

基于端云协同与AI决策的智慧校园能源管理系统研究

单强 李洪建 丁熙钧 崔义言 牟智博
山东科技职业学院 泰格森安(山东)物联科技有限公司
DOI:10.12238/jsse.v3i3.14939

[摘要] 随着全球能源资源的日益紧张以及人们环境保护意识的不断增强,节能降耗已成为社会发展的必然趋势。校园作为人才培养的重要场所,是能源消耗的重要场景之一。然而,传统校园能源管理模式存在诸多不足,如设备运行效率低下、能源浪费严重、缺乏精细化管理、设备控制智能化水平不足等问题,这不仅增加了校园运营成本,也与绿色校园、智慧校园的建设目标背道而驰,因此,探索基于端云协同与AI全景感知的智慧校园能源管理系统势在必行,具有较高的实用价值和社会效益。

[关键词] 端云协同; AI决策; 智慧校园; 能源管理

中图分类号: TP315 文献标识码: A

Research on intelligent campus energy management system based on cloud collaboration and AI decision

Qiang Shan Hongjian Li Xijun Ding Yiyuan Cui Zhibo Mou
Shandong Vocational College of Science and Technology
Tegeson An (Shandong) Internet of Things Technology Co., LTD.

[Abstract] With the increasing tension in global energy resources and growing environmental awareness, energy conservation and emission reduction have become an inevitable trend in social development. As a key venue for talent cultivation, campuses are significant sites of energy consumption. However, traditional campus energy management models suffer from several issues, such as low equipment efficiency, severe energy waste, a lack of refined management, and insufficient intelligent control of equipment. These problems not only increase operational costs but also contradict the goals of building green and smart campuses. Therefore, exploring a smart campus energy management system based on end-cloud collaboration and AI panoramic perception is essential, offering significant practical value and social benefits.

[Key words] terminal cloud collaboration; AI decision-making; smart campus; energy management

引言

2022年10月26日教育部印发《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》,方案指出:完善校园能源管理工作体系。鼓励各地各校开展校园能耗调研,建立校园能耗监测体系,对校园能耗数据进行实时跟踪和精准分析,针对校园能源消耗和师生学习工作需求,建立涵盖节约用电、用水、用气,以及倡导绿色出行等全方位的校园能源管理工作体系。加快推进移动互联网、云计算、物联网、大数据等现代信息技术在校园教学、科研、基建、后勤、社会服务等方面的应用,实现高校后勤领域能源管理的智能化与动态化,助推学校绿色发展提质增效、转型升级。

近年来,随着物联网、云计算、人工智能、大数据等新兴技术的快速发展,为校园能源管理的智能化与节能化提供了新的技术手段。端云协同架构能够将终端设备的实时感知与云端的强大计算与分析能力相结合,实现对校园用电设备的高效管理

和优化调度。通过在校园内广泛部署智能传感器,利用AI全景感知技术实时采集设备运行状态、环境参数以及用电数据等多维度信息,可精准掌握校园用电的全貌,为节能策略的制定提供科学依据。

1 相关技术介绍

1.1 端云协同技术

端侧: 在校园的各个用电设备、传感器节点等终端设备上部署能够联网的智能终端控制器,能够实时将终端运行状态上传至云端服务器,并执行终端下发的执行指令。

云侧: 云端具备强大的计算和存储能力,用于处理大规模的数据集,进行复杂的数据分析、建模和决策。终端设备将经过初步处理的数据上传到云端,云端通过人工智能大模型学习算法、数据挖掘技术等对数据进行深度分析,生成全局的能源使用优化策略,并将指令下发到终端设备。

1.2 AI全景感知技术

传感器:在校园内广泛部署多种类型的传感器,包括电流传感器、电压传感器、温度传感器、光照传感器、人体识别等。这些传感器能够实时采集校园内各个区域、各个设备的用电相关数据。

设备互联:通过无线通信技术(如4G通讯)将校园内的各种用电设备、传感器、控制器等连接起来,形成一个庞大的物联网网络,实现与机房服务器进行实时通信。

AI全景感知:结合物联网设备,实时采集校园各区域能耗数据,并通过AI算法分析用能规律,优化资源配置,为管理者提供直观、全面的校园能源使用情况,助力节能降耗。

1.3 云计算与大数据技术

数据收集与存储:从校园内的各种传感器、设备和系统中收集大量的用电数据,并将其存储在分布式存储系统中。这些数据包括设备的实时运行数据、历史用电数据、环境数据等。

数据处理与分析:利用大数据处理框架对海量数据进行处理和分析。通过数据挖掘算法发现数据中的潜在规律和模式。例如,通过分析不同时间段、不同区域的用电数据,找出用电高峰期和低谷期的规律。

