

## 基于遗传算法的医疗物资配送路径优化研究

饶镭坤<sup>1</sup>, 史鸢飞<sup>1</sup>, 李浩<sup>1</sup>, 朱鹏俊<sup>1</sup>, 李增<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 中国人民警察大学防火工程学院 河北廊坊

<sup>2</sup> 中国人民警察大学警务装备技术学院 河北廊坊

**【摘要】** 医疗物资的分配是一个典型的优化问题。本文以山西国药集团医药物流订单数据为基础, 对医药物资配送相关问题进行建模研究。建立改进的遗传算法模型, 对医疗耗材配送路线方案进行数学建模, 以“物资供应重量、医疗供应点”为决策变量和约束条件, 确定“运输车辆可以跨越所有地点, 成本最低”。并对“医疗物资配送路线”进行编码, 利用遗传算法对医疗物资配送路线进行优化。最后, 计算出“运输车辆能以最低成本遍历所有地点”的最优解。在以上分析的基础上, 我们就医疗物资的配送向公司提出了自己的建议, 可用于更复杂的环境路径规划问题。

**【关键词】** 医疗物资配送; 路径规划; 遗传优化算法

**【收稿日期】** 2022 年 12 月 26 日 **【出刊日期】** 2023 年 1 月 21 日 **【DOI】** 10.12208/j.aics.20230001

### Genetic algorithm-based medical material distribution path optimization research

Rongkun Rao<sup>1</sup>, Yuanfei Shi<sup>1</sup>, Hao Li<sup>1</sup>, Pengjun Zhu<sup>1</sup>, Zeng Li<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> School of Fire Protection Engineering, China People's Police University

<sup>2</sup> School of Police Equipment Technology, Chinese People's Police University

**【Abstract】** The distribution of medical supplies is a typical optimization problem. In this paper, we model and study the problems related to the distribution of medical supplies based on the pharmaceutical logistics order data of Shanxi Sinopharm Group. An improved genetic algorithm model is developed to mathematically model the medical supplies distribution route scheme, with "weight of supplies and medical supply points" as the decision variables and constraints, and to determine "the lowest cost for transport vehicles across all locations". The "medical supply route" is coded and the medical supply route is optimised using a genetic algorithm. Finally, the optimal solution of "the transport vehicle can traverse all locations at the lowest cost" is calculated. Based on this analysis, we make recommendations to the company regarding the distribution of medical supplies. Finally, an optimal solution is calculated for "the transport vehicle that can travel to all locations at the lowest cost". Based on the above analysis, we have made our own recommendations to companies for the distribution of medical supplies, which can be used for more complex environmental route planning problems.

**【Keywords】** medical supplies distribution; path planning; genetic optimisation algorithm

### 1 引言

医疗物资的分配是一个典型的优化问题。基于山西国药集团的药品物流订单数据, 进行了以下实验。为了简化, 只考虑了 15 家配送医疗客户单位。其中, 大同国药集团分公司是物资分销公司, 作为起点。假设公司只有一辆送货车, 各地点的纬度、经度、物资均有要求

如果只有一辆运输车可以运载 800 公斤的材料, 请给出运输车的运输计划, 使运输车可以穿越所有地点, 并且成本最低, 根据其问题分析提出相关对策及建议。

### 2 文献综述

车辆选线问题是物流领域的热门话题。自 Dantzing 和 Ramser 首次提出以来, 它一直备受关注。

\*通讯作者: 李增

根据实际环境, 产生了多种变体问题, 如绿色车辆路径问题、带时间窗的车辆路径问题、多车辆路径问题、动态车辆路径问题、半开放车辆路径问题、变速车辆路径问题等。大多数模型假设两点之间只有一条路径, 车辆以恒定的速度行驶, 但在真实的道路网络中, 任何两点之间可能有多条道路, 同一路段的车辆速度在不同时间会有很大的变化(如城市交通高峰和非高峰期)。另一方面, 随着社会的发展, 物流服务企业面临的竞争越来越大, 传统的以时间窗口描绘服务水平的方式有一定的局限性, 需要根据客户的特点(即考虑客户的优先级)将客户分为不同的类别, 提供不同的服务<sup>[1]</sup>。因此, 研究路网中任意两点之间具有时间窗和容量约束的变速车辆路径问题具有重要意义。

对于有路径选择的车辆路线问题, Behnke 和 Kirschstein 发现, 当两点之间有多条路径时, 通过合理的路径选择可以实现节能减排。Wang 等建立了一个以节能和最小行驶距离为目标的多路径电动汽车物流路线规划模型。李顺勇等人考虑了城市交通拥堵造成的环境污染, 研究表明, 优化路径选择可以显著降低配送车辆的燃料消耗<sup>[2]</sup>。程兴群等人研究了运输时间和单位运费概率分布未知条件下的多路径选择问题, 建立了稳健的优化模型并设计了相应的算法。Sun 和其他因素相结合, 比较了车辆选线对车辆运行时间和乘客出行时间的影响。Croce 等人研究了道路交通中影响车辆选线的行为, 结果表明, 行驶距离、行驶时间、行驶成本(如能耗)等因素会影响车辆选线<sup>[3]</sup>。

### 3 模型的建立

#### 3.1 遗传算法的原理分析

为了解决实际问题的最优解, John Holland 教授等人引入了生物学中达尔文的自然进化概念, 通过一代又一代的交叉变异的不断迭代, 找到了最优解。随着智能计算的迅速崛起, 特别是在人工生命领域, 遗传算法得到了广泛的应用。遗传算法(GA)的基本原理。类似于达尔文自然进化论中的"物竞天择, 适者生存"的法则, 通过对实际问题的可行方案进行编码, 形成标识符, 也就是生物的染色体, 所以编码后的染色体是某个特定模型的解决方案, 然后这些染色体就是群体的概念。遗传算法的作用是反复循环种群来寻找最优解。首先, 通过

一定的方式得到一个初始解, 根据目标函数确定的适配值判断初始种群是否符合停止规则<sup>[4]</sup>。如果不符合, 在种群中选择下一代, 以一定的概率进行交叉突变操作。通过这样的循环, 一代又一代的染色体不断进化到我们需要的解, 最后达到符合适配值的个体, 这就是问题的最优解。

#### 3.2 遗传算法的基本步骤分析

标准遗传算法的核心操作是: 编码、适配函数构建、遗传操作等。各个步骤的具体操作如下。

(1) 编码。在搜索之前, 针对优化问题对决策变量进行编码, 以适应遗传算法的运行。

(2) 生成初始种群。随机生成初始种群数据, 将每个数据视为一个个体, 多个个体构成种群, 然后开始迭代。

(3) 评价适配值: 通过适配值来判断每个个体是否达到相对最优解的标准, 并确定是否结束算法的规模。

(4) 选择。选择的目的是为了从群体中选择优秀的个体, 以产生更好的后代。这体现了适者生存的思想, 适应性强的个体生存的概率更大。

(5) 交叉。交叉操作是遗传算法中最重要的遗传操作, 其主要目的是交换信息。交叉后, 可以得到新的个体, 这些个体具有与前几代共同的特征。

(6) 变异。突变操作的概率很低, 在群体中选择一个个体, 随机改变该个体的一个基因, 产生一个新的个体<sup>[5]</sup>。

(7) 判断是否满足终止条件。"是"输出结果, "否"回到步骤 3 继续。

### 4 模型求解

目标函数:

$$\min Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K d_{ij} \cdot \chi_{ijk} \quad (1)$$

限制因素:

$$\sum_{j=1}^N \chi_{ijk} = \sum_{j=1}^N \chi_{ijk} \leq 1, i=0, k \in \{1, 2, \dots, K\} \quad (2)$$

$$\sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K d_{ij} \cdot \chi_{ijk}, i \in \{1, 2, \dots, K\} \quad (3)$$

$$\sum_{j=0}^N q_i \leq Q, k \in \{1, 2, \dots, K\} \quad (4)$$

$$\sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K x_i^k = M \tag{5}$$

公式 (2) 为效用系数, 用于确定运输车辆的成本; 公式 (3) 为运送车辆的最大载重量; 公式 (4) 要求运送的资源量必须满足各急救点的资源需求; 公式 (5) 要求调度中心的资源调度不超过其资源储备。

本文将向大同市第二人民医院、大同市第六人民医院、大同市第三人民医院、大同市第四人民医院、大同市第五人民医院、大同市第一人民医院、北关社区卫生服务中心发货。大同市平城区、大同市云岗区中医医院、广灵县医疗集团人民医院、广灵县中医院、国药集团同美第三院、浑源县人民医院、浑源县中医院、晋能控股煤业集团有限公司、山西晋煤集团有限公司。金能控股煤业集团有限公司职业病防治、灵丘县中医院分别定义为 1-15。最终得出完成整体交付的最佳方案。

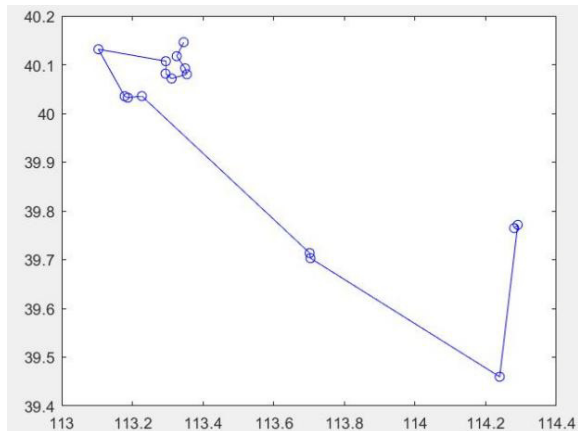


图 1 分布式路线

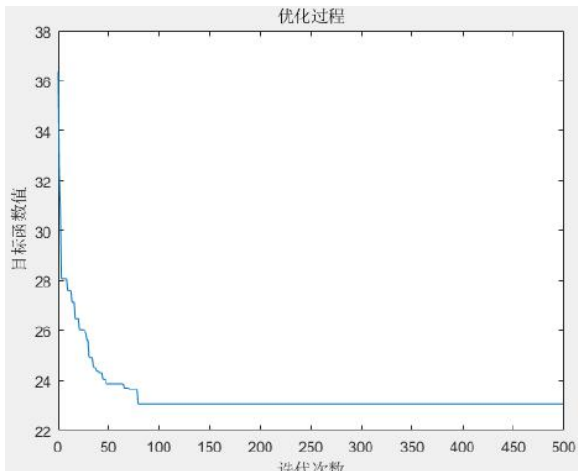


图 2 收敛图

### 5 模型的评价

物流系统的复杂性源于突发灾害事件的高度不确定性和快速演变, 运输能力不足、物资分布不均、需求随机波动、灾害状态转移等都会影响应急救援行动的组织 and 运行, 本文仅考虑配送车辆存在无法到达的点时的物资配送, 在进一步研究中会综合考虑时间窗口约束、运输能力、应急物资储备等不确定性因素的影响。本文只考虑送货车辆的问题, 今后可以考虑单辆卡车和多架无人机的问题, 多辆卡车和多架无人机问题。今后可以选择合适的启发式算法, 再对送货车辆路径进行优化, 这样可以减少更多无用的送货车辆路径, 缩小更多的搜索空间, 加快解决效率。

### 6 对策建议

#### 6.1 建立配送中心在降低运输成本方面的经济效益

从社会角度看, 如果生产企业和用户之间没有中间流通部门, 不仅会使管理复杂化, 而且会给生产企业和用户带来不便, 还会造成运输费用的极大浪费。建立配送中心可以解决或缓解这些问题。

如果没有配送中心, 每个企业面对 7 个用户, 每个用户面对 3 个企业, 这样就会发生 21 次物资运输活动如果在企业和用户之间建立配送中心, 可以将 21 次长途运输减少到 10 次短途运输。从运输距离上看, 只相当于原来总运输距离的 40% 左右, 将大大简化运输过程, 从而产生显著的经济效益。

#### 6.2 合理的配送中心位置在降低运输成本方面产生经济效益

配送中心是直接与客户相连的终端, 其合理性本身就直接关系到配送中心的配送时间水平和配送成本水平。因此, 选择一个合理的配送中心位置非常重要。分销中心的选址问题是一个多层次、多目标的决策问题。一般来说, 可以先制定一些设计方案的选择和比较标准, 从可行性比较标准和最优性比较标准两个层面对方案进行比较, 在确定相对满意的可行性方案后, 还应处理好运输距离、运费、资金周转天数等因素, 进行敏感性分析。

#### 6.3 采用共同配送方式在降低运输成本方面的经济效益

共同配送是物资配送的一种高级形式。共同配送是指 "为了提高物资的效率, 向许多公司进行配

送”。它主要包括(1)配送企业综合各用户的要求,把各用户作为一个整体来考虑,在配送方面做出最优安排。(2)在一辆配送车辆上实施多个货主的混合装载。(3)多家用户共同设立或货物处理场进行配送,不同配送企业共同使用同一配送中心或其他配送基地。

### 参考文献

- [1] 王喆,邵鸿远,丛子皓,马雯雯.考虑供应商聚类的应急医疗物资协同配送仿真[J].系统仿真学报,2022,34(10): 2303-2311.
- [2] 叶芷吟.基于需求分析的大型灾害属地应急物资分配研究[D].北京交通大学,2021.

- [3] 邢蕊蕊.重大传染病疫情下的应急医疗物资调度模型研究[D].北京交通大学,2021.
- [4] 何婷.突发事件下应急物资两阶段动态调度研究[D].北京交通大学,2021.
- [5] 杨倩.应急医疗物资调度中的联合运送路径优化研究[D].西安电子科技大学,2019.

**版权声明:** ©2023 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**