

基于 NB-IOT 的智能家居系统的构建

王琳¹, 肖军¹, 刘洲洲²

(1. 西安航空学院 电子工程学院, 陕西 西安 710077;

2. 西安航空学院 计算机学院, 陕西 西安 710077)

摘要:为了增强智能家居系统的通信距离、降低节点传输耗能和实现远程实时控制,基于云平台技术,提出了一款 NB-IoT 无线通信技术的智能家居系统。通过嵌入式技术、传感器技术、无线通信技术和云计算技术的结合,选择 STM32 作为主控制器,使用低功耗的 NB-IoT 无线通信技术,进行硬件设计和软件设计,实现对室内各家居设备进行有效远程实时控制。用户可借助计算机、手机、平板电脑等,查询家用电器的运行状态。该系统耗能比较低,具备可扩展性及人机交互的特点,而且成本低,极易实现,时刻处于稳定的运行状态,很少发生各类故障,极为实用。通过实验测试,对系统的可靠及稳定与否进行验证,看其是否符合实际设计要求。经过一段时间验证,在科学的实验环境下,测试结果与预期效果一致,达到了智能化的目的。测试结果表明,该系统实现了智能家居的智能化控制,提升了系统的可控性。

关键词:STM32;NB-IoT;智能家居;云计算;低功耗

中图分类号:TN914.3

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2020)03-0194-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2020.03.037

Construction of Smart Home System Based on NB-IOT

WANG Lin¹, XIAO Jun¹, LIU Zhou-zhou²

(1. School of Electronic Engineering, Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China;

2. School of Computing, Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China)

Abstract: In order to enhance the communication distance of smart home system, reduce the energy consumption of node transmission and realize remote real-time control, a smart home system based on NB-IoT wireless communication technology is proposed. Through the combination of embedded technology, sensor technology, wireless communication technology and cloud computing technology, STM32 is chosen as the main controller, and low-power NB-IoT wireless communication technology is used to design hardware and software to achieve effective remote real-time control of indoor household equipment. Users can use computers, mobile phones, tablets, etc. to inquire about the operation status of household appliances. The system has the characteristics of low energy consumption, scalability and human-computer interaction, with low cost, easy implementation, stable operation at all times, and few kinds of faults, which is extremely practical. Through the experimental test, the reliability and stability of the system are verified to see whether to meet the actual design requirements. After a period of validation, under the scientific experimental environment, the test results are consistent with the expected results and achieve the goal of intellectualization, which show that the system realizes the intelligent control of smart home and improves the controllability of the system.

Key words: STM32;NB-IoT;smart home;cloud computing;low power consumption

0 引言

生活理念的革新和居住要求的提高,使智能家居系统备受人们青睐,满足了人们的安全、健康及舒适诉求。随着物联网技术发展水平的提高,智能家居功能逐渐增多,系统逐渐优化,为人们生活质量的提高提供

了路径^[1]。无线通信协议主要可以分为近距离通信(比如 WiFi、蓝牙、ZigBee 等)和远距离低功耗通信协议(比如 NB-IoT、LoRa),而 NB-IoT 具有待机时间长、连接节点数多、功耗非常低等特点,可以增强系统功能^[2]。其能够使用户对家居状态进行远程监控,并

收稿日期:2019-04-30

修回日期:2019-08-30

网络出版时间:2019-12-05

基金项目:国家自然科学基金面上项目(61871313);陕西省教育专项科研计划项目(19JK0432);陕西省高校科协青年人才托举计划项目(20190114);校级科研基金项目(2019KY1119,2019KY0208);校级高等教育研究项目(2019GJ1006)

作者简介:王琳(1990-),女,硕士研究生,讲师,研究方向为电子、通信及其自动化。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20191205.1146.066.html>

对各类家用电器设备进行有效控制,具备信息化、自动化等特点,契合了当前倡导的节能理念,能够节约资金,减少不必要的资源浪费。

2016年6月,NB-IoT标准获得3GPP通过^[3]。爱立信在2016年年中发布的研究报告显示,到2021年全球将使用NB-IoT连接15亿个,占比约为10%^[4]。在2016年中国互联网大会上,中国联通和中国移动均表示,预计NB-IoT的正式商用将在2017年实现。预计2020年,中国将实现百亿物联网连接^[5]。NB-IoT支持海量连接、广覆盖和低功耗,适合传感、计量、监控等应用,其他无线技术都无法满足这些挑战。美国和俄罗斯都认为夺取当今世界的霸主地位的关键因素就是物联网行业带动的经济腾飞。在中国,智能家居物联网产业位于国家五大新兴战略性产业之列。在未来的几十年时间里,智能家居市场前景不可估量,是中国最具发展潜力的产业之一^[6]。

