

ANALIZA PODOBIENSTWA KONFLIKTÓW W ASPEKcie RÓŻNYCH MODELI PODOBIENSTWA

Andrzej Ameljańczyk, Beata Siemieńska

Wojskowa Akademia Techniczna

Streszczenie. Praca dotyczy praktycznych aspektów definiowania i wyznaczania stopnia podobieństwa konfliktów na podstawie badania podobieństwa ich modeli matematycznych. Analizie poddano klasę konfliktów, które w sensie matematycznym mogą być opisane tzw. funkcją charakterystyczną [8]. Klasę tę stanowią wieloosobowe gry kooperacyjne. W pracy przedstawiono trzy najczęściej stosowane modele podobieństwa: podobieństwo metryczne, podobieństwo graficzne oraz model podobieństwa Tversky'ego. Modele te zastosowano do praktycznego wyznaczenia podobieństwa konfliktów ze zbioru konfliktów zawierającego typowe przykłady konfliktów (gier trzyosobowych) reprezentujące najważniejsze ich klasy. Obiektem badań było dziesięć wybranych konfliktów opisanych funkcją charakterystyczną oraz ich wzorce [16]. W pracy przedstawiono wyniki analizy porównawczej podobieństwa wybranych konfliktów, podobieństwa ich wzorców oraz podobieństwa w poszczególnych parach: konflikt – wzorec konfliktu. Uzyskane wyniki w pełni potwierdziły założoną tezę o „przenoszeniu się” istoty podobieństwa zbioru rozważanych konfliktów na podobieństwo ich wzorców, co stanowi istotną przesłankę możliwości wykorzystania rozwiązań konfliktów wzorcowych do rozwiązywania konfliktów podobnych.

Słowa kluczowe. Matematyczne modele konfliktów, modele graficzne konfliktów, przestrzeń pączywna, podobieństwo konfliktów, funkcja podobieństwa, podobieństwo metryczne, podobieństwo graficzne, podobieństwo Tversky'ego, zbiór Pareto, gry ortogonalne, gry nieortogonalne, repozytorium wzorców konfliktów.

Wprowadzenie

Bezpieczeństwo to egzystencjalna potrzeba każdego człowieka. Nierówność społeczna, niestabilność ekonomiczna, zagrożenia klimatyczne czy też inne niekorzystne zjawiska, występujące zarówno w kraju, jak i za granicą mogą powodować wzrost napięć i konfliktów społecznych. Sytuacje tego typu stanowią duże wyzwanie dla organów państwowych, które są odpowiedzialne za zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa swoim obywatelom. W tym celu wykorzystuje się różnego rodzaju instrumenty o podłożu politycznym i nie tylko, których celem jest zapewnienie stabilności i bezpieczeństwa w środowisku wewnętrznym oraz na arenie międzynarodowej. Aby wspomóc działania organów administracji publicznej oraz wszelkich służb biorących czynny udział w zapobieganiu skutkom sytuacji kryzysowych i usuwaniu ich, logiczne wydaje się zastosowanie narzędzi matematycznych oraz informatycznych wspomagających systemy podejmowania decyzji na wypadek wystąpienia konfliktu czy zaistnienia dowolnego kryzysu. Ogólnie problemem konfliktów zajmuje się teoria gier, która poszukuje optymalnych metod służących do ich

rozwiązywania. Z matematycznego punktu widzenia sytuacje konfliktowe można rozwiązywać na wiele różnych sposobów. Interesującym pomysłem wydaje się implementacja modeli graficznych konfliktów w przestrzeni pajączynowej, opisanych za pomocą funkcji charakterystycznej. Modele te mogą być wykorzystane do budowy problemów optymalizacyjnych w procesie rozpoznawania wzorców konfliktów. Praktyczna przydatność zadania rozpoznawania wzorców wynika z przypuszczenia, że konflikty podobne mogą mieć podobne rozwiązania. Zatem mając konflikt wzorcowy, którego znamy optymalne rozwiązanie, można bez problemu wykorzystać je przy rozwiązywaniu zaistniałego konfliktu rzeczywistego.

W naukach związanych z ogólnie pojętym bezpieczeństwem często rozważa się i analizuje sytuacje, w których może wystąpić ryzyko braku stabilności lub nawet zagrożenie istnienia jakiegoś bytu. Konflikty występujące na różnych płaszczyznach życia społecznego mogą prowadzić do różnych patologii. Stąd też na gruncie ww. nauk często stosuje się różnego rodzaju instrumenty służące zapewnieniu poprawy stanu bezpieczeństwa oraz wyeliminowaniu zagrożeń wszelkiego rodzaju (np. tworzenie przepisów prawnych, powoływanie odpowiednich instytucji, zawieranie porozumień itp.).

Z matematycznego punktu widzenia problemem konfliktów zajmuje się głównie teoria gier (TG), która poszukuje optymalnych metod służących do ich rozwiązywania. Jest ona matematycznym opisem pewnych zjawisk społecznych, ekonomicznych, obronnych i nie tylko [19]. TG zajmuje się więc sytuacjami konfliktowymi¹ powstałymi pomiędzy poszczególnymi decydentami². Sytuacje takie generują różnego rodzaju zagrożenia, dlatego też na każdym etapie działania administracji publicznej priorytetowym celem jest m.in. zapewnienie społeczeństwu poczucia bezpieczeństwa w każdym wymiarze życia. Stąd narzędzia matematyczne stosowane w TG można byłoby wykorzystać i wdrożyć np. w systemach reagowania kryzysowego na poszczególnych etapach podziału administracyjnego kraju.

Racjonalnym przedsięwzięciem w badaniach nad bezpieczeństwem wydaje się więc korzystanie nie tylko z rozwiązań czysto teoretycznych, lecz także z propozycji aplikacyjnych, które mogą wykorzystywać szeroko rozbudowany aparat matematyczny, np. poprzez zastosowanie profesjonalnych komputerowych systemów wspomagania decyzji w sytuacjach kryzysowych, szczególnie w Centrach Zarządzania Kryzysowego, a konkretnie w komórkach zajmujących się monitorowaniem, prognozowaniem i likwidacją zagrożeń.

Z elementami i metodami opartymi na bazie nauk ścisłych spotykamy się niemal w każdej dziedzinie życia codziennego, nie zdając sobie z tego do końca sprawy. Wszelkiego rodzaju tabele, diagramy, schematy, wykresy, wzory i algorytmy to nic

¹ Z matematycznego punktu widzenia pod pojęciem „gry” należy rozumieć matematyczny model sytuacji konfliktowej.

