

# 人工智能在室内动线设计中的应用与研究

李辰辰

(河北工程技术学院, 河北石家庄)

**摘 要:** 动线设计在室内设计中占有非常核心的作用, 直接影响空间的使用效率、安全性与用户体验。传统动线设计依赖设计师经验与主观判断, 存在效率低、精准度不足等问题。随着人工智能(AI)技术的快速发展, 其在数据处理、模式识别、优化算法等方面的优势为室内动线设计提供了全新的解决方案。本文借助 AI 在室内动线设计中的应用, 主要来探讨用户三维建模、智能动线生成与可视化仿真等方面, 探讨了当前应用中存在的挑战与未来发展方向, 旨在为室内动线设计的智能化发展提供理论参考与实践指导。

**关键词:** 人工智能; 室内设计; 动线设计; 用户行为; 算法优化; 空间句法

## Application and research of artificial intelligence in indoor circulation design

Li Chenchen

(Hebei Institute of Engineering and Technology, Shijiazhuang, Hebei)

**Abstract:** The design of circulation routes plays a very core role in interior design, directly influencing the efficiency of space usage, safety and user experience. Traditional circulation route design relies on the experience and subjective judgment of designers, which has problems such as low efficiency and insufficient accuracy. With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, its advantages in data processing, pattern recognition, and optimization algorithms provide a brand-new solution for indoor circulation route design. This article, by leveraging the application of AI in indoor circulation route design, mainly explores aspects such as user 3D modeling, intelligent circulation route generation, and visual simulation, discusses the challenges existing in current applications and future development directions, aiming to provide theoretical references and practical guidance for the intelligent development of indoor circulation route design.

**Key words:** artificial intelligence; interior design; circulation design; user behavior; algorithm optimization; space syntax

## 1. 人工智能在室内动线设计中的应用概述

室内动线作为连接各功能区域的“无形脉络”，室内动线的合理性需满足功能性、安全性与体验性三大核心需求。传统设计流程基于设计师经验判断与定性分析，然而这种方法存在诸多局限，如难以捕捉不同群体隐性需求、复杂空间方案优化效率低、缺乏量化评估工具等。人工智能技术的引入为室内动线设计提供了全新的技术路径以及解决方案，利用人工智能技术能从海量数据中挖掘用户行为规律，生成最优动线方案，并结合可视化技术实现动态仿真，推动室内动线设计从“经验驱动”向“数据驱动”转型。利用 AI 工具提升设计效率与精准度，降低成本，实现动线方案个性化定制，满足不同用户群体差异化需求，提升空间使用体验。更进一步的满足客户的需求与偏好。同时，可探索 AI 技术与室内动线设计的融合路径，拓展室内设计领域智能化理论体系，为空间设计量化研究提供新视角；近年来多项研究聚焦实际应用场景，如酷家乐、美间等平台集成 AI 动线优化功能。酷家乐这种新型智能 3D 设计软件是一个让业主自己就能操作的免费设计平台，从户型、设计、匹配、到快速生成设计效果图，让业主足不出户玩转样板间[1]。但现有研究多集中于单一技术应用，缺乏对 AI 在动线设计全流程中的系统性梳理。

## 2. 室内动线设计的智能化识别与需求分析

### 2.1 室内动线的自动识别技术

室内动线设计的智能化依赖多学科技术的融合，其中人工智能技术扮演核心角色。通过图像识别技术解析户型图、空间三维模型，识别墙体、门窗、家具等障碍物，为动线规划提供空间边界数据。将 AI 生成的动线方案导入虚拟空间，模拟用户在高峰期人流拥堵、紧急疏散等不同场景下的移动体验，通过可视化界面直观呈现。

## 2.2 用户行为建模与需求

传统动线设计中，用户需求多通过访谈或问卷获取，存在主观性强、信息不全等问题。AI 通过多维度数据融合，实现需求的精准挖掘。针对已建成空间，通过摄像头或传感器采集用户移动轨迹。以实时记录用户的移动轨迹与停留时长以及活动频次等行为数据；针对未建成空间：通过用户画像（如家庭结构、年龄、职业）生成虚拟行为数据。例如，为有老人的家庭生成“卧室→卫生间夜间动线”，重点考虑防滑、照明与路径简洁性。AI 结合数据分析用户行为背后的潜在需求。行为分析算法通过统计识别到儿童在客厅频繁往返于玩具区与沙发，推导出“需设置开放式玩具收纳区，缩短儿童动线”；发现上班族在玄关停留时间过长（ $\geq 3$  分钟），推导出“需优化玄关储物动线，设置一键换鞋、挂衣的便捷路径”等具体行为，构建个性化生活动线模式档案；实时数据分析用户行为的周期性特征，以识别工作日、休息日、早晨、夜晚等不同时段的动线差异；同时区分出居家办公与休闲娱乐及家庭聚餐与独处休息等典型活动动线。

