第 28 卷第 2 期　四川理工学院学报(自然科学版)　Vol. 28　No. 2
2015 年 4 月　Journal of Sichuan University of Science & Engineering(Natural Science Edition)　Apr. 2015
文章编号:1673-1549(2015)02-0092-06　DOI:10.11863/j.suse.2015.02.20

动态区间值模糊软集及其决策应用

何　霞, 杜迎雪, 刘卫锋

(郑州航空工业管理学院数理系, 郑州　450015)

摘　要:文章提出了动态区间值模糊软集的概念,定义了动态区间值模糊软集的运算,研究了动态区间值模糊软集的运算性质,给出了动态区间值模糊软集决策方法,通过实例说明了决策方法的可行性与有效性。

关键词:软集;动态区间值模糊软集;动态模糊软集

中图分类号:O159　　**文献标志码**:A

Molodtsov 在文献[1]中提出了软集的概念,为人们研究不确定性问题提供了一种新方法。由于软集理论在一定程度上弥补了模糊集、粗糙集等不确定理论的不足,故而引起了许多研究者的关注,其中文献[2-4]通过定义软集的相关运算以及研究它们的性质,完善了软集的理论基础,文献[5-11]提出了一些广义软集,进一步拓展了软集的应用范围,文献[12-16]研究了软集和广义软集在决策中的应用。上述研究均是从静态的观点研究软集理论和软集决策,而在实际决策中,需要从动态的观点研究软集和软集决策,为此文献[17]定义具有时间参数的动态模糊软集,并研究了其相关运算和决策应用,使得模糊软集在决策中更加符合实际情况。然而,专家在利用动态模糊软集进行决策时仍然要用精确数值作为评价值,这使得专家在进行决策中有时会出现难以确定的困难,而用[0,1]中的一个闭区间子集作为评价值则可以较好地对决策中的不确定性进行有效刻画,这也是文献[18]将模糊集拓展为区间值模糊集的原因。鉴于此,本文将文献[17]中的动态模糊软集拓展为动态区间值模糊软集,研究了动态区间值模糊软集的各种运算及其性质,并给出了动态区间值模糊软集的加权平均算子以及计算公式,提出动态区间值模糊软集决策方法。最后,通过实例说明了动态区间值模糊软集决策的可行性和有效性。本文研究结果推广了文献[17]中动态模糊软集的概念,丰富了软集理论,拓展了软集的应用范围。

1　相关概念

定义 1[1]　设 U 是论域,$P(U)$ 是其幂集,E 是参数集,(F,E) 称为 U 上的软集,其中,$F:E \to P(U)$,$F(e) \in P(U)$。

软集的表示方法有三种:

(1)近似集表示方法[14]

$(F,E) = \{(e,F(e)) \mid e \in E, F(e) \in P(U)\}$

(2)图表表示方法[2]

设论域 $U = \{x_1, x_2, \cdots, x_m\}$,参数集 $E = \{e_1, e_2, \cdots, e_n\}$,将软集 (F,E) 表示为一张表(表1)。在第一行列出所有参数,给出论域中的所有对象。如果对象 x_i 在参数 e_j 相应的近似集 $F(e_j)$ 中,在表中对应位置填写 1,否则,对应位置上填写 0,即 $x_i \in F(e_j)$,$a_{ij} = 1$;$x_i \notin F(e_j)$,$a_{ij} = 0$。

表 1　软集的图表形式

U	e_1	e_2	$\cdots$	e_n
x_1	a_{11}	a_{12}	$\cdots$	a_{1n}
x_2	a_{21}	a_{22}	$\cdots$	a_{2n}
$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
x_m	a_{m1}	a_{m2}	$\cdots$	a_{mn}

收稿日期:2015-03-18

基金项目:航空科学基金项目(2013ZD55006);郑州航空工业管理学院青年科研基金(2014113001)

作者简介:何 霞(1976-),女,河南太康人,副教授,硕士,主要从事应用数学方面的研究,(E-mail)hexia0723@163.com

(3)软矩阵表示方法[13]

从软集的图表形式可以看出,软集可以表示成一个布尔矩阵 $A = (a_{ij})_{mn}$,将这种布尔矩阵称为软矩阵。

定义 2[19] 称 $\bar{a} = [a^-, a^+] \subseteq [0,1]$ 为区间数,令 $D[0,1] = \{[a^-, a^+] \mid 0 \leqslant a^- \leqslant a^+ \leqslant 1\}$ 表示所有 $[0,1]$ 内的区间数组成的集合。设 $a \in [0,1]$,令 $a = [a, a]$,则 $a \in D[0,1]$。

