

doi: 10.7690/bgzd.2013.08.016

直觉模糊相似度函数残缺属性值补充方法

周存宝¹, 陈之宁², 文秘¹

(1. 陆军军官学院研究生 1 队, 合肥 230031; 2. 陆军军官学院基础部数学教研室, 合肥 230031)

摘要: 针对群决策过程中属性值信息残缺的问题, 提出基于直觉模糊数相似度函数的残缺属性值信息补充方法。通过定义直觉模糊相似度函数及其集成算子, 利用直觉模糊加权平均相似度算子对决策者直觉模糊数相似度集结, 给出残缺属性值的具体补充原理和方法, 将该方法应用于体系化作战目标残缺属性值信息的补充。结果表明: 试验中通过对决策专家 E_1 的属性值信息补充, 其补充数据与决策专家 E_2, E_4, E_5 非常接近, 证明该方法是可行、有效的。

关键词: 直觉模糊相似度函数; 信息残缺; IFWAS 算子; 体系作战

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Complementary Method of Incomplete Attribute Value Based on Intuitionistic Fuzzy Similarity Function

Zhou Cunbao¹, Chen Zhining², Wen Mi¹

(1. No.1 Brigade of Postgraduate, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China;

2. Staff Room of Mathematics, Department of Basic Theories, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: According to the problem in which the information on attribute is unknown in the multiple attribute group decision, introduce unknown attribute information complementary method based on intuitionistic fuzzy similarity function. Through defining intuitionistic fuzzy similarity function and its integration operator, use intuitionistic fuzzy weighted average similarity operator to integrate decider intuitionistic fuzzy similarity. Put forwards complementary principle and method of unknown attribute value, and use the method in complementation of system combat target unknown attribute information. The results show that the complementary data is similar with decision expert E_2, E_4, E_5 by adding complementation to decision expert E_1 . The method is effective and feasible.

Key words: intuitionistic fuzzy similarity function; unknown information; IFWAS operator; system combat

0 引言

随着科技的不断发展进步, 多属性群决策得到了广泛的应用。在实际群决策过程中, 由于客观事物的不确定性和复杂性, 以及决策者知识水平的局限性, 决策者无法给出全部属性信息值, 或在决策过程中造成某些属性信息值丢失, 这就使得属性信息值存在一定的残缺, 影响决策结果^[1], 需要在决策过程中对残缺属性值进行补充。残缺属性值的补充方法很多, 笔者通过定义一种直觉模糊相似度函数及其集成算子, 提出一种基于直觉模糊相似度函数集成算子的补充方法。

1 预备知识

1.1 直觉模糊数相似度函数

在多属性群决策过程中, 设决策者 $E_k(k=1,2,\dots,p)$ 关于方案 $Y_i(i=1,2,\dots,n)$ 在属性 $G_j(j=1,2,\dots,m)$ 下的效用值用直觉模糊数表示为 $\tilde{\alpha}_{ij}^k = (\mu_{ij}^k, \nu_{ij}^k)$ 。由于直觉模糊数同时包含了隶属度、非隶属度以及犹豫度的信息, 因此可以通过普通的变换, 将决策者所给出的直觉模糊数效用值用一个

闭区间^[2-3] $\tilde{\alpha}_{ij}^k = [\mu_{ij}^k, 1 - \nu_{ij}^k]$ 来表示。

定义 1 设决策者 E_k 和 E_h 关于方案 $Y_i(i=1,2,\dots,n)$ 在属性 $G_j(j=1,2,\dots,m)$ 下的直觉模糊数效用值分别为 $\tilde{\alpha}_{ij}^k = (\mu_{ij}^k, \nu_{ij}^k) = [\mu_{ij}^k, 1 - \nu_{ij}^k]$ 和 $\tilde{\alpha}_{ij}^h = (\mu_{ij}^h, \nu_{ij}^h) = [\mu_{ij}^h, 1 - \nu_{ij}^h]$, \mathcal{G} 为一个映射:

$$\mathcal{G}_{kh}(i, j) = \left| \frac{\tilde{\alpha}_{ij}^k \cap \tilde{\alpha}_{ij}^h}{\tilde{\alpha}_{ij}^k \cup \tilde{\alpha}_{ij}^h} \right|; \quad \mathcal{G}_{kh}(i, j) = \frac{|\tilde{\alpha}_{ij}^k \cap \tilde{\alpha}_{ij}^h|}{\sqrt{|\tilde{\alpha}_{ij}^k|} \sqrt{|\tilde{\alpha}_{ij}^h|}}$$

