

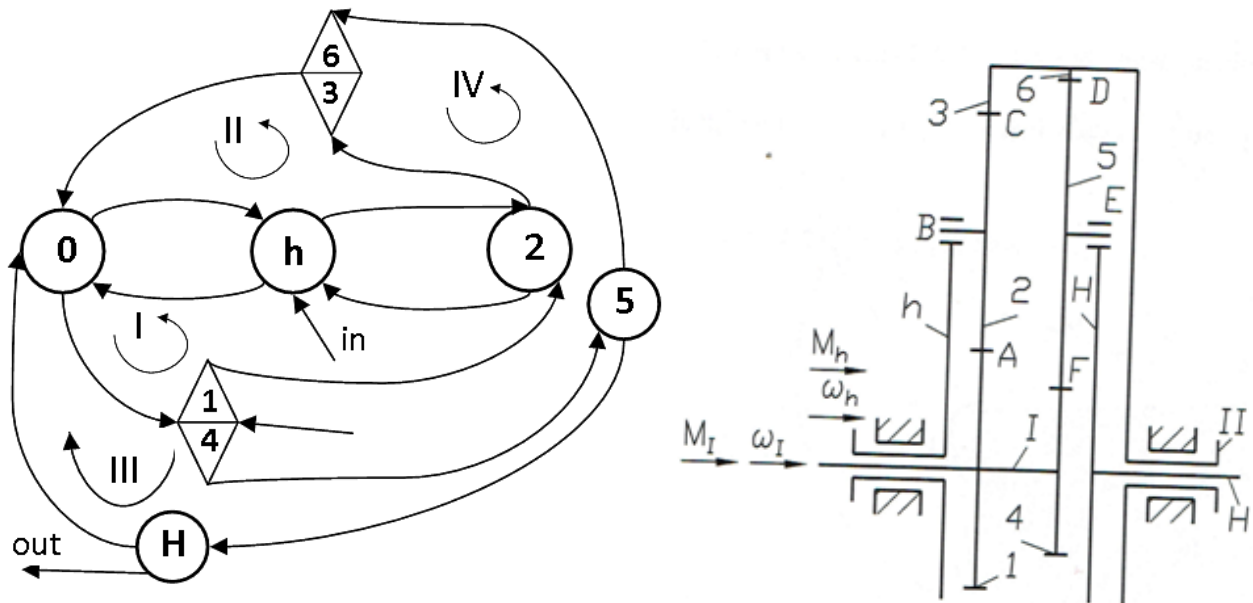
dr inż. Adam Deptuła

Politechnika Opolska, Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki

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

Zastosowanie struktur rozgrywających parametrycznie w analizie przekładni planetarnej zamodelowanej grafem konturowym

Metoda grafów konturowych stosowana do analizy układów mechanicznych jest dyskutowana w książkach [1, 2, 3]. Jest ona szczególnie przydatna w analizie przekładni planetarnych.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny Rys. 2. Graf konturowy dla przekładni z rysunku 1

Analiza układu mechanicznego rozpoczyna się od wyróżnienia zbioru wszystkich niezależnych konturów, narysowanych w postaci grafu skierowanego. Wierzchołki grafu reprezentują poszczególne elementy (ogniwa) mechanizmu, a łuki — ich wzajemne połączenia (związki). Na rys. 1 przedstawiono przykładową przekładnię planetarną w postaci schematu funkcjonalnego. Graf konturowy dla przekładni z rys. 1 przedstawiono na rysunku 2.

Zasadą jest, że pojedynczy kontur rozpoczyna się w układzie odniesienia i przechodzi kolejne obracające się elementy przekładni, z których każdy przekazuje ruch obrotowy następnemu. Wszystkie niezależne kontury powinny być przeanalizowane i narysowane, aby stworzyć pełny graf. Dla grafu konturowego z rysunku 2 istnieją kody konturów:

$$\begin{aligned} \text{I} : 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow h \rightarrow 0; \quad \text{II} : 0 \rightarrow h \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 0; \\ \text{III} : 0 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow H \rightarrow 0, \quad \text{IV} : 0 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 0. \end{aligned}$$

Na przykład kontur (I) generuje następujące pary dolnych wskaźników: $\{(1, 0), (2, 1)\}$,

$(h, 2), (0, h)$. Na podstawie konturów i ich kodów można napisać układ równań (1) i (2).

