2591做功放模块使其使用范围更广。使用了MAX232芯片做USB与串口的转换连接,通过串口的RXD与TXD连接CC2530的P02与P03口进行数据传输,RST连接P04用来检测是否进行数据传输。使用TPS76933芯片做电源的稳压芯片,TPS76933通过对电压的转换给芯片提供合适的电压供电。74LS273做I/O口的扩展功能,每个IC可扩展8个i/o口,可根据自己的需求选择需要扩展的i/o口<sup>[7-8]</sup>。系统使用时间久了以后可能会出现一些小问题,设置了RESET模块,可以使CC2530芯片复位。CC2530芯片引脚XOSC\_Q1、XOSC\_Q2连接32MHz晶振,P2\_3与P2\_4连接32kHz晶振,使用两个晶振是同时建立了系统时钟和实时时钟,可以更好的确保系统的实时性。

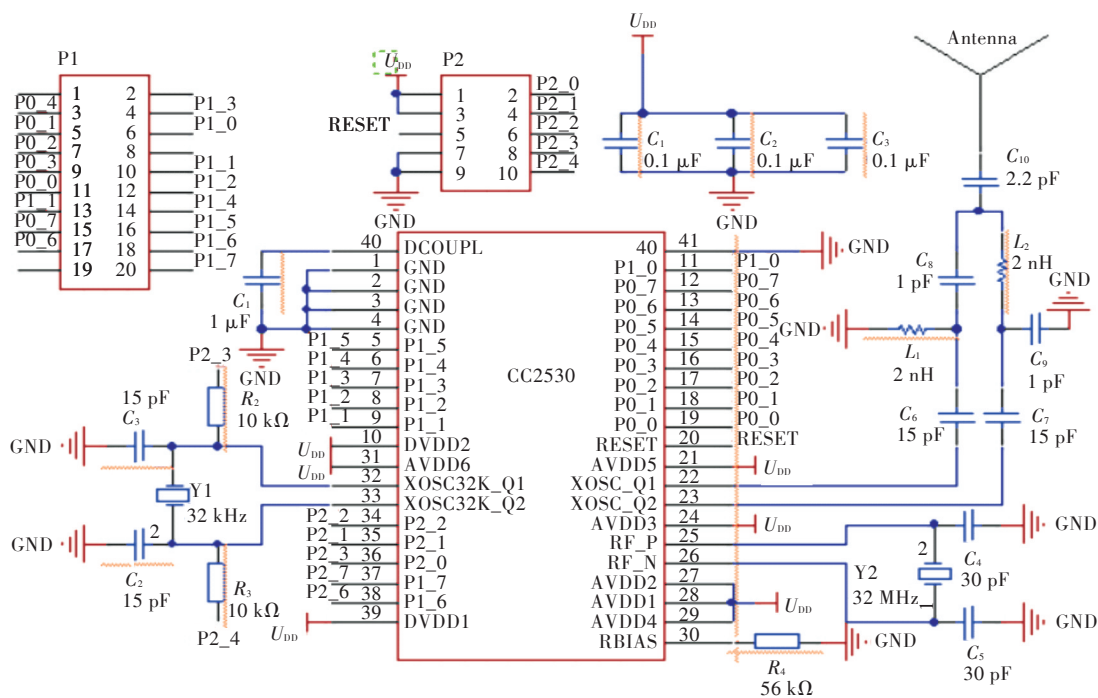


图 2 协调器节点电路图  
Fig. 2 Circuit of coordinator node

2.2 传感器节点的设计

由于传感器节点要长时间工作,所以为了降低功耗,减少了传感器节点上的功能,使其只负责信息的采集和中转,将传感器采集到的信息往协调器节点传送<sup>[9-12]</sup>。因此传感器节点只保留了 CC2530 芯片,TPS76933 芯片构成的电源模块、CC2591 芯片构成的功放模块。传感器节点结构如图 3 所示。各类传感器采用各类信号监测的防盗监测模块(采用 LIS3L02AS4 传感器)、火灾监测模块(采用 DS18B20 芯片)、燃气泄漏监测模块(采用天然气传感器 MD61、一氧化碳传感器 MQ-7)、人体红外监测模块(采用 RE200b 传感器加 BIS0001 处理芯片)等,传感器经过调制器将原始数据转换成 I/O 信号发送到发送器 DAC<sup>[13-15]</sup>。解调器从收到的信号中检索无线数据。频率合成器为无线电信号产生载波信号,往上位节点传送。

