

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2106857

基于RFID的共享自动感应车位锁系统*

李云强^{1,2} 黄宪通¹ 赵天翔¹ 马凯旋¹

(1.南阳理工学院 信息工程学院 河南 南阳 473004; 2.同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室 上海 201804)

摘要: 针对城市停车位共享难的问题,设计了一种基于智能硬件与手机微信小程序相结合的共享自动感应车位锁系统。系统由共享车位锁、手机微信小程序和服务端停车信息管理系统等三部分组成。给出了系统的主要工作流程和功能模块设计。车位锁系统,以STM32F103为主控芯片,采用RC522技术、GPS定位、无线通信、显示器等模块,实现了共享车位锁的定位导航,预定车位卡开锁,报警等功能。微信小程序采用MySQL数据库存储信息,使用微信开发者工具完成了车位选择、车位预约和进入车位和车位费用结算等基本功能。车位锁实物通过读取车辆IC卡进行测试,测试结果表明车位锁实现了设计功能。微信APP经过测试也完成设计功能。整个系统能完成对停车位的自动感知、出入库管理和费用结算功能,完成对停车位的无人化管理,进而提高停车位的利用效率。

关键词: 射频识别;单片机;共享车位锁;Esp8266;应用小程序

中图分类号: TP393.4;TN409 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

Design of automatic induction parking lock system based on RFID

Li Yunqiang^{1,2} Huang Xiantong¹ Zhao Tianxiang¹ Ma Kaixuan¹

(1. College of Information Engineering, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China;

2. Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Aiming at the difficulty of urban parking space sharing, a shared automatic induction parking lock system based on the combination of intelligent hardware and mobile phone WeChat applet was designed. The system consists of three parts: shared parking lock, mobile phone WeChat applet and server parking information management system. The main work flow and function module design of the system are given. Parking lock system, with STM32F103 as the main control chip, using RC522 technology, GPS positioning, wireless communication, display and other modules, realize the positioning and navigation of shared parking lock, pre-booked parking card unlocking, alarm and other functions. WeChat applet uses MySQL database to store information, and uses WeChat developer tools to complete the basic functions of parking space selection, parking space reservation, parking space entry and parking space fee settlement. The parking lock is tested by reading the IC card of the vehicle, and the test results show that the parking lock has realized the designed function. WeChat APP also completed the design function after testing. The whole system can complete the automatic perception of parking space, warehouse management and cost settlement function, complete the unmanned management of parking space, and then improve the utilization efficiency of parking space.

Keywords: radio frequency identification; single chip microcomputer; shared parking lock; Esp8266; App

0 引言

停车难已经成为影响城市交通发展的重要瓶颈,现有停车位数量不足,车位资源利用率低,车位信息不对称,空闲车位共享难、车位管理水平落后等因素^[1-3]是导致停车难的重要原因。目前有两种主流解决思路,一是建设增加公共停车位,设计更多占地面积小,停车容量大的立体公共停

车场^[4]。二是打破信息孤岛,充分利用已有的各类型的停车资源。盘活停车位资源,匹配好车位供需双方之间的资源、信息等,实现停车位资源的整合利用,即通过建立一种车位共享机制^[5-6],设计共享车位锁系统,为解决停车难问题提供一种新的思路。

已有很多的研究者给出了停车难的问题不同的解决方案,多数解决方案集中在通过新一代物联网移动通信技术,

收稿日期:2021-06-04

* 基金项目:南阳市科技攻关项目(2021KJGG-016)、南阳理工学院大学生科研项目(2019-003)资助

提高停车位利用率为突破点。如何有效的管理和整合停车位的利用率成为其中的关键点,通过分析优化现有的技术方案^[7-8],在车位管理中,为了实现自动化的无人值守管理,一套自动感应车位锁^[9-12]是必不可少的重要装置,借鉴共享理念,以车位共享和操作自动化为需求目标,利用无线射频识别(radio frequency identification,RFID)技术^[13-18]自动感应识别优势和移动互联的手机微信小程序相结合的综合方法,以开发一套可以自动感应的共享车位锁系统为主要目标。

