

免疫算法在带权值的物流配送中心选址中的应用*

涂艳, 魏延, 杨有

(重庆师范大学 计算机与信息科学学院, 重庆 401331)

摘要:针对物流配送中心选址问题中很少考虑时间因素的问题,提出将配送时间与需求量共同来决定权值的选址模型,使用免疫算法求解带权值的物流配送中心选址问题,并说明了所提出算法具有全局渐近收敛性。通过实例仿真,与不考虑配送时间因素相比,用所提出的模型得到的结果具有更少的最短距离之和(约少了12.68%)以及更少的运行时间,最佳迭代次数约为不考虑配送时间因素下的 $\frac{1}{4}$,从而论证了所提出模型的合理性及有效性。

关键词:免疫算法;权值;配送中心选址;配送时间;需求量

中图分类号:TP18

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2015)05-0107-07

进入21世纪,随着经济和科技的发展、运输条件的改善、网上购物方式的兴起,物流业迅速发展,并成为经济领域中新增长点。美国R.桑普森教授在20世纪70年代后期的研究指出美国当时的物流费用占总费用的30%,而近几年的物流费用占总费用的30%~40%;据国内统计,我国配送成本占物流费用的30%~70%左右,而物流费用占国家GDP的20%左右。因此,大家认为物流业是经济领域的一个全新领域,物流业作为“第三利润源泉”已经越来越受企业界和物流界人士所关注。而在物流业中,物流配送中心的选址问题成为提高利润的关键步骤,已经成为许多专家学者研究的热点问题之一。

针对物流配送中心选址问题,国内外许多学者进行了研究,提出了相应的模型以及求解算法,可以分为连续型模型和离散型模型2类。其中,连续型模型虽然对地点没有特殊限制,但得到的解可能没有实际意义。然而,离散型模型可以克服连续型模型的缺点,利用离散型模型得到的解符合实际,为此也成为当前研究的主流模型,代表有Kuehn-Hamburger模型法^[1],灵活配置法CFLP^[2]、Baumol-wolfe法^[3]以及启发式算法等。由于启发式算法在求解优化问题时,对目标函数没有可微的要求,因此被广泛采用。其中,李昌兵^[4]等考虑物流规划部门和客户双方利益之后,采用双层规划模型,使用进化博弈和多目标优化的思想,提出了基于层次遗传算法的物流配送中心选址策略;郜振华^[5]等在物流配送中心选址中分析了竞争因素,提出了遗传算法在有竞争的物流配送中心选址中的应用;秦固^[6]将物流配送中心选址问题映射成一个聚类的过程,使用蚁群算法来求解,提出了基于蚁群优化的多物流配送中心选址算法;钟聪儿^[7]等分析了农产品物流配送模式,建立了基于农产品配送中心的选址模型,从而提出基于免疫算法与GIS技术的农产品物流配送中心选址;胡伟^[8]等针对传统粒子群算法在求解物流配送中心选址问题时易陷入局部最优及寻优效果不理想的缺点,提出改进粒子群算法在物流配送中心选址中的应用。

文献[1-8]均没有综合考虑配送时间因素在选址中的影响,显然不合理,受文献[9-10,15-17]的启发,综合考虑配送时间和配送需求量为权值,将免疫算法应用到物流配送中心选址问题中,提出了免疫算法在带权值的物流配送中心选址中的应用。

1 物流配送中心选址模型

因为物流配送中心的收益比较慢,且前期投入大,但是对经济的发展具有深远影响,是企业获利的一种新方式,所以选址具有理论的研究价值和广泛的应用前景。下面将介绍问题假设与符号说明、权值的确定以及模型的建立。

* 收稿日期:2014-11-26 修回日期:2015-05-26 网络出版时间:2015-05-15 12:45

资助项目:重庆师范大学博士基金(No. 11XLB047)

作者简介:涂艳,男,研究方向为智能计算与机器学习,E-mail:790147687@qq.com;通信作者:魏延,教授,E-mail:weiyany@cqnu.edu.cn

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20150515.1245.024.html

1.1 问题假设与符号说明

问题假设:

