

有配送能力限制的易腐农产品配送中心选址方法^{*}

狄卫民^{1,2}, 岳耀雪^{3a}, 陈国民^{3b}

(1. 河南农业大学 经济与管理学院, 郑州 450002; 2. 郑州大学 管理工程系, 郑州 450001; 3. 山东理工职业学院
a. 机电工程学院; b. 工商管理学院, 山东 济宁 272067)

摘要: 为提高物流管理绩效, 考虑到农产品的易腐败特征和配送中心的配送能力限制, 建立了易腐农产品配送中心选址问题的0-1整数非线性规划模型。利用该模型可以确定配送中心的开设位置、各配送中心与用户之间的配送关系, 以及配送途中的农产品损耗量。为求解该模型, 提出了嵌入改进表上作业法的混合遗传算法, 给出了算法的实现步骤。最后通过算例, 验证了模型和算法的有效性。

关键词: 物流管理; 配送中心; 选址问题; 0-1整数非线性规划; 混合遗传算法

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2013)01-0202-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2013.01.052

Capacitated distribution center location approach for perishable agricultural product

DI Wei-min^{1,2}, YUE Yao-xue^{3a}, CHEN Guo-min^{3b}

(1. College of Economics & Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Dept. of Management Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. a. School of Mechanical & Electronic Engineering, b. School of Business Administration, Shandong Polytechnic Vocational College, Jining Shandong 272067, China)

Abstract: In order to improve logistics management performance, by considering the spoilage trait of agricultural product and the capacity limit of distribution center, this paper developed a 0-1 integer nonlinear programming model for the location problem of perishable agricultural product distribution center. With the help of the model, the following items could be determined, such as the site of the opening distribution center, the relation of distribution center to consumer, even the decay loss on the distribution way. To solve the model, it presented a hybrid genetic algorithm embedded with modified table-working operations, and introduced its realization steps. Finally, it verified effectiveness of the model and its algorithm by several instances.

Key words: logistics management; distribution center; location problem; 0-1 integer nonlinear programming; hybrid genetic algorithm

0 引言

易腐农产品是一类随着时间的推移而易于产生腐烂、变质或贬值的物品, 如冷鲜肉、水果、蔬菜等。由于易腐农产品具有生命周期短、难保管、易腐败的特征, 其物流配送问题引起了研究人员的极大关注。Rong等人^[1]研究了生鲜食品从生产到配送的全程质量管理方法, 建立了供应链视角下的生产/配送系统集成优化的混合整数线性规划模型。Zhang等人^[2]综合考虑冷冻冷藏食品的仓储和运输费用, 利用禁忌搜索算法改善了冷链配送系统的结构布局。屈波等人^[3]针对给定的收益目标, 建立了农产品配送中心选址问题的成本效益均衡模型, 并结合贪婪算法进行了模型求解。姜大立等人^[4,5]分别建立了易腐物品配送中心的离散和连续选址模型, 给出了嵌入ALA方法(alert location-allocation method)的混合遗传算法; 此后, 丁雪枫等人^[6]又提出了上述模型的模拟植物生长算法。以上研究促进了易腐农产品配送系统的科学管理, 取得了良好效

果, 但在选择配送中心时尚未充分考虑配送中心的配送能力限制^[4-6]。在现实情形中, 易腐农产品配送中心除具备配和送的功能外, 通常还具有较强的流通加工功能(如洗净、切割、预处理、分拣、包装等), 并且流通加工能力的强弱直接影响着配送中心的配送能力。这样, 因配送中心的流通加工能力不同、配送设备存在差异, 不同配送中心的配送能力也将存在差异。当考虑配送能力时, 各用户未必仍由距离自己最近的配送中心提供配送服务, 已有的配送中心选址方法将不再适用。针对这一问题, 本文在已有研究基础上, 建立了有配送能力限制的易腐农产品配送中心选址模型, 并借鉴运输问题的求解思路, 提出了嵌入改进表上作业法的混合遗传算法。

1 配送中心选址模型

1.1 建模假设

易腐农产品配送中心是促进农产品快速集散与流转的物流中枢。本文研究该类中心的离散选址问题, 其主要任务是:

