文章编号: 1001-0920(2009)02-0226-05

基于直觉梯形模糊数的信息不完全确定的多准则决策方法

王坚强, 张　忠
(中南大学 商学院, 长沙 410083)

摘　要: 针对权系数信息不完全确定和准则值为直觉梯形模糊数的多准则决策问题,提出一种基于直觉梯形模糊的信息不完全确定的多准则决策方法. 该方法利用权系数的不完全确定信息,建立关于各方案综合直觉梯形模糊数与理想解和负理想解的 Hamming 距离的优化模型,通过求解优化模型可得到各准则的最优权系数,进而得到各方案与相对理想解的贴近度,再根据贴近度得到方案集的一个排序. 实例分析表明了该方法的有效性和可行性.

关键词: 多准则决策; 信息不完全; 直觉梯形模糊数; Hamming 距离
中图分类号: C934　　**文献标识码**: A

Multi-criteria decision-making method with incomplete certain information based on intuitionistic fuzzy number

WANG Jian-qiang, ZHANG Zhong
(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China. Correspondent: WANG Jian-qiang, E-mail: jqwang@csu.edu.cn)

Abstract: For multi-criteria decision making problems, in which the information on criteria's weights is incomplete and the criteria values are intuitionistic trapezoidal fuzzy numbers, a method of multi-criteria decision-making with incomplete certain information based on intuitionistic trapezoidal fuzzy number is proposed. By using the incomplete certain information of criteria weight coefficient, the optimized nonlinear programming based on Hamming distance between integrated intuitionisitc trapezoidal fuzzy number of each alternative and ideal-solution and non-ideal solution is constructed. By solving the nonlinear programming, the optimized criteria weight coefficients are attained. Then, the relative closeness to the ideal solution of alternative is obtained. The ranking of the alternatives set can be obtained by comparing the relative closeness of alternatives. Finally, an example analysis shows the feasibility and effectiveness of the method.

Key words: Multi-criteria decision making; Incomplete information; Intuitionistic trapezoidal fuzzy numbers; Hamming distance

1 引　言

在社会经济生活中,存在大量多准则决策(MCDM)问题. 目前,关于准则权系数和准则值均确定的多准则决策方法已较为完善. 自从 Zadeh 提出模糊集理论并用于多准则决策以来,模糊多准则决策问题已成为研究的热点. 模糊数的提出使得多准则决策问题中的模糊性有了较好的刻画工具[1]. 目前,关于准则权系数和准则值或为确定或为模糊数的多准则决策方法的研究较多[1-3];对于权系数信息不完全且准则值为模糊数的多准则决策或群决策问题也有了一定的研究[4,5]. 这些研究主要集中在:利用一个集成函数将各准则值的模糊数和准则权系数集成起来,再利用某种模糊数的比较方法得到方案的排序或分类,但模糊数只通过隶属度刻画事物的模糊性. 直觉模糊集在模糊集的基础上增加了一个新的参数——非隶属度,它能更加细腻地描述和刻画客观世界的模糊本质[6],因而有人对其进行了研究,但主要集中在其性质、运算和相关性等方面[7-9].

对于多准则直觉模糊决策的研究则较少. 文献

收稿日期: 2007-11-14; 修回日期: 2008-04-23.
基金项目: 国家自然科学基金项目(70771115); 国家自然科学基金重点项目(70631004); 湖南省科学计划项目(2008FJ3128).
作者简介: 王坚强(1963—),男,湖南湘潭人,教授,博士,从事决策理论与应用、风险管理与控制等研究; 张忠(1983—),男,河南信阳人,硕士生,从事决策理论与应用、信息管理等研究.

[10]研究了准则权系数和准则值均为直觉模糊集的多准则决策问题,提出了一种相应的解决方法. [11]提出了基于直觉模糊集的多准则决策的理想方案法和基于证据的推理方法等. 区间直觉模糊集是将直觉模糊集的隶属度和非隶属度由实数扩展到区间值. [12,13]对基于区间直觉模糊集的多准则决策进行了研究,并提出了相应的决策方法. 但直觉模糊集和区间直觉模糊集也与模糊集一样,其论域是离散集合,且直觉模糊集只能粗略地表示准则隶属或非隶属于某方案,或某模糊概念"好"、"坏"的程度. [14]定义了直觉三角模糊数及其运算,并应用于故障树分析. [15]定义了直觉梯形模糊数,它是直觉三角模糊数的扩展. 直觉三角模糊数和直觉梯形模糊数从另一个方向对直觉模糊集进行了扩展,即将离散集合扩展到连续集合,是对模糊数的扩展. [16]定义了直觉模糊数的期望值,利用期望值提出了一种信息不完全确定的直觉梯形模糊多准则决策的规划方法.

