

ROBOTLAR BO'YICHA UMUMIY TUSHUNCHALAR VA “ROBOTOTEXNIKA”NING KOMPLEKS AVTOMATLASHTIRILISHI

Buxoro davlat universiteti axborot texnologiyalari fakulteti “Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar” kafedrasida dotsenti, p.f.n. Zaripova Gulbahor Komilovna,
dersuzala1972@gmail.com,
telefon: (99897) 280-72-01,

Buxoro davlat universiteti axborot texnologiyalari fakulteti “Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar” kafedrasida dotsenti Avezov Abdumalik Abduxoliqovich,
aavezov813@gmail.com,
telefon: (+99899)568-01-55;

Buxoro davlat universiteti Axborot texnologiyalari fakulteti “Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar” kafedrasida o'qituvchisi Ramazonov Shukrullo Hoshim o'g'li,
sh.h.ramazonov@buxdu.uz,
telefon: (+99891) 312 -88 -92.

Annotatsiya. Mazkur maqolada robotlar bo'yicha umumiy tushunchalar va “robototexnika”ning kompleks avtomatlashtirilishi haqida ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: “Robot”, avtomatik sistemalar, manipulyatsiya, avtonom robotlar, algoritmlar, masofa, “Sun'iy intellekt”, “Robotika”, robotlarning asosiy sinflari, robot komponentlari, robotni ishga tushirish, elektr dvigatellari, tarmoq drayverlari, ketma-ket keladigan moslashuvchan drayverlar, havo mushaklari, teriga o'xshash mushaklar, moslashuvchan nanotubalar, sensor o'lchamlari, mexanik qisqich, vakuumli qisqichlar, umumiy maqsadli robot qurollari, robot harakatining turlari, ikki g'ildirakli muvozanat roboti, bir g'ildirakli muvozanatlash roboti, sferik “Orb bot” roboti.

“Robot” so'zi birinchi marotaba 1920 yilda chek yozuvchisi K. Chapekning “RUR” (Rossum universal robotlari) pyesasida ishlatilgan. Robot tushunchasi keng doiradagi turli sistemalar va qurilmalar bilan bog'liq. Robotning turli xil va qurilmalardan asosiy farqi, unda odam harakatlariga o'xshash harakatlar qila oladigan organining ya'ni mexanik qo'lning (manipulyatorlarning) borligi va u yordamida robot tashqi muhitga ta'sir qilish imkoniyati borligidadir. Robot odam o'rniga turli xil manipulyatsiyalarni qila oladigan mashina – avtomatdir.

U robotlardan tashqari avtomatlashtirilgan texnik tizimlar va ishlab chiqarish jarayonlarining eng yangi texnik integratsiyasini ishlab chiqish va ulardan foydalanish yo'llarini o'rganadigan fan.

Avtomatlashtirilgan mashinalar, boshqacha aytganda, robotlar xavfli hududlarda, yoki fabrikalarda yig'ish jarayonlarida odamlar o'rniga ishlashi mumkin. Robotlar

tashqi ko'rinishi, xatti-harakati va idrokida odamlarga juda o'xshash bo'lishi mumkin. Hozirda olimlar inson shaklidagi robotlarni imkon qadar odamga o'xshatishga harakat qilmoqda.

Avtonom robotlar haqida qadim zamonlardan beri o'ylangan, ammo bu boradagi tadqiqotlar XX asrgacha boshlangan.

“Robotika” (yoki “robotica”, robotics“) so'zi birinchi marta [Isaak Asimovning](#) 1941-yilda nashr etilgan „Yolg'onchi“ ilmiy-fantastik hikoyasida ishlatilgan.

“Robot” so'zining asosi bo'lgan “robot” so'zini birinchi marta 1920-yilda Karel Chapek ismli chex yozuvchisi o'zining “P.U.P.” (“Российские универсальные роботы”) asarda ishlatilgan. O'sha asarda zavod rahbari odamga o'xshash robotlar ixtiro qiladi va tinimsiz ishlaydi. Avvaliga androidlar odamlarni mukammal tinglaydi va ishlaydi, lekin keyinchalik ular o'z yaratuvchilariga qarshi chiqadilar va ularni yo'q qiladilar.

Keyinchalik robototexnika sohasiga kirgan g'oyalar qadimgi davrlarda paydo bo'lgan. Masalan, Gomerning “Iliada”sida Gefest Xudosi otlardan uy xizmatkorlarini yaratib, ularga gapirish qobiliyati (zamonaviy tilda — sun'iy intellekt) bilan birga kuch va aql-zakovat ham bergan. Ba'zi hikoyalarga ko'ra, qadimgi Yunonistonning mexanik muhandisi Tarentus Arxitus uchish qobiliyatiga ega bo'lgan mexanik kaptarni qurgan (miloddan avvalgi 400 yil). Bundan tashqari, shunga o'xshash ma'lumotlar I.M.Makarova va Yu. I. Topcheevaning mashhur “Robototexnika: tarix va istiqbollar” kitobida robotlarning dunyo rivojlanishidagi roli (yoki o'ynagan) tasvirlangan.

Robototexnika tarixi. 1942-yilda fantastika yozuvchisi Isaak Asimov robototexnikaning uchta qonunini ixtiro qildi. 1948-yilda Norbert Viner eksperimental robototexnika asosini tashkil etuvchi [kibernetika](#) tamoyillarini ishlab chiqdi. To'liq avtonom robotlar faqat 20-asrning ikkinchi yarmida paydo bo'ldi. Birinchi raqamli boshqariladigan programlanadigan robot Unimate edi. U eritish mashinasidan robotning issiq temir qismlarini olish va yig'ish uchun mo'ljallangan. Bugungi kunda tijorat va sanoat robotlari keng tarqalgan. Bu robotlar ishni odamlarga qaraganda arzonroq, ixchamroq va samaraliroq bajaradi. Ushbu sohada qo'llaniladigan robotlarning ba'zi ishlari odamlar uchun iflos, xavfli va zerikarli. Robotlar yig'ish, yig'ish, yetkazib berish, yer va kosmik tadqiqotlar, tibbiy jarrohlik, asbob-uskunalar, laboratoriya tadqiqotlari va xavfsizlik uchun keng qo'llaniladi.

Robotlarning asosiy sinflari. Bugungi kunda robotlarning ko'plab turlari mavjud bo'lib, ular turli muhitlarda turli usullarda qo'llaniladigan. Foydalanish maqsadi va tashqi ko'rinishi har xil bo'lsa-da, tuzilishi haqida gap ketganda, ularning barchasi uchta umumiy sohaga ega:

1. Har bir robot mexanik tayanch — qurilma, ramkadan iborat. Ramkaning turi maqsadga qarab o'zgaradi. Masalan, agar robot loy va qum ustida harakatlansa, paletli

traktorlardan foydalanish mumkin. Mexanik jihatdan, ixtirochining alohida muammoni hal qilishi robot harakatlanadigan joyning muhitiga bog'liq. Robotning shakli uning vazifasi bilan bevosita bog'liq.

2. Har bir robot elektr komponentlardan iborat. Ushbu qismlar robot tizimlarini to'liq boshqaradi. Misol uchun, zanjirlar bo'ylab yuradigan robotni olsak, bu zanjirlarni siljitish uchun kuch kerak bo'ladi. Bu quvvat elektr sifatida keladi, simlar orqali o'tadi va batareyada saqlanadi (bu asosiy sxema). Gaz bilan ishlaydigan mashinalar ham gazdan foydalanish jarayoni uchun elektr energiyasini talab qiladi. Shuning uchun, benzinli mashinalar kabi avtomobillarda akkumulyator mavjud. Elektr tizimi robotni (dvigatelni) harakatlantirish, o'lchash (issiqlik, tovush, joylashuv va energiya miqdorini aniqlash uchun elektr signallari) va umumiy foydalanish uchun (robot o'z motorlari va sensorlariga bir oz energiya yuborishi kerak) uchun ishlatiladi va umumiy asosiy operatsiyalar).

3. Barcha robotlar bir oz kompyuter kodini talab qiladi. Xuddi shu algoritm robot qanday ishlashini ko'rsatadi. Kodni yozgan shaxs robot qanday va qachon qaror qabul qilishini va dastur doirasida harakat qilishini yozadi. Xuddi shu zanjir bo'ylab harakatlanadigan robot o'zining mexanik dizayni va konstruksiyasi tufayli loyni mukammal qiladi va simlar orqali batareyasidan kerakli miqdorda energiya olsa ham, kompyuter dasturisiz harakat qilmaydi; chunki dastur robotga qachon va qayerga harakat qilish kerakligini aytadi. Dastur robotning asosiy qiymatini yaratadi. Agar robotning mexanik va elektr qismlari mukammal tugatilgan bo'lsa, lekin yozilgan dastur yomon bo'lsa, robot ikki xil ishlaydi, agar shunday bo'lsa ham, u harakat qiladi va tartibsiz ishlaydi. Algoritmning uchta asosiy turi mavjud: masofadan boshqarish, "sun'iy intellekt" va gibril. Masofadan boshqariladigan robotlar bir qator buyruqlarga ega. U buyruqlarni masofadan boshqarish pultidan signal olgandan keyingina bajaradi. Umuman olganda, odam bir xil qurilma orqali masofada joylashgan robotni boshqaradi. "Sun'iy intellekt"dan foydalanadigan robotlar atrof-muhitga qarab o'zlari qaror qabul qiladilar. Robot tizimida atrof-muhit omillari va obyektlariga turli reaksiyalar qayd etiladi. "Sun'iy intellekt" o'sha reaksiyalarni hisobga oladi va atrof-muhit omillariga ta'sir qiladi. Asosan, "sun'iy intellekt" inson tafakkuriga o'xshash bo'lishi, yoki shunga o'xshash bo'lishi lozim. Gibril esa masofadan boshqarish va "sun'iy intellekt"ning kombinatsiyasidir.

Robot komponentlari. Quvvatlantirish manbai bo'lib, hozirgi vaqtda quvvat manbai sifatida eng ko'p ishlatiladigan (qo'rg'oshin-kislota) batareyalar qo'llaniladigan. Ko'p turdagi batareyalar robot uchun quvvat manbai sifatida ishlatilishi mumkin. Ular og'ir, ammo xavfsiz, uzoq muddatli qo'rg'oshinli akkumulyatorlardan kichik, ammo qimmat kumush-kadmiyli batareyalargacha qo'llaniladigan. Batareya bilan ishlaydigan robotni ishlab chiqishda xavfsizlik omili, ish aylanishi va batareyaning og'irligi hisobga olinishi kerak. Ichki yonish dvigateli

tipidagi generatorlardan foydalanish mumkin. Biroq, bunday loyihalar og'ir, mexanik jihatdan murakkab va yoqilg'i va issiqlikni yo'qotish usullarini talab qiladi. Robotni quvvat manbaiga ulaydigan cheklovchi quvvat manbaini butunlay olib tashlaydi. Uning afzalliklaridan biri shundaki, elektr energiyasi ishlab chiqarish va energiyani saqlash qismlari robotdan boshqa joyga joylashtiriladi, og'irlik kamayadi va bo'sh joy ko'payadi. Biroq, bu yondashuvning salbiy tomonlari mavjud. Ulardan biri robotga doimiy ravishda birlashtirilgan simlar robotni boshqarish va harakatlantirishni qiyinlashtiradi. Potensial quvvat manbai:

- Pnevmatik (siqilgan gazlar);
- Quyosh energiyasi (quyosh energiyasidan foydalanish va uni elektr energiyasiga aylantirish);
- gidravlik (suyuqlik);
- Volan energiyasini saqlash;
- Organik chiqindilar (anaerob hazm qilish orqali);
- Chiqindilar (odam, hayvon najaslari);
- Harbiy nuqtai nazardan, kichik jangovar guruhlarining najaslari energiya sifatida qayta ishlatilishi mumkin (DEKA Slingshot Stirling dvigateli qanday ishlashini ko'ring).

Robotni ishga tushirish. Robotning harakatlanuvchi qismlari inson mushaklaridir. O'sha robotning "mushaklari" harakat qilish uchun yig'ilgan energiyadan foydalanadi. Hozirgacha eng ko'p qo'llaniladigan tur-bu g'ildirak, yoki vitesni boshqaradigan elektr motor va fabrikalarda sanoat robotlarini boshqaradigan chiziqli haydovchi. Biroq, hozirda robotning "mushaklarini", jumladan, elektr toki, kimyoviy moddalar, yoki siqilgan havoni harakatlantirishning muqobil usullari mavjud.

Elektr dvigatellari. Aksariyat robotlar elektr motorlaridan foydalanadilar. Portativ robotlarda ko'pincha to'g'ridan-to'g'ri oqimda ishlaydigan cho'tkasi va cho'tkasi bo'lmagan motorlar, yoki o'zgaruvchan tokda ishlaydigan sanoat robotlari va CNC mashinalar mavjud. Bunday motorlar ko'pincha engil yuk va dominant harakatga ega bo'lgan aylanadigan tizimlarda qo'llaniladi.

Tarmoq drayverlari. Ko'pgina turdagi chiziqli aktuatorlar aylanish o'rniga oldinga va orqaga harakat qiladi, tez va tez-tez yo'nalishni o'zgartiradi. Ko'pincha sanoat robotlari katta quvvat kuchi talab qilinganda qo'llaniladigan. Asosiy turlarda siqilgan havo (pnevmatik), yoki suyuqlik (gidravlik) ishlatiladi.

Ketma-ket keladigan moslashuvchan drayverlar. Prujinalar vosita haydovchisining bir qismi sifatida ishlab chiqilgan. Prujina ko'plab robotlarda, masalan, [gumanoid robotda](#) ishlatilgan.

Havo mushaklari. Pnevmatik sun'iy muskullar, boshqacha aytganda, havo mushaklari, shamol bilan kuchli esganda (40 % gacha) cho'ziladigan maxsus turdagi quvurdir. Ular ba'zi turdagi robotlarda qo'llaniladi.

Teriga o'xshash mushaklar. Simga o'xshash mushaklar xotira qotishmalari sifatida ham tanilgan. Nitinol® yoki Flexinol® sim-sim bo'ylab harakatlanayotganda biroz cho'ziladigan material (odatda 5 % dan kam). Ushbu turdagi mushaklar juda kam qo'llaniladi.

Moslashuvchan nanotubalar. Moslashuvchan nanotubalar istiqbolli sun'iy mushak texnologiyasini. Hozirda u tadqiqotning dastlabki bosqichida. Uglerod nanotubalarida nuqsonlar yo'qligi sababli uglerod filamentlari uzunligini bir necha foizga o'zgartirishi mumkin. Temir nanotubalarining energiya saqlash quvvati taxminan 10 J/sm^3 ni tashkil qiladi. Inson bicepslari bir xil materialdan 8 mm diametrli sim bilan almashtirilishi mumkin. Kelajakda bunday ixcham mushaklar bilan jihozlangan robotlar odamlardan o'zib ketishi mumkin.

Sensor o'lchamlari. Robotlar sensorlar orqali atrof-muhit, yoki ichki qismlar haqida aniq ma'lumot olishlari mumkin. Ko'rsatilgan vazifalarni bajarish, atrof-muhitdagi o'zgarishlarni sezish va tegishli javob qaytarish robotlar uchun juda muhimdir. Robotlar sensorlar orqali juda ko'p o'lchovlarni amalga oshiradilar, sensorlar himoya, yoki bezovtalik haqida ogohlantirishlarni ta'minlaydi va bajarilayotgani uchun vazifalari haqida real vaqtda ma'lumot beradi.

Zamonaviy robot qo'llar va protez qo'llar inson qo'lga qaraganda kamroq sensorli ma'lumot oladi. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotlarda olimlar inson barmoqlarining mexanik xususiyatlari va sezgi retseptorlarini taqlid qiluvchi taktil sensorlar majmuasini ishlab chiqdilar.

2009-yilda Yevropaning bir qancha mamlakatlari va Isroil olimlari SmartHand protez qo'llarini ishlab chiqdilar va chiqardilar. Chap qo'l haqiqiy inson qo'li edi- amputatsiya qilinganlar protez qo'l yordamida yozish, klaviaturada yozish, musiqa chalish va boshqa vazifalarni bajarishga qodir edi. Bemor protez qo'lidagi sensorlar tufayli haqiqiy barmoq sezgilarini his qilish qobiliyatiga ega bo'ldi.

Ko'rish qobiliyati. Kompyuter ko'rish-bu ko'ra oladigan mashinaning fan va texnologiyasiga. Ilmiy mavzu sifatida kompyuterni ko'rish-bu sun'iy tizim yordamida tasvirlardan ma'lumot olish nazariyasi. Rasm ma'lumotlari bir nechta shakllarda keladi, masalan, videodagi kabi bir qator tasvirlar, yoki kamera ko'rinishi.

Kompyuterni ko'rishni qo'llashda kompyuterlar ma'lum bir muammoni hal qilish uchun oldindan dasturlashtirilgan, garchi hozirda mashina o'zini o'zi o'rgatish qobiliyatini rivojlantirmoqda

Kompyuterni ko'rish juda katta soha bo'lib, bu sohalardan ichidagi bir inson biologik tizimlarini turli darajadagi qiyinchiliklarda xatti-harakatlar va xatti-

harakatlarga taqlid qilish uchun nozik sozlashdir. Kompyuterni ko'rish sohasida mashinani o'rganish usullari biologiyada ildizlarga ega.

Boshqasi. Robotlar sezish uchun lidar, radar va sonar tizimlaridan foydalanadi.

Manipulyatsiya. Robotlar ko'tarishi, harakatlanishi, o'zgarishi, sinishi, yoki boshqa biror narsa qilishi kerak. Robot qo'llari robototexnika sohasida oxirgi effektorlar deb ataladi. **Robot** qo'llarining uchi, xususan, obyektни ushlab turadigan qismi bir-birini almashtiradi. Har bir tur ma'lum bir ish turi uchun mo'ljallangan. Biroq, ba'zi robotlarning uchi mahkamlangan bo'lib, ular faqat bir turdagi ushlagich bilan o'tkirlashmasdan ishlaydi, ba'zilarida esa barqaror, lekin bir necha turdagi ishlarni bajarishi mumkin bo'lgan odamsimon robot qo'li (odam qo'li kabi) mavjud.

Mexanik qisqich. Eng keng tarqalgan turlardan biri. Eng oddiy shaklda uning faqat ikkita barmog'i bor. Ikki barmoq bilan kichik narsalarni ochishi, yopishi, olishi va yuborishi mumkin. U barmoqlar orasiga temir sim o'tkazib zanjir shaklida qilingan. O'rtacha qiyin bo'lgan qo'llar singan Delft qo'llari, va inson qo'llari kabi ishlay oladigan yanada qiyinroq qo'llar Soya qo'li va Robonavtning singan qo'llaridir. Mexanik qisqichlar turli xil shakllarda bo'ladi, ular orasida ishqalanish va tutqich jag'lari (qisqichlar) mavjud. Ishqalanish ushlagichi ob'ektni harakatsiz, ishqalanishdan foydalangan holda va unga barcha kuch sarflamasdan ushlab turishga harakat qiladi. Va inklyuziv qisqich ob'ektni ushlaydi, lekin kamroq ishqalanishdan foydalanadi.

Vakuumlil qisqichlar. Vakuum qisqichlarini qurish oson bo'lsa-da, ular og'ir narsalarni ko'tarish qobiliyatiga ega. Ko'tariladigan obyektning tashqi tomoni silliq bo'lsa, nasos suyuqlikni pompalaydi va narsalarni ko'taradi.

Elektron komponentlar va u bilan avtomobil old oynalari kabi katta og'ir narsalarni ko'tarish uchun mo'ljallangan robotlar odatda qisqich sifatida oddiy vakuumga o'xshagan qisqichlardan foydalanadilar.

Umumiy maqsadli robot qurollari. Ba'zi ilg'or robotlar Shadow Hand, MANUS, va Schunk kabi to'liq gumanoid tutqichlardan foydalanishni boshladilar. Chap qo'llar juda epchil, shuningdek, chap tutqichlar taxminan 20 DOF (erkinlik darajasi) va yuzlab teginish sensorlariga ega.

Robot harakatining turlari. G'ildirakli robotlar. Oddiylik uchun ko'pchilik robotlar uchun 4 g'ildirak, uzluksiz platforma bilan jihozlangan. Ba'zi olimlar bir, yoki ikkita g'ildirakda harakatlanadigan robotlarni o'z ichiga olgan yanada murakkab turdagi mobil robotlar yaratishga harakat qilishadi. Bu robotlar sonini kamaytiradi va bundan tashqari, bir, yoki ikkita g'ildirakli robotlar uchun 4 g'ildirakli robot qila olmaydigan cheklangan hududlarda harakatlanishi mumkinligini beradi.

Ikki g'ildirakli muvozanat roboti. Balanslash robotlari odatda giroskopdan foydalanadilar. Robot giroskop yordamida uning qanchalik tez va qaysi yo'nalishda tushishini aniqlaydi va g'ildiraklarini yiqilish yo'nalishida boshqaradi. Keyin robot ichidagi teskari mayatnik dinamikasiga qarab soniyasiga yuzlab marta chastota bilan muvozanatni saqlashga harakat qiladi. Bugungi kunda ko'plab muvozanatlash robotlari ishlab chiqarilgan. Agar robotni avtomatlashtirilgan qurilma deb hisoblasak, Segway robot emas, balki oddiy robotning mobil platformasini RMP (Robotic Mobility Platform) deb hisoblash mumkin. Misol tariqasida NASAning Robonautiga qaraydigan bo'lsak, robot Segway platformasida qurilganini ko'rishimiz mumkin.

Bir g'ildirakli muvozanatlash roboti. Ikki g'ildirakli balanslash roboti kengaytmasi faqat bitta g'ildirak bilan 2D formatda istalgan yo'nalishda yura oladi. Biroq, bu turdagi robotlar to'pni g'ildirak sifatida ishlatadi. Yaqinda bir nechta bir g'ildirakli muvozanat robotlari paydo bo'ldi, ulardan biri Karnegi Mellon universitetining Ballbotidir. Bu odamning balandligi va kengligi bilan bir xil. Yana biri Toxoku Gakuin universitetining BallIP robotidir. Bunday robotlar ko'pincha uzun bo'yli, nozik va kichik joylarda manevr qilish qobiliyatiga ega. Shuning uchun, bunday robotlar boshqa robotlarga qaraganda odamlar orasida o'z o'rnini topadi.

Sferik "Orb bot" roboti. Olimlarning yana bir g'oyasi-robotlarni to'liq havo shariga kiritish. Tadqiqotchilarning fikricha, robot aylanadi, yoki robot joylashgan sharning tashqi qobig'i aylanib, ichi harakatlanmaydi. Ushbu turdagi robotlar orb bot, yoki ball bot deb ataladi.

Olti g'ildirakli robotlar. To'rt g'ildirakning o'rniga oltita g'ildirakdan foydalanish qarori robotga tog'li hududlarda, o'tloqda sayohat qilganda yaxshi tortish va yo'lni ushlab turish imkonini beradi.

Ko'chma robot. Paletli robotlar esa yanada yaxshi tortishni ta'minlaydi. Zanjirli mexanizm harakatlanayotganda yuzlab g'ildiraklardan yasalgan tayoqchani ushlab turadi. Shuning uchun u chet ellarda ishlatilgan. Eng ko'p ishlatiladigan sohalardan biri harbiy sohadir. Harbiy operatsiyalar ko'pincha ochiq havoda o'tkaziladi va paletli robot oddiy g'ildiraklar bilan borish qiyin bo'lgan joylarga osongina etib boradi. Biroq, bu turdagi robotni uy ichidagi tekis, yoki tekis joylarda ishlatish qiyin bo'ladi. Shunday robotlardan biri NASAning Urbie, shahar robotidir.

Yuradigan robotlar. o'g'ri borish jarayoni murakkab va dinamik masala. Bir nechta robotlar odam kabi ikki oyoq ustida yura oladi, lekin ularning hech biri odamdek mustahkam yura olmaydi. Insonning yurish qobiliyati bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi, ulardan biri 2008-yilda [Texas A&M](#) universitetida ochilgan AMBER laboratoriyasida bo'lgan. Boshqa robotlar ikkitadan ortiq oyoqlari bilan yaratilgan. Ularning oyoqlari ikki oyoqlilarga qaraganda ko'proq bo'lsa-da, ularni qurish osonroq edi. Shu bois ular ikki oyog'idan ko'p bo'lgan, lekin to'g'ri yura oladigan robotlar yaratishni boshladilar. Robotlardan biri itga o'xshab yaratilgan. Yuradigan robotning

harakatlanish tizimi boshqa robotlarga nisbatan har qanday notekis yerlarda yura oldi, shuningdek, u mobilroq va energiya tejamkor edi. Gibril robotlar Men, Robot kabi filmlarda taqdim etilgan. Robot avvaliga ikki oyoqda, so'ngra to'rt oyoqda (ikki oyoq, ikki qo'lda) yuguradi. Odatda, ikki oyoqli robot tekis yerda yura oladi va ba'zan hatto zinapoyaga ham ko'tariladi.

Harakatning boshqa turlari. Parvozi. Umuman olganda, zamonaviy yo'lovchi samolyoti ikki kishi tomonidan boshqariladigan uchuvchi robotdir. Agar samolyotlarda avtopilotlar yoqilgan bo'lsa, kompyuter butun safari davomida (qo'nish, uchish va qo'nish) samolyotni boshqarishi mumkin. Uchuvchi robotlarning yana bir turi — uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV). Aeroportda odamlar bo'lmaydi, shuning uchun u oddiy samolyotlarga qaraganda kichikroq va engilroq bo'ladi. Bu samolyotlar harbiy kuzatuv missiyalari uchun xavfli hududlarga uchadi. Ba'zilar shtab-kvartiraning buyrug'i bilan o'q otishni boshlaydilar. Ba'zi robotlar odam buyrug'isiz avtomatik ravishda otishni boshlaydi. Boshqa turdagi uchuvchi robotlar qanotli raketalar, Entomopter va Epson mikro vertolyot robotlaridir. Air Penguin, Air Ray va Air Jelly kabi robotlar havodan engilroq jismlarga, belkuraklarga va sonar boshqaruviga ega.

Buralgan harakatlar. Bir nechta ilonga o'xshash robotlar ishlab chiqarilgan. Bu robotlar ilonning harakatiga taqlid qilib, cheklangan hududlarga yetib borishi mumkin. Shuning uchun ham bir kun kelib vayron bo'lgan binolar ostidan odamlarni izlashga ilon kabi robotlar yordam beradi. Yaponiyaning ACM-R5 ilon roboti nafaqat quruqlikda, balki suvda ham suzishi mumkin.

Parvoz robotlari. Dunyoda sirpanuvchi robotlar unchalik ko'p emas, ulardan biri ko'p rejimli yurish va sirpanish robotidir. Robotning to'rtta oyog'i bor, har bir oyog'ida bitta g'ildirak (g'ildiraklarga kuch qo'llanilmaydi). Robot yura oladi, yoki bu g'ildiraklarni odatdagidek aylantira oladi. Yana bir turdagi robot Plen roboti kichik skeytbord, yoki konkida uchishi mumkin. Toqqa chiqishi. Robotning tepalikka vertikal sirt bilan chiqishi uchun olimlar ko'p kuch sarflab, turli usullardan foydalanishgan. Yondashuvlardan biri toqqa chiqayotgan odamning harakatlarini takrorlash edi; tananing massa markazini tekislash va har bir harakat bilan leverageni qo'lga kiritish. Bunday robotlarning bir misoli Kaliforniyadagi Stenford universitetidan doktor Ruixiang Chjanning Kapuchin robotidir.

Suzuvchi robot (baliq kabi). Ba'zi baliqlar suzish paytida harakatlanish samaradorligi 90 % dan oshishi mumkinligi taxmin qilingan. Bundan tashqari, u sun'iy qayiq, yoki suv osti kemasidan yaxshiroq tezlashadi va ular kamroq shovqin qiladi va suvni kamroq bezovta qiladi. Shu sababli, suv osti robotlarini o'rganuvchi olimlar bu harakat turini takrorlashni xohlashadi. Bunday robotlarning yorqin misollari – Essex kompyuter fanlari universitetidan G9 Fish Robot va Field Robotics Institutedan Tuna Robot. Bu robotlar baliqlarning suvdagi harakatini tahlil qilish va [matematik model](#) yaratish uchun mo'ljallangan. Germaniyaning Festo kompaniyasining Aqua

Penguin roboti pingvinlarning uchli tanasini takrorlaydi va harakat qilish uchun pingvinga o'xshash "eshkak oyoqlari" dan foydalanadi. Festo kompaniyasi meduza harakatiga taqlid qiluvchi Aqua Jelly robotini yaratdi.

Yelkanli qayiq. Okean yuzasida o'lehovlar olish uchun yelkanli qayiqchaga o'xshash robotlar ishga tushirila boshlandi. Shunday robotlardan biri IFREMER va ENSTA-Bretagne tomonidan ishlab chiqilgan Vaimos robotidir. Harakat shamoldan kelganligi sababli, batareya quvvati faqat kompyuter, aloqa va rulni aylantirish uchun kerak bo'ladi. Agar robotda quyosh batareyasi bo'lsa, nazariy jihatdan bu robot cheksiz vaqtgacha yura oladi. Yelkanli robot poygalari bor. Ushbu musobaqalarning eng muhimlaridan ikkitasi har yili Evropada o'tkaziladigan WRSC va Sailbot musobaqalaridir.

Atrof-muhit bilan aloqa va navigatsiyasi. Bugungi robotlarning aksariyati inson buyruqlari bilan ishlaydi, yoki ular bir joyda ishlaydi. Shunga qaramay, insoniyat dinamik muhitda avtonom ishlay oladigan robotlarga borgan sari qiziqish bildirmoqda. Bu robotlar atrof-muhitda to'siqlarsiz harakat qilish uchun navigatsiyaga muhtoj. Agar kutilmagan vaziyatlar yuzaga kelsa (masalan, odamlar va boshqa narsalar bir joyda turish o'rniga harakatlansa), robot jang qilishi va muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. ASIMO va Meinu roboti kabi ilg'or robotlar ham kuchli navigatsiya tizimlariga ega. Ernst Dikmannning o'zi, yoki haydovchisiz avtomobillari o'z atrofini sezishi va navigatsiya qarorlarini mustaqil ravishda qabul qilishi mumkin. Ushbu robotlarning ko'pchiligi GPSni radar, ba'zan lidar, videokameralar va inertial navigatsiya tizimlari kabi sensorlar bilan birgalikda yo'nalish nuqtalari o'rtasida harakat qilish uchun ishlatadi.

Inson nutqini aniqlash. Ko'pincha, inson nutqining o'zgaruvchanligi tufayli, kompyuterlar uchun real vaqtda inson nutqini tanib olish qiyin. Mahalliy akustika, xonaning kattaligi, inson holati (kasallik, yoki xatti-harakatlar) kabi sabablarga ko'ra, bir kishining bir xil nutqi boshqacha eshitilishi mumkin. Va agar odamda impuls bo'lsa, vaziyat yanada yomonlashadi. Shunga qaramay, 1952-yilda Devis, Biddulf va Balashek ovozni aniqlashda katta yutuqlarga erishdilar va dunyodagi birinchi "ovozli kiritish tizimi"ni ixtiro qildilar, u 100 % aniqlik bilan bitta odam tomonidan 10 raqamni taniy oladi. Hozirgi tizimlar daqiqada 160 tagacha tabiiy uzluksiz nutqni 95 % aniqlik bilan taniy oladi.

Robot ovozi. Robotlarni odamlarga o'xshab gaplashish jarayonida to'siqlar paydo bo'lmoqda. Ijtimoiy sabablarga ko'ra, sintetik ovozdan foydalanishga yo'l qo'yib bo'lmaydi, deb qaror qilindi, shuning uchun ovozning hissiy komponentlarini turli yo'llar bilan rivojlantirish kerakligi kuzatildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Politexnicheskiy terminologicheskiy tolkoviy slovar / Sostavlenie: V. Butakov, I. Fagrad'yans. — M.: Polyglossum, 2014.

