

# 基于智慧城市的社区健康一体机的实现

晏平,何勇,王磊,杨芳

(贵州大学计算机科学与技术学院,贵州 贵阳 550025)

**摘要:**针对当前国内部分地区居民体检难的医疗现状和慢性疾病死亡率逐年上升的情况,且结合大数据、云计算、ZigBee无线通信等技术,提出一款基于云平台的社区健康一体机设备。该设备以S3C6410为嵌入式网关核心处理器,前端采用各类具有ZigBee功能的医疗传感器设备来检测用户健康数据,将用户健康数据汇聚到ZigBee协调器,ZigBee协调器与嵌入式网关之间通过UART串口使用自定义协议进行数据传输,嵌入式网关收到ZigBee协调器上传的数据后进行异构网络的转换,处理后通过以太网模块将居民健康数据上传到云平台,并将数据存入HBase数据库,同时为用户建立个人健康档案,最后通过手机APP和Web端反馈用户健康信息,方便用户随时了解自己身体状况。该设备后期可通过用户使用设备产生的健康数据,结合大数据和云计算技术来分析用户健康状况,并且给出合适的建议,同时也可以针对于群体来进行疾病的预测,做到预测潜在的健康问题,进而打造一个智慧的健康行业,实现智慧城市。

**关键词:**嵌入式网关;ZigBee协调器;自定义协议;云平台;智慧城市;智慧健康

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)10-0097-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.10.020

## Implementation of Community Health AIO Machine Based on Wisdom City

YAN Ping, HE Yong, WANG Lei, YANG Fang

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

**Abstract:** In terms of the difficulties in medical examination and the increasing death rate of chronic diseases in some areas of the domestic, we put forward a community health equipment based on cloud platform in combination with the technology of big data, cloud computing, ZigBee and other wireless communication. The device uses S3C6410 as the embedded gateway core processor, of which the front end uses various medical sensors with ZigBee function to detect and gather the users' health data toward the ZigBee coordinator, which will be transmitted by adopting self definition agreement through the UART serial port between the ZigBee coordinator and the embedded gateway. After processing, the users' health data will be upload into the cloud platform through the Ethernet module and saved in the HBase database, and at the same time, personal health files will be established. Finally, it will be much of convenience for users to know their health conditions at any time by browsing the feedback of their health conditions in the mobile phone APP and Web, thus predicting their potential health problems. Late the device can be used by the user equipment to produce health data, with big data and cloud computing to analyze user health, and gives appropriate advice. At the same time it also can undertake disease for groups to forecast, forecasting the potential health problems, and then build a wisdom of health industry, realizing wisdom city.

**Key words:** embedded gateway; ZigBee coordinator; custom protocol; cloud platform; wisdom city; wisdom health

## 0 引言

随着“互联网+”的提出与发展,人们的生活中无处不存在互联网一词,“智慧城市”也随着“互联网+”的热潮发展起来,打造智慧城市成为当前国家发展的一个重要任务。其主要是运用计算机技术和其他的交叉学科来对整个城市运行的核心系统的各项关键信息

进行整合、分析、感测,从而提高居民生活水平,促进城市的和谐、可持续发展<sup>[1]</sup>。在打造智慧城市的同时,健康领域的发展作为其中一个重要分支,其发展对社会起着举足轻重的作用。基于该背景,以及当前社会长期以来存在看病难、体检麻烦、医疗资源分配不合理,导致医院连提供最基本的体检服务都显得力有未逮,

收稿日期:2017-09-11

修回日期:2018-01-10

网络出版时间:2018-05-16

基金项目:贵州省科技计划工业攻关项目(S2015GP00201238252)

作者简介:晏平(1993-),男,硕士研究生,研究方向为嵌入式应用;何勇,副教授,硕导,研究方向为计算机控制技术、嵌入式应用。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180515.1655.042.html>

从而使得居民慢性疾病逐年上升的问题<sup>[2]</sup>,设计了一款基于云平台的社区健康一体机。该一体机融合了大数据、无线传感器、无线通信等技术,免除居民在医院体检排队的困扰,在居住的小区就能自助体检,随时了解自己的身体动态,一旦发现问题能及时就医。