鉴于目前关于直觉模糊数的研究较少,本文定义了直觉梯形模糊数的距离公式和直觉梯形模糊数的加权算子,提出一种基于直觉梯形模糊数的信息不完全确定的多准则决策方法.

2　直觉梯形模糊数

定义 1[15,16]　设 $\tilde{a}$ 是实数集上一个直觉梯形模糊数,其隶属函数为

$$\mu_{\tilde{a}}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{b-a}\mu_{\tilde{a}}, & a\le x<b;\\ \mu_{\tilde{a}}, & b\le x\le c;\\ \dfrac{d-x}{d-c}\mu_{\tilde{a}}, & c<x\le d;\\ 0, & \text{其他}.\end{cases}\tag{1}$$

其非隶属度函数为

$$v_{\tilde{a}}(x)=\begin{cases}\dfrac{b-x+v_{\tilde{a}}(x-a_1)}{b-a_1}, & a_1\le x<b;\\ v_{\tilde{a}}, & b\le x\le c;\\ \dfrac{x-c+v_{\tilde{a}}(d_1-x)}{d_1-c}, & c<x\le d_1;\\ 0, & \text{其他}.\end{cases}\tag{2}$$

其中:$0\le\mu_{\tilde{a}}\le 1$;$0\le v_{\tilde{a}}\le 1$;$\mu_{\tilde{a}}+v_{\tilde{a}}\le 1$;$a,b,c,d\in R$. 则称 $\tilde{a}=\langle([a,b,c,d];\mu_{\tilde{a}}),([a_1,b,c,d_1];v_{\tilde{a}})\rangle$ 为直觉梯形模糊数.

相对于梯形模糊数,直觉梯形模糊数增加了一个非隶属度函数. 非隶属度函数表示决策者认为不属于 $[a_1,b,c,d_1]$ 的程度. 当 $\mu_{\tilde{a}}=1$, $v_{\tilde{a}}=0$ 时,称 $\tilde{a}$ 为标准的直觉梯形模糊数,即传统的梯形模糊数;当 $b=c$ 时,直觉梯形模糊数就变成了直觉三角模糊数. 一般地,在直觉梯形模糊数 $\tilde{a}$ 中有 $[a,b,c,d]=[a_1,b,c,d_1]$,在此,记为 $\tilde{a}=([a,b,c,d];\mu_{\tilde{a}},v_{\tilde{a}})$. 本文中如无特殊声明,直觉梯形模糊数均指此类模糊数. $\mu_{\tilde{a}}=1-\mu_{\tilde{a}}-v_{\tilde{a}}$ 表示模糊数的犹豫程度,$\pi_{\tilde{a}}$ 越小,代表模糊数越确定.

相对于直觉模糊集定义,直觉梯形模糊数增加了梯形模糊数 $[a,b,c,d]$,使隶属度和非隶属度不再只是相对于一个模糊概念"优秀"或"好",而是相对于该梯形模糊数,这更能准确地反映决策者信息,并可以表达不同量纲的决策信息. 假设模糊数 $\tilde{6}=([4,5,7,8];0.7,0.2)$,那么当 $x=5$ 时,它是模糊数 $\tilde{6}$ 的隶属度为 0.7,同时不为模糊数 $\tilde{6}$ 的非隶属度为 0.2,而对不能确定是否为模糊数 $\tilde{6}$ 的犹豫度为 0.1.

定义 2　设 $\tilde{a}_1=([a_1,b_1,c_1,d_1];\mu_{\tilde{a}_1},v_{\tilde{a}_1})$ 和 $\tilde{a}_2=([a_2,b_2,c_2,d_2];\mu_{\tilde{a}_2},v_{\tilde{a}_2})$ 为两个直觉梯形模糊数,$\lambda\ge 0$,则:

1) $\tilde{a}_1+\tilde{a}_2=([a_1+a_2,b_1+b_2,c_1+c_2,d_1+d_2];\mu_{\tilde{a}_1}+\mu_{\tilde{a}_2}-\mu_{\tilde{a}_1}\mu_{\tilde{a}_2},v_{\tilde{a}_1}v_{\tilde{a}_2})$;

