

文章编号: 2095-2163(2022)04-0095-06

中图分类号: TP212.9 ;TN92; G647

文献标志码: B

# 基于 OneNET 和 ZigBee 的智慧查寝系统

秦波, 顾唐杰, 吴次南, 蒋小菲

(贵州大学 大数据与信息工程学院, 贵阳 550025)

**摘要:**为实现学生宿舍全面的智能查寝,本文基于 ZigBee 和 AI 人脸识别设计了学生宿舍智慧查寝方案。ZigBee 技术基于相关传感器检测宿舍内部环境,然后通过 ZigBee 将数据上传至 OneNET 平台做进一步分析及显示。AI 技术以多个摄像头实时拍摄人脸,检测进出的人员,确定该栋宿舍学生详细信息。最后,宿舍管理员通过管理平台实时查看宿舍情况。方案目前实现了各传感器在 OneNET 平台分类显示,以及能在平台随时查看各宿舍的传感器数据,同时还能得出夜间于宿舍就寝的学生数量、显示未就寝的学生个人详细信息。本文提出的智慧查寝系统,不仅能检查出学生酗酒、大功率禁用电器的使用等违规情况,而且能结合 AI 技术解决学生非本人就寝、夜不归宿等情况,查寝更全面、更精确、更智能。

**关键词:** OneNET; 人脸识别; ZigBee; 智慧查寝

## Smart bed-checking system based on OneNET and ZigBee

QIN Bo, GU Tangjie, WU Cinan, JIANG Xiaofei

(College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**[Abstract]** In order to realize the comprehensive intelligent bed-checking in the student dormitory, this paper designs the intelligent bed-checking scheme in the student dormitory based on ZigBee and AI face recognition. ZigBee technology detects the internal environment of the dormitory based on related sensors, and then uploads the data to the OneNET platform through ZigBee for further analysis and display. AI technology uses multiple cameras to capture faces in real time, detect people entering and exiting, and determine the detailed information of the students in the dormitory. Finally, the dormitory administrator can check the situation of the dormitory in real time through the management platform. The solution currently realizes the classification and display of each sensor on the OneNET platform, as well as the ability to view the sensor data of each dormitory on the platform at any time. In addition to this, it can also obtain the number of students who sleep in the dormitory at night and display the personal details of students who have not gone to bed. The smart bed-checking system proposed in this article can not only check students' alcohol abuse and the use of high-power illegal electrical appliances, but also combine AI technology to solve the situation that students are not going to bed and do not return at night, etc., making bed-checking more comprehensive, more accurate and intelligent.

**[Key words]** OneNET; face recognition; ZigBee; intelligent sleep check

## 0 引言

目前在各家高校的有效管理中,对高校学生宿舍的检查已经成为不可或缺的一项学生管理工作,如此则不仅可以保障学生的健康休息,而且也保护学生的人身财产安全。研究可知,现在各高校普遍采用的查寝方式就是完全依靠宿舍管理员对学生节假日出入信息进行登记、对宿舍违规电器进行排查、对宿舍内学生酗酒行为进行检查。只是这种仅仅依靠宿舍管理员查寝的管理方法在给宿舍管理员增加不必要负担的同时,查寝效率也必然较为低下。

近年来,已有不少的学者关于高校智能查寝部

分开展了相应研究工作。2017年,石宜金<sup>[1]</sup>提出了基于 we5 和指纹识别机实现了指纹识别的查寝系统。2018年,熊飞等人<sup>[2]</sup>提出了学生智能查寝管理系统的研究。在2020年,刘幸兴等人<sup>[3]</sup>提出了基于 ZigBee 技术的宿舍查寝,同年,由刘进芬等人<sup>[4]</sup>提出了百度云服务的人脸识别查寝,洪成龙等人<sup>[5]</sup>基于微信小程序实现宿舍查寝,熊飞<sup>[6]</sup>提出基于 NB-IOT 技术在智能查寝管理系统中研究。这些查寝的方案能让宿舍管理员不用亲自查寝也可以大概了解学生是否在宿舍就寝,使得查寝逐渐智能化,但查寝的功能却仍然亟需进一步完善。对此,本次设计方案使用 ZigBee 无线传感器技术和 AI 人脸识别两种信息化技术相结合,让宿舍查寝功能更加全面,更加

