

# 用混合遗传算法求解物流配送路径优化问题

傅勉<sup>1a,1b</sup>, 王世贵<sup>2</sup>, 王丹丹<sup>1a</sup>

(1. 安徽新华学院 a.商学院; b. 大学生素质教育研究中心, 合肥 230088;

2. 陆军炮兵防空兵学院, 合肥 230031)

**摘要:**为了改善物流配送路径优化问题的运算质量,提出一种将遗传算法和模拟退火算法相结合的混合遗传算法。通过仿真实例验证,证明混合遗传算法的解优于单纯使用遗传算法和模拟退火算法所得到的解,同时混合遗传算法与传统优化算法相比收敛速度更快,分配结果更优良,具有很好的应用价值。

**关键词:**物流; 配送路径; 混合算法; 遗传算法

**中图分类号:** F259.22; O224 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2018)02-0056-02

## Research on the Optimization of Physical Distribution Routing Problem with Hybrid Genetic Algorithm

FU Mian<sup>1a,1b</sup>, WANG Shi-gui<sup>2</sup>, WANG Dan-dan<sup>1a</sup>

(1a. Business School; 1b. Research Center for Quality Education, Anhui Xinhua University, Hefei 230088, China;

2. Artillery and Air Defense Forces Academy of Army, Hefei 230031, China)

**Abstract:** In order to improve the operational quality of logistics distribution routing optimization problem, a hybrid genetic algorithm combining genetic algorithm with simulated annealing algorithm is proposed. Simulation results show that the solution of hybrid genetic algorithm is better than that of genetic algorithm and simulated annealing algorithm. Compared with the traditional optimization algorithm, the hybrid genetic algorithm has the advantages of faster convergence speed, better distribution result and better application value.

**Keywords:** logistics; distribution route; hybrid genetic algorithm; genetic algorithm

## 0 引言

物流配送路径优化问题是物流配送业务中的优化决策问题之一,目前多采用遗传算法<sup>[1]</sup>、模拟退火算法<sup>[2]</sup>、蝙蝠算法<sup>[3]</sup>、智能水滴算法<sup>[4]</sup>、神经网络算法<sup>[5]</sup>、蚁群算法<sup>[6]</sup>等启发式算法求解,但上述算法单独使用均存在早熟收敛,求解质量不高。为此,文章尝试将全局求解质量高的遗传算法与局部求解质量高的模拟退火算法相结合,对遗传算法求出的解进行多次模拟退火寻优,构造一种混合遗传算法。

## 1 物流配送路径优化问题的数学模型

假设已知情况如下:从配送中心向若干个客户送货,假设 $K$ 表示最大车辆数; $Q_k$ ( $k=1,2,\dots,K$ )表示汽车的载重量; $D_k$ 表示车辆的最大行驶距离; $L$ 表示

顾客配送数; $q_i$ 表示每个顾客的需求量; $d_{ij}$ 表示配送点 $i$ 到 $j$ 的运距; $d_{0i}$ 表示配送中心到各配送点的距离; $n_k$ 表示第 $k$ 辆车服务的客户数量; $R_k$ 表示第 $k$ 条行驶路线; $r_{ki}$ 表示服务点 $r_{ki}$ 在第 $k$ 条路线的次序是 $i$ 。求最优的车辆配送路线,使配送路径最短。

要求:1)每条线路上的总配送量不得超过车辆最大载重量;2)每条线路的总距离不能超过车辆行驶距离的临界值;3)各个顾客的需求只能被一辆车服务。因此,建立配送模型如下:

$$\min z = \sum_{k=1}^K \left[ \sum_{i=1}^{n_k} d_{r_{k(i-1)}r_{ki}} + d_{r_{knk}r_{k0}} \text{sign}(n_k) \right] \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{n_k} q_{r_{ki}} \leq Q_k \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n_k} d_{r_{k(i-1)}r_{ki}} + d_{r_{knk}r_{k0}} \text{sign}(n_k) \leq D_k \quad (3)$$

$$0 \leq n_k \leq L \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K n_k = L \quad (5)$$

$$R_k = \{r_{ki} | r_{ki} \in [1, 2, \dots, L], i=1, 2, \dots, n_k\} \quad (6)$$

$$R_{k1} \cap R_{k2} = \Phi \quad (\forall k_1 \neq k_2) \quad (7)$$

$$\text{sign}(n_k) = \begin{cases} 1 (n_k \geq 1) \\ 0 (\text{其他}) \end{cases} \quad (8)$$

