

Andrzej Horodecki
Politechnika Lubelska, Lublin

ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW LOGIKI ROZMYTEJ DO OCENY UKŁADÓW ELEKTROMASZYNOWYCH

APPLICABILITY OF ELEMENTS FUZZY LOGICS IN ASSESSMENT OF ELECTRO-MACHINE SYSTEMS

Abstract: Owing to a great variety of industrial electro-machine systems, it becomes more and more crucial to assess correctly electro-machine systems offered by their suppliers. It has been proved in this paper that by assessing systems offered to them exclusively on the basis of bivalent rules, purchasers are likely to incur economical losses. It is essential to apply elements of fuzzy (or multivalent) logics while performing such an assessment. With this purpose the notion of Hamming distance, applied in the theory of mathematical sets has been used in the easiest possible way. The Hamming distance, which defines an agreed distance between two sets of certain quantities, turned out to be useful for proposing a way of assessment of offered electro-machine systems. Considering same characteristics of electro-machine systems as quantities included in sets defined by a Hamming distance a theoretical basis of such an assessment can be obtained. The paper presents a simple and interesting geometric interpretation of the abovementioned solutions. It also reveals a method of assessment and reciprocal comparison of offered electro-machine systems.

1. Wstęp

W ostatnich latach stale rośnie liczba oferowanych układów elektromaszynowych przydatnych do zastosowania w warunkach przemysłowych. Sprawia to, że nabywca staje wobec poważnego dylematu oceny oferowanych mu układów z punktu widzenia nie tylko ich walorów technicznych ale i ekonomicznych. Obecnie staje się już koniecznością rozpatrywanie obu tych grup właściwości urządzeń technicznych – łącznie. Sporo metod wyboru optymalnych dla danych warunków układów elektromaszynowych proponuje formuły analityczne zawierające wielkości natury technicznej jak i ekonomicznej [1], [2]. Formuły te, z punktu widzenia analitycznego, mogą mieć różny charakter – deterministyczny, statystyczny a także (choć rzadko) probabilistyczny. Większość użytkowników układów elektromaszynowych interesuje się, w zasadzie tylko, formułami w ujęciu deterministycznym.

Wyniki takiej techniczno-ekonomicznej analizy dają nam racjonalną podstawę do dokonania oceny tych układów. Na podstawie tej oceny może być podjęta decyzja o wyborze właściwego wariantu. Nie powinna być ona arbitralna.

2. Wybrane elementy logiki rozmytej

Z zasad logiki rozmytej czyli multiwalentnej wynika możliwość określenia następujących ogólnych związków analitycznych:

$$A = \{x, \mu_A(x)\} \quad (1)$$

gdzie dla ułatwienia wyciągania wniosków przyjmuje się, że

$$\mu_A : x \rightarrow \{0,1\}$$

W powyższych zależnościach:

- funkcja przynależności μ_A określa fakt przynależności pewnej wielkości do zbioru A ,
- stopień przynależności $\mu_A(x)$ określa rozmiar przynależności zmiennej x od zbioru A .

Zmienna x występująca w powyższych rozważaniach jest objęta najczęściej zależnością, mówiącą że

$$\forall \cdot x \cdot \varepsilon \cdot E \quad (2)$$

Związek (2), w rozważaniach o charakterze technicznym, wprowadza pojęcie uniwersum E jako ogólnie rozumianego zbioru skończonego. Nazwa „uniwersum” zaczerpnięta z łacińskiego „universum” ma sugerować zbiór o dowolnej dużej rozległości. Będzie to w prowadzonych tu rozważaniach zbiór niepusty o n -elementach.

Zależność (2) sugeruje również możliwość istnienia, na przykład, podzbiorów w zbiorze E . Te podzbiory A_1 oraz A_2 w zbiorze E będą sobie równe jeżeli

$$\mu_{A_1} = \mu_{A_2} \quad (3)$$

W przypadku gdy dla dowolnej zmiennej x w zależnościach (1) i (2) wystąpi okoliczność, że

$$\mu_{A_1} \neq \mu_{A_2}$$

to podzbiory te będą różne. W dalszym ciągu będzie przyjmowane, że podzbiory A_1 oraz A_2 są podzbioremi rozmytymi.

3. Pojęcie odległości Hamminga

W teorii zbiorów występuje pojęcie uogólnionej odległości Hamminga $\Delta_H(A_1, A_2)$ pomiędzy odpowiednimi podzbiorem A_1 oraz A_2 – stanowiące pewną umyślną wielkość opisaną następująco:

$$\Delta_H(A_1, A_2) = \sum_{i=1}^{i=n} \{ \text{Max}[\mu_{A_1}(x_i), \mu_{A_2}(x_i)] - \text{Min}[\mu_{A_1}(x_i), \mu_{A_2}(x_i)] \} \quad (4)$$

wielkości występujące w tej zależności omówione zostały poprzednio.

