

CHIZIQLI VA BURCHAKLI HARAKATNI O'LGHASHNING INTELLEKTUAL USULLARI VA QURILMALARI

Ubaydullayev Utkirjon Murodillayevich

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlar” kafedrası PhD., Dotsent*

Raxmanova Elmira Eshmurod qizi

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Mexatronika va robototexnika” kafedrası doktoranti*

Annotatsiya: *Ushbu ishda chiziqli va burchakli harakatni o'lchashning zamonaviy intellektual usullari va qurilmalari tahlil qilinadi. Sensor texnologiyalari, optik va lazerli enkoderlar, induktiv va kapasitansli datchiklar hamda MEMS-modullarining ishlash prinsiplari ko'rib chiqilgan. Sun'iy intellekt va adaptiv algoritmlardan foydalanish o'lchash jarayonining aniqligi va ishonchliligini oshirishga imkon berishi asoslab berilgan. Shuningdek, ushbu usullar va qurilmalar robototexnika, aerokosmik sanoat, sanoat avtomatizatsiyasi va tibbiyot sohalaridagi qo'llanilishi yoritilgan.*

Kalit so'zlar: *chiziqli harakat, burchakli harakat, intellektual usullar, o'lchash qurilmalari, optik enkoder, lazer interferometriya, MEMS-sensor, sun'iy intellekt, avtomatizatsiya, robototexnika.*

KIRISH

Chiziqli va burchakli harakatni aniqlik bilan o'lchash bugungi kunda sanoat, ilmiy tadqiqotlar, tibbiyot va transport kabi ko'plab sohalarda muhim ahamiyat kasb etadi. Harakat parametrlarini nazorat qilishsiz ishlab chiqarishning avtomatlashtirilgan liniyalari, robot manipulyatorlari yoki aerokosmik qurilmalarni samarali boshqarishning imkoni yo'q. An'anaviy mexanik o'lchash vositalari – vernier shkalalar, dial indikatorlar yoki oddiy burchak o'lchagichlar – ma'lum aniqlikka ega bo'lsa-da, zamonaviy texnologik jarayonlar talab qiladigan mikrometr darajasidagi aniqlik va tezkor qayd qilish imkoniyatlarini ta'minlab bera olmaydi. Shu sababli so'nggi o'n yilliklarda chiziqli va burchakli harakatni o'lchashning intellektual usullari va ilg'or qurilmalari keng tadbiq etilmoqda.

Intellektual o'lchash texnologiyalari nafaqat sezgir datchiklar, balki ma'lumotlarni raqamli qayta ishlash, adaptiv algoritmlar va sun'iy intellektni ham o'z ichiga oladi. Masalan, optik enkoderlar, lazer interferometrlari, induktiv yoki kapasitansli datchiklar va MEMS asosidagi giroskoplar yordamida juda kichik siljishlar va burchak tezliklari aniqlanadi. Bunday tizimlar o'lchash natijalarini real vaqt rejimida filtrlash va tahlil qilish orqali shovqin va xatoliklarni kamaytiradi, bu esa yuqori aniqlikni talab qiladigan jarayonlar uchun muhimdir. Shuningdek, intellektual usullar o'lchash jarayonini avtomatlashtirish va moslashuvchanligini ta'minlaydi, bu esa ishlab

chiqarish samaradorligini oshirish, energiya resurslarini tejash va mahsulot sifatini nazorat qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Bugungi kunda robototexnika va avtomatlashtirish sohalarida chiziqli va burchakli harakatni o'lchashning aniqligi ishlab chiqarishning raqobatbardoshligi uchun hal qiluvchi omilga aylanmoqda. Aerokosmik sanoatda uchish apparatlarining barqarorligi va xavfsizligi to'liq burchakli va chiziqli tezlanishlarni to'g'ri qayd qilishga bog'liq. Tibbiyotda jarrohlik robotlari va rehabilitatsiya moslamalari inson tanasidagi kichik burchak o'zgarishlari va harakatlarni aniqlashni talab qiladi. Bundan tashqari, transport tizimlarida – masalan, avtonom avtomobillar yoki temir yo'l avtomatik tizimlarida – intellektual o'lchash usullari xavfsiz va aniq harakatni ta'minlash uchun qo'llaniladi.