**作者简介:** 秦波(1996-),男,硕士研究生,主要研究方向:智慧教育与智能系统;顾唐杰(1997-),男,硕士研究生,主要研究方向:软件开发、智能算法处理;吴次南(1962-),男,博士,教授,主要研究方向:光电子学、光谱学、理论物理等;蒋小菲(1988-),女,博士,副教授,主要研究方向:物联网及信号处理。

**通讯作者:** 蒋小菲 Email:514651931@qq.com

收稿日期: 2021-11-12

精确。

本文方案通过酒精传感器能实时检测各个宿舍内部的酒精浓度,电压监测器能实时检测各宿舍内部电器用电情况以及人体红外传感器检测人体信息,并且根据设定的时间定时上报检测数据。人脸识别能够通过摄像头识别进出的人员的人脸,对本栋宿舍的学生人脸累加计数,通过一天的计数人脸与宿舍总体学生数进行比较,能判断学生的就寝人数。宿舍管理员只需要查看传感器和摄像头人脸识别检测的数据结果,就能知道学生的就寝情况以及用电情况等。基于 OneNET 和 ZigBee 的设计方案不仅使得查寝功能更加全面,而且除了简单的学生夜间就寝检查情况,还对宿舍酗酒,以及使用大功率电器等进行了智能化检查,利于高校对学生的安全管理,而且查寝效率也得到了明显提升。

## 1 系统整体方案

基于 OneNET 和 ZigBee 的智慧查寝整体方案的设计框图如图 1 所示,整个系统的设计由传感器终端和摄像头终端采集数据信息,将各自采集的数据处理后上传至 OneNET 云服务器,以 OneNET 云服务区为中继,最后上传至自己的 Tomcat 服务器,宿舍管理员可以通过手机或者 PC 端随时查看数据,达到实时查寝。

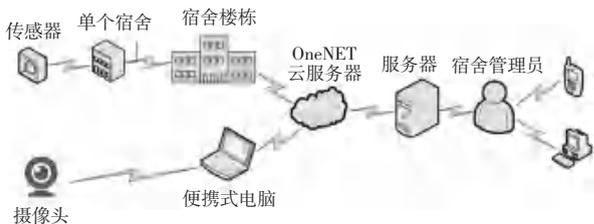


图 1 总体方案示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the overall plan

由图 1 可知,整个方案的设计分为 ZigBee 传感器和 AI 人脸识别两个部分。各部分的工作流程可分述如下:

(1) ZigBee 传感器部分。以单个宿舍为基本单位,设置相应的传感器采集宿舍酒精浓度、人体信息和电压信息等数据,整栋宿舍的数据通过 ZigBee 无线网络进行传输,对数据进行汇总、分析、处理以及上传,再传至 OneNET 云服务器显示。

(2) AI 人脸识别部分。终端使用摄像头实时采集人脸数据,采集的影像或者图片保存至个人的 PC 电脑端,基于 OneNET 平台的人工智能 AI 人脸和人体识别模块进行人脸识别,并将分析的结果上传至服务器。

最后,2 部分的数据以 OneNET 为中继服务器,上传至自己建立的服务器,宿舍管理员通过手机或者电脑登录系统,便能随时查看每一天的查寝信息。

## 2 ZigBee 传感器设计

ZigBee 传感器部分的设计框图如图 2 所示。这部分的设计主要以传感器为终端采集数据,协调器为数据处理中心,再以 ZigBee 无线网络为无线传输方式实现数据的传输。研究中选择了 3 种传感器作为查寝的依据,人体热释电红外传感器用于检测夜间学生床位人体信息,酒精传感器能够测量宿舍内部的酒精浓度,杜绝学生在室内酗酒,而电压传感器则可以对室内的用电情况进行检测,避免学生使用大功率电器造成危险。

由图 2 可知,传感器通过串口与终端节点连接,实现通信,终端节点与路由节点以及协调器节点间通过 ZigBee 无线网络进行无线通信。协调器节点是通过 WiFi 模块 ESP8266 与云服务器连接。采集的数据通过 http 协议上传至 OneNET 平台显示。