## 1 系统整体设计方案

### 1.1 系统整体架构

基于云平台社区健康一体机系统的整体架构分为 5 层<sup>[3]</sup>,即数据采集层、数据层、网络层、数据处理层、应用层,如图 1 所示。



图 1 整体框架

数据采集层,主要依赖于前端各类医疗传感器采集用户健康数据,包括对身高、体重、血压、血氧、心电、心率、血糖、体温等数据的采集;数据层,主要是把采集到的数据通过 ZigBee 网络发送到嵌入式网关<sup>[4]</sup>;网络层,主要是嵌入式网关通过以太网把数据上传到云平台;数据处理层,主要是把数据储存在云端 HBase 数据库,为用户建立个人健康档案<sup>[5]</sup>;应用层,主要是将在云平台分析的结果通过 Web 端和手机 App 端的形式反馈给用户。

### 1.2 系统功能设计

用户可通过刷身份证或者手机号进行注册登录,登录系统打开一体机,就能进行自助体检(体检项目包括身高、体重、血压、血氧、心电、心率、血糖、体温等),用户利用系统可以对自己信息进行相应操作,体检结束时,将体检数据打印出来,同时上传至云平台,在云平台对数据进行存储并且建立居民个人健康档案,将相关信息反馈至手机 App 端和 Web 端。

## 2 硬件设计

硬件设计主要分为两部分:嵌入式网关模块和节点模块。硬件总体设计如图 2 所示。

### 2.1 嵌入式网关模块设计

嵌入式网关模块选用 SAMSUNG 公司基于 ARM9 的 S3C6410 作为处理芯片,它处理能力较强,支持多种接口的 32 位微处理器,采用 ARM1176JZF-S 内核,包含 16 KB 的指令数据 Cache。嵌入式网关应

该还需要微处理器模块、电源模块、JTAG 模块等,同时还需要考虑到嵌入式网关后期扩展问题,所以应该预留一些可以扩展的接口<sup>[6]</sup>。

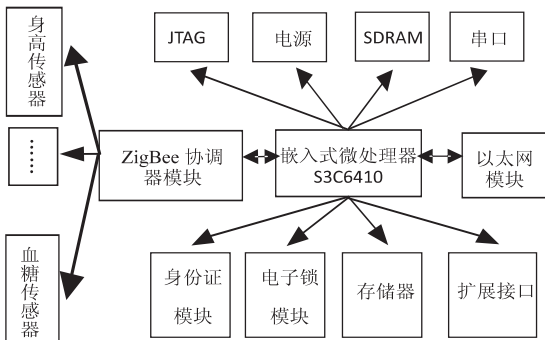


图 2 硬件总体设计

嵌入式网关是健康数据采集仪的核心部分,主要对接收到的人体体征信息数据进行融合处理,通过 S3C6410 控制器的串口连接到 ZigBee 协调器和以太网模块,实现嵌入式网关与前端节点和云端进行数据通信、数据处理、指令发送等功能<sup>[7]</sup>。系统嵌入式网关不仅要具备 ZigBee 协调器模块,还要具备以太网通信模块,嵌入式网关硬件设计包括对 MCU、ZigBee 协调器、串口等的设计,其 PCB 设计如图 3 所示。

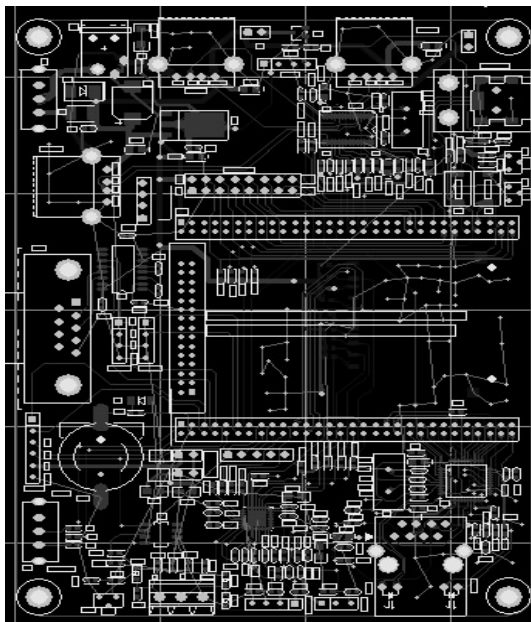


图 3 嵌入式网关 PCB 图设计

#### 2.1.1 电源模块

电源是系统能量的提供者,是整个系统工作的基础,是硬件电路系统中最重要电路,其稳定性对整个电路系统设计具有重要影响。由于在整个硬件电路系统中存在 3.3 V、5 V 等不同的电压,所以设计中需选择电压转换芯片进行电压转换。系统选择 AMS1086CM-3.3 V 进行电源转换,输出为 3.3 V。

#### 2.1.2 ZigBee 协调器模块

文中系统采用 TI 公司研发的用于 IEEE802.15.

