

Janusz Majchrzak

Instytut Badań Systemowych, PAN

INTERAKCYJNE WSPOMAGANIE WYBORÓW WIELOKRYTERIALNYCH

W OPARCIU O PORÓWNIANIA PAR ALTERNATYW¹

Streszczenie. Proponowana jest metoda aproksymacji optimum niejawnej funkcji użyteczności decydenta w wielokryterialnych zadaniach podejmowania decyzji, wykorzystująca porównania par alternatyw. Metoda akceptuje dowolną liczbę porównań dowolnych (niekoniecznie dopuszczalnych) alternatyw, oferuje ilościową i jakościową analizę dostarczonych tą drogą informacji oraz zapewnia wykrywanie i ew. usuwanie zawartych w nich sprzeczności.

1. Wprowadzenie

W ostatnich kilku latach miała miejsce szybka ewolucja w dziedzinie koncepcji i technik budowy systemów wspomaganie decyzji. Przydatność wcześniej stosowanych podejść jest kwestionowana i proponowane są nowe kierunki rozwoju (np. [4]). W szczególności, zarzucono dążenie do maksymalnej automatyzacji procesu wspomaganie podejmowania decyzji i podkreślane są trzy jego aspekty: doradztwo, objaśnianie i nauczanie (aiding, explaining, tutoring [4]). Systemy wspomaganie decyzji oparte na nowych koncepcjach stwarzają zapotrzebowanie na nowe techniki obliczeniowe mogące sprostać aktualnym wymaganiom.

W pracy proponowana jest metoda mogąca znaleźć zastosowanie w interakcyjnych systemach wspomaganie decyzji dla zadań wielokryterialnych. Metoda ta próbuje zużytkować informacje o preferencjach decydenta zawarte w dostarczanych przez niego zbiorach porównań par alternatyw. Pozostawia ona decydentowi całkowitą swobodę w wyborze porównywanych par i akceptuje każdy, dowolnie liczny ich zbiór, a także przeprowadza ilościową i jakościową analizę zawartych w nim informacji, wykrywając (i ew. usuwając) zawarte w nich sprzeczności.

Takie podejście daje decydentowi możliwość uczenia się specyfiki rozwiązywanego problemu, poznawania narzędziowych cech metody oraz uświadamiania i precyzowania własnych preferencji w trakcie trwania interakcji. Prosta forma informacji przekazywanej przez decydenta ("a

¹Praca została wykonana w ramach RP.I.02 "Teoria sterowania i optymalizacja ciągłych układów dynamicznych i procesów dyskretnych", temat 4.5 "Wybrane metody rozwiązywania zadań programowania dyskretnego".

lepsze od b") i fakt, iż metoda nie jest związana z żadnym konkretnym typem zadań programowania matematycznego, pozwala na stosowanie metody w wielu różnorodnych problemach praktycznych.

Metoda akceptuje porównania zarówno dopuszczalnych, jak i niedopuszczalnych alternatyw i buduje pewien zagregowany obraz preferencji decydenta. Po dostarczeniu kolejnego porównania obraz ten może być łatwo zmodyfikowany. Gromadzony w ten sposób zasób wiedzy o preferencjach decydenta może być wykorzystywany także przy rozwiązywaniu nowych problemów, innych niż te, dla których decydent dokonał porównań par alternatyw. Na podstawie aktualnie zgromadzonej wiedzy o preferencjach decydenta dla danej klasy problemów, można rozwiązywać poszczególne problemy z tej klasy w sposób mniej lub bardziej automatyczny, jeśli zajdzie taka potrzeba.

Na wyjściu metoda dostarcza informacji dwójakiego rodzaju: "pewnych" ("hard") - pozwalających na określenie zawężonego obszaru, w którym znajduje się rozwiązanie najbardziej preferowane przez decydenta, oraz "wątpliwych" ("soft") - pozwalających na określenie propozycji takiego rozwiązania.

