

基于 ZigBee 的智能家居远程监控系统的设计与实现

吴培亚¹, 王 钢²

(1. 内蒙古工业大学 信息学院, 内蒙古 呼和浩特 010051;

2. 内蒙古工业大学 网络中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要: 根据智能家居系统的特点和发展现状, 采用 ZigBee 技术和嵌入式 Internet 技术组建家庭网络并建立家庭网关。分别介绍了两部分的设计思路、技术特点、硬件选型和软件设计。实现并验证了该系统的远程监控功能, 指出其应用前景。

关键词: 智能家居; ZigBee 协议; JN5139; 家庭网关; BOA 服务器

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)08-0048-03

Design and implement of smart home telesupervisory control system based on ZigBee

Wu Peiya¹, Wang Gang²

(1. College of Information Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Huhhot 010051, China;

2. Network Center, Inner Mongolia University of Technology, Huhhot 010051, China)

Abstract: According to the technical characteristics and present situation of smart home system, this paper adopted ZigBee and embedded Internet technology to establish home networking and residential gateway. Design thoughts, technical characteristics, hardware choice and software design of two parts are the main points of the article. System's functions were implemented and examined, and shows a bright prospect.

Key words: smart home; ZigBee protocol; JN5139; residential gateway; BOA servers

智能家居以住宅为平台, 利用先进的计算机技术、嵌入式技术、传感器技术、网络通信技术以及自动控制技术等, 将家中的各种电子电气设备通过家庭网络连接在一起, 集中远程监控、管理家庭事物, 让家居生活更加舒适、安全、有效。

智能家居属于消费电子、计算机、通信、家电、建筑、网络运营等行业的交叉领域。各行业因为不同的行业背景和发展思路, 制定了各自的标准规范, 选用了不同的技术组合。目前智能家居还处于发展阶段, 各种新概念、新技术、新产品不断出现, 并且尚无规范统一的国内外标准和产品可直接应用^[1]。基于此背景, 本文以 ZigBee 技术的发展为契机, 结合嵌入式 Internet 技术, 研究设计了一套智能家居远程监控系统, 整体设计方案如图 1 所示。家庭网络和家庭网关是整个系统的主干, 如何组建家庭网络和建立家庭网关决定了系统的设计水平和灵活性。

1 组建家庭网络

传统的智能家居系统组建家庭网络多采用总线控制

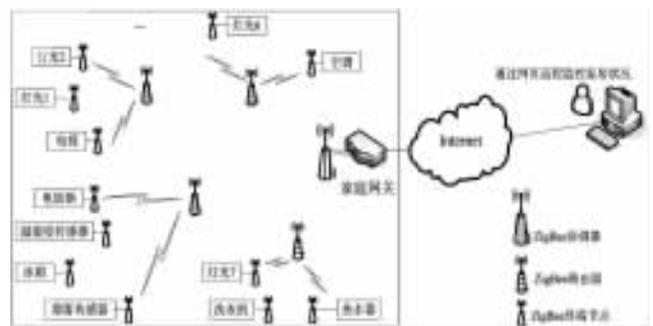


图 1 智能家居远程监控系统整体设计方案

技术, 主要有 X-10、CEBus、LonWorks 和 ApBus 等几种^[2]。由于有线网络存在布线麻烦、可扩展性差等缺点, 将无线通信技术应用于家庭网络已成为势不可挡的趋势。目前比较常用的短距离无线通信技术有 Wi-Fi、Bluetooth、UWB、Z-Wave、ZigBee 等。相对于其他技术, ZigBee 具有网络大容量、低速率、低功耗、较长传输距离、短时延、高安全性、工作频段灵活的特点。

网络与通信 Network and Communication

智能家居家庭网络内灯光、水表、电表、安防报警、家电等组网的电子电气设备数量较多,而网内传送的是控制命令和数字等小容量数据,不需要太大的传输速率,但要求网络容量大、成本低、功耗低。因此使用 ZigBee 技术组建家庭网络是比较理想的选择。

1.1 ZigBee 协议及硬件设备

ZigBee 协议栈构建在 IEEE 802.15.4 标准基础之上,IEEE 802.15.4 标准定义了物理层和 MAC 层。ZigBee 联盟定义了网络层、应用层和安全服务层。ZigBee 规范确定了三种设备: ZigBee 协调器、ZigBee 路由器和 ZigBee 终端设备。每个网络都必须包括一台 ZigBee 协调器。在组网方式上, ZigBee 支持星形结构、树形结构和网状结构三种拓扑形式。