4/ZigBee 的片上系统解决方案 CC2530F256 芯片,该芯片完全兼容 8051 内核,工作在 2.4 GHz 频段<sup>[8]</sup>。

前端传感器节点采用 ZigBee 无线传感网络进行组网,当传感器上电后,ZigBee 协调器将网关发来的相应指令传送至 ZigBee 节点,从而完成对前端节点的控制。

2.1.3 以太网模块

为了提高系统实时性,应该选择实时性强、传输时延性低的模块。该系统采用的以太网模块是 DM9000AEP,该芯片由台湾 NAVICOM 公司生产,芯片连接到主控制器 S3C6410 芯片,通过网络接口连接以太网。DM9000AEP 具有集成 10/100 M 自适应收发器,支持介质无关接口,支持背压模式半双工流量控制模式,IEEE802.3x 流量控制的全双工模式,4 K 双字 SRAM,超低功耗模式<sup>[9]</sup>、功率降低模式等特点。

2.2 节点模块

节点模块主要包括身份证识别模块、电子锁模块、各种医疗传感器等。

2.2.1 身份证模块

用户通过刷身份证进行注册登录,RFID 模块和处理器 S3C6410 模块连接,刷身份证时只需将身份证放置于该模块的天线可读区域即可读出身份证信息<sup>[10]</sup>。该方式简单、快捷。该模块采用 IDR210-2 型号来进行身份证信息的读取,它可进行自动找卡、实时读取和显示第二代身份证的文字和照片信息,通过 USB 5 V 供电,接口有 RS232、HID USB DEVICE2.0。

2.2.2 电子锁模块

为保证一体机在社区的安全性,设计进入系统打开电子锁才能使用设备。电子锁模块采用 HD-S0627 模块,该模块体积小、重量轻、反应灵敏、功耗低,采用 12 V 电源模块进行供电,通过嵌入式网关模块对继电器进行控制,从而控制电子锁的开关。

2.2.3 传感器模块

数据采集通过各种医疗传感器模块完成,每个传感器通过 UART 数据传输方式与 CC2530 芯片连接,UART 接口的 RX、TX 与 CC2530 芯片的 TX、RX 连接,成为一个 ZigBee 节点,使用自定义的通信协议才能与网关进行通信。

传感器的选取影响设备的稳定性和准确性,因此传感器的选型尤为重要。设备的身高测量选取性能优良的 LM1812 超声波传感器;体温测量选取的是 HT-F03D 型红外线体温计;血氧传感器选取 HKS-12C 型血氧饱和度传感器;血压传感器选取 HKB-08B 型血压传感器模块;心电传感器选用 HKD-10C 型数字心电传感器为单导联心电图信号采集设备;血糖的测量选取 JHBGM001A 型传感器。

3 软件设计

3.1 网关软件设计

以 S3C6410 为核心处理器的嵌入式网关不仅要与前端 ZigBee 协调器通信,还要与云端通过以太网模块进行通信。与云端进行通信采用 TCP 服务,网关每次收到一个数据,会判断是前端节点上传的请求还是 TCP 服务通过 Socket 发送的命令,网关通过解析相应的信息后执行相应的操作<sup>[11]</sup>。

3.2 ZigBee 协调器

ZigBee 协调器,作为 ZigBee 网络中的网络管理者,在建立一个 ZigBee 网络时,ZigBee 协调器通过监听网络,去扫描是否有节点申请加入到该网络,如果有,则批准该节点加入,并为节点分配地址,等待接收网关发送的控制命令去执行相应操作。ZigBee 协调器工作流程如图 4 所示。

