浙江理工大学学报，第 29 卷，第 1 期，2012 年 1 月
Journal of Zhejiang Sci-Tech University
Vol. 29, No. 1, Jan. 2012

文章编号：1673-3851 (2012) 01-0150-05

基于直觉模糊熵的多目标决策

白植铭[a]，裴道武[a]，毛 敏[b]
（浙江理工大学，a. 理学院，b. 信电学院，杭州 310018）

摘 要：讨论了基于直觉模糊集的多准则决策，提出了一种新的决策方法：基于直觉模糊熵的多目标决策。给出不同的直觉模糊熵用于多目标决策，并给出了基于直觉模糊熵的多目标决策具体算法。通过具体实例，说明运用不同的直觉模糊熵得出的结果基本是一致的，这说明了决策具体算法的合理性，从而说明基于直觉模糊熵的多目标决策是可行的。

关键词：直觉模糊集；熵；多目标决策；权重

中图分类号：O142　　**文献标识码**：A

0 引 言

多准则决策(MCDM)起源于 1896 年 Pareto 提出的最优概念，由 Cochrane 和 Zeleny1972 年主持召开的多准则决策国际会议被大多数专家学者认为是多准则决策开始发展的重要标志[1]。

多准则决策是指在多个相互独立的准则下进行的决策，它分为多目标决策(MODM)以及多属性决策(MADM)。理论上，多目标决策和方案预定情况是不相关的，它只与设计问题密切相关，在多种限制的约束下，去寻找最好的方案来达到一些目标，从而更好地满足决策者的需要。而多属性决策则是指在合理地处理决策问题时，用以选择和确定备选方案的一套理论、方法和程序等。

在实际应用领域中存在许多决策问题，决策者对事物的认识经常具有不确定性或不完全性，所以便常常遇到一些难以准确描述的事物，从而很难确定事物的特征。模糊性就是这种不确定性之一，这些模糊现象具有内在的不确定性，它们不能使用经典的决策理论和决策方法来处理。

当模糊信息在决策中占有重要地位时，无论是客观模糊信息，还是人为因素造成的模糊性，便构成了模糊决策问题，其中重要的一类问题就是模糊多准则决策问题。

模糊集的熵用于描述一个模糊集的模糊程度，也是由 Zadeh[2] 首次提出的，后来几个作者用不同的观点对模糊熵展开了研究，在直觉模糊熵方面，Burillo[3]，Szmidt[4] 等分别给出公理化定义且具有各自的合理性，并在多个领域获得应用。

近几年，Xu[5-7]，Yager[8]，Liu 与 Wang[9] 等在基于直觉模糊集的多属性决策领域进行了深入的研究，Wu 与 Zhang[10]，Ye[11-12] 等国内外学者对基于直觉模糊熵的多属性决策得到一些合理的结果，而对基于直觉模糊熵的多目标决策的研究相对较少。

1 预备知识

定义 1.1[13] 设 X 是论域，则 X 上的一个直觉模糊集 A 定义为集合：

$$A=\{<x,\mu_A(x),\nu_A(x)>\mid x\in X\},$$

其中映射 $\mu_A:X\to[0,1]$，$\nu_A:X\to[0,1]$ 满足条件：

$$0\leqslant\mu_A(x)+\nu_A(x)\leqslant 1,\forall x\in X.$$

$\mu_A(x)$ 和 $\nu_A(x)$ 分别称为 x 对直觉模糊集 A 的隶属度和非隶属度。

直觉模糊集 A 可以简记作 $A=<x,\mu_A(x),$

收稿日期：2011－04－08

基金项目：国家自然科学基金项目(10871229)；国家自然科学基金项目(60863002)

作者简介：白植铭(1986－)，男，浙江温州人，硕士研究生，主要从事非经典逻辑与近似推理方面的研究。

$\nu_A(x)>$。

$\pi_A(x)=1-\mu_A(x)-\nu_A(x)$ 称为直觉模糊集 A 的犹豫指数。X 中 x 属于 A 的隶属度与非隶属度所组成的有序对 $(\mu_A(x),\nu_A(x))$ 称为直觉模糊数。

