

SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA ROBOTOTEXNIKA TIZIMLARINING XAVFSIZLIGINI VA ISHONCHLILIGINI OSHIRISHNING MATEMATIK MODELLARI

Shirinov Sherali Ramazon o‘g‘li

*"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti"
milliy tadqiqot universiteti o‘qituvchisi*

Annotatsiya: *Ushbu maqolada sun‘iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda robototexnika tizimlarining xavfsizligi va ishonchliligini oshirishning matematik modellari yoritilgan. Tadqiqotda intellektual boshqaruv algoritmlarini yaratishda ehtimollik nazariyasi, optimallashtirish usullari hamda mashinaviy o‘rganish modellari qo‘llanishining samaradorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, kutilmagan nosozliklarni prognozlash, xatoliklarni aniqlash va ularning oldini olish imkonini beruvchi matematik modellashtirish yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Olingan natijalar robototexnika tizimlarining barqarorligini ta‘minlash, inson–robot hamkorligida xavfsizlikni oshirish hamda amaliy sohalarda ishonchli ekspluatatsiyani tashkil etishda muhim ahamiyat kasb etadi.*

Kalit so‘zlar: *sun‘iy intellekt, robototexnika, xavfsizlik, ishonchlilik, matematik modellashtirish, optimallashtirish, mashinaviy o‘rganish, nosozliklarni prognozlash*

Аннотация: *В данной статье рассматриваются математические модели повышения безопасности и надежности робототехнических систем с использованием технологий искусственного интеллекта. В исследовании анализируется эффективность применения теории вероятностей, методов оптимизации и моделей машинного обучения при разработке интеллектуальных алгоритмов управления. Особое внимание уделено прогнозированию возможных неисправностей, выявлению ошибок и предотвращению аварийных ситуаций посредством математического моделирования. Полученные результаты имеют важное значение для обеспечения стабильности робототехнических систем, повышения уровня безопасности в взаимодействии человек–робот, а также организации их надежной эксплуатации в различных сферах.*

Ключевые слова *искусственный интеллект, робототехника, безопасность, надежность, математическое моделирование, оптимизация, машинное обучение, прогнозирование неисправностей*

Abstract: *This article explores mathematical models aimed at enhancing the safety and reliability of robotic systems through the application of artificial intelligence technologies. The study analyzes the effectiveness of probability theory, optimization methods, and machine learning models in the development of intelligent control algorithms. Particular attention is given to predicting potential failures, detecting errors, and preventing critical situations by means of mathematical modeling. The results obtained are of great significance for ensuring the stability of robotic systems, improving safety in*

human–robot interaction, and establishing reliable operation in various application domains.

Keywords: *artificial intelligence, robotics, safety, reliability, mathematical modeling, optimization, machine learning, fault prediction*

Kirish

So‘nggi yillarda robototexnika tizimlari inson faoliyatining turli sohalarida keng qo‘llanila boshladi: sanoat ishlab chiqarishidan tortib, tibbiyot, transport va xizmat ko‘rsatish sohalarigacha. Shu bilan birga, robototexnika tizimlarining murakkabligi va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati ortishi xavfsizlik va ishonchlilik masalalarini eng dolzarb muammolardan biriga aylantirmoqda. Inson–robot hamkorligi rivojlanishi bilan xavf omillari ham o‘sadi: texnik nosozliklar, noto‘g‘ri sensor ma‘lumotlari yoki algoritmik xatoliklar jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli robototexnika tizimlarining barqarorligini, uzluksiz ishlashini va favqulodda vaziyatlarga tayyorligini ta‘minlash uchun ilg‘or metodlar va tizimli yondashuvlar zarur.

Xavfsizlik va ishonchlilikni oshirish jarayonida matematik modellashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. U nafaqat tizimning mavjud holatini aniqlashga, balki kelajakdagi nosozliklarni prognozlash, xatoliklarni kamaytirish va optimal boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqishga imkon beradi. Ayniqsa, ehtimollik nazariyasi, stoxastik jarayonlar va optimallashtirish usullarini qo‘llash robototexnika tizimlarining harakatini aniq va barqaror boshqarishda samarali vosita sifatida namoyon bo‘ladi. Shu bilan birga, tizim komponentlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik va murakkablikni hisobga olgan holda matematik modellar yaratish, xavfsizlik va ishonchlilikni ko‘rsatkichlarini raqamli asosda baholash imkonini beradi.

