

# ANALIZA PREFERENCJI

---

**Jakub Brzostowski**

Politechnika Śląska

**Ewa Roszkowska**

Uniwersytet w Białymstoku

## SYSTEM REKOMENDACJI DOBORU WAG KRYTERIÓW OPARTY NA ICH CHARAKTERYSTYCE PROBABILISTYCZNEJ\*

### Wstęp

Ważnym etapem w procesie negocjacji jest faza prenegocjacyjna obejmująca wieloaspektowe przygotowanie do negocjacji [Kersten 1985]. W ramach zadań wstępnych realizowanych podczas tej fazy decydent dokonuje strukturyzacji problemu negocjacyjnego, wyodrębnia zagadnienia negocjacyjne wraz z określeniem stopnia ich istotności, wyznacza oferty negocjacyjne, które mogą być przedmiotem rozmów, uwzględniając przy tym preferencje własne oraz oszacowane preferencje partnera negocjacji [Roszkowska 2011]. Następnym krokiem jest budowa systemu oceny ofert (np. z wykorzystaniem metod wielokryterialnego podejmowania decyzji [Hwang i Yoon 1981; Belton i Stuart 2002]) której celem jest przedstawienie z perspektywy negocjatora wypadkowej wartości oferty negocjacyjnej za pomocą jednej zagregowanej wielkości. Analiza wartości ofert negocjacyjnych z własnego punktu widzenia oraz z punktu widzenia drugiej strony pozwala odpowiednio zaplanować strategię negocjacyjną.

W sytuacji braku możliwości dokonania bezpośredniej analizy preferencji (np. nikle doświadczenie, niepełna lub nieprecyzyjna informacja) zachodzi potrzeba wsparcia negocjatora w fazie prenegocjacyjnej w celu rozpoznania włą-

---

\* Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/HS4/03857.

snych preferencji oraz przyjęcia założeń co do preferencji drugiej strony. Niniejszy artykuł skupia się na prezentacji autorskiego narzędzia, które umożliwi analizę własnych preferencji oraz przewidywanie preferencji potencjalnego partnera negocjacji. Proponowane narzędzie docelowo ma umożliwić wgląd w preferencje typowe dla grupy, do której należy negocjator, oraz wgląd w preferencje grupy, do której zostaje zakwalifikowany partner. Mając do dyspozycji dane opisujące preferencje szerokiej populacji negocjatorów, można skonstruować modele preferencji zbiorczych\* dla różnych typów (profilów) negocjatorów. Proponowany model preferencji zbiorczych jest budowany w postaci rozkładu prawdopodobieństwa nad wektorem wag kwestii (kryteriów) negocjacyjnych. Proces tworzenia profili negocjatora jest uzależniony od dostępności danych i może brać pod uwagę zarówno cechy demograficzne, jak i psychologiczne negocjatora.

W procesie analizy preferencji są wykorzystywane metody wielokryterialnego podejmowania decyzji (WPD) [Figueira i in. 2005; Kilgour i in. 2010; Salo i Hämmäläinen 2012; Brzostowski i in. 2012], przy czym wiele z tych metod stosuje pojęcie wag przypisywanych rozpatrywanym kryteriom w problemie decyzyjnym. Stanowią one istotną część opisu preferencji decydenta, a proces szacowania wag kryteriów może mu stwarzać pewne problemy. W literaturze przedmiotu opisano wiele metod subiektywnych, obiektywnych oraz integracyjnych szacowania współczynników wagowych, których zadaniem jest ułatwienie decydentowi tej części procesu analizy preferencji [Tzeng i in. 1998]. Metody subiektywne są oparte na analizie indywidualnych preferencji decydenta, obiektywne wykorzystują dane zawarte w macierzy decyzyjnej, a integracyjne łączą oba wspomniane podejścia. Do metod subiektywnych można zaliczyć: metody oparte na rangach (*rank ordering methods*) [Stillwell i in. 1981], metody kompensacyjne (*tradeoff method, pricing-out method*) [Keeney i Raiffa 1976], metodę opartą na proporcjach (*ratio method*) [Edwards 1977], metodę AHP (*Analytic Hierarchy Process*) [Saaty 1980], metodę bezpośredniej oceny (*direct rating – DR*) [Bottomley i Doyle 2001], metodę delficką (*Delphi method*) [Hwang i Yoon 1981], metodę wektorów własnych (*eigenvector method*) [Takeda i in. 1987]. Natomiast do metod obiektywnych należą: metoda oparta na odchyleniu standardowym (*standard deviation – SD*) [Diakoulaki i in. 1995], metoda współczynnika korelacji CRITIC (*Criteria Importance Through Intercriteria Correlation*) [Diakoulaki i in. 1995], metoda punktu idealnego (*ideal point*) [Ma i in. 1999], metoda maksymalizacji odchylenia standardowego (*maximizing deviation*

\* Określenie „preferencje zbiorcze” oznacza preferencje osób zakwalifikowanych do rozważanego profilu. Nie należy utożsamiać określenia preferencji zbiorczych z preferencjami grupowymi czy zagregowanymi.

