

## 基于改进圆算法的医疗物资配送路径优化研究

王 硕<sup>1</sup>, 吴 浩<sup>2</sup>, 谢峻成<sup>3</sup>, 丛 磊<sup>4</sup>, 柳晓崇<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 沧州师范学院计算机科学与工程学院 河北沧州

<sup>2</sup> 南京工程学院汽车与轨道交通学院 江苏南京

<sup>3</sup> 山东大学(威海) 澳国立联合理学院 山东威海

<sup>4</sup> 青岛理工大学环境与市政工程学院 山东青岛

<sup>5</sup> 乐山师范学院数理学院 四川乐山

**【摘要】** 医疗物资配送是一个典型的优化问题。本文通过分析不同条件下运输车辆的最优路径。当只有一辆运输车辆时, 需要找到经过所有节点的运输路线, 最终以最小的总成本返回起点。首先, 以最短总路径为目标函数, 根据每个节点只进出一次等约束, 建立基于 0-1 整数规划的最小代价模型, 然后采用传统算法中的改进圆算法来解决该问题。最后求解出最佳路径为 1,6,7,10,11,16,14,13,15,9,12,4,5,2,8,1, 总距离为 3.0387。

**【关键词】** TSP; 改进的圆算法; 医疗物资配送; 路径优化研究

### Research on path optimization of medical supplies distribution based on improved circle algorithm

Shuo Wang<sup>1</sup>, Hao Wu<sup>2</sup>, Juncheng Xie<sup>3</sup>, Lei Cong<sup>4</sup>, Xiaochong Liu<sup>5</sup>

<sup>1</sup>School of Computer Science and Engineering, Cangzhou Normal University, Cangzhou, Hebei

<sup>2</sup>School of Automotive and Rail Transportation, Nanjing Institute of Technology, Nanjing, Jiangsu

<sup>3</sup>Shandong University (Weihai), Australia National College of Science, Weihai, Shandong

<sup>4</sup>School of Environmental and Municipal Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao, Shandong

<sup>5</sup>College of Mathematics and Physics, Leshan Normal University, Leshan, Sichuan

**【Abstract】** Medical material distribution is a typical optimization problem. This paper analyzes the optimal path of transportation vehicles under different conditions. When there is only one transport vehicle, it is necessary to find a transport route through all nodes, and finally return to the starting point with the minimum total cost. First, take the shortest total path as the objective function, according to the constraint that each node can only enter and exit once, secondly establish the minimum cost model based on 0-1 integer programming, and then use the improved circle algorithm in the traditional algorithm to solve this problem. Finally, the optimal path is solved as 1, 6, 7, 10, 11, 16, 14, 13, 15, 9, 12, 4, 5, 2, 8, 1, and the total distance is 3.0387.

**【Keywords】** TSP; improved circle algorithm; medical material distribution; path optimization research

#### 1 引言

医疗物资配送是一个典型的优化问题。在救援初期, 应急医疗物资的数量有限, 受灾地区的紧急程度不同。如何公平合理地分配应急医疗物资, 并将其运送到各个物资需求点, 成为决策者思考的重要问题。如果只有一辆运输车可以运输 800kg 的物料, 提供运输方案, 使运输车能以最低的成本通过所有。

段倩倩提出了一种加速增强拉格朗日 Hopfield 神经网络 (AALHNN) 算法<sup>[1]</sup>。该算法通过拉格朗日乘子法摆脱了惩罚法的困境, 保证 TSP 解无疑是高效的。算法中的二阶因子稳定了问题的神经网络动态模型, 从而提高了求解效率。Rafał 提出了一种新的 ACO 变体, 即聚焦 ACO (FACO)<sup>[2]</sup>。FACO 的核心要素之一是控制新构建的解决方案与选定的先前解决方案之间差异数量的机制。这种机制导致

更集中的搜索过程, 因此可以在保持现有解决方案质量的同时找到改进。

### 2 模型构建和求解

当只有一辆车时, 需要找到通过所有点的最低成本。由于车辆一次携带的物资足以满足各个地区的需求, 所以这个问题是典型的 TSP 问题。由于节点数少于 30 个, 可以使用传统算法来解决这个问

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{The transport vehicle enters } j \text{ from address } i \\ 0, & \text{Transport vehicle does not enter } j \text{ from address } i \end{cases} \quad (1)$$

成本主要是由操作的总距离决定的, 而最小成本就是最小的总距离, 所以目标函数的表达式为<sup>[3]</sup>。

$$z = \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} w_{ij} X_{ij} \quad (2)$$

考虑到每个顶点恰好进入一次, 得到以下约束:

$$\sum_{i=1}^{16} X_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, 16 \quad (3)$$

考虑到每个顶点恰好离开一次, 得到以下约束:

$$\sum_{j=1}^{16} X_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, 16 \quad (4)$$

为了防止遍历过程中出现子循环, 增加了一个强制约束:

$$u_i - u_j + nX_{ij} \leq n - 1, i, j = 1, \dots, 16 \quad (5)$$

当:  $u_1 = 0, 1 \leq u_i \leq 15, i = 2, 3, \dots, 16$ 。

综上所述, 建立基于 0-1 整体规划的最小成本模型如下:

$$\min z = \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} w_{ij} X_{ij} \quad (6)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^{16} X_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, 16 \\ \sum_{j=1}^{16} X_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, 16 \\ u_i - u_j + nX_{ij} \leq n - 1, i, j = 1, \dots, 16 \\ u_1 = 0 \\ 1 \leq u_i \leq n - 1, i = 2, 3, \dots, n \\ X_{ij} = 0 \text{ 或 } 1, i, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (7)$$

