

Lech A. Bukowski¹

Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej

Jerzy Feliks²

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Koncepcja systemu oceny wartości użytkowej informacji logistycznych

1. WPROWADZENIE

W czasach gospodarki wolnorynkowej wszelkie procesy podejmowania decyzji odgrywają kluczową rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwem czy inną organizacją. Coraz wyższy poziom złożoności procesów produkcyjnych i usługowych, zwiększająca się konkurencja czy też ograniczenia budżetowe to niektóre z czynników zmuszających kierownictwa przedsiębiorstw do ciągłego, dynamicznego i racjonalnego planowania. Jednym z najważniejszych zasobów warunkujących sprawne funkcjonowanie przedsiębiorstw jest informacja. Bez względu na to, czy mówimy o prognozowaniu, zaopatrzeniu, planowaniu, to właśnie informacja jest podstawą racjonalnego zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. Zakres wykorzystania informacji jest bardzo szeroki, bowiem wiąże się ona z każdym elementem działalności logistycznej. Konieczność podejmowania decyzji wymaga od decydentów m. in. właściwej oceny stopnia niepewności tych informacji. Jeżeli podejmowane decyzje dotyczą złożonych procesów oraz systemów eksploatowanych w warunkach przemysłowych, to musimy się liczyć ze znaczną złożonością strukturalną tych systemów, zmiennością otoczenia oraz niepewnością dotyczącą zarówno danych określających stan aktualny jak i przewidywanych skutków podjętych decyzji.

2. PROCES DECYZYJNY JAKO ZŁOŻONA SYTUACJA POZNAWCZA

Konieczność podejmowania racjonalnych decyzji wymaga od decydentów m. in. właściwej oceny jakości informacji. Jeżeli podejmowane decyzje dotyczą złożonych procesów oraz systemów eksploatowanych w warunkach przemysłowych, to musimy się liczyć ze znaczną złożonością strukturalną tych systemów, zmiennością otoczenia oraz niepewnością dotyczącą zarówno danych określających stan aktualny jak i przewidywanych skutków podjętych decyzji. Proces decyzyjny może być traktowany jako złożona sytuacja poznawcza. Struktura sytuacji poznawczych może być przedstawiona w postaci systemu złożonego z następujących elementów:

- ✓ Dane początkowe,
- ✓ Zasady przekształcania,
- ✓ Ograniczenia,
- ✓ Charakterystyki celu.

Sytuacje poznawcze możemy podzielić w zależności od stopnia określoności poszczególnych elementów struktury na:

- ✓ Zadania – pełna kontrola wszystkich składników struktury oraz
- ✓ Problemy – jeśli chociaż jeden składnik struktury nie jest jednoznacznie określony pod względem: złożoności, jednoznaczności, niepewności i dynamiki.

W teorii psychologii wyżej wymieniona sytuacja poznawcza jest wynikiem superpozycji umysłu i otoczenia w zakresie oddziaływania otoczenia (bodźce, sygnały i informacje) i myślenia pojęciowego

¹lbukowski@wsb.edu.pl

²jfeliks@zarz.agh.edu.pl

(kategoryzacja oddziaływań, formułowanie odpowiedzi i celu działania). Podobnie jak w teorii podejmowania decyzji tak i w celu rozwiązywania sytuacji poznawczych stosowane są algorytmy oraz heurystyki. W praktyce mamy do czynienia z licznymi lukami w danych, niekiedy z ich nadmiarowością lub sprzecznością, co prowadzi do problemów zwanych konfliktami poznawczymi.

Informacja jest obecnie podstawą funkcjonowania każdego podmiotu gospodarczego. Jej przepływy inicjują wszelkie fizyczne transfery dóbr materialnych nieustannie im przy tym towarzysząc. Nie sposób wyobrazić sobie prawidłowe funkcjonowanie danego przedsiębiorstwa poparte przypadkowymi, chaotycznymi, nieuporządkowanymi lub też nadmiernymi informacjami. O wartości informacji dostarczanej jej użytkownikom decyduje jej zakres, dokładność, szybkość dostarczania i metody jej przetwarzania, przy czym sposób jak i forma prezentacji informacji musi być dostosowana do potrzeb jej odbiorców.

