

基于生成对抗网络的校园组合平面布局自动生成及应用研究

陈政炎, 黄心奕, 冯晓菁, 程屹楷
浙大城市学院国土空间规划学院, 浙江 杭州 310015
DOI:10.61369/UAID.2026020019

摘要 : 随着人工智能技术的快速发展, 生成对抗网络为建筑生成设计提供了高效路径。本文提出一种基于 GAN 的校园总体平面布局自动生成方法, 以南方地区中学校园为研究对象。通过收集真实中学校园案例构建数据库, 利用 Pix2PixHD 模型实现图像到图像的条件生成, 经数据增强后训练, 生成包含教学、运动、生活等功能分区的多样化布局方案。该方法重点解决了传统 GAN 训练不稳定、结果单一的问题, 生成的布局形态主要呈现 C 形、条形、回字形三种基础类型及其组合形式。实验结果显示, 生成的平面清晰度高、功能合理性强。本文将该方法直接应用于两个实际项目, 通过输入场地边界生成初始方案, 再结合设计师的具体功能与景观要求进行调整, 最终形成符合需求的优化布局, 为建筑师提供快速参考, 同时为后续绿色建筑指标模拟奠定基础。

关键词 : 校园总体平面布局; 自动生成; GAN; 组合布局

Research on Automatic Generation and Application of Campus Combination Layout Based on Generative Adversarial Networks

Chen Zhengyan, Huang Xinyi, Feng Xiaojing, Cheng Yikai
School of Spatial Planning and Design, Hangzhou City University, Hangzhou, Zhejiang 310015

Abstract : With the rapid development of artificial intelligence technology, generative adversarial networks (GAN) provide an efficient approach for architectural generative design. This paper proposes an automatic generation method for the overall campus layout based on GAN, targeting middle school campuses in southern China. By collecting real-world middle school campus cases to construct a database, the Pix2PixHD model is employed to achieve conditional image-to-image generation. After data augmentation and training, diverse layout plans incorporating functional zones such as teaching, sports, and living areas are generated. This method primarily addresses the issues of unstable training and monotonous results in traditional GAN. The generated layouts predominantly exhibit three basic types—C-shaped, strip-shaped, and courtyard-shaped—as well as their combinations. Experimental results demonstrate that the generated floor plans feature high clarity and reasonable functionality. This method is directly applied to two practical projects, where initial plans are generated by inputting site boundaries, followed by adjustments based on designers' specific functional and landscape requirements to ultimately form optimized layouts that meet demands. It provides architects with a rapid reference while laying the foundation for subsequent simulations of green building indicators.

Keywords : overall campus layout; automatic generation; GAN; combination layout

引言

校园平面布局是学校建设前期方案设计的核心环节, 直接影响功能组织、交通流线、景观环境及绿色建筑性能。传统设计方法主要依靠建筑师手动绘制, 存在周期长、方案迭代慢、难以量化评估绿色指标等局限。随着我国教育事业快速发展高质量发展, 高质量中学校园建设需求激增, 亟需一种高效、智能的辅助设计工具 (AI)。

生成对抗网络 (GAN) 作为 AIGC 领域的一种被广泛应用的技术, 通过生成器与判别器的对抗训练, 能够从大量样本中学习复杂空间模式, 实现从场地边界到完整布局的自动映射。本文以南方地区中学校园为切入点, 聚焦 GAN 在总体平面布局生成中的应用, 旨在构

基金项目: 国家大学生创新创业训练计划项目: 基于生成对抗网络的中学校园总平面布局生成式设计探索 (202413021030)。

作者简介: 陈政炎 (2003.08-), 男, 汉族, 浙江绍兴人, 本科在读, 研究方向: 自动化建筑设计。

建一种稳定、高效、多样的自动生成框架。

研究背景源于当前校园设计面临的实际挑战。校园布局需兼顾通风采光、功能集约与景观融合。传统方法难以快速产出满足规范的多样方案，而 GAN 可通过学习真实案例，自动生成符合用地红线、功能分区和日照要求的布局。

