

人工智能在建筑设计中的应用研究

龙锐, 李永通

南宁理工学院, 广西 桂林 541004

摘要: 人工智能 (AI) 的迅猛发展, 为各行各业带来了前所未有的机遇与挑战。建筑行业作为传统且复杂的行业, 也亟须借助 AI 技术实现创新和转型。近年来, AI 在建筑设计中的应用逐渐受到关注, 涌现出大量相关研究。然而, 现有研究大多集中在某一特定算法或应用场景, 缺乏对 AI 在建筑设计中整体作用的系统性研究。

本研究旨在深入探讨 AI 在建筑设计中的应用潜力, 通过对现有研究的梳理和分析, 总结 AI 在建筑设计中的主要应用方向, 并以某一具体案例为基础, 研究 AI 算法在建筑设计过程中的应用效果。研究的最终目标是建筑设计行业提供一种基于 AI 的辅助设计工具, 以提高设计效率、质量和创新性, 推动建筑设计行业向智能化方向发展。

关键词: 人工智能 (AI); 建筑设计; 优化; 效率

Research on the Application of Artificial Intelligence in Architectural Design

Long Rui, Li Yongtong

NANNING COLLEGE OF TECHNOLOGY, Guilin, Guangxi 541004

Abstract: The rapid development of artificial intelligence (AI) has brought unprecedented opportunities and challenges to various industries. As a traditional and complex industry, the construction industry also urgently needs to achieve innovation and transformation with the help of AI technology. In recent years, the application of AI in architectural design has gradually attracted attention, and a large number of related studies have emerged. However, most of the existing studies focus on a specific algorithm or application scenario, and there is a lack of systematic research on the overall role of AI in architectural design.

This study aims to deeply explore the application potential of AI in architectural design. Through combing and analyzing existing research, it summarizes the main application directions of AI in architectural design. Based on a specific case, the study investigates the application effects of AI algorithms in the architectural design process. The ultimate goal of the study is to provide an AI-based auxiliary design tool for the architectural design industry, which can improve design efficiency, quality, and innovation, and promote the intelligent development of the architectural design industry.

Keywords: artificial intelligence (AI); architectural design; optimization; efficiency

一、人工智能在建筑设计建筑选型、场地布置中的应用

(一) 建筑选型中的 AI 助力

传统的建筑选型往往依赖于设计师的经验和直觉, 而 AI 则为这一过程带来了数据驱动的科学性。通过机器学习算法, AI 可以分析大量的建筑数据, 包括建筑风格、材料、结构、能源消耗等, 从而为设计师提供更精准的选型建议:

1. 风格推荐: 建筑风格推荐是指设计并渲染, 将建筑外貌加以呈现, 包括色彩、纹理、图案等。利益相关者设计师的推荐最终确定建筑风格。基于智能化设计技术, 设计师可以开展建筑外立面、室内装饰面等的渲染, 基于相关标准规范和相关利益者的

要求将建筑风格呈现出来。AI 可以根据建筑所在地的气候、文化、历史等因素, 为建筑推荐最适合的风格。例如, 在炎热的地区, AI 可能会推荐通风良好的现代风格建筑; 而在历史悠久的城市, AI 则可能建议采用传统风格, 以融入城市景观。

2. 材料选择: 建筑设计中的材料选择是指通过选择材料保障建筑的性能。设计人员需要根据性能需求选择材料, 综合考虑环保特性、耐久性、热能表现、防水能力和可持续性, 以提高建筑能效和寿命, 同时保证外观美观、功能完备, 兼顾可持续发展。AI 可以根据建筑的功能、预算、环保要求等, 为设计师推荐最优的材料组合。例如, AI 可以分析历史建筑项目中不同材料的性能数据, 如耐久性、隔热性、防火性能等, 建立预测模型。当设计师输入新的设计参数时, AI 可以预测不同材料的性能表现, 帮助

课题项目: 本文系 2023 年度南宁理工学院校级科研项目“人工智能在建筑设计中的应用研究”(项目编号 KY202314) 研究成果。

作者简介: 龙锐, 男, 南宁理工学院土木与工程学院, 讲师, 硕士研究生。

设计师做出更准确的材料选择；AI还可以根据材料的市场价格、运输成本、施工成本等因素，对不同材料的总成本进行预测，帮助设计师在满足性能要求的前提下，选择性价比最高的材料^[1]。

