

文章编号:1674-2869(2015)07-0065-06

无线传感网与通用分组无线业务的监控系统设计

冯陈伟

厦门理工学院光电与通信工程学院,福建 厦门 361024

摘 要:随着我国经济与社会的快速发展,家居环境与安全引起广大人民群众的广泛关注.为了解决目前家居监控系统的不足,设计一种基于无线传感网(WSN)和通用分组无线业务(GPRS)的智能家居远程监控系统.该系统采用 TI 公司的 CC2530 芯片及相应传感器构建 WSN 家庭局域网,将采集到的光照强度、温湿度、烟雾报警等信息,通过 GPRS 网络与因特网实现数据的远程传输,最后在上位机进行监控.通过上位机可以查看当前环境状态,并保存历史数据,同时还可以进行自动报警.给出系统硬件原理及软件实现方法,包括节点设计、网络组建流程、数据传输功能、上位机软件设计等.实验结果表明该系统性能稳定、容易扩展、上位机界面清晰友好.

关键词:无线传感网; ZigBee 技术; 通用分组无线业务技术; 远程监控; CC2530 芯片

中图分类号: TP391

文献标识码: A

doi: 10. 3969/j. issn. 1674-2869. 2015. 07. 014

0 引 言

随着我国国民经济与社会的迅猛发展,环境与安全问题越来越被关注.传统的监控系统以有线传输方式为主,但随着 WSN 和因特网技术的发展,越来越多的人将智能家居监控信息通过网络传送到家庭之外的远程终端监控系统上^[1].因此,利用 WSN 和 GPRS 网络,并结合上位机设计出了一套完整的智能家居无线监控系统.该系统利用 ZigBee 技术构建了家庭 WSN 网络,完成对家居环境各种检测信号的收集,包括光照强度、温湿度、烟雾报警等信息,并且通过 GPRS DTU 将现场监控数据传送到远程监控端,以实现家居环境安全的实时监控.实验测试结果说明,系统性能稳定、能耗小、成本低、容易扩展,有较好的实际应用前景.

1 硬件设计

基于 ZigBee 技术组成的家居系统属于一种家庭 WSN 网络,包括协调器和终端节点、GPRS DTU、上位机等^[2],系统设计如图 1 所示.连接有传感器的 ZigBee 终端节点分布在需要监测不同区域,用来收集环境信息.协调器节点通过与终端节点建立的 WSN 网络,收集来自各终端节点的数据后,通过 RS232 接口发送至 GPRS DTU.之后, GPRS DTU 将从协调器接收到的数据封装成帧,经 GPRS

与因特网传输至远程上位机,在上位机进行数据管理与监控.

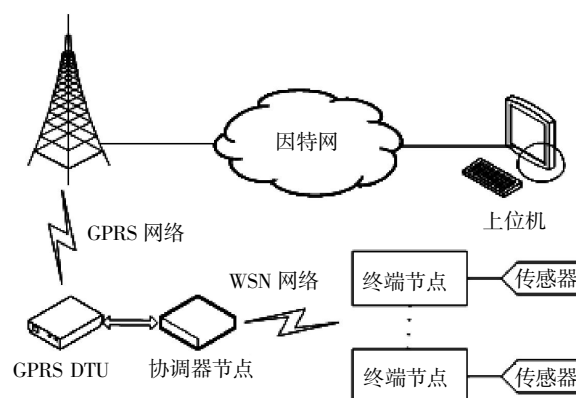


图 1 系统总体设计图

Fig.1 Overall system design

WSN 网络中的节点主要是协调器节点和终端节点^[3].协调器节点的工作主要是创建 WSN 网络、收集终端节点数据、通过 GPRS DTU 发送到因特网.协调器节点和终端节点具有同样的硬件结构,它们的功能是利用软件来实现和区分的.

1.1 协调器硬件设计

协调器主要工作是建立 WSN 网络,接受其他节点的加入,并收集所有节点的数据.本设计中的节点均采用 TI 公司的 CC2530 模块,它工作在 2.4 GHz 频段,模块集成有射频、8051 内核、A/D 变换、定时器等,因此以 CC2530 为核心的硬件电路

收稿日期:2015-06-19

基金项目:福建省中青年教育科研项目 A 类(JA14233);国家自然科学基金(61202013)

作者简介:冯陈伟(1981-),男,福建宁德人,讲师,博士研究生.研究方向:无线传感网.

