

基于语言直觉模糊数的 ELECTRE 方法及在决策中的应用

刘培德,刘俊麟,杨云彬

(山东财经大学 管理科学与工程学院,山东 济南 250014)

摘要:语言直觉模糊数采用语言词作为直觉模糊集的隶属度和非隶属度,它比传统的直觉模糊数能够更好地处理多属性决策中信息的模糊性和不确定性。本文提出基于语言直觉模糊数的 ELECTRE 方法。首先介绍了语言直觉模糊数的定义,并给出了语言直觉模糊数的可能度公式。其次提出了基于语言直觉模糊数的改进 ELECTRE 方法,通过计算每个方案相对于其他所有方案的相对优先度和相对劣势度,并根据净优势度对方案进行排序解决多属性决策问题。最后,通过实例证明该方法的有效性和可行性。

关键词:语言直觉模糊数;ELECTRE 方法;多属性决策

中图分类号:C934

文献标识码:A

文章编号:2095-929X(2017)01-0082-08

0 引言

多属性决策问题在多个领域的实时决策中被广泛地运用^[1-3],成为当今的研究热点。由于决策问题的复杂性,决策者所得到的信息往往难以用明确的数值进行表示。为了能够更好地表达不同属性的特征,同时更好地表达数据的不确定性和模糊性,Zadeh^[4]提出了模糊集的概念,但是模糊集只考虑了隶属度,即决策专家对于评价方案的肯定度,却不能表达决策专家对于评价方案的否定度。例如一个投票问题,假设投票结果为6票赞同,3票反对,1票弃权,很明显对于这个例子,模糊集是无法进行表述的。因此 Atanassov^[5]在模糊集的基础上提出了直觉模糊集,即在模糊集中增加了非隶属度。尽管如此,在大多数情况下,由于决策环境的复杂性或者决策者思维的模糊性导致决策信息通常是不确定或者模糊的,有时候用实数来表达隶属度和非隶属度是非常困难的。在这种情况下,Chen 等^[6]提出了语言直觉模糊集,它用语言词来表达直觉模糊集的隶属度和非隶属度,因此能更好地处理信息的不确定性和模糊性。

现有文献中,处理多属性决策问题有几种方法,例如 TOPSIS、PROMETHEE、VIKOR、ELECTRE、灰色投

修回日期:2016-09-25

基金项目:国家自然科学基金面上项目“基于二维不确定语言信息的模糊多属性群决策理论、方法及应用研究”(71271124);国家软科学计划项目“基于模糊与优化理论的黄河三角洲高效生态经济区生态系统健康评价与生态政策研究”(2014GXQ4D192);泰山学者工程专项经费资助。

作者简介:刘培德,男,山东潍坊人,博士,山东财经大学管理科学与工程学院教授、博士生导师,研究方向:决策理论与方法、信息管理与决策支持;刘俊麟,女,山东淄博人,山东财经大学管理科学与工程学院硕士生,研究方向:模糊多属性决策,Email:junlin1991@163.com;杨云彬,男,山东潍坊人,山东财经大学管理科学与工程学院硕士生,研究方向:管理信息系统。

影、灰色关联度等^[7-11]。其中 ELECTRE 方法是解决多属性决策问题的一种强有力的方法,其最初是由 Benavoun, Roy 与 Sussman 提出,经过对其的演变和发展,现已形成包括 ELECTRE I-IV 在内的 ELECTRE 家族^[12]。从本质上说, ELECTRE 方法是先排除再选择的一个过程,或者是把全部的候选方案进行排序,选择最优方案的过程。但是这些方法通常针对的是决策数据是确定的决策问题,为了更好地将 ELECTRE 方法运用的实际问题中,刘培德^[13]提出了一种基于语言变量的多属性决策 ELECTRE 方法,也就是利用 ELECTRE 方法解决决策数据为语言信息的问题。在描述决策信息方面,无论是模糊数还是语言变量都不如语言直觉模糊数,语言直觉模糊数不仅可以通过隶属度和非隶属度来表达决策专家对于待选方案的偏好程度,同时对于语言信息的分析可以使评价结果更加准确。据此,本文将语言直觉模糊数同改进的 ELECTRE 方法相结合,更好地处理具有模糊、复杂信息的多属性决策问题,弥补了传统的 ELECTRE 方法难以对模糊数排序的不足。