GAN 在多模态效果生成及空间自动布局等领域有了较为广泛的应用与多层次的探索。其中基于校园总体平面布局自动生成方法 (GAN)，早期研究多采用贝叶斯网络或条件 GAN 实现住宅或城市布局自动生成，但针对公共建筑尤其是中学校园的探索仍较有限^[1]。Pix2Pix 系列模型的出现推动了图像到图像翻译技术的发展，能够实现输入场地边界图像到输出彩色功能布局的精准映射^[6]。然而，单纯 GAN 训练存在模式崩溃、生成多样性不足的问题，后续研究通过加入噪声或混合扩散技术加以改进。

当前，校园布局生成研究主要集中在功能块图驱动或卫星图像反演方面，较少关注绿色性能与形态多样性^{[2][3]}。本文在已有基础上，聚焦中学校园特有的运动场优先、教学组团集约等特征，构建专用数据库与训练流程。通过 GAN 模型学习 C 形围合、条形延展、回字形庭院三种典型形态，生成结果不仅形态丰富，还能直接对接 3D 建模与日照分析工具，为快速方案比选提供支撑^{[4][5]}。

一、研究方法

本文研究方法以 GAN 为核心，形成数据库构建、模型训练与结果后处理三个环节，确保生成的布局既符合规范又具有设计创新性。

(一) 数据库的构建

选取南方地区气候、地形、经济条件相近的 218 个中学校园实际案例，来源包括政府平台、设计院档案与公开竞赛作品。经严格筛选后保留 135 个功能完整、环境适宜的案例，其中 110 个用于训练，25 个用于测试。采用 Photoshop 软件将原始平面统一缩放至 1:2500 比例，转换为 512×512 像素 JPEG 格式，并按功能填充 RGB 色块 (教学楼红色、连廊蓝色、操场绿色、篮球场青色、体育馆紫色、行政与宿舍橙色，用地红线黑色、道路灰色、主入口黄色三角)。特别关注运动场与篮球场布局，确保数据库覆盖三种基础形态及其组合。

在数据库构建时，对 C 形、条形、回字形为基础形态的组合案例进行分类标注，例如将 C 形教学围合与条形宿舍延展的连接方式、回字形内院与 C 形运动区的过渡逻辑等作为重点特征，让模型在训练中深入学习这些组合模式，避免单一形态输出。

(二) GAN 训练流程

训练采用 Pix2PixHD 条件生成对抗网络框架，实现从输入场地边界图像到输出功能彩色布局的一对一映射。数据集经对称翻转与噪声增强处理后扩展。模型训练 200 个周期，前 100 周期学习率设为 $2e-4$ ，后续线性衰减。测试阶段输入未见边界图像，模型稳定输出包含教学组团、运动场地、生活配套的完整布局。

(三) 结果优化与 3D 转换

对 GAN 输出图像进行后处理，通过天正日照软件识别 RGB 色块并定义建筑高度，再开展日照分析，实现绿色建筑指标量化评价。该流程直观展示三种形态组合在三维空间的表现，为建筑师提供可直接修改的方案参考。

二、实验结果与案例分析

本研究将训练完成的 GAN 模型直接应用于两个南方地区实际中学校园项目，通过输入项目用地红线边界图像生成初始布局方

案，再结合设计师提出的具体功能需求、景观要求和绿色指标建议进行针对性调整，最终形成可直接用于方案深化的最终布局。

对于中华中学雨花校区项目，我们首先输入其不规则用地红线至 GAN 模型，模型快速生成初始方案，呈现以 C 形教学主楼为核心围合中央共享平台的形态，同时条形宿舍沿边界线性布置，回字形艺术楼与图书馆置于次要区域。三种形态初步组合已基本合理。随后，设计师根据项目需求提出增加共享互动空间、优化运动场南侧视觉焦点、强化曲线连廊串联等调整要求，我们对生成图像中教学组团位置、连廊曲线弧度及宿舍朝向进行微调，最终形成总平面以 C 形为核心、条形辅助、回字形点缀的优化方案。该方案实现教学、生活、运动高效分离，共享平台强化校园互动氛围，功能流线清晰，匹配度高。

