

基于粒子群算法的城市消防点选址研究

高 巍, 李 骞

(沈阳化工学院 计算机科学与技术学院, 辽宁 沈阳 110142)

摘 要: 结合粒子群算法提出一个城市消防点选址问题的研究模型。该算法利用局部寻优能力对初始粒子进行优化, 并利用粒子群优化算法进行全局寻优。

关键词: 消防点; 选址; 粒子群; 优化

中图分类号: TP18

文献标识码: A

Research of urban fire station location based on particle swarm optimization

GAO Wei, LI Qian

(College of Computer Science and Technology, Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China)

Abstract: This paper presents a research model of location problem of city fire point combined with particle swarm optimization. The optimization algorithm uses capacity of local optimization to optimize the initial particle, and then uses the particle swarm optimization algorithm for global optimization.

Key words: fire point; location; particle swarm optimization; optimization

城市空间选址是城市规划的重要内容之一, 解决该问题最直接的方法是对所有的可能组合方案进行评价, 找到最佳的方案, 这种方法可以称为 Brute-force 搜索方法, 它能保证获得最优值。但是, 这种方法的计算量十分惊人。当目标数目和搜索空间较大时, 所涉及组合可以有天文数字之巨, 大多情况下高性能的计算机也无法在可接受的时间内完成计算任务。

粒子群优化算法 PSO (Particle Swarm Optimization) 是一类随机全局搜索技术, 通过微粒个体对历史信息(个体极值)和社会信息的共享(全局极值)发现复杂搜索空间中的最优区域。同遗传算法类似, 粒子群优化算法是一种基于群体的演化计算技术。系统初始化为一组随机解, 通过迭代搜寻最优值。但是 PSO 并没有遗传算法的交叉以及变异操作, 而是粒子(潜在的解)在解空间追随最优的粒子的过程。目前, 已提出了多种 PSO 改进算法, 并且已广泛应用于函数优化、神经网络训练、模式分类、模糊系统控制以及其他的应用领域。PSO 最早是由 Kennedy 和 Eberhart 于 1995 年提出的。受到人工生命的研究结果启发, PSO 的基本概念源于对鸟群捕食行为的研究。PSO 中, 每个优化问题的潜在解都是搜索空间

中的 1 只“鸟”, 称之为“粒子”。所有的粒子都有一个由被优化的函数决定的适应值, 每个粒子的速度决定它们飞翔的方向和距离, 粒子们追随当前的最优粒子在解空间中搜索。PSO 初始化为一群随机粒子(随机解), 通过迭代找到最优解。在每一次迭代中, 粒子通过跟踪 2 个极值来更新自己。第 1 个就是粒子本身所找到的最优解, 即为个体极值; 第 2 个极值是整个种群目前找到的最优解^[1-2], 这个极值是全局极值。由于 PSO 概念简单、容易实现并且没有许多参数需要调整, 同时又有深刻的智能背景, 既适合科学计算、又适合工程应用。短短几年里, PSO 算法已经获得了很大的发展, 目前已广泛应用于函数优化、车间调度等问题。

1 消防点选址

本文利用 PSO 算法的这些特点, 提出了解决消防点选址的粒子群优化算法。城市消防点选址问题的研究, 有其特殊性:

- (1) 消防点地址的选择与消防责任区的划分;
- (2) 基于行车距离的计算;
- (3) 责任区应该按照固定的边界(如街道)进行;
- (4) 各责任区内针对消防主题具有不同的消防权重。

技术与方法 Technique and Method

基于消防点选址至关重要的特点,近几十年科研人员对这一问题开展了工作,建立了一系列的选址模型与算法。这些模型大致可归纳为2种方法:

- (1)应用连续型模型选择地点;
- (2)应用离散型模型选择地点。

第1种方法认为,消防站的地点可取直角坐标上的任意点;第2种方法认为,消防站的被选地点是有限的几个场所,最合适的地点只能从中选出。对于连续型模型主要是应用重心法进行求解,对于离散型模型则主要是应用整数规划法和逐次逼近法进行计算。本文提出了基于粒子群算法的城市消防点布局研究通用框架,并以城市消防点规划数据为例进行了研究对比分析。

2 消防点选址模型及粒子群优化算法的实现

2.1 模型分析与建立

一个简化的城市如图1所示,边表示主要街道,顶点表示大型交叉路口。现计划在某些路口安置消防点,只有与路口直接相连的街道才能安置,在哪些路口安置消防点最好?

