

TIBBIY UZI TASVIRLARIDA OBYEKTЛАRNI SUN'ИY INTELLEKT ALGORITMLARI ASOSIDA ANIQLASH VA GEOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH

*Ismailov Sh.R., Rayimqulov O'.M., Egamberdiyev E.E. shixnazar.ismailov@gmail.com,
raimkulovural@gmail.com*

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda tibbiy UZI tasvirlarida mavjud obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash, ajratish va geometrik modellash tirish usullarini takomillashtirish masalalari ko'rib chiqiladi. UZI tasvirlari tibbiy diagnostikada keng qo'llanilishiga qaramay, ularda shovqin, past kontrast, obyekt chegaralarining noaniqligi