通过手机客户端微信小程序 App,与服务器和以单片机硬件控制为核心的车位锁系统相互连接通信,运用服务器上位机实现车位锁共享管理,车位共享预约、共享车位定位导航、自动计费及快捷支付等功能,在保障安全前提下,实现车位的共享管理,提高车位资源的周转率。为市民开车出行带来了极大的便利。本文完成了整个系统的功能设计,给出了共享车位锁系统软硬件的详细设计和主要功能模块的测试界面。

1 共享感应车位锁工作原理

RFID 是一种新的非接触式自动识别技术,其组成及工作原理如图 1 所示。系统由附着在物体上的电子标签(Tag)、阅读器(Reader)、天线(Antenna)、RFID 应用软件等组成。每个电子标签具有唯一的识别编码,用来标识身份区分不同的对象,电子标签一般嵌入到待识别目标物体中。阅读器发射无线射频信号与电子标签相互通信,接收电子标签反射回来的信号,两者在无接触方式下完成信息的收发。天线将电流信号通过射频振荡器转变成电磁波信号发射出去,同时将电子标签反射回来的电磁波信号转变为电流信号发送给阅读器。

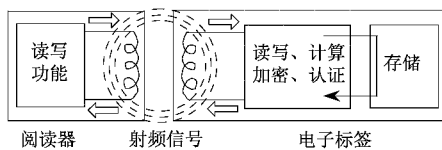


图1 RFID系统组成及工作原理

自动感应车位锁的基本原理如图 2 所示。车辆上安装电子标签卡,当车辆驶入预定的停车位,车位锁自动识别车上电子标签卡片发出的 ID 信号,车位锁自动下降(开锁),车辆可停入停车位;当汽车离开车位,车位锁体接收不到电子标签卡片发射 ID 号,车位锁自动上升关闭车位,该车位可供其他车辆使用。

2 总体功能设计

2.1 共享车位锁总体设计

RFID 自动感应车位锁系统分为 3 部分:能自动感应并定位的车位共享车位锁(下位机)、驾驶员端手机微信小程序和服务器端(上位机)停车场信息管理系统,如图 3 所示。

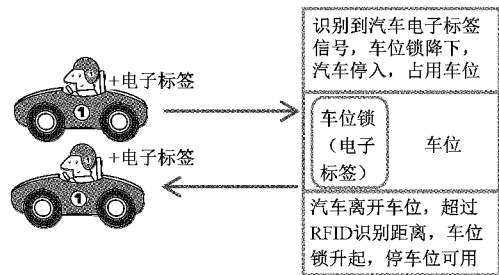


图2 自动感应车位锁工作原理

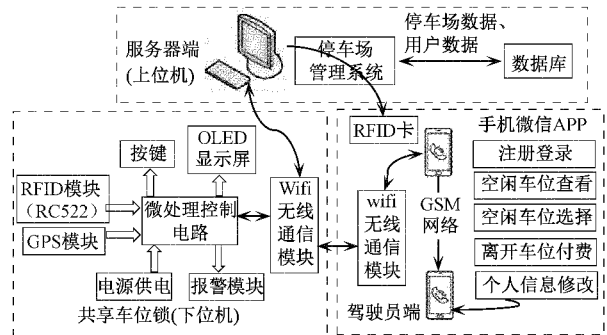


图3 共享车位系统总体结构

下位机即共享车位锁,由微处理器控制模块,电源电路,RFID 模块(RC522),GPS 模块,WiFi 模块、OLED 显示、按键、报警等模块构成,完成停车位定位信息的传送和锁体的开合功能。

手机端由两部分构成,一是手机微信小程序,实现目的地停车位选择,有下单、停车和付费功能。二是信息接收读写的有源电子标签构成,下单后接收服务器发送来共享车位的识别信息,然后读写器把可识别信号写入有源电子标签,用来打开相应车位上的车位锁。

服务器端对停车场信息进行管理,实现停车位和驾驶员之间信息交互。可接收用户的停车请求,向用户发送可共享的车位锁信号,接收车位锁的计费金额,向用户手机发送停车费金额,车主离开时,发送车位锁擦除指令,清除本次停车的车主信息等功能。

