

**КРАТКА БЕЛЕЖКА ВЪРХУ ViSiCra:
ПРОТОТИП НА ПРОГРАМА ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИНТЕРКРИТЕРИАЛЕН АНАЛИЗ**

Николай Икономов¹, Петър Василев² и Евгений Маринов²

¹ Институт по математика и информатика, Българска академия на науките
ул. Акад. Г. Бончев, бл. 8, София-1113, България
e-mail: nikonov@math.bas.bg

² Институт по биофизика и биомедицинско инженерство, Българска академия на науките
ул. Акад. Г. Бончев, бл. 105, София-1113, България
e-mails: peter.vassilev@gmail.com, evgeniy.iv.marinov@gmail.com

Резюме: В настоящата кратка статия са описани основните функционалности и идеи за бъдещо развитие на все още неосъществени, но предложени от колектива на проект КП-06-Н22/1/2018 г. “Теоретични изследвания и приложения на интеркритериалния анализ (ТИПИКА)” разширения на алгоритми и методи.

Ключови думи: Интуиционистки размити множества, Интуиционистки размити двойки, Индексирани матрици, Интеркритериален анализ, Софтуер.

1. Въведение

Интеркритериалният анализ (ИКА) е предложен през 2014 г. от К. Атанасов, Д. Мавров и В. Атанасова в [5]. Без да се задълбочаваме във формалните дефиниции, тук ще споменем само, че основната презумпция е, че определен брой критерии C_1, \dots, C_n дават оценка на определен брой обекти O_1, \dots, O_m , както е показано в следната таблица:

	O_1	O_2	\dots	O_m
C_1	$C_1(O_1)$	$C_1(O_2)$	\dots	$C_1(O_m)$
C_2	$C_2(O_1)$	$C_2(O_2)$	\dots	$C_2(O_m)$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
C_n	$C_n(O_1)$	$C_n(O_2)$	\dots	$C_n(O_m)$

(1)

тук $C_i(O_j)$ се предполага да са реални числа. Резултатът от прилагането на ИКА е генерирана таблица

	C_1	C_2	\dots	C_n	
C_1	$\langle \mu_{C_1, C_1}, \nu_{C_1, C_1} \rangle$	$\langle \mu_{C_1, C_2}, \nu_{C_1, C_2} \rangle$	\dots	$\langle \mu_{C_1, C_n}, \nu_{C_1, C_n} \rangle$	
C_2	$\langle \mu_{C_2, C_1}, \nu_{C_2, C_1} \rangle$	$\langle \mu_{C_2, C_2}, \nu_{C_2, C_2} \rangle$	\dots	$\langle \mu_{C_2, C_n}, \nu_{C_2, C_n} \rangle$	(2)
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	
C_n	$\langle \mu_{C_n, C_1}, \nu_{C_n, C_1} \rangle$	$\langle \mu_{C_n, C_2}, \nu_{C_n, C_2} \rangle$	\dots	$\langle \mu_{C_n, C_n}, \nu_{C_n, C_n} \rangle$	

където $\langle \mu_{C_i, C_j}, \nu_{C_i, C_j} \rangle$ за $i, j = 1, \dots, n$ са интуиционистки размити двойки (ИРД) (вж. [6]), т.е.

$$\begin{cases} \mu_{C_i, C_j} \geq 0 \\ \nu_{C_i, C_j} \geq 0 \\ \mu_{C_i, C_j} + \nu_{C_i, C_j} \leq 1. \end{cases}$$

Смисълът на μ_{C_i, C_j} е близост, сходство, съпосочност, и пр., а на ν_{C_i, C_j} е далечност, различност, разнопосочност на критериите C_i и C_j .

В [7] са разгледани повечето алгоритми, които се използват за ИКА, и начинът, по който се използват за получаването на тези ИРД.