- 1) 物流配送中心的规模容量总可以满足需求点的需求,并由其配送范围内的需求量决定;
- 2) 一个需求点只由一个配送中心供应;
- 3) 不考虑工厂到配送中心的运输费用;
- 4) 在客户可接受的时间内能够将货物送到;
- 5) 从 i 点到 j 点所需的时间与从 j 点到 i 点所需的时间相同;
- 6) 运输时的速度是恒定的。

符号说明:

- 1) R_i :表示第 i 个点的需求量, $i=1,2,3,\dots,n$ (下同), R 表示各个点需求量,为 $1 \times n$ 的行向量;
- 2) w_i :表示第 i 个点的权重, w 表示各个点的权重,为 $1 \times n$ 的行向量;
- 3) d_{ij} :表示 i, j 两点的距离,是一个对称矩阵且主对角元为 0($d_{ii}=0$),认为自己到自己的距离为 0, $j=1,2,3,\dots,n$ (下同);
- 4) v :表示配送时运输货物的速度;
- 5) $\min t_{ij}$:表示从 i 点到 j 点所需的最短时间;
- 6) $\max t_{ij}$:表示从 i 点到 j 点客户可以接受的最长时间;
- 7) t_{ij} :表示从 i 点到 j 点所需的时间(与从 j 点到 i 点所需的时间相同,只考虑从 i 点到 j 点),且 $t_{ii}=0$,因此本文假设 t_{ij} 为一个上三角矩阵;
- 8) δ :是一个大于 0 的数,用于调节时间对权值的影响;
- 9) M_i :表示需求点 i 的距离小于 s 的备选配送中心集合;
- 10) X_{ij} :表示用户与物流中心的服务需求关系,当 $X_{ij}=1$ 时,表示需求点 j 的需求量由配送中心 j 供应,反之,则有 $X_{ij}=0$;
- 11) y_j :表示点是否被选为配送中心,当 $y_j=1$ 时,表示点 j 被选为配送中心,反之,则有 $y_j=0$;
- 12) s :表示新建配送中心离由它服务的需求点的距离上限。

1.2 综合配送时间和需求量确定权值

随着社会的发展,在选址问题中单纯地考虑需求量对选址的影响明显不恰当,不能够准确地描述当前的选址模型。为了更好地刻画选址问题,将配送时间引入,目的是为了与需求量一起共同决定配送时的权值。下面具体介绍基于配送时间和需求量确定权值的方法。总体思想:将配送时间短的配送点,通过下面的方法将提高它对权值的影响。

首先要求得各点所需的最短时间:

$$\min t_{ij} = \frac{d_{ij}}{v}, \quad (1)$$

其次是确定 $\max t_{ij}$,然后考虑在 $[\min t_{ij}, \max t_{ij}]$ 时间区间内,不同 t_{ij} 对权值的影响,如下:

$$f = \begin{cases} w_i = 0, \text{不可送, 如果 } t_{ij} < \min t_{ij} \\ \left(\frac{t_{ij}}{\max t_{ij} - \min t_{ij}} \right) \delta, \text{ 如果 } \min t_{ij} \leq t_{ij} \leq \max t_{ij} \\ w_i = 0, \text{超出可接受的时间, 如果 } t_{ij} > \max t_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

其中在(2)式中,当 $t_{ij} < \min t_{ij}$ 时,是指配送时间比正常情况下需要的最短时间还要小(正常情况下需要的最短时间是两点之间的距离与配送速度之比得到,即(1)式,当出现此种情况时,认为是不可送。当 $t_{ij} > \max t_{ij}$ 时,是指配送时间已经超过配送点可接受的最大时间,在本文中假设 $\min t_{ij}$ 与 $\max t_{ij}$ 之间存在一个 k (正常数)的线性关系,当出现此种情况时,认为配送无意义。因此出现这两种情况时,设置 $w_i = 0$ 。