² Decydentami mogą być osoby, grupy społeczne, narodowości, państwa itp.

innego jak elementy metodologii matematycznej, które służą analitykom do porównywania, analizy i klasyfikacji obiektów lub do badania różnorodnych innych zjawisk. Opracowanie i zastosowanie skutecznych metod i systemów wspomagania decyzji, służących do rozwiązywania konfliktów różnego typu, zapobiegania zagrożeniom i poprawy stanu bezpieczeństwa kraju, to duże wyzwanie dla inżynierów we współpracy z przedstawicielami nauk teoretycznych w badaniach nad bezpieczeństwem.

Dlatego też przedmiotem analizy niniejszego artykułu jest badanie podobieństwa konfliktów, głównie w aspekcie związków rozwiązań konfliktów podobnych przedstawionych w postaci funkcji charakterystycznej [8, 9]. Celem pracy jest zdefiniowanie i porównanie podobieństwa metrycznego konfliktów oraz ich podobieństwa na podstawie modeli graficznych w przestrzeni pajęczynowej. Istotą dalszych rozważań jest analiza własności konfliktów podobnych na podstawie własności podobieństwa ich modeli oraz praktycznych rozwiązań w sytuacjach konfliktowych. W pracy przedstawiono ogólną koncepcję trzech typów modeli podobieństwa oraz wykresy pozwalające porównywać stopień podobieństwa konfliktów w różnych aspektach.

1. Modele graficzne konfliktów

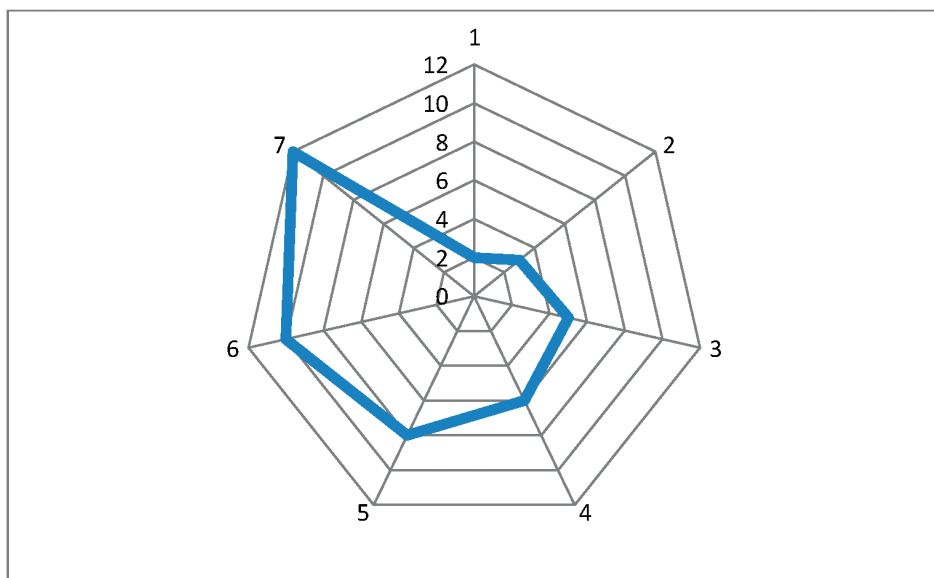
Matematyczne modele graficzne obiektów służą najczęściej analizom porównawczym i jakościowym. Mogą być również podstawą budowy modeli optymalizacyjnych czy definiowania funkcji rankingowych. W procesie modelowania obiektów ważną rolę odgrywa cel modelowania oraz dokładność modelu. W zależności od celu modelowania można budować wiele różnych modeli tego samego obiektu. Modelowany obiekt charakteryzowany jest przez wiele różnych cech cząstkowych, które decydują o jego globalnych własnościach funkcjonalnych. Model mniej złożony jest bardziej przejrzysty i lepiej zrozumiały, ale za to mniej dokładny, natomiast model skomplikowany jest bliższy rzeczywistości, lecz bardziej kosztowny w realizacji. Problem liczby cech jest zatem wyborem odpowiedniego kompromisu pomiędzy dokładnością modelu a jego kosztem i złożonością [2].

Modelowanie oznacza więc całokształt czynności, które wykonywane są w celu zbudowania modelu obiektu czy też procesu. Przedstawienie modelu danych (obiektu) w postaci graficznej to bardzo dogodna forma analizy cech jakościowych. Modele graficzne we współczesnym świecie odgrywają dużą rolę w ułatwieniu zrozumienia problemów wielowątkowych. Wizualizacja może posłużyć do zaprezentowania posiadanych zasobów danych w bardzo przystępny sposób, co pozwala na ich lepsze zrozumienie oraz dogłębną analizę.

W celu analizy i porównań badanych obiektów można stosować wiele różnych koncepcji graficznych, jednak na szczególną uwagę zasługują modele pajęczynowe [2, 3], które służą do przedstawienia dużej liczby zmiennych na jednym spójnym wykresie. Jest to interesujące wykorzystanie płaszczyzny do analizy obiektów w przestrzeni

wielowymiarowej. Za pomocą takich modeli można analizować problemy konfliktów w grach wieloosobowych, danych w postaci funkcji charakterystycznej, a następnie porównywać je na podstawie wartości zadanych cech oraz ich „związków”.

Do znanych modeli pajęczynowych można zaliczyć: wykresy radarowe, punktowe, gwiazdowe i wiatrakowe [5]. Przedmiotem analizy dalszych rozważań będą właśnie wykresy radarowe. Umożliwiają one prezentację wielowymiarowych modeli z dużą liczbą zmiennych w układzie współrzędnych. W tym przypadku pojedyncze parametry umieszczane są na poszczególnych osiach. Połączone ze sobą odcinkami przypominają wyglądem obraz radarowy. Poniżej zamieszczono przykład takiego wykresu.



Wykres 1. Model radarowy obiektu w przestrzeni 7-wymiarowej R^7
Źródło: opracowanie własne

Modelowanie graficzne konfliktu polega na skonstruowaniu funkcji charakterystycznej danej gry, a następnie zobrazowaniu jej na wykresie pajęczynowym. Z obrazka („glypha”) można odczytać wartości różnych charakterystyk jakościowych takiego modelu (są one funkcją liczby boków, obwodu, pola powierzchni, środka ciężkości oraz wielu innych). Przykładowa funkcja charakterystyczna będąca modelem konfliktu (gry 3-osobowej [8]) została zamieszczona w tabelce poniżej oraz przedstawiona dodatkowo w postaci wektora: $W = (0,3,1,4,5,8,6,10)$.

