

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

## Dodatkowa selekcja jakościowa układów realizowalnych w komputerowym procesie ustalania rangi ważności parametrów z uwzględnieniem interakcji

Badany przykład (jakim był zestaw objawów choroby tarczycy) wykazał, że proces optymalizacji układów z parametrami o zbliżonej randze ważności wymaga opracowania dodatkowej selekcji układów korzystnych poprzez wyznaczenie liczby gałęzi prawdziwych dla każdego z nich [1].

Opracowany nowy moduł programu komputerowego [2] (którego podstawą jest równanie matematyczne algorytmu Quine’a–McCluskeya minimalizacji indywidualnych cząstkowych wielowartościowych funkcji logicznych), wspomagający proces wyznaczania rangi ważności dodatkową selekcją, pozwala zredukować liczbę układów korzystnych nawet z kilkudziesięciu do kilku, wybierając w ten sposób układy rzeczywiście optymalne.

Opracowanie ma zaprezentować proces obliczeniowy, z użyciem nowego modułu programu komputerowego, przeprowadzony dla układu zmiennych ze zbliżoną rangą ważności. Dodatkowo ze względu na interakcję parametrów ze sobą, na badany przykład narzucono odpowiednie warunki występowania parametrów zależnych.

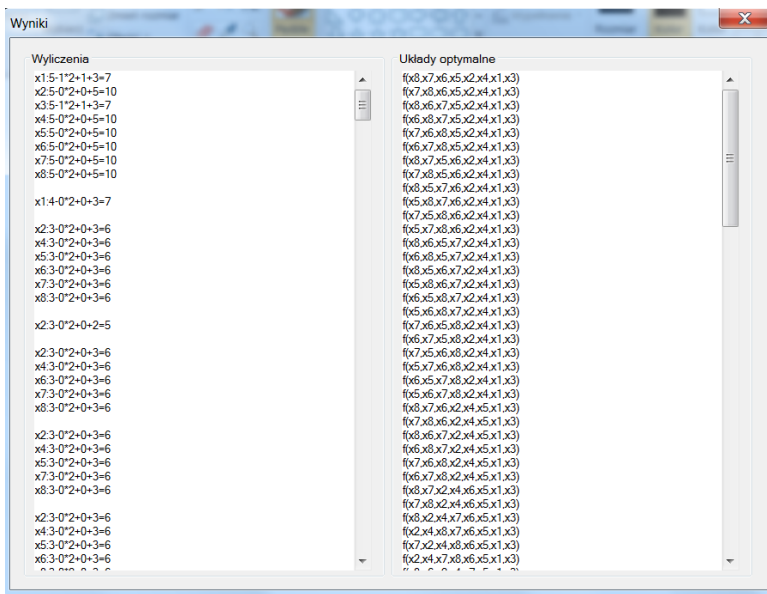
### Przykład

Obliczono optymalne układy iloczynów logicznych dla ośmiu zmiennych  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$  (gdzie wszystkie zmienne są dwuwartościowe), zapisanych numerycznie: 01001001; 00011001; 01010110; 11010110; 01110110 [3]. Ze względu na istniejące zależności między parametrami, na badany układ narzucono odpowiednie warunki:  $x_1x_3$  oraz  $x_2x_4$ . Po wykonaniu obliczeń etapowych otrzymano 146 układów korzystnych. Po uruchomieniu modułu zliczającego gałęzie prawdziwe otrzymano cztery grupy po 21, 22, 23 i 24 gałęzie. Ostatecznie wyselekcjonowano 12 układów optymalnych posiadających najmniejszą liczbę gałęzi prawdziwych.

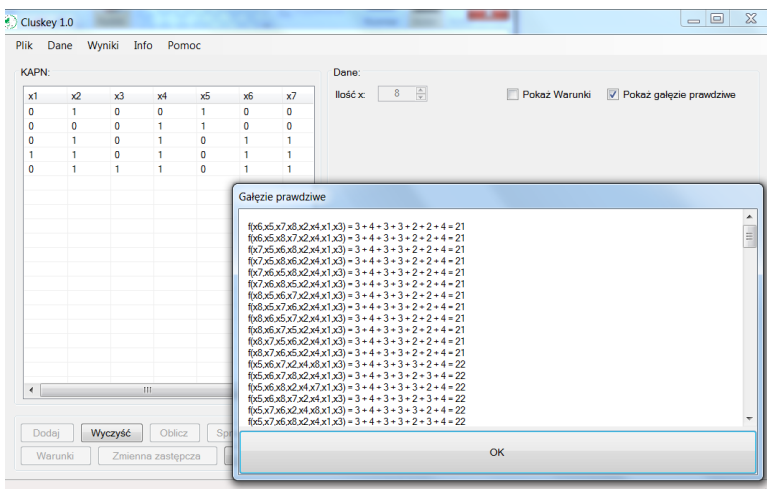
(Aby zmniejszyć szerokość tabelki, oznaczamy  $g(i, j, k, l, m, n, p, q) := f(x_i, x_j, x_k, x_l, x_m, x_n, x_p, x_q)$ )