2. Wspomaganie procesu podejmowania decyzji

Formalizm wielokryterialnych zadań optymalizacji i podejmowania decyzji pozwala na zredukowanie zbioru rozważanych alternatyw (decyzji) do zbioru alternatyw (decyzji) niezdominowanych. Zbiór ten, choć na ogół istotnie mniej liczny od zbioru rozwiązań dopuszczalnych zadania, jest zwykle zbiorem wieloelementowym i aby mogło być z niego wyłonione jedno finalne rozwiązanie problemu, do jego opisu musi być dołączony pewien zasób wiedzy o preferencjach osoby podejmującej decyzję, zwanej dalej decydem. Wiedza ta pochodzić może z przyjętych a priori założeń o preferencjach decydenta, z założeń przyjętych na wstępie interakcyjnego procesu wspomaganie decyzji lub być oparta na informacjach dostarczonych bezpośrednio przez decydenta w trakcie interakcji. Zagadnienia doboru, ekstrakcji i zużytkowania informacji o preferencjach decydenta są kluczowym zagadnieniem w dziedzinie wspomaganie procesu podejmowania decyzji.

W ostatnim dziesięcioleciu zaproponowano wiele metod wspomaganie procesu podejmowania decyzji w różnych kontekstach zadań wielokryterialnych. Jednakże dopiero w ostatnich latach upowszechniła się świadomość faktu, iż podstawowym kryterium oceny przydatności metod wspomaganie procesu podejmowania decyzji jest ich subiektywna akceptacja

ze strony decydenta. Poziom akceptacji danej metody wydaje się zależeć między innymi od czynników takich jak :

- rodzaj i zakres przyjętych założeń o osobie decydenta i strukturze jego preferencji,
- oczekiwanego sposobu uzewnętrznienia przez decydenta informacji o jego preferencjach,
- wielkości szeroko rozumianego wysiłku decydenta potrzebnego do podjęcia finalnej decyzji,
- zgodności języka interakcji decydet-metoda z pojęciami stosowanymi przez decydenta w formalnej i intuicyjnej analizie problemu,
- możliwości uczenia się o problemie, własnych preferencjach i metodzie w trakcie interakcji.

Jeśli w wyniku przyjęcia silnych założeń o preferencjach decydenta ograniczymy jego wpływ na finalne rozwiązanie proponowane przez metodę (np. przez przyjęcie pewnej jawnej postaci funkcji użyteczności i jej parametrów), to mimo werbalnej zgody decydenta na przyjęte założenia może on nie akceptować proponowanego rozwiązania. Podobna sytuacja może mieć miejsce, gdy metoda będzie żądać od decydenta dostarczenia informacji w swej formie, postaci lub ilości wykraczających poza jego subiektywne możliwości. Dla zwiększenia poziomu akceptacji metody przez decydenta wydaje się być wskazane, by włożył on pewien umiarkowany wysiłek w interakcje prowadzone w obszarze pojęciowym, w którym czuje się on pewnie i aby mógł on ograniczyć się do dostarczania jedynie tych informacji, do których sam ma zaufanie.

Forma i zakres uzewnętrznienia przez decydenta własnych preferencji mogą być bardzo różne. Oto kilka przykładów najczęściej spotykanych w praktyce.

- Decyzje intuicyjne (na ogół przy graficznych przedstawieniach problemów z 2-4 kryteriami lub w problemach o niewielkiej (3-10) liczbie alternatyw).
- Jawna postać preferencji (np. funkcja użyteczności).
- Uporządkowanie kryteriów (leksykograficzne).
- Parametry (np. wagi kryteriów).
- Poziomy aspiracji (np. punkt odniesienia, cel).
- Uporządkowanie alternatyw ("ranking techniques").
- Porównania par alternatyw.

Metoda prezentowana w pracy oparta jest na ostatniej spośród wymienionych form uzewnętrznienia preferencji decydenta. W praktyce system wspomaganie procesu podejmowania decyzji powinien zapewniać decydentowi możliwość uzewnętrznienia jego preferencji w więcej niż jednej formie.

