

SENSOR TIZIMLARI YORDAMIDA OBYEKT MANIPULYATSIYASINI PID ROSTLAGICH FORMULASINI ISHLAB CHIQISH

Akhmadaliyev Anvarbek Alijon o‘g‘li

Namangan davlat texnika unversiteti, tayanch doktoranti

e-mail: anvarbek19932627@gmail.com

Anatatsiya: *Ushbu maqolada robototexnika va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida obyektни aniqlash va manipulyatsiya qilishda qo‘llaniladigan **sensorga** asoslangan ko‘rish va sezish texnologiyalari o‘rganiladi. Noaniq muhitda ishlovchi robot manipulyatorlar aniqlik, ishonchlilik va moslashuvchanlikni ta‘minlash uchun turli xil sensorlardan foydalanadi: vizual sensorlar (kameralar), kuch va moment sensorlari, masofa o‘lchovchi (LIDAR, ultratovush), hamda inertsiya sensorlari. Ushbu maqolada sensorlararo integratsiya, ko‘p sensorli ma‘lumotlarni qayta ishlash, hamda real vaqt rejimida obyekt holatini aniqlash va manipulyatsiya qilish algoritmlari tahlil qilinadi. Shuningdek, zamonaviy mashinaviy o‘rganish yondashuvlari bilan sezish tizimlarini takomillashtirish imkoniyatlari ham ko‘rib chiqiladi.*

Kalit so‘zlar: *Sensorga asoslangan tizimlar, Obyekt manipulyatsiyasi, Vizual sezish, Robototexnika, Ko‘p sensorli integratsiya, Noaniq muhit, Kuch va moment datchiklari, Kompyuter ko‘rish, Mashinaviy o‘rganish, Real vaqt algoritmlari.*

Kirish

Zamonaviy robototexnika va avtomatlashtirilgan tizimlar rivojlanishi bilan birga robotlarning murakkab va noaniq muhitlarda mustaqil ishlash qobiliyatiga bo‘lgan ehtiyoj keskin ortmoqda. Ayniqsa, real vaqt rejimida muhitni tahlil qilish, obyektни aniqlash va uni to‘g‘ri manipulyatsiya qilish robotlar uchun muhim vazifalardan biridir. Bunday vazifalarni bajarish uchun robotlar turli xil sensorlardan foydalanadi, ular orasida vizual sensorlar (kameralar), kuch va moment datchiklari, LIDAR, ultratovush sensori hamda inertsiya o‘lchov bloklari (IMU) alohida o‘rin tutadi.

Sensorga asoslangan ko‘rish va sezish tizimlari yordamida robotlar nafaqat obyektlarni aniqlay oladi, balki ularning holati, shakli, joylashuvi va harakatlanish trayektoriyasini ham baholay oladi. Bunday tizimlar orqali robot manipulyatori obyektga nisbatan harakatni aniq rejalashtiradi va real vaqtda o‘z harakatini sozlaydi. Ayniqsa, noaniq, dinamik yoki yoritilishi o‘zgaruvchan muhitlarda bu tizimlar robotga mustahkam sezuvchanlik va moslashuvchanlik beradi.

Shu sababli, bu tadqiqotda sensorga asoslangan ko‘rish va sezish texnologiyalari asosida obyekt manipulyatsiyasining texnik va algoritmik asoslari o‘rganiladi. Xususan, sensor ma‘lumotlarini birlashtirish (sensor fusion), obyekt lokalizatsiyasi, harakatni rejalashtirish va manipulyatsiya strategiyalarining samaradorligi tahlil qilinadi. Mazkur ish

natijalari sanoat robotlari, servis robotlari, hamda inson-robot hamkorligiga asoslangan tizimlar samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Asosiy qismi

Bu tizimlar turli turdagi sensorlardan foydalanadi: vizual (kameralar), masofa o‘lchovchi (LIDAR, ultratovush), kuch va moment sezgichlari, hamda inertsiya o‘lchov bloklari (IMU).

Vizual sezish tizimlari robotga obyektни aniqlash, tanib olish, shakli va joylashuvini aniqlash imkonini beradi. Bunda 2D va 3D kameralar orqali muhitdan tasvir olinadi, kompyuter ko‘rish algoritmlari esa ushbu tasvirlarni tahlil qiladi. So‘nggi yillarda konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), ayniqsa YOLO, Mask R-CNN kabi modellar robotlarga tasvirlar asosida obyektни real vaqt rejimida aniqlash imkonini bermoqda. Vizual ma‘lumotlar yordamida robot manipulyator obyektga qanday yondashishni, uni qanday ushlashni va qayerga joylashtirishni aniqlaydi.

