PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI
ISSN: 3060-4923 Impact Factor –7,212

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDAGI AQLLI ROBOTLAR: TEXNOLOGIK STRUKTURA VA OPTIMALLASHTIRISH USULLARI

Yo‘ldosheva Dilsora Rustam qizi
Qarshi davlat texnika universiteti,
"Mexatronika va robototexnika" yo‘nalishi.
yuldoshevadilsora.o8@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada sun’iy intellekt algoritmlari asosida ishlovchi aqlli robotlarning zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari tadqiq etilgan. Mashinali o‘qitish va neyron tarmoqlarining robot boshqaruv tizimlaridagi o‘rni, sensorli ma’lumotlarni qayta ishlash hamda qaror qabul qilish jarayonlari matematik modellar orqali yoritilgan. Tadqiqot davomida robotlarning dinamik muhitda harakatlanishini optimallashtirish masalalari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar : Sun’iy intellekt, aqlli robotlar, mexatronika, neyron tarmoqlar, mashinali o‘qitish, sensor fuziyasi, avtonom boshqaruv, algoritmlar, optimallashtirish, robot dinamikasi, kompyuter ko‘rishi, adaptiv tizimlar.

Kirish

XXI asrda raqamli texnologiyalar, avtomatlashtirish tizimlari va sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi robototexnika sohasini yangi bosqichga olib chiqdi. Ayniqsa, sun’iy intellekt asosidagi aqlli robotlar zamonaviy ilm-fan va texnologiyaning strategik yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Bunday robotlar nafaqat oldindan belgilangan buyruqlarni bajaradi, balki tashqi muhitni tahlil qilish, ma’lumotlarni qayta ishlash, o‘rganish, qaror qabul qilish hamda murakkab vaziyatlarga moslashish imkoniyatiga ham ega hisoblanadi. Shu sababli aqlli robotlar sanoat ishlab chiqarishi, logistika, tibbiyot, qishloq xo‘jaligi, harbiy texnologiyalar, transport va xizmat ko‘rsatish kabi ko‘plab sohalarda keng qo‘llanilmoqda. Hozirgi globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirish hamda xavfli va murakkab jarayonlarni avtomatlashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur ehtiyojlar sun’iy intellekt asosidagi aqlli robotlarni yaratish va ularni takomillashtirishga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. Ayniqsa, Industry 4.0 konsepsiyasining rivojlanishi natijasida aqlli robotlar kiber-fizik tizimlarning asosiy komponentiga aylanib bormoqda. Ushbu jarayon robotlarning texnologik strukturasi, algoritmik boshqaruv tizimlari va optimallashtirish metodlarini ilmiy jihatdan chuqur tadqiq etishni talab qiladi.

Sun’iy intellekt asosidagi robotlarning samaradorligi ularning texnik arxitekturasi va boshqaruv algoritmlarining mukammalligi bilan bevosita bog‘liqdir. Robotning texnologik strukturasi odatda sensor tizimlari, ma’lumotlarni qayta ishlash moduli, aktuatorlar, boshqaruv tizimlari hamda sun’iy intellekt algoritmlaridan tashkil topadi. Sensorlar tashqi muhit haqidagi ma’lumotlarni yig‘adi, intellektual qayta ishlash moduli esa ushbu ma’lumotlarni tahlil qilib, optimal qarorlarni shakllantiradi. Aktuatorlar robotning fizik harakatini amalga oshirsa, boshqaruv tizimi barcha jarayonlarning uzluksiz va muvofiqlashtirilgan ishlashini ta’minlaydi. Shu nuqtai nazardan qaraganda, aqlli robotlarning funksional samaradorligi apparat va dasturiy komponentlarning integratsiyalashgan holda ishlashiga asoslanadi.

