ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985
Seria: MECHANIKA z. 82 Nr kol. 845

Witold Pedrycz
Instytut Elektroniki
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Politechnika Śląska

KOMPUTEROWE UJĘCIE PROBLEMU WIELOKRYTERIALNEGO WYBORU WARIANTÓW Z UWZGLĘDNIENIEM OCEN O CHARAKTERZE LINGWISTYCZNYM

Streszczenie: W pracy rozpatrzono zagadnienie wielokryterialnego wyboru wariantów w sytuacji, gdy znane są ich oceny lingwistyczne z punktu widzenia poszczególnych kryteriów. Zastosowano aparat teorii zbiorów rozmytych. Wykazano, że powyższe zagadnienie jest równoważne porządkowaniu zbiorów rozmytych określonych na przedziale [0, 1]. Przedstawiono szereg algorytmów oraz zaproponowano globalną ocenę otrzymanych wyników.

1. Wstęp

W wielu problemach konstrukcji spotykamy się z koniecznością analizy poszczególnych rozwiązań z punktu widzenia narzuconego zbioru ograniczeń i celów, często sprzecznych ze sobą. Ponadto, co komplikuje problem wyboru, są one często podane w sposób opisowy, np. rozwiązanie nr 3 jest wysoko oceniane z punktu widzenia drugiego kryterium. Poszczególne kryteria są charakteryzowane za pomocą różnych stopni ważności, np. kryterium bardzo ważne. Pojawia się potrzeba budowy algorytmów komputerowych, które pozwoliłyby na uporządkowanie zbioru wariantów (rozwiązań) oraz wykorzystywały informację lingwistyczną. Zazwyczaj, co można zauważyć w istniejącej literaturze; proponowane algorytmy bazują na przetwarzaniu ocen "punktowych" korespondujących z lingwistycznymi ocenami występującymi w opisie poszczególnych wariantów. Stanowią one próbę numerycznego ujęcia ocen nienumerycznych (jakościowych). Spotyka się też ujęcia probabilistyczne bazujące na znajomości rozkładów prawdopodobieństw ocen, o ile mogą być one estymowane. W niniejszej pracy zaprezentujemy inne ujęcie bazujące na teorii zbiorów rozmytych. Różni się ono koncepcyjnie od poprzednio rozważanych. Ogólnie rzecz ujmując, pojęcia lingwistyczne modelowane są w formie zbiorów rozmytych (podstawowe zagadnienia metod zbiorów rozmytych przedstawione są w [5]). W rezultacie każdemu wariantowi przyporządkowany jest zbiór rozmyty preferencji wynikły z agregacji rozmytych ocen wariantów i rozmytych wag (p.2). Zadanie wyboru wariantów sprowadza się do uporządkowania zbiorów rozmytych preferencji. Metody ich porządkowania zaprezentowane są w p.3. Następnie omawiane jest zagadnie-

nie porównania rezultatów porządkowania wariantów otrzymanych w rezultacie działania algorytmów znanych w literaturze (p.4). Zamieszczono również przykłady numeryczne, których celem jest zilustrowanie rozważań teoretycznych.

2. Formalizacja zadania wielokryterialnego wyboru wariantów z wykorzystaniem zbiorów rozmytych

Rozpatrzmy skończony zbiór wariantów $\mathbb{A} = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ stanowiących np. zbiór rozwiązań projektowanego układu technicznego. Każdy z wariantów oceniany jest z punktu widzenia szeregu często sprzecznych kryteriów. Spełnienie każdego z nich oceniane jest w sposób lingwistyczny. Poszczególne kryteria mają różne wagi, przy czym dominują tu też oceny o charakterze słownym, np. kryterium bardzo ważne, mniej więcej ważne, itp. Przykładowy zbiór ocen czterech wariantów ocenianych w świetle pięciu kryteriów zawiera poniższa tabela.

kryterium / wariant	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
A_1	wysoka	niska	wysoka	niska	wysoka
A_2	nie wiadomo	średnia	wysoka	niska	wysoka
A_3	średnia	niska	nie wiadomo	wysoka	nie wiadomo
A_4	wysoka	wysoka	średnia	niska	wysoka

Ważność poszczególnych kryteriów oceniana jest w następujący sposób:

kryterium K_1 : ważne (W_1)

K_2 : bardzo ważne (W_2)

