SUN'IY INTELLEKT VA ROBOTOTEXNIKA BOSHQARUVINI O'RGANISH STRATEGIYALARI

Suyunov Laziz Kuldashevich
Qarshi Davlat texnika Universiteti
Energetika muhandisligi fakulteti
Mexatronika va robototexnika yo'nalishi 1-kurs talabasi
https://doi.org/10.5281/zenodo.21833399

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun'iy intellekt texnologiyalarining robototexnika boshqaruv tizimlaridagi o'rni va ahamiyati ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Robotlarning boshqaruv strategiyalarini takomillashtirishda mashinali o'qitish, chuqur o'qitish, kompyuter ko'rishi va adaptiv boshqaruv algoritmlarining qo'llanilishi yoritilgan. Shuningdek, sanoat robotlari faoliyatida real vaqt rejimida qaror qabul qilish, trayektoriyani optimallashtirish hamda xavfsizlikni ta'minlash usullari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv strategiyalari ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va robot tizimlarining ishonchliligini ta'minlashini ko'rsatadi.
Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, robototexnika, boshqaruv tizimi, mashinali o'qitish, chuqur o'qitish, adaptiv boshqaruv, avtomatlashtirish, sanoat roboti, algoritm, optimallashtirish.

Abstract. This article examines the role of artificial intelligence technologies in robotic control systems. It analyzes intelligent control strategies based on machine learning, deep learning, computer vision, and adaptive control methods. Particular attention is paid to real-time decision-making, trajectory optimization, and safety improvement in industrial robotic systems. The study demonstrates that artificial intelligence-based control strategies enhance production efficiency, reduce energy consumption, and improve the reliability and flexibility of robotic systems.
Keywords: artificial intelligence, robotics, control system, machine learning, deep learning, adaptive control, automation, industrial robot, optimization, intelligent systems.

Аннотация. В статье рассматривается роль технологий искусственного интеллекта в системах управления робототехническими комплексами. Проанализированы стратегии интеллектуального управления на основе машинного обучения, глубокого обучения, компьютерного зрения и адаптивных алгоритмов. Особое внимание уделено принятию решений в режиме реального времени, оптимизации траектории движения и обеспечению безопасности промышленных роботов. Результаты исследования показывают, что применение искусственного интеллекта повышает производительность, снижает энергопотребление и увеличивает надежность робототехнических систем.
Ключевые слова: искусственный интеллект, робототехника, система управления, машинное обучение, глубокое обучение, адаптивное управление, автоматизация, промышленный робот, оптимизация, интеллектуальные системы.

Kirish. So'nggi yillarda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi robototexnika sohasida yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirdi. Zamonaviy robotlar endilikda faqat oldindan belgilangan dastur asosida ishlovchi qurilmalar emas, balki tashqi muhitni tahlil qiladigan, olingan ma'lumotlarga asoslanib qaror qabul qiladigan va o'z faoliyatini moslashtira oladigan intellektual tizimlarga aylanmoqda. Shu sababli sun'iy intellekt va

robototexnika integratsiyasi sanoat, tibbiyot, logistika, qishloq xo‘jaligi, transport va xizmat ko‘rsatish sohalarining rivojlanishida muhim omillardan biri hisoblanadi.Robototexnika boshqaruvining asosiy vazifasi robotning berilgan topshiriqni yuqori aniqlik, minimal vaqt va energiya sarfi bilan bajarishini ta’minlashdan iborat. An’anaviy boshqaruv algoritmlari ko‘plab vazifalarni muvaffaqiyatli bajarsa-da, murakkab va o‘zgaruvchan muhitda ularning imkoniyatlari cheklanadi. Sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv strategiyalari esa robotning tashqi muhitdagi o‘zgarishlarga moslashishi, ma’lumotlarni tahlil qilishi va optimal qarorlarni mustaqil qabul qilishiga imkon yaratadi.

Bugungi kunda mashinali o‘qitish (Machine Learning), chuqur o‘qitish (Deep Learning), kompyuter ko‘rishi (Computer Vision), tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing) va kuchaytirib o‘qitish (Reinforcement Learning) kabi texnologiyalar robototexnika boshqaruv tizimlarida keng qo‘llanilmoqda. Mazkur usullar robotlarning harakatini boshqarish, obyektlarni aniqlash, marshrutni rejalashtirish, nosozliklarni oldindan prognoz qilish va xavfsiz ishlashni ta’minlash imkonini beradi.