收稿日期: 2012-06-02; **修回日期:** 2012-07-29 **基金项目:** 国家教育部人文社会科学研究青年基金资助项目(10YJC630041); 河南省教育厅自然科学研究计划资助项目(2011B630018)

作者简介: 狄卫民(1970-), 男, 山东嘉祥人, 副教授, 博士, 主要研究方向为物流系统工程(diweimin@126.com); 岳耀雪(1969-), 男, 山东济宁人, 副教授, 硕士, 主要研究方向为信息技术及应用、人工智能; 陈国民(1963-), 男, 山东济宁人, 副教授, 主要研究方向为企业管理、物流管理。

以配送系统总成本最小为目标,在考虑产品腐败影响和配送能力限制的情况下,从给定的配送中心备选地址中科学挑选出一定数量的配送中心开设位置,并确定各配送中心与用户之间的配送关系。为便于建模,作如下假设:

a)各用户单位时间内(如若干天、月、季度等)的农产品需求量可以根据统计数据预测而得,均为确定性数值。

b)各用户所在地均具备开设配送中心的客观条件(各中心的配送能力可以不同),它们组成了配送中心的备选位置集合。

c)为便于管理,防范途中串货和责任推诿,产品分销时采用配送中心包户服务制度。这样,一个配送中心可以向多个用户供应农产品,但一个用户仅能从一个配送中心处获得产品,即用户的产品供应具有单源约束性。这与现实相吻合。

d)易腐农产品运至各用户后,不再补充运输过程中因腐烂变质造成的产品损失。

e)各配送中心至各用户的路况基本相同,配送运输速度可视为同一常数。

1.2 建模分析

当配送中心 j 向用户 i 供应易腐农产品时,除产生运输费用外,还会产生腐败损失费用^[4,5]。

若记配送中心初始装运时的完好产品数量为 $W_{ij}(0)$,运输时刻 t 的完好产品数量为 $W_{ij}(t)$,那么在运输途中,存在如下经验微分方程:

$$\frac{dW_{ij}(t)}{dt} = -\theta[W_{ij}(t)]^n \quad (1)$$

这里, θ 为运输途中的产品腐败速率系数, n 为反应指数(取0或1)。根据阿雷尼乌斯方程(Arrhenius equation), $\theta = Ke^{\frac{E}{RT}}$ 。其中: K 为波尔兹曼常数; E 为活化能(与温度有关的实验数据); R 为摩尔气体常数; T 为热力学绝对温度。这样,在使用温控车辆或周围温度变化不大时,即 T 基本稳定时, θ 可视为常数。另外,根据食品科学方面的研究成果,对于主要由菌类微生物引起的腐烂变质产品而言,如新鲜肉、鱼等,反应指数 n 一般取1,即腐败速率与当时剩余的完好产品数量成正比;而对于其他由非菌类微生物引起的腐烂变质产品而言,如新鲜蔬菜、水果等,反应指数 n 一般取0^[1,7]。

若记 s_{ij} 和 T_{ij} 分别为由配送中心 j 到用户 i 的产品运输距离和所需的运输时间, α 为车辆行驶速度的倒数,则有 $T_{ij} = \alpha s_{ij}$ 。若记 d_i 为用户 i 单位时间的产品需求量,则有

$$W_{ij}(T_{ij}) = W_{ij}(\alpha s_{ij}) = d_i \quad (2)$$

若记 r 为单位产品的运输成本, c 为单位产品的价值,则有:

a)当 $n=1$ 时,根据式(1)和(2)可得 $W_{ij}(0) = e^{\theta \alpha s_{ij}} d_i$ 。这样,运输费用为 $g_{ij} = r s_{ij} e^{\theta \alpha s_{ij}} d_i$,途中损失为 $W_{ij}(0) - W_{ij}(T_{ij}) = (e^{\theta \alpha s_{ij}} - 1) d_i$,途中损失费用为 $h_{ij} = c(e^{\theta \alpha s_{ij}} - 1) d_i$ 。

b)当 $n=0$ 时,根据式(1)和(2)可得 $W_{ij}(0) = d_i + \theta \alpha s_{ij}$ 。这样,运输费用 $g_{ij} = r s_{ij}(d_i + \theta \alpha s_{ij})$,途中损失为 $\theta \alpha s_{ij}$,途中损失费用 $h_{ij} = c \theta \alpha s_{ij}$ 。