1 语言直觉模糊数及其可能度

1.1 语言直觉模糊数

定义一^[5]: 设 X 是一个给定论域, x 是给定论域 X 中的元素, 则一个直觉模糊集 B 可以表示为:

$$B = \{ \langle x, u_A(x), v_A(x) \rangle | x \in X \}$$

(1)

其中, $u_A(x)$ 、 $v_A(x)$ 分别表示隶属度和非隶属度, 并且对于每一个 X 中的 x , 我们可以得到:

$$u_A(x), v_A(x) \in [0, 1], 0 \leq u_A(x) + v_A(x) \leq 1$$

设语言评价集 $S = \{s_0, s_1, \dots, s_t\}$ ($i = 0, 1, \dots, t$) 是由奇数个元素构成, 其中 t 为正整数, s_i 表示语言变量的可能值。例如, 当 $t = 6$ 时, 语言评价集 S 可表示为^[14]:

$$S = (s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6) = (\text{很差}, \text{差}, \text{中下}, \text{中}, \text{中上}, \text{好}, \text{很好})$$

定义二^[6]: 设 $s_\alpha, s_\beta \in S_{[0, t]}$ 并且 $\gamma = (s_\alpha, s_\beta)$, 如果 $\alpha + \beta \leq t$, 则我们把 γ 称为语言直觉模糊数。如果 $s_\alpha, s_\beta \in S$, 我们称 γ 为原始语言直觉模糊数, 否则, 我们称 γ 为虚拟语言直觉模糊数。

1.2 语言直觉模糊数的可能度

定义三^[15]: 假设 $a_1 = (u_1, v_1)$ 、 $a_2 = (u_2, v_2)$ 和 $a_3 = (u_3, v_3)$ 为三个直觉模糊数, 且 $c_1 = 1 - u_1 - v_1$, $c_2 = 1 - u_2 - v_2$, 那么两者之间的可能度公式为:

$$P(a_1 \geq a_2) = \begin{cases} 0, a_1 \neq a_2 \text{ 且 } 1 - v_1 \leq u_2 \\ 0.5, a_1 = a_2 \\ 1, a_1 \neq a_2 \text{ 且 } u_1 \geq 1 - v_2 \\ 1 - \frac{(1 - v_2 - u_1)^2}{2c_1c_2}, 1 - v_2 > u_1 \geq u_2, v_1 \leq v_2 \\ \frac{u_1 - u_2}{c_2} + \frac{c_1}{2c_2}, 1 - v_2 > u_1 \geq u_2, v_1 \geq v_2 \\ \frac{(1 - v_1 - u_2)^2}{2c_1c_2}, u_1 \leq u_2 < 1 - v_1, v_1 \geq v_2 \\ \frac{v_1 - v_2}{c_1} + \frac{c_2}{2c_1}, u_1 \leq u_2 < 1 - v_1, v_1 \leq v_2 \end{cases} \tag{2}$$

直觉模糊数的可能度具有以下性质:
公理 1: $0 \leq P(a_1 \geq a_2) \leq 1$

公理 2:(互补性) $P(a_1 \geq a_2) + P(a_2 \geq a_1) = 1$

公理 3:若 $P(a_1 \geq a_2) + P(a_2 \geq a_1) = 1$;特别地,若 $a_1 = a_2$,则 $P(a_1 \geq a_2) = 0.5$

公理 4:若 $u_1 - v_1 \geq u_2 - v_2$,则 $P(a_1 \geq a_2) \geq 0.5$;特别地,当 $u_1 - v_1 = u_2 - v_2$ 时 $P(a_1 \geq a_2) = 0.5$

公理 5:若 $P(a_1 \geq a_2) \geq 0.5$,且 $P(a_2 \geq a_3) \geq 0.5$,则 $P(a_1 \geq a_3) \geq 0.5$