只需少量外围元器件配合就能实现收发功能^[4], CC2530 典型应用电路如图 2 所示. 此外, 协调器通过 RS232 与 GPRS DTU 连接, 利用 AT 指令进行控

制, 通过 GPRS 网络接入因特网, 将 WSN 网络的监控信息以数据包方式传送到远程监控端.

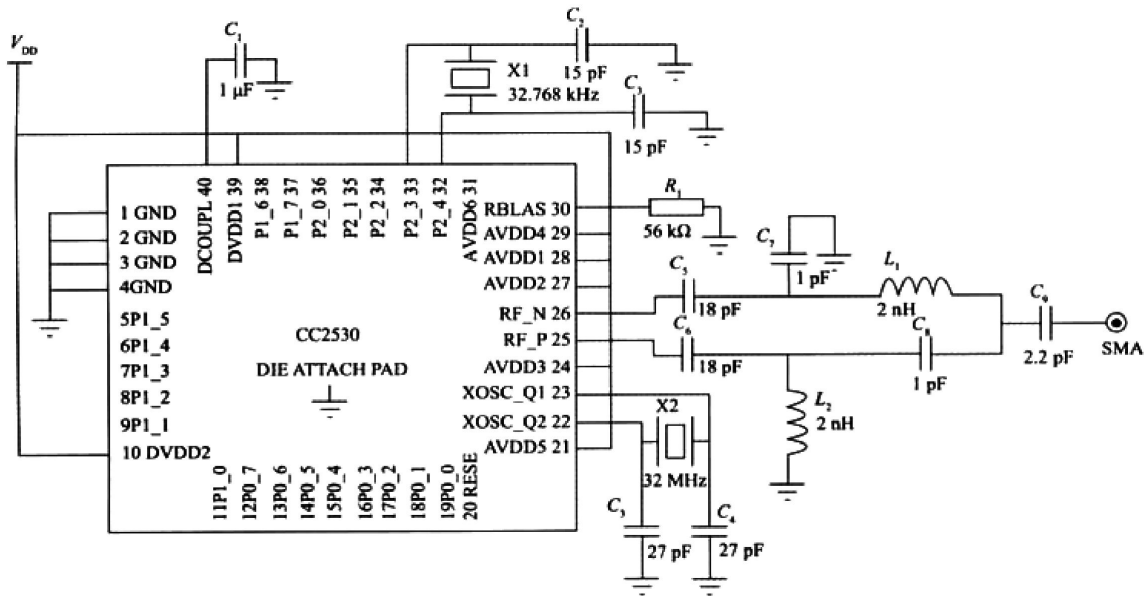


图 2 CC2530 应用电路

Fig.2 CC2530 applied circuit

1.2 终端节点硬件设计

终端节点主要由以下几个模块构成的: 传感器、处理器、通信、电源. 由于 CC2530 芯片集成了处理器和通信模块从而简化外围电路, 因此终端节点的设计主要就是传感器模块的设计^[5]. 本设计使用三种常见的传感器, 实现对室内光照强度、温湿度及烟雾信息的检测.

1.2.1 光照检测电路 光照检测电路的作用是判断亮度, 主要是通过检测光敏电阻输出信号的强度来实现的. 按照图 3 所示的电路图连接硬件后, 要对该电路进行校准. 光敏电阻的灵敏度可以通过调节电位器 R1 进行改变, 即设置一个亮度门限值, 当亮度较低时发出告警.

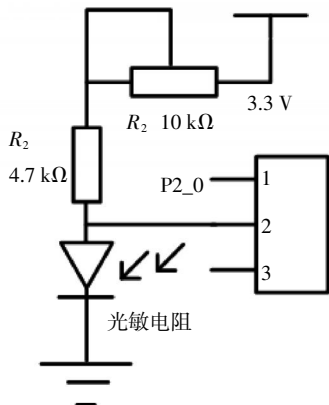


图 3 光敏传感器电路

Fig.3 Light sensors circuit

1.2.2 温湿度检测电路 温湿度检测电路的作用是判断环境的温湿度情况, 主要器件是 DHT11 数字温湿度传感器. 它是一款有已校准数字信号输出的温湿度传感器, 单线串行接口, 利用一个输出接口就可以同时对温湿度进行测量. 基于 DHT11 的温湿度检测电路如图 4 所示, 需要注意的是空脚在接线时须悬空.

