

ISSN:3060-4567 Modern education and development
ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR XAVFSIZ ISHLASHI UCHUN
SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH USULLARI

Zarif Zafarovich Qodirov

Informatika asoslari kafedراسi assistenti,

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Ergashev Adizbek Kamol O'g'li

Doktorant,

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Hojiyev Sunatullo Nasriddin O'g'li

Doktorant,

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Munisa Xamza qizi Islomova

Doktorant, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,

Toshkent, O'zbekiston

Primqulova Zilola Avaz qizi

Magistr, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,

Toshkent, O'zbekiston

Abstrakt. Ushbu maqolada robototexnik tizimlarda sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi, amaliy loyihalar va murakkab algoritmlar bilan birgalikda ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt, o'zining o'rganish qobiliyati va mustaqil qaror qabul qilish imkoniyatlari bilan, robototexnikada inqilobiy o'zgarishlar yaratmoqda. Ovozli va vizual signallarni qayta ishlash algoritmlari orqali robotlar atrof-muhitni tahlil qilib, xavfsiz harakat qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Avtonom transport vositalari, robot manipulyatorlari va qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan avtonom robotlar kabi loyihalar sun'iy intellekt va murakkab matematik algoritmlarning samarali qo'llanilishini namoyish etadi. Ovoz va vizual ma'lumotlarni birgalikda qayta ishlash orqali multi-sensor tizimlar samarali qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Maqola shuningdek, RL (mustahkamlash o'rganishi) va Kalman filtrlari kabi ilg'or texnologiyalarni o'z

ichiga oladi, bu esa robotlarning atrof-muhitga moslashuvchanligini va ish faoliyatini oshiradi. Robototexnik tizimlar va sun'iy intellektning sinergiyasi texnologik taraqqiyotning yangi yo'nalishlarini ochadi va kelajakda ko'plab imkoniyatlar yaratadi

Kalit so'zlar: *Sun'iy intellekt, Robototexnika, Ovozli signallar, Vizual signallar, Algoritmlar, Avtonom transport vositalari, Robot manipulyatorlari, Qishloq xo'jaligi robotlari, Multi-sensor tizimlar, Mustahkamlash o'rganishi (Reinforcement Learning), Kalman filtri, Kinematika, O'lchovlar, Qaror qabul qilish, Texnologik taraqqiyot*

Kirish

Hozirgi kunda texnologik taraqqiyot robototexnik tizimlarni rivojlantirishda juda katta rol o'ynamoqda. Ushbu tizimlar sanoat, tibbiyot, logistika, va qishloq xo'jaligi kabi sohalarda tobora keng qo'llanilmoqda. Biroq, robototexnik tizimlarning samaradorligini oshirish va ularni yanada aqlli qilish uchun sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining joriy etilishi dolzarb masalaga aylandi. Bu maqolada robototexnik tizimlarda sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash usullari va vositalari, shuningdek, ularning amaliyotda qanday natijalarga erishayotgani ko'rib chiqiladi.

Sun'iy intellektning asosiy tushunchalari

Sun'iy intellekt — bu kompyuterlar va robotlarga inson miyasining o'rniga intellektual vazifalarni bajarishga imkon beruvchi texnologiyalar va algoritmlar to'plamidir. Bunday tizimlar ma'lumotlarni qayta ishlash, mustaqil qarorlar qabul qilish, o'rganish va moslashish kabi vazifalarni bajaradi. Asosan, sun'iy intellekt turlari quyidagi asosiy guruhlariga bo'linadi:

1. **Kuchli sun'iy intellekt** — inson darajasida fikrlash va tushunish qobiliyatiga ega bo'lishi mumkin bo'lgan tizimlar.
2. **Zaif sun'iy intellekt** — muayyan vazifalarni bajarishga mo'ljallangan tizimlar, masalan, yuzni tanish yoki o'yinlarda g'alaba qozonish.