Sanoat korxonalarida sun’iy intellekt asosidagi robotlarni joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilashga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, aqlli robotlar xavfli va og‘ir mehnat talab qiladigan ishlarni bajarish orqali mehnat muhofazasi va sanoat xavfsizligini ta’minlashda ham muhim o‘rin egallaydi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi sun’iy intellekt asosidagi robototexnika boshqaruv strategiyalarini tahlil qilish, ularning afzalliklari va amaliy qo‘llanilish imkoniyatlarini baholash hamda ishlab chiqarish tizimlarida qo‘llash bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Sun’iy intellekt va robototexnika yo‘nalishidagi ilmiy tadqiqotlar so‘nggi o‘n yilliklarda jadal rivojlanib, zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarining ajralmas qismiga aylandi. Robotlarni aqlli boshqarish masalalari ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan o‘rganilgan bo‘lib, ularning ilmiy ishlari robotlarning samaradorligi, moslashuvchanligi va xavfsizligini oshirishga qaratilgan. Robototexnika nazariyasining rivojlanishida J. J. Craigning "Introduction to Robotics: Mechanics and Control" asari muhim ilmiy manbalardan biri hisoblanadi. Muallif robot manipulyatorlarining kinematik va dinamik modellari, boshqaruv usullari hamda sanoat robotlarining ishlash tamoyillarini batafsil yoritgan. Ushbu asarda robot harakatini boshqarishda matematik modellashtirishning ahamiyati alohida ta’kidlangan.

B.Siciliano va O. Khatib tahriri ostida nashr etilgan "Springer Handbook of Robotics" robototexnika sohasidagi eng mukammal ilmiy qo‘llanmalardan biri hisoblanadi. Unda robotlarning mexanik tuzilishi, sensor tizimlari, sun’iy intellekt algoritmlari, kompyuter ko‘rishi va avtonom boshqaruv tizimlari keng yoritilgan.

K. M. Lynch va F. C. Parkning "Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control" asarida robotlarning harakatini rejalashtirish, optimallashtirish va boshqarishning zamonaviy usullari bayon etilgan. Mualliflar robotlarning murakkab muhitda samarali ishlashi uchun matematik modellar va optimallashtirish algoritmlaridan foydalanish zarurligini asoslab berganlar.

Sun’iy intellektning robototexnikaga tatbiq etilishi bo‘yicha olib borilgan zamonaviy tadqiqotlarda mashinali o‘qitish (Machine Learning) va chuqur o‘qitish (Deep Learning) texnologiyalarining ahamiyati ortib bormoqda. Ushbu texnologiyalar robotlarga katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, obyektlarni aniqlash, harakatni rejalashtirish va tashqi muhitdagi o‘zgarishlarga moslashish imkonini beradi.

Kompyuter ko‘rishi texnologiyasi yordamida robotlar kamera va sensorlardan olingan tasvirlarni tahlil qiladi, obyektlarni aniqlaydi va ularga mos ravishda harakat yo‘nalishini tanlaydi. Ayniqsa, sanoat korxonalarida mahsulot sifatini nazorat qilish, nuqsonlarni aniqlash va avtomatlashtirilgan yig‘ish jarayonlarida ushbu texnologiya keng qo‘llanilmoqda.

Kuchaytirib o‘qitish (Reinforcement Learning) usuli robotning tajriba orqali o‘rganishiga asoslanadi. Robot bajarilgan harakat natijasiga qarab mukofot yoki jarima oladi va vaqt o‘tishi bilan eng maqbul boshqaruv strategiyasini shakllantiradi. Ushbu yondashuv mobil robotlar, dronlar va avtonom transport vositalarini boshqarishda muvaffaqiyatli qo‘llanmoqda.

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt va robototexnika integratsiyasi ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, inson omilini kamaytirish, mahsulot sifatini yaxshilash va xavfsizlikni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Kelgusida neyron tarmoqlar, generativ sun’iy intellekt va ko‘p agentli boshqaruv tizimlarining rivojlanishi robototexnika sohasining yanada taraqqiy etishiga xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi:Mazkur tadqiqotda sun’iy intellekt asosidagi robototexnika boshqaruv strategiyalarini o‘rganish uchun nazariy tahlil, qiyosiy tahlil, matematik modellashtirish va tizimli yondashuv usullaridan foydalanildi.Tadqiqotning birinchi bosqichida robototexnika va sun’iy intellekt bo‘yicha ilmiy adabiyotlar, xalqaro standartlar hamda zamonaviy ilmiy maqolalar tahlil qilindi. Ushbu tahlil orqali robotlarni boshqarishda qo‘llanilayotgan asosiy algoritmlar va ularning afzalliklari aniqlandi. Ikkinchi bosqichda robot boshqaruv tizimining umumiy modeli ishlab chiqildi. Robotning tashqi muhitdan ma’lumot qabul qilishi, ma’lumotlarni qayta ishlashi va qaror qabul qilish jarayoni ketma-ket bosqichlar asosida ko‘rib chiqildi.