最后,考虑到 f 是一个对称矩阵,每列记录的是一个点到其余点的时间权值,在综合考虑时间权值的时候,将所得到的 f 矩阵按列求和得到 f_i 。

$$w_i = R_i + f_i \quad (3)$$

1.3 建立模型

通过上述假设,需要从 n 个需求点中找出配送中心并向各需求点配送货物。目标函数是每个配送中心到需

求点的权值和距离的乘积之和最小,即目标函数为:

$$\min Z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in M_i} \omega_i d_{ij} X_{ij}, \quad (4)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{j \in M_i} X_{ij} = 1, \quad i \in N, \quad (5)$$

$$X_{ij} \leq y_j, \quad i \in N, \quad j \in M_i, \quad (6)$$

$$\sum_{j \in M_i} y_j = q, \quad (7)$$

$$X_{ij}, y_j \in \{0, 1\}, \quad i \in N, \quad j \in M_i, \quad (8)$$

$$d_{ij} \leq s, \quad (9)$$

$$\min t_{ij} \leq t_{ij} \leq \max t_{ij}, \quad (10)$$

其中,(5)式可以保证每个需求点只有一个配送中心服务,(6)式保证了需求点的需求量只能被设为配送中心的点供应,(7)式约定了被选配送中心数目,(9)式保证了需求点在配送中心可配送到的范围,(10)式保证了配送时间在客户可以接受的时间范围内。

2 免疫算法求解

免疫算法是受生物免疫系统启发而发展起来的一种智能优化方法,下面将对抗体、亲和力、抗体浓度、期望繁殖率、免疫操作进行说明,并给出算法步骤。

2.1 免疫算法相关术语的量化^[11-14]

在使用免疫算法求解所建立的模型前,需要考虑抗体的表示、亲和力、抗体浓度、期望繁殖率以及免疫操作。

1) 抗体的表示。如果记忆库中的元素非空,即记忆库中存在抗体,那么初始抗体种群就从记忆库中选择生成,相反,记忆库中没有抗体,则在可行解空间中随机产生初始抗体种群。本文采用一种简单易懂的编码方式,即每个所选择的物流配送中心方案用一个长度为 l 的抗体表示,其中 l 的长度代表配送中心的数量,而每个抗体代表被选为配送中心需求点所构成的一个序列。

2) 计算亲和力。亲和力分为抗体与抗原之间的亲和力和抗体与抗体间的亲和力,其中抗体与抗原之间的亲和力用于表示抗体对抗原的识别程度,本文使用的计算抗体与抗原亲和力的函数用 B_v 表示。

$$B_v = \frac{1}{\sum_{i \in N} \sum_{j \in M_i} \omega_i d_{ij} X_{ij} - c \sum_{i \in N} \min\{(\sum_{j \in M_i} X_{ij}) - 1, 0\}}, \quad (11)$$

其中,分母中的第二项表示对违反距离约束的解给予的惩罚,即是一个惩罚项, c 是一个足够大的数。

抗体与抗体间亲和力表示抗体间的相似程度,本文主要是借鉴 Forrest 等提出的 α 位连续方法来计算抗体与抗体之间的亲和力, α 位连续方法其实是匹配的一种方法,它是基于部分匹配的,关键是确定一个 α 代表亲和度的判定阈值。具体定义:如果 2 种编码有超过 α 位或者连续 α 位的编码相同,则表示这 2 种编码近似相同,即 2 种抗体近似相同,相反,少于 α 位编码相同,则表示 2 种抗体不相同。本文不考虑各编码的各种排序,抗体间的亲和力计算公式如下:

$$S_b = \frac{\beta}{l}, \quad (12)$$

其中, β 表示所计算的 2 种抗体间相同的位数有多少, l 表示抗体的长度。

3) 抗体浓度的计算。抗体 v 在种群所有抗体中所占的相似比例表示抗体 v 的浓度,用 C_v ($v=1, 2, \dots, m$) 表示。

$$C_v = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_{vj}, \quad (13)$$

其中, S_{vj} 代表抗体 v 与抗体 j 的相似度,计算方式与求 S_b 的方法相同,先统计出抗体 v 与抗体 j 之间相同的位数,然后除以抗体长度。 m 表示抗体的总数(下同), S_{vj} 是一个 0-1 变量,当 $S_{vj} \geq temp$ 时, S_{vj} 取 1,其他情况 S_{vj} 取 0, $temp$ 是一个预先设定的阈值。

4) 期望繁殖率。期望繁殖率由抗体与抗原间的亲和力和抗体浓度 2 部分共同决定,期望繁殖率用 E 表示, E_v 表示抗体 v 的期望繁殖率。

$$E_v = \lambda \frac{B_v}{\sum_{s=1}^m B_s} + (1 - \lambda) \frac{C_v}{\sum_{s=1}^m C_s}, \quad (14)$$

