

Model for Archives Management with Interval-valued Intuitionistic Fuzzy Information

Wang Xiaorong¹, Zhou Hongliang¹, Wei Guiwu²

1. University Office, Chongqing University of Arts and Sciences, Yongchuan, Chongqing, 402160, P.R.C

2. Department of Economics and Management, Chongqing University of Arts and Sciences, Yongchuan, Chongqing, 402160, P.R.C

e-mail: 1. wangxr1976@163.com, 2. weiguiwu@163.com

Abstract: To solve archives management problems in the university, a new model is proposed with interval-valued intuitionistic fuzzy information. In this method, according to the given attribute weights, we utilize the interval-valued intuitionistic fuzzy weighted averaging (IIFWA) operator to aggregate the interval-valued intuitionistic fuzzy information corresponding to each alternative, and then rank the alternatives and select the most desirable one(s) according to the score function and accuracy function. Finally, an illustrative example is given to verify the developed approach and to demonstrate its practicality and effectiveness.

Keywords: Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Numbers; Operation Laws; Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging (IIFWA) Operator; Archives Management

基于区间直觉模糊集的高校档案管理评价模型

王小容¹, 周洪亮¹, 卫贵武²

1. 重庆文理学院学校办公室, 永川, 中国, 402160

2. 重庆文理学院经济与管理学院, 永川, 中国, 402160

E-mail: 1. address:wangxr1976@163.com, 2. weiguiwu@163.com

【摘要】为了解决高校档案管理评价问题,给出了一种基于区间直觉模糊集的评价模型。该方法的核心是根据已知的属性权重,采用最新提出的区间直觉模糊数加权平均(IIFWA)算子对区间直觉模糊信息进行集结,进而根据得分函数和精确函数对方案进行排序。最后,进行了实例分析,说明了该方法的实用性和有效性。

【关键词】区间直觉模糊数; 运算法则; 区间直觉模糊数加权平均(IIFWA)算子; 档案管理

1 引言

自从1965年Zadeh教授建立了模糊集理论^[1],数学的理论与应用研究范围便从精确问题拓展到了模糊现象的领域。1986年保加利亚学者Atanassov进一步拓展了模糊集,提出了直觉模糊集(Intuitionistic Fuzzy Sets)的概念,直觉模糊集是模糊集的推广,模糊集是直觉模糊集的特殊情形^[2-3]。1993年Gau和Buehrer定义了Vague集^[4],Bustince和Burillo指出Vague集的概念与Atanassov的直觉模糊集是相同的^[5]。由于直觉模糊集的特点是同时考虑隶属与非隶属两方面的信息,使得它在对事物属性的描述上提供了更多的选择方式,在处理不确定信息时具有更强的表现能力。因此直觉模糊集在学术界及工程技术界引起了广泛的关注。Xu等^[6]对直觉模糊集环境下的几何集结算子进行了研究,提出了直觉模糊加权几何(IFWG)算子,直觉模糊有序加权几何(IFOWG)算子和直觉模糊混合几何(IFHG)算

子,并且基于IFHG算子,给出了相应的决策方法。Xu^[7]对直觉模糊环境下的算术集结算子进行了研究,提出了直觉模糊算术平均(IFAA)算子和直觉模糊加权平均(IFWA)算子,并且基于IFAA算子和IFWAA算子,给出了相应的群决策方法。Xu^[8]进一步提出了直觉模糊有序加权平均(IFOWA)算子和直觉模糊混合集结(IFHA)算子。Atanassov等^[9]对直觉模糊集进一步推广,提出了区间直觉模糊集的概念。Atanassov^[10]定义了区间直觉模糊集的一些基本运算法则。Xu^[11]对区间直觉模糊信息的集成方法进行了研究,提出了区间直觉模糊数算术平均(IIFAA)算子和区间直觉模糊加权算术平均(IIFWA)算子,区间直觉模糊数几何平均(IIFGA)算子,区间直觉模糊数加权几何平均(IIFWGM)算子,并将其应用于决策中。Xu等^[12]对区间直觉模糊信息的集成方法做了进一步研究,提出了区间直觉模糊数有序加权平均(IIFOWA)算子和区间直觉模糊树混合集结(IIFHA)算子。

