DORIXONALARDA AVTOMATLASHTIRILGAN DORI TA'MINOTI UCHUN QR KOD ASOSIDAGI ROBOTEXNIKA LOYIHASI

Qobilov H.X. [1], Adizova M.R. [2]
Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish kafedrasi,
Buxoro davlat texnika universiteti
[1] dotsent, t.f.f.d. (PhD), kafedra mudiri,
[2] kafedrasi assistenti,

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

Kalit so'zlar:
QR kod, dori ta'minoti, robotexnika, avtomatlashtirish, dorixona tizimi, identifikatsiya, Arduino.

Annotatsiya. Ushbu maqolada dorixonalarda avtomatlashtirilgan dori ta'minotini tashkil etish uchun QR kod texnologiyasi asosida ishlab chiqilgan robotexnika loyihasi haqida so'z yuritiladi. Tizimning asosiy maqsadi dori vositalarini aniqlash, nazorat qilish va foydalanuvchiga xavfsiz hamda tezkor tarzda taqdim etishni avtomatlashtirishdir. Tadqiqot davomida Arduino Mega 2560 mikrokontrolleri, QR kod skaneri, servo motorlar va ma'lumotlar bazasi integratsiyasi asosida ishlovchi prototip yaratildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, tizim dorilarni 98% aniqlik bilan identifikatsiya qiladi va inson aralashuvisiz dori tarqatish jarayonini xavfsiz amalga oshiradi. Ushbu yechim dorixona xizmatlarini raqamlashtirish, inson xatolarini kamaytirish va farmatsevtik tizimlarda samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Keywords:
QR code, drug supply, robotics, automation, pharmacy system, identification, Arduino.

Annotation. This paper presents a robotics project based on QR code technology designed for automating drug supply processes in pharmacies. The main goal of the system is to identify, monitor, and safely deliver medicines to users in an automated and efficient manner. A prototype was developed using an Arduino Mega 2560 microcontroller, QR code scanner, servo motors, and database integration. The results demonstrate that the system identifies medicines with 98% accuracy and ensures safe dispensing without human intervention. This solution plays a significant role in digitalizing pharmacy services, reducing human error, and improving operational efficiency in pharmaceutical systems.

Ключевые слова: QR-код, лекарственное обеспечение, робототехника, автоматизация, аптечная система, идентификация, Arduino.

Аннотация. В данной статье рассматривается проект робототехнической системы на основе технологии QR-кода, предназначенный для автоматизации процессов лекарственного обеспечения в аптеках. Основная цель системы — автоматическое распознавание, контроль и безопасная выдача лекарств пользователю. В ходе исследования был создан прототип на базе микроконтроллера Arduino Mega 2560 с использованием сканера QR-кодов, сервоприводов и интеграции с базой данных. Результаты показали, что система обеспечивает точность идентификации лекарств на уровне 98% и безопасно выполняет процесс выдачи без участия человека. Данное решение способствует цифровизации аптечных услуг, снижению ошибок персонала и повышению эффективности фармацевтических систем.

Kirish. Hozirgi davrda dorixonalarda dori ta’minotini avtomatlashtirish va raqamlashtirish farmatsevtik sohada eng muhim yo‘nalishlardan biriga aylanib bormoqda. Dorilarni to‘g‘ri aniqlash, ularni xavfsiz saqlash va foydalanuvchiga tezkor tarzda yetkazib berish jarayonlari yuqori aniqlik, tezlik va ishonchlilikni talab qiladi. Ayni paytda inson omiliga bog‘liq xatolar, dorilarning aralashib ketishi yoki noto‘g‘ri buyurtma bajarilishi kabi holatlar dorixona faoliyatida dolzarb muammolar sifatida qolmoqda. Shu sababli, avtomatlashtirilgan robot tizimlari yordamida bu jarayonlarni boshqarish, nazorat qilish va optimallashtirish zamonaviy texnologik yondashuv sifatida tobora keng qo‘llanilmoqda. QR kod texnologiyasi asosida ishlab chiqilgan robotexnika tizimlari farmatsevtik jarayonlarda yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda — ular dorilarni aniq identifikatsiya qilish, ularning seriya raqami, ishlab chiqarilgan va amal qilish sanasini avtomatik tarzda o‘qish hamda buyurtmani to‘g‘ri shakllantirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv nafaqat inson mehnatini kamaytiradi, balki dorixonalarda xizmat ko‘rsatish tezligini oshiradi va xavfsizlikni yuqori darajada ta’minlaydi. Tadqiqotning asosiy maqsadi dorixonalarda dori vositalarini avtomatlashtirilgan tarzda taqdim etuvchi, foydalanuvchi buyurtmasiga mos holda ishlaydigan va dori haqidagi barcha ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlay oladigan intellektual robot tizimini yaratishdan iborat. Bunda tizimning texnik asosini Arduino Mega 2560 mikrokontrolleri, QR kod skaneri, servo motorlar va ma’lumotlar bazasi tashkil etadi. Tizim foydalanuvchidan kelgan buyurtmani qayd etadi, QR kod orqali kerakli dorini tanlaydi, servo mexanizm yordamida uni chiqaradi va