3. 结构优化：建筑结构优化设计是指对建筑整体结构进行再优化，以提高建筑物稳定性、优化建筑物使用功能。框架结构、剪力墙结构等是常见的建筑结构。生成式人工智能算法应用于建筑结构优化工作中，可以模拟各种结构形式的受力情况，帮助设计师选择最合理、最经济的结构方案。在建筑的框架结构设计中，AI通过深度学习对框架体系中柱、梁、墙、板等构件单元的结构、尺寸等加以计算分析，得到最优的结构模型，精确定义各构件单元的形状和尺寸^[2]。例如，AI可以对高层建筑的核心筒进行拓扑优化，生成具有复杂网状结构的核心筒，既能保证建筑的稳定性，又能减少混凝土用量。人工智能技术还可以模拟建筑物所在的地理环境、气候条件、荷载条件等，计算得到最优的建筑结构布局、拓扑结构和单元构件尺寸，对之前的建筑结构进行调节和优化，在最小的建筑成本的前提下，最大程度上保证建筑物的安全与稳定。现在，自适应的人工智能算法还可以将建筑物的构建单元进行3D装配设计，可以实现建筑物碰撞检测与误差分析，进一步实现结构优化^[3]。

4. 建筑布局设计

建筑布局设计是指建筑内部空间构造、功能设计、内部构造、流通路径等的设计，是在建筑风格、建筑材料、建筑结构等基础上的进一步设计。人工智能在建筑布局设计中的应用主要是通过生成房间平面剖面等方式为建筑物布局设计提供支持，将建筑物内各房间的外形简化为水平与垂直边界相结合形成的多边形，通过角点相交和多边形布尔操作，产生相对独立的房间矩形，并将其以房间的平面剖面等方式进行输出，从而达到满足空间约束的室内可适应布置的目的。在人工智能系统中，建筑设计师输入建筑边界、面积、连通关系等数据，设定好房间数量、房间空间、相邻关系等条件，人工智能系统通过算法自动生成建筑规划设计方案^[4]。目前，在建筑平面设计中应用较多的算法有平面图、HouseGAN、RPLAN等。基于Graph2plan软件系统，设计师设定房间数量、建筑外墙等限制性条件，系统自动生成建筑物的室内布局，比人工设计更智能、精准、便捷。同时，基于pix2pixGAN等模型智能化生成建筑平面图，系统对各个房间的采光、通风等状况加以智能化预测，设计师可基于预测结果对布局设计方案加以优化。^[5]

5. 建筑形体设计

建筑形态是通过对建筑物点、线、面、体、空间和实体的设计使建筑物形体更优美、与周围环境更和谐，是一种视觉层面的抽象设计。建筑造型设计是体现设计师创意能力和工作经历的重要一环。设计人员大多使用3D MAX, SU等软件，通过2D或3D软件来完成建筑物的2D和3D的平面图和3D的3D模型。将人工智能技术引入建筑形体设计，在平面造型上，通过StyleGAN等算法，从海量的建筑造型中学习出海量的造型设计解决方案，并依据设计的限制，生成建筑的平面、主视图、侧视图等不同方位的造型，或在建筑前后左右4个独立的室内形体投影图。在3D结

构设计领域，当前的研究主要是基于单个组件的3D模型自动生成，例如建筑屋面、门窗等，通过3D可视化模型和生成算法自动生成，从而完成组件元素的3D造型。当前，还不能依据设计需求和相应的规范标准实现三维可视化建模，而单个组件元素的三维组装和拼接生成技术还有待进一步发展^[6]。