2.2 系统工作流程

车位锁系统的主要工作流程如图 4 所示。

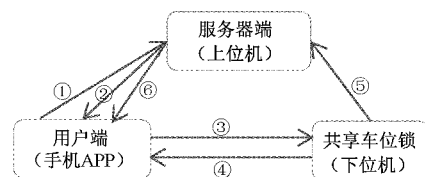


图4 共享车位工作流程

①手机微信 APP 下单要使用的车位,将信息发送到服务器。

②服务器把可用共享车位对应的识别信息发送到用户手机 APP 接收端,读写器将信息写入有源电子标签。

③用户开车进入车位锁识别范围,车位锁降下,车辆停入,开始计费。

④用户开车离开,车辆离开车位锁识别范围,车位锁升起。

⑤车位锁升起车辆离开,产生计费信息,车位锁将计费信息发到服务器。

⑥服务器将计费信息发送到手机端 App,用户付款,读写器删除有源电子标签此次车位锁对应的信息。

2.3 共享车位锁机械结构设计

车位锁本身是一智能感应锁具,其机械电路组成结构如图 5 所示。由控制芯片、驱动电机、定位设备、电子标签信号接收器、计时器和信息发送器、驱动折叠锁开合链条、伸缩折叠锁机械部分、基座、电源、锁外壳等部分组成。其中电子标签接收器接收到车辆电子标签的信号,然后驱动电机打开或关闭车位锁。电源部分也可以采用太阳能驱动。

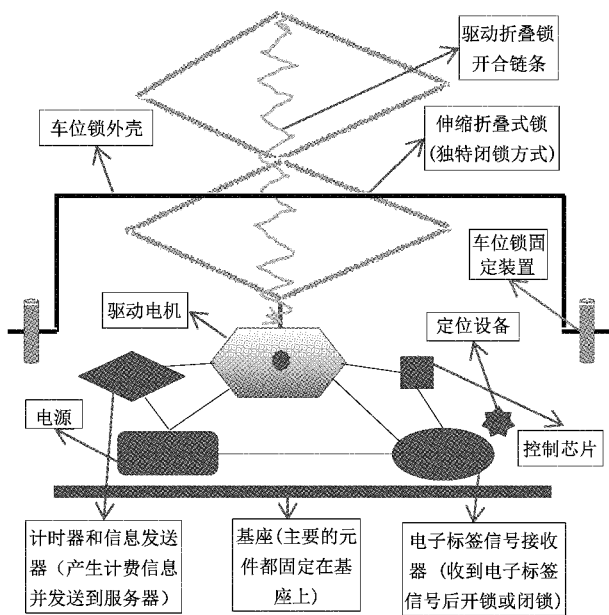


图 5 共享车位锁机械结构示意图

2.4 停车场和手机 APP 软件模块设计

软件主要包含服务器端的停车管理系统和手机端 APP 系统。其主要功能模块如图 6 所示。

手机端程序采用 MySQL 数据库存储主要的实体关系,服务器端程序采用 Web 编程实现^[19]。

3 硬件电路模块

车位锁体即系统主要的硬件组成,其中微控制器采用 STM32F103 芯片,RFID 芯片采用 RC522 芯片^[20],GPS 采用 NEO-7M 芯片,WiFi 采用 ESP8266 芯片^[21],其整体硬件电路结构如图 7 所示,每一部分功能及引脚连接介绍如下。