由于众多厂商对 ZigBee 无线技术前景的看好,许多符合 ZigBee 技术标准的通信模块纷纷被研制出来以满足客户对 ZigBee 产品的开发需求,例如 Chipcon 公司的 CC2420、TI 公司收购 Chipcon 公司后推出的 CC2430/CC2431、飞思卡尔的 MC1322x、Jennic 公司的 JN51 系列。本文选用了集成 Jennic 公司 JN5139 芯片的 GAINSJ 节点开发板,该开发板集成了天线、温湿度传感器 SHT10、LED 灯、按键等外部资源。

1.2 拓扑结构和路由协议的选择

通过测试得知该 ZigBee 开发板在室外空旷环境的通信距离为 90 m~100 m,在室内有墙壁等障碍物时的通信距离在 30 m 左右,当有两堵墙阻隔时会出现 2% 左右的丢包率。在一般的家庭环境,通过合理的位置摆放可使 ZigBee 协调器和 ZigBee 终端节点的距离小于 30 m,满足通信要求。为保障系统的健壮可靠,在每个房间的门口增加 ZigBee 路由器,既降低了一跳的通信距离要求,又避免和降低了墙壁等障碍物引起的丢包现象。

ZigBee 网络支持星形结构、树形结构和网状结构三种拓扑形式,如图 2 所示。本文从树形结构和网状结构中选择更适合智能家居系统的拓扑结构。树形结构对应 Cluster-Tree 路由算法,此路由算法较为简单,相当于静态路由,需要硬件配置较低,按照此算法,数据包只能转发给父节点或者子节点。网状结构需要 AODVjr 路由算法,此算法较为复杂,相当于动态路由,需

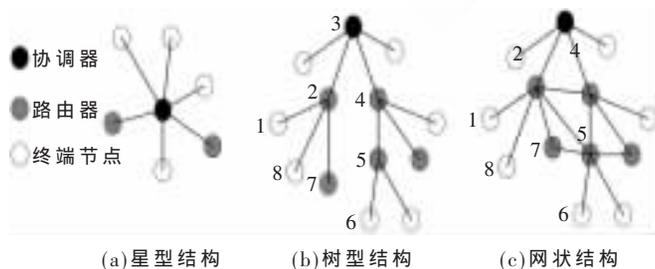


图 2 ZigBee 的三种拓扑形式

要的硬件配置较高,但是节点间通信更为灵活^[3]。而在本文智能家居远程监控系统中,不存在终端节点之间的通信,完全是协调器和终端节点之间的通信,所以选择了树形结构和 Cluster-Tree 路由算法。

1.3 软件设计

GAINSJ 的集成开发环境是 Jennic 提供的 Code::Blocks 版本。Code::Blocks 是一个全功能开放源代码的跨平台 C/C++ 集成开发环境。Jennic 公司在此基础上添加了 JN5139 编译器、JN5139 Flash Programmer、IEEE 802.15.4 Stack Software、ZigBee Stack Software 等组件。

Flash Programmer 工具用来将编译好的代码下载到 GAINSJ 开发板中,在 Code::Blocks 集成开发环境中编写好应用程序代码并编译链接相应的库,生成二进制文件 (*.bin 文件)后,就可以利用 Flash Programmer 通过串口将二进制文件下载到开发板上的 Flash 中^[4]。

家庭网络采用树形拓扑结构,ZigBee 协调器负责发起和维护网络,通过串口接收和处理家庭网关传来的命令;发送命令数据帧给 ZigBee 终端节点,接收和处理 ZigBee 终端节点传送的数据帧,通过串口传送数据给家庭网关。其软件设计流程图如图 3 所示。ZigBee 路由器负责分配管理网络地址和转发数据包。ZigBee 终端节点负责加入网络,接收来自协调器的命令并执行,将执行结果通过数据帧发送给协调器,定期采集处理温湿度,如果数据超标就发送数据帧给协调器,其软件设计流程图如图 4 所示。