## 2 混合遗传算法构造

混合遗传算法主要是将模拟退火引入到遗传算法的交叉操作中,使得遗传算法不仅能够接收优良解,还能接收劣质解,避免陷入“早熟”解中,以增强遗传算法的局部求解效率。

### 2.1 算法实现步骤

具体实现步骤如下:

- 1) 确定种群大小  $n$ , 交叉概率  $P_c$ , 变异概率  $P_m$ , 初始温度  $T_0$ ;
- 2) 对个体进行编码,用随机法产生  $L$  个个体,计算个体的适应度;
- 3) 对个体进行选择操作;
- 4) 对个体分别进行交叉操作和模拟退火操作;
- 5) 变异操作;
- 6) 降温,  $T = T_0 * \theta^k$ ,  $\theta$  为一个  $[0, 1]$  之间的常数,  $k$  为迭代次数;
- 7) 判断个体是否达到进化代数  $G$ , 若达到则终止运算, 否则转步骤3。

### 2.2 混合遗传算法的构造

- 1) 编码。采用  $0, 1, 2, 3, 4, \dots, N$  的自然数编码。
- 2) 适应度函数。对于某个个体,设其对应的配送路径条数与车辆总台数之差为  $M$ , 取适应度值为  $Z$ ,  $\alpha$  为对每条不可行路径的惩罚权重, 则适应度  $F$  为:

$$F = 1 / (Z + M * \alpha)$$

- 3) 选择算子。采用最佳个体保留方法。
- 4) 交叉算子。采用类似OX法的交叉方法。
- 5) 模拟退火算法。假设交叉前的父代是  $f_1, f_2$ , 交叉后产生的子代  $c_1, c_2$ , 计算父代和子代的适应度分别是  $F(f_i), F(c_i), i=1, 2$ , 然后进行模拟退火操作, 如果子代  $F(c_i)$  大于父代  $F(f_i)$ , 则用子代  $c_i$  代替父代  $f_i$ , 否则, 以概率  $\exp((F(c_i) - F(f_i)) / T)$  接受子代  $c_i$ , 其中  $T$  为当前温度;

- 6) 变异算子。为了保持群体内个体的多样化, 使个体在排列顺序上有较大变化, 采用了连续多次

对换的变异方法。

## 3 仿真实验

实验1: 配送中心需要对6个客户进行配送服务, 假设有2辆车, 一辆的载重量是8 t, 一辆是7 t, 车辆最大行驶距离都是60 km, 具体数据见文献[1], 求最短配送距离。

本文在MATLAB 2017下编制了程序, 群体规模设置为40, 代数设置为36代, 交叉率为0.75, 变异率为0.09, 惩罚权重为300 km, 模拟退火的降温函数为  $T = T_0 * 0.9^k$ , 其中  $T_0$  为初始温度,  $K$  为遗传代数, 初始温度  $T_0$  取为2 000。求解结果见表1。

表1 实验1计算结果

计算次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
配送总距离/km	42	43.6	44.1	47.5	42	46.5	45.5	43.5	42	43.5	45.2
首次搜索到最终解的进化代数	2	7	6	9	2	1	3	5	18	2	5.5
计算时间/s	0.18	0.11	0.22	0.15	0.11	0.16	0.16	0.16	0.11	0.11	0.15

由表1可以看出: 进行了10次求解, 第1、5、9次都求出了最优解。

为了便于比较, 本文还使用标准遗传算法进行了400次求解, 2种算法求解结果见表2, 显然, 从解的质量和求解效率上混合遗传算法都优于遗传算法。将2种情况下的结果进行对比分析, 如图1所示。

