

PROIECTAREA ȘI OPTIMIZAREA TEHNOLOGIILOR DE FABRICARE

Mihai BÎCIOAC

Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și transporturi,
Departamentul Ingineria Fabricației, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova

Autorul corespondent: Mihai Bîcioc, e-mail: mihail.bicioc@tcm.utm.md

Rezumat. This paper presents applications and relevant methods of intelligent computing developed to address of manufacturing systems. The relevant intelligent computing methods are described. Some artificial intelligence tools are used for the planning of manufacturing operations.

Cuvinte cheie: sisteme de fabricație inteligente, sisteme expert, rețele neuronale, logici fuzzy

Introducere

Tendințele de aplicare a tehnicilor inteligenței artificiale în domeniul prelucrărilor mecanice se concentrează pe identificarea aplicațiilor în diferite sectoare ale sistemelor de prelucrare și pe definirea unor noi și viitoare domenii de cercetare, în aplicațiile inteligenței artificiale pentru ingineria prelucrării.

Conceptul de Sisteme de fabricație inteligente (Intelligent Manufacturing Systems-IMS) este de origine japoneză, și corespunde unui program de cercetare și dezvoltare demarat în cursul anilor '80 pentru a cerceta sistemul industrial, de a întări industria și a rezolva problemele cu care aceasta se confruntă. Programul a fost pus în aplicare în 1995, include 21 de țări, având 6 centre regionale: SUA, Canada, Australia, Japonia, Uniunea Europeană și Elveția. Apreciem că există astfel de preocupări și în România la București, Timișoara și Iași. În funcție de experiența acumulată de întreprinderi și centre de cercetare, IMS pot fi definite ca:

- sistematizarea cunoștințelor industriale;
- organizarea normelor, în scopul de a arăta elementele comune care există între cunoștințe;
- întreprinderea, bazată pe cercetări asupra sistemelor de fabricație inteligente, în care mașinile și oamenii sunt capabili să judece și să acționeze.
- dezvoltarea generației tehnologiilor și normelor, pe baza experienței, organizându-le și sistematizându-le.

Astfel, conceptele legate de IMS determină preocupări legate de ciclul de viață total al produsului, sisteme de producție pentru viitor (întreprinderea fractală, fabricația bionică), sisteme de comunicare inteligente, pentru procesarea informației în procesul de producție, îmbunătățirea rețelilor și tehnicilor de comunicare, Protecția mediului, consumul minim de energie și materiale, reciclarea și reutilizarea resurselor, metode de analiză economică.

1. Metodele inteligenței artificiale aplicate în prelucrare

Numeroase metode de calcul inteligent sunt aplicate cu succes pentru domeniul prelucrărilor mecanice. Între aceste metode amintim: teoria automatelor, sisteme de prelucrare biologice, metodele aparținând teoriei haosului, sistemele expert, elemente de logica fuzzy, algoritmi genetici, elemente de teoria grafurilor, sisteme de prelucrare *Holonic*, sisteme de baze de cunoștințe, sisteme multi agent, rețele neurale. Metodele inteligenței artificiale pot fi grupate în:

- a. Sisteme de Baze de Cunoștințe și Sisteme Expert ,
- b. Rețele Neurale,
- c. Sisteme Fuzzy,
- d. Sisteme Multi Agent,
- e. Algoritmi Genetici ,

Această lucrare prezintă unele instrumente ale inteligenței artificiale, aplicate la rezolvarea problemelor de ingineria prelucrării, în proiectare, planificare, producție, modelarea procesului.

1.1. Baze de cunoștințe și sisteme expert

Sistemele de baze de cunoștințe încorporează cunoștințe despre domeniul prelucrărilor.

Primul sistem de baze de cunoștințe apare în anii '70 și, pentru că aceste sisteme conțin domeniul specific de cunoștințe solicitat experților umani, ele se numesc sisteme expert. Termenii de sistem de baze de cunoștințe și sistem expert sunt utilizați în mod sinonim.

Un sistem de baze de cunoștințe sau un sistem expert cuprinde, de obicei, trei elemente principale: baza de cunoștințe, un mecanism de inferență și, interfața utilizatorului.

