基于改进遗传算法的二级分销网络优化模型及求解*

先　强[1,2]，刘卫宁[1]
(1. 重庆大学 计算机学院，重庆 400044；2. 重庆师范大学 数学与计算机科学学院，重庆 400047)

摘　要：在分销中心选址中考虑设施成本、运输成本、库存成本等要素，以分销中心服务水平为约束条件，提出了随机需求下一个供应商、多个分销中心、多个分销商的二级分销网络的优化模型。采用改进的遗传算法来求解模型，建立了一种精简的编码方式，有效降低了染色体的存储空间。构造了一种随进化代数动态调整的非线性适应度函数，遗传算子采用进化($\mu+\lambda$)选择，混合杂交和混合变异方式，从而有效地避免算法的早熟现象，提高了算法的运行效率。最后数值模拟的结果验证了在随机需求下二级分销网络的优化模型的正确性和算法的有效性。

关键词：二级分销网络；优化；选址；遗传算法
中图分类号：TP181　　文献标识码：A　　文章编号：1672-6693(2008)03-0036-06

在目前面向客户的制造环境中，企业的驱动力已由生产转向分销和服务，因此分销网络优化设计成为提高客户满意度和增强企业竞争力的重要途径之一。在分销网络中，设施的选址决定了整个系统及其它层次的结构；反过来，系统的其它层次(库存、运输等)的规划又会影响选址决策。因此，有必要将设施选址、库存控制和运输管理这些问题集成在一起进行考虑，从而使得分销企业能取得最大利润。

许多文献对分销网络优化这一问题的相关方面做了深入的研究。Eppen 研究了一个供应商，一个分销中心，多个零售店的供应链二级分销网络模型。在假设各零售店的需求服从正态分布、分销中心和零售店的提前期为常数的前提下，提出了 E-S 模型，并得出了近似最优解[1]。Erkip 考虑了各零售店的需求的时间相关性和各零售店之间需求的相关性，提出了扩展 E-S 模型[2]。后来 Lee 应用 E-S 模型分析供应链管理中延迟问题的利弊，提出了供应链分销网络模型[3]。以上文献中的供应链分销网络模型中都侧重于系统库存的优化，没有考虑运营分销中心的固定成本和运输方式对整个供应链分销网络成本的影响。Burns 等使用分析的方法研究了单发点多收点物流网络的联合库存和运输最小费用问题[4]。Mason 研究了供应链中的仓库和运输的整合问题，根据运输的在途信息来减少装卸货的等待时间及如何减少处理费用合理进行作业[5]。但他们没有考虑各级库存的服务水平约束，还不能满足实际的需要。

本文综合考虑了设施选址、运输管理、库存控制策略、服务水平等决策要素，将这些要素应用在分销中心的选址过程中，提出了随机需求下的二级分销网络的优化模型，并用改进的遗传算法[6-7]对模型进行了模拟计算，通过实例验证了算法的有效性，算例结果表明所提出的模型和算法对随机需求下二级分销网络的优化是有效的。

1 二级分销网络优化模型

分销网络优化问题属于选址-分配(LA)问题，求其最优解很困难，特别是多层多节点问题。在求解这类问题通常假设需求是常数，这主要为了简化模型中库存成本和缺货成本对整个供应链分销网络的影响。本文将分销网络的设施成本、运输成本、库存成本和缺货成本考虑到优化模型中，在需求是随机变量、分销中心容量受限制条件下实现分销网络系统成本最小化，对二级分销网络的优化进行建模、分析。

制造企业中比较有代表组织形式的为二级分销网络，隶属于垂直分销网络系统。为了加强分销环节的管理，考虑在一些符合基本条件的待选地点中选择性建立大型分销中心，而在各个客户区自建区

---

* 收稿日期：2008-03-06
资助项目：科技部国家科技支撑计划(No. 2006BAH02A16)
作者简介：先强(1978-)，男，讲师，硕士研究生，研究方向为现代物流与系统优化。通讯作者：刘卫宁，Email：lwn@cqu.edu.cn