## 3. 动线生成的智能优化与方案生成

### 3.1 多动线生成的智能优化

AI 设计平台通过分析 1000 户三口之家的行为数据，发现“厨房 - 餐厅 - 客厅”三角动线的最优长度为 3-5m，据此为新用户自动生成符合该规律的动线方案，减少家庭主妇的家务动线耗时。基于用户需求与空间约束，AI 可自动生成多条动线方案，并通过算法优化选出最优解，具体流程如下：将 CAD 或 3D 模型户型图导入 AI 系统，计算机视觉技术自动识别空间边界墙及柱体结构、功能分区休息区及日常活动区域、固定设施门窗及承重墙等，建立数字孪生模型。输入约束条件：包括建筑规范：疏散动线转弯次数

≤ 3 次、用户需求，“儿童房与主卧动线需直线连接”、功能关联，厨房需靠近餐厅。

3.2 方案生成

首先以“动线总长度最短”“家务耗时最少”为核心目标，同时兼顾避免锐角转弯“路径流畅度”“空间利用率”动线与家具布局无冲突等次要目标，通过迭代计算，对方案中的路径节点进行微调，比如调整转弯位置、优化路径衔接点，逐步逼近最优解，例如某方案中厨房到餐厅的动线需绕行冰箱，算法会自动调整路径，使其沿冰箱边缘直行，缩短距离。

之后进行多方案输出与优先级排序，最终生成 3-5 条符合所有约束且经过优化的动线方案，并结合长度、耗时、流畅度等指标加权计算“综合得分”排序。同时为每条方案附加详细说明，包括动线总长度、各功能区之间的分段距离，满足“完全符合儿童房与主卧直线连接需求”的核心约束条件及优势，以及调整餐厅餐桌位置，可进一步缩短 0.5m 动线潜在优化空间。

最后是动态调整与交互优化，支持用户对输出方案进行实时修改，若用户提出“希望客厅到阳台动线与主动线分离”，AI 可基于新约束快速更新方案，重新生成符合要求的路径。并且通过 3D 漫游、动线动画演示可视化界面展示方案效果，帮助用户直观理解不同动线的实际体验，辅助决策。如图 1 方案效果图

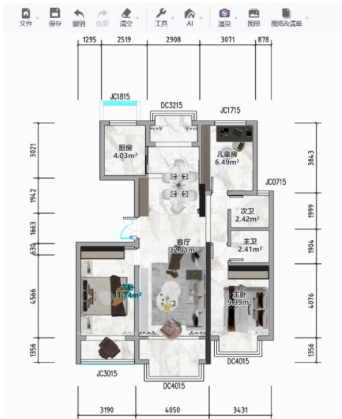


图 1 方案效果图

3.3 动线性能的量化评估与预测

与传统动线评估依赖主观判断不同，AI 通过量化指标实现了对动线的客观评价，并且能够预测其长期使用效果。在评估体系构建上，AI 从多个维度进行考量：效率性方面，关注动线总长度、平均通行速度以及功能区可达时间，以此判断动线在日常使用中的便捷程度；安全性上，着重评估疏散时间、紧急出口可达性和障碍物碰撞风险，确保在突发情况下动线能发挥保障作用；舒适性维度，涵盖以转弯次数与总长度的比例衡量动线流畅度、动线与私密区的隐私距离以及行进中的可见区域面积视野开阔度，提升用户在使用过程中的体验；适应性则考察动线对用户行为变化的包容度，比如家庭新增成员后动线是否仍能适用。而在预测性分析上，AI 基于时间序列模型对动线的长期性能变化进行预测，例如针对住宅空间，可预测其在 10 年内考虑儿童成长、老人衰老等情况的动线适配性，从而提前预留改造空间；对于商业空间，能预测不同季节、促销活动下的动线负荷，为临时动线调整提供指导，如增设临时通道等，让动线设计更具前瞻性和实用性。