3. Motywacje i założenia

Załóżmy, iż dany jest pewien problem wielokryterialny o ustalonych kryteriach i określonym zbiorze alternatyw dopuszczalnych, niekoniecznie dyskretnym (co mógłby sugerować poniższy przykład). Przyjmijmy też, że decydent gotów jest porównywać alternatywy parami. Znane są metody

(np. [1]) oparte na założeniu, iż decydent będzie w stanie porównać dowolną wskazaną przez system parę alternatyw. Założenie to wydaje się być zbyt rygorystyczne, zwłaszcza iż niekiedy prowadzić może do konieczności porównania 80-90% wszystkich alternatyw.

Przyjmijmy więc następujące założenia.

- Liczba par alternatyw, które decydent chce porównać, może być bardzo niewielka (np. kilka lub kilkanaście) nawet przy bardzo wielkiej liczbie dopuszczalnych alternatyw.
- Niektóre (lub wszystkie) spośród alternatyw, co do których decydent zechce się wypowiedzieć, mogą być niedopuszczalne.

Przykładowo może to odpowiadać sytuacji, w której decydent gotów jest porównywać wyłącznie te alternatywy, które zna ze swej praktyki, a niektóre z nich aktualnie mogą już nie być dopuszczalne. Stajemy więc przed następującym pytaniem. Co można powiedzieć o preferencjach decydena na podstawie nielicznego zbioru otrzymanych od niego porównań par alternatyw, np.:

a_1	bardziej preferowana niż	a_2	.
a_3	bardziej preferowana niż	a_4	.
a_5	bardziej preferowana niż	a_6	.
itp.			

Niech dla pewnego problemu dwoma rozpatrywanymi kryteriami oceny alternatyw będą jakość i koszt. Zauważmy, że informacja zawarta w porównaniu dwóch alternatyw może mieć różny charakter:

- kompromisowy : "wolę gorszy, lecz tańszy wariant od lepszego, lecz droższego".
- postulatyczny : "wolę lepszy i tańszy wariant od gorszego i droższego".

Te porównania par alternatyw, które kwalifikują się do drugiej grupy, są w zasadzie trywialne, gdyż od momentu, gdy przyjęto jakość i koszt za kryteria oceny, każdy lepszy i tańszy wariant powinien być bardziej preferowany niż gorszy i droższy (o ile decydent jest racjonalny, co zakładamy). W zasadzie moglibyśmy więc ograniczyć się wyłącznie do tych par alternatyw, które niosą informację o charakterze kompromisowym. Jednakże także i postulatyczną informację o preferencjach decydena warto wykorzystać, zwłaszcza że może być ona niekiedy przeważająca (lub wręcz jedyną) w zbiorze porównań par alternatyw dostarczonych przez decydena.

Wymaga to jednak odrębnego jej traktowania.

Zakładamy, że próbka porównań par alternatyw może być niewielka, a informacja w niej zawarta może mieć różny charakter (kompromisowy i/lub postulatywny). Metoda w zasadzie będzie dążyć jedynie do zawężenia zbioru, w którym może się znajdować alternatywa najbardziej preferowana przez decydenta. Dodatkowo, decydentowi przedstawiana będzie pewna miara stopnia ujawnienia przez niego swoich preferencji oraz propozycja finalnego rozwiązania. Na tej podstawie decydent może przystąpić do analizy zawężonego zbioru alternatyw innymi metodami, zaakceptować przedstawioną mu propozycję lub przekazać kolejną próbkę porównań par alternatyw (których nie podał uprzednio, np. z powodu niższego poziomu jego subiektywnego zaufania co do ich adekwatności).

W naszkicowanym schemacie interakcji decydentowi pozostawiono całkowitą swobodę w dostarczaniu informacji do systemu wspomaganie procesu podejmowania decyzji. Nie występuje także "dopowiadanie" informacji bez jego udziału.