2) $\tilde{a}_1\cdot\tilde{a}_2=\langle([a_1a_2,b_1b_2,c_1c_2,d_1d_2];\mu_{\tilde{a}_1}\mu_{\tilde{a}_2},v_{\tilde{a}_1}+v_{\tilde{a}_2}-v_{\tilde{a}_1}v_{\tilde{a}_2})\rangle(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2$ 为正梯形模糊数);

3) $\lambda\tilde{a}_1=\langle([\lambda a_1,\lambda b_1,\lambda c_1,\lambda d_1];1-(1-\mu_{\tilde{a}_1})^{\lambda},v_{\tilde{a}_1}{}^{\lambda})\rangle$;

4) $\tilde{a}_1^{\lambda}=\langle([a_1^{\lambda},b_1^{\lambda},c_1^{\lambda},d_1^{\lambda}];\mu_{\tilde{a}_1}^{\lambda},1-(1-v_{\tilde{a}_1})^{\lambda})\rangle$.

定义 3　设 $\tilde{a}_1,\tilde{a}_2$ 为两个直觉梯形模糊数,F 是直觉梯形模糊数的集合,d 是一个映射,即 $d:F\times F\to R$. 如果 $d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)$ 满足:

1) $d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)\ge 0$, $d(\tilde{d}_1,\tilde{a}_1)\ge 0$;

2) $d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)=d(\tilde{a}_2,\tilde{a}_1)$;

3) 若 $\tilde{a}_3$ 为任一直觉梯形模糊数,有

$$d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_3)\le d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)+d(\tilde{a}_2,\tilde{a}_3).$$

则 $d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)$ 为直觉梯形模糊数 $\tilde{a}_1$ 和 $\tilde{a}_2$ 之间的距离.

定义 4　设 $\tilde{a}_1=([a_1,b_1,c_1,d_1];\mu_{\tilde{a}_1},v_{\tilde{a}_1})$ 和 $\tilde{a}_2=([a_2,b_2,c_2,d_2];\mu_{\tilde{a}_2},v_{\tilde{a}_2})$ 为两个直觉梯形模糊数,则模糊数 $\tilde{a}_1$ 和 $\tilde{a}_2$ 的 Hamming 距离为

$$\begin{aligned}d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)=&\\ \frac{1}{8}(&|(1+\mu_{\tilde{a}_1}-v_{\tilde{a}_1})a_1-(1+\mu_{\tilde{a}_2}-v_{\tilde{a}_2})a_2|+\\ &|(1+\mu_{\tilde{a}_1}-v_{\tilde{a}_1})b_1-(1+\mu_{\tilde{a}_2}-v_{\tilde{a}_2})b_2|+\\ &|(1+\mu_{\tilde{a}_1}-v_{\tilde{a}_1})c_1-(1+\mu_{\tilde{a}_2}-v_{\tilde{a}_2})c_2|+\\ &|(1+\mu_{\tilde{a}_1}-v_{\tilde{a}_1})d_1-(1+\mu_{\tilde{a}_2}-v_{\tilde{a}_2})d_2|).\end{aligned}$$

当 $\mu_{\tilde{a}_1}=\mu_{\tilde{a}_2}=1$, $v_{\tilde{a}_1}=v_{\tilde{a}_2}=0$ 时,直觉梯形模糊数退化为梯形模糊数,此时

$$d(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2)=(|a_1-a_2|+|b_1-b_2|+$$

$|c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|)/4.$

容易证明,上述 Hamming 距离满足定义 3 中的 3 个条件.

定义 4 中定义的距离具有以下 2 个重要性质:

1) 设 $\tilde{a},\tilde{b}$ 为两个直觉梯形模糊数,则当 $d(\tilde{a},\tilde{b})$ 趋于 0 时,模糊数 $\tilde{a}$ 接近于模糊数 $\tilde{b}$. 当 $d(\tilde{a},\tilde{b}) = 0$ 时,两个模糊数相等.

2) 若 $\tilde{a},\tilde{b},\tilde{c}$ 均为直觉梯形模糊数,则 $\tilde{a}$ 比 $\tilde{b}$ 更接近于 $\tilde{c}$ 的充要条件是 $d(\tilde{a},\tilde{c}) < d(\tilde{b},\tilde{c})$.

