

# 基于物联网的智能家居系统的研发

针对现有智能家居的特点和发展趋势,设计了一套基于物联网的智能家居系统,实现了对家居环境参数的实时采集、处理及显示,并对电气设备进行多种方式的控制。且考虑到特殊人群的需求,将语音技术及WebService技术引入到智能家居系统中,实现了语音在线查询服务及本地语音家电控制。经实际测试表明,该系统不仅具有低成本、低功耗、快速组网和不需对现有家居进行任何改装的特点,且功能完善、响应速度快,符合各层次人群家居智能化的需求。

王丽侠 张 湃/唐山学院信息工程系



王丽侠/讲师

随着居民生活水平的提高,人们对家居智能化的需求越来越迫切,智能家居的研究一直是业界的热门课题,早期的智能家居多是基于有线网络,布线复杂、安装成本高<sup>[1-2]</sup>。而物联网的出现为智能家居的发展提供了新的方向,具体表现为利用RFID标签、智能传感器等进行物体识别、信息采集,将家庭环境中各种被控物体组成一个家庭无线局域网,并与各种外网通过网关相连,实现家庭信息的监控、管理和通信。如文献[3]设计了基于ARM的家庭网关和基于ZigBee的家庭网络控制节点组成的智能家居控制系统。文献[4]设计实现了基于物联网的智能家居系统,文中利用ZigBee网络对家居内的环境、设备及人员信息进行采集,再由网关转发至互联网中的服务器,用户通过客户端软件便可以监控智能家居各个子系统的运行状况。构建基于物联网的智能家居系统,系统具有安装方便、成本低和功耗低等

## 关键词/Keywords

智能家居·  
物联网·  
语音技术·  
智能网关·  
Zigbee·

特点。

近年来,语音识别技术的应用已经成为一个具有竞争性的新兴高技术产业,并将进入到社会生活的各个领域。文献[5]设计出了一种基于语音识别和无线传感网的无线语音控制的智能家居系统。本文亦考虑到受教育水平低、盲人等一些特殊群体在智能家居使用中存在的困难,引入了基于云计算的语音技术,这无疑为此特殊用户群体提供了福音。

## 系统的总体架构

本智能家居系统由四部分构成:无线家庭内网、智能网关、语音服务模块及外网。家庭无线网络就是一个由若干个ZigBee终端节点和协调节点组成的无线局域网。家庭智能网关通过串口接收来自协调器的数据并进行显示,同时通过GSM或Internet网络转发给远程用户,远程用户也可发送带有地址信息的控制指令以进行回馈控制<sup>[6]</sup>。语音模块基于嵌入式网关平台,由软件实现,可实现电气设备的本地语音控制和信息的在线语音查询服务。图1为智能家居系统的架构图。

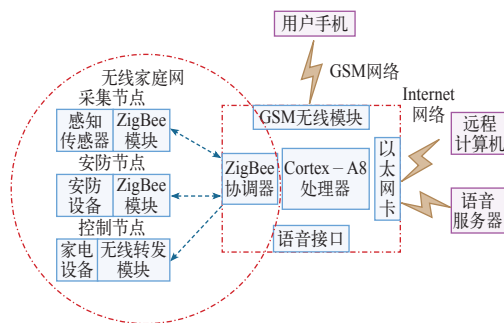


图1 智能家居系统架构

唐山市科技计划项目(12110225b),唐山学院机电一体化重点实验室建设项目(140080310)。

## 系统硬件组成

### 1. 无线家庭内网设计

无线家庭局域网由协调节点、终端节点组成星形网络。本着易开发、低功耗和低成本的原则,协调节点和终端节点的ZigBee模块均采用CC2530射频芯片。

系统采用模块化的结构设计,每个ZigBee终端节点均包括ZigBee模块和控制接口部分。ZigBee模块主要负责射频信号收发,与协调节点进行基于ZigBee网络的数据通信。不同类型终端节点的ZigBee模块电路相同,而不同类型终端节点的控制接口电路却略有区别。本系统采用的ZigBee模块包括JP<sub>1</sub>、JP<sub>2</sub>、JP<sub>3</sub>和JP<sub>4</sub>四个通用接口,其中,JP<sub>1</sub>、JP<sub>2</sub>接口连接CC2530芯片,JP<sub>3</sub>、JP<sub>4</sub>接口连接感知传感器以及安防设备。

为了避免对现有家电设备的改装,降低布线成本,系统在智能网关与家电设备之间加入无线转发模块,其由ZigBee主控模块、红外发射和红外接收模块三部分组成。无线转发模块负责接收由协调节点发送来的ZigBee信号,然后将控制指令转换成相应的红外信号发射出去,以达到控制红外家电设备的目的。因此,无线转发模块具有协议解析、红外信号接收、红外信号发射和数据存储等功能<sup>[7]</sup>。