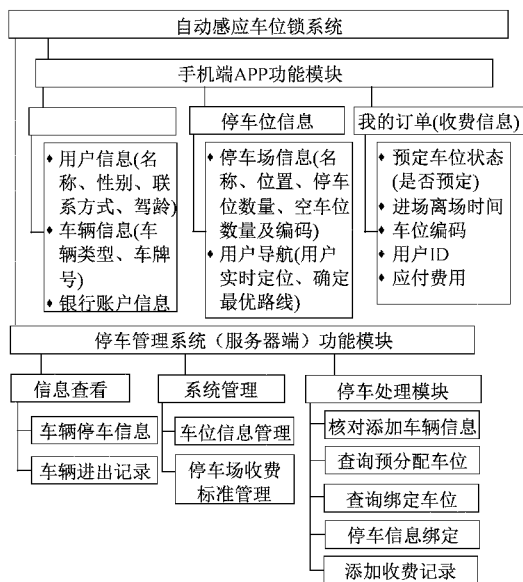


图 6 停车管理系统和手机 APP 功能模块

3.1 RC522 模块 (RFID)

MF RC522 芯片,它是应用于 13.56 MHz 非接触式通信中高集成度的读写卡芯片,双向数据传输速率高达 424 kbit/s。主要功能完成车辆读写卡,读写到的数据传送到单片机模块再发送给上位机,可在 OLED 实时显示车辆卡号和车辆 GPS 位置信息。它与主机间采用 SPI、I²C 或 UART 串行通信模式之一。

RC522 的引脚连接如图 7(e) 所示,其中 RST 引脚连接 PB5;SDA、SCK、MOSI、MISO 分别连 PB12~PB15。

3.2 GPS 模块

GPS 将停车位定位信息传送到单片机模块中进行数据处理。采用 NEO-7M 卫星定位模块,NEO-7 能在维持低功耗的同时拥有较高的灵敏度。GPS 模块并不播发信号,属于被动定位。通过运算与每个卫星的伪距离,采用距离交会法求出接收机的经度、纬度、高度和时间修正量这四个参数。NEO-7 通过串行通信口不断输出 NMEA 格式的定位信息及辅助信息,供接收者选择应用。

该模块引脚如图 7(c) 所示。引脚 1 为 VCC 引脚,接电源;引脚 2 为 GND 接地,引脚 3 为 TXD 连接 PA10,用于发送定位信息;引脚 4 为 RXD,用于接收数据,本设计不需向 GPS 发送数据,所以悬空;引脚 5 为 PPS 引脚,用来与其他设备进行时钟同步,减小数据延时,本设计中未用到,置悬空。

3.3 WiFi 模块

WiFi 模块,用来实现上位机与下位机及服务器间的无线传输功能,手机端能实时得到预约车位锁的 ID 卡值。ESP8266EX 芯片,通过 SPI、SDIO 或 UART 接口与主机连接,ESP8266 模块有 8 个引脚,如图 7(f) 所示,Rx, Tx 分别与 PA2、PA3 相连。