定义 5 设 $\tilde{a}_j (j = 1,2,\cdots,n)$ 为一组直觉梯形模糊数,且 IT - WAA : $\Omega^n \to \Omega$,若

$$\text{IT - WAA}_\omega(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2,\cdots,\tilde{a}_n) = \sum_{j=1}^{n}\omega_j\tilde{a}_j, \quad (3)$$

则称 IT - WAA 为直觉梯形模糊数的加权算术平均算子. 其中: Ω 为全体直觉梯形模糊数的集合, $\omega = (\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_n)^{\mathrm T}$ 为 $\tilde{a}_j (j = 1,2,\cdots,n)$ 的权重向量, $\omega_j \in [0,1]$, $\sum_{j=1}^{n}\omega_j = 1$. 特别地,若 $\omega = \left(\frac{1}{n},\frac{1}{n},\cdots,\frac{1}{n}\right)^{\mathrm T}$,则称 IT - WAA 为直觉梯形模糊数的算术平均算子(IT - WA).

定理 1 设 $\tilde{a}_j = ([a_j,b_j,c_j,d_j];\mu_{\tilde{a}_j},v_{\tilde{a}_j}) (j = 1,2,\cdots,n)$ 为一组直觉梯形模糊数,则由定义 5 集成得到的结果仍为直觉梯形模糊数,且

$$\text{IT - WAA}_\omega(\tilde{a}_1,\tilde{a}_2,\cdots,\tilde{a}_n) = \Big(\Big[\sum_{j=1}^{n}\omega_j a_j,\sum_{j=1}^{n}\omega_j b_j,\sum_{j=1}^{n}\omega_j c_j,\sum_{j=1}^{n}\omega_j d_j\Big]; 1 - \prod_{j=1}^{n}(1 - \mu_{\tilde{a}_j})^{\omega_j},\prod_{j=1}^{n}(v_{\tilde{a}_j})^{\omega_j}\Big). \quad (4)$$

其中: $\omega = (\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_n)^{\mathrm T}$ 为 $\tilde{a}_j (j = 1,2,\cdots,n)$ 的权重向量, $\omega_j \in [0,1]$, $\sum_{j=1}^{n}\omega_j = 1$.

3 基于直觉梯形模糊数的信息不完全确定的多准则决策方法

对于某模糊多准则决策问题,设有 m 个方案, $A = \{a_1,a_2,\cdots,a_m\}$, l 个决策准则 $C = \{c_1,c_2,\cdots,c_l\}$,对应的权系数为 $\omega = \{\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_l\}$,且 $\omega_j \in [0,1]$, $\sum_{j=1}^{l}\omega_j = 1$. 方案 a_i 在准则 c_j 下的值为直觉梯形模糊数 $\tilde{a}_{ij} = ([h_{1j}(a_i),h_{2j}(a_i),h_{3j}(a_i),h_{4j}(a_i)];\mu_j(a_i),v_j(a_i))$. 其中: $\mu_j(a_i)$ 表示方案 a_i 在准则 c_j 下属于梯形模糊数 $[h_{1j}(a_i),h_{2j}(a_i),h_{3j}(a_i),h_{4j}(a_i)]$ 的程度, $v_j(a_i)$ 表示方案 a_i 在准则 c_j 下不属于梯形模糊数 $[h_{1j}(a_i),h_{2j}(a_i),h_{3j}(a_i),h_{4j}(a_i)]$ 的程度, $0 \le \mu_j(a_i) \le 1$, $0 \le v_j(a_i) \le 1$, $\mu_j(a_i) + v_j(a_i) \le 1$. H 表示准则权系数的不完全确定信息,它可以是线性不等式和线性等式的形式,可分为以下 3 类[13]:

1) $\{\omega: A_1 w \ge b, \omega > 0, b \ge 0\}$;

2) $\{\omega: A_1\omega \le b, \omega > 0, b \ge 0\}$;

3) $\{\omega: A_1\omega = b, \omega > 0, b \ge 0\}$.

其中: A_1 是一个 $l \times t$ 的矩阵, $\omega = (\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_l)^{\mathrm T}$.

试确定方案的排序.