智能家居系统的主要工作内容及实现方法是家庭内部网络建构和智能控制。现阶段,网络计算机技术发展比较快,智能家居控制系统可通过多种方式实现,而无线网络技术极为灵活,且具备可移动性,在该界面内极具适用性,为智能家居系统的设计及发展提供了契机。智能家居中涉及到的网络数据传输相对较少,需具备较好的实时性。文中主要对基于NB-IoT无线通信技术的智能家居系统进行论述,为用户提供便利,提升其现代化家居体验。

1 NB-IoT无线通信技术

窄带物联网(NB-IoT)是全新窄带无线接入技术,通常也被叫作低功耗广域网(LPWAN),于2016年12月完成设备性能指标规范,是一种应用广泛的新兴技术。NB-IoT是在LTE基础上发展起来的,NB-IoT带宽为180 kHz,上下行速率不超过250 kbit/s,NB-IoT终端类型为Cat. NB1。NB-IoT主要面向传感器类、抄表类和物流监控等窄带物联网业务^[7]。NB-IoT网络结构如图1所示,包括NB-IoT终端、NB-IoT基站、NB-IoT核心网、NB-IoT云平台和垂直行业中心^[8]。

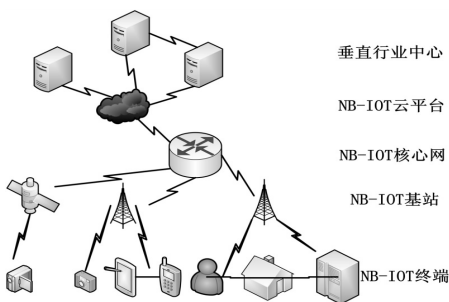


图1 NB-IoT组网

对于无线通信技术来说,不同通信协议的覆盖范围不同,在智能家居上使用,WiFi和NB-IoT是绝对可以满足要求的,ZigBee和Z-wave的距离适中,蓝牙的距离有点太短,对于大面积家庭就有点不太够用了。NB-IoT、ZigBee和Z-wave的连接节点数,可以满足家庭的使用。WiFi的连接节点数有限,蓝牙连接的节点数太少,不适合家庭使用。WiFi基本上可以传输所有的数据。蓝牙基本可以实现简单数据和图片的传输。ZigBee、Z-wave和NB-IoT适合简单数据的传输。ZigBee、Z-wave和NB-IoT的电池可以支持使用的时长是一到两年以上。WiFi、ZigBee、Z-wave和NB-IoT都可以实现多可网络设备联网的功能。综上所述,对于网络流量需求大的智能家居来说,考虑采用WiFi和NB-IoT通信协议。

2 系统硬件设计

文中将基于嵌入式技术、无线通信技术、Android技术完成无线智能家居系统的构建。该系统以STM32F103ZET6作为系统的主控芯片^[9],由智能终端节点、中央控制器、服务器、智能家居APP共同构成智能家居系统。用户对家居网络节点的查询和控制主要通过家庭网关实现,其也是内部网络与外部网络实现信息交互的核心要素,主要作用是信息传递及协议转换。主要实现方法是用户借助手机、平板电脑等移动设备与互联网和智能家居系统建构联系,进行信息互通,以对各家居设备进行有效监控。监控现场节点信息传递目标是网关上的协调器,经由主控制器处理之后,采用有线或无线方式实现至用户终端的传递^[10]。

该系统的硬件设计主要包括STM32单片机、NB-IoT模块、GPRS模块、传感器模块、视频监控模块、语音识别模块、电源模块等,智能家居系统硬件框图如图2所示。

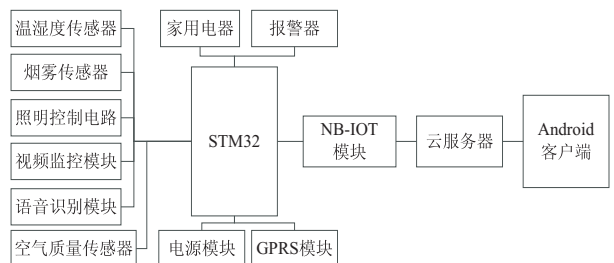


图2 智能家居系统硬件框图

终端节点的本质是无线传感器网络,其包含多个传感器节点,以数据采集节点和控制节点为主。智能家居的环境信息采集数据包括温湿度、烟雾、二氧化碳、PM2.5、光照等;智能家居的控制对象主要是家用电器,例如空调、电视机、灯、冰箱、窗帘等;语音识别模