*method*) [Wu i Chen 2007] oraz metoda oparta na koncepcji entropii Shannona (*entropy method*) [Hwang i Yoon 1981].

Proponowane w pracy podejście szacowania wag kwestii negocjacyjnych wykorzystuje dane historyczne. Informacje dotyczące przyjmowanego przez różnych decydentów w tym samym problemie decyzyjnym wektora wag kwestii negocjacyjnych są ujmowane w postaci rozkładu prawdopodobieństwa wystąpienia danego wektora wag. Dostępność danych dotyczących preferencji większej grupy decydentów rozwiązujących podobny lub ten sam problem decyzyjny umożliwia analizę potencjalnych wzorców w zachowaniu takiej właśnie grupy.

Poza wsparciem podczas analizy własnych preferencji negocjator może być zainteresowany przewidywaniem preferencji potencjalnego partnera. W takiej sytuacji dla danego problemu negocjacyjnego negocjator wybiera typ partnera, dla którego narzędzie może zilustrować opis preferencji zbiorczych. Wgląd w preferencje potencjalnego partnera pozwala na lepsze przygotowanie do procesu negocjacji pod względem doboru strategii negocjacyjnej.

W artykule przedstawiono podstawy konstrukcji modelu preferencji zbiorczych opartego na ich probabilistycznej charakterystyce, opisano fazy działania systemu wspomagania analizy preferencji zbiorczych, zaproponowano moduły, które mogą być zaimplementowane w ramach proponowanego narzędzia wspomagającego. Na przykładzie empirycznym pokazano praktyczne możliwości działania systemu rekomendacji doboru wag kryteriów w problemie negocjacyjnym opartego na ich probabilistycznej charakterystyce.

## 1. Konstrukcja modelu preferencji zbiorczych

W pierwszej fazie szacowania własnych wag kwestii negocjacyjnych oraz przewidywania wag kwestii przyjętych przez partnera system ma pozwalać decydentowi na zakwalifikowanie siebie do danej grupy decydentów oraz określenie typu potencjalnego partnera\*. Typologia decydenta może być dokonana ze względu na jedną lub wiele cech, co będzie wymagać wglądu w preferencje różnych grup. Systemy wspomagania negocjacji [Kersten 2007] mogą rejestrować dane decydenta dotyczące różnych cech demograficznych. Przykładowo system wspomagania Inspire [Kersten 1999] tworzy bazę danych negocjatorów, uwzględniając: typ kwalifikacji, język ojczysty, płeć, wiek, kraj pochodzenia, kraj zamieszkiwany, znajomość języka angielskiego, poziom wykształcenia. Po-

---

\* Przyjęto założenie, że każdej kwestii negocjacyjnej  $K_j$  została przyporządkowana dodatnia waga  $w_j = w(K_j)$  określająca jego względną ważność, gdzie  $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ).

nadto decydenci wypełniający kwestionariusz Thomasa-Killmana [Killman i Thomas 1985] mogą zostać zakwalifikowani do różnych typów ze względu na stosowany styl negocjacji: współpracy, kooperacji, dostosowania się, unikania, kompromisu. Powyższe zestawy cech rozpatrywane z różnych perspektyw stwarzają możliwość analizy różnych typów negocjatora poprzez wydzielanie ze zbioru danych opisujących preferencje decydenta ze względu na przynależność do danego typu. Wyodrębnione profile negocjatora stanowią podstawę do budowy probabilistycznego opisu preferencji zbiorczych.

Założmy, że problem  $p$  jest reprezentowany formalnie za pomocą zbioru  $m$  cech opisujących negocjatora:

$$F_p = \{f_{p1}, f_{p2}, \dots, f_{pm}\} \quad (1)$$

Z kolei każda zmienna  $f_{pj}$  jest zmienną wskazującą, czy cecha jest przez decydenta uwzględniana ( $u_{pj}$ ) oraz jaka wartość została wybrana ( $v_{pj}$ ) (wartość nominalna bądź porządkowa):

$$f_{pj} = (u_{pj}, v_{pj}) \quad u_{pj} \in \{0,1\} \quad v_{pj} \in \{1, \dots, c_j\} \subset N \quad (2)$$

Realizacja  $F_p$  odpowiada doborowi typu decydenta, co pozwala na ekstrakcję z pełnego zbioru danych podzbioru dotyczącego tego właśnie typu. Zatem funkcja  $s_F : \bar{w} \mapsto \{0,1\}$  wskazuje, czy wektor wag kryteriów (opis preferencji indywidualnego decydenta) jest brany pod uwagę w budowaniu opisu preferencji zbiorczych.

