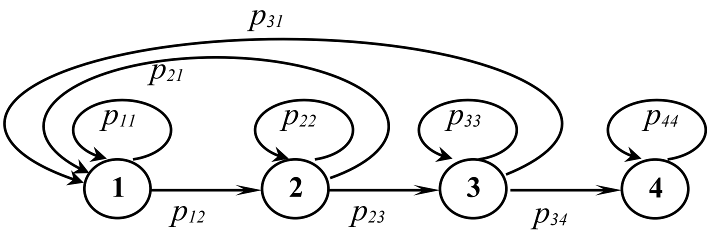
Zajęcia laboratoryjne 7

Dany jest program o strukturze modułowej określonej następująco:



Rys. 1 Graf rozpatrywanego programu

Za wskaźnik niezawodności programu przyjmuje się prawdopodobieństwo jego poprawnego wykonania się dla pojedynczego (losowego) zestawu danych wejściowych (przypadku testowego).

Można pokazać, że jeśli wartości prawdopodobieństw p_{ij} przekazywania sterowania pomiędzy modułami w trakcie wykonywania się rozpatrywanego programu są postaci:

$$
\begin{array}{llll}
p_{11}=0.8 & p_{12}=0.2 & p_{13}=0.0 & p_{14}=0.0 \\
p_{21}=0.4 & p_{22}=0.4 & p_{23}=0.2 & p_{24}=0.0 \\
p_{31}=0.4 & p_{32}=0.0 & p_{33}=0.4 & p_{34}=0.2 \\
p_{41}=0.0 & p_{42}=0.0 & p_{43}=0.0 & p_{44}=1.0
\end{array}
$$

to

$$R(\boldsymbol{R}) = \frac{0.008R_1R_2R_3R_4}{(1-0.8R_1)(1-0.4R_2)(1-0.4R_3)-0.08R_1R_2(1-0.4R_3)-0.016R_1R_2R_3}$$

gdzie $\boldsymbol{R}=(R_1,R_2,R_3,R_4)$.

Zaprojektować i zaimplementować program (w dowolnym języku), który wyznacza dokładne lub przybliżone rozwiązanie kompromisowe następującego, dwukryterialnego zadania optymalizacji struktury niezawodnościowej programu:

wyznaczyć $\boldsymbol{R}^*=(R_1^*,R_2^*,R_3^*,R_4^*)$

tak, aby: $R(\boldsymbol{R}^*)=\max_{\boldsymbol{R}\in\mathcal{R}} R(\boldsymbol{R})$

$$K(\boldsymbol{R}^*)=\min_{\boldsymbol{R}\in\mathcal{R}} K(\boldsymbol{R})$$

gdzie:

- $\mathcal{R}$ - zbiór rozwiązań dopuszczalnych, określony następująco :

$$\mathcal{R}=\{\boldsymbol{R}=(R_1,R_2,R_3,R_4):\ 0\le R_i\le 1,\ i=\overline{1,4},\ R(\boldsymbol{R})\ge R_{min},\ K(\boldsymbol{R})\le K_{max}\},$$

- $R(\boldsymbol{R})$ jest wskaźnikiem niezawodności programu o strukturze niezawodnościowej $\boldsymbol{R}$, określonym następująco

$$R(\boldsymbol{R}) = \frac{0.008R_1R_2R_3R_4}{(1-0.8R_1)(1-0.4R_2)(1-0.4R_3)-0.08R_1R_2(1-0.4R_3)-0.016R_1R_2R_3},$$

- $K(\boldsymbol{R})$ jest kosztem wytworzenia programu o strukturze niezawodnościowej $\boldsymbol{R}$, określonym następująco

$$K(\boldsymbol{R}) = \sum_{i=1}^{4} K_i(R_i),$$

przy czym

- koszt $K_i(R_i)$ wytworzenia i-tego modułu o wskaźniku niezawodności R_i jest postaci

$$K_i(R_i) = KS_i + \alpha_i e^{\beta_i R_i}, \quad i \in \boldsymbol{M} = \{1, 2, 3, 4\}$$

gdzie:

KS_i – stały składnik kosztu wytworzenia i-tego modułu, niezależny od poziomu jego jakości R_i,

α_i, β_i – współczynniki kształtu krzywej kosztu wytworzenia i-tego modułu, zależne m.in. od jego złożoności, wykorzystywanej technologii, kwalifikacji zespołu projektowo-programowego itp.

