

# 基于物联网的高校自习教室节能管理系统设计

方 浩, 张志俭, 庄建军, 高 琴, 葛中芹

(南京大学 电子科学与工程学院 南京 210023)



**摘 要:** 教室是高校教学活动的主要场所,随着教育经费投入的增加,高校越来越重视教室建设,给教室安装空调改善学习环境,但由于缺乏管理,教室用电浪费严重。设计了基于物联网技术的自习教室空调节电管理系统,该系统通过传感器获取各个教室的温湿度、人数等信息,然后发送到服务器端进行信息汇总,服务器根据预设管理模式进行控制空调的开关和工作模式的调整,解决了人力控制的繁琐和实时性差问题,降低能耗的同时提高舒适度,从而建设“节能、节电、低碳校园”。

**关键词:** 物联网; 智能控制; 节能; 智慧校园

**中图分类号:** G 481 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7167(2018)10-0262-04

## Design of Energy Saving Management System for Self Study Classroom of University Based on Internet of Things

FANG Hao, ZHANG Zhijian, ZHUANG Jianjun, GAO Qin, GE Zhongqin

(School of Electronic Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Classroom is the main place for teaching activities in colleges and universities. With the increase of educational investment, colleges and universities pay more and more attention to classroom construction, install air conditioning to improve the learning environment. But because of lack of management, classroom electricity consumption is serious. A classroom air conditioning power management system is designed based on IOT technology, the system detects temperature and humidity, the number of information through the sensor for every classroom, and then sends to the server for information collection, the server according to the preset management mode controls working mode of air conditioning. The system solves the problem of hand-control complexity and poor real-time performance, reduces the energy consumption, improves comfort, and helps to construct “energy saving, energy saving, low carbon campus”.

**Key words:** internet of things(IoT); intelligent control; energy saving; wisdom campus

收稿日期: 2017-12-22

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划资助项目(G201710284023); 2016 年教育部产学合作协同育人项目(201601012023、201601004005); 南京大学 2016 年度本科教学改革项目重点课题(201616B1); 南京大学 2017 年实验教学改革课题(SY201701)

作者简介: 方 浩(1995-),男,安徽潜山人,本科生,通信工程专业,物联网方向。

Tel.: 135 8517 5232; E-mail: 141180020@smail.nju.edu.cn

通信作者: 张志俭(1976-),男,江苏常熟人,学士,高级工程师,主要从事嵌入式系统、物联网教学和研究。

Tel.: 15951821373; E-mail: njuzzj@sina.com

## 0 引 言

教室是高校日常教学活动的主要场所,同时也是大学生自习的主要场所,广大师生希望教室能够更加舒适,适合学习。随着国家对教育经费投入的增加,高校越来越重视教室的建设,在投入资金购置电教设备同时,开始为教室安装空调,改善教室环境舒适度,提高师生满意度。

然而通过走访和调研发现高校教室空调的使用和管理存在一定问题,空调管理比较机械僵硬,无法根据环境温度的变化和教室内是否有人进行弹性管理,多

个自习教室即使空无一人也长时间开着空调。根据环境学院多年对仙林校区用电调查显示,教学区用电占整个校区用电的 43.56%,自习时段内平均每个教室仅有 4.58 人(非考试周期间),每个教室都配备有冷暖中央空调,不论教室内人数多少和环境温度变化,空调始终处于工作状态,造成能源巨大浪费。

高校作为国家培养高素质人才的重要基地,理应杜绝能源浪费的严重现象。目前已经有不少高校开始重视教室节能减排,但基本上都是在照明节电上下功夫。而事实上照明用电仅占教室用电的 30%<sup>[1]</sup>,通过照明节电可挖掘的节能潜力有限,更大节能空间在空调用电,因此设计了一种基于物联网技术的教室空调智能管理系统。该系统主要由数据采集(人数检测和温湿度检测)、数据分析和空调控制 3 大部分组成,可根据各教室内的人数以及教室的环境状况自动调整开启空调,设备安装方便,节能效率高,为建设“节能、低碳校园”提供了有力的技术支持<sup>[2]</sup>。

