

# 基于外卖配送路径优化的问题研究

高文强,姜冠杰

(辽宁科技大学电子与信息工程学院,辽宁鞍山114000)

**摘要:** 外卖配送是当今一种新型行业,只有对配送路径的各方面进行优化,才能提高配送效率,降低成本,保证配送安全,增加收益。文章以食品外卖配送为例,研究分析如何基于烟花算法解决在安全性下外卖配送路径优化的问题,算法流程涉及应用C语言进行了编程运算。论文首先介绍了外卖配送路径优化的问题的产生,然后详细的介绍了烟花算法的原理,包括其爆炸和变异的原理。论文最后以C语言程序的结果为基础,对烟花算法中一些主要参数进行了分析,有效地解决了算法中存在的不足。从而实现了基于烟花算法对外卖配送路径优化问题的求解和编程。

**关键词:** 外卖配送;路径优化问题;烟花算法;粒子群最优化;路径优化;高斯变异火花

中图分类号:TP181

文献标识码:A

文章编号:1673-1131(2018)05-0020-03

## The research based on the path optimization problem of takeaway delivery

Gao Wenqiang, Jiang Guanjie

(College of Electronics and Information Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning 114051, China)

**Abstract:** takeaway delivery is a new industry at present, only optimize the path we can increase efficiency of delivery, decline low cost, ensure safety of delivery and raise income. This paper takes takeaway delivery of food as an example and researches the principle based on firework algorithm to solve the path optimization problem of takeaway delivery in the condition of safety, the algorithm processes is using C language program. Paper first introduced formulation about the path optimization problem of takeaway delivery, and then described in detail the principle of of firework algorithm, including the explosion and variation in principle. Finally paper is based on result of C language program and assay some mainly parameters, and solve the problem of the algorithm effectively. Thus we can achieve solving and programming of firework algorithm to solve the path optimization problem of takeaway delivery.

**Key Words:** takeaway delivery; path optimization problem; firework algorithm; Particle swarm optimization; Path optimization; Gaussian explosion sparks

## 0 引言

外卖随着互联网的高速发展越来越多的人开始叫外卖来进行网上订餐,但由于天气和道路环境等原因外卖配送人员为了争分夺秒选择了错误的道路发生了许多意外。本篇论文所叙述的是如何在考虑安全性的约束条件下,去寻找最短路径,以保证所选择的路径最优,有着非常重要的理论意义和实用价值。

配送路径优化问题成为当前社会热点问题并受到许多学者和业界关注。王笛淑等<sup>[1]</sup>研究了绿色物流下物流配送路径问题。并采用改进的排挤小生境遗传算法对问题进行求解。李昌旺<sup>[2]</sup>研究了以食品外卖配送为例物的流配送流程路径的优化问题。易彩玉<sup>[3]</sup>研究了如何实施联合调度来解决预订模式和即时模式下的外卖的生产配送的问题。王兵等<sup>[4]</sup>研究了如何在电子商务环境下进行物流配送路径的优化。但是他们的研究都没有考虑配送过程中的安全性,所以我们要考虑在外卖配送过程中的安全性,方法上我们采用的是新型烟花算法来对该问题的求解。分析烟花算法的优化机理,采用基于路径顺序与安全性比较相结合的编码方式,找出烟花算法求解外卖配送问题的参数影响,通过对标准问题的测试证明了烟花算法具有较强的寻优能力和鲁棒性。

## 1 外卖配送路径优化问题的问题描述:

外卖配送问题其实是一个TSP问题是一个对多局部最优的最优化问题。N个城市,一个人要从其中一个出发,唯一走遍所有的城市,再回到他出发的城市,求最短路线。也就是求一个最短哈密顿回路。配送开始时,将第一个客户加入到线

路中,接着找到除了刚加入路线的下一客户,将下一客户插入之后,不断重复,直到所有的客户都加入行车路线为止,最后构成一个回路。然后通过改变路线中客户的顺序,形成新的路线与初始路线作比较,最终找到最优解。本文在考虑路线最短路径的同时还加入了对其相关安全性的考虑即在相等路径长度下优先选择安全的路径。

根据这个实际问题我们可以构建出数学模型:

(1)城市间的距离与安全性计算:根据提供数据的两个二维数组  $juli[][]$ 、 $anquan[][]$  进行计算。如距离  $D = \sum_{i,j} juli[i][j]$ , 安全性  $safe = \sum_{i,j} anquan[i][j]$ , 其中 n 为地点个数,  $i, j$  为任意俩个地点。

