

基于改进遗传算法的城市街道空间布局优化研究

杨国宝

(浙江大学建筑设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 为了优化城市街道的空间分布,提出了一种基于改进遗传算法的城市街道空间布局优化方法。搭建城市街道空间布局模型,设置街道空间布局优化约束条件,通过优化编码过程完成遗传算法改进,利用改进后的遗传算法从市政、景观、专项设置和建筑4个方面制定城市街道空间布局优化方案。以盐城市文港路街区改造项目为例,按照新的布局优化思路完成改造。从总评分上看,优化前城市街道空间布局评分处于[0.5,0.7]区间,说明此时的街区空间布局能够基本满足期望。优化后城市街道空间布局评分处于[0.9,1.0]区间,说明此时的城市街道空间布局较为优秀,该方法的城市街道空间布局优化效果好。

关键词: 改进遗传算法;街道;优化;布局;空间;城市

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)08-0030-04

0 引言

随着汽车保有量与出行需求的不断增加,街道公共活动场所功能正在逐渐消失。当前城市道路的建设更多侧重于对交通功能的不断更新和完善,对于以服务街区作为主题的慢行交通、街道等功能开发缺乏足够的重视。

大众对街道的定义由“以车为本”向“以人为本”转变。在现代城市生活中,街道被赋予了更多角色,一条理想的美丽宜居街道不仅是方便行人、车辆通行的交通空间,还是保障安全、促进互动的公共活动空间。如何打造一条市民满意的美丽宜居街道是当前城市化进程研究中重点关注的话题^[1]。对于城市街道空间布局的设计对象及设计范围不再仅限于传统街道的道路交通通行红线范围,而是引入“完整街道”理念,放大设计视角,全面考虑道路本体与沿街建筑构成的U型空间。传统道路设计“强调交通功能”,只关注于道路本身,但现阶段在对城市街道空间布局进行优化时,应促进城市街区发展,落实“街区设计”理念^[2]。根据城市街道改造需要,引入改进遗传算法,开展对此街道空间布局优化方法的设计研究。

1 基于改进遗传算法建立城市街道空间布局模型

针对城市街道空间布局优化这一重要研究课

题,为实现对各结构变化的直观描述,引入改进遗传算法,完成空间布局模型的搭建^[3]。假设需要进行优化的街道空间布局包含 n 种,涉及 Q 种结构,则其布局模型可表示为:

$$\min F = \sum_{q=1}^Q \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{qij} + \sum_{q=1}^Q (p_{qi} + p_{qo}) \quad (1)$$

式中: $\min F$ 表示空间布局模型,该模型主要将优化成本最小化作为目标; p_{qi} 表示某一种结构 q 在改造单位 i 和改造单位 j 之间产生的费用; p_{qi} 表示某一种结构 q 在改造时产生的成本; p_{qo} 表示某一种结构 q 在改造过程中的其他各类资金支出。

将上述函数作为城市街道空间布局的模型,下述将以该模型为基础进行优化布局方案的设计^[4]。

2 设置街道空间布局优化约束条件

城市街道的占地面积是固定不变的,并且街道本身的形状也不会发生变化,因此将这两方面作为上述布局模型优化的约束条件。其中,面积约束可表示为:

$$W_i * L_i \geq A_i, \forall i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中: W_i 表示城市街道覆盖区域长度; L_i 代表城市街道覆盖区域宽度; A_i 表示布局优化作业单位所需面积。形状约束条件为:

$$W_i / L_i \leq u_i^{\max} \quad (3)$$

式中: $u_i^{\max}$ 表示空间布局优化单位的外观比率最大值。

将上述公式作为约束条件,确保在空间布局优化时不会影响到城市街道本身的结构,也能够避免不规则结构的产生。

收稿日期: 2022-08-17

作者简介: 杨国宝(1985—),男,本科,高级工程师,从事城市道路相关工作。

3 街道空间布局方案设计

完成对城市街道空间布局模型的建立,并明确优化约束条件后,利用染色体编码将城市街道空间布局从解空间转换到遗传空间当中^[5]。结合分割结构表达,假设零水平方向上的切割和垂直方向上的切割用算子+和*表示,布局优化过程中共需要完成 n 个作业单元的分割。图1为街道空间布局优化的编码过程。

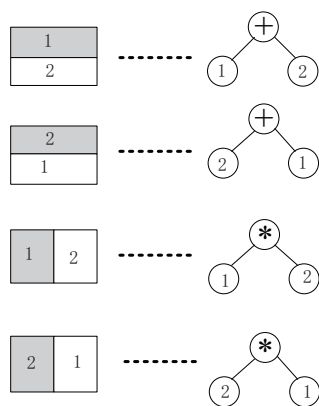


图1 街道空间布局优化的编码过程

图1中1和2均表示需要优化的城市街道空间布局结构。在进行编码时,也要遵守以下内容:每个染色体中的运算数必须为 n 个不同的运算数,且每次总运算数必须大于或等于运算字数+1,否则无法产生和建立波兰运算^[6]。在应用改进遗传算法进行城市街道空间布局优化时,存在一个初始组,通常是随机产生的,而随机产生的初始解无法获得最好的结果。而且群体数目对求解结果的影响也很大,数目太多,运算时间较长,会降低搜索效率;种群太少,会导致遗传算法提前收敛。