## 1 系统总体设计

基于物联网技术的教室空调智能管理系统总体结构如图 1 所示。

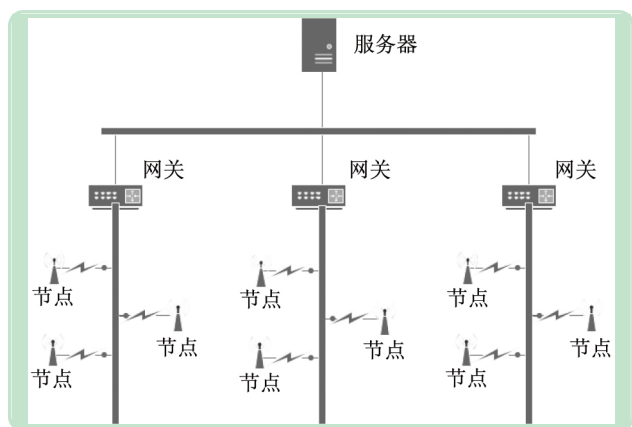


图 1 系统总体架构

该系统主要由传感控制节点、教室网关和服务器构成<sup>[3-4]</sup>。其中传感控制节点包括人数检测节点、温湿度传感节点、红外控制节点和电源控制节点,分别负责检测教室内的人数信息、温湿度信息,调节红外控制空调模式和电源控制。教室内各节点使用 ZigBee 无线传感网络通信,将人数检测、温湿度检测信息通过 ZigBee 网络传给教室内网关,网关进行协议转换通过以太网转发送给服务器,同时将服务器传送过来的控制信号通过 ZigBee 网络发送给控制节点。服务器接收所有教室的数据,然后通过预设的决策模型数据分析产生控制命令发送给教室的控制节点,从而实时根据各教室人数和教室内温湿度调控空调。当各教室内自习人数普遍过少时可关闭部分教室的空调进行分流,当教室内自习人数开始增多为避免拥挤可陆续增

开部分教室空调进行分流,并且可根据教室内温湿度变化实时调节空调的工作状态提高舒适度。上位机可显示每个教室的环境信息和空调状态,支持手动调节。

## 2 硬件系统设计

系统的硬件设计框图如图 2 所示。硬件系统主要由教室网关、温湿度节点、人数检测节点、空调控制节点组成,分为信息采集硬件和空调控制节点硬件。每个教室由一个负责信息转发的网关<sup>[5]</sup>,若干个温湿度节点、人数检测节点和空调控制节点。教室网关主芯片采用意法半导体(STMicroelectronics)公司的 STM32F103 芯片,该芯片成本低、扩展功能丰富,集成定时器、CAN、ADC、SPI、I2C、USB、UART 等多种功能<sup>[6]</sup>。网关将所有信息通过以太网传送给服务器,同时网关接收服务器发送的控制命令,STM32 通过 ZigBee 网络<sup>[7-8]</sup>将控制命令发送给命令控制节点。为施工和维护方便,教室内节点采用 ZigBee 无线网络,使用了 TI 公司的 CC2530 芯片,CC2530 是用于 2.4-GHz IEEE 802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 应用的一个真正的片上系统(SoC)解决方案。它能够以非常低的成本建立强大的网络节点,具有自组网、功耗低、连接稳定等特点。