4. Opis metody

Niech F będzie przestrzenią m kryteriów, $\Lambda = R_+^m$ stożkiem dominacji, a $Q \subset F$ niech będzie zbiorem alternatyw dopuszczalnych. O decydencie założymy, iż jego preferencje dadzą się wyrazić pewną quasiwypukłą funkcją użyteczności $U: F \rightarrow R$, monotoniczną względem kryteriów, której postać jest nieznana (niejawna). Identyfikacja takiej funkcji wymaga zwykle dużej ilości danych i znacznego nakładu obliczeniowego. Ze względu na fakt, iż chcemy dopuścić przypadki, w których decydent dostarczy bardzo nieliczny zbiór porównań par alternatyw, nie będziemy usiłowali określić jawnej postaci funkcji U , a także ograniczymy się do analizy jej liniowych aproksymacji.

Każde ze stwierdzeń decydenta, że alternatywa $b \in F$ jest przez niego bardziej preferowana niż $a \in F$, będziemy interpretować jako równoważne stwierdzeniu $U(b) > U(a)$. Będziemy poszukiwać (możliwie małego) obszaru, w którym znajduje się optimum niejawnej funkcji użyteczności U decydenta.

Załóżmy, że decydent dostarczył próbkę składającą się z k porównań par alternatyw:

$$b_i \text{ bardziej preferowane niż } a_i, \quad a_i, b_i \in F, \quad i=1, \dots, k.$$

Dane te można traktować jako zbiór W złożony z wektorów przestrzeni kryteriów F :

$$W = \{ w_i : w_i = \overline{a_i b_i}^+, a_i, b_i \in F, i=1, \dots, k \}$$

Rozważmy także zbiór V składający się ze znormalizowanych wektorów zbioru W :

$$V = \{ v_i : v_i = w_i / \|w_i\|, w_i \in W \}$$

Każdy z wektorów v_i reprezentuje pewien kierunek poprawy funkcji U w przestrzeni F . Zatem stożek C rozpięty przez wektory $v \in V$ jest pewnym stożkiem kierunków poprawy funkcji U .

$$C = \left\{ \sum_i \alpha_i v_i : \alpha_i \in R_+, v_i \in V \subset Q, i=1, \dots, k \right\}.$$

Niech stożek C^* będzie stożkiem sprzężonym z C :

$$C^* = \{ y \in F : \langle y, v_i \rangle \geq 0, v_i \in V, i=1, \dots, k \}.$$

Zarówno stożek C , jak i C^* możemy określić poprzez zbiory ich generatorów C^0 i C^{0*} . Zbiorem generatorów stożka nazywamy minimalny podzbiór jego wektorów rozpinających dany stożek.

$$C = \left\{ \sum_i \alpha_i c_i^0, \alpha_i \in R_+, c_i^0 \in C^0 \right\},$$

$$C^* = \left\{ \sum_i \beta_i c_i^{0*}, \beta_i \in R_+, c_i^{0*} \in C^{0*} \right\}.$$

Powróćmy do porównań par alternatyw. Ponieważ ograniczyliśmy się do liniowych aproksymacji funkcji użyteczności decydenta, to każde stwierdzenie decydenta, że alternatywa $b \in F$ jest bardziej preferowana niż $a \in F$, implikuje $U(b) > U(a)$ oraz $\langle v, w \rangle \geq 0$, gdzie $v = \overline{a_i b_i}^+$, natomiast u jest wektorem normalnym do hiperpłaszczyzn $U = \text{const}$. Zatem wektor u jest zawarty w stożku C^* .

Z powyższej analizy wynika, iż wektor u można będzie zidentyfikować dokładnie jedynie wtedy, gdy stożek C będzie półprzestrzenią przestrzeni F kryteriów. Stożek C^* będzie wówczas tożsamy z wektorem u . W tym przypadku można będzie powiedzieć, że znaleziona została jawna postać funkcji użyteczności decydenta (a raczej jej liniowa aproksymacja) i można znaleźć alternatywę najbardziej preferowaną przez decydenta poprzez optymalizację U na zbiorze dopuszczalnym Q .