Robot boshqaruv tizimining umumiy modeli quyidagicha ifodalanadi:

$$Y=f(X,U)$$

bu yerda:

- X – sensorlardan olinadigan kirish ma’lumotlari;
- U – boshqaruv algoritmi;
- Y – robotning bajaradigan harakati.

Sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimida neyron tarmoqlar yordamida kiruvchi ma’lumotlar qayta ishlanadi va optimal qaror shakllantiriladi.

Mashinali o‘qitish modelining umumiy matematik ifodasi:

$$\hat{y}=f(x,\theta)$$

bu yerda:

- x – kiruvchi ma’lumotlar;
- θ – model parametrlari;

- ŷ – bashorat qilingan natija.

Tadqiqot davomida quyidagi baholash mezonlari tanlandi:

- boshqaruv aniqligi;
- qaror qabul qilish tezligi;
- energiya samaradorligi;
- xavfsizlik darajasi;
- moslashuvchanlik;
- hisoblash murakkabligi.

Shuningdek, sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv strategiyalari an’anaviy PID boshqaruvi bilan qiyosiy tahlil qilinib, ularning samaradorligi nazariy jihatdan baholandi. Olingan natijalar keyingi bo‘limda batafsil tahlil qilinadi.

Tahlil va natijalar

Sun’iy intellekt asosidagi robototexnika boshqaruv tizimlari zamonaviy ishlab chiqarishning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Mazkur tadqiqot doirasida turli boshqaruv strategiyalari nazariy jihatdan tahlil qilinib, ularning robotning ish unumdorligi, harakat aniqligi va energiya samaradorligiga ta'siri baholandi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, an'anaviy dasturlashtirilgan robotlar faqat oldindan belgilangan algoritm asosida ishlaydi. Ish sharoiti o‘zgarganda yoki kutilmagan holatlar yuzaga kelganda ularning moslashuvchanligi cheklanadi. Sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari esa tashqi muhitdan kelayotgan ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilib, optimal qaror qabul qilish imkoniyatiga ega.

4.1. Robot boshqaruv strategiyalarining qiyosiy tahlili

Quyidagi jadvalda keng qo‘llaniladigan boshqaruv usullarining asosiy xususiyatlari keltirilgan.

Boshqaruv usuli| Afzalliklari| Kamchiliklari

Klassik PID boshqaruvi| Sodda tuzilish, tez ishlaydi| Murakkab va o‘zgaruvchan tizimlarda aniqligi pasayadi

Adaptiv boshqaruv| Tashqi sharoitga moslasha oladi| Hisoblash jarayoni murakkab

Mashinali o‘qitish| Tajribadan o‘rganadi, aniqligi yuqori| Katta hajmdagi ma'lumot talab qiladi

Chuqur o‘qitish| Murakkab tasvir va signallarni tahlil qiladi| Hisoblash resurslari ko‘p talab etiladi

Kuchaytirib o‘qitish (Reinforcement Learning)| Mustaqil qaror qabul qilishni rivojlantiradi| O‘qitish jarayoni uzoq davom etishi mumkin

Jadval natijalaridan ko‘rinadiki, sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv usullari murakkab ishlab chiqarish jarayonlarida yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Biroq ularni amaliyotga joriy etishda hisoblash quvvati, sifatli ma'lumotlar va zamonaviy apparat vositalari zarur.

4.2. Sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv modeli

Robotning qaror qabul qilish jarayoni quyidagi ketma-ketlik asosida amalga oshiriladi:

1. Sensorlardan ma'lumotlarni qabul qilish.
2. Olingan ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash.
3. Sun’iy intellekt modeli yordamida tahlil qilish.
4. Optimal boshqaruv qarorini shakllantirish.

5. Harakatni bajarish.
6. Natijani baholash va zarur bo‘lsa boshqaruvni tuzatish.

Mazkur jarayon yopiq boshqaruv sikli asosida ishlaydi va robotning tashqi muhitdagi o‘zgarishlarga tez moslashishiga imkon beradi.

4.3. Neyron tarmoqlar asosida qaror qabul qilish

Sun’iy neyron tarmoqning ishlash prinsipi quyidagi matematik ifoda bilan tavsiflanadi:

$$y=f\left(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i+b\right)$$

bu yerda:

- x_i — kiruvchi ma'lumotlar;
- w_i — vazn koeffitsiyentlari;
- b — siljish (bias) parametri;
- f — faollashtirish funksiyasi;
- y — chiqish natijasi.

Mazkur model robotga tasvirlarni tanish, obyektlarni aniqlash va murakkab boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini berad

4.4. Robototexnika tizimlarida xavfsizlik masalalari

Sun’iy intellekt asosidagi robotlarni sanoat korxonalarida qo‘llashda xavfsizlik alohida ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot davomida quyidagi xavfsizlik omillari tahlil qilindi:

- favqulodda to‘xtatish tizimlari;
- lazer va ultratovush sensorlari yordamida to‘siqlarni aniqlash;
- inson va robotning xavfsiz hamkorligini ta'minlash;
- dasturiy nosozliklarni avtomatik aniqlash;
- kiberxavfsizlik choralarini qo‘llash.