(二) 场地布置中的AI优化

场地布置是建筑设计的重要环节，AI可以帮助设计师更科学地进行场地规划。

1. 日照分析：AI可以模拟太阳在不同季节、不同时间的光照变化，帮助设计师确定建筑的朝向和布局，以最大限度地利用自然光，减少人工照明^[7]。

2. 风场模拟：AI可以模拟风在场地周围的流动情况，帮助设计师优化建筑的通风设计，提高室内空气质量。

3. 景观设计：AI可以根据场地地形、植被、水系等因素，生成多种景观设计方案，帮助设计师选择最优方案。

二、人工智能在建筑设计建筑异形构件设计中的应用

人工智能(AI)正以前所未有的速度渗透到建筑行业，并在异形构件的设计中发挥着越来越重要的作用。传统的异形构件设计往往依赖于设计师的经验和手工建模，效率低且容易出错。而AI的引入，使得异形构件的设计过程变得更加高效、精准、灵活。

(一) 参数化设计与生成式设计

1. 参数化设计：AI可以通过参数化设计工具，将设计意图转化为一组参数，然后通过算法生成各种设计方案。设计师可以通过调整参数，快速获得大量的设计选择。

2. 生成式设计：AI可以根据设计目标和约束条件，生成大量符合要求的异形构件设计方案。设计师可以从这些方案中选择最优的方案，或将多个方案进行组合。

(二) 形状优化

AI根据结构的受力情况，优化构件的形状，使其具有更好的承载能力和抗变形能力。

建筑异形构件设计采用AI，设计自由度高，可实现复杂的几何形状，增强建筑的视觉效果。例如：博物馆、体育场馆等对建筑形态有较高要求的项目，通过参数化设计软件和AI算法，设计师可以快速生成各种形式的自由曲面屋顶或具有复杂网状结构的轻型屋盖。

三、人工智能在建筑节能设计中的应用

人工智能(AI)在建筑设计中，尤其是节能设计方面，发挥着越来越重要的作用。通过机器学习、深度学习等技术，AI可以高效地分析大量数据，优化建筑设计，提高建筑的节能效果^[8]。

(一) 建筑性能模拟

AI通过建筑信息模型(BIM)和物理模拟软件，对建筑的能源性能进行模拟，预测建筑在不同气候条件下的能耗。

1.AI根据建筑的朝向、遮阳设施等因素，模拟建筑全年日照情况，优化建筑的朝向和遮阳设计。

2.AI模拟建筑的通风效果，优化开窗位置和面积，减少空调能耗。

（二）材料选择优化^[9]

AI根据建筑的气候条件、功能要求等，推荐最合适的保温材料，选择最合适的建筑材料，提高建筑的保温隔热性能，降低建筑的供暖和制冷能耗。例如通过 AI选择最合适的玻璃幕墙，提高建筑的采光性能，同时减少太阳辐射热量。

（三）系统优化

AI对建筑的暖通空调系统、照明系统等进行优化，提高系统的运行效率^[10]。

1.空调系统优化： AI根据室内温度、湿度等数据，自动调节空调系统的运行参数，实现舒适性与节能性的平衡。

2.照明系统优化： AI根据室内光照条件和人的活动规律，自动调节照明系统的亮度，减少照明能耗。

（四）可再生能源利用

AI对太阳能、风能等可再生能源的利用进行优化，提高建筑的自给自足能力。例如在光伏系统设计方面，AI根据建筑的屋顶形状、朝向等因素，设计最优的光伏系统布局，最大限度地利用太阳能。

（五）建筑运营优化^[11]

1.AI通过对建筑的运行数据进行分析，优化建筑的运营方式，降低能耗。

2.AI可以根据历史数据和天气预报，预测建筑的未来能耗，提前采取节能措施。

3.AI可以对建筑设备的运行状态进行监测，及时发现故障，减少能源浪费。

四、建筑设计创新与优化的未来发展

（一）人工智能技术在建筑设计中的前景展望

人工智能技术在未来建筑设计中的应用一定会更加广泛和深入，为我们带来更多惊喜。随着 AI算法和大数据技术的不断升级，人工智能对于建筑设计调研、提案、建模、出图、优化等流程与环节将产生越来越重要的作用^[12]。当前生成式人工智能已经可以智能化生成建筑设计方案、提供设计创意、助力建筑设计方案自主优化，同时也可以支持设计师对方案进行编辑和扩展，再配合强大的算法和建模技术，智能呈现建筑的二维、三维图形，提高了建筑设计的效率，加快了建筑设计方案的更新迭代。未来，随着人工智能技术的越来越成熟及其在建筑设计领域的应用越来越广泛，建筑设计师将享受更为智能化与灵活化的设计工具平台，同时，为建筑师提供个性化的工具。伴随着 VR和 AR技术的不断成熟，未来建筑设计方案的可视化呈现效果将更为直观和真实，使设计师能够更方便地预览设计效果，并与相关利益相关者共享和交流^[13]。

