

prof. dr hab. Marian A. Partyka, mgr inż. Agnieszka Tiszbierek
 Politechnika Opolska
 E-mail: a.tiszbierek@po.opole.pl

Znaczenie wielowartościowości kodowania podczas ustalania rangi ważności zmiennych decyzyjnych na przykładzie wybranego elementu automatyki i sterowania

Zapoznanie się z układem parametrów wpływających na pracę pompy zębatej z podcię-
 tym zębem pozwala zauważyć, że istniejące parametry można podzielić na dwie grupy, które
 następnie mogą stać się zmiennymi zastępczymi. Dane wykorzystywane w dalszych bada-
 niach są danymi rzeczywistymi pobranymi w czasie realnych badań [1,2]. Dla potrzeb analizy,
 wykonanej za pomocą metody drzew logicznych, dane zostały odpowiednio zakodowane, aby
 otrzymać grupy reprezentujące logiczne zmienne decyzyjne. Powstały dwa sposoby kodowa-
 nia zmiennej M . W kolejnym kroku należało zakodować nowo powstałe zmienne zastępcze Z_1
 i Z_2 , a następnie rozrysować dla każdego możliwego układu parametrów odpowiednie drzewo
 logiczne. Oczywiście należy pamiętać, że badany układ można rozpatrywać z pozycji trzech
 sprawności (całkowitej, hydrauliczno-mechanicznej i objętościowej). Dlatego wszystkie ba-
 dania i analizy były wykonywane dla trzech odrębnych grup danych z uwzględnieniem takich
 sprawności. Sposób zakodowania zmiennych zastępczych został przedstawiony w tabeli 1.

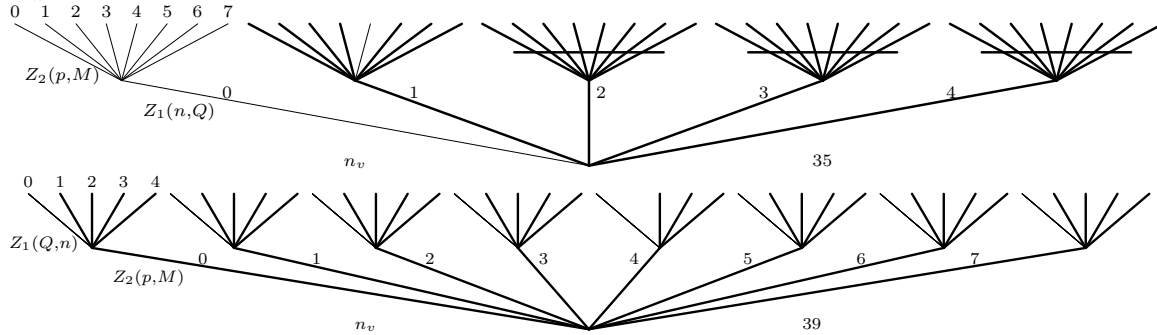
Tab. 1. Kodowanie zmiennych zastępczych (dla wszystkich układów parametrów)

Pierwsze kodowanie dla parametru M ośmiowartościowego			Drugie kodowanie dla parametru M czterowartościowego																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>n</td><td>Q_{rz}</td><td>Z_1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	n	Q_{rz}	Z_1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Q_{rz}</td><td>n</td><td>Z_1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	Q_{rz}	n	Z_1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>n</td><td>Q_{rz}</td><td>Z_1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	n	Q_{rz}	Z_1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Q_{rz}</td><td>n</td><td>Z_1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	Q_{rz}	n	Z_1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4																																				
n	Q_{rz}	Z_1																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
Q_{rz}	n	Z_1																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
n	Q_{rz}	Z_1																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
Q_{rz}	n	Z_1																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
Zmienna Z_1 parametry: $n; Q_{rz}$	Zmienna Z_1 parametry: $Q_{rz}; n$	Zmienna Z_1 parametry: $Q_{rz}; n$	Zmienna Z_1 parametry: $n; Q_{rz}$																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>p_t</td><td>M</td><td>Z_2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr> </table>	p_t	M	Z_2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>M</td><td>p_t</td><td>Z_2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr> </table>	M	p_t	Z_2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>p_t</td><td>M</td><td>Z_2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>3</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>7</td></tr> </table>	p_t	M	Z_2	0	0	0	1	0	1	2	1	2	3	2	3	4	2	4	5	3	5	6	3	6	7	3	7	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>M</td><td>p_t</td><td>Z_2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>7</td><td>7</td></tr> </table>	M	p_t	Z_2	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	2	4	4	3	5	5	3	6	6	3	7	7
p_t	M	Z_2																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
5	5	5																																																																																																													
6	6	6																																																																																																													
7	7	7																																																																																																													
M	p_t	Z_2																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	1	1																																																																																																													
2	2	2																																																																																																													
3	3	3																																																																																																													
4	4	4																																																																																																													
5	5	5																																																																																																													
6	6	6																																																																																																													
7	7	7																																																																																																													
p_t	M	Z_2																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
1	0	1																																																																																																													
2	1	2																																																																																																													
3	2	3																																																																																																													
4	2	4																																																																																																													
5	3	5																																																																																																													
6	3	6																																																																																																													
7	3	7																																																																																																													
M	p_t	Z_2																																																																																																													
0	0	0																																																																																																													
0	1	1																																																																																																													
1	2	2																																																																																																													
2	3	3																																																																																																													
2	4	4																																																																																																													
3	5	5																																																																																																													
3	6	6																																																																																																													
3	7	7																																																																																																													
Zmienna Z_2 parametry: $p_t; M$	Zmienna Z_2 parametry: $M; p_t$	Zmienna Z_2 parametry: $p_t; M$	Zmienna Z_2 parametry: $M; p_t$																																																																																																												