域性的分销点进行产品分销。二级分销网络中工厂、分销中心和分销点的对应关系如图1所示。

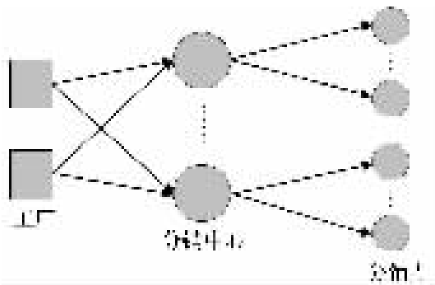

图1 二级分销网络结构

分销网络优化主要研究的内容包括以下方面:分销中心最佳的位置和数量;分销中心与分销点的对应服务关系;分销中心的实际容量和服务水平;分销中心的安全库存和最大库存水平。因此,企业分销网络的总成本需要考虑分销中心的订货成本、库存持有成本和缺货成本,系统运输成本,以及建立和经营分销网络的固定费用。

1.1 符号涵义

1)下标集符号含义

I——备选的分销中心集合。$i \in I, I = \{1, 2, \cdots, m\}$,$m$为备选分销中心的数量;

J——需要服务的分销点集合。$j \in J, J = \{1, 2, \cdots, n\}$,$n$为分销点的数量。

2)常量符号含义

f_i——经营分销中心i的固定费用;

B_i——分销中心i的容量;

L_i——分销中心i的订货提前期;

a_i——从工厂到分销中心i间的单位运输成本;

o_i——分销中心i的每次订货成本;

h_i——产品在分销中心i的存储费率;

p_i——分销中心发生缺货时的惩罚成本;

μ_j——单位时间内分销点j订货量的数学期望;

σ_j——单位时间内分销点j订货量的标准方差;

b_{ij}——从分销中心i到分销点j之间的单位运输成本;

TSL_i——分销中心i提供的目标服务水平。

3)决策变量符号含义

X_{ij}——是否由分销中心i为分销点j提供服务。$X_{ij}=1$表示i为j服务,$X_{ij}=0$表示i不为j服务;

Y_i——是否在备选点i建立分销中心。$Y_i=1$,表示建立分销中心,$Y_i=0$表示不建立分销中心;

k_i——分销中心i的安全库存系数。

1.2 模型假设

1)工厂和分销点的地址已经确定,并且工厂有足够的供应能力。

2)分销中心可以向多个分销点供货,而每个分销点只能由一个分销中心供货,分销中心的容量有限制。

3)运输费用与运输量成正比,运输费用与运输距离成线性关系。

4)分销中心与工厂之间的订货提前期是确定的,订货的分销中心能及时地为分销点补充库存,且分销中心持有安全库存。分销点仅持有循环库存,且不考虑分销点库存成本。

5)考虑到实际情况,各分销点的日需求量是随机的,服从正态分布$N(\mu_j, \sigma_j^2)$,分销点之间需求相互独立。可知分销中心的日需求量也服从正态分布$N(\mu_{wi}, \sigma_{wi}^2)$,提前期$L_i$内分销中心的需求量同样也服从正态分布$N(L_i\mu_{wi}, L_i\sigma_{wi}^2)$。其中,$\mu_{wi} = \sum_{j=1}^{n} \mu_j X_{ij}$,$\sigma_{wi}^2 = \sum_{j=1}^{n} \sigma_j^2 X_{ij}$。

6)分销中心采用连续检查的(s, S)库存策略,当库存降到s时,分销中心发出订货量为[$(S-s)$+提前期平均需求]的订单。根据连续检查库存理论的有关定义,可得分销中心相关的库存参数。

安全库存:$ss_i = k_i \cdot \sqrt{L_i}\sigma_{wi}$

订货点:$s_i = ss_i + L_i\mu_{wi} = k_i \cdot \sqrt{L_i}\sigma_{wi} + L_i\mu_{wi}$

订货量:$Q_i = S_i - k_i \cdot \sqrt{L_i}\sigma_{wi}$

平均库存:

$$I_i = Q_i/2 + ss_i = (S_i + k_i \cdot \sqrt{L_i}\sigma_{wi})/2$$

订货周期的平均缺货量:

$$ES_i = \sqrt{L_i}\sigma_{wi}\varphi(k_i) + k_i\sigma_{wi}\Phi(k_i) - k_i\sigma_{wi}$$

式中,$f(x_i)$为分销中心在提前期内需求量的概率密度函数,$x_i \sim N(L_i u_{wi}, L_i\sigma_{wi}^2)$,$\Phi(\cdot)$为标准正态分布的概率分布函数,$\varphi(\cdot)$为标准正态分布的概率密度函数。