显然,经典的模糊集 A 对应下列直觉模糊集

$$A=<x,\mu_A(x),1-\mu_A(x)>。$$

笔者使用 S 记论域 X 上所有直觉模糊集组成的集合。

直觉模糊集 A 可以用 Vague 集来表示 $A=[\mu_A(x),1-\nu_A(x)]$。

Bustince 和 Burillo[14] 指出,Vague 集与直觉模糊集都是一般模糊集的推广,实质上是相同的。

定义 1.2[13] 给定两个直觉模糊集 A,B。

(1) 称 A 包含于 B,记做 $A\subseteq B$,如果对于任意 $x\in X$,则

$$\mu_A(x)\leqslant\mu_B(x),且\ \nu_A(x)\geqslant\nu_B(x)。$$

(2) 直觉模糊集 $A^c=<x,\nu_A(x),\mu_A(x)>$ 称为 A 的补集。

(3) A 和 B 的并集定义为

$$(A\cup B)(x)=<x,\mu_A(x)\vee\mu_B(x),\nu_A(x)\wedge\nu_B(x)>。$$

(4) A 和 B 的交集定义为

$$(A\cap B)(x)=<x,\mu_A(x)\wedge\mu_B(x),\nu_A(x)\vee\nu_B(x)>。$$

(5) A 和 B 的和定义为

$$(A+B)(x)=<x,\mu_A(x)+\mu_B(x)-\mu_A(x)\mu_B(x),\nu_A(x)\nu_B(x)>。$$

(6) A 和 B 的积定义为

$$(A*B)(x)=<x,\mu_A(x)\mu_B(x),\nu_A(x)+\nu_B(x)-\nu_A(x)\nu_B(x)>。$$

定义 1.3[15] 一个函数 E: $S\to[0,1]$ 叫做 S 的一个熵,如果 E 满足:

($E1$) $E(A)=0\Leftrightarrow A$ 是分明集合;

($E2$) $E(A)=1\Leftrightarrow\mu_A(x)=\nu_A(x)$;

($E3$) 如果 A 没有 B 模糊,即

当 $\mu_B(x)\leqslant\nu_B(x)$ 时,$\mu_A(x)\leqslant\mu_B(x)$ 且 $\nu_A(x)\geqslant\nu_B(x)$,

当 $\mu_B(x)\geqslant\nu_B(x)$ 时,$\mu_A(x)\geqslant\mu_B(x)$ 且 $\nu_A(x)\leqslant\nu_B(x)$,

那么 $E(A)\leqslant E(B)$;

($E4$) $E(A)=E(A^c)$。

2 基于直觉模糊集的熵的多目标决策

本节构造了两个直觉模糊熵,并利用目标的信息熵求出目标权重,最后利用一个设计的函数值进行排序,从而从备选方案中选择最优方案。为目标权值完全未知且目标值以直觉模糊信息给出的多目标决策问题提出了一种简单有效的新方法。

2.1 基于直觉模糊熵的多目标决策的算法

设 A 为决策方案集,C 为目标集,$A=\{A_1,A_2,\cdots,A_m\}$,$C=\{C_1,C_2,\cdots,C_n\}$。假设决策方案 A_i 在目标集 C 下的特征用下列直觉模糊集来表示:

$$A_i=\{(C_1,(u_{i1}(x),\nu_{i1}(x))),(C_2,(u_{i2}(x),\nu_{i2}(x)),\cdots,(C_m,(u_{im}(x),\nu_{im}(x))\},$$

其中,$u_{ij}(x)$ 为决策方案 A_i 对 C_j 隶属度(满意度),$\nu_{ij}(x)$ 为决策方案 A_i 对 C_j 非隶属度(不满意值),由所有的 $u_{ij}(x)$ 与 $\nu_{ij}(x)$ 组成了决策矩阵记为 $\boldsymbol{B}=(b_{ij})_{m\times n}$,其中元素为 $b_{ij}=(U_{ij}(x),v_{ij}(x))$,若决策者要在决策方案集 A 中选择一个方案使其同时满足 $C_j,C_k,\cdots,C_p$ 或满足 C_s,即 C_j and C_k and…and C_p or C_s。

