

基于物联网平台的智能家居中心控制系统设计

王 平¹, 王 焱²

(1. 山西大同大学 机电工程学院, 山西 大同 037009;

2. 北京中科核安科技有限公司 核技术研究中心, 北京 100080)

摘要: 智能家居为现代家庭提升了安全性、便利性、舒适性, 并且智能家居的应用使生活更加节能环保; 针对目前人们生活中对室内环境质量、家庭娱乐、智能安防等方面的需求, 以 ESP32 单片机为控制芯片, 设计了基于物联网平台的智能家居中心控制系统; 用户可以通过设备端离线语音识别、WEB 端在线语音识别和 WEB 端界面操作对设备进行操作, WEB 端的操作指令由网络通过物联网平台将指令发送到设备, 完成智能家居中心控制系统数据采集和设备控制的目标; 详细介绍了系统总体方案设计, 系统硬件电路设计, 系统各功能模块的选择与分析, 系统软件流程设计; 进行了系统软硬件环境下的运行结果及性能分析, 运行结果表明该系统稳定、准确, 操作简单、维护方便, 具有很高的产业化价值, 对于其它智能家居工程同样具有借鉴意义。

关键词: 智能家居; 物联网; ESP32 单片机; WEB

Smart Home Center Control System Design Based on Internet of Things Platform

Wang Ping¹, Wang Yan²

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Shanxi Datong University, Datong 037009, China;

2. Beijing Zhongke Nuclear Security Technology Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: Smart homes enhance safety, convenience and comfort for modern homes, and the use of smart homes makes life more energy efficient. In response to current needs in people's lives, the quality of indoor environment, home entertainment, intelligent security and so on. The design of this paper is to use the ESP32 MCU as the main control chip, provides a smart home center control system based on Internet of things platform. The user can operate the device through offline voice recognition on the device side, on-line voice recognition on the Web side, and Web interface operation; the operation command of the Web end is connected to the Internet of Things platform by the network, and then the instruction is sent to the device by the Internet of Things platform, final Completed the goal of smart home data collection and device control. This article introduces the whole scheme design, hardware circuit design, selection and analysis of system function modules and software process design. The operating results and performance analysis of the system under the environment of hardware and software are carried out, the results showed that the system could run steadily and exact, the operation and maintenance is convenient, the system has very high value of industrialization, and reference significance for other smart home.

Keywords: smart home; Internet of things; ESP 32 MCU; Web

0 引言

物联网是继计算机技术、互联网与移动通信技术之后的第三次信息产业浪潮。智能家居为现代家庭提升了便利性、舒适性、安全性, 并且智能家居的应用使生活更加节能环保。基于物联网的智能家居, 表现为利用各种信息传感设备, 通过传感器网络将与家居生活相关的各独立子系统整合在一起, 并通过互联网连接起来^[1]。

针对人们对家庭室内环境、家庭娱乐、智能安防等方面的需求, 文中设计了一套基于物联网平台的智能家居中心控制系统。控制器采用 ESP32 单片机作为系统的核心, 按照所设计控制系统的功能划分, 该系统包含语音控制系

统、环境监测系统、灯光控制系统、家庭娱乐系统、智能安防系统、人机交互系统和其它外设等七个子系统。

智能家居中心控制系统通过采集室内的温度、湿度和天然气浓度, 实时掌握室内环境质量以及预防厨房天然气泄露; 可对家中的灯光进行控制; 加入了家庭娱乐功能, 可以在音乐的海洋中享受生活; 通过活体传感器可以在家中无人情况下进行安防监控, 保障人身财产安全。通过这几项功能的相互配合, 最终完成了智能家居中心控制系统数据采集和设备控制的目标。