可视化展示:将分析结果通过可视化工具以直观的方式展示给校园管理人员。例如,通过图表展示设备的能耗排名、用电趋势曲线等,方便管理人员进行决策。

1.4 人工智能技术

机器学习与视觉分析:通过机器学习算法,系统可以对校园内各个区域的能源消耗数据进行分析,识别出能源使用的规律和模式;利用机器学习算法对设备运行数据进行实时监测和分析,能够及时发现设备的异常状态。

大模型智能决策:基于场景数据分析和预测结果,系统能够自动调整设备的运行模式及运行时间,对场景动态进行实时感知,并及时做出决策,实现智能化的节能调控。

2 系统架构

2.1 设备层

在校园的各个区域和关键耗电设备上部署多种类型的传感器,包括电流传感器、电压传感器、功率传感器、温度传感器、光照传感器、人体红外传感器等。实时采集设备的运行状态数据、环境数据以及人员活动信息。智能终端设备还可以接收云端的控制指令,对用电设备远程控制,如关闭设备、调节功率等。

采用多种通信协议实现感知层设备与云端的互联互通。通信协议需要具备高效的数据传输能力、低延迟和高可靠性,以确保系统能够实时获取和处理数据。

数据通过网络层从感知层设备传输到云端。在传输过程中,采用加密技术对数据进行加密,确保数据的安全性和隐私性。同时,网络层还需要具备数据校验功能,防止数据在传输过程中丢失或损坏。

2.2 数据层

云平台采用分布式存储系统存储从感知层设备上传的海量

用电数据。这些数据包括实时数据、历史数据以及设备的运行状态信息等。

利用大数据处理框架对存储的数据进行高效处理。通过数据挖掘算法和机器学习算法对数据进行深度分析。

提供直观的用户界面,方便校园管理人员实时查看校园用电状态、设备运行情况、能耗统计信息等。管理人员可以通过用户界面手动调整控制策略,也可以接收系统自动生成的节能建议和预警信息。

2.3 决策层

根据云平台生成的控制策略,通过网络层将控制指令下发到感知层的智能终端设备,实现对校园用电设备的远程控制和节能优化。智能终端设备接收到控制指令后,执行相应的操作,如关闭设备、调节功率等,将执行结果反馈给云平台。

利用AI全景感知技术和数据分析结果,实时监测设备的运行状态,及时发现潜在的故障隐患。例如,通过电流、电压的异常变化判断设备是否存在短路、过载等问题。当检测到故障时,系统自动发出预警信息,并通过用户界面通知管理人员。同时,系统可以利用故障诊断算法对故障原因进行初步分析,提供维护建议。

2.4 展示层

对校园的能耗数据进行统计分析,生成详细的能耗报告。报告内容包括各区域、各设备的能耗排名、用电趋势曲线、节能效果评估等。通过能耗统计与分析,管理人员可以直观地了解校园能耗的整体情况,评估节能措施的效果,并为进一步优化节能策略提供数据支持。



图1 系统架构图

3 工作过程

3.1 数据采集阶段

感知层的传感器按照预设的采样频率实时采集校园内的各种用电相关数据。例如,电流传感器采集设备的电流值,温度传感器采集环境温度,人体红外传感器检测教室是否有人等。智能终端设备通过网络层的通信协议将处理后的数据上传到云平台。在上传过程中,数据经过加密处理,确保数据的安全性。

3.2 数据分析与策略生成阶段

云平台接收感知层上传的数据，并将其存储在分布式存储系统中。同时，云平台对数据进行分类存储和索引，方便后续的查询和分析。对接收到的数据进行清洗，去除噪声数据和异常数据。例如，剔除传感器故障导致的错误数据。然后对数据进行预处理，如数据归一化、缺失值填充等，使其适合进行数据分析。利用大数据处理框架和机器学习算法对清洗后的数据进行深度分析。例如，通过时间序列分析算法预测设备的用电趋势，通过聚类分析算法对设备的用电模式进行分类，通过异常检测算法发现设备的潜在故障。根据数据分析的结果，结合校园的用电需求和节能目标，生成智能控制策略。例如，根据设备的用电模式和人员活动信息，制定在无人时关闭设备的策略；根据设备的能耗分析结果，制定功率调节策略，降低设备的能耗。