Wartości liczbowe wielkości KS_i, α_i i β_i oraz K_{max} są określone następująco.

m	1	2	3	4
KS_m	300	250	500	750
α_m	10	12	25	15
β_m	8	5	4	2
R_{min}	0.95			
K_{max}	34 850 zł			

<u>Sposób rozwiązania (za 4 pkt.)</u>

Przybliżone rozwiązanie kompromisowe sformułowanego zadania polioptymalizacji można wyznaczyć w wyniku następującego postępowania:

1. Dokonać normalizacji przestrzeni kryterialnej, wykorzystując zależności;

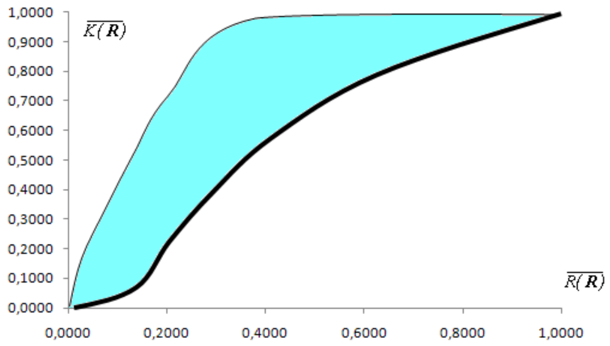
$$\overline{K(\boldsymbol{R})} = \frac{K(\boldsymbol{R}) - K_{min}(\boldsymbol{R})}{K_{max}(\boldsymbol{R}) - K_{min}(\boldsymbol{R})}, \qquad \overline{R(\boldsymbol{R})} = \frac{R(\boldsymbol{R}) - R_{min}(\boldsymbol{R})}{R_{max}(\boldsymbol{R}) - R_{min}(\boldsymbol{R})},$$

gdzie

$$K_{min}(\boldsymbol{R}) = \min_{\boldsymbol{R} \in \mathcal{R}} K(\boldsymbol{R}), \quad R_{min}(\boldsymbol{R}) = \min_{\boldsymbol{R} \in \mathcal{R}} R(\boldsymbol{R}),$$

$$K_{max}(\boldsymbol{R}) = \max_{\boldsymbol{R} \in \mathcal{R}} K(\boldsymbol{R}), \quad R_{max}(\boldsymbol{R}) = \max_{\boldsymbol{R} \in \mathcal{R}} R(\boldsymbol{R}).$$

Znormalizowaną w powyższy sposób przestrzeń kryterialną przedstawia Rys. 2.



Rys. 2 Znormalizowana przestrzeń kryterialna rozpatrywanego zadania polioptymalizacji

2. Rozwiązaniu kompromisowemu odpowiada punkt $(\overline{K^*(\boldsymbol{R})}, \overline{R^*(\boldsymbol{R})})$**,** którego odległość od tzw. punktu idealnego o współrzędnych ***(0, 1)*** jest najmniejsza, tj.

$$d[(\overline{K(\boldsymbol{R}^*)}, \overline{R(\boldsymbol{R}^*)}), (0,1)] = \min_{\boldsymbol{R} \in \mathcal{R}} d[(\overline{K(\boldsymbol{R})}, \overline{R(\boldsymbol{R})}), (0,1)] \ ,$$

gdzie $d[\ .]$ jest odległością euklidesową na płaszczyźnie:

$$d[(\overline{K(\boldsymbol{R})}, \overline{R(\boldsymbol{R})}), (0,1)] = \sqrt{[\overline{K(\boldsymbol{R})}]^2 + [\overline{R(\boldsymbol{R})} - 1]^2}\ .$$

3. Wyniki obliczeń przedstawić w tabeli o następującej strukturze:

R_1	R_2	R_3	R_4	$R(\boldsymbol{R})$	$\overline{R(\boldsymbol{R})}$	$K(\boldsymbol{R})$	$\overline{K(\boldsymbol{R})}$	d
…								