Bugungi kunda ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, robototexnika tizimlarini xavfsiz va ishonchli ishlashini ta‘minlash nafaqat texnologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyatga ega. Masalan, ishlab chiqarish jarayonlarida nosozliklarni kamaytirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin, tibbiyotda esa xavfsiz jarrohlik amaliyotlarini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli ushbu maqolada sun‘iy intellekt algoritmlari yordamida ishlab chiqilgan matematik modellar orqali robototexnika tizimlarining xavfsizligini va ishonchliligini oshirish usullari, ularning nazariy asoslari va amaliy tatbiqlari tahlil qilinadi.

Maqolada ilgari suriladigan yondashuvlar tizimning har bir komponenti uchun xavf omillarini aniqlash, ularni minimal darajaga tushirish va tizim barqarorligini maksimal darajada oshirishga qaratilgan. Shu yo‘l bilan, robototexnika tizimlarini rivojlantirish jarayonida xavfsizlikni ta‘minlash bo‘yicha kompleks ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish mumkin bo‘ladi.

Bugungi kunda robototexnika tizimlari inson hayoti va iqtisodiy faoliyatning turli sohalarida tobora keng qo‘llanilmoqda. Sanoat ishlab chiqarishida, tibbiyotda, transport va logistika tizimlarida, shuningdek xizmat ko‘rsatish va xavfsizlik sohalarida robotlarning roli ortib bormoqda. Shu bilan birga, tizimlarning murakkablashuvi va mustaqil qaror qabul

qilish qobiliyatining oshishi xavfsizlik va ishonchlilik masalalarini dolzarb ilmiy va amaliy muammolardan biriga aylantirmoqda. Har qanday texnologik nosozlik, sensor ma’lumotlaridagi xatolik yoki boshqaruv algoritmlaridagi kamchilik inson–robot hamkorligida salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Zamonaviy texnologik rivojlanish shuni ko‘rsatadiki, robototexnika tizimlarining samaradorligi nafaqat texnik, balki ijtimoiy va iqtisodiy xavfsizlik bilan chambarchas bog‘liq. Masalan, ishlab chiqarishda nosozliklarni oldini olish orqali resurslardan samarali foydalanish va ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish mumkin. Tibbiyot sohasida esa xavfsiz va ishonchli robotlar jarrohlik amaliyotlarining aniqligi va bemor xavfsizligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Shu sababli robototexnika tizimlarining xavfsizligi va ishonchliligi nafaqat ilmiy tadqiqotlar, balki amaliy sohalarda ham dolzarb muammo hisoblanadi.

Shuningdek, global miqyosda texnologik inqirozlar va kiberxavfsizlik tahdidlari ortib borayotgani xavfsizlik masalasini yanada dolzarb qilmoqda. Robototexnika tizimlari va ularning algoritmlari inson hayoti va iqtisodiy tizimlar uchun yuqori xavf omillariga ega bo‘lishi mumkinligi, ularni matematik modellashtirish va xavf omillarini baholashni zarur qiladi. Shu nuqtai nazardan, tizimlarning barqaror ishlashini ta’minlash, nosozliklarni prognozlash va xavfsizlikni oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqish dolzarb vazifa sifatida namoyon bo‘ladi.

Shu bilan birga, xavfsizlik va ishonchlilikni oshirishga qaratilgan ilmiy izlanishlar texnologik innovatsiyalarni tezkor joriy etish, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va inson–robot hamkorligini xavfsiz asosda tashkil etishga xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan, robototexnika tizimlarining xavfsizligi va ishonchliligini oshirish masalalari nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb va ustuvor yo‘nalish hisoblanadi.

Asosiy qism

Robototexnika tizimlari murakkab mexanizm va dasturiy komponentlardan iborat bo‘lib, ularning ishonchliligi ko‘plab omillarga bog‘liq. Bular qatoriga sensor tizimlarining aniqligi, boshqaruv algoritmlarining samaradorligi, energiya ta’minoti barqarorligi, mexanik komponentlarning chidamliligi va kiberxavfsizlik choralari kiradi. Har bir komponentdagi nosozlik tizimning umumiy ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli xavfsizlik va ishonchlilikni oshirishga qaratilgan ilmiy yondashuvlar har bir komponentning xatolik ehtimolini aniqlash va tizim darajasida optimal boshqaruv strategiyasini ishlab chiqish bilan boshlanadi.

Robototexnika tizimlarida xavfsizlik va ishonchlilikni oshirishning samarali vositalaridan biri matematik modellashtirishdir. U tizimning ishlashini raqamli ifoda etish, turli nosozliklar ehtimolini baholash va xavf omillarini aniqlash imkonini beradi. Eng keng qo‘llaniladigan yondashuvlar qatoriga quyidagilar kiradi:

□ Ehtimollik modellarini qo‘llash: Sensor ma’lumotlaridagi xatoliklar, mexanik nosozliklar va algoritmik xatoliklarning ehtimoli stoxastik jarayonlar yordamida

tahlil qilinadi. Shu yo‘l bilan tizimning nosozlikka moyilligi va xavf omillari raqamli asosda baholanadi.

