ISSN: 3030-3346

SENSOR MA'LUMOTLARI ASOSIDA VALIKLI SIQISH JARAYONINING AXBOROT-HOLAT MODELINI SHAKLLANTIRISH

Xusainova Xusnidaxon Saloyidinovna

Namangan davlat texnika universiteti, oliy matematika kafedrasi katta o‘qituvchisi

K E Y W O R D S

valikli siqish, sensor ma'lumotlari, axborot-holat modeli, vaqt bo'yicha sinxronlashtirish, raqamli boshqarish, mashinaviy o'qitish

A B S T R A C T

Ushbu maqolada valikli siqish mashinasining texnologik jarayonini raqamli boshqarish uchun sensor ma'lumotlari asosida axborot-holat modelini shakllantirish masalasi ko'rib chiqiladi. Sensorlardan olinadigan siqish kuchi, valik tezligi, material qalinligi, namlik, kontakt bosimi, harorat va vibratsiya kabi parametrlar qayta ishlanib, yagona axborot vektoriga birlashtiriladi. Maqolada vaqt bo'yicha sinxronlashtirish, anomal qiymatlarni aniqlash, o'lchangan, hisoblangan va yashirin holat komponentlarini birlashtirish usullari bayon qilingan. Taklif etilgan model keyingi bosqichlarda mashinaviy o'qitish algoritmlariga ma'lumot uzatish va jarayon holatini identifikatsiyalash uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kirish

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida texnologik parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish, qayta ishlash va boshqarish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, valikli siqish kabi murakkab texnologik jarayonlarda bir nechta sensorlardan olinadigan ma'lumotlarni yagona axborot muhitida birlashtirish va mashinaning joriy holatini raqamli ko'rinishda ifodalash zarurati tug'iladi.

Valikli siqish jarayonida turli xil sensorlar (siqish kuchi, valik tezligi, material qalinligi, namlik, kontakt bosimi, harorat, vibratsiya) bir vaqtning o'zida o'lchovlar amalga oshiradi. Biroq, bu sensorlarning ishlash chastotasi, namuna olish qadami va uzatish kechikishlari turlicha bo'lganligi sababli, olingan ma'lumotlarni to'g'ridan-to'g'ri qo'shib ishlatish mumkin emas. Shu bois ularni yagona vaqt koordinatasiga keltirish, o'lchovlar orasidagi moslikni ta'minlash va jarayonning joriy holatini aks ettiruvchi axborot vektorini shakllantirish masalasi dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi - sensor ma'lumotlari asosida valikli siqish jarayonining axborot-holat modelini ishlab chiqish. Ushbu model quyidagi vazifalarni hal qiladi:

- olingan ma'lumotlarni vaqt bo'yicha sinxronlashtirish;
- o'lchangan, hisoblangan va yashirin holat parametrlarini birlashtirish;
- real vaqt axborot oqimini yagona formal holat fazosida ifodalash;
- keyingi bosqichlarda mashinaviy o'qitish va identifikatsiya algoritmlariga ma'lumot uzatish imkonini yaratish.

Valikli siqish jarayonining texnologik parametrlari

Valikli siqish mashinasining texnologik jarayoni quyidagi asosiy parametrlar bilan tavsiflanadi:

$$z(t)=\begin{bmatrix} Q(t) & V(t) & h(t) \\ W(t) & p(t) & T(t) & a(t) \end{bmatrix}^T,$$

bu yerda siqish kuchi (F) - materialga ta'sir etuvchi mexanik kuch, valik tezligi (v) - valiklarning aylanish tezligi, material qalinligi (h) - qayta ishlanayotgan materialning qalinligi, namlik (W) - materialdagi namlik miqdori, kontakt bosimi (P) - valiklar orasidagi kontakt bosimi, harorat (T) - texnologik jarayon harorati, vibratsiya (A) - valikli siqish jarayonida yuzaga keladigan tebranishlar.

(cc) BY

Bu parametrlarning har biri alohida sensor orqali o'lchanadi va ularning kombinatsiyasi jarayonning holatini to'liq tavsiflaydi.

Sensor ma'lumotlarini vaqt bo'yicha sinxronlashtirish va o'lchovlarning matematik ifodasi. k-chi kuzatuv uchun vaqt belgisi t_k kiritilib, o'lchovlar to'plami quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$z_k = z(t_k) = \left[z_{1,k}, z_{2,k}, \dots z_{m,k}\right]^T, \quad (1)|$$

bu yerda *m* - kuzatilayotgan axborot kanallari soni, z_i,k - *i*-kanalning t_k momentdagi o'lchov qiymati.

Turli sensorlarning ishlash chastotasi, uzatish kechikishi va namuna olish qadami bir xil bo'lmagani sababli vaqt bo'yicha sinxronlashtirish masalasi yuzaga keladi. Umumiy holda i-kanal uchun o'lchovlar ketma-ketligi:

$$\mathcal{S}_i = \{(t_{i,1}, z_{i,1}), (t_{i,2}, z_{i,2}), \dots, (t_{i,N_i}, z_{i,N_i})\} \quad (2)$$

ko'rinishida beriladi, bu yerda *Ni* - *i*-sensor tomonidan qayd etilgan o'lchovlar soni.