Robototexnik tizimlarda asosan zaif sun'iy intellekt texnologiyalari qo'llaniladi, chunki ular muayyan muammolarni hal qilishga moslashtirilgan. Shu bilan birga, kuchli sun'iy intellekt rivojlanish yo'lida bo'lib, uni kelajakda robototexnikada ishlatish istiqbollari muhokama qilinmoqda.

Sun'iy intellektning robototexnik tizimlarga integratsiyasi

Robototexnik tizimlarga sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish uchun bir nechta asosiy yondashuvlar va vositalar qo'llaniladi. Quyida ularning asosiy usullari keltirilgan:

1. Ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish

Robototexnika uchun sun'iy intellekt tizimlari ko'pincha katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatlariga ega bo'lishi kerak. Masalan, robotlar atrof-muhitdan olingan ma'lumotlarni real vaqtda qayta ishlash orqali o'z harakatlarini moslashtiradi. Bunda sun'iy neyron tarmoqlari va mashinaviy o'rganish usullari keng qo'llaniladi. Masalan, qishloq xo'jaligidagi dronlar sun'iy intellekt yordamida ekinlarni kuzatib borish va tahlil qilish orqali fermerlarga ma'lumot beradi. Bu texnologiyalar foydalanuvchilarga aniq va samarali qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi.

2. Neyron tarmoqlar va mashinaviy o'rganish

Neyron tarmoqlar va mashinaviy o'rganish robototexnik tizimlarni o'z faoliyatida mustaqil ravishda o'rganishga va o'z-o'zini rivojlantirishga moslashtiradi. Masalan, inson o'rgatishi shart bo'lmagan robotlar neyron tarmoq yordamida o'z harakatlarini mustaqil ravishda boshqarishi va kerakli holatga qarab qaror qabul qilishi mumkin. Bu o'z navbatida ishlab chiqarish jarayonlarida samaradorlikni oshirish va avtomatlashtirishni kuchaytiradi.

3. Sensor texnologiyalari va robot idroki

Sun'iy intellekt robotlarga turli xil sensor ma'lumotlarini birlashtirish va ulardan samarali foydalanish imkonini beradi. Sensorlar robotga atrof-muhitni his qilish, narsalarni aniqlash va ularga mos ravishda harakat qilish imkonini yaratadi. Misol uchun, avtonom avtomobillar sun'iy intellekt yordamida ko'plab sensorlardan, jumladan lidar va kameralar orqali kelayotgan ma'lumotlarni qayta ishlaydi va xavfsiz harakatni ta'minlaydi.

4. Rejalashtirish va qaror qabul qilish

Sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida robotlar murakkab vazifalarni bajarish uchun optimal yo'nalishlarni rejalashtirish va samarali qaror qabul qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Rejalashtirish algoritmlari va SI vositalari yordamida robotlar murakkab muhitlarda to'g'ri yo'lni tanlashi, resurslarni to'g'ri taqsimlashi va vazifalarni samarali bajarishi mumkin. Masalan, ishlab chiqarish korxonalaridagi sanoat robotlari sun'iy intellekt yordamida ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va vaqtdan unumli foydalanadi.

5. Inson bilan o'zaro aloqada bo'lish

Robototexnikada sun'iy intellekt inson-robot o'zaro ta'sirini soddalashtirishga ham yordam beradi. Inson nutqini tushunish, yuz ifodalarini tahlil qilish va javob qaytarish orqali robotlar insonlar bilan yaqinroq hamkorlik qila oladi. Masalan, xizmat ko'rsatish robotlari mijozlar bilan samarali muloqot qilish imkoniyatiga ega bo'lishi uchun sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanadi.

Sun'iy intellektning robototexnik tizimlarda amaliy qo'llanish sohalari

Robototexnika va sun'iy intellektning kombinatsiyasi ko'plab sanoat tarmoqlarida amaliy qo'llaniladi. Quyida ba'zi asosiy yo'nalishlar keltirilgan:

1. Sanoat avtomatizatsiyasi

Zavodlarda va fabrikalarda robototexnik tizimlar sun'iy intellekt yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtiradi. Bunga ishlab chiqarish liniyalarida ishlaydigan robotlar, mahsulotlarni saralovchi va qadoqlovchi tizimlar kiradi. Sun'iy intellekt ishlab chiqarishni samarali rejalashtirish va optimallashtirish uchun qo'llaniladi.

