

基于遗传算法的建筑容积率优化研究与设计

李文娟, 孙文坡, 党向盈

(徐州工程学院信电学院, 江苏 徐州 221000)

摘要: 为了自动确定拟建建筑的容积率, 提出一种基于遗传算法的最大容积率计算方法, 并设计出一套实用软件。求解拟建建筑最佳容积率, 是一个NP问题, 遗传算法是一种进化优化算法, 能够有效地解决这种NP优化问题。所提方法首先计算太阳高度角; 然后, 由太阳高度角和其他参数, 计算拟建建筑的棒影长度; 最后, 基于日照约束条件, 采用遗传算法自动计算拟建建筑的最佳高度, 从而进一步计算最佳容积率。满足日照最低要求计算建筑的最佳高度是软件的核心技术。在建筑申报前计算出该地块的建筑最佳高度, 进一步计算日照约束下的最大容积率。在建筑申报前, 该系统能够计算出地块建筑最佳容积率, 提高了建筑设计的科学性和便捷性, 也为建筑行业设计提供一种良好设计方法。

关键词: 日照约束; 建筑; 容积率; 遗传算法

中图分类号: TP399 **文献标识码:** A

Research and Design of Building Plot Ratio Optimization Based on Genetic Algorithm

LI Wenjuan, SUN Wenpo, DANG Xiangying

(Department of Information and Electrical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221000, China)

Abstract: In order to automatically determine the plot ratio of the proposed building, a method for calculating the maximum plot ratio based on genetic algorithm is proposed, and a set of practical software is designed. It is a NP problem to solve the optimal plot ratio of the proposed building. Genetic algorithm is an evolutionary optimization algorithm which can effectively solve this NP optimization problem. The first method is to calculate the height angle of the sun. Then, the shadow length of the proposed building is calculated by the height angle of the sun and other parameters. Finally, based on the sunlight constraint conditions, the optimal height of the proposed building is calculated automatically by genetic algorithm, so as to further calculate the optimal plot ratio. It is the core technology of the software to calculate the optimal height of the building. Before the construction declaration, the system can calculate the optimal plot ratio of the plot, improve the feasibility and convenience of the architectural design, and provide a good design method for the design of the building industry.

Keywords: sunlight constraints; building construction; plot ratio; Genetic algorithm(GA)

1 引言(Introduction)

我国人口数量不断剧增而土地资源短缺, 提高土地利用效率成为一个急需解决的问题。在用地面积一定的情况下, 只有通过调整建筑的优化设计来提高土地利用效率。容积率越高, 土地利用效率越高。很多学者采用优化工具进行建筑优化设计。成三彬^[1]和张岚^[2]采用遗传算法与日照相结合, 求解拟建建筑的最大容积率, 取代了传统凭借经验的方式计算最大容积率的方法, 在实践中取得了良好的效果。

考虑到拟建建筑的规划用地面积是已知的, 本文研究最大容积率的求解, 实质等价于拟建建筑最优高度的求解, 要求出建筑最佳高度即可。

本文解决的主要问题是采用合适的方法求解拟建建筑最大容积率, 因此探讨的是基于遗传算法的日照约束下最大容积率的计算问题。遗传算法与传统的优化方法相比较, 以生物进化为原型, 具有很好的收敛性, 计算时间少, 鲁棒性高等优点, 广泛地应用在建筑优化设计方面。

基于遗传算法, 在日照约束条件下计算容积率^[3,4]。它可以准确地获得被遮挡窗口的日照累计时间, 还可以在建筑申报以前就计算出该地块的建筑最佳高度, 从而计算出该地块最大能开发出的建筑面积, 为建筑结构优化设计^[5,6]提供一种有效帮助。

2 软件系统概述(Software system overview)

本软件采用C# Lambda编程技术,使得软件实施中,缩短计算时间,减少计算复杂度,满足用户的性能要求。

本软件的主要功能是计算最大容积率即最佳高度的求解。太阳高度角是指太阳光的入射方向和地平面之间的夹角。首先根据已知条件得到太阳高度角,再通过将太阳高度角、太阳赤纬角、时角、积日等一系列参数^[7]进行一定的计算得到棒影长度,从而计算出拟建建筑的最佳高度。满足日照最低要求,提供核心计算结果。本软件的核心算法主要依赖于棒影计算模型,通过给定参数和棒高计算得到时间切片内不同的棒影长度^[8],从而基于遗传算法计算拟建建筑的容积率。