基于直觉模糊集的熵的多目标决策的基本思想是先构造理想目标,求出理想目标的熵,然后比较理想目标的熵与方案 A_i 熵的距离,距离最小的方案就是最佳方案。

(1) 满足约束条件 $C_j,C_k,\cdots,C_p$ 的理想目标:

$$G_1=\{(C_j,(\vee_{i=1}^m u_{ij}(x),\wedge_{i=1}^m\nu_{ij}(x))),(C_k,(\vee_{i=1}^m u_{ik}(x),\wedge_{i=1}^m\nu_{ik}(x)),\cdots,(C_p,(\vee_{i=1}^m u_{ip}(x),\wedge_{i=1}^m\nu_{ip}(x))\}。$$

(2) 满足约束条件 C_s 的理想目标:

$$G_2=\{(C_s,(\vee_{i=1}^m u_{is}(x),\wedge_{i=1}^m\nu_{is}(x)))。$$

定义 2.1 理想目标与方案 A_i 的距离 $D(A_i)$ 定义为:

$$D(A_i)=\min(d(E^*(G_1),E^*(A_{i1})),$$
$$d(E^*(G_2),E^*(A_{i2})),i=1,2,\cdots,m,其中,$$

$$A_{i1}=\{(C_j,(u_{ij}(x),\nu_{ij}(x))),(C_k,(u_{ik}(x),\nu_{ik}(x)),\cdots,(C_p,(u_{ip}(x),\nu_{ip}(x))\}$$

$$A_{i2}=\{(C_s,(u_{is}(x),\nu_{is}(x))\}。$$

在公式 $D(A_i)$ 中设:

当 $u_A(x)>\nu_A(x)$,$E^*(A)=E(A)$,当 $u_A(x)<\nu_A(x)$,$E^*(A)=E(A)-1$,

那么 $E^*(A)$ 的变化从 -1 到 1,即当 $\nu_A(x)=1$,$u_A(x)=0$ 时,表示对这个属性的不满意值是最大的,$E^*(A)=-1$ 表示与目标的熵差距是最大的,所以对 $E^*(A)$ 的构造具有一定的合理性。

根据直觉模糊熵的理论,直觉模糊熵越大,它所能够提供的信息就越少,

比如当 $u_A(x)=\nu_A(x)$ 时,$E(A)=1$,这时所提供给决策者的信息基本为 0,故对同一方案的不同目标集的熵进行加权是有必要的。由于每个方案的

地位是平等的，所以 $E(C_j)=(\sum_{i=1}^{n}E(b_{ij}))/m)$，$j=1,\cdots,m$。第 j 个属性的权重可由下式计算[11]：

$$W(C_j)=(1-E(C_j))/\sum_{j=1}^{n}(1-E(C_j))。$$

对于基本直觉模糊集的熵的多目标决策具体算法步骤如下：

(1) 将所给的直觉模糊数矩阵 $\boldsymbol{B}$ 转化成熵矩阵 $E(\boldsymbol{B})=((E(b_{ij}))_{ij})_{m\times n}$；

(2) 分别计算约束条件 $C_j,C_k,\cdots,C_p$ 与 C_s 的理想目标并求它们的熵；

(3) 使用加权距离公式计算出 $d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))$ 与 $d(E^*(G_2),E^*(A_{i2}))i=1,2,\cdots,m$，$W(C_j)=(1-E(C_j))/\sum_{j=1}^{n}(1-E(C_j))$；

(4) 计算出 $D(A_i)$，$D(A_i)$ 越小越好。

构造两个满足定义 1.3 的直觉模糊熵：

$$E_1(A)=1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|,$$

$$E_2(A)=(1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))。$$

容易证明 $E_1(A)$ 满足定义 1.3。只需证明 $E_2(A)$ 是否满足定义 1.3

证明

(E1) $E_2(A)=0\Leftrightarrow(1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))=0$

$\Leftrightarrow|\mu_A(x)-\nu_A(x)|=1$ 且 $\pi_A(x)=0$

$\Leftrightarrow\mu_A(x)=0,\nu_A(x)=1$ 或 $\mu_A(x)=1,\nu_A(x)=0$

$\Leftrightarrow A$ 为分明集；

(E2) $E_2(A)=1\Leftrightarrow(1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))=1$

$\Leftrightarrow 1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x)=1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x)$