Jak widać uogólniona odległość Hamminga $\Delta_H(A_1, A_2)$ będzie więc sumą wartości pewnych różnic obliczanych odpowiednio dla funkcji przynależności wielkości x do podzbioru A_1 i do podzbioru A_2 .

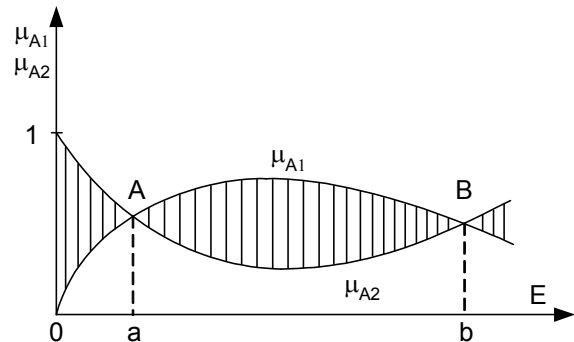
W przypadku układów technicznych, można przyjąć, że podzbiór A_1 oraz podzbiór A_2 to zespół cech charakteryzujących dwa układy elektromechaniczne. I to właśnie spośród tych układów nabywca powinien dokonać wyboru.

Jeżeli wyrażenie (4) zapisać w postaci całkowitej, przyjmując że podzbiór A_1 oraz A_2 wyrażone są w postaci liczb rzeczywistych, to otrzymuje się

$$\Delta_H(A_1, A_2) = \int_a^b \{ \text{Max}[\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x)] - \text{Min}[\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x)] \} dx \quad (5)$$

Wprowadzenie granic całkowania $[a, b]$ oznacza, że świadomie ograniczamy uniwersum E . Inaczej bowiem należałoby przyjąć granice całkowania $[-\infty, +\infty]$, co nie jest potrzebne przy ocenie układów technicznych. Wprowadzenie do rozważań zależności (5) ułatwi przedstawienie jej obrazu geometrycznego, co podane jest na rys. 1. Z interpretacji tego rysunku wynika, że powierzchnia zakreskowanych pól zawartych pomiędzy krzywymi $\mu_{A_1} = f_1(E)$ i $\mu_{A_2} = f_2(E)$ jest proporcjonalna do wielkości odległości Hamminga pomiędzy różnymi podzbiorem A_1 oraz A_2 . I tak na przykład powierzchnia pola zawartego pomiędzy obu odcinkami AB wymienionych uprzednio dwóch krzywych, ilustruje tę odległość dla pewnego

fragmentu uniwersum E zawartego w przedziale $[a, b]$.



Rys.1. Obraz geometryczny postaci całkowitej odległości Hamminga według zależności (5)

W samych punktach A oraz B oba rozpatrywane podzbiory są sobie równe, co wynika z zależności (3). Poniżej w miarę posuwania się w przedziale $[a, b]$ zgodnie ze zwrotem osi odciętych, odległość pomiędzy tymi dwoma podzbioremi zmienia się. Interesujące jest badanie tych zmian w funkcji zmiennej x przybierającej różne wartości na przykład w tym przedziale $[a, b]$. W rozpatrywanym przedziale $[a, b]$, poza punktami A oraz B stopień przynależności $\mu_{A_2} = f_2(E)$ odpowiednio przewyższa wartości stopnia przynależności $\mu_{A_1} = f_1(E)$.

Zgodnie z przyjętym wyżej założeniem, że podzbiory A_1 oraz A_2 reprezentują odpowiednie właściwości dwóch układów elektromaszynowych, widoczny jest różny stopień przynależności interesujących nas właściwości technicznych bądź ekonomicznych do układu reprezentowanego przez podzbiór A_1 . Tak więc ten układ zasługuje na uwagę nabywcy.

Z rys.1 widać też, że dla innych przedziałów uniwersum E (na przykład $[0, a]$) na uwagę zasługuje układ elektromaszynowy reprezentowany przed podzbiór A_2 . Przy ocenie układów elektromaszynowych zmienna x występująca w zależności (5), może reprezentować na przykład moc elektrycznego silnika napędowego bądź wartość współczynnika mocy.

4. Wnioski

Opisana metoda oceny układów elektromaszynowych oparta o pojęcie odległości Hamminga pomiędzy podzbioremi rozmytymi skłania do posługiwania się prawidłami logiki rozmytej (multiwalentnej). Wyniki przeprowadzania tą metodą oceny układów elektromaszynowych są zgodne z innymi sposobami dokonywania tej oceny [2], [3].

5. Literatura

- [1]. Horodecki A.: referat „*Możliwość zastosowania zmiennych lingwistycznych w diagnostyce układów elektromaszynowych*”. Zeszyty Problemowe Seminarium „PEMINE” – nr.72/2005. Ustroń , 2005.
- [2]. Gil Aluja J.: książka “*Company management techniques. Forecasts, decisions and strategies*” Edition “Piramide” 2002
- [3]. Horodecki A.: książka „*Selecting electromechanical drive systems*”. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, 1991