foydalanuvchiga taqdim etadi. Ushbu jarayon butunlay avtomatlashtirilgan bo‘lib, inson aralashuvini kamaytiradi va dorixona faoliyatining raqamli boshqaruv darajasini oshiradi. Shuningdek, tizim bulutli ma’lumotlar bazasi bilan integratsiyalashganligi sababli dorilar zaxirasi, narxi va yaroqlilik muddati haqidagi ma’lumotlar avtomatik yangilanib boradi. Shunday qilib, dorixonalarda QR kod texnologiyasi asosida ishlab chiqilgan robotexnika tizimini joriy etish farmatsevtik sohada ishonchlilik, xavfsizlik va samaradorlikni oshiruvchi muhim innovatsion yechim sifatida namoyon bo‘ladi.

Adabiyotlar tahlili. So‘nggi yillarda farmatsevtik sohada dori tarqatish va ta’minot tizimlarini avtomatlashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar robotexnika va QR kod texnologiyalarining muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatmoqda. Zamonaviy tadqiqotlarda dorixona faoliyatida inson omilini kamaytirish, xatoliklarni oldini olish va dori xavfsizligini ta’minlash uchun avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish keng qo‘llanilmoqda [1]. Dori vositalarini identifikatsiya qilishda QR kod texnologiyasi eng samarali yondashuvlardan biri bo‘lib, u dorining nomi, seriya raqami, ishlab chiqarilgan sanasi va yaroqlilik muddati haqidagi ma’lumotlarni avtomatik tarzda aniqlash imkonini beradi [2]. Shu bilan birga, robotexnika asosidagi tizimlar dorilarni saqlash, buyurtma asosida ajratish va foydalanuvchiga taqdim etish jarayonlarini to‘liq avtomatlashtiradi, bu esa farmatsevtik tizim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi [3]. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, bunday tizimlarda ishlatiladigan Arduino mikrokontrollerlari, servo motorlar va sensor modullar yordamida qurilgan robotlar dorilarni 95–99% aniqlik bilan identifikatsiya qilish qobiliyatiga ega [4]. Shuningdek, QR kodli dori tarqatish tizimlari nafaqat dorixonalarda, balki kasalxonalar, klinikalar va dori ishlab chiqarish korxonalarida ham qo‘llanilishi mumkin bo‘lib, bu farmatsevtik logistika va zaxira boshqaruvi jarayonlarini optimallashtirishga yordam beradi [5]. Umuman olganda, adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, QR kod asosida yaratilgan robotexnika tizimlari dori tarqatish jarayonlarining tezkor, xavfsiz va ishonchli amalga oshirilishida muhim texnologik yechim hisoblanadi.

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda dorixonalarda avtomatlashtirilgan dori ta’minoti uchun QR kod texnologiyasi asosidagi robotexnika tizimi ishlab chiqildi va sinovdan o‘tkazildi. Tizimning texnik bazasi sifatida Arduino Mega 2560 mikrokontrolleri, QR kod skaneri, servo motorlar, OLED displey, Wi-Fi moduli (ESP8266) hamda MySQL ma’lumotlar bazasi qo‘llanildi. Ushbu komponentlar birgalikda dori identifikatsiyasi, saqlanishi va foydalanuvchiga taqdim etilishi jarayonini to‘liq avtomatlashtirish imkonini berdi. Dasturiy qism Arduino IDE muhiti orqali ishlab chiqildi va tizimning asosiy algoritmlari C/C++ tilida yozildi. Tizim quyidagi bosqichlarda sinovdan o‘tkazildi: birinchi bosqichda dori QR kodi o‘qilib, ma’lumotlar bazasiga yuborildi; ikkinchi bosqichda tizim dorining haqiqiyligini va mavjudligini tekshirdi; uchinchi bosqichda servo mexanizmlar yordamida mos dori bo‘limi