定义 3[19] 设 $\bar{a}_i \in D[0,1]$,其中 $\bar{a}_i = [a_i^-, a_i^+]$,$i \in I$,$I$ 是指标集。定义

$$\bigwedge_{i \in I} \bar{a}_i = [\bigwedge_{i \in I} a_i^-, \bigwedge_{i \in I} a_i^+],\ \bigvee_{i \in I} \bar{a}_i = [\bigvee_{i \in I} a_i^-, \bigvee_{i \in I} a_i^+]$$

设 $\bar{a}, \bar{b} \in D[0,1]$,其中 $\bar{a} = [a^-, a^+]$,$\bar{b} = [b^-, b^+]$,则区间数的小于关系定义为:$\bar{a} \leqslant \bar{b} \Leftrightarrow a^- \leqslant b^-, a^+ \leqslant b^+$。区间数的相等关系定义为:$\bar{a} = \bar{b} \Leftrightarrow \bar{a} \leqslant \bar{b}$ 且 $\bar{b} \leqslant \bar{a} \Leftrightarrow a^- = b^-, a^+ = b^+$。

定义 4[18] 论域 U 上的一个区间值模糊集为 $\mu: U \to D[0,1]$,即指集合 $\mu = \{(x, \mu(x) = [\mu^-(x), \mu^+(x)] \mid x \in U)\}$,其中,$\mu^-(x)$,$\mu^+(x)$ 是 U 上的两个模糊集,分别称为区间值模糊集 μ 的上、下隶属函数,且 $\mu^-(x) \leqslant \mu^+(x)$,$\forall x \in U$。

定义 5[5] 设 U 是论域,$FP(U)$ 是其模糊幂集,E 是参数集,(F,E) 称为 U 上的模糊软集,其中,$F:E \to FP(U)$,$F(e) \in FP(U)$。

定义 6[6] 设 U 是论域,$IVFP(U)$ 是其区间值模糊幂集,E 是参数集,(F,E) 称为 U 上的区间值模糊软集,其中,$F:E \to IVFP(U)$,$F(e) \in IVFP(U)$。

定义 7[17] 设 U 是论域,$FP(U)$ 是其模糊幂集,T 是时间集,E 是参数集,$(F, E \times T)$ 称为 U 上的时序模糊软集,其中,$F:E \times T \to FP(U)$ 为一个从参数集 $E \times T$ 到 $FP(U)$ 的一个映射,即

$\forall (e,t) \in E \times T$,

$F(e,t) = \{< x, \mu_{F(e,t)}(x) > \mid x \in U\} \in FP(U)$

$\mu_{F(e,t)}(x) \in [0,1]$ 表示元素 x 属于模糊集 $F(e,t)$ 的隶属度。

2　动态区间值模糊软集

定义 8 设 U 是论域,$IVFP(U)$ 是其区间值模糊幂集,T 是时间集,E 是参数集,$(F, E \times T)$ 称为 U 上的动态区间值模糊软集,其中,$F:E \times T \to IVFP(U)$ 为参数集 $E \times T$ 到 $IVFP(U)$ 的一个映射,即 $\forall (e,t) \in E \times T$,$F(e,t) = \{< x, \mu_{F(e,t)}(x) > \mid x \in U\} \in IVFP(U)$,$\mu_{F(e,t)}(x) = [\mu_{F(e,t)}^-(x), \mu_{F(e,t)}^+(x)] \in D[0,1]$ 表示元素 x 属于模糊集 $F(e,t)$ 的区间值隶属度。

显然,当论域 U 上区间值模糊软集 $IVFP(U)$ 退化为模糊软集 $FP(U)$ 时,动态区间值模糊软集就退化为定义 7 中定义的时序模糊软集,即动态区间值模糊软集是时序模糊软集的一种推广。

