

群决策中不同形式属性权重信息的集结与应用

陈东锋, 雷英杰, 田野
(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:针对决策者给出不同形式偏好信息的群决策问题,基于不同形式模糊偏好信息之间的转换公式,将群决策问题中决策者给出的实数值、区间值、语言短语和直觉模糊值4类常见的偏好信息一致化,然后利用集结算子得到综合的有效权重。最后,给出了算例,结果表明方法简单、有效,易于实现。

关键词:权重;群决策;一致化;直觉模糊集

中图分类号: O934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2006)06-0051-03

1 预备知识

群决策中,由于事物本身的模糊性以及专家知识结构和个人偏好等主客观因素的影响,专家对同一决策问题可能给出不同形式的偏好信息,因此需要对多种形式的偏好信息进行集结处理。近年来,随着模糊集理论在知识处理领域的应用和发展,对模糊集合的各种扩展成为研究热点^[1]。基于不同形式偏好信息之间的转换,本文首先将群决策问题中决策者给出的实数值、区间值、语言短语和直觉模糊值4类常见的偏好信息均转化成区间值形式,然后利用集结算子计算得到综合的有效权重。

定义1 (直觉模糊集^[2]) 设 X 是一个有限论域,则 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 上的一个直觉模糊集 A 为

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

其中 $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ 和 $\nu_A: X \rightarrow [0, 1]$ 分别代表 A 的隶属函数和非隶属函数,且对于 A 上 $\forall x \in X$, 有 $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$ 成立。 $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$ 为 $x \in A$ 的直觉模糊指数(Intuitionistic fuzzy index),它是 x 对 A 犹豫程度(Hesitancy degree)的一种测度。把定义在论域 X 上的所有直觉模糊集的全体记为 $\text{IFSs}(X)$ 。

直觉模糊集(Intuitionistic Fuzzy Sets, IFSs)并非用单一的隶属度描述真值,而是用一个数对 (μ, ν) 来描述,根据等价变换^[3]可通过两个数值 μ 和 $\nu' = 1 - \nu$ 来描述同样的真值, μ 和 ν 构成一个区间 $[\mu, \nu'] \subset [0, 1]$ 。

从已发表的文献来看,IFSs已经应用于处理不确定性信息的决策领域^[4,5]。本文将其应用于群决策问题中,专家可通过IFSs表达他们的偏好^[4,6]。

2 偏好信息类型

权重是决策中的重要概念,是比较属性间相互重要性关系的定量反映。在群决策问题中,为叙述方便,假设 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ 为 m 个专家的集合, $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 为 n 个属性的集合。由于存在利益和意见冲突,专家对各属性重要性的看法存在较大差别。因此,采用属性之间直接比较的传统方法确定属性的权重往往行不通,而只能依靠属性之间的间接比较^[7]。而对每位专家给出的属性偏好信息进行集结处理,不失为

收稿日期:2005-12-28

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(2006F18)

作者简介:陈东锋(1979-),男,山东莱芜人,博士生,主要从事智能信息处理与智能决策研究;

雷英杰(1956-),男,陕西渭南人,教授、博士生导师,主要从事智能信息处理与智能系统、智能决策等研究。

一种可行的办法。由于问题本身的复杂性,专家的经验不足以及所掌握的信息不够充分等原因,专家表达自己对属性的权衡程度时,可以用一个确定的数值表示,也可以给出一个区间值或直觉模糊值,还可以用语言短语。如此采用不同的表示方法更符合实际,可操作性更强。下面给出这4种形式偏好信息的简单描述。

1) 实数值形式。设专家 e_k 针对属性集给出的评估值为 $\mu^k = (\mu_1^k, \mu_2^k, \dots, \mu_n^k)$, 其中 μ_i^k 为对属性 s_i 的评估值, $0 \leq \mu_i^k \leq 1$ 。

2) 区间值形式。专家有时很难用一个确定的数来表达自己对属性的权衡程度,但却有把握给出一个区间值。设专家 e_k 针对属性集给出的评估值为 $\bar{\mu}^k = (\bar{\mu}_1^k, \bar{\mu}_2^k, \dots, \bar{\mu}_n^k)$, 其中 $\bar{\mu}_i^k$ 为对属性 s_i 的评估值, $\bar{\mu}_i^k = [(\mu_i^k)^L, (\mu_i^k)^U]$, $0 \leq (\mu_i^k)^L \leq (\mu_i^k)^U \leq 1$ 。