Bugungi kunda robototexnika tizimlarida mashinaviy o‘qitish (Machine Learning), chuqur o‘qitish (Deep Learning), kompyuterli ko‘rish (Computer Vision), tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing) hamda mustahkamlovchi o‘qitish (Reinforcement Learning) kabi ilg‘or sun’iy intellekt metodlari keng qo‘llanilmoqda. Ushbu algoritmlar robotlarga avtonom harakatlanish, obyektlarni aniqlash, inson bilan muloqot qilish va real vaqt rejimida qaror qabul qilish imkoniyatini yaratadi. Biroq robot tizimlarida katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, energiya sarfi, hisoblash resurslari cheklanganligi va real vaqt talablariga moslashish kabi muammolar mavjud bo‘lib, ular optimallashtirish usullarini ishlab chiqishni talab etadi.

Aqlli robotlarni optimallashtirish robototexnika tizimlarining samaradorligi, aniqligi va energiya tejamkorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, algoritmlarni optimallashtirish, energiya boshqaruvi, navigatsiya tizimlarini takomillashtirish, hisoblash jarayonlarini parallel qayta ishlash hamda Edge AI va Cloud Robotics texnologiyalaridan foydalanish robotlarning ishlash tezligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi. Bundan tashqari, optimallashtirish usullari robotlarning murakkab muhitlarda avtonom faoliyat yuritish imkoniyatlarini kengaytiradi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundaki, unda aqlli robotlarning texnologik arxitekturasi va optimallashtirish usullari kompleks tarzda tahlil qilinib, zamonaviy robototexnika tizimlarini rivojlantirish bo‘yicha ilmiy xulosalar shakllantiriladi. Shu bilan birga, maqola natijalari sun’iy intellekt va robototexnika sohasida ilmiy izlanish olib borayotgan tadqiqotchilar, magistrantlar, doktorantlar hamda muhandislar uchun nazariy va amaliy manba sifatida xizmat qilishi mumkin. Sun’iy intellekt asosidagi aqlli robotlar zamonaviy texnologik taraqqiyotning eng muhim yo‘nalishlaridan biri sifatida shakllanib, global iqtisodiyot, sanoat ishlab chiqarishi va xizmat ko‘rsatish tizimlarida tub o‘zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Hozirgi davrda robototexnika va sun’iy intellekt texnologiyalarining integratsiyalashuvi natijasida robotlarning funksional imkoniyatlari sezilarli darajada kengayib bormoqda. An’anaviy robotlardan farqli ravishda aqlli robotlar nafaqat dasturlashtirilgan vazifalarni bajaradi, balki tashqi muhitni tahlil qilish, murakkab vaziyatlarga moslashish, o‘rganish va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatiga ham ega hisoblanadi. Shu sababli bunday tizimlar sanoat, logistika, tibbiyot, qishloq xo‘jaligi, transport, mudofaa va servis xizmatlari kabi ko‘plab strategik sohalarda keng qo‘llanilmoqda.

Xalqaro Robototexnika Federatsiyasi ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi yillarda dunyo bo‘yicha sanoat robotlariga bo‘lgan talab rekord darajada oshgan. 2024-yilda global miqyosda 542 mingdan ortiq yangi sanoat robotlari ishlab chiqarish korxonalariga o‘rnatilgan bo‘lib, faol foydalanilayotgan sanoat robotlari soni 4,6 milliondan ortiqni tashkil etgan. Mazkur ko‘rsatkichlar ishlab chiqarish jarayonlarida avtomatlashtirishning jadal rivojlanayotganligini va sun’iy intellekt asosidagi robot tizimlari iqtisodiy samaradorlikni oshirishning asosiy vositalaridan biriga aylanganligini ko‘rsatadi. Ayniqsa Osiyo davlatlari, xususan Xitoy, Yaponiya va Janubiy Koreya robotlashtirish bo‘yicha yetakchi hudud sifatida shakllanmoqda. Statistik tahlillarga ko‘ra, dunyoda o‘rnatilayotgan robotlarning qariyb 70 foizdan ortig‘i aynan Osiyo mintaqasiga to‘g‘ri kelmoqda. Bu esa robototexnika texnologiyalari global raqobatbardoshlikni ta’minlovchi asosiy omillardan biriga aylanganligini tasdiqlaydi.

