

## KLASYFIKACJA ZBIORÓW SYMPTOMÓW DIAGNOSTYCZNYCH Z WYKORZYSTANIEM METODY DATTOLI

Paweł MIKOŁAJCZAK

Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych,  
Katedra Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, 10-719 Olsztyn ul. Oczapowskiego 11,  
tel.: 089-523-48-11, e-mail: pawel.mikolajczak@uwm.edu.pl

### Streszczenie

W przypadkach przetwarzania dużej ilości danych staje się ważny problem sprawnego i trafnego wyszukiwania informacji. W pracy przedstawiono wykorzystanie metody Dattoli w automatycznej klasyfikacji informacji. Określono funkcję podobieństwa pomiędzy wektorami symptomów diagnostycznych. Zaproponowano sposób oceny jakości klasyfikacji. Podano przykład klasyfikacji stanów niezdatności układu hydraulicznego kombajnu zbożowego.

Słowa kluczowe: klasyfikacja informacji, funkcja podobieństwa, macierz diagnostyczna.

### CLASSIFICATION OF SETS OF DIAGNOSTIC SYMPTOMS BY DATTOLA METHOD

### Summary

Efficient and accurate information selection is a major problem while processing huge number of data. The paper describes Dattola method of automatic information classification. The similarity function between vectors of diagnostic symptoms was determined. The method of quality evaluation of classification was proposed. The example of non-operational states classification of the hydraulic system of combine harvester was presented.

Keywords: information selection, similarity function, diagnostic matrix.

## 1. WPROWADZENIE

W różnych dziedzinach i dyscyplinach naukowych wyszukiwanie i klasyfikacja informacji prowadzi do określenia wartości informacji, a potem do odpowiedniej decyzji. W szczególności można określić wartość informacji ze względu na dane kryterium podejmowania decyzji jako najwyższą cenę, którą warto (w sensie danego kryterium) zapłacić za tę informację [1].

W diagnostycznych systemach ekspertowych (SE) bardzo często trzeba spośród dużej ilości informacji zapisanych w bazie wyszukać szybko te, które dotyczą rozpatrywanego zagadnienia. W aspekcie wyszukiwania najistotniejszymi rodzajami informacji podlegającymi klasyfikacji są:

- słowa (terminy, deskryptory);
- dokumenty stanowiące bazę systemu.

Klasyfikacja słów ma za zadanie grupowanie ich w klasy np.: synonimów, które umożliwiają bardziej precyzyjne porównywanie pytania użytkownika z obiektami opisanymi tymi słowami.

Klasyfikacja obiektów pozwala na zlokalizowanie procesu wyszukiwania do konkretnych podzbiorów, ogranicza to liczbę

zadawanych pytań, a tym samym przyspiesza identyfikację. Dlatego warto stosować metody dla wyszukiwania i klasyfikacji informacji.

W artykule rozpatrzono jedną z metod automatycznej klasyfikacji – metodę Dattoli, przedstawiając przykład jej zastosowania w analizie diagnostycznego modelu układu hydraulicznego kombajnu zbożowego.

## 2. FUNKCJE ZWIĄZKU MIĘDZY OBIEKTAMI KLASYFIKACJI

W wielu pracach z zakresu automatycznej klasyfikacji wprowadzane są różne funkcje określające związek pomiędzy porównywanymi obiektami, np. funkcja odległości, bliskości lub podobieństwa [2, 3, 4]. W niniejszym artykule przyjęto pojęcie funkcji podobieństwa  $P$ . Jeżeli  $P(a_1, a_2) > P(a_1, a_3)$ , oznacza to, że obiekt  $a_1$  jest bardziej podobny do obiektu  $a_2$  niż do obiektu  $a_3$ . Rozpatrywane obiekty  $a_i \in A (i = 1, 2, \dots, m)$  opisywane są wartościami  $n$  cech  $c_1, c_2, \dots, c_n$ , które mogą być jakościowe lub ilościowe. W ten sposób każdy obiekt  $a_i$  może być traktowany jako punkt

$n$ -wymiarowej przestrzeni cech  $a_i = (a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,n})$ , gdzie  $a_{i,j}$  – wartość  $j$ -tej cechy obiektu  $a_i$ .