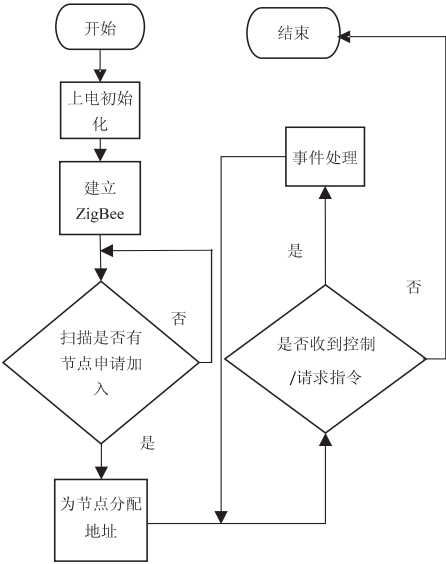


图 4 ZigBee 协调器工作流程

3.3 传感器节点设计

基于云平台的社区健康一体机前端主要由各种医疗传感器采集居民身体健康数据,每个医疗传感器均属于一个 ZigBee 节点,在采集之前,每个传感器节点都要加入到 ZigBee 网络中。协调器为节点分配地址,在未收到任何指令之前,所有节点处于睡眠模式,以达到低功耗的目的,在收到指令采集数据完成之后,通过 ZigBee 网络把数据发送至嵌入式网关,结束后节点处于睡眠模式状态。传感器节点设计如图 5 所示。

3.4 网关与 ZigBee 协调器通信

当一个新的节点加入 ZigBee 网络之后,协调器会给该节点配置相应的参数和信息,待节点发送数据帧过来之后,ZigBee 协调器将该数据帧转发给网关,网关通过 UART 与 ZigBee 协调器进行通信<sup>[12]</sup>,在通信过程中采用自定义的固定帧格式。帧格式包括:帧起始字段(F)+帧长字段(L)+设备标识字段(DI)+控制

字段(C)+数据字段(Data)+FCS 字段+帧结束字段(F),其中每个字段的含义解释如下:

F 字段:1 个字节,标志数据帧的开始与结束,值为固定的 0x6a,在通信过程中,发送方会一直发送 F 字段,接收方每收到一个数据,便会检测,如果和标志字段不同,说明数据开始发送,该过程中采用“0 比特插入法”实现数据帧的透明传输。

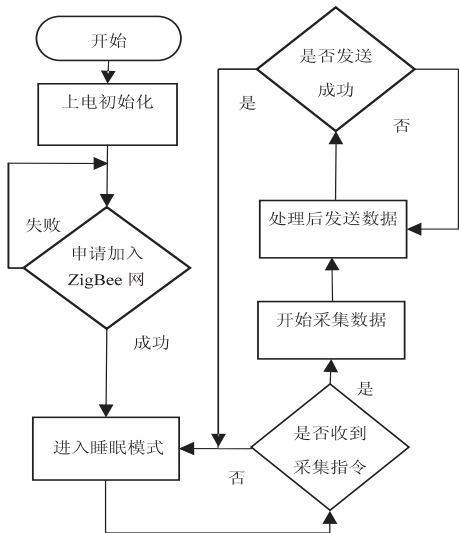


图 5 传感器节点工作流程

L 字段:1 个字节,为数据帧的有效长度字段。  
DI 字段:1 个字节,分别用来标识不同设备。  
C 字段:1 个字节,区分数据帧是由协调器向上发送,还是由网关向下发送的指令。

数据字段:1-256 bit,可变长度,发送的有效数据。

FCS 字段:帧校验和字段,2 个字节,采用 16 位的 CRC 对整个帧进行校验。

### 3.5 上位机软件设计

系统上位机开发是采用 C#语言在 VS 系列开发软件 Visual Studio 2012 下实现的,该开发软件拥有先进的开发解决方案,灵活敏捷的规划工具。上位机具体实现流程如图 6 所示。