定义 9 设 U 是论域,$IVFP(U)$ 是其区间值模糊幂集,E 是参数集,T_1, T_2 是时间集,$(F, E \times T_1)$,$(G, E \times T_2)$ 为 U 上的两个动态区间值模糊软集,称 $(F, E \times T_1)$ 是 $(G, E \times T_2)$ 的动态区间值模糊软子集,并记作 $(F, E \times T_1) \subseteq (G, E \times T_2)$,若 $T_1 \subseteq T_2$,且 $\forall (e,t) \in E \times T_1$,$F(e,t) \subseteq G(e,t)$,即 $\forall x \in U$,$\forall (e,t) \in E \times T_1$,$\mu_{F(e,t)}(x) \leqslant \mu_{G(e,t)}(x)$,即 $[\mu_{F(e,t)}^-(x), \mu_{F(e,t)}^+(x)] \leqslant [\mu_{G(e,t)}^-(x), \mu_{G(e,t)}^+(x)]$。

定义 10 设 $(F, E \times T)$ 为论域 U 上的动态区间值模糊软集。若 $\forall (e,t) \in E \times T$,$F(e,t) = \{< x, \mu_{F(e,t)}(x) > \mid x \in U\} = \{< x, [1,1] > \mid x \in U\}$,则称 $(F, E \times T)$ 为论域 U 上的动态完全区间值模糊软集,记作 $(F_U, E \times T)$。若 $\forall (e,t) \in E \times T$,$F(e,t) = \{< x, \mu_{F(e,t)}(x) > \mid x \in U\} = \{< x, [0,0] > \mid x \in U\}$,则称 $(F, E \times T)$ 为论域 U 上的动态空区间值模糊软集,记作 $(F_\Phi, E \times T)$。

定义 11 设 $(F, E \times T_1)$,$(G, E \times T_2)$ 为论域 U 上两个动态区间值模糊软集,若 $(F, E \times T_1) \subseteq (G, E \times T_2)$ 且 $(G, E \times T_2) \subseteq (F, E \times T_1)$,则称 $(F, E \times T_1)$ 与 $(G, E \times T_2)$ 相等,并记作 $(F, E \times T_1) = (G, E \times T_2)$。

定义 12 设 $(F, E \times T_1)$,$(G, E \times T_2)$ 为论域 U 上两个动态区间值模糊软集,则定义:

(1)限制交运算

$(H, E \times T) = (F, E \times T_1) \cap_r (G, E \times T_2)$

其中 $T = T_1 \cap T_2$,且 $\forall (e,t) \in E \times T$,有 $H(e,t) = F(e,t) \cap G(e,t)$。

(2)限制并运算

$(H, E \times T) = (F, E \times T_1) \cup_r (G, E \times T_2)$

其中 $T = T_1 \cap T_2$,且 $\forall (e,t) \in E \times T$,有 $H(e,t) = F(e,t) \cup G(e,t)$。

(3) $(F, E \times T_1)$ 的补运算

$(F, E \times T_1)^c = (F^c, E \times T_1)$

其中

$F^c: E \times T_1 \to IVFP(U)$,$\forall (e,t) \in E \times T$

$F^c(e,t) = \{< x, [1 - \mu_{F(e,t)}^+(x), 1 - \mu_{F(e,t)}^-(x)] > \mid x \in U\}$

例 1 设论域 $U = \{x_1, x_2, x_3\}$,参数集为 $E = \{e_1, e_2\}$,时间集 $T_1 = \{t_1, t_2\}$,$T_2 = \{t_1, t_3\}$,动态区间值模糊软集 $(F, E \times T_1)$,$(G, E \times T_2)$ 的图表形式见表 2。

表 2 动态区间值模糊软集 $(F,E\times T_1)$,$(G,E\times T_2)$ 的图表形式

	$(F,E\times T_1)$				$(G,E\times T_2)$			
T	t_1		t_2		t_1		t_3	
E	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2
x_1	[0.5,0.6]	[0.3,0.4]	[0.6,0.7]	[0.3,0.5]	[0.6,0.7]	[0.4,0.5]	[0.6,0.8]	[0.4,0.6]
x_2	[0.4,0.5]	[0.7,0.8]	[0.5,0.6]	[0.5,0.7]	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.7,0.8]	[0.5,0.7]
x_3	[0.6,0.7]	[0.4,0.6]	[0.3,0.4]	[0.6,0.8]	[0.5,0.7]	[0.3,0.5]	[0.2,0.4]	[0.5,0.7]

由表 2 可以计算出 $(F,E\times T_1)$ 与 $(G,E\times T_2)$ 的限制交、限制并以及 $(F,E\times T_1)$ 的补(表 3)。

