

基于改进证据理论的群决策专家意见集结方法

史超, 程咏梅

(西北工业大学自动化学院, 陕西 西安 710072)

摘要 针对 Demsper 组合规则无法有效集结群决策中高冲突专家意见的局限, 提出了利用冲突系数和 Jousselme 距离综合表示证据冲突程度进而通过证据冲突度计算专家客观权重的方法, 采用经典的 Demsper 组合规则对经权重修正后的专家意见进行了集结; 提出了一种新的可能度计算公式及基于可能度的信任区间的决策方法。数值实例表明: 提出的方法可以有效集结高冲突专家意见, 与几种改进方法相比收敛效果更好。基于可能度的信任区间法与最大信任函数法和最大似真函数法相比, 决策结果更加科学。

关键词 群决策; 证据冲突; 可能度

DOI 10.3969/j.issn.1009-3516.2011.05.018

中图分类号 TP301.6 **文献标识码** A **文章编号** 1009-3516(2011)05-0085-06

由于在不确定信息表示和处理方面的优势, 证据理论(D-S)在信息完全和信息不完全的多属性群决策领域均得到了广泛应用^[1-7]。群决策中专家所拥有的知识和经验往往是有限的和片面的, 因此经常出现专家意见不一致, 甚至冲突很大的情况, 此时若直接应用 Demsper 组合规则可能产生悖论。D-S 证据理论的改进方法主要有2类: ①改进冲突分配规则, 如 Smets^[8]方法、Yager^[9]方法以及 PCR5 方法^[10], 但这些改进规则都不满足结合律, 限制了其在群决策中的应用; ②修改证据源后再融合, 如 Murphy^[11]方法、Deng^[12]方法和陆文星^[4]方法。考虑到第一类改进方法在群决策中应用的局限性, 本文利用修改证据源的思想, 提出了一种基于证据冲突度的专家意见集结方法。该方法首先利用冲突系数和 Jousselme 距离对证据冲突程度进行了综合表示, 根据专家提供的证据之间的相互支持度矩阵确定了比较客观的专家权重, 然后利用 Demsper 组合规则集结修正后的专家意见, 最后利用基于可能度的信任区间法计算出决策方案的排序向量进行决策。

1 证据理论基本概念

定义1 称由一系列完备的、两两相斥的假设构成的集合 Θ 为识别框架^[13-14]。

定义2 设 Θ 为识别框架, 如果集函数 $m: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 满足: ① $m(\emptyset) = 0$; ② $\sum_{A \subseteq \Theta} m(A) = 1$, 则称 m 为框架 Θ 上的基本概率分配, 也称 Mass 函数。若 $m(A) > 0$, 则 A 称为焦元。

定义3 设 Θ 为识别框架, m 为 Θ 上的 Mass 函数, 则识别框架 Θ 上的 Pignistic 概率函数 $BetP_m: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 由式(1)表示:

$$BetP_m(\omega) = \sum_{A \subseteq \Theta, \omega \in A} \frac{1}{|A|} \frac{m(A)}{1 - m(\emptyset)}, \quad m(\emptyset) \neq 1 \quad (1)$$

定义4 Demsper 组合规则: 2个证据的 Demsper 组合规则表述为:

$$m_{\oplus}(A) = \frac{\sum_{B, C \subseteq \Theta, B \cap C = A} m_1(B)m_2(C)}{1 - k} \quad (2)$$

* 收稿日期: 2011-02-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61075029); 航空科学基金资助项目(20100853010)。

作者简介: 史超(1978-), 男, 黑龙江双城人, 博士生, 主要从事信息融合、证据理论和群决策研究。

E-mail: sc78115@sohu.com

式中 $k = \sum_{B, C \subseteq \Theta, B \cap C = \emptyset} m_1(B)m_2(C)$, 一般称 k 为冲突系数。

定义 5 设 Θ 为识别框架, $m: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 为 Θ 上的 Mass 函数, 则称由 $\text{Bel}(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$, $\forall A \subseteq \Theta$ 所定义的函数 $\text{Bel}: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 为 Θ 上的信任函数。

