

dr inż. Adam Deptuła

dr inż. Anna Małgorzata Deptuła

Politechnika Opolska

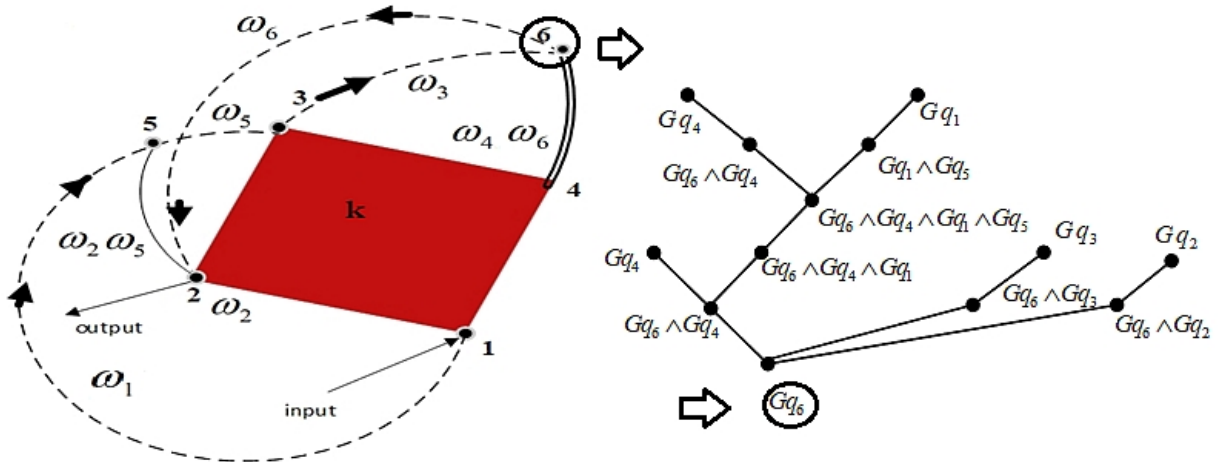
E-mail: a.deptula@po.opole.pl, an.deptula@po.opole.pl

Złożoność obliczeniowa węzłów struktury kompleksowej dla grafu Hsu

W pracy automatycznej skrzyni przekładniowej układ sterowania sprzęgłami oraz hamulcami umożliwia osiągnięcie kolejnych biegów [1, 2]. Na podstawie schematu funkcjonalnego przekładni generowany jest graf Hsu. Z modeli grafowych generowane są układy równań wraz z ich rozwiązaniami. Dokonując rozkładu grafu Hsu na struktury drzewiaste, otrzymuje się metodę systematycznego przeszukiwania w optymalizacji dyskretnej.

Przykład 1

Na rysunku 1 przedstawiono graf Hsu automatycznej skrzynki przekładniowej jako graf zależności oraz kompleksową strukturę parametryczną od wierzchołka 6 [1].



Rys. 1. Graf zależności Hsu [2] i struktura parametryczna S_{G6} [1]

Struktura posiada zapis analityczny (1) pozwalający generowanie równań kinematycznych:

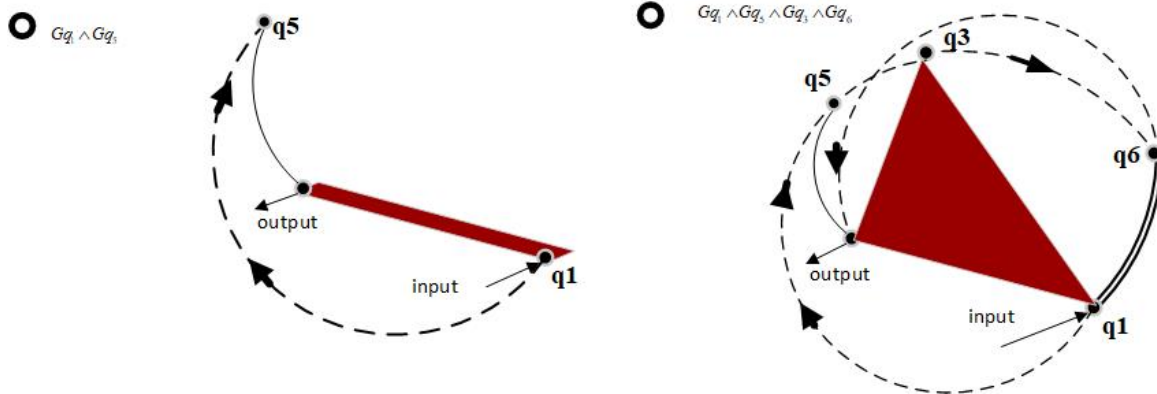
$$G_{q6}^{++} = \left({}^0q_6 \left({}^1\omega_4\omega_6q_4 \left({}^2\omega_4\omega_6q_6, kq_1 \left({}^3\omega_1q_5 \left({}^4\omega_5q_3 \left({}^5\omega_3q_6^1, kq_4^1, kq_2 \left({}^6\omega_2\omega_5q_5^1, kq_1^1 \right)^6 \right)^5, \right. \right. \right. \right. \right. \right. \right. \right. \left. \left. \left. \left. \omega_2\omega_5q_5^2 \right)^4, kq_2 \left({}^4\omega_2\omega_5q_5 \left({}^5\omega_5q_3 \left({}^6\omega_3q_6^2, kq_4^2, kq_2 \left({}^7\omega_2\omega_5q_5^3, kq_1^2 \right)^7 \right)^6 \right)^5, \right. \right. \right. \right. \right. \left. \left. \left. \left. \omega_2\omega_5q_5^4 \right)^4, kq_1^3 \right)^3, kq_3 \left({}^3\omega_3q_6^1, kq_4^1, kq_2 \left({}^4\omega_2\omega_5q_5^1, kq_1^1 \right)^4 \right)^3 \right)^2 \right)^1 \right)^0. \quad (1)$$

