

# ICrADa – Софтуер за Интеркритериален анализ

Николай Икономов<sup>1</sup>, Петър Василев<sup>2</sup>, Олимпия Роева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт по математика и информатика, БАН  
nikonomov@math.bas.bg

<sup>2</sup>Институт по биофизика и биомедицинско инженерство, БАН  
peter.vassilev@gmail.com, olympia@biomed.bas.bg

26 юни 2017

Интеркритериалният анализ [1] е основан на Индексирани матрици [2] и Интуиционистки размити множества [3].

Нека имаме дадена индексирана матрица, където  $O_n$  са обектите, а  $C_n$  са критериите по които оценяваме:

	$O_1$	$O_2$	...	$O_n$
$C_1$	$C_1(O_1)$	$C_1(O_2)$	...	$C_1(O_n)$
$C_2$	$C_2(O_1)$	$C_2(O_2)$	...	$C_2(O_n)$
...	...	...	...	...
$C_m$	$C_m(O_1)$	$C_m(O_2)$	...	$C_m(O_n)$

Критериалната матрица, създадена от индексираната матрица, е:

$C_1$	$C_1(O_1) - C_1(O_2)$	$C_1(O_1) - C_1(O_3)$	...	$C_1(O_1) - C_1(O_n)$	$C_1(O_2) - C_1(O_3)$ ...
$C_2$	$C_2(O_1) - C_2(O_2)$	$C_2(O_1) - C_2(O_3)$	...	$C_2(O_1) - C_2(O_n)$	$C_2(O_2) - C_2(O_3)$ ...
...	...	...	...	...	...
$C_n$	$C_n(O_1) - C_n(O_2)$	$C_n(O_1) - C_n(O_3)$	...	$C_n(O_1) - C_n(O_n)$	$C_n(O_2) - C_n(O_3)$ ...

Ще покажем нагледно алгоритъма с пример:

	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$
$C_1$	6	5	3	7	6
$C_2$	7	7	8	1	3
$C_3$	4	3	5	9	1
$C_4$	4	5	6	7	8

Критериалната матрица е:

	(1-2)	(1-3)	(1-4)	(1-5)	(2-3)	(2-4)	(2-5)	(3-4)	(3-5)	(4-5)
$C_1$	1	3	-1	0	2	-2	-1	-4	-3	1
$C_2$	0	-1	6	4	-1	6	4	7	5	-2
$C_3$	1	-1	-5	3	-2	-6	2	-4	4	8
$C_4$	-1	-2	-3	-4	-1	-2	-3	-1	-2	-1

Сега създаваме нова матрица, която взима само знака на всяко число от критериалната матрица:

$S_1$	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	1
$S_2$	0	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
$S_3$	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
$S_4$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Крайната матрица (която е резултата) се получава чрез сравняване на всеки ред с всички редове, можем да запишем така:

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	$S_1 \# S_1$	$S_1 \# S_2$	$S_1 \# S_3$	$S_1 \# S_4$
$C_2$	-	$S_2 \# S_2$	$S_2 \# S_3$	$S_2 \# S_4$
$C_3$	-	-	$S_3 \# S_3$	$S_3 \# S_4$
$C_4$	-	-	-	$S_4 \# S_4$

## Метод $\mu$ -biased.

Използваме тези сравнения за матрица  $\mu$ :  $0 = 0$ ,  $1 = 1$ ,  $-1 = -1$ .

Както и следните сравнения за матрица  $\nu$ :  $-1 \neq 1$ ,  $1 \neq -1$ .

$S_1$	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	1
$S_2$	0	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
$S_3$	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
$S_4$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	1	0	0.5	0.5	$C_1$	0	0.8	0.4	0.4
$C_2$	-	1	0.5	0.3	$C_2$	-	0	0.4	0.6
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0

Броим съвпадащите (или несъвпадащите) елементи между два реда и разделяме на броя на колоните.

## Метод Unbiased.

Сравнения за матрица  $\mu$ :  $1 = 1$ ,  $-1 = -1$ .

Сравнения за матрица  $\nu$ :  $-1 \neq 1$ ,  $1 \neq -1$ .

Сравнението 0 и 0 не се брои, то е неопределен елемент.

