

基于AI技术的花境设计应用分析

Analysis of AI-Enabled Floral Design Applications

崔思贤¹ 张耀文² 贾 婕² 王旭东^{2*}
CUI Sixian¹ ZHANG Yaowen² JIA Jie² WANG Xudong^{2*}

(1. 米兰理工大学建筑学院, 皮亚琴察 29121; 2. 华北水利水电大学建筑学院, 郑州 450000)
(1. School of Architecture, Politecnico di Milano, Piacenza, Italia, 29121; 2. School of Architecture, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou, Henan, China, 450000)

文章编号: 1000-0283(2023)12-0106-07
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2023. 12. 0106. 013
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2023-08-05
修回日期: 2023-09-19

摘 要

人工智能 (AI) 在各个领域都展现出巨大的潜能, 如何利用AI技术辅助风景园林领域正处于初步摸索与完善阶段。通过计算机视觉和机器学习算法, 训练一种自动化的花境设计模型, 以探索AI技术在花境设计领域中的应用。以河南省首届花境大赛——北龙湖湿地公园花境展为案例素材库, 收集了大量的花境作品照片作为模型训练数据, 利用计算机视觉算法对花境实景图像进行分析和特征提取; 使用机器学习算法训练模型, 根据语义分割图和输入的关键词生成新的花境设计方案。机器学习模型可以为不同类型的花境场景生成高质量和多样化的设计方案, 并且可以识别和提取一些花卉植物特征, 如植物种类、尺度、空间关系等。此外, 对AI生成的花境配置方案效果进行了评价, 验证AI技术在花境设计应用中的可行性及适用性。旨在为AI技术在植物景观设计领域的理论研究及设计实践应用提供创新研究视角及思路。

关键词

AI技术; 花境; 植物景观; 生成设计; 机器学习; 神经网络

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has shown immense potential in various fields, and its utilization in landscape architecture is still in the early stages of exploration and refinement. An automated floral landscape design model has been developed by harnessing computer vision and machine learning, paving the way for AI applications in floral landscape design. As a case study, the North Long Lake Wetland Park floral exhibition from the first Henan Province Floral Landscape Competition was used as a reference material repository. An extensive collection of floral landscape photographs was gathered as training data for the model. Computer vision algorithms were employed to analyze and extract features from real-world floral landscape images. A machine learning model was trained to generate new floral landscape design concepts based on semantic segmentation maps and input keywords. This machine learning model can produce high-quality and diverse design proposals for various types of floral landscapes, while also identifying and extracting characteristics of floral plants, such as species, scale, and spatial relationships. Furthermore, the effectiveness of AI-generated floral layout proposals was evaluated to validate the feasibility and applicability of AI technology in floral landscape design. This research aims to provide innovative perspectives and insights for the theoretical research and practical application of AI technology in the field of plant landscape design.

Keywords

artificial intelligence technology; floral landscape; plant landscape; generated design; machine learning; neural networks

崔思贤

1999年生/男/宁夏石嘴山人/在读硕士研究生/研究方向为风景园林植物景观设计

张耀文

1999年生/女/河南商丘人/在读硕士研究生/研究方向为风景园林植物景观设计

王旭东

1986年生/男/河南开封人/博士/讲师/研究方向为园林植物群落及绿地生态

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: wang007xu007@163.com

基金项目:
河南省重点研发与推广专项“城镇化对农业景观中生态系统服务间关系的影响研究”(编号: 222102320064)

