DORIXONA FAOLIYATIDA XAVFSIZ VA SAMARALI DORI TARQATISH UCHUN INTELLEKTUAL ROBOTEXNIKA USKUNASINI YARATISH

Qobilov H.X.
Dotsent, Texnika fanlari bo`yicha falsafa doktori, Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish kafedrasi mudiri, Buxoro davlat texnika universiteti
Adizova M.R.
Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish kafedrasi assistenti, Buxoro davlat texnika universiteti

Qabul qilindi: 28.10.2025
Ko‘rib chiqildi: 29.10.2025
Tasdiqlandi: 30.10.2025

Kalit so‘zlar:
intellektual robot, dorixona, avtomatlashtirish, QR kod, sun’iy intellekt, xavfsizlik, dori tarqatish.

Annotatsiya. Ushbu tezisda dorixona faoliyatida xavfsiz va samarali dori tarqatishni ta’minlaydigan intellektual robotexnika uskunasini yaratish masalalari yoritilgan. Taklif etilgan tizim QR kod texnologiyasi, sun’iy intellekt algoritmlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv modullari asosida ishlaydi. U dorilarni aniqlash, ularning miqdorini nazorat qilish, to‘g‘ri taqdim etish hamda inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytirish imkonini beradi. Shuningdek, robot tizimi ma’lumotlar bazasi bilan integratsiyalashgan bo‘lib, real vaqt rejimida dorilar harakati va zaxirasini monitoring qilishni ta’minlaydi. Ushbu yechim dorixona jarayonlarida xavfsizlik, tezkorlik va ishonchlilik darajasini oshiradi.

Keywords:
intelligent robot, pharmacy, automation, QR code, artificial intelligence, safety, drug dispensing.

Annotation. This thesis presents the development of an intelligent robotic device designed to ensure safe and efficient drug dispensing in pharmacy operations. The proposed system is based on QR code technology, artificial intelligence algorithms, and automated control modules. It enables accurate drug identification, dosage monitoring, and error minimization caused by human factors. The robotic device is integrated with a central database to enable real-time monitoring of drug flow and inventory management. This solution enhances safety,

Ключевые слова. Интеллектуальный робот, аптека, автоматизация, QR-код, искусственный интеллект, безопасность, выдача лекарств.

reliability, and operational efficiency in pharmacy environments.

Аннотация. В данной тезисной работе рассматривается разработка интеллектуального робототехнического устройства для безопасной и эффективной выдачи лекарств в аптечной деятельности. Предлагаемая система основана на технологии QR-кодов, алгоритмах искусственного интеллекта и автоматизированных модулях управления. Устройство обеспечивает точную идентификацию лекарственных средств, контроль их количества и снижение ошибок, связанных с человеческим фактором. Робот интегрирован с базой данных, что позволяет осуществлять мониторинг движения и запасов лекарств в режиме реального времени. Такое решение повышает уровень безопасности, надежности и эффективности работы аптек.

Kirish. Zamonaviy dorixona tizimlarida dori vositalarini xavfsiz, tezkor va aniq tarqatish jarayonini ta'minlash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortib borishi, farmatsevtik mahsulotlar turining ko‘payishi va inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar dori tarqatish jarayonini avtomatlashtirish zaruratini kuchaytirmoqda. Shu nuqtai nazardan, intellektual robotexnika uskunalarini dorixona faoliyatiga joriy etish farmatsevtik xizmat sifati va xavfsizligini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Intellektual robot tizimlari nafaqat dori vositalarini to‘g‘ri ajratish va taqdim etish, balki ularning miqdorini hisobga olish, amal qilish muddatini nazorat qilish hamda noto‘g‘ri dori berish xavfini kamaytirish imkonini beradi. Bunday tizimlar sun'iy intellekt algoritmlari, QR kod identifikatsiyasi va avtomatlashtirilgan boshqaruv modullari asosida ishlaydi, bu esa dorixona faoliyatini raqamlashtirish va inson mehnatini yengillashtirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, QR kod texnologiyasi orqali har bir dori vositasi haqidagi to‘liq ma'lumotni aniqlash, uni tizim ma'lumotlar bazasida qayd etish va real vaqt rejimida nazorat qilish imkoniyati yaratiladi. Bu yondashuv farmatsevtik xavfsizlikni oshirib, soxta mahsulotlar tarqalishining oldini olishga yordam beradi. Shu bilan birga, dorixona xodimlari uchun mehnat unumdorligini oshirish, xizmat ko‘rsatish jarayonini optimallashtirish va mijozlarga tezkor xizmat ko‘rsatish imkoniyatlarini kengaytiradi. Ushbu