1.3 数学规划模型

综合考虑单位时间内的运输费、途中损失费和配送中心的固定运营费,可以建立如下有配送能力限制的配送中心选址模型,记为model1。

$$\min Z = \begin{cases} \sum_{j=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^m [(rs_{ij} + c) e^{\theta \alpha s_{ij}} - c] d_i A_{ij} + F_j B_j \right\} & n=1 \\ \sum_{j=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^m \left[\frac{(rs_{ij} + c) \theta \alpha s_{ij}}{d_i} + rs_{ij} \right] d_i A_{ij} + F_j B_j \right\} & n=0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^m e^{\theta \alpha s_{ij}} d_i A_{ij} \leq p_j B_j & j=1, 2, \dots, m; n=1 \\ \sum_{i=1}^m (1 + \frac{\theta \alpha s_{ij}}{d_i}) d_i A_{ij} \leq p_j B_j & j=1, 2, \dots, m; n=0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m A_{ij} B_j = 1 \quad i=1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m B_j = q \quad (6)$$

$$B_j, A_{ij} \in \{0, 1\} \quad i, j=1, 2, \dots, m \quad (7)$$

其中: Z 为配送系统单位时间内的总费用; F_j 为配送中心 j 单位时间内的固定运营成本; m 为用户或备选配送中心的总数量; q 为拟开设配送中心的数量; p_j 为配送中心 j 单位时间的最大配送能力; A_{ij} 为二元决策变量,当配送中心 j 向用户 i 供应农产品时其值为1,否则为0; B_j 也是二元决策变量,当选中备选配送中心 j 时其值为1,否则为0;其他符号意义同前。

在model1中,目标函数式(3)使配送系统单位时间内的总费用最小化;约束族式(4)不仅体现了配送中心的配送能力限制,而且确保只有选中的配送中心才能向用户供应农产品;约束族式(5)确保用户产品的单源供应;约束式(6)规定了拟开设配送中心的总数量;约束族式(7)保证了决策变量的0-1取值。

2 选址模型的混合遗传算法

2.1 基本思路

1)利用遗传算法寻找最优的配送中心组合

Model1属于0-1整数非线性规划模型,是一类典型的NP难题,当农产品用户较多时难以直接求解。但是,从模型形式上看,一旦确定了符合式(6)的决策变量 B_j 的取值,model1就简化成了由 q 个给定的配送中心向 m 个用户的单源运输模型,此时模型中的决策变量仅为 A_{ij} ,可以根据改进的表上作业法加以解算^[8,9]。这样,model1的解算过程就成了针对不同配送中心组合(每组均含有 q 个配送中心)的分析比较过程,可以利用遗传算法完成迭代寻优^[10]。

2)利用改进的表上作业法计算给定组合的运输费用

若令 $x_{ij} = d_i A_{ij}$,那么, x_{ij} 必然等于0(当 $A_{ij} = 0$ 时)或者 d_i (当 $A_{ij} = 1$ 时),这样,对于一个给定的配送中心组合,有如下单源运输模型,记为model2。

$$\min Z' = \begin{cases} \sum_{j'=1}^q \sum_{i=1}^m [(rs_{ij'} + c) e^{\theta \alpha s_{ij'}} - c] x_{ij'} & n=1 \\ \sum_{j'=1}^q \sum_{i=1}^m \left[\frac{(rs_{ij'} + c) \theta \alpha s_{ij'}}{d_i} + rs_{ij'} \right] x_{ij'} & n=0 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^m e^{\theta \alpha s_{ij'}} x_{ij'} \leq p_{j'} & j'=1, 2, \dots, q; n=1 \\ \sum_{i=1}^m (1 + \frac{\theta \alpha s_{ij'}}{d_i}) x_{ij'} \leq p_{j'} & j'=1, 2, \dots, q; n=0 \end{cases} \quad (9)$$

$$\sum_{j'=1}^q x_{ij'} = d_i \quad i=1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$x_{ij'} \in \{0, d_i\} \quad i=1, 2, \dots, m; j'=1, 2, \dots, q \quad (11)$$