$S_1$	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	1
$S_2$	0	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
$S_3$	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
$S_4$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0.9	0	0.5	0.5	$C_1$	0	0.8	0.4	0.4
$C_2$	-	0.9	0.5	0.3	$C_2$	-	0	0.4	0.6
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0

## Метод $\nu$ -biased.

Сравнения за матрица  $\mu$ :  $1 = 1$ ,  $-1 = -1$ .

Сравнения за матрица  $\nu$ :  $0 \neq 0$ ,  $-1 \neq 1$ ,  $1 \neq -1$ .

Сравнението 0 и 0 се брои за противозначен елемент.

$S_1$	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	1
$S_2$	0	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
$S_3$	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
$S_4$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0.9	0	0.5	0.5	$C_1$	0.1	0.8	0.4	0.4
$C_2$	-	0.9	0.5	0.3	$C_2$	-	0.1	0.4	0.6
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0

## Метод **Balanced**.

Изчисляваме методите  $\mu$ -biased и  $\nu$ -biased.

Елементите от матрица  $\mu$  са равни на:  $(\mu_{\text{първи метод}} + \mu_{\text{трети метод}})/2$

Елементите от матрица  $\nu$  са равни на:  $(\nu_{\text{първи метод}} + \nu_{\text{трети метод}})/2$

Сравнението 0 и 0 се брои наполовина към съвпадащите елементи и наполовина към противозначните елементи.

$S_1$	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	1
$S_2$	0	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
$S_3$	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
$S_4$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0.95	0	0.5	0.5	$C_1$	0.05	0.8	0.4	0.4
$C_2$	-	0.95	0.5	0.3	$C_2$	-	0.05	0.4	0.6
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0



## Метод **Weighted**.

Изчисляваме метод Unbiased. Създаваме нова матрица  $P$ , която е сбор на матриците  $\mu$  и  $\nu$  на метода Unbiased:  $P = \mu_{\text{втори метод}} + \nu_{\text{втори метод}}$ .

$$\mu_{\text{пети метод}} := \mu_{\text{втори метод}} + \frac{\mu_{\text{втори метод}}}{P}(1 - P) = \frac{\mu_{\text{втори метод}}}{P}$$

$$\nu_{\text{пети метод}} := \nu_{\text{втори метод}} + \frac{\nu_{\text{втори метод}}}{P}(1 - P) = \frac{\nu_{\text{втори метод}}}{P}$$

Изчисленията се извършват поелементно. Това е за  $P[i][j] \neq 0$ .

Ако  $P[i][j] = 0$ , то този елемент е равен на 0.5 и за двете матрици.

Припомняме матриците от метода Unbiased:





$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0.9	0	0.5	0.5	$C_1$	0	0.8	0.4	0.4
$C_2$	-	0.9	0.5	0.3	$C_2$	-	0	0.4	0.6
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0

Матрицата  $P$ :

$P$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0.9	0.8	0.9	0.9
$C_2$	-	0.9	0.9	0.9
$C_3$	-	-	1	1
$C_4$	-	-	-	1

Новите матрици за метода Weighted:

$\mu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$\nu$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	1	0	0.5556	0.5556	$C_1$	0	1	0.4444	0.4444
$C_2$	-	1	0.5556	0.3333	$C_2$	-	0	0.4444	0.6667
$C_3$	-	-	1	0.5	$C_3$	-	-	0	0.5
$C_4$	-	-	-	1	$C_4$	-	-	-	0

-  Atanassov K., D. Mavrov, V. Atanassova (2014). InterCriteria Decision Making: A New Approach for Multicriteria Decision Making, Based on Index Matrices and Intuitionistic Fuzzy Sets, Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, 11, 1-8.
-  Atanassov K. (2014). Index Matrices: Towards an Augmented Matrix Calculus. Studies in Computational Intelligence, 573.
-  Atanassov K. (2012). On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory, Springer, Berlin.
-  <http://intercriteria.net/software/>  
<http://justmathbg.info/files/math/>

Благодаря за вниманието!

Авторите изказват благодарност на проекта DFNI-I-02-5 “InterCriteria Analysis: A New Approach to Decision Making” финансиран от Фонд научни изследвания.