

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2022.03.014

一种物联网智能家庭控制系统的设计与研究

王亮, 沈晔超, 葛勇

(安徽机电职业技术学院, 安徽 芜湖 241002)

摘要:为了研究数据安全屏蔽防护、用户智能终端控制、私有云盘异地存取、异常状态自动报警条件下的物联网智能家庭控制系统,结合传感器网络系统、单片机、智能网关、路由器、NAS服务器等元件的特性,进行家庭控制线路重新设计与改进,构建新型家庭网络模式,将相关控制对象设计成一台可简单控制、具有网络服务功能的集成化设备控制集群,引入低功耗的NAS服务器数据管理中心,改变了智能家居异地存取数据依托公共云盘的传统模式。该系统在传统智能家居的基础上增强了各控制对象之间的系统协同能力,家庭数据管理的快捷和安全性大幅提升,传感器网络预设了异常情况下的自动报警机制,声控系统满足了不同年龄层的终端管理需求。

关键词:物联网;智能家居;私有云;集成化控制;传感器网络

中图分类号:TP391.44;TN929.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2022)03-0074-05

Design and Research of the Intelligent Home Control System for Internet of Things

WANG Liang, SHEN Yechao, GE Yong

(Anhui Technical College of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhu, Anhui 241002, China)

Abstract:To study the intelligent home control system for Internet of Things under the conditions of data security and shielding protection, user intelligent terminal control, remote access of private cloud disk and automatic alarm for abnormal state, the home control circuit is redesigned and improved in combination with the characteristics of sensor network system, single chip microcomputer, intelligent gateway, router, NAS server and other components, and a new home network mode is developed. The relevant control objects are designed as an integrated device control cluster with simple control and network service function. The data management center of low-power NAS server is introduced, which changes the traditional mode of remote storage of data in smart home relying on public cloud disk. Experiments show that the system enhances the system synchronization ability between control objects based on traditional smart home, greatly improves the speed and security of home data management, and the sensor network also presets the alarm mechanism under abnormal conditions. The voice control system also meets the terminal management needs of different age groups.

Keywords: Internet of things; smart home; private cloud; integrated control; sensor network

0 引言

智能家居是以住宅为平台,利用综合布线、通信技术、安全防范、自动控制、音频视频等多重技术叠加,将家居生活有关的设施进行集成^[1]。智能家居可以构建高效的住宅设施与家庭日程事务管理系统^[2],提升家居安全性、便利性、舒适性和艺术性^[3],同时实现环保节能^[4]。随着技术的进步,人们

生活方式的转变和社会老龄化进程的推进,智能家居的用户群近年来从尝试新技术的年轻人,不断扩展到全年龄段的各类人群。在用户数量不断激增的同时,人们对智能家居的性能也提出了更加多元化的要求。近年来,许多专家学者对智能家居及其相关技术进行了研究,分别采用了生物识别技术、基于大数据技术和机器学习的家庭自动化系统(HAS)、适用于嵌入式服务器和 Zig Bee 传感网的

收稿日期:2022-02-10

基金项目:安徽省质量工程项目(2020xfxm07);安徽省自然科学研究重点研究项目(KJ2020A1106)。

作者简介:王亮(1988—),男,安徽东至人,实验师,硕士,研究方向:自动化控制,机器视觉。

SMS4-CCM算法^[5-7]解决了智能家居针对异常情况和意外入侵状态的有效提取;通过无线电频率发射和接收技术、智能手机 Android应用和PC端 Proteus软件的有效联动、复杂和异构智能设备的管理逻辑建立,相互协同实现了智能家居的语音指令驱动、操作权限的手机端控制以及智能家居情境感知服务^[8-10]。但目前,现有的智能家居控制系统主要注重于自动控制和报警通知,能够实现险情自动传递和主动上报的智能家居系统还比较少见;用户在使用智能家居进行数据传递时也大多依赖于云盘存储,私密性较弱。安全防护等级不足的智能家居系统也容易受到不法分子的攻击和利用,给用户造成次生损失。