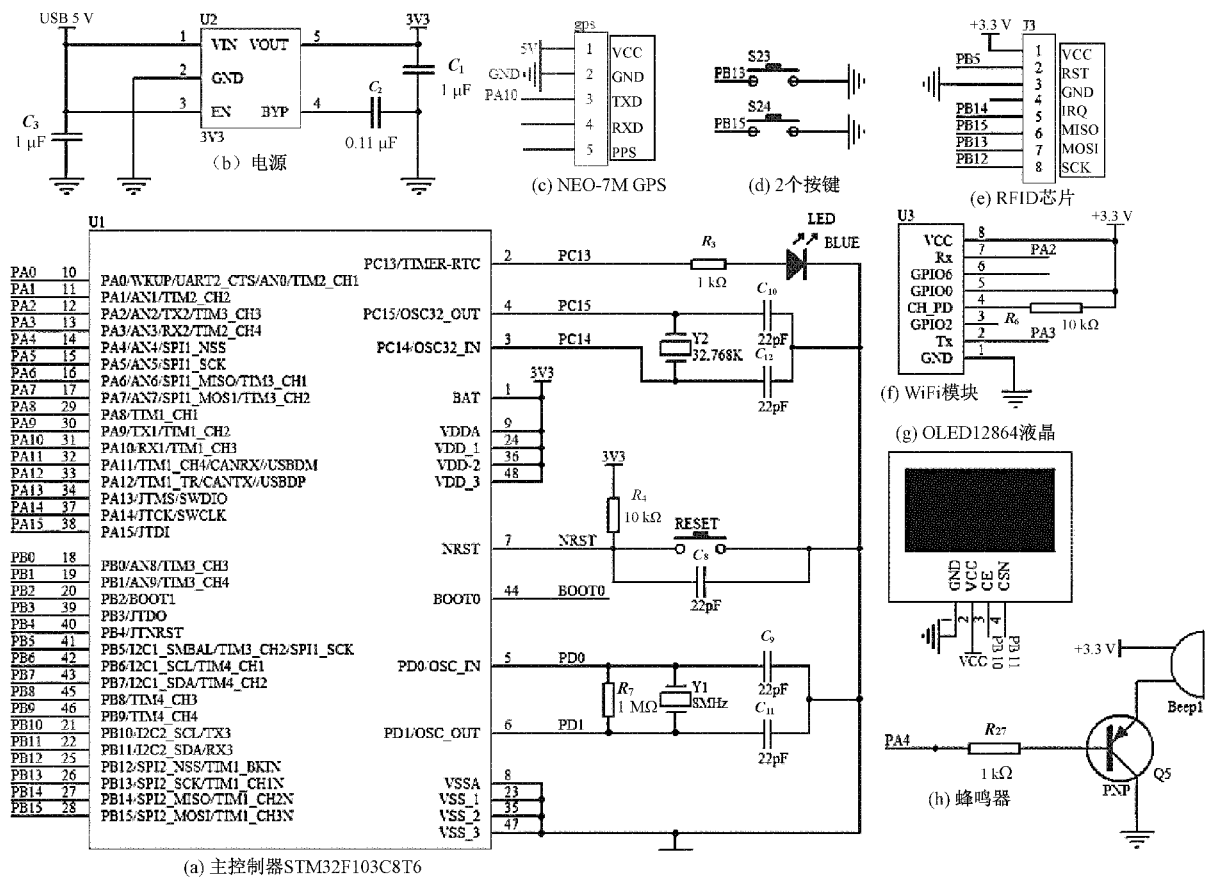


图7 共享车位锁的硬件电路结构图

3.4 OLED显示器模块

显示器采用0.96寸128×64分辨率的SSD1306芯片,用来显示当前停车位和停车位上车辆的IC卡号,以及GPS模块获得的经纬度信息。OLED采用IIC或SPI,此处采用IIC接口。

GND引脚接地,VCC引脚接3.3V电源端;CE引脚与STM32芯片的PB10引脚相连;CSN引脚用于发送或接收数据,与PB11引脚相连,如图7(g)所示。

3.5 蜂鸣器和按键

当未预约的车进入已预定停车位后,蜂鸣器发出响声^[23],提醒车主离开当前车位,如图7(h)所示,引脚连接PA4。设置两个按键,通过是否接通来更换停车位,如图7(d)所示,引脚分别连接PB13和PB15。

4 系统实物及测试

4.1 车位锁实物及测试

按照图7连接好硬件电路,即可得车位锁硬件系统实物如图8所示,上电后车位锁即可工作。通过读取车辆上IC卡号,测试车位锁系统能否正常工作。当未放置IC卡时,Lcd灯不亮。当IC卡靠近RFID读写器,LED灯亮起,RFID读到的IC卡号后将自动与当前车位上预约卡号对

比,若相同则车位锁打开,车辆可停入。若不相同蜂鸣器就会发出报警响声,车位锁无法打开。其中LED屏上的ID1代表第一个停车位,“ID->”后面是车辆IC卡号,JD、WD分别代表当前停车位所在经度和纬度。

