

基于 NodeMCU 的医疗语音呼叫系统设计

杨 芳,何 勇,晏 平

(贵州大学 计算机科学与技术学院,贵州 贵阳 550025)

摘 要:为优化病人、陪护与医护人员之间的沟通方式,避免造成医患纠纷,改善医院目前广泛使用的传统模式呼叫系统的布局弊端和沟通缺陷,提出了一种基于 NodeMCU 无线通信的语音智能医疗呼叫系统的设计方案。将语音技术、基于 NodeMCU 的 WiFi 低功耗无线通讯方式等现代化技术引入到医疗呼叫系统中,使得医护人员和病人之间的沟通不再繁琐,减少沟通成本,呼叫模式变得更加智能化,同时省去了布线施工的成本。系统组成单元包括无线通讯模块、语音终端、显示终端等。经过测试,该无线语音医疗呼叫系统使得病人与医护人员的沟通更简单快捷,也便于医护人员及时地了解到病人的需求,旨在打造更加网络化、智能化的医疗呼叫系统。

关键词:NodeMCU;WiFi 无线通信;语音呼叫;医疗呼叫系统

中图分类号:TN912.34

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)07-0135-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.07.027

Design of Medical Voice Call System Based on NodeMCU

YANG Fang, HE Yong, YAN Ping

(School of Computer Science & Technology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract:In order to optimize the communication between patients, escorts and medical staff, avoid disputes between doctors and patients, and improve the layout malpractices and communication defects of the traditional mode call system widely used in hospitals, a scheme of voice intelligent medical call system based on NodeMCU wireless communication is proposed. The modern technologies such as voice technology and NodeMCU-based WiFi low-power wireless communication are introduced into medical call systems, making communication between medical staff and patients no longer cumbersome, reducing communication costs, and making call patterns more intelligent. At the same time, the cost of wiring construction is omitted. The system consists of a wireless communication module, a voice terminal, a display terminal and so on. After testing, the wireless voice medical call system makes the communication between the patient and the medical staff more simple and quick, and also facilitates the medical staff to better understand the patient's needs in a timely manner, aiming to create a more networked and intelligent medical call system.

Key words:NodeMCU;WiFi wireless communication;voice call;medical call system

0 引 言

随着国内的医疗卫生体制改革及信息化建设的不断深入和医疗事业的飞速发展,人们对于健康的需求日趋加大,同时也期望医疗服务的水平能变得更加便捷和完善。随着信息化进程深入到医院并快速发展,如今,电子病历、护理呼叫系统、网上预约挂号等现代化服务已经在提高医院工作效率、完善医疗服务、节约医疗成本等方面发挥出巨大的作用^[1]。

但是,医院呼叫系统的发展却没有真正的实现其信息化,目前医院普遍使用的呼叫系统均是有线的通

讯方式,一般分为单/多总线呼叫系统、基于 CAN 总线呼叫系统等,因此,在通讯线路的选择、现场布线施工、系统更换等方面都出现了非常多的问题^[2]。目前的呼叫模式为按键模式和语音对讲模式,当病人需要医护人员帮助时,按键模式下会使得医护人员需要当面与病人沟通后才能了解病人需求再进行后续一系列的处理,沟通会变得非常繁琐。而在语音对讲模式下,医护人员在繁忙的状态下就无法进行应答,这就增加了沟通成本。因此呼叫系统作为连接医护人员和病人的信息桥梁,须从传统的工作方式中解脱出来,提高其智能

收稿日期:2018-08-01

修回日期:2018-12-06

网络出版时间:2019-03-21

基金项目:贵州省基础研究计划项目(黔科合 LH 字[2014]7638);贵州省科技攻关计划项目(S2015GP00201238252)

作者简介:杨 芳(1993-),女,硕士研究生,研究方向为无线传感器网络、嵌入式;何 勇,副教授,硕导,研究方向为无线传感器网络、嵌入式系统。

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190321.0909.032.html>

化、信息化以适应如今快速发展的医疗行业。

文中将语音控制技术、无线通讯方式等现代化技术引入到医疗呼叫系统中,使得医护人员和病人之间的沟通不再繁琐,变得更加智能化,同时省去了布线施工的成本。在物联网技术飞速发展的今天,无线通讯技术才是舞台上的主角,如 WiFi、蓝牙、ZigBee 等^[3],这些无线通信技术都应用广泛且各有所长,在不同的应用场景中发挥着各自的作用和优势。其中 WiFi 也