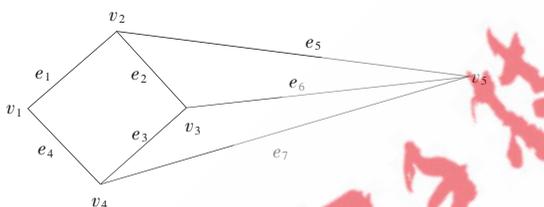


图1 街区示意图

显然在每个路口设置消防点即可以达到每个街道都覆盖的目的,但从经济角度考虑,这是不必要的。不难发现,在 (v_1, v_3, v_5) 或 (v_2, v_4, v_5) 各安置1个消防点就可以保证每个街道都有安全机构,但是只在2个路口安置消防点是不可行的。可以看出,这是一个研究图的顶点与边的关系问题,属于图的覆盖问题。即包括边覆盖和点覆盖2种情况,边覆盖是用边覆盖点;点覆盖是用点控制边。而消防点安置问题属于点情况。

点覆盖的最小覆盖问题,图1中可以有多种覆盖,如 (v_1, v_2, v_3, v_4) , (v_1, v_3, v_4, v_5) , (v_1, v_3, v_5) , (v_2, v_4, v_5) 。含顶点个数最小的覆盖称为最小覆盖,最小覆盖不一定是唯一的,如上述 (v_1, v_3, v_5) , (v_2, v_4, v_5) 均为最小覆盖^[3],最小覆盖中顶点的个数称为覆盖数。

2.2 地理信息的处理

事实上,要使火灾损失达到最小,最重要的是消防队接到火警后应能够尽快到达火灾现场^[4]。因此,本文的研究采取以消防点平均消防行车距离最小为消防点的选址重要原则,对地理信息的处理如图2所示。

2.3 算法的实现

利用本文提出的粒子群优化算法对消防点的地址进行求解。该算法的优化过程如图3所示。

本文较为全面、深入地介绍了消防点选址方法、粒

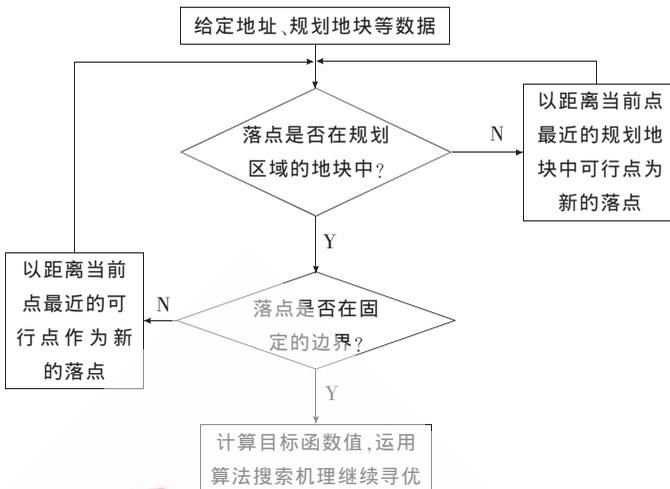


图2 地理信息的处理

子群优化算法以及两者的结合应用,在研究过程中,主要做了以下的分析:

(1)全面分析消防点选址的基本理论、目标定位、基本原则、研究内容以及所涉及到的相关因素等,系统提出消防点选址影响因素。

(2)详细介绍了粒子群优化算法的理论基础,包括粒子群算法的基本实现技术及其数学理论基础。

(3)建立消防点选址模型,在基本粒子群优化算法的基础上,对其进行改进,分析了利用粒子群算法对该模型的求解过程。

参考文献

- [1] 郜振华.粒子群优化算法在配送中心连续性选址中的应用[J].计算机应用,2008,28(9):2401-2404.
- [2] 柯晶,钱积新,乔谊正.一种改进的粒子群优化算法[J].电路与系统学报,2003,8(5):87-91.
- [3] 李志林,欧宜贵.数学建模及典型案例[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [4] 张艳霞,霍佳震.物流中心选址的模糊方法研究[J].物流技术,2002(8):20-21.

(收稿日期:2009-06-10)

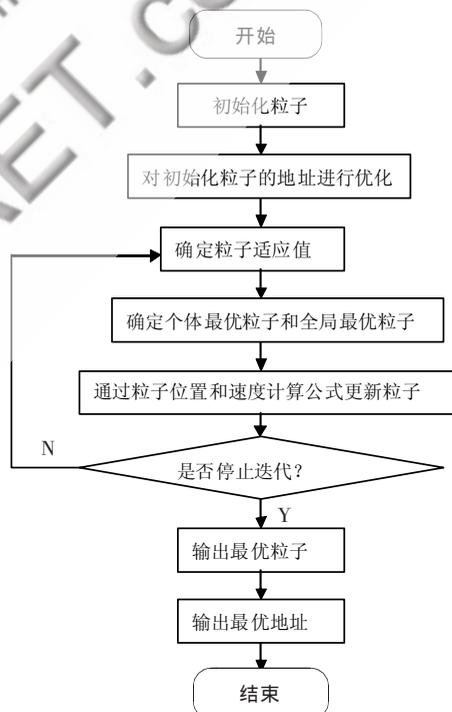


图3 优化过程