

mgr inż. Agnieszka Tiszbierek  
 Politechnika Opolska  
 E-mail: a.tiszbierek@po.opole.pl

## Przykład zastosowania komputerowego wspomagania procesu wyznaczania optymalnych logicznych wielowartościowych drzew decyzyjnych na rzeczywistym przykładzie z zastosowaniem zmiennej zastępczej

Pompa wirowo-śmigłowa, ze względu na złożoną interakcyjność swoich parametrów, jest obiektem złożonym w kwestii obliczeniowej. We wcześniejszych publikacjach dowiedziono, że parametry  $\varphi$  i  $n$  są ze sobą związane i nie należy ich rozdzielać oraz że pozostałe parametry także oddziałują między sobą tworząc drugą interakcyjną grupę:  $Q, H, N$ . Niestety ze względu na graniczną ilość poprawnych próbek zależność ta jest mało zauważalna. Dlatego dokonano próby pozyskania większej ilości próbek poprzez liniową interpolację sąsiednich wartości danych pomiarowych tak, by otrzymać wartości pomiarowe dla  $\varphi = 21^\circ$  i  $n = 1400$  [1]. Innym rozwiązaniem może być utworzenie zmiennej zastępczej  $Z$ , w skład której wchodzi parametry  $\varphi$  i  $n$ . W poniższym opracowaniu połączono oba pomysły, by sprawdzić zależności pomiędzy parametrami  $Q, H, N$  oraz zaprezentować rzeczywisty przykład obliczeniowy procesu wyznaczania optymalnych układów parametrów lub ich rangi ważności z zastosowaniem zmiennej zastępczej. Przykład wyliczony został za pomocą opracowanego programu komputerowego. Podstawą wspomnianego programu jest równanie matematyczne algorytmu Quine'a–McCluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych [2], odpowiednio zmodyfikowane dla wspomnianej funkcjonalności.

Tab. 1. Wartości  
 poszczególnych parametrów

$x_1(\mu)$	$x_2(n)$	$x_3(Q)$	$x_4(H)$	$x_5(N)$
0	0	0	0	0
0	1	2	3	2
0	2	2	4	3
0	3	2	4	3
1	0	1	0	0
1	1	2	2	2
1	2	3	3	3
1	3	4	5	5
2	1	3	1	2
2	2	4	2	3
2	3	4	3	4
2	0	2	0	1
3	0	2	0	1
3	1	4	4	4
3	2	4	2	3

### Przykład

Obliczono optymalne układy iloczynów logicznych dla pięciu zmiennych  $\varphi(x_1)$ ,  $n(x_2)$ ,  $Q(x_3)$ ,  $H(x_4)$ ,  $N(x_5)$ . Dwa pierwsze parametry są cztero-, dwa ostatnie sześć-, a parametr  $Q$  pięciowartościowy. Następnie połączono w zmienną zastępczą  $z_1$  parametry  $x_1$  i  $x_2$ , w wyniku czego powstały cztery parametry:  $x_3$  (pięcio-),  $x_4, x_5$  (oba sześć-) oraz  $z_1$  (piętnastowartościowy). Wyniki pokazały, że zmienna zastępcza  $z_1$  znajduje się na szczycie wielowartościowego drzewa logicznego. Nie jest prawdą, że parametry wchodzące w jej skład mają najniższą rangę ważności, jednak jest to efekt nowej wartościowości zmiennej uzyskanej poprzez łączenie parametrów.

Jednak w tym momencie badań interesuje nas pozycja pozostałych parametrów sugerująca ich rangę ważności. Uzyskane wyniki były następujące:

Etap I:

$$x_3 : 15 - 0 \cdot 5 + 0 + 15 = 30$$

$$x_4 : 15 - 0 \cdot 6 + 0 + 15 = 30$$

$$x_5 : 15 - 0 \cdot 6 + 0 + 15 = 30$$

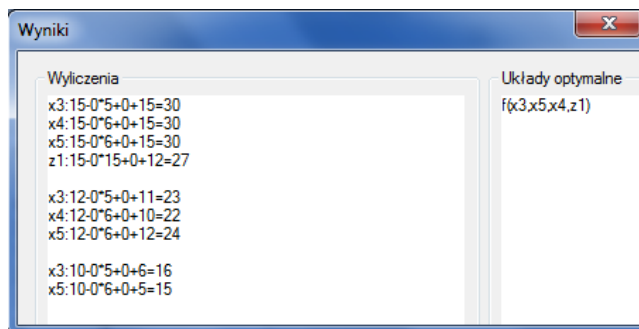
$$z_1 : 15 - 0 \cdot 15 + 0 + 12 = 27$$

Etap II (po  $z_1$ ):