上述多准则决策问题的决策步骤如下:

Step1 规范化决策信息. 对于多准则决策问题,最常见的准则类型有效益型和成本型. 为了消除不同物理量纲对决策结果的影响,利用规范模糊决策矩阵的计算公式,将模糊决策矩阵 $D = (\tilde{a}_{ij})_{m\times l}$ 中的梯形模糊数组成的矩阵 $T = (t_{ij})_{m\times l}$, $t_{ij} = [h_{1j}(a_i),h_{2j}(a_i),h_{3j}(a_i),h_{4j}(a_i)]$ 转化为规范化矩阵 $R = (r_{ij})_{m\times l}$, $r_{ij} = [r_{ij}^1,r_{ij}^2,r_{ij}^3,r_{ij}^4]$.

对于成本型准则

$$r_{ij}^k = \frac{\max\limits_j(h_{4j}(a_i)) - h_{kj}(a_i)}{\max\limits_j(h_{4j}(a_i)) - \min\limits_j(h_{1j}(a_i))}, \; k = 1,\cdots,4.$$

对于效益型准则

$$r_{ij}^k = \frac{h_{kj}(a_i) - \min\limits_j(h_{1j}(a_i))}{\max\limits_j(h_{4j}(a_i)) - \min\limits_j(h_{1j}(a_i))}, \; k = 1,\cdots,4.$$

不妨假设规范化后的矩阵为 $D = (\tilde{a}_{ij})_{m\times l}$.

Step2 根据权系数的不完全信息,利用式(4)集成 D 中第 i 行的所有元素 $\tilde{a}_{ij} (j = 1,2,\cdots,l)$,得到各方案的综合直觉梯形模糊数

$$\tilde{a}_i = \text{IT - WAA}_\omega(c_1(a_i),c_2(a_i),\cdots,c_l(a_i)), \quad i = 1,2,\cdots,l.$$

Step3 建立规划模型并求解. 理想解 G_j^+ 在准则 c_j 下相对于最大模糊数的隶属度为 1,非隶属度为 0,即

$$G_j^+ = ([\max(r_{ij}^1),\max(r_{ij}^2),\max(r_{ij}^3),\max(r_{ij}^4)];1,0);$$

负理想解 G_j^- 在准则 c_j 下相对于最小模糊数的隶属度为 0,非隶属度为 1,即

$$G_j^- = ([\min(r_{ij}^1),\min(r_{ij}^2),\min(r_{ij}^3),\min(r_{ij}^4)];0,1).$$

$$G^+ = (G_1^+,G_2^+,\cdots,G_l^+),\; G^- = (G_1^-,G_2^-,\cdots,G_l^-).$$

方案 a_i 综合直觉梯形模糊数 $\tilde{a}_i$ 与理想解 G^+ 和负理想解 G^- 的 Hamming 距离分别是

$$d_i^+ = d(\tilde{a}_i,G^+) = \sum_{j=1}^{l}\omega_j d(\tilde{a}_{ij},G_j^+),$$

$$d_i^- = d(\tilde{a}_i,G^-) = \sum_{j=1}^{l}\omega_j d(\tilde{a}_{ij},G_j^-).$$

因为方案 a_i 与理想解 G^+ 越近,方案越优,同时方案 a_i 与负理想解 G^- 越远,方案也越优,所以对每

表 1　方案的准则值

供应商	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
a_1	([1,2,3,4];0.7,0.3)	([5,6,7,8];0.7,0.3)	([3,4,5,6];0.6,0.2)	([4,5,7,8];0.6,0.3)	([4,5,6,7];0.8,0)
a_2	([2,3,4,5];0.6,0.3)	([6,7,8,9];0.8,0.1)	([4,5,6,7];0.8,0.2)	([3,4,5,6];0.7,0.3)	([6,7,8,9];0.6,0.3)
a_3	([1,2,3,5];0.6,0.4)	([4,6,7,8];0.6,0.3)	([3,4,5,6];0.5,0.5)	([4,5,6,7];0.8,0.1)	([5,6,7,8];0.8,0.2)
a_4	([2,3,4,6];0.6,0.2)	([5,6,7,8];0.8,0.2)	([2,3,5,6];0.6,0.4)	([3,4,5,7];0.6,0.3)	([4,6,7,8];0.6,0.3)
a_5	([2,3,4,5];0.8,0.2)	([4,5,6,7];0.9,0)	([3,4,5,6];0.8,0.2)	([3,5,7,8];0.7,0.1)	([4,5,6,7];0.8,0)