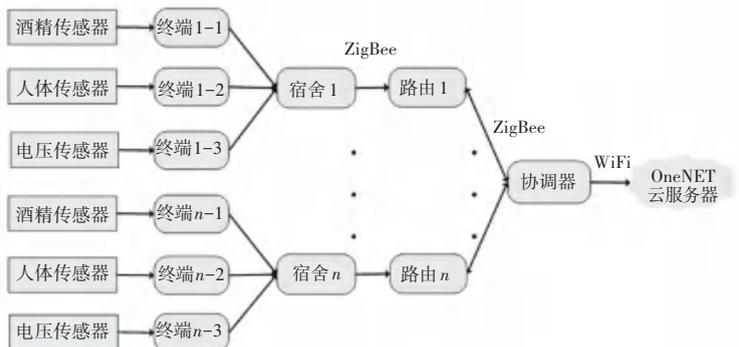


图 2 ZigBee 传感器设计框图

Fig. 2 Block diagram of ZigBee sensor design

该方案以单个宿舍为单位,室内通过相应的传感器采集宿舍内学生床位信息、电压信息以及酒精浓度的数据信息。由于酒精有挥发性,因此酒精传感器 MQ-3 可以放置在室内上方。电压传感器放在每个宿舍的总闸处,能够更加准确、实时地检测宿舍内电压状况。人体红外传感器定点、定距地安装在每一个床位,检测夜间学生床位信息。并且,每层楼道设置路由节点,起中继作用,用于传递传感器采集的数据,路由的加入也能加强 ZigBee 无线网络的穿墙能力,使得网络更加稳定。每栋楼宇设置一个协调器节点,用于整栋宿舍楼宇数据的整合、处理及上传。在此基础上,通过协调器节点将整栋宿舍的数据信息上传至 OneNET 云服务器,便于宿舍管理员查看。

### 3 AI 人脸识别设计

上一节介绍了方案使用传感器检测人体、酒精

以及电压的情况,实现了对宿舍酗酒和大功率违规电器使用情况的检测。人体传感器初步判断了学生的夜间就寝情况,但只能检测该床位是否有人,而无法得知是否是该学生本人,因此方案增加人脸识别功能,用于确定每一位学生的个人详细信息,确保每个床位是该学生本人。传感器的测量也是需要的,用于避免学生在该栋宿舍而未在寝室休息的情况发生。

AI 人脸识别的设计方案如图 3 所示。方案是在每栋宿舍楼宇大门前后各安置一个摄像头,大门作为学生进出宿舍的必经之处,能确保摄像头对整栋宿舍学生的人脸做到全面覆盖。摄像头对宿舍进出情况实时采集人脸信息,采集的影像或者图片保存至个人的 PC 电脑端,基于 OneNET 平台的 AI 人工智能模块进行人脸识别,最终调用 OneNET 平台的 API 接口将分析的结果上传至云服务器。

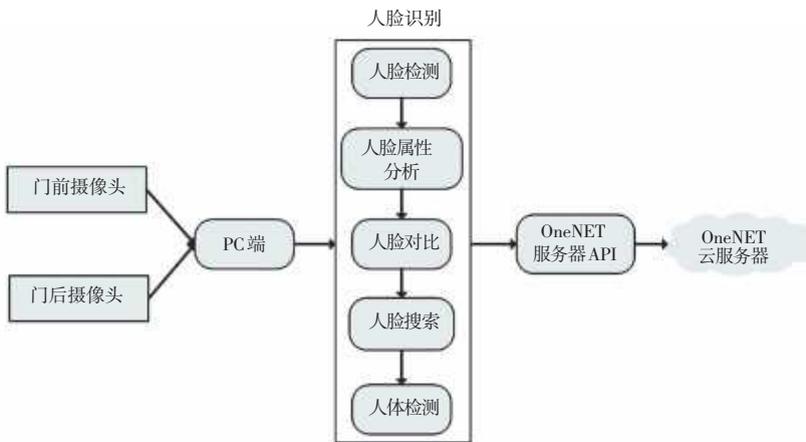


图 3 AI 人脸识别设计框图

Fig. 3 AI face recognition design block diagram

方案基于 OneNET 云服务器的 AI 人工智能平台中的人脸与人体识别模块实现设计需要的功能,该模块中的 AI 能力包含人脸检测、人脸对比、人脸搜索、人脸属性分析和人体识别部分,并可在创建的工程中调用相应的 API 接口实现人脸识别。在人脸识别的基础上,门前摄像头识别进宿舍人脸,而门后摄像头则识别出宿舍人脸,通过编码再实现人体计数。一方面,对每一天进出宿舍的人员进行计数,分别将每一位该宿舍的学生进宿舍和出宿舍的次数做对比,当进宿舍的次数大于等于出宿舍的次数,就表明该学生在宿舍,反之则不在寝室,并输出该学生的数据信息。另一方面,对该宿舍的人脸进行不重复计数,再与宿舍总体人数做对比,能知道宿舍每晚