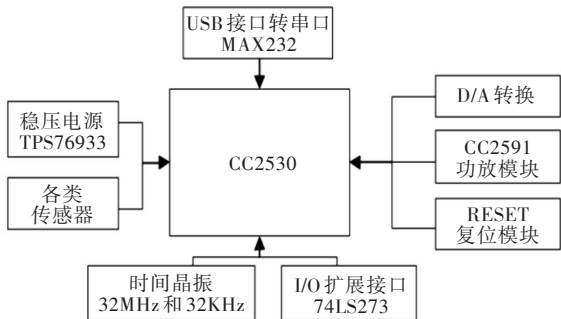


图 3 传感器节点结构图  
Fig. 3 Structure of sensor node

3 软件的设计

3.1 主程序的设计

主程序主要有路由器、传感器节点程序和协调器程序两部分。网络协调器程序:首先通过对 CC2530 芯片进行初始化将内部数据信号归零,然后对协议栈进行初始化防止之前使用过的程序影响当前任务,之后建立新的局域网,设定网络的 ID 号和频道号,然后系统进入检测状态。当发现新的设备申请加入局域网时,则为新设备配置不同的网络地址,并且允许设备加入。当协调器收到传感器节点发送来的信息,通过 USB 数据线或者数据串口发送给 PC 机,或者从 PC 机得到命令,发送给传感器节点。

而路由器、传感器节点程序,同样对 CC2530 与协议栈按先后顺序进行初始化。系统初始为检索状态,系统搜索附近的网络,当发现网络时,申请加入。若无网络,系统为了减少电能的消耗就进入休眠状态,当传感器节点有信息发送,或者接收到协调器的命令,则自动从休眠状态恢复到工作状态处理命令。当处理完命令后,系统重新进入休眠状态。楼宇监测系统无线网络组网及工作过程如图 1(b)所示。

3.2 节点通信识别协议的设计

1) 帧头高字节和帧头低字节分别使用宏定义

指定,这样方便修改,

```
#define FRM_H  0XAA
#define FRM_L  0xBB

2)用于指示接收数据的位置,定义一个变量
Rx_POS,定义一个变量 Rx_Num 用于指示要接收
数据的长度。
```

```
unsigned char Rx_POS;
unsigned char Rx_Num;

3)接收到完整帧标志位、接收到帧头标志位、
bit RXFRMOK; //接收到完整帧标志位
bit RXFHOK; //接收到完整帧头标志位

4)接收的数据缓冲区
unsinged char RXFH[3];
unsigned char RX_BUF[32];
```

传输完数据后 RI 置 1 获得中断请求, Rx\_Data=SBUF 读取串口缓冲区数据, RI = 0 清除串口中断请求。如果没有接收到完整帧且没有接收到帧头则先通过移位操作再将缓冲区内容与帧头进行比较,将帧头数组里的数据往前移一位把帧头数组内的数据进行交换通过下面的程序 RXFH[0] = RXFH[1]; RXFH[1] = RXFH[2]; RXFH[2] = Rx\_Data;

如果下式成立 if((RXFH[0]==FRM\_H)&&(RXFH[1]==FRM\_L)) 即表示帧头正常接受那么将正常接收到帧头标志位置 1,并且将数据长度赋值到 Num 内,退后接受完数据跳出到 TI 清零的地方。

如果接受到了完整的帧那么直接进行数据接收,并且对接收的数据长度进行判断,确保数据接收没有出现错误。之后对帧头标志位置一,并且对帧进行清零操作,最后跳出中断。

具体程序如图 4 所示。

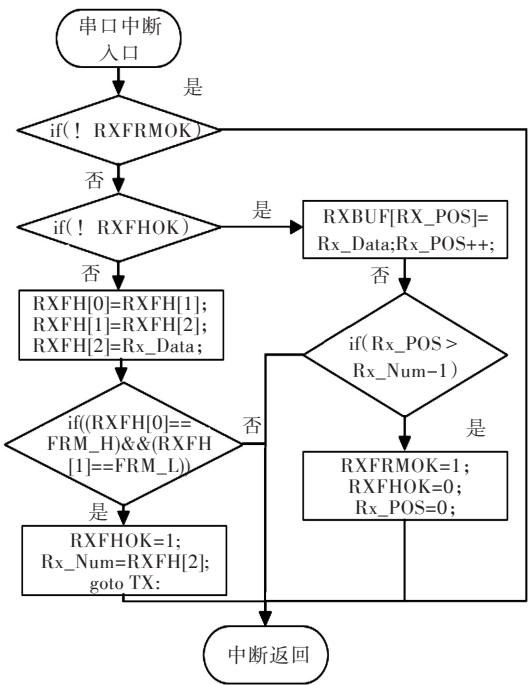


图 4 节点通信协议流程图  
Fig. 4 Flowchart of node communication protocol

4 测试及分析

为了检测设计的楼宇监测系统是不是能正常运行,并且把信号传送到上位机,根据图 1(a)所示的硬件结构并加上设计的通信协议,对所设计的楼宇监测系统进行测试。

上位机操作界面如图 5 所示,使用组态王进行模拟实验,在上位机程序中从电脑可以看到各个传感器是否处于正常状态,如温度,烟雾等。当传感器发生异常时,系统能够及时并准确的提供警报。图 5 中用户 1 出现了火灾报警,用户 3 出现了防盗报警。