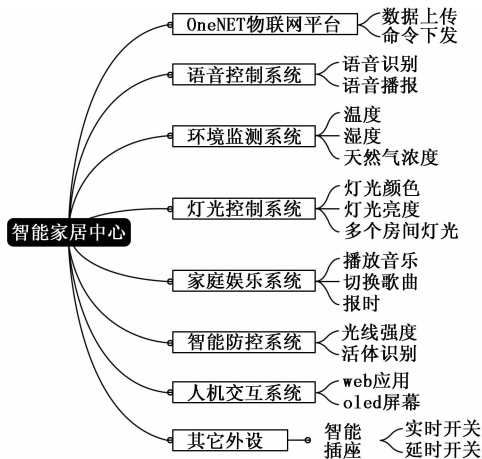
1 系统总体设计方案

根据所设计的智能家居中心控制系统的功能划分, 系统通过物联网平台, 下发命令或离线语音控制系统将命令传递给 ESP32 单片机, 随后单片机对接收到的命令做出反应, 读取温度、湿度、天然气浓度、环境亮度数值; 控制灯光颜色; 播放音乐; 语音播报; 活体识别; 控制其它智

收稿日期:2020-04-01; 修回日期:2020-05-06。

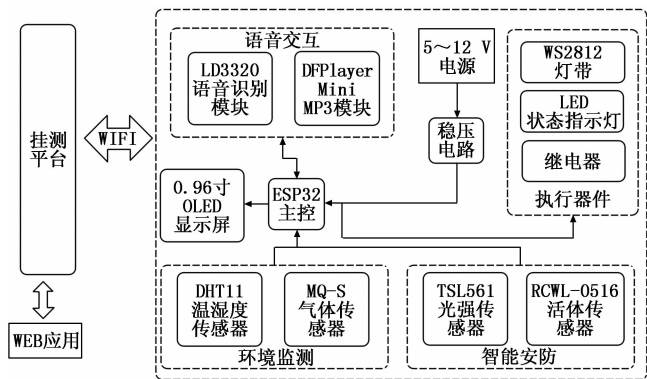
作者简介:王 平(1982-),男,河南商丘人,讲师,硕士研究生,主要从事自动化系统测试及系统仿真方向的研究。

能外设等。其系统原理框图如图 1 所示。



当智能家居中心启动后，会自动连接网络，进行网络时间校准，并将获取到的时间数据存放在 RTC（实时时钟寄存器）当中。通过 WEB 应用或语音控制系统对单片机进行控制，每隔一段时间，单片机会将收集到的环境数据上传到物联网平台，将用户的网络远程指令下载，根据用户的网络远程指令以及现场语音指令，单片机对灯光、音频、安防、外设以及 OLED 显示屏进行控制。

根据系统总体设计方案分析，智能家居中心控制系统硬件框图如图 2 所示。



2 控制芯片与物联网平台选择

主控电路在选择上要求能够完成 WIFI 联网、传感器读取、各个子系统模块控制等功能。同时要求电路结构简单，满足基本的引脚需求。系统控制芯片选用 ESP32 单片机，ESP32 拥有 448KB 的 ROM 存储器，520 kB 的 SRAM 存储器，共有 34 个 GPIO 口，多达 18 个通道的 12 位 ADC 接口，并支持 802.11 b/g/n WIFI 协议和 Bluetooth v4.2 完整标准协议，是专为移动装置、可穿戴电子设备物联网的应用而设计，是一款物联网领域应用广泛的单片机^[2]。

中国移动物联网平台的定位是将应用服务的运行和开发环境作为服务内容。OneNET 平台基于物联网技术和产

业特点打造，已经应用于环境监控、智能家居、车联网、工业控制等领域，为智能家居、可穿戴设备、车联网产品提供完善的物联网解决方案^[3]。

为了便于管理和方便设备和 WEB 端的程序编写，本系统设备和 WEB 端的协议接入方式 HTTP 协议，数据上传时使用 POST 方法，数据下载时使用 GET 方法。