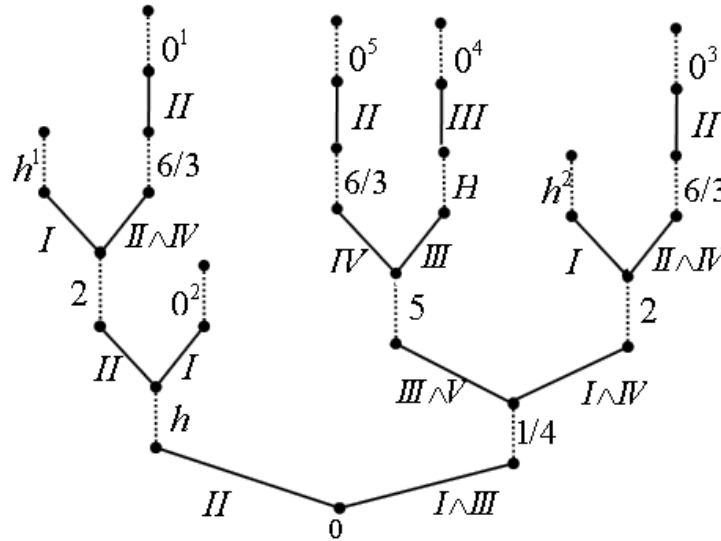
$$\begin{cases} \vec{\omega}_{10} + \vec{\omega}_{21} + \vec{\omega}_{h2} + \vec{\omega}_{0h} = 0; & \vec{\omega}_{h0} + \vec{\omega}_{2h} + \vec{\omega}_{32} + \vec{\omega}_{03} = 0; \\ \vec{\omega}_{40} + \vec{\omega}_{54} + \vec{\omega}_{65} + \vec{\omega}_{06} = 0; & \vec{\omega}_{40} + \vec{\omega}_{54} + \vec{\omega}_{H5} + \vec{\omega}_{0H} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \vec{r}_A \times \vec{\omega}_{21} + \vec{r}_A \times \vec{\omega}_{h2} = 0; & \vec{r}_B \times \vec{\omega}_{2h} + \vec{r}_C \times \vec{\omega}_{32} = 0 \\ \vec{r}_F \times \vec{\omega}_{54} + \vec{r}_D \times \vec{\omega}_{65} = 0; & \vec{r}_F \times \vec{\omega}_{54} + \vec{r}_E \times \vec{\omega}_{H5} \end{cases} \quad (2)$$

gdzie \vec{r}_i są wektorami tzw. pozycyjnymi punktów $k = A, B, \dots, F$.

Układ rozwiązano w pracy [3], eliminując niepożądane prędkości względne.

W kolejnym etapie należy dokonać transformacji grafu, czyli należy przedstawić fakty i relacje za pomocą struktur algebraicznych, algorytmizujących podejmowanie decyzji w optymalizacji dyskretnej. Dla grafów konturowych można zastosować struktury rozgrywające parametrycznie [4], gdzie stanami są ogniwa mechanizmu, a decyzjami — ich wzajemne relacje. Na rysunku 3 przedstawiono strukturę rozgrywającą parametrycznie od wierzchołka 0.



Rys. 3. Struktura rozgrywająca parametrycznie od wierzchołka 0

Zapis analityczny struktury rozgrywającej parametrycznie z Rys. 3 prowadzi do wyrażeń (3) i (4):

$$G_P^+ = ({}^0 0 ({}^1 [II] \cdot h ({}^2 [II] \cdot 2 ({}^3 [I] \cdot h, [II \wedge IV] \cdot [6/3] ({}^4 [II] \cdot 0)^4)^3, [I] \cdot 0)^2, [I \wedge III] \cdot [1/4] ({}^2 [I \wedge IV] \cdot 2, [III \wedge IV] \cdot 5 ({}^3 [III] \cdot H ({}^4 [III] \cdot 0)^4, [IV] \cdot [6/3] ({}^3)^2)^1)^0 \quad (3)$$

$$G_P^{++} = ({}^0 ({}^1 [II] \cdot h ({}^2 [II] \cdot 2 ({}^3 [I] \cdot h^1, [II \wedge IV] \cdot [6/3] ({}^4 [II] \cdot 0^1)^4)^3, [I] \cdot 0^2)^2, [I \wedge III] \cdot [1/4] ({}^2 [I \wedge IV] \cdot 2 ({}^3 [I] \cdot h^2, [II \wedge IV] \cdot [6/3] ({}^4 [II] \cdot 0^3)^4)^3, [III \wedge IV] \cdot 5 ({}^3 [III] \cdot H ({}^4 [III] \cdot 0^4)^4, [IV] \cdot [6/3] ({}^4 [II] \cdot 0^5)^4)^3)^2)^1)^0. \quad (4)$$

Dodatkowo należy zaznaczyć, że w strukturze parametrycznej uwzględniono zapis dwóch konturów w postaci jednej decyzji (relacji), np. $[II \wedge IV]$ dla wierzchołków 2 i 6/3.

Literatura

- [1] D. B. Marghitu, *Kinematic chains and machine components design*, Elsevier Amsterdam, San Diego; Academic Press, London, 2005.
- [2] D. B. Marghitu, M. J. Crocker, *Analytical Elements of Mechanisms*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [3] S. Zawiślak, *The graph-based methodology as an artificial intelligence aid for mechanical engineering design*, University of Bielsko-Biała, Bielsko-Biała, 2010.
- [4] A. Deptuła, *Game-tree structures with the complex complexity level as a tool in knowledge engineering*, *Information Systems in Management* 2 (2013), 100–112.