Sinxronlashtirish operatsiyasi. Sinxronlashtirish natijasida barcha kanallar umumiy vaqt to'riga t_k proyeksiyalanadi (3) ko'rinishida yangi qiymat olinadi,

$$\tilde{z}_{i,k} = \mathcal{I}_i(t_k; \mathcal{S}_i) \qquad (3)$$

bu yerda $\mathcal{I}_i$ - tegishli kanal bo'yicha interpolyatsiya, qayta namunalash yoki moslashtirish operatori. Natijada barcha sensorlar uchun bir xil vaqt nuqtalarida qiymatlar mavjud bo'ladi.

Kuzatuvlar matritsasi. Sinxronlashtirilgan ma'lumotlar asosida vaqt bo'yicha ketma-ket kuzatuvlar matritsasi shakllantiriladi:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1^T \\ Z_2^T \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Z_N^T \end{bmatrix} \qquad (4)$$

bu yerda N - kuzatuvlar soni.

Ushbu matritsaning har bir qatori mashinaning ma'lum bir vaqt momentidagi holatini, ustunlari esa alohida axborot kanallarining vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalaydi.

Anomal qiymatlarni identifikatsiyalash. Sensor ma'lumotlari har doim ham to'liq va xatosiz bo'lmaydi. Sensor kanalidagi yo'qolgan qiymat, keskin sakrash yoki o'lchash shovqini joriy holatni noto'g'ri ifodalashi mumkin. Shu sababli axborot-holat modelini shakllantirishdan oldin kuzatuvlarning ishonchliligi baholanadi.

Anomal qiymatni aniqlash mezoni sifatida:

$$r_{ik} = \frac{|z_{ik} - \mu_i|}{\sigma_i} \quad (5)$$

ifodasidan foydalanish mumkin. Bu yerda μ_i va σ_i mos ravishda i-kanalning o'rtacha qiymati va standart og'ishidir. Agar r_{ik} belgilangan chegaradan katta bo'lsa, mazkur kuzatuv shubhali qiymat sifatida ajratiladi va keyingi qayta ishlash bosqichida alohida ko'rib chiqiladi.

Axborot-holat modelini shakllantirish va axborot-holat vektori

Real vaqt axborot oqimidan mashinaning joriy texnologik holatini tavsiflovchi axborot-holat vektori shakllantiriladi:

$$X_{Ik} = \Phi(z_k, c_k), \qquad (6)$$

bu yerda zk - shu vaqt momentidagi sensor kuzatuvlari, ck - fizik model yoki oldingi holat asosida mavjud bo'ladigan hisoblangan komponentlar, $\Phi(z_k, c_k)$ - ularni yagona holat fazosiga birlashtiruvchi operator.

Operatorlarning vazifalari

Modelda uchta operator uch xil vazifani amalga oshiradi:

$$z_k, c_k \xrightarrow{\Phi} X_{Ik} \xrightarrow{F} X_{Ik+1} \text{ va sensor kuzatuvi esa } X_{Ik} \xrightarrow{H} z_k$$

bu yerda: $\mathcal{D} = \{(t_k, z_k, y_k)\}_{k=1}^N$, $\Phi(*)$ - axborotlarni birlashtiruvchi operator, F(*) - holat evolyutsiyasi operatori, H(*) - sensorlardagi ma'lumotni kuzatuvchi operator.

(cc) BY

Holat tenglamasi

Axborot-holat vektorining vaqt bo'yicha o'zgarishi:

$$|z_k = H(X_{Ik}) + v_k \quad (7)$$

ko'rinishida ifodalanadi. Bu yerda v_k - sensorlardagi o'lchash xatoligi vektori, ya'ni kuzatilayotgan parametrlarni o'lchash jarayonida yuzaga keladigan tasodifiy xatoliklar. Masalan:

- siqish kuchi sensori - ozgina xato bilan o'lchaydi;
- bosim sensori - kalibrlash xatosiga ega bo'lishi mumkin;
- namlik sensori - o'lchash shovqiniga ega;
- harorat sensori - aniqlik chegarasiga ega.

Axborot-holat modelining tarkibi

Axborot-holat modeli o'lchangan, hisoblangan va yashirin holat komponentlarini bir xil formal muhitda birlashtirish imkonini beradi:

$$X_{Ik} = \begin{bmatrix} X_{abs,k} \\ X_{cals,k} \\ X_{lat,k} \end{bmatrix} \quad (8)$$

bu yerda $X_{abs,k}$ - bevosit a kuzatiladigan holatlar, $X_{cals,k}$ - matematik model asosida hisoblangan holatlar, $\boldsymbol{X_{lat,k}}$- bevosita o'lchanmaydigan, lekin mavjud ma'lumotlardan baholanadigan holatlar.