3 智能家居中心控制系统硬件电路设计

智能家居中心控制系统的硬件电路设计遵循标准化与模块化的理念，主要由 ESP32 开发板、电源模块、传感器、语音识别、显示屏以及执行器件组成。CPU 单元是智能家居中心控制系统最重要的部分，要求能够满足系统自检、程序指令存储、数据处理，并控制外围电路完成相关指令操作，本系统的主控使用了 ESP32 芯片。电源模块主要是 AMS1117 稳压器，为设备提供 3.3V 稳压电压。传感器部分由 MQ-5 气体传感器、DHT11 温湿度传感器、TSL2561 光强传感器以及 RCWL-0516 活体传感器组成，MQ-5 气体传感器与单片机通过 ADC 接口连接，气体传感器将采集到的气体浓度相应模拟信号传给单片机，DHT11 温湿度传感器与单片机通过单总线协议连接，温湿度传感器将采集到的温度、湿度数据传给单片机，TSL2561 光强传感器与单片机通过 IIC 数据总线协议连接，光强传感器将采集到的光线强度数据传给单片机，RCWL-0516 活体传感器的输出引脚直接与单片机的 GPIO 口连接，检测到活体后，活体传感器输出一段时间的高电平。语音识别主要有 LD3320 语音识别模块和 DFPlayer Mini MP3 模块组成，LD3320 语音识别模块与单片机通过 TTL 串口连接，语音识别模块将识别到的结果码发送给单片机。DFPlayer Mini MP3 模块与单片机通过 TTL 串口连接，在硬件设计中考虑到实际使用时，并不需要知道 MP3 模块具体的状态，因此将单片机的 TXD 引脚与 MP3 模块的 RXD 引脚连接，MP3 模块的 Busy 引脚与单片机的 GPIO 口连接，用来读取 MP3 模块的播放状态。显示屏与单片机通过 IIC 数据总线协议连接，单片机将需要显示的信息发送给显示屏。执行器件由 WS2812 灯带、LED 灯珠和继电器组成，WS2812 灯带与单片机通过单线归零码的通讯方式连接，单片机将灯带的亮度、颜色、亮灭个数等信息发送给 WS2812 灯带。而 LED 灯珠和继电器直接通过单片机的 GPIO 口连接，单片机通过控制高低电平改变它们的状态。

智能家居中心控制系统的硬件电路图如图 3 所示。

4 智能家居中心控制系统功能模块分析

根据智能家居中心控制系统总体方案设计，其硬件部分分为数据采集和输出控制两部分。其中数据采集部分通过 ESP32 单片机、物联网平台和设备之间的通讯完成，输出控制部分包括语音控制系统、环境监测系统、灯光控制系统、家庭娱乐系统、智能安防系统、人机交互系统和其它外设等。各组成系统采用模块化、功能化设计。

4.1 语音控制系统

语音控制系统主要由基于 LD3320 的 YS-LDV7 语音

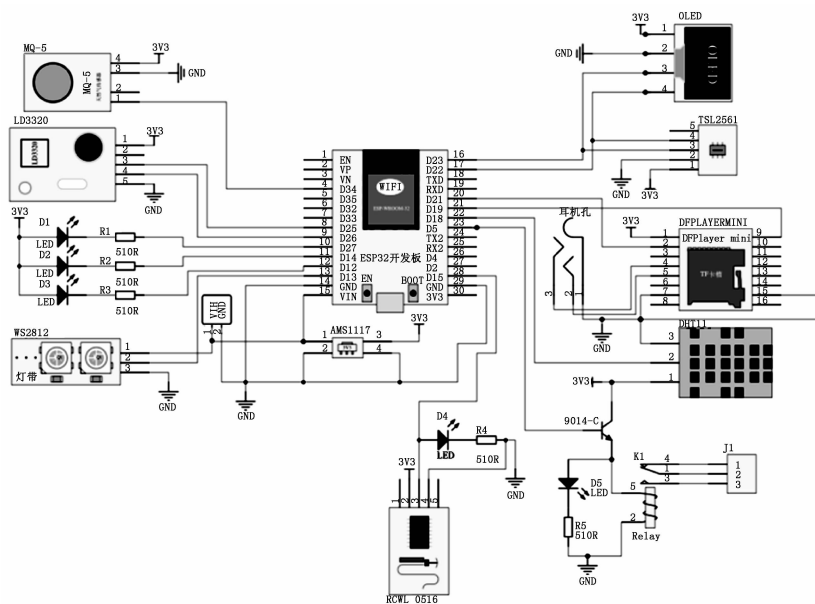


图 3 智能家居中心控制系统硬件电路图

识别模块和 DFPlayer mini 语音播放模块组成。LD3320 提供了单芯片语音识别解决方案, 具备高准确度和实用的语音识别效果, YS-LDV7 模块是在 LD3320 模块基础上加入一枚 STC11 单片机、指示灯和内置咪头。语音播放模块在选择上要求能够完成简单的数值音频合成、音乐播放、播放固定的音频信息, 选用体积小并且价格低廉的 DFPlayer Mini 模块^[5]。