本软件总共有四大功能模块,它们分别是主函数、参数设定模块、执行计算模块、最大容积率求解模块。其框架图如图1所示。

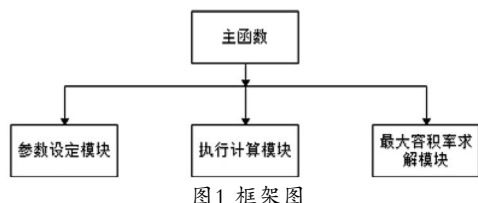


Fig.1 Framework

3 主模块(The main module)

软件从主函数开始运行。主函数调用各函数,实现被测程序的运行。可以调用的函数有参数设定模块、执行计算模块、最大容积率求解模块。

4 参数设定(Parameter setting)

参数设定模块主要分为两大类,分别为日照建筑参数设定和遗传算法参数设定。

4.1 日照建筑参数设定

进行建筑设计时,要考虑到每个房屋都有足够的日照时间。在计算日照时间时,需要考虑到很多因素,包括太阳方位角、时角、待建间距、待建建筑长度、待建建筑宽度、待建窗口的宽度、待建窗口间距等;太阳方位角即太阳光线在地平面上的投影与待建建筑所属地区经线的夹角。关于太阳方位角、时角等相关参数可以查找《地年气象观测规范》进行计算。日照参数的设定界面如图2所示。

待建间距: 40 米	待建窗口宽度: 2.5 米
待建窗口间距: 2 米	待建建筑长度: 80 米
待建建筑宽度: 15 米	分割柱宽度: 1 米
日期: 2016年12月22日	☒ 相同柱高?

图2 日照参数设定界面

Fig.2 Setting interface of sunshine parameter setting

(1)待建间距:测量观测点与待建建筑间的矢量距离。

(2)待建窗口宽度:指观测点窗口的宽度,单位为m。

(3)待建窗口间距:指观测点窗口间的距离,单位为m,系统假定窗口间距一致。

(4)待建建筑长度:指待建建筑遮挡面的长度。

(5)待建建筑宽度:主要用于计算容积率。

(6)分割柱宽度:指在遗传算法中,作为个体的遮挡柱,建筑整体由这些柱合并而成。

以被遮挡窗口为基点,形成一个基于时间的平面投影扇区。在该扇区范围内,存在一定高度的待建建筑物。计算出窗口的日照时间。若日照时间不足,则降低待建建筑的高度,当窗口日照时间达到标准时的待建建筑高度为最佳高度。

4.2 遗传算法参数设定

遗传算法参数设定如图3所示。

种群数量: 60	创建群
迭代次数: 1500	
变异概率: 0.4	
变异步长: 0.2	
初始种群值: 10	
遗传迭代计算	

图3 遗传算法参数设定界面

Fig.3 Genetic algorithm parameter setting interface

遗传算法设计完成后,应用时需设定的操作参数涉及的有种群数量、迭代次数、变异概率、变异步长等,这些参数设定的合理与否甚至关系到算法寻优计算的成败。

(1)种群数量:指生成随机柱高的数量作为遗传算法种群。该数量越高,算法执行时间越长。种群数量较小可以提高运算速度,但却降低了种群多样性,不仅影响最优解的搜索,还可能导致算法出现早熟现象。

(2)迭代次数:指遗传算法计算迭代的次数。次数越高,获得柱高的数据越接近于最佳,但计算速度越慢。

(3)变异概率:指遗传算法中随机进化的柱高被选择的概率阈值。变异概率过大增大了破坏较好个体的机会,降低了算法寻优速度。变异概率过小则影响种群的多样性,使得算法的全局收敛性及局部搜索能力变差。

(4)变异步长:指遗传算法中柱高数值变异的量。

5 执行计算(Perform calculations)

5.1 执行种群生成

通过单击“创建群”按钮,生成染色体种群,系统会根据参数设定,自动生成种群。种群生成界面如图4所示。

随机个体列表

序号	柱高	选择概率	最佳值迭代次数	遗传选择次数	适应度
1 0	11.027210025...	0.0574577409...	0	0	0
2 1	11.861781372...	0.0618063099...	0	0	0
3 2	12.246746186...	0.0638121852...	0	0	0
4 3	13.195440865...	0.0687553987...	0	0	0
5 4	13.8953273291	0.0721830622	0	0	0