夜间的就寝人数。因此,该方案能定位到每一个学生人脸的详细信息,包括学生的校区、宿舍的楼层数、宿舍号以及学号等信息,能实现精准查寝。

此次方案的设计选取了 OneNET 平台 AI 人工智能人体与人脸识别中的人脸检测、人脸属性分析、人脸对比以及人脸搜索四个功能模块。在每次调用前,将需要在平台进行用户鉴权,获取 Login Token,如此才能正常使用人脸识别的一系列功能。人脸识别的过程如下。

(1) 人脸检测。在人脸识别的整个过程中调用 OneNET 的 AI 平台人脸检测的 API 接口,识别摄像头截取的图片,快速检测图像中是否有人脸,并返回人脸的特征位置。API 请求方式见表 1。

表1 人脸检测 API 调用方式

Tab. 1 API calling methods of face detection

请求方式	POST
url	http://ai.heclouds.com; 9090/v1/aiApi/picture/FACE_RECO
http-header	Login-Token: KEFxFUBxKUzaK1V600J0 * EJy00V2K1... Content-Type: application/json

(2) 人脸属性分析: 在人脸检测定位位返回结果的基础上, 识别每个检测人脸的多种属性, 返回识别人脸的位置、大小、置信度以及性别和年龄。可以根据人脸属性为后续的人脸对比奠定基础。其 API 调用的方式见表 2。

表2 人脸属性分析 API 调用方式

Tab. 2 API calling methods for face attribute analysis

请求方式	POST
url	http://ai.heclouds.com; 9090/v1/aiApi/picture/FACE_ATTRIBUTE
http-header	Login-Token: KEFxFUBxKUzaK1V600J0 * EJy00V2K1... Content-Type: application/json

(3) 人脸对比。比对 2 张图片中人脸的相似度, 并返回相似度分析。通过人脸对比, 比较人脸的相似度, 为脸搜索做铺垫。其 API 接口调用见表 3。

表3 人脸对比 API 调用方式

Tab. 3 API calling methods for face comparison

请求方式	POST
url	http://ai.heclouds.com; 9090/v1/aiApi/picture/FACE_COMPARE
http-header	Login-Token: KEFxFUBxKUzaK1V600J0 * EJy00V2K1... Content-Type: application/json

(4) 人脸搜索。在指定数据库中, 将一张人脸和数据库中的  $N$  张人脸进行比对, 根据以上 3 个步骤, 查找出相同的人脸。在 OneNET 云服务器的 AI 平台创建自己的人脸数据库, 存放该栋宿舍学生的所有人脸, 当识别人脸为该栋宿舍的学生人员时, 则记录该人脸。其 API 调用方式见表 4。

表4 人脸搜索 API 调用方式

Tab. 4 API calling methods of face search

请求方式	POST
url	http://ai.heclouds.com; 9090/v1/aiApi/picture/FACE_RECO_LIB
http-header	Login-Token: KEFxFUBxKUzaK1V600J0 * EJy00V2K1... Content-Type: application/json

当进出人员的人脸完成以上 4 个步骤的分析后, 将属于该栋宿舍的学生的人脸进行每日计数。并在每天特定的时间总结该天就寝的人脸总数, 再与该栋宿舍的总体学生人数进行对比, 求得每晚未就寝的学生人数。同时, 分析出该宿舍每一位学生的宿舍号以及学号等信息。AI 人脸识别技术与 ZigBee 无线传感技术相结合, 使查寝功能更精准, 功能更完善。

## 4 测试结果分析

### 4.1 ZigBee 传感器测试

ZigBee 传感器部分测试以每个宿舍 3 个终端 (即 3 种传感器)、一个路由节点和一个协调器进行测量, ZigBee 传感器部分的实物连接如图 4 所示。检测 ZigBee 无线网络的可行性以及传感数据是否能够准确地上传云服务器。



图4 ZigBee 实物连接图

Fig. 4 ZigBee physical connection diagram

方案以 2 间宿舍的传感器数据作为测试依据, 成功地采集了 2 间宿舍查寝所需的实验数据, 并将数据分析处理上传到了云平台, 如图 5 所示。图 5 (a) 是 3 种传感器在 OneNET 平台的显示图, 点击各传感器可查看某一栋各间宿舍的列表数据。图 5

(b) 为 2 间宿舍列表。在每间宿舍列表的数据流里可查看某间宿舍的传感器数据, 参见图 5 (c)。因一个宿舍只需要设置一个酒精传感器, 故只有一个数据信息, 而宿舍有多张床位, 此次测试只选择了单个宿舍的 2 张床位进行测试, 故显示了 2 个数据。