基于语言直觉模糊数的犹豫度与非隶属度的性质,本文定义了语言直觉模糊数的可能度。

定义四:假设 $\gamma_1 = (s_{\alpha_1}, s_{\beta_1})$ 和 $\gamma_2 = (s_{\alpha_2}, s_{\beta_2})$ 是两个语言直觉模糊数,且 $\theta_1 = t - \alpha_1 - \beta_1, \theta_2 = t - \alpha_2 - \beta_2$,那么两者之间的可能度公式为:

$$P(\gamma_1 \geq \gamma_2) = \begin{cases} 0, \gamma_1 \neq \gamma_2 \text{ 且 } t - \beta_1 \leq \alpha_2 \\ 0.5, \gamma_1 = \gamma_2 \\ 1, \gamma_1 \neq \gamma_2 \text{ 且 } \alpha_1 \geq t - \beta_2 \\ 1 - \frac{(t - \beta_2 - \alpha_1)^2}{2\theta_1\theta_2}, t - \beta_2 > \alpha_1 \geq \alpha_2, \beta_1 \leq \beta_2 \\ \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\theta_2} + \frac{\theta_1}{2\theta_2}, t - \beta_2 > \alpha_1 \geq \alpha_2, \beta_1 \geq \beta_2 \\ \frac{(t - \beta_1 - \alpha_2)^2}{2\theta_1\theta_2}, \alpha_1 \leq \alpha_2 < t - \beta_1, \beta_1 \geq \beta_2 \\ \frac{\beta_1 - \beta_2}{\theta_1} + \frac{\theta_2}{2\theta_1}, \alpha_1 \leq \alpha_2 < t - \beta_1, \beta_1 \leq \beta_2 \end{cases} \quad (3)$$

很显然,语言直觉模糊数同样具有如下简单性质(证明略):

公理 6: $0 \leq P(\gamma_1 \geq \gamma_2) \leq 1$

公理 7: $P(\gamma_1 \geq \gamma_1) = 0.5$

公理 8: $P(\gamma_1 \geq \gamma_2) + P(\gamma_2 \geq \gamma_1) = 1$

2 基于语言直觉模糊数的改进 ELECTRE 方法

2.1 多属性决策问题的描述

多属性决策问题的基本模型为:设有 m 个备选方案 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ 为决策者依据的决策属性。语言直觉模糊数 $\tilde{\gamma}_{ij} = (s_{\alpha_{ij}}, s_{\beta_{ij}})$ 表示决策者在属性 A_j 上对方案 X_i 的评分状况。设 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 为决策者对于每个属性所给的权重,并且 $w_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$,它表示不同属性在决策者心中的重要程度。我们需要通过以上的信息,对备选方案进行排序,找出最优方案。

2.2 基于语言直觉模糊数的改进 ELECTRE 方法

步骤一:对于在同一个指标 $C_k (k = 1, 2, \dots, n)$ 下的 m 个方案进行两两比较,建立语言直觉模糊数的可能度矩阵:

$$P_{m \times m}^k = \begin{bmatrix} 0.5 & P_{12}^k & \cdots & P_{1m}^k \\ P_{21}^k & 0.5 & \cdots & P_{2m}^k \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ P_{m1}^k & P_{m2}^k & \cdots & 0.5 \end{bmatrix}$$

$P_{m \times m}^k$ 矩阵是一个互补判断矩阵, 即 $P_{ij}^k + P_{ji}^k = 1$, 其中 P_{ij}^k 代表所有方案两两进行比较的可能度值。

步骤二: 根据参考文献[15] 给出的排序公式如下:

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m P_{ik}^j + \frac{m}{2} - 1}{m(m-1)}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \tag{4}$$

m 个方案的优劣关系是通过 d_{ij} 的次序关系来反映的, 所以用 d_{ij} 来代替其所对应的评估值不会影响原有的关系^[16]。映射后形成的决策矩阵:

$$D_{m \times n} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & d_{mn} \end{bmatrix} \tag{5}$$