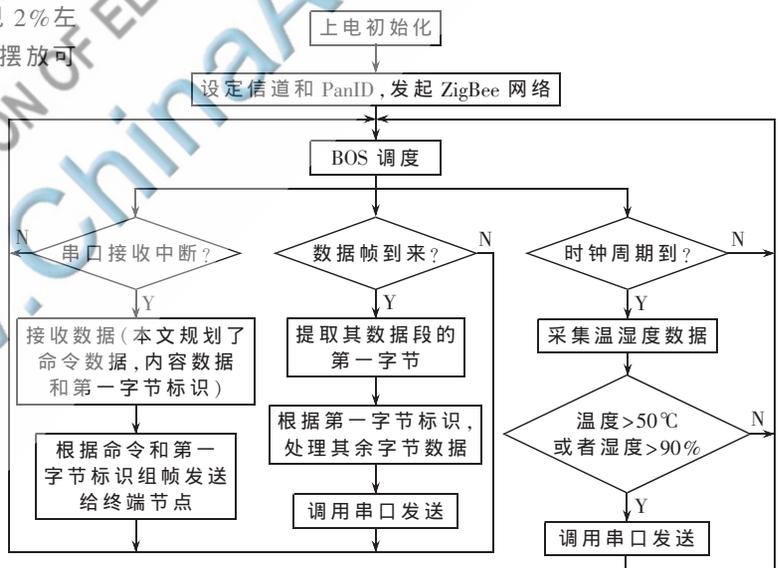


图 3 ZigBee 协调器软件设计流程图

本文选用树形拓扑结构和 Cluster-Tree 路由算法,下面节选了一个在终端节点中调用的发送函数及参数设置来说明如何使用选定的路由算法。

```
(void)afdeDataRequest(
    APS_ADDRMODE_SHORT,          /* 地址类型 */
    0x0000,                       /* 目的地址 */
    WSN_DATA_SINK_ENDPOINT,      /* 目的端口 */
    WSN_DATA_SOURCE_ENDPOINT,    /* 原端口 */
```

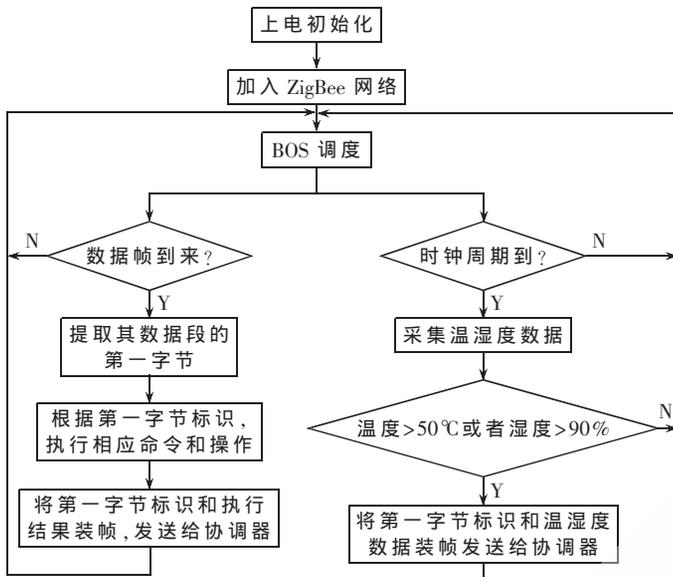


图 4 ZigBee 终端节点软件设计流程图

```

WSN_PROFILE_ID,          /* 描述 ID */
WSN_CID_SENSOR_READINGS, /* 簇 ID */
AF_MSG,                  /* 帧类型 */
1,                        /* 数据包个数 */
asTransaction,          /* 数据包内容 */
APS_TXOPTION_NONE,      /* 发送模式 */
SUPPRESS_ROUTE_DISCOVERY, /* 路由发现模式 */
0                         /* 发送深度 */);

```

这个函数用来向网络层发出数据发送请求。倒数第二个参数是路由发现模式,有三种设置,本文使用 SUPPRESS_ROUTE_DISCOVERY,即如果路由表已经建立,那么数据将使用现有的路由表路由;如果路由表没有建立,那么数据将沿树形路径路由。

2 建立家庭网关

2.1 嵌入式 Internet 技术及硬件设备

家庭网关的作用是使内部 ZigBee 家庭网络和外部 Internet 互联互通。本文采用嵌入式 Internet 技术,建立嵌入式 Web 网站,通过远程访问网页监控 ZigBee 网络内的设备。嵌入式设备具有体积小、功耗低、价格低的优点^[5]。