定义 6 设 Θ 为识别框架, $m: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 为 Θ 上的 Mass 函数, 则称由 $\text{Pls}(A) = \sum_{B \cap A \neq \emptyset} m(B)$, $\forall A \subseteq \Theta$ 所定义的函数 $\text{Pls}: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 为 Θ 上的似真函数。

2 基于证据冲突度的专家意见集结方法

考虑到专家主观权重一般根据专家的名望、地位、所属专业和对决策问题的熟悉程度等来综合确定, 受人为因素影响较大, 而专家的历史决策数据一般只能反映专家以往整体的决策准确性, 而且对于某一特定问题, 其样本一般较少, 难以确定专家的主观权重。因此, 本文仅考虑利用专家提供的客观证据合理确定专家的客观权重后再对修正后的专家意见进行集结。本文认为群决策的结果是专家意见的折衷反应, 应与多数专家的意见基本一致。若某专家的意见与其它专家的意见冲突很大, 则该专家被其它专家支持的程度就很小, 该专家的客观权重也应较小^[10], 即专家的客观权重应与该专家意见被其它专家意见的综合支持程度成正比。如果能通过证据之间的冲突信息得到合理的专家权重, 削弱与多数专家不一致的意见在集结中的作用, 就可以有效避免 Demsper 组合规则的局限性。关键就是如何度量证据冲突。

2.1 冲突系数与证据冲突的关系

通常证据理论采用冲突系数 k 来度量 2 个证据之间的冲突, 即认为 k 越大证据之间的冲突就越大。但在某些情况下, 这种方法不合理, 比如:

例 1 假定识别框架 $\Theta = \{A, B, C\}$, 3 个专家提供的证据分别为:

$$m_1(A) = 0.9, m_1(B) = 0.1; m_2(A) = 0.5, m_2(B) = 0.3, m_2(C) = 0.2; m_3(A) = 0.3, m_3(B) = 0.6, m_3(C) = 0.1$$

例 2 假定识别框架 $\Theta = \{A, B, C\}$, 2 个专家提供的证据分别为:

$$m_1(A) = 0.5, m_1(B) = 0.3, m_1(C) = 0.2; m_2(A) = 0.5, m_2(B) = 0.3, m_2(C) = 0.2$$

例 1 中 m_1 和 m_2 均将最大的置信给了 A , 因此直观分析 m_1 和 m_2 之间的冲突比较小, 而 m_2 和 m_3 之间的冲突比较大。例 2 中, m_1 和 m_2 完全一致, 两证据间没有冲突。计算例 1 中的冲突系数, 可以得到 $k_{12} = 0.52$, $k_{23} = 0.65$, 与直观分析一致。但是例 2 中, 冲突系数 $k = 0.62$, 显然与直观分析相背。因此, 仅仅利用冲突系数 k 来度量证据冲突是有局限性的。

2.2 Jousselme 距离与证据冲突的关系

文献[4]和[10]均利用 Jousselme 距离^[12]表示证据冲突, 其二者关系分析如下:

定义 7 Jousselme 距离: 设 Θ 为辨识框架, m_1 和 m_2 是其上的 2 个 Mass 函数, 则 m_1 和 m_2 的距离可以表示为:

$$d_{BPA}(m_1, m_2) = \sqrt{\frac{1}{2}(m_1 - m_2)^T D(m_1 - m_2)} \quad (3)$$

式中: m_1 和 m_2 是 Mass 函数的向量形式, D 是 $2^N \times 2^N$ 的相似性度量矩阵, 其元素为:

$$D(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad A, B \in 2^\Theta \quad (4)$$

利用 Jousselme 距离计算例 2 中的 m_1 和 m_2 , 可以得到 $d_{BPA}(m_1, m_2) = 0$, 与直观分析一致。但计算例 1 却得到 $d_{BPA}(m_1, m_2) = 0.3464$, $d_{BPA}(m_2, m_3) = 0.2646$, 与直观分析相反。