D 中元素 $d_{ij}(i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n)$ 表示第 i 个方案第 j 个指标经映射后的决策数值。

步骤三: 把 D 矩阵的列向量进行规范化得到规范化矩阵 R :

$$r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m d_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \tag{6}$$
$$R_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

步骤四: 构造优先关系并计算优先度矩阵:

对于任意指标 C_j , 第 k 个和第 i 个方案之间的优劣关系可由规范化矩阵 R 中元素 r_{kj} 和 r_{ij} 的大小关系来表示。 $r_{kj} = r_{ij}$ 表示第 k 个方案等价于第 i 个方案; $r_{kj} > r_{ij}$ 表示第 k 个方案优于第 i 个方案; $r_{kj} < r_{ij}$ 表示第 k 个方案劣于第 i 个方案; $r_{kj} \geq r_{ij}$ 表示第 k 个方案优于或等价于第 i 个方案; $r_{kj} \leq r_{ij}$ 表示第 k 个方案劣于或等价于第 i 个方案。

假设 $J(k, i) = \{j \mid 1 \leq j \leq n, \forall C_j: r_{kj} \geq r_{ij}\}$ 表示第 k 个方案优于或等价于第 i 个方案的指标集合; $J^-(k, i) = \{j \mid 1 \leq j \leq n, \forall C_j: r_{kj} < r_{ij}\}$ 表示第 k 个方案劣于或等价于第 i 个方案的指标集合。定义相对优先度矩阵 PM :

$$pm_{ki} = \frac{\sum_{j \in J(k,i)} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} = \sum_{j \in J(k,i)} w_j \quad k, i = 1, 2, \dots, m \tag{7}$$
$$PM = \begin{bmatrix} pm_{11} & pm_{12} & \cdots & pm_{1n} \\ pm_{21} & pm_{22} & \cdots & pm_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ pm_{m1} & pm_{m2} & \cdots & pm_{mn} \end{bmatrix}$$

pm_{ki} 表示第 k 个方案优于第 i 个方案的程度。

步骤五: 计算相对劣势矩阵 WM :

$$wm_{ki} = \begin{cases} 0 & k, i = 1, 2, \dots, m \text{ 同时 } k = i \\ \max_{j \in J^-(k,i)} |w_j(r_{ij} - r_{kj})| & k, i = 1, 2, \dots, m \text{ 同时 } k \neq i \\ \max_{j \in J(k,i) + J^-(k,i)} |w_j(r_{ij} - r_{kj})| & \end{cases} \tag{8}$$

$$WM = \begin{bmatrix} wm_{11} & wm_{12} & \cdots & wm_{1n} \\ wm_{21} & wm_{22} & \cdots & wm_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ wm_{m1} & wm_{m2} & \cdots & wm_{mn} \end{bmatrix}$$

元素 wm_{ki} 表示第 k 个方案相对于第 i 个方案的劣势指数。

通过比较相对优先度矩阵 PM 和相对劣势矩阵 WM ,我们可以发现, PM 中的元素只是根据指标权重的信息计算得来,而 WM 中的元素不仅包括指标权重的信息,同时包含了指标值信息,所以相对优先度和相对劣势度并没有互补性。 wm_{ki} 反映了第 k 个方案相对于第 i 个方案的相对劣势程度, wm_{ki} 的值越小越表示第 k 个方案劣于第 i 个方案的可能性就越小。

步骤六:计算修正综合加权矩阵 V :

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix}, \text{其中 } v_{ki} = pm_{ki} \times (1 - wm_{ki}) \quad (9)$$

$$\text{步骤七:计算净优势值。} \delta_k = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^m v_{ki} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^m v_{ik} \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