根据上述论述,结合数学理论实现对城市街道空间布局的计算后,可根据计算结果从市政、景观、专项设置和建筑4个方面,完成对优化布局方案的制定^[7]。在对市政道路进行改造时,机动车道考虑加铺、重建两种方案。综合考虑现状路面病害、管线迁改、断面改造、两侧标高关系等,以重建为主、加铺为辅。我国现行的《道路交通标志和标线》(GB 5768—2009)和《城市道路交通标志和标线设置规范》(GB 51038—2015),并结合当地的相关标准来设置交通标志及标线。在路段内设置指示标志,如有交叉道路的施工,应按设计图纸进行^[8]。在交通设施和路灯杆的合杆设计中,原则上仅保留“两杆”和路灯杆,其余标志统一为“两杆”,不再单独设置。多杆一体的杆件

主要包括标志杆、信号灯杆、监控杆、电子杆、路灯杆、公共服务设施杆。对桥梁整体设计时,需要满足城市荷载和规划宽度要求,根据常规检测报告进行整治,并更换梁板。针对满足荷载但不满足规划宽度的桥梁可采取拼宽,并更换梁板的改造方案。

在进行景观布局设计时,需要对城市街道周边进行分析。在当前阶段,新型的智慧健身器材已渐渐地运用到生活中去,目前已在深圳大沙河公园、合肥中国科技大学、重庆九龙坡区西彭镇星光名都广场等多个地方实现了广泛应用。在对城市街道空间布局优化时,可将一些完善的器材设置到人流量较大的节点中去,在便民利民的前提下,使得老百姓更智能地参与到全面健身运动的热潮中去^[9]。本着改善环境质量、提升生态稳定系统、增强便民惠民服务功能、全面提高资源利用率的原则,尤其是在街道建设中,应充分利用场地资源,依据周边不同的业态需求,植入口袋公园,打造智慧设施,以期满足市民的休闲娱乐、运动健身等需求。

针对专项内容的设置,以城市街道上的围墙设计为例,对现有较好且美观度尚可的围墙在原有基础上进行美化,现有围墙周边用地为拆迁区域则考虑临时围挡布置或不考虑整改,对于破损严重美观度较低的围墙进行拆除重建。

在对城市街道周围建筑进行空间布局改造时,根据建筑的建设年代、建筑性质、保存情况和区域位置等多种现状条件综合评估,主要分为以下三类改造类别:

(1)一类改造:重点改造类别。重点改造的建筑一般为重要的公共建筑,或是承担重要的城市展示面、位于重要交叉路口的建筑,以及建造年代较为久远、现状情况较差、严重影响市容的建筑^[10]。这类建筑改造措施也较为多样化。

(2)二类改造:一般改造类别。一般改造的建筑大多现状较差,以老旧小区为主,立面较多破损。对于商店招牌杂乱,立面四小件较多破损,对城市形象影响较大的问题,结合建筑现状主要采取立面喷涂真石漆、软磁贴面、更换广告牌、增加建筑亮化等措施。

(3)三类改造:建议保留,基本不改动。建议保留建筑主要是现状保存较好的建筑、建造年代较新的小区或商业建筑,以及一些刚刚改造过的建筑。这些建筑立面风格较为现代,立面品质较优,建议简单清洗立面修复,不做大改动。

4 实例应用分析

本文以江苏省盐城市文港路作为研究对象,此次的城市街区改造项目希望打造成一条特色街区,为市民提供一条交通便捷、环境优美、建筑漂亮的景观大道。项目改造内容包含市政、景观、专项设置和建筑4个方面,以此验证本文所设计的基于改进遗传算法的城市街道空间布局优化方法的有效性。此次实验过程中所采集的测试方案为仿真实验,通过将江苏省盐城市道路街区数据输入至仿真软件,利用本文方法进行道路街区空间布局优化,获得相关的布局优化结果。

盐城市文港路街区改造项目如图2所示。



图2 盐城市文港路街区改造项目

为了能够真实评价本文所设计的基于改进遗传算法的城市街道空间布局优化方法的应用效果,设计了城市街道空间布局评价指标体系,对于优化前与优化后的城市街道空间布局进行精准评价,以此验证本文方法的有效性。