图4 种群生成界面

Fig.4 Population generation interface

5.2 遗传算法迭代

用户在生成随机种群后，可遗传迭代计算。按照图3设定的参数，遗传迭代次数为1500。到达1500次后，自动增加序列，遗传迭代后的结果序列如图5所示。其中柱形顶端组成的线表示随机柱高种群。随机序列按照特定的规则生成，在图中呈现上升的趋势。

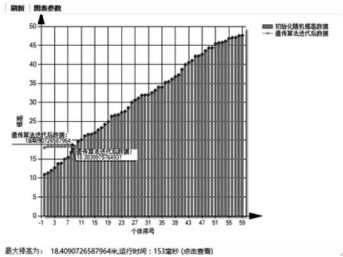


图5 遗传迭代结果序列

Fig.5 Sequence of genetic iteration results

5.3 日照时间显示

按照规定，建筑窗口每天所接受到的日照累计时间必须达到两个小时。日照时间参数列表中显示的是其各个窗口接受到的日照累计时间，如图6所示。

个体日照时间参数

序号	名称	日照时间
1 0	1号窗口	125
2 1	2号窗口	125
3 2	3号窗口	125
4 3	4号窗口	125
5 4	5号窗口	125
6 5	6号窗口	125

图6 日照时间参数列表

Fig.6 Individual sunshine time parameter list

6 最大容积率求解(The solution to the maximum plot ratio)

最大容积率的计算本质是待建建筑最佳高度的求解。必须保证在遗传算法迭代结束后执行该功能。最大容积率计算界面如图7所示。



图7 最大容积率计算界面

Fig.7 The maximum plot ratio calculation interface

图7上面一栏为日照约束下计算容积率的参数，即实际层高、规划面积占地长度、规划面积占地宽度等参数设置。首先找出窗口日照时间和待建建筑高度之间的关系对应的目标函数，然后对其分析，可以得出求解多个窗口获得规范的日照约束问题，转化为多目标求解最小值问题，最后采用遗传算法进行优化求解。

7 结论(Conclusion)

本文基于遗传算法计算日照约束下最大容积率，提高土地利用效率。通过建立棒影计算模型，给定参数和棒高计算得到时间切片内不同的棒影长度。然后在用户生成种群后进行遗传迭代计算，最后计算拟建建筑的容积率。遗传算法与传统优化算法的极大区别在于遗传算法从问题解的串集开始搜索，而不是从单个解开始。传统优化算法是从单个初始值迭代求最优解的，容易误入局部最优解。遗传算法从串集开始搜索，覆盖面大，利于全局择优。因此采用遗传算法进行容积率的求解为建筑领域提供了一个更加有效的途径。

参考文献(References)

[1] 成三彬.建筑日照分析及日照约束下最大容积率的计算[D].安徽理工大学,2011.

[2] 张岚.遗传算法在日照约束下拟建建筑极限容积计算中的应用[D].河北工业大学,2006.

[3] 宋小冬,孙澄宇.日照标准约束下的建筑容积率估算方法探讨[J].城市规划汇刊,2004(06):70-96.

[4] 马永杰,云文霞.遗传算法研究进展[J].计算机应用研究,2012,29(04):1201-1210.

[5] 陈孝珍,张学军.改进的遗传算法在型钢桁架结构拟满应力优化设计中的应用研究[J].河南大学学报(自然科学版),2014,44(3):364-369.

[6] 党向盈,姜代红,黄小林.基于模拟退火算法的日照约束条件下高层建筑优化设计[J].河北大学学报(自然科学版),2017,37(2):208-215.

[7] 张强,朱君,修金城.基于众智软件的建筑日照计算参数对比分析——以济南市建筑窗户分析法为例[J].城市勘测,2016(6):118-122.

[8] 黄农,姚金宝,瞿伟.确定住宅建筑日照间距的棒影图综合分析法[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2001(02):217-221.

作者简介:

李文娟(1997—),女,本科生.研究领域:进化算法,建筑设计.

孙文坡(1995—),男,本科生.研究领域:进化算法,建筑设计.

党向盈(1978—),女,博士生,副教授.研究领域:进化算法,建筑设计.