综上, 仅仅利用冲突系数或 Jousselme 距离来度量证据冲突都有局限性, 因此本文综合两者表示证据冲突程度。

2.3 基于证据冲突度的专家客观权重确定方法

定义 8 设 Θ 为辨识框架, θ' 为 Θ 中的任一假设, 证据 E 的 Mass 函数为 m , 则证据 E 的最大支持假设为 $\arg\max_{\theta' \in \Theta} (\text{Bet}P_m(\theta'))$ 。

设某群决策中有 n 个专家,方案集 $X = [x_1, x_2, \dots, x_l]$ 构成 Θ , 则第 i 个和第 j 个专家意见之间的冲突度

$$C_{ij} \text{ 为: } C_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } \forall \theta \in 2^\Theta, m_i(\theta) = m_j(\theta) \\ 1 & \text{if } (\cup A_i) \cap (\cup B_j) = \emptyset \text{ where } m_i(A_i) > 0 \text{ and } m_j(B_j) > 0 \\ \sqrt{\frac{k_{ij} + d_{ij}}{2}} & \text{else if } (\cup (\operatorname{argmax}_{\theta' \in \Theta} (\operatorname{Bet} P_{m_i}(\theta')))) \cap (\cup (\operatorname{argmax}_{\theta' \in \Theta} (\operatorname{Bet} P_{m_j}(\theta')))) = \emptyset \\ \frac{k_{ij} + d_{ij}}{2} & \text{else} \end{cases} \quad (5)$$

公式(5) 的含义是:证据冲突度为 0 到 1 之间的实数。当 2 个专家意见完全相同时,冲突度为最小值 0;当 2 个专家提供的证据无公共焦元时,冲突度为最大值 1;除了上述 2 种情况,当 2 个证据的最大支持假设构成的集合之间不存在公共元素时,冲突度较大,设为 $\sqrt{\frac{k_{ij} + d_{ij}}{2}}$;除了上述 3 种情况,冲突度较小,设为 $\frac{k_{ij} + d_{ij}}{2}$ 。可以验证由式(5) 计算出的例 1 和例 2 中的证据冲突度均符合直观分析。

根据公式(5) 构造专家之间的相互支持度矩阵

$$S = \begin{bmatrix} 1 & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & 1 & \dots & S_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n1} & S_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n}, \text{ 其中, } S_{ij} = 1 - C_{ij} \quad (6)$$

设专家的客观权重向量为 $\omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]^T$, 则

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n S_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n S_{ij}} \quad (7)$$

2.4 群决策中专家意见的修正与集结

设第 k 个专家提供的证据的 Mass 函数为 $m_k: 2^\Theta \rightarrow [0, 1]$, 专家的权重向量为 $\omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]^T, \omega_{\max} = \max(\omega_i, i = 1, 2, \dots, n)$, 则对 m_k 修正后得到的 Mass 函数 m_k^ω 为:

$$m_k^\omega(A) = \frac{\omega_i}{\omega_{\max}} m_k(A), A \subset \Theta; m_k^\omega(\Theta) = 1 - \sum_{A \subset \Theta} m_k^\omega(A) \quad (8)$$

利用 Demsper 组合规则组合 n 个修正后的证据并计算信度函数和似真函数,即可求得 l 个方案的信任区间向量 $Q = [q_i]$, 其中 $i \in \{1, 2, \dots, l\}, q_i = [\operatorname{Bel}(x_i), \operatorname{Pls}(x_i)]$ 。

2.5 决策规则

目前,基于决策基元属性的决策规则主要有最大信任函数法、最大似真函数法和信任区间法。与前 2 种方法相比,文献[15] 综合考虑信任函数和似真函数,从机理上来说更合理,但构造函数选取比较困难^[16]。为此,本文给出了一种基于可能度的信任区间形式的决策规则。