3.3 控制执行与反馈阶段

云平台将生成的控制策略转换为具体的控制指令，并通过网络层将指令下发到感知层的智能终端设备。控制指令可以包括设备的启停指令、功率调节指令、运行时间调整指令等。智能终端设备接收到控制指令后，执行相应的操作。例如，智能插座根据指令关闭连接的设备，智能控制器根据指令调节设备的功率。终端设备执行控制指令后，将执行结果反馈给云平台。云平台根据反馈信息评估控制效果，判断设备是否按照预期执行了控制指令。

云平台根据执行结果反馈信息，对控制策略进行动态调整。例如，如果发现某个设备未能按照指令关闭，云平台可以重新下发指令或调整控制策略；如果设备的能耗仍然较高，可以进一步优化功率调节策略。

3.4 用户交互与管理阶段

云平台通过用户界面实时展示校园能耗状态、设备运行情况、能耗统计信息等。管理人员可以通过用户界面直观地了解校园用电的整体情况。

云平台定期生成能耗统计报告，包括各区域、各设备的能耗排名、能耗趋势曲线、节能效果评估等。管理人员可以通过这些报告评估节能措施的效果，并为进一步优化节能策略提供数据支持。

4 项目价值

4.1 节能与环境效益

通过实时监测和智能控制，系统能够根据实际使用需求动态调整设备的运行状态，预计整个校园的综合节能率可达10%–20%，以某校（年用电量约1700万千瓦时）为例，每年可节省约170–340万千瓦时的电量，相当于减少约510–1020吨二氧化碳排放。

4.2 提升管理效率

系统提供实时的用电数据可视化和设备状态监控，管理人员可以随时随地通过Web管理平台或移动终端查看校园用电情况，实现精细化管理。通过数据分析生成的能耗报告和节能建议，管理人员能够快速发现问题并采取措施，预计管理效率可提升

30%–40%。传统的校园用电管理依赖人工巡检，效率低下且容易遗漏问题。该系统通过智能传感器和远程监控功能，减少了人工巡检的需求，预计可减少50%–60%的人工巡检工作量。

4.3 优化用户体验

系统能够根据环境参数自动调节设备状态，为师生提供更舒适的学习环境。例如，根据光照强度自动调节照明亮度，根据室温自动调节空调温度。系统通过实时展示校园用电数据和节能效果，增强师生的节能意识，促进师生积极参与节能行动，形成良好的节能文化氛围。

4.4 社会效益

该系统的成功实施将为其他校园和类似场所提供可借鉴的经验，推动智慧节能技术的广泛应用。可持续发展通过节能减排，系统为校园的可持续发展提供了有力支持，符合国家绿色发展的战略要求。

5 结语

本研究围绕基于端云协同与AI全景感知的智慧校园能源管理系统展开，取得了一定成果。通过端云协同架构，实现了校园能源数据的高效传输与云端强大算力的充分利用，提升了系统的响应速度与处理能力。AI全景感知技术的引入，让系统能全方位、实时感知校园能源使用状况，精准识别能耗异常，为能源管理提供有力数据支撑。

实践表明，该系统在优化校园能源分配、降低能耗方面成效显著，有效提高了能源利用效率，为校园节省了运营成本。同时，系统的可视化界面与智能预警功能，方便了管理人员及时掌握能源动态，做出科学决策。

然而，研究仍存在不足，如系统在复杂环境下的稳定性有待提高，AI算法的泛化能力需进一步增强。未来，我们将持续优化系统性能，拓展应用场景，探索与其他校园管理系统的深度融合，为打造更加绿色、智能、高效的智慧校园贡献力量。

基金项目

2024年潍坊市科技发展计划(软科学)项目：职业教育数字化转型赋能“潍坊智造”的机理与对策研究(项目批准号：2024RJKX110)。

参考文献

[1] 教育部.绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案,[EB/OL].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-11/09/content_5725566.htm,2022-10-26.

[2] 蔡宇,王东波.变电运维智能化远程管理系统的研究与应用[J].中国宽带,2023,(3):118–120.

[3] 刘家君.支持边缘计算和深度学习的实验平台的设计与实现[D].内蒙古大学,2023.

[4] 王承昊.面向工业预测性维护任务的资源调度优化算法研究[D].郑州大学,2023.

作者简介：

单强(1985—),男,汉族,山东高密人,本科,职称:讲师,研究方向:云计算、人工智能。