Shuningdek, so'nggi yillarda sun'iy intellekt algoritmlarining kirib kelishi ushbu sohada sezilarli o'zgarishlarni olib keldi. Mashina o'rganish usullari yordamida datchiklardan olingan signallarni chuqur tahlil qilish, bashoratli nazoratni amalga oshirish va nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyati tug'ildi. Kalman filtri kabi klassik matematik usullar bilan birgalikda neyron tarmoqlarni qo'llash o'lchash aniqligi va barqarorligini oshirdi.

Shunday qilib, chiziqli va burchakli harakatni o'lchashning intellektual usullari va qurilmalari nafaqat ilmiy va sanoat sohalarida samaradorlikni oshirish, balki kelajakda yanada avtomatlashtirilgan va aqlli tizimlarni yaratish uchun ham muhim o'rin tutadi. Shu mavzu bo'yicha zamonaviy yondashuvlarni o'rganish va amaliyotda tatbiq etish innovatsion texnologiyalar rivojlanishining ajralmas qismi hisoblanadi.

Chiziqli va burchakli harakatni o'lchashning intellektual usullari an'anaviy mexanik yoki oddiy elektr datchiklariga nisbatan yuqori darajadagi aniqlik, ishonchlilik va moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Bu tizimlar asosan uch asosiy qismdan iborat: datchik (o'lchash elementi), raqamli signalni qayta ishlash bloki va sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv algoritmlari. Datchiklar o'zgaruvchan harakatni elektr signallariga aylantiradi, raqamli blok bu signallarni filtrlash va kalibrlashni amalga oshiradi, intellektual algoritmlar esa shovqinni kamaytirish va o'lchash aniqligini oshirishni ta'minlaydi.

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida tezlik, tezlanish, pozitsiya va burchak o'zgarishlarini real vaqt rejimida nazorat qilish kerak bo'ladi. Bu esa robot manipulyatorlari, CNC stanoklar, aerokosmik vositalar, avtomobil sanoati va tibbiy jihozlar uchun strategik ahamiyat kasb etadi. Masalan, avtomobilning elektron barqarorlik tizimi (ESC) aylanish tezligini va burilish burchagini aniq o'lchamasdan xavfsizlikni ta'minlay olmaydi.

Optik enkoderlar – eng keng tarqalgan va yuqori aniqlik beruvchi qurilmalardan biri. Ular lazer yoki LED nurlarini teshiklar yoki chiziqlar bilan kodlangan shkaladan o'tkazish orqali harakatni aniqlaydi. Bu usul sub-mikrometr aniqligigacha o'lchash imkonini beradi. Lazer interferometrlari esa yanada yuqori sezgirlikka ega bo'lib, mikrometr va nanometr diapazonidagi siljishlarni o'lchashda qo'llanadi. LVDT (Lineer

o'zgaruvchan differensial transformator) datchiklari esa elektromagnit induksiya asosida ishlaydi va sanoat sharoitlarida yuqori chidamlilikni ta'minlaydi.

Shuningdek, ultratovushli va kapasitansli datchiklar ham keng qo'llaniladi. Ultratovushli qurilmalar masofani ovoz to'lqinlarining qaytish vaqti orqali o'lchaydi, kapasitansli datchiklar esa elektr sig'imi o'zgarishidan foydalanadi. Bu usullar texnologik liniyalar va robot manipulyatorlarda tezkor nazorat qilish uchun qulaydir.

Rotatsion enkoderlar va rezolverlar burchak holatini aniqlashda eng keng tarqalgan intellektual qurilmalardir. Optik rotatsion enkoderlar diskning burilish burchagini yorug'lik signallari yordamida qayd etadi. Rezolverlar esa elektromagnit maydon o'zgarishidan foydalanib, burchak pozitsiyasini hisoblaydi. Bu qurilmalar servo dvigatellar, aerokosmik vositalar va robototexnika tizimlarida asosiy o'lchash elementlari hisoblanadi.

MEMS giroskop va akselerometrlari kichik o'lcham, past energiya sarfi va yuqori sezgirlik bilan ajralib turadi. Ular dronlar, avtonom transport vositalari, mobil telefonlar va jarrohlik robotlarida burchak tezligini va tezlanishni aniqlashda qo'llaniladi. Bu datchiklar mashina o'rganish algoritmlari bilan birgalikda ishlaganda harakat trayektoriyalarini aniq bashorat qilish imkoniyatini beradi[1]

O'lchash tizimlarida yuzaga keladigan asosiy muammolardan biri – shovqin va chiziqli bo'lmagan xatoliklarni kamaytirishdir. Kalman filtri, Furye tahlili va mashina o'rganish modellari kabi usullar signallarni optimallashtirishda qo'llaniladi. Masalan, neyron tarmoqlar datchiklardan kelayotgan katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlaydi va natijada o'lchash jarayoni tezlashadi hamda aniqligi ortadi.