	\emptyset	1	2	3	1, 2	1, 3	2, 3	1, 2, 3
	0	3	1	4	5	8	6	10

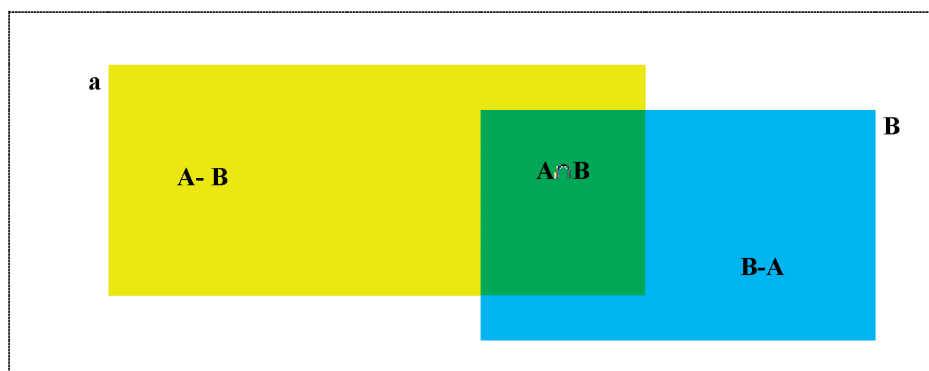
„Charakterystyczne” wartości tej funkcji: $v(S)$ – dane o istocie konfliktu [9, 15] – można w uproszczeniu przedstawić w postaci ciągu liczb (wektora): $W = (0,3,1,4,5,8,6,10)$. Z kolei wektor (jako ciąg danych) można przedstawić jako „obiekt” w przestrzeni pięćcykowej [2, 5].

Podobieństwo odgrywa istotną rolę w wielu dziedzinach życia i naukach. Za jego pomocą można np. klasyfikować obiekty na podstawie ich fizycznych i funkcjonalnych parametrów. Każdy obiekt posiada jakieś cechy indywidualne, które określane mianem charakterystyk jakościowych służą do oceny i porównania.

W praktyce podejście w kwestii podobieństwa zostało zdominowane przez modelowanie metryczne. Tutaj modele są reprezentantami obiektów w postaci punktów w przestrzeni wielowymiarowej, a różnice między obiektami powodują różne odległości pomiędzy punktami. Im bliżej siebie leżą punkty, tym obiekty są bardziej do siebie podobne. Analogicznie, brak podobieństwa oznacza, że funkcja odległości pomiędzy badanymi obiektami przekracza pewną wartość progową [20]. Badając podobieństwa konfliktów, zastanawiamy się nad tym, kiedy one są do siebie podobne. Otóż okazuje się, że konflikty przedstawione w postaci funkcji charakterystycznej są do siebie podobne wówczas, gdy mają podobne funkcje, które je opisują. Istnieje wiele różnych teorii podobieństwa (modeli podobieństwa) wykorzystywanych w praktyce, stąd też podobieństwo obiektów można badać na wiele sposobów, np. z wykorzystaniem implementacji Tversky’ego, metrycznej czy też graficznej.

2. Teoria podobieństwa wg Tversky’ego

Jedną z pierwszych teorii oceny podobieństwa, opartej na psychologii matematycznej, była koncepcja Amosa Tversky’ego, która powstała na bazie obserwacji zachowań ludzkich. Według tego sławnego ekonomisty podobieństwo bazujące na dopasowaniu cech to podejście, które nie opiera się ani na kwestiach wymiarowych, ani też na metrycznych, lecz bazuje na prawach teorii zbiorów. Sprowadza się ono do wyeksponowania roli cech wspólnych i dystynktywnych analizowanych obiektów oraz do badania związków pomiędzy ocenami podobieństwa a ocenami różnic [16]. Obiekty można np. przedstawić za pomocą zbiorów zobrazowanych w układzie współrzędnych, a następnie dokonać analizy podobieństwa na podstawie ich charakterystyk jakościowych, do których można zaliczyć np. część wspólną obu zbiorów czy też różnicę mnogościową.



Rys. 1. Graficzna interpretacja relacji pomiędzy zbiorami cech A, B obiektów a, b
 Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Tversky, Cechy podobieństwa, artykuł, s. 526

W teorii Tversky'ego podobieństwo obiektów jest zależne od wartości funkcji opisanej zarówno na cechach wspólnych, jak również na ich cechach indywidualnych. Tversky zaproponował wiele użytecznych modeli służących do porównywania obiektów, jednak na szczególną uwagę, przez wzgląd na ich powszechne zastosowanie, zasługują dwie propozycje: model kontrastu oraz model proporcji [18].

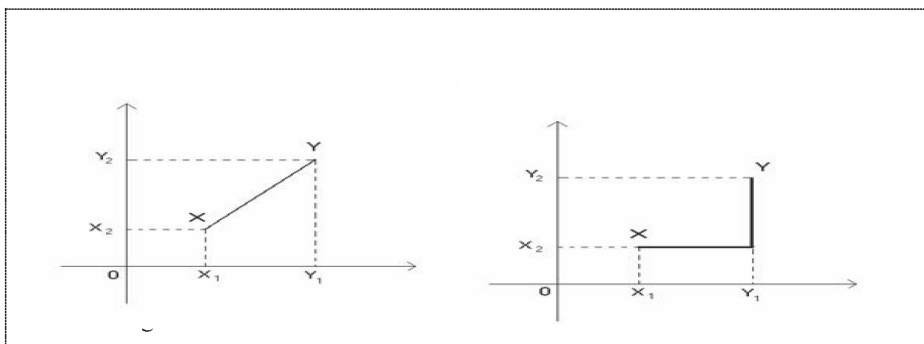
Poniższy wzór opisujący model kontrastu [20] wynika z relacji pomiędzy zbiorami cech badanych obiektów $S(a, b) = \theta f(A \cap B) - \alpha f(A - B) - \beta f(B - A)$. W odniesieniu do rzeczywistości jest to model najczęściej stosowany przez analityków do oceny podobieństwa. Innym przykładem autorstwa Tversky'ego, powszechnie stosowanym w praktyce, jest model proporcji, który wyraża zależność podobieństwa pomiędzy obiektami w zależności od liczby ich cech wspólnych oraz dystynktywnych w następujący sposób [20, 21]:

$$S(a, b) = \frac{f(A \cap B)}{f(A \cap B) + \alpha f(A - B) + \beta f(B - A)}$$

Teoria Tversky'ego, powszechnie stosowana w kontekście badania podobieństwa obiektów, posiada jednak liczne wady, a jedną z największych jest duża złożoność proponowanych modeli wynikająca z trudności w określeniu funkcji f oraz wartości parametrów α, β, θ . Parametry te nie są łatwe do zinterpretowania, a przede wszystkim do wyznaczenia, gdyż dobór różnych wartości dla tych parametrów prowadzi niejednokrotnie do uzyskania różnych wyników w aspekcie oceny podobieństwa. Funkcja f określona na zbiorach cech może być dobrana na wiele różnych sposobów [18] (nie istnieje obiektywna metoda jej określania).