W ogólnym przypadku, z oczywistych powodów stożek C będzie mniejszy od półprzestrzeni przestrzeni F , natomiast stożek C^* będzie miał niepuste wnętrze. Dowolny wektor zawarty w C^* może okazać się wektorem u . Spróbujmy określić obszar, w którym znajduje się element najbardziej preferowany przez decydenta. Ograniczmy się do generatorów $c_i^{0*} \in C^{0*}$ stożka C^* . Każdy z nich generuje pewną funkcję liniową. Traktujmy te funkcje jako

pewne "skrajne" aproksymacje U_i funkcji użyteczności U . Znajdźmy optima q_i tych funkcji na zbiorze dopuszczalnym Q . Określają one pewien podzbiór SSQ zbioru alternatyw niezdominowanych w Q , w którym znajduje się alternatywa będąca optimum U na zbiorze Q .

Jak widać, prezentowana metoda nie usiłuje określać wprost alternatywy najbardziej preferowanej przez decydenta, co przy niewielkim zasobie danych nie może dać pozytywnych rezultatów, a jedynie określa obszar, w którym może się ona znajdować. Im więcej (w sensie zarówno ilościowym, jak i jakościowym) informacji o swoich preferencjach zawarł decydent w dostarczonym zbiorze porównań par alternatyw, tym mniejszy będzie ów obszar.

Dodatkowo, decydentowi może być zaprezentowana propozycja alternatywy najbardziej preferowanej, wygenerowana na podstawie aktualnie dostępnej informacji. Powinna nią być oczywiście jedna z niezdominowanych alternatyw zbioru S , otrzymana w wyniku analizy W, V, C, C^N, C^O lub C^{ON} , z ewentualnym uwzględnieniem dodatkowych informacji przekazanych przez decydenta specjalnie w tym celu. Metoda nie nakłada tu żadnych ograniczeń. Narzucającym się sposobem jest podanie alternatywy optymalizującej liniową aproksymację funkcji użyteczności generowaną przez element (wektor) z o minimalnej normie z powłoki wypukłej rozpiętej przez V lub C . Odpowiednie efektywne algorytmy znaleźć można w pracy P. Wolfe [1]. Inne możliwości generowania propozycji alternatywy najbardziej preferowanej mogą być związane np. z sumą (ważoną) elementów w, v , lub C^O , ich środkiem ciężkości, punktem odniesienia i funkcjami skalaryzującymi itp.

Omówimy teraz cztery podstawowe przypadki, jakie mogą zaistnieć w zależności od zawartości zbioru porównań W dostarczonego przez decydenta. Niech H oznacza pewną półprzestrzeń przestrzeni F

Przypadek 1. $C=H, \|z\|=0$ -- przypadek idealny.

Jak już wspomniano, w tym przypadku stożek C^N ma puste względne wnętrze i aproksymacja funkcji użyteczności U jest jednoznacznie określona przez wektor ueC^N normalny do półprzestrzeni H rozpiętej przez stożek C . Optymalizując liniową funkcję generowaną w F przez u otrzymamy alternatywę najbardziej preferowaną przez decydenta.

Przypadek 2. $C \supset H, \|z\|=0$ - przypadek sprzecznej informacji.

Informacja zawarta w zbiorze W jest sprzeczna z założeniem quasiwypukłości funkcji użyteczności U decydenta. Elementy zbioru W wywołujące konflikt zostaną zidentyfikowane (rozpinają one powłokę wypukłą zawierającą zero i są wybierane podczas obliczania z) i przedstawione

decydującemu do rozstrzygnięcia. Oprócz błędu decydenta, przyczyną sprzeczności może być także stosowanie przez decydenta dodatkowego kryterium (jednego lub kilku) obok m kryteriów zadeklarowanych na wstępie.

Przypadek 3. $\Delta C \subset H$, $|z| > 0$ - przypadek podstawowy; kompromisowy charakter informacji w W .