这里,式(10)和(11)保证了用户产品的单源供应性,与原选址模型model1内涵一致。

与一般运输模型相比,model2除具有单源运输特性外,还具有运输平衡关系的较强不确定性,即由于不同的运输路线存

在不同的产品损失,因而对于给定的 q 个有配送能力限制的配送中心和 m 个用户而言,很难直接断定是总配送能力大于总需求量,还是总需求量大于总配送能力。这样,为保持形式上的运输平衡关系,利用表上作业法解算模型时需要同时增加一个虚拟的配送中心和一个虚拟的用户,并假设虚拟配送中心具有足够大的配送能力。

对于类似单源运输问题,文献[8,9]基于表上作业法进行了模型的启发式解算。其中,文献[8]利用沃格尔法(Vogel method)获得了高质量的初始方案,但在进行表上作业法的方案改进时却仅考虑了基于闭回路的改进方法,忽略了单源供应时由于各供应方供应能力的实际剩余而可能造成的产品供需关系的组合式调整;文献[9]考虑到了这一点,并进行了供需关系的简单组合式改进,但在获取初始方案时却利用了最小元素法,这无疑会降低初始方案的质量,增加初始方案的改进次数。另外,文献[8,9]均未涉及运送产品时的途中损失,因此,其运算方法不能直接应用于model2的求解。鉴于以上原因,为尽量提高model2的解算精度,本文将首先利用沃格尔法获取初始方案,然后再基于闭回路法和简单组合法改进初始方案;同时,结合model2的特点,改进文献[8,9]中的基于表上作业法的启发式算法。这样,利用改进的表上作业法便可获得给定组合的运输费用。

2.2 实现步骤

1)生成初始种群 随机产生一定数量的染色体作为遗传进化的初始种群。此处,每条染色体均为由 m 个用户编号随机组成的整数序列,其中,前 q 个整数为选中的配送中心开设位置,后 $(m-q)$ 个整数为尚未选中的配送中心备选位置。这样,根据染色体可以确定 B_j 的赋值。

2)计算每条染色体对应的model1的目标函数值 Z 此时,式(3)的值由已选中配送中心的固定运营费用 $\sum_{j=1}^q F_j$ 和model2的目标函数值 Z' 相加而得,所以,该步骤需要完成model2的解算过程。具体如下:

a)增加一个编号为 $(q+1)$ 的虚拟配送中心和一个编号为 $(m+1)$ 的虚拟用户,建立以配送中心为供应点、以用户为需求点的运输表。这里,首先设定虚拟配送中心的配送能力及其到各用户的配送距离分别为足够大的数 M_1 和 M_2 ,各配送中心到虚拟用户的配送距离也设定为 M_2 ,暂不考虑虚拟用户的需求;然后,将配送中心的供应量设定为其最大配送能力,配送中心 j' 到各用户 i 的单位运输价格 $C_{ij'}$ 根据 $[\frac{(rs_{ij'}+c)\theta\alpha s_{ij'}}{d_i}+rs_{ij'}]$ (当 $n=0$ 时)或者 $[(rs_{ij'}+c)e^{\theta\alpha s_{ij'}}-c]$ (当 $n=1$ 时)计算而得。

b)利用沃格尔法获取初始方案。(a)计算运输表中各行、各列的罚数,即对各行和各列分别计算其未作检查标记的次小价格元素与最小价格元素的差值,然后从具有最大罚数的行(或列)中找到该行(或该列)未作检查标记的最小价格元素。设找到的元素为 $C_{ij'}$,则检查是否存在 $p_{j'} \geq d'_{ij'}$,其中,当 $n=1$ 时, $d'_{ij'} = e^{\theta\alpha s_{ij'}} d_i$;当 $n=0$ 时, $d'_{ij'} = d_i + \theta\alpha s_{ij'}$ 。若存在,则令 $x_{ij'} = d_i$, $p_{j'} = p_{j'} - d'_{ij'}$,并划去 $C_{ij'}$ 所在的列,如果此时 $p_{j'} = 0$,同时划去 $C_{ij'}$ 所在的行;若不存在,则在元素 $C_{ij'}$ 处作已检查标记。重复以上过程,直到划去除第 $(m+1)$ 列以外的所有列(因 M_2 足够大,第 $(m+1)$ 列将会一直保留到最后),这时,每个实际用户均可得到产品供应。(b)令 $x_{(m+1)j'} = p_{j'} (j' = 1, 2, \dots, q+1)$,得到model2的一个初始方案。