在无线通信这个大舞台上大放异彩,但是其功耗问题一直受到诟病,而 NodeMCU 将能有效改善这一缺陷,并在满足物联网设备所需要的各个功能的同时降低其功耗。因此,文中基于 NodeMCU 设计了一款医疗语音呼叫系统。

1 总体设计

设计的语音呼叫系统的总体结构如图 1 所示。

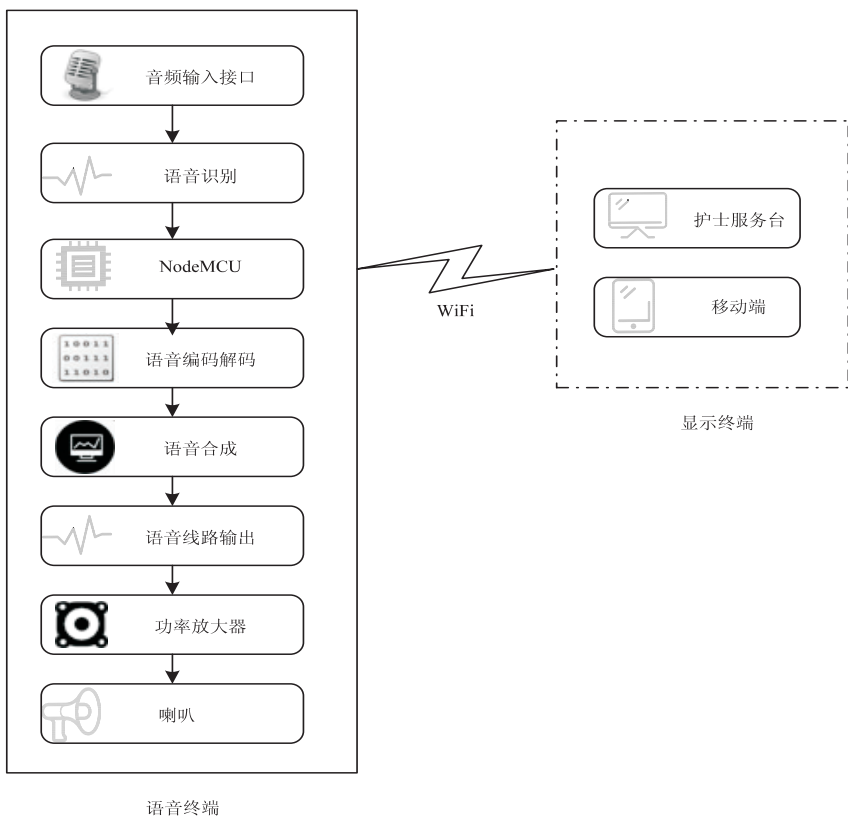


图 1 系统总体结构

首先由病房语音终端采集语音信号,存储至本地语音库进行识别,获得匹配到的语音信息后,通过自定义通讯协议将语音数据封装发送到 NodeMCU,经 NodeMCU 解析处理之后将语音信息发送到显示终端的医护服务台的显示屏和移动端。这种方式可以直接显示病人的需求,相较于传统的按铃方式,省去了医护人员和病人的沟通之后来回取药品等的繁琐过程。同时当服务台收到病房请求之后可以及时地发送回复信息到病房,病人可以得到及时的反馈。

2 系统硬件设计

文中采用的 NodeMCU 是一个开源的物联网平台,可使用的编程语言是 Lua,因此也可说该平台是基于 eLua 的一种开源项目,底层使用 ESP8266 sdk 0.9.5 版本^[4]。NodeMCU 能够连接外围设备,因为其包含 USB 接口、扩展接口和串口,并且这些接口在驱动时都是使用的非阻塞的事件驱动,所以使用时不仅方便,

而且在降低功耗方面有很大的优势,在实时物联网的应用中也具有一定的优势。NodeMCU 是以集成了 WiFi 的 ESP8266 片上系统为核心,不需要外接 WiFi 就可实现无线通信,且由于内部继承了稳定的优化算法,在功耗、体积以及成本方面都具有极大的优势。该系统还设计了语音终端采集病人的呼叫请求,并在显示端进行显示和处理。硬件总体设计如图 2 所示。

