

基于多智能体系统的产业园区建筑自动布局生成研究

张馨元

南京大学建筑与城市规划学院

DOI:10.32629/bd.v3i4.2259

[摘要] 多智能体系统是指处于复杂条件下尝试实现一定目标任务的复杂系统。研究以产业园区布局为研究对象,立足于多智能体模拟系统中自组织的行为模式,利用计算机编程和参数化建模,在常用的建模平台上建立起满足建筑间距、日照系数、边界约束、组团聚集等要求的产业园区建筑自动布局模型。实验旨在把建筑师从重复繁琐的试错环节中解放出来,同时开阔建筑师思路,进行多结果的比较,为方案的后期深入提供参考。

[关键词] 多智能体系统; 自动排布; 生成设计

伴随着我国城市化进程的加快,城市建设活动频繁,处于经济转型调整的中心城市和寻求经济发展的县城乡镇都在积极探索这一发展途径。产业园区是以形成产业聚集发展为目标,在特定的地域内聚集资本、技术、人才资源等要素,集中配置基础设施,引导工业企业和一系列配套产业聚集的产业分工协作区。这种产业组织形式在地域空间内强调结构层次合理,功能布局优化,相较于其他类型的园区,更突出在园内建立产业集群的机制^[1]。因此,合理的产业园区建筑布局对产业园区后期的发展具有重要的意义。而在产业园的建筑布局设计过程中,园区具体的楼栋排布多受限于防火间距、日照规范等法规限制,同时还要满足密度、容积率等指标要求。其排布过程更像是对法规所要求的限制条件进行不断验算试错的过程,过程繁琐枯燥。同时,随着计算机技术的不断进步与复杂科学理论的发展,计算机算法与参数化建模被引入建筑学领域,计算机的辅助设计生成为产业园区建筑排布的问题提供了新的解决方法。

因此,研究将相关规范约束和建筑空间语言转译为计算机语言,将单个建筑视为各自独立的主体,从被动设计活动的客体转化为具有主动意愿,能够根据内在的间距约束机制与其它建筑主体发生交互作用的智能体。然后基于多智能体系统自组织的适应过程,找到满足多重约束条件的平衡状态,完成基于多智能体系统的建筑自动布局生成。相较于传统的人工排布方法,基于多智能体系统的产业园区建筑自动布局可以把建筑师从重复繁琐的试错环节中解放出来,节省大量的时间,从而能够解放建筑师思维,把更多的精力放在创造性的问题上面。

1 基于多智能体系统的建筑布局实验

自动布局的优化研究实验多采用遗传算法或退火算法,韩孟臻基于遗传算法在 AutoCAD 平台进行了以优化多层板式住宅日照时数为目标的行列式布局生成模拟。这种基于遗传算法的生成模拟程序需要搜索海量的解空间,运算量巨大,耗时较长^[2]。然而不同于优化算法自上而下的逻辑,多智能体模拟是一种自下而上的生成逻辑。李飏通过 ActionScript 平台建立起基于多智能体系统的 highFAR 数

字生成工具,在满足日照系数和防火间距的情况下,寻求最高容积率的可能解^[3]。刘慧杰基于 Netlogo 建模平台,根据日照间距系数约束和累计日照时间约束,进行居住建筑在日照约束下自动分布的实验^[4]。黄勇则在基于多智能体系统进行规划布局设计的过程中加入了基地内北低南高的变化趋势。

由此看来,多智能体系统在建筑自动排布方面有一定的发展空间:一方面现有的实验研究的模拟平台与建筑师常用的建模软件并不能相兼容,虽然可以进行理想模型的实验,但距离现实应用仍有较大空间;另一方面,现有的研究重点多集中于住宅建筑,以满足间距和日照约束为主要内容,但针对建筑布局设计上的约束实验却比较少,如组团聚集,形态控制等。

2 多重约束下的产业园区布局生成

研究从给定的建筑尺寸属性和数量出发,通过设定和组合建筑单体需要遵循的约束机制,进行建筑自动排布的实验,找寻整体系统的稳定状态,得到满足约束条件的结果。因此,实验的内容主要在两个方面:一个是把建筑语言转化为计算机图形语言,建立起以建筑为主体的多智能体,另一个则是把产业园区建筑排布的过程中需要遵循的约束条件转化为计算机程序语言,建立起符合约束条件的判定机制。