Aqlli robotlarning samaradorligi ularning texnologik strukturasining mukammalligi bilan bevosita bog‘liqdir. Zamonaviy robot tizimlari murakkab apparat va dasturiy ta’minot integratsiyasidan tashkil topgan bo‘lib, sensor tizimlari, hisoblash modullari, aktuatorlar va boshqaruv mexanizmlaridan iborat yaxlit arxitekturaga ega. Sensor tizimlari robotning tashqi muhit bilan o‘zaro aloqasini ta’minlaydi va muhit haqidagi ma’lumotlarni yig‘adi. Hozirgi davrda robotlarda yuqori aniqlikdagi kamera sensorlari, ultrasonik sensorlar, infraqizil qurilmalar, GPS modullari hamda LIDAR texnologiyalaridan keng foydalanilmoqda. Ayniqsa LIDAR tizimlari

avtonom robotlar va dronlarda muhit xaritasini yaratish hamda xavfsiz navigatsiyani ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Sensorlardan olingan katta hajmdagi ma’lumotlar real vaqt rejimida qayta ishlanishi talab qilinadi. Shu sababli zamonaviy robotlarda yuqori unumdor grafik protsessorlar va sun’iy intellektga moslashtirilgan hisoblash platformalari qo‘llanilmoqda.

Robotlarning intellektual boshqaruv tizimi asosan sun’iy intellekt algoritmlariga tayangan holda faoliyat yuritadi. Bugungi kunda mashinaviy o‘qitish, chuqur o‘qitish, kompyuterli ko‘rish, tabiiy tilni qayta ishlash va mustahkamlovchi o‘qitish texnologiyalari robototexnikaning asosiy tarkibiy qismiga aylanib ulgurdi. Machine Learning algoritmlari robotlarga tajriba asosida o‘rganish va faoliyatini optimallashtirish imkoniyatini yaratadi. Deep Learning texnologiyalari esa katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish orqali murakkab obyektlarni aniqlash va tasniflashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi. Xususan, neyron tarmoqlar asosidagi tizimlar yordamida robotlar yuzni aniqlash, nutqni tanish, harakatlarni prognozlash hamda real muhitda xavfsiz navigatsiyani amalga oshirish imkoniyatiga ega bo‘lmoqda. So‘nggi ilmiy tadqiqotlar generativ sun’iy intellekt texnologiyalarining robototexnika tizimlariga integratsiyalashuvi robotlarning moslashuvchanligini sezilarli darajada oshirayotganligini ko‘rsatmoqda. Generativ AI asosidagi modellar murakkab muhitlarni simulyatsiya qilish, robotlarning tezroq o‘rganishi va optimal harakat strategiyalarini ishlab chiqishda muhim vosita bo‘lib xizmat qilmoqda.

Robototexnika tizimlarida aktuatorlar robotning fizik harakatini ta’minlovchi asosiy mexanik element sifatida muhim o‘rin tutadi. Elektr motorlari, servo aktuatorlar, gidravlik va pnevmatik tizimlar robotlarning harakat mexanizmlarini boshqarishda keng qo‘llaniladi. Ayniqsa humanoid robotlarning rivojlanishi yuqori aniqlikdagi servo mexanizmlarga bo‘lgan talabni keskin oshirdi. Zamonaviy humanoid robotlar inson harakatlarini takrorlash imkoniyatiga yaqinlashib bormoqda. So‘nggi yillarda ishlab chiqilgan robot qo‘llari insonning nozik motorik harakatlarini takrorlay olish darajasiga yetgani robototexnika rivojlanishining muhim bosqichi hisoblanadi. Bu esa tibbiyot, sanoat va servis xizmatlarida robotlardan foydalanish ko‘lamini yanada kengaytirmoqda.