高等学校档案管理体系一般包括档案的收集、整理、鉴定、保管、利用和统计共六个方面,其中档案的利用是档案工作的出发点和归宿点,其它五个方面都要围绕档案的利用积极开展工作。档案管理的好坏将受到它们各自的表现程度和综合功能的影响。显然,档案管理的好坏没有一个十分明确的界限来加以区分,因此,本文将基于区间直觉模糊集对档案管理进行综合评价,从而定量界定档案管理的好坏,便于高校对档案管理进行合理考评。

2 预备知识

直觉模糊集由Atanassov提出^[2-3],是传统模糊集的一种扩充和发展。直觉模糊集增加了一个新的属性参数:非隶属度函数,它能够更加细腻地描述和刻画客观世界的模糊性本质。

定义 1^[2-3] 设 X 是一个非空集合, $A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle | x \in X \}$ 为直觉模糊集,其中 $\mu_A(x)$ 和 $\nu_A(x)$ 分别表示 X 中的元素 x 属于 X 隶属度 $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ 和非隶属度 $\nu_A: X \rightarrow [0,1]$,且满足条件 $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1, \forall x \in X$ 。此外, $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$ 表示 X 中的元素 x 属于 X 的犹豫度。

由于客观事物的复杂性和不确定性, $\mu_A(x)$ 和 $\nu_A(x)$ 的值往往难以用精确的实数值来表达,而用区间数比较合适,因此Atanassov^[9-10]等对直觉模糊集进行了拓展,提出了区间直觉模糊集。

定义 2^[9-10] 设 X 是一个给定的论域,则 X 上的一个区间直觉模糊集 A 定义为

$$A = \{ \langle x, \tilde{\mu}_A(x), \tilde{\nu}_A(x) \rangle | x \in X \}$$

其中: $\tilde{\mu}_A: X \rightarrow [0,1]$ 和 $\tilde{\nu}_A: X \rightarrow [0,1]$,且对于 A 上所有 $x \in X$, 满足 $0 \leq \sup(\tilde{\mu}_A(x)) + \sup(\tilde{\nu}_A(x)) \leq 1$ 。

为方便,将区间直觉模糊集 A 记为

$$A = \{ \langle x, [\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)], [\nu_A^L(x), \nu_A^U(x)] \rangle | x \in X \}$$

在实际计算中,可将区间直觉模糊数简记为:

$$([a, b], [c, d])$$

其中: $[a, b] \subset [0,1], [c, d] \subset [0,1], b + d \leq 1$ 。

定义 3^[11] 设 $\tilde{a}_1 = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$ 和 $\tilde{a}_2 = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$ 为任意两个区间直觉模糊数,则:

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

$$(2) \tilde{a}_1 \cdot \tilde{a}_2 = ([a_1 a_2, b_1 b_2], [c_1 + c_2 - c_1 c_2, d_1 + d_2 - d_1 d_2]);$$

$$(3) \lambda \tilde{a}_1 = ([1 - (1 - a_1)^\lambda, 1 - (1 - b_1)^\lambda], [c_1^\lambda, d_1^\lambda]), \lambda > 0;$$

$$(4) (\tilde{a}_1)^\lambda = ([a_1^\lambda, b_1^\lambda], [1 - (1 - c_1)^\lambda, 1 - (1 - d_1)^\lambda]), \lambda > 0.$$

根据定义3, 可得如下运算法则^[11]:

$$(1) \tilde{a}_1 + \tilde{a}_2 = \tilde{a}_2 + \tilde{a}_1; (2) \tilde{a}_1 \cdot \tilde{a}_2 = \tilde{a}_2 \cdot \tilde{a}_1$$

$$(3) \lambda (\tilde{a}_1 + \tilde{a}_2) = \lambda \tilde{a}_1 + \lambda \tilde{a}_2, \lambda \geq 0;$$

$$(4) (\tilde{a}_1 \cdot \tilde{a}_2)^\lambda = \tilde{a}_1^\lambda \cdot \tilde{a}_2^\lambda, \lambda \geq 0;$$

$$(5) \lambda \tilde{a}_1 + \lambda \tilde{a}_2 = \lambda (\tilde{a}_1 + \tilde{a}_2), \lambda \geq 0;$$

$$(6) \tilde{a}_1^\lambda \cdot \tilde{a}_2^\lambda = (\tilde{a}_1 \cdot \tilde{a}_2)^\lambda, \lambda \geq 0$$