Baza de cunoștințe conține domeniul de cunoștințe care poate fi exprimat prin anumite combinații de reguli IF-THEN, declarații, obiecte, proceduri și cazuri. **Mecanismul de inferență** permite manipularea cunoștințelor stocate pentru rezolvarea problemelor. Metodele de manipulare a cunoștințelor includ utilizarea succesiunilor și restricțiilor, și aplicarea regulilor de inferență în conformitate cu procedurile de control.

Printre metodele inteligenței artificiale, sistemele de baze de cunoștințe și sistemele expert sunt cele mai frecvent utilizate, fiind disponibile multiple metode de dezvoltare (sheluri) care să faciliteze construcția lor.

În ingineria prelucrării, aplicațiile includ selecția de materiale, selecția organelor de mașini, alegerea sculelor, alegerea echipamentelor și proceselor, diagnosticarea erorilor, controlul și planificarea producției.

1.2. Rețele neurale

O rețea neurală (NN) este un model de calcul al creierului uman care asigură calculul distribuit după multe elemente simple ale procesului de interconectare, numite neuroni, sau noduri, care operează în paralel. Rețelele neurale se aplică în ingineria prelucrării pentru modelare, predicție, control, clasificarea și recunoașterea modelelor, la asociații de date, la procesarea semnalului și optimizarea proceselor și metodelor de prelucrare.

1.3. Sisteme fuzzy

Un set fuzzy definește corespondența dintre elemente din spațiul de intrare (uneori referindu-se la universul de discurs) și poate avea valori cuprinse în intervalul $[0,1]$. Funcțiile de apartenență cele mai utilizate sunt de forme triunghiulare, dreptunghiulare, trapezoidale, gaussiene, sinusoidale etc.

Procesarea în sistemele logice fuzzy este bazată pe o colecție de reguli IF-THEN. Seturile de reguli fuzzy au uneori antecedente care sunt combinate prin utilizarea operatorilor fuzzy. Ieșirea fiecărei reguli este un set fuzzy dar, în general, ieșirea pentru o colecție totală de reguli va fi un singur număr. Astfel, prima ieșire a setului fuzzy pentru fiecare regulă trebuie să fie compactată în interiorul unui singur set fuzzy.

Procesul actual, al corespondenței dintre intrarea dată și o ieșire, utilizează o logică fuzzy numită inferență fuzzy. Un sistem de inferență fuzzy global este compus din cinci pași după cum este prezentat în fig. 1.

Performanțe ridicate pot fi obținute prin combinarea rețelelor neurale și a logicilor fuzzy. Un astfel de sistem hibrid, unde arhitectura rămâne fuzzy, dar utilizând tehnicile de neurale.

Întrucât inteligența reprezintă capacitatea unui sistem de a interacționa cu mediul lui exterior, pe baza unui scop clar, printr-un proces de învățare din această interacțiune. Sistemele *Multi-Agent* reprezintă o perspectivă a realizării proiectării unui sistem inteligent ca o societate de agenți inteligenți, capabili să se ocupe cu probleme de distribuție. Ideea utilizată este că o centralizare a controlului ierarhic va putea fi înlocuită printr-un grup de agenți slab conectați, care sunt capabili să comunice fiecare cu alții, judecând mesajele primite și cunoștințele colectivelor, luând decizii în funcție de experiența acumulată. Uneori, sistemele de producție performante nu sunt planificate global dar, cu toate acestea, se dezvoltă printr-o interacțiune dinamică a agenților.

1.4. Sisteme Multi-Agent și Holonic

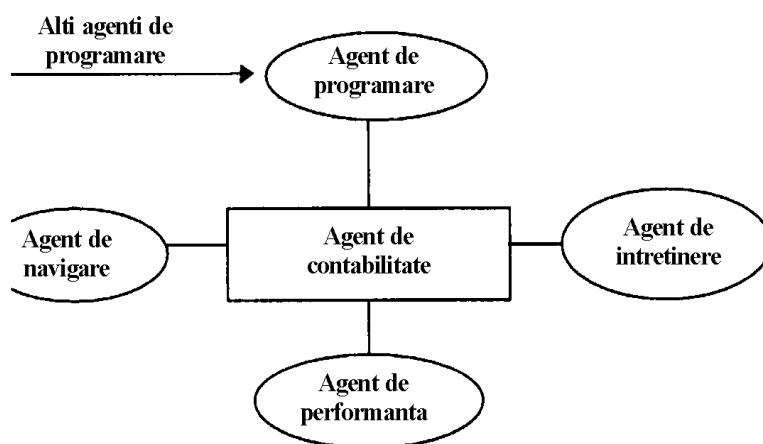


Fig. 1. Schema structurală a unei societăți cu agenți

O schemă a sistemului de prelucrare este o societate a agenților inteligenți negociind cum să realizeze cel mai bine scopul urmărit (fig.1).

