

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2017.6.13

智能家居火灾监测系统

苏国栋, 蔡碧丽

(福建师范大学福清分校 电子与信息工程学院, 福建 福州 350300)

摘要: 基于CC2530无线传感,自组织网络进行数据采集,发送至协调器节点进行数据协议转换,最后传输至火灾监测平台,实现下位机与上位机的火灾监测实时结果显示并预警。

关键词: 智能家居; 火灾监测; CC2530

中图分类号: TP 274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2017)06-0592-06

A fire monitoring system in smart home

SU Guodong, CAI Bili

(School of Electronic and Information Engineering, Fuzhou Branch of Fujian Normal University, Fuzhou 350300, China)

Abstract: Based on CC2530, self-organized network is used for data collection and to send out data to coordinator node for data protocol conversion. Then the data is transmitted to the fire monitoring platform for real-time display and early warning.

Key words: smart home; fire monitoring; CC2530.

0 引言

目前,全球正处于新一轮科技革命和产业变革的关键时期,新一代信息技术蓬勃发展,特别是移动互联网、大数据科学与人工智能等成为各方竞争的新焦点。我国也正处于大力推动新信息产业和人工智能发展研究的重要节点^[1]。与此同时,随着人们生活质量的不断提高,对智能家居的需求不仅是生活舒适性的需求,更重要的是智能家居的安全可靠。因此,智能家居中安全监测是值得关注的热点问题。智能家居是建立在无线传感器网络的基础上^[2],在家居内相应位置部署相应

功能的传感器节点,节点将采集的数据通过汇聚节点传输至控制中心进行处理,最终实现全方位的信息交互^[3]。

尽管智能家居可以给我们带来很多好处,但是家居内的安全不容忽视。火灾报警系统的可靠性一直是困扰人们的重大问题,误报造成人们对火灾报警的麻痹;漏报将失去火灾报警系统应有的作用,使火灾不能在未造成较大灾害前及时扑灭。传统的火灾监测系统采用单一传感器,主要根据简单的阈值和趋势算法,很容易产生误报,烟雾传感器会把水蒸气或生活烟雾认为是火灾信号,温度传感器把电热电器的热量误报为火灾信

收稿日期: 2017-08-19

基金项目: 福建省教育厅中青年科技类项目(JAT160573)

作者简介: 苏国栋(1989-),男,汉族,福建泉州人,福建师范大学福清分校助教,硕士,主要从事无线传感网络、物联网技术方向研究,E-mail:693826334@qq.com.

号^[4]。

为了提高火灾报警系统的可靠性,人们努力提高现有探测器的精度,在研发新的火灾探测器同时,对于火灾信号处理也进行了充分研究。文中提出了基于 CC2530 的无线传感自组织网络进行数据采集,以实现火灾监测预警。温度和烟雾是火灾监测的两个重要衡量指标。本系统通过在监测区域内部署设备,并利用终端节点实现数据采集,发送至协调器节点进行数据协议转换,最后传输至火灾监测平台。

1 系统概述

监测系统主要由终端节点、协调器节点和上位机系统三个部分构成。首先,通过在家居环境内部署温度和烟雾传感器节点,以进行监测区域的温度和烟雾数据采集,采集后的数据经过预处理算法后,通过 ZigBee 网络协议将数据无线传输至协调器节点。一方面,协调器节点负责接收网内终端节点发送的数据,并完成数据协议转换成帧后,通过串口传送至上位机并进行可视化;另一方面,上位机也可以主动发出命令,实时查询终端节点状态,实施操作,实现人机交互,如果有异常发生时,能够实时预警。本系统的框架如图 1 所示。

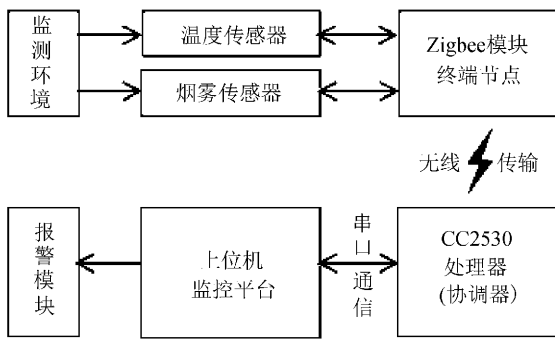


图 1 系统的框架设计

2 系统硬件设计

本系统中家居安全监测模块主要由协调器节点和传感器终端节点组成。其中,节点硬件主要由以 TI 公司的 CC2530F256 芯片为核心的核心板和 ZigBee 底板构成^[5]。该芯片是一块高性能、低功耗的 8051 微控制器,并集成了无线电模块,支持 Z-stack 协议栈,兼容 IEEE802.15.4 标准^[6],主要负责节点数据的发送与接收,是实现本系统