Kolejna faza analizy obejmuje konstrukcję rozkładu prawdopodobieństwa nad wektorem wag kryteriów występujących w danym problemie decyzyjnym (bądź negocjacyjnym) oraz dotyczących wybranej kategorii negocjatora. Otrzymany rozkład wag kryteriów stanowi syntetyczny opis wiedzy na temat preferencji w zakresie wektora wag przypisanego określonemu profilowi negocjatora. Analiza takiego rozkładu może wskazać na pewne cechy wspólne dla samego problemu decyzyjnego w postaci dominującej wartości wagi danego kryterium czy też wektora wag, gdy rozpatruje się zestaw kryteriów razem. Wysoka specyficzność rozkładu i jedna wartość dominująca wskazuje na tendencję statystycznego decydenta do określania wagi lub wektora wag w otoczeniu wartości występującej najczęściej. Analiza rozkładu wag lub wektora wag pozwala na określenie typu takiego rozkładu, co z kolei sprzyja możliwości opisywania preferencji zbiorczych za pomocą kilku charakterystyk liczbowych, takich jak war-

tość oczekiwana oraz odchylenie standardowe. Syntetyczny i prosty opis preferencji zbiorczych pozwala z kolei na przedstawienie potencjalnemu decydentowi sposobu postępowania innych decydentów w trakcie analizy preferencji bez ujawniania preferencji indywidualnych. Taka ilustracja pomaga decydentowi w procesie analizy jego własnych preferencji, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z brakiem wiedzy, nikłym doświadczeniem bądź wiedzą niepewną na temat preferencji. Wgląd w preferencje zbiorcze sugeruje i pomaga w procesie analizy własnych preferencji bez narzucania rozwiązania w tej fazie rozwiązywania problemu decyzyjnego. Ponadto zbiorczy charakter wiedzy tego typu nie daje jednoznacznej sugestii na temat tego, jakie powinny być owe preferencje, co jest zgodne z subiektywną i indywidualną naturą decydenta.

Warto zaznaczyć, że z preferencjami zbiorczymi mamy do czynienia także w sytuacji podejmowania decyzji grupowych, gdzie decyzje indywidualne członków grupy mają doprowadzić do podjęcia wspólnej decyzji czy też do wyznaczenia konsensusu. W proponowanym podejściu rekomendowania preferencji indywidualnych na podstawie preferencji zbiorczych występuje pewne podobieństwo do metody podejmowania decyzji grupowych zwanej Delfi [Linstone, Turoff 1975]. Metoda Delfi opiera się na integracji wyników niezależnych decyzji indywidualnych w celu znalezienia wspólnego rozwiązania bez sugerowania członkom grupy jakiegokolwiek rozwiązania, lecz poprzez przedstawienie im wyniku ich decyzji w poprzedniej iteracji procesu decyzyjnego.

Mając do dyspozycji następujący zestaw kryteriów (kwestii):

$$D = \{K_1, K_2, \dots, K_k\} \quad (3)$$

oraz próbę wektorów wag dla ustalonych kryteriów wybranych ze zbioru danych na podstawie dokonanej kwalifikacji negocjatora w fazie poprzedniej:

$$\bar{w}_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{kj}) \in [0,1]^k \quad j \in \{1, \dots, n\} \quad s_F(\bar{w}_j) = 1 \quad (4)$$

zostaje skonstruowany rozkład prawdopodobieństwa nad wektorem wag kryteriów dla wybranego problemu  $p$ :

$$p_{F_p} : (w_1, w_2, \dots, w_k) \mapsto p_{12\dots k} \quad (5)$$

gdzie  $p_{12\dots k}$  stanowi częstość względną wektora  $(w_1, w_2, \dots, w_k)$  w danej próbie. Rozkład  $p_{F_p}$  stanowi model preferencji zbiorczych wybranego profilu negocjatora.

Na podstawie rozkładu  $p_{Fp}$  można wyznaczyć rozkłady warunkowe dla każdej z kwestii  $K_i$  w postaci:

$$p_{F_p, \tilde{K}_i}(w_i | w_1, w_2, \dots, w_{i-1}, w_{i+1}, \dots, w_k) = \frac{p_{F_p}(w_1, w_2, \dots, w_k)}{\int_0^1 p_{F_p}(w_1, w_2, \dots, w_k) dw_i} \quad (6)$$

Ustalanie przez negocjatora analizującego dane zakresu wektora wag różnych kwestii stanowi dla systemu dodatkową informację, która pozwala na skonstruowanie dla każdej kwestii rozkładu warunkowego zależnego od wartości pozostałych kwestii. Przyjmijmy, że negocjator ustalił następujące zakresy dla kwestii  $\{K_1, K_2, \dots, K_i, K_{i+1}, \dots, K_k\}$ :

$$w_o = w(K_o) \in [l_o, r_o] \subset [0,1] \quad o \in \{1, \dots, m\} - \{i\} \quad (7)$$