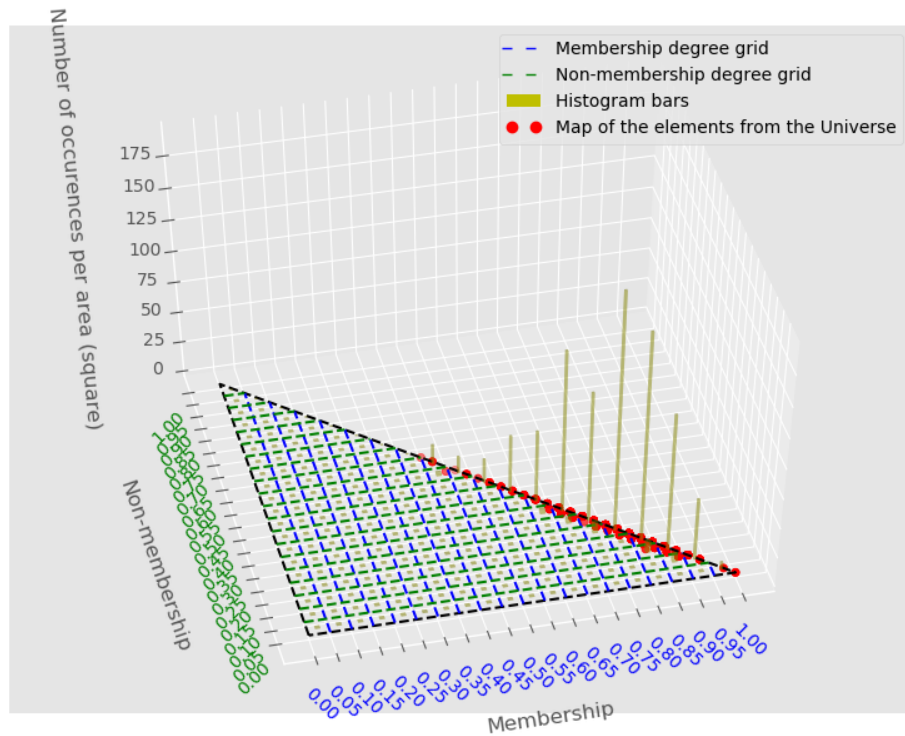
Ще отбележим само, че същественото за получените ИРД е дали удовлетворяват условията за позитивен или негативен консонанс (вж. [4]). Въпреки това, съществуващият към момента софтуер (ICrAData), има няколко основни недостатъка. Получените резултати могат да бъдат експортирани, например като “csv” файлове и различни операции и графични интерпретации над тях да бъдат реализирани във външни за приложението програми. Визуализацията, която ICrAData предлага, е под формата на точки (ИРД), разположени в интуиционистки размития интерпретационен триъгълник, като за удобство на потребителя те са оцветени в определени цветове, които да подсказват дали определени двойки критерии са в дисонанс, в позитивен или в негативен консонанс.

2. Основни цели и функционалности на ViSICra

Идеята за създаването на ViSICra, софтуерно приложение, което да притежава по-добри възможности за визуализация, интерпретируемост и приложимост към ситуации, за които ICrAData е неприложима, е продиктувано от гореописаните ограничения на съществуващия софтуер. Изборът на езика Python 3 за реализацията на ViSICra – понастоящем набор от скриптове без удобен графичен интерфейс, беше донякъде продиктуван от съществуването на реализирани функционалности на различни операции, оператори и пр. над интуиционистки размитите множества (ИРМ) (вж. [2]) и в частност над ИРД, от Е. Маринов, част от които са залегнали в дисертацията му [9], както и възможността те да бъдат сравнително лесно допълвани и разширявани впоследствие.

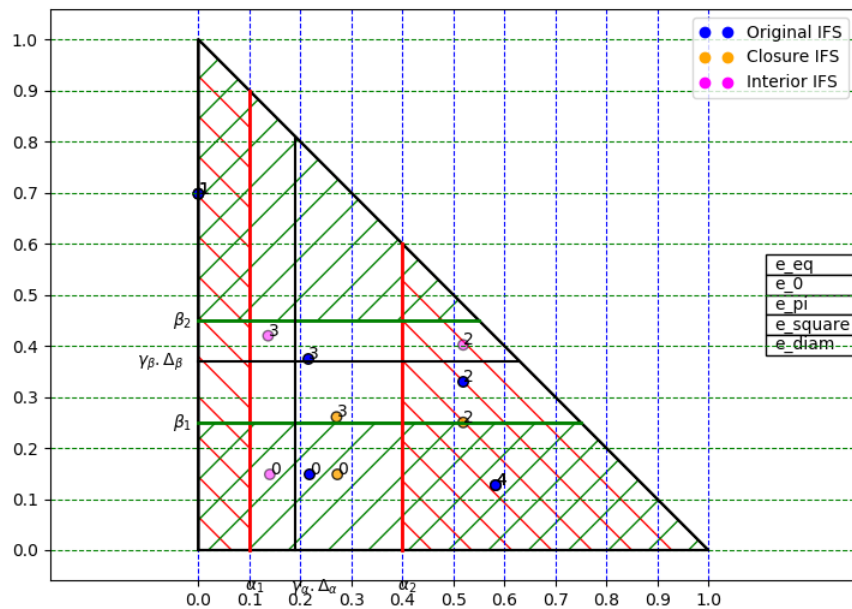
Наличието на готови библиотеки за чертаене на графични елементи, пресмятане и прочие също улесняват реализацията на нови идеи и позволяват съсредоточаването върху чисто концептуалната страна на реализацията.