LD3320 根据声音传感器接收到的语音信息进行频谱分析, 提取语音信息特征, 经过语音识别器与模块上的 STC11L08XE 单片机传递给 LD3320 芯片的关键词组进行比对, 并将比对后的结果经由模块上的 STC11L08XE 单片机发送给 ESP32 单片机。ESP32 单片机根据程序设计要求, 通过串口通信将命令发送给 DFPlayer mini 语音播放模块, 并将音频信号输出到功放模块, 功放模块将音频信号放大后由喇叭发出声音。功能如: 调节音量大小, 数据播报, 音乐播放等。

4.2 环境监测系统

环境监测系统主要由 DHT11 温湿度传感器、MQ-5 气体传感器组成。DHT11 温湿度传感器是一款温湿度复合传感器, 具有响应速度快、抗干扰能力强、可靠性和稳定性高等优点^[7]。MQ-5 气体传感器可以检测出多种可燃性气体, 是一款适合各类应用场所的气体传感器^[8]。

DHT11 温湿度传感器通过单总线通信方式连接到 ESP32 单片机, 单片机向温湿度传感器发送读取信号, 传感器接收到信号后进行采集, 向单片机传送温湿度数据信息。ESP32 单片机通过读取 MQ-5 天然气传感器的模拟信号来读取空气中的天然气含量, 即空气中的天然气含量就越高, MQ-5 天然气传感器 AO 引脚的电压就越高。

4.3 灯光控制系统

灯光控制系统主要由一个 WS2812 灯带和三组 LED 灯

组成。WS2812 是一款智能外控 LED 光源, 具有低电压驱动、亮度高、超低功率等优点, 可以实现 256 的三次方, 即 16777216 种颜色的全真色彩显示。客厅灯、卧室灯和餐厅灯, 各使用一个白色 LED 灯珠作为展示, 每个灯珠串联一个 510 欧的电阻来限制流过每个灯珠的电流, 三个灯珠通过共阳极连接^[9]。

WS2812 灯带作为设备灯, 通过单总线通信方式连接到 ESP32 单片机, 根据发送的 ESP32 发送的指令改变 LED 灯带的颜色以及点亮的 LED 个数以及位置。三组 LED 灯分别模拟客厅灯、卧室灯和餐厅灯, 通过控制与之相连的 I/O 口的高低电平来控制 LED 灯的亮灭。WS2812 灯带与三组 LED 灯由 WEB 应用和语音控制系统来进行控制。

4.4 家庭娱乐系统

家庭娱乐系统主要由 LD3320 语音识别模块、DFPlayer mini 语音播放模块以及 RTC 组成。ESP32 单片机通过 LD3320 语音识别模块获取到“播放音乐”、“播放相声”、“暂停播放”、“继续播放”等指令, 对 DFPlayer mini 语音播放模块进行通信, 以实现指令所对应的操作。报时功能通过读取 RTC 中的时间, 当时间为整点时设备自动进行报时。

4.5 智能安防系统

智能安防系统主要由 TSL2561 光强传感器和活体传感器组成。TSL2561 可以在多变的光照下提供最佳的显示亮度, 应用于各类显示屏的监控。活体传感器选择要求反应及时, 能够快速完成检测人体的功能, RCWL-0516 是一款专门检测物体移动的感应开关模块, 广泛应用于防盗报警器和安全灯, 具有灵敏度高、可靠性强、感应角度大等特性, 可以检测到设备所在房间和其他房间的情况。