其中, λ 是一个常数, B_s 的计算方式与 B_v 相同, C_s 的计算方式与 C_v 相同。

5) 免疫操作。本文中使用的免疫操作主要包括: 选择、交叉和变异 3 种。

选择操作: 对种群中的抗体按照各自的生存力进行选择, 采用的是轮盘赌选择的方式进行选择, 个体被选择的期望用(14)式计算得到。

交叉操作: 本文主要是采用单点交叉的方法进行交叉操作。

变异操作: 本文采用随机选择变异位进行变异。

2.2 使用免疫算法求解带权值的配送中心选址算法

根据前面的分析可知, 使用免疫算法求解带权值的配送中心选址算法具体步骤:

1) 首先根据(1)~(3)式计算出综合配送时间与需求量的权值;

2) 初始化基本参数, 种群规模、记忆库容量、迭代次数、交叉概率、变异概率、多样性评价、配送中心数目和配送时间权重调节参数 δ ;

3) 产生初始抗体群, 使用随机函数产生 N 个个体, 并从记忆库中提取 m 个个体构成初始种群, 其中 m 表示记忆库中个体的数量;

4) 抗体多样性评价, 综合亲和度和浓度评价抗体, 得到期望繁殖率;

5) 形成父代种群, 并将初始种群按期望繁殖率进行降序排列, 并取前 N 个个体构成父代种群, 同时取前 m 个个体存入记忆库, 采取精英保留策略;

6) 判断是否满足结束条件, 如满足结束; 反之则继续执行步骤 7) 操作;

7) 产生新的种群, 针对步骤 5) 得到的计算结果对抗体进行选择、交叉、变异操作得到新的种群, 再从记忆库中取出记忆个体, 共同构成新一代种群;

8) 执行步骤 4)。

命题 1 当时间趋于无穷时, 使用免疫算法求解带权值的配送中心选址算法具有全局渐近收敛性。

说明: 因为使用免疫算法求解带权值的配送中心选址算法的第 7 步骤中进行了选址、交叉、变异操作, 在 3 种操作过程中有信息交换和相互学习的行为, 即有“社会协作^[14]”, 以及主动或被动地调节自身的状态以更好地适应环境, 即有“自我适应^[14]”; 最后采取精英保留策略, 即有“竞争^[14]”。从上述描述中可知, 该算法满足群智能算法统一框架中迭代搜索过程中的社会协作、自我适应和竞争 3 个基本条件, 即可以将使用免疫算法求解带权值的配送中心选址算法归到智能算法统一框架中, 由智能优化统一框架算法性能所列出的收敛性结论^[13]可知, 当时间趋于无穷, 基于统一框架的保优性群体智能优化(Population-based intelligent optimization, PIO)算法具有全局渐近收敛性, 即命题 1 成立。

3 实验结果

使用的实例主要是考虑客户的位置信息、配送时间和需求量, 采用一个三元组 $(\phi_j, \varphi_j, \omega_j)$ 来表示第 j 个客户的信息, $j=1, 2, \dots, n$, n 表示客户的数量, ϕ_j 表示客户位置的横坐标, φ_j 表示客户位置的纵坐标, (ϕ_j, φ_j) 表示城市坐标(或是客户位置), ω_j 表示客户的物资需求量与配送时间的综合权值。假设从备选址集合 T 中选取 η 个作为配送中心, $0 \leq \eta \leq n$ 。物流配送中心备选址的集合用 T 表示。

$$T = \{(\phi_1, \varphi_1, \omega_1), (\phi_2, \varphi_2, \omega_2), \dots, (\phi_j, \varphi_j, \omega_j), \dots, (\phi_n, \varphi_n, \omega_n)\} \quad (15)$$

运行环境: 处理器 AMD Sempron Dual Core Processer 2100, 1.81 GHz, 内存: 3.00 GB, Windows XP 系统, Matlab 版本: Matlab R2012b(下同)。