服务水平用无缺货概率来衡量,即

$$ESL_i = \int_{-\infty}^{S_i} f(x_i)\,\mathrm{d}x_i = \Phi(k_i)。$$

1.3 模型建立

通过对二级分销网络的成本分析,系统总成本包括:建立和经营分销中心的固定成本,工厂到分销中心的运输费用,分销中心到分销点的运输费用,分销中心的库存持有成本,分销中心的订货成本和缺货成本。

$$TC = \sum_{i=1}^{m} f_i \cdot Y_i + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_i \cdot \mu_j \cdot X_{ij} +$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}\cdot\mu_j\cdot X_{ij}+\sum_{i=1}^{m} h_i\cdot(S_i+k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi})/2+$$
$$\sum_{i=1}^{m} o_i\cdot\mu_{wi}/(S_i-k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi})+$$
$$\sum_{i=1}^{m} p_i\cdot(\sqrt{L_i}\sigma_{wi}\varphi(k_i)+k_i\sigma_{wi}\Phi(k_i)-k_i\sigma_{wi}) \quad (1)$$

S_i 可以通过对系统总成本求导数获得。由于系统总成本函数是连续的，对其求关于 S_i 二阶导数，可得 $\mathrm{d}^2TC/\mathrm{d}S_i^2=\dfrac{o_i\cdot\mu_{wi}}{(S_i-k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi})^3}>0$，可知系统总成本函数是一个关于 S_i 的下凸函数。令 $\mathrm{d}TC/\mathrm{d}S_i=\dfrac{h_i}{2}-\dfrac{o_i\cdot\mu_{wi}}{(S_i-k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi})^2}=0$，可得

$$S_i=\sqrt{\frac{2o_i\cdot\mu_{wi}}{h_i}}+k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi} \quad (2)$$

将(2)式代入(1)式，可以建立一个二级分销网络的最小成本优化模型。其表达式为

$$\mathrm{Min}\ \{\sum_{i=1}^{m} f_i\cdot Y_i+\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_i\cdot\mu_j\cdot X_{ij}+$$
$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}\cdot\mu_j\cdot X_{ij}+\sum_{i=1}^{m}(\sqrt{2h_i\cdot o_i}\cdot\sqrt{\mu_{wi}}+$$
$$\sum_{i=1}^{m} h_i\cdot k_i\cdot\sqrt{L_i}\sigma_{wi}+$$
$$\sum_{i=1}^{m} p_i\cdot(\sqrt{L_i}\sigma_{wi}\varphi(k_i)+k_i\sigma_{wi}\Phi(k_i)-k_i\sigma_{wi})\}$$

s. t.

$$\Phi(k_i)\geqslant TSL_i \quad (\forall i\in I) \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{2o_i}{h_i}\sum_{j=1}^{n}\mu_j X_{ij}}+k_i\sqrt{L_i\sum_{j=1}^{n}\sigma_j^2 X_{ij}}\leqslant B_i(\forall i\in I) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij}=1 \quad (\forall i\in I) \quad (5)$$

$$X_{ij}\leqslant Y_i \quad (\forall i\in I,\forall j\in J) \quad (6)$$

$$X_{ij},Y_i\in\{0,1\} \quad (\forall i\in I,\forall j\in J) \quad (7)$$

$$\mu_{wi}=\sum_{j=1}^{n}\mu_j X_{ij} \quad (\forall j\in J) \quad (8)$$

$$\sigma_{wi}^2=\sum_{j=1}^{n}\sigma_j^2 X_{ij} \quad (\forall j\in J) \quad (9)$$

约束(3)表示分销中心的服务水平不能低于目标值。约束(4)表示分销中心的最大库存水平不能超过其容量。约束(5)表示每个分销点仅有一个分销中心为其提供服务。约束(6)表示只有开设的分销中心才能向分销点提供服务。约束(7)是标准的整数约束。约束(8)表示分销中心的需求期望是其所服务的分销点的需求期望之和。约束(9)表示分销中心的需求方差是其所服务的分销点的需求方差之和。

2 模型求解

二级分销网络的选址优化问题是一个 N-P hard 问题，采用传统的启发式算法很困难。遗传算法可以提供求解复杂优化问题的通用框架，它不依赖于问题的具体领域，对问题的种类有很强的鲁棒性[8]。因此，采用遗传算法对分销网络优化模型求解。