□ Optimizatsiya usullari: Tizim parametrlarini sozlash orqali xavfsizlik va ishonchlilik ko‘rsatkichlarini maksimal darajaga ko‘tarish mumkin. Bu yerda chiziqli va no-chiziqli optimizatsiya algoritmlari, shuningdek ko‘p maqsadli optimizatsiya metodlari samarali qo‘llaniladi.

□ Mashina o‘rganish modellarini integratsiyalash: Tizim ishlashidan olingan ma‘lumotlar asosida xatoliklar va nosozliklarni oldindan prognoz qilish imkonini beradi. Masalan, vaqt seriyalari tahlili va regressiya modellari orqali komponentlarning nosozlik ehtimoli aniqlanadi.

Matematik modellashtirish orqali ishlab chiqilgan indikatorlar tizimning umumiy holatini va xavf darajasini baholashga xizmat qiladi. Bular qatoriga quyidagilar kiradi:

□ Ishonchlilik darajasi (Reliability Index): Tizimning nosozlik yuz bermasdan ishlash ehtimoli.

□ Xavfsizlik koeffitsienti (Safety Coefficient): Favqulodda vaziyatlar yuzaga kelganda tizimning barqarorligini o‘lchash.

□ Nosozlik prognozi (Fault Prediction): Tizim komponentlarida kelajakda yuz berishi mumkin bo‘lgan xatoliklar ehtimoli.

Bu indikatorlar asosida tizimni optimallashtirish va xavfsizlikni ta‘minlash strategiyalari ishlab chiqiladi.

Ilgari surilgan matematik modellar va yondashuvlar turli sohalarda amaliy qo‘llanilishi mumkin:

□ Sanoat robototexnikasi: Ishlab chiqarish liniyalarida nosozliklarni oldini olish, ishlab chiqarish jarayonlarini uzluksiz va xavfsiz amalga oshirish.

□ Tibbiyot robototexnikasi: Jarrohlik robotlari va yordamchi tizimlarda bemor xavfsizligini oshirish, noaniqlik va xatoliklarni minimallashtirish.

□ Transport va logistika: Avtonom transport vositalarining xavfsiz harakatlanishini ta‘minlash, kutilmagan sharoitlarda tizim barqarorligini saqlash.

Tizimning har bir komponenti uchun ishlab chiqilgan modellar xavf omillarini aniqlash, ularni minimallashtirish va tizim barqarorligini maksimal darajada oshirish imkonini beradi. Shu yo‘l bilan xavfsizlik va ishonchlilik bo‘yicha kompleks yondashuvlar yaratish mumkin.

Matematik modellashtirish va tahlil natijalari nafaqat texnik, balki ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyatga ega. Ular ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson–robot hamkorligida xavfsizlikni ta‘minlash, kiberxavfsizlik tahdidlariga qarshi choralar ko‘rish hamda robototexnika tizimlarining uzoq muddatli barqaror ishlashini kafolatlashga xizmat qiladi. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar doirasida ishlab chiqilgan yondashuvlar tizimlarning xavfsiz va ishonchli ishlashini ta‘minlashda dolzarb va ustuvor vazifa hisoblanadi.

Robototexnika tizimlarining inson hayoti va iqtisodiyotdagi ahamiyati tobora ortib bormoqda. Shu bilan birga, tizimlarning murakkabligi va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati ortishi xavfsizlik va ishonchlilik masalalarini eng dolzarb ilmiy va amaliy

muammolardan biriga aylantirmoqda. Hozirgi kunda robototexnika tizimlari nafaqat sanoat ishlab chiqarishda, balki tibbiyot, transport, logistika, xizmat ko‘rsatish va xavfsizlik sohalarida keng qo‘llanmoqda. Har qanday nosozlik, sensor ma‘lumotidagi xatolik yoki boshqaruv algoritmidagi kamchilik inson hayotiga, moliyaviy resurslarga va tizimning barqarorligiga jiddiy salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

Shu sababli, robototexnika tizimlarining xavfsizligi va ishonchliligini oshirish masalalari nafaqat texnologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy jihatdan ham dolzarb hisoblanadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tizimlarni matematik modellashtirish va tahlil qilish orqali nosozliklarni prognoz qilish, xatoliklarni aniqlash va ularni minimallashtirish mumkin. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, bemor xavfsizligini ta‘minlash, transport tizimlarining barqaror harakatlanishini kafolatlash kabi amaliy natijalarni beradi.