用户通过 WEB 应用来控制设备进入“离家模式”, 活体传感器单独工作, 当检测到有活体移动后, 会通过 DFPlayer mini 语音播放模块进行报警, 同时通过网络, 远程提醒用户家中的异常情况。当用户回到家后, 打开“在家模式”, 活体传感器与 TSL2561 光流传感器互相配合工作, 检测到用户在起夜时, 自动打开设备灯, 保障用户起夜时候的安全。

4.6 人机交互系统

人机交互系统主要由 OLED 显示屏和 WEB 应用组成。通过 OLED 显示屏实时显示设备的状态, 例如: 温湿度情况、天然气含量、当前时间、报错信息。

WEB 应用由硬件设备将数据经过 WIFI 连接到 OneNET 中国移动物联网平台进行上传, 并将 WEB 应用端的提交的数据进行下载, 已实现数据的交互。在 WEB 应用端, 每次启动时通过“中国天气网”提供的 API 获得当地的天气情况, 并每隔一段时间后, 通过 OneNET 中国移动物联网平台下载到硬件设备采集所得的室内温度、室内

湿度、天然气浓度、其他的参数实时情况；通过 WEB 端的开关和滑块来实现对硬件设备的控制。为方便操作，借助百度语音识别的 API 实现了 WEB 端的在线语音设备。WEB 应用手机端示意图如图 4 所示。

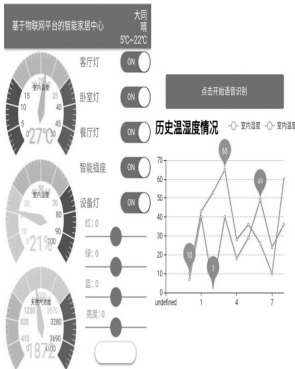


图 4 WEB 应用手机端示意图

4.7 其它外设

智能插座是由一个继电器来控制插座的导通与关断的，通过语音控制系统和 WEB 应用来实现控制，极大地方便了用户的用电需求。科学的管理电器的使用时间，节能环保的定时开关、延时开关功能，在一定程度上减少了空闲时段的能源浪费，使一些普通电器使用更加便捷，节省电费的同时更加的智能化，具有安全、节电、环保的功能。

5 智能家居中心控制系统软件设计

智能家居中心系统运行时，ESP32 单片机处理来自各类传感器发送的外部信息，将必要的数据通过 WIFI 发送到物联网平台，再由物联网平台将数据分发到各个终端。用户可以通过设备端离线语音识别、WEB 端在线语音识别和 WEB 端界面操作对设备进行操作；WEB 端的操作指令由网络连接到物联网平台，再由物联网平台将指令发送到设备。

首先要使硬件设备在开机启动后进行联网操作，硬件设备在成功连接网络后会先通过网络获取到当前时间后，将时间存放到实时时钟芯片（RTC）当中，确保硬件设备的时间戳在每次开机后都是准确的。在规定的每个时间周期内先对来自物联网平台的指令（如：设备灯的亮度和 RGB 数值，客厅灯、卧室灯、餐厅灯的开关值，智能插座的开关值和设置的时间，居家模式）进行下载，然后对温湿度传感器、天然气传感器、光强传感器、活体传感器等进行数据采集，对设备灯、客厅灯、卧室灯、餐厅灯、智能插座按照指令进行操作，并将收集到的数据向物联网平台进行上传，接下来使用 OLED 显示屏显示设备的基本信息，最后再设置一个时间中断函数用于接收由语音识别模块在处理完语音识别的反馈信息，按照反馈信息对设备进行操作，并将更改后的设备数据上传到物联网平台，防止数据冲突。

控制系统通过循环执行，指令的下载、设备的操作、

传感器的读取和数据上传来实现智能家居中心的基本功能操作。对于部分语音指令会读取采集到的数据，对其进行数值语音合成，并通过 MP3 模块将音频信息播放出来，来实现语音播报和音频播放的功能。智能家居中心控制系统能够对用户发出的指令做出准确及时的反馈，并将收集到的数据和设备情况通过物联网平台和 OLED 显示屏展示给用户。程序流程图如图 5 所示。