的关键单元,其内核无线射频模块如图 2 所示。

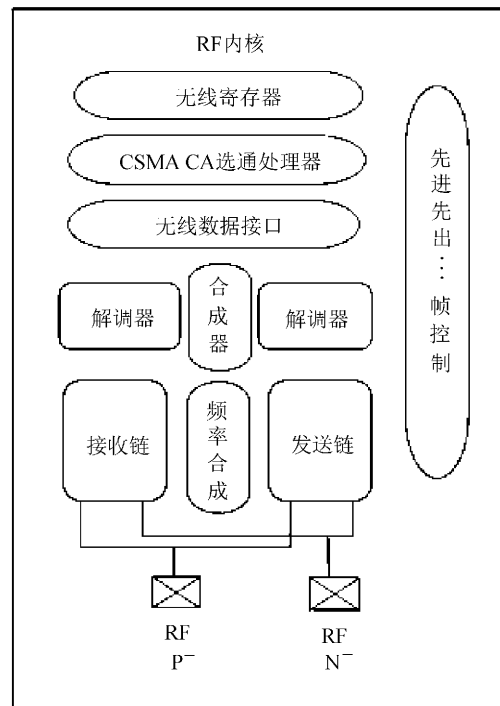


图 2 无线射频模块

同时,CC2530 提供了丰富的硬件资源:可重用 GPIO、AD 转换、MAC 定时器、256 K 的 FLASH 存储器、8 K 的 SRAM 等。针对节点功能不同,与之对应的硬件电路也不同,分别进行设计。

2.1 传感器终端节点设计

传感器终端节点主要承担着火灾监测区域内环境参数的采集,并实现多数据信息交互,其硬件结构如图 3 所示。

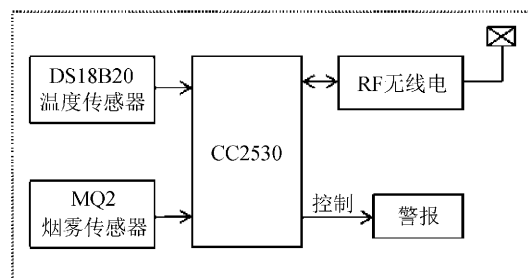


图 3 传感器终端节点结构框图

而温度和烟雾浓度是智能家居中火灾监测的主要指标。因此,本系统中部署了温度传感器模块和烟雾传感器模块。温度测量采用 DS18B20

传感器,提供可编程的分辨率设置,实现高精度的测温,测量范围: $-55 \sim 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$,在 $-10 \sim +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时精度为 $\pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。烟雾测量采用 MQ2 气敏式烟雾传感器,其对液化气、甲烷和烟雾等灵敏度高。当气体影响超过设定阈值时,模块数字接口 D0 输出低电平,模拟接口 A0 输出的电压会随着气体的影响慢慢增大,很适合火灾监测系统中的低成本传感器。当监测区域环境发生变化时,通过实时测量区域内温度和烟雾浓度的情况,采用定时发送数据和阈值触发并存的机制,将采集的数据发送至协调器,最终通过上位机显示预警。

2.2 协调器节点设计

协调器节点主要负责无线网络组织建立,接收传感器终端节点采集的数据,并在协调器上进行数据协议转换;并且它还承担着与终端节点、上位机监控平台的数据交互传输和控制,如图 4 所示。

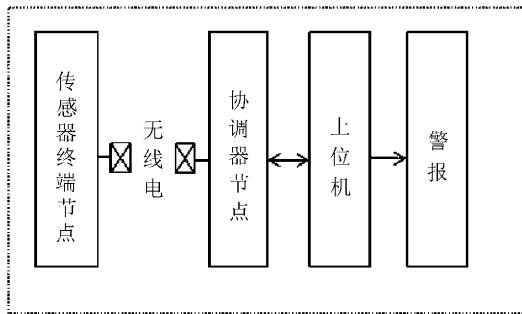


图 4 协调器节点结构框图

协调器节点承担着 ZigBee 无线网络的自组织,负责启动和配置网络以及不同数据协议帧格式的转换,从而构建上位机和下位机的通信桥梁,起到路由器的作用。

3 软件设计与开发

3.1 ZigBee 网络协议

协议体系主要由物理层和 MAC 层、网络层和应用层组成,层与层之间相对独立,并且层与层之间通过服务接入点通信。服务接入点是当前层位上一层提供服务的接口,主要包括提供实体数据传输的数据服务接口和提供管理数据、配置参数等的管理服务接口。文中用的是半开源的 Z-stack 协议栈,是基于 CC2530F2563 芯片的 ZigBee 网络协议的解决方案^[7]。