Ko‘rish tizimlari bilan bir qatorda kuch va moment datchiklari ham muhim rol o‘ynaydi. Bu sensorlar robot bilan obyekt o‘rtasida yuzaga keluvchi jismoniy ta‘sirlarni aniqlab, manipulyatsiya jarayonini xavfsiz va aniq bajarishni ta‘minlaydi. Masalan, nozik obyektlarni haddan tashqari siqishning oldini olish yoki sirpanayotgan obyektни ushlab qolish kuch sensorlari yordamida amalga oshiriladi. Shuningdek, inson-robot hamkorligida ham kuch sezish sezgirlik va xavfsizlikni oshiradi.

Ko‘p sensorli tizimlar samaradorligini oshirish uchun sensor fusion – ya‘ni sensorlar ma‘lumotini integratsiyalash texnologiyasi keng qo‘llaniladi. Har bir sensor turli xildagi ma‘lumotni beradi, ammo ularni birgalikda tahlil qilish orqali ancha ishonchli va aniq qarorlar qabul qilish mumkin. Masalan, kamera obyekt tasvirini beradi, LIDAR masofani aniqlaydi, kuch datchigi esa aloqa sifatini nazorat qiladi. Ushbu ma‘lumotlar markaziy boshqaruv blokida birlashtirilib, robot harakat yo‘nalishini va ushlash kuchini real vaqt rejimida avtomatik sozlaydi.

Manipulyatsiya jarayoni real vaqt rejimida amalga oshiriladi, ya‘ni sensorlardan kelayotgan ma‘lumotlar asosida harakat doimiy tarzda nazorat qilib boriladi. Bunda PID boshqaruv, adaptiv algoritmlar va trajektoriya rejalashtirish metodlari qo‘llaniladi. Agar obyekt joylashuvi o‘zgarsa yoki muhitda to‘siqlar paydo bo‘lsa, tizim bunga tezda moslasha oladi. Teskari aloqa orqali manipulyatorning pozitsiyasi, harakat tezligi va kuchi doimiy tarzda optimallashtiriladi. Bunday sensorli tizimlar bugungi kunda sanoat robotlarida, tibbiyot robotlarida, servis robotlarida, hatto xavfli muhitlarda ishlovchi qutqaruv robotlarida ham keng qo‘llanilmoqda. Masalan, avtomatik yig‘uv liniyalarida robotlar turli detallarni aniqlab, ushlab, aniq joyiga o‘rnatadi. Tibbiyotda esa nozik operatsiyalarni bajaruvchi robotlar sezgir kuch datchiklari va ko‘rish tizimlari yordamida harakat qiladi. Shu bilan birga, noaniq va to‘siqli muhitlarda ishlovchi qutqaruv robotlari obyektlarni topish va ularni ehtiyotkorlik bilan manipulyatsiya qilish uchun aynan sensorli ko‘rish va sezish tizimlariga tayanadi.

Robot manipulyatori tomonidan obyektning aniqlash va manipulyatsiya qilishda bir nechta muhim fizik va matematik model ishlatiladi. Quyida asosiy formulalar va ular asosida manipulyatsiya tahlili keltirilgan.

Obyekt pozitsiyasini vizual aniqlash

Agar kamera obyekt koordinatalarini **piksellar bo‘yicha (u, v)** formatda olgan bo‘lsa va chuqurlik (depth) sensori orqali **Z** koordinatasi ma‘lum bo‘lsa, unda 3D fazodagi koordinatalar quyidagicha hisoblanadi:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = Z * K^{-1} * \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

Bu yerda: **K** – kamera matritsasi (intrinsic matrix), kameraning optik xususiyatlarini ifodalaydi,

(u,v) – obyekt tasvirdagi koordinatasi (pikselda),

Z – obyektgacha bo‘lgan chuqurlik (metrlarda).