3. Podobieństwo metryczne

Podobieństwo metryczne, zwane odległościowym, polega na tym, że analizując dwie funkcje (dwa punkty) będące modelami pewnych obiektów, możemy określić odległość jednej od drugiej. Wówczas powiemy, że funkcje (modele) są tym bardziej do siebie podobne, im bliżej siebie leżą, czyli im odległość między nimi jest mniejsza. Aby zbadać odległość między wektorami, można skorzystać z metryki euklidesowej, która jest powszechnie stosowana w zagadnieniach matematycznych. Zatem powiemy, że wektory są do siebie podobne wówczas, kiedy będą miały „prawie takie same” współrzędne. W ogólnym przypadku do określenia podobieństwa (odległości) metrycznego można użyć wielu metryk [4]. Takimi metrykami są przykładowo metryka euklidesowa i Manhattan (taksówkowa).



Rys. 2. Odległość metryczna i Manhattan obiektów x, y w przestrzeni 2-wymiarowej R^2
 Źródło: <http://wms.mat.agh.edu.pl/~zankomar/wyklady/Wyklad8.htm>

Dwa elementy przestrzeni R^p p -wymiarowej: $x = (x_1 \dots x_p)$ oraz $y = (y_1 \dots y_p)$ uważamy za równe, jeśli posiadają one wszystkie współrzędne odpowiednio równe. W przestrzeni R^p można określić odległość $d(x, y)$ pomiędzy punktami, zwaną me-

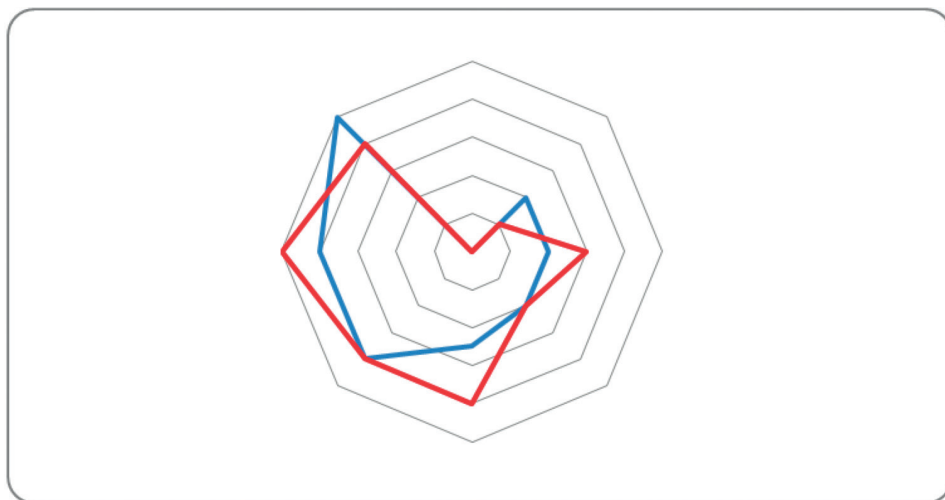
$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2}$$

tryką euklidesową, w następujący sposób: . Łatwo można zauważyć, że w przypadku gdy $p = 2$, R^2 , powyższy wzór będzie określał odległość pomiędzy punktami na płaszczyźnie, natomiast w sytuacji gdy $p = 3$, R^3 mamy odległość pomiędzy punktami w przestrzeni 3-wymiarowej [12].

4. Podobieństwo graficzne

Kolejną propozycją, którą można wykorzystywać do określania podobieństwa konfliktów, może być teoria modeli graficznych [2, 5]. Konflikty, jak wcześniej

wspomniano, to gry decyzyjne, które można przedstawić w postaci funkcji charakterystycznych, reprezentowanych przez wektory w odpowiednio wymiarowej przestrzeni. Powiemy w szczególności, że zgodnie z graficzną teorią podobieństwa dwa obiekty są tym bardziej do siebie podobne, im większa będzie ich część wspólna, świadcząca o ich cechach wspólnych. Ale o podobieństwie świadczą również będzie różnica pomiędzy obiektami, od której oczekujemy, że będzie jak najmniejsza, a która mówi nam o cechach indywidualnych każdego z obiektów. Oczywiście sytuacja najlepsza to taka, kiedy modele graficzne obiektów „pokrywają się”. Poniżej prezentacja podobieństwa graficznego dwóch obiektów.



Wykres 2. Porównanie modeli graficznych dwóch konfliktów
Źródło: opracowanie własne

5. Badanie porównawcze podobieństwa konfliktów na przykładzie kooperacyjnych gier trzyosobowych

Celem przeprowadzonych badań jest ustalenie prawidłowości w zakresie podobieństwa konfliktów, określonego w oparciu o trzy modele teorii podobieństwa:

- model Tversky'ego,
- model metryczny,
- model graficzny.

Badaniu zostaną poddane następujące klasy konfliktów reprezentowane przez wybrane (najbardziej istotne) klasy gier:

- Gry z niepustym C-jądrem [7, 9, 10]:
 - Gry ortogonalne;

- Gry nieortogonalne.
- Gry z pustym C-jądrem [7, 9, 10].

Do badań podobieństwa zostało wytypowanych dziesięć konfliktów opisanych funkcją charakterystyczną (3-osobowe gry kooperacyjne), które były przedmiotem badań w pracach [16, 17] w aspekcie własności ich optymalnych rozwiązań (nucleolus, rozwiązanie Schmeidlera i rozwiązanie kompromisowe). W pracy [16] dla każdej z dziesięciu gier wyznaczono między innymi rozwiązanie kompromisowe [7]. Wyznaczenie rozwiązania kompromisowego wymagało każdorazowo wyznaczenia ze zbioru gier o 1-elementowym C-jądrze gry najbliższej w sensie metrycznym grze rozwiązywanej (wyjściowej). Gry te w niniejszej pracy zostaną potraktowane jako wzorce konfliktów. Za takim podejściem przemawia fakt, że zbiór gier z 1-elementowym C-jądrem to zbiór gier idealnych (wzorcowych) [7, 9]. Wynika to z następujących własności gry z 1-elementowym C-jądrem:

- każda taka gra ma rozwiązanie (postulat istnienia);
- rozwiązanie to jest jedyne (postulat jednoznaczności);
- rozwiązanie to jest stabilne koalicyjnie (postulat stabilności).