Concluzii

Motivațiile utilizării metodelor inteligente de calcul, în sistemele de prelucrare asigură procesul de îmbunătățire a deciziei de fabricație, îmbunătățirea selecției caracteristicilor sistemului de prelucrare, creșterea performanțelor, flexibilității, eficienței și productivității sistemelor de prelucrare. Domeniul prelucrării produselor necesită aplicarea instrumentelor de calcul inteligent, atât pentru sisteme automate de prelucrare cât și pentru sisteme convenționale.

Pentru domeniul fabricării produselor sunt necesare eforturi ce asigură îmbunătățirea bazelor de cunoștințe disponibile, și a performanțelor instrumentelor inteligenței artificiale și metodologiilor de dezvoltare și aplicare; reducerea timpului de calcul;

Se apreciază că în viitor sistemele de calcul inteligent vor fi mult mai utilizate proiectarea și fabricația produselor.

Referințe

1. Colding, B., Prediction, Optimization and Functional Requirement of Knowledge Based Systems, in Annals of the CIRP, vol. 49/1/2000, pag. 351
2. Dini, G., Failli, F., Lazzerini, B., Marcelloni, F., Generation of Optimized Assembly Sequences Using Genetic Algorithms, vol. 48/1/1999, pag. 17.
3. Krause, F. L., Carl, A., Optimal Combined Usage of Formulas, Fuzzy-Logic and Neural Network for Calculation in Product Development, in Annals of the CIRP, vol. 49/1/2000, pag. 79.
4. Stingaci I. Grinding of the gears with high depth processing. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201019>. 2017
5. Casian M. The processing accuracy of the gear. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201026>. 2017
6. Glușco C. Mazuru S. and Vaculenco M. Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău Bons Offices) 2011.
7. Mazuru S., Vaculenco M. *Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating* IX international congress "Machines Technologies Materials 2012" Varna Bulgaria Vol I.
8. Vlase A. Scaticailov S. *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat*, Chișinău Tehnica-UTM. 2014.
9. Mazuru S and Scaticailov S. *Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate* Univ. Tehn. A Moldovei Chișinău Tehnica-UTM, 2018.

10. Mazuru S. , Cernov A. 2004 *Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției*. Buletinul institutului politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc. Iași 749–752.
11. Mazuru S. , Scaticailov S. *L'efficacite de la rectification de la force et de la vitesse*. Buletinul institutului politehnic Iași, tomul XLVIII, Supliment I Iași 237 – 240. 2002.
12. Laurențiu S Coteață M Pop N and Coelho A *Impact phenomena at the abrasive jet machining*. Nonconventional technologies Review No 1 96-99, 2009.
13. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a) 2010.
14. Bostan I. Mazuru S. and Botnari V. Cinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation ModTech Vadul lui Voda Moldova România. 2011. Slănic Moldova Romania 2010.
16. Slatineanu L Dodun O & Coteata M 2008 *Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips* Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium Editor B. Katalinic Vienna Austria 1273-1274.
17. Mazuru S. and Scaticailov S. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012010>, 2021.
18. Mazuru S., Trifan.N. and Mazuru A. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012011>, 2021.
19. Mazuru S. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for doctor of technical sciences, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19477.76005>, 2019.

22. Casian M. Mazuru S. 2014 A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels Advanced Materials Research Vol 1036, 2014, pp. 292-297.
23. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a technical object" . Neconventional Tehnologies revive volume XX no.2/2016.
24. Bostan Ion, Mazuru Sergiu & Casian Maxim. Axial adjustment method for precessional transmissions, TEHNOMUS jurnal. Nr. 17.2017.