表 3 $(F,E\times T_1)$ 与 $(G,E\times T_2)$ 的限制交、限制并和补

	$(F,E\times T_1)\cap_r(G,E\times T_2)$		$(F,E\times T_1)\cup_r(G,E\times T_2)$		$(F,E\times T_1)^c$			
T	t_1		t_1		t_1		t_2	
E	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_2	e_1
x_1	[0.5,0.6]	[0.3,0.4]	[0.6,0.7]	[0.4,0.5]	[0.4,0.5]	[0.6,0.7]	[0.3,0.4]	[0.5,0.7]
x_2	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.4,0.5]	[0.7,0.8]	[0.5,0.6]	[0.2,0.3]	[0.4,0.5]	[0.3,0.5]
x_3	[0.5,0.7]	[0.3,0.5]	[0.6,0.7]	[0.4,0.6]	[0.3,0.4]	[0.4,0.6]	[0.6,0.7]	[0.2,0.4]

定理 1 设 $(F,E\times T)$,$(F,E\times T_1)$,$(G,E\times T_2)$,$(H,E\times T_3)$ 为论域 U 上的动态区间值模糊软集,则有

(1)幂等律

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon(F,E\times T)=(F,E\times T)$

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon(F,E\times T)=(F,E\times T)$

(2)交换律

$(F,E\times T_1)\cap_\varepsilon(G,E\times T_2)=(G,E\times T_2)\cap_\varepsilon(F,E\times T_1)$

$(F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2)=(G,E\times T_2)\cup_\varepsilon(F,E\times T_1)$

(3)结合律

$((F,E\times T_1)\cap_\varepsilon(G,E\times T_2))\cap_\varepsilon(H,E\times T_3)=(F,E\times T_1)\cap_\varepsilon((G,E\times T_2)\cap_\varepsilon(H,E\times T_3))$

$((F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2))\cup_\varepsilon(H,E\times T_3)=(F,E\times T_1)\cup_\varepsilon((G,E\times T_2)\cup_\varepsilon(H,E\times T_3))$

(4)吸收律

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon((F,E\times T)\cup_\varepsilon(G,E\times T))=(F,E\times T)$

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon((F,E\times T)\cap_\varepsilon(G,E\times T))=(F,E\times T)$

(5)分配律

$(F,E\times T_1)\cap_\varepsilon((G,E\times T_2)\cup_\varepsilon(H,E\times T_3))=((F,E\times T_1)\cap_\varepsilon(G,E\times T_2))\cup_\varepsilon((F,E\times T_1)\cap_\varepsilon(H,E\times T_3))(F,E\times T_1)\widetilde{\cup}((G,E\times T_2)\cap_\varepsilon(H,E\times T_3))=((F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2))\cap_\varepsilon((F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(H,E\times T_3))$

(6)对偶律

$((F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2))^c=(F,E\times T_1)^c\cap_\varepsilon(G,E\times T_2)^c$

$((F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2))^c=(F,E\times T_1)^c\cap_\varepsilon(G,E\times T_2)^c$

(7)0-1 律

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon(F_U,E\times T)=(F,E\times T)$

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon(F_U,E\times T)=(F_U,E\times T)$

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon(F_\Phi,E\times T)=(F_\Phi,E\times T)$

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon(F_\Phi,E\times T)=(F,E\times T)$

(8)复原律

$((F,E\times T)^c)^c=(F,E\times T)$

(9)互补律

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon(F,E\times T)^c\neq(F_U,E\times T)$

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon(F,E\times T)^c\neq(F_\Phi,E\times T)$

证明 仅证明吸收律、对偶律,并举例说明互补律不成立,其余证明略去。

吸收律 令 $(H,E\times T)=(F,E\times T)\cup_\varepsilon(G,E\times T)$,则 $\forall(e,t)\in E\times T$,有 $H(e,t)=F(e,t)\cup G(e,t)$。再令 $(J,E\times T)=(F,E\times T)\cap_\varepsilon(H,E\times T)$,则 $\forall(e,t)\in E\times T$,有

$J(e,t)=F(e,t)\cap H(e,t)=F(e,t)\cap(F(e,t)\cup G(e,t))=F(e,t)$

所以

$(F,E\times T)\cap_\varepsilon((F,E\times T)\cup_\varepsilon(G,E\times T))=(F,E\times T)$

同理可证

$(F,E\times T)\cup_\varepsilon((F,E\times T)\cap_\varepsilon(G,E\times T))=(F,E\times T)$