与终端节点相比,协调节点的外围电路简单,其不包含信息采集电路和家电控制电路。协调器节点在硬件平台上扩展了RS 232串口,用于和家庭智能网关相连。

### 2. 嵌入式网关设计

智能家居网关由嵌入式Web服务器、ZigBee协调器和GSM无线模块三部分组成。ZigBee协调节点亦属于内网的一部分,负责ZigBee网络的组建与管理,与嵌入式核心板通过串口连接;嵌入式Web服务器则负责ZigBee网络与Internet的连接,实现远程用户对家居的智能监控,及通过网络连接到MSP2.0“语音云”服务器,使用其提供的语音在线服务<sup>[8]</sup>。GSM无线模块则负责以短信方式通过GSM网络向远程用户发送报警短信,采用华为

公司的GTM900射频模块<sup>[9]</sup>。

硬件选择上,智能网关采用友善之臂的基于Cortex-A8的Tiny210开发平台,由显示模块、存储模块、总线接口和以太网卡等构成,其出色的运行速率和功率效率通过新的支持并实现了高级泄露控制的Arm Advantage-CE库实现。

## 系统软件设计

### 1. 终端节点软件流程设计

根据节点功能不同,将终端节点分为三类:采集节点、安防节点和控制节点,三者的工作流程不同<sup>[6,10]</sup>。采集节点需定时采集家庭环境数据并发送到协调节点,同时它要监测网络中是否有发给它的查询信息,并接收处理,其工作流程如图2所示。安防节点只需循环监测家庭环境中的非法数据,如红外入侵信号,其程序设计相对简单。安防节点工作流程如图3所示。

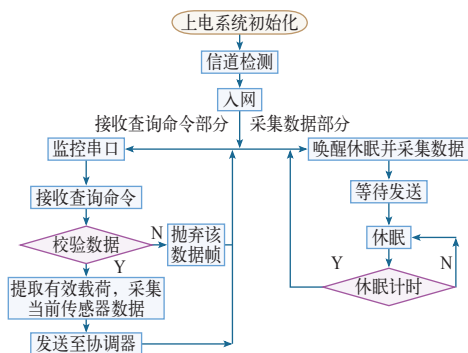


图2 采集节点流程图

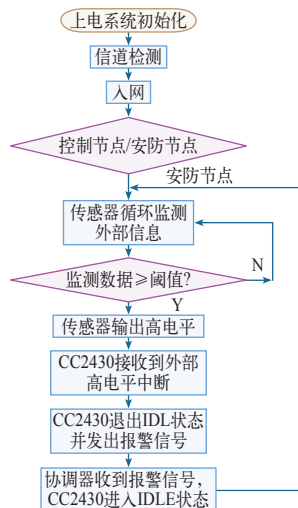


图3 安防节点流程图

控制节点的核心为红外转发模块，其负责接收并解析网关发来的ZigBee信号，并转换为相应的红外信号发射出去<sup>[7]</sup>。流程图如图4所示。

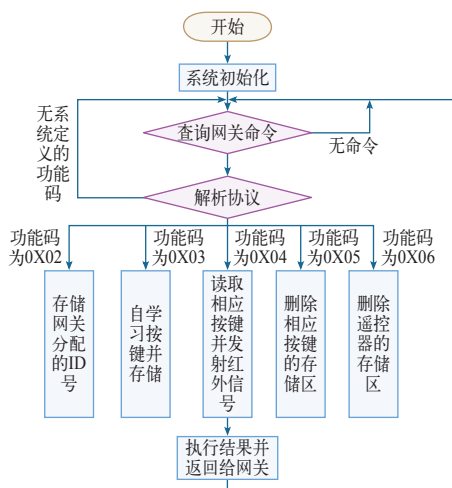


图4 红外转发模块的流程图

## 2. 网关程序设计

智能网关通过串口接收协调节点发来的数据进行处理并显示，并通过RJ45接口连接至Internet将数据进一步发送至远程计算机以网页形式显示，或通过GSM以短信的形式显示；在反方向数据上，网关可通过触摸屏方式控制家庭内网中的电气设备，也可接收来自远程计算机的反馈控制指令，并回送给协调节点。智能网关具有网络接口及协议转换的功能。

远程计算机上通过使用HTML与JavaScript编程实现客户端动态网页。应用Qt/E程序开发技术进行网关GUI界面设计。嵌入式Web服务器则负责ZigBee网络与Internet网络的连接，响应客户端的数据请求，同时通过串口1实现对ZigBee网络的监控。如有异常数据，通过串口2以SMS的形式通过GSM模块发送给远程用户手机。网关软件的程序组成框图如图5所示。

## 3. 语音在线服务软件设计

语音在线查询模块运行于嵌入式网关硬件平台，软件环境为Linux2.6操作系统。语音软件通过麦克风采集输入语音，并通过Internet网络连接至科大讯飞公司的MSP2.0“语音云”服务器。语音服务器通过Internet网络为用户提供开发接口，可