$\Leftrightarrow\mu_A(x)=\nu_A(x)$；

(E3)
$$E_2(A)=(1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))=\frac{2-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|-\mu_A(x)-\nu_A(x)}{2+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|-\mu_A(x)-\nu_A(x)}$$

$$E_2(B)=(1-|\mu_B(x)-\nu_B(x)|+\pi_B(x))/(1+|\mu_B(x)-\nu_B(x)|+\pi_B(x))=\frac{2-|\mu_B(x)-\nu_B(x)|-\mu_B(x)-\nu_B(x)}{2+|\mu_B(x)-\nu_B(x)|-\mu_B(x)-\nu_B(x)}$$

当 $\mu_B(x)\leqslant\nu_B(x)$ 时，$\mu_A(x)\leqslant\mu_B(x)$ 且 $\nu_A(x)\geqslant\nu_B(x)$，即：

$$\mu_A(x)\leqslant\mu_B(x)\leqslant\nu_B(x)\leqslant\nu_A(x),$$

$E_2(A)=\dfrac{2-2\nu_A(x)}{2-2\mu_A(x)}$，$E_2(B)=\dfrac{2-2\nu_B(x)}{2-2\mu_B(x)}$，故，$E_2(A)\leqslant E_2(B)$；

当 $\mu_B(x)\geqslant\nu_B(x)$ 时，$\mu_A(x)\geqslant\mu_B(x)$ 且 $\nu_A(x)\leqslant\nu_B(x)$，即：

$$\mu_A(x)\geqslant\mu_B(x)\geqslant\nu_B(x)\geqslant\nu_A(x),$$

$E_2(A)=\dfrac{2-2\mu_A(x)}{2-2\nu_A(x)}$，$E_2(B)=\dfrac{2-2\mu_B(x)}{2-2\nu_B(x)}$，故，$E_2(A)\leqslant E_2(B)$。

(E4)
$$E_2(A)=(1-|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\mu_A(x)-\nu_A(x)|+\pi_A(x))=(1-|\nu_A(x)-\mu_A(x)|+\pi_A(x))/(1+|\nu_A(x)-\mu_A(x)|+\pi_A(x))=E_2(A^c)。$$

2.2 算例分析

供应链成员的选择是供应链成功的基础，供应商的业绩影响着制造商的成功与否。对供应链伙伴的选择标准可以根据交货及时(C_1)，产品品种多(C_2)，质量优(C_3)，提前期短(C_4)和信誉好(C_5)几方面考虑。有5个备选方案 A_1,A_2,A_3,A_4,A_5，若决策者要在目标集中选择一个同时满足条件 C_1,C_2,C_3，或者 C_4 的最佳方案，专家得出决策矩阵 $\boldsymbol{B}$，试确定最佳方案。

$$\boldsymbol{B}=\begin{pmatrix}(0.3,0.5)&(02,0.6)&(0.6,0.1)&(0.2,0.4)&(0,0.8)\\(0.1,0.7)&(0,0.9)&(0.6,0.3)&(0.8,0)&(0.2,0.8)\\(0.4,0.3)&(0.7,0)&(0.2,0.6)&(0.2,0.7)&(0.2,0.8)\\(0.1,0.7)&(0.1,0.8)&(0.1,0.9)&(0.2,0.7)&(0.8,0.1)\\(0.4,0)&(0.7,0)&(0.3,0.3)&(0.1,0.7)&(0.1,0.8)\end{pmatrix}$$

步骤1：根据 $E_2(A)$ 计算出每个属性在不同方案下的模糊熵如下：

$$E(\boldsymbol{B})=\begin{pmatrix}0.7143&0.5000&0.4444&0.7500&0.2000\\0.3333&0.1000&0.5714&0.2000&0.2500\\0.8571&0.3000&0.5000&0.3750&0.2500\\0.3333&0.2000&0.1111&0.3750&0.2222\\0.6000&0.3000&1.0000&0.3333&0.2222\end{pmatrix}$$

步骤2：分别计算约束条件 C_1,C_2,C_3 与 C_4 的理想目标并求它们的熵。

$$E(G_1)=((E(C_1),0.6),(E(C_2),0.3),(E(C_3),0.444)),$$

$$E(G_2)=(E(C_4),0.2)。$$

步骤3：使用加权距离公式计算出 $d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))$ 与 $d(E^*(G_2),E^*(A_{i2}))$，要注意的是计