主要内容和功能描述见表 1。

表 1 Z-stack 协议栈

Z-stack 协议栈	功能
HAL	硬件驱动层
OSAL	协议栈的操作系统
Profile	AF 层处理函数
ZDO	设备对象层、描述信息等
ZMac	MAC 层参数、处理函数
Zmain	入口函数、初始化配置
Security&services	安全和服务处理函数,加密

3.2 终端节点软件设计

终端节点运行的主程序流程如图 5 所示。

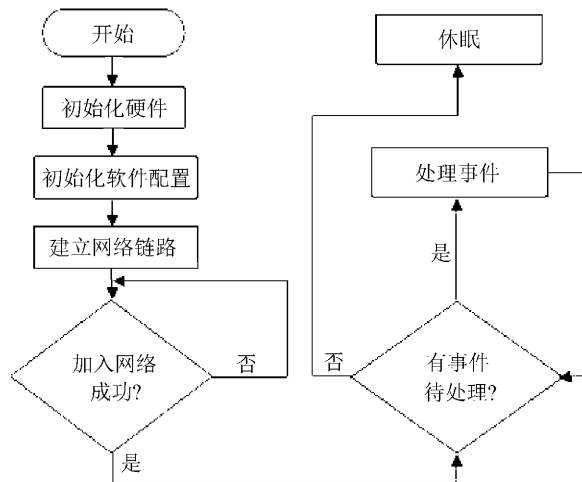


图 5 终端节点主流程图

终端节点上电后,先对硬件和软件配置进行初始化,确认自己是否加入到那个网络中。终端节点主要是用来采集数据,并发送到协调器,同时可以接收协调器发来的信号,例如,传感器的关闭或是启动、对采集时间的调整等。每 2 s 进行一次轮询,每 30 s 对数据采集一次,没有采集数据的时候开启休眠状态,以节省节点的能量消耗,并使电池使用时间延长。

终端节点中的微处理器对传感器采集的数据进行预处理,预处理后的数据通过无线传输发送到协调器做进一步的融合。终端节点数据预处理的软件程序如图 6 所示。

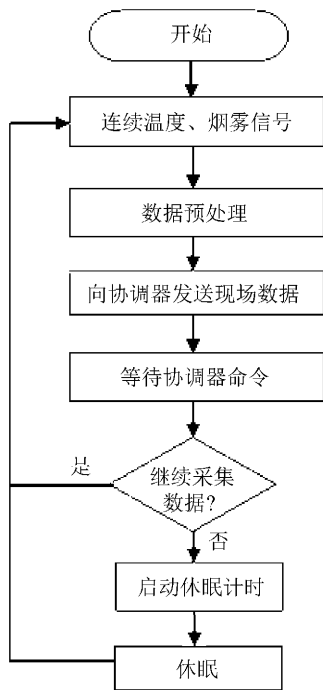


图 6 终端节点数据处理软件流程图

终端节点需要对温度、烟雾信号采集时, 结束

休眠模式并开始对数据进行采集, 采集后的数据向协调器发送, 同时等待协调器的命令, 如果协调器发送继续采集命令时, 节点继续采集温度、烟雾等信号, 再进行数据预处理, 然后发送到协调器并等待协调器命令。如果协调器发送暂停采集命令, 那么节点进入休眠计时, 然后进入休眠模式。

3.3 协调器软件设计

协调器节点上运行的主程序流程如图 7 所示。

协调器上电后, 首先对硬件和软件配置进行初始化和建立网络: 协调器通过扫描空信道建立新的网络。具体是将协调器从当前频道开始扫描信道, 开始发送 BEACON-REQ 帧, 如果该信道被另外一个协调器占用, 就会收到 BEACON-REQ 帧。该协调器重复该操作方法扫描下一个信道, 直到没有接收到 BEACON-REQ 帧, 就说明该信道是空的, 此时, 协调器开始选择随机的网络 ID 并侦听该信道, 网络建立成功。节点加入时, 获得一个协调器分配的网络地址; 没有节点加入时就继续处理事件, 协调器处于不休眠状态, 会一直属于工作状态。