在进行验证之前, 需要对测试参数进行选取, 主要的参数包括: 种群规模、记忆库容量、迭代次数、交叉概率、变异概率、多样性评价参数以及 δ 。

参数选取的评价指标主要包括 2 个:

1) 选取的参数应该使得所运输的距离之和较小。

2) 所选取的参数应该有较快的收敛速率。

设置的参数具体如下表 1 参数选取表所示。

表 1 参数选取表

参数名称	取值
种群规模	50
记忆库容量	10
迭代次数	100
交叉概率	0.6
变异概率	0.3
多样性评价参数	0.95
δ	2

算例描述:主要是配送点坐标(单位:km)、时间矩阵(单位:h)、客户可接受的最长时间取值(单位:h)、运输速度(单位:km/h)、需求量(单位:件)、配送中心数目。

表 2 配送点坐标

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
坐标	(2 935, 3 240)	(3 639, 1 315)	(3 394, 2 643)	(3 712, 1 399)	(3 488, 1 535)	(2 562, 1 756)	(2 788, 1 491)	(2 381, 1 676)	(2 778, 2 862)	(3 715, 1 678)

假设时间矩阵 $t_{ij} = [0 \ 60 \ 70 \ 61 \ 59 \ 54 \ 55 \ 80 \ 90 \ 96; 0 \ 0 \ 28 \ 2 \ 5 \ 10 \ 9 \ 15 \ 20 \ 28; 0 \ 0 \ 0 \ 25 \ 23 \ 28 \ 35 \ 32 \ 40 \ 45; 0 \ 0 \ 0 \ 4 \ 10 \ 12 \ 15 \ 20 \ 28; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 6 \ 10 \ 22 \ 30 \ 35; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 8 \ 28 \ 35 \ 40; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 25 \ 30 \ 35; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 7 \ 13; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 5; 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$; $\max t_{ij} = 1.5 \min t_{ij}$; $R = [30, 100, 90, 80, 70, 70, 20, 90, 50, 70]$; $v = 50$ 。

根据(1)、(2)和(3)式以及对应假设,可以求出融入配送时间以及货物需求量的权值矩阵 $w = [145.076 \ 2 \ 134.929 \ 8 \ 133.669 \ 6 \ 111.880 \ 1 \ 108.133 \ 0 \ 116.02 \ 67 \ 42.962 \ 2 \ 93.068 \ 4 \ 50.662 \ 3 \ 70.000 \ 0]$;

在不考虑配送时间的情况下,根据算法步骤,随机试验 3 次,结果如表 3 和图 1 所示。

考虑时间的情况下,根据算法步骤,随机试验 3 次,结果如表 4 和图 2 所示。

由表 3 和表 4 可知,在只考虑需求量为权值与综合考虑配送时间和需求量为权值的选址结果不相同。前者选取编号为 3,4,8 的城市作为配送中心,后者选取编号为 1,4,6 的城市作为配送中心。后者的最短距离之和要比前者的计算结果更少,大约少了 12.68%。再从运行时间与最佳迭代次数来看,后者得到的结果更优,其中最佳迭代次数只有前者的 $\frac{1}{4}$ (最好的情况下),后者的运行时间均比前者要少,由此说明综合配送时间和需求量为权值的模型具有较好的收敛性。另外,从图 1 和图 2 收敛曲线以及配送路线来看,在考虑迭代次数与适应度

表 3 不考虑配送时间的实验结果

试验编号	最短距离之和/km	运行时间/s	最佳迭代次数/次	选取的配送中心编号
01	2 704	24.411 411	8	{8,3,4}
02	2 704	24.488 368	3	{3,4,8}
03	2 704	24.367 124	8	{4,3,8}