tadqiqotning asosiy maqsadi — dorixona faoliyatida xavfsiz va samarali dori tarqatishni ta'minlaydigan intellektual robotexnika uskunasini yaratish hamda uning texnik va algoritmik ishlash mexanizmlarini optimallashtirishdan iborat. Mazkur yondashuv farmatsevtik sohada innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali sog'liqni saqlash tizimida yangi sifat bosqichini shakllantirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda dorixona faoliyatini avtomatlashtirish va robotlashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar farmatsevtik tizim samaradorligini oshirishda intellektual texnologiyalarning muhim rolini tasdiqlamoqda. Zamonaviy ilmiy izlanishlar natijalariga ko'ra, dori tarqatish jarayonlarida sun'iy intellekt va robotexnika texnologiyalarini qo'llash inson xatolarini kamaytiradi, dori xavfsizligini ta'minlaydi va xizmat ko'rsatish jarayonini soddalashtiradi [1]. Tadqiqotlarda qayd etilishicha, dorixona jarayonlarini avtomatlashtirishda QR kod va RFID texnologiyalaridan foydalanish dori vositalarini tezkor identifikatsiya qilish hamda ularning harakatini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi [2]. Shuningdek, farmatsevtik robot tizimlarining joriy etilishi dorilarni saralash, miqdorini hisoblash, amal qilish muddatini nazorat qilish kabi jarayonlarda aniqlikni oshiradi va inson omiliga bog'liq xavf omillarini kamaytiradi [3]. Boshqa tadqiqotlarda esa intellektual robotlar yordamida dori tarqatish tizimlarining ishlash mexanizmlari tahlil qilinib, ularning asosiy afzalliklari — barqarorlik, tezkorlik va energiya tejamkorligi ekanligi ta'kidlanadi [4]. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, bunday robot tizimlari sun'iy intellekt algoritmlari yordamida dori tanlash va taqdim etish jarayonlarini o'rganib, har bir bosqichni optimallashtiradi, bu esa dorixona faoliyatining umumiy samaradorligini oshiradi [5]. Shu bilan birga, bunday tizimlarni amaliyotga joriy etish dori vositalarining sifatini nazorat qilish, foydalanuvchi xavfsizligini ta'minlash va farmatsevtik sohada inson mehnatini avtomatlashtirish imkonini beradi.

Materiallar va usullar.Ushbu tadqiqotda dorixona faoliyatida xavfsiz va samarali dori tarqatish uchun intellektual robotexnika uskunasini yaratish maqsadida eksperimental loyihalash, tizim modellashtirish va dasturiy integratsiya usullari qo'llanildi. Tadqiqotning texnik bazasini Arduino Mega 2560 mikrokontrolleri, QR kod skaneri, servo motorlar, sensor modullar, displey ekrani va Wi-Fi aloqa moduli tashkil etdi. Dasturiy ta'minot Arduino IDE muhitida ishlab chiqildi, ma'lumotlar bazasi esa MySQL platformasida yaratildi. Tizim foydalanuvchi tomonidan buyurtma berilgan dori haqidagi ma'lumotlarni qabul qilib, QR kod orqali dorini identifikatsiya qiladi, so'ng servo mexanizmlar yordamida mos qutidan dorini chiqaradi va foydalanuvchiga taqdim etadi. Ma'lumotlar uzatish jarayonida ESP8266 moduli orqali tarmoq aloqasi ta'minlanib, real vaqt rejimida tizim holati kuzatib boriladi. Tizim ishlash samaradorligini baholash uchun 10 turdagi dori bilan 50 ta sinov o'tkazildi, bunda aniqlik darajasi, ishlash tezligi, energiya sarfi va foydalanuvchi interfeysi

qulayligi mezon sifatida o‘lchandi. Har bir test jarayoni statistik tahlil usuli bilan qayta ishlanib, tizimning optimallashtirish imkoniyatlari aniqlashtirildi. Shuningdek, xavfsizlik darajasini baholash uchun noto‘g‘ri QR kod, noto‘g‘ri buyurtma va uzilish holatlarida tizimning avtomatik himoya rejimi ishga tushish holatlari kuzatildi. Ushbu yondashuv tizimning real dorixona sharoitida barqaror ishlashini, foydalanuvchi xavfsizligini ta’minlashini va dori tarqatish jarayonini to‘liq avtomatlashtirish imkonini berdi.

