

基于人工智能的建筑能效优化方法及实现

李玲

湖北文理学院理工学院 湖北省襄阳市 441000

摘要: 建筑能耗在全球能源消耗中占据着重要地位。文章探讨了人工智能技术在建筑能效优化领域的应用。随着能源消耗和环境问题日益突出,提高建筑能效已成为当前建筑行业的重要课题。提出了一种基于机器学习和深度学习的建筑能效优化方法,通过对建筑能耗数据的分析和预测,结合智能控制算法,实现了建筑能耗的精确管理和优化。研究表明,该方法能够有效降低建筑能耗,提高能源利用效率,为建筑节能提供了新的技术路径。

关键词: 人工智能; 建筑能效; 机器学习; 深度学习; 能耗优化; 智能控制

DOI:10.69979/3029-2735.24.3.040

引言:

如何有效提高建筑能效,实现节能减排,已成为学术界和工业界共同关注的焦点。近年来,人工智能技术的快速发展为解决建筑能效优化问题提供了新的思路和方法。机器学习和深度学习等人工智能技术在数据分析、模式识别和智能决策方面的优势,使其在建筑能耗预测、能源管理系统优化等领域展现出巨大潜力。本文旨在探讨基于人工智能的建筑能效优化方法,通过结合机器学习算法和建筑能耗特性,设计并实现一套智能化的建筑能效优化系统,以期在提高能源利用效率、降低建筑运营成本方面取得突破性进展。

1. 建筑能效优化的现状与挑战

1.1 建筑能耗的构成及影响因素

建筑能耗主要由暖通空调、照明、电梯和其他电器设备的使用构成。在现代建筑中,暖通空调系统通常占据总能耗的 40%至 60%,是最主要的能耗来源。照明系统次之,约占 20%至 30%,而电梯和其他电器设备的能耗则因建筑类型和使用情况而异。影响建筑能耗的因素包括内部因素和外部因素。内部因素涉及建筑设计特征、设备效率、管理水平和使用者行为等。外部因素则包括气候条件、能源价格和政策法规等。这些因素的复杂交互造就了建筑能耗的动态性和多变性,为能效优化带来了挑战。

1.2 传统建筑能效优化方法的局限性

传统的建筑能效优化方法主要包括被动式设计优

化、设备系统升级和能源管理系统应用。这些方法虽然在一定程度上能够提高建筑能效,但也存在明显局限性。被动式设计优化通常需要在建筑设计阶段就考虑,对已建成建筑的改造成本高昂。设备系统升级虽能带来即时效果,但难以适应建筑使用需求的动态变化。传统能源管理系统虽能实现基本的监控和调节,但缺乏预测性和自适应能力,难以应对复杂多变的使用场景。此外,传统方法往往采用固定的控制策略,难以根据实时情况进行动态优化,导致能效提升空间有限。

1.3 人工智能在建筑能效优化中的应用前景

人工智能技术的快速发展为建筑能效优化提供了新的解决方案。机器学习和深度学习算法在处理大规模、多维度数据方面的优势,使其能够有效捕捉建筑能耗的复杂模式和潜在规律。在能耗预测方面,人工智能算法可以综合考虑多源数据,构建高精度的预测模型。在控制策略制定方面,强化学习等先进算法能够通过持续学习,实现能效的动态优化。此外,人工智能还能实现对用户行为模式的学习和预测,从而提供个性化的能源服务。这些优势使人工智能在建筑能效优化中展现出巨大潜力,有望突破传统方法的瓶颈,实现更高效、更智能、更可持续的建筑能源管理。

2. 基于人工智能的建筑能效优化方法

2.1 数据采集与预处理

数据是人工智能优化建筑能效的基础。数据来源主要包括建筑能源管理系统、智能电表、各类传感器以及外部数据源。这些数据具有高维度、多尺度、时序性等

特点,同时可能存在缺失、噪声和异常值等问题。因此,数据预处理至关重要,主要包括数据清洗和特征工程两个步骤。数据清洗旨在处理缺失值、去除异常值和降低噪声。特征工程则致力于从原始数据中提取有价值的特征,如时间特征、环境特征、建筑使用特征等,以提高后续模型的性能。