对偶律 设 $(H,E\times T)=(F,E\times T_1)\cup_\varepsilon(G,E\times T_2)$,其中 $T=T_1\cap T_2$,且 $\forall(e,t)\in E\times T$,有 $H(e,t)=F(e,t)\cup G(e,t)$,$t\in T_1\cap T_2$。于是 $\forall(e,t)\in E\times T$,有

$H^c(e,t)=(F(e,t)\cup G(e,t))^c=$

$F^c(e,t) \cap G^c(e,t), t \in T_1 \cap T_2$

设

$(J, E \times T) = (F, E \times T_1)^c \cap_\varepsilon (G, E \times T_2)^c =$

$(F^c, E \times T_1) \cap_\varepsilon (G^c, E \times T_2)$

其中 $T = T_1 \cap T_2$, 且 $\forall (e,t) \in E \times T$, 有 $J(e,t) = F^c(e,t) \cap G^c(e,t), t \in T_1 \cap T_2$。所以,

$((F, E \times T_1) \cup_\varepsilon (G, E \times T_2))^c =$

$(F, E \times T_1)^c \cap_\varepsilon (G, E \times T_2)^c$

同理可证

$((F, E \times T_1) \cup_\varepsilon (G, E \times T_2))^c =$

$(F, E \times T_1)^c \cap_\varepsilon (G, E \times T_2)^c$

互补律 由表2中 $(F, E\times T)$ 及表3中 $(F, E\times T)^c$ 可知,互补律不成立。

3　动态区间值模糊软集决策

设论域 $U = \{x_1, x_2, \cdots, x_m\}$, 参数集为 $E = \{e_1, e_2, \cdots, e_n\}$, 时间集 $T = \{t_1, t_2, \cdots, t_p\}$, $(F, E\times T)$ 为 U 上的动态区间值模糊软集。显然, 当 $T = \{t_k\}$ 时, $(F, E \times \{t_k\})$ 是 t_k 时刻的一个普通区间值模糊软集,而已知一个区间值模糊软集与一个区间值模糊软矩阵一一对应,因此 $(F, E \times \{t_k\})$ 对应唯一一个区间值模糊软矩阵 $F^{t_k} = (a_{ij}^{t_k})_{mn}$, 因而动态区间值模糊软集 $(F, E \times T)$ 对应 p 个区间值模糊软矩阵 $F^{t_k} = (a_{ij}^{t_k})_{mn}, k = 1,2,\cdots,p$, 反过来, p 个区间值模糊软矩阵对应一个动态区间值模糊软集 $(F, E \times T)$。

定义 13　设 $(F, E \times T)$ 是论域 U 上的动态区间值模糊软集,其对应的区间值模糊软矩阵为 $F^{t_k} = (a_{ij}^{t_k})_{mn}$, $k = 1,2,\cdots,p$, 则定义运算:

(1)和运算

$F^{t_k} + F^{t_l} = (a_{ij}^{t_k} + a_{ij}^{t_l})_{mn}, k, l = 1,2,\cdots,p$

(2)数乘运算

$\lambda F^{t_k} = (\lambda a_{ij}^{t_k})_{mn}, k = 1,2,\cdots,p, \lambda \geqslant 0$

定义 14　设 $(F, E \times T)$ 是论域 U 上的动态区间值模糊软集,其对应的区间值模糊软矩阵为 $F^{t_k} = (a_{ij}^{t_k})_{mn}$, $k = 1,2,\cdots,p$, 时间集 $T = \{t_1, t_2, \cdots, t_p\}$ 的权重向量为 $w(t) = (w(t_1), w(t_2), \cdots, w(t_p))^T$, $w(t_k) \geqslant 0 (k = 1, 2, \cdots, p)$ 且 $\sum_{k=1}^{p} w(t_k) = 1$, 则称

$$DIVFSWA_{w(t)}(F^{t_1}, F^{t_2}, \cdots, F^{t_p}) = \sum_{k=1}^{p} w(t_k) F^{t_k}$$

为动态区间值模糊软集加权平均算子。

定理2　设 $(F, E \times T)$ 是论域 U 上的动态区间值模糊软集,其对应的区间值模糊软矩阵为 $F^{t_k} = (a_{ij}^{t_k})_{mn}$, $k = 1,2,\cdots,p$, 时间集 $T = \{t_1, t_2, \cdots, t_p\}$ 的权重向量为 $w(t) = (w(t_1), w(t_2), \cdots, w(t_p))^T$, $w(t_k) \geqslant 0 (k = 1, 2, \cdots, p)$, 且 $\sum_{k=1}^{p} w(t_k) = 1$, 则

$$DIVFSWA_{w(t)}(F^{t_1}, F^{t_2}, \cdots, F^{t_p}) = (\sum_{k=1}^{p} w(t_k) a_{ij}^{t_k})_{mn}$$