c)初始方案的最优性检查与改进。(a)求给定方案的位势。赋予 $u_{j'}$ 任意一个常数(如0),对应于 $x_{ij'} = d_i$ 的格子 (j', i) ,由方程 $a_{ij'} u_{j'} + v_i = C_{ij'}$ 可以确定 v_i 的值,其中,当 $n=1$ 时, $a_{ij'} = e^{\theta\alpha s_{ij'}}$,当 $n=0$ 时, $a_{ij'} = 1 + \frac{\theta\alpha s_{ij'}}{d_i}$ 。(b)最优性检查。对应于 $x_{ij'} = 0$ 的格子 (j', i) ,逐个判断是否满足不等式 $a_{ij'} u_{j'} + v_i \leq C_{ij'}$ 。如果全部满足,则已得到model2的最优解,停止运算;否则,在不满足上述关系的格子 (j', i) 上作违反标记,并进行方案改进。(c)方案改进。对于一个已作违反标记的格子 (j', i) ,如果存在 $x_{ik} = d_i$ 且 $d'_{ij'} \leq x_{(m+1)j'}$,则根据闭回路法进行调整,见图1(a),即令 $x_{ik} = 0$, $x_{ij'} = d_i$,同时用 $x_{(m+1)j'} - d'_{ij'}$ 替换 $x_{(m+1)j'}$,用 $x_{(m+1)k} + d'_{ij'}$ 替换 $x_{(m+1)k}$,然后,取消所有违反标记,转到(a)处重新计算;如果 $x_{ik} = d_i$ 且 $d'_{ij'} > x_{(m+1)j'}$,则根据简单组合法进行调整,见图1(b),即若存在 $x_{oj'} = d_o$ 的格子 (j', o) 和 $x_{ob} = 0$ 的格子 (b, o) ,使得 $k \neq b$ 时 $x_{(m+1)b} \geq d'_{ob}$ 或者 $k = b$ 时 $d'_{ib} + x_{(m+1)b} \geq d'_{ob}$,并且满足 $d'_{ij'} \leq d'_{oj'} + x_{(m+1)j'}$ 和 $(C_{ob} d'_{ob} - C_{oj'} d'_{oj'}) + (C_{ij'} d'_{ij'} - C_{ik} d'_{ik}) < 0$,则令 $x_{ik} = 0$, $x_{ij'} = d_i$, $x_{oj'} = 0$, $x_{ob} = d_o$,同时依次用 $x_{(m+1)j'} - d'_{ij'} + d'_{oj'}$ 替换 $x_{(m+1)j'}$,用 $x_{(m+1)k} + d'_{ik}$ 替换 $x_{(m+1)k}$,用 $x_{(m+1)b} - d'_{ob}$ 替换 $x_{(m+1)b}$,然后,取消所有违反标记,转到(a)处重新计算。如果不能满足上述两大类改进条件,则自动取消该格子的违反标记,并检查是否还有已作违反标记的格子。若有则对其中的一个格子作同样运算,否则停止运算。

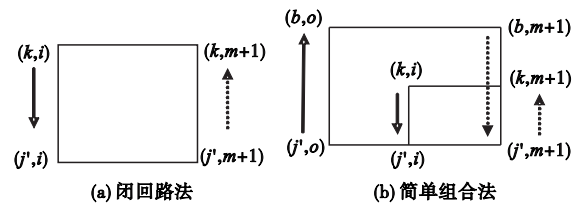


图1 方案改进方法

d)确定model2的目标函数值 Z' 。检查由步骤c)得到的计算结果,如果去掉虚拟的配送中心和产品用户后,每个实际用户均能从一个实际的配送中心处得到所需产品,那么,model2的目标函数值可由式(8)计算而得;否则,model2无解,可将其目标函数值设定为一个充分大的数 M_3 。