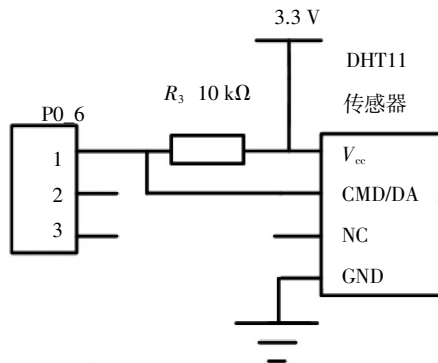


图 4 温湿度传感器电路

Fig.4 Temperature and humidity sensor circuit

1.2.3 烟雾检测电路 烟雾检测电路利用 MQ-2 烟雾传感器检测易燃气体以及烟雾等情况. 根据实际环境, 需要对该电路进行校准. 方法如下: 将烟雾检测电路置于纯净环境, 预热约两分钟后, 调节电位器 R4 改变其灵敏度, 使 4~6 脚电压值在 0.3~1V 之间. 经实验测得校准后 R4 约为 2.5 kΩ. 硬件电路如图 5 所示.

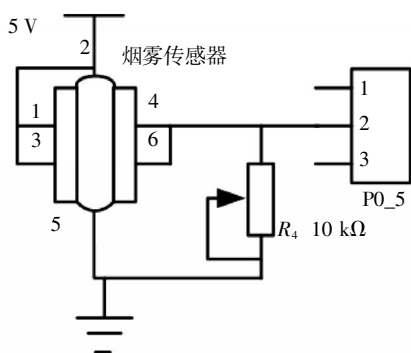


图 5 烟雾传感器电路
Fig.5 Smoke sensor circuit

1.3 GPRS 无线网络模块设计

由于 WSN 是短距离通信网络,当用户离开覆盖网络时就无法获取数据.因此,家庭网络必须与外界网络进行连接才能实现远程监控,从而方便地获取家居状态信息.在本系统中选用 LQ1000 GPRS DTU,通过 RS232 与 ZigBee 协调器连接,从而实现远程的数据传输.

LQ1000 GPRS DTU 是一种实现串口设备数据通过无线网络透传到远程上位机软件的设备,内置了工业级 GPRS 无线模块,提供 RS232 接口,可对波特率、数据位、校验位等信息进行设置.内部集成了 TCP/IP 协议栈,设置好数据中心的 IP 地址、端口号后,就可以将串口数据透明地进行传输,即将串口的原始数据转换成 TCP/IP 数据包,经过 GPRS 网络传输至因特网,进而传送到监控器上^[6].

1.4 电源模块

电源模块主要为网络中的协调器和终端节点提供电源,它们需要 2~3.6 V 的直流电压.因此,终端节点可以采用两节 AA 电池供电,协调器工作频率高,能量消耗大,因此协调器可采用锂电池供电.

2 系统软件设计

2.1 协调器软件设计

ZigBee 节点软件是基于 TI 公司的 Z-Stack 协议栈,在 IAR 开发环境下使用 C 语言进行编译和调试,从而实现对协调器、终端节点的控制.

硬件模块上电后程序进行相应的初始化,协调器选择一个适当的信道创建网络,其他终端节点通过主动扫描发现并加入已创建的网络.成功组网后,协调器就可以开始收集 WSN 网络中所有终端节点发送的数据,接着利用 AT 指令完成 GPRS DTU 设置和连接网络,经过 GPRS 网络和因特网,将数据传输至上位机^[7].协调器节点的控制流程如图 6 所示.

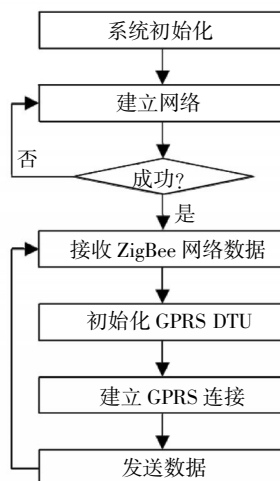


图 6 协调器功能流程
Fig.6 Coordinator function flowchart

2.2 终端节点软件设计

终端节点初始化后,通过主动扫描发现并加入网络.得到协调器许可后,终端节点便启动定时,同时进入待机模式,这样做主要考虑到家居环境变化缓慢,为了减少节点能量消耗,因此将节点设置为定时采集发送方式,当节点发送数据结束后再次进入待机模式^[8].终端节点控制流程如图 7 所示.