Następnie należało rozrysować drzewa logiczne reprezentujące każdy możliwy układ pa-
 rametrów (również z możliwością zamiany kolejności ułożenia parametrów w zmiennej za-
 stępczej), czyli razem osiem drzew wymieniając parametry od dolnego piętra drzewa:

$$\begin{array}{l}
 * Z_1(Q_{rz}; n), Z_2(M; p_t), \\
 * Z_2(M; p_t), Z_1(Q_{rz}; n), \\
 * Z_1(Q_{rz}; n), Z_2(p_t; M), \\
 * Z_2(M; p_t), Z_1(n; Q_{rz}),
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 * Z_1(n; Q_{rz}), Z_2(M; p_t), \\
 * Z_2(p_t; M), Z_1(Q_{rz}; n), \\
 * Z_1(n; Q_{rz}), Z_2(p_t; M), \\
 * Z_2(p_t; M), Z_1(n; Q_{rz}).
 \end{array}
 \right.$$

Potem należało obliczyć liczbę gałęzi prawdziwych i na podstawie minimalnej liczby gałęzi określić, które z powstałych drzew logicznych są drzewami przedstawiającymi optymalny układ parametrów.



Rys. 1. Przykłady drzew logicznych rozrysowanych w celu ustalenia rangi ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych, z zastosowaniem zmiennych zastępczych dla przykładowej sprawności n_v (wszystkich powstałych drzew było po osiem dla każdej z trzech grup określających daną sprawność — 24, rozrysowanych podwójnie dla każdego z kodowania zmiennej M — 48; wg tabeli 1).

Analizując zestawienie dokonanych obliczeń należy zauważyć, że dla każdej z badanych sprawności najbardziej korzystnym układem okazał się piętrowy układ parametrów $Z_1 Z_2$. Dodatkowo warto zauważyć, że układ parametrów wewnątrz zmiennych zastępczych nie wpływał na optymalność układu. Zatem można było dokonać dodatkowej redukcji układów z ośmiu do dwóch dla każdej grupy. Dla wyżej wymienionych dwóch sposobów kodowania zmiennej M otrzymano identyczne wyniki końcowe. Zatem można stwierdzić, że parametry z największą rangą ważności (niezależnie od sposobu kodowania) zawsze w optymalnych drzewach logicznych będą ulokowane na dolnych piętrach.

Tab. 2. Wyniki obliczeń liczby gałęzi prawdziwych drzew logicznych dla wszystkich możliwych układów parametrów (dla przykładowego kodowania parametru M).

Układ parametrów				Rodzaj sprawności		
Z_1		Z_2		n_v	n_{hm}	n_c
Q_{rz}	n	M	p_t	35	13	10
Q_{rz}	n	p_t	M	35	13	10
n	Q_{rz}	M	p_t	35	13	10
N	Q_{rz}	p_t	M	35	13	10
Z_2		Z_1				
M	p_t	Q_{rz}	N	39	16	12
M	p_t	N	Q_{rz}	39	16	12
p_t	M	Q_{rz}	N	39	16	12
p_t	M	N	Q_{rz}	39	16	12

Zabieg wprowadzenia zmiennych zastępczych pozwolił na redukcję liczby badanych drzew oraz liczby ich gałęzi, co znacznie skróciło czas wykonywania obliczeń przy zagwarantowaniu otrzymania prawdziwych wyników. Dodatkowo pozwolił uwzględnić brak rozdzielenia zmiennych interakcyjnych, które zawsze powinny występować szeregowo po sobie. Dlatego należy rozważyć stosowanie zmiennych zastępczych w badaniach optymalizacji układów automatyki i sterowania, przy wyznaczaniu rangi ważności poszczególnych parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych.

Literatura

- [1] M. A. Partyka, A. Deptuła, *Discrete optimization of a gear pump after tooth undercutting by means of complex multi-valued logic trees*, XVI Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, Zakopane 2013, Pol. Towarz. Zarz. Prod. PTZP, Opole 2013.
- [2] M. A. Partyka, A. Deptuła, P. Osiński, *Discrete optimization of a gear pump after tooth root undercutting by means of multi-valued logic trees*, Archives of Civil and Mechanical Engineering 13 (2013), 422–431.