

# 基于改进蚁群算法的多物流配送中心选址

王 勇<sup>1</sup> 何 宇<sup>2</sup> 1. 成都理工大学信息管理学院; 2. 西南财经大学工商管理学院

【摘 要】多物流配送中心布局对其中心功能的发挥影响极大。本文基于最小化运输成本和建设成本之和建立了多物流配送中心选址模型,提出了一种基于改进蚁群算法的多物流配送中心选址方法。

【关键词】蚁群聚类算法 多配送中心模型 信息素

对于配送中心选址方法可简单分为定性和定量两大类。定性方法主要是层次分析法和模糊综合评价相结合对各个方案进行指标评价,找出最优地址。定量方法包括重心法、运输规划法、Clustere法、CFLP法、Baumol-Wolfe法、混合0-1整数规划法、双层规划法、遗传算法等。蚁群算法是一种新型的优化方法。该算法不依赖于具体问题的数学描述,具有全局优化能力。

本文提出了一种基于改进蚁群算法的多物流配送中心选址方法,在以用户配送产品的运输成本和配送中心的建设成本之和最小的基础上建立模型,将多物流配送中心选址问题看成一个聚类过程,再利用蚁群系统中蚂蚁通过信息素留存寻找最优路径的机制,结合蚂蚁使物体聚堆的行为模式,合理设计转移概率、禁忌列表及信息素更新方式,把使系统成本最低的配送点和配送中心聚为一类,从而确定配送中心的位置、规模和配送中心的数量。

## 一、基本蚁群算法

仿生学家经过大量细致观察研究发现,蚂蚁个体之间通过一种称为外激素的物质进行信息传递。蚂蚁在运动过程中,能够在它所经过的路径上留下信息素,而且蚂蚁在运动过程中能够感知这种物质,并且以此指导自己的运动方向。受此启发,意大利学者 Marco Dorigo 提出了一种基于蚂蚁种群的新型优化算法——蚂蚁算法。

为模拟蚂蚁实际行为设:  $K$  是蚁群中蚂蚁数量,  $d_{ij}$  是城市  $i$  到城市  $j$  之间的距离,  $\tau_{ij}$  是路径  $ij$  上的信息素量,  $\Delta\tau_{ij}^k$  是蚂蚁  $k$  在路径  $ij$  上留下的信息素量,  $p_{ij}^k$  是蚂蚁  $k$  从城市  $i$  转移到城市  $j$  的状态转移概率,  $j$  是尚未访问的城市,则状态转移概率  $p_{ij}^k$

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{j \in allowed_k} [\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta} & j \in allowed_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中  $allowed_k = \{0, 1, \dots, n-1\} - tabu_k$  表示蚂蚁  $k$  下一步允许选择的的城市。 $\eta_{ij}$  是路径  $ij$  上的能见度,即  $\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$ ,反映由城市  $i$  转移到城市  $j$  的启发程度。 $\alpha$  和  $\beta$  为两个参数,分别反映了蚂蚁在运动过程中积累的信息和启发信息在蚂蚁选择路径中的相对重要性。为每只蚂蚁设计一个禁忌表  $tabu_k$  其中  $k=1, 2, \dots, K$ ,记录在  $t$  时刻蚂蚁  $k$  已走过城市,不允许该蚂蚁在本次循环中重复经过。本次循环结束后禁忌表被清空。

蚂蚁完成一次循环,对各路径上的信息素进行更新:

$$\tau_{ij}(t+1) = \rho\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t+1) \quad (2)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t+1) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k(t+1) \quad (3)$$

式中  $\Delta\tau_{ij}^k(t+1)$  表示第  $k$  只蚂蚁在  $(t+1)$  时刻留在  $(i, j)$  路段上的信息量,  $\Delta\tau_{ij}(t+1)$  表示本次循环中路段  $(i, j)$  的信息素增量,  $\rho$  信息素的持久性  $(0 \leq \rho \leq 1)$ ,  $1-\rho$  为信息素轨迹的衰减系数。

## 二、基于聚类的蚁群算法

该算法主要思想是:一只随机移动的无负载蚂蚁在遇到一个物体时,周围与这个物体相同的物体较少,则拾起这个物体的概率越大;一只随机移动的有负载蚂蚁如果周围的与所背负物体相同的物体越多,则放下这个物体的概率越大。该模型主要通过以下三个参数来控制完成:

1. 各物体之间的相似函数  $f$ ,该函数的选取必须由实际解决的问题来决定;

2. 拾起概率  $p_p = [k_1 / (k_1 + f)]^2$ ,其中  $k_1$  为门限常数;

3. 放下概率  $p_d = [f / (k_2 + f)]^2$ ,其中  $k_2$  为另一门限常数。

可见该模型通过对单只蚂蚁拾起、放下物体的行为模式进行建模,保证了不破坏大堆的物体,且能收集小堆的物体,完成了物体的聚类。与基于路径寻优的蚁群算法不同,在该模型中,蚂蚁依据聚堆的形状与所聚集的物体来决定选择放下背负的物体或者拾起零散的物体的概率,从而完成物体的聚类。

## 三、多物流配送中心选址模型

在现实当中,一个企业通常不会只考虑建设一个配送中心,而是考虑建设多个配送中心。因此,多配送中心选址模型在实际当中更加受欢迎。已知每个客户的需求量和位置,从一组候选地址中选择若干个地址进行配送中心建设,使得从这些配送中心向用户配送产品的运输成本和配送中心的建设成本之和最小。建立如下数学模型:

$$\text{目标函数: } \min C = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} z_{ij} k + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i s_j k z_{ij} + \sum_{j=1}^n h_j y_j \right) \quad (4)$$

约束条件:  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i z_{ij} \leq S$ ;  $y_j = \{0, 1\}$ ;  $z_{ij} = \{0, 1\}$ ;  $\sum_{j=1}^n z_{ij} = 1$ ;  $\sum_{j=1}^n y_j \leq n$ ;  $a_i > 0 (10)$ ;  $\sum_{i=1}^m a_i z_{ij} > 0$ ;  $\forall i \in m, \forall j \in n$

$a_i$  为配送点  $i$  的产品需求量;  $\sum_{i=1}^m a_i z_{ij}$  为生产基地对备选配送中心  $j$  的产品供应量;  $n$  为备选配送中心数量;  $m$  为配送点数量;  $d_{ij}$  为配送点  $i$  到备选配送中心  $j$  的距离;  $s_j$  为生产基地到备选配送中心  $j$  的距离;  $k$  为运费率即单位运费;  $z_{ij} = 1$  或  $0$  (如果配送点  $i$  选择配送中心  $j$  为  $1$ , 否则为  $0$ );  $y_j = 1$  或  $0$  (如果选择配送中心  $j$  为  $1$ , 否则为  $0$ );  $h_j$  为备选配送中心  $j$  的固定成本;  $S$  生产基地的生产量。约束条件  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i z_{ij} \leq S$  保证生产基地产品供应量小于生产量;约束条件  $y_j = \{0, 1\}$  和  $z_{ij} = \{0, 1\}$  为变量取值范围;约束条件  $\sum_{j=1}^n z_{ij} = 1$  是保证每个配送点只选择一个配送中心;约束条件  $\sum_{j=1}^n y_j \leq n$  为所选择的配送中心数目应小于备选配送中心数目;约束条件  $a_i > 0$  和  $\sum_{i=1}^m a_i z_{ij} > 0$  是保证需求量和供应量都大于零。

## 四、蚁群聚类算法求解物流配送中心选址

将配送中心选址配送阶段看成聚类问题将已经分配了供货点的候选配送中心为聚类中心,求出使配送成本最低的配送点分配方案。

依据为利用蚂蚁以配送中心选址模型的系统总成本最低为依据将各个配送点分配给配送中心。在这种算法下,可能存在某个配送中心没有被分配到任何配送点,此时,便可以将其剔除。从而,确定配送中心的地址和数量。算法的基本的步骤如下:

步骤 1: 在使用蚁群算法进行聚类问题求解时,设  $K$  只蚂蚁,并且将其随机放置在选择的配送点上。

步骤 2: 初始化蚁群算法中的几个关键的参数  $\alpha, \beta, \rho$ 。而  $\eta_{ij}$  的初始值为  $\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$  (其中  $i \neq j$ ),即配送点  $i$  和配送中心  $j$  的距离。

步骤 3: 初始化禁忌搜索表  $tabu(t)$ ,用以记录在  $t$  时刻蚂蚁已经拾起过的配送点列表。而且在初始时刻  $tabu(0)$  集合内(上转第 281 页)

高龄化。

三、政策建议

我国老年人口绝对数量大,且存在着城乡、区域和增长趋势的年龄分割特性。人口老龄化对中国的政治、经济和文化带来了巨大的影响,但我们同时应看到,老年人口的迅速增长和人口老龄化趋势是社会发展的规律,是工业化、城镇化、生产社会化和商品化的结果。因此,我们应在构建和谐社会的科学发展观的指导下,结合中国的国情及未来发展的要求,制定出相应的对策。

1. 建立比较完备的覆盖所有老年人的养老保障体系,老龄政策城乡有别,因地制宜。人口快速老龄化使得老年人口对养老保障的需求成倍增长,加上我国人口老龄化呈现多重分割的特性,因此对我国现有的养老保障系统提出了巨大的挑战。面对这种挑战,我国需要建立起比较完备的覆盖所有老年人的养老保障体系,而这就需要政府财政的强力支持。近年来我国政府加大了对老年福利、养老服务建设等方面的投入,养老保障方面的财政资金呈现逐步上升趋势,但这还远不能满足显示的需要。养老保障不是政府单方面的责任,而应由政府、社会、家庭共同来承担,我国政府可以开辟多层次、多渠道的筹资方式,来健全我国的养老保障体系。在中国目前的“二元经济”体制下,经济发展和收入水平不平衡使老龄政策必须做到城乡有别。而中国东中西部地区之间的差别比较大,又必须因地制宜。因而须在发展经济的基础上逐步缩小城乡差别、地区差别,逐步协调。

2. 合理开发、利用老年人力资源。老年人力资源是整体人力资源的一个重要组成部分。随着老年人口数量的增加,我们应转变观念,有计划、有组织开发老年人力资源,发展老龄产业。

首先,采取弹性的退休政策。根据每个人的意愿与身体状况来确定退休年龄,既可以解决老龄化问题,也可以解决当前关于延长退休年龄规定所引发的争议。其次,设立老年人人力资源库,组建老年人才市场,建立、健全老年协会,举办老年人才交流活动,使老年人力资源的开发规范化、有序化、合理化,从而增强他们与其他群体竞争的能力。最后要根据劳动力老化要求调整现有产业结构,同时发展老龄产业,鼓励和引导老年家政服务业、老年卫生保健服务业、老龄人寿保险业以及老年旅游娱乐业等老年产业的开发和生产。

参考文献:

[1]孙敏之. 80年代中国人口变动分析[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1996.

[2]杜鹏, 翟振武, 陈卫. 中国人口老龄化百年发展趋势[J]. 人口研究, 2005, 29: 90-93.

[3]陈卫. 中国未来人口发展趋势: 2005-2050年[J]. 人口研究, 2006, 30: 93-95.

[4]高和荣. “未富先老”中国面临三大挑战[EB/OL]. [http://www.gmw.cn/content/2006-07/30/content\\_452613.htm](http://www.gmw.cn/content/2006-07/30/content_452613.htm).

[5]中国老龄科学研究中心. 中国城乡老年人口状况一次性抽样调查数据分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 255-259.

[6]姜向群, 万红霞. 老年人口的医疗需求和医疗保险制度改革[J]. 中国人口科学, 2004, (增刊): 135-140.

[7]李仲生. 中国的人口与经济发展[M]. 北京大学出版社, 2004.

[8]刘家强. 人口经济学新论[M]. 西南财经大学出版社, 2004.

(下接第298页)的值为蚂蚁初始时刻所经过的配送点;

步骤4: 假设有n个候选配送中心, m个待分配配送点。蚂蚁开始进行聚类工作。它先以候选配送中心为自己的蚁巢中心 $z_j$ 。

步骤5: 蚂蚁以蚁巢为中心 $z_j$ 在允许的配送点中随机地选择一配送点, 并且将该配送点以概率 $p_{ij}$ 放入蚁巢中心, 同时将该配送点放置在禁忌表中。若禁忌表已满, 即集合 $\text{tabu}(t)$ 中的元素个数等于K, 则转步骤6, 否则重复执行步骤5。其中的聚类概率值为: $p_{ij}^k$ 。

步骤6: 若蚂蚁将所有的配送点分配完毕, 则记录蚂蚁的信息增量 $\Delta\tau_{ij}$ ,

$$\Delta\tau_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{C} & \text{若蚂蚁将配送点 } i \text{ 分配给配送中心 } j \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

其中C为蚂蚁此次分配完成之后所得到的系统总成本数, 其值为

$$\min C = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} z_{ij}^k + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i s_j k z_{ij} + \sum_{j=1}^n h_j y_i \right)$$

蚂蚁完成一次循环, 记录分类结果;

步骤7: 更新信息量: (2)和(3);

步骤8: 满足收敛条件则停止算法, 则输出最优解, 否则转到步骤3。

五、实例分析

为了验证本算法的正确性, 在Matlab平台上对其进行了仿真实验。设有一物流配送矩形区域, 范围为(0, 0)到(100, 100), 其中散布20个配送点, 配送点坐标和需求如表1所示。有8个候选配送中心, 其坐标和固定成本如表2所示。运费率为1, 工厂坐标为(46, 53), 用本文算法得最后结果如表3所示。

表1 配送网络中的配送点情况表

配送点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
坐标	(16, 48)	(27, 74)	(59, 43)	(67, 5)	(24, 64)	(78, 54)	(7, 86)	(45, 54)	(70, 20)	(51, 21)
需求量	1.0	0.9	0.4	1.5	0.8	1.3	1.0	2.5	1.6	1.2
配送点	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
坐标	(25, 38)	(58, 65)	(5, 16)	(32, 45)	(15, 15)	(36, 85)	(7, 4)	(49, 79)	(30, 61)	(6, 53)
需求量	1.0	1.7	0.6	1.5	1.0	0.5	3.5	1.5	0.4	1.5

表2 候选配送中心情况

配送中心	1	2	3	4	5	6	7	8
坐标	(36, 58)	(40, 60)	(58, 87)	(47, 10)	(14, 67)	(45, 95)	(7, 57)	(66, 38)
固定成本	1.3	1.0	1.2	1.0	1.1	1.5	1.25	0.9

改进的蚁群算法进行如下参数设置(参数设置采用文献[2]) $\alpha = 1.3, \beta = 1, \rho = 0.95$ 。

表3 配送中心选址方案

配送中心	1	2	3	4	5	6	7	8
所供配送点	8, 11, 14, 19	空	1, 16	3, 9, 10, 15, 17	空	空	5, 7, 13, 20	2, 6, 12, 18

从表3可见, 候选配送中心是2, 5, 6, 空腔, 这些候选中心是多余的。因此实际应建的配送中心有5个, 分别对应着表中所示的配送点, 同时也确定各自的配送规模。本算法不但克服了传统物流中心选址算法的局限性, 而且在解决大规模配送中心选址问题, 还具有很好的灵活性, 适合更加复杂的物流配送中心选址模型。

六、结论

因此实际应建的配送中心有5个, 分别对应着表中所示的配送点, 同时也可确定各自的配送规模。本算法不但克服了传统物流中心选址算法的局限性, 而且在解决大规模配送中心选址问题, 还具有很好的灵活性, 适合更加复杂的物流配送中心选址模型。

物流配送中心选址是一个混合整数非线性规划问题, 如果待选择和拟选择的配送中心数目较多, 那么整个计算将十分复杂。本文提出了包含多个供货点和配送点的物流配送中心选址模型, 并将蚁群聚类算法应用到物流配送选址问题, 实现了选址问题的在最优优化。

参考文献:

[1]李云清. 物流系统规划[M]. 上海: 同济大学出版社, 2004.

[2]秦固. 基于蚁群优化的多物流配送中心选址算法[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 4: 120-124.

[3]魏娜. 关于物流配送中心选址优化问题研究[D]. 东北财经大学硕士学位论文, 2006.

[4]高雷阜等. 基于最大最小蚂蚁系统的物流配送中心选址算法的研究[J]. 运筹与管理, 2007, 12: 42-46.

[5]许慧, 王正友, 杨欢庆. 蚁群算法及其聚类应用[J]. 矿山机械, 2007(1): 115-117.

[6]Dorigo M, Maniezzo V, Colomi A. Ant system: Optimization by a colony of cooperating agents[J]. IEEE Trans on Systems, Man and Cybernetics, 1996, 26(1): 28-41.