Korzystając z wyników [16], w niniejszej pracy jako przedmiot badań przyjęto:

- 10 gier (różnych klas) zdefiniowanych w postaci funkcji charakterystycznej w $\langle 0,1 \rangle$ -zredukowanej formie;
- 10 „najbliższych metrycznie” wzorców tych gier w postaci funkcji charakterystycznej.

Dla powyższych gier i ich wzorców zdefiniowano i zbadano podobieństwo w różnych aspektach:

- podobieństwo między konfliktami;
- podobieństwo między wzorcami tych konfliktów;
- podobieństwo w parach „konflikt – wzorec”.

6. Wyniki badań porównawczych podobieństwa konfliktów

Korzystając z wyników [16], rozpatrywane konflikty (ich funkcje charakterystyczne) w $\langle 0,1 \rangle$ -zredukowanej formie można przedstawić w tabeli.

Tabela 1. Zestawienie konfliktów oraz ich wzorców

KONFLIKTY				WZORCE KONFLIKTÓW	
Lp.	oznaczenie konfliktu	funkcja charakterystyczna	klasa konfliktu	oznaczenie wzorca	funkcja charakterystyczna
1.	A	$\left(\frac{1}{6}, \frac{4}{6}, \frac{3}{6}\right)$ (0.17; 0.67; 0.5)	GONC	B	$\left(\frac{5}{18}, \frac{2}{18}, \frac{11}{18}\right)$ (0.28; 0.11; 0.61)

Lp.	KONFLIKTY			WZORCE KONFLIKTÓW	
	oznaczenie konfliktu	funkcja charakterystyczna	klasa konfliktu	oznaczenie wzorca	funkcja charakterystyczna
2.	E	$\left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{6}\right)$ (0.25; 0.33; 0.17)	GONC	F	$\left(\frac{5}{12}, \frac{3}{12}, \frac{4}{12}\right)$ (0.42; 0.25; 0.33)
3.	G	$\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, 0\right)$ (0.33; 0.25; 0)	GONC	H	$\left(\frac{19}{36}, \frac{10}{36}, \frac{7}{36}\right)$ (0.53; 0.28; 0.19)
4.	I	$\left(\frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{3}\right)$ (0.25; 0.13; 0.33)	GONC	J	$\left(\frac{17}{72}, \frac{32}{72}, \frac{23}{72}\right)$ (0.24; 0.44; 0.32)
5.	O	$\left(\frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right)$ (0.75; 0.5; 0.75)	GONC GWIC	P	$\left(\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{1}{4}\right)$ (0.25; 0.5; 0.25)
6.	Q	$\left(\frac{5}{9}, \frac{6}{9}, \frac{7}{9}\right)$ (0.56; 0.67; 0.78)	GONC GWIC	R	$\left(\frac{2}{9}, \frac{3}{9}, \frac{4}{9}\right)$ (0.22; 0.33; 0.44)
7.	K	$\left(\frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right)$ (0.75; 0.5; 0.88)	GOPC	L	$\left(\frac{4}{24}, \frac{13}{24}, \frac{7}{24}\right)$ (0.17; 0.54; 0.29)
8.	M	$\left(1, \frac{3}{4}, 1\right)$ (1; 0.75; 1)	GOPC	N	$\left(\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{1}{4}\right)$ (0.25; 0.5; 0.25)
9.	C	$\left(\frac{1}{2}, 1, \frac{1}{4}\right)$ (0.5; 1; 0.25)	GND	D	$\left(\frac{5}{8}, 0, \frac{3}{8}\right)$ 0.63; 0; 0.38)
10.	S	$\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{11}{12}\right)$ (0.33; 0.25; 0.92)	GND	T	$\left(0, \frac{13}{24}, \frac{11}{24}\right)$ (0; 0.54; 0.46)

Źródło: opracowanie własne

Klasy konfliktów oznaczono:

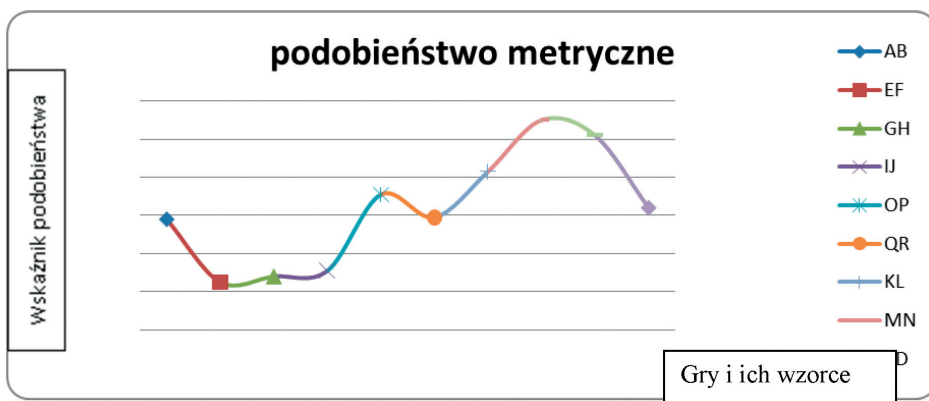
- GONC – gra ortogonalna z niepustym C-jądrem;
- GWIC – gra wzorcowa (z 1-elementowym C-jądrem);

- GOPC – gra ortogonalna z pustym C-jądrzem;
- GND – gra nieortogonalna dowolna.

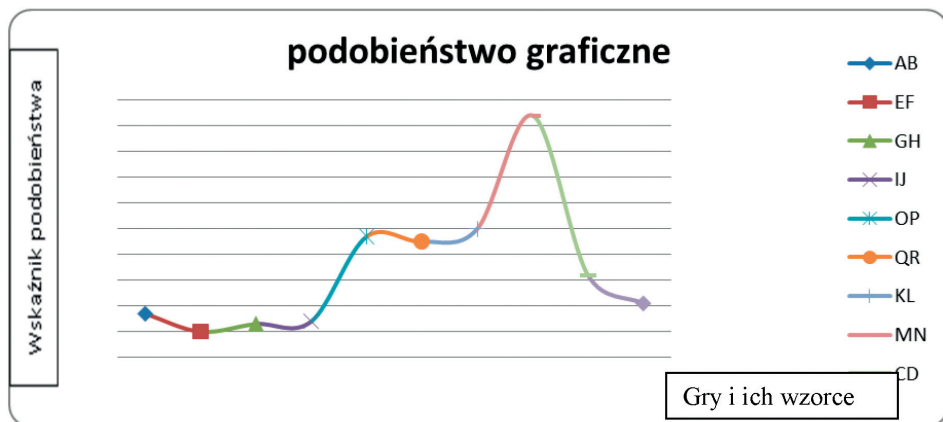
Dzięki zamianie gier wyjściowych (i wzorcowych) na równoważne gry w $\langle 0,1 \rangle$ -zredukowanej formie [10] uzyskano redukcję liczby danych opisujących konflikt z ośmiu liczb (współrzędnych wektora) do trzech: $x = (\bar{v}(1,2), \bar{v}(1,3), \bar{v}(2,3)) = (x_1, x_2, x_3) \in \mathcal{R}^3$, analogicznie: $y = (v^*(1,2), v^*(1,3), v^*(2,3)) = (y_1, y_2, y_3) \in \mathcal{R}^3$, gdzie: $\bar{v}(S)$ – funkcja charakterystyczna gry w $\langle 0,1 \rangle$ -zredukowanej formie równoważna grze wyjściowej $\Gamma = (v, \mathcal{N})$, natomiast: $v^*(S)$ – funkcja charakterystyczna gry wzorcowej (wzorca konfliktu) w $\langle 0,1 \rangle$ -zredukowanej formie. Poniżej zostaną przedstawione wykresy opisujące podobieństwo konfliktów i ich wzorców.