Podczas obliczania z otrzymamy zbiór C^0 generatorów stożka C . Jest on tożsamy ze zbiorem tych wektorów z V , które rozpinają ścianę powłoki wypukłej $\text{conv}(V)$, zawierającą element z . Mając C^0 , otrzymamy C^{0*} . Optymalizując liniowe aproksymacje U generowane przez wektory c_i^{0*} otrzymamy zawężony zbiór ScQ zawierający alternatywę najbardziej preferowaną przez decydenta. Wielkość $|z|$ (po ewentualnym przeskalowaniu na przedział $[0,1]$) jest miarą tego zawężenia i tym samym jakościową miarą informacji o preferencjach decydenta zawartej w W . Z optymalizacji funkcji liniowej generowanej przez z otrzymamy alternatywę, którą można polecić decydującemu jako propozycję alternatywy najbardziej preferowanej.

Przypadek 4. $C \subset A$, $|z| > 0$ - przypadek informacji o charakterze postulatycznym.

Po poinformowaniu decydenta o charakterze informacji dostarczonej przez niego obliczamy z i określamy C^{0*} . W przeciwieństwie do przypadku 3, wykorzystujemy elementy zbioru C^0 (a nie C^{0*}) do generacji liniowych aproksymacji funkcji użyteczności, zawężających zbiór zawierający alternatywę najbardziej preferowaną przez decydenta. Jej propozycję otrzymujemy wykorzystując z , podobnie jak w przypadku 3. W omawianym przypadku 4 interesujące dla decydenta mogą być także inne sposoby generowania propozycji rozwiązania najbardziej preferowanego, np. wykorzystujące środek ciężkości czy też sumę ważoną dostarczonych przez decydenta wektorów u .

5. Schemat interakcji z decydującym

Przyjmujemy, że interakcje metody z decydującym będą przebiegać według przedstawionego poniżej schematu.

0. Etap wstępny.
 - I. Etap dostarczania przez decydenta porównań par alternatyw.
 - II. Etap obróbki danych dostarczonych przez decydenta, prezentacja wyników z rozróżnieniem wyników otrzymanych z informacji o charakterze kompromisowym i postulatycznym.
- Etapy I oraz II powtarzać się będą naprzemiennie do czasu, aż decydujący

zaakceptuje jedno z proponowanych rozwiązań, wybierze pewien zbiór rozwiązań do dalszej analizy przy użyciu innych metod czy narzędzi, lub przerwie sesję, by ją wznowić w innym terminie.

Etap wstępny

Przyjmijmy, że dana jest liczba kryteriów m oraz wartości wszystkich kryteriów dla wszystkich n dopuszczalnych rozwiązań. Wiadomo jest także, które z kryteriów mają być minimalizowane, a które maksymalizowane. Niech V^0 będzie zbiorem m wektorów, z których każdy v_i^0 ma zerowe wszystkie elementy z wyjątkiem i -tego równego $+1/-1$, jeśli i -te kryterium ma być maksymalizowane/minimalizowane. Zbiór V^0 obrazuje te preferencje decydenta, które ujawnił on przyjmując dane sformułowanie wielokryterialnego problemu decyzyjnego. Obliczmy $z^0 = Nr(V^0)$. Wielkość $\|z^0\|$ jest pewną miarą stopnia rozpinanego przez V^0 (będącego stożkiem dominacji Δ). Będzie ona używana jako wartość odniesienia dla określania stopnia ujawnienia swoich preferencji przez decydenta. Policzmy także $s = \langle v_j^0, z^0 \rangle, \forall v_j^0 \in V^0$. Przyjmijmy $V = V^0$.

Etap dostarczania porównań.

Decydent dostarcza pewną ilość porównań; niech ich zbiór oznaczony będzie przez V^k .

Jeśli $\langle v_j, z^0 \rangle > s$, to v_j ma charakter postulatyczny.

Jeśli $\langle v_j, z^0 \rangle \leq s$, to v_j ma charakter kompromisowy.

Rozróżniaj te dwie grupy wektorów we wszystkich późniejszych działaniach.

Etap komunikacji z decydem.