(2)再根据初始的几组结果进行比较挑选出其中距离最短安全性最好结果  $ymin = \min(D)$ ,  $ymin = \max(D)$ ,  $safemin = \min(safe)$ , 并在 Ymin 中记录最小路径相应的排列顺序如 {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10}, 在 Ymax 中记录最大路径的顺序。

(3)爆炸数目  $Si$  爆炸半径  $Ri$ , SN, A 为待测数目参数和半径参数,  $ymin$  为最大,  $ymin$  为最小, 适应度值在改问题中即为该解的距离总和,  $fi$  为第 i 个解距离和,  $\epsilon$  为机器最小正数, 防止=0 情况;

首先先计算出 N 个初始解中最大, 最小适应度值的解, 将其值赋予  $ymin, ymax$ , 从而对 N 个解进行爆炸参数的计算;

数目还要进行约束防止产生解过多过少。当  $Si \geq$  最大数目 ( $Si =$  最大数目),  $Si \leq$  最小数目 ( $Si =$  最小数目) 其他按公式算即:

$$S_i = \begin{cases} S \max(s \geq s \max) \\ S_i(s \min < s < s \max) \\ S \min(s \leq s \min) \end{cases}$$

$$R_i = A * \frac{f_i - y \min + \&}{\sum_{i=1}^N (f_i - y \min) + \&}$$

$$S_i = SN * \frac{y \max - f_i + \&}{\sum_{i=1}^N (y \max - f_i) + \&}$$

解之间的距离与半径比较,引入差异度概念来计算解之间的距离如对有五维解差异度  $Z = |X1 - X1| + |X2 - X2| + |X3 - X3| + |X4 - X4| + |X5 - X5|$ ;

若  $\begin{cases} Z \leq R (\text{在范围内保留}) \\ Z > R (\text{超出范围舍弃}) \end{cases}$

(4)在选择可遗传解时要判断安全系数是否符合要求SAFE,SAFE人为设定安全约束本实验设为15,若safe≤SAFE(保留),否则舍弃。多次迭代直至输出最优解。

## 2 基于外卖配送路径优化问题的烟花算法设计

### 2.1 烟花算法

烟花算法(Firework Algorithm,FWA)是一种智能优化算法由北京大学的Tan和Zhu于2010年所提出来的<sup>[5]</sup>,算法再寻找解时就像烟花爆炸现象一样。目前已有学者对烟花算法进行了研究。Ding<sup>[6]</sup>等人在FWA的基础上提出了基于GPU平台的并行烟花算法(GPUFWA)在间隔一定迭代次数后,进行交互计算烟花爆炸半径,从而降低了算法中烟花之间的交互次数。王培崇<sup>[7]</sup>等人提出了精英反向学习的混合烟花算法(EOBLFEO),引入突变概率机制,形成精英反向学习机制,通过5个Benchmark函数测试了改进算法的有效性。包晓晓,朱春明<sup>[8]</sup>等人通过对作业车间调度的标准问题j3p进行仿真对比实验,证明了烟花算法求解作业车间调度问题的有效性和稳定性。但是这些研究都没有运用烟花算法求解外卖配送路径优化的问题。

### 2.2 烟花算法设计

烟花算法顾名思义是模拟烟花爆炸进行寻解的,好的烟花爆炸出的火花数量多,坏的烟花爆炸出的火花数量少,烟花的一次爆炸过程相当于在其空间中的一次寻优,在这个算法中,每一个烟花被看作为解空间中的一个可行解,每个烟花的爆炸半径和爆炸火花数是不同的,适应度差的烟花爆炸半径较大,使其具有全局搜索能力,而适应度值好的烟花的爆炸半径较小,使其具备局部搜索能力,烟花按照各自适应度值进行资源分配和信息交互使得整个种群能够在全局搜索能力和局部搜索能力之间达到平衡。

爆炸火花实现了算法中的邻域搜索,本文中加入了高斯变异火花,可以进一步增加种群的多样性,避免算法陷入局部最优。

高斯变异:产出方法一:运用中心极限定理。方法二:利用有box和muller提供的在knuth的网上讨论过的方法Box-Muller,一般是要得到服从正态分布的随机数,基本思想:先得到服从均匀分布的随机数;然后再将服从均匀分布的随机数转变为服从正态分布。对一组解随机的第i维进行高斯变异产生新解,即 $X_i = X_i * GAOSI()$ ;由一个城市只能有一个位置,即另一维 $X_i = X_i$ 就进行交换两个维顺序,产生高斯变异火花。