步骤八:排序。根据净优势值 δ_k 进行排序, δ_k 的值越大证明方案越好,从而选择最适合的方案。

3 实例分析

在这个部分,为了验证本文提出的方法的有效性,我们采用寻找最好供货商的例子来进行计算、比较和分析。有一家制造公司想要选择一个最好的供货商来为其供货。有四个潜在的国际供货商可供选择,即 $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ 。选择供货商时需要考虑一下 5 个指标: C_1 是产品总成本; C_2 是产品质量; C_3 是供应商的服务绩效; C_4 是供应商的形象; C_5 是风险因素。5 个指标的权重为 $w = (0.25, 0.2, 0.15, 0.18, 0.22)^T$,根据语言评价集 $S = (s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8) = (\text{极差}, \text{很差}, \text{差}, \text{中下}, \text{中}, \text{中上}, \text{好}, \text{很好}, \text{极好})$,对各个方案的评价指标以语言直觉模糊数给出,其评价结果如矩阵 Y 所示^[6]。

$$Y = \begin{bmatrix} (s_6, s_1) & (s_5, s_2) & (s_4, s_3) & (s_6, s_1) & (s_5, s_1) \\ (s_5, s_2) & (s_6, s_1) & (s_5, s_1) & (s_5, s_2) & (s_6, s_1) \\ (s_5, s_1) & (s_4, s_3) & (s_6, s_1) & (s_5, s_1) & (s_3, s_4) \\ (s_5, s_2) & (s_5, s_1) & (s_4, s_3) & (s_4, s_2) & (s_4, s_2) \end{bmatrix}$$

步骤一:利用公式(3) 计算每一个指标 C_j 下的可能度矩阵:

$$P^1 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 0.75 & 1.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.25 & 0.50 \\ 0.25 & 0.75 & 0.50 & 0.75 \\ 0.00 & 0.50 & 0.25 & 0.50 \end{bmatrix} \quad P^2 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.00 & 1.00 & 0.25 \\ 1.00 & 0.50 & 1.00 & 0.75 \\ 0.00 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \\ 0.75 & 0.25 & 1.00 & 0.50 \end{bmatrix} \quad P^3 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.00 & 0.00 & 0.50 \\ 1.00 & 0.50 & 0.25 & 1.00 \\ 1.00 & 0.75 & 0.50 & 1.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.00 & 0.50 \end{bmatrix}$$

$$P^4 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 0.75 & 1.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.25 & 0.75 \\ 0.25 & 0.75 & 0.50 & 0.875 \\ 0.00 & 0.25 & 0.125 & 0.50 \end{bmatrix} \quad P^5 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.25 & 1.00 & 0.875 \\ 0.75 & 0.50 & 1.00 & 1.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \\ 0.125 & 0.00 & 1.00 & 0.50 \end{bmatrix}$$

步骤二:利用公式(4),得出最终的决策矩阵 D :

$$D = \begin{bmatrix} 0.354 & 0.229 & 0.167 & 0.354 & 0.302 \\ 0.1875 & 0.354 & 0.3125 & 0.208 & 0.354 \\ 0.271 & 0.125 & 0.354 & 0.281 & 0.125 \\ 0.1875 & 0.292 & 0.167 & 0.156 & 0.219 \end{bmatrix}$$

步骤三:通过公式(6),得出规范化决策矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} 0.683 & 0.434 & 0.316 & 0.679 & 0.571 \\ 0.361 & 0.671 & 0.592 & 0.399 & 0.669 \\ 0.522 & 0.237 & 0.670 & 0.539 & 0.236 \\ 0.361 & 0.553 & 0.316 & 0.299 & 0.414 \end{bmatrix}$$

步骤四:通过公式(7),计算相对优势度矩阵 PM :

$$PM = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.43 & 0.63 & 0.80 \\ 0.57 & 1.00 & 0.42 & 1.00 \\ 0.15 & 0.58 & 1.00 & 0.58 \\ 0.35 & 0.25 & 0.42 & 1.00 \end{bmatrix}$$

步骤五:通过公式(8),计算相对劣势矩阵 WM :

$$WM = \begin{bmatrix} 0.000 & 0.589 & 0.720 & 0.296 \\ 1.000 & 0.000 & 0.423 & 0.000 \\ 1.000 & 1.000 & 0.000 & 1.000 \\ 1.000 & 1.000 & 0.684 & 0.000 \end{bmatrix}$$