不仅在设计领域创造了更多的交互和创新,也为设计师提供了更多的工具和资源。这一系列算法和技术的不断发展,将人工智能与设计领域相结合,为创意的表达和生成提供了新的可能性,不仅促进了设计、艺术与人工智能的融合,也为设计领域带来了更多的创新和想象空间^[1]。生成设计是设计师与计算机协同工作的创作过程,在人机交互过程中,计算机算法和人工智能技术被用来辅助设计师创造独特的设计作品。生成设计可快速产生多样性的创意选项,激发创新思维,提供设计师不同的视角^[2]。随着深度学习技术的成熟和应用,风景园林领域可以借助这些先进的算法和模型来进行创意的生成和优化。通过训练大规模的数据集,深度学习可以识别和理解不同的景观元素、设计风格以及人们对环境的偏好,从而生成满足特定需求的设计方案,同时,这也成为当前风景园林智能化发展的主要方向^[3-5]。陈然采用样式生成对抗网络2代(Style Generative Adversarial Network 2, StyleGAN2)算法,通过训练生成风景园林设计方案,对生成的方案进行特征量化分析,得出人工智能可以在没有人类指导的情况下,无监督学习识别部分抽象的高维设计特征^[1]。周怀宇采用生成对抗网络(Generative Adversarial Network, GAN)训练人工智能模型,该模型可用于风景园林平面图案例的用地类型分析及平面渲染,帮助设计师提升分析及制图效率^[6]。

花境设计作为风景园林设计中的植物专项设计,运用计算机辅助花境设计应用具有无限的潜力和研究价值^[7-8]。韩开雪等^[9]基于光辉城市(Mars)平台,通过其植物素材的仿生功能,进行花境设计实践,探索仿生技术在植物景观设计中的新视角及思路。陈国栋等^[9]基于虚拟现实技术对植物群落的视觉特

征要素进行分析与筛选,如植物群落丰富度、植物配置模式、色彩对比度、季相特征和林冠线变化形等相关视觉特征,生成一种基于虚拟现实技术的植物景观规划设计方案评价与修正方法。武正阳等^[10]在植物造景过程中运用虚拟现实技术,模拟植物从初植到成年的形态变化过程,以不同的视角方式来表达设计效果,为植物景观的设计中提出了可持续性的设计思路。

AI技术在风景园林应用领域已有少量科学文献记载,但是AI技术在植物景观设计方面的研究还比较匮乏。花境作为植物景观的重要组成部分,利用AI技术来生成设计花境方案是一种可持续性的设计思路。因此,研究基于Stable diffusion平台对花境AI模型进行训练,试图探索一种便捷、高效且真实的花境设计思路及方法。

1 实验设计

1.1 数据来源

AI训练的数据来源为河南省首届花境大赛——北龙湖湿地公园花境展,占地面积18 000 m²,花境作品共54个,拍摄了50张花境作品照片作为AI训练的数据。首先,照片选取兼顾场地的多样性,确保从不同角度、不同场景和不同环境收集花境照片。将花境照片分4类:岛式花境(12张),单面观花境(15张),双面观花境(13张),路缘花境(10张),以获得更广泛的视觉信息和更多样的样本,使得训练模型具有更好的泛化能力。其次,花境照片尽可能多地覆盖各种常见的花卉类型和景观形式。确保训练数据集中包含广泛的花卉种类和景观样式,以便训练模型可以适应不同的设计需求。此外,照片选取应确保高质量,花境图像清晰、细节丰富,并且具有良好的光照和色彩表现。这

可以提供更准确和可靠的特征信息,帮助模型学习到更好的视觉表达。在收集训练数据时,尽量保持各个类别或类型的花卉图像和景观照片数量相对均衡,就可以避免训练模型偏向于某些特定的花卉品种或景观风格,确保模型具有更好的全局性能(图1)。

1.2 预试验

预实验的主要目的为数据初步筛选,将4类花境照片分别进行Lora模型训练,训练出来的模型都逐个进行生成岛式花境、单面观花境、双面观花境、路缘花境,对生成的效果进行分析,可得训练出来的模型生成对应类型的花境效果较好,其他类型效果不佳。再将全部花境照片进行Lora模型训练,训练出来的模型生成岛式花境、单面观花境、双面观花境、路缘花境,对其效果进行分析。相比之下,运用全种类数据训练的模型生成方案的植物丰富度、空间效果、植物选择更能达到预期。