算这 3 个权重的时候应该不需要考虑 C_4 与 C_5 对它们的影响，可得：

$$W(C_1)=(1-E(C_1))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_1))=0.446,$$

$$W(C_2)=(1-E(C_2))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_2))=0.223,$$

$$W(C_3)=(1-E(C_3))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_3))=0.331。$$

$$d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))=d(((E(C_1),0.6),(E(C_2),0.3),(E(C_3),0.444)),E^*(A_{i1}))$$

可得：

$$d(E^*(G_1),E^*(A_{11}))=W(C_1)*|E(C_1)-E*(b_{11})|+W(C_2)*|E(C_2)-E*(b_{12})|+W(C_3)*|E(C_3)-E*(b_{13})|=0.7646,$$

$$d(E^*(G_2),E^*(A_{12}))=|E(C_2)-E^*(b_{12})|=0.95,D(A_1)=0.7646。$$

同理可得表 1、表 2、表 3 所示的结果。

表 1　计算 $E^*(G_1)$ 与 $E^*(A_{i1})$ 的距离

i	1	2	3	4	5
$d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))$	0.7646	0.5473	0.4437	0.6513	0.184

表 2　计算 $E^*(G_1)$ 与 $E^*(A_{i2})$ 的距离

i	1	2	3	4	5
$d(E^*(G_2),E^*(A_{i2}))$	0.95	0	0.575	0.575	0.533

表 3　计算 $D(A_i)$

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
$D(A_i)$	0.7646	0	0.4437	0.575	0.184

步骤 4：由步骤可得 $D(A_2)<D(A_5)<D(A_3)<D(A_4)<D(A_1)$。即方案 A_2 为最佳。

为了检验该方法的合理性，在步骤 1 中把 $E_2(A)$ 换成 $E_1(A)$ 后，同样的，有以下步骤。

步骤 1：根据 $E_1(A)$ 计算出每个属性在不同方案下的模糊熵如下：

$$E(\boldsymbol{B})=\begin{pmatrix}0.8&0.6&0.5&0.8&0.2\\0.2&0.1&0.7&0.2&0.4\\0.3&0.3&0.6&0.5&0.4\\0.2&0.3&0.2&0.5&0.3\\0.6&0.3&1&0.4&0.3\end{pmatrix}$$

步骤 2：分别计算约束条件 C_1,C_2,C_3 与 C_4 的理想目标并求它们的熵。

$$E(G_1)=((E(C_1),0.6),(E(C_2),0.3),(E(C_3),0.5)),$$

$$E(G_2)=(E(C_4),0.2)。$$

步骤 3：使用加权距离公式计算出 $d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))$ 与 $d(E^*(G_2),E^*(A_{i2}))$，要注意的是计算这 3 个权重的时候应该不需要考虑 C_4 与 C_5 对它们的影响，可得：

$$W(C_1)=(1-E(C_1))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_1))=0.25,$$

$$W(C_2)=(1-E(C_2))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_2))=0.4375,$$

$$W(C_3)=(1-E(C_3))/\sum_{j=1}^{3}(1-E(C_3))=0.3125。$$

$$d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))=d(((E(C_1),0.6),(E(C_2),0.3),(E(C_3),0.5)),E^*(A_{i1})),$$

可得：

$$d(E^*(G_1),E^*(A_{11}))=W(C_1)*|E(C_1)-E*(b_{11})|+W(C_2)*|E(C_2)-E*(b_{12})|+W(C_3)*|E(C_3)-E*(b_{13})|=0.7646,$$

$$d(E^*(G_2),E^*(A_{12}))=|E(C_2)-E*(b_{12})|=0.95,$$

$$D(A_1)=0.7646。$$

同理可得表 4、表 5、表 6 所示结果。

表 4　计算 $E^*(G_1)$ 与 $E^*(A_{i1})$ 的距离

i	1	2	3	4	5
$d(E^*(G_1),E^*(A_{i1}))$	0.5063	0.9375	0.3563	1.1938	0.1563

表 5　计算 $E^*(G_1)$ 与 $E^*(A_{i2})$ 的距离

i	1	2	3	4	5
$d(E^*(G_2),E^*(A_{i2}))$	0.4	0	0.7	0.7	0.1

表 6　计算 $D(A_i)$

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
$D(A_i)$	0.4	0	0.4437	0.7	0.1