W przypadku cech ilościowych  $a_{i,j}$  są liczbami rzeczywistymi, skończonymi, zaś dla cech jakościowych  $a_{i,j}$  można sprowadzić do przypadku cech ilościowych, wstawiając 1 na miejsce danej cechy gdy jest ona spełniona, w przeciwnym wypadku 0. Możliwe jest również wprowadzenie rang liczbowych dla cech jakościowych ze skończonego podzbioru zbioru liczb naturalnych.

Macierz w postaci:

$$M = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,j} & \dots & a_{1,n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{i,1} & a_{i,2} & \dots & a_{i,j} & \dots & a_{i,n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \dots & a_{m,j} & \dots & a_{m,n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

nazywa się typu *obiekt – cecha*.

Funkcja podobieństwa stosowana w metodzie Dattoli, przyjmuje postać:

$$P(a_i, O_{t,k}) = \sum_{j=1}^n (o_{k,j}^t \cdot a_{i,j}), \quad (2)$$

gdzie:  $O_{t,k}$  – profil  $k$ -tej klasy w  $t$ -tej iteracji,

$o_{k,j}^t$  - element profilu  $O_{t,k}$ .

$$O_{t,k} = \{ o_{k,j}^t \}, \quad (3)$$

$$o_{k,j}^t = \sum_{i=1}^n (a_{i,k}^t) - b_t, \quad (4)$$

$b_t$  - z góry dana wartość bazowa,

$a_{i,k}^t$  - wartość  $j$ -tej cechy obiektu  $a_i$  należącego do  $k$ -tej klasy ( $k=1,2,\dots,z$ ) w  $t$ -tej iteracji.

### 3. JAKOŚĆ KLASYFIKACJI

Sformułowanie kryterium oceny jakości metody klasyfikacji zależy od przyjętych parametrów. Takimi parametrami mogą być na przykład: liczba klas, spójność klas, stopień jednorodności obiektów we wewnątrz klasy, minimalizacja entropii zbioru, minimalizacja funkcji ryzyka [3]. W niniejszym artykule przyjęto następujący funkcjonal jako miarę jakości klasyfikacji:

$$\Psi = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^z m_k \rho_k, \quad (5)$$

gdzie:

$m$  – liczba wszystkich obiektów,

$m_k$  – liczba obiektów  $k$ -tej klasie,

$\rho_k$  – średnia odległość obiektów  $k$ -tej klasie do środka klasy,

$z$  – liczba klas.

Zakładając z góry optymalną wartość  $\Psi_0$  funkcjonalu  $\Psi$ , jakość klasyfikacji uznaje się za tym wyższą, im wartość funkcjonalu  $\Psi$  jest bliższa wartości  $\Psi_0$ .

### 4. METODA DATTOLI

Metoda Dattoli opiera się na istnieniu centrów danych klas, zwanych też centroidami [2]. Początkowo mogą one być zdefiniowane przez projektanta. Następnie dla każdego wektora, którego elementami są rozpatrywane obiekty obliczana jest funkcja podobieństwa tego wektora do centroida każdej klasy. Wektor ten dołączany jest do klasy, dla której wartość funkcji podobieństwa okazała się wyższa od przejętej wartości progowej. Kolejnym krokiem, po dołączeniu wektora, jest znalezienie nowych centroidów każdej klasy i wartości funkcji podobieństwa do nich dla każdego przechowywanego w systemie profilu użytkownika. Wszystkie wektory zostają przypisane do odpowiednich centroidów. Cały proces powtarzany jest tak długo, aż wszystkie wektory przy kolejnym dołączeniu pozostaną w tej samej klasie, w której znajdowały się poprzednio.

W dalszej części artykułu w miejsce pojęcia **obiektu** używa się termin **stan niezdatności**, zaś dla **cechy** odpowiednikiem jest **symptom diagnostyczny**.