在实例应用过程中,以真实的盐城市文港路街区改造项目数据为例,从多方面出发,搭建城市街道空间布局评价指标体系,具体见表1。

城市街道空间布局总评分计算公式如下:

$$p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{ij} Z_{ij} \tag{4}$$

式中: k_{ij} 表示第*i*个一级指标中第*j*个指标的等级得分, Z_{ij} 表示第*i*个一级指标中第*j*个指标的权重。

城市街道空间布局评分见表2。

比较本文更高优化前与优化后的城市街道空间布局评分,结果见表3。

表1 城市街道空间布局评价指标体系

一级指标	二级指标
市政	路网密度
	休息设施完善度
	服务设施完善度
	路网交通负荷
景观	道路景观水平
	绿化率
	生态系统建设水平
专项设置	公交车专用设施水平
	专用道标识水平
	停靠点合理水平
建筑	改造费用
	容积率
	土地开发混合度

表2 城市街道空间布局评分

分值	等级
[0,0.25)	严重偏离期望
[0.25,0.5)	不满足期望
[0.5,0.7)	基本满足期望
[0.7,0.9)	良好
[0.9,1.0]	优秀

表3 城市街道空间布局评分结果

评价指标	优化前	优化后
市政	0.63	0.89
景观	0.48	0.91
专项设置	0.55	0.96
建筑	0.57	0.94
总评分	0.56	0.92

分析表3中的数据可知,在利用本文方法对城市街区道路空间布局进行优化前,市政、景观、专项设置、建筑这4项评价指标始终处于[0.5,0.7)这一区间,说明此时的城市道路空间布局能够基本满足期望。而利用本文方法对城市街区道路空间布局进行优化后,除了市政指标处于[0.7,0.9)这一区间,其余指标均处于[0.9,1.0]这一区间,说明景观、专项设置、建筑这3项指标处于优秀水平。不仅如此,从总评分上看,优化前城市街道空间布局评分处于[0.5,0.7)区间,说明此时的街区空间布局能够基本满足期望。优化后城市街道空间布局评分处于[0.9,1.0]区间,说明此时的城市街道空间布局较为优秀,验证了该方法的有效性。

5 结 语

为提升城市街道建设水平和城市形象,本文研究引入改进遗传算法,提出一种全新的城市街道空间布局优化方法。本文以盐城市文港路街区改造项目为主要研究案例,围绕“美丽宜居城市”的理念与要求,结合项目所在地环境情况,因地制宜打造了一条特色街道,对街道布局规划进行了实践和探索,对同类项目建设与施工具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 赵志庆,钱高洁.生活圈视角下的社区老年人医养设施布局策略研究——以北京市展览路街道为例[J].建筑与文化,2021(2):158-159.
- [2] 张德顺,陈陆琪瑶,薛凯华,等.上海城市街道小气候要素与绿化布局关系测析——以徐汇区、杨浦区为例[J].北京林业大学学报,2021,43(4):124-131.
- [3] 车冠琼,仇保兴,杨滔.街道网络结构与土地利用布局对人流分布的影响[J].西部人居环境学刊,2021,36(2):87-94.
- [4] 胡思斯,刘佳,燕宁娜.基于 Hilbert R- 树的城市街道空间布局模型仿真[J].计算机仿真,2021,38(5):99-103.
- [5] 韩振燕,庄丹丹,柳汀.社区居家养老服务空间布局优化研究——以南京市 H 街道两社区为例[J].湖北农业科学,2021,60(11):168-172.
- [6] 游乐.基于医养融合的“15 分钟养老圈”设施布局优化——以广州市番禺区洛浦街道为例[J].城市建筑,2021,18(18):71-73.
- [7] 陈洋,严海明.建筑平面布局形态与街道建筑空间视觉秩序研究[J].江西建材,2021(6):254,256.
- [8] 胡丹丹,张妍,周雨婷.基于多源大数据的城市街道空间布局优化设计——以郑州市金水区祭城片区心怡路为例[J].城市住宅,2021,28(10):121-122.
- [9] 庞春雨,王俐人.生态环保城市街道微商业设施合理布局仿真[J].计算机仿真,2020,37(5):179-182,272.
- [10] 王若晨,潘剑彬,赵博石,等.不同布局形式城市街道热环境特征研究[J].北京建筑大学学报,2020,36(2):40-48.

(上接第 18 页)

捷联系航站楼首层、进出港高架及 GTC。

(4)过境交通与工作区内交通分离,东南工作区南北两部分联系紧密、交流便捷,工作区独立管理,与外界分离。

(5)保留工作区东侧辅助隧道,在加强工作区与航站区联系的同时,满足应急救援需求。

参考文献:

- [1] 李巍.枢纽型机场陆侧道路交通系统关键技术问题的研究[J].城市道桥与防洪,2010(5):1-4.
- [2] 方豪星,张雷,梁志康,等.烟台蓬莱国际机场陆侧交通需求预测研究[J].山东交通科技,2022(1):104-107.
- [3] 曹凌峰.枢纽型机场陆侧交通需求预测与交通组织方案研究[J].中国市政工程,2020(1):12-15,90.