W takiej sytuacji rozkład warunkowy wagi dla kwestii  $K_i$  zależny od zakresów pozostałych kwestii ma następującą postać:

$$p_{F, \tilde{K}_i}(w_i) = \frac{\int_{l_1}^{r_1} \dots \int_{l_{i-1}}^{r_{i-1}} \int_{l_{i+1}}^{r_{i+1}} \dots \int_{l_m}^{r_m} p_F(w_1, \dots, w_{i-1}, w_{i+1}, \dots, w_m) dw_m \dots dw_{i+1} dw_{i-1} \dots dw_1}{\int_{l_1}^{r_1} \dots \int_{l_{i-1}}^{r_{i-1}} \int_{l_{i+1}}^{r_{i+1}} \dots \int_{l_m}^1 p_F(w_1, \dots, w_{i-1}, w_{i+1}, \dots, w_m) dw_i dw_m \dots dw_{i+1} dw_{i-1} \dots dw_1} \quad (8)$$

Zestaw rozkładów warunkowych dla danej kwestii zależnych od zakresów pozostałych kwestii może być przedstawiony negocjatorowi dokonującemu analizy własnych preferencji ze względu na istotność wag bądź przewidywania preferencji wag potencjalnego partnera. Ponadto zakresy wag dla poszczególnych kwestii mogą być iteracyjnie modyfikowane przez decydenta, co pozwala na dynamiczną zmianę rozkładów warunkowych wraz z ich ilustracją.

W sytuacji dostępności dużych zbiorów danych zachodzi możliwość zbadania normalności rozkładu wektora wag kwestii. Dodatkowa funkcjonalność systemu obejmuje zbadanie tego typu prawidłowości, co pozwala na opis modelu preferencji zbiorczych w postaci zestawu parametrów obejmującego: średni wektor wag, odchylenie standardowe oraz macierz kowariancji dla zestawu wag

kwestii. System będzie pozwalać na zbadanie, czy dla wybranego zbioru danych prawidłowość tego typu występuje poprzez zastosowanie testu Mardii [Mardia 1970]. Mając do dyspozycji próbę  $n$  wektorów wag dla  $m$  kryteriów w postaci:  $\bar{w}_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{mj})$ , zostaje wyznaczona wartość średnia  $\bar{\mu}$  oraz macierz kowariancji  $\hat{\Sigma}$  w postaci:

$$\bar{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{w}_j \quad (9)$$

$$\hat{\Sigma} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\bar{w}_j - \bar{\mu})(\bar{w}_j - \bar{\mu})^T \quad (10)$$

Współczynnik wielowymiarowej skośności ma postać:

$$A = \frac{1}{6n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [(\bar{w}_i - \bar{\mu})^T \hat{\Sigma}^{-1} (\bar{w}_j - \bar{\mu})]^3 \quad (11)$$

Wartość kurtozy wielowymiarowej jest określona wzorem:

$$B = \sqrt{\frac{n}{8m(m+2)}} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(\bar{w}_i - \bar{\mu})^T \hat{\Sigma}^{-1} (\bar{w}_i - \bar{\mu})]^2 - m(m+2) \right\} \quad (12)$$

Przy założeniu hipotezy zerowej, że rozkład wag ze względu na wyróżnione kryteria ma wielowymiarowy rozkład normalny, statystyka  $A$  ma w przybliżeniu rozkład chi-kwadrat z  $\frac{1}{6}m(m+1)(m+2)$  stopniami swobody. Natomiast statystyka  $B$  ma w przybliżeniu rozkład normalny standaryzowany.

Zakładając, że w problemie decyzyjnym uwzględniono  $k$  kryteriów:

$$D = \{K_1, K_2, \dots, K_k\} \quad (13)$$

stosujemy test normalności dla wszystkich dwuelementowych podzbiorów  $D_p$  zbioru  $D$ :

$$D_p \subset D (D_p \in 2^D) \quad \bar{D}_p = 2 \quad (14)$$

Dla danego podzbioru  $D_p$  narzędzie wspomagające wyznacza współczynnik skośności  $A_p$  oraz wartość kurtozy  $B_p$  oraz sprawdza, czy te wartości mieszczą się poza obszarami krytycznymi  $T_{\chi^2}(\bar{D}_p)$  (dla  $A_p$  – przedział zależny od liczby kryteriów  $\bar{D}_p$ ) oraz  $T_{N(0,1)}$  (dla  $B_p$ ). Funkcja *MardiaTest* realizuje test Mardii [Mardia 1970] oraz pozwala na stwierdzenie, czy jest podstawa do odrzucenia hipotezy zerowej (mówiącej o normalność rozkładu):

$$\text{MardiaTest}(D_p) = \begin{cases} 0 & A_p \in T_{\chi^2}(\bar{D}_p) \vee B_p \in T_{N(0,1)} \\ 1 & A_p \notin T_{\chi^2}(\bar{D}_p) \wedge B_p \notin T_{N(0,1)} \end{cases} \quad (15)$$