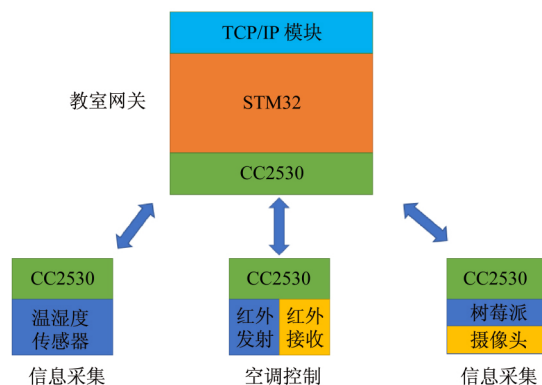


图 2 系统硬件结构图

### 2.1 信息采集节点

信息采集节点目前设计主要是温湿度传感器和人数检测传感器,后期可根据需要增加种类。温湿度检测采用的是 DHT11 传感器,人数检测采用树莓派 3 和模拟摄像头。DHT11 温湿度传感器获取教室温湿度传送给 CC2530,CC2530 通过 ZigBee 网络将此数据发送给教室网关<sup>[9]</sup>。教室人数检测采用机器学习的方法,训练一个人头的检测模型封装到树莓派,模型对通过模拟摄像头拍摄到的照片进行人头检测及可得到教室的人数信息,而且可以实时更新,消除累计误差。最终得到的人数信息通过 ZigBee 网络发送到教室网关。

### 2.2 空调控制节点

空调控制节点主要由红外发射电路、红外接收电

路和继电器组成<sup>[10-11]</sup>。红外发射电路用于发射红外控制信号控制空调状态。红外接收电路用于红外学习空调的控制命令。

(1) 红外发射电路。红外发射电路如图 3 所示。

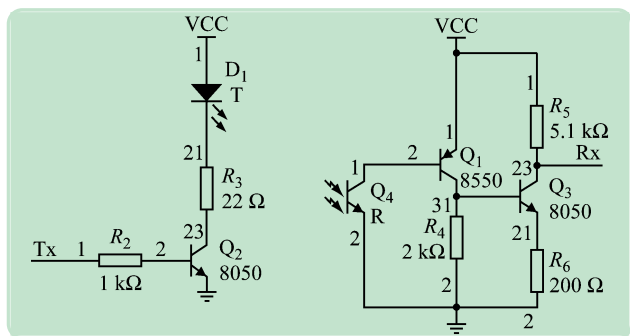


图 3 红外发射电路

目前红外遥控采用的协议中规定了发射信号必须经过 38 kHz 的调制, 所以图 3 电路中的传入信号设定为 38 kHz。

(2) 红外接收电路。红外接收电路如图 4 所示。

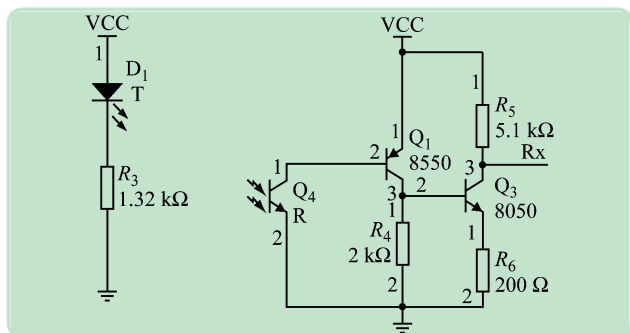


图 4 红外接收电路

接收过来的 38 kHz 红外信号需要经过解调才能得到控制信号, 采用 HS0038B 作为红外接收头。解调前的控制信号如图 5 所示, 解调后的控制信号如图 6 所示。接收电路对信号解调后, 会在图 4 红外接收电路中 OUT 口输出控制信号波形。解调的方式为: 如果接收到的信号是 38 kHz, 那么解调后的输出为高电平; 如果接收到的为低电平, 那么解调后直接输出低电平, 从而得到完整的控制信号<sup>[12]</sup>。