表 2　方案的规范化处理后的准则值

供应商	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
a_1	([0,0.2,0.4,0.6];0.7,0.3)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.7,0.3)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.6,0.2)	([0.2,0.4,0.8,1.0];0.6,0.3)	[0,0.2,0.4,0.8];0.8,0)
a_2	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.6,0.3)	([0.4,0.6,0.8,1.0];0.8,0.1)	([0.4,0.6,0.8,1.0];0.8,0.2)	([0,0.2,0.4,0.6];0.7,0.3)	([0.4,0.6,0.8,1.0];0.6,0.3)
a_3	([0,0.2,0.4,0.8];0.6,0.4)	([0,0.4,0.6, 0.8];0.6,0.3)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.5,0.5)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.8,0.1)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.8,0.2)
a_4	([0.2,0.4,0.6,1.0];0.6,0.2)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.8,0.2)	([0,0.2,0.6,0.8];0.6,0.4)	([0,0.2,0.4,0.8];0.6,0.3)	([0,0.4,0.6,0.8];0.6,0.3)
a_5	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.8,0.2)	([0,0.2,0.4,0.6];0.9,0)	([0.2,0.4,0.6,0.8];0.8,0.2)	([0,0.4,0.8,1.0];0.7,0.1)	([0.0,0.2,0.4,0.6];0.8,0)

个方案 a_i 建立如下优化模型:

$$\min d_i^+ = d(\tilde{a}_i, G^+),$$
$$\text{s.t. } \omega \in H, \sum_{j=1}^{l} \omega_j = 1, \omega_j \geq 0; \tag{5}$$

$$\max d_i^- = d(\tilde{a}_i, G^-),$$
$$\text{s.t. } \omega \in H, \sum_{j=1}^{l} \omega_j = 1, \omega_j \geq 0. \tag{6}$$

因各方案是公平竞争的,每一方案与理想方案和负理想方案的距离应来自同一组准则权系数,故必须对上面两式进行综合,得

$$\min d = \sum_{i=1}^{m} \frac{d(\tilde{a}_i, G^+)}{d(\tilde{a}_i, G^+) + d(\tilde{a}_i, G^-)},$$
$$\text{s.t. } \omega \in H, \sum_{j=1}^{l} \omega_j = 1, \omega_j \geq 0. \tag{7}$$

求解模型(7),得到准则的最优权系数 $\omega^* = (\omega_1^*, \omega_2^*, \cdots, \omega_l^*)$.

Step4　综合排序. 根据 Step3 得到的权系数,计算每一方案 a_i 与理想方案和负理想方案的距离 d_i^+ 和 d_i^-,进而求得相对贴近度

$$d_i^* = \frac{d_i^+}{d_i^+ + d_i^-}.$$

按 d_i^* 的大小对方案集进行排序,d_i^* 越小,对应的方案越优.

4　实例分析

某发动机零部件制造公司选择供应商,有 5 个供应商 $a_1, \cdots, a_5$ 可供选择. 选取 5 个评价准则:供应能力、交货能力、服务质量、影响力和科研实力,分别记为 $c_1, \cdots, c_5$. 这些准则均为效益型准则. 决策者根据自己的知识和经验以及统计数据等确定每个供应商的决策信息,如表 1 所示.

决策者给出准则权系数的不完全确定信息如下:$0.10 \leq \omega_1 \leq 0.15, 0.10 \leq \omega_2 \leq 0.30, 0.05 \leq \omega_3 \leq 0.20, 0.08 \leq \omega_4 \leq 0.18, 0.10 \leq \omega_5 \leq 0.30, \omega_2 \geq \omega_5 \geq \omega_1 \geq \omega_4 \geq \omega_3$. 试选择最优供应商.

首先对表 1 进行规范化,其结果如表 2 所示;然后确定理想方案并建立模型(7). 因目标函数是非线性函数,无法采用经典优化方法求解,故使用遗传算法求解. 在 Matlab7.0 环境下,通过 gatbx 工具箱[17],用实数编码,群体规模取 20,交叉算子采用算术交叉,交叉率取 0.7,变异算子采用均匀变异,变异率取 0.05,代数取 600. 求解可得最优权系数为 $\omega^* = (0.14, 0.30, 0.14, 0.12, 0.30)$.

根据最优权系数,计算得到各方案的相对贴近度为

$$d_1^* = 0.4216,\ d_2^* = 0.3165,\ d_3^* = 0.4383,$$
$$d_4^* = 0.4610,\ d_5^* = 0.3423.$$

因为贴近度越小,方案越优,所以得到的方案集排序为

$$a_2 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_3 \succ a_4,$$

因此供应商 a_2 是最优供应商. 从表 1 中数据分析可知,该结果是合理的.