Liczba gałęzi prawdziwych			
21	22	23	24
Liczba układów: 12	Liczba układów: 36	Liczba układów: 24	Liczba układów: 72
$g(6, 5, 7, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 6, 7, 2, 4, 8, 1, 3)$	$g(5, 6, 2, 4, 7, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 6, 7, 8, 1, 3)$
$g(6, 5, 8, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 6, 7, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 6, 2, 4, 8, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 6, 7, 8, 1, 3)$
$g(7, 5, 6, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 6, 8, 2, 4, 7, 1, 3)$	$g(5, 7, 2, 4, 6, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 6, 8, 7, 1, 3)$
$g(7, 5, 8, 6, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 6, 8, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 7, 2, 4, 8, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 6, 8, 7, 1, 3)$
$g(7, 6, 5, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 7, 6, 2, 4, 8, 1, 3)$	$g(5, 8, 2, 4, 6, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 7, 6, 8, 1, 3)$
$g(7, 6, 8, 5, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 7, 6, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 8, 2, 4, 7, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 7, 6, 8, 1, 3)$
$g(8, 5, 6, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 7, 8, 2, 4, 6, 1, 3)$	$g(6, 5, 2, 4, 7, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 7, 8, 6, 1, 3)$
$g(8, 5, 7, 6, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 7, 8, 6, 2, 4, 1, 3)$	$g(6, 5, 2, 4, 8, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 7, 8, 6, 1, 3)$
$g(8, 6, 5, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 8, 6, 2, 4, 7, 1, 3)$	$g(6, 7, 2, 4, 5, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 8, 6, 7, 1, 3)$
$g(8, 6, 7, 5, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 8, 6, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(6, 7, 2, 4, 8, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 8, 6, 7, 1, 3)$
$g(8, 7, 5, 6, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 8, 7, 2, 4, 6, 1, 3)$	$g(6, 8, 2, 4, 5, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 8, 7, 6, 1, 3)$
$g(8, 7, 6, 5, 2, 4, 1, 3)$	$g(5, 8, 7, 6, 2, 4, 1, 3)$	$g(6, 8, 2, 4, 7, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 5, 8, 7, 6, 1, 3)$
	$g(6, 5, 7, 2, 4, 8, 1, 3)$	$g(7, 5, 2, 4, 6, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 5, 7, 8, 1, 3)$
	$g(6, 5, 8, 2, 4, 7, 1, 3)$	$g(7, 5, 2, 4, 8, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 5, 7, 8, 1, 3)$
	$g(6, 7, 5, 2, 4, 8, 1, 3)$	$g(7, 6, 2, 4, 5, 8, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 5, 8, 7, 1, 3)$
	$g(6, 7, 5, 8, 2, 4, 1, 3)$	$g(7, 6, 2, 4, 8, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 5, 8, 7, 1, 3)$
	$g(6, 7, 8, 2, 4, 5, 1, 3)$	$g(7, 8, 2, 4, 5, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 7, 5, 8, 1, 3)$

