

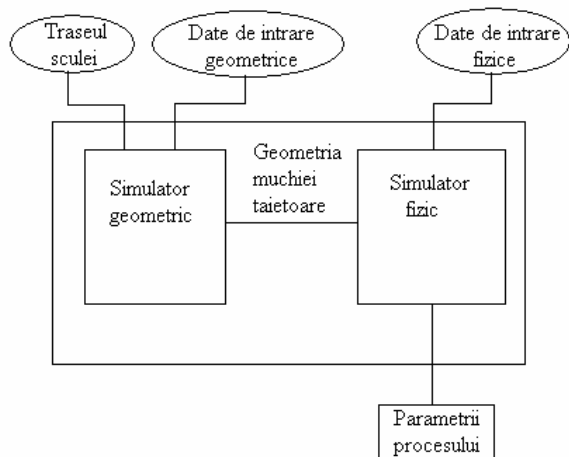
O NOUA ABORDARE A PROBLEMATICII INFASURARII  
SUPRAFETELOR, BAZATA PE METODE DE  
REPREZENTARE  
IN FORMA DISCRETA A SUPRAFETELOR, IN VEDEREA  
ALGORITMIZARII SI INFORMATIZARII PROFILARII  
SCULELOR GENERATOARE

Prezentare

Perfectionarea fabricatiei, in sensul maririi preciziei de prelucrare, presupune, din ce in ce mai mult, sinteza unor modele pentru predictia si compensarea soft a erorilor de generare prin: modele analitice [7], [16], modelari bazate pe algoritmi genetici [6], de asemenea, metode bazate pe retele neuronale polinomiale (polynomial neural network-PNN) [2], utilizand sisteme de masurare pe masina-unealta (on-machine-measurement - OMM) [2], in scopul compensarii erorilor, intregul sistem fiind integrat, CAD/CAM/CAI.

Au fost dezvoltate [19] metode de compensare a erorilor, prin dezvoltarea unor programe de generare a unor cai alternative de deplasare a sculelor, asigurandu-se, prin diminuarea marimii fortei de aschiere, o reducere a erorilor de pană la 90% [13] [14] [19].

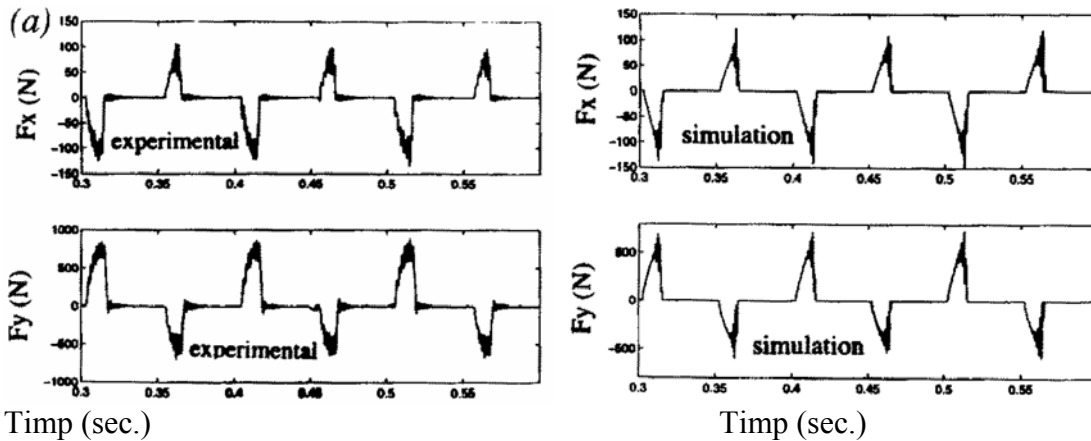
Au fost creati [20] algoritmi in scopul determinarii optimale a pozitiei sculei aşchiitoare, pentru masini-unelte multiax, integrate unor sisteme CAD/CAM [5], in scopul compensarii erorilor, utilizand si senzori cu mai multe grade de libertate (multi – DOF – degree-of-freedom) [7], de asemenea, pentru proiectarea curbelor si suprafetelor prin modelare grafica interactiva 3D, care sunt approximate prin metode de interpolare [17], in scopul reconstructiei formei suprafetei.



**Fig. 1.** Simulator de proces bazat pe modelare geometrica

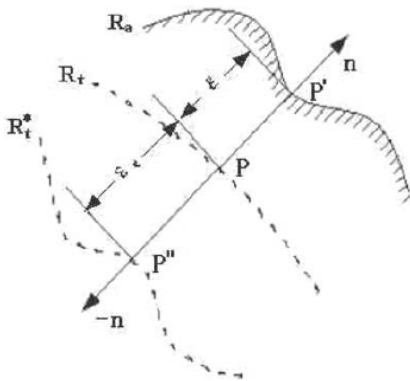
S-au dezvoltat simulatoare geometrice [10], care au legături cu simulatoare fizice bazate pe procesele de modelare a proceselor de aschiere (fig. 1.). Simulatorul fizicii procesului

consta din modele ale fortei de aschiere pentru diferite situatii posibil existente. Fiecare model, bazat pe cunostințe empirice sau semi-empirice, foloseste ca date de intrare iesirile simulatorului geometric. Se pot obține, astfel, modelari ale parametrilor procesului de aschiere, pornind de la considerente pur geometrice. Adesea, simulatorul de proces poate avea si un modul de optimizare, care transmite informatii, in cod numeric, lanturilor cinematice ale masinii-unelte, în scopul cresterii productivității si diminuării erorilor de generare. In figura 2, se poate observa un rezultat obtinut cu ajutorul acestui tip de simulator, comparat cu rezultate experimentale.