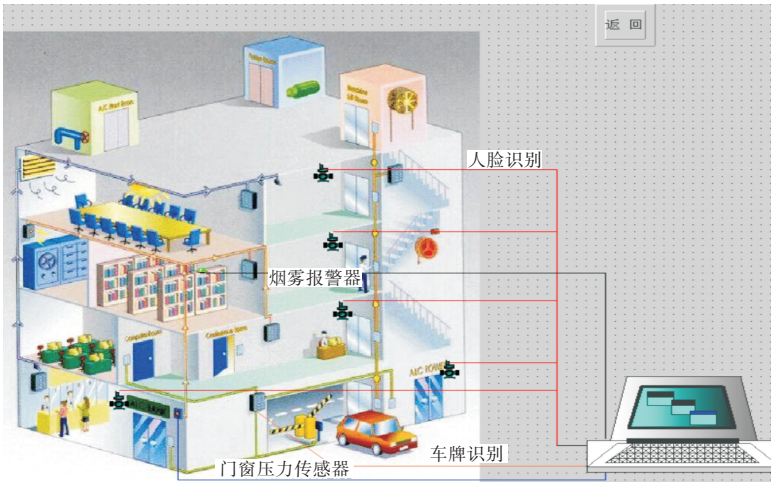


图 5 上位机控制界面  
Fig. 5 Control interface of upper computer



5 结 语

智能楼宇监测系统能够实时对楼宇设备进行监测。系统使用 CC2591 对无线网络覆盖范围进行了扩大,通过建立 ZigBee 无线传感网将楼宇的各种设备联系在一起,使用特定的传感器对楼宇各个位置的设备以及环境进行实时监控,然后将得到的温度、耗电量以及光照强度等信息通过特定的通信协议上传给上位机,上位机将得到的参数来优化相关设备的使用,所设计的系统实现了传感器节点、路由节点以及协调器模块的无线数据传输,以及对设备使用范围的加强。最后对此系统进行测试。经测试,此系统能够对大楼实行实时的监测,并且网络覆盖范围较大,不需太多的路由设备就能覆盖大楼,但还可以在传感器的灵敏度以及控制程序的智能程度上进行优化。

参考文献:

[1] 宫周鼎. 智能建筑设计与建设[M]. 北京:北京知识产权出版社,2001:1-6.

[2] 刘强,崔莉,陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学,2010,37(6):1-4.

[3] 万文青,赖松林. 基于 ZigBee 的楼宇安防报警系统的设计与实现[J]. 电子测量技术,2012,35(12): 117-120.

[4] 钟永峰,刘永俊. Zigbee 无线传感网络[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2011:3-22.

[5] 杨帆,向延红,郑纯典,等. 楼宇末端配电设备群的控制设计[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2017,45(6):43-47.

[6] 赵文静,秦会斌,吴建锋,等. 基于 ZigBee 技术的智能

楼宇环境监测系统的设计[J]. 机电工程, 2010, 27(8):114-117.

[7] 许铭霖,林伟,蔡钧涛. 基于 Zigbee 的楼宇照明控制系统的设计[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(5): 341-343.

[8] 周武斌. Zigbee 无线组网技术的研究[D]. 长沙:中南大学,2009.

[9] 王彤. 基于 Z-Stack 协议栈的 ZigBee 网络组网研究与实现[D]. 保定:河北大学,2012.

[10] TERADA M. Application of ZigBee sensor network to data acquisition and monitoring [J]. Measurement Science Review, 2009,9(6): 183-186.

[11] ZHANG X, WU H L, MARCIN U. Usefulness of nonlinear interpolation and particle filter in Zigbee indoor positioning [J]. Geodesy and Cartography, 2014,63(2):219-233.

[12] JANICKA J, RAPINSKI J. An Example and analysis for ambiguity resolution in the indoor ZigBee positioning system [J]. Reports on Geodesy and Geoinformatics, 2017, 103(1): 1-9.

[13] HIRAGURI T, AOYAGI M, MORINO Y. Proposal of ZigBee systems for the provision of location information and transmission of sensor data in medical welfare[J]. E-Health Telecommunication Systems and Networks, 2015,4(3):45-55.

[14] 赫晓星. ZigBee 路由协议分析与改进[D]. 武汉:华中师范大学,2011.

[15] MEDGLI P, FERRARI G, MARASITONE M. Hybrid Zigbee-RFID networks for energy saving and lifetime maximization [M]. New York: Springer, 2010: 473-491.

本文编辑:陈小平