4. AI 在室内动线设计中的应用挑战

尽管 AI 为室内动线设计带来客观评估、长期预测等革新，实践中仍面临诸多挑战：其一，数据获取与隐私难平衡，用户行为数据是 AI 建模基础，但住宅等室内空间涉及隐私，摄像头采集易侵权，匿名化处理又会降低数据精度，影响分析效果；其二，算法存在局限且“缺经验”，依赖数据与规则，难处理突发行为、情感化需求等非结构化场景，对文化差异、地域习惯适配不足；其三，人机协同不成熟，AI 多为“辅助生成器”，与设计师协作有壁垒，存在“黑箱效应”导致信任度低，且难实时响应设计师创意以动态调整动线；其四，行业标准与技术适配不足，缺乏统一的 AI 动线设计标准，不同平台方案难对比，

同时部分老旧户型空间数据难被 AI 识别，限制了技术普及。

### 5. 未来发展方向

展望未来，人工智能技术在室内动线领域将呈现出更加多元化和智能化的发展趋势。同时也面临着更加严峻挑战，面对挑战我们的应对措施：在数据与隐私方面，结合计算机视觉、语音识别、物联网数据（如智能门锁记录的出入时间）构建多维度用户行为模型，减少对单一数据的依赖，同时应用联邦学习、差分隐私等技术，在不获取原始数据的情况下完成模型训练，以保护用户隐私；在技术与创意融合上，基于大语言模型理解设计师的模糊需求（如“温馨、流畅的动线”），将文本描述转化为具体动线参数，且开发“AI + 设计师”协同创作工具，支持设计师通过手绘草图实时引导 AI 调整动线，实现创意与技术的融合；在动态设计层面，结合物联网技术设计可随用户行为变化的动态动线（如智能家居系统根据老人起床时间自动点亮夜间动线灯光，调整家具位置），并利用数字孪生技术实时模拟动线在不同场景下的表现，提前预警潜在问题；在行业与教育领域，推动行业协会制定 AI 动线设计的技术标准与评估规范，统一数据格式与指标体系，同时在高校室内设计专业增设 AI 技术课程，培养具备“设计思维 + 算法思维”的复合型人才；在文化适配方面，针对不同地域、文化的生活习惯（如中式厨房的操作动线、日式住宅的“缘侧”动线）训练本土化 AI 模型，且融合传统风水理论（如动线避免直冲卧室）与现代算法，开发符合文化心理的动线方案。

### 6. 结论

人工智能技术为室内动线设计带来了从“经验驱动”到“数据驱动”的范式转变，通过用

户行为建模、智能生成与优化、可视化仿真等路径，提升了动线设计的效率、精准度与个性化水平。然而，数据隐私、算法局限、人机协同等问题仍需解决。未来，随着跨模态数据融合、生成式 AI、动态自适应等技术的发展，AI 将不仅是动线设计的工具，更能成为设计师的“创意伙伴”，推动室内空间向更高效、更人性化、更具文化内涵的方向发展。

室内动线设计的核心始终是“为人服务”，AI 技术的价值在于释放设计师的创造力，让他们更聚焦于对用户需求的深度洞察与人文关怀。只有实现技术理性与设计感性的平衡，才能真正发挥 AI 在室内动线设计中的潜力，构建更美好的人居空间。

### 参考文献：

- [1] 刘欣昌. 论新型智能室内设计平台“酷家乐”的出现对室内行业的影响[J]. 西部皮革, 2019, 41(13): 108-109.
- [2] 汤婷. 人工智能时代室内空间设计方法研究[J]. 居舍, 2024(24): 9-11+22.
- [3] 夏芳. 人工智能在室内改造中的应用[J]. 建筑结构, 2023, 53(7): 172.
- [4] 冯雨亭. 人工智能在室内设计中的应用策略研究[J]. 文化产业, 2022(29): 151-153.
- [5] 王雅雯, 李绪洪. 人工智能在室内设计中的创新及应用[J]. 西部皮革, 2020, 42(24): 61-
- [6] 郭登友. 人工智能在室内设计中的应用探析[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(17): 91-93.

### 作者简介：

李辰辰，女，硕士，讲师，研究方向为艺术设计