结合单片机的输出端控制、传感器网络系统的危险识别、安防系统的状态监测、声音指令模块的语音识别、私有云NAS系统的本地存取等特点,开发适合全年龄段使用的物联网智能家庭控制系统,在满足传统智能家居的基础上,增强安全屏蔽防护,实现用户数据的本地存放,设置异常情况下的险情自动呼叫、报警和传递服务。通过手机、电脑、声控的立体化终端控制,覆盖不同年龄段的个性化使用需求,丰富传统智能家居的功能,增强智能家居的使用体验。

1 物联网智能家庭控制系统构架原理

市面上主流的传统智能家居系统主要包括监控系统和警报系统^[11]。为实现传统智能家庭控制系统的功能提升,构建了检测家庭内数据安全的传感器网络系统。传感器网络系统的输出端与单片机输入 I/O 口相连,通过单片机输出 I/O 口可直接实现家用电器供电开关的控制。单片机的输出端通过智能网关与路由器相连,经路由器转接可连接至小区物业报警中心的用户智能终端,利用终端预设的火焰传感器、温度传感器和安防系统(包括门前摄像头和电磁开关等组件),实时进行异常情况的收集,完成异常情况的智能主动上报。

单片机的输入 I/O 口还与声音指令获取模块相连,从而完成外部指令的语音化输入,借助单片机的输出端口,实时获取智能家电的工作状态,实现智能家居设备的多指令化控制信号接收和反馈。NAS 服务器通过智能网关接入路由器,单片机的输出端与 NAS 服务器的输入端相连接,实现了私有云数据的本地快速化存取和调用。物联网智能家庭控制系统的构架原理如图 1 所示。

传统的智能家居系统的数据存取需要通过公

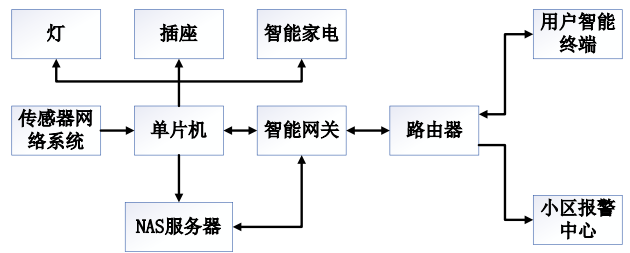


图 1 物联网家庭控制系统构架原理

共网盘实现,私密性无法得到保障。通过在家庭内架设NAS服务器,将NAS服务器接入物联网智能家庭控制系统,有效实现了重要资料的本地存放,同时NAS服务器也可以与单片机交互,通过有线或无线传感器网络获取家庭内的各种终端工作数据,便于用户的远程监控。过程数据的自动智能化留存也为物联网智能家居系统及其终端设备在故障诊断和定期维护时的状态复盘提供了可能,大大加速了异常状态下的故障诊断和排除效率,其功能原理如图 2 所示。



图 2 NAS服务器功能原理

2 物联网智能家庭控制系统工作原理

传感器网络、单片机、NAS本地服务器共同构成了物联网智能家庭控制系统的控制和服务核心,路由器和智能网关实现了信息的实时交互和传递。在满足功能的情况下,从综合性价比角度考虑,选用 51 系列单片机构建单片机最小系统,用于实现家庭控制中心的主控功能。

利用家庭控制中心和声控模块、NAS 服务器、多传感器的配合,物联网智能家庭控制系统既可以实现智能家居对家用电器的运行状态监测,扩展多种方式控制实现(包括但不限于声控、移动端控、PC端控),还强化了异常情况的主动检测和上报机制,增

加了本地数据的异地快速存取功能。

2.1 家用电器运行状态检测的多方式控制实现

传感器网络系统用于获取各种状态数据,然后将数据发送给单片机以存储在NAS服务器中,用户可以使用手机获取这些数据,通过手机发送指令至单片机,单片机的输出端与家用电器的供电控制继电器连接,从而实现家用电器的供电通断的自主控制。通过将安防系统(包括门前摄像头和门磁开关)接入家居控制系统,分别检测门前的视频数据以及门开启关闭状态数据,单片机获取视频数据以及开门关门数据后存储在NAS服务器中,方便移动端的实时监控;增加与单片机连接的语音指令接收控制模块,实现声控指令对于智能家居工作的控制。语音信号指令获取模块包括拾音器、语音识别芯片,拾音器用于采集语音信号并将数据发送至语音识别芯片,语音识别芯片运行语音算法识别对应的语音指令并转换成控制指令发送至单片机,再由单片机输出控制信号至智能家居控制智能家居的开启关闭。语音指令获取模块可以安装在卧室、厨房等需要语音控制的位置。