3) 语言短语形式。在评价过程中,由于判断事物的模糊性,决策者对事物的判断最容易给出语言形式的评价信息^[8]。设专家 e_k 针对属性集给出的评估值为 $\tilde{\mu}^k = (\tilde{\mu}_1^k, \tilde{\mu}_2^k, \dots, \tilde{\mu}_n^k)$, $\tilde{\mu}_i^k$ 为对属性 s_i 的评估值。这里, $\tilde{\mu}_i^k$ 由专家 e_k 按照预先设计的语言评语集以语言短语形式给出。一般,语言评语集的选择需满足一定的条件和性质^[9,10]。本文考虑的语言评价集合由7个语言短语构成,即 $H = \{h_0 = \text{none}, h_1 = \text{very low}, h_2 = \text{low}, h_3 = \text{medium}, h_4 = \text{high}, h_5 = \text{very high}, h_6 = \text{perfect}\}$, 其中每个元素表示的语义为: h_0 (非常重要), h_1 (很重要), h_2 (不重要), h_3 (一般), h_4 (重要), h_5 (很重要), h_6 (非常重要)。描述语言评语集的方法是隶属函数表示法,可通过下面的三角模糊数^[6,7]分别分配给七个语言短语:

$$P = \text{perfect} = (0.83, 1, 1), VH = \text{very high} = (0.67, 0.83, 1), H = \text{high} = (0.5, 0.67, 0.83)$$

$$M = \text{medium} = (0.33, 0.5, 0.67), L = \text{low} = (0.17, 0.33, 0.5), VL = \text{very low} = 0, 0.17, 0.33$$

$$N = \text{none} = (0, 0, 0.17)。$$

4) 直觉模糊值形式。设专家 e_k 针对属性集给出的评估值为 $\hat{\mu}^k = (\hat{\mu}_1^k, \hat{\mu}_2^k, \dots, \hat{\mu}_n^k)$, 其中 $\hat{\mu}_i^k$ 为属性 s_i 的评估值, $\hat{\mu}_i^k = [\mu_i^k, \mu_i^k + \pi_i^k] \subset [0, 1]$ 。其中, μ_i^k 表示专家 e_k 对属性 s_i 重要程度的估计值,而 π_i^k 则表示了 e_k 对该估计的犹豫程度。

3 不同形式偏好信息的一致化

当群决策中有不同形式的偏好信息时,需将不同形式的偏好信息一致化,以便进行集结处理。首先将4种偏好信息一致化为区间值形式,下面给出具体的转换公式。

1) 对实数值形式的评价值 μ_i^k , 其对应于区间值形式的估计值可表示为 $\bar{\mu}_i^k = [(\mu_i^k)^L, (\mu_i^k)^U]$, 其中 $(\mu_i^k)^U = (\mu_i^k)^L = \mu_i^k$ 。

2) 对于语言短语形式的评价值 $\tilde{\mu}_i^k$, 其对应的三角模糊数为 $\tilde{\mu}_i^k = ((\mu_i^k)^e, (\mu_i^k)^f, (\mu_i^k)^g)$, 则将其转化为区间值形式为^[7,8]: $\bar{\mu}_i^k = [(\mu_i^k)^f + (\mu_i^k)^e]/2, + (\mu_i^k)^f + (\mu_i^k)^g]/2$ 。

3) 对于直觉模糊值形式的评价值 $\hat{\mu}_i^k$, 其转换后的区间值形式为^[9] $\bar{\mu}_i^k = [\mu_i^k, \mu_i^k + \pi_i^k]$ 。

4 偏好信息的集结与权重的计算

对于属性偏好信息的集结,常用的方法有协调“共识”集结法、权威“共识”集结法和算术平均综合集成法^[7]等。当 m 个专家的偏好信息都转化为区间值形式后,我们可根据不同的情况,适当选取集结方法进行统一处理,假设集结得到属性 s_i 的区间评估值为: $E = [(e_i)^L, (e_i)^U]$ 。根据区间值的误差分布形式,可得到属性 s_i 的权值为: $\omega_i^* = \omega_i^* \pm \Delta\omega$, 其中 $\omega_i^* = ((e_i)^L + (e_i)^U)/2$, $\Delta\omega = ((e_i)^L - (e_i)^U)/2$, 将得到的权重向量 $\omega^* = (\omega_1^*, \omega_2^*, \dots, \omega_n^*)$ 正规化可得到最终的权重向量 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, 其中 $\omega_i = \omega_i^* / \sum_{i=1}^n \omega_i^*$ 。