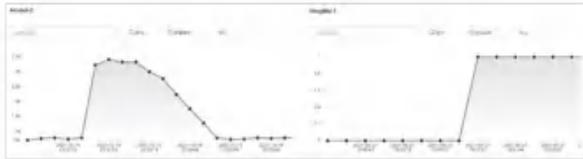
(a) 各传感器平台显示

设备ID	设备名称	操作
787391750	27栋1110宿舍	详情 编辑 删除
787391950	27栋1111宿舍	详情 编辑 删除

(b) 宿舍列表



(c) 宿舍酒精传感器数据和宿舍人体传感器数据



(d) 单个酒精传感器数据详情和单个人体传感器数据详情

图 5 云平台上的数据分析处理

Fig. 5 Data analysis and processing on cloud platform

除此之外,通过平台还能查看每个传感器历史数据,参见图 5(d)。图 5(d)中左侧显示了当室内没有酒精的时候室内浓度数据趋于 700 多,室内情况正常,当检测到有酒精时,数据变为 3 500 左右,说明该宿舍酒精浓度异常,表明宿舍可能存在酗酒行为。图5(d)中右侧显示了人体红外传感器的详

细历史数据,当床位有人有的时候传感器数据显示为 1,无人的时候则显示为 0,根据数据便能得知夜间学生是否在床位就寝。

根据平台显示的传感器数据,即可知道是否存在学生酗酒行为和学生夜间是否在宿舍就寝,加上电压传感器的测量数据,还能得知宿舍是否存在使用大功率电器行为。

### 4.2 AI 人脸识别测试

此次测试以一个宿舍的学生作为测试依据,建立一个人脸数据库,数据库按照宿舍楼栋号为一个单位,如图 6 所示,在每一个楼栋号内添加该栋宿舍所有学生人脸,如图 7 所示,用于人脸搜索。

人脸库名称	人脸库ID	人脸数(人)	照片数	更新时间
27栋110	8563631620918287104	3	3	2021/09/10/ 18:07:28
27栋111	856827050644327956	2	2	2021/06/10/ 18:07:11
34栋275	867431027958037960	5	5	2021/06/16/ 15:06:29

图 6 人脸数据库楼栋号

Fig. 6 Building number of the face database

人脸名称	人脸ID	性别	照片数	更新时间
77-101-2-0000000000	8152	男	1	2021/10/19/ 11:48:52
27-0110-0000000000	8153	男	1	2021/10/19/ 11:48:47
27-0506-0000000000	8011	男	1	2021/06/10/ 18:06:06
27-1115-0000000000	8015	男	1	2021/06/07/ 16:48:21
27-1111-0019000000	8004	男	1	2021/06/07/ 09:51:49

图 7 人脸数据库学生人脸

Fig. 7 Student faces in the face database

该测试通过 USB 摄像头作为采集数据的终端摄像头,将 USB 摄像头与 PC 电脑连接,面对宿舍门口截取进出学生的图片或者视频,保存至电脑后,再上传到云台。图 8 中给出了 OneNET 平台人脸搜索验证结果图。图 8 中从左到右依次为摄像拍摄的人脸(待识别人脸)、平台人脸数据库、AI 平台人脸搜索结果,结果识别出为同一个人,验证了 OneNET 的 AI 平台人脸搜索的准确性。



(a) 待识别人脸

(b) 平台人脸数据库

(c) AI 平台人脸搜索结果

图 8 OneNET 平台人脸搜索验证图

Fig. 8 OneNET platform face search verification diagram

通过人脸识别工程代码的 API 调用 AI 人脸识别模块,得出人脸属性分析和人脸数据库搜索结果如图 9 所示。



(a) 人脸属性分析测试结果



(b) 人脸搜索及就寝判断

图 9 仿真测试结果

Fig. 9 Simulation test results

图 9(a)中,“155,151,186,244”表示人脸所在的位置信息,分别对应  $X$  坐标、 $Y$  坐标,表示矩形宽和矩形高;“0.9995”表示该人脸识别的置信度;“man,24”分别表示该人脸识别结果为男性、24 岁。