Kuch va moment sezish modeli

Obyekt bilan aloqa qilinayotgan nuqtada sensor yordamida o‘lchanadigan kuch va moment:

$$\vec{F}_{sensor} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix}$$

Agar obyektga ortiqcha kuch qo‘llansa (masalan, $F_z > F_{max}$), robot o‘z harakatini to‘xtatadi yoki kuchni avtomatik kamaytiradi:

$$F_{cmd} = \begin{cases} F_z, & F_z \leq F_{max} \\ F_{max}, & F_z > F_{max} \end{cases}$$

Harakatni boshqarish va teskari aloqa (feedback control)

Manipulyator pozitsiyasini boshqarishda PID boshqaruv algoritmi ishlatiladi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Bu yerda:

u(t) – chiqish signali,

e(t) – xatolik (maqsad – real pozitsiya farqi),

K_p, K_i, K_d – PID koeffitsiyentlar.

Bu formulalar robot manipulyatorining aniqligi va barqarorligini ta‘minlashda muhim hisoblanadi

Xulosa

Bugungi kunda robototexnika sohasida muhit bilan o‘zaro aloqada ishlay oladigan, mustaqil qaror qabul qiladigan va turli sharoitlarga tez moslasha oladigan tizimlarga bo‘lgan talab tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, real hayotdagi noaniq, chayqaluvchi yoki oldindan to‘liq noma‘lum bo‘lgan muhitlarda ishlovchi robotlar uchun **ko‘rish va sezish tizimlari**

muhim omilga aylangan. Ushbu ish davomida sensorga asoslangan tizimlarning obyekt manipulyatsiyasidagi o‘rni, ishlash prinsiplari, asosiy komponentlari hamda ularni boshqaruvchi matematik modellari chuqur o‘rganildi. Yuqoridagi formulalar sensorli manipulyatsiya tizimlarining matematik asoslarini tashkil qiladi. Ular yordamida obyektning joylashuvi aniqlanadi, manipulyator harakati boshqariladi va sezish tizimlari orqali xavfsizlik ta‘minlanadi. Bu model va hisob-kitoblar robotlarni murakkab, noaniq muhitda ishonchli ishlashiga asos yaratadi. Masalan, robototexnikada bu tizimlar robotlarning atrof-muhitni tushunib, o‘z harakatlarini optimallashtirishiga yordam beradi. O‘z-o‘zini boshqaradigan avtomobillarda ko‘rish-tushunish manipulyatorlari yordamida avtomobillar atrofdagi ob’ektlarni aniqlaydi va xavfsizlikni ta‘minlaydi. Tibbiyotda, ko‘rish-tushunish manipulyatorlari bemorlarning holatini kuzatish va tahlil qilishda, diagnostikani osonlashtirishda yordam beradi. Biroq, bu tizimlar barcha o‘zgarishlarni qamrab olishga va har bir ehtiyojga javob berishga qodir emas. Texnologiyalarning samaradorligi va ularning joriy etilishi bilan bog‘liq ba‘zi muammolar va cheklovlar mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Islomov I.S. — *Raqamli tasvirni qayta ishlash va kompyuter ko‘rish*. Toshkent: ITM, 2020.
2. **Szeliski**, *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer. **R. (2010)**. pp.552-555.
3. A.O. Dedakhanov. Distribution of moisture in the process of drying cotton raw materials // International scientific research conference, Vol-3, 2024. №27. Articles 16-19.
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016).Articles 332-336.
5. A.A. Askarov. The Role of the Fuzzy Logic Method in Detecting Fires in Production // Best Intellectual Research. 2023. Vol. 10, No. 3, pp.126-130
6. N. Parpiyeva. Automatic control system of pressing equipment parameters // Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research. 2024. Vol.11, Iss,3, pp.147-153.
7. Sulstonov A.M., Karimov M.M. — *Robototexnika asoslari*. Toshkent: «Fan va texnologiya», 2021.
8. Egamberdiyev M.E., Nurmatov A.B. — *Avtomatik boshqaruv tizimlari va robototexnika*. Toshkent: ToshDTU, 2019.
9. Anvarbek Akhmadaliyev. Neural networks and trees that can be explained // Formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. Italy. ISBN 978-955-3605-86-4, parts 14-17 p
10. Axmedov R.X. — *Datchiklar va sezgir elementlar: nazariyasi va amaliyoti*. Toshkent: TDPU, 2022.
11. Qo‘chqorov B.A. — *Avtomatlashtirish tizimlarida sensorlar va ularning qo‘llanilishi*. Farg‘ona: FPI nashriyoti, 2020.

12. www.arxiv.uz
13. www.gazeta.uz