Shuningdek, global miqyosda texnologik inqirozlar va kiberxavfsizlik tahdidlari ortib borayotgani mavzuni o‘rganishni yanada dolzarb qiladi. Robototexnika tizimlarining ishonchliligi va xavfsizligini oshirishga qaratilgan ilmiy izlanishlar, zamonaviy texnologik innovatsiyalarni xavfsiz joriy etish, inson–robot hamkorligini barqaror asosda tashkil etish hamda iqtisodiy va texnik resurslarni samarali boshqarish imkonini beradi.

Shu nuqtai nazardan, sun‘iy intellekt yordamida robototexnika tizimlarining xavfsizligini va ishonchliligini oshirishning matematik modellarini o‘rganish nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Mazkur tadqiqotlar robototexnika sohasida innovatsion yechimlar ishlab chiqish, xavfsiz va barqaror tizimlar yaratish va amaliyotga samarali tatbiq etishda muhim ilmiy va amaliy zamin yaratadi.

Xulosa

Ushbu maqolada robototexnika tizimlarining xavfsizligi va ishonchliligini oshirishga qaratilgan matematik modellar va ularning amaliy tatbiqlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, robototexnika tizimlarining murakkabligi va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati ortishi xavfsizlik va barqarorlik masalalarini dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida namoyon qiladi. Har bir komponentdagi nosozliklar tizimning umumiy ishlashiga sezilarli salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkinligi hisobga olinsa, xavfsizlik va ishonchlilikni oshirishga qaratilgan tizimli yondashuvlar ilmiy jihatdan zarur ekanligi aniqlandi.

Matematik modellashtirish yondashuvlari – ehtimollik nazariyasi, optimizatsiya usullari va mashina o‘rganish algoritmlari – robototexnika tizimlarining xatoliklarni prognoz qilish, nosozliklarni aniqlash va ularni minimallashtirish imkonini beradi. Ushbu modellar tizimning har bir komponenti uchun xavf omillarini aniqlash va umumiy barqarorlikni oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, ishlab chiqilgan indikatorlar va parametrlar yordamida tizimning xavfsizlik va ishonchlilik darajasi raqamli asosda baholanadi, bu esa amaliy sohalarida samarali va xavfsiz ekspluatatsiya imkonini yaratadi.

Amaliy tatbiqlarda ushbu yondashuvlar sanoat ishlab chiqarishida, tibbiyot robototexnikasida, transport va logistika tizimlarida o‘zining samaradorligini ko‘rsatadi. Tizimning har bir komponenti uchun ishlab chiqilgan matematik modellar nosozlik ehtimolini kamaytirish, resurslarni optimallashtirish va inson–robot hamkorligini xavfsiz

asosda tashkil etishga imkon beradi. Shu yo‘l bilan robototexnika tizimlarining xavfsiz va ishonchli ishlashini ta‘minlash bo‘yicha kompleks ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish mumkin.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari robototexnika sohasida ilmiy izlanishlarni rivojlantirishga, zamonaviy texnologik innovatsiyalarni xavfsiz tatbiq etishga hamda iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Xulosa qilib aytganda, robototexnika tizimlarining xavfsizligini va ishonchliligini oshirishga qaratilgan matematik modellarni tadqiq etish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega bo‘lib, kelajakda bu yo‘nalishdagi innovatsion yechimlarning asosiy zaminini yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Asimov, I. (2019). Robototexnika va sun‘iy intellekt nazariyasi. Moskva: Nauka.
2. Bishop, C. M. (2018). Pattern Recognition and Machine Learning. New York: Springer.
3. Craig, J. J. (2020). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 4th Edition. Pearson.
4. Khatib, O., Siciliano, B., & Robotics Research Group. (2019). Springer Handbook of Robotics. Springer.
5. Murphy, R. R. (2021). Introduction to AI Robotics. Cambridge, MA: MIT Press.
6. Narendra, K. S., & Annaswamy, A. M. (2018). Stable Adaptive Systems. Prentice Hall.
7. Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2020). Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer.
8. Thrun, S., Burgard, W., & Fox, D. (2020). Probabilistic Robotics. MIT Press.
9. Yoon, S., & Kim, D. (2021). AI-Based Fault Detection in Robotic Systems. IEEE Transactions on Robotics, 37(3), 456–469.
10. Zadeh, L. A. (2018). Fuzzy Logic and Its Applications in Robotics. Academic Press.