2. Tibbiyot sohasida

Tibbiyotda SI bilan ishlaydigan robotlar jarrohlik amaliyotlarida ishlatilmoqda. Robotlar aniq va murakkab amaliyotlarni bajarish uchun sun'iy intellekt vositasida jarayonni boshqaradi. Bundan tashqari, SI tibbiy ma'lumotlarni tahlil qilish va diagnostika jarayonida ham qo'llaniladi.

3. Avtonom transport vositalari

Avtonom avtomobillar va dronlar sun'iy intellekt yordamida atrof-muhitni tahlil qilish, harakatlanish va xavfsiz masofalarni saqlash kabi vazifalarni bajaradi. Bu transport vositalari o'z yo'nalishlarini mustaqil ravishda tanlay oladi va real vaqtda qarorlar qabul qiladi.

4. Qishloq xo'jaligi

Qishloq xo'jaligida dronlar va robotlar ekinlarni kuzatish, ob-havo sharoitlarini bashorat qilish va resurslarni optimallashtirish uchun qo'llaniladi. Sun'iy intellekt bilan ta'minlangan robotlar yer haydash, ekinlarni yig'ish va ularni parvarish qilish kabi vazifalarni samarali bajara oladi.

Xizmat ko'rsatish sohasi

Xizmat ko'rsatish sohasida robotlar mehmonxonalarda mijozlarga xizmat ko'rsatish, yetkazib berish va mijozlar bilan muloqot qilish kabi vazifalarni bajaradi. Sun'iy intellekt yordamida bunday robotlar mijozlar talablarini tushunadi va ularga mos javoblar beradi.

Sun'iy intellekt va robototexnikani birlashtirishning afzalliklari

Robototexnik tizimlarga sun'iy intellektni qo'llashning bir qator muhim afzalliklari mavjud:

1. Samaradorlikning oshishi

Robotlar o'z-o'zini boshqarish va real vaqt rejimida qarorlar qabul qilish orqali vazifalarni tez va aniq bajaradi. Bu esa ish jarayonlarining samaradorligini oshiradi.

2. Moslashuvchanlik

Sun'iy intellektga ega bo'lgan robotlar o'rganish qobiliyatiga ega bo'lib, turli xil vazifalarni bajarishga moslasha oladi. Bu ularga ishlab chiqarish, tibbiyot va xizmat ko'rsatish sohalarida keng imkoniyatlar yaratadi.

3. Ishlash aniqligi va xavfsizligi

Robotlar sun'iy intellekt yordamida murakkab jarayonlarda, masalan, jarrohlik amaliyotlarida yuqori aniqlik bilan ishlay oladi. Bu esa inson xatosini kamaytiradi va xavfsizlikni oshiradi.

1. Avtonom transport vositalari loyihasi

Avtonom transport vositalari (dronlar, o'zini boshqaruvchi avtomobillar) sun'iy intellekt yordamida atrof-muhitni tahlil qiladi va xavfsiz harakat qiladi. Bunda turli xil sensorlardan olingan ma'lumotlar qayta ishlanadi va qarorlar qabul qilinadi. Dronlar yoki avtonom avtomobillar uchun qo'llaniladigan asosiy texnologiyalar quyidagilardir:

A. Ovozli va vizual signallarni qayta ishlash algoritmlari

Avtonom transport vositalari atrofda obyektlarni tanib olish uchun ko'rish algoritmlaridan foydalanadi. Bunda asosan sun'iy neyron tarmoqlari va **konvolyutsion neyron tarmoqlari** (Convolutional Neural Networks, CNN) keng qo'llaniladi.