6.1. Podobieństwo w parach (gra – wzorzec)

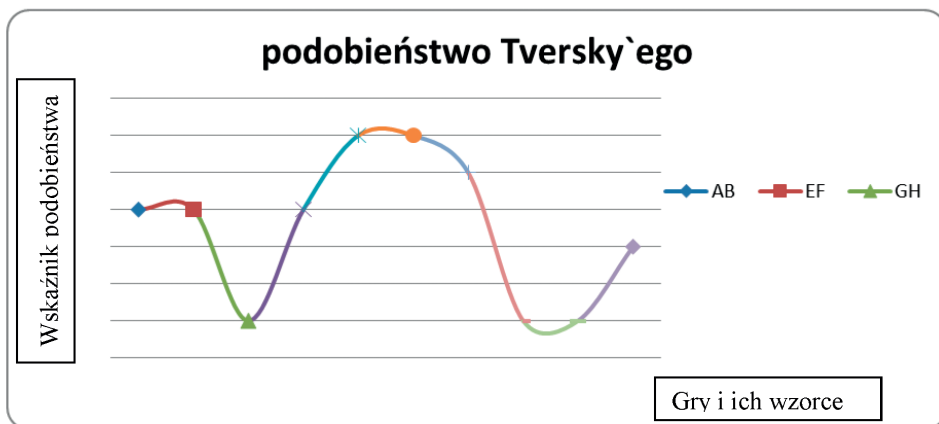
Poniżej znajdują się wykresy przedstawiające trzy rodzaje podobieństwa: metryczne, graficzne, Tversky'ego, a także wykres wspólny, na którym zamieszczono jednocześnie wszystkie ww. rodzaje podobieństwa. Analizie poddano pary: gra – wzorzec reprezentujące różne klasy równoważności: GONC, GW1C, GOPC, GND.



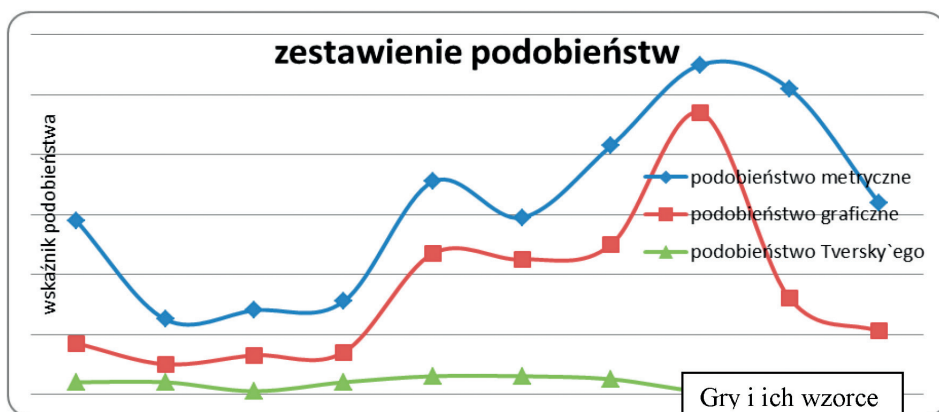
Wykres 3. Podobieństwo metryczne gier i ich wzorców Źródło: opracowanie własne



Wykres 4. Podobieństwo graficzne gier i ich wzorców
 Źródło: opracowanie własne



Wykres 5. Podobieństwo Tversky'ego gier i ich wzorców (w powiększonej skali)
 Źródło: opracowanie własne



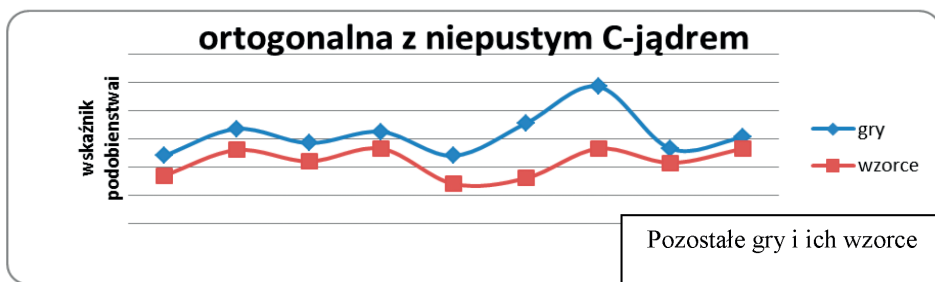
Wykres 6. Zestawienie podobieństw konfliktów i ich wzorców (w jednakowej skali)

Źródło: opracowanie własne

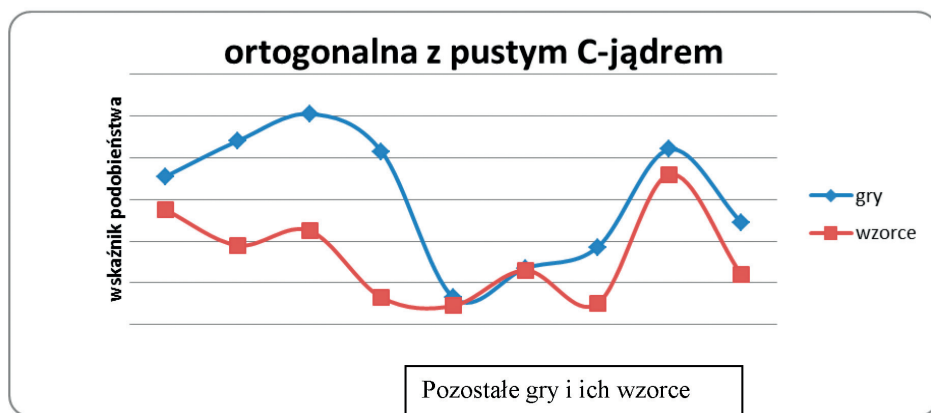
Wnioski. Powyższe zestawienie podobieństwa oryginałów i ich wzorców bardzo wyraźnie wskazuje na pełne zachowanie „tendencji podobieństwa” w parach, niezależnie od przyjętego modelu podobieństwa (metrycznego, graficznego, Tversky’ego). Widać tu wyraźnie, że model Tversky’ego jest bardzo mało wrażliwy na zmiany podobieństwa obiektów (linia „prawie prosta”) – wszystkie pary obiektów „są prawie tak samo podobne” (mała wrażliwość detekcyjna podobieństwa), czego nie można powiedzieć o modelach graficznych oraz metrycznych.