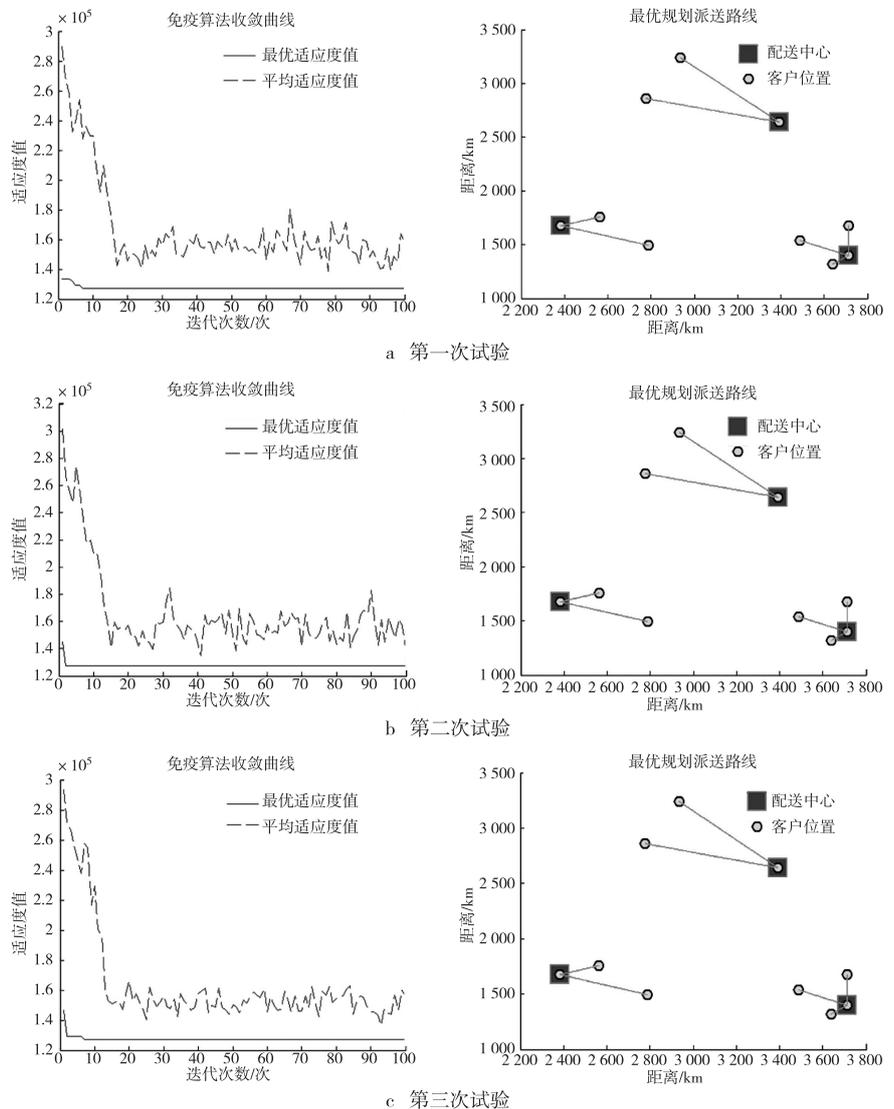


图 1 不考虑配送时间-随机试验收敛曲线以及配送路线

表 4 考虑配送时间的实验结果

试验编号	最短距离之和/km	运行时间/s	最佳迭代次数/次	选取的配送中心编号
01	2 361	23.522 065	2	{6,1,4}
02	2 361	23.665 342	2	{1,6,4}
03	2 361	23.454 448	3	{4,6,1}

值的关系时,综合配送时间和需求量为权值的模型在使用免疫算法求解过程中具有较快的收敛速率。

在当前物流配送中,将配送时间因素考虑在其中,使得模型更好地符合实际情况。通过实例表明:与单纯考虑需求量为权值的选址模型相比,综合考虑配送时间和需求量为权值的选址模型得出的结果具有更少的配送距离之和,以及具有更好的收敛速率和较少的迭代次数。由此说明将免疫算法应用在本文所提出的模型中有实际应用价值,能够通过此模型,较快地求解出合理的物流配送中心的客户位置坐标,使之具有更少配送距离之和。

4 小结

随着经济和科学技术的发展,时间因素在物流配送中心选址问题中扮演者重要的作用,基于此,本文提出将配送时间与需求量共同决定配送权值的物流配送中心选址模型,并给出了具体的求解权值模型,以及使用免疫算法求解配送中心选址问题的算法步骤,说明了所提出算法具有渐进收敛性,最后通过实例仿真,从算法求出的最短距离之和、运行时间和最佳迭代次数评价了所提出的模型,证明了所提出模型的合理性、有效性。

参考文献:

- [1] Kehn A, Hamburser M. A Heuristic program for location warehouses[J]. Management Science, 1963(6): 643-666.
- [2] Aikens C H. Facility location models for distribution planning[J]. European Journal of Operational Research, 1985, 22(3): 263-279.
- [3] Baumol W, Wolfe P A. Warehouse location problem[J]. Operation Research, 1958, 6(2): 252-263.
- [4] 李昌兵, 杜茂康, 曹慧英. 基于层次遗传算法的物流配送中心选址策略[J]. 计算机应用研究, 2012, 29(1): 57-58, 79.
- [5] Li C B, Du M K, Cao H Y. Location strategy of logistics distribution centers based on hierarchical genetic algorithm [J]. Application Research of Computers, 2012, 29(1): 57-58, 79.
- [6] 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.
- [7] Qin G. Logistics distribution center allocation based on ant colony optimization [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2006, 4: 120-124.
- [8] 钟聪儿, 邱荣祖. 基于免疫算法与 GIS 技术的农产品物流配送中心选址[J]. 江南大学学报, 2011, 10(2): 162-167.
- [9] Zhong C E, Qiu R Z. Centers location of agriculture products logistics distribution based on immunity algorithm and

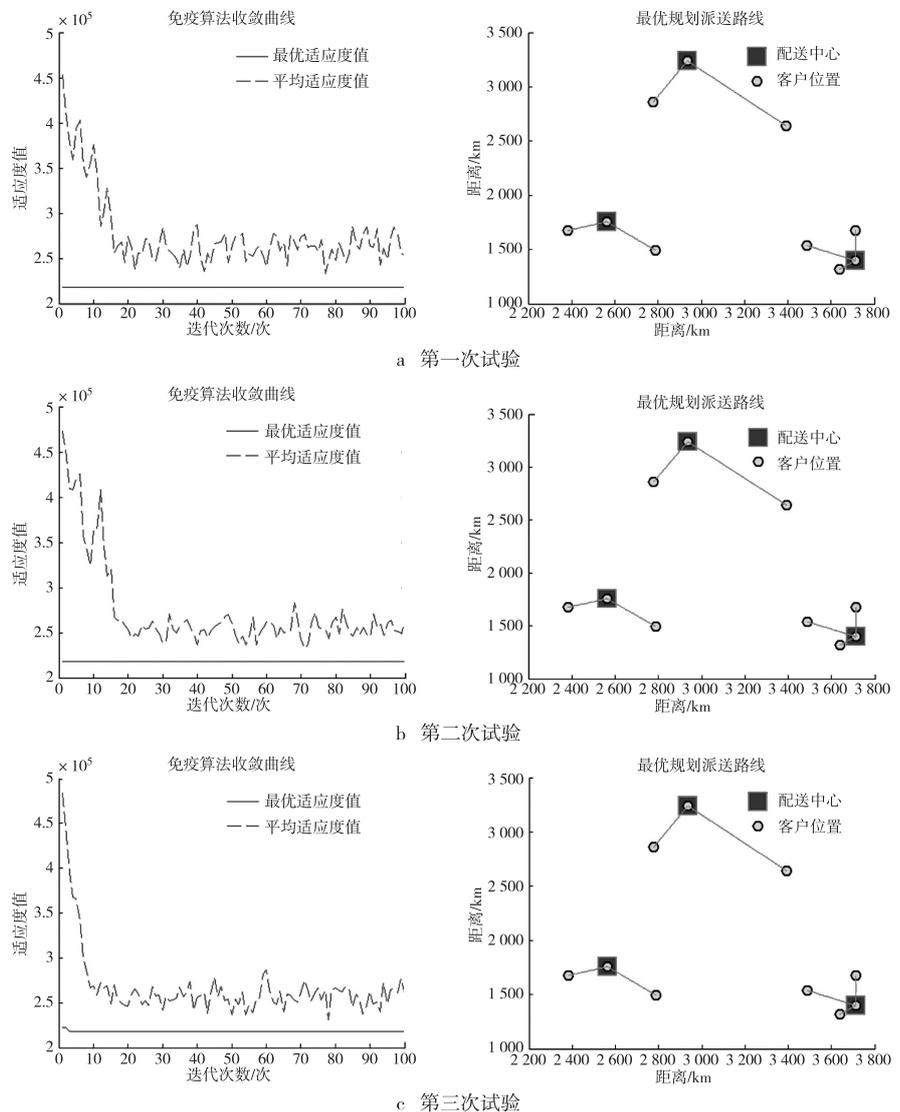


图 2 考虑配送时间-随机试验收敛曲线以及配送路线

- GIS[J]. Journal of Jiangnan University: Natural Science, 2011, 10(2):162-167.
- [8] 胡伟,徐福缘,台德艺,等. 基于改进粒子群算法的物流配送中心选址策略[J]. 计算机应用研究, 2012, 29(12):4489-4491.
Hu W, Xu F Y, Tai D Y, et al. Selection of logistics distribution center location based on improved particle swarm optimization[J]. Application Research of Computers, 2012, 29(12):4489-4491.
- [9] 林珊,段复建. 一个物流配送中心选址模型及其算法[J]. 吉首大学学报:自然科学版, 2012, 33(6):29-32.
Lin S, Duan F J. Model of the logistics distribution center location and its algorithm[J]. Journal of Jishou University: Natural Science, 2012, 33(6):29-32.
- [10] 王晓博,李一军. 电子商务环境下物流配送中心选址决策研究[J]. 计算机工程与应用, 2006, 36:176-178, 232.
Wang X B, Li Y J. Research on logistics distribution center location model and evaluation under electronic commerce[J]. Systems Engineering-theory Methodology Applications, 2006, 36:199-204.
- [11] Mobini M, Mobini Z, Rabbani M. An artificial immune algorithm for the project scheduling problem under resource constraints[J]. Applied Soft Computing, 2011, 11:1975-1982.
- [12] 邵振华. 配送中心选址模型与算法研究[D]. 南京:东南大学, 2005.
Gao Z H. Research on the location models and algorithms of distribution centers[D]. Nanjing:Southeast University, 2005.
- [13] 史峰,王辉,郁磊,等. Matlab 智能算法 30 个案例分析[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2011.
