

人工智能算法在建筑设计中的应用探索

付 君

九易庄宸科技(集团)股份有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要:随着信息技术发展,人工智能在各领域应用广泛,建筑设计行业面临智能化转型需求。本文探索人工智能算法在建筑设计中的应用,首先阐述其与建筑设计的理论基础,包括常用算法及适配性分析;其次从前期分析、方案生成、性能模拟、施工图设计及运维四个阶段,详述具体应用;最后提出强化技术适配、构建人机协同、完善行业规范三大策略。研究旨在推动建筑设计行业向智能化、高效化发展,为相关技术应用与策略实施提供理论与实践支撑。

关键词:人工智能算法;建筑设计;具体应用

引言:在建筑设计领域,传统设计模式依赖人工经验进行反复试错,不仅在数据处理、方案迭代上效率低下,面对场地环境、功能需求、美学表达等多目标优化时,也难以平衡冲突要素。随着建筑复杂度提升,这些问题愈发凸显。人工智能算法凭借数据处理、模式识别与迭代优化能力,为突破传统设计瓶颈提供了可能。旨在探索切实可行的应用路径,助力建筑设计行业实现创新发展。

1 人工智能算法与建筑设计的理论基础

1.1 建筑设计中常用的人工智能算法概述

建筑设计领域应用的人工智能算法,本质上是通过数据驱动或规则建模实现设计流程的智能化。机器学习是基础框架,通过决策树、支持向量机等模型分析历史设计数据,例如从海量户型图中提取空间布局规律,辅助设计师快速生成符合功能需求的方案。深度学习则凭借神经网络的多层非线性映射能力处理复杂数据,卷积神经网络(CNN)可识别建筑立面的风格特征,循环神经网络(RNN)能捕捉空间序列的关联性,在参数化表皮设计中实现形态与环境数据的动态关联。

遗传算法模拟生物进化过程,通过选择、交叉、变异操作迭代优化设计方案,在绿色建筑设计中,可基于能耗、采光等指标对建筑形态参数进行多代筛选,最终得到最优解。生成对抗网络(GAN)由生成器与判别器的对抗训练产生创新方案,生成器尝试输出符合美学与功能的建筑形态,判别器则基于已有优秀设计进行评估,二者博弈推动方案不断进化,如在异形建筑形态生成中突破传统设计思维的局限。

1.2 建筑设计的核心特点与AI算法的适配性分析

建筑设计的复杂性体现在多维度约束的交织,如场地地形、气候条件、结构安全等,而AI算法擅长处理高维变量:机器学习可整合多源数据建立预测模型,快速评估

设计方案的可行性;遗传算法的多目标优化能力则能平衡节能、造价、美学等冲突目标,生成Pareto最优解集。

设计的创造性看似与算法的“规则化”矛盾,实则通过GAN等生成式算法实现协同——算法基于历史设计数据提炼风格基因,再通过随机扰动生成新颖形态,为设计师提供突破经验边界的灵感。面对多目标优化需求,深度学习的端到端学习模式可直接建立设计参数与性能指标的映射,例如输入建筑体量参数,输出能耗、采光等综合评分,大幅缩短传统模拟软件的计算周期。这种适配性的核心在于:AI算法并非替代设计师的主观创造力,而是通过处理重复性分析、量化评估等工作,释放设计师在概念构思与人文表达上的核心价值,形成“数据支撑-算法优化-人类决策”的协同闭环^[1]。

2 人工智能算法在建筑设计中具体应用

2.1 在建筑前期分析与场地设计中的应用

(1)建筑前期分析阶段,人工智能算法通过标准化数据接口与地理信息系统对接,快速提取场地的地形标高、土壤承载能力、地下管线材质及埋深等信息,并将这些数据转化为三维模型可直接调用的属性参数,包括坐标定位与物理特性标注。针对场地周边环境,算法借助图像识别技术扫描周边500米范围内建筑的高度梯度、平面布局间距及使用性质分类,建立包含日照遮挡关系、交通可达性和噪音源分布的空间关系数据库,为后续设计的退距控制与朝向选择提供边界条件。(2)在场地设计环节,输入容积率、建筑密度、绿地率等规划指标后,算法在三维空间进行10米×10米网格划分,结合地形坡度与地质承载力计算各网格的可建设概率值,通过色彩渲染形成建筑布局热力图,呈现适宜建设的核心区域与限制区域。同时,基于交通流量预测模型,根据场地主出入口位置和周边道路等级生成内部车行环线与人