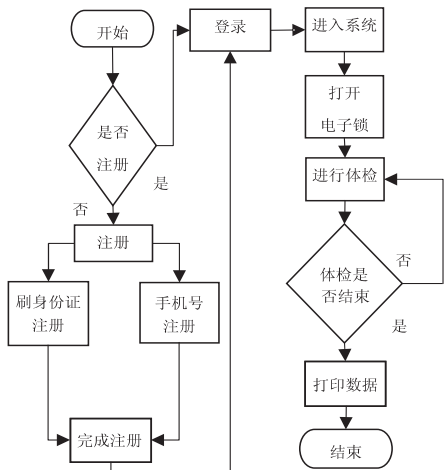


图 6 上位机软件设计

基于智慧城市的社区健康一体机通过用户与上位机之间进行交互,使用医疗传感器采集到居民健康数据后,上传嵌入式网关,嵌入式网关将数据用以太网传输至云平台进行处理,系统采用面向列存储的非关系数据库 HBase 来存储数据<sup>[13-15]</sup>。

## 4 实验测试与分析

系统在投入社区使用之前于 2017 年 8 月 1 日到 2017 年 8 月 15 日在贵州大学博学楼 602 室进行测试,该系统可通过两种方式进行使用,一种是手机号注册登录,操作过程较为繁琐;另外一种是通过刷身份证注册登录,身份证注册登录简单快捷,进入系统之后,便可开始使用。图 7 为针对用户血糖进行的测试,测试结果发现该设备反应灵敏,数据精确;ZigBee 协调器与嵌入式网关之间通信稳定,网关通过以太网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。

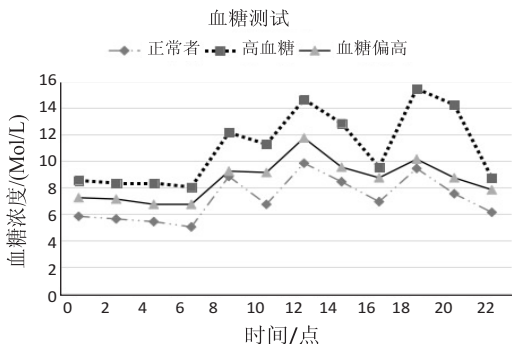


图 7 部分血糖测试数据

该设备可缓解当前医疗现状,改善社区居民体检难的情况。居民可以随时在社区门口自己进行体检,让用户能早日发现病症及时去医院就医。

## 5 结束语

基于云平台的社区健康一体机的设计与实现主要是通过前端 ZigBee 节点采集用户健康数据,在网关进行异构网络转换,通过以太网模块将健康数据保存至云端服务器,并且在云端建立用户个人健康档案,方便用户使用手机 App 和 Web 端查看自己的健康状况。除此之外,该系统后期可以应用大数据进行功能上的扩展,通过用户使用设备时产生的健康数据,应用大数据来分析用户健康状况,并且给出合适的建议,同时也可以针对于群体来进行疾病的预测,从而打造一个智慧的健康行业,实现城市的智能化。

### 参考文献:

[1] 曹 阳,甄 峰. 基于智慧城市的可持续城市空间发展模式总体架构[J]. 地理科学进展,2015,34(4):430-437.

计算量,提高了算法的实时性,并且提高了人体的检测率。在人体跟踪部分,采用一种基于 CamShift 算法和粒子滤波算法相结合的跟踪算法。CamShift 算法具有计算量小、实时性好的优点,但是 CamShift 算法是一种基于颜色特征的算法,对人体的背景很敏感,并且当人体完全被遮挡时很容易跟丢目标。因此,将 CamShift 算法和粒子滤波算法相结合就可以通过少量的相关粒子提高对人体跟踪的效果和实时性。然后将人体检测和人体跟踪相结合组成一个人体检测跟踪系统。该系统可以对静态图片和视频序列中的人体进行自动检测和跟踪,能够有效解决传统的手动画框跟踪带来的跟踪画不准等人为问题。