图 9(b)是人脸搜索结果以及由此判断学生就寝情况。其中,搜索结果“27-1111-2019022076”表示该学生住在 27 栋宿舍 1111 寝室,学号为 2019022076。学号是每一个学生固定的编号,具有唯一性,通过这几个指标就能明确每一个学生信息。经过人脸识别后,当学生进入宿舍的次数不小于出宿舍的次数时,说明该学生当晚在宿舍就寝了,此时将对就寝学生人数进行计数,本次测试以一个寝室为测试依据,因此学生就寝人数为 4,与该宿舍总人数相等,可知当晚全员就寝。而当进宿舍次数小于出宿舍次数时,表明该学生当晚并未于寝室就寝,则自动输出该学生个人信息,宿舍管理员一目了然。

### 4.3 测试总结

基于 ZigBee 和 AI 人脸识别的智慧查寝方案经过测试,宿舍管理员通过手机或者 PC 登录 OneNET 平台就能随时查看宿舍内传感器详细数据和历史数据,实现宿舍内部的安全检查,增加了检测室内安全功能。也能随时精确了解到每天宿舍的就寝总人数,并且当识别分析到有未就寝的学生时,自动输出该学生的个人信息,查寝变得智能而精确。

## 5 结束语

本文设计的基于 OneNET 和 ZigBee 的智慧查寝系统,与现有的基于传感器的智能查寝方案相比,增加了室内的安全检查,功能更加齐全。与目前的基于百度云的人脸识别查寝方案相比,增加了人脸识别计数和智能输出未就寝的学生个人信息,方案

更智能、更精确。

目前该方案正处于以 2 间宿舍为测试对象的实验阶段,基于 ZigBee 无线传感技术实现了传感器对宿舍内部的安全检查,并且上传至 OneNET 平台进行分类显示。基于 AI 人脸识别技术实现了对学生夜间就寝人数计数以及将未就寝学生的身份信息进行显示。虽然目前是以少数房间为测试,但有着较强的扩展性,加上自己的服务器,后续可以增补进智慧校园的一系列产品,实用性较强。随着信息化时代的来临,高校的管理也在逐渐信息化,智慧查寝系统将会得到快速的发展与应用。

## 参考文献

- [1] 石宜金. 基于 we5 的指纹识别学生查寝系统设计与实现[J]. 信息技术与信息化, 2017(06):108-112.
- [2] 熊飞, 顾平, 李良荣. 学生智能查寝管理系统研究与设计[J]. 电子测试, 2018(23):41-42.
- [3] 刘幸兴, 刘瑜兴. 基于 ZigBee 技术的智能化学生宿舍查寝管理系统[J]. 自动化技术与应用, 2020, 39(01):74-77.
- [4] 刘进芬, 庄雨婷, 李牧晓. 基于百度云服务的人脸识别查寝系统设计与开发[J]. 电子世界, 2020(12):163-164.
- [5] 洪成龙, 杨雄, 吴秋悦. 基于微信小程序的智能查寝系统[J]. 网络安全技术与应用, 2020(11):50-52.
- [6] 熊飞. 基于 NB-IoT 技术在智能查寝管理系统中的应用研究[J]. 通讯世界, 2020, 27(04):207-208.
- [7] 李文祥, 郭承军. 基于 SSH 框架的宿舍查寝系统的设计与实现[J]. 软件, 2020, 41(06):102-107.
- [8] 尹德睿, 题原, 范高伦. 智能高校寝室安全监控和学生管理系统[J]. 电工技术, 2019(08):1-2, 6.
- [9] 赵光亮. 基于 PHP 的学生寝室自动化管理系统的设计与实现[J]. 福建电脑, 2018, 34(09):134, 127.
- [10] LI JIANMING. The current situation and countermeasures of students' dormitory management in higher vocational colleges—A case study of Minxi Vocational and Technical College[J]. InnovAiT: Education and inspiration for general practice, 2015, 17(3):28-30, 49.
- [11] YANG Lvqing. Analysis and design of campus safety management system based on Internet of Things[J]. Journal of Convergence Information Technology, 2012, 7(15):400-408.
- [12] WEI Wenzhu, CHEN LI. A survey of college student dormitory lifestyle and related management strategies[J]. Asian Education Studies, 2019, 4(01):1-10.
- [13] WANG Jiawei, WANG Wenhao, ZHU Quanyin. Design and implementation of WeChat mini program for university dormitory based on SOA[J]. Annals of health law, 2018, 1069(01):012086.
- [14] WANG Xinjia, LI Qingjiang. Application of computer and information technology in the dormitory management[J]. Advanced Materials Research, 2014, 3472:211-214.
- [15] CHEN Zhanfang, DING Xin, SUN Supeng, et al. Design and realization of the student dormitory management system based on RFID[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 631-632:1447-1450.