5 算例与结论

以确定威胁评估中各因素的权重为例进行说明。假设 $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$ 由4名专家组成;属性集合 S

$= \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$, 分别表示空袭目标类型、到达时间、航路捷径和机动特征4个因素。专家分别给出如下所示的偏好信息, $\mu^1 = (0.300, 0.400, 0.200, 0.100)$, $\mu^2 = ((0.250, 0.320), (0.250, 0.360), (0.240, 0.300), (0.050, 0.120))$, $\mu^3 = (M, H, M, H)$, $\mu^4 = ((0.250, 0.040) (0.300, 0.100), (0.250), (0.040), (0.050, -0.050))$ 。根据上述方法将 μ^1 , μ^3 和 μ^4 分别转换为区间值形式, 为简单计, 假设各个专家的偏好具有同样的重要性, 进行加权综合集成最后得到 $((0.2525, 0.3337), (0.3188, 0.4360), (0.225, 0.3037), (0.037, 0.1012))$, 根据式 $\omega_i^* = ((e_i)^L + (e_i)^U)/2$ 和 $\omega_i = \omega_i^* / \sum_{i=1}^n \omega_i^*$, 可计算出最终的权重为 $\omega = (0.292, 0.376, 0.263, 0.069)$ 。

基于不同形式的属性偏好信息之间的转换公式, 将常见的4类模糊偏好信息一致化, 然后进行集结计算得到属性的权值。该方法首次将直觉模糊集应用于群体的偏好信息表示, 通过应用算例也看出, 该方法不但计算简便, 而且结果符合防空作战实际, 是行之有效的。本文的研究进一步完善了不同形式偏好信息的群决策方法。

参考资料:

- [1] 雷英杰, 孙金萍, 王宝树. 模糊知识处理与模糊集理论的若干扩展[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2004, 5(3): 40-44.
- [2] Atanassov K. Intuitionistic Fuzzy Sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20(1): 87-96.
- [3] 雷英杰, 王宝树. 拓展模糊集之间的若干等价变换[J]. 系统工程与电子技术, 2004, 26(10): 1414-1417.
- [4] Deng - Feng Li. Multiattribute Ddecision Mmaking Models and Methods Uusing Intuitionistic Fuzzy Sets[J]. Journal of Computer and System Sciences, 2005, 70(1): 73-85.
- [5] Stefan C. On the Interval Approximation of a Fuzzy Number[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 122: 353-356.
- [6] Szmjdt E, Kacprzyk J. Intuitionistic Ffuzzy Ssets in Ggroup Ddecision Mmaking[J]. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 1996, 2(1): 15-32.
- [7] 刘敬学, 费奇. 一种确定协商评价问题属性权重的方法[J]. 控制与决策, 2005, 20(6): 713-716.
- [8] Delgado M, Verdegay J L, Vila M A. On Aggregation Operations of Linguistic Label[J]. International Journal of Intelligent Systems, 1993, 8(4): 351-370.
- [9] 姜艳萍, 樊治平. 一种具有不同形式效用值的群决策方法[J]. 运筹与管理, 2005, 14(2): 1-4.
- [10] Szmjdt E, Kacprzyk J. A Concept of Similarity for Intuitionistic Fuzzy Sets and Its Use in Group Decision Making[A]. Fuzzy Systems, 2004. Proceedings of IEEE International Conference[C]. 2004: 1129-1134.

(编辑: 田新华)

Aggregation and Application of the Information about Attribute Weights with Different Forms in Group Decision making

CHEN Dong - feng, LEI Ying - jie, TIAN Ye

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, Shaanxi, China)

Abstract: The group decision - making problems with different forms of preference information are investigated. Based on the translation formulas of four types of fuzzy preference information represented by means of real value, interval value, linguistic assessment term and intuitional fuzzy value, this paper firstly makes the information uniform, then the effective synthetic attribute weight is determined based on aggregation operators. Finally, a numerical analysis is given, and the result shows the approach is simple, effective and easy to implement.

Key words: weight; group decision - making; uniformity; intuitional fuzzy sets