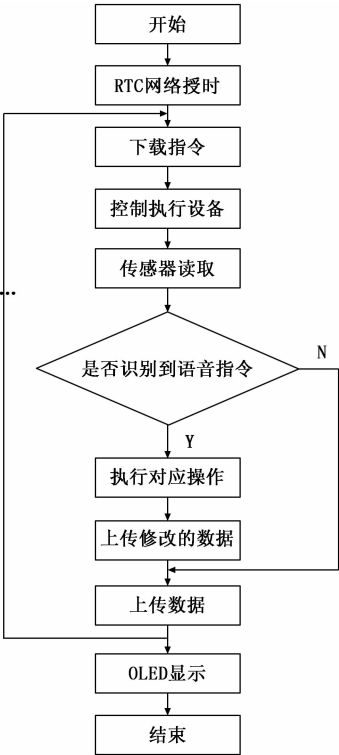


图 5 智能家居中心控制系统程序流程图

6 实验结果与分析

智能家居中心控制系统的实验模型如图 6 所示。

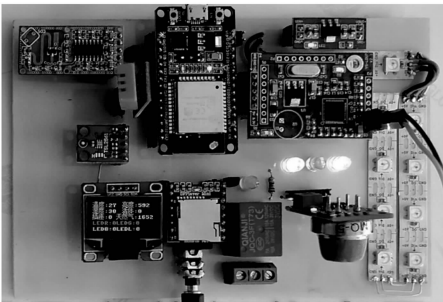


图 6 智能家居中心控制系统的实验模型

本实验在智能家居中心 PCBV2.0、智能家居中心手机 APP、安卓 9 系统的软硬件环境下进行，其性能如下。

- 1) 设备开机自检时间：4~5 s。
- 2) MQ-5 气体传感器预热时间：300 s。
- 3) 语音识别响应时间：1 s。
- 4) 交互性：可以通过离线语音识别或手机 APP，完成

设备的控制, 并将设备的信息显示到显示屏和手机 APP 中。

5) 及时性: 通过手机 APP 远程控制设备, 设备能够在 2 秒能完成相应操作。

6) 智能性: 设备在系统启动后能够自检, 通过网络完成参数初始化。离线语音识别和手机 APP 能够识别用户发出的语音指令, 并根据指令进行相关操作, 在“在家模式”下, 设备可以根据环境情况, 自动开启照明, 方便用户的生活。

7 结束语

智能家居中心控制系统能够实现与物联网平台数据传输、语音控制、环境监测、灯光控制、家庭娱乐、智能安防、人机交互等各方面的功能。控制系统与目前市面上已有的智能家居相比, 价格低廉, 功能更多、更强, 对智能家居厂家和用户, 以及工程技术人员都具有一定的参考价值, 目前该系统已经完成设计研发, 正在测试运行。

参考文献:

[1] 石鑫, 张兴宇, 邵金彪, 等. 基于物联网的智能教室环境监测系统 [J]. 物联网技术, 2019 (7): 38-41.

(上接第 78 页)

息, 将这些信息清除, 简便计算程序, 节省操作所需时间。基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统利用内嵌芯片的传输能力提升数据传输的速度, 优化内部系统的传输空间, 缩减传输时间, 因此其监测消耗时间较短。基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统虽降低了操作的庞杂程度, 但对于内部信息的管理控制消耗较多, 系统信息的审核程序较为繁杂, 导致其最终监测消耗时间较长。

综上所述, 所设计基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统的滑坡位移差异率及监测消耗时间均小于传统系统, 能够更好地进行地质滑坡的监测操作, 获取更加精准的操作结果, 有利于后续研究的开展与进行。

4 结束语

本文在传统系统设计的基础上提出了一种新式基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统, 在地质数据检验的基础上进行滑坡条件分析, 并针对滑坡位置的信息数据推断滑坡的具体位移方向与距离, 进一步构建监测检验系统, 确保监测过程的安全性以及可操控性, 实验结果表明, 本文系统的监测效果明显优于传统系统设计的监测效果, 具有精准的监测性能。

参考文献:

[1] 黄观文, 黄观武, 杜源, 等. 一种基于北斗云的低成本滑坡实时监测系统 [J]. 工程地质学报, 2018, 26 (4): 187-195.