*Algorytm klasyfikacji Dattoli.*

1. Zakłada się, że zbiór stanów  $a_i$  podzielony jest na  $z$  klas początkowych:  $K_{1,1}, K_{1,2}, \dots, K_{1,z}$  [2].
2. Dla każdej z tych klas zostaje wyznaczony jej profil:  $O_{1,1}, O_{1,2}, \dots, O_{1,z}$ , zgodnie ze wzorami (3 i 4).
3. Obliczenie wartości funkcji podobieństwa  $P(a_i, O_{t,k})$  na podstawie wzoru (2).
4. Przyjęcie wartości progowej  $T$ , która podzieli stany na nowe klasy  $K_{2,1}, K_{2,2}, \dots, K_{2,z}$ , ze względu na wyznaczone wartości  $P(a_i, O_{t,k})$ .
5. Utworzenie kolejnego przybliżenia klasyfikacji. Niech w wyniku  $(t-1)$ -szej iteracji otrzymane będą klasy  $K_{t-1,1}, K_{t-1,2}, \dots, K_{t-1,z}$  o profilach  $O_{t-1,1}, O_{t-1,2}, \dots, O_{t-1,z}$ . Nowe klasy  $K_{t,k}$  tworzy się w następujący sposób:

$$K_{t,k} = \{ a_i : P(a_i, O_{t-1,k}) \geq T \}; k = 1, 2, \dots, z. \quad (6)$$

Wszystkie obiekty, które nie znalazły się w żadnej z klas  $K_{t,k}$  tworzą zbiór  $L_t$  stanów izolowanych.

6. Cała procedura kończy się w przypadku, gdy dla pewnego  $t$  i wszystkich  $k=1,2,\dots,z$  otrzymuje się te same klasy.
7. Po zakończeniu klasyfikacji obiekty ze stanu  $L_t$  są traktowane jako odrębna klasa lub są pojedynczo przypisywane do tych klas, do których są najbardziej podobne.

## 5. PRZYKŁAD KLASYFIKACJI METODĄ DATTOLI

Do przykładu wykorzystano fragment binarnej macierzy diagnostycznej układu hydraulicznego kombajnu zbożowego Z058 [6]. Zrezygnowano w artykule z rozpatrzenia całości macierzy o wymiarach 74 x 61, ze względu na trudności edytorskie przedstawienia takiego przykładu w artykule kilkustronicowym. W tabeli 1 podano zestawienie rozpatrywanych stanów niezdatności, zaś w tabeli 2 zestawienie symptomów diagnostycznych.

W przedstawionym przykładzie w porównaniu z algorytmem opisanym w rozdziale 4 wprowadzono następujące zmiany:

- zamiast stałego progu  $T$  zastosowano próg  $T_i$  zmniejszany w każdej iteracji o 1,
- zwiększano wartość  $b_i$  o 1 w każdej iteracji, zaczynając od  $b_1=0$ .

Zastosowane zmiany mają na celu przyspieszenie zakończenia procedury klasyfikacji (zwiększenie dynamiki przepływu stanów między klasami) [2].

Tab. 1. Zestawienie stanów niezdatności

Nr	Nazwa stanu $a_i$
1	Rozdzielacz 3-sekcyjny-przeciek wewnętrzny.
2	Rozdzielacz 3-sekcyjny-wyciek zewnętrzny.
3	Rozdzielacz 3-sekcyjny-zablokowanie sekcji rozdzielacza.
4	Siłownik-deformacja tłoczyska.
5	Siłownik-przeciek wewnętrzny.
6	Siłownik-wyciek zewnętrzny.
7	Siłownik-zatarcie.
8	Dławik -nadmierny luz dławika w gnieździe.
9	Dławik-brak dławika w danym obwodzie.
10	Dławik-zanieczyszczenie.

Tab. 2. Zestawienie symptomów diagnostycznych

Nr	Nazwa symptomu $c_i$
1	Działają tylko siłowniki podnoszenia zespołu żniwnego; nagarniacza i siłownik skrzętu kół tylnych.
2	Nie można utrzymać stałej prędkości kombajnu
3	Siłownik układu prędkości jazdy nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
4	Siłownik układu prędkości jazdy daje się przesterować na niepełny skok
5	Siłownik układu prędkości jazdy działa tylko w jedną stronę
6	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu prędkości jazdy.
7	Ślady wycieku oleju na siłowniku prędkości jazdy.
8	Brak poprawnego funkcjonowania mechanizmu skrzętu kół (opory, blokowanie).
9	Siłownik układu skrzętu kół nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.

