



## ULTRATOVUSHLI DIAGNOSTIK TEKSHIRUVLAR UCHUN INTELLEKTUAL TIBBIYOT ROBOTNI RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

*Jo'rayev Zafar Botirovich*

*Andijon mashinasozlik instituti, professori*

[zbjuraev@gmail.com](mailto:zbjuraev@gmail.com)

*Nodirbek Ruziyev Avazjon o'g'li*

*Andijon mashinasozlik instituti doktoranti*

*E-mail: [nodirbek.roziyev@mail.ru](mailto:nodirbek.roziyev@mail.ru), tel: +998942121448*

**Annotatsiya.** Robotik ultratovushning asosiy foydalanishning sababi bu ultratovushli tekshiruvining aniqlik va mustahkamligini oshirishdir. Tekshiruv jarayonida inson omilini olib tashlash orqali robot tizimlari ultratovushlarni qo'lda erishish qiyin bo'lgan aniqlik darajasida bajarishi mumkin. Bu bemorlar uchun aniqroq tashxis qo'yish va davolash rejalariga olib keladi. Ushbu maqolada ultratovushli tibbiyot roboti bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar hamda rivojlanish tendensiyalari keltirilgan.

**Kalit so'zlar.** robot tizimlari, ultratovush diagnostik qurilma, intellektual tibbiyot roboti, boshqaruvining algoritmi, boshqarish dasturiy ta'minoti

**Abstract.** The main reason for the use of robotic ultrasound is to increase the accuracy and consistency of ultrasound examination. By removing the human factor in the inspection process, robotic systems can perform ultrasounds with a level of accuracy that is difficult to achieve manually. This leads to more accurate diagnoses and treatment plans for patients.

**Keywords.** robot systems, ultrasound diagnostic device, intelligent medical robot, control algorithm, control software

**Абстрактный.** Основной причиной использования роботизированного УЗИ является повышение точности и последовательности ультразвукового исследования. Устранив человеческий фактор в процессе контроля, роботизированные системы могут выполнять ультразвуковое исследование с уровнем точности, которого сложно достичь вручную. Это приводит к более точному диагнозу и плану лечения пациентов.

**Ключевые слова.** робототехнические системы, ультразвуковой диагностический аппарат, интеллектуальный медицинский робот, алгоритм управления, управляющее программное обеспечение

**Kirish.** So'nggi yillarda robotik ultratovush tizimlarining qo'llanilishi bilan tibbiy tasvirlashda sezilarli yutuqlar paydo bo'ldi. Ushbu zamonaviy texnologiyalar ultratovush tekshiruvlarining aniqligi, samaradorligi va mavjudligini oshirish orqali diagnostik ko'rish sohasida inqilobiy o'zgarishlarga sabab bo'lmoqda. Robotik ultratovush tizimlari sog'liqni saqlash mutaxassislarining tajribasini robotli avtomatlashtirish bilan birlashtirib, tasvir sifatini yaxshilash va aniqroq tashxis qo'yish imkonini beradi. Robot ultratovush tizimlarining asosiy afzalliklaridan biri bu ultratovush tekshiruvlarining izchilligi va takrorlanuvchanligini oshirish qobiliyatidir. Robot yordami bilan sog'liqni saqlash xodimlari aniq va standartlashtirilgan