[2] 郭凯, 林顺, 杨雪莲. 典型山区高速公路边坡远程监测系统应用及预测预警分析 [J]. 科学技术与工程, 2018, 18 (30): 16-21.

[3] 张俊峰, 李飞. 基于 WebGIS 的神华机车实时状态远程监测

控系统 [J]. 物联网技术, 2019 (7): 38-41.

[2] 乐鑫. ESP32 系列芯片技术规格书 [S]. 乐鑫信息科技, 2019

[3] 黄国刚. 工业级嵌入式以太网接口的实现 [D]. 西安: 西北工业大学, 2005

[4] 王平, 谢泰第. 信息与时间电控系统自动测试的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2007 (10): 1298-1299.

[5] 蔺鹏. 基于语音识别技术的家居环境控制系统设计 [J]. 兰州工业学院学报, 2013 (3): 9-12.

[6] 王艳, 陈姝君, 李昂, 等. 基于语音控制和蓝牙通信的智能家居系统设计与实现 [J]. 物联网技术, 2018 (12): 107-110.

[7] 李亚龙, 张彩珍. 基于 SOPC 与嵌入式以太网的温湿度监测系统 [J]. 电子科技, 2015 (4): 97-100.

[8] 房亚民. 基于移动网络智能燃气控制系统的设计 [J]. 电子世界, 2019 (2): 210-211.

[9] 骆祖国, 陈润睿. 高效 LED 照明驱动及智能调光电路设计 [J]. 微处理机, 2011 (2): 86-89.

[10] 蒋强, 张小英. 基于 PTR8000 射频模块的火警探测器的实现 [J]. 自动化仪表, 2008 (4): 29-31.

[11] 廖姜男, 姜楠, 宋海涛, 等. 基于嵌入式技术的全液压钻机参数监测软件设计 [J]. 煤田地质与勘探, 2019, 47 (2): 17-23.

[12] 高明秀, 张治, 赵庚星, 等. 基于 WebGIS 的农田水肥盐碱监测与调控管理系统 [J]. 农业工程学报, 2018, 34 (17): 97-107.

[13] 汤亮, 张二强, 王斌. 基于 WebGIS 的事故应急救援指挥系统设计 [J]. 消防科学与技术, 2018, 37 (7): 965-968.

[14] 张会猛, 高锐锋, 包志华. 基于 WiFi 技术的临床体温监测系统设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2018, 41 (8): 26-29.

[15] 王珣, 刘勇, 李刚, 等. 基于西原模型的蠕变型滑坡预警判据及滑坡智能监测预警系统研究 [J]. 水利水电技术, 2018, 49 (8): 29-38.

[16] 严杰, 王刚龙, 李绍荣. 基于 Flex API 的南海海洋地质调查数据共享服务平台实现 [J]. 热带海洋学报, 2018, 37 (2): 84-91.

[17] 王晨辉, 郭伟. 基于 STM32 的泥石流远程监测系统设计与实现 [J]. 电子技术应用, 2018, 44 (5): 69-72.

[18] 翟皓, 景德广, 李黎, 等. 基于 WebGIS 的河南省草地资源信息化系统的设计与实现 [J]. 草地学报, 2019, 27 (5): 1441-1447.

[19] 曹霞, 余笑, 王家豪. 配电线路安全监测系统设计与实现 [J]. 电视技术, 2018, 42 (9): 110-115.

[20] 王永志, 包晓栋, 缪谨励, 等. 基于大数据的地质云监控平台建设与应用 [J]. 地球物理学进展, 2018, 33 (2): 406-415.

[21] 汤亮, 张二强, 王斌. 基于 WebGIS 的事故应急救援指挥系统设计 [J]. 消防科学与技术, 2018, 37 (7): 111-114.

[22] 魏圆圆, 王雪, 王儒敬, 等. 基于 WebGIS 的农场生产管理信息系统的设计与实现 [J]. 农业工程学报, 2018, 34 (16): 139-147.