6.2. Podobieństwo metryczne między grami. Podobieństwo metryczne między wzorcami

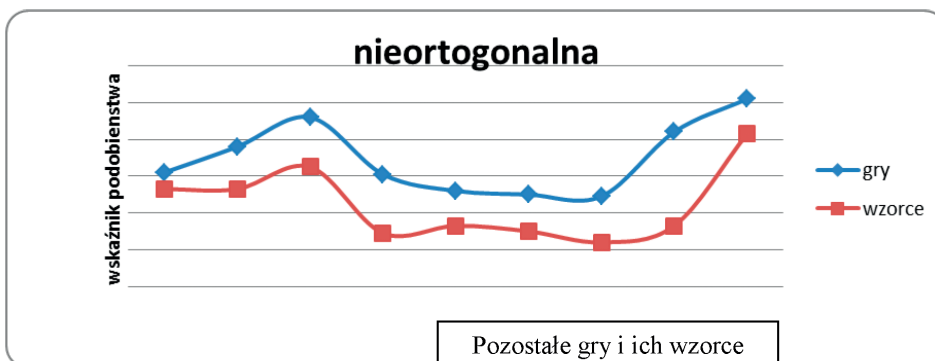
Poniżej zamieszczono wykresy, na których są przedstawione podobieństwa metryczne pomiędzy grami, a następnie między ich wzorcami. Podobieństwa te podzielono na trzy klasy równoważności. Na pierwszym wykresie porównano dowolną GONC do pozostałych gier, a następnie wzorec tej gry do pozostałych wzorców. Na wykresie drugim zestawiono GOPC z pozostałymi grami oraz jej wzorec z innymi wzorcami. Na ostatnim wykresie porównano GND z pozostałymi grami, a także jej wzorec do wzorców pozostałych.



Wykres 7. Gra A i wzorec B w zestawieniu z pozostałymi grami i wzorcami
Źródło: opracowanie własne



Wykres 8. Gra K i wzorec L w zestawieniu z pozostałymi grami i wzorcami
Źródło: opracowanie własne



Wykres 9. Gra S i wzorec T w zestawieniu z pozostałymi grami i wzorcami
Źródło: opracowanie własne

Wnioski. Analiza wykresów podobieństwa gier, poszczególnych klas równoważności i odpowiednio podobieństwa ich wzorców wyraźnie wskazuje na ten sam „charakter zmian podobieństwa”. Po przeanalizowaniu uzyskanych wyników można stwierdzić, że gra pierwotna **A** ortogonalna z niepustym C-jądrem oraz jej wzorzec **B** zachowują niemal identyczne kształty wykresów w całym zakresie podobieństwa. Zatem można powiedzieć, że dowolna gra ortogonalna z niepustym C-jądrem wykazuje cechy podobieństwa ze swoim wzorcem w swojej klasie równoważności oraz w klasie gier nieortogonalnych. Podobnie przedstawia się sytuacja w przypadku gry pierwotnej **K** ortogonalnej z pustym C-jądrem oraz jej wzorca **L**. Oba modele charakteryzują się również dużą rozbieżnością wykresów. W sytuacji gry pierwotnej nieortogonalnej **S** oraz jej wzorca **T** można zauważyć, że wykresy obu modeli są kształtem do siebie zbliżone. Oba wykresy przebiegają podobnie, dlatego też można je uważać za częściowo podobne.

Podsumowanie

Przedmiotem analizy zaprezentowanej w niniejszym opracowaniu było badanie własności konfliktów podobnych przedstawionych w postaci funkcji charakterystycznej. Za główny cel przyjęto zbadanie podobieństwa metrycznego konfliktów oraz podobieństwa ich modeli graficznych w przestrzeni pajęczynowej. Analiza wyników potwierdziła w dużym stopniu „tranzytywność” podobieństwa konfliktów na podobieństwo ich wzorców. Skłania to do pomysłu wykorzystania algorytmów rozpoznawania wzorców do rozwiązywania dowolnych konfliktów. Zatem mając konflikt wzorcowy, którego znamy optymalne rozwiązanie, można bez problemu wykorzystać gotowe rozwiązanie wzorcowe przy rozwiązywaniu rozpatrywanego konfliktu.

Analiza rozwiązań gier wzorcowych najbardziej podobnych do gier wyjściowych (w sensie metrycznym), przedstawionych w [16], pokazała, że mogą one z powodzeniem być stosowane jako rozwiązania gier wyjściowych, gdyż spełniają większość postulatów tzw. „dobrego rozwiązania” [7, 9] i praktycznie pokrywają się z tzw. nucleolusem (rozwiązanie Schmeidlera) [13]. Oddzielnych badań szczegółowych wymagałoby zbadanie rozwiązań uzyskanych w analogiczny sposób w oparciu o model podobieństwa graficznego i model Tversky’ego. Model podobieństwa metrycznego w pełni te koncepcje potwierdził.