块实现了语音操控终端设备^[11];视频采集主要起到安防功能;远程监控通过 Android 操作系统实时监测室内环境^[12-13]。设计人员可对其进行深层次细分。该系统中家庭网络的实现主要依托于 NB-IoT 无线通信技术,可通过 NB-IoT 模块向终端设备发出执行命令,将终端节点采集到的信息上传给智能家居 APP,而用户则可通过各终端对家居环境信息进行实时查询,继而依据具体状况,实现家用电器的有效管理及控制。

3 系统软件设计

智能家居软件系统运行主要通过微控制器 STM32F103VCT6 对室内环境的监测,实现终端设备的智能化控制,操作系统选用 Linux 为佳。主要包括数据采集模块、视频监控模块、语音识别模块、NB-IoT 无线通信模块和远程客户端的软件设计^[14]。主要工作流程为:系统初始化,开始显示采集到的部分信息,CPU 对数据进行分析处理,与室内指标进行对比,并对室内终端设备进行智能化控制。客户端管理软件对外部环境极为敏感,主要用以家电设备运行状态监控,继而依据实际需求,对其进行灵活处理^[15]。总体软件实现流程如图 3 所示。

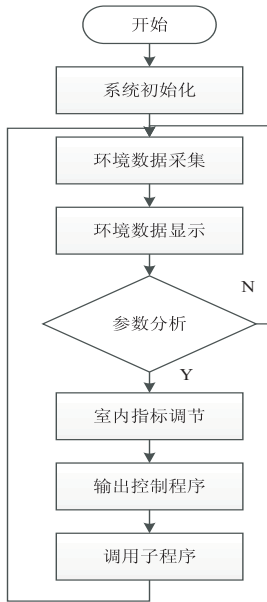


图 3 系统主程序流程

3.1 视频监控模块软件设计

首先是 OV2640 模块、NB-IoT 模块等的初始化,然后 OV2640 模块采集的图像数据发送给主控制器,并通过 NB-IoT 模块连接云服务器,最后云服务器将视频监控节点的视频,通过手机 Android 客户端实现在线监测。

3.2 远程通信软件设计

该系统采用云服务器实现远程监控。服务器最初处于监听状态,通过 GPRS/NB-IoT 使终端控制器和

手机 Android 客户端与服务器连接,经过身份认证后,由云服务器发送指令,通过 Internet 网传输给终端控制器,并反馈家居环境的参数给服务器,最后发送给手机 Android 客户端^[16]。

3.3 Android 应用软件设计

移动客户端软件开发语言为 Java,开发环境采用 Android studio;应用主要包括智能控制界面、通信功能模块和数据库 3 个部分,是实现智能家居的远程监控必备元素。当点击主界面的按钮时,主界面先进行初始化,然后与服务器建立 Socket 连接,发送指令给服务器,再反馈信息发回手机客户端,最后通过 GPRS 接收线程将信息发送给子界面。同时云服务器发送指令给终端控制器,进而通过 NB-IoT 通信方式发送给各个执行终端^[17-19]。智能控制软件的组成如图 4 所示。

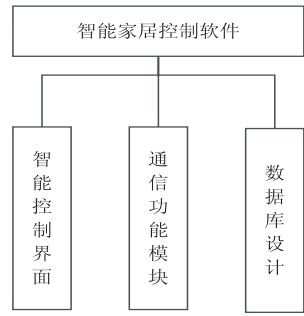


图 4 智能控制软件结构

3.4 云服务平台系统设计

智能家居系统与互联网技术相结合,以服务器为中心,实现远程控制。随着智能家居系统的增多,不得不去考虑大数据量和高并发量的问题,利用云计算技术可以缓解这一问题。云服务是一种基于互联网技术和云计算技术的服务平台。云服务通过互联网实现了数据的存储和传输,可以满足不同用户需求。近年来,商家都在研究云服务技术,例如阿里云、小米云、华为云等等。本系统采用阿里云作为云服务平台,属于 IaaS。

在云服务中,可以用云计算中的计算模式给用户提供数据存储空间;能够响应客户端的各种请求;能够很便捷地实现资源的存储和获取;数据在通信链路中转发的时延很小;在云服务器中,用户可以对资源极性修改和调整。本系统的云服务器采用集群模式设计。首先按功能模块拆分云服务平台;再次将单个功能模块部署成集群。网关端服务器集群主要负责与业务处理模块进行信息交互。业务处理模块集群是核心模块,负责控制所有业务功能的流转等核心业务。后台管理中心提供网关信息管理、客户信息管理等服务。监控中心负责对服务器节点的运行状况监视和信息提取。数据中心提供各种数据存储服务。图 5 为云服务平台系统架构^[20-22]。