定义 4^[11] 设 $\tilde{a} = ([a, b], [c, d])$ 为一个区间直觉模糊数, 则该区间直觉模糊数的得分函数为

$$S(\tilde{a}) = \frac{a - c + b - d}{2}, S(\tilde{a}) \in [-1, 1] \quad (1)$$

如果 $S(\tilde{a})$ 的值越大, 则相应的区间直觉模糊数 $\tilde{a} = ([a, b], [c, d])$ 也越大。

定义 5^[11] 设 $\tilde{a} = ([a, b], [c, d])$ 为一个区间直觉模糊数, 则该区间直觉模糊数的精确函数为

$$H(\tilde{a}) = \frac{a + b + c + d}{2}, H(\tilde{a}) \in [0, 1] \quad (2)$$

如果 $H(\tilde{a})$ 的值越大, 则相应的区间直觉模糊数

$\tilde{a} = ([a, b], [c, d])$ 的精确度也越高。

定义 6^[11] 设 $\tilde{a}_1 = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$ 和 $\tilde{a}_2 = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$ 为两个区间直觉模糊数, 那么

$$(1) \text{ 如果 } S(\tilde{a}_1) < S(\tilde{a}_2), \text{ 那么有 } \tilde{a}_1 < \tilde{a}_2;$$

$$(2) \text{ 当 } S(\tilde{a}_1) = S(\tilde{a}_2) \text{ 时, 如果}$$

$$H(\tilde{a}_1) = H(\tilde{a}_2), \text{ 则 } \tilde{a}_1 = \tilde{a}_2; \text{ 如果}$$

$$H(\tilde{a}_1) < H(\tilde{a}_2), \text{ 则 } \tilde{a}_1 < \tilde{a}_2.$$

为方便记 Q 为区间直觉模糊数集合。

定义 7^[11] 设 $\tilde{a}_j = ([a_j, b_j], [c_j, d_j])$

($j = 1, 2, \dots, n$) 为一组区间直觉模糊数, 令

$$\text{IIFWA}: Q^n \rightarrow Q, \text{ 若}$$

$$\text{IIFWA}_\omega(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \sum_{j=1}^n \omega_j \tilde{a}_j$$

$$= \left(\left[1 - \prod_{j=1}^n (1 - a_j)^{\omega_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (1 - b_j)^{\omega_j} \right], \left[\prod_{j=1}^n c_j^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n d_j^{\omega_j} \right] \right) \quad (3)$$

其中 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ 为 $\tilde{a}_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 的属性权重, 满足 $\omega_j \in [0, 1]$ 和 $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$, 则称函数

IIFWA 为 n 维区间直觉模糊数加权算术平均(IIFWA)算子。特别地, 当属性权重取值为 $\omega = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$, 则 IIFWA 算子就退化为 IIFAA 算子, 记为

$$\Pi AA(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \tilde{a}_j.$$

3 基于区间直觉模糊集的高校档案管理评价模型

某高校准备对各个二级学院的档案管理进行绩效评价, 设 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ 为各二级学院, $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ 为属性集, $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 表示评价属性的权重向量, 其中 w_j 表示属性 G_j 的权重, 满足 $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 和 $w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$. 则学

校专家组对于二级学院 $A_i \in A(A_1, A_2, \dots, A_m)$ 关于属性 $G_j \in G(G_1, G_2, \dots, G_n)$ 进行测度, 属性值为区间直觉模糊数 $([a_{ij}, b_{ij}], [c_{ij}, d_{ij}])$, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$, 其中 $[a_{ij}, b_{ij}]$ 表示决策者对于方案 A_i 关于属性 G_j 的满足程度, $[c_{ij}, d_{ij}]$ 表示决策者对于方案 A_i 不满足属性 G_j 的程度, 这里 $[a_{ij}, b_{ij}]$ 和 $[c_{ij}, d_{ij}]$ 的取值应满足条件 $[a_{ij}, b_{ij}] \subset [0, 1], [c_{ij}, d_{ij}] \subset [0, 1], 0 \leq b_{ij} + d_{ij} \leq 1$, 从而构成区间直觉模糊决策矩阵 $\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n} = ([a_{ij}, b_{ij}], [c_{ij}, d_{ij}])_{m \times n}$.