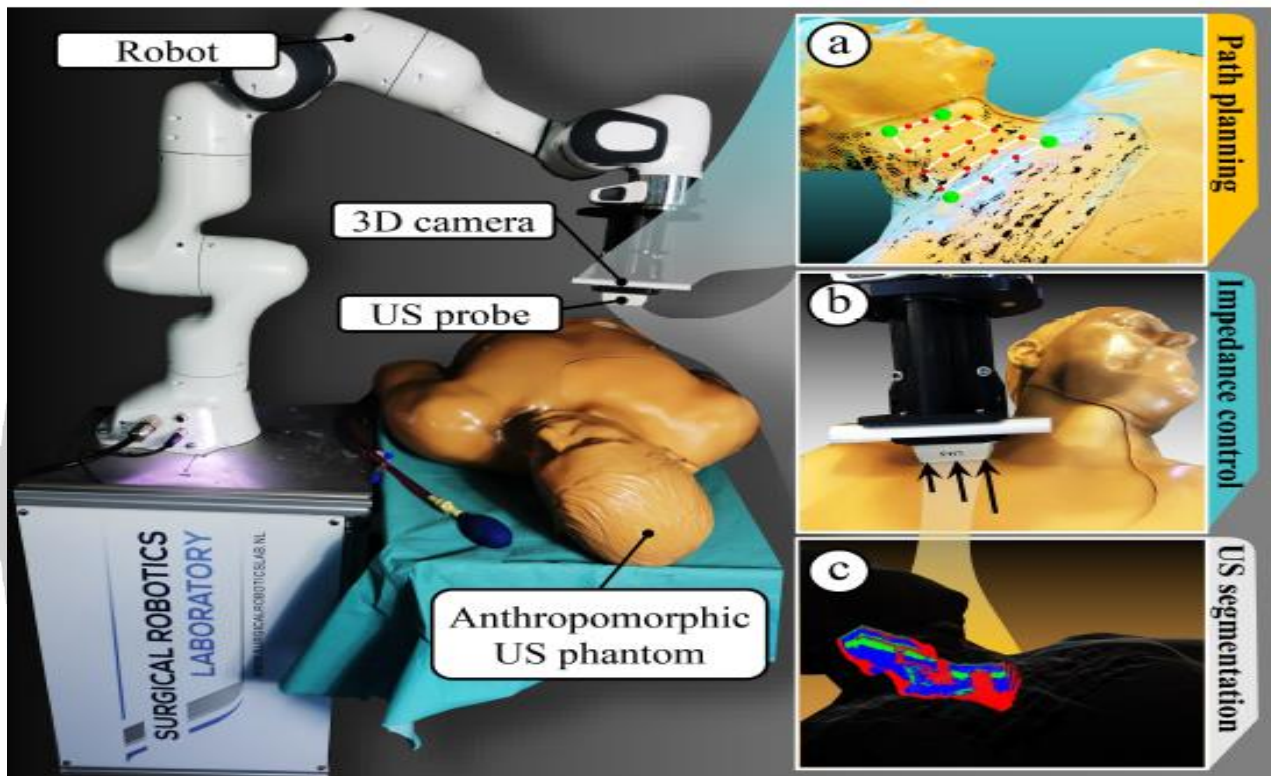
tasvirlash protokollariga erishishlari, operatorlar o'rtasidagi o'zgaruvchanlikni kamaytirishlari va izchil natijalarni ta'minlashlari mumkin. Bundan tashqari, ushbu tizimlar real vaqtda tasvirni olish va tahlil qilishni osonlashtirishi mumkin, bu esa murakkab anatomik tuzilmalarni dinamik tasvirlash va yaxshilangan vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, robotli avtomatlashtirish ultratovush qurilmalarining masofadan turib ishlashiga imkon beradi, bu esa kam ta'minlangan joylarda yoki favqulodda vaziyatlarda joyida ekspertiza cheklanishi mumkin bo'lgan joylarda sifatli diagnostika tasviriga kirish imkonini beradi. Ish oqimini soddalashtirish, diagnostika aniqligini oshirish va ultratovush xizmatlariga kirishni kengaytirish potentsiali bilan robot ultratovush tizimlari tibbiy



tasvirning kelajagini shakllantirishga tayyor bo'lib, natijada bemorlar va sog'liqni saqlash tizimiga foyda keltiradi. Robot ultratovush tizimlari to'g'risida quyidagi maqolalar ko'rib chiqamiz.