如果 $\mathcal{G}_{kh}(i, j)$ 满足上述形式中的任意一种, 则称 $\mathcal{G}_{kh}(i, j)$ 是一个直觉模糊数相似度函数。

显然, 在一个给定的方案下, 对某方案属性的效用值进行估计时, 如果决策者 E_k 和 E_h 的直觉模糊数相似函数值 $\mathcal{G}_{kh}(i, j)$ 越大, 则说明 E_k 和 E_h 给出的评价信息越相近。对于决策者而言, 通过某种集成算子, 将各属性值的直觉模糊数相似度进行集结, 可得到某个方案专家之间的综合相似度。

1.2 直觉模糊相似度函数集成算子

定义 2 设决策者 E_k 和 E_h 关于方案 $Y_i(i=1,2,\dots,n)$ 在属性 $G_j(j=1,2,\dots,m)$ 下的直觉模糊相似度函数为

收稿日期: 2013-02-28; 修回日期: 2013-03-25

作者简介: 周存宝(1989—), 男, 山东人, 在读硕士, 从事应用数学预测与决策分析研究。

$\mathcal{G}_{kh}(i, j)$, 则称 $\text{IFWAS}(\mathcal{G}_{kh}(i, j)) = \sum_{j=1}^m \omega_j \cdot \mathcal{G}_{kh}(i, j)$ 为决策者 E_k 和 E_h 关于方案 Y_i 的直觉模糊加权平均相似度算子, 其中 $\omega_j \in [0,1](j=1,2,\dots,m)$ 为属性权重, 且 $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ 。

定义 3 设决策者 E_k 和 E_h 关于方案 $Y_i(i=1,2,\dots,n)$ 在属性 $G_j(j=1,2,\dots,m)$ 下的直觉模糊数相似度函数为 $\mathcal{G}_{kh}(i, j)$, 则称: $\text{IFWGS}(\mathcal{G}_{kh}(i, j)) = \prod_{j=1}^m \mathcal{G}_{kh}(i, j)^{\omega_j}$ 为决策者 E_k 和 E_h 关于方案 Y_i 的直觉模糊加权几何相似度算子, 其中 $\omega_j \in [0,1](j=1,2,\dots,m)$ 为属性权重, 且 $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ 。

2 残缺属性值的补充原理和方法

通过直觉模糊相似度函数, 计算专家之间相似关系矩阵 $R = (\mathcal{G}_{kh}(i, j))_{p \times p}$, 通过预先设定的阈值, 对专家进行聚类, 并利用同类专家的属性信息加权平均, 求得专家残缺属性值信息。

笔者所提出的补充方法步骤如下:

Step1: 利用直觉模糊数相似度函数, 计算专家在特定方案下属性之间的相似度 $\mathcal{G}_{kh}(i, j)$;

Step2: 利用 IFWAS 算子(或 IFWGS 算子), 计算 E_k 与其他专家的相似度;

Step3: 根据事先设定的相似关系阈值 $\lambda \in [0,1]$, 计算 E_k 的相似类 ($\text{IFWAS}(\mathcal{G}_{kh}(i, j)) > \lambda$), 取不同的阈值 $\lambda \in [0,1]$, 就会得到不同的分类;

Step4: 对特定的方案, 根据 E_k 相似类, 通过直觉模糊加权平均算子^[2] ($\text{IFWA}_w = w_1 \tilde{\alpha}_y^1 \oplus w_2 \tilde{\alpha}_y^2 \oplus \dots$),

其中 w_i 为专家权重且 $\sum_{i=1}^p w_i = 1$, 对残缺信息进行补充。

3 体系化作战目标残缺属性值信息的补充

进攻战斗中, 某陆军数字化师利用其先进的侦察信息系统获取了该地区的目标情报, 分别从战术重要性 ($G_1:0.3$)、打击紧迫性 ($G_2:0.3$) 和体系支撑能力 ($G_3:0.4$) 3 个方面, 确定了 $Y=(Y_1, Y_2, Y_3)$ 3 个目标为敌防御体系中的重要节点, 将予以打击, 取相似关系阈值 $\lambda = 0.3$, 5 位群决策者(等权)给出的残缺属性值决策矩阵如表 1~表 5。