2. Traditsionniy perevod na russkiy v proizvedeniyaх A. Azimova.
3. *Zunt, Dominik* „[Who did actually invent the word "robot" and what does it mean?](#)“. The Karel Čapek website. Qaraldi: 2007-yil 11-sentyabr.
4. „[Robotics: About the Exhibition](#)“. The Tech Museum of Innovation. 2008-yil 13-sentyabrda asl nusxadan [arxivlangan](#). Qaraldi: 2008-yil 15-sentyabr.
5. „[CiteSeerX — Series Elastic Actuators for legged robots](#)“. Citeseerx.ist.psu.edu. Qaraldi: 2010-yil 27-noyabr.
6. Tondu, Bertrand (2012). „Modelling of the McKibben artificial muscle: A review.“ *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol. 23, No. 3, pp. 225-253.
7. "Syntouch LLC: BioTac® Biomimetic Tactile Sensor Array". Retrieved 2009-08-10.
8. Wettels, N; Santos, VJ; Johansson, RS; Loeb, Gerald E.; et al. (2008). „Biomimetic tactile sensor array“. *Advanced Robotics* 22 (8): 829-849. doi:10.1163/156855308X314533.
9. "What is a robotic end-effector?". ATI Industrial Automation. 2007. Retrieved 2007-10-16.
10. G.J. Monkman, S. Hesse, R. Steinmann & H. Schunk — *Robot Grippers* — Wiley, Berlin 2007.
11. Zaripova G.K., Avezov A.A. Improving the implementation of digital technologies in the process of training future teachers. U55 “Universum”: технические науки: научный журнал. – № 10(103). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2022. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. 28-30-стр. [https://7universum.com/pdf/tech/10\(103\)%20\[15.10.2022\]/Zaripova.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/10(103)%20[15.10.2022]/Zaripova.pdf). https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFAX7AAAAAJ&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFAX7AAAAAJ:B3FOqHPINUQC
12. Zaripova G.K., Avezov A.A. Raqamli axborot texnologiyalari. “Дурдона” нашриёти. – Бухоро: 2022 й. – 620 б. DARSLIK. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFAX7AAAAAJ&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFAX7AAAAAJ:C1CfbGk0d_YC
13. Zaripova G.K., Avezov A.A., Qobilov K.H. Developing the implementation of the digital technologies’ tendency in the training of future teachers. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine* ISSN 2515-8260 Volume 09, Issue 07, 2022. WOS. 5547- 5563- pages. https://www.ejmcm.com/article_20660.html; https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFAX7AAAAAJ&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFAX7AAAAAJ:5UI4iDaHHb8C
14. Zaripova G.K., Avezova Sh.M., Salimov T.B. The problem of employment in the digital economy in the government of the russian federation. *Academic Journal of Digital Economics and Stability* 2024, Volume 37, Issue 2, feb-2024, ISSN 2697-2212. 1-7. <https://economics.academicjournal.io/index.php/economics/article/view/885/847>, <https://economics.academicjournal.io/index.php/economics/>. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFAX7AAAAAJ&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFAX7AAAAAJ:5UI4iDaHHb8C

- [7AAAAAJ&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFax7AAAAAJ:rnuvC79q63oC](https://www.newjournal.org/index.php/01/issue/view/363)
15. Zaripova G.K., Avezova Sh.M., Salimov T.B. GENERAL STRUCTURE OF MANAGEMENT SYSTEMS AND DISTANCE EDUCATION SERVICES IN THE MODERN INFORMATION SOCIETY. Vol. 44 No. 1 (2024): ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ | Выпуск журнала № 44 | Часть-1 /126-136. ISSN: 2181-3187; <https://www.newjournal.org/index.php/01/issue/view/363>; <https://www.newjournal.org/index.php/01/article/view/13051/12662>; https://scholar.google.be/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFax7AAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFax7AAAAAJ:Ade32sEp0pkC
 16. Zaripova G.K., Avezova Sh.M., Salimov T.B. RAQAMLI IQTISODIYOT TUSHUNCHASI VA UNING AHAMIYATI. “T A D Q I Q O T L A R” jahon ilmiy – metodik jurnali. ISSN:3030-3613; 2024. 111-127-betlar. <http://www.tadqiqotlar.uz/index.php/new/issue/view/106>; <http://www.tadqiqotlar.uz/index.php/new/article/view/2748>; https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFax7AAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFax7AAAAAJ:3NQIIFlcGxIC
 17. Зарипова Г.К., Аvezова Ш.М., Салимов Т.Б. ПОНЯТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ. “ЛУЧШИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ” международный журнал. ISSN: 3030-3680. 2024. 180-196. <http://web-journal.ru/index.php/journal/issue/view/138>; <http://web-journal.ru/index.php/journal/article/view/4666>; https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFax7AAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFax7AAAAAJ:MAUkC7iAq8C
 18. Zaripova G.K., Avezova Sh.M., Salimov T.B. DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF HUMAN CAPITAL IN THE PROCESSES OF SOCIAL TRANSFORMATION IN THE WORLD. “Journal of new century innovations”, 2024. 137-148. Том. 51 № 2 (2024): Журнал инноваций нового века|www.newjournal.org|Том-51|Выпуск-2. <https://www.newjournal.org/index.php/new/issue/view/360>; <https://www.newjournal.org/index.php/new/article/view/13041/12652>; https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=1xFax7AAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=1xFax7AAAAAJ:Femdcug13IC