## 3 求解外卖配送路径优化问题的烟花算法

### 3.1 编码与解码

(1)列出对N个地点的一组访问顺序例如有五个地点:12345其访问顺序是23451,则其排列出来的顺序为51234。

(2)然后将提前设好的每个地点间的距离和安全性带入进行计算。

(3)选出可行解对可行解即一组城市的排列顺序进行变异。

(4)从最优解和高斯变异的解的集合中选出N个作下一代的初始解(利用轮盘赌选择,根据每个解的相关参数如距离的大小等对其赋予相应的概率,以防止出现局部最优解的情况)。

(5)通过多次迭代来产生最优解,在路径相等的情况下优先选择安全性高的。

①设计了两个二维数组(安全性数组,距离数组);

②随机生成N个一次经过M个地点的解;

如城市顺序为12345五个地点,一组解按41253排列,即第一个城市在第四的位置上同理得到一组解为23514;

③寻找最优解:从原解和高斯变异解中进行比较找出路径最短的解,但路径最短解不为时,要比较安全性。从而选出这一代的最优解。

④N个迭代解的选择:选出一个最优解即最短路径前提下再考虑安全性最好的解,剩下n-1个解进行轮盘赌进行筛选。为了防止产生局部最优其中分子表示候选个体i与其他候选之间的距离,将所有候选个体组成一个概率为1的圆盘,随机生成一个大于0小于1的数进行抽选N-1次选出N-1个解与之前最优解一起组成迭代解。

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^K d(N_i - N_j)}{\sum_{j=1}^K N_j}$$

### 3.2 烟花算法的步骤

步骤1:生成n个初始化烟花。

步骤2:n个烟花分别爆炸,计算每个烟花的爆炸半径和生成火花的个数。

步骤3:按照爆炸半径和火花个数生成爆炸火花和高斯变异火花。

步骤4:烟花,爆炸火花以及高斯变异火花共同构成新的候选种群K,从中找出最优值。

步骤5:判断是否满足终止条件,若满足则输出最优值,并停止迭代,否则进入。

步骤6:按照选择规则找出n个新火花,并进入步骤2。

### 3.3 烟花算法的参数测试

为了提高烟花算法求解外卖路径优化问题的性能,本文对该试验的相关参数进行了测试。测试环境为windows 7操作系统,处理器主频为2.8GHZ,cpu为intel core i5 -4200h,和4G内存。采用vc++6.0进行编程。

在测试其相关参数采用控制变量法,即改变一个参数进行调整其他参数不变。观察参数对性能的影响。yuan和anquan两个二维10\*10的数组代表着模拟距离和模拟安全系数的设定值。根据实验对比知其爆炸火花数为40,100时其优,爆炸半径为100,125时最优,初始火花数为5时最优。

```
int yuan[10][10] = {
    {0,1,5,2,1,2,2,2,2,2},
    {1,0,1,0,0,1,2,3,4,5},
```

```
{4,1,0,2,3,5,4,3,2,1},
{2,0,2,0,1,1,1,0,1,2},
{1,0,3,1,0,1,1,1,1,2},
{2,1,5,1,1,0,0,2,3,4},
{2,2,4,1,1,9,0,2,2,2},
{2,3,3,0,1,2,2,0,4,5},
{2,4,2,1,1,3,2,4,0,9},
{2,5,1,2,2,4,2,5,0,0},
};
int anquan[10][10] = {
{0,1,1,1,1,2,1,2,2,1},
{1,0,1,0,0,1,2,3,4,1},
{1,1,0,2,1,1,4,3,2,1},
{1,0,2,0,1,1,1,0,1,2},
{1,0,1,1,0,1,1,1,1,2},
{2,1,1,1,1,0,0,2,4,2},
{1,2,2,1,1,0,0,2,2,2},
{2,3,3,0,1,2,2,0,1,5},
{2,4,2,1,1,4,2,1,0,0},
{1,1,1,2,2,4,2,5,0,0},
};
```

由该数据经过试验得到以下结果。

#### 4 结语

本文介绍了外卖配送问题,并通过使用烟花算法来实现了在考虑安全性的约束条件下的路径寻优过程。使用算法加入了高斯变异火花,增加了种群的多样性,避免了陷入局部最优,再用赌轮盘的方式选择  $N-1$  个烟花加上实验出现的最优火花从而保留精英烟花,进行下一次迭代根据选择策略。并通过实验,调整算法中的参数来优化路径,保证了算法的稳定