本文选用 mini2440 开发板做为家庭网关,它以 Samsung 的 S3C2440 处理器为核心,并辅以 SDRAM、Flash 等基本的系统外围设备,还需配备连接 ZigBee 网络协调器的 RS232 接口和以太网网络控制器。

2.2 软件设计

在 mini2440 上进行软件设计的内容和步骤是:(1)搭建交叉编译开发环境,在宿主机上安装 Linux 操作系统,安装 arm-linux-gcc 编译器;(2)在目标板 mini2440 上移植 BOA 服务器,配置 boa.config 文件;(3)在目标板上进行 html 文件和.cgi 文件测试,确保 BOA 服务器正常工作;(4)编写 html 静态网页和 CGI 动态网页,编写 UART 串口通信程序,逻辑结构如图 5 所示。

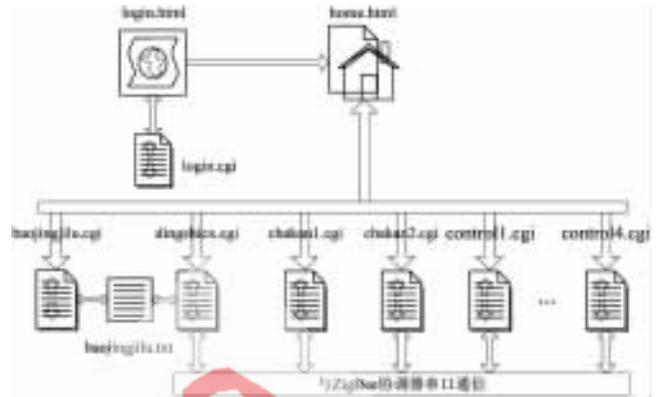


图 5 嵌入式 Web 网站的逻辑结构图

3 结果和展望

mini2440 家庭网关和 ZigBee 协调器通过 RS232 串口线相连,ZigBee 路由器和终端节点摆放在房间的不同位置,mini2440 家庭网关和 PC 机通过网线相连,IP 地址分别为:192.168.1.120 和 192.168.1.230。

在 PC 机上打开浏览器,输入 http://192.168.1.120,即为登录界面,输入用户名、密码,认证成功后,为主界面,如图 6 所示。在家电状态查询栏里点击第一个查看,可获得并显示室 1 的温湿度;点击第二个查看,可获得并显示室 2 的温湿度。在家电状态设置栏里设置家电 1 为开,家电查询栏中对应状态显示 on,同样设置家电 2 为关。第三栏定时查询温湿度,如果超标自动显示在页面,还具有查看报警历史记录的功能。

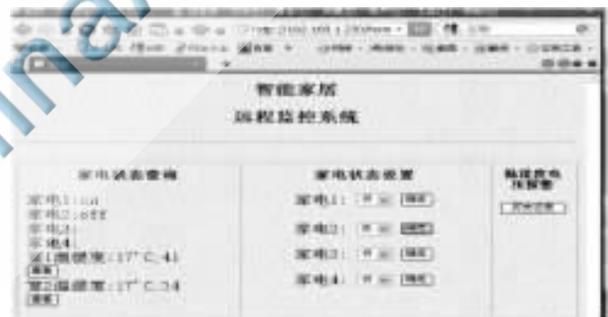


图 6 系统主界面

本文实现了智能家居远程监控系统的主干部分,组建 ZigBee 家庭网络,建立嵌入式 Web 家庭网关,并验证了该系统的各项功能。将 ZigBee 技术及嵌入式 Web 技术应用于智能家居系统具有易于实现和扩展、方便实用、成本低廉的优势。随着该技术在智能家居市场的推广,将有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 童晓渝,房秉毅,张云勇.物联网智能家居发展分析[J].移动通信,2010,34(9):16-20.
- [2] 马季.智能家居远程监控系统的研究与实现[D].青岛:中国海洋大学,2009.
- [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.

- [4] 徐勇军,刘峰,王春芳,等.低速无线个域网实验教程[M].
北京:北京理工大学出版社,2008.
- [5] 宋雅丽,唐晓晟.基于 OSGi 家庭网关和 Web Service 技术

的智能家庭系统[J].计算机应用,2007,27(6):1542-1544.

(收稿日期:2011-12-20)

作者简介:

吴培亚,女,1985年生,硕士,主要研究方向:无线网络通信,嵌入式软件开发。