Podstaw $V := V \cup V^k$. Osobno dla wektorów postulatycznych, osobno dla kompromisowych :

Oblicz $z = Nr(V)$. Usuń z V wszystkie elementy, które nie rozpinają tej ściany powłoki wypukłej $conv(V)$, do której należy z . Określ miarę ujawnienia przez decydenta jego preferencji (kompromisowych) $\alpha = \|z\| / \|z^0\|$. Podaj zawężony zbiór, w którym znajduje się rozwiązanie najbardziej preferowane przez decydenta. Podaj (jedną lub wiele) propozycję takiego rozwiązania.

Jeśli decydent nie jest usatysfakcjonowany, to przejdź do etapu I.

6. Podsumowanie

Zaprezentowano nową metodę dla wspomagania procesu podejmowania decyzji w problemach wielokryterialnych. Metoda może być zastosowana do w zasadzie dowolnych typów problemów - liniowych, nieliniowych, dyskretnych itp.

Godny uwagi jest fakt akceptowania przez metodę dowolnie licznej

próbki porównań par dowolnych, niekoniecznie dopuszczalnych alternatyw. Nawet na podstawie jednego porównania metoda jest w stanie dostarczyć decydentowi pewną informację o jego preferencjach. W przypadku gdy decydent jest gotów porównywać dowolne pary alternatyw, może znaleźć zastosowanie koncepcja prezentowana w [2]. W przypadku zadań dyskretnych, w których zbiór Q jest dany jawnie w postaci listy, na wstępnym etapie zastosować można metodologię proponowaną w [3].

Prezentowane podejście do wspomagania podejmowania decyzji w problemach wielokryterialnych powinno, jak się wydaje, spotkać się z akceptacją decydenta ze względu na prostotę koncepcji, jakościową analizę dostarczanej informacji, ograniczenie się do tylko tej informacji, którą decydent zechce dostarczyć, możliwość uwzględnienia faktu, iż niektóre porównania są dla decydenta bardziej a inne mniej pewne oraz duża elastyczność interakcji.

LITERATURA

- [1] P. Wolfe, "Finding the Nearest Point in a Polytope", *Mathematical Programming*, Vol. 11, pp 128-149, 1975.
- [2] M. Koksalan, M. H. Karwan, S. Zionts, "An Improved Method for Solving Multiple Criteria Problems Involving Discrete Alternatives", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. SMC-14, No. 1, pp. 24-34, 1984.
- [3] J. Majchrzak, "Methodological Guide to the Decision Support System "DISCRET" for Discrete Alternatives Problems", A. Lewandowski, A. Wierzbicki, (red.), "Theory, Software and Testing Examples for Decision Support Systems", WP-87-26, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 1987.
- [4] Rouse W. B., "Model-based evaluation of an integrated support system concept", *Large Scale Systems*, Vol. 13, pp. 33-42, 1987.
- [5] B. Malakooti, "A Decision Support System and a Heuristic Interactive Approach for Solving Discrete Multiple Criteria Problems", *IEEE Trans. Syst. Man. Cybernet.* Vol. 18, pp. 273-285, 1988.

Recenzent: Prof. dr h. inż. R. Słowiński

Wpłynęło do Redakcji do 1990-04-30.

INTERACTIVE AID FOR MULTICRITERIA CHOICE PROBLEMS BASED ON PAIRWISE COMPARISONS OF ALTERNATIVES

Summary

A method for determining an approximation of the optimum decision maker's implicit utility function is presented. The method is based on pairwise comparisons of alternatives and accepts any number of them. Both feasible and infeasible alternatives can be compared. Effective checking of the supplied data consistency is provided.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ ПАР АЛЬТЕРНАТИВ

Резюме

Предложен метод аппроксимации оптимум неявной функции пригодности децидента в многокритериальной задаче принятия решений, использующий сравнение пар альтернатив. Метод акцептует произвольное число сравнений произвольных, не обязательно допустимых, альтернатив, предлагает количественный и качественный анализ доставленной информации, а также обеспечивает выявление и возможность удаления содержащихся противоречий.