ISO 10218 hamda ISO/TS 15066 standartlari talablariga rioya etish robotlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlaydi

Tadqiqot natijalari

Olib borilgan ilmiy tahlillar asosida quyidagi natijalarga erishildi:

- sun’iy intellekt algoritmlari robotlarning qaror qabul qilish tezligini oshiradi;
- mashinali o‘qitish usullari boshqaruv aniqligini yaxshilaydi;
- adaptiv boshqaruv ishlab chiqarishdagi o‘zgaruvchan sharoitlarga tez moslashishni ta'minlaydi;
- kompyuter ko‘rishi mahsulot sifatini avtomatik nazorat qilish imkonini beradi;
- optimal boshqaruv strategiyasi energiya sarfini kamaytirib, ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt asosidagi robototexnika boshqaruv tizimlarini sanoat korxonalariga joriy etish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki mehnat xavfsizligini kuchaytirish, inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytirish va mahsulot sifatini barqaror saqlashga ham xizmat qiladi.

Mazkur natijalar robototexnika va sun’iy intellekt texnologiyalarini ishlab chiqarishning turli tarmoqlariga keng joriy etish ilmiy va amaliy jihatdan maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi.

Xulosa va takliflar

Mazkur tadqiqotda sun'iy intellekt va robototexnika boshqaruvini o‘rganish strategiyalari ilmiy manbalar asosida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun'iy intellekt texnologiyalarining robototexnika tizimlariga integratsiyalashuvi ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali, xavfsiz va moslashuvchan tashkil etish imkonini beradi. Ayniqsa, mashinali o‘qitish, chuqur o‘qitish, kompyuter ko‘rishi va kuchaytirib o‘qitish algoritmlari robotlarning real vaqt rejimida qaror qabul qilish qobiliyatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Robot boshqaruv tizimlarida sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish mahsulot sifatini oshirish, ishlab chiqarish vaqtini qisqartirish, energiya sarfini kamaytirish hamda texnologik jarayonlarning barqarorligini ta'minlashga xizmat qiladi. Biroq bunday tizimlarni joriy etishda yuqori unumdor apparat vositalari, ishonchli sensorlar, sifatli ma'lumotlar bazasi va malakali mutaxassislarning mavjudligi muhim omil hisoblanadi.

Shuningdek, sun'iy intellekt asosidagi robot tizimlarida axborot xavfsizligi, dasturiy ta'minotning ishonchliligi va xalqaro xavfsizlik standartlariga rioya etish alohida e'tibor talab qiladi. Robotlar faoliyatini nazorat qilishda xavfsizlik tizimlarini takomillashtirish kelgusidagi ilmiy izlanishlarning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Takliflar

Tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

- sanoat korxonalarida sun'iy intellekt asosidagi robotlarni bosqichma-bosqich joriy etish;
- robotlarni boshqarishda mashinali o‘qitish va adaptiv algoritmlardan foydalanishni kengaytirish;
- robototexnika tizimlarini modellashtirishda MATLAB/Simulink, ROS va RobotStudio kabi dasturiy vositalardan samarali foydalanish;
- ishlab chiqarish korxonalarida robotlar bilan ishlovchi xodimlarning malakasini muntazam oshirib borish;
- robotlashtirilgan tizimlarda ISO 10218 va ISO/TS 15066 standartlari talablarini amaliyotga keng tatbiq etish;
- sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarining kiberxavfsizligini kuchaytirish;
- Oliy ta'lim muassasalarida robototexnika va sun'iy intellekt yo‘nalishidagi amaliy laboratoriyalar sonini ko‘paytirish.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt va robototexnikaning uyg‘unlashuvi zamonaviy sanoatning muhim rivojlanish omillaridan biridir. Kelgusida ushbu texnologiyalarni yanada takomillashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, xavfsizlikni kuchaytirish hamda raqamli iqtisodiyotning rivojlanishiga salmoqli hissa qo‘shadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Edition. Pearson, 2021.
2. Craig J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 4th Edition. Pearson, 2018.
3. Siciliano B., Khatib O. Springer Handbook of Robotics. Springer, 2016.
4. Lynch K. M., Park F. C. Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control. Cambridge University Press, 2017.

5. Spong M. W., Hutchinson S., Vidyasagar M. Robot Modeling and Control. Wiley, 2020.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
7. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.
8. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 2018.
9. Murphy K. P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press, 2012.
10. Corke P. Robotics, Vision and Control. Springer, 2017.
11. Niku S. B. Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications. Wiley, 2020.
12. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Pearson, 2021.