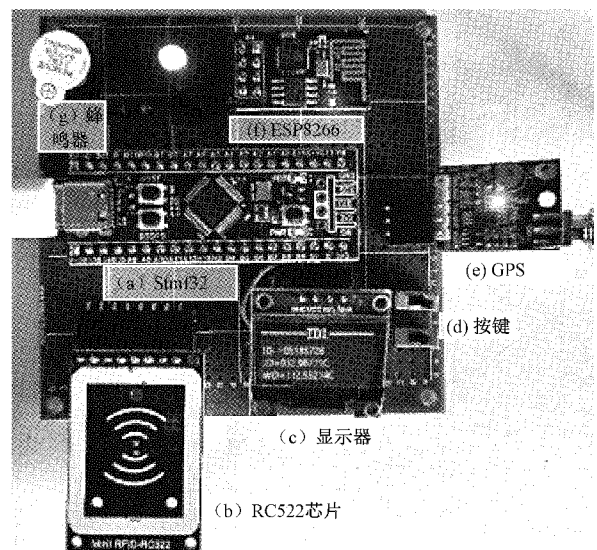


图8 感应车位锁实物系统

当 RC522 读取 IC 卡后,车位锁实物显示如图 8 所示,左上方 LED 灯亮起,“ID—>”后 05185726 为驶入车辆的车位 ID 值。JD、WD 后数值为 032.967 71°、112.552 14°,分别代表车位的经纬度。由图 8 的测试结果,车位锁系统能正确识别车位 ID,并正确识别车位的 GPS 的地理位置。

4.2 手机客户端 APP 功能测试

手机客户端 APP 的主要功能有注册登录、空闲车位查看、车位选择,离开车位付费和个人信息修改等功能,通过打开 APP 对全部功能进行测试。

1) 账号注册和登录模块

首先通过手机号先注册,输入正确的用户名、密码和验证码进行登录操作,信息正确则登录进入对应用户功能界面,反之登录失败,系统账号注册和登录界面如图 9 所示。

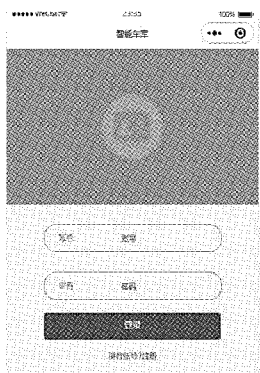


图 9 登录界面

2) 车位选择模块

登录成功,进入车位选择界面如图 10 所示,包括车位信息、个人信息和我的订单等操作。



图 10 车位选择界面

3) 车位预约选择模块

点击车位,例如选择 1 号空闲车位,如图 11 所示,则车位 1 被预约,进入界面,如图 12 所示。

4) 驶入和离开车位功能模块

当车辆进入预约车位后,手机端界面如图 13 所示,此时车位 1 已经被占用;当车辆离开车位后,状态为离场,分别显示停车开始、结束时间,及停车费用,如图 14 所示。

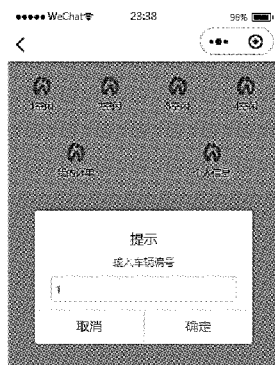


图 11 选择车位 1



图 12 车位 1 预约



图 13 进入车位 1



图 14 离开车位,收费

通过图 9~14 界面,可知手机端 APP 基本完成了停车车位选择和离场收费的基本功能,满足了系统设计要求。

5 结 论

本文重点给出了车位锁智能硬件结构的设计和手机

端APP的设计,通过车位锁硬件实物和手机APP端功能测试,实现了系统共享车位锁的核心硬件设计和手机端APP的功能模块。

每台车位锁通过RFID实现可独立接收信号,一车一位,每个锁位的信号源独立不串联,能有效防止其他车辆互相占用车位锁的感应端,保证了一定的安全快捷可靠性。服务端停车管理信息系统可以通过web编程技术实现其主要功能模块,技术成熟,较易实现,文中未给出具体论述。本系统设计方案具有较高的借鉴和参考应用价值,具有广阔的市场应用潜力。

结合百度地图,利用APP内嵌函数,可以更进一步优化手机端APP的界面和功能模块设计,随着AI智能、大数据技术的发展,进一步加强共享停车场运营策略^[23]、优化策略和智能控制技术的研究,提升停车场智慧性和可控性,则是下一阶段的重要研究方向。