2.1 编码策略

通过对模型中的决策变量进行分析，Y_i 表示“选中或不选中”的逻辑性问题，宜采用 0、1 的二进制编码；X_{ij} 表示“分配对应关系”的问题，可采用符号编码；k_i 表示的是“量为多少”的数值类型，宜采用浮点数编码。用连续的整数为每一个分销中心赋一个 ID 号，字符串的长度为备选分销中心个数，Y_i 代表是否建立分销中心，Y_i 取值为 1 表示建立分销中心，为 0 表示不建立分销中心。X_{ij} 代表分销中心 i 为分销点 j 提供产品，取值为 m 表示分销点 j 被 ID 号为 m 的分销中心 Y_i 提供产品。

通过以上分析，可知编码位串的长度为 $(m*2+n)$，m 为备选分销中心的数量，n 为分销点数量。值得注意的是，X_{ij}、Y_i、k_i 虽然性质不一样，但它们却是密切相关的，Y_i 取值的变化决定了 X_{ij} 和 k_i 的变化。只有当 $Y_i=1$ 时，k_i 才不为 0；当 $Y_i=0(i=mx)$ 时，X_{ij} 的编码不会取值为 mx，且 $k_i(i=m)$ 为 0。实际含义就是，只有某分销中心被选中，它才可能向分销点提供服务，才能够根据库存特点确定安全库存系数。

例如，有 4 个分销中心，10 个分销点，其中选择在 2、3、4 号点建立分销中心，2 号分销中心为 1、2、3、5 号分销点提供服务，3 号分销中心为 6、7、9、10 号分销点提供服务，4 号分销中心为 4、8 号分销点提供服务，采用的混合编码为 {0,1,1,1,2,2,2,4,2,3,3,4,3,3,0,k2,k3,k4}。可以看出，通过混合编码方式，在很大程度上减少了编码长度，随着问题规模的扩大，编码的长度只按多项式方式增长，能够处理大规模的优化问题。

2.2 适应度函数

适应度函数是评价群体中个体好坏的标准，是模拟自然选择的唯一依据。从而适应度函数选取的优劣直接影响遗传算法的收敛速度及能否找到最优

解。为了防止特殊个体的适应度值超常(如很大)而误导群体的发展方向,以及算法后期搜索迟钝,考虑构造具有随进化代数动态调整的非线性适应度函数

$$F'(x)=\frac{[\sqrt[n]{t}]}{G(x)}$$

式中,$F'(x)$ 为非线性适应度函数;$G(x)$ 是经过无约束处理后得到的目标函数;$[Q]$ 表示取值不大于 Q 的整数值;$n=1+\ln T$,T 为根据问题复杂程度设定的最大进化代数,考虑个体位串长度及算法运行耗费,最大进化代数 T 设定为200;t 为当前的进化代数。因此,此进化代数范围内的适应度函数都可以动态调整个体适应度。通过改进的非线性适应度函数,可以扩大个体之间的差异,保持群内的多样性,并且简单易于实现。

2.3 遗传算子操作

1)选择 标准遗传算法常采用轮盘赌选择策略来挑选子个体,虽然实现简单,但容易引起早熟收敛和搜索迟钝问题。本算法采用进化($\mu+\lambda$)选择方法,可以有效地避免遗传算法的早熟现象,防止其很快收敛到局部最优解,提高算法搜寻到全局最优解的机会[9]。该方法为确定性选择过程,从父代(μ 个)和子代(λ 个)中选取最好的染色体,并且禁止从种群中选取相同染色体。如果选择结果不足 μ 个,则按照初始产生种群个体的方式随机产生来补足。

2)交叉 标准遗传算法采用单点杂交,这种方法不利于种群的多样性,容易陷入局部最优。本算法中采用单点交叉、算术交叉和启发式交叉三种交叉方式,其在总交叉次数中所占比例依次为3∶3∶4,这样既保持了父本的优良基因,又在进化过程中大大地提高了种群中个体的平均性能。算术交叉是指由两个个体的线性组合而产生出两个新的个体,对于两个向量的父个体 x_1 和 x_2,随机产生[0,1]间的随机数 a,产生子个体组合如下:$x'_1=ax_1+(1-a)x_2$,$x'_2=ax_2+(1-a)x_1$。启发式交叉则是对两个个体中的较优个体进行线性外推,对于两个父个体 x_1、x_2,若 x_1 的性能优于 x_2,则随机产生[0,0.5]间的随机数 α、β,得两个子个体为:$x'_1=\alpha(x_1-x_2)+x_1$,$x'_2=\beta(x_1-x_2)+x_1$。运用上述任意一种方式进行交叉时,需判断子个体与父个体的适应度,从中选出两者中最优者作为最终子个体加入新的种群中。