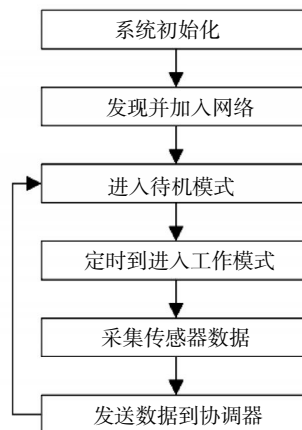


图 7 终端节点功能流程
Fig.7 Terminal function flowchart

2.3 上位机软件设计

上位机数据接收程序采用基于 Socket 技术的 VB 6.0 进行编写,通过监听服务器端口接受连接请求,将接收数据帧解析后进行处理.上位机显示信息包括光照强度、温湿度、烟雾报警等.通过上位机中的节点空间分布图,可以清楚了解各节点的位置及当前环境信息.节点图标形象地标记了节点的名称及位置,当出现报警信息时,主界面以及空间分布图界面会弹出警报图标,从而提示用户^[9].同时软件还具有存储功能,可以通过查看历史数据观测家居环境变化.上位机软件界面如图 8 所示,此

时显示出家居环境的各种状态信息,并告警存在安全隐患.根据以上要求,上位机软件功能具体如下.

2.3.1 数据监测 各传感器的数据(光照强度、温湿度、烟雾报警等信息)能够实时显示在监测端的 PC 屏幕上.数据实时监测,并根据所设置的时间记录全部数据,保存有各传感器节点的状态、报警

纪录等信息.

2.3.2 报警 本系统有自动报警功能,方便监测端及时发现火灾隐患等异常情况.

2.3.3 数据存储 采用通用的 Access 数据库,将实时数据按要求存入数据库中,用户可从数据库中查询历史数据,并可以根据需要进行数据备份^[10].



图 8 上位机程序界面

Fig.8 PC program interface

3 实验

为测试系统的数据传输能力以及稳定性,通过传输一个 8 字符长度的数据进行性能的检测.由于系统中 GPRS 网络的传输性能取决于运营商,因此测试主要以协调器与终端节点之间的传输条件为前提进行实验.经过多次实验得出相关测试结果,如表 1 和表 2 所示.

通过一般室内环境进行测试,分析数据后可以发现,当协调器与终端节点在无障碍物的近距离范围内(12 m),数据没有丢失,且准确率高,更新速度快,但是在 20 m 以上出现了较大的数据丢失情况;当存在门或墙等障碍物时,在 3 m 范围以内均可以正常通信,且准确率高,更新速度快.因此,在一般的家居环境下,将协调器放置于终端节点之间的适当位置,可以实现无线采集环境信息的功能,能够满足一般家居环境的监控需求,满足工程设计要求.

表 1 无障碍物测试结果

Table 1 Testing results without obstacle

通信距离 d/m	数据丢失情况	准确度	更新速度
$d < 12$	无字符丢失	高	正常
$12 < d < 17$	偶尔丢失 1 个字符	高	正常
$17 < d < 20$	经常丢失字符	较高	较慢
$d > 20$	无接收数据	无	无更新

表 2 有障碍物测试结果

Table 2 Testing results with obstacle

障碍物厚度/cm	通信距离 d/m	数据丢失情况	准确度	更新速度
5(门)	$d < 5$	无字符丢失	高	正常
	$5 < d < 6$	偶尔丢失 1 个字符	高	正常
	$6 < d < 7$	经常丢失字符	较高	较慢
	$d > 7$	无接收数据	无	无更新
25(墙)	$d < 3$	无字符丢失	高	正常
	$3 < d < 3.5$	偶尔丢失 1 个字符	高	正常
	$3.5 < d < 4$	经常丢失字符	较高	较慢
	$d > 4$	无接收数据	无	无更新

4 结 语

利用 WSN、GPRS 等优势,设计基于 WSN 与 GPRS 技术的智能家居监控系统.该系统利用 WSN 的无线特性进行家居信息的采集,通过 GPRS 将 WSN 网络接入因特网,数据信息通过远程端上位机软件程序进行显示与存储,实现监控数据的远程传输.该系统工作稳定、能耗小、成本低、易扩展,可广泛应用在其他类似的监控场合.

致 谢

衷心感谢福建省教育厅及厦门理工学院提供的资金资助,以及光电与通信工程学院所有老师的支持!