基于以上知识, 下面给出一种基于区间直觉模糊集的档案管理评价模型, 具体的计算步骤如下:

步骤1 设决策者对于方案 $A_i \in A (i = 1, 2, \dots, m)$ 关于属性 $G_j \in G (j = 1, 2, \dots, n)$ 进行测度, 得到 A_i 关于属性 G_j 的属性值为区间直觉模糊数

$[a_{ij}, b_{ij}], [c_{ij}, d_{ij}]$, 从而构成区间直觉模糊决策矩阵 $\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n} = ([a_{ij}, b_{ij}], [c_{ij}, d_{ij}])_{m \times n}$.

步骤2 由式(3)求得决策方案 $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 综合属性值 \tilde{r}_i .

$$\tilde{r}_i = ([a_i, b_i], [c_i, d_i]) = \text{IIFWA}_w(\tilde{r}_{i1}, \tilde{r}_{i2}, \dots, \tilde{r}_{in}) = \left(\left[1 - \prod_{j=1}^n (1 - a_{ij})^{w_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (1 - b_{ij})^{w_j} \right], \left[\prod_{j=1}^n c_{ij}^{w_j}, \prod_{j=1}^n d_{ij}^{w_j} \right] \right) \quad (4)$$

步骤3 计算决策方案 A_i 的综合属性值 \tilde{r}_i 的得分函数

$$S(\tilde{r}_i) = \frac{a_i - c_i + b_i - d_i}{2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (5)$$

如果 $S(\tilde{r}_i)$ 的值相同, 则进一步计算决策方案 A_i 的群体综合属性值 \tilde{r}_i 的精确函数

$$H(\tilde{r}_i) = \frac{a_i + b_i + c_i + d_i}{2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

步骤4 根据 $S(\tilde{r}_i)$ 和 $H(\tilde{r}_i)$ 的值的大小对方案 A_i 进行排序。

4 实例分析

某高校准备对 5 个二级学院的档案管理进行绩效评价。为了评价 5 个二级学院的档案管理的绩效, 学校专家组给出了 6 个评价属性 $G_1 \square G_6$ 。这 6 个评价属性分别为档案的收集、整理、鉴定、保管、利用和统计。学校专家组对 5 个二级学院关于 6 个属性的评价用区间直觉模糊数表示, 所得的区间直觉模糊评估矩阵为

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} ([0.4, 0.5], [0.3, 0.4]) & ([0.4, 0.6], [0.2, 0.4]) \\ ([0.5, 0.6], [0.2, 0.3]) & ([0.6, 0.7], [0.2, 0.3]) \\ ([0.3, 0.5], [0.3, 0.4]) & ([0.1, 0.3], [0.5, 0.6]) \\ ([0.2, 0.5], [0.3, 0.4]) & ([0.4, 0.7], [0.1, 0.2]) \\ ([0.3, 0.4], [0.1, 0.3]) & ([0.7, 0.8], [0.1, 0.2]) \\ ([0.3, 0.4], [0.4, 0.5]) & ([0.5, 0.6], [0.1, 0.3]) \\ ([0.5, 0.6], [0.3, 0.4]) & ([0.4, 0.7], [0.1, 0.2]) \\ ([0.2, 0.5], [0.4, 0.5]) & ([0.2, 0.3], [0.4, 0.6]) \\ ([0.4, 0.5], [0.3, 0.5]) & ([0.5, 0.8], [0.1, 0.2]) \\ ([0.5, 0.6], [0.2, 0.4]) & ([0.6, 0.7], [0.1, 0.2]) \\ ([0.2, 0.3], [0.3, 0.4]) & ([0.4, 0.5], [0.2, 0.4]) \\ ([0.4, 0.5], [0.2, 0.3]) & ([0.6, 0.7], [0.2, 0.3]) \\ ([0.2, 0.3], [0.3, 0.4]) & ([0.1, 0.2], [0.3, 0.5]) \\ ([0.3, 0.4], [0.2, 0.4]) & ([0.4, 0.7], [0.3, 0.4]) \\ ([0.4, 0.5], [0.3, 0.5]) & ([0.5, 0.6], [0.4, 0.5]) \end{pmatrix}$$