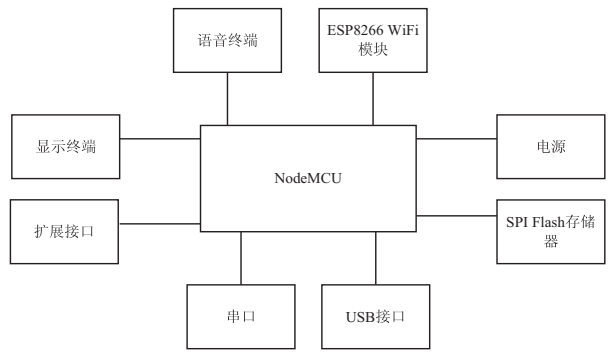


图 2 硬件总体设计

2.1 语音终端模块

语音终端模块采用 LD3320 语音识别芯片^[5],该芯片识别率较高且不需要事先训练和录音来进行非特定人的语音识别^[6]。此外,电路设计大大简化,不需要外接 Flash 和 RAM,内部集成了可实现语音控制和识别以及人机交互功能的稳定的优化算法。经过测试,该算法的识别率可达到 95% 左右。

该语音模块采用的 ASR 技术^[7]是只注重语音数据特征的非特定人语音识别技术,即识别时不关心是谁发出的命令,他的年龄和性别,只要使用的是普通话,都可识别。识别的原理是通过转换然后匹配选取最优的结果。首先,使用数学模型进行建模,然后将收集到的语音数据进行频谱转换,转换为语音特征并提取出来,根据特征生成语音关键词列表,最后选取最优的结果进行输出即可。一般使用 LD3320 在识别时可以产生 4 种结果:分别为匹配结果 1、匹配结果 2、匹配结果 3、匹配结果 4。将四种匹配结果进行筛选和对比,选取其中最优的且出现次数最多的一个,即为需要的最优结果。该芯片的识别容量为 1 至 50 个关键词,每条语音数据的长度不超过 10 个中文汉字或者不超过 79 个字节的汉语拼音,当然必须为普通话。为了区别每个字,中间采用空格符作为分隔符,例如换药的转换是:“huan yao”。

语音识别芯片^[8]的工作流程是:首先对经过 MIC 输入的声音流进行频谱分析,接着对语音进行特征提取,然后匹配关键词语列表中的关键词语,并从此关键字列表中匹配得分最高的关键词语作为最终语音识别的结果输出。

2.2 无线通讯模块

文中采用集成 WiFi 的 NodeMCU 低功耗平台设计方案,实现物联网设备无线通信低功耗的目标。该模块的 Node MCU 固件平台采用 WiFi SoC ESP8266^[9]作为核心,ESP8266 是一款超低功耗的 UART-WiFi 透传模块^[10],在这个模块中自身包含可以实现串口和 WiFi 转换的 TCP/IP 协议栈。而且模块具有丰富的可实现串口透传的硬件接口,同时可支持 PWM 调控以及 GPIO 的控制。在每次启动、复位和唤醒时,GPIO15 必须保持低电平,GPIO2 必须保持高电平;当 GPIO0 为高电平时表示处于 RUN 模式,低电平时表示处于 FLASH 模式;当需要设置为睡眠模式时,GPIO16 和 RST 需连接在一起,GPIO16 将输出低电平去重置系统的唤醒时间^[11]。

无线模块在通信时不需要连接外围无线设备,也不需要连接 WiFi,原理是通过智能连接技术空中抓包获取无线路由器的 ID 和 password,自动连接路由器并发送数据至硬件部分无线模块。

无线 WiFi 通信模块 ESP8266 的工作模式有三种:(1)接入点 (Access Point) 模式,也可称为 AP 模式,该模式下允许其他的无线设备接入,提供无线的数据访问服务,一般使用的无线路由和无线网卡即工作在这种模式之下,每一个接入点是被允许互连的,可以把家里使用的无线路由器就作为其中的一个接入点;(2)客户端 (Station) 模式,也可称为 STA 模式,这种模式是不接受无线的接入的,和无线终端类似,但是可以连接到接入的 AP;(3)接入点+客户端模式,即同时使用 AP 和 STA 这两种模式,在该系统中,需要同时发送语音数据,又需要接收服务台的回复消息,因此该系统主要采用的就是这种工作模式。系统主要使用 ESP8266 无线模块的通信处理函数模块,以此为载体来构建 NodeMCU 平台,并构建无线通信模块中的 WiFi 路由的功能,并构建云平台的服务器的数据通信功能。将这些数据链路构建完成之后,就可将 ESP8266 中的 WiFi 无线通信模块与路由器进行连接,这样就可实现该系统通过云平台服务器进行远程通信的功能。