3)变异 标准遗传算法的变异算子采用均匀变异,这种算子在突破局部最优方面有比较好的效果,但是如果算法已经找到了最优解附近的解,该方法可能使搜索跳到其它位置,因此找到最优解要花较长的时间。鉴于这种情况,本算法将均匀变异、边界变异和非均匀变异三种变异算子组合在一起,其在总变异次数中所占比例分别为2∶4∶4,这样既可防止优良基因因为变异而遭破坏,又可在陷入局优解时为种群引入新的基因。均匀变异是指分别用区间[$xa1$,$xa2$]或[$ya1$,$ya2$]内均匀分布的随机数,以某一较小的概率来替换个体编码串中各个基因座上的原有基因值,从而产生子个体。边界变异则是随机选择个体的一个基因,然后随机用一个区间边界值[$xa1$,$xa2$]或[$ya1$,$ya2$]代替,生成子个体。非均匀变异的具体操作过程与均匀变异相类似,主要是为了克服均匀变异不便于对某一重点区域进行局部搜索的缺陷,而对原有基因值施加随机扰动,以扰动后的结果作为变异后的新基因值。

2.4 对约束的处理

由于该供应链分销网络优化模型有个多约束条件,遗传算法在解决优化的约束问题时,通常将约束条件转化为无约束优化问题处理,较常采用的处理方法是罚函数法[10]。

采用约束的平方项作为罚函数,则约束条件(3)的罚函数为 $Px1=p1\sum_{i=1}^{m}(TSL_i-\Phi(k_i))^2$,约束条件(4)的罚函数为

$$Px2=p2\sum_{i=1}^{m}\left[\sqrt{\frac{2o_i}{h_i}\sum_{j=1}^{n}\mu_j X_{ij}}+k_i\sqrt{L_i\sum_{j=1}^{n}\sigma_j^2 X_{ij}}-B_i\right]^2$$

其中 $p1$ 和 $p2$ 为罚函数系数。约束条件(5)、(6)、(7)在编码时已经解决。约束条件(8)、(9)为等式,代入目标函数即可。因此,将罚函数加入到目标函数中,转化为无约束优化目标函数 $f(X_{ij},Y_i,k_i)=f(X_{ij},Y_i,k_i)+Px1+Px2$。

3 计算实例及分析

假设某零配件生产企业的分销网络由1个工厂,4个备选分销中心,12个分销点构成($m=4$,$n=12$)。为降低成本及加强对生产-分销环节的管理,决定优化设计二级分销网络,选择在大中城市建立大型分销中心。工厂到分销中心的运输成本为0.1元/(t·km),分销中心到分销点的运输成本为0.28元/(t·km)。相关数据如表1~3所示。

表 1　分销中心相关参数

分销中心	I1	I2	I3	I4
固定成本/(元·d^{-1})	3200	3100	3050	3200
中心最大容量/t	400	450	420	430
库存成本/(元·t^{-1})	15.8	15.2	14.9	14.7
订货成本/(元·次$^{-1}$)	3600	3540	3580	3650
缺货成本/(元·t^{-1})	3.3	3	3.2	2.9
补货运输距离/km	1581	1289	1087	1412
订货提前期/d	5	7	6	7
服务水平	0.95	0.95	0.92	0.94

根据以上实际问题，种群规模 M 取 30，交叉概率 P_c 取0.75，变异概率 P_m 取0.03，通过改进的遗传算法进行求解。在 CPU 为2.2 G，内存为512 MB 的 PC 上编制 VC + + 程序进行实验，程序运行时间 10 s，最佳个体出现在 65 代，最优目标函数值为 99564，最优的分销网络如表 4 所示。

另外，通过进行仿真实验，将采用的改进遗传算法和标准遗传算法进行对比分析，计算不同规模的问题，其运算结果如表 5 所示。结果表明，使用的改进遗传算法能较好地防止早熟收敛和搜索迟钝，运算速度快，稳定性好，尤其在计算大规模问题中具有较大优势。

表 2　分销点需求　　t

分销点	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
需求期望	45	52	37	41	23	57	24	46	31	58	26	44
需求方差	6	4	3	5	4	6	3	3	5	6	3	4