Shi F, Wang H, Yu L, et al. Matlab intelligence algorithm 30 cases analyze[M]. Beijing: Beihang University Press, 2011.
- [14] 王凌,刘波. 微粒群优化与调度算法[M]. 北京:清华大学出版社, 2008.
Wang L, Liu B. Particle swarm optimization and scheduling algorithm[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.
- [15] 董开帆,干宏程,张慧珍. 考虑经济性和时效性的配送中心选址模型研究[J]. 上海理工大学学报, 2013, 35(4):336-339, 344.
Dong K F, Gan H C, Zhang H Z. Distribution center location model based on economics and timeliness[J]. Journal of Shanghai University of Science and Technology, 2013, 35(4):336-339, 344.
- [16] 陈磊,霍永亮,霍波陶. 基于混合遗传算法的物流车辆调度优化[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版, 2015, 32(2):7-12.
Chen L, Huo Y L, Huo B T. Vehicle schedule optimization of logistics based on combinational genetic algorithm[J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science, 2015, 32(2):7-12.
- [17] 蹇旭,张高亮. 基于概率感知模型和量子粒子群算法的移动节点部署[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版, 2014, 31(5):110-115.
Jian X, Zhang G L. Sensor node deployment based on probability sensor model and Quantum particle swarm algorithm[J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science, 2014, 31(5):110-115.

The Application of Weighted Logistics Distribution Center Location Based Immune Algorithm

GAN Yan¹, WEI Yan^{1,2}, YANG You¹

(1. College of Computer and Information Science, Chongqing Normal University;

2. Department of Science Research, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: Aiming at fewer considered time factor in the logistics distribution center location, a new location model has been proposed which has synthesized distribution time and quantity demanded to decide weighted, via immune algorithm to solve weighted logistics distribution center location, what's more, the convergence of proposed algorithm has been described. By means of examples to get distribution center location coordinates, compared with no considering distribution time, our way has shorter sum of distance (about less than 12.68%) and little running time in terms of algorithm, the best iteration times is a quarter of no considering distribution time, then demonstrate that the proposed model is reasonable and efficacious.

Key words: immune algorithm; weight; logistics distribution center location; distribution time; quantity demanded

(责任编辑 游中胜)