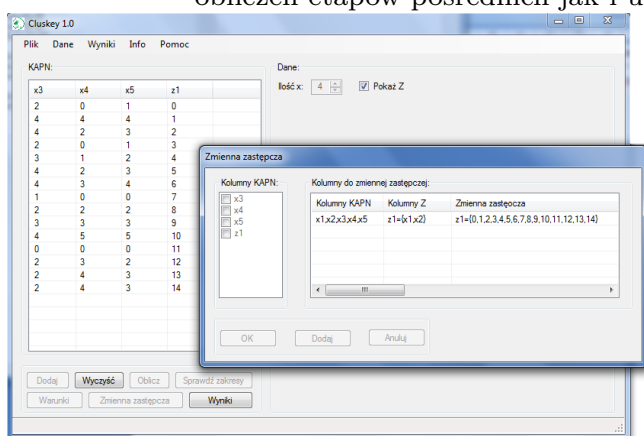
$$x_3 : 12 - 0 \cdot 5 + 0 + 11 = 23$$

$$x_4 : 12 - 0 \cdot 6 + 0 + 10 = 22$$

$$x_5 : 12 - 0 \cdot 6 + 0 + 12 = 24$$



Rys. 1. Okno programu z prezentacją wyników, zarówno obliczeń etapów pośrednich jak i układów optymalnych



Rys. 2. Podstawowe okno programu z prezentacją nowej zmiennej —  $z_1$

Etap III (po  $x_4$ ):

$$x_3 : 10 - 0 \cdot 5 + 0 + 6 = 16$$

$$x_5 : 10 - 0 \cdot 6 + 0 + 5 = 15$$

Układy optymalne:

$$f(x_3, x_5, x_4, z_1)$$

Analiza etapu II i III oraz optymalnych układów pod kątem parametrów  $Q, H, N$  wykazała, że ranga ważności tych parametrów jest zbliżona do siebie (w etapie III wyliczenia dla każdej ze zmiennych różną się od pozostałych o wartość 1) oraz że najwyższą posiada parametr  $x_3$ , a najniższą  $x_4$  (czyli  $Q - x_3$  oraz  $H - x_4$ ). Opisanie badania i przeanalizowany proces obliczeniowy miał pokazać nowe możliwości opracowanego programu, takie jak nowa funkcjonalność — zmienna zastępcza oraz ich zastosowanie w rozpatrywaniu przykładów rzeczywistych, co udało się osiągnąć.

Zamknięcie jednej z grup parametrów zależnych w zmienną zastępczą pozwoliło skupić się na drugiej grupie i ustalić poszczególne rangi ważności dla każdego z parametrów chodzących w jej skład, bez rozdzielania zmiennych czy też rozbijania procesu na dwie grupy (co jest zabiegiem niebezpiecznym mogącym zakłamać otrzymane wyniki).

Pozytywne efekty zastosowania nowej funkcjonalności opracowanego programu w badaniu rzeczywistego przykładu pokazują wartość tego pomysłu. Należy też wspomnieć o częstej potrzebie wykorzystywania tej funkcji w badaniu rzeczywistych, skomplikowanych układów automatyki i sterowania, posiadających zależne od siebie (z racji konstrukcji urządzenia lub praw fizyki) parametry. Dlatego warto korzystać z zaprezentowanego programu komputerowego, by za jego pomocą zautomatyzować skomplikowane procesy obliczeniowe.

### Literatura

- [1] M. A. Partyka, R. Łuszczyna, M. Sojka. *Zarządzanie projektami na przykładzie optymalizacji pompy wirowej śmigłowej w ruchu turbinowym z uwzględnieniem interpolacji danych pomiarowych*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją PTZP, Opole 2009.
- [2] M. A. Partyka, A. Tiszbierek. *Zastosowanie logicznych algorytmów minimalizacyjnych do komputerowego wspomaganie wyznaczania rangi ważności parametrów w układach automatyki i sterowania*. Napędy i Sterowanie 9/2015, 132–139.