步骤六:通过公式(9),计算修正综合加权矩阵 V :

$$V = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.177 & 0.176 & 0.563 \\ 0.000 & 1.000 & 0.242 & 1.000 \\ 0.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.133 & 1.000 \end{bmatrix}$$

步骤七:通过公式(10),计算净优势值: $\delta = (0.916, 1.065, -0.551, -1.43)$

步骤八:排序结果为 $A_2 > A_1 > A_3 > A_4$ 。

所以,四个供货商中,选择第二个供货商为最优选择。

为了进一步证明本文提出的方法的有效性,我们将本文方法与参考文献[16]中所提的方法进行对比分析。采用参考文献[17]中的 TOPSIS 方法,方案排序为 $A_2 > A_1 > A_4 > A_3$,通过对比结果可以看出,最优方案是一致的,即第二个供货商为最优选择,这充分说明本文所提出的方法是有效的。

由排序可以看出,TOPSIS 方法中第四个供货商优于第三个供货商,而本文所提出的方法中则是相反的。这是由于本文运用可能度表示不同属性之间的相互关系,同时在判断最优方案时,采用了净优势值,避免了单纯考虑相对优势度或相对劣势度所带来的判断偏差。同时本文创造性地将语言直觉模糊数与改进的 ELECTRE 方法相结合,很好地解决了决策问题中出现的决策信息模糊的问题。

4 结 论

本文充分考虑评价值为语言信息的情况,利用语言直觉模糊数来表达决策者的语言信息,提出了一种改进的 ELECTRE 方法,不仅能够很好地表达信息的不确定性和模糊性,同时也可以降低那些有偏见的决策者

给出的不合理的决策信息的影响。由于在现实生活中,我们无法准确地判断两个属性之间的相互关系,本文采用了改进的 ELECTRE 方法,不仅能够很好地表达不同属性之间的相互关系,而且也避免了单纯考虑相对优势度或相对劣势度所带来的判断偏差。同时语言直觉模糊数对于决策者决策信息描述方面的优越性以及 ELECTRE 方法较强的应用性,使得本文为解决包含较多模糊信息的决策问题提供了一个行之有效的方法。

通过实例验证,新方法简单易懂,整个评价步骤清晰明了,对于决策制定者来说,便于掌握。文章所提方法在今后企业决策中有如下启示:(1)避免了决策时采用德尔菲法、专家讨论法等方法中专家只能根据指标给出确切数据的尴尬,取而代之的是用专家所习惯的语言信息来进行评价,使得评价结果更加准确。(2)专家进行决策的时候会考虑到不同属性之间的相互关系,而传统的 ELECTRE 方法忽略了这一点。本文中改进的 ELECTRE 方法充分考虑到了不同属性之间的相互关系,使得决策过程更加符合决策者的本意。(3)在下一步的研究中,还要进一步地扩大新方法的应用范围,可以将决策步骤利用编程软件来实现,这样不仅能节省决策者的时间,同时还可以避免决策过程中人为失误。

参考文献:

[1]赵勇,徐轲,张光准. 基于不确定性多目标决策的政府采购评标方法研究[J]. 山东财经大学学报, 2015, 27(3): 61-67.

[2]姚兴华,李秀荣,高爱霞. 山东省中小物流企业竞争力评价研究——基于层次分析法与模糊综合评判[J]. 山东财经大学学报, 2015, 27(2): 96-104.

[3]朱磊,于伟洋. 董事会治理,CEO 过度自信与我国企业并购决策[J]. 山东财经大学学报, 2015, 27(1): 107-115.

[4]ZADEH L A. Fuzzy Sets[J]. Information and Control, 1965, 8(3): 338-353.

[5]ATANASSOV K T. Intuitionistic Fuzzy Sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20(1): 87-96.

[6]CHEN Z, LIU P, PEI Z. An Approach to Multiple Attribute Group Decision Making Based on Linguistic Intuitionistic Fuzzy Numbers, International Journal of Computational Intelligence Systems,2015,8(4):747-760.