Systemy logistyczne działają bardzo często w warunkach ryzyka, a zarządzanie nimi oparte jest o dostępne informacje, które w praktyce są z reguły niepełne i niepewne. Minimalizacja ryzyka wymaga od decydentów m. in. właściwej oceny stopnia niepewności tych informacji. W przypadku dysponowania licznymi zbiorami danych historycznych stosowane są do tych celów metody probabilistyczne (oparte na rachunku prawdopodobieństwa i statystyce matematycznej). Jednak w wielu przypadkach decydent dysponuje tylko nielicznymi danymi, obciążonymi niepewnością nie dającą się opisać w kategoriach probabilistycznych. W tych sytuacjach celowe wydaje się zastosowanie zmiennych rozmytych (także lingwistycznych) do oceny wartości użytkowej informacji z wykorzystaniem opisanego w dalszej części pracy systemu oceny zbudowanego z wykorzystaniem logiki rozmytej.

3. BUDOWA SYSTEMU OCENY WARTOŚCI UŻYTKOWEJ INFORMACJI Z WYKORZYSTANIEM LOGIKI ROZMYTEJ

Kilka ostatnich lat wykazało szybki wzrost w liczbie i różnorodności zastosowania logiki rozmytej. Obszar jej zastosowania jest bardzo szeroki: od produktów konsumenckich takich jak aparaty fotograficzne, kamery video, pralki, lodówki i kuchenki mikrofalowe do przemysłowych procesów sterowania, sprzętu medycznego, itp. Powodem wprowadzenia pojęcia i teorii zbiorów rozmytych (ang. fuzzy sets) była potrzeba opisu tych zjawisk i pojęć, które mają charakter wieloznaczny i nieprecyzyjny. Wcześniej znane metody matematyczne, wykorzystujące klasyczną teorię zbiorów i logikę dwuwartościową, nie były w stanie rozwiązać tego typu problemów. Przy pomocy zbiorów rozmytych możemy formalnie określić pojęcia nieprecyzyjne i wieloznaczne, takie jak np.: „wysoka temperatura”, „duża prędkość”, itp. Powodem wzrostu popularności i zainteresowania logiką rozmytą jest właśnie to, że podłożem dla niej jest naturalny język międzyludzkiej komunikacji. Podstawowym pojęciem leżącym u jej podstaw są zmienne lingwistyczne, zmienne, których wartościami są słowa a nie liczby np.: „drogi”, „mały”, itp. Dodatkową zaletą jest to, że przy projektowaniu systemów rozmytych nie jest wymagana szczegółowa wiedza, opisująca w sposób matematyczny zależności funkcyjne między wejściem a wyjściem układu. Reguły sterowania i funkcje przynależności są wyznaczane przeważnie na podstawie wiedzy i obserwacji specjalistów z danej dziedziny.

Przed przystąpieniem do budowy systemu rozmytego należy ustalić tzw. obszar rozważań (ang. the universe of discourse). W przypadku pojęcia nieprecyzyjnego takiego jak „duża prędkość” inna prędkość będzie uważana za dużą, jeżeli ograniczymy się do obszaru rozważań $[0, 80 \text{ km/h}]$, a inna jeżeli przyjmujemy przedział $[0, 250 \text{ km/h}]$. Obszar rozważań, nazywany także przestrzenią lub zbiorem, będziemy oznaczać literą U . Należy pamiętać, że zbiór U nie jest zbiorem rozmytym [9].

Zbiorem rozmytym A w pewnej (niepustej) przestrzeni U nazywamy zbiór par

$$A = \{ (u, \mu_A(u)); u \in U \}$$

gdzie:

$$A \subseteq U \text{ oraz } \mu_A : U \rightarrow [0, 1]$$

W powyższej zależności μ_A jest funkcją przynależności zbioru rozmytego A. Określa ona stopień przynależności elementu u do zbioru A. Jedynym warunkiem jaki funkcja ta musi spełniać jest to, aby zmieniała się w przedziale między 0 a 1. Funkcja przynależności przypisuje każdemu elementowi ze zbioru A wartość od 0 do 1. Można wyróżnić trzy przypadki [9] :