3)计算适应度 根据以上目标函数值 Z ,采用压差为2的线性排序方法^[10]计算各条染色体的适应度。

4)选择 利用轮盘赌算法和代沟技术形成下一代种群中的部分染色体。

5)顺序交叉 根据给定的交叉概率,采用顺序交叉算子产生子代染色体。

6)双点变异 根据给定的变异概率,采用双点基因交换的变异方式产生子代染色体。其中,第一个点在染色体的前 q 个整数中随机选取,第二个点在染色体的后 $(m-q)$ 个整数中随机选取。

7)重插入 根据代沟设置比例,将一定数量的老一代种群中的个体精英保留下来,从而获得完整的新一代种群。

8)循环或终止遗传操作 循环迭代步骤2)~7)以便寻求相对于整个配送系统的最优决策。如果种群中的最小目标函数值 Z 在规定的进化代数内没有变动或迭代到了最大允许进化代数,则停止迭代。此时种群中的最小目标函数值 Z 就是实际问题的满意值,适应度最大的染色体就是最优染色体,解码该染色体(结合model2模型)可以得到原问题的满意解。

3 实验及分析

现有一物流公司负责给(0,0)至(150,150)(单位:km)矩形区域内的20个用户配送某种易腐农产品。该产品的价值 c 为10元/kg,配送车辆运输速度的倒数 α 为0.02,运费率 r 为0.5元/t·km,运输途中的腐败速率系数 θ 为0.01。20个用户的编号、位置 (x,y) 、需求量 d_i ,以及配送中心的固定运营成本 F_j 和最大配送能力 p_j 列于表1。考虑商业信息保密需要,此处的用户位置在给定矩形区域内随机产生,用户需求量及配送中心的固定运营成本和最大配送能力分别在集合 $\{8,9,\dots,15\}$ 、 $\{4,5,6\}$ 和 $\{50,60,\dots,100\}$ 中随机选取。

表1 第一组原始计算数据

编号	位置 (x,y) /(km,km)	用户 d_i /t	中心 F_j /万元	中心 p_j /t	编号	位置 (x,y) /(km,km)	用户 d_i /t	中心 F_j /万元	中心 p_j /t
1	(20,5)	13	4	60	11	(104,54)	14	6	80
2	(92,131)	8	6	70	12	(49,110)	8	5	70
3	(119,128)	12	6	50	13	(38,140)	8	6	90
4	(39,105)	10	5	70	14	(85,109)	9	6	80
5	(94,2)	13	6	70	15	(133,38)	8	6	100
6	(130,5)	8	6	60	16	(140,86)	14	5	90
7	(132,14)	12	4	60	17	(129,92)	14	5	100
8	(9,101)	12	6	90	18	(126,59)	15	5	80
9	(67,41)	15	6	50	19	(73,32)	8	4	90
10	(129,103)	11	6	90	20	(89,56)	11	5	70

假设该产品的腐败速率与瞬时完好量成正比(取 $n=1$),为确定三个配送中心的开设位置,采用欧式距离(Euclidean distance),利用笔者在MATLAB7.0环境下编写的运算程序DCLA(主要参数和规则:种群规模40、交叉概率0.6、变异概率0.2、代沟系数0.9、最小目标值连续进化200代无变化则停止迭代)。在考虑配送能力限制的情况下,得到如下结果:在用户7、17和19处开设配送中心,配送系统总费用为150346元,配送中心7、17和19存储的农产品总量分别为41157.3kg、99719.5kg和83748.9kg,配送途中的农产品损耗总量分别为157.3kg、719.5kg和748.9kg。配送中心与用户的运输关系如图2所示。若不考虑配送能力的限制^[4],则需在用户1、7、19处开设配送中心,此时配送系统总费用为149786元,配送中心1只为用户1服务,其运输关系如图3所示。可见,选址决策受到配送中心的配送能力影响,为得到理想的选址结果,需根据实际情况考虑备选中心的配送能力。