1.3 训练过程算法原理及训练方法

“Low-Rank Adaptation of Large Language Models”(LORA)是一种用于大型语言模型的低秩自适应方法。正式训练过程包括训练数据集准备、训练环境参数配置、模型训练、模型测试4部分。训练数据的准备过程需要收集用于训练的图片数据集,各种类型的花境图像,确保数据集包含多样性的花境风格、主题和类型。图像进行预处理,对训练素材进行标签化处理,从而辅助AI学习。预处理生成tags打标文件后,对文件中的标签再进行优化,使数据集调用方便,更精准还原特征。训练数据集准备完毕后,开始准备训练环境配置。电脑配置要求N卡,推荐RTX30系列及以上显卡,使用基于Kohya-ss的训练脚本进行

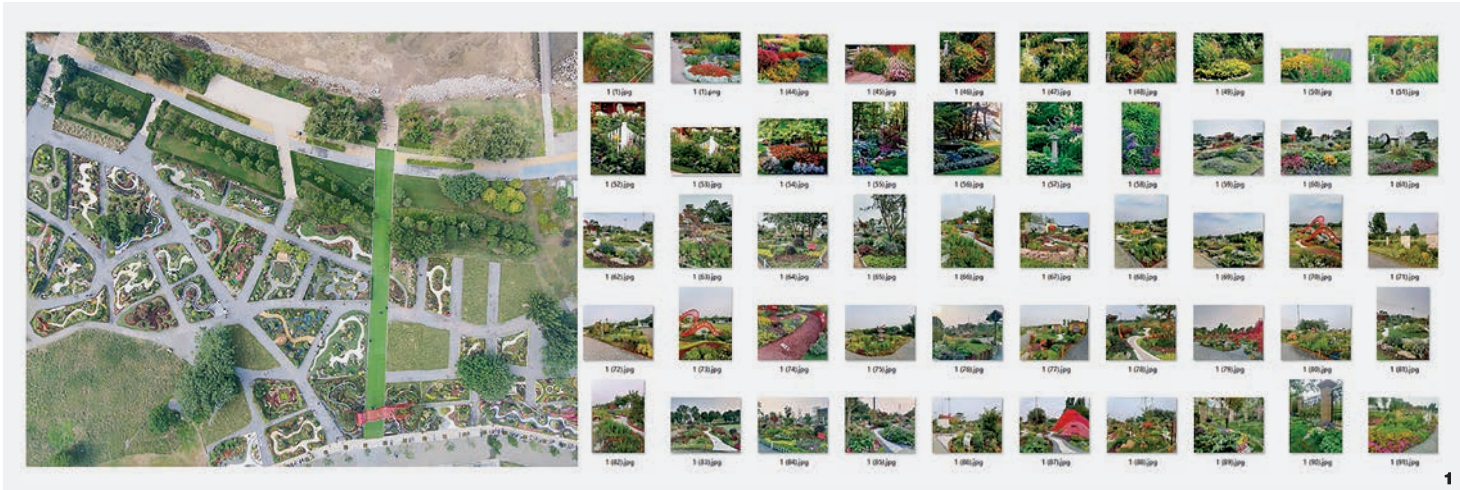


图1 北龙湖湿地公园花境展鸟瞰及数据缩略图
Fig. 1 Aerial view and data thumbnail of the floral display at North Dragon Lake Wetland Park

训练。设置好训练参数进行训练，电脑的配置与训练迭代数的选择，影响着训练的时间的长短。训练完成后，需要对训练好的这些模型进行测试，以找出最适合的模型（图2）。

Stable diffusion辅助生成花境设计方案。将训练好的Lora模型置入Stable diffusion软件中，选择合适的场景图像，进行语义分割，不同的色块代表不同的属性，将语义分割图像加载到软件ControlNet中，进行图像预处理。输入相关的正反提示词，用于调取对应数据生成花境方案。确定稳定扩散算法的参数，其中最重要的参数是扩散系数，它控制了扩散的速度。根据需要进行参数设置，以达到所需的扩散效果。根据所选的稳定扩散算法，对图像进行迭代计算。每一次迭代都会根据扩散系数和当前图像的像素值进行计算，更新图像的像素值。根据需要，可以对稳定扩散过程进行控制。可以包括调整扩散系数的大小、选择合适的边界条件、设定迭代次数等。完成稳定扩散过程后，可能需要进行一些后处理操作，以进一步改善图像的质量。例如，可以进行锐化、