Quyidagi tadqiqotda ultratovush tasvirini 3D rekonstruksiya qilish va tasvir tahlilini avtonom yo'l rejalashtirish va robot boshqaruvi bilan birlashtirgan yangi integratsiyalashgan

tibbiy tasvirlash yechimini taqdim etadi. RobUSt bu "Robotik Ultratovush System" avtonom yo'l rejalashtirishni amalga oshiradi va tasvirni skanerlash vaqtida impedans nazoratini amalga oshiradi (1-rasm). Bunday yondashuv to'qimalarning deformatsiyasi, tana harakati va joylashishni aniqlash xatolarining o'rnini qoplash bilan birga Ultratovush tasvirlarini olishni osonlashtiradi



1-rasm. Robotik Ultratovush tizimi

Ushbu tizim 3D ultratovush rekonstruksiya, to'qimalarni segmentatsiya va multimodal ma'lumotlarni ro'yxatga olish kabi diagnostika imkoniyatlarini yaxshilaydi. Bizning ma'lumotlarga ko'ra, robotlashtirilgan ultratovush bo'yicha ushbu tadqiqot yo'ldan harakatga robot boshqaruvi va multimodal ma'lumotlarni yaratishni birlashtirgan birinchi tadqiqotdir. Keyingi bo'limda biz RobUSt apparati bilan bir qatorda uning avtonom yo'lni rejalashtirish, robot empedans nazorati, 3D ultratovush rekonstruksiya va to'qimalarni segmentatsiya uchun yangi algoritmlardan

iborat asosiy dasturiy komponentlarini taqdim etiladi.

Yo'lni rejalashtirish algoritmining maqsadi tana yuzasida ushbu maydon ostidagi asosiy hajmni tasvirlash va qayta tiklash uchun ishlatiladigan pozalar ketma-ketligini avtomatik ravishda yaratishdir. Ushbu pozalar skanerlash maydonining foydalanuvchi tomonidan belgilangan tashqi nuqta chegaralariga asoslanadi.

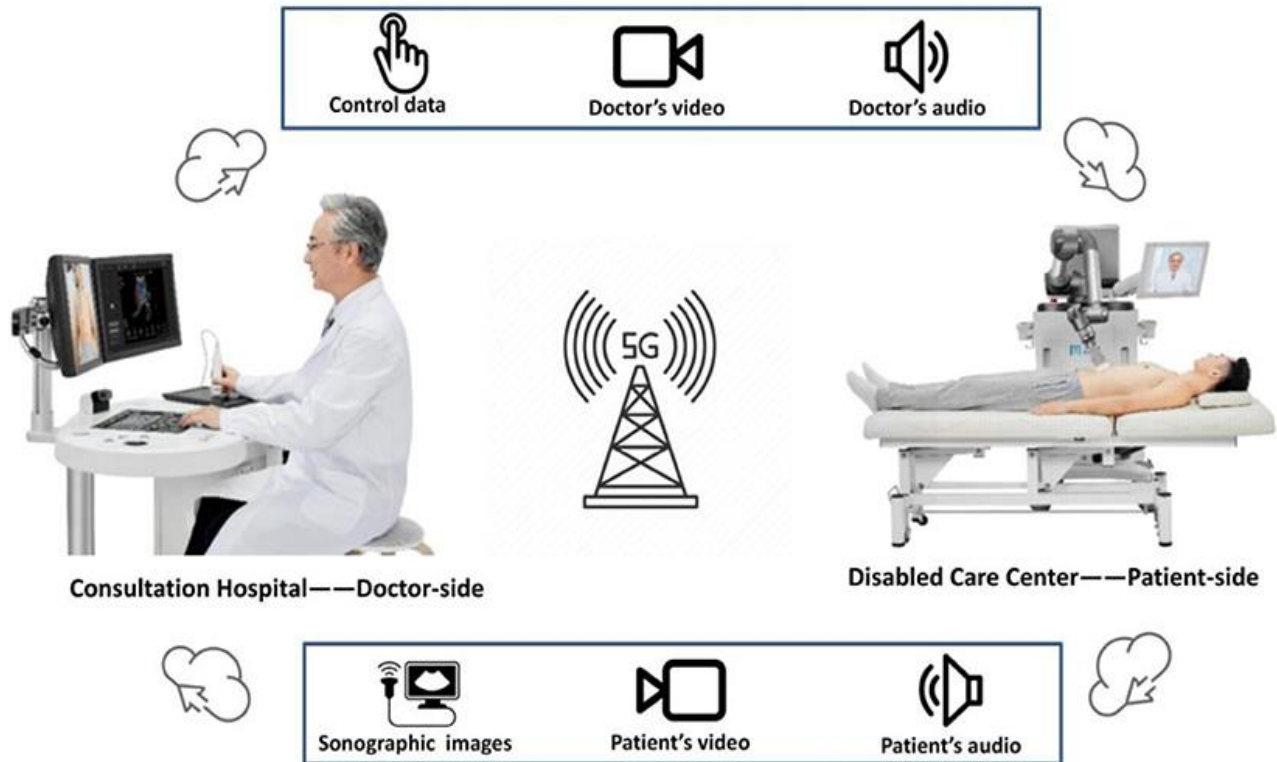
Keyingi maqolada Xitoyning qishloq joylarida nogiron bemorlarni parvarish qilish markazida beshinchi avlod uyali aloqa texnologiyasiga (5G) asoslangan robot-yordamli





masofaviy ultratovush tizimini yaratish imkoniyatini baholaydi. Bemorlarga masofadan robot yordamida va yotoqxonada jigar, o't pufagi, taloq va buyraklar ultratovush tekshiruvi

o'tkazildi. Biz diagnostika izchilligini va ikkala usul o'rtasidagi farqlarni solishtirdik va tekshiruv davomiyligini, tasvir sifatini va xavfsizligini baholandi.



2-rasm. 5G-ga asoslangan robot tizimi

Tele-tekshiruvlar uchun 5G-ga asoslangan robot yordamida masofaviy ultratovush tizimi (MGIUS-R3; Wisonic Medical Technology Co., Ltd., Shenzhen, Xitoy) ishlatilgan. MGIUS-R3 ikki qismdan iborat, ya'ni shifokor tomoni va bemor tomoni quyi tizimlari. Ikkala tizim 930 Mbit / s pastga ulanish tezligi va 132 Mbit / s tezlikda tezlik, past kechikish va katta tarmoqli kengligi 5G tarmog'i orqali ulangan. Tekshiruv jarayonidagi kechikish <200 ms ni tashkil etdi. Doktor tomoni quyi tizimi robot-nazorat konsoli, real vaqtda tasvirni ko'rsatish tizimi, ultratovush boshqaruv paneli va audiovizual aloqa tizimidan iborat. Robot-nazorat konsoli robotli ultratovush zondi, joylashish sensori va bosim sensoridan iborat edi. Robot ultratovush probida duruş sensori va "UP tugmasi" mavjud. Durum sensori aylanish uchun uchta erkinlik darajasini (DOF) boshqargan, pozitsiya sensori gorizontalkidagi harakat uchun ikkita DOFni boshqargan, "UP tugmasi"

va bosim sensori yuqoriga va pastga harakatlanish uchun bitta DOFni boshqargan. Xitoylik Xianqiang Bao va boshqa olimlar tomonidan joriy cheklovlarni engib o'tish uchun kuchni boshqarish mexanizmini, kuch momentni o'lchash mexanizmini va onlayn sozlash usulini birlashtirgan ultratovush roboti taklif etildi. Robot texnikasining barqarorligi va aniqligidan to'liq foydalanish uchun Abolmaesumiva boshqalar.ekspert va tasvir servo o'rtasida umumiy avtonomiya strategiyasini taklif qildi. Samolyot ichidagi uchta DOF ko'ndalang kesma tasvirlarda karotid arteriyani avtomatik markazlashtirish uchun vizual xizmat ko'rsatish orqali nazorat qilingan, qolgan uchta DOF esa mutaxassis tomonidan teleoperatsiya qilingan. Bunday holda, tasvir servosi piksel-piksel nazorati aniqligini ta'minlashi va inson titrashining salbiy ta'sirini yanada yumshatishi mumkin.



Qorin bo'shlig'i ko'pincha ultratovush tasvirlari yordamida tekshiriladi, bu teleoperatsiya qilingan RUSSning asosiy yo'nalishlaridan biridir. Bunday tizimlarning fizibilitetini va diagnostika aniqligini tasdiqlash uchun Arbeilleva boshqalar.20 bemorda qorin bo'shlig'ini umumiy tasvirlash uchun teleoperatsiya qilingan RUSSning dastlabki versiyasini baholadi ( Arbeille va boshqalar.,2003 yil). Mutaxassis bir necha masofada joylashgan xonada edi (20 - 50km) bemorning saytidan.

Keyingi tadqiqotda Arbeilleva boshqalar.Frantsiyadagi Tur universitetining shoshilinch tibbiy yordam bo'limida tekshirilgan 87 bemorda robotlashtirilgan va an'anaviy AQSh tekshiruvlari natijalarini taqqosladi (Arbeille va boshqalar.,2007 yil). Natijalar shuni ko'rsatdiki, har bir organ (masalan, jigar, o't pufagi, oshqozon osti bezi, buyrak) an'anaviy ultratovush tekshiruvlari bilan solishtirganda 91-100% hollarda robotlashtirilgan tizim tomonidan to'g'ri tasvirlanishi mumkin.

*Quyidagi jadval avtomatik ultratovush yo'lini topish bo'yicha tadqiqotlar keltirilgan:*

Usul	Manba	Tana qismi	Obyekt
Off-line tekshiruv	Merouche et al. (2015)	umumiy	fantom
	Akbari et al. (2021)	gavda	fantom
	Jiang et al. (2022b)	umumiy	volontyor
	Langsch et al. (2019)	-	fantom&volontyor
	Virga et al. (2016)	umumiy	volontyor
	Graumann et al. (2016)	-	fantom
	Hennersperger et al. (2016)	-	volontyor
	Mustafa et al. (2013)	Jigar	volontyor
On-line tekshiruv	Jiang et al. (2022a)	umumiy	fantom
	Huang et al. (2018b,a)	umumiy	volontyor
	Kim et al. (2021)	yurak	fantom
	Welleweerd et al. (2021)	gavda	fantom
	Jiang et al. (2023c)	umumiy	volontyor

**Xulosa.**

O'tkazilgan tadqiqotlar ultratovush tekshiruv yo'lini optimallashtirish, joyidan yoki masofadan robotni boshqarish bo'yicha o'tkazilgan. Ammo ochiq manbalardagi tadqiqotlar orasidan sun'iy intellektga asoslangan

robot yordamida ultratovush tekshiruvini o'tkazish bo'yicha manba topishning imkoni bo'lmadi, shuning uchun ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar yangi turdagi robot ultratovush tizimini yaratish imkonini berish mumkin.

**Foydanilgan adabiyotlar.**

1. Current applications of robot-assisted ultrasound examination. Edgar m. Hidalgo bs<sup>a</sup>, Leah Wright phd<sup>b</sup>, Mats Isaksson phd<sup>a</sup>, Gavin Lambert phd<sup>a,c</sup>, Thomas H. Marwick mbbs, phd, mph<sup>b</sup> volume 16, issue 2, february 2023, pages 239-247
2. A novel ultrasound robot with force/torque measurement and control for safe and efficient scanning, Xianqiang Bao, [10.1109/tim.2023.3239925](https://doi.org/10.1109/tim.2023.3239925)
3. Reanimatsiya bo'limida 5g quvvatli robot yordamida teleultratovushli diagnostika tizimi. <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-021-03563-z>



4. Burke, M., Lu, K., Angelov, D., Straizys, A., Innes, C., Subr, K., Ramamoorthy, S., 2020. Learning robotic ultrasound scanning using probabilistic temporal ranking. arXiv preprint arXiv:2002.01240 .
5. Merouche, S., Allard, L., Montagnon, E., Soulez, G., Bigras, P., Cloutier, G., 2015. A robotic ultrasound scanner for automatic vessel tracking and threedimensional reconstruction of b-mode images. IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control 63, 35–46.
6. [https://www.researchgate.net/publication/351291902\\_robust\\_-\\_an\\_autonomous\\_robotic\\_ultrasound\\_system\\_for\\_medical\\_imaging](https://www.researchgate.net/publication/351291902_robust_-_an_autonomous_robotic_ultrasound_system_for_medical_imaging)
7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc9350722/>
8. Va boshqa internet sahifalari