#### 参考文献:

- [1] PAPAGEORGIOU C, POGGIO T. A trainable system for object detection[J]. International Journal of Computer Vision, 2000, 38(1): 15-33.
  - [2] DALAL N, TRIGGS B. Histograms of oriented gradients for human detection[C]//Conference on computer vision and pattern recognition. San Diego, CA, USA: IEEE, 2005: 886-893.
  - [3] GAVRILA D M, PHILOMIN V. Real-time object detection for "smart" vehicles[C]//Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision. Kerkyra, Greece: IEEE, 1999: 87-93.
  - [4] 李建福, 龚卫国, 杨金妃, 等. 基于复合分类特征的红外图像人体实时检测[J]. 光电工程, 2009, 36(2): 55-61.
  - [5] 陈锐, 王敏, 陈肖. 基于 PCA 降维的 HOG 与 LBP 融合的人体检测[J]. 信息技术, 2015, 39(2): 101-105.
  - [6] 周科嘉. 基于 HOG 特征和模板匹配的行人检测与跟踪研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
  - [7] JEMILDA G, BAULKANI S, PAUL D G, et al. Tracking moving objects in video[C]//Advances in biometric person authentication. Guangzhou, China: Springer - Verlag, 2004: 546-553.
  - [8] 王齐, 金小峰. 复杂环境中车辆检测与跟踪方法的研究[J]. 液晶与显示, 2016, 31(5): 511-517.
  - [9] 李娟, 邵春福, 杨励雅, 等. 基于 Kalman 滤波的行人跟踪方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2009, 9(6): 148-153.
  - [10] 邹依峰, 李峰, 周荷琴. 一种基于 HOG 的粒子滤波行人跟踪算法[J]. 电子技术, 2011, 38(8): 23-25.
  - [11] 郭烈, 张明恒, 李琳辉, 等. 一种基于支持向量机的行人识别方法研究[J]. 大连理工大学学报, 2011, 51(4): 604-610.
  - [12] 张绍明, 胡建平, 施扬. 基于改进的粒子滤波的红外视频行人跟踪[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2015, 43(12): 1883-1887.
  - [13] 尹飞, 冯大政. 基于 PCA 算法的人脸识别[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(10): 31-33.
  - [14] 胡璟璟. 复杂场景下目标跟踪的多模板匹配算法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2010.
  - [15] 李淑英, 王敬. 基于 Mean shift 目标跟踪算法的设计与研究[J]. 数字技术与应用, 2015(7): 138.
  - [16] 李向军, 李良福. 基于后验概率度量的粒子滤波跟踪算法研究[J]. 应用光学, 2011, 32(4): 646-651.
- +++++
- (上接第 100 页)
- [2] 喻宝禄. 基于医疗云平台的一类疾病分析模型研究[D]. 贵州: 贵州大学, 2016.
  - [3] 庾兵兵, 沈丽宁, 金新政. 智慧健康系统架构研究[J]. 智慧健康, 2016(6): 18-21.
  - [4] 杨科. 基于无线传输的嵌入式生理数据采集系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
  - [5] GAO Zeli, WU Jie, ZHOU Jianli, et al. Design of ECG signal acquisition and processing system[C]//Proceedings of the 2012 international conference on biomedical engineering and biotechnology. [s. l.]: IEEE, 2012: 762-764.
  - [6] 仲伟波, 李忠梅, 石婕, 等. 一种用于设施农业的 ZigBee-WiFi 网关研制[J]. 计算机科学, 2014, 41(6A): 484-486.
  - [7] 唐新忠, 李海忠, 马明明, 等. 基于 ARM 平台的智能家居网关设计[J]. 现代电子技术, 2016, 39(20): 121-124.
  - [8] 蔡利婷, 陈平华, 罗彬, 等. 基于 CC2530 的 ZigBee 数据采集系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(11): 197-200.
  - [9] 徐洪建. 基于 DM9000A 的网络接口设计[J]. 现代电子技术, 2012, 35(12): 19-21.
  - [10] 刘占杰, 张艳, 赵阳. S3C6410 和 CR95HF 的 RFID 读卡系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014, 14(6): 76-79.
  - [11] 许壮, 关紫艳, 王鑫, 等. 基于 TCP 协议的远程脉搏监测与通信系统分析[J]. 无线互联科技, 2016(15): 4-5.
  - [12] HUANG Conghui, SU Y F, SU Yutang, et al. Design and application of ZigBee wireless techniques for an intelligent house lighting control system[C]//International symposium on computer, consumer and control. Taichung, Taiwan: IEEE, 2014: 1-5.
  - [13] 孟鑫森. 基于 HBase 的空间数据云存储研究[D]. 郑州: 河南大学, 2016.
  - [14] 吴琰, 唐小明. 基于 HBase 的分布式空间数据库技术[J]. 吉林大学学报: 理学版, 2016, 54(6): 1355-1360.
  - [15] SU Yu, GAO Wanlin, LI Nayu, et al. Wireless body area network data storage method based on HBase[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 427-429: 2273-2277.