证明　由定义 13 和 14 可以计算,得到

$$\begin{aligned} & DIVFSWA_{w(t)}(F^{t_1}, F^{t_2}, \cdots, F^{t_p}) = \\ & w(t_1)F^{t_1} + w(t_2)F^{t_2} + \cdots + w(t_p)F^{t_p} = \\ & w(t_1)(a_{ij}^{t_1})_{mn} + w(t_2)(a_{ij}^{t_2})_{mn} + \cdots + w(t_p)(a_{ij}^{t_p})_{mn} = \\ & (w(t_1)a_{ij}^{t_1})_{mn} + (w(t_2)a_{ij}^{t_2})_{mn} + \cdots + (w(t_p)a_{ij}^{t_p})_{mn} = \\ & \sum_{k=1}^{p} w(t_k) F^{t_k} \end{aligned}$$

根据定义 14 中动态区间值模糊软集的集成方法,可将动态区间值模糊软集集成一个综合区间值模糊软集,于是,得到一种关于动态区间值模糊软集的决策方法,具体步骤如下:

步骤1　确定不同时段的区间值模糊软集,并根据实际情况确定时间集 $T = \{t_1, t_2, \cdots, t_p\}$ 的权重向量为 $w(t_k)(k = 1,2,\cdots,p)$。

步骤2　根据定理2,将动态区间值模糊软集集成为综合区间值模糊软集。

步骤3　根据综合区间值模糊软集,求出方案的得分,利用得分大小确定最优方案。

例 2[17]　某证券公司欲提拔 1 名职员担任基金经理,现有 5 名职员 $U = \{x_1, x_2, \cdots, x_5\}$ 符合条件,为了更好地确定最佳候选人,公司决定对 5 名职员进行为期一年的考核,并在每个季度末公司对各候选人分别从管理能力 (e_1), 学习能力 (e_2), 公关能力 (e_3) 及营销能力 (e_4) 四方面进行考核,考核结果以动态区间值模糊软集的形式给出(表4)。已知四个季度 $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$ 的权重为 $W(t) = (0.1, 0.2, 0.3, 0.4)$。现利用动态区间值模糊软集进行决策,为公司提拔基金经理提供参考。

若已知管理能力 (e_1), 学习能力 (e_2), 公关能力 (e_3) 及营销能力 (e_4) 的权重分别为 0.3,0.1,0.4 和 0.2,则可以得到每个候选人的得分,由表 5 的候选人得分可知,该证券公司应该提拔员工 x_2 作为基金经理。

根据定理 2 得到综合区间值模糊软集(表 5)。

4　结束语

随时间变化的动态决策更能反映出决策时的实际情况,文献[17]针对该情况提出了动态模糊软集决策,拓展了模糊软集应用范围。本文在文献[17]基础上,提

表4 4 个季度 5 名候选人考核情况

U	第1季度				第2季度			
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_1	e_2	e_3	e_4
x_1	[0.7,0.9]	[0.5,0.6]	[0.2,0.4]	[0.4,0.6]	[0.8,0.9]	[0.4,0.6]	[0.1,0.3]	[0.4,0.5]
x_2	[0.4,0.6]	[0.7,0.9]	[0.5,0.7]	[0.2,0.4]	[0.4,0.6]	[0.7,0.9]	[0.6,0.7]	[0.3,0.4]
x_3	[0.5,0.6]	[0.4,0.5]	[0.3,0.5]	[0.5,0.6]	[0.5,0.6]	[0.6,0.8]	[0.3,0.5]	[0.4,0.6]
x_4	[0.4,0.5]	[0.6,0.7]	[0.4,0.6]	[0.2,0.4]	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.4,0.6]	[0.3,0.5]
x_5	[0.4,0.6]	[0.3,0.5]	[0.2,0.4]	[0.5,0.6]	[0.6,0.7]	[0.4,0.6]	[0.3,0.4]	[0.5,0.7]
U	第3季度				第4季度			
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_1	e_2	e_3	e_4
x_1	[0.7,0.8]	[0.5,0.7]	[0.2,0.4]	[0.3,0.4]	[0.7,0.9]	[0.4,0.6]	[0.2,0.4]	[0.3,0.5]
x_2	[0.4,0.6]	[0.6,0.8]	[0.6,0.8]	[0.2,0.3]	[0.6,0.8]	[0.9,1.0]	[0.7,0.9]	[0.2,0.3]
x_3	[0.5,0.6]	[0.5,0.7]	[0.4,0.5]	[0.5,0.6]	[0.7,0.9]	[0.6,0.8]	[0.2,0.4]	[0.4,0.6]
x_4	[0.2,0.4]	[0.7,0.9]	[0.3,0.4]	[0.4,0.5]	[0.3,0.5]	[0.7,0.9]	[0.5,0.7]	[0.4,0.5]
x_5	[0.6,0.7]	[0.4,0.6]	[0.1,0.3]	[0.3,0.5]	[0.6,0.8]	[0.3,0.5]	[0.2,0.4]	[0.3,0.5]