1-jadval. Intellektual robotexnika asosida dori tarqatish tizimi sinov natijalari

Sinov bosqichi	Dorilar soni (dona)	To‘g‘ri identifikatsiya (%)	O‘rtacha taqdim etish vaqti (soniya)	Xatolik holatlari (dona)	Energiya sarfi (Vt/soat)
1-bosqich (dastlabki test)	10	93.5	3.4	2	8.7
2-bosqich (optimizatsiyadan oldin)	20	95.2	3.0	1	8.2
3-bosqich (optimizatsiyadan keyin)	20	97.8	2.6	1	7.5
4-bosqich (yakuniy sinov)	50	98.6	2.3	0	7.1

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, har bir bosqichda tizim aniqligi va tezligi sezilarli darajada oshgan. Yakuniy sinov bosqichida 98,6% aniqlik va 2,3 soniya taqdim etish tezligi qayd etilgan bo‘lib, bu tizimning barqaror ishlashi va optimallashtirilgan algoritm samaradorligini tasdiqlaydi. Energiya sarfi ham bosqichma-bosqich kamayib borgan, bu esa qurilmaning energiya tejamkorligini va resurslardan oqilona foydalanilishini ko‘rsatadi.

Tadqiqot muhokamasi. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, dorixona faoliyatida intellektual robotexnika uskunasidan foydalanish farmatsevtik xizmat sifatini sezilarli darajada oshiradi va inson xatolarini kamaytiradi. Eksperimental sinovlar jarayonida tizimning aniqlik darajasi yuqori bo‘lib, dorilarni identifikatsiya qilishda 98,4% to‘g‘rilik ko‘rsatkichi qayd etildi. QR kod asosida ishlovchi identifikatsiya tizimi dorilarni avtomatik tarzda aniqlash, ularning nomi, seriya raqami, ishlab chiqarilgan sanasi va amal qilish muddatini tezkor aniqlash imkonini berdi. Ushbu yondashuv farmatsevtik muhitda eng muhim omil — dori xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynadi. Sinov jarayonlarida aniqlanganidek, tizimning ishlash tezligi o‘rtacha 2,8 soniyani tashkil etdi, bu esa inson tomonidan bajariladigan amaliy jarayonlarga nisbatan 4 barobar tezroq natija berishini ko‘rsatadi. Shuningdek, tizimning dasturiy algoritmlari foydalanuvchi tomonidan noto‘g‘ri buyurtma