2.3 电源模块

电源模块使用 SPX3819M5-L-3-3 这种噪声低的线性稳压电源,它的优势是线路简单。电源 SPX3819M5-L-3-3 的额定工作电流为 500 mA,可满足 NodeMCU 启动时对瞬间电流的要求。

2.4 显示终端模块

显示终端模块使用的是 NT35510 进行驱动的 TFT-LCD 液晶屏,其主要是采用 IIC 总线协议方式实现。显示端模块中存储的部分采用 SD 卡实现,采用 SPI 总线协议。显示终端还可包含移动端显示,即可使用手机、平板等便携式设备进行呼叫信息显示和处理。

3 软件设计

3.1 语音模块软件设计

语音终端软件设计的核心是语音识别程序设计,在该模块的软件设计部分整个程序主要从以下流程进行实现。首先对芯片进行一系列的通用初始化,主要包括复位、工作模式的设定、设定使用的时钟频率、设定 FIFO 等相关的初始化操作;完成初始化之后进行 LD3320 语音识别芯片^[12]的工作检查,确认芯片可以进行后续的正常工作的。当用户需要进行语音呼叫时按下唤醒按键或者唤醒语音,然后进入语音录入模式,当结束语音的录入之后,将该语音片段写入关键词识别列表。LD3320 芯片在写入识别列表的规则是需要一个特定的编号对应一个识别的条目,编号的数量不能超过 50 个,该编号的数值须小于 256 且不需要连续,每一个识别的条目为标准的普通话均转换成小写汉语

拼音,字与字之间用空格进行分隔。接下来进行语音识别的工作,因为需要等待语音识别的结果,所以此时需要打开中断。当收到回复的反馈信息,将该信息发送到语音终端,最后将该条内容通过语音终端播放并同时显示用户呼叫的内容。

流程如图 3 所示。

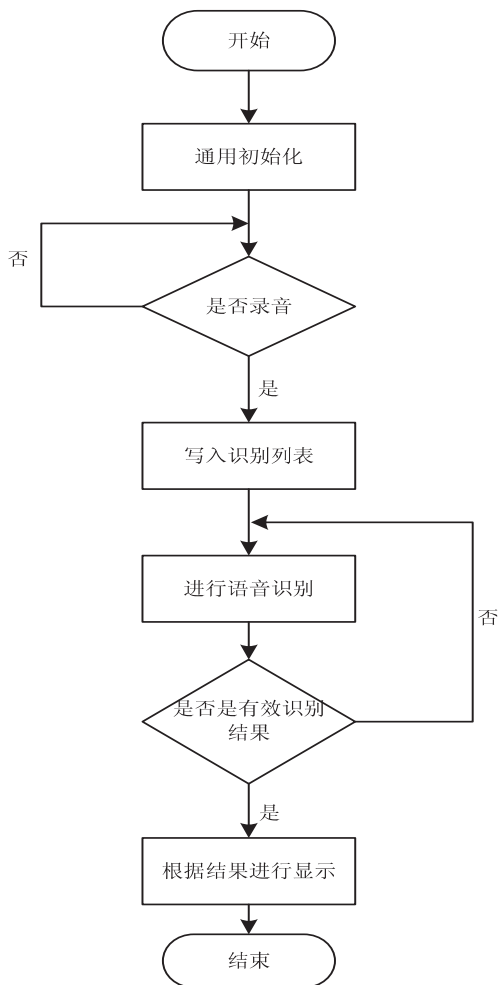


图 3 语音识别流程

3.2 通讯协议

语音终端与 NodeMCU 通信的数据帧采用自定义的通信协议,主要由帧头、帧长、数据、校验和帧尾五个部分构成,其中每个部分的定义和占用字节数可根据实际使用来自定义。该系统将帧头定义为 0x0A,可占用长度为 1 Byte;帧尾定义为 0x2A,可占用长度为 1 Byte;校验和占一个字节,将有效数据相加取余;帧长为数据的有效长度,可占用长度为 1 Byte;数据可占用长度为 3 ~ 256 Byte。