Vaqt bo'yicha axborot modeli

Valikli siqish jarayonining vaqt bo'yicha axborot modeli:

$$A = \{t_k, z_k, X_{Ik}, y_k\}_{k=1}^{N} \quad (9)$$

ko'rinishida ifodalanadi. Bu yerda y_k - texnologik jarayonning tegishli chiqish yoki sifat ko'rsatkichlari. Demak, A nafaqat parametrlarning qiymatlarini, balki ularning vaqt, holat va natija bilan bog'langan strukturasini ham o'zida mujassamlashtiradi. **Vaqt oynalarini shakllantirish**

Shakllantirilgan axborot-holat modeli mashinaviy o'qitish algoritmiga bevosita uzatiladigan xom ma'lumotlar to'plamidan farq qiladi. ML algoritmiga uzatishdan oldin ushbu modeldan vaqt oynalari va holatga xos ketma-ketliklar ajratib olinishi mumkin. Masalan, *L* ta ketma-ket kuzatuv asosida:

$$X_k^L = [X_{IK-L+1}, \dots, X_{IK}] \quad (10)$$

ko'rinishidagi vaqt oynasi shakllantiriladi.

Xulosa

Ushbu maqolada valikli siqish jarayoni uchun sensor ma'lumotlari asosida axborot-holat modelini shakllantirish usuli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model quyidagi xususiyatlarga ega:

- Turli sensorlardan olingan ma'lumotlarni vaqt bo'yicha sinxronlashtirish imkonini beradi;
- O'lchangan, hisoblangan va yashirin holat parametrlarini yagona formal holat fazosida birlashtiradi;
- Anomal qiymatlarni identifikatsiyalash mexanizmini o'z ichiga oladi;
- Mashinaviy o'qitish algoritmlariga ma'lumot uzatish uchun qulay strukturaga ega;
- Vaqt oynalarini shakllantirish orqali jarayon dinamikasini o'rganish imkonini yaratadi.

Olingan natijalar keyingi bosqichlarda sensor ma'lumotlarini filtrlash va qayta ishlash, Feature Engineering hamda intellektual identifikatsiya algoritmlari uchun kirish axborot strukturasi sifatida xizmat qiladi. Turg'unov dissertatsiyasidagi ikki valikli modulning kontakt va gidravlik jarayonlari uchun ishlab chiqilgan matematik natijalar ushbu axborot-holat modelida fizik bilim manbai sifatida qo'llanishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Turg'unov, Sh. (2023). Ikki valikli modulning kontakt va gidravlik jarayonlarini matematik modellashtirish. Dissertatsiya.
2. Kamilov M., Hudayberdiev M.Kh., Khamroev A. The construction of local convex hull on the task of pattern recognition //Procedia Computer Science. - 2021. –Vol. 186. Pp. 360–365.
3. Hudayberdiyev M. Kh., Khusainova Kh. S.,Ravshanov A.A.Physics-Informed Hybrid Machine Learning for Residual

(cc) BY

Moisture Prediction in Roller Pressing of Leather Semi-Finished Materials -2026
4. Haykin, S. (2014). Neural Networks and Learning Machines. Pearson Education.
5. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
6. N. R. Yusupbekov, S. M. Gulyamov and M. Y. Doshchanova, "Neural identification of a dynamic model of a technological process," 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011912..
7. Kamilov Mirzoyan, Hudayberdiev Mirzaakbar, Khamroev Alisher. Importance of Morphological Features in Orthoptera Identification // International scientific and technical journal of Chemical technology. Control and Management. – 2020. -Vol.1(91). -Pp. 62-66.
8. Kamilov Mirzoyan, Hudayberdiev Mirzaakbar. Recognition via morphological features of tulip by the algorithms for calculating estimates // International scientific and technical journal of Chemical technology. Control and Management. – 2020. –Special issue 5-6(95-96). -Pp. 05-11.
9. Kamilov M., Hudayberdiev M.Kh., Khamroev A. Algorithm for the Development of a Training Set that Best Describes the Objects of Recognition //Procedia Computer Science. -2019. –Vol. 150. Pp. 116–122.
10. Kholmatov Bakhtiyor, Hudayberdiev Mirzaakbar. Formation of Relational Structures of Information Identification Models for Insecta Orthoptera Bioobject // 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). - Tashkent, 4-6 Nov. 2019.
11. Kamilov M.M., Hudayberdiev M.Kh. Algebraic correction of algorithms for recognition and identification of biological objects in data mining problems // International scientific and technical journal of Chemical technology. Control and Management. -2019. -Vol. 6(90), - Pp. 30-36.
12. Hudayberdiyev M.Kh., Ravshanov A.A. Identification of faults in highways using approximation methods and algorithms // Chemical Technology Control and Management. – Tashkent, 2024. – Vol. 115, Issue 1. – Pp. 48-55.

(cc) BY