定义 9 设 a 和 b 同时为区间数, $a = [a^-, a^+], b = [b^-, b^+]$ 且记 $l_a = a^+ - a^-, l_b = b^+ - b^-$, 则称公式(9) 为 $a \geq b$ 的可能度:

$$P(a \geq b) = \frac{\max(a^+ - b^-, 0) + \min(b^+ - a^-, 0)}{l(a) + l(b)} \quad (9)$$

与定义 9 假设相同,文献[17] 给出了公式(10) 的区间数可能度定义。

$$P(a \geq b) = \frac{\min\{l(a) + l(b), \max(a^+ - b^-, 0)\}}{l(a) + l(b)} \quad (10)$$

下面研究公式(9) 与公式(10) 之间的关系,并给出定理 1。

定理 1 在定义 9 的假设下,公式(9) \Leftrightarrow 公式(10)。

证明:若 $a^+ \leq b^-$, 由公式(9) 得 $P(a \geq b) = 0$; 由公式(10) 得 $P(a \geq b) = 0$, 即公式(9) \Leftrightarrow 公式(10)。

若 $a^+ > b^-$, 则由公式(9) 得 $P(a \geq b) = \frac{a^+ - b^- + \min(b^+ - a^-, 0)}{l(a) + l(b)} = \frac{\min(l(a) + l(b), a^+ - b^-)}{l(a) + l(b)}$; 由公式

(10) 得 $P(a \geq b) = \frac{\min(l(a) + l(b), a^+ - b^-)}{l(a) + l(b)}$, 即公式(9) \Leftrightarrow 公式(10)。综上所述, 定理 1 得证。

设决策方案的信任区间向量为 $\mathbf{Q} = [q_i]$, 其中 $q_i = [Bel(x_i), Pls(x_i)]$ 。由公式(9) 计算得到的矩阵 $\mathbf{Q}' = [q_{ij}]_{l \times l}$ 为互补判断矩阵^[17], 其中 $q_{ij} = P(q_i \geq q_j)$, 再由互补判断矩阵排序向量公式^[18] 求得各决策方案的排序向量 $\mathbf{O} = [O_{x_1}, O_{x_2}, \dots, O_{x_l}]$, 其中 O_{x_i} 的计算公式为:

$$O_{x_i} = \frac{\sum_{j=1}^l q_{ij} + \frac{l}{2} - 1}{l(l-1)} \quad (11)$$

本文方法的计算步骤总结如下:

步骤 1 由式(3) - (7) 计算专家的客观权重 ω_i ;

步骤 2 由式(8) 对 Mass 函数进行修正;

步骤 3 利用 Dempster 规则组合修正后的证据, 求得方案的信任区间向量 $\mathbf{Q} = [q_i]$;

步骤 4 由式(9) 和式(11) 计算决策方案的排序向量 $\mathbf{O} = [O_{x_1}, O_{x_2}, \dots, O_{x_l}]$, 做出决策。

3 算例分析

例 3 考虑文献[1] 的教材选择问题, 4 种备选教材构成辨识框架 $\Theta = \{A, B, C, D\}$, 在教材信息不完全的情况下, 由 3 位专家分别从价格(C_1)、理论深度(C_2) 和题量(C_3) 等 3 个方面进行决策, 各位专家按照 DS/AHP 方法给出的属性权重及知识矩阵数据等偏好信息如图 1 所示。按照文献[1] 构造 Mass 函数的方法, 直接应用 Dempster 规则我们可以计算 3 个专家所给出证据的 Mass 函数如下:

$$m_1(A \cup C) = 0.572\ 43, m_1(B) = 0.378\ 99, m_1(\Theta) = 0.048\ 58$$

$$m_2(A) = 0.269\ 98, m_2(B) = 0.269\ 98, m_2(D) = 0.400\ 63, m_2(\Theta) = 0.059\ 41$$

$$m_3(A) = 0.296\ 65, m_3(B \cup D) = 0.376\ 13, m_3(C) = 0.239\ 78, m_3(\Theta) = 0.087\ 44$$