通过用手机和电脑等其他智能终端远程监控家庭用电设备及使用情况,以达到节能省电。人不在家中,家电可监控,其实现方式:通过网络获取传感器网络采集的数据实现监控,通过单片机接受指令来控制家用电器的供电工作以及开关机控制,其功能关系如图3所示。

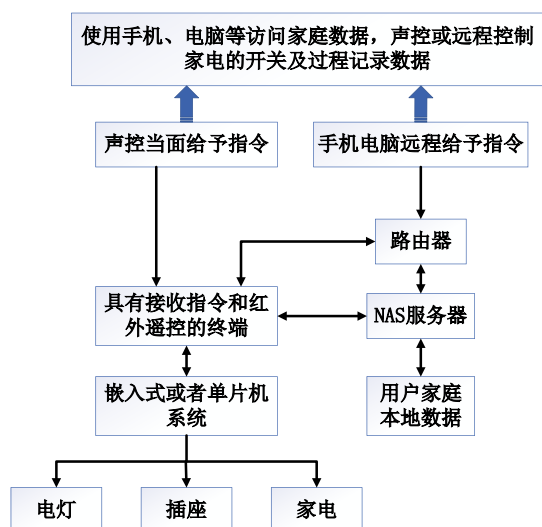


图3 家庭控制中心的功能关系

2.2 异常情况的主动报警及检测实现

依托有线或无线传感器网络,获取家庭内的各种数据信息,单片机根据无线传感器网络的信息判断是否存在安全报警事故。传感器网络系统包括

但不限于火焰传感器、烟雾传感器、煤气传感器等,传感器之间可以通过组网的形式与单片机连接或者直接通过I/O口连接,将数据传递至单片机。异常情况发生时,单片机通过智能网关、路由器与用户的智能手机以及小区的报警中心相互关联,可以实时将报警信号并行发送给用户以及物业管理中心。当出现紧急险情,物业管理人员可以就近介入干预。如传感器网络检测到家庭内存在火警信号,可能存在着火情况,此时物业管理人员可以实时与用户确认,在用户离家状态下,经用户授权远程打开门禁系统,物业人员可以进入屋内直面起火源头进行针对性灭火,将火情控制在萌芽阶段,大大减少业主的财产损失。传感器网络系统还可以根据用户的实际使用需求进行个性化定制。

2.3 本地数据的异地快速存取及实现

通过NAS服务器自由构建家庭影库,不必忍受各大视频平台广告和会员限制。除了自建影音资源库以外,私有云服务还可以通过网络实现个人的私有云系统快速访问和使用,拓展传统智能家居的功能。

家庭数据的存储备份和整合(NAS)基于linux系统开发,支持多种磁盘阵列数据组合写入方式和多种传输协议,实现跨平台分享,同时可以利用集成的WiFi和蓝牙可传输数据的特点发送指令控制其他智能设备。用路由器把家庭的网络设备组合,利用VPN组成远程家庭专属局域网系统,自主申请的域名采用DDNS解析,结合内网穿透技术,实现外网访问家庭终端设备的效果,不仅能够实现娱乐功能,也极大地保护了本地数据的安全性。必要条件下,使用断电保护等方式,关闭远程NAS服务器,实现物理隔离,免受黑客的攻击和病毒的侵袭。