图 5 解调前信号波形

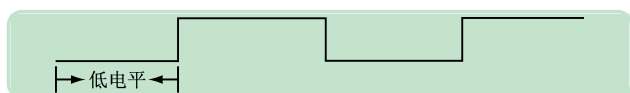


图 6 解调后信号波形

### 3 系统软件设计

如图 7 所示, 系统的软件主要分为节点、网关和服务 3 个部分, 连接这 3 个部分的是数据和命令接口。节点程序固化在 CC2530 内, 上电后 ZigBee 自动组网, 定时将检测到的信息通过 ZigBee 网络发送给网关; 控制节点通过 ZigBee 网络获取网关发送的命令, 并执行相应命令。网关程序固化在 STM32F103 中, 从节点获取信息, 并封装教室编号通过数据接口发送给服务器, 同时网关从服务器获取控制命令, 找到节点编号并将此命令发送给对应节点<sup>[13]</sup>。上位机软件由 Java 语言编写, 具有信息分析处理、空调任务调度和信息显示等功能。具体的管理方案如下<sup>[14]</sup>: ① 首先根据教室大小设定每个教室的最佳容纳人数范围。比如有 100 座的教室的最佳容纳人数上限设为 35 人, 同时为了提高空调的能源利用率, 我们设定了一个最小的容纳人数, 比如 100 座教室最佳容纳人数下限为 5 人。② 通过视频人数检测节点传回的教室的实时人数, 程序根据每个教室设定的最佳人数范围来进行处理。当教室人数达到容纳人数上限时, 服务器会给下一个尚未开启的教室电源发送开启命令, 教室空调电源被打开, 这样之后的同学就可以在这间教室自习。当教室人数达到容纳人数下限时, 空调的电源会自动的关闭, 提高空调能源的利用率。③ 教室人数达到最佳容纳人数范围时, 空调还会根据教室内的实时温湿度自动的调节开启的模式, 确保教室环境维持在舒适的水平, 避免过热或过冷的情况发生。④ 每个楼层会设定一定数量的教室为长开放教室, 教室电源一直开启不随人数发生变化, 防止只有少数人自习但无法达到教室开启的条件。⑤ 结合课表和教室借用信息, 提前 10 min 将空调设为可用, 确保教室启用。

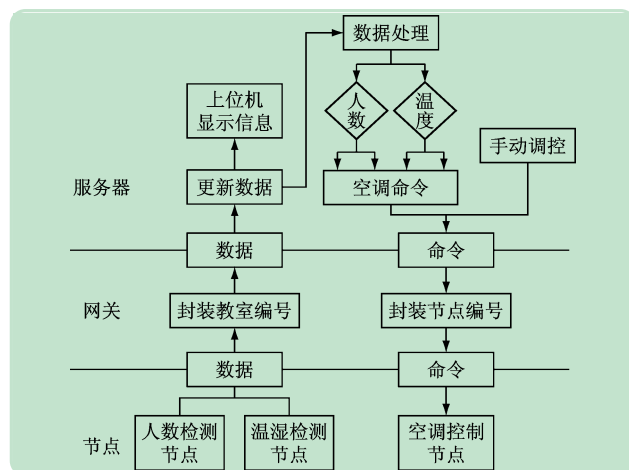


图 7 系统软件架构图

系统可根据学校管理需求预设决策模型, 根据教室人数动态控制空调开关以此进行分流和导流<sup>[15]</sup>。在



节能管理和学生满意之间取得平衡。如图 8 所示,后台管理界面会显示每个教室的实时信息,包括教室温湿度、教室人数、空调模式、空调温度等。同时支持自定义设置,能够手动控制空调开关和工作模式<sup>[16]</sup>。



图 8 智能空调管理系统

## 4 结 语

物联网的发展给现代生活带来了很多的便利,本文设计了一种基于物联网的智能空调管理系统,利用传感器获取教室数据,通过程序软件分析,自动的控制教室内空调的状态,大大的减少了能源浪费,节省了管理成本。系统具有很强的扩展性,比如将灯光控制、教室门禁控制、视频监控都纳入管理范围,可大大方便教室管理部门的管理,通过 APP 可为学生提供当前教室状态方便学生寻找合适的自习教室。在未来的大数据时代,物联网能够结合云计算分析获取的教室数据,为教务部门提供更详细的数据用于教学安排和教学评价,为建设“智慧校园”做出更多的贡献。

## 参考文献(References):

[1] 裴桐松,王惠贞,高晓燕. 高校教室照明节电自动开关研究与设

计[J]. 交通职业教育 2015(6):49-51.

[2] 程丽敏. 智慧教室数字化教学建设解决方案[J]. 智慧建筑与城市信息 2017(3):93-96.