W przypadku braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej stosujemy model preferencji zbiorczych składający się z zestawu rozkładów dla par kwestii:

$$p_{(K_i, K_j)}(w_i, w_j) = \frac{1}{2\pi\sqrt{|\Sigma_{i,j}|}} \exp\left(-\frac{1}{2}([w_i - \mu_i, w_j - \mu_j]^T \Sigma_{i,j}^{-1} [w_i - \mu_i, w_j - \mu_j])\right) \quad (16)$$

gdzie:

$$\Sigma_{i,j} = \begin{pmatrix} \sigma_i^2 & \rho_{i,j}\sigma_i\sigma_j \\ \rho_{i,j}\sigma_i\sigma_j & \sigma_j^2 \end{pmatrix} \quad (17)$$

przy czym  $\rho_{i,j}$  jest poziomem korelacji ważenia kwestii  $K_i$  oraz  $K_j$ ,  $\sigma_i$  – odchyleniem standardowym ważenia kwestii  $K_i$ , natomiast zmienne  $w_i$  oraz  $w_j$  odpowiadają wagom wybranym kwestiom.

Jeśli przyjmiemy, że wartość wagi jednej z kwestii została ustalona, rozkład warunkowy dla kwestii drugiej ma następującą postać:

$$p_{\tilde{K}_i, a}(w_i) = \frac{1}{2\pi\sqrt{(1-\rho_{ij}^2)\sigma_i^2}} \exp\left(-\frac{\left(w_i - \left(\mu_i + \frac{\sigma_i}{\sigma_j}\rho_{ij}(a - \mu_j)\right)\right)^2}{2(1-\rho_{ij}^2)\sigma_i^2}\right) \quad (18)$$

gdzie wartość  $a$  jest ustalonym poziomem ważenia kwestii  $K_j$ . Ze względu na wyposażenie narzędzia w możliwość ustalania zakresów wag kwestii otrzymujemy zestaw rozkładów dla poszczególnych kwestii zależnych warunkowo od



przedziałów wagi dla kwestii sprzężonej po scałkowaniu funkcji gęstości rozkładu warunkowego:

$$p_{\tilde{K}_i, [c, d]}(w_i) = \frac{\int_c^d p_{K_i, K_j}(w_i, w_j) dw_j}{\int_c^d \int_{c_0} p_{K_i, K_j}(w_i, w_j) dw_i dw_j} \quad (19)$$

otrzymując w konsekwencji funkcję gęstości rozkładu w postaci:

$$\begin{aligned} p_{\tilde{K}_i, [c, d]}(w_i) &= \\ &= \frac{\frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(w_i - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) (\Phi_{0,1}(r(c, d, w_i)) - \Phi_{0,1}(l(c, d, w_i)))}{\Phi_{0,1}(d) - \Phi_{0,1}(c)} \end{aligned} \quad (20)$$

gdzie:

$$l(c, d, w_i) = \min(g(c, w_i), (g(d, w_i))) \quad (21)$$

$$r(c, d, w_i) = \max(g(c, w_i), (g(d, w_i))) \quad (22)$$

$$g(v, w_i) = \frac{\frac{(v - \mu_j)}{\sigma_j} - \rho_{i,j} \frac{(w_i - \mu_i)}{\sigma_i}}{\sqrt{1 - \rho_{i,j}^2}} \quad (23)$$

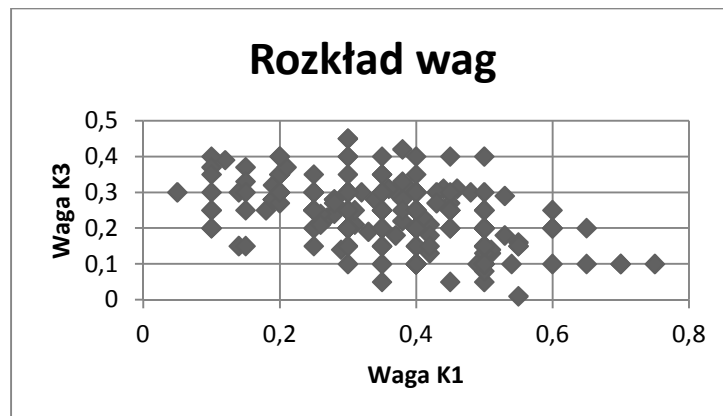
Przy czym  $\Phi_{0,1}$  jest dystrybuantą rozkładu normalnego standaryzowanego.

## 2. Przykład empiryczny

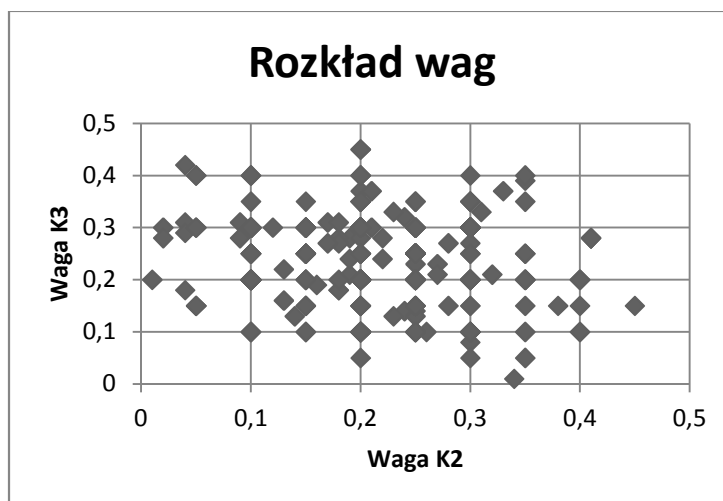
Korzystamy z danych systemu wspomagania negocjacji Inspire [Kersten 1999] dotyczących problemu symulacji negocjacji kontraktu pomiędzy reprezentantem firmy *CypresHill* – dystrybutorem części rowerowych oraz reprezentantem firmy *IteXManufacturing* zajmującej się montażem rowerów. Struktura pro-