3 物联网智能家庭控制系统样机制作

物联网智能家庭控制系统主要包括单片机计算机系统、NAS服务器小电脑、拥有外网访问技术的局域网系统、具有声控转化接收指令和红外遥控的终端。

3.1 各组件在实际使用中的参考定置区域

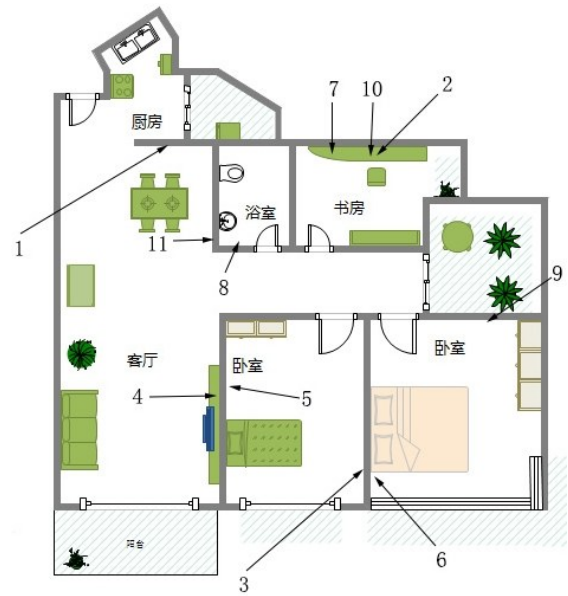
单片机接入家庭总电源处,再分别引出分支放置在家庭电表箱内;NAS服务器应具有低功耗,放在家中书房无障碍位置;拥有外网访问技术的局域网系统路由器,放在家庭无线信号覆盖最好的位置;具有接收指令和红外遥控的终端置于家中客厅;各居室定置声控接收传送模块。各个设备连接同一无线网,在同一局域网内完成组网。红外遥控

终端可以包括红外接收器、红外控制器,接收到红外信号后根据红外信号由红外控制器将数据发送至单片机,然后由单片机控制智能家居设备。单片机可外接各种传感器,利用编程控制达到更加智能的家居生活。NAS服务器具有硬盘休眠功能,可匹配WiFi和蓝牙控制其他设备,具备数据分类检索功能。物联网智能家庭控制模块定制如图4所示。

单片机接上传感器之后经编程即可实现各种智能应用,完成一系列智能模式工作。通过NAS服务器上所添加的存储设备,结合内网穿透技术,就可以用手机或电脑访问家庭数据,以达到“无限”数据存储功能,远程控制家电运行。家庭电路、单片机、计算机系统引出线路分别接入到漏电保护开关,然后按照不同室内功能区分出插座和灯的电路连接线,再接入各种传感器,从而达到智能控制的目的。例如:接入红外线传感器可当作自动感应开关,接入风力加湿度传感器可在刮大风下雨的时候自动关窗户和窗帘。

3.2 主要功能元器件参考选型及测试样机展示

结合物联网家庭控制系统的功能性能要求,其



1-单片机 2-NAS服务器电脑 3-(软)路由器 4-声控转化接收指令和红外遥控的终端 5、6、7、8-声控接受传送模块 9、10、11-路由器发射信号AP。

图4 物联网家庭控制系统家庭平面定位

主要功能元器件选型参考如表1所示。

表1 主要功能元器件参考选型

序号	功能名称	参考型号
1	NAS	QNAP威联通
2	路由器	蒲公英X5
3	单片机	C51
4	温湿度传感器模块	DHT11
5	红外线传感器	E18-D80NK, HC-SR501
6	风力传感器	三杯气象仪
7	门前摄像头模块	OV7670/OV7725等,与其他家用摄像头匹配亦可
8	烟雾传感器	MQ气体检测感应传感器
9	声音传感器	ASR
10	其他组件	继电器模块,开发板,电子门禁
11	辅材	杜邦线,AP中继,LED

样机制作过程中,可采用LED色灯作为终端,检测控制系统的信号传递情况。

4 试验现象及结果

为验证物联网智能家庭控制系统样机的性能是否满足既定要求,分4步进行验证。

1)给家庭控制系统上电。自动启动外网访问服务,接受传感器网络系统传送的数据,结果显示

通讯数据正常。

2)打开手机或电脑浏览器,输入管理员提前自建的ngrok服务实现内网穿透,访问移动端控制界面。本机测试时使用Home Assistant搭建测试服务,生成随机序列:09e019543c36。当前的移动端界面共有窗户、书房灯、空调、家庭总开关等选项,相关开关和选项可以结合不同家庭配置情况进行用户个性化定制,每项开关的右侧单选按钮即可实现

各项终端设备的启动和停止。

检查检测控制界面,接收到传感器网络系统传输的数据和各种状态数据,如温度、湿度、烟雾报警器、人体传感器等。温湿度数据可以通过移动端界面实时查看,烟雾传感器为后台静默检测,如果烟雾报警器检测到异常气体浓度过大,会将报警信号发送给用户,同时发送至小区物业(消防中心)报告情况。