表2 两种算法计算结果比较

算法	遗传算法	混合遗传算法
平均配送距离/km	49.2	46.3
平均搜索时间/s	0.4	0.18

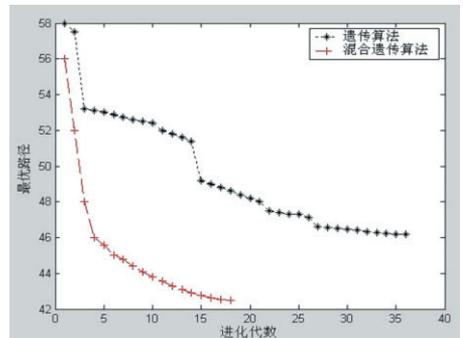


图1 遗传算法和混合遗传算法比较

实验2: 某物流中心需要配送30个顾客, 共有6台车辆, 其最大载重量都是8 t, 最大行驶距离是60 km。具体数据见文献[1], 求最短配送距离。

求解时采用了以下参数: 群体规模设置为70, 代数设置为360, 交叉率为0.95, 变异率为0.08, 惩罚权重为600 km, 模拟退火算法参数同上。对实验2随机求解10次, 得到的计算结果见表3。 (下转第122页)

通过调查问卷分析得到:学生更偏向于实践性强的形象生动的方式获得知识,倾向于看而不是动手设计。对于自己动手设计结构的抗震显示不是很浓厚的兴趣。有 86 位同学赞同系统性讲授方式,以 PPT 汇报成果的形式代替传统的开卷考试。

#### 4 结语

抗震结构设计课程是一门针对性、综合性和实

践性较强的学科,在学习基本知识的同时要注意与建筑企业沟通交流,帮助学生了解自己所从事的行业。根据所学知识应用到建筑工程事例中,与企业之间签订协议,更好地就业。通过理论联系虚拟场景并结合抗震设计 PPT 汇报等形式,系统地讲授专业知识,培养应用型人才。针对实践场所缺乏及虚拟场景技术不娴熟等问题,在今后的教学中继续探索,提高自身教学能力和学生吸收效果。

#### 参考文献:

- [1] 张玉峰.基于 Web 和 VRML 技术的土木工程结构系列课程 CAI 多媒体课件的研制[A]. 中国土木工程学会教育工作委员会.高等学校土木工程专业建设的研究与实践——第九届全国高校土木工程学院(系)院长(主任)工作研讨会论文集[C]. 中国土木工程学会教育工作委员会,2008:7.
- [2] 王社良.抗震结构设计[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2011.
- [3] 王亚勇,戴国莹.《建筑抗震设计规范》的发展沿革和最新修订[J].建筑结构学报,2010,31(6):7-16.

(责任编辑:蒋召雪)

(上接第 57 页)

表 3 实验 2 计算结果

计算次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
配送总距离/km	174.5	175.0	179.3	174.5	179.4	179.2	177.5	177.1	175.4	176.7	176.8
使用车辆数	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4.5
首次搜索到解代数	156	82	179	89	136	119	150	186	148	165	141

表 4 两种算法计算结果比较

算法	遗传算法	混合遗传算法
配送距离/km	188.4	176.6
车辆数	6.2	4.5
计算时间/s	2.44	1.57

从表 3 可以看出,采用混合遗传算法求解的 10 个解质量都很优良,求解效率也很好。

#### 参考文献:

- [1] 郎茂祥,胡思继.用混合遗传算法求解物流配送路径优化问题的研究[J].中国管理科学,2002,10(5):51-56.
- [2] 田昀,梁海龙.基于模拟退火算法的物流配送路径优化问题分析[J].交通科技与经济,2013,18(5):85-88.
- [3] 马祥丽,张惠珍,马良.蝙蝠算法在物流配送车辆路径优化问题中的应用[J].数学的实践与认识,2015,39(24):80-86.
- [4] 王维军,罗伟.基于改进智能水滴算法的冷链物流配送路径优化问题研究[J].工业工程,2017,39(2):38-43.
- [5] 张湘博,李文敬,周杰.基于深度学习的物流配送路径优化算法的研究[J].现代计算机,2017,31(14):14-20.
- [6] 邓必年.基于蚁群优化算法的物流配送路径研究[J].现代电子技术,2017,2(15):167-170.

(责任编辑:曲继鹏)

为了便于比较,本文还使用标准遗传算法进行了 10 000 次求解,2 种算法求解结果见表 4,显然,从解的质量和求解效率上混合遗传算法都优于遗传算法。

#### 4 结语

本文针对遗传算法局部寻优能力的不足,对其求得的解进行模拟退火局部寻优,构造了混合遗传算法,取得了很好的计算结果。目前还有很多的算法都有很强的局部搜索能力,如蚁群算法、离散 Hopfield 网络等。将遗传算法与这些局部搜索能力很强的算法相结合将是遗传算法发展的重要方向。