[3] 赵培君. 基于物联网技术的教室智能用电系统设计与实现[J]. 信阳农林学院学报 2016 26(3):117-119.

[4] 刘 锦,张 岩,张荣辉,等. 基于物联网架构的温室环境监测系统[J]. 河北农业大学学报 2012 34(9):115-119.

[5] 王运红. 智能家居系统客户端与网关的设计与实现[D]. 杭州:浙江工业大学 2014.

[6] 丁 力,宋志平,徐萌萌,等. 基于 STM32 的嵌入式测控系统设计[J]. 中南大学学报 2013( S1 ):261-264.

[7] 黄双华,赵志宏,郭 志,等. ZigBee 无线传感器网络路由研究与实现[J]. 电子测量技术 2007(2):59-61.

[8] 薛丽娟. 基于 ZigBee 技术的无线自组织的研究与设计[D]. 西安:西安电子科技大学 2011.

[9] 耿瑞芬. ZigBee 无线传感器网络的研究与应用[D]. 济南:山东大学 2007.

[10] 顾晓红. 学习型遥控器中的码型识别[J]. 电子与封装 2009(10).

[11] 刘 艳,张逸群,李腾飞. 智能教室环境监控系统设计[J]. 电子技术 2017(5):38-41.

[12] 魏金文,马维华,吴 侨. 基于物联网的空调集中控制系统设计与实现[J]. 微型电脑应用 2012 28(6):23-25.

[13] 赵宏林,廉小亲,郝宝智,等. 基于物联网云平台的空调远程控制系统[J]. 计算机工程与设计 2017 38(1):265-270.

[14] 胡仲邦,樊 冰,崔丽丽,等. 高校教室空调集中控制管理方案设计[J]. 实验室研究与探索 2013(6):371-374.

[15] 秦琳琳,陆林箭,石 春,等. 基于物联网的温室智能监控系统设计[J]. 农业机械学报 2015 46(3):262-266.

[16] 吴锦欢. 基于物联网技术的智能教室管理平台的研究与设计[J]. 电脑知识与技术 2017 13(13):238-240.

(上接第 257 页)

[3] 周志国,曾祥军. 虚拟现实技术在汽车拆装实训中的应用研究[J]. 农业装备与车辆工程 2011(10):47-50.

[4] 沈爱莲. 虚拟现实技术在高职汽车电子类课程教学中的应用研究[J]. 湖南理工学院学报(自然科学版) 2011(4):90-92.

[5] 片剂车间虚拟现实教学系统的开发与研究课题组. 虚拟现实技术在实践教学中的应用[J]. 中国职业技术教育 2007(9):53-56.

[6] 高 媛,刘德建,黄真真,等. 虚拟现实技术促进学习的核心要素及其挑战[J]. 电化教育研究 2016 37(10):77-87.

[7] 许 微. 虚拟现实技术的国内外研究现状与发展[J]. 现代商贸工业 2009(2):279.

[8] 王健美,张 旭,王 勇,等. 美国虚拟现实技术发展现状、政策及对我国启示[J]. 科技管理研究 2010(14):37-40.

[9] 蒋庆全. 国外 VR 技术发展综述[J]. 飞航导弹,2002(1):27-34.

[10] 李 欣. 3DS MAX 在构建虚拟现实系统中的应用[J]. 计算机时代 2002(8):22-23.

[11] 郭凤英,林锡源. 网上虚拟现实的开发[J]. 微计算机应用 2000,21(5):283-285.

[12] Jayaram S, Wang Y, Jayaram U, et al. A virtual assembly design environment[J]. Computer Graphics & Applications IEEE, 1999, 19(6):44-50.

[13] Zheng Y, Gong G R, Wang S H, et al. Study on virtual assembly system and its key technology[J]. Ordnance Industry Automation, 2003(3):11-13.

[14] 张建武,孔红菊. 虚拟现实技术在实践实训教学中的应用[J]. 电化教育研究 2010 31(4):109-112.

[15] 李建荣,孔素真. 虚拟现实技术在教育中的应用研究[J]. 实验室科学 2014(3):98-100.