题。首先, 将坐标数据转换为无向图, 边的权重是两端之间的距离。考虑到每个端点只进入一次、每个端点离开一次、没有子循环等约束, 通过建立一个基于 0-1 整数规划的最小成本模型, 最终求解出成本最小的运输方案。

### 2.1 基于 0-1 整数规划的最小成本模型

引入 0-1 变量 X 作为决策变量, 定义如下:

### 3 基于改进圆算法的解决方案

解决 TSP 的传统方法有三种: 精确算法、近似算法和启发式算法。当节点数小于 30 时, 可以使用精确的算法找到最优解。最优路径问题是在图 G 中找到一个权重最小的 Hamilton 循环, 这个循环称为最优循环<sup>[4-7]</sup>。求解最优圆的思路是: 先找到一个 Hamilton 圆 C, 然后修改 C 得到另一个权重较小的 Hamilton 圆, 最后反复修改得到最优圆, 这种改进的方法称为改进圆算法<sup>[8-16]</sup>。

在 MATLAB 中使用改进的圆算法模型, 得到的运动轨迹如图 1 所示。

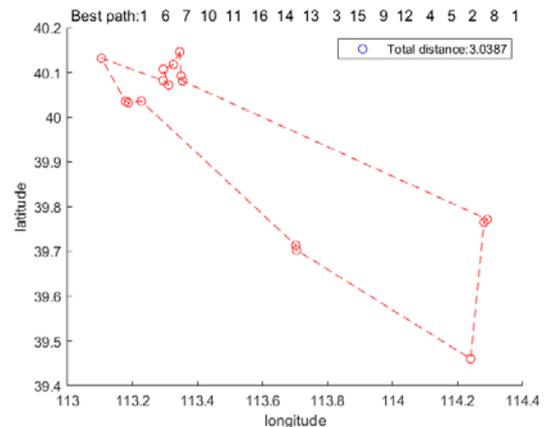


图 1 最佳路径

得到的最优路径为 1,6,7,10,11,16,14,13,3,15,9,12,4,5,2,8,1, 总距离为 3.0387。

### 4 对策建议

仔细研究作为一家药品配送公司, 会经常遇到以下问题: 在不同的条件下, 如何合理规划路径以实现效率最大化。通过建立数学模型提供一些建议, 当只有一辆运输车和一个起点时, 需要经过所有节

点, 最终返回起点。可以将其视为一个简单的 TSP 问题, 可以使用改进的圆算法可以得到很好的结果。得出的结论是观察到的最优路径是 1,6,7,10,11,16,14,13,3,15,9,12,4,5,2,8,1,总距离是 3.0387。

### 参考文献

- [1] YUN H, QIANQIAN D. Solving the TSP by the AA LHNN algorithm [J]. Mathematical biosciences and engineering : MBE, 2022, 19(4):
- [2] RAFAEL S. Improving Ant Colony Optimization efficiency for solving large TSP instances [J]. Applied Soft Computing, 2022, prepublsh):
- [3] QINGSHUN L, XUESHI D, QINGTENG G. Hybrid Ant Colony Algorithm Using Improved Circle Strategy for TSP Problem [J]. International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR), 2022, 13(1):
- [4] LI Y, CHENG L, ZHANG C, et al. Analysis of Spatiotemporal Characteristics of Online Car Hailing Based on k-means Clustering; proceedings of the 2022 (WTC2022), F, 2022 [C].
- [5] YU M, WANG Y, LV Y, et al. Research on Cooperative Scheduling of Yard Crane and External Container Truck Based on Hybrid Genetic Algorithm and Grey Wolf Optimization; proceedings of the 2022 (WTC 2022), F, 2022 [C].
- [6] 邓旭东, 姚璐. 医药物品配送路径优化的一种改进蚁群算法[J]. 物流技术.
- [7] 邓旭东, 姚璐. 医药物品配送路径优化的一种改进蚁群算法[J]. 物流技术, 2013, 32(9):3.
- [8] 刘慧丽. 基于 GIS 的电力物资公司物流配送路径优化研究[D]. 华北电力大学(北京), 2016.
- [9] 李凤坤. 改进 AHP-GA 算法的多目标配送路径优化[J]. 计算机系统应用, 2019(2):6.
- [10] 金巳婷吕闪吴阳明王宇瑶. 基于改进遗传算法的物流配送路径优化方法研究[J]. 计算机与数字工程, 2017, 045(004):629-631.
- [11] 张婷婷, 王卓颖, 沈佳诚,等. 一种基于蚁群算法的应急医疗物资配送优化方法:, CN112150060A[P]. 2020.
- [12] 李丹莲、曹倩、徐菲. 基于改进遗传算法的连锁便利店配送路径优化[J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(11):7.
- [13] 郭会朋. 基于改进遗传算法的物流配送路径优化研究 [D]. 西安电子科技大学.
- [14] 李凤坤. 改进 AHP-GA 算法的多目标配送路径优化[J]. 计算机系统应用, 28(2).
- [15] 韦晓, 张同义, 马述杰,等. 一种基于改进蚁群算法的应急物流路径优化方法:, CN105787596A[P].
- [16] 程永红, 王萌. 基于改进 A-\*算法的农业机器人路径规划系统设计[J]. 农机化研究.

收稿日期: 2022 年 9 月 18 日

出刊日期: 2022 年 11 月 28 日

引用本文: 王硕, 吴浩, 谢峻成, 丛磊, 柳晓崇, 基于改进圆算法的医疗物资配送路径优化研究[J]. 国际计算机科学进展, 2022, 2(4): 31-33.

DOI: 10.12208/j.aics.20220063

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS