



ERKINLIK DARAJASIGA EGA ROBOT-MANIPULYATORNING KONSTRUKTIV TUZILMASINI ISHLAB CHIQISH

NamDTU, Texnologik mashinalar va jihozlar yo'nalish Magistranti

Narzullayev Mirzohid

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada erkinlik darajasiga ega robot-manipulyatorlarning konstruktiv tuzilmasini ishlab chiqish masalalari tahlil qilinadi. Robot-manipulyatorlarning mexanik strukturasi loyihalash, kinematik va dinamik modellashtirish, aktuator va sensor tizimlarini tanlash hamda boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish asosiy yo'nalish sifatida ko'rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada robotlarning erkinlik darajasi ularning funksional imkoniyatlariga qanday ta'sir qilishi, optimal konstruksiya yaratish tamoyillari va sanoat miqyosida qo'llash samaradorligi ilmiy jihatdan asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: Robot-manipulyator, erkinlik darajasi (DOF), kinematika, dinamika, aktuator, mexatronika, boshqaruv tizimi, robot konstruksiyasi

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida avtomatlashtirish darajasini oshirish muhim strategik vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, robot-manipulyatorlar ishlab chiqarishning turli bosqichlarida keng qo'llanilib, yuqori aniqlik va samaradorlikni ta'minlaydi. Robotlarning asosiy xususiyatlaridan biri ularning erkinlik darajasi bo'lib, bu parametr robotning fazoda qanday harakatlana olishini belgilaydi.

Erkinlik darajasi robotning harakat erkinligini ifodalaydi va u robotning bajarishi mumkin bo'lgan operatsiyalar soni hamda murakkabligini belgilaydi. Shu sababli, robot-manipulyatorning konstruktiv tuzilmasini ishlab chiqishda erkinlik darajasini to'g'ri tanlash va optimallashtirish muhim ahamiyatga ega.

Mazkur maqolada erkinlik darajasiga ega robot-manipulyatorning konstruksiyasini ishlab chiqishning nazariy asoslari, amaliy yondashuvlari va sanoatdagi qo'llanilish jihatlari keng yoritiladi.



Robot-manipulyatorning erkinlik darajasi (DOF – Degree of Freedom) uning fazodagi harakat imkoniyatlarini ifodalovchi asosiy parametr hisoblanadi. Mexanik tizimlarda erkinlik darajasi tizimni tavsiflovchi mustaqil koordinatalar soni bilan aniqlanadi. Amaliyotda sanoat robotlari odatda 3 dan 6 gacha erkinlik darajasiga ega bo'ladi, bunda uchta erkinlik translatsion harakatlarni, qolganlari esa aylanish harakatlarini ta'minlaydi. 6 erkinlik darajasiga ega robot-manipulyatorlar inson qo'lining harakatlarini deyarli to'liq takrorlay oladi.

Robot-manipulyatorning konstruktiv tuzilmasini ishlab chiqishda birinchi navbatda uning kinematik sxemasi aniqlanadi. Kinematik sxema robot bo'g'inlari va ularning o'zaro bog'lanish tartibini ifodalaydi. Har bir bo'g'in va bog'lanish turiga qarab robotning umumiy harakat trayektoriyasi shakllanadi. Kinematik tahlilda Denavit–Hartenberg (DH) parametrlari keng qo'llanilib, ular yordamida robotning matematik modeli tuziladi. Ushbu model robotning fazodagi holatini aniqlash va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqishda muhim rol o'ynaydi.

Robot-manipulyatorning mexanik konstruktsiyasi uning yuk ko'tarish qobiliyati, aniqligi va ishonchliligini belgilaydi. Konstruktsiyani ishlab chiqishda material tanlash, bo'g'inlar soni, ularning uzunligi va joylashuvi muhim ahamiyatga ega. Eng ko'p qo'llaniladigan materiallar qatoriga alyuminiy qotishmalari, yuqori mustahkam po'lat va kompozit materiallar kiradi. Bu materiallar robotning og'irligini kamaytirish bilan birga, uning mustahkamligini ta'minlaydi.