性从而最终发现算法的可行性。使用该算法进行路径优化是以后研究的一个方向。

#### 参考文献:

- [1] 王笛淑.绿色物流下物流配送路径优化研究[D].河南大学,2016.
- [2] 李昌旺.物流配送流程路径的优化分析——以食品外卖配送为例[J].经贸实践,2015,(10):289+291
- [3] 易彩玉.网上订餐生产配送联合调度模型及算法研究[D].大连理工大学,2016.
- [4] 王兵,杨彬.节约遗传算法对电子商务环境下物流配送路径的优化[J].电子商务,2016,(05):13-14.
- [5] Tan Y,Zhu Y.Fireworks algorithm for optimization[C]//International Conference in Swarm Intelligence.Berlin : Springer,2010:355-364.
- [6] Ding K ,Zheng S ,Tan Y.A GPU-based parallel fireworks algorithm for optimization [C]//Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation Conference,2013:9-16.
- [7] 王培崇,高文超,钱旭,等.应用精英反向学习的混合烟花爆炸优化算法[J].计算机应用,2014,34(10):2886-2890.
- [8] 包晓晓,朱春明,黄霞.计算机工程与应用[J].2017,53(3)247.

基金项目:辽宁科技大学大学生创新创业训练计划专项经费资助(项目编号:20171046000201)

作者简介:高文强(1996-),男,民族,内蒙古省呼伦贝尔,研究方向算法优化;姜冠杰(1974-),性别女,辽宁省鞍山人,职务大学老师,硕士,研究方向项目风险管理。

(上接第19页)但由于无法从全局的观点上来选择条件属性,因此无法保证得到的约简集是最小的属性约简集。

#### 3 约简算法比较

选取滚动轴承的振动信号,进行离散化后形成决策表,然后对条件属性进行约简并比较属性约简的约简率。

由章节2中的算法得到的属性约简率,Pawlak 算法为63.83%,基于信息熵的约简算法为68.09%,基于可辨识矩阵的约简算法为72.34%,基于属性重要度的约简算法为76.60%。

从约简结果来看,后三种算法的属性约简效果都比较好,这三种算法类似,但基于可辨识矩阵的约简算法在约简在某程度上具有片面性,基于信息熵的约简算法时间较长,且最终约简中得到的约简个数较多;因此在列车滚动轴承的故障诊断中使用基于属性重要度的约简算法。

#### 4 结语

准确的属性约简能够提高故障诊断的效率与准确率,本文中通过比较几种属性约简算法,考虑到单个属性对决策属性的影响,选取基于属性重要度的约简算法作为属性约简的方法。

#### 参考文献:

- [1] 冯志鹏,宋希庚,薛冬新.旋转机械振动故障诊断理论与技术进展综述[J].振动与冲击,2001,20(4):36-39.
- [2] 徐章遂,房立清,王希武,等.故障信息诊断原理及应用[M].北京:国防工业出版社,2000.

- [3] 于潇.旋转机械信息融合故障诊断技术[D].西北工业大学,2004.
- [4] 孟涛.齿轮与滚动轴承的振动信号分析[D].西北工业大学,2004.
- [5] 朱继梅.非稳态振动信号分析(连载)[J].振动与冲击,2000,19(2):87-90.
- [6] Zdzisłwa Pawlak. Rough sets and intelligent data analysis [J]. Information sciences. 2002.
- [7] Skowron A. Suraj,Z. Discovery of concurrent data models from experimental data tables: a rough set approach of Technology ,1995.
- [8] Hu Qinghua .Information-preserving Hybrid Data Reduction Based on Fuzzy Rough Techniques[J]. PaRern Recognition Letters ,2006.
- [9] Wang G,Zhao J,An J ,etal. A Comparative Study of Algebra Viewpoint and Information Viewpoint in Attribute Reduction[J]. Fundamenta Informaticae ,2005.
- [10] Xueen W,Chongzhao H,Deqiang H. Reduction in decision table based on pair-wise complementarity of condition attributes[C]. 13th Conference on Information Fusion ,Fusion 2010, Edinburgh, 2010.

项目基金:四川省科技厅重点研发项目(2017GZ0026)。

作者简介:张亚朋(1990-),硕士研究生。