blemu została negocjatorom narzucona – uwzględniono następujące zagadnienia negocjacyjne:

1. Cena (K1).
2. Czas zapłaty (K2).
3. Czas dostawy (K3).
4. Warunki zwrotu (dotyczące gwarancji) (K4).



Rys. 1. Ilustracja rozkładu wag kwestii: cena oraz czas dostawy



Rys. 2. Ilustracja rozkładu wag kwestii: czas dostawy oraz czas zapłaty

W przykładzie badamy możliwość wprowadzenia ciągłego modelu preferencji zbiorczych. Mając do dyspozycji zbiór danych opisujący preferencje 323 negocjatorów, przeprowadzamy testy normalności rozkładu wektora wag kwestii w różnych konfiguracjach kwestii za pomocą testu Mardii. Wyniki otrzymane dla różnych zestawów kwestii zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Ilustracja wyników testów normalności rozkładów wektorów ważenia kwestii

Zestaw kryteriów	Stat. A	$\bar{\chi}^2$ – obszar krytyczny ( $\alpha = 0,05$ )	$\bar{\chi}^2$ st.swob.	Stat. B	$N(0,1)$ – obszar krytyczny ( $\alpha = 0,05$ )	K
$\{K_1, K_2, K_3, K_4\}$	2755,94	$[31,41; +\infty)$	20	4,9116	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	4
$\{K_1, K_2, K_3\}$	30,6978	$[18,3; +\infty)$	10	0,0137	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	3
$\{K_1, K_2, K_4\}$	29,2555	$[18,3; +\infty)$	10	0,0140	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	3
$\{K_2, K_3, K_4\}$	27,4475	$[18,3; +\infty)$	10	0,0072	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	3
$\{K_1, K_3, K_4\}$	29,4075	$[18,3; +\infty)$	10	0,0281	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	3
$\{K_1, K_2\}$	<b>5,0001</b>	$[9,48; +\infty)$	4	0,1171	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2
$\{K_1, K_3\}$	<b>2,6114</b>	$[9,48; +\infty)$	4	0,0916	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2
$\{K_1, K_4\}$	17,5699	$[9,48; +\infty)$	4	-0,0098	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2
$\{K_2, K_3\}$	<b>2,8251</b>	$[9,48; +\infty)$	4	-0,0840	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2
$\{K_2, K_4\}$	13,0834	$[9,48; +\infty)$	4	-0,0506	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2
$\{K_3, K_4\}$	23,7767	$[9,48; +\infty)$	4	-0,0503	$(-\infty, -1,96] \cup [1,96, +\infty)$	2

Źródło: Obliczenia własne.

Jak widać z tabeli 1, kwestie  $K_1$  oraz  $K_2$  brane parami wykazują asymptotyczny rozkład normalny. Na poziomie istotności 0,05 dla statystyki A oraz na poziomie istotności 0,05 dla statystyki B nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, że rozkład wag kwestii  $K_1$  oraz  $K_2$  jest dwuwymiarowym rozkładem normalnym. Ponadto analogiczna regularność występuje dla kwestii  $K_2$  i  $K_3$  oraz dla kwestii  $K_1$  i  $K_3$ . W przypadku pozostałych par kwestii nie odnotowano po-

dobnej regularności. Na podstawie powyższych obserwacji można skonstruować model preferencji zbiorczych w postaci trzech rozkładów dwuwymiarowych.

### 3. Zasady działania systemu rekomendacji doboru wag kryteriów opartego na ich charakterystyce probabilistycznej

Działanie systemu rekomendacji doboru wag kryteriów w kolejnych fazach można ująć następująco:

**Faza 1.** Ustalenie typu wsparcia:

- a. Analiza preferencji własnych ze względu na wektor wag kwestii negocjacyjnych.
- b. Przewidywanie preferencji potencjalnego partnera ze względu na wektor wag kwestii negocjacyjnych.

**Faza 2.** Tworzenie profilu negocjatora.

Typowanie grupy negocjatorów na podstawie kategorii cech lub zestawu cech (np. dane demograficzne, sposób odpowiedzi na konflikt).