去噪或调整对比度等操作。

2 AI辅助生成花境设计分析

2.1 花境场景选择及构建

花境类型大致可以分为岛式花境、单面观花境、双面观花境、路缘花境、林缘花境、立式花境、庭院花境等类型^[1]。选取岛式花境、单面观花境、双面观花境、路缘花境较为常见的4类花境场景作为生成实验对象。向AI提供相应的正向提示词与反向提示词，利用语义分割图界定不同类型花境的边界，不同的颜色代表不同的属性，语义分割图只具有花境的轮廓边界，运用训练出来的Lora模型进行生成不同类型的花境设计方案。从生成的方案中挑选出最合适的方案，然后再对其进行优化与润色（图3-6）。

2.2 花境植物选择及优化

对AI生成的花境方案针对植物的不同特性，进行筛选与优化。

（1）空间属性。如植物的尺度、空间的层次，在AI生成的方案中可能出现局部花卉

大小不合适的情况，可以利用AI局部重绘的方式，进行精准调整。

（2）色彩属性。依据对花境冷暖色系等色彩设计方面的需求，针对花卉色系出现不和谐的部分，可以在其需要调整的部分涂上对应属性颜色，利用seed值进行重绘，使整体色系和谐。

（3）生态属性。植物的生态习性，AI生成不能对其进行精准的选择与控制，需要人工进行调整与优化，选择适合场地生态环境的花卉品种，例如植物对光照（喜阴或喜阳）、水分（喜湿或耐旱）、温度（喜温或耐寒）等生态习性的要求等，还需人工进行辅助调整及优化。此外，花境不仅需要多种多样的花卉和绿植进行精心的布置，创造一个丰富而生机勃勃的景观；花境场景还需要设置一些吸引观赏者目光的配景，例如人物、小动物雕像、小风车、小船等构筑物，增强花境场景氛围，这些也是花境构成的重要元素和视觉焦点。这种布局的连贯性和平衡性使得整个花境场景更加协调和谐。AI生成的花境方案有时会缺失一些构筑物，需要后期

进行人为干预，进行花境场景润色，这样不仅增加了场景的视觉层次，还为观赏者带来了丰富的观感体验。

3 AI生成花境的效果评价

3.1 AI生成花境的效果问卷调研

(1) 评估使用AI技术生成的花境设计方案的质量、准确性和创造性。邀请花境设计师、园艺师等从业者对使用AI生成的花境设计方案进行主观评估。评估标准包括颜色搭配、植物选择、布局的合理性、形状和纹理的组合等方面。评估者可以独立评估设计方案，并记录其个体评价。之后，组织评估者之间的讨论和交流，分享其观点、喜好和建议^[12]。根据评估者的个体评价和讨论，综合考虑各方面的意见，形成综合的评估结果。通过汇总评估者的评分、综合评估者的评论和意见的方式完成。

(2) 将AI生成的花境设计方案与设计师创作的方案进行对比。邀请专业设计师和专业学生来评估两者之间的差异，并提供其偏好和意见。确定AI设计方案的优势和改进空间。选择一组由AI生成的花境设计方案和一组由设计师创作的花境设计方案。确保这些方案在设计目标、风格和要素上具有一定的相似性，以便进行有效的比较^[13-15]。选择评估者，包括专业的花境设计师、园艺师和普通用户。评估者的数量应足够多，以确保评估结果具有代表性。将AI生成的设计方案和设计师创作的方案进行展示，并提供必要的说明和背景信息。通过图片的方式进行展示。确定评估指标和标准，用于比较和评价不同设计方案的优劣。指标包括美观度、创新性、和谐性、功能性等方面。根据具体情况，可以使用定性评估和定量评估相结合的方法。让评估者对每个设计方案进行评估，