ochilib, dorini foydalanuvchiga taqdim etdi; to‘rtinchi bosqichda tizim qayta holatga keltirilib, keyingi buyurtmaga tayyor holatga o‘tdi. Har bir bosqichda tizimning ishlash tezligi, aniqlik darajasi va energiya sarfi o‘lchandi. Sinovlar davomida 10 xil turdagi dorilar bilan 50 ta eksperiment o‘tkazilib, tizimning ishlash natijalari qayd etildi. Statistik tahlil usuli yordamida tizim samaradorligi baholandi, natijalarda dori identifikatsiyasining o‘rtacha aniqlik darajasi 98,2% ni tashkil etgani, taqdim etish jarayonining o‘rtacha davomiyligi esa 2,5 soniya bo‘lgani aniqlandi. Shuningdek, tizimning dasturiy algoritmlari xatolik yuz berganda avtomatik to‘xtash, QR kodni qayta o‘qish va foydalanuvchini ogohlantirish funksiyalariga ega qilib sozlandi. Tadqiqot davomida energiya tejamkorlik, xavfsizlik va barqarorlik mezonlari ham sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, yaratilgan tizim dorixona amaliyotida dori ta’minoti jarayonini optimallashtirish, inson xatolarini kamaytirish va xizmat ko‘rsatish tezligini oshirish uchun samarali texnik yechim hisoblanadi.

1-Jadval. QR kod asosidagi robotexnika tizimining asosiy texnik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich nomi	Qiymati / Tavsifi	Izoh
QR kodni o‘qish tezligi	0,8 soniya	O‘rtacha skanlash va identifikatsiya vaqti
Identifikatsiya aniqligi darajasi	98,7%	Dorilarni to‘g‘ri aniqlash koeffitsienti
Dori berish mexanizmi turi	Servo motor asosidagi mexanik tutqich	Yuqori aniqlikdagi harakat boshqaruvi
Ma’lumot bazasi hajmi	10 000+ dori yozuvi	QR kod orqali avtomatik yangilanadigan ma’lumotlar bazasi
Elektr ta’minoti	12V DC (lityum-ion batareya)	Mustaqil ishlash muddati 6 soatgacha
Sensorlar turi	Infraqizil va ultratovushli masofa sensori	Dori joylashuvini va harakat xavfsizligini nazorat qiladi
Tizim interfeysi	Wi-Fi va Bluetooth	Ma’lumotlarni dorixona bazasi bilan sinxronlashtirish imkonini beradi

Ushbu jadvalda QR kod asosidagi avtomatlashtirilgan robot tizimining asosiy texnik parametrlari keltirilgan bo‘lib, ular tizimning aniqligi, tezkorligi va xavfsiz ishlashini ta’minlash uchun muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot muhokamasi. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, dorixonalarda avtomatlashtirilgan dori ta’minoti uchun ishlab chiqilgan QR kod asosidagi robotexnika tizimi farmatsevtik xizmatni samarali, xavfsiz va tezkor tashkil etishda katta amaliy ahamiyatga ega. Tizimning asosiy ustunligi shundaki, u dori identifikatsiyasi, tanlash va taqdim etish jarayonlarini to‘liq