（二）新技术与创新趋势的展望

将来，依托于新技术，建筑设计还将进一步发展。随着虚拟

现实（VR）和增强现实（AR）技术的进一步应用，设计师将能够获得更为沉浸式、交互式的体验，更为直观地感知建筑物的空间结构^[14]。机器学习、物联网的继续应用也必将使得建筑设计更为智能化和个性化，让建筑设计效果以更为逼真的方式呈现出来，使得建筑设计效果更贴近设计师、利益相关者理想中的模样，同时很多设计环节也必将自动化完成，节省设计师的时间和精力。当前数字孪生技术（Digital Twins）、建筑信息模型（BIM）等在建筑设计领域具有较为广泛的应用，推动建筑工程全生命周期的智能化管理，让建筑设计与建筑施工、建筑运营等环节更紧密地联系起来。总而言之，新技术是建筑领域变革的重要动力，在未来人工智能技术还将继续推动建筑设计向着智能化、数字化、可持续化的方向发展，为设计者提供更为强大和便捷的工具，推动建筑设计工作持续创新和突破^[15]。

五、结语

建筑设计是建筑设计师的专业知识、创造力与想象力的综合体现，同时，还需要设计工具的帮助，设计方案需要基于现有约束不断迭代、调整、优化，工作量和时间成本比较高。而人工智能在建筑设计中的应用简化了建筑设计工作，通过，智能化数据分析和智能建模，智能化地呈现建筑设计效果、提供设计优化方案，助力建筑设计流程变革以及建筑设计方案高效率生成。

参考文献

- [1]李旭.人工智能模块研发辅助建筑方案设计[J].工程抗震与加固改造,2024,46(06):192.
- [2]赵小云.人工智能在城市规划设计与建筑设计中的应用研究[J].城市情报,2023(3):0085-0087.
- [3]宋艳,林红利,衣淑丽.智能化技术在建筑设计中的应用与展望[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(32):95-97.
- [4]邓元媛,杨楠,王子晴.基于生成式AI的人工智能在建筑设计中的应用探究[J].智能建筑与智慧城市,2024(7):9-12.
- [5]胡露.生成式人工智能在建筑设计领域的应用与影响分析[J].工程建设与设计,2024,(23):173-175.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.12.053.
- [6]欧阳舒眉.人工智能背景下智能家居及其在建筑室内设计中的应用[J].中国信息界,2024,(07):83-85.
- [7]李尚思.碳中和目标下西南喀斯特森林公园规划设计策略[D].贵州师范大学,2024. DOI:10.27048/d.cnki.ggzsu.2024.000692.
- [8]李刚.基于生成式人工智能的某高层建筑设计方法[J].中国建筑金属结构,2024,23(09):29-31+35.
- [9]焦美芳.人工智能在建筑设计中的运用研究[J].新材料·新装饰,2024,6(10):114-117.
- [10]陆新征,廖文杰,顾栋炼,等.从基于模拟到基于人工智能的建筑结构设计方法研究进展[J].工程力学,2023,40:1-17.DOI:10.6052/j.issn.1000-4750.2022.11.0963.
- [11]罗轶.人工智能技术在建筑设计领域的应用及所思[J].建筑工程技术与设计,2018.
- [12]王旭光.基于人工智能的建筑设计应用探索[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(011):000.
- [13]王磊.生成式人工智能技术在建筑室内设计中的应用研究[J].鞋类工艺与设计,2024,4(18):133-135.
- [14]曹刚.人工智能应用与建筑与城市设计中的研究[J].电子技术与软件工程,2022(23):78-82.
- [15]李会永.基于人工智能技术的建筑设计创新与优化探索[J].绿色建造与智能建筑,2024,(07):67-69.