表 1 决策者 E_1 残缺属性值矩阵 $\tilde{D}^{(1)}$

决策目标	属性值		
	G_1	G_2	G_3
Y_1	(0.6,0.1)	(0.5,0.2)	(0.7,0.2)
Y_2	NULL	(0.5,0.3)	(0.4,0.3)
Y_3	(0.5,0.4)	(0.6,0.2)	(0.4,0.3)

表 2 决策者 E_2 属性值矩阵 $\tilde{D}^{(2)}$

决策目标	属性值		
	G_1	G_2	G_3
Y_1	(0.5,0.3)	(0.6,0.2)	(0.5,0.1)
Y_2	(0.6,0.1)	(0.5,0.4)	(0.5,0.3)
Y_3	(0.7,0.2)	(0.6,0.2)	(0.5,0.2)

表 3 决策者 E_3 属性值矩阵 $\tilde{D}^{(3)}$

决策目标	属性值		
	G_1	G_2	G_3
Y_1	(0.5,0.2)	(0.6,0.2)	(0.8,0.1)
Y_2	(0.6,0.2)	(0.7,0.2)	(0.7,0.1)
Y_3	(0.7,0.0)	(0.6,0.2)	(0.6,0.3)

表 4 决策者 E_4 属性值矩阵 $\tilde{D}^{(4)}$

决策目标	属性值		
	G_1	G_2	G_3
Y_1	(0.5,0.2)	(0.6,0.2)	(0.8,0.1)
Y_2	(0.5,0.2)	(0.4,0.3)	(0.5,0.2)
Y_3	(0.7,0.0)	(0.6,0.2)	(0.6,0.3)

表 5 决策者 E_5 属性值矩阵 $\tilde{D}^{(5)}$

决策目标	属性值		
	G_1	G_2	G_3
Y_1	(0.5,0.2)	(0.6,0.2)	(0.8,0.1)
Y_2	(0.6,0.3)	(0.5,0.4)	(0.5,0.3)
Y_3	(0.7,0.0)	(0.6,0.2)	(0.6,0.3)

Step1: 利用直觉模糊数相似度函数, 计算专家 E_1 关于在方案 Y_2 下各属性之间的相似度 $\mathcal{G}_2(j)=(0.5,0.67)$, $\mathcal{G}_3(j)=(0,0)$, $\mathcal{G}_4(j)=(0.67,0.67)$, $\mathcal{G}_5(j)=(0.5,0.67)$;

Step2: 利用 IFWAS 算子(或 IFWGS 算子), 计算 E_1 与其他专家的相似度为 (0.418,0,0.468,0.418);

Step3: 根据相似关系阈值 λ , 求得 E_1 与 E_2 、 E_4 、 E_5 同类;

Step4: 根据加权平均算子, 计算 E_1 残缺属性信息值为: $\tilde{\alpha}_{21}^1 = (0.57,0.18)$ 。

实例中补充了决策专家 E_1 的属性值信息, 其补充数据与决策专家 E_2 、 E_4 、 E_5 的非常接近, 达到了预期效果。

4 结语

笔者通过定义一种直觉模糊相似度函数及其算子, 提出了基于 IFWAS 算子(或 IFWGS 算子)的残缺属性值信息补充方法, 并将该方法应用于体系化作战目标残缺属性值信息的补充方面, 结果表明了该方法的可行性与有效性。

参考文献:

- [1] 张文成, 王红, 宋宝华. 复杂产品设计的多学科协同决策方法[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(4): 146.
- [2] 徐泽水. 直觉模糊信息集成理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 130-131.
- [3] Xu Z S. A survey of preference relations[J]. International Journal of General Systems, 2007, 36: 179-203.
- [4] Xu Z S, Chen J. An overview of distance and similarity measures of intuitionistic fuzzy sets[J]. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 2008.
- [5] Mitchell H B. On the Dengfeng-Chuntian similarity measure and its application to pattern recognition[J]. Pattern Recognition Letters, 2003, 24: 3101-3104.
- [6] 徐玖平, 吴巍. 多属性决策的理论与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 48-52.