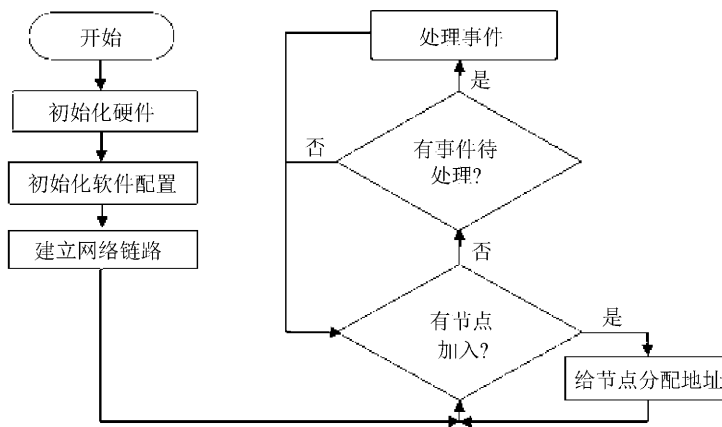


图 7 协调器程序流程图

3.4 上位机软件设计

本系统中火灾监测平台是基于微软公司推出的 VS2010 的开发环境, 是一个可视化的 Windows 应用程序^[8]。VS2010 版本的开发环境界面比较清楚了, 具有调试、数据库和高级开发工具, 有利于用户建立合适的应用程序。VS 2010 支持 C#、C++ 等程序语言, 可以快速实现相应的功能, 切实提高程序员开发效率。

本系统中火灾监测平台实现终端节点参数数值以及相应危险等级的实时显示, 无火灾时显示蓝色标志, 有火灾时显示醒目红色的标志, 界面还设计了系统设置, 包含串口选择和操作提示等。系统对温度和烟雾浓度两种火灾参量进行综合判定, 如果超过一定数值, 火灾危险等级就显示红色危险状态, 发出火灾报警信号。本系统火灾监测系统平台如图 8 所示。



图 8 火灾监测系统平台

4 软件设计与开发

为了对系统的有效性和可靠性进行验证,下面对系统进行测试。

4.1 有效性测试

在小范围内模拟家居环境,无论火灾是否发

生,火灾监测信息都会在上位机监控软件显示结果。当家居内没有火灾发生时,上位机显示的结果如图 9 所示。

当模拟的家居环境中发生火灾,将本系统部署在火灾发生的合适位置中监测,监测到火灾信息在上位机的显示结果如图 10 所示。



图 9 无火灾发生时的监控结果



图 10 有火灾发生时的监控结果

测试结果显示,系统可以对家居的火灾进行监测,同时主处理器向报警系统发送信号,报警系统发出报警信号,说明系统的各个模块都正常工作,可以准确地进行火灾监测并及时报警。

4.2 可靠性测试

为了验证火灾监测系统的可靠性。对模拟的家居环境中有无火灾模式进行多次测试(测试组数为100组),观察火灾监测系统结果显示情况和报警情况,监测结果见表2。

表2 实际监测结果

火灾模式	组数	实际监测结果
有火	50	有火
无火	50	无火

测试结果表明,系统运行模糊逻辑的数据融合方法的有效性,可以提高火灾监测的稳定性和可靠性。

5 结 语

智能家居安全监测是未来智能生活不可或缺的部分。文中对智能家居的安全监测系统进行了设计,系统的硬件设计包含基于CC2530核心板的协调器节点和终端节点,以及温度和烟雾传感器,并给出各模块的程序流程图。通过开发上位机火灾监测平台,实现下位机与上位机的火灾监测的实时结果显示。最后通过对火灾监测系统的测试结果表明,本系统能够正常运行,具有可靠性。然而,要完成完整的安全监测体系,还有很多工作要

改进和完善,特别是无线传感网络中存在数据冗余量大、能耗高等问题;另外,基于手机端的智能安全监测平台也将是我们下一步的工作之一。

参考文献:

- [1] 国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].(2017-07-21)[2017-08-19]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146392/c5736751/content.html>. 2017, 07.
- [2] 李蕾,方明科,黄威.基于智能家居环境的无线传感器网络结构研究[J].信阳师范学院学报:自然科学版,2013(4):616-619.
- [3] 邓昀,李朝庆,程小辉.基于物联网的智能家居远程无线监控系统设计[J].计算机应用,2017,37(1):159-165.
- [4] 晁海鸥,吴丹.住宅火灾报警与智能家居同步发展的趋势[J].消防科学与技术,2011(12):1160-1162.
- [5] Anon. CC2530 Development Kit User's Guide[EB/OL]. [2017-08-19]. <http://www.ti.com/cn/lit/ug/swru208b/swru208b.pdf>.
- [6] IEEEstd.802.15.4-2006:低速率无线个人区域网络(LR-WPAN)的无线媒体访问控制(MAC)和物理层(PHY)规范[EB/OL].[2017-08-19]. <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>.
- [7] 邵晓琳.ZStack协议栈研究及应用开发[D].北京:北方工业大学,2015.
- [8] Donis Marshall. VISUAL STUDIO 2010 并行编程从入门到精通(微软技术丛书)[M].北京:清华大学出版社,2013.