图2 Loar训练流程图
Fig. 2 Loar training process diagram

并根据事先确定的评估指标进行打分、评论。使用调查问卷、打分表、讨论小组等方式进行数据收集。比较AI生成的设计方案和设计师创作的方案之间的评估结果，并总结它们的差异和相似之处。

3.2 AI生成花境的效果评估分析

通过问卷调查的形式对AI生成的方案进行主观方面的评估，本次调查发放问卷数量共计158份，收回问卷数量154份，调查对象为风景园林专业教师与学生，其中老



图3 岛式花境模型生成展示
Fig. 3 Island-style floral landscape model generation presentation

图4 单面花境模型生成展示
Fig. 4 Single-sided floral landscape model generation presentation

图5 双面花境模型生成展示
Fig. 5 Double-sided floral landscape model generation presentation

图6 路缘花境模型生成展示
Fig. 6 Roadside floral landscape model generation presentation

师收回问卷数量28份，学生收回问卷数量126份。

多数调查对象对AI生成的花境方案的创意性的评价较高，其中77.92%认为其创意性达到了良好，说明AI生成的花境方案在创意方面得到认可。从方案的和谐性方面看，同样得到较高的认可，56.50%认为其和谐性达到了优秀。但是，AI生成的花境方案的花卉可识度比较一般，其中55.20%认为其花卉的可识度只能达到一般程度；在方案的美感度方面，AI生成的方案得到了大部分调查对象认可，77.92%认为其方案的美感度达

到了良好；在布局的合理性方面，78.57%认为其达到良好；在方案与设计目标符合程度方面，78.57%认为其符合程度达到了良好（图7）。

通过整个问卷调查数据分析可以得出，AI生成的花境的方案除了在花卉的识别上比较一般，其他方面的评价都比较优秀，其生成的方案在调查对象中具有较高的接受度。

4 结语与讨论

4.1 结语

当前，人工智能技术的运用，大部分涉

及的是地理学，生物学，城市规划等多种学科的综合研究，在风景园林领域的研究还处于初步阶段^[16]，近年来，在方案自动生成的系统研究中，机器学习是重要的分支，其迅速的发展赋予了计算机处理大量图像的能力，使其可以自动地处理大量的图片^[17-18]，这使得AI花境设计成为一个有力的辅助工具，为设计师提供更多可能性和创新性。花境作为植物景观的重要组成部分，利用AI技术来生成设计花境方案具有一定的可行性及适用性。AI技术能够从大量的花境图像和设计案例中获取灵感，并生成创新的设计方案。通