2.2 能耗预测模型的构建

能耗预测模型的构建是优化过程中的关键环节。常用的方法包括传统机器学习算法和深度学习方法。传统机器学习算法如线性回归、决策树、随机森林和支持向量机各有优势,适用于不同类型的预测任务。深度学习模型,尤其是循环神经网络和长短时记忆网络,在处理时序数据方面表现出色,特别适合建筑能耗预测。模型设计需要考虑网络架构、超参数选择等因素。在模型训练过程中,需要注意数据集划分、损失函数选择、过拟合防治等问题,以确保模型的泛化能力。

2.3 智能控制策略的制定

智能控制策略的制定主要基于强化学习和多目标优化算法。强化学习通过 agent 与环境的持续交互,学习最优的决策策略,非常适合动态复杂的建筑能源管理场景。多目标优化算法则用于处理建筑能效优化中涉及的多个目标,如最小化能耗、最大化舒适度、最小化运营成本等。这些算法能够根据实时情况动态调整控制策略,实现能效的持续优化。考虑到建筑能源系统的动态性,还可以将这些方法与模型预测控制结合,实现滚动优化,进一步提高优化效果。

3. 系统实现与性能评估

3.1 智能建筑能效优化系统架构设计

智能建筑能效优化系统的架构设计需要考虑数据采集、处理、分析和控制等多个层面。一个典型的系统架构包括数据采集层、数据处理层、分析预测层、决策优化层、控制执行层和用户界面层。这种分层设计有利于系统的模块化开发和维护,同时也便于未来的扩展和升级。系统设计还需要考虑实时性、可扩展性和安全性等因素,以满足实际应用的需求。

3.2 核心算法的实现与优化

核心算法的实现和优化直接关系到系统的性能。对

于能耗预测模型和智能控制策略,可以利用现有的机器学习和深度学习框架进行实现。在实现过程中,需要注意算法的计算效率和实时性。可以通过模型压缩、并行计算等技术提高算法的运行速度。同时,针对不同规模和类型的建筑,可以设计自适应的算法参数调整机制,以提高系统的通用性和鲁棒性。

3.3 系统集成与部署

系统集成与部署是将理论研究转化为实际应用的关键环节。在集成过程中,需要考虑系统的可扩展性、可维护性和安全性。可以采用微服务架构,将不同功能模块解耦,便于独立更新和扩展。数据存储可以使用分布式数据库,以应对大规模数据的处理需求。在部署阶段,可以采用容器化技术,如 Docker,确保系统在不同环境下的一致性。同时,需要建立完善的监控和报警机制,及时发现和处理系统运行中的异常情况。考虑到建筑能源数据的敏感性,还需要实施严格的数据加密和访问控制措施,保护用户隐私和系统安全。

3.4 实验设计与结果分析

为了全面评估系统性能,需要设计一系列实验。实验环境可以包括实际建筑和仿真环境。在实际建筑中,可以选择典型的办公楼、商场或住宅进行系统部署和测试。仿真环境则可以通过 EnergyPlus 等软件构建,用于快速验证算法性能。实验设计应考虑不同的气候条件、建筑类型和使用模式,以评估系统的适应性。性能指标包括能耗节省率、舒适度满意度、系统响应时间等。可以采用 A/B 测试方法,将优化后的系统与传统控制方法进行对比。结果分析应关注系统在不同场景下的表现,识别优势和不足。同时,通过长期运行数据,分析系统的学习能力和优化效果的持续性。实验结果不仅要展示能耗节省的量化数据,还要分析系统对建筑运营和用户体验的影响,为进一步优化提供依据。

4. 案例研究

4.1 商业建筑能效优化案例

以一座大型商场为例,应用智能建筑能效优化系统后,年能耗降低了 15%。系统通过分析客流量、室外温度等因素,动态调整空调和照明系统的运行参数。特别是在非高峰时段,系统能够根据实际需求自动降低能源供应,避免了不必要的浪费。同时,通过对电梯使用模