参考文献

- [1] 谢静,蒋秀林. 基于物联网技术的私有车位共享系统设计与实现[J]. 宿州学院学报,2019,34(1):68-71.
- [2] 王金龙,齐天,田杨萌,等. 基于物联网的城市车位共享系统设计[J]. 物联网技术,2017(11):65-66.
- [3] 张曼,陈宁. 基于安全认证的私家车位共享系统设计[J]. 现代信息科技,2020,4(24):6-9.
- [4] 董坤朋. 基于物联网的立体车库智能控制系统的研究与设计[D]. 马鞍山:安徽工业大学,2019.
- [5] 薛文凯,李梦洁. 共享经济下的停车位系统设计研究[J]. 时代汽车,2021(3):114-115.
- [6] 王瑶,吴勇峰,郑宝红. 一种基于物联网的车位实时共享系统设计[J]. 中国科技信息,2021(9):89-90.
- [7] 陈欢,陈新泉. 基于RFID的小区车辆管理系统设计[J]. 广西民族大学学报(自然科学版),2020,26(1):82-86.
- [8] 张静,任轶佐,沈建国. 基于LabVIEW与RFID的停车场收费系统[J]. 电子技术,2016,45(10):18-21.
- [9] 卢丹萍,明鑫,林秀明. 基于智能地锁及微信小程序的共享车位系统设计[J]. 西部交通科技,2019(6):138-141.
- [10] 孙凯特,赵华. 一种基于物联网的新型智能车位锁[J]. 内燃机与配件,2019(2):192-194.
- [11] 张仑仑,李长红,陈超波,等. 基于STM32的共享车位锁系统设计[J]. 国外电子测量技术,2018,37(7):103-106.
- [12] 苏小康,朱景昊,谢鼎盛,等. 太阳能供电式智能共享车位锁[J]. 科学技术创新,2020(11):158-159.
- [13] 纽莉荣,王梓宇. 基于RFID的无线电监测设备管理系统[J]. 中国无线电,2021(5):79-80.
- [14] 何怡刚,汪涛,施天成,等. 基于RFID传感器标签与深度学习的变压器状态监测方法研究[J]. 电子测量与仪器学报,2018,32(9):72-79.
- [15] 邢玉广,张彦军. 基于RFID的智能IC卡管理机的设计与研究[J]. 电子测量技术,2018,41(24):40-45.
- [16] 杨大鹏,张丕状,姚金杰. 基于RFID无人机数据综合管理系统设计[J]. 国外电子测量技术,2019,38(11):55-60.
- [17] 陈海宁,沈洁,马福龙,等. 基于射频识别技术的电能质量计量评估模型[J]. 电子测量与仪器学报,2020,34(6):25-31.
- [18] 王思睿,薛严冰,宋智,等. 纸基底印刷无芯片RFID湿度传感器[J]. 仪器仪表学报,2020,41(3):150-158.
- [19] 江书乐,万旺根,姚品. 基于Web的手机App智慧医疗多媒体管理系统[J]. 电子测量技术,2019,42(22):35-40.
- [20] 洪晓雪,郭献章,高茂菊,等. 基于RC522的公寓智能洗衣机控制器设计[J]. 物理实验,2016,36(5):34-38.
- [21] 冯娜娜,冯娟娟,杨延宁,等. 基于ESP8266的可视化温湿度实时监测器的设计[J]. 延安大学学报(自然科学版),2020,39(4):54-57.
- [22] 李云强. 基于智能手机的厨房环境监测系统的设计[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版),2019,44(4):55-63.
- [23] 关宏志,聂楚濠,赵鹏飞. 居住区共享停车场运营策略[J]. 科学技术与工程,2021,21(12):5124-5132.

作者简介

李云强,讲师,主要研究方向为物联网智能感知技术、磁浮直线电机的牵引与驱动。

E-mail:liyq_2003@163.com

黄宪通,副教授,主要研究方向为移动通信技术。

E-mail:hym007@qq.com

赵天翔,讲师,主要研究方向为物联网系统设计。

E-mail:149159603@qq.com

马凯旋,本科生,主要研究方向为物联网工程。

E-mail:804271057@qq.com