**Faza 3.** Pobór danych dotyczących wytypowanej grupy (profilu) negocjatorów z bazy danych.

**Faza 4.** Ustalenie typu ogólnego modelu preferencji zbiorczych na podstawie wstępnej analizy danych:

- a. Dyskretny rozkład prawdopodobieństwa nad wektorem ważenia kwestii.
- b. Zbiór rozkładów ciągłych dla ustalonych zestawów kwestii.

**Faza 5.** Konstrukcja modelu preferencji zbiorczych w postaci rozkładu prawdopodobieństwa:

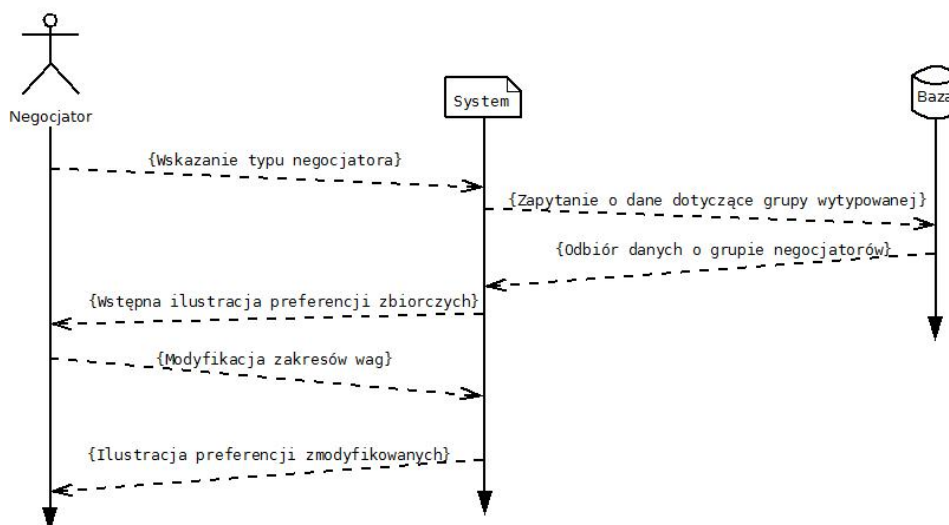
- a. Konstrukcja modelu preferencji zbiorczych ogólnych.
- b. Konstrukcja rozkładów warunkowych prawdopodobieństwa dla każdej z rozpatrywanych kwestii.

**Faza 6.** Wprowadzenie lub modyfikacja przez użytkownika zakresów ważenia kwestii.

**Faza 7.** Dla każdej z kwestii następuje konstrukcja rozkładu warunkowo zależnego od zakresów wag kwestii pozostałych.

**Faza 8.** Iterowane oddziaływanie użytkownika z systemem – powrót do fazy 6.

Sposób oddziaływania użytkownika z systemem oraz systemu z bazą przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Ilustracja oddziaływania użytkownika z systemem oraz systemu z bazą

W ramach narzędzia wspomagającego zostaną zaimplementowane następujące moduły:

1. Moduł wydzielania danych dotyczących danego problemu negocjacyjnego oraz danego typu negocjatora podlegającego analizie zidentyfikowanego w pierwszym kroku działania programu.
2. Moduł konstrukcji rozkładu dyskretnego dla wydzielonego zbioru danych wraz z rozkładami warunkowymi dla poszczególnych kwestii.
3. Moduł konstrukcji rozkładu ciągłego w wypadku wystąpienia regularności w zbiorze danych wraz z rozkładami warunkowymi. Moduł zakłada testowanie normalności rozkładu dla różnych zestawów kwestii.
4. Moduł pozwalający na prezentację jednowymiarowych rozkładów ciągłych oraz dyskretnych poprzez warstwę komunikacyjną użytkownika.

## Podsumowanie

W procesie negocjacyjnym preferencje własne stanowią podstawę do przygotowania oraz oceny ofert przedstawianych drugiej stronie oraz pozwalają na ocenę ofert otrzymywanych od partnera. Natomiast przewidywanie preferencji partnera pozwala na lepsze przygotowanie się zarówno w przypadku weryfikacji własnych preferencji, jak i opracowania odpowiedniej strategii negocjacyjnej. Kluczowym elementem formalnego opisu preferencji są wagi zagadnień negocjacyjnych używane zwykle do konstrukcji systemu oceny ofert negocjacyjnych.

Zapoznanie się ze sposobem ważenia zagadnień negocjacyjnych pozwala na zweryfikowanie własnych preferencji, zwłaszcza w sytuacji niepewnej wiedzy oraz nikłego doświadczenia w konstruowaniu formalnego modelu preferencji. Proponowane narzędzie wspomaganie w zakresie doboru wag kryteriów pozwoli na pozyskiwanie szerszej wiedzy na temat preferencji różnych typów negocjatorów, co z kolei ma sprzyjać usprawnieniu procesu negocjacyjnego.