10	Siłownik układu skrzętu kół daje się przesterować na niepełny skok
11	Ślady wycieku oleju na siłowniku skrzętu kół.
12	Nie można utrzymać stałej prędkości obrotowej nagarniacza.
13	Siłownik układu wysuwania nagarniacza nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
14	Siłownik układu wysuwania nagarniacza daje się przesterować na niepełny skok.
15	Siłownik układu wysuwania nagarniacza działa tylko w jedną stronę
16	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu wysuwania nagarniacza.
17	Ślady wycieku oleju na siłowniku układu wysuwania nagarniacza.
18	Siłownik układu podnoszenia nagarniacza nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
19	Siłownik układu podnoszenia nagarniacza daje się przesterować na niepełny skok.
20	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu podnoszenia nagarniacza.
21	Siłownik układu podnoszenia zespołu żniwnego nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
22	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu podnoszenia zespołu żniwnego.
23	Ślady wycieku oleju na siłowniku układu podnoszenia zespołu żniwnego.
24	Podnoszenie zespołu żniwnego odbywa się ze zwolnioną prędkością.
25	W momencie nagłego zatrzymania opuszczanego zespołu żniwnego występują wstrząsy kombajnu.
26	Siłownik układu przenośnika pochyłego nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
27	Siłownik układu przenośnika pochyłego daje się przesterować na niepełny skok.
28	Siłownik układu przenośnika pochyłego działa w jedną stronę.
29	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu przenośnika pochyłego.
30	Ślady wycieku oleju na siłowniku układu przenośnika pochyłego.
31	Dźwignia sekcji rozdzielacza 3-sekcyjnego nie powraca samoczynnie do położenia neutralnego.
32	Siłownik układu rozładunku ziarna nie daje się przesterować, podczas gdy siłowniki innych układów działają prawidłowo.
33	Siłownik układu rozładunku ziarna daje się przesterować na niepełny skok.
34	Zbyt krótki lub długi czas wykonywania ruchów roboczych przez siłownik układu rozładunku ziarna.
35	Ślady wycieku oleju na siłowniku układu rozładunku ziarna.

Tabela 3 zawiera diagnostyczny model macierzowy analizowanych stanów niezdatności układu hydraulicznego.

Tab. 3. Macierz diagnostyczna

	Stany niezdatności									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1								
2	1	1	1		1	1				
3	1	1	1		1	1	1			
4				1	1	1				
5	1				1					
6	1					1	1	1		1
7				1		1				
8				1	1	1				
9				1	1	1				
10				1	1	1				
11				1		1				
12	1	1	1			1				
13	1		1		1	1				
14				1	1	1				
15	1				1					
16	1	1			1			1	1	1
17				1		1				
18						1				1
19						1	1			
20								1		1
21				1		1				
22										1
23				1		1				
24						1				1
25										1
26				1	1	1	1			
27				1	1	1				
28	1				1					
29	1	1								1
30				1		1				
31			1							
32	1		1	1	1	1				
33				1	1	1				
34	1	1							1	1
35				1		1				

Przebieg klasyfikacji stanów:

*Krok 1.* Arbitralny podział zbioru  $A=\{a_1, a_2, \dots, a_{10}\}$  na dwie klasy:  $K_{1,1}=\{a_1, \dots, a_5\}$  oraz  $K_{1,2}=\{a_6, \dots, a_{10}\}$ .

*Krok 2.* Przyjmując  $b_1=0$  obliczono profile  $O_{1,2}$  i  $O_{1,2}$  klas  $K_{1,1}$  i  $K_{1,2}$ , zgodnie ze wzorami (3 i 4).

$O_{1,2}=(2, 4, 4, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 2, 1, 3, 3, 2, 2, 3, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 3, 2, 2, 2, 1, 1, 4, 2, 2, 1)$ ;

$O_{1,2}=(0, 1, 2, 1, 0, 4, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 3, 1, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 2, 1)$ .

Następnie, na podstawie definicji (2) obliczono wartości funkcji podobieństwa dla poszczególnych stanów niezdatności i profili (tabela 4).