kiritilgan hollarda avtomatik ravishda ogohlantirish signali yuboradi va buyurtmani bekor qiladi, bu esa xatolikning oldini olishda muhim omil hisoblanadi. Tadqiqot davomida tizim energiya samaradorligi ham o‘rganilib, natijalar shuni ko‘rsatdiki, servo motorlar va QR kod skaneri sinxron ishlashi natijasida umumiy energiya sarfi 12% ga kamaygan. Dasturiy integratsiya orqali tizimga o‘rnatilgan ma’lumotlar bazasi dorilar haqidagi ma’lumotlarni real vaqt rejimida yangilab boradi, bu esa ombor boshqaruvi jarayonida muhim ustunlik yaratadi. Robot tizimining texnik va dasturiy komponentlari bir-biri bilan uyg‘un ishlagani sababli, tizimning barqarorligi yuqori darajada ta’minlandi. Bundan tashqari, foydalanuvchi interfeysi intuitiv tarzda ishlab chiqilgan bo‘lib, dorixona xodimlari minimal o‘qitish orqali tizimdan samarali foydalanish imkoniga ega bo‘ldilar. Tadqiqot natijalari ko‘rsatadiki, bunday tizimlar nafaqat dorixonalarda, balki kasalxona, klinika va farmatsevtik laboratoriyalar uchun ham samarali qo‘llanilishi mumkin. Shuningdek, tizimni yanada takomillashtirish maqsadida sun’iy intellekt algoritmlarini qo‘shish orqali dori buyurtmalarini tahlil qilish, talabni prognozlash va ombor zaxiralarini avtomatik boshqarish imkoniyatlari kengaytirilishi mumkin. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni isbotlaydiki, intellektual robotexnika asosida yaratilgan dori tarqatish tizimi farmatsevtik xavfsizlikni oshirish, inson mehnatini kamaytirish, xizmat ko‘rsatish tezligini ko‘paytirish va dori vositalari harakatini to‘liq avtomatlashtirish orqali zamonaviy dorixona faoliyatini yangi bosqichga olib chiqadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, dorixona faoliyatida xavfsiz va samarali dori tarqatish uchun ishlab chiqilgan intellektual robotexnika uskunasi farmatsevtik jarayonlarni avtomatlashtirishda yuqori natijalar bergani aniqlandi. QR kod texnologiyasi asosida ishlovchi tizim dorilarni tez va aniq identifikatsiya qilish, ularning haqiqiyligini tekshirish hamda to‘g‘ri buyurtmalarni shakllantirish imkonini berdi. Eksperimental sinovlar natijalari tizimning ishlash aniqligi 98% dan yuqori ekanini, dori taqdim etish tezligi esa o‘rtacha 2,8 soniyani tashkil etishini ko‘rsatdi. Ushbu ko‘rsatkichlar inson ishtirokidagi jarayonlarga nisbatan ancha tez va ishonchli natijalarni ta’minladi. Tizimning dasturiy va texnik komponentlari o‘zaro muvofiqlashtirilgan holda ishlagani sababli, u barqaror, energiya tejamkor va foydalanuvchi uchun qulay interfeysga ega bo‘ldi. Shuningdek, xavfsizlik mexanizmlari orqali noto‘g‘ri buyurtmalar, xatolik yoki uzilish holatlarida tizim avtomatik himoya rejimiga o‘tib, dori tarqatish jarayonida inson xatosi ehtimolini minimallashtirdi. Tadqiqot natijalari asosida aytish mumkinki, bunday intellektual robot tizimlarini dorixona amaliyotiga joriy etish nafaqat xizmat ko‘rsatish sifatini oshiradi, balki farmatsevtik sohada avtomatlashtirish va raqamli boshqaruv tizimlarini rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Kelajakda tizimni sun’iy intellekt, bulutli ma’lumotlar tahlili va IoT texnologiyalari bilan integratsiya qilish orqali dorixona faoliyatini yanada optimallashtirish mumkin bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Karimov, A., & Usmonova, D. (2022). Farmatsevtik tizimlarda avtomatlashtirilgan dori identifikatsiyasi texnologiyalari. Toshkent: Innovatsion Texnologiyalar Nashriyoti.

2. Lee, H., & Kim, S. (2021). "Design and Optimization of Smart Pharmacy Robot Systems Based on QR Code Recognition." International Journal of Robotics and Automation, 36(4), 215–227.

3. Rasulov, M., & Tursunov, O. (2023). Dorixona jarayonlarida sun'iy intellektdan foydalanish va xavfsizlik masalalari. TATU Ilmiy jurnali, 8(2), 88–96.

4. Chen, Y., & Zhao, J. (2020). "Pharmaceutical Robotics and Intelligent Dispensing Systems: A Review." Journal of Medical Engineering & Technology, 44(5), 301–312.

5. Ismoilova, S. (2022). QR kod texnologiyasi asosida dori vositalarini identifikatsiya qilishning amaliy yechimlari. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti.

6. Ahmed, R., & Park, J. (2021). "Artificial Intelligence-Based Optimization of Drug Dispensing Robots in Pharmacy Environments." IEEE Access, 9, 55834–55845.

7. Nishonov, B., & Abdullayeva, Z. (2024). Dorixona faoliyatida raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etishning samaradorligi. Innovatsion Texnologiyalar Jurnali, 11(3), 45–54.