CNN formulasi:

$$O_{i,j,k} = f \left(\sum_{m,n} I_{i+m,j+n,n} \cdot W_{m,n,k} + b_k \right)$$

Bu yerda:

$O_{i,j,k}$ — chiqish xaritalari,

$I_{i+m,j+n,n}$ — kirish tasviri ma'lumotlari,

$W_{m,n,k}$ — konvolyutsiya yadrosi (kernel),

b_k — siljish (bias),

f — aktivatsiya funksiyasi.

CNN lar obrazlarni tahlil qilish va ob'ektlarni aniqlash uchun keng qo'llaniladi, masalan, yo'lda boshqa transport vositalarini yoki piyodalarni tanib olish uchun.

B. LiDAR va radarlardan foydalanish

LiDAR yordamida avtonom transport vositalari o'z atrofini xaritalashtiradi. LiDAR texnologiyasi asosida masofalarni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$$d = \frac{c \cdot t}{2}$$

Bu yerda:

d — obyekt va LiDAR o'rtasidagi masofa,

c — yorug'lik tezligi,

t — yorug'lik nuri signalining qaytish vaqti.

2. Robot manipulyatorlari loyihasi

Robot manipulyatorlari sanoat va ishlab chiqarish jarayonlarida muhim rol o'ynaydi. Ular SI yordamida murakkab harakatlarni bajarishi va muhitga moslashishi mumkin. Bunda asosan **yo'l rejalashtirish** va **qo'lning uch nuqtasini boshqarish** algoritmlari qo'llaniladi.

A. Kinematik modellari

Robot manipulyatorlarini boshqarish uchun **to'g'ri kinematika** va **teskari kinematika** modellaridan foydalaniladi.

To'g'ri kinematika modeli (manipulyator oxirgi nuqtasining koordinatalarini topish uchun):

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot \dots \cdot T_n$$

Bu yerda $T_1 \cdot T_2 \cdot \dots \cdot T_n$ — har bir bo'g'inning transformatsiya matritsasi.

Teskari kinematika modeli (robot manipulyatorini ma'lum bir joyga qo'yish uchun bo'g'in burchaklarini hisoblash):

$$\theta = f^{-1}(X, Y, Z)$$

Bu yerda X, Y, Z oxirgi nuqtaning koordinatalari, θ - har bir bo'g'inning burchagi.

B. Yo'l rejalashtirish algoritmlari

Robot manipulyatorlari uchun yo'l rejalashtirishda ko'pincha **Dijkstra** yoki **A*** algoritmlari qo'llaniladi. A* algoritmi o'z navbatida **heuristika** va qidirish asosida optimal yo'lni topishga yordam beradi. A* algoritmining xarajat funksiyasi quyidagicha:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Bu yerda:

- $g(n)$ — boshlang'ich nuqtadan nnn-nuqtaga bo'lgan haqiqiy xarajat,
- $h(n)$ — nnn-nuqtadan maqsad nuqtasiga bo'lgan taxminiy xarajat (heuristika).

3. Avtonom robotlar uchun ma'lumot yig'ish va qayta ishlash loyihasi

Avtonom robotlar odatda qishloq xo'jaligida yoki logistika sohalarida qo'llaniladi. Bu robotlar katta miqdordagi ma'lumotlarni yig'adi va qayta ishlaydi. Bu jarayonda **mustahkam boshqarish algoritmlari** va **mustaqil o'rganish** yondashuvlari ishlatiladi.

A. Reinforcement Learning (Mustahkamlash o'rganishi)

Reinforcement Learning (RL) — robotning o'z tajribasi orqali optimal harakatlarni o'rganish texnikasidir. Bunda agent atrof-muhit bilan o'zaro aloqada bo'lib, mukofot yoki jarimalarga asoslangan holda qarorlar qabul qiladi.

RL algoritmi quyidagi **Bellman tenglamasi** asosida ishlaydi:

$$Q(s, a) = R(s, a) + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s', a')$$

Bu yerda:

$Q(s, a)$ — berilgan holat s va harakat a uchun qiymat,

$R(s, a)$ — mukofot funktsiyasi,

γ — diskont koeffitsiyenti (kelajak mukofotining ta'siri),

s' — keyingi holat, a' — keyingi harakat.