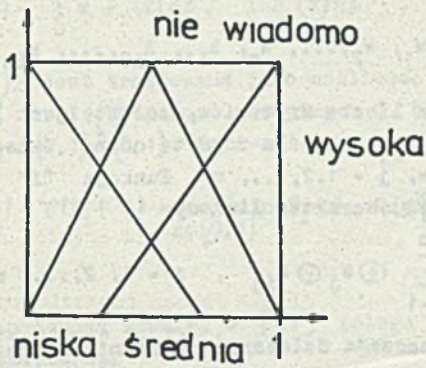
K_3 : mniej więcej ważne (W_3)

K_4 : ważne (W_4)

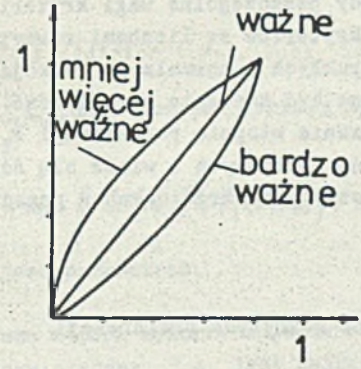
K_5 : bardzo ważne (W_5)

Jest rzeczą oczywistą, że tego rodzaju oceny, jakie zaprezentowano powyżej, o dużym stopniu opisowości, nie mogą być w sposób bezpośredni stosowane w komputerowym algorytmie wyboru lub uporządkowania rozpatrywanych wariantów z punktu widzenia ich globalnej przydatności.

W pracach [2] + [4, 8, 10, 11] zaprezentowano formalizację tego zagadnienia w ramach teorii zbiorów rozmytych. Każde z pojęć lingwistycznych występujące w tabeli reprezentowane jest w postaci zbioru rozmytego określonego na przedziale [0,1] i zadanego funkcją przynależności [9], [13]. Funkcje przynależności odzwierciedlają semantykę danego pojęcia (oceny) występującego w zagadnieniu wyboru. Dla powyższego przykładu zawartego w tabeli przykładowe funkcje przynależności pojęć lingwistycznych ilustrują rys.1 i 2.



Rys.1. Funkcje przynależności ocen lingwistycznych poszczególnych wariantów względem kryteriów.



Rys.2. Funkcje przynależności ocen lingwistycznych wag kryteriów

Składowe ocen lingwistycznych, np. mniej więcej, bardzo, zwane są również modyfikatorami [13]. Globalną ocenę i-tego wariantu otrzymujemy obliczając stopień preferencji P_i, $i = 1,2,\ldots,n$. W przypadku ocen punktowych stopień ten jest liczbą rzeczywistą (p_i) należącą do ustalonego przedziału na osi liczb rzeczywistych, $p_i \in R$. Im wyższa wartość p_i, tym bardziej preferowany jest wariant A_i. W rozpatrywanym zagadnieniu, ze względu na fakt, że zarówno wagi jak i oceny częściowe mają charakter lingwistyczny, P_i jest zbiorem rozmytym, $P_i : [0,1] \to [0,1]$,

$$P_i = f(W_1, W_2, \ldots, W_m, R_{i1}, R_{i2}, \ldots, R_{im}) \quad , \qquad (1)$$

gdzie "m" oznacza liczbę kryteriów, zaś W_j jest lingwistyczną oceną j-tego kryterium, a R_{ij} określa rozmytą ocenę i-tego wariantu względem j-tego kryterium, $j = 1,2,\ldots, m$. Funkcja "f" występująca w powyższej zależności ma charakter liniowy,

$$P_i = \sum_{j=1}^{m} \oplus W_j \odot R_{ij} \quad , \quad i = 1, 2, \ldots, n \quad , \qquad (2)$$

przy czym $\oplus$ $\odot$ oznaczają działania dodawania i mnożenia zbiorów rozmytych.