[7]LIU W, LIU P. Hybrid Multiple Attribute Decision Making Method Based on Relative Approach Degree of Grey Relation Projection [J]. African Journal of Business Management, 2010, 4(17): 3716-3724.

[8]WEI G W, YU W. Model of Grey Relational Analysis for Interval Multiple Attribute Decision Making with Preference Information on Alternatives[J]. Chinese Journal of Management Science, 2008(1):23.

[9]LIU P. Multi-attribute Decision-making Method Research Based on Interval Vague Set and TOPSIS Method[J]. Technological and Economic Development of Economy, 2009, (3): 453-463.

[10]YUE Z. An Extended TOPSIS for Determining Weights of Decision Makers with Interval Numbers[J]. Knowledge Based Systems, 2011, 24(1): 146-153.

[11]OPRICOVIC S, TZENG G H. Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 156(2): 445-455.

[12]LIU P, ZHANG X. Research on the Supplier Selection of A Supply Chain Based on Entropy Weight and Improved ELECTRE-III method [J]. International Journal of Production Research, 2011, 49(3): 637-646.

[13]刘培德,关忠良. 一种基于语言变量的多属性决策 ELECTRE 方法[J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(16): 65-71.

[14]MERIGD J M, GIL-LAFUENTE A M. Induced 2-tuple Linguistic Generalized Aggregation Operators and Their Application in Decision-making. Information Sciences, 2013, 236(1):1-16.

[15]陈均明,李红霞. 直觉模糊数可能度的概率定义及其决策[J]. 模糊系统与数学, 2012, 26(1): 99-106.

[16]徐泽水. 模糊互补判断矩阵排序的一种算法[J]. 系统工程学报, 2001, 16(4): 311-314.

[17]陕振沛,张转周,宁宝权. 基于直觉模糊集 TOPSIS 决策方法的应急预案综合评价研究[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(3): 160-166.

ELECTRE Method and Its Application in Multi-attribute Decision Making

——Based on Linguistic Intuitionistic Fuzzy Number

LIU Peide, LIU Junlin, YANG Yunbin

(School of Management Science and Engineering, Shandong University of Finance and Economics,
Jinan 250014, China)

Abstract: Linguistic intuitionistic fuzzy number (LIFN) adopts linguistic words as membership degree and non-membership degree of the intuitionistic fuzzy set and thus can better deal with the information fuzziness and uncertainty in multi-attribute decisions compared with traditional intuitionistic fuzzy number. Therefore, a LIFN-based ELECTRE method is proposed in this paper. This paper firstly defines LIFN and provides the possibility degree formula, and then proposes the revised LIFN-based ELECTRE method, i.e, calculating the relative priority and relative inferiority of each plan and then solving multi-attribute decision making by sorting these plans based on their net priority degree, and finally demonstrates with examples the validity and feasibility of this method.

Keywords: linguistic intuitionistic fuzzy number; ELECTRE method; multi-attribute decision making

(责任编辑 刘小平)

.....
(上接第 81 页)

Medical Service Supply-side Reform Driven by Large Data

——Based on A City Smart Medical Cases

WU Jun, WEN Lian

(School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Based on the data-driven value path model proposed by Tamm and with A City smart medical program as background, this paper studies A City's application effect of its smart medical programs and its path in promoting the medical supply-side reform. The results show that (1) the smart medical programs based on Cloud computing and large data technology not only helps government supervision departments identify fraudulent users of medical insurance accurately and innovate regional health decision-making warning mechanism, but also helps patients achieve personalized diagnosis and treatment results or cost query and promote the service mode innovation in hospital remote diagnosis and treatment; (2) the changes in medical management decision-making caused by smart medical program application are mainly manifested in centralized shared data, real-time warning analysis and data-driven decision-making; and (3) the application of smart medical large data platform can generate three types of data service, i.e, data consulting service, self-service analytical tool service and algorithm code service, all of which help to realize the goals of promoting medical supply-side to control medical cost and making up short board service.

Keywords: large data; medical service; supply-side structural reform; implementation path; case study

(责任编辑 时明芝)