表5 综合区间值模糊软集

	e_1 (0.3)	e_2 (0.1)	e_3 (0.4)	e_4 (0.2)	候选人得分
x_1	[0.72,0.87]	[0.44,0.63]	[0.18,0.38]	[0.33,0.48]	[0.398,0.572]
x_2	[0.48,0.60]	[0.75,0.91]	[0.63,0.81]	[0.22,0.33]	[0.515,0.661]
x_3	[0.58,0.72]	[0.55,0.74]	[0.29,0.46]	[0.44,0.60]	[0.433,0.632]
x_4	[0.28,0.47]	[0.67,0.86]	[0.41,0.58]	[0.37,0.49]	[0.389,0.557]
x_5	[0.58,0.73]	[0.35,0.55]	[0.19,0.37]	[0.36,0.55]	[0.357,0.532]

出了动态区间值模糊软集,研究了其运算和运算性质,并给出动态区间值模糊软集的决策方法,最后通过实例说明了动态区间值模糊软集决策的可行性与有效性。本文研究结果进一步推广了动态模糊软集的概念,拓展了软集的应用范围,为人们进行决策提供了更大的选择空间。

参 考 文 献:

[1] Molodtsov D.Soft set theory—first results[J].Computers and Mathematics with Applications,1999,37(4):19-31.

[2] Maji P K,Biswas R,Roy A R.Soft set theory[J].Computers and Mathematics with Applications,2003,45(4):555-562.

[3] Ali M I,Feng F,Liu X,et al.On some new operations in soft set theory[J]. Computers and Mathematics with Applications,2009,57(9):1547-1553.

[4] Qin K,Hong Z.On Soft equality[J].Journal of Computational and Applied Mathematics,2010,234(5):1347-1355.

[5] Maji P K,Biswas R,Roy A R.Fuzzy soft sets[J].The Journal of Fuzzy Mathematics,2001,9(3):589-602.

[6] Yang X B,Lin T Y,Yang J Y.Combination of interval-valued fuzzy set and soft set[J].Computers and Mathematics with Applications,2009,58(3):521-527.

[7] Maji P K,Biswas R,Roy A R.Intuitionistic fuzzy soft sets[J].The Journal of Fuzzy Mathematics,2001,9(3):677-691.

[8] Cagman N,Citak F,Enginoglu S.FP-soft set theory and its applications[J]. Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics,2011,2(2):219-226.

[9] Jiang Y,Tang Y,Chen Q,et al.Interual-valued intuitionstic fuzzy soft sets and their properties[J]. Computers and Mathematics with Applications,2010,60(3):906-918.

[10] Cagman N,Citak F,Enginoglu S. Fuzzy parameterized fuzzy soft set theory and its applications[J]. Turkish Journal of Fuzzy Systems,2010,1(2):21-35.

[11] Qin K Y,Meng D,Pei Z,et al.Combination of interval set and soft set[J]. International Journal of Computational Intelligence Systems,2013,6(2):370-380.

[12] Maji P K,Roy A R.An application of soft sets in a decision making problem[J].Computers and Mathematics with Applications,2002,44(8):1077-1083.

[13] Cagman N,Enginoglu S.Soft matrix theory and its decision making[J].Computers and Mathematics with Applications,2010,59(10):3308-3314.

[14] Cagman N,Enginoglu S.Soft set theory and uni-int decision[J]. European Journal of Operational Research,2010,207(2):848-855.

(下转第 100 页)