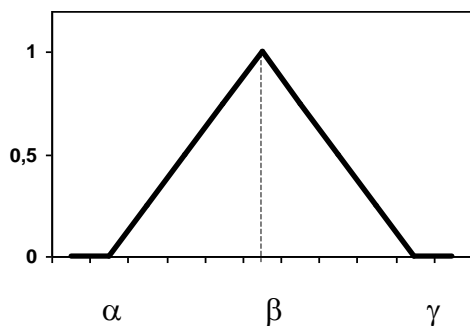
$\mu_A(u) = 1$ oznacza pełną przynależność elementu u do zbioru rozmytego A, tzn. $u \in A$,

$\mu_A(u) = 0$ oznacza brak przynależności elementu u do zbioru rozmytego A, tzn. $u \notin A$,

$0 < \mu_A(u) < 1$ oznacza częściową przynależność elementu u do zbioru rozmytego A.

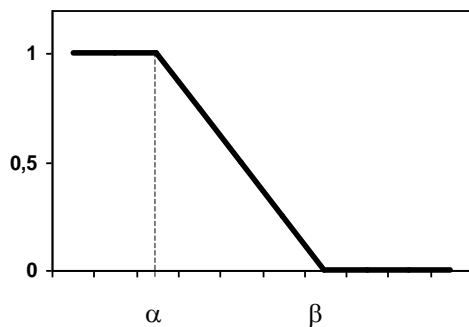
Poniżej przedstawiono przykładowe kształty funkcji przynależności, które zostały wykorzystane w realizacji systemu oceny wartości użytkowej informacji. Funkcja ta może być dowolna, a jej kształt definiujemy z punktu widzenia prostoty i wygody jej zastosowania.

d) funkcja Λ



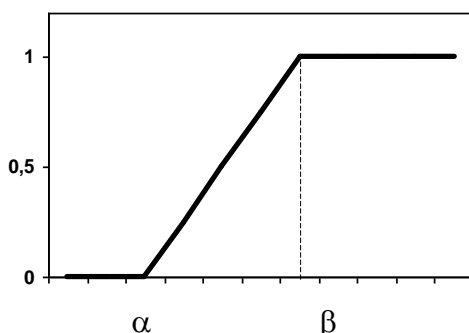
$$\Lambda(u; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \text{dla } u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha} & \text{dla } \alpha \leq u \leq \beta \\ \frac{\beta - u}{\beta - \alpha} & \text{dla } \beta \leq u \leq \gamma \\ 0 & \text{dla } u > \gamma \end{cases}$$

c) funkcja L



$$L(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 1 & \text{dla } u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha} & \text{dla } \alpha \leq u \leq \beta \\ 0 & \text{dla } u > \beta \end{cases}$$

a) funkcja Γ



$$\Gamma(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & \text{dla } u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha} & \text{dla } \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & \text{dla } u > \beta \end{cases}$$

3.1. Informacja jako podstawa podejmowania decyzji

Jakość zarządzania procesami logistycznymi, zwłaszcza w warunkach dynamicznych zmian otoczenia, zależy w decydującym stopniu od wartości użytkowej informacji (WUI), którymi dysponuje decydent (człowiek lub system ekspertowy) w chwili podejmowania decyzji. Przedstawione w pracach [4 i 7] metody oceny wartości użytkowej informacji mogą być przydatne w warunkach stabilnych, charakteryzujących się niewielkimi zmianami otoczenia oraz powtarzalnością sytuacji. Natomiast w warunkach znacznych zakłóceń oraz turbulentnych zmian otoczenia wyznaczenie wartości składowych wektora WUI jest na ogół niemożliwe. W tych sytuacjach z pomocą może przyjść wiedza ekspercka, pozwalająca na korzystanie z niekonwencjonalnych metod wchodzących w obszar inżynierii wiedzy [2]. Proponuje się przyjęcie do oceny wartości użytkowej informacji (WUI) wektor X złożony z pięciu parametrów: zgodności (x_1), wiarygodności (x_2), aktualności (x_3), kompletności (x_4) oraz dokładności (x_5). Zdefiniowano je w następujący sposób [3]:

- Zgodność (x_1) – stopień spełnienia wymagań (potrzeb) użytkownika informacji,
- Wiarygodność (x_2) – stopień zaufania oceniającego co do tego, że informacja jest zgodna z opisywanym przez nią rzeczywistym stanem obiektu,
- Aktualność (x_3) – miara przesunięcia czasowego (opóźnienia), jakie zachodzi między chwilą, której informacja dotyczy, a chwilą jej wykorzystania,
- Kompletność (x_4) – miara stopnia spełnienia oczekiwań oceniającego w aspekcie pełności treści zawartej w informacji, w stosunku do potrzeb (celów) oceny,
- Dokładność (x_5) – stopień precyzji oceny, wyrażający jej zgodność z wartością rzeczywistą.

$$WUI = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5]$$

Do oceny każdego z parametrów proponuje się wykorzystanie wiedzy eksperckiej oraz zbiorów rozmytych. Każdy z ww. parametrów WUI powinien być oceniony przez zespół ekspertów (np. dwóch do pięciu) w skali 10-cio stopniowej i przyporządkowany do jednej z pięciu klas wg tabeli.

Tabela 1 Klasy przynależności parametrów w ocenie punktowej i opisowej

| Klasa | Zakres punktów | Zgodność X_1 | Wiarygodność X_2 | Aktualność X_3 | Kompletność X_4 | Dokładność X_5 |
|-------|----------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|
| I | [1 – 3] | Pełna | Całkowita | Pełna | Całkowita | B. duża |
| II | [3 – 5] | Duża | Znaczna | Duża | Znaczna | Duża |
| III | [5 – 7] | Średnia | Umiarkowana | Średnia | Średnia | Średnia |
| IV | [7 – 9] | Mała | Niewielka | Mała | Mała | Mała |
| V | [9 – 10] | B. mała | B. mała | B. mała | B. mała | B. mała |

Ponieważ ocena ekspercka ma z natury swojej charakter subiektywny proponuje się jej obiektywizację przez wprowadzenia miary niepewności oceny w postaci rozmytej trójkątnej funkcji przynależności. Wierzchołek trójkąta, któremu odpowiada funkcja przynależności $\mu(x) = 1$, reprezentuje wartość średnią oceny danego parametru, np. X_{1sr} , natomiast podstawa trójkąta odpowiada przedziałowi ufności dla wartości średniej tego parametru na przyjętym poziomie istotności α (np. $\alpha = 0,05$ oznacza, że przedział ufności odpowiada prawdopodobieństwu 0,95; czyli 95%, współczynnik rozszerzenia $k=2$).

3.2. Budowa i strojenie modelu rozmytego

Aby możliwy był projekt i realizacja systemu oceny wartości użytkowej informacji według zaproponowanych powyżej kryteriów należy zebrać odpowiednie dane dotyczące ocen dokonywanych przez ekspertów parametrów wektora WUI. W tym celu należy przeprowadzić “eksperyment pomiarowy”, w którego poszczególnych krokach należy:

- Dokonać oceny eksperckiej wszystkich parametrów WUI w skali 1 do 10,
- Wyznaczyć wartości średnie x_{sr} i rozstępy R_x dla poszczególnych parametrów,
- Wyznaczyć odchylenia standardowe SD_x dla każdego parametru ze wzoru Hartley’a:

$$SD_x = R_x/d(n)$$

gdzie:

R_x – różnica między maksymalną i minimalną wartością w próbce (rozstęp),

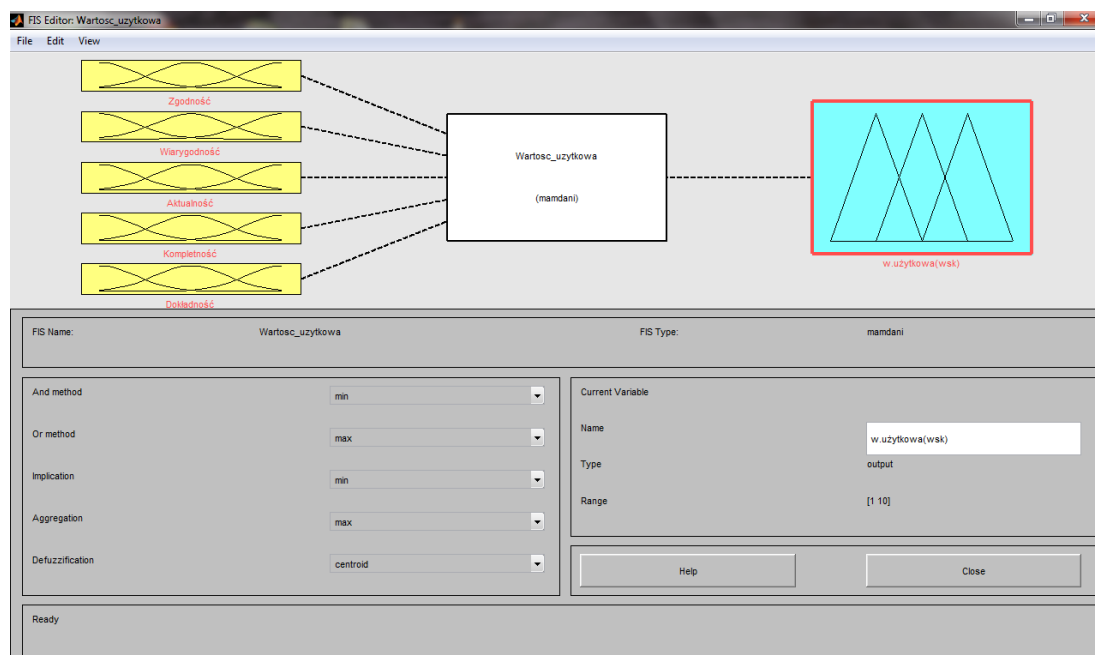
n – liczba ekspertów,

d – współczynnik przeliczeniowy zależny od liczebności próbki n , który dla poszczególnych wartości n od 2 do 5 (najczęściej stosowane w praktyce liczebności grup eksperckich) wynosi: $d(n=2) = 1,41$; $d(n=3) = 1,92$; $d(n=4) = 2,24$; $d(n=5) = 2,48$

- Wyznaczyć parametry trójkątnych funkcji przynależności dla klas od II do IV jako:

$$X_{i\text{sr}} \pm k SD_x$$

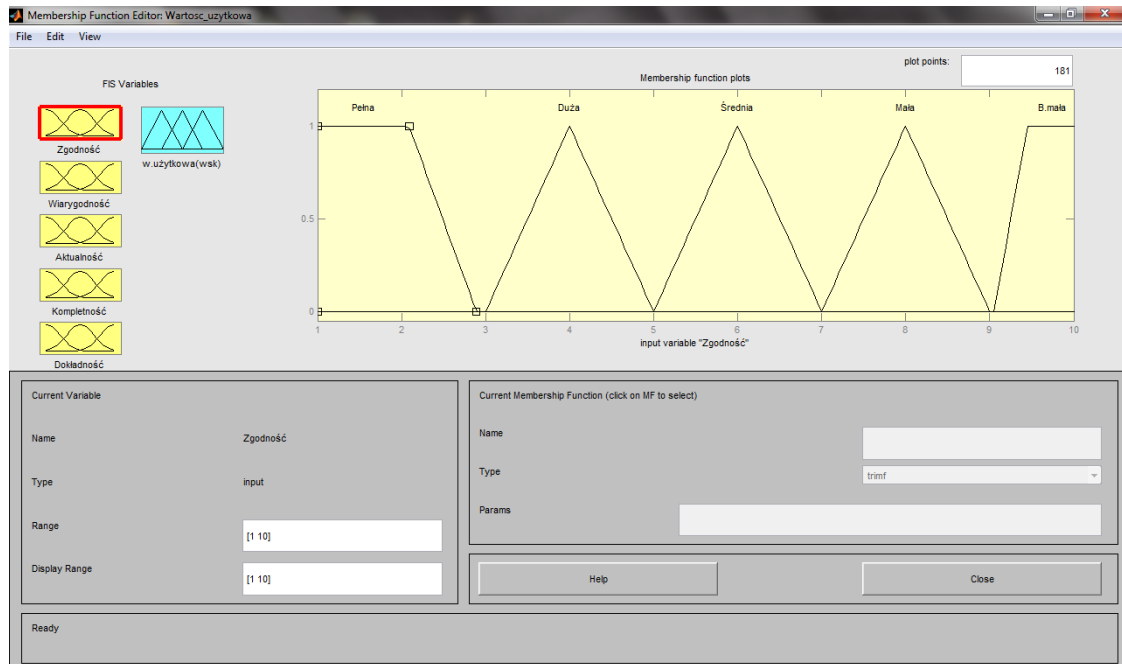
Dla jednakowych ocen ekspertów przyjąć środek klasy i granice klasy jako parametry funkcji przynależności. Dla klasy I oraz V przyjąć trapezoidalne funkcje aktywacji z jednostronnym przedziałem ufności.