3)人体传感器感应到用户回家的信号,传送至家庭控制中心,家庭控制中心自动打开室内灯光、窗帘等,可自动设置相关终端的控制时序。如 11:40 感应到人回家信号,打开窗帘、关闭灯光。19:00 回家时,打开灯光、关闭窗帘等一系列控制方案。

通过移动端控制界面查看各个居室的窗户、灯光、空调等设备当前的运行状态。如果当前的状态和目标状态不一致,用户也可以手动控制家庭电路。用电器和灯光的运行状态可以利用 LED 灯珠进行控制效果测试,窗帘部分借用自主设计的雨天智能关窗装置原型机进行测试,符合既定要求。

4)局域网内访问只需要输入局域网给 NAS 服务器分配的网络地址,远程访问则使用手机或电脑的移动终端打开浏览器,输入网址 <https://qlinkto.cn/xxxx>(xxxx 为用户预设)。也可以使用软件登陆 NAS 数据存储器查看管理文件。自建 NAS 系统的管理界面和文件管理界面。经过试验测试,本地局域网和远程访问 NAS 服务器的效果均满足数据存取要求。

通过实验验证,物联网智能家庭控制系统可以

结合用户实际需要,配置家庭各电器的自动启动与停止时间;能够利用传感器网络系统实时将危险信号通过网关传递给用户和物业中心;用户可以根据所处环境进行局域网或远程操作,管理家庭控制系统和安防系统。结合自建的私有云 NAS 系统,可完成用户数据的本地存储,通过口令验证实现数据的异地取用。测试过程中,整个系统工作性能稳定、安全、可靠。

5 结语

物联网智能家庭控制系统是一种新型家庭控制方案。由于单片机控制拓展性强,可实现众多功能。自主搭建的 NAS 服务器数据管理中心使家庭数据更安全,满足简单、高效的家庭电器控制和数据访问要求。其主要特点体现在:

1)把家庭中所有的相关用电部分设计成一台可简单控制、具有网络服务功能的集成化设备控制集群,成本较低、安全节电、可拓展性强。

2)低功耗的 NAS 服务器,使家庭数据更安全,同时支持高速远程访问与数据分享。

3)将传感器网络接受的报警信息发送至用户的同时也发送至小区的报警中心,方便物业和业主紧急处理,结合有效的远程控制,大大提高用户家庭的安全属性。

4)多种控制方式与多种控制平台相结合,可同时实现广域网、局域网、移动端、PC 端、语音等多维度控制,可丰富用户的控制方式个性化选择。

参考文献:

- [1] 刘超,徐志方,王方前,等.面向智能家居的物联网操作系统应用框架设计[J].现代电子技术,2020,43(23):143-145+149.
- [2] 廉小亲,安飒,王俐伟,等.智能家居发展及关键技术综述[J].测控技术,2018,37(11):1-4+15.
- [3] 严寒,彭国军,罗元,等.智能家居攻击与防御方法综述[J].信息安全学报,2021,6(4):1-27.
- [4] 刘莉.生态文明视角下智能家居系统构建[J].林产工业,2021,58(11):97-99.
- [5] KEDARNATH D B, PRIYA M L, ANUSHA G, et al. A secure iot enabled smart home system[J]. Journal of Trend in Scientific Research and Development, 2020, 4(4): 537-540.
- [6] ISAAC M C, GINER A H, MARIO A P V, et al. Hems-iot: a big data and machine learning-based smart home system for energy saving[J]. Energies, 2020, 13(5):1-24.
- [7] 胡向东,牟海明,刘竹林,等.基于 SMS4-CCM 算法的智能家居嵌入式安全测控系统[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2016,28(2):213-218.
- [8] EDEMA M M. Construction of a wireless smart home system based on voice recognition[J]. Innovative Systems Design and Engineering, 2019, 10(1): 1-11.
- [9] ISMAAIL M H, ALI Y, JANAB A K A. Design and construction smart home system using rfid, foss and mobile application[J]. International Journal of Signal System Control and Engineering Application, 2019, 12(1): 8-12.
- [10] 陈星,黄志明,叶心舒,等.智能家居情境感知服务的运行时建模与执行方法[J].软件学报,2019,30(11):3297-3312.
- [11] 张佳盛,李光耀.基于机器学习方法的智能家居安防系统探究[J].家具与室内装饰,2021(4):20-22.