采用以下的帧格式:

帧头 (Header) + 帧长 (Length) + 数据 (Data) + 校验和 (FCS (Check))、帧尾 (Footer)

3.3 无线通讯模块软件设计

系统在无线通信时可以生成一个包含寻找到的无线局域网的列表,选中列表中包含的模块便可直接进

行连接,采用的控制协议是 TCP 可靠协议^[13],发出或接收的所有指令都将以 GET 和 POST 函数传送给嵌入在 NodeMCU 中的无线模块。该模块也是基于 TCP 协议的 HTTP 服务,那么模块在接收到指令请求之后就会对该指令进行解析,此时需调用解析器解析出具体的指令含义,在完成解析之后,可根据解析出来的结果进行一系列操作,同时将返回执行的结果。系统中使用 Lua 脚本语言编写 WiFi 的路由连接程序以实现 ESP8266 无线通信模块与无线路由的连接,该程序中的实现首先需要设置 WiFi 的工作模式,由于系统使用的是 STA+AP 的工作模式,那么需要设置 station 模式中所需要的 ssid 和 password,以及设置开启定时器并进行在 station 模式下打开 AP 模式,同意路由的 AP 连接,当连接 WiFi 路由成功后,便可直接从路由中获取客户端的 IP 地址,以此进行无线通信。

具体通信流程如图 4 所示^[14]。

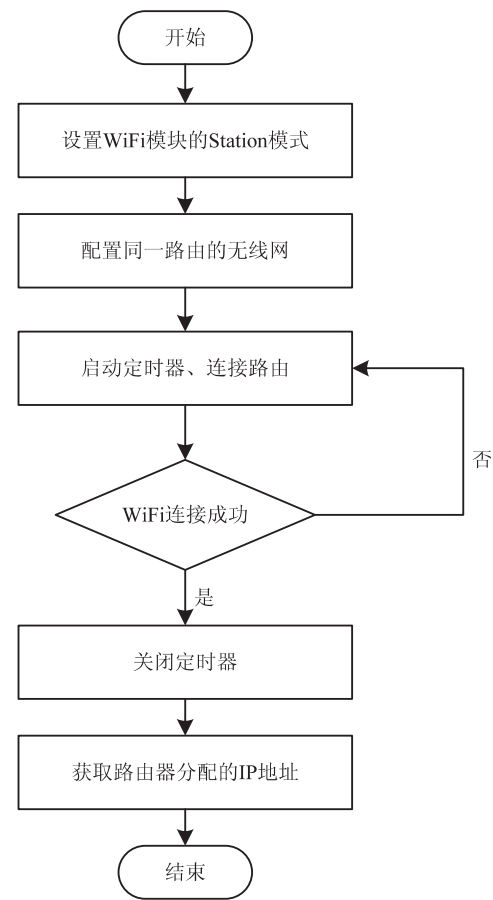


图 4 无线连接流程

3.4 显示终端软件设计

显示端主要包括病人呼叫信息的显示和信息报警提示,首先进行初始化和启动 NodeMCU 无线接收模式,将识别后的语音信息解析完成发送到显示端,显示端就会发出报警提示音并在显示屏上将语音内容显示出来,医护人员看到呼叫信息后确认处理,NodeMCU 再将处理回复返回到呼叫端。

4 系统测试

系统测试时主要采用两种方式来对语音终端的唤醒,一种是按键唤醒的方式,另一种是特定语音唤醒的方式。通过测试,特定语音唤醒方式由于容易受到环境的影响,识别率较低,且误识别情况发生较频繁,因此在该系统中主要采用按键触发的方式,并针对该方式下的识别率进行了测试。测试环境为1~10 m的范围内,每间隔1 m对语音终端发出50~100次的语音请求,具体的测试数据如图5所示。通过本次测试可以得出,可将麦克风灵敏度设置为18、麦克风增益设置为21,系统的语音前端在1~5 m时语音识别率较高。