RL algoritmi qishloq xo'jaligida dronlar va robotlarga ekinlarni kuzatish va ob-havo sharoitlariga moslashish uchun keng qo'llaniladi.

B. Kalman filtrlari bilan ma'lumotlarni qayta ishlash

Robototexnik tizimlarda o'lchovlar shovqinli bo'lgani sababli, sensorlar tomonidan olingan ma'lumotlarni filtrlash muhim hisoblanadi. **Kalman filtri** bu jarayonni amalga oshirishda samarali vositadir.

Kalman filtrining yangilanish tenglamalari:

1. Prognozlash bosqichi:

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_k$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q$$

2. Yangilash bosqichi:

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

$$P_k = (I - K_k H)P_k^-$$

Bu formulalarda X_k holat vektorining bashorat qilingan qiymati, P_k — holat vektorining kovariatsiya matritsasi, K_k — Kalman koeffitsienti, Z_k — kuzatuv ma'lumotlari.

4. Murakkab guruhli robotlarni boshqarish

Bir nechta robotlardan iborat guruhli tizimlarni boshqarishda SI algoritmlaridan foydalanish muhimdir. Bunday tizimlar birgalikda harakat qilishi va bir-biriga mos keladigan qarorlar qabul qilishi kerak.

A. Rojer koeffitsienti va bo'linadigan strategiyalar

Guruhli tizimlarda ko'pincha vazifalarni taqsimlash uchun bo'linadigan strategiyalar va roj qidirish algoritmlari qo'llaniladi. Bunda robotlar vazifalarni samarali bo'lishib, ularni bajarish uchun optimal yo'llarni tanlaydi.

B. Bo'linadigan boshqarish algoritmlari

Robotlar har birining mustaqil boshqaruvi uchun **bo'linadigan boshqaruv algoritmlari** qo'llaniladi. Bunda **Lyapunov barqarorlik kriteriyalari** yordamida guruhning barqarorligini ta'minlash mumkin:

$$V(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T P \mathbf{x}$$

Bu yerda P — simmetrik va musbat aniqlikdagi matritsa

Xulosa

Robototexnik tizimlarda sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash texnologik taraqqiyotning muhim yutug'idir. Bu texnologiyalar robotlarga o'rganish, qaror qabul qilish, va mustaqil harakat qilish qobiliyatlarini beradi. Maqolada keltirilgan yondashuvlar va amaliy sohalar robototexnik tizimlarning kelajagini belgilab beradi. Shu bois, sun'iy intellekt va robototexnikani birlashtirish sohasidagi tadqiqot va rivojlantirish ishlari doimiy ravishda kengaytirilishi kerak. Texnologiyaning yanada rivojlanishi bilan ko'plab yangi imkoniyatlar paydo bo'ladi, va ularning inson hayotiga ta'siri sezilarli darajada oshadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Russell, S., & Norvig, P. (2020).** *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th Edition. Prentice Hall.
2. **Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016).** *Deep Learning*. MIT Press.
3. **Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018).** *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd Edition. MIT Press.
4. **Corke, P. (2011).** *Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*. Springer.
5. **Ponce, J., & Forsyth, D. A. (2017).** *Computer Vision: A Modern Approach*. 3rd Edition. Prentice Hall.
6. **Szeliski, R. (2010).** *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer.

7. **Wang, Z., & Li, X. (2020).** "A Survey on Object Detection Algorithms Based on Deep Learning." *Journal of Computer Science and Technology*, 35(1), 1-27.
8. **Kalman, R. E. (1960).** "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems." *Transactions of the ASME–Journal of Basic Engineering*, 82(1), 35-45.
9. **Bishop, C. M. (2006).** *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
10. **Chollet, F. (2018).** *Deep Learning with Python*. Manning Publications.