参考文献:

- [1] 尤洋,文小玲,邹艳华.一种无线温度监控系统的设计与实现[J].武汉工程大学学报,2015,37(1):30-34.
YOU Yang, WEN Xiao-ling, ZOU Yan-hua. Design of wireless temperature monitoring system based on ZigBee[J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2015, 37(1):30-34.(in Chinese)
- [2] 张开风,胡艳军,许耀华,等.WSN与GPRS结合的远程图像等数据采集系统设计[J].安徽大学学报:自然科学版,2011,35(4):53-59.
ZHANG Kai-feng, HU Yan-jun, XU Yao-hua, et al. Design of remote image and other data collection system based on wireless sensor network and GPRS[J]. Journal of Anhui University: Natural Science Edition, 2011, 35(4): 53-59. (in Chinese)
- [3] 钟永锋,刘永俊.ZigBee无线传感器网络[M].北京:北京邮电大学出版社,2011.
ZHONG Yong-feng, LIU Yong-jun. ZigBee wireless sensor network[M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2011. (in Chinese)
- [4] 龚文超,吴猛猛,刘双双.基于CC2530的无线监控系统设计与实现[J].电子测量技术,2012,35(6):33-36.
GONG Wen-chao, WU Mengmeng, LIU Shuang-shuang. The design and realization of wireless monitoring system based on CC2530 [J]. Electronic Measure-
ment Technology, 2012, 35(6): 33-36. (in Chinese)
- [5] 纪志仁,冯陈伟,陈丽莲.基于ZigBee的智能监控系统的设计[J].中国新通信,2013,15(14):70-71.
JI Zhi-ren, FENG Chen-wei, CHEN Li-lian. The Design of intelligent monitoring system based on ZigBee [J]. China New Telecommunications, 2013, 15(14): 70-71. (in Chinese)
- [6] 陈立定,温略钦,章梁斌.基于ZIGBEE和GPRS的PLC远程环境监测系统设计与实现[J].计算技术与自动化,2012,31(3):51-54.
CHEN Li-ding, WEN Lue-qin, ZHANG Liang-bin. Design of PLC remote environmental monitoring system based on ZigBee and GPRS[J]. Computing Technology and Automation, 2012, 31(3): 51-54. (in Chinese)
- [7] 陈振华,陈小燕,刘星毅.基于Zigbee技术的滨海电站温排水监测系统的设计与实现[J].计算机测量与控制,2013,21(9):2400-2402.
CHEN Zhen-hua, CHEN Xiao-yan, LIU Xing-yi. A temperature monitoring system for warm water discharge from coastal power plant based on ZigBee and GPRS Networking [J]. Computer Measurement & Control, 2013, 21(9): 2400-2402. (in Chinese)
- [8] 童英华.基于Z-Stack的无线温湿度采集系统[J].现代电子技术,2013,35(23):115-117.
TONG Ying-hua. A wireless temperature and humidity collection system based on Z-Stack [J]. Modern Electronics Technique, 2013, 35(23): 115-117. (in Chinese)
- [9] 宋冬,廖杰,陈星,等.基于ZigBee和GPRS的智能家居系统设计[J].计算机工程,2012,38(23):243-246.
SONG Dong, LIAO Jie, CHEN Xing, et al. Design of smart home system based on ZigBee and GPRS [J]. Computer Engineering, 2012, 38 (23): 243-246. (in Chinese)
- [10] 陈萍,高腾,刘兆峰,等.基于GPRS的热力管网监测软件设计[J].山东建筑大学学报,2011,26(4):403-406.
CHEN Ping, GAO Teng, LIU Zhao-feng, et al. The design of thermal pipe monitoring software based on GPRS [J]. Journal of Shandong Jianzhu University, 2011, 26(4): 403-406. (in Chinese)

Design of monitoring system based on wireless sensor network and general packet radio service

FENG Chen-wei

School of Opto-electronic and Communication Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China

Abstract: With the quick development of our country's economy and society, the home environment and security attracts wide attention of the masses. To settle the current lack of home monitoring system, a smart home remote monitoring system based on wireless sensor network (WSN) and general packet radio service (GPRS) was designed. The system uses CC2530 chip produced by TI and corresponding sensors to build the WSN home area network, then the data collected such as light intensity, temperature, humidity, smoke alarms are sent remotely through GPRS and Internet network, monitored by PC finally. The current state of the environment can be viewed by PC and then be preserved; meanwhile automatic alarm also can be achieved. The principle of the system hardware and the implementation methods of the software are introduced, including the node designing, networking forming process, data transmission capabilities, PC software design. The actual test results show that the system is reliable and easy to expand with friendly software interface.

Keywords: wireless sensor network; ZigBee technology; general packet radio service technology; remote monitoring; CC2530 chip

本文编辑:陈小平