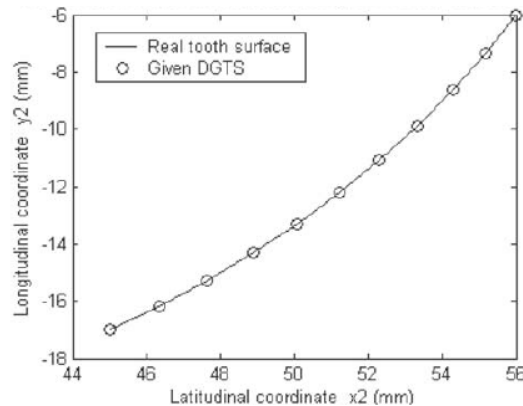


**Fig. 2.** Compararea rezultatelor simulatorului de proces cu rezultate experimentale

Pe baza teoriei suprafetelor conjugate, s-au dezvoltat metode pentru generarea suprafetelor exprimate in forma discreta (digital gear tooth surfaces - DGTS), atat în 2D cat si in 3D, stabilind solutii pentru determinarea suprafetelor infasuratoare – suprafețe periferice primare ale sculelor [3].



**Fig. 3.** Strategie pentru compensarea erorilor rezultatelor



**Fig. 4.** Compararea

Se stabilesc strategii pentru analiza si compensarea erorilor , aplicate la modelarea 2D și 3D a generării flancurilor dinților evolventice, [3]. Metoda permite trasarea profilului sculelor generatoare si, totodata, a coordonatelor discrete ale miscării de generare a sculelor, figurile 3 si 4.

Uzual, erorile de prelucrare se definesc pe normala la suprafata prelucrata ca diferenta între aceasta suprafata si suprafata teoretica, reprezentata discret.

Eroarea este detectata numai prin masurarea suprafetei dupa prelucrare.

Bazat pe conceptul mai sus mentionat, se propune o estimare a erorilor pentru aschiere (DGTS). Erorile de prelucrare sunt analizate discret pornind de la suprafata prelucrata. In esenta, metoda face o comparatie intre doua modele: modelul CAD al DGTS si un model virtual al suprafetei masurate a dintelui rotii prelucrate.

**Compensarea erorii** [1], [2], [3], [6], [13], [18]

Este cunoscut, precizia suprafetei prelucrate in urma unei singure corectii nu este totala. Exista intotdeauna o eroare reziduala.

Deci, este necesar a stabili o schema repetitiva pentru reducerea erorii de prelucrare, ceea ce duce la un consum mare de timp. In aplicatiile curente de prelucrare, procesul de aschiere se repeta de mai multe ori. Se spera ca, prelucrand rezultatul primei prelucrari si introducand datele prelucrate in comanda numerica, se poate realiza o prelucrare mai corecta.

Eroarea de compensare este definita [3] ca fiind data de

$$\varepsilon_{ci} = (1 + \lambda)^n \varepsilon_i.$$

(1)

Sunt utilizate si sisteme de compensare a erorilor spatiale ale masinilor-unelte [134] care rezolva problema pornind de la ideea ca erorile cvasi-stactice afecteaza precizia dimensionala in proportie de pina la 70% din totalul erorii masinii-unelte.

**In concluzie:**

Exista o preocupare din ce in ce mai evidenta pentru predictia si compensarea soft a erorilor de generare.

Sistemele de proiectare, prelucrare si masurare (CAD/CAM/CAI) integrate favorizeaza dezvoltarea unor procese de generare a suprafetelor cu erori din ce in ce mai mici.

Pentru masinile cu mai multe axe controlate numeric, se definesc algoritmi de masurare a erorilor spatiale, stabilindu-se modele analitice ale acestor erori si sisteme de compensare a acestora.

Sunt frecvent utilizate modelarile pe baza de algoritmi genetici si metodele bazate pe retele neuronale polinomiale (polynomial neural network-PNN), utilizand sistemele de masurare ale masinilor-unelte (on-machine-measurement - OMM). Sunt modelate interactive, 2D/3D, curbe si suprafete care sunt aproximate prin metode de interpolare, in scopul reconstructiei formei suprafetei. La generarea suprafetelor prin infasurare problema corectiei formei sculei, in functie de rezultatul generarii, poate fi facuta prin folosirea metodologiilor din modelarea geometrica, care au la baza metodele pentru studiul suprafetelor reciproc infasuratoare (GOHMAN, WILLIS (metoda normalelor), distanta minima, familia de cercuri de substituire, traiectoriile plane de generare, modelarea solida) [21], [22], [23].