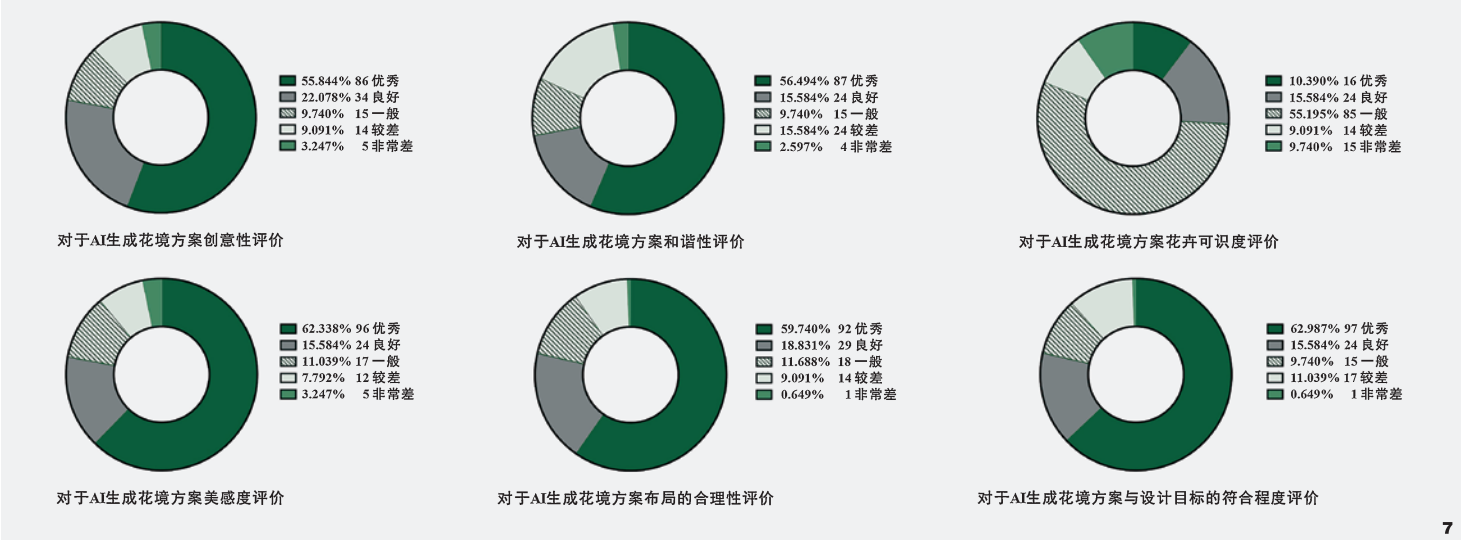


图7 问卷调查结果统计
Fig. 7 Survey results statistics

过对大量的数据进行机器学习，挖掘数据背后潜在的规律，来实现有效的数据利用^[19]。基于Stable diffusion平台对花境模型进行训练，AI技术可以为不同类型的花境场景生成高质量和多样化的设计方案，探索一种便捷、高效且真实的花境设计思路及方法，为AI技术在植物景观设计领域的理论研究及设计实践应用提供创新研究视角及思路。

4.2 讨论

与传统花境设计相比，AI在花境设计展现出了独特的优势，但也存在一些潜在的限制。

(1) AI花境设计方案的质量和准确性取决于所使用的数据。如果训练数据不充分或不具有代表性，AI生成的设计方案可能缺乏多样性和创新性，无法满足设计需求。AI算法在生成花境设计方案时可能存在误差和不确定性。这些误差可能导致不符合实际条件或设计目标的设计方案。

(2) 传统花境设计依赖于设计师的创造

力和直觉，注重艺术性和个性化。通常设计师与客户之间需要面对面交流和合作，并充分考虑客户的需求和偏好。依赖于设计师的经验和知识，借助手工绘图和实地考察来收集信息，需要更多的时间和资源来完成^[20-21]。而基于AI辅助的花境设计则是基于算法和数据的分析，倾向于生成创新和多样性的设计方案。该方式更加自主，设计师在使用AI工具时可能与客户的直接互动较少。

(3) AI能够快速分析和处理大量数据，并迅速生成设计方案，可以加快设计过程，减少设计周期和人力成本。AI能够快速分析数据、生成设计方案，并进行快速迭代和优化^[22-23]。使用AI生成花境设计方案可以大大缩短设计周期和减少人力成本。

(4) AI花境设计可能更偏向于提供通用化的设计方案，虽然可以根据客户需求进行个性化调整，但可能缺乏个性化程度的深度和细节。传统花境设计更强调设计师与客户之间的合作和情感交流，注重体现人类的审美和情感需求。由于风景园林设计是主观情

感和可观条件共同的作用产物，现阶段的人工智能主要为弱人工智能，没有自主意识，不能提供人的情感需求^[16]。AI花境设计通常是基于预设的数据和算法进行设计，可能无法全面考虑到特定场地的独特要求以及人类的情感因素。

综上，AI花境设计与传统花境设计在创造力、人机交互、数据处理、时间成本、个性化等方面存在差异^[24-28]。AI技术为设计师提供了新的解决思路，但仍需要结合人类设计师的专业判断和审美来实现最优的花境设计方案。

注：文中图表均由作者绘制。

参考文献

[1] 陈然. 基于生成对抗网络的风景园林生成设计研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2022.
[2] 李颢, 韩冬青. 建筑生成设计的技术理解及其前景[J]. 建筑学报, 2011(6): 96-100.
[3] 赵晶, 陈然, 郝慧超, 等. 机器学习技术在风景园林中的应用进展与展望[J]. 北京林业大学学报, 2021, 43(11): 137-156.