По-долу са дадени две илюстративни представяния на данни, получени в резултат от приложение на ИКА.



Фиг. 1. Резултат от представянето на резултатите на ИКА във вид на тримерна хистограма

Основните насоки за развитието на VisICrA са, от една страна, добавяне на възможност за сравнение на оценки на обекти от нечислов тип (посредством ИРД, например), получаването на оценки от ИКА във вид на интуитивни двойки с интервални стойности (ИРДИС) (вж. [3]). От друга страна, разглеждането на частични наредби за ранжиране на получените ИРД (или ИРДИС) в резултат на прилагането на ИКА, ще помогне да се получат други естествено подпомагащи интерпретацията на резултатите визуализиращи средства. Към момента наредбите, които са реализирани, са π -наредбата, предложена от Е. Маринов [8], класическата наредба \preceq , разглеждана от К. Атанасов [1], и се разглежда възможността за добавяне на нови, включително и дефинирани от потребителя наредби. Възможно става идентифициране на гъсти зони на натрупване на оценки при крайните резултати и потенциалното им представяне като клъстери или агрегирането им за по-лесно разчитане, както и евентуални различни интерпретации при визуализацията, зависещи от



font size: [5-20] 12.00

contrast: [0-1] 1.00

radius size: [0-1] 0.20

<input checked="" type="checkbox"/> showIFS	Save IFS	<input checked="" type="checkbox"/> Cl2
<input checked="" type="checkbox"/> labels		<input checked="" type="checkbox"/> Inc2

Фиг. 2. Възможно приложение на топологичните оператори, дефинирани върху интуиционистки размити множества, в частност и върху резултати от ИКА

зададена от потребителя метрика, която да изчислява близостта с идеалната алтернатива в зависимост от конкретното разстояние – метрика на Манхатън, Евклидова метрика и прочие.

3. Заключение

Като заключение на гореизброеното можем да обобщим, че най-важната цел за разработващия екип са следните допълнителни разширения:

- разширяване на вариантите за интерпретиране на резултатите в рамките на самата програма;

- обогатяване на помощните средства за анализ на резултатите, като се автоматизира използването на оператори на ниво, наредби и пр.;
- разширяване на обхвата на входните данни за ИКА;
- реализация на агрегиращи функции;
- след натрупването на достатъчно стабилни и изчистени и работещи безпроблемно скриптове, обединяването им до единен графичен потребителски интерфейс, който да бъде максимално интуитивен.

Благодарности

Първият и вторият автор благодарят за подкрепата на проект КП-06-Н22/1 /2018 г. “Теоретични изследвания и приложения на интеркритериалния анализ (ТИПИКА)”, финансиран от Фонд “Научни изследвания”.

References

- [1] Atanassov K. T., Intuitionistic Fuzzy Sets, *VII ITKR Session, Sofia, 20–23 June 1983* (Deposited in Centr. Sci.-Techn. Library of the Bulg. Acad. of Sci., 1697/84) (in Bulgarian). Reprinted: *Int. J. Bioautomation*, 20(S1), 2016, S1–S6.
- [2] Atanassov, K. T., *On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory*. Springer, Berlin, 2012.
- [3] Atanassov, K., *Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets*, Springer International Publishing, Cham, 2020.
- [4] Atanassov, K., Atanassova, V., Gluhchev, G., InterCriteria Analysis: Ideas and Problems. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, Vol. 21, No. 1, 2015, 81–88.
- [5] Atanassov, K., Mavrov, D., Atanassova, V., 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*, Vol. 11, 2014, 1–8.
- [6] Atanassov, K., Szmidt, E., Kacprzyk, J., On Intuitionistic Fuzzy Pairs. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, Vol. 19, No. 3, 2013, 1–13.
- [7] Ikononov, N., Vassilev, P., Roeva, O., ICRAData – Software for InterCriteria Analysis. *Int. J. Bioautomation*, Vol. 22, No. 1, 2018, 1–10.
- [8] Marinov, E. π -ordering and index of indeterminacy for intuitionistic fuzzy sets. In: *Modern Approaches in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics. Volume I: Foundations*, IBS PAN—SRI PAS, Warsaw, 2014, 129–138.
- [9] Маринов, Е. *Претопологични, топологични и алгебрични структури за интуиционистки развити множества*. Дисертационен труд, ИБФБМИ-БАН, София, 2020.