Zaprezentowana metoda szacowania wag jest zupełnie odmienna od metod opisywanych w literaturze przedmiotu, gdyż jako źródło wiedzy wykorzystuje preferencje zbiorcze populacji decydentów. Preferencje zbiorcze stanowią punkt wyjścia w procesie analizy, pozwalając decydentowi etapowo doprecyzowywać wektor wag kryteriów, ilustrując równocześnie zależność pomiędzy jego preferencjami indywidualnymi a preferencjami zbiorczymi w postaci rozkładów warunkowych nad wagami poszczególnych kryteriów.

## Bibliografia

- Belton V., Stewart T.J., 2002: Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer, Dordrecht.
- Bottomley P.A., Doyle J.R., 2001: A Comparison of Three Weight Elicitation Methods: Good, Better, and Best. „Omega” 29, 553-560.
- Brzostowski J., Roszkowska E., Wachowicz T., 2012: Supporting Negotiation by Multi-Criteria Decision Making Methods. „Optimum – Studia Ekonomiczne”, nr 5(59), 3-29.
- Diakoulaki D., Mavrotas G., Papayannakis L., 1995: Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. „Computers & Operations Research”, No. 22, 763-770.
- Edwards W., 1977: How to Use Multi-attribute Utility Analysis for Social Decision Making. „IEEE Trans. Syst. Man Cybernet” SMC-7, 326-340.
- Figueira J., Greco S., Ehrgott M., 2005: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer, New York.
- Hwang C.L., Yoon K., 1981: Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.
- Keeney R.L., Raiffa H., 1976: Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Wiley, New York.
- Kersten G.E., 1985: An Interactive Procedure for Solving Group Decision Problems. W: Decision Making with Multiple Objectives. V. Chankong, Y.Y. Haimes (eds.). Springer Verlag, No. 242, 331-344.
- Kersten G.E., Noronha S., 1999: WWW-based Negotiation Support: Design, Implementation, and Use. „Decision Support Systems”, No. 25(2), 135-154.
- Kersten G.E., Lai H., 2007: Negotiation Support and E-Negotiation Systems. „Group

- Decision & Negotiation”, No. 16(6), 553-586.
- Kilgour D.M., Chen Y., Hipel K.W., 2010: Multiple Criteria Approaches to Group Decision and Negotiation. W: Trends in Multiple Criteria Decision Analysis. M. Ehrgott (ed.). International Series in Operations Research and Management Science, Springer, No. 142, 317-338.
- Kilmann R., Thomas K.W., 1983: The Thomas-Kilmann Conflict Mode Instrument. The Organizational Development Institute, Cleveland, OH, 57-64.
- Linstone H.A., Turoff M., 1975: The Delphi Method: Techniques and Applications. Reading, Mass, Addison-Wesley.
- Ma J., Fan Z.P., Huang L.H., 1999: A Subjective and Objective Integrated Approach to Determine Attribute Weights. „European Journal of Operational Research” No. 112, 397-404.
- Mardia K.V., 1970: Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. „Biometrika”, No. 57, 519-530.
- Roszkowska E., 2011: Wybrane modele negocjacji. Wydawnictwo UwB, Białystok.
- Saaty T.L., 1980: The Analytical Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
- Salo A., Hämäläinen R.P., 2012: Multicriteria Decision Analysis in Group Decision Processes. W: Handbook of Group Decision and Negotiation. D.M. Kilgour, C. Eden (eds.). Springer, Dordrecht, 269-284.
- Stillwell W.G., Seaver D.A., Edwards W., 1981: A Comparison of Weight Approximation Techniques in Multiattribute Utility Decision Making. „Organizational Behavior and Human Performance”, No. 28, 62-77.
- Takeda E., Cogger K.O., Yu P.L., 1987: Estimating Criterion Weights Using Eigenvectors: A Comparative Study. „European Journal of Operational Research” No. 29, 360-369.
- Tzeng G.-H., Chen T.-Y., Wang J.C., 1998: A Weight Assessing Method with Habitual Domains. „European Journal of Operational Research” 110(2), 342-367.
- Wu Z., Chen Y., 2007: The Maximizing Deviation Method for Group Multiple Attribute Decision Making under Linguistic Environment. „Fuzzy Sets and Systems”, No. 158(14), 1608-1617.

## **SYSTEM SUPPORTING THE DECISION CRITERIA WEIGHTS SPECIFICATION BASED ON THEIR PROBABILISTIC CHARACTERISTICS**

### **Summary**

A tool for supporting the negotiator during the process of the analysis of own preferences and the analysis of the preferences of the potential partner is proposed in this work. The approach is based on the construction of the collective preferences model for a selected negotiator's profile in the form of multivariate probability distribution over the space of negotiation issue weights vectors. In the process of user interaction with the system the ranges of issue weights are modified that allows for the decomposition of the

---

general multi-variate distribution into series of uni-variate distributions corresponding to single issues. Such distributions conditionally depend on the issue weight ranges set by the decision-maker for all the remaining issues. Moreover, in the work we consider the possibility of constructing the collective preferences model in a continuous form in the case normally distributed weights for some sets of issues. The data from the Negotiation Support System Inspire [Kersten 1999] were used to examine the normality of the issue weights distribution for different issue sets.