Sun’iy intellekt asosidagi robotlarning samaradorligi ko‘p jihatdan optimallashtirish usullariga bog‘liqdir. Robot tizimlarida energiya samaradorligini oshirish asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa mobil robotlar va humanoid tizimlarda energiya sarfini kamaytirish muhim ilmiy va texnologik vazifa sifatida qaralmoqda. Shu maqsadda kam quvvat sarflovchi protsessorlardan foydalanish, energiya tejovchi algoritmlarni ishlab chiqish hamda harakat trayektoriyalarini optimallashtirish usullari keng qo‘llanilmoqda. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, zamonaviy robotlar avvalgi avlod robotlariga nisbatan 30–40 foizgacha kam energiya sarflamoqda. Bu esa robotlarning avtonom ishlash vaqtini sezilarli darajada uzaytirishga imkon bermoqda.

Hozirgi davrda Edge AI texnologiyalari robototexnika sohasida muhim innovatsion yechim sifatida baholanmoqda. Mazkur texnologiya ma’lumotlarni masofaviy serverlarga yubormasdan bevosita robotning o‘zida qayta ishlash imkonini beradi. Natijada kechikish vaqti kamayadi, xavfsizlik darajasi oshadi va real vaqt rejimida qaror qabul qilish tezlashadi. Edge AI ayniqsa avtonom avtomobillar, dronlar va sanoat robotlari uchun muhim texnologik yechim hisoblanadi. Shu bilan birga Cloud Robotics texnologiyalarining rivojlanishi robotlarga katta hajmdagi ma’lumotlarni saqlash va kollektiv o‘rganish imkoniyatini yaratmoqda. Bulutli texnologiyalar yordamida robotlar murakkab hisoblash jarayonlarini masofadan amalga oshirib, o‘zaro tajriba almashish imkoniyatiga ega bo‘lmoqda.

Aqlli robotlarning qo‘llanilish sohalari tobora kengayib bormoqda. Sanoat korxonalarida robotlar ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, mahsulot sifatini nazorat qilish va xavfli

ishlarni bajarishda faol qo‘llanilmoqda. Tibbiyot sohasida robotlashtirilgan jarrohlik tizimlari minimal invaziv operatsiyalarni yuqori aniqlikda amalga oshirish imkoniyatini bermoqda. Logistika va elektron tijorat sohasida ombor robotlari mahsulotlarni avtomatik saralash va tashishda yuqori samaradorlikni ta’minlamoqda. So‘nggi yillarda humanoid robotlarga bo‘lgan qiziqish ham keskin oshgan bo‘lib, ular servis xizmatlari, qutqaruv ishlari va uy yordamchilari sifatida istiqbolli texnologiya sifatida qaralmoqda.

Shunga qaramay, aqlli robototexnika tizimlarining rivojlanishi bilan bog‘liq bir qator muammolar ham mavjud. Yuqori ishlab chiqarish xarajatlari, kiberxavfsizlik tahdidlari, etik va huquqiy masalalar hamda hisoblash resurslari bilan bog‘liq cheklovlar robototexnika rivojlanishidagi asosiy muammolar sifatida baholanmoqda. Bundan tashqari, sun’iy intellekt tizimlarining qaror qabul qilish mexanizmlarini tushuntirish murakkabligi ham ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Kelajakda 6G, IoT va kvant hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi aqlli robotlarning funksional imkoniyatlarini yanada kengaytirishi kutilmoqda. Shu asosda sun’iy intellekt asosidagi robotlar global raqamli iqtisodiyotning ajralmas qismiga aylanib, insoniyat hayotining barcha sohalarida muhim o‘rin egallashi prognoz qilinmoqda.