表 3　分销中心与分销点之间的距离　　km

	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
I1	36	157	213	124	224	357	358	346	431	344	526	462
I2	44	58	113	123	142	241	346	457	324	523	141	357
I3	423	346	99	357	431	83	131	124	146	126	258	243
I4	842	661	431	122	375	345	323	137	241	352	145	153

表 4　最优分销中心及其对应的分销点

分销中心	I1	I2	I3	I4
分销点	—	J1,J2,J3,J5	J6,J7,J9,J10	J4,J8,J11,J12
分销中心安全库存系数	—	1.66	1.42	1.57
分销中心最大库存量/t	—	399	391	398

表 5　对比分析

算法	对比项	分销中心/分销点			
		$m=3,n=8$	$m=5,n=12$	$m=6,n=20$	$m=8,n=40$
标准遗传算法	运算时间/s	7.2	15.6	25.4	52.7
	平均收敛代数	61	97	137	178
改进遗传算法	运算时间/s	4.1	8.3	11.5	20.3
	平均收敛代数	40	62	84	102

4 结论

对分销企业而言，网络中的设施选址是最重要的物流均衡战略规划问题。本文从分销中心的服务水平入手，通过对分销中心的选址及供货分配进行优化，构建了随机需求下二级分销网络的优化模型，使得分销网络选址的决策更加科学。该模型将分销网络的设施成本、运输成本、库存成本和缺货成本考虑到优化模型中，采用改进的遗传算法对问题进行求解。在求解中采用了精简的混合编码方法，改进了适应度函数，通过优化遗传算子，有效地避免算法的早熟现象，使算法能较快地达到全局最优解或近似全局最优解，从而可实现较大规模的二级分销网络的优化问题求解。

参考文献：

[1] EPPEN G, SCHRAGE L. Centralized Ordering Policies in a Multi-level Inventory Systems with Stochastic Demand [M]. Amsterdam, North-Holland, 1981.

[2] ERKIP N, HAUSMAN W H, Nahmias S. Optimal Centralized Ordering Policies in Multi-echelon Inventory Systems with Correlated Demands [J]. Management Science, 1990, 36(3):381-392.

[3] LEE H L. Effective Inventory and Service Management through Product and Process Redesign [J]. Operations Research, 1996, 44(1):151-159.

[4] BUMS L D, HALL R W. Distribution Strategies that Minimize Transportation and Inventory Costs [J]. Operation Research, 1985, 33 (3): 469-490.
[5] MASON S J. Integrating the Warehousing and Transportation Functions of the Supply Chain [J]. Transportation Research, 2003, 39 (5): 141-159.
[6] 王礼刚, 左源瑞, 李盛瑜. 一种基于改进型遗传算法的关联规则提取算法及其应用[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2006, 23 (2): 42-45.
[7] 毛顺兵, 程小平. 一个用于前向网络权值学习的改进型遗传算法[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2002, 27 (1): 35-38.
[8] CHURCH R L, REVELLE C. Maximal Covering Location Problem [J]. Papers of the Regional Science Association, 1974 (32): 101-118.
[9] MITSUO G, CHENG R W. Genetic Algorithms and Engineering Optimization [M]. NY: John Wiley & Sons, 2001.
[10] 玄光男, 程润伟. 遗传算法与工程优化[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

Optimization Model for a Bi-level Distribution Network and its Improved Genetic Algorithm-based Solution

XIAN Qiang[1,2], *LIU Wei-ning*[1]
(1. College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044;
2. College of Mathematics and Computer Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: With a comprehensive consideration of the facilities fixed costs, transportation costs, inventory costs, and other factors of the distribution center location, under the restriction of service levels at the distribution centers, we propose an optimization programming model of bi-level distribution network with a supplier, multi-distribution centers and multi-retailers under stochastic demand. We adopt improved genetic algorithm to solve the optimization programming model of bi-level distribution network, and establish a succinct coding mode to decrease the memory space of the chromosome. In the meantime, we put forward a nonlinear fitness function which can dynamically adapt to evolutionary process of algorithm, and the genetic operation is involved with evolution $(\mu+\lambda)$ selection, blend crossover and blend mutation modes. Accordingly, in this way we can avoid algorithmic premature and advance the process efficiency. The outcome of the numerical simulation is given to confirm the correctness of the optimization model for a bi-level distribution network under stochastic demand and to testify the effectiveness of the Genetic Algorithm.

Key words: bi-level distribution network; optimization; location; genetic algorithm

(责任编辑　游中胜)