行步道框架,模拟不同时段的人流、车流密度,标注早高峰、晚高峰的流线交叉点并计算拥堵风险系数。(3)对于场地生态要素,算法通过无人机航拍图像的深度学习分析,识别现状植被的种类、胸径区间及分布密度,结合当地《城市绿化条例》中关于古树名木保护和原生植被保留的条款,划定保留区、迁移区和移除区。处理场地排水时,算法根据1:500地形图纸的等高线数据计算坡度值,结合土壤渗透系数,采用水动力学模型模拟50年一遇暴雨的雨水汇流路径,生成排水沟渠走向、截面尺寸和集水井布置点位,验证排水系统是否满足每小时50mm降雨强度的排水要求,确保符合《室外排水设计规范》。

2.2 在建筑方案生成与形态优化中的应用

(1)建筑方案生成过程中,输入各功能区的面积、层高、活荷载等参数后,算法通过层次聚类算法分析功能区关联性,将使用频率高、人流交互密切的空间划分为相邻组团,计算各区域的最佳连接路径,形成包含隔墙厚度与门洞位置设置的平面功能布局,以符合防火规范中关于疏散距离和防火分区的要求。针对垂直交通设计,算法根据各楼层功能性预测不同时段的人流密度,结合《建筑设计防火规范》中疏散楼梯的最小宽度要求,计算楼梯、电梯的数量与布置位置,模拟高峰时段垂直交通等待时间,确保单部电梯等待时间不超过60秒。(2)在建筑形态设计中,设计师设定建筑高度、最大面宽、体型系数限值等形态控制参数后,算法在三维空间生成长方体基础形态,通过调整X、Y、Z轴方向的拉伸系数与转角弧度实现形态的多样化演变。对于不规则形态,采用NURBS曲面拟合技术,通过1000个以上控制点确保形态的连续性和光滑度,同时自动计算表面积、体积、阴影投射范围等物理参数,为后续能耗模拟和材料用量估算提供数据。(3)形态优化阶段,算法依据风环境模拟的CFD数据识别建筑外立面的风压分布极值区,自动优化凹凸角度,降低建筑表面风荷载系数。结合全年日照分析结果,调整建筑顶部倾斜角度,控制各楼层平均日照时长差异在30分钟以内。处理建筑与周边环境的协调问题时,算法通过边缘检测技术提取周边建筑的形态特征,采用风格迁移算法将提取元素融入当前设计,使新建筑高度不超过周边建筑平均高度的1.2倍,立面开窗率与周边建筑差异不超过15%^[2]。

2.3 在建筑性能模拟与优化中的应用

(1)建筑性能模拟中,输入建筑材料的导热系数、传热系数、蓄热系数等热工参数后,算法采用动态热模拟法逐时计算,模拟建筑在冬季和夏季的热量传递过

程,分别得出外墙、屋面的传热耗热量及门窗的空气渗透耗热量,建立能耗与设计参数的关联模型,生成能耗敏感性排序。(2)在室内环境性能模拟方面,基于建筑开窗位置和尺寸数据,算法采用光线追踪技术模拟全年不同时段室内天然光照度分布,计算各区域的采光系数,标注出低于《建筑采光设计标准》最低限值的区域。针对通风性能,模拟室内外空气流动的速度场与压力场,计算各房间的换气次数和空气龄,分析通风死角位置与范围,评估自然通风对室内CO₂浓度的稀释效果。(3)性能优化环节,算法在满足室内热环境要求的前提下,采用粒子群优化算法优化外墙保温材料厚度及铺设范围,降低建筑全年空调负荷。针对采光不足区域,调整窗户开启方式和遮阳构件角度,提高天然光利用率。在结构性能优化中,根据恒荷载与活荷载分布情况,采用有限元分析模型优化梁柱截面尺寸,在满足结构安全系数的前提下减少混凝土用量。