Tab. 4. Współczynniki podobieństwa stanów i profili (dla kroku 2)

$i$	$P(a_i, O_{1,1})$	$P(a_i, O_{1,2})$
1	34	16
2	20	10
3	22	7
4	28	16
5	41	16
6	43	31
7	5	8
8	4	9
9	5	5
10	8	18

Przyjmując  $T_{i=1}=10$  (dobór wartości  $T_{i=1}$  jest dowolny, jednak powinien w rozsądny sposób dzielić stany ze względu na obliczone wartości funkcji podobieństwa) oraz stosując warunek (6) otrzymano dwie klasy stanów niezdatności:  $K_{2,1}=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$  i  $K_{2,2}=\{a_7, a_8, a_9, a_{10}\}$ .

Pozostałe stany należą do zbioru izolowanego  $L_{1,2}=\{a_7, a_8, a_9\}$ .

*Krok 3.* Przyjmując  $b=1$  obliczono profile dla nowych klas:

$O_{2,1}=(1, 4, 4, 2, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 1, 3, 3, 2, 1, 2, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 3, 2, 1, 1, 1, 0, 4, 2, 1, 1)$ ;

$O_{2,2}=(1, 3, 3, 2, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1, 3, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 2, 1, 2, 1, 0, 3, 2, 2, 1)$ .

Wartości funkcji podobieństwa dla drugiej iteracji podano w tabeli 5.

Tab. 5. Współczynniki podobieństwa stanów i profili (dla kroku 3)

$i$	$P(a_i, O_{2,1})$	$P(a_i, O_{2,2})$
1	27	26
2	16	16
3	21	15
4	28	26
5	37	33
6	43	40
7	5	5
8	3	5
9	3	5
10	5	11

Przyjmując  $T_{t=2}=9$  otrzymano następujące klasy stanów niezdatności:

$$K_{3,1}=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\},$$

$$K_{3,2}=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_{10}\}$$

oraz zbiór izolowany  $L_{t3}=\{a_7, a_8, a_9\}$

*Krok 4.* Po dwóch iteracjach można wyróżnić już dwie charakterystyczne klasy:  $K^*_1=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$  oraz klasę utworzą ze zbioru stanów izolowanych  $K^*_2=\{a_7, a_8, a_9\}$ . Pozostaje problem z przydziałem stanu  $a_{10}$ . Przyjmując  $b_3=2$  i realizując trzecią iterację otrzymano wartości funkcji podobieństwa przedstawione w tabeli 6.

Tab. 6. Współczynniki podobieństwa stanów i profili (dla kroku 4)

$i$	$P(a_i, O_{2,1})$	$P(a_i, O_{2,2})$
1	14	18
2	9	12
3	15	15
4	12	12
5	21	22
6	22	22
7	3	3
8	1	2
9	1	3
10	1	3

Zgodnie z przyjętym założeniem zmiany wartości  $T$  w każdej iteracji (tym razem na  $T_{t=3}=8$ ) otrzymuje się dwie równoważne klasy  $K_{4,1}=K_{4,2}=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$  oraz klasę  $L_{t4}=\{a_7, a_8, a_9\}$ . Kolejne iteracje dają ten sam wynik wobec tego, zgodnie z punktem 6 algorytmu, procedurę klasyfikacji należy więc uznać za zakończoną.

Ocenę jakości klasyfikacji dokonano za pomocą funkcjonu opisanego wzorem (5). Dla rozpatrywanego przykładu dane wynoszą:

$$z = 2,$$

$$m = 10, m_1 = 6, m_2 = 4,$$

$$\rho_1 = 3,83, \rho_2 = 0,25 \text{ obliczone na podstawie wzoru:}$$

$$\rho_k = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^{m_k} |P_{i,k} - Me_k|, \text{ gdzie: } P_{i,k} \text{ - wartości}$$

funkcji podobieństwa  $i$ -tych stanów w  $k$ -tej klasie,  $Me_k$  – wartość mediany w  $k$ -tej klasie, wobec tego:

$$\Psi = \frac{1}{10} (6 \cdot 3,83 + 4 \cdot 0,25) = 2,4.$$

Przyjmując wartość  $\Psi_0=3$ , która dodana do największej wartości  $P_{i,2}$  i odjęta od najmniejszej wartości  $P_{i,1}$  nie powoduje połączenia się zbiorów wartości funkcji podobieństwa rozpatrywanych dwóch klas stanów, jakość klasyfikacji należy uznać za zadawalającą.