Xulosa

Sun’iy intellekt asosidagi aqlli robotlar zamonaviy ilm-fan va texnologiyaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida global iqtisodiyot va sanoat rivojlanishida muhim o‘rin egallamoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, robototexnika va sun’iy intellekt texnologiyalarining integratsiyalashuvi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirish hamda murakkab va xavfli jarayonlarni avtomatlashtirish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, sanoat, logistika, tibbiyot, qishloq xo‘jaligi va xizmat ko‘rsatish sohalarida aqlli robotlardan foydalanish iqtisodiy samaradorlikni sezilarli darajada oshirayotganligi kuzatilmoqda.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aqlli robotlarning samaradorligi ko‘p jihatdan optimallashtirish usullarining to‘g‘ri qo‘llanilishiga bog‘liqdir. Energiya samaradorligini oshirish, hisoblash jarayonlarini tezlashtirish, navigatsiya tizimlarini takomillashtirish hamda Edge AI va Cloud Robotics texnologiyalaridan foydalanish robotlarning ishlash aniqligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirmoqda. Ayniqsa, real vaqt rejimida ishlovchi intellektual boshqaruv tizimlari robotlarning murakkab muhitlarda xavfsiz va samarali faoliyat yuritishini ta’minlamoqda. Shu bilan birga, aqlli robototexnika tizimlari rivojlanishida bir qator muammolar mavjudligi ham aniqlandi. Yuqori ishlab chiqarish xarajatlari, energiya resurslari bilan bog‘liq cheklovlar, kiberxavfsizlik tahdidlari hamda etik va huquqiy masalalar ushbu sohaning asosiy muammolari hisoblanadi. Bundan tashqari, sun’iy intellekt algoritmlarining shaffofligi va tushuntiriluvchanligi bilan bog‘liq masalalar ham ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri sifatida qolmoqda.

Kelajak istiqbollari tahlili shuni ko‘rsatadiki, 6G aloqa texnologiyalari, IoT tizimlari, kvant hisoblash va generativ sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi aqlli robotlarning funksional imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Kelgusida robotlarning to‘liq avtonom ishlashi, inson bilan tabiiy muloqot qilishi hamda kollektiv sun’iy intellekt tizimlari asosida faoliyat yuritishi kutilmoqda. Shu sababli sun’iy intellekt asosidagi aqlli robotlarni ilmiy jihatdan chuqur o‘rganish va optimallashtirish metodlarini takomillashtirish zamonaviy texnologik taraqqiyotning muhim vazifalaridan biri bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. — 4th Edition. Pearson Education, 2021.
2. Siciliano B., Khatib O. *Springer Handbook of Robotics*. — Springer International Publishing, 2016.
3. Murphy R. R. *Introduction to AI Robotics*. — MIT Press, 2019.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. — MIT Press, 2016.
5. Thrun S., Burgard W., Fox D. *Probabilistic Robotics*. — MIT Press, 2005.
6. Sutton R. S., Barto A. G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. — MIT Press, 2018.
7. International Federation of Robotics (IFR). *World Robotics Report 2024*. — Frankfurt, 2024.
8. Lynch K. M., Park F. C. *Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control*. — Cambridge University Press, 2017.
9. Bishop C. M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. — Springer, 2006.
10. Nilsson N. J. *The Quest for Artificial Intelligence*. — Cambridge University Press, 2010.
11. Arkin R. C. *Behavior-Based Robotics*. — MIT Press, 1998.
12. Schmidhuber J. “Deep Learning in Neural Networks: An Overview.” *Neural Networks Journal*, 2015.
13. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. “Deep Learning.” *Nature*, Vol. 521, 2015.
14. Kress-Gazit H., Fainekos G. E., Pappas G. J. “Temporal Logic-Based Reactive Mission and Motion Planning.” *IEEE Transactions on Robotics*, 2009.
15. IEEE Robotics and Automation Society. *Recent Advances in Intelligent Robotics*. — IEEE Publications, 2023.
16. World Economic Forum. *Future of Jobs Report*. — Geneva, 2025.
17. OpenAI Research Publications on Robotics and Artificial Intelligence. — 2024–2025.
18. Zhang H., Li Q. “Edge AI and Intelligent Robotic Systems.” *International Journal of Robotics Research*, 2024.
19. Brooks R. *Cambrian Intelligence: The Early History of the New AI*. — MIT Press, 1999.
20. Kumar V., Michael N. “Opportunities and Challenges with Autonomous Micro Aerial Vehicles.” *International Journal of Robotics Research*, 2012.