**Bibliografie**

[1] Ahn, K.-G., Min, B.-K., Pasek, Z.J., *Modeling And Compensation Of Geometric Errors In Simultaneous Cutting Using A Multi-Spindle Machine Tool*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 29, 2006, pag. 929-939.

[2] Cho, M.-W., Kim, G.-H., Seo, T.-I., Hong, Y.-C., Cheng, H.-H., *Integrated Machining Error Compensation Method Using OMM Data And Modified PNN Algorithm*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 43, 2006, pag. 1417-1427.

[3] Fulin, W., Chuanyun, Y., Tao, W., Yang, S., Zhao, G., *A Generating Method For Digital Gear Tooth Surfaces*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 2006, pag. 474-485.

[4] Fung, E.H.K., Chan, J.C.K., *Modelling And Compensation Of Roundness Errors In Taper Turning*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 16, pag. 404-412, 2000

- [5] Ispas, C., Pătrașcu, G., *Prediction Of Shear Angle And Cutting Force In Milling Using 2D Simulation*, International Conference On Manufacturing Systems, Bucharest, Published by Editura Academiei Române, ISSN 0035-4074, 2004, pag. 257-260.
- [6] Jian, L., Hongxing, L., *Modeling System Error In Batch Machining Based On Genetic Algorithms*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 43, 2003, pag. 599-604.
- [7] Lee, C.-K., Chen, C.-K., *Mathematical Models, Meshing Analysis And Transmission Design For A Robust Cylindrical Gear Set Generated By Two Blade-Discs With Parabolic Cutting Edge*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, C12, 2004, pag. 1539-1553.
- [8] Lee, J.H., Liu, Y., Yang, S.H., *Accuracy Improvement Of Miniaturizing Machine Tool: Geometric Error Modeling And Compensation*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 46, 2006, pag. 1508-1516.
- [9] Lee, T.S., Lin, Y.J., *An Improved Sculptured Part Surface Design Method With Jerk Continuity Consideration For Smooth Machining*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 15, pag. 640-648, 1999
- [10] Mu, Y. H., *Monitoring a Sub-Newton Cutting Force for Ultra-Precision Machining*. Int. J. Advance. Manufacturing Technology, 16, 2000, pp. 229-232
- [11] Rao, V. S., Yoon, K.Y., *Minimization Of Transmission Error In Helical Gears*. În: Journal of Mechanical Engineering, Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol. 215, Part. C, 2001, pag. 447-459.
- [12] Rao, V.S., Rao, P.V.M., *Tool Deflection Compensation In Peripheral Milling Of Curved Geometries*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 46, 2006, pag. 2036-2043.
- [13] Ratchev, S., Liu, S., Huang, W., Becker, A.A., *An Advanced FEA Based Force Induced Error Compensation Strategy Inmilling*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 46, 2006, pag. 542-551.
- [14] Ratchev, S., Liu, S., Huang, W., Becker, A.A., *Error Compensation Strategy In Milling Flexible Thin-Wall Parts*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 162-163, 2005, pag. 673-681.
- [15] Ratchev, S., Liu, S., Huang, W., Becker, A.A., *Milling Error Prediction And Compensation In Machining Of Low-Rigidity Parts*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 44, 2004, pag. 1629-1641.
- [16] Shi, M., Zhang, Y. F., s.a., *Triangular Mesh Generation Employng a Boundary Expansion Technique*, Int. J. Advance. Manufacturing Technology, 30, 2006, pp. 54-60
- [17] Suh, S.-H., Lee, E.-S., Jung, S.-Y., *Error Modelling And Measurement For The Rotary Table Of Five-Axis Machine Tools*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 14, 1998, pag. 656-663.
- [18] Yang, S.-H., Kim, K.-H., Park, Y.K., Lee, S.-G., *Error Analysis And Compensation For The Volumetric Errors Of A Vertical Machining Centre Using A Hemispherical Helix Ball Bar Test*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 23, 2004, pag. 495-500.
- [19] Sabri, T. E., Can, C., *Cutting Force Induced Error Elimination Method for Turning Operation*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 170, 2005, pag. 192-200.
- [20] Lin, J. C., Tai, C. C., *Accuracy Optimization for Mold Surface Profile Milling*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 15, 1999, pag. 15-25.
- [21] Oancea, N., *Generarea suprafetelor prin infasurare. Vol. I. Teoreme fundamentale*, Editura Fundatiei Universitare Dunarea de Jos, ISBN 973-627-106-4, ISBN 973-627-170-6, 2003;
- [22] Oancea, N., *Generarea suprafetelor prin infasurare. Vol. II. Teoreme complementare*, Editura Fundatiei Universitare Dunarea de Jos, ISBN 973-627-106-4, ISBN 973-627-107-2, 2004;
- [23] Oancea, N., Baicu, I., Teodor, V., Dima, M., *Generarea suprafetelor prin infasurare. Vol III. Complemente*, Editura Fundatiei Universitare Dunarea de Jos -Galati, ISBN973-627-106-4, ISBN973-627-239-7, 2005;