步骤 4：由步骤可得 $D(A_2)<D(A_5)<D(A_1)<D(A_3)<D(A_4)$。即方案 A_2 为最佳，A_5 为第二佳方案。

3　结　论

研究了属性权重完全未知，利用直觉模糊集的熵得到每个目标的直觉模糊熵；设计了基于直觉模糊集的熵的多目标决策具体算法步骤，该算法首先计算出各目标的权重，进而对决策方案进行排序。最后进行了实例分析，其中选用不同直觉模糊熵的公式来检验该方法的合理性，为基于直觉模糊集的多准则决策问题提出了一种新的方法。新的决策方法的提出有效地帮助决策者在多准则决策中有更多的选择。

参考文献：

[1] Cochrane J L，Zelen M. Multiple Criteria Decision Making[M]. Columbia，South Carolina：University of South

Carolina Press, 1973.
[2] Zadeh L A. Fuzzy sets[J]. Information and Control, 1965, 8(3): 338-353.
[3] Burillo P, Bustince H. Entropy on intuitionistic fuzzy sets and on interval-valued fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1996, 78(3): 305-316.
[4] Szmidt E, Kacprzyk J. Entropy for intuitionstic fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 118(3): 467-477.
[5] Xu Z S. Intuitionistic fuzzy aggregation operators[J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2007, 15(6): 1179-1187.
[6] Xu Z S. Multi-person multi-attribute decision making models under intuitionistic fuzzy environment[J]. Fuzzy Optimization and Decision Making, 2007, 6: 221-236.
[7] Xu Z S. A method based on distance measure for interval-valued intuitionistic fuzzy group decision making[J]. Information Sciences, 2010, 180: 181-190.
[8] Xu Z S, Yager R R. Dynamic intuitionistic fuzzy multi-attribute decision making[J]. International Journal of Approximate Reasoning, 2008, 48(1): 246-262.
[9] Liu H W, Wang G J. Multi-criteria decision-making methods based on intuitionistic fuzzy sets[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 179(1): 220-233.
[10] Wu J Z, Zhang Q. Multicriteria decision making method based on intuitionistic fuzzy weighted entropy[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(1): 916-922.
[11] Ye J. Fuzzy decision-making method based on the weighted correlation coefficient under intuitionistic fuzzy environment[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 205(1): 202-204.
[12] Ye J. Multi criteria fuzzy decision-making method using entropy weights-based correlation coefficients of interval-valued intuitionistic fuzzy sets[J]. Applied Mathematical Modelling, 2010, 34(12): 3864-3870.
[13] Atanassov K. Intuitionistic fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986,20: 87-96.
[14] Bustince H, Burillo P. Vague sets are intuitionistic fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1996, 79(3): 403-405.
[15] 袁和军. 推广形式下的三I算法[J]. 陕西师范大学学报, 2002, 30(1): 22-26.

Multi-Objective Decision-Making Based on the Entropy of Intuitionistic Fuzzy Sets

BAI Zhi-ming[a], *PEI Dao-wu*[a], *MAO Min*[b]
(Zhejiang Sci-Tech University, a. School of Sciences,
b. School of Informatics and Electronics, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In this paper, we discuss multi-objective decision-making based on intuitionistic fuzzy sets, and propose a new method based on the entropy of intuitionistic fuzzy sets in fuzzy multi- criteria decision-making. We use the selected intuitionistic fuzzy entropy to design a new algorithm for fuzzy multi-criteria decision-making in the setting of intuitionistic fuzzy sets. By concrete examples, we show the consistency of different intuitionistic fuzzy entropies. This fact shows both the rationality of our algorithm and feasibility of the fuzzy multi-criteria decision-making based on the entropies of intuitionistic fuzzy sets.

Key words: intuitionistic fuzzy set; entropy; multi-objective decision-making; weight

(责任编辑: 马春晓)