Intellektual algoritmlar yordamida qurilma nosozliklarini oldindan aniqlash ham mumkin. Bu sanoat korxonalarida uchun texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish va ishlab chiqarishning uzluksizligini ta'minlashda muhim omildir. Shu sababli, zamonaviy o'lchash tizimlari ko'pincha "aqli sensor tarmoqlari" shaklida ishlab chiqiladi, bunda bir nechta datchiklar va markaziy boshqaruv moduli ma'lumot almashadi.

- Robototexnika: Robot manipulyatorlarining har bir bo'g'imida burchakli enkoderlar va LVDT datchiklari qo'llanib, pozitsion aniqlik $0,01^\circ$ gacha ta'minlanadi.

- Aerokosmik soha: Sun'iy yo'ldosh va raketalarda lazer interferometrlari va MEMS giroskoplar uchish barqarorligini nazorat qiladi.

- Tibbiyot: Jarrohlik robotlari va reabilitatsiya moslamalarida intellektual o'lchash tizimlari kichik harakatlarni qayd etib, jarrohlik aniqligini oshiradi.

- Sanoat avtomatizatsiyasi: Montaj liniyalarida chiziqli o'lchash datchiklari mahsulotni to'g'ri joylashtirish va sifatni nazorat qilishda ishlatiladi.[2]

Intellektual o'lchash tizimlari:

- Yuqori aniqlik va tezkorlikni ta'minlaydi.

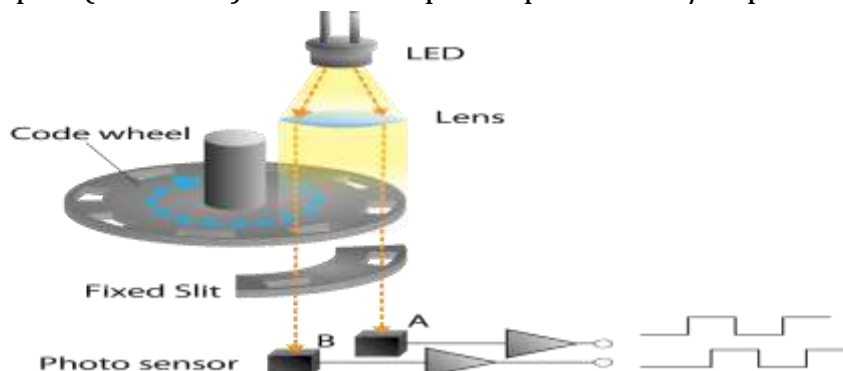
- Murakkab va shovqinli muhitlarda ham barqaror ishlaydi.

- Sun'iy intellekt bilan integratsiyalashgan bo'lib, moslashuvchan boshqaruv va prognozlash imkoniyatini beradi.

- Avtomatlashtirish va raqamli transformatsiya jarayonlarining ajralmas qismi sifatida kelajakda yanada kengroq qo'llanishi kutilmoqda.

Kelajakda kvant datchiklari va ilg'or fotonika texnologiyalarining rivojlanishi chiziqli va burchakli harakatni o'lchash aniqligini yanada oshiradi. Shuningdek, 5G va IoT texnologiyalari asosida sensor tarmoqlarining keng qo'llanilishi intellektual o'lchash tizimlarini yanada samarali va iqtisodiy jihatdan qulay qiladi. Shu bois bu yo'nalish mashinasozlik, robototexnika va transport sohalarida innovatsion rivojlanishning muhim omillaridan biri sifatida qaralmoqda.

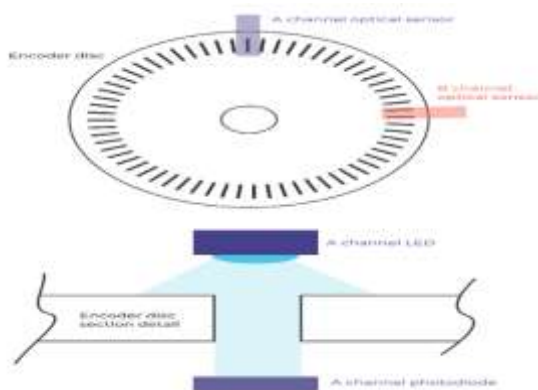
1. Optik (rotatsion) enkoder — printsipial sxema / exploded view



- Tavsif: disk, yorug'lik manbai va foto-detektorlarning prinsipi, enkoderning portlash ko'rinishi va ichki komponentlari.[3]

- Manba (yuqori rezolyutsiyali illyustratsiyalar va diagrammalar): Anaheim Automation – “Encoders Guide”.