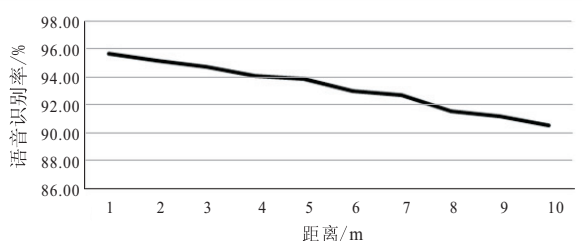


图5 语音识别率测试结果

通过测试 NodeMCU,无线通信模块通信稳定,传输数据至云端发送时延低,错误率低,能很好地满足系统功能需求。

在测试信号强度和丢包率时使用的是 Smart RF Studio 软件,分别对系统的每个节点的这两个测试项进行了测试,将接收与发送节点之间的信道设置为 0X0B,它们之间的频率设置为 2 430 Hz,测试环境分别为有、无障碍,其中无障碍环境下节点相距 1 m 和 5 m,有障碍环境设置为穿墙障碍节点相距 12 m,测试出信号强度的结果如图6所示。

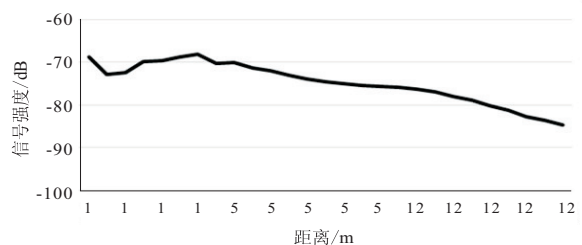


图6 信号强度测试结果

5 结束语

文中设计的无线语音呼叫系统,使用 WiFi 无线通讯与语音呼叫相结合的方式,区别于传统呼叫系统单一的控制方式,改善了当前有线呼叫系统的局限性,大

大简化了医护人员和病人之间的沟通过程,同时针对语音识别芯片解决了外部存储器数据修改困难的问题,并突破了 WiFi 通讯方式存在的功耗问题。从测试和使用情况上看,该系统运行稳定,性能良好,具有不错的市场前景和应用价值。

参考文献:

- [1] 郑 曦,何晖雄,黄少伟,等. 互联网医疗研究综述:回顾、现状与监管[J]. 中国卫生法制,2018,26(4):28-33.
- [2] 吴 彬. 医院呼叫系统的总体设计与电路优化[J]. 人人健康:医学导刊,2008(2):93-94.
- [3] 陈章进,张建峰,李翰超. 基于 ZigBee 与 WiFi 的无线智能照明系统设计[J]. 计算机测量与控制,2016,24(2):228-231.
- [4] 纪亚萍. 基于 Wi-Fi SoC 的物联网平台设计[D]. 兰州:兰州大学,2015.
- [5] 何 侃,田亚清,李 强,等. 基于 LD3320 的语音识别智能垃圾桶设计[J]. 国外电子测量技术,2015,34(6):85-88.
- [6] 姜杰文,姜彦吉,邴晓环,等. 基于 LD3320 的非特定人识别声控灯系统设计[J]. 现代电子技术,2015,38(11):27-30.
- [7] ERRATTAHI R, HANNANI A E, OUAHMANE H. Automatic speech recognition errors detection and correction: a review[J]. Procedia Computer Science, 2018, 128:32-37.
- [8] 魏 莱. 医院病房语音呼叫系统设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2015.
- [9] 范兴隆. ESP8266 在智能家居监控系统中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2016,16(9):52-56.
- [10] AZMI N, SUDIN S, KAMARUDIN L M, et al. Design and development of multi-transceiver Lorafi board consisting LoRa and ESP8266 - Wifi communication module [C]//IOP conference series: materials science and engineering. [s. l.]: [s. n.], 2018.
- [11] 林 巧,杨坚坚. Lua 语言在轻量级 Web 服务器设计中的应用[J]. 计算机系统应用,2016,25(7):124-129.
- [12] LI Wei, CUI Baihui, ZHANG Fawei, et al. A smart home system based on speech recognition technology[J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 713-715:2123-2125.
- [13] 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.
- [14] KASHYAP M, SHARMA V, GUPTA N. Taking MQTT and NodeMcu to IOT: communication in internet of things[J]. Procedia Computer Science, 2018, 132:1611-1618.