Analizując inne koncepcje podobieństwa, należy stwierdzić, że dość specyficznym przypadkiem jest jednokryterialny model kontrastu wg Tversky’ego. W rozważanych sytuacjach przybiera on postać funkcji „prawie” liniowej i jest sumą ważoną charakterystyk jakościowych, które świadczą o cechach wspólnych i dystynktywnych porównywanych obiektów. Główna wada tego podejścia to brak racjonalnych przesłanek ku temu, aby trafnie wyznaczyć współczynniki wagowe rozpatrywanej funkcji. Model Tversky’ego, jak wcześniej wspomniano, generuje zadanie jednokryterialne, a uzyskane rozwiązania z jednej strony są bardzo wrażliwe na zmiany liczbowe współczynników

wagowych i „mało detekcyjne”, jeśli chodzi o różnicowanie podobieństwa z drugiej strony. Dlatego też przeprowadzane rankingi podobieństwa na podstawie tego modelu różnią się tylko nieznacznie wartościami. Przechodząc do analizy podobieństwa metrycznego, należy stwierdzić, że znaczna liczba metod i algorytmów diagnostycznych opiera się głównie na tej koncepcji. W celu określenia stopnia podobieństwa obiektu do wzorca stosuje się tutaj parametr p , który określa konkretną postać normy [5]. Podobieństwo graficzne natomiast posiada o wiele więcej zalet niż dwie wymienione wcześniej metody. Modelowanie pajęczynowe pozwala wyodrębnić zdecydowanie większą ilość informacji, które świadczą o stopniu podobieństwa obiektów na podstawie wielości ich charakterystyk jakościowych. Modele graficzne w przestrzeni pajęczynowej pozwalają zatem zdefiniować podobieństwo w sposób bardziej precyzyjny. Wykorzystują w procesie badawczym dużą liczbę cech obiektów, co świadczy o adekwatności badanego modelu. Można więc stwierdzić, że wnioskowanie podobieństwa na podstawie charakterystyk jakościowych jest pełniejsze niż wnioskowanie tylko na podstawie metody metrycznej, czy tym bardziej Tversky'ego. To prowadzi do zdefiniowania funkcji wielokryterialnej, a następnie do sformułowania wielokryterialnego zadania optymalizacyjnego rozpoznawania wzorców [5].

Problem badania konfliktów i ich rozwiązań na gruncie nauk o bezpieczeństwie mógłby okazać się ważnym i użytecznym przedsięwzięciem w procesie podejmowania decyzji na wypadek wystąpienia sytuacji kryzysowej. Dlatego też warto byłoby się zastanowić nad zaprojektowaniem dogodnego narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji na bazie systemów aktywnych oraz pasywnych w dziedzinie bezpieczeństwa, w szczególności repozytorium (zbioru) wzorcowych sytuacji konfliktowych (z 1-elementowym C-jądnem) oraz ich rozwiązań, które można byłoby aplikować w praktycznych sytuacjach konfliktowych. Systemy takie, wspomagające podejmowanie decyzji, oparte na zaproponowanej koncepcji, z powodzeniem mogłyby znaleźć zastosowanie w centrach zarządzania kryzysowego, a konkretnie w komórkach odpowiedzialnych za monitorowanie, wykrywanie zagrożeń oraz zapobieganie im. Opracowane programy diagnostyczne, wyposażone w bogate repozytorium rozwiązań wzorcowych, pozwoliłyby na szybkie reagowanie na zaistniałą sytuację kryzysową i trafne podejmowanie decyzji w bardzo krótkim czasie. To usprawniłoby zakres działania i współpracę wszystkich służb odpowiedzialnych za stan bezpieczeństwa kraju.

LITERATURA

1. A. AMELJAŃCZYK, *Podobieństwo modeli graficznych danych medycznych w algorytmach rozpoznawania wzorców diagnostycznych*, WAT, Warszawa 2011.
2. A. AMELJAŃCZYK, *Properties of the Algorithm for Determining an Initial Medical Diagnosis Based on a Two-Criteria Similarity Model*, WAT, Warszawa 2011.
3. A. AMELJAŃCZYK, *Rozwiązania kompromisowe wieloosobowych gier kooperacyjnych i ich własności*, WAT, Warszawa 2011.

4. A. AMELJAŃCZYK, *Teoria Gier*, WAT, Warszawa 1978.
5. A. AMELJAŃCZYK, *Teoria Gier i Optymalizacja Wektorowa*, WAT, Warszawa 1980.
6. A. AMELJAŃCZYK, *Uproszczona metoda wyznaczania gier równoważnych i ich rozwiązań*, WAT, Warszawa 2011.
7. S. JIMENEZ, C. BECERRA, *Softcardinality-Core: Improving Text Overlap with Distributional Measures for Semantic Textual Similarity*, Universidad Nacional de Colombia, 2013.
8. W. KRYSICKI, L. WŁODARSKI, *Analiza matematyczna w zadaniach*, PWN, Warszawa 2011.
9. M. LENG, M. PARLAR, *Analytic Solution for the Nucleolus of a Three-Player Cooperative Game*, http://cptra.ln.edu.hk/~mmleng/mmleng_files/NRL/Nucleolus-100715-Final.pdf?origin=publicationDetail.
10. M. MALAWSKI, A. WIECZOREK, H. SOSNOWSKA, *Konkurencja i kooperacja, Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych*, PWN, Warszawa 2006.
11. G. OWEN, *Teoria gier*, PWN, Warszawa 1975.
12. B. SIEMIEŃSKA, *Badanie podobieństwa konfliktów i ich rozwiązań*, WAT, Warszawa 2014.
13. B. SIEMIEŃSKA, *Metody wyznaczania rozwiązań sytuacji konfliktowych z możliwością kooperacji*, WAT, Warszawa 2012.
14. T. SMOLEŃ, *Bayesowska teoria oceny podobieństwa. Teoria A. Tvesky'ego*, UJ, Kraków, <http://ecfi-group.eu/download/papers/17.pdf>.
15. P.D. STRAFFIN, *Teoria gier*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa 2004.
16. A. TVERSKY, *Features of similarity. Psychological Review*, APA, 1977.
17. A. TVERSKY, *Psychological Review*, Hebrew University Jerusalem, Israel 1977.
18. <http://wms.mat.agh.edu.pl/~zankomar/wyklady/Wyklad8.htm>.

THE ANALYSIS OF CONFLICT SIMILARITIES IN REFERENCE TO DIFFERENT MODELS OF SIMILARITIES

Abstract. The practical aspects of defining and pinpointing a level of conflict similarities based on studies of their mathematical models similarities, is the main topic of this article. The class of conflict has been analyzed that can be described by so called characteristic function [8]. It is founded on multi personal cooperative games. In this respect the three most commonly used models of similarities: metrical similarity, graphic similarity and Tversky similarity model are described. Those models were used for practical pinpointing conflict similarities out of class of conflicts with typical conflicts examples (3-person games) representative of the most important ones. The objects of this study were ten chosen conflicts, being described by the characteristic function and their models [16]. In the article the sum of comparative analysis of similarity of the chosen conflicts, similarity of their models and pairs of similarities: conflict - model of conflict. The end results prove the article's main thesis, that the essence of similarity is being reflected in their models, what is important in a sense that those can be used for resolution of model conflicts and solution of those that are similar.

Keywords: Mathematical conflict models, graphic conflict models, web space, conflict similarities, similarity function, metric function models, metric similarity, graphic similarity, Tversky similarity, Pareto set, orthogonal games, non-orthogonal games, repository of similarity models.