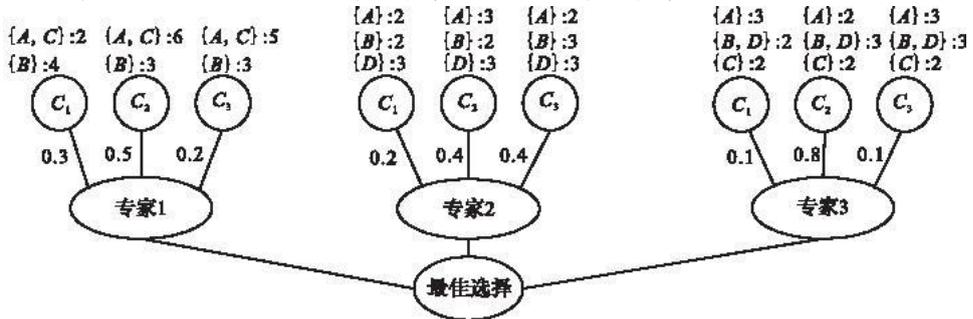


图 1 专家偏好信息

Fig. 1 expert preference information

最优教材选择的计算步骤为: ① 专家的归一化权重向量为 $\omega = [0.318\ 66, 0.314\ 3, 0.367\ 04]^T$; ② 修正后的 Mass 函数为 $m_1^o(A \cup C) = 0.496\ 98, m_1^o(B) = 0.329\ 04, m_1^o(\Theta) = 0.173\ 98; m_2^o(A) = 0.231\ 19, m_2^o(B) = 0.231\ 19, m_2^o(D) = 0.343\ 07, m_2^o(\Theta) = 0.194\ 55; m_3^o(A) = 0.296\ 65, m_3^o(B \cup D) = 0.376\ 13, m_3^o(C) = 0.239\ 78, m_3^o(\Theta) = 0.087\ 44$; ③ 利用 Dempster 规则集结证据后得到的决策方案的信任区间向量为 $\mathbf{Q} = [[0.371, 0.414] [0.315, 0.375] [0.118, 0.161] [0.104, 0.164]]$ 。显然, 利用最大信任函数法和最大似真函数法将给出截然相反的决策结论。④ 决策方案的排序向量 $\mathbf{O} = [0.372, 0.295, 0.171, 0.162]$, 即教材 A 为最优方案。

例 4 采用文献[4] 中的算例。假定辨识框架 $\Theta = \{A, B, C\}$, 4 个专家提供的证据如下:

$$m_1(A) = 0.7, m_1(B) = 0.1, m_1(C) = 0.2 \quad m_2(A) = 0, m_2(B) = 0.8, m_2(C) = 0.2$$

$$m_3(A) = 0.6, m_3(B) = 0.1, m_3(C) = 0.3 \quad m_4(A) = 0.7, m_4(B) = 0.2, m_4(C) = 0.1$$

直观分析: 多数专家支持假设 A, 因此 A 是最佳方案比较合理。从表 1 可以看出: Dempster 方法无法得到合理的集结结果; Yager 方法把冲突信度分配给辨识框架, 很难作出决策; Murphy 方法、文献[4] 方法和本文方法均能给出正确的集结结果。但 Murphy 方法只是对专家意见平均组合, 收敛速度较慢; 文献[4] 方法

利用 Jousselme 距离表示证据冲突是有局限性的。而本文基于冲突系数和 Jousselme 距离综合表示证据冲突度,通过“放大”高冲突专家之间的冲突度,更明显地削弱了“不一致专家”对集结结果的影响,因此从理论上来说更加合理。从集结效果上看,本文方法收敛效果也更好,更利于决策。