W procesie obliczeniowym konieczne jest przeprowadzenie etapowej analizy i syntezy dla poszczególnych węzłów struktury parametrycznej S_{G6} danej przekładni [3]. Zatem dla ustalonego grafu $\langle W, U, P \rangle$ przez L oznacza się zbiór wszystkich jego grafów $G' = \langle W, U', P' \rangle$, gdzie $U' \subset U$. Liczba różnych grafów częściowych danej struktury $|L| = 2^m$, $m = |U|$, ponieważ każdy podzbiór zbioru U określa odpowiedni graf częściowy. Zbiór L określa działania na grafach częściowych [4]:

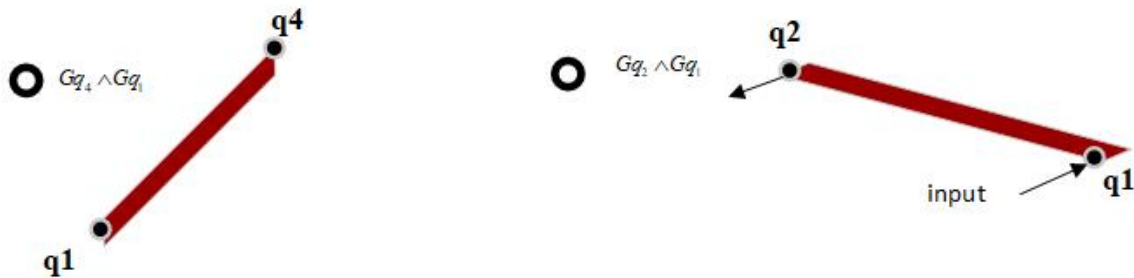
$$\langle W, U_1, P_1 \rangle + \langle W, U_2, P_2 \rangle = \langle W, U_3, P_3 \rangle, \text{ gdzie } U_3 = (U_1 \cup U_2) \setminus (U_1 \cap U_2),$$

przy czym: U — zbiór gałęzi grafu zależności, W — zbiór wierzchołków, P — relacja kinematyczna grafu Hsu.

Na przykład dla struktury S_{G1} przykładowe części strukturalne grafu przekładni automatycznej przedstawiono na rysunkach 2 i 3.



Rys. 2. Grafy częściowe grafu zależności Hsu dla węzłów $G_{q5} \wedge G_{q1}$ i $G_{q1} \wedge G_{q5} \wedge G_{q3} \wedge G_{q6}$



Rys. 3. Grafy częściowe grafu zależności Hsu dla węzłów $G_{q1} \wedge G_{q4}$ i $G_{q1} \wedge G_{q2}$

Określanie rangi ważności, w jakiej kolejności należy zmieniać poszczególne elementy na aktywne, pozwala na wykrycie tzw. elementów redundantnych lub tymczasowo redundantnych dla danego, aktualnie rozpatrywanego biegu przekładni. Celem drzew rozgrywających parametrycznie jest usystematyzowanie procesu decyzyjnego i przestrzeni możliwych do uzyskania stanów analizowanego systemu, optymalizacji parametrów pracy przekładni z uwzględnieniem różnych kryteriów [5].

Literatura

- [1] A. Deptuła, M. Partyka, *Application of complex game-tree structures for the Hsu graph in the analysis of automatic transmission gearboxes*, Journal of Machine Engineering 18 (2018), No. 4, 96–113, DOI: 10.5604/01.3001.0012.7713.
- [2] S. Zawiślak, *The Graph-based Methodology as an Artificial Intelligence Aid for Mechanical Engineering Design*, Wydawnictwo Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała 2010.
- [3] C.H. Hsu, Y.C. Wu, *A methodology for systematic synthesis of two-dof gear differentials*, JSME Int. J. Ser. C 41 (1998), 229–306.
- [4] B. Korzan, *Elementy teorii grafów i sieci. Metody i zastosowania*, WNT, Warszawa 1978.
- [5] A. Deptuła, A.M. Deptuła, *Uwzględnienie złożoności obliczeniowej w analitycznym zapisie struktur rozgrywających parametrycznie dla grafu Hsu*, XLVII Konf. Zast. Mat., Zakopane 2018.