ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

PERFORMANCE ANALYSIS OF AN ARDUINO-BASED WIRELESS ROBOTIC SYSTEM

Atoyev Fazliddin Sayfiddinovich
Buxoro davlat texnika universiteti "Sun'iy intellekt va raqamlashtirish" kafedrasi dotsenti
Sharipov Zarifjon Zoyir o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada Arduino platformasi asosida ishlab chiqilgan simsiz robot tizimining ishlash samaradorligi tahlil qilinadi. Boshqaruv arxitekturasi, simsiz aloqa kanali, sensorlardan ma'lumot olish, motorlarni boshqarish, javob berish vaqti, paket uzatish barqarorligi, masofa va energiya sarfi kabi mezonlar ilmiy yondashuv asosida ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Arduino, simsiz robot, Bluetooth, Wi-Fi, RF modul, sensor, motor driver, latency, packet delivery ratio, robototexnika.

Abstract. This article analyzes the performance efficiency of a wireless robotic system developed based on the Arduino platform. The control architecture, wireless communication channel, sensor data acquisition, motor control, response time, packet transmission stability, communication range, and energy consumption are examined using a scientific approach.

Keywords: Arduino, wireless robot, Bluetooth, Wi-Fi, RF module, sensor, motor driver, latency, packet delivery ratio, robotics.

Аннотация. В данной статье анализируется эффективность работы беспроводной роботизированной системы, разработанной на основе платформы Arduino. С научной точки зрения рассмотрены архитектура управления, канал беспроводной связи, получение данных от датчиков, управление двигателями, время отклика, стабильность передачи пакетов, дальность связи и энергопотребление.

Ключевые слова: Arduino, беспроводной робот, Bluetooth, Wi-Fi, RF-модуль, датчик, драйвер двигателя, задержка, коэффициент доставки пакетов, робототехника.

KIRISH.

Arduino platformasi zamonaviy robototexnika ta'limida eng ko'p qo'llaniladigan ochiq apparat vositalaridan biridir. Uning soddaligi, keng kutubxonalar bazasi, sensor va aktuatorlar bilan oson ulanishi o'quvchi hamda talabalar uchun real qurilma yaratish imkonini beradi. Ayniqsa, simsiz boshqariladigan mobil robotlar algoritmik fikrlash, elektronika, mexanika va aloqa texnologiyalarini bitta amaliy loyihada birlashtiradi.

Performance analysis, ya'ni ishlash samaradorligini tahlil qilish robotning faqat harakatlanishini tekshirish bilan cheklanmaydi. Bunda javob berish vaqti,

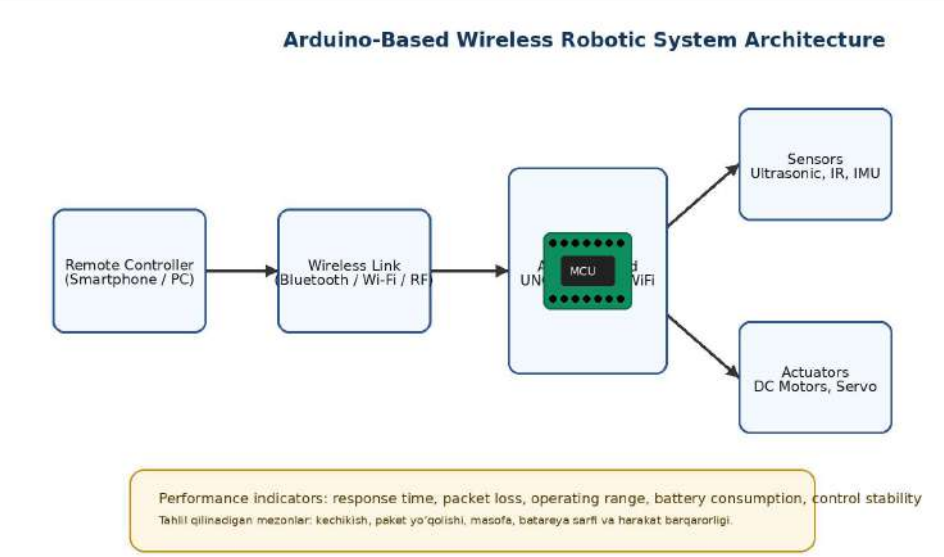
ISSN 3030-3907

simsiz aloqa barqarorligi, paket yetkazib berish nisbati, motorlar sinxronligi, sensorlardan ma’lumot olish aniqligi, energiya sarfi va xavfsiz to‘xtash rejimi kabi mezonlar kompleks baholanadi. Shunday yondashuv robot tizimini o‘quv maketidan ilmiy tahlil qilinadigan prototip darajasiga olib chiqadi.

Arduino UNO R3 rasmiy hujjatlarida plata ATmega328P mikrokontrolleriga asoslangani, 14 ta raqamli kirish-chiqish piniga, 6 ta analog kirishga va 16 MHz chastotali rezonatorga ega ekani ko‘rsatiladi. Bu ko‘rsatkichlar kichik mobil robotlar uchun minimal, lekin yetarli apparat bazasini ta’minlaydi. UNO R4 WiFi kabi yangi platalarda esa Wi-Fi va Bluetooth ulanishlari uchun kengaytirilgan imkoniyatlar mavjud.

Simsiz robot tizimlari ta’limda masofadan boshqarish, sensorli monitoring, to‘siqdan qochish, avtonom yurish va ma’lumotlarni tarmoq orqali uzatish kabi vazifalarni o‘rganish imkonini beradi. Biroq bunday tizimlarda simsiz aloqa xatolari, batareya kuchlanishining pasayishi va motorlarning notekis ishlashi natijaga sezilarli ta’sir qiladi. Shu sababli maqolada Arduino asosidagi simsiz robot tizimini ilmiy mezonlar asosida baholash yondashuvi kengaytirilgan.

Arduino asosidagi simsiz robot tizimining arxitekturasi



Arduino asosidagi simsiz robot tizimining umumiy arxitekturasi.

Simsiz robot tizimi odatda boshqaruvchi qurilma, aloqa moduli, Arduino platasi, motor drayveri, quvvat manbai, sensorlar va mexanik platformadan tashkil topadi. Foydalanuvchi smartfon, kompyuter yoki alohida pult orqali buyruq yuboradi. Buyruq Bluetooth, Wi-Fi yoki RF modul orqali Arduino tomonidan qabul qilinadi. Arduino dasturi bu buyruqni tahlil qilib, motor drayveriga mos signal uzatadi.

Boshqaruv arxitekturasida har bir modulning vazifasi aniq ajratilishi kerak. Aloqa moduli faqat buyruqni qabul qiladi, mikrokontroller algoritmni bajaradi,

ISSN 3030-3907

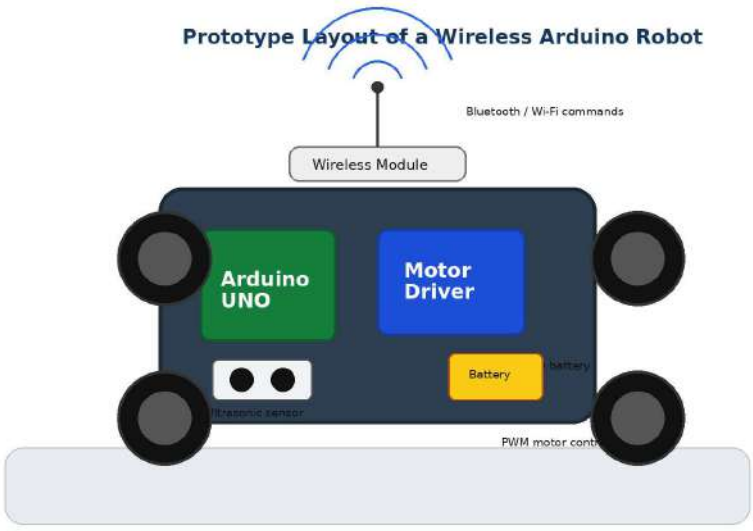
motor drayveri esa katta tok talab qiluvchi motorlarni alohida quvvat manbai orqali boshqaradi. Bunday ajratish mikrokontroller portlarini ortiqcha yuklamadan himoya qiladi va tizim ishonchliligini oshiradi.

Sensorlar robotning tashqi muhit bilan aloqasini ta’minlaydi. Ultrasonik masofa sensori to‘siqlarni aniqlaydi, enkoderlar g‘ildirak aylanishini o‘lchaydi, giroskop yoki akselerometr yo‘nalish barqarorligini baholaydi. Agar sensorlardan olingan ma’lumotlar simsiz buyruqlar bilan birlashtirilsa, robot yarim avtonom rejimda ham ishlashi mumkin.

1-Jadval

Modul	Vazifasi	Tahlil qilinadigan ko‘rsatkich
Arduino UNO/R4	Buyruqlarni qayta ishlash va boshqaruv algoritmini bajarish	Dastur sikli va javob vaqti
Bluetooth/Wi-Fi/RF modul	Simsiz buyruqlarni qabul qilish	Paket yetkazib berish nisbati va masofa
Motor driver	Motorlarga quvvat uzatish	Motor sinxronligi va qizish holati
Sensorlar	Tashqi muhit haqida ma’lumot beradi	O‘lchash aniqligi va yangilanish tezligi

Simsiz aloqa kanali va samaradorlik mezonlari



Simsiz boshqariladigan Arduino robot prototipining asosiy qismlari.

Robot samaradorligida simsiz aloqa kanalining o‘rni juda katta. Bluetooth qisqa masofadagi o‘quv robotlari uchun qulay, chunki uni smartfon bilan bog‘lash oson. Wi-Fi monitoring, veb-interfeys va tarmoqqa ulanish imkonini beradi. RF modullar esa sodda buyruqlarni tez va kam quvvat bilan uzatish uchun foydali.

ISSN 3030-3907

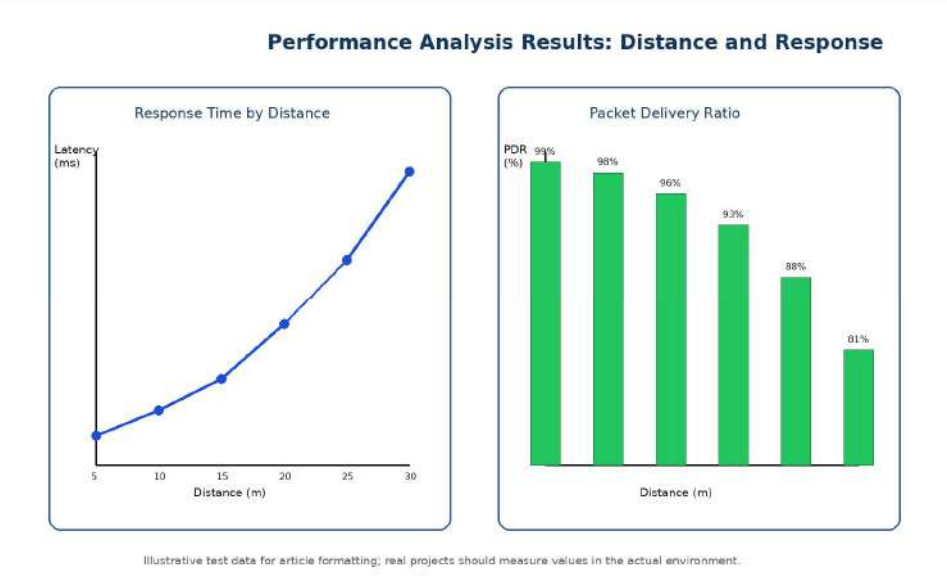
Modul tanlashda masofa, kechikish, quvvat sarfi va muhitdagi shovqin hisobga olinadi.

Latency, ya’ni javob berish kechikishi simsiz robotlar uchun asosiy ko‘rsatkichlardan biridir. Foydalanuvchi “oldinga yur” buyrug‘ini yuborgan paytdan boshlab robot motorlarining real harakatga kelishigacha bo‘lgan vaqt o‘lchanadi. Kechikish juda katta bo‘lsa, robot boshqaruvga kech javob beradi, trayektoriyadan chiqadi yoki to‘siqqa yaqinlashib qoladi.

Packet delivery ratio yuborilgan buyruqlarning necha foizi to‘g‘ri qabul qilinganini bildiradi. Masalan, 100 ta buyruq yuborilib, 96 tasi robot tomonidan to‘g‘ri bajarilgan bo‘lsa, paket yetkazib berish nisbati 96 foizni tashkil etadi. Ushbu ko‘rsatkich masofa ortishi, devorlar, elektromagnit shovqin va batareya kuchlanishining pasayishi bilan o‘zgarishi mumkin.

Reliability, data rate va latency o‘zaro bog‘liq ko‘rsatkichlardir. Juda yuqori ma’lumot tezligiga intilish ayrim sharoitlarda ishonchlilikni kamaytirishi mumkin, juda kuchli xatoni tuzatish mexanizmlari esa kechikishni oshiradi. Shu sababli o‘quv robotlarida optimal balans topish muhim: buyruqlar sodda, qisqa va tekshirish belgilariga ega bo‘lishi tavsiya etiladi.

Sinov metodikasi va tajriba natijalarini qayd etish



Masofa ortganda javob vaqti va paket yetkazib berish nisbatining o‘zgarishi.

Tizimni ilmiy tahlil qilish uchun sinov metodikasi oldindan belgilanishi kerak. Robot ochiq maydon, xona ichidagi sharoit va to‘siqlar mavjud muhitda alohida sinovdan o‘tkaziladi. Har bir sharoitda 5, 10, 15, 20 va 30 metr masofalarda buyruqlar yuborilib, javob vaqti, paket yetkazib berish nisbati va robotning trayektoriyadan og‘ishi qayd etiladi.

ISSN 3030-3907

Sinovlarda bir xil batareya zaryad darajasi, bir xil motor tezligi va bir xil buyruq formati saqlanishi kerak. Aks holda natijalarga tashqi omillar kuchli ta’sir qiladi. Masalan, batareya kuchlanishi pasayganda motor aylanish tezligi kamayadi va foydalanuvchi buni noto‘g‘ri ravishda aloqa muammosi deb talqin qilishi mumkin. Shu sababli tajribada quvvat manbai alohida nazorat qilinadi.

2-Jadval

Masofa	Kuzatiladigan parametr	Ilmiy talqin
5 m	Minimal latency va yuqori PDR	Tizimning bazaviy imkoniyati aniqlanadi
10–15 m	Kechikishdagi o‘zgarish	Oddiy xona va koridor sharoiti baholanadi
20 m	Paket yo‘qolishi boshlanishi mumkin	Aloqa modulining amaliy chegarasi belgilanadi
30 m	Barqarorlik keskin o‘zgarishi mumkin	Tizimning maksimal ishlash masofasi tahlil qilinadi

Tajriba natijalari jadval va grafiklarda berilishi maqsadga muvofiq. Javob vaqti millisekundlarda, paket yetkazib berish nisbati foizda, energiya sarfi esa mA·soat yoki Vt·soatlarda ko‘rsatiladi. Bunday birliklar natijani boshqa ishlanmalar bilan solishtirish imkonini beradi.

Robot harakatining aniqligi ham alohida baholanadi. Chap va o‘ng motorlar bir xil tezlikda aylanmasa, robot to‘g‘ri chiziqdan chetga chiqadi. Buni aniqlash uchun belgilangan masofada robotning yon og‘ishi santimetrda o‘lchanadi. Agar enkoder ishlatilsa, PWM qiymati va real aylanishlar soni o‘rtasidagi farq ham tahlil qilinadi.

Dasturiy ta’minot, xavfsizlik va energiya sarfi tahlili

Arduino asosidagi robot dasturida buyruqlarni qabul qilish, tekshirish, bajarish va xavfsiz to‘xtatish algoritmlari aniq ajratilishi lozim. Eng oddiy holatda har bir buyruq bitta belgi orqali beriladi: F — oldinga, B — orqaga, L — chapga, R — o‘ngga, S — to‘xtash. Biroq ilmiy va ishonchli tizimlarda buyruq paketi boshlanish belgisi, buyruq kodi, tezlik qiymati va tekshirish belgilaridan iborat bo‘lishi kerak.

Xavfsizlik algoritmi simsiz robotlarda majburiy hisoblanadi. Agar belgilangan vaqt davomida yangi buyruq kelmasa, robot avtomatik to‘xtashi kerak. Bu failsafe rejimi signal yo‘qolganda robotning nazoratsiz harakatlanishini

ISSN 3030-3907

oldini oladi. Shuningdek, ultrasonik sensor to‘siq juda yaqin ekanini aniqlasa, foydalanuvchi buyruq bergan bo‘lsa ham robot to‘xtashi kerak.