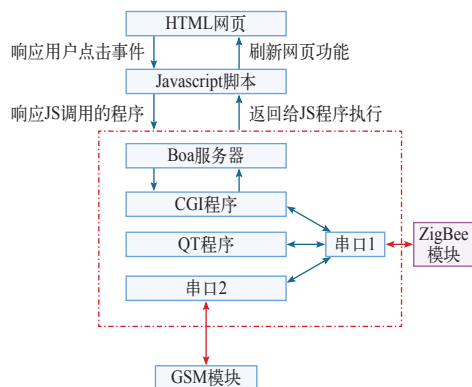


图5 网关软件程序结构图

实现对用户语音信息的高准确度识别，并将识别结果返回给用户语音软件。如需进行各类信息的在线查询，软件则将调用WebService接口函数，连接至查询服务器，如天气预报、列车时刻查询服务器等，最后将查询结果以文本的形式返回给软件，软件再借助语音服务器提供的语音合成服务进行清晰、流畅的播报。如需本地语音控制家电，则将识别结果与识别列表相比较，根据识别结果进行相应家电控制。语音在线查询服务流程图如图6所示。

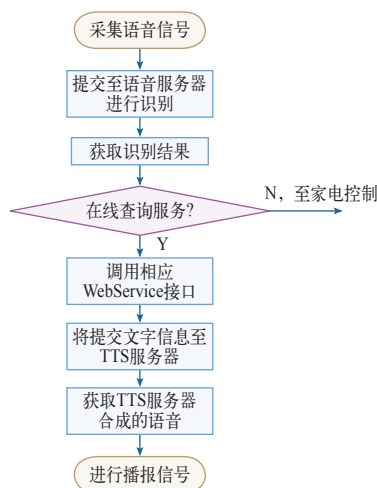


图6 语音在线查询服务流程图

## 应用测试

将该系统应用在普通家居环境下，终端节点负责采集光照、温度、烟雾、湿度和红外入侵等感知信息及电动窗帘、电灯等家电设备的控制，并固定安装在监控位置。用户可通过短信、网关

触摸屏及远程计算机网页多种方式监控家庭环境。  
若在远程计算机浏览器网址栏输入网关服务器的网址，即可以访问到家庭网关的主页，得到实时的家庭环境数据，并对家电进行控制。图7为2014年8月12日当天环境数据查询结果，其中温湿度由曲线图表示。



图7 运行中远程控制界面

在智能网关系统中，将QT监控界面设置为开机启动程序，则用户开机后即可在触摸屏上通过监控界面观测环境数据，发现异常及时控制，如图8所示。

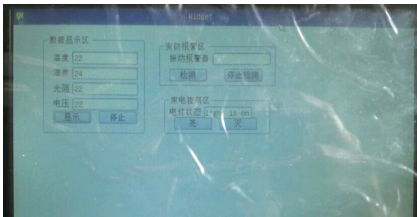


图8 嵌入式网关QT监控界面

当系统开启语音监听状态，且联网时，用户则可进行实时信息查询及家电控制。如用户说“开空调器”，经约50 ms后空调器起动。  
总之，经现场测试，各观测点的终端节点工作正常，能够有效地收发数据，智能网关功能全面、性能稳定，能系统满足用户的各项性能要求。

结束语

本文以CC2530、Tiny210为硬件核心，应用嵌入式开发技术、网页制作等技术，并将语音技

术、QT技术引入到系统研发中，构建了一个功能全面、性能稳定的智能家居系统。其中，语音技术及WebService技术的引入，实现了智能家居系统的语音在线服务及多方式监控，为人民生活提供极大便利。总之，该系统有效解决了传统家居系统的布线烦琐、可扩展性差的特点，具有安装成本低、组网快、功耗低和使用人性化等优点，对于智能家居系统的建设与发展具有重要意义。

参考文献

[1] 刘毅. 基于BACnet的嵌入式家庭信息中心HIC及X-10的接入 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2005.

[2] 兰勇, 张博. 基于Internet的物联网系统中设备互联和实时在线技术 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (6) : 1449-1451.

[3] 尹纪庭, 袁佳, 焦志曼, 等. 基于ARM和ZigBee的智能家居控制系统研究与开发 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (9) : 2451-2454.

[4] 申斌, 张桂青, 汪明, 等. 基于物联网的智能家居设计与实现 [J]. 自动化与仪表, 2013, 28 (2) : 6-10.

[5] 徐子豪, 张腾飞. 基于语音识别和无线传感网络的智能家居系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (1) : 180-182.

[6] 王丽侠. 基于Zigbee的智能家居无线家庭网络设计与实现 [J]. 电子世界, 2013 (12下) : 152-162.

[7] 朱一飞, 王国栋, 高闯, 等. 基于ZigBee的红外转发器的设计与实现 [J]. 电子测试, 2013, 5 (9) : 17-18.

[8] 王德才. 智能家居ZigBee无线网及其嵌入式服务器的研究与实现 [D]. 广州: 广东工业大学, 2012.

[9] 张心歌. 基于GSM短信报警的智能家居安防系统 [J]. 中国包装工业, 2013 (6) : 68-69.

[10] 任智, 王青明, 郭晓金. 无线传感器网络中基于最小跳数路由的节点休眠算法 [J]. 计算机应用, 2011, 31 (1) : 194-197.

(收稿日期: 2014-08-10) EA