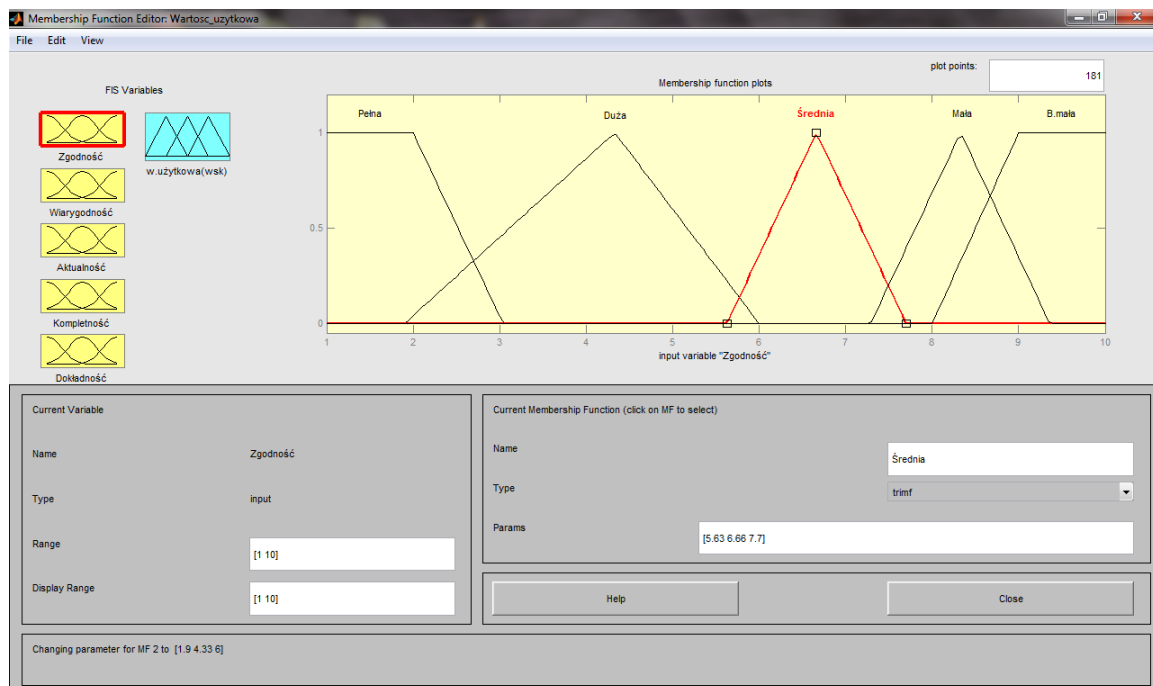
Rys. 1 Struktura systemu do oceny WUI

Opracowanie własne

Obliczeń poszczególnych wartości określających parametry wszystkich funkcji przynależności można dokonać w programie Matlab[®], który został wykorzystany do budowy systemu oceny wartości użytkowej informacji. Na rysunku 1 przedstawiono strukturę systemu oceny wartości użytkowej informacji. Na podstawie wprowadzonych wyników eksperymentu program automatycznie wyznacza parametry funkcji przynależności eliminując konieczność „ręcznego” doboru zakresów. Na rysunku 2 przedstawiono zakresy funkcji przynależności dla zmiennej *zgodność* zastosowane przed wprowadzeniem wyników eksperymentu, zaś na rysunku 3 przedstawiono zakresy tych funkcji po uwzględnieniu obliczeń na podstawie danych uzyskanych podczas oceny parametrów przez zespół ekspertów.