表 1 计算结果的比较

Tab. 1 Comparison of the calculation results

方法	m_1, m_2	m_1, m_2, m_3	m_1, m_2, m_3, m_4
Dempster	$m(A) = 0$	$m(A) = 0$	$m(A) = 0$
	$m(B) = 0.6667$	$m(B) = 0.4004$	$m(B) = 0.4004$
	$m(C) = 0.3333$	$m(C) = 0.5996$	$m(C) = 0.5996$
Yager	$m(A) = 0$	$m(A) = 0$	$m(A) = 0$
	$m(B) = 0.08$	$m(B) = 0.008$	$m(B) = 0.0016$
	$m(C) = 0.04$	$m(C) = 0.012$	$m(C) = 0.0012$
Murphy	$m(\Theta) = 0.88$	$m(\Theta) = 0.98$	$m(\Theta) = 0.9972$
	$m(A) = 0.6579$	$m(A) = 0.7813$	$m(A) = 0.8567$
	$m(B) = 0.2368$	$m(B) = 0.1686$	$m(B) = 0.1121$
文献[4]	$m(C) = 0.1053$	$m(C) = 0.0501$	$m(C) = 0.0222$
	$m(A) = 0.6381$	$m(A) = 0.8172$	$m(A) = 0.955$
	$m(B) = 0.1502$	$m(B) = 0.0404$	$m(B) = 0.015$
本文	$m(C) = 0.2117$	$m(C) = 0.1424$	$m(C) = 0.03$
	$m(A) = 0.673$	$m(A) = 0.8345$	$m(A) = 0.9649$
	$m(B) = 0.122$	$m(B) = 0.317$	$m(B) = 0.0109$
	$m(C) = 0.205$	$m(C) = 0.1338$	$m(C) = 0.0242$

4 结束语

Dempster 组合规则在集结群决策中高冲突专家意见方面存在一定的局限性,为此本文提出了基于证据冲突度的高冲突专家意见集结方法和基于可能度的信任区间形式的决策规则。考虑到专家的主观权重受人 为因素影响较大,利用专家的历史决策数据确定专家的权重也存在一定困难,因此本文主要探讨了利用专家的客观权重修改证据源的方法。该方法首先利用专家提供的证据之间的冲突程度计算了专家的客观权重,然后利用 Dempster 组合规则集结专家权重修正后的专家意见,最后利用基于可能度的信任区间法计算出的决策方案的排序向量并进行决策。数值实例表明:本文提出的方法可以有效集结高冲突专家意见,与几种改进方法相比收敛效果更好。基于可能度的决策规则在决策时综合考虑了最大信任函数和最大似真函数,因此在信息不完全的群决策问题中可以使得决策结论更加科学。值得注意的是,文献[16]提出了对专家意见冲突部分和无冲突部分进行分别处理,这也是需要进一步关注的高冲突证据融合方法。

参考文献:

[1] 姚爽,郭亚军,黄玮强. 基于证据距离的改进 DS/AHP 多属性群决策方法[J]. 控制与决策,2010,25(6):894-898
YAO Shuang, GUO Yajun, HUANG Weiqiang. An improved method of aggregation in DS/AHP for multi-criteria group decision-making based on distance measure[J]. Control and decision, 2010, 25(6):894-898. (in Chinese)

[2] Beynon M J. A method of aggregation in DS/AHP for group decision-making with the non-equivalent importance of individuals in the group[J]. Computers & operations research, 2005, 32(7):1881-1896.

[3] Yang J B, Wang Y M. The evidential reasoning approach for MADA under both probabilistic and fuzzy uncertainties[J]. European journal of operational research, 2006, 171: 309-343.