2.4 在建筑施工图设计与施工运维中的辅助应用

(1)建筑施工图设计阶段,算法基于方案设计的BIM模型,按照《房屋建筑制图统一标准》自动生成各专业施工图纸,包括建筑平面图、立面图、剖面图等,图纸中标注详细的尺寸、材料和做法。对于复杂节点构造,自动生成1:10比例大样图,通过三维剖切展示节点分层构造,确保与整体设计的标高、尺寸相匹配,避免“错、漏、碰、缺”。(2)在图纸校审方面,算法依据现行的20余部国家标准,检查图纸中构件尺寸是否符合模数要求,材料选用是否满足设计强度等级,构造做法是否符合防火、防水等要求。同时,通过各专业图纸的参数关联分析,识别建筑平面图与结构图的柱位坐标偏差、给排水管道与电气管线的三维碰撞点等矛盾,发出分级预警信息并附具体位置坐标和规范依据。(3)施工阶段,算法根据施工图纸和工程量清单,采用关键路径法制定施工计划,明确各分项工程的开工、竣工日期及所需人力、机械和材料资源。通过施工现场物联网设备实时采集进度数据,对比实际进度与计划进度的差异,计算偏差率并分析原因,自动调整后续施工计划以确保总工期不超过合同约定时间。(4)在建筑运维阶段,算法对接建筑设备的传感器网络,每15分钟采集一次设备运行参数,建立设备运行状态评估模型。当设备参数超出正常范围时,在30秒内发出故障预警,通过故障树分析提示可能原因和维修建议。分析设备日能耗数据,结合建筑使用规律优化运行策略,降低设备运行能耗^[3]。

3 提升人工智能算法在建筑设计中应用的策略

3.1 强化技术适配与数据体系建设

提升人工智能算法在建筑设计中的应用,需优先解决技术与行业需求的适配问题。针对建筑数据多源异构的特点,应建立标准化数据采集与存储框架,统一地理信息、材料性能、规范条文等数据的格式与接口,确保算法能高效读取不同阶段的设计数据。同时,开发轻量化算法模型,降低对硬件设备的依赖,使中小型设计机构也能便捷部署应用。

在数据质量提升方面,需构建覆盖设计全流程的数据库,包含历史项目的方案文本、施工图、性能参数等信息,并通过人工标注与机器校验结合的方式确保数据准确性。针对敏感数据,建立分级加密机制,在保障隐私安全的前提下,允许算法在授权范围内调用数据进行训练。推动算法与主流设计软件的深度集成,实现参数实时互通,避免数据转换过程中的信息丢失。针对建筑设计的动态性特征,开发自适应算法更新机制,使模型能随规范修订、技术升级自动调整参数权重。建立数据质量反馈通道,通过设计师对算法输出结果的评价,反向优化数据筛选与标注标准,形成技术迭代与数据完善的正向循环。

3.2 构建人机协同的设计流程与能力体系

优化人机协同模式是提升算法应用效能的关键。应重构设计流程,明确算法与设计师的权责边界:算法负责数据处理、方案初步生成等重复性工作,设计师专注于创意构思、人文表达等核心环节。开发交互式算法界面,允许设计师通过简单参数调整引导算法输出方向,实现“设计师主导—算法辅助—人工决策”的闭环。

在人才培养上,需强化跨学科教育,在建筑专业课程中融入人工智能基础理论,同时培养算法工程师的建筑行业认知,形成复合型人才队伍。设计机构可通过内部培训与外部合作结合的方式,提升员工对算法工具的应用能力,重点训练利用算法结果进行二次创作的技能,避免过度依赖技术输出。

3.3 完善行业规范与生态支撑体系

行业生态的完善是算法应用可持续推进的保障。应推动建立人工智能在建筑设计领域的应用标准,明确算法输出结果的验证流程、责任界定及安全阈值,确保技术应用符合现行规范。组织行业协会与企业联合制定算法评估指标,从效率、安全性、创新性等维度对算法工具进行分级认证,为设计机构选择提供参考。

在技术推广方面,鼓励企业与科研机构共建开源平台,共享非涉密算法模型与训练数据,降低中小企业的应用门槛。建立算法应用案例库,提炼可复用的流程模板,减少重复开发成本。政府部门可通过专项补贴与试点项目支持,推动算法在绿色建筑、智慧城市等领域的落地,形成技术应用的良性循环^[4]。

结束语:人工智能算法为建筑设计带来新机遇,在各阶段均展现出应用价值。理论基础揭示了算法与设计的适配性,具体应用体现了其实际效能,提升策略为深化应用提供方向。但应用中仍存在技术、协同等方面问题。未来需持续完善技术与体系,推动人机协同,使人工智能更好服务于建筑设计,促进行业高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]周祥.人工智能算法在建筑设计中的应用探索[J].中外建筑,2019(9):47-50.
- [2]李兴利.基于生成式AI的人工智能在建筑设计中的应用探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(1):061-064.
- [3]王章琼,赵歧林,徐晓雅,周意,蔡永辉.人工智能在建筑结构中的应用研究进展[J].科学技术与工程,2025,25(16):6598-6607.
- [4]吴梦菁,陈旭恒.基于人工智能算法的建筑设计布局自动生成技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(6):125-128.