Rys. 2 Zakresy funkcji przynależności dla wybranej zmiennej w fazie projektu systemu
Opracowanie własne

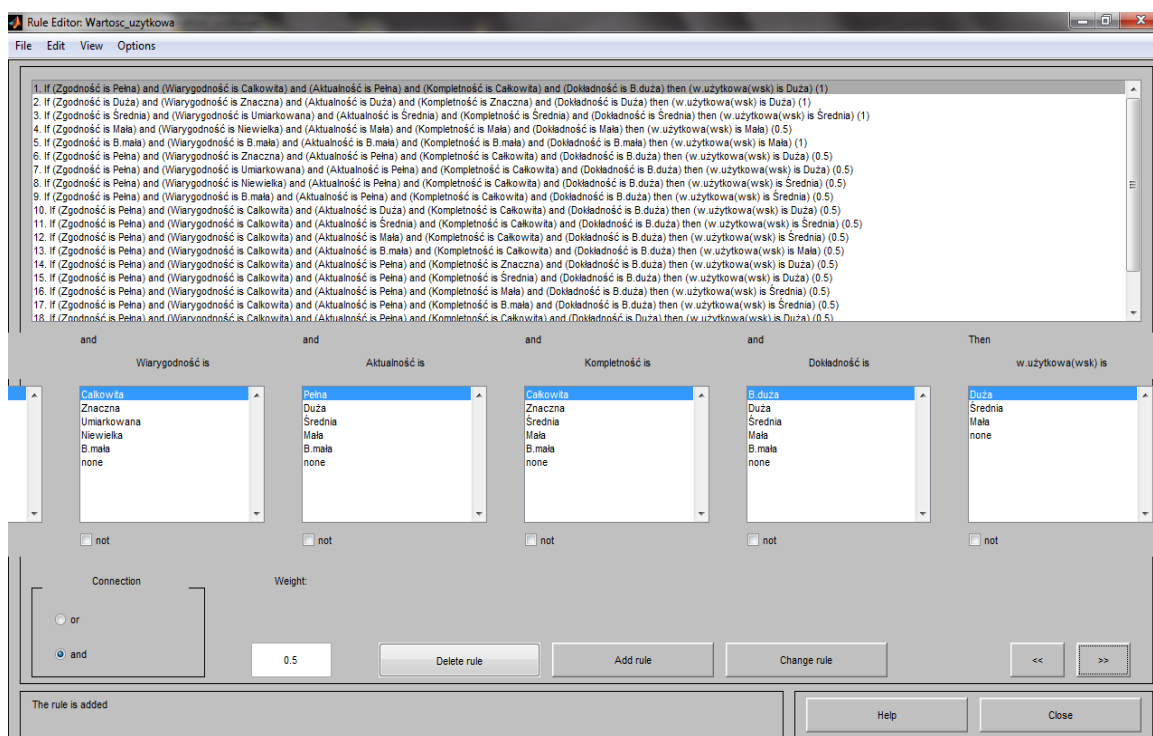


Rys. 3 Zakresy funkcji przynależności po wprowadzeniu wyników oceny eksperckiej
Opracowanie własne

Kolejnym elementem systemu oceny wartości użytkowej informacji z wykorzystaniem zbiorów rozmytych jest odpowiednio przygotowana baza reguł. W bazie tej implementuję się wiedzę ekspercką. Wiedza ekspercka może być reprezentowana w postaci reguł if-then. Pojedyncza regułą ma postać [8]:

$$\text{jeżeli } x \text{ jest } A \text{ wtedy } y \text{ jest } B \quad (w)$$

gdzie A i B są lingwistycznymi zmiennymi zdefiniowanymi na potrzeby budowy systemu rozmytego. Część reguły związana ze słowem *if* nazwana jest poprzednikiem reguły, a część występująca po słowie *then* następnikiem. Współczynnik *w* występujący w nawiasie oznacza wagę, jaką nadaje się konkretnej regule. Wagi stosuje się między innymi po to, aby można było nadać pewien priorytet regułom i określić ich udział w generowaniu końcowego wyniku. Przy pięciu składowych wektora WUI, gdzie każda ze składowych oceniana jest w pięciu kategoriach pełna baza reguł zawiera 3 125 elementów. Nie wszystkie elementy muszą zostać wykorzystane, a niektórym należy nadać odpowiednio mniejsze znaczenie w generowaniu wyniku końcowego wykorzystując do tego celu współczynnik wagowy *w*. Fragment bazy reguł przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4 Fragment bazy reguł
Opracowanie własne