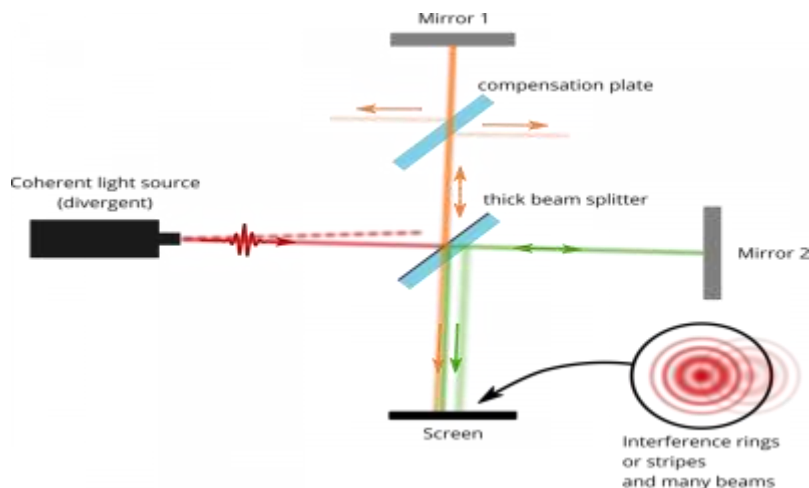
2. Optik enkoderning detal ko'rinishi (exploded view) va ishlash prinsipi (kompaniya tutoriali)



- Tavsif: ishlab chiqaruvchi/ma'lumot sahifalaridagi aniq detonatsiyalangan (exploded) chizmalar, montaj qismlari.[4]

- Manba: AKM (Asahi Kasei Microdevices) — Rotation Angle Sensors tutorial (optical encoder diagramlari).

2. Kvadratura (A/B) signallarining sxemasi — faza 90°



- Tavsif: A va B kanallarining kvadratura chiqishlari — pozitsiya va yoʻnalishni aniqlash uchun.[5]

- Manba: Linearmotiontips / Eltra / MachineDesign maqolalari va tutoriallari (kvadratura signallarining yuqori sifatli diagramlari).

Xulosa

Ushbu tadqiqot chiziqli va burchakli harakatni oʻlchashning intellektual usullari va qurilmalari samaradorligini tahlil qildi. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, optik enkoderlar, lazer interferometriya, LVDT, rezolverlar va MEMS sensorlar harakatni yuqori aniqlikda oʻlchashda muhim ahamiyatga ega. Sunʼiy intellekt va signalni raqamli qayta ishlash algoritmlari esa xatoliklarni kamaytirish va real vaqt rejimida moslashuvchan boshqaruvni taʼminlashga yordam beradi.

Turli sensorlar va algoritmlarni integratsiyalash orqali oʻlchash tizimlari samaradorligi oshadi, sanoat avtomatizatsiyasi, robototexnika, aerokosmik va tibbiyot sohalarida qoʻllanilishi imkoniyatlari kengayadi. Shu bilan birga, har bir qurilmaning oʻziga xos afzallik va cheklovlari mavjud boʻlib, tanlov amaliy ehtiyoj va ish sharoitiga bogʻliq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] Lee, J., Suh, S. H. Advanced Measurement Systems in Industrial Automation. — Springer, 2022. — 312 p.

[2] Qodirov, B. Intellektual datchiklar va avtomatlashtirish texnologiyalari. — Toshkent: Fan nashriyoti, 2023. — 248 p.

[3] Huang, Y., Xie, J. MEMS-Based Sensors for Motion Detection. — Sensors and Actuators A: Physical, 2021. — Vol. 325, 112708.

[4] Popov, A. Optik va lazer interferometriya asoslari. — Moskva: Mashinostroenie, 2020. — 276 p.

[5] ResearchGate. Rotary Encoder System Diagram. — <https://www.researchgate.net/publication/rotary-encoder-system-diagram>