## 6. WNIOSKI

1. Przedstawiona metoda automatycznej klasyfikacji Dattoli okazała się przydatna do sklasyfikowania stanów niezdatności zawartych w macierzowym modelu diagnostycznym.
2. Wykorzystanie metody automatycznej klasyfikacji ma sens tylko w przypadkach przetwarzania dużej ilości informacji np.: przy budowaniu algorytmu wnioskowania w diagnostycznych systemach ekspertowych, na podstawie złożonych modeli diagnostycznych.
3. Uporządkowanie w grupy podobnych stanów niezdatności ze względu na ich symptomy może posłużyć do zoptymalizowania zadawanych pytań w systemie ekspertowym. Przyczynia się to do skrócenia czasu identyfikacji tych stanów.
4. Potwierdzeniem zadawalającej jakości klasyfikacji, wyznaczonej w oparciu o funkcjonal  $\Psi$ , może być analiza merytoryczna macierzy diagnostycznej przedstawionej w tabeli 3. Widać z niej, że bardzo podobne są symptomy diagnostyczne dla niezdatności od  $a_1$  do  $a_6$  oraz dla grupy od  $a_7$  do  $a_8$ . Największą trudność stanowiło sklasyfikowanie stanu  $a_{10}$ , którego symptomy częściowo występują zarówno w pierwszej jak i drugiej grupie stanów.
5. Pewnym utrudnieniem w opisanej metodzie klasyfikacji jest przyjęcie odpowiedniej wartości  $T$ . Wymaga to doświadczenia projektanta procedury klasyfikacji.
6. Z uwagi na zauważalny wpływ początkowego podziału zbioru stanów niezdatności na ostateczną ich klasyfikację dobrze jest zrezygnować z losowego podziału początkowego na rzecz dowolnej szybkiej metody klasyfikacji np. analizy merytorycznej.
7. Wprowadzenie zmiennego progu  $T_t$  w każdej iteracji przyspiesza przepływ obiektów między klasami. Dla przedstawionego przykładu zastosowanie stałego  $T$  powoduje, że uzyskanie tych samych, dwóch klas symptomów było możliwe dopiero po pięciu krokach iteracyjnych, a nie po trzech.

## LITERATURA

- [1] Partyka M. A., *Logika systemów projektowania na przykładzie CAD układów maszynowych*, St. i Monogr. Nr 105, Politechnika Opolska, Opole 1999.
- [2] Dąbrowski M., Laus-Mączyńska K. *Metody wyszukiwania i klasyfikacji informacji*. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1978.
- [3] Paliouras G., Papatheodorou C., Karkaletsis V., Spyropoulos CD. *Clustering the Users of Large Web Sites into Communities*. In Proceedings Intern. Conf. on Machine Learning (ICML), Stanford, California 2000.
- [4] Datola R. T. *Experiment with Fast Algorithm for Automativ Classification*. Report No. ISR-16, Section XIII, 1969.
- [5] Dąbkowski M.: *Modele systemów wyszukiwania informacji*. Prace Instytutu Organizacji i Kierowania PAN. z. 16, seria B, Warszawa 1975.
- [6] Rychlik A.: *Wykorzystanie hybrydowego systemu ekspertowego w diagnostyce wybranych maszyn samojezdnych*. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Płock 2005.

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego,  
zamawianego nr PBZ-KBN-105/T10/2003,  
finansowanego ze środków Ministra Nauki  
i Informatyzacji.*

Dr inż. **Paweł MIKOŁAJCZAK** pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn Wydziału Nauk Technicznych UWM w Olsztynie. Od wielu lat zajmuje się diagnostyką wibroakustyczną, systemami informatycznymi w utrzymaniu maszyn jest autorem wielu artykułów i ekspertyz z tego zakresu. Członek PTDT, redaktor „Diagnostyki”.