4. PODSUMOWANIE

Zaproponowany system oceny wartości użytkowej informacji stanowi początek prac nad koncepcją wykorzystania logiki rozmytej i wiedzy eksperckiej do oceny jakości informacji. Na obecnym etapie dobór zakresów funkcji przynależności wykorzystanych do realizacji systemu odbywa się w sposób automatyczny, gdyż jest on realizowany na podstawie wyników otrzymanych po przeprowadzeniu swego rodzaju eksperymentu, który wymaga odpowiedniego przygotowania reprezentantów poszczególnych klas składowych wektora WUI oraz ich oceny przez zespół ekspertów. Wynikiem działania systemu jest ocena wartości użytkowej informacji dokonywana w trzech kategoriach tj. informacja o niskiej, średniej czy też wysokiej jakości. Dalsze prace koncentrować się będą nad uproszczeniem procedur związanych z pozyskiwaniem danych do budowy systemu np. z wykorzystaniem metod planowania eksperymentu oraz nad nadaniem dodatkowych współczynników

wagowych składowym wektora WUI w celu uzyskania dodatkowych możliwości w nadawaniu odpowiedniego priorytetu tym składowym.

Streszczenie

W artykule przedstawiono propozycję metody oceny jakości informacji wraz z systemem oceny wartości użytkowej informacji zrealizowanym z wykorzystaniem zbiorów rozmytych oraz regułowej bazach wiedzy. W przypadku przewidywalnych, powtarzających się zmian i zagrożeń możliwe jest wykorzystanie metod statystycznych do oceny jakości informacji, natomiast w sytuacjach charakterystycznych dla turbulentnych zmian otoczenia ich użycie jest to na ogół nie możliwe. Dlatego zaproponowane rozwiązanie oparto na metodach stosowanych w doradczych systemach ekspertowych, w tym wykorzystaniu zmiennych lingwistycznych i teorii zbiorów rozmytych.

Słowa kluczowe: niepewność, jakość informacji, zbiory rozmyte, logistyka

The concept of the evaluation of the logistics information use value

Abstract

The aim of this publication is to propose method for assessing the quality of information with use of fuzzy sets and rule-based knowledge. For predictable, repeated changes and threats it is possible to use of statistical methods, based on the theory of probability, stochastic processes, and statistics to assess the quality of information, but in situations characteristic of turbulent changes in the environment is usually not possible. Therefore, the proposed solution is based on methods used in expert systems, including the use of linguistic variables and fuzzy set theory.

Keywords: uncertainty, quality of information, fuzzy sets, logistics

LITERATURA

- [1]. Bukowski L., Problemy przetwarzania informacji logistycznych w zintegrowanych systemach produkcyjnych, Wybrane Zagadnienia Logistyki Stosowanej, Kraków, 2004, s. 222-229
- [2]. Bukowski L. & Feliks J., Application of fuzzy sets in evaluation of failure likelihood, 18th International Conference on Systems Engineering, Proceedings Las Vegas, Nevada 2005, pp. 170-175
- [3]. Bukowski L. & Feliks J., Ocena wartości użytkowej informacji logistycznych w warunkach niepewności oraz turbulentnych zmian otoczenia, Konferencja Strategie i logistyka w warunkach kryzysu, 19 – 21 października 2014 r – materiały w przygotowaniu.
- [4]. IT Governance Institute, (2005), Control Objectives for Information and related Technology (COBIT) 4.0, IT Governance Institute, Rolling Meadows, IL,
- [5]. Kacprzyk J., Wieloetapowe podejmowanie decyzji w warunkach rozmytości. PWN, 1983
- [6]. Kofler E., Podejmowanie decyzji przy niepełnej informacji, Real Publishers, Warszawa 1993
- [7]. Kulikowski J.L. Technika i metody rozproszonego przetwarzania danych. Cz. I, Wyd. Politechnika Wroclawska, Wrocław 1986
- [8]. Piegat A., Modelowanie i sterowanie rozmyte, EXIT, Warszawa, 1999
- [9]. Zadeh L.A., A theory of approximate reasoning, Machine Intelligence, Hayes J.E., Michie D., Mikulich L.I. (red.), Vol. 9, Elsevier, New York, 149-194 1989.