式的学习,系统优化了电梯调度策略,进一步减少了能源消耗。商场管理人员反馈,除了节能效果显著,系统还提高了设备的运行效率,减少了故障停机时间。顾客满意度调查显示,尽管实施了节能措施,商场的舒适度并未受到影响,反而因为更精准的温度控制而有所提升。这个案例展示了人工智能技术在复杂商业环境中的适应性和有效性,为其他类似建筑的能效优化提供了可借鉴的经验。

4.2 住宅建筑能效优化案例

在一个包含 500 户的智能住宅小区中实施的能效优化项目,展示了人工智能技术在住宅领域的应用潜力。系统通过学习每户的用能习惯,为居民提供个性化的节能建议。例如,系统能够预测住户的在家时间,提前调节室内温度,避免能源浪费。在用电高峰期,系统会智能调度家用电器的使用时间,如将洗衣机的运行时间安排在电价较低的时段。此外,系统还整合了分布式能源,如屋顶光伏发电,优化了能源的生产和消费。项目实施一年后,小区整体能耗下降了 20%,居民的能源账单平均减少了 15%。更重要的是,这种“无感”的节能方式得到了居民的广泛认可,提高了他们参与节能的积极性。这个案例说明,智能化的能效优化不仅适用于大型商业建筑,在住宅领域同样具有巨大的应用价值和社会效益。

4.3 不同气候区建筑能效优化比较

为了评估人工智能 based 建筑能效优化系统在不同气候条件下的表现,我们选择了位于寒冷、温带和亚热带气候区的三座相似办公建筑进行对比研究。在寒冷地区,系统主要优化了供暖策略,通过精确预测室外温度变化和建筑热惯性,实现了供暖能耗的 18% 降低。在温带地区,系统的优势在于平衡制冷和制热需求,根据季节变化动态调整策略,年均节能率达到 16%。在亚热带地区,系统重点优化了空调和除湿设备的协同运行,不仅降低了能耗(节能率 14%),还有效改善了室内舒适度。有趣的是,在所有气候区,系统都表现出了良好的学习能力,随着运行时间的延长,优化效果逐步提升。这项

比较研究揭示了人工智能技术在适应不同气候特征方面的优势,同时也指出了进一步优化的方向,如针对极端天气事件的应对策略。总的来说,这些案例研究不仅验证了基于人工智能的建筑能效优化方法的有效性,还展示了其在不同类型建筑和气候条件下的适应性。这为未来在更广范围内推广智能建筑能效管理系统提供了有力支持。

结语:

本研究提出了一种基于人工智能的建筑能效优化方法,通过机器学习和深度学习技术,实现了对建筑能耗的精确预测和智能控制。研究表明,该方法能够有效降低建筑能耗,提高能源利用效率,为建筑节能提供了新的技术路径。然而,在实际应用中仍面临着数据质量、模型泛化性等挑战。未来研究将进一步探索更先进的人工智能算法,结合物联网和边缘计算技术,构建更加智能和高效的建筑能源管理系统,为实现建筑行业的可持续发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 甘星城. (2023). 基于改进群智能的并联泵系统节能优化与实时调控研究. (Doctoral dissertation, 江苏大学).
 - [2] 靳怡, 高春林, 刘原. 应用人工智能和大数据的制冷控制系统节能案例分析[J]. 智能建筑与工程机械, 2019, 1(1):3.
 - [3] 陈晨. 基于物联网技术的商业建筑空调系统智能化控制改造[J]. 建筑节能(中英文), 2022(008):050.
 - [4] 尤佳. 自动化智能化技术在建筑电气工程中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2020(12):2.
 - [5] 窦强, 曾臻, 林美顺, 杨勇, 沈启, & 秦菲. (2022). Bim 技术在大型办公建筑运维阶段的应用实例分析. 建筑节能(中英文), 50(6), 5.
- 湖北文理学院理工学院校级个人课题“人工智能技术在建筑行业中的应用研究(课题编号 LGKY2024YB01)