2.1 从建筑到智能体

不同于一般的建筑设计方法,利用多智能体系统的建模方法是将单体建筑视为各自独立的主体。它们从被动设计活动的客体变成具有主动意愿,能够根据内在的间距约束机制与其它主体发生交互作用的主体。所以,建筑从设计客体到设计主体转变的关键是建筑单体到智能体的转化,建筑空间属性到计算机语言的转译。实验把建筑转译为计算机语言中的类,相对应的建筑的基本尺寸,建筑的种类编号,建筑的旋转角度,建筑的日照系数和间距要求等定义为类的属性。而在生成过程中的表现刷新,移动旋转等则用类的方法进行定义。由此,实验可以通过读取类的属性来展现建筑的空间属性,然后建筑主体可以根据是否满足判定条件与约束机制决

定其自身的运动规则和空间属性, 再通过类的方法进行移动和表现刷新。

2.2 多重约束机制

进行建筑布局的过程中有诸多复杂约束, 尤其是产业园区布局由于其产业功能聚集的功能特点, 在建筑布局设计上更加需求同类型的组团聚集。因此, 在进行多主体模拟的产业园区建筑自动布局实验中, 每个建筑主体需要一方面满足相关法律法规的要求, 如间距要求, 日照规范, 边界要求等, 另一方面也有一些设计方面的约束如同类型的组团聚集, 整体排布高度考虑等。这种复杂多样的约束条件给实验带来了一定的复杂性, 而让多智能体进行面对不同情况进行分类讨论的做法会极大的增加整体程序的负担。因此研究通过把现实问题的复杂约束拆解为多个简单约束的叠加, 通过计算机迭代计算让建筑主体进行多个约束之间的博弈, 从而达到稳定状态, 得到多样化结果。

3 产业园区建筑自动布局案例应用

以杭州某产业园区建筑布局设计为例, 进行产业园自动布局实例应用研究。场地用地面积约 180000m², 地块内东北角已建成两栋 U 形公寓楼, 布局时将保留。产业园区中预布局 5 种功能类型的建筑: 独栋办公, 平层办公, 高端办公, 公寓, 孵化器, 且每种类型的建筑均给定了基本建筑尺寸与数量。同时, 按照常规设计经验, 综合防火规范、日照及舒适度要求, 初步设定了各种单体的间距值。同时考虑到产业园区发展过程中产业聚集的功能要求, 独栋办公、孵化器、平层办公需要各自形成相应的功能组团。基于以上信息, 建筑布局排布过程中需要满足的约束要求主要为间距约束, 边界约束和组团聚集约束。把建筑相关数据输入, 建立起相应的智能体, 添加相应的约束模块, 最终可以得到多种满足条件的结果(图 1)。在得到产业园区建筑基本布局的原型后, 建筑师可以对多个方案进行筛选和进一步优化细化, 高效地完成园区的基本排布设计。

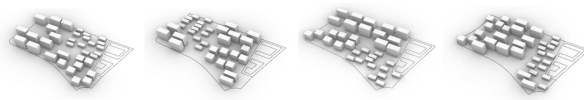


图 1 产业园区实例自动排布图

4 总结与展望

多智能体在建筑自动排布的应用上一方面相较于遗传算法等自上而下的优化算法, 这种自下而上的生成方式避免了对大量解的搜索, 一定程度上提高了建筑自动布局的效率。传统的参数化设计方法结果很容易预测, 而基于多智能体系统的方法可以得到大量有趣的形式, 开阔设计师思维。因此, 多智能体系统不失为面对建筑自动排布问题上的优秀思路方法。但是, 多智能体系统的计算方法在建筑自动布局问题上依然有更多发展的空间。首先是可以进一步发展更多的约束模块并且进行多个约束模块的组合研究, 让建筑师有更多的约束组合选择; 其次, 针对计算结果也需要一定的评估和筛选机制, 可以把多智能体系统与优化算法相结合, 对计算结果进行进一步优化筛选, 可以得到更加优秀的结果, 从而更好的服务于建筑师的后续设计。

[参考文献]

- [1]叶定敏. 中小微企业创业园区空间布局研究[D]. 苏州科技学院, 2014, (03): 87.
- [2]郑伟, 胡长斌, 丁丽, 等. 基于多智能体系统微电网分布式控制研究[J]. 高压电器, 2019, 55(03): 177-184.
- [3]李飏, 钱敬平. highFAR 建筑设计生成方法探索[J]. 新建筑, 2011, (03): 99-103.
- [4]刘慧杰. 多主体模拟的建筑学应用——以 Netlogo 平台为例[J]. 华中建筑, 2009, 27(08): 99-103.

作者简介:

张馨元(1994--), 性别: 女, 籍贯: 江苏徐州人, 院校: 南京大学建筑与城市规划学院, 研究方向: 数字建筑与 CAAD。