21	22	23	24
	$g(6, 7, 8, 5, 2, 4, 1, 3)$	$g(7, 8, 2, 4, 6, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 7, 5, 8, 1, 3)$
	$g(6, 8, 5, 2, 4, 7, 1, 3)$	$g(8, 5, 2, 4, 6, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 7, 8, 5, 1, 3)$
	$g(6, 8, 5, 7, 2, 4, 1, 3)$	$g(8, 5, 2, 4, 7, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 7, 8, 5, 1, 3)$
	$g(6, 8, 7, 2, 4, 5, 1, 3)$	$g(8, 6, 2, 4, 5, 7, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 8, 5, 7, 1, 3)$
	$g(6, 8, 7, 5, 2, 4, 1, 3)$	$g(8, 6, 2, 4, 7, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 8, 5, 7, 1, 3)$
	$g(7, 5, 6, 2, 4, 8, 1, 3)$	$g(8, 7, 2, 4, 5, 6, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 8, 7, 5, 1, 3)$
	$g(7, 5, 8, 2, 4, 6, 1, 3)$	$g(8, 7, 2, 4, 6, 5, 1, 3)$	$g(2, 4, 6, 8, 7, 5, 1, 3)$
	$g(7, 6, 5, 2, 4, 8, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 5, 6, 8, 1, 3)$
	$g(7, 6, 8, 2, 4, 5, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 5, 6, 8, 1, 3)$
	$g(7, 8, 5, 2, 4, 6, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 5, 8, 6, 1, 3)$
	$g(7, 8, 5, 6, 2, 4, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 5, 8, 6, 1, 3)$
	$g(7, 8, 6, 2, 4, 5, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 6, 5, 8, 1, 3)$
	$g(7, 8, 6, 5, 2, 4, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 6, 5, 8, 1, 3)$
	$g(8, 5, 6, 2, 4, 7, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 6, 8, 5, 1, 3)$
	$g(8, 5, 7, 2, 4, 6, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 6, 8, 5, 1, 3)$
	$g(8, 6, 5, 2, 4, 7, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 8, 5, 6, 1, 3)$
	$g(8, 6, 7, 2, 4, 5, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 8, 5, 6, 1, 3)$
	$g(8, 7, 5, 2, 4, 6, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 8, 6, 5, 1, 3)$
	$g(8, 7, 6, 2, 4, 5, 1, 3)$		$g(2, 4, 7, 8, 6, 5, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 5, 6, 7, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 5, 6, 7, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 5, 7, 6, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 6, 5, 7, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 6, 5, 7, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 6, 7, 5, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 6, 7, 5, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 7, 5, 6, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 7, 5, 6, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 7, 6, 5, 1, 3)$
			$g(2, 4, 8, 7, 6, 5, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 6, 7, 8, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 6, 8, 7, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 7, 6, 8, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 7, 6, 8, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 7, 8, 6, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 7, 8, 6, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 8, 7, 6, 1, 3)$
			$g(5, 2, 4, 8, 7, 6, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 5, 7, 8, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 5, 8, 7, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 7, 5, 8, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 7, 5, 8, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 7, 8, 5, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 7, 8, 5, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 8, 5, 7, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 8, 5, 7, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 8, 7, 5, 1, 3)$
			$g(6, 2, 4, 8, 7, 5, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 5, 6, 8, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 5, 6, 8, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 5, 8, 6, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 5, 8, 6, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 6, 5, 8, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 6, 5, 8, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 6, 8, 5, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 6, 8, 5, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 8, 5, 6, 1, 3)$
			$g(7, 2, 4, 8, 5, 6, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 5, 6, 7, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 5, 6, 7, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 5, 7, 6, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 5, 7, 6, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 6, 5, 7, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 6, 5, 7, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 7, 5, 6, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 7, 5, 6, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 7, 6, 5, 1, 3)$
			$g(8, 2, 4, 7, 6, 5, 1, 3)$



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



Rys. 2. Podstawowe okno programu z prezentacją nowej funkcjonalności

$g(2, 4, 8, 5, 6, 7, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 5, 6, 7, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 5, 7, 6, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 6, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 6, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 6, 7, 5, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 6, 7, 5, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 7, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 7, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 7, 6, 5, 1, 3)$   
 $g(2, 4, 8, 7, 6, 5, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 6, 7, 8, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 6, 8, 7, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 7, 6, 8, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 7, 6, 8, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 7, 8, 6, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 7, 8, 6, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 8, 7, 6, 1, 3)$   
 $g(5, 2, 4, 8, 7, 6, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 5, 7, 8, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 5, 8, 7, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 7, 5, 8, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 7, 5, 8, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 7, 8, 5, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 7, 8, 5, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 8, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 8, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 8, 7, 5, 1, 3)$   
 $g(6, 2, 4, 8, 7, 5, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 5, 6, 8, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 5, 6, 8, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 5, 8, 6, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 5, 8, 6, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 6, 5, 8, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 6, 5, 8, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 6, 8, 5, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 6, 8, 5, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 8, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(7, 2, 4, 8, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 5, 6, 7, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 5, 6, 7, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 5, 7, 6, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 5, 7, 6, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 6, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 6, 5, 7, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 7, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 7, 5, 6, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 7, 6, 5, 1, 3)$   
 $g(8, 2, 4, 7, 6, 5, 1, 3)$

Opracowanie opisanej metody selekcji układów korzystnych w prowadzonych obliczeniach pozwala na wybranie jedynie układów optymalnych z wielu typowanych jako korzystne. Zabieg ten niewątpliwie pozwoli wesprzeć rzetelną i dogłębną analizę otrzymanych danych wynikowych.

#### Literatura

- [1] A. Tiszbierek, *Calculation of the number of the branches of multi-valued decision trees in the computers supporting the importance rank of parameters*, International Conference of Computational Methods in Engineering Science, Lublin 2017.
- [2] A. Tiszbierek, *Potrzeba ustalania liczby gałęzi prawdziwych w komputerowym procesie wyznaczania rangi ważności parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych*, XLVII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Zastosowań Matematyki, Zakopane-Kościelisko 2018.
- [3] Z. Pawlak, *Systemy informacyjne*, WNT, Warszawa 1983.