[4] 陆文星,梁昌勇,丁勇. 一种基于证据距离的客观权重确定方法[J]. 中国管理科学,2008,16(6):95-99.
LU Wenxing, LIANG Changyong, DING Yong. A method determining the objective weights of experts based on evidence distance[J]. Chinese journal of management science, 2008, 16(6):95-99. (in Chinese)

[5] 吕文红,吴祈宗. 基于 D-S 证据理论的群决策专家意见集结方法[J]. 运筹与管理, 2005, 14(12): 10-14.
LÜ Wenhong, WU Qizong. The Expertise aggregation method in group decision making based on the D-S evidence theory [J]. Operations research and management science, 2005, 14(12): 10-14. (in Chinese)

[6] 王恺,夏靖波,罗鑫. 一种军事通信网络效能评估专家意见融合方法[J]. 空军工程大学学报:自然科学版,2010,11(5):

65 - 69

WANG Kai, XIA Jingbo, LUO Xin. A method for experts opinion combination of military communication networks effectiveness evaluation [J]. Journal of air force engineering university: natural science edition, 2010, 11(5): 65 - 69. (in Chinese)

- [7] 张洪涛, 朱卫东. 不完全信息下一种信度判断矩阵及其集结方法 [J]. 系统工程, 2010, 28(7): 107 - 110.
ZHANG Hongtao, ZHU Weidong. A belief comparison matrix and its integration method with incomplete information [J]. Systems engineering, 2010, 28(7): 107 - 110. (in Chinese)
- [8] SMETS P, KENNES R. The transferable belief model [J]. Artificial intelligence, 1994, 66(3): 191 - 243.
- [9] Yager R R. On the Dempster - Shafer approach to diagnosing hierarchical hypotheses [J]. Communication of ACM, 1989, 32(5): 573 - 585.
- [10] Smarandache F, Dezert J. Advances and applications of DS_mT for information fusion (collected works) [EB/OL]. (2006 - 12 - 14) [2011 - 1 - 1]. <http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSmT-book2.pdf>.
- [11] Murphy C K. Combining of belief functions when evidence conflicts [J]. Decision support systems, 2000, 29: 1 - 9.
- [12] DENG Y, Shi W K, Zhu Z F, et al. Combining belief functions based on distance of evidence [J]. Decision support systems, 2004, 38: 489 - 493.
- [13] 段新生. 证据理论与决策、人工智能 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1993.
DUAN Xinsheng. Evidential theory and decision making, artificial intelligence [M]. Beijing: China renmin university press, 1993. (in Chinese)
- [14] Jousselme A L, Grenier D, Bosse E. A new distance between two bodies of evidence [J]. Information fusion, 2001, 2(1): 91 - 101.
- [15] Sudano John J. Pignistic probability transforms for mixes of low and high probability events [C]//The 4th international conference of information fusion 2001. Montreal: [s. n.], 2001: 1 - 7.
- [16] 刘付显, 邢清华. 基于 D - S 融合证据的决策新方法 [J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(7): 125 - 131.
LIU Fuxian, XING Qinghua. New decision making method based on D - S fusion evidence [J]. Systems engineering theory and application, 2009, 29(7): 125 - 131. (in Chinese)
- [17] 徐泽水, 达庆利. 区间数排序的可能度法及其应用 [J]. 系统工程学报, 2003, 18(1): 67 - 70.
XU Zeshui, DA Qingli. Possibility degree method for ranking interval numbers and its application [J]. Journal of systems engineering, 2003, 18(1): 67 - 70. (in Chinese)
- [18] 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.
XU Zeshui. Algorithm of priority of fuzzy complementary judgment matrix [J]. Journal of systems engineering, 2001, 16(4): 311 - 314. (in Chinese)

(编辑: 徐敏)

The Expertise Aggregation Method Based on the Improved Evidence Theory in Group Decision Making

SHI Chao, CHENG Yong - mei

(College of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: This paper, considering Demspers rule's disadvantage in aggregating the expertise of high conflict, presents the evidence conflict degree based on conflict coefficient and Jousselme distance. The objective expert weight is computed by using the evidence conflict degree. Then Demspers rule is used to aggregate the modified expertise. Finally, a new probability degree formula is established and the belief interval method based on probability degree is used for decision - making. The numerical examples illustrate that the proposed method is more efficient in combining the conflict expertise than several improved DS methods and compared with the maximum belief function method and plausibility function method, the belief interval method proposed is more scientific.

Key words: group decision - making; evidence conflict; probability degree