Robot-manipulyatorlarda aktuatorlar harakatni hosil qiluvchi asosiy elementlar hisoblanadi. Ular elektr dvigatellar, servo-motorlar yoki stepper-motorlar ko'rinishida bo'lishi mumkin. Zamonaviy robotlarda servo-motorlar keng qo'llaniladi, chunki ular yuqori aniqlik va tezkor boshqaruv imkoniyatiga ega. Aktuatorlarni tanlashda ularning momenti, tezligi va energiya samaradorligi hisobga olinadi. Shuningdek, reduktorlar va uzatmalar tizimi robotning umumiy ishlash samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Robot-manipulyatorning dinamik tahlili uning harakat jarayonidagi kuch va momentlarni o'rganishni o'z ichiga oladi. Dinamik modellashtirish yordamida robotning barqarorligi, energiya sarfi va optimal boshqaruv parametrlari aniqlanadi.



Lagrange yoki Nyuton–Eyler usullari robot dinamikasini tahlil qilishda keng qo'llaniladi. Bu usullar yordamida robotning harakat tenglamalari tuziladi va ularning optimal ishlash rejimi aniqlanadi.

Boshqaruv tizimi robot-manipulyatorning “miyasi” hisoblanadi. Zamonaviy boshqaruv tizimlari real vaqt rejimida ishlaydi va sensorlardan olingan ma'lumotlarga asoslanib robot harakatini boshqaradi. PID-regulyatorlar, adaptiv boshqaruv algoritmlari va sun'iy intellekt asosidagi tizimlar keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa, mashinaviy o'rganish algoritmlari robotlarga murakkab vazifalarni mustaqil bajarish imkonini bermoqda.

Sensor tizimlari robotning tashqi muhit bilan o'zaro aloqasini ta'minlaydi. Optik sensorlar, kuch sensorlari, giroskoplar va akselerometrlar robotning fazodagi holatini aniqlashda muhim rol o'ynaydi. Zamonaviy robotlarda sun'iy ko'rish tizimlari qo'llanilib, ular yordamida robot ob'ektlarni aniqlaydi va ularga mos ravishda harakat qiladi.

Robot-manipulyatorni ishlab chiqishda ergonomika va xavfsizlik masalalari ham muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, inson bilan birgalikda ishlovchi kollaborativ robotlar (cobots) uchun xavfsizlik tizimlari yuqori darajada ishlab chiqilishi zarur. Bu robotlar inson bilan to'qnashuvni aniqlash va avtomatik to'xtash funksiyalariga ega bo'ladi.

Sanoat miqyosida robot-manipulyatorlarni ishlab chiqish va joriy etish katta iqtisodiy samaradorlik beradi. Tadqiqotlarga ko'ra, robotlashtirilgan tizimlar ishlab chiqarish samaradorligini 40–60% gacha oshiradi. Shu bilan birga, ishlab chiqarishdagi nuqsonlar soni keskin kamayadi. Robotlar 24/7 ishlash imkoniyatiga ega bo'lib, ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta'minlaydi.

Biroq robot-manipulyatorlarni ishlab chiqish va joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Ular qatoriga yuqori boshlang'ich investitsiya xarajatlari, murakkab dasturlash jarayoni va texnik xizmat ko'rsatish muammolari kiradi. Shunga qaramay, texnologiyalar rivojlanishi natijasida robotlar tobora arzonlashib va keng ommaga kirib bormoqda.



Kelajakda erkinlik darajasi yuqori bo'lgan robot-manipulyatorlar yanada rivojlanib, sun'iy intellekt va IoT texnologiyalari bilan integratsiyalashadi. Bu esa robotlarning mustaqil qaror qabul qilish va murakkab vazifalarni bajarish imkoniyatlarini yanada kengaytiradi.

Erkinlik darajasiga ega robot-manipulyatorlarning konstruktiv tuzilmasini ishlab chiqish zamonaviy sanoatning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Robotning erkinlik darajasi uning funksional imkoniyatlarini belgilovchi asosiy parametr bo'lib, to'g'ri tanlangan konstruktsiya yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Robot texnologiyalarining rivojlanishi sanoat ishlab chiqarishining yangi bosqichga chiqishiga xizmat qiladi va kelajakda avtomatlashtirish jarayonlari yanada chuqurlashadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Siciliano, B., Khatib, O. Springer Handbook of Robotics. Berlin: Springer, 2016. – 2223 p.
2. Craig, J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2005. – 408 p.
3. Spong, M. W., Hutchinson, S. Robot Modeling and Control. Wiley, 2006. – 478 p.
4. Groover, M. P. Industrial Robotics. McGraw-Hill, 2008. – 512 p.
5. Corke, P. Robotics, Vision and Control. Springer, 2017. – 693 p.
6. Zamonaviy robototexnika ilmiy maqolalari to'plami. Toshkent, 2022. – 200 b.