为了确定档案管理最优秀的二级学院,下面利用本文的方法给出具体的计算步骤。

步骤 1 假设 6 个属性的权重为:

$$w = (0.15 \ 0.20 \ 0.25 \ 0.10 \ 0.18 \ 0.12)^T$$

由式(3)得到各二级学院 $A_i (i=1,2,\dots,5)$ 的综合评价值 \tilde{r}_i 为

$$\tilde{r}_1 = ([0.3551, 0.4800], [0.2537, 0.4110])$$

$$\tilde{r}_2 = ([0.5101, 0.6310], [0.2065, 0.3096])$$

$$\tilde{r}_3 = ([0.1857, 0.3783], [0.3675, 0.4906])$$

$$\tilde{r}_4 = ([0.3676, 0.5997], [0.2006, 0.3435])$$

$$\tilde{r}_5 = ([0.5202, 0.6257], [0.1712, 0.3327])$$

步骤 2 计算各二级学院 A_i 的综合评价值 \tilde{r}_i 的得分函数

$$S(\tilde{r}_1) = 0.0853, S(\tilde{r}_2) = 0.3125$$

$$S(\tilde{r}_3) = -0.1470, S(\tilde{r}_4) = 0.2115$$

$$S(\tilde{r}_5) = 0.3210$$

步骤 3 根据 $S(\tilde{r}_i)$ 值的大小对各二级学院 A_i 进行排序。排序结果为: $A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_3$ 。因此档案管理最优秀的二级学院为 A_5 。

5 结论

为了解决高校档案管理的绩效评价问题,给出了一种基于区间直觉模糊集的档案管理绩效评价模型。该方法的核心是根据已知的属性权重,采用最新提出的 IIFWA 算子对区间直觉模糊信息进行集结,进而根

据得分函数和精确函数对方案进行排序。最后进行了实例分析。本文的研究成果发展并完善了高校档案管理的绩效评价模型的研究。

References (参考文献)

- [1] Zadeh L A. Fuzzy sets [J]. Information and Control, 1965, 8: 338-356.
- [2] Atanassov K. Intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20: 87-96.
- [3] Atanassov K. More on intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1989, 33: 37-46.
- [4] Gau W L, Buehrer D J. Vague sets [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1993, 23 (2) : 610-614.
- [5] Bustine H, Burillo P. Vague sets are intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1996, 79: 403-405.
- [6] Xu Z S, Yager R R. Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets [J]. International Journal of General System, 2006, 35(4): 417-433.
- [7] Xu Z S. Intuitionistic preference relations and their application in group decision making [J]. Information Science, 2007, 177(11): 2363-2379.
- [8] Xu Z S. Intuitionistic fuzzy aggregation operators [J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2007. (in press)
- [9] Atanassov K, Gargov G. Interval-valued intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1989, 31 (3):343-349.
- [10] Atanassov K. Operators over interval-valued intuitionistic fuzzy sets [J]. Fuzzy Sets and Systems, 1994, 64 (2): 159-174.
- [11] 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.
- [12] 徐泽水,陈剑.一种基于区间直觉判断矩阵的群决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 2007, 27(4):126-133.
- [13] Wei G W. Maximizing deviation method for multiple attribute decision making in intuitionistic fuzzy setting [J]. Knowledge-Based Systems, 2008, 21(8): 833-836.
- [14] Wei G W. Uncertain linguistic hybrid geometric mean operator and its Application to group decision making under uncertain linguistic environment[J]. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 2009, 17(2):251-267.
- [15] Wei G W. Induced intuitionistic fuzzy ordered weighted averaging operator and its application to multiple attribute group decision making[J]. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2008, 5009:124-131.