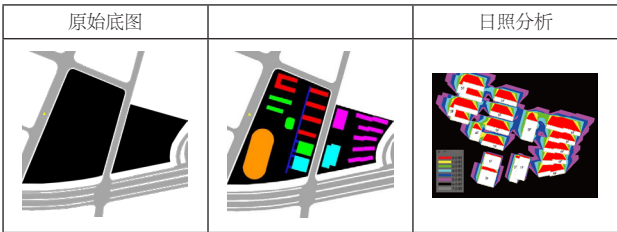


图1 中华中学雨花校区 AI 生成及日照分析

对于嵊州市艇湖区块中学项目，输入用地边界后，模型生成初始方案显示初中与高中教学楼采用回字形庭院布局，条形连廊与行政楼沿东西向延伸，C 形体育与生活配套建筑围合运动场区域。三种形态融合特征明显。设计师提出绿地率控制在 30% 以上、各教室日照满足规范、加强东西向交通廊桥连接等要求后，我们调整了回字形组团间距、C 形运动区开口方向及条形廊桥位置，最终形成总平面中回字形组团与 C 形运动区通过条形交通廊桥有机连接的成熟方案，日照分析显示各教室均达标，绿地率达 30.5%，完全满足项目建设条件。

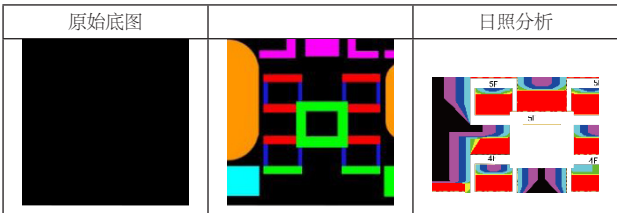


图2 嵊州市艇湖区块中学 AI 生成及日照分析

以上两个实际项目的应用表明，通过 GAN 生成初始布局 + 设计师针对性调整的流程，既大幅缩短前期方案时间，又保证了布局的合理性与创新性，三种形态的组合特征在最终方案中得到充分体现。

三、结论

本文提出的基于生成对抗网络的校园总体平面布局自动生成方法，实现了从场地边界到功能完整布局的智能化产出。通过对

两种实际项目的输入生成与调整，模型稳定生成了 C 形、条形、回字形及其组合的多样方案，有效提升设计效率并保障绿色性能。中华中学雨花校区与嵊州市艇湖区块中学两个项目的成功应用表明，该方法与实际优秀方案在形态逻辑与功能合理性上高度一致，具有较强的推广价值。未来将扩展数据库规模，引入更多气候适应性模拟，进一步提升实用性，推动校园设计向数据智能驱动转型。

参考文献

-
- [1] 马梓皓. 深度学习驱动下中小学校教学楼平面布局生成式设计研究 [D]. 哈尔滨 : 哈尔滨工业大学 , 2025.
 - [2] 张豪. 基于大数据的城市街区形态解析分类与用地识别 [D]. 合肥 : 合肥工业大学 , 2024.
 - [3] 张政承. 基于结构模式和人机交互的城市新区高度形态智能生成 [D]. 南京 : 东南大学 , 2022.
 - [4] 陈禹. 基于游牧思想的寒地大学校园设计研究 [D]. 哈尔滨 : 哈尔滨工业大学 , 2018.
 - [5] 余翰武, 金熙, 吴杨杰. 兴数育人 引智筑建 [M]. 武汉 : 华中科技大学出版社 : 202401:535.
 - [6] 张智岚. 基于深度学习的大学校园布局多方案生成研究 [D]. 广州 : 华南理工大学 , 2023.