- [4] 林文强. 基于深度学习的小学校园设计布局自动生成研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2020.
- [5] 张彤. 基于深度学习的住宅群体排布生成实验[D]. 南京: 南京大学, 2020.
- [6] 周怀宇, 刘海龙. 人工智能辅助设计: 基于深度学习的风景区园林平面识别与渲染[J]. 中国园林, 2021, 37(1): 56-61.
- [7] 俞孔坚. 人工智能与未来景观设计[J]. 景观设计学, 2018, 6(02): 5-7.
- [8] 韩开雪, 吴岩, 王治勋, 等. 虚拟现实技术在花境设计中的应用研究[J]. 园林, 2020(12): 85-91.
- [9] 陈国栋, 邱冰, 王浩. 一种基于虚拟现实技术的植物景观规划设计方案评价与修正方法——以长荡湖旅游度假区为例[J]. 中国园林, 2022, 38(02): 31-36.
- [10] 武正阳, 胡海辉, 廉晶, 等. 移动虚拟现实设备用于植物景观改造设计表达[J]. 北方园艺, 2016(18): 83-89.
- [11] 王美仙. 花境起源及应用设计研究与实践[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [12] KRIZHEVSKY A, SUTSKEVER I, HINTON G. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, 25(2): 1097-1105.
- [13] WU T, HE S, LIU J, et al. A Brief Overview of ChatGPT: The History, Status Quo and Potential Future Development[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2023, 10(5): 1122-1136.
- [14] ZHU J, PARK T, ISOLA P, et al. Unpaired Image-to-image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks[C]// IEEE. Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). Venice: IEEE, 2017: 2242-2251.
- [15] ISOLA P, ZHU J Y, ZHOU T, et al. Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks[C]// IEEE. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Honolulu: IEEE Computer Society, 2017: 1125-1134.
- [16] 赵晶, 曹易. 风景园林研究中的人工智能方法综述[J]. 中国园林, 2020, 36(05): 82-87.
- [17] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep learning[J]. Nature, 2015, 521: 436-444.
- [18] 卢宏涛, 张秦川. 深度卷积神经网络在计算机视觉中的应用研究综述[J]. 数据采集与处理, 2016, 31(1): 1-17.
- [19] AREL I, ROSE D C, KARNOWSKI T P. Deep Machine Learning: A New Frontier in Artificial Intelligence Research[J]. IEEE Computational Intelligence Magazine, 2010, 5(4): 13-18.
- [20] KALPOKIENE J, KALPOKAS I. Creative Encounters of a Posthuman Kind: Anthropocentric Law, Artificial Intelligence, and Art[J]. Technology in Society, 2023, 72: 102197.
- [21] KARRAS T, LAINE S, AILA T. A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks[C]// IEEE. 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Long Beach: IEEE, 2019: 4396-4405.
- [22] PARK T, LIU M, WANG T, et al. Semantic Image Synthesis with Spatially-adaptive Normalization[C]// IEEE. 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Long Beach: IEEE, 2019: 2337-2346.
- [23] RADFORD A, KIM J W, HALLACY C, et al. Learning Transferable Visual Models from Natural Language Supervision[C]// MEILA M, ZHANG T. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning. Vienna: PMLR, 2021: 8748-8763.
- [24] 纪繁芳. 人工智能在园林景观设计中的运用[J]. 百科知识, 2022(18): 25-26.
- [25] 杜隆隆. 现代景观设计中的人工智能应用探究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(02): 119-121.
- [26] 蔡凌豪, 范凌, 赖文波, 等. 设计视角下人工智能的定义、应用及影响[J]. 景观设计学, 2018, 6(02): 56-63.
- [27] 陆洋. 浅析花境在园林植物造景中的应用[J]. 南方农业, 2021, 15(26): 26-27.
- [28] JORDAN MI, MITCHELL T M. Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects[J]. Science, 2015, 349: 255-260.