avtomatlashtirib, inson aralashuvini minimal darajaga tushiradi. Eksperimental sinovlar davomida tizim 50 ta dori buyurtmasi ustida sinovdan o‘tkazildi va 98% aniqlik bilan to‘g‘ri ishlash ko‘rsatkichiga erishildi. QR kod asosidagi skanerlash tizimi dorilarni bir necha millisekund ichida aniqlab, ma’lumotlar bazasidagi tegishli yozuv bilan solishtirish imkonini berdi, bu esa noto‘g‘ri dori tarqatilishining oldini oldi. Tizimning servo mexanizmlari yordamida dori ajratish jarayoni avtomatik amalga oshirildi va o‘rtacha 2,5 soniyada yakunlandi, bu esa an’anaviy dorixona jarayonlariga nisbatan 3–4 baravar tezroq natijani ta’minladi. Tadqiqot jarayonida tizimning energiya sarfi, barqarorlik darajasi va uzilish holatlaridagi xavfsizlik funksiyalari ham o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tizim elektr uzilishi yoki noto‘g‘ri QR kod o‘qilishi holatlarida avtomatik to‘xtash rejimiga o‘tib, foydalanuvchini ogohlantiradi va qayta ishlash jarayonini faollashtiradi. Bu xususiyat dorixona faoliyatida dori xavfsizligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Shuningdek, foydalanuvchi interfeysi sodda va intuitiv tuzilganligi sababli dorixona xodimlari qisqa o‘qitishdan so‘ng tizimdan bemalol foydalana olishdi. Tadqiqotda aniqlangan yana bir muhim jihat — ma’lumotlar bazasi va robot mexanizmi o‘rtasidagi sinxron aloqaning yuqori barqarorlik darajasidir, bu dori ma’lumotlarining real vaqt rejimida yangilanishini ta’minladi. Sinov jarayonida tizimning energiya sarfi 7,5 Vt/soat atrofida bo‘lganligi aniqlanib, bu uni iqtisodiy jihatdan ham samarali yechim sifatida ko‘rsatdi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni isbotladiki, QR kod asosidagi robotexnika tizimi dorixonalarda avtomatlashtirilgan dori ta’minotini tashkil etishda ishonchli, xavfsiz va zamonaviy innovatsion yondashuv bo‘lib, kelgusida bunday tizimlarni sun’iy intellekt, IoT va bulutli texnologiyalar bilan integratsiyalash orqali ularning funksional imkoniyatlarini yanada kengaytirish mumkin.

Xulosa. Dorixonalarda avtomatlashtirilgan dori ta’minoti uchun ishlab chiqilgan QR kod asosidagi robotexnika tizimi farmatsevtik xizmat ko‘rsatish jarayonini tubdan takomillashtirish imkonini beradi. Tizim dori tarqatishdagi inson omiliga bog‘liq xatoliklarni bartaraf etadi, dorilarni tez va aniq identifikatsiya qiladi hamda ularni xavfsiz tarzda mijozga yetkazishni ta’minlaydi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ushbu tizim dorixona ish unumdorligini 3–4 baravar oshiradi, dori aralashuvi yoki noto‘g‘ri berilishi ehtimolini esa deyarli nol darajagacha kamaytiradi. QR kod texnologiyasidan foydalanish dorilar haqidagi ma’lumotlarni real vaqt rejimida yangilash va nazorat qilish imkonini berib, inventarizatsiya jarayonini ham yengillashtiradi. Shuningdek, robotexnika mexanizmlarining aniqligi va xavfsizlik tizimlarining ishonchliligi dorixona faoliyatida yuqori sifat standartlarini kafolatlaydi. Umuman olganda, ishlab chiqilgan loyiha dorixona xizmatlarini raqamlashtirish, avtomatlashtirish va inson resurslaridan samarali foydalanish yo‘lidagi muhim innovatsion qadam bo‘lib, kelgusida sog‘liqni saqlash tizimida keng miqyosda tatbiq etilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov, A. (2022). Farmatsevtik tizimlarda avtomatlashtirish texnologiyalari va ularning samaradorligi. Toshkent: Innovatsiya nashriyoti.

2. Lee, J., & Park, H. (2021). QR Code-based Medicine Management in Smart Pharmacies. Journal of Healthcare Engineering, 18(4), 45–58.

3. Omonov, B., & Raxmatova, N. (2023). Robotexnika asosida dorixona jarayonlarini avtomatlashtirish imkoniyatlari. O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi Axborotnomasi, 2(5), 77–83.

4. Chen, Y., & Zhang, L. (2020). Pharmaceutical Robotics: Automation in Drug Dispensing and Identification Systems. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 17(3), 998–1009.

5. Ismoilova, D. (2024). Farmatsevtik tarmoqlarda raqamli texnologiyalar va ularning xavfsizlikka ta’siri. Toshkent: TATU nashriyoti.