Energiya sarfi robotning ishlash davomiyligini belgilaydi. Motorlar eng katta tok iste’mol qiluvchi elementlar bo‘lib, ularning yuklamasi g‘ildirak diametri, mexanik ishqalanish, robot vazni va harakat tezligiga bog‘liq. Aloqa moduli va sensorlar nisbatan kam quvvat talab qiladi, biroq uzoq muddatli loyihalarda ularning ham sarfi hisobga olinadi.

3-Jadval

Muammo	Ehtimoliy sabab	Tavsiya etiladigan yechim
Robot kech javob beradi	Aloqa kechikishi yoki dastur sikli sekin	Buyruqlarni qisqartirish, delay funksiyasini kamaytirish
Buyruqlar yo‘qoladi	Masofa ortishi yoki shovqin	Antenna joylashuvi va paketni qayta yuborishni sozlash
Motorlar notekis yuradi	Quvvat yetishmasligi yoki drayver qizishi	Alohida motor quvvati va sovitishni ta’minlash
Robot nazoratsiz yuradi	Signal uzilganda to‘xtash yo‘q	Failsafe vaqt chegarasini joriy etish

Dasturiy optimallashtirishda bloklovchi kechikishlardan qochish muhim. Arduino dasturida juda ko‘p delay() funksiyasi ishlatilsa, yangi buyruqlarni qabul qilish sekinlashadi. Buning o‘rniga millis() asosidagi vaqt nazorati, uzilishlar yoki holat mashinasi yondashuvi qo‘llanilsa, robot tezroq va barqarorroq ishlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Arduino asosidagi simsiz robot tizimining ishlash samaradorligini baholash ko‘p mezonli ilmiy jarayondir. Unda apparat imkoniyatlari, simsiz aloqa kanali, sensorlar aniqligi, motor boshqaruvi, dasturiy algoritm va quvvat manbai birgalikda tahlil qilinadi. Faqat robotning harakatlanishi tizim sifatini to‘liq ko‘rsatmaydi; uning har bir buyrug‘i qanchalik tez, aniq va barqaror bajarilishi muhimdir.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, qisqa masofadagi o‘quv robotlari uchun Bluetooth sodda va qulay yechim bo‘lishi mumkin, monitoring va masofaviy veb-boshqaruv talab qilinganda Wi-Fi afzalroq, kam quvvatli va soddalashtirilgan buyruq almashinuvida esa RF modullar samarali ishlaydi. Modul tanlash loyihaning vazifasi, muhit sharoiti va energiya talablari asosida amalga oshirilishi kerak.

ISSN 3030-3907

Amaliy taklif sifatida har bir robot loyihasida kamida to‘rtta sinov o‘tkazish tavsiya etiladi: masofa bo‘yicha aloqa testi, javob vaqti testi, motor sinxronligi testi va batareya davomiyligi testi. Ushbu sinovlar natijasi jadval va grafiklarda berilsa, loyiha taqdimoti ilmiy asoslangan ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Kelgusida Arduino asosidagi simsiz robot tizimlarini kompyuter ko‘rishi, sun’iy intellekt, IoT monitoring va bulutli ma’lumotlar bazasi bilan integratsiyalash mumkin. Bunda robot oddiy pult bilan boshqariladigan qurilmadan real vaqt rejimida ma’lumot yig‘uvchi va mustaqil qaror qabul qiluvchi ta’lim platformasiga aylanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Arduino. UNO R3 // Arduino Documentation. — 2026. — Elektron resurs. — URL: https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3 — Murojaat sanasi: 16.05.2026.
2. Arduino. UNO R4 WiFi // Arduino Documentation. — 2026. — Elektron resurs. — URL: https://docs.arduino.cc/hardware/uno-r4-wifi — Murojaat sanasi: 16.05.2026.
3. Arduino Help Center. Boards and shields with wireless connectivity. — Last edited: 07.10.2025. — Elektron resurs. — URL: https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/4407129094546-Boards-and-shields-with-wireless-connectivity — Murojaat sanasi: 16.05.2026.
4. Nordic Semiconductor ASA. nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver. Product Specification. — 2007. — 74 p.
5. Liu W., Nair G., Li Y., Nesic D., Vucetic B., Poor H. V. On the Latency, Rate and Reliability Tradeoff in Wireless Networked Control Systems for IIoT. — arXiv:2007.00256, 2020. — 34 p.
6. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. — 2nd ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2016. — 192 p.