5　结　　论

本文定义了直觉梯形模糊数的距离公式,给出了直觉模糊数算术集结算子,并在此基础上,提出了基于直觉梯形模糊数的多准则决策方法,详细讨论了其实现步骤. 实例分析表明了该方法的有效性、可行性和可操作性. 该方法可用于区域产业选择、投资

效益评价等相关决策中.

参考文献(References)

[1] 李荣钧. 模糊多准则决策理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
(Li R J. Fuzzy multi-criteria decision making theory and its application[M]. Beijing: Science Press, 2002.)

[2] Aouam T, Chang S I, Lee E S. Fuzzy MADM: An outranking method [J]. European J of Operational Research, 2003, 145(2): 317-328.

[3] Chu Tachung. A fuzzy number interval arithmetic based fuzzy MCDM algorithm[J]. Int J of Fuzzy Systems, 2002, 4(4): 867-872.

[4] 王坚强. 信息不完全的 Fuzzy 群体多准则决策的规划方法[J]. 系统工程与电子技术, 2004, 26(11): 1604-1608.
(Wang J Q. Programming method of fuzzy group multiple criteria decision making with incomplete information[J]. Systems Engineering and Electronics, 2004, 26(11): 1604-1608.)

[5] 徐泽水. 对方案有偏好的三角模糊数型多属性决策方法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(8): 9-12.
(Xu Z S. Study on method for triangular fuzzy number-based multi-attribute decision making with preference information on alternatives[J]. Systems Engineering and Electronics, 2002, 24(8): 9-12.)

[6] Atanassov K T. Intuitionistic fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20(1): 87-96.

[7] De S K, Biswas R, Roy A R. An application of intuitionistic fuzzy sets in mdical diagnosis[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 117(2): 209-213.

[8] Li D F, Chen C T. New similarity measures of intuitionistic fuzzy sets and application to pattern recognitions[J]. Pattern Recognition Letters, 2002, 23(1-3): 221-225.

[9] Przemysiaw Grzegorewski. Distances between intuitionistic fuzzy sets and/or interval-valued fuzzy sets based on the hausdorff metric[J]. Fuzzy Sets and Sysetms, 2004, 148(2): 319-328.

[10] Li D F. Multiattribute decision making models and methods using intuitionistic fuzzy sets[J]. J of Computer System Science, 2005, 70(1): 73-85.

[11] 王坚强. 几类信息不完全确定的多准则决策方法研究[D]. 长沙: 中南大学, 2005.
(Wang J Q. Study on multi-criteria decision-making approach with incomplete certain information[D]. Changsha: Central South University, 2005.)

[12] 王坚强. 信息不完全确定的多准则区间直觉模糊决策方法[J]. 控制与决策, 2006, 21(11): 1253-1256.
(Wang J Q. Multi-criteria interval intuitionistic fuzzy decision-making approach with incomplete certain information[J]. Control and Decision, 2006, 21(11): 1253-1256.)

[13] 徐泽水. 区间直觉模糊信息的集成方法及其在决策中的应用[J]. 控制与决策, 2007, 22(2): 215-219.
(Xu Z S. Methods for aggregating interval-valued intuitionistic fuzzy information and their application to decision making[J]. Control and Decision, 2007, 22(2): 215-219.)

[14] Shu M H, Cheng C H, Chang J R. Using intuitionistic fuzzy sets for fault-tree analysis on printed circuit board assembly [J]. Microelectronics Reliability, 2006, (46): 2139-2148.

[15] 王坚强. 模糊多准则决策方法研究综述[J]. 控制与决策, 2008, 23(6): 601-606.
(Wang J Q. Survey on fuzzy multi-criteria decision-making approach[J]. Control and Decision, 2008, 23(6): 601-606.)

[16] 王坚强, 张忠. 基于直觉模糊数的信息不完全的多准则规划方法[J]. 控制与决策, 2008, 23(10): 1145-1148.
(Wang J Q, Zhang Z. Programming method of multi-criteria decision-making based on intuitionistic fuzzy number with incomplete certain information [J]. Control and Decision, 2008, 23(10): 1145-1148.)

[17] Z 米凯利维茨. 演化程序——遗传算法和数据编码的结合[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
(Michalewicz Z. Evolutionary process — Genetic algorithms and data encoding the specific combination of the application of genetic arithms[M]. Beijing: Science Press, 2000.)