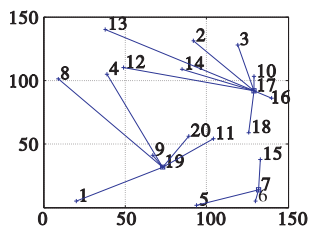


图2 考虑配送能力限制的运算结果

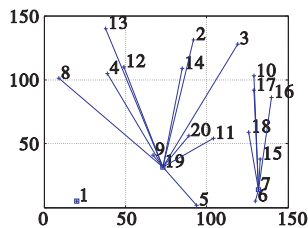


图3 未考虑配送能力限制的运算结果

为了验证算法的有效性,随机生成系列数据,在考虑配送能力限制的情况下,又进行了四组实验,实验结果如表2所示。在表2中,DCLA_L、DCLA_A和DCLA_S分别表示利用DCLA程序对一组数据连续进行10次运算而得的关于model1目标值的最大值、平均值和最小值;DCLA_T表示利用DCLA程序解算模型的平均运行时间;Lingo和Lingo_T分别表示利用Lingo9.0得到的model1最优值及解算时间,其中,第5组实验的

解算时间较长,在程序运行24h后人为终止了运算,表2仅给出了其最优值范围;Error表示DCLA满意值相对于Lingo9.0最优值的误差范围。由表2可以看出,随着用户数量 m 的增大,在 n 与 m 比例一致的情况下,Lingo9.0的运行时间总体上呈快速增长态势,以至于当 $m=100$ 时其运行时间难以忍受,而DCLA的运行时间却增长缓慢且计算结果误差较小。因此,本文算法是有效的。

表2 五组实验结果

组别	m	n	DCLA_L/元	DCLA_A/元	DCLA_S/元	DCLA_T/s	Lingo/元	Lingo_T/s	Error/%
1	20	3	150346.1	150346.1	150346.1	25	150346.1	5	0
2	40	6	272492.3	272492.3	272492.3	76	272221.3	52	0.100
3	60	9	411469.5	408351.0	406922.2	308	406723.6	6134	0.049~1.169
4	80	12	519833.2	519503.4	519400.6	829	519369.4	25095	0.006~0.089
5	100	15	651629.4	650350.0	648966.4	1391	646760~652797	86400	0.341~0.753

同样,当 $n=0$ 时,本文模型和算法也是有效的。验证数据略。

4 结束语

与一般工业品相比,易腐农产品价值低、易腐烂、需求分布广、末端配送频繁,而且其物流系统的运作效率和效益与配送中心的位置密切相关。因此,为了提高物流管理水平,降低物流运作成本,有必要研究符合易腐农产品特征的配送中心选址方法。本文考虑到易腐农产品配送中心的配送能力限制,建立了配送中心选址问题的0-1整数非线性规划模型,提出了嵌入改进表上作业法的混合遗传算法。算例结果表明,利用该模型和算法进行配送中心的选址决策是可行的,也是有效的。但是本文没有涉及不确定环境下的配送中心选址问题,还有待进一步研究这方面的内容。

参考文献:

- [1] RONG A, AKKERMAN R, GRUNOW M. An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 131(1): 421-429.
- [2] ZHANG G, HABENICHT W, SPIEB W E L. Improving the structure of deep frozen and chilled food chain with tabu search procedure [J]. Journal of Food Engineering, 2003, 60(1): 67-79.
- [3] 屈波,杨超,张敏,等.鲜活农产品配送中心设立的成本效益均衡模型[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2006,8(4): 121-124.
- [4] 姜大立,杜文,张拥军.易腐物品物流配送中心选址的遗传算法[J].西南交通大学学报,1998,33(4): 425-429.
- [5] 姜大立,杨西龙.易腐物品配送中心连续选址模型及其遗传算法[J].系统工程理论与实践,2003,23(2): 62-67.
- [6] 丁雪枫,马良,丁雪松.基于模拟植物生长算法的易腐物品物流中心选址[J].系统工程,2009,27(2): 96-101.
- [7] LABUZA T P. Shelf-life dating of foods [M]. Westport: Food & Nutrition Press, 1982.
- [8] 李军.车辆调度问题的分派启发式算法[J].系统工程理论与实践,1999,19(1): 27-33.
- [9] 张莉丽,姚思瑜.一类带单源约束的选址运输问题算法研究[J].运筹与管理,2006,15(4): 60-67.
- [10] 雷英杰,张善文,李续武,等. MATLAB遗传算法工具箱及其应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2005.