Stosując zasadę rozszerzania [12, 13] P_i ma funkcję przynależności,

$$P_i(p) = \sup[\min(W_1(w_1), W_2(w_2), \ldots, W_m(w_m), R_{i1}(r_1), R_{i2}(r_2), \ldots, R_{im}(r_m))] \quad , \qquad (3)$$

gdzie supremum brane jest po zbiorze $(w_1, w_2, \ldots, w_m, r_1, r_2, \ldots, r_m)$ takich, że $w_i, r_i \in [0,1]$ i $p = \sum_{j=1}^{m} w_j r_j$, $p \in [0,1]$. Zauważmy, że to zadanie polega na maksymalizacji funkcji wielu zmiennych przy ograniczeniu liniowym. Gdy poszczególne wagi kryteriów i oceny wariantów względem poszczególnych kryteriów są liczbami rozmytymi (tj. zbiorami rozmytymi o ciągłych, wypukłych i normalnych funkcjach przynależności), wówczas obliczenia te mogą być znacznie uproszczone lub wyeliminowane [6]. Zwróćmy uwagę, że wyznaczenie stopnia preferencji P_i nie jest tak oczywiste jak w przypadku ocen punktowych i wiąże się ściśle z zagadnieniem uporządkowania zbiorów rozmytych określonych w przedziale $[0,1]$.

3. Uporządkowanie zbiorów rozmytych preferencji

Zajmiemy się obecnie prezentacją kilku wybranych metod porządkowania zbiorów rozmytych P_i, $i = 1, 2, \ldots, n$. Zagadnienie to sprowadza się do zaproponowania funkcji $g : P_i \to R_+ \cup \{0\}$, przy czym im wyższa jest wartość $g(P_i)$, tym bardziej preferowany jest wariant A_i jej odpowiadają-

cy. W literaturze z tego zakresu (por. [2 ÷ 6], [8 ÷ 13]) istnieje wiele metod konstrukcji funkcji "g". Tutaj przytoczymy kilka z nich, które są najbardziej reprezentatywne w całokształcie badań w tym zakresie.

Metoda 1. Zgodnie z [11], g_1 jest określona zależnością:

$$g_1(P_i) = \int_0^1 x\, P_i(x)\,dx \Big/ \int_0^1 P_i(x)\,dx \quad . \tag{4}$$

Metoda 2. $g_2(P_i)$ jest traktowana jako możliwość (ang. possibility measure) P_i [14] względem zbioru rozmytego G o liniowej funkcji przynależności $G : [0,1] \to [0,1]$ $G(x) = x$,

$$g_2(P_i) = \Pi(P_i \mid G) = \sup_{x \in [0,1]} \left[\min\left(P_i(x),\ G(x)\right)\right] = \sup_{x \in [0,1]} \left[\min\left(P_i(x)\, x\right)\right] \tag{5}$$

Metoda 3. Zaproponowana również w [11] polega na określeniu $g_3(A_i)$ w postaci całki oznaczonej,

$$g_3(P_i) = \int_0^{\alpha_{max}} E(P_i^{\alpha})\,d\alpha \quad , \tag{6}$$

gdzie P_i^{α} jest α-obcięciem (ang. α-cut) zbioru rozmytego P_i, $P_i^{\alpha}(x) = 1$, gdy $P_i(x) \geq \alpha$, 0, $P_i < \alpha$, zaś α_{max} jest wysokością zbioru rozmytego P_i, $\alpha_{max} = \sup P_i(x)$, $E(P_i^{\alpha})$ oznacza wartość średnią elementów P_i^{α}.

Metoda 4. W [4] dyskutowana była funkcja podobna do tej występującej w metodzie 1.

$$g_4(P_i) = \int x\, P_i(x)\,dx \quad . \tag{7}$$

Metoda 5. Adamo [1] zaproponował funkcję bazującą na α-obcięciu zbiorów P_i

$$g_5(P_i) = \max \left\{ x \in [0,1] \mid P_i(x) \geq \alpha \right\}, \tag{8}$$

gdzie α, $\alpha \in [0,1]$ jest parametrem.

Metoda 6. Niniejsza metoda wykorzystuje zależność relacyjną modelującą sformułowanie lingwistyczne " A_i jest najbardziej preferowanym ze zbioru wariantów ". Otrzymujemy [2]:

$$g_6(P_i) = \sup\left[\min\left(P_1(x_1), P_2(x_2), \ldots, P_n(x_n), T(x_1, x_2, \ldots, x_n)\right)\right], \tag{9}$$

gdzie $T(T(x_1,x_2,\ldots,x_n))$ jest relacją rozmytą $T: [0,1]^n \to [0,1]$ o funkcji przynależności:

$$T(x_1,x_2,\ldots,x_n) = \begin{cases} 1, & \text{gdy } x_i \geqslant x_j \ \forall\ j=1,2,\ldots,n \\ 0, & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases} \tag{10}$$

Metoda 7 . Baldwin i Guild [3] zaproponowali modyfikację relacji T . Wprowadzili relację binarną zdefinfowaną:

$$T(x_i,x_j) = \begin{cases} 0, & \text{gdy } x_i - x_j \leqslant 0 \\ x_i^{\beta} - x_j^{\beta}, & \text{gdy } 0 < x_i - x_j \leqslant c \\ 1, & \text{gdy } c < x_i - x_j \end{cases} \tag{11}$$

$\beta \in (0,\infty)$ $c \in [0,1]$, a następnie

$$g_7(P_i) = \min_{j \neq i} \sup_{x_i,x_j \in [0,1]} \left[\min\left(A_i(x_i), A_j(x_j), T(x_i,x_j)\right)\right] . \tag{12}$$

Metoda 8 . Uporządkowanie wariantów (tj. odpowiadających im preferencji rozmytych) polega na obliczeniu odległości zbioru preferencji P_i od rozmytego maksimum, $\widetilde{\max}(P_1, P_2, \ldots, P_n)$. Im ta odległość jest mniejsza, tym bardziej preferowany jest wariant A_i. Stosując zasadę rozszerzania funkcję przynależności $\widetilde{\max}(P_1, P_2, \ldots, P_n)$ obliczamy następująco;

$$(\widetilde{\max}(P_1, P_2, \ldots, P_n))(x) = \sup_{x_1,x_2,\ldots,x_n : x = \max(x_1,x_2,\ldots,x_n)} \left[\min\left(P_1(x_1), P_2(x_2), \ldots, P_n(x_n)\right)\right], \quad x \in [0,1] \tag{13}$$

Następnie

$$g_8(P_i) = 1 - d_H\left(P_i, \widetilde{\max}(P_1, P_2, \ldots, P_n)\right) , \tag{14}$$

gdzie d_H jest odległością Hamminga [9] między zbiorami rozmytymi P_i , $\widetilde{\max}(P_1, P_2, \ldots, P_n)$.

Metoda 9 . W [8] dyskutowano trójkrokową procedurę konstrukcji funkcji "g" . W pierwszym kroku wyznacza się nośnik sumy zbiorów P_i, $\operatorname{supp}\left(\bigcup_{i=1}^{n} P_i\right)$, $\operatorname{supp}\left(\bigcup_{i=1}^{n} P_i\right) = \left\{x \in [0,1] \mid \left(\bigcup_{i=1}^{n} P_i\right)(x) > 0\right\}$. Określany jest punkt x_0-maksymalna wartość w $[0,1]$, dla której $\bigcup_{i=1}^{n} P_i$ jest różne od zera. Budowany jest zbiór P_{max} o funkcji przynależności:

$$P_{max}(x) = (x/x_0)^k , \quad k > 0 . \tag{15}$$

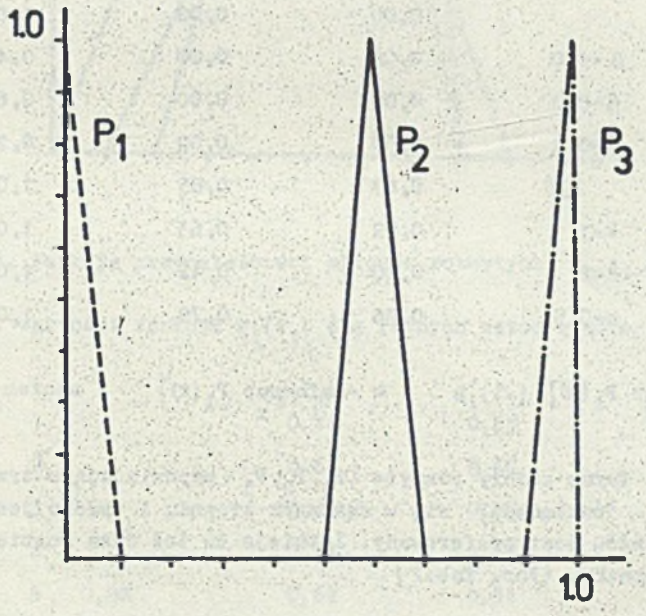
W trzecim kroku funkcja "g" określona jest następująco;

$$g_3(P_i) = \pi(P_i \mid P_{max}) \quad . \tag{16}$$

Przedstawione powyżej metody stosowane były w różnorodnych zagadnieniach praktycznych wielokryterialnego wyboru wariantów. Faktem o istotnym znaczeniu jest to, że uporządkowania wariantów z użyciem różnych funkcji "g" są różne. Nie jest on podkreślany w istniejącej literaturze z tego zakresu, choć ma on poważne implikacje w zastosowaniach.

Zilustrujemy działanie przedstawionych metod na dwóch przykładach.

Przykład 1 . Rozpatrzmy trzy zbiory rozmyte P_1, P_2, P_3 o funkcjach przynależności zilustrowanych na rys.3.



Rys.3. Funkcje przynależności zbiorów rozmytych A_1, A_2, A_3 .

Stosując metody 1 ÷ 9 dla wybranych wartości parametrów α, β i k (c = 0) , otrzymujemy wyniki zestawione w tabeli 1.

Widzimy wyraźnie (por. rys.3) , że wariant A_3 jest preferowany w porównaniu z A_1 i A_2 . Potwierdzają to wyniki obliczeń: wyjątkiem jest tu metoda Changa, która wskazuje na wariant A_2 .

Tabela 1 . Wartości funkcji $g_i(P_j)$ dla różnych metod wyboru wariantów

metoda		$g_i(P_1)$	$g_i(P_2)$	$g_i(P_3)$
1		0,03	0,60	0,97
2		0,09	0,63	1,00
3		0,02	0,60	0,97
4		0,00	0,12	0,10
5	$0,9M^+$	0,01	0,61	1,00
	0,9m	0,01	0,61	1,00
	0,5	0,05	0,65	1,00
6		0,00	0,00	1,00
7	$\beta=1,0$	0,00	0,00	0,45
	$\beta=2,0$	0,00	0,00	0,67
	$\beta=0,5$	0,00	0,00	0,27
8		0,89	0,85	1,00
9	k=1	0,09	0,63	1,00
	k=2	0,00	0,42	1,00
	k=0,5	0,26	0,78	1,00

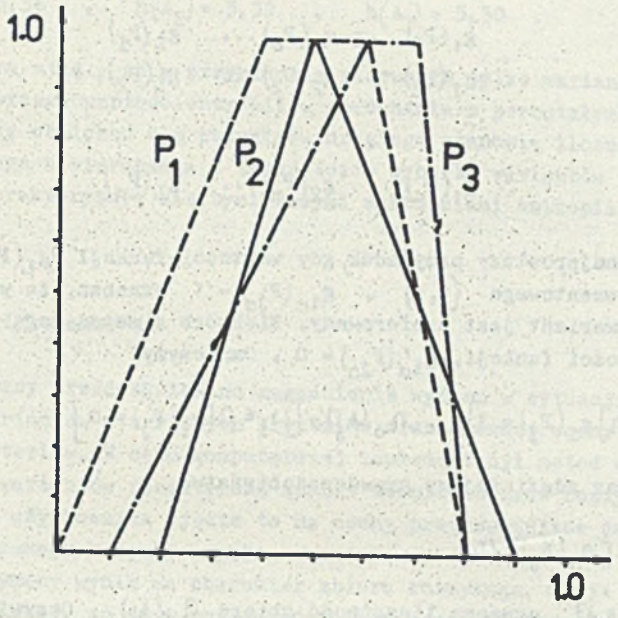
$M^+ = \max_i [\sup_x P_i(x)]$, $m = \min_i [\sup_x P_i(x)]$

Przykład 2 . Teraz zbiory rozmyte P_1, P_2, P_3 odpowiadające trzem wariantom (Rys.4) "nakładają" się w znacznym stopniu i trudno jest ocenić, który z wariantów jest preferowany. Istnieje tu też duża rozbieżność otrzymanych wyników (Por. Tab.2)

Z rozpatrzonych powyżej przykładów wynika wniosek, że w celu uzyskania globalnej oceny poszczególnych wariantów w przypadku, gdy mamy do czynienia z wieloma metodami, konieczny jest "nadrzędny" algorytm służący do interpretacji wyników.

4. Globalna interpretacja wyników wyboru wariantów

Przyjmijmy, że liczba metod jest ustalona i wynosi "L" . Oznaczmy zbiór metod $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_L\}$. Rezultaty ocen poszczególnych wariantów można zebrać w formie następującej macierzy:



Rys.4. Funkcje przynależności zbiorów rozmytych A_1, A_2, A_3.

Tabela 2. Wartości funkcji $g_i(P_j)$ dla różnych metod wyboru wariantów

metoda		$g_i(P_1)$	$g_i(P_2)$	$g_i(P_3)$
1		0,44	0,53	0,52
2		0,66	0,66	0,72
3		0,45	0,52	0,55
4		0,43	0,37	0,42
5	0,9M	0,62	0,54	0,71
	0,9m	0,62	0,54	0,71
	0,5	0,70	0,70	0,75
6		1,00	0,88	1,00
7	β=1,0	0,40	0,42	0,42
	β=2,0	0,40	0,42	0,44
	β=0,5	0,30	0,34	0,32
8		0,76	0,92	0,96
9	k=1	0,73	0,69	0,80
	k=2	0,58	0,56	0,67
	k=0,5	0,84	0,80	0,89

metoda / wariant	ω_1	ω_2 ...	ω_L
A_1	$g_1(P_1)$	$g_2(P_1)$ ...	$g_L(P_1)$
A_2	$g_1(P_2)$	$g_2(P_2)$ ...	$g_L(P_2)$
⋮			
A_n	$g_1(P_n)$	$g_2(P_n)$ ...	$g_L(P_n)$

Rozpatrzmy najprostszy przypadek, gdy wartości funkcji $g_i(P_j)$ należą do zbioru dwuelementowego $\{0,1\}$, $g_{i_0}(P_{j_0}) = 1$ oznacza, że w i_0-tej metodzie j_0-ty wariant jest preferowany. Niektóre z metod mogą prowadzić do zerowej wartości funkcji, $g_{i_0}(P_{j_0}) = 0$. Oznaczymy:

$$\Omega_1(A_j) = \{\omega_i \in \Omega \mid g_i(P_j) = 1\}, \quad \Omega_0(A_j) = \{\omega_i \in \Omega \mid g_i(P_j) = 0\} \tag{17}$$

zbiory metod oraz zdefiniujemy prawdopodobieństwo

$$p_j = \mathrm{card}[\Omega_1(A_j)]/L, \tag{18}$$

gdzie $\mathrm{card}[\Omega_1(A_j)]$ oznacza liczebność zbioru $\Omega_1(A_j)$. Oczywiście $1-p_j = \mathrm{card}[\Omega_0(A_j)]/L$. Wtedy z wariantem A_j wiążemy miarę niepewności - entropię określoną zależnością Shannona,

$$h(A_j) = -[p_j \log_2(p_j) + (1-p_j)\log_2(1-p_j)]. \tag{19}$$

Im wartość $h(A_j)$ jest wyższa, tym bardziej "trudny" do oceny jest wariant A_j jako preferowany w zbiorze wariantów. Gdy połowa metod prowadzi do wartości $g_i(P_j) = 1$, zaś dla pozostałych $g_i(P_j) = 0$, wtedy $h(A_j)$ przyjmuje wartość maksymalną, $h(P_j) = 1$. W obu skrajnych przypadkach (wszystkie zera lub wszystkie jedynki) entropia przyjmuje wartość zerową. Uogólnienie powyższej zależności (19) w przypadku, gdy $g_i(P_j) \in [0,1]$ zaproponowane zostało w [7].
Niech $a_1, a_2, \ldots, a_K$, $0 \le a_1 < a_2 \ldots < a_K$ 1 oznaczają wartości funkcji $g_i(P_j)$ dla ustalonego wariantu A_j, przy czym każda z nich występuje z prawdopodobieństwem $p_1, p_2, \ldots, p_K$. Wtedy entropia wariantu A_j traktowanego jako preferowany wynosi [7]:

$$h(A_j) = -\sum_{i=1}^{K} \{a_i \log_2(a_i p_i) + (1-a_i p_i)\log_2(1-a_i p_i)\}. \tag{20}$$

Dla przykładów rozpatrzonych poprzednio otrzymujemy,
- dla przykładu (1):

$$h(A_1) = 0{,}80, \quad h(A_2) = 3{,}13, \quad h(A_3) = 1{,}92$$

- dla przykładu 2;

$h(A_1) = 3,36$, $h(A_2) = 3,32$, $h(A_3) = 3,50$.

Wynika stąd , że w przykładzie pierwszym tylko wariant A_2 posiada wyraźnie wyższą wartość entropii w porównaniu z pozostałymi wariantami. Rezultaty obliczeń dla przykładu drugiego stanowią ilościowe ujęcie jakościowego stwierdzenia o trudności w wyborze wariantów ; wszystkie z nich charakteryzują się tymi samymi wartościami entropii.

5. Uwagi końcowe

W pracy przedyskutowano zagadnienie wyboru w sytuacji lingwistycznej oceny wariantów dla różnych kryteriów oraz słownej oceny wag poszczególnych kryteriów. W celu komputerowej implementacji metod wyboru i uporządkowania wariantów rozpatrzono aparat teorii zbiorów rozmytych. Z punktu widzenia użytkownika ujęcie to ma cechy predysponujące je w interaktywnych systemach komputerowych:

- otrzymany wynik ma charakter zbioru rozmytego, a nie jednej wartości liczbowej, co daje możliwość pełniejszej interpretacji otrzymanych rezultatów porządkowania,
- zaproponowany sposób globalnej oceny wyników wyboru wariantów z użyciem różnych metod pozwala na określenie przydatności użytych metod w rozpatrywanej sytuacji decyzyjnej.

LITERATURA

[1] Adamo J.M. : Fuzzy decision trees, Fuzzy Sets and Systems , 4 ,1980, 207-219.

[2] Baas S.M., Kwakernaak H. : Rating and ranking of multi-aspect alternatives using fuzzy sets. Automatica, 13 , 1977, pp.47-58.

[3] Baldwin J.F., Guild N.C.F. : Comparison of fuzzy sets on the same decision space . Fuzzy Sets and Systems , 2 , 1979 , 213-233.

[4] Chang W. : Ranking of fuzzy utilities with triangular membership functions. Proc. Int. Conf. Policy Analysis and Information Systems, Taipei, 1981, 263-272.

[5] Czogała E., Pedrycz W. : Elementy i metody teorii zbiorów rozmytych. Skr. Pol. Sl. nr 1160 (2 wyd.) 1983, Gliwice.

[6] Dubois D., Prade H. : Fuzzy Sets and Systems : Theory and Applications. Academic Press, New York 1980.

[7] Hirota K. : Ambiguity based on the concept of subjective entropy. W : Fuzzy Information and Decision Processes M.M.Gupta, E.Sanchez red. North Holland, Amsterdam 1982.

[8] Jain R. : A procedure for multiple-aspect decision-making using fuzzy sets. Int. J. Systems Sci. 8, 1977, 1-7.

[9] Kaufman A. : Introduction a la theorie des sous-ensembles flous . Vol. I, Masson, Paris, 1977.

[10] Kerre E.E. : The use of fuzzy set theory in electrocardiological diagnostics. W : Fuzzy Information and Decision Processes M.M. Gupta, E.Sanchez, red. North Holland, Amsterdam, 1982.

[11] Yager R.R. : A procedure for ordering fuzzy setssubsets of the unit interval. Inf. Scie nces, 24, 1981, 143-161.

[12] Zadeh L.A. : Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics., 1, 1973, 28-44.

[13] Zadeh L.A. : The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning. Elsevier, N. York, 1973.

[14] Zadeh L.A. : Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy Sets and Systems, 1, 1978, 23-28.

COMPUTER APPROACH TO MULTI-CRITERIA CHOICE OF VARIANTS ACCORDING TO LINQUISTIC ASSESSMENT

Summary

The paper deals with a problem multicriteria choice of alternatives in a case their linguistic evaluations are available. An approach is realized in a framework of fuzzy set theory. It is pointed out the above problem is equivalent to a task of ordering the fuzzy sets defined in [0,1] -interval. A list of the ordering algorithms has been presented and a global evaluation of the results of ordering has been proposed.

КОМПЮТЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ВАРИАНТОВ С УЧЕТОМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Резюме

В работе расомотрен вопрос многокритериального выбора вариантов в случае, когда известны их лингвистические оценки с точки зрения отдельных критериев. Применён аппарат теории расплывчатых множеств. Показано, что решаемый вопрос тождествен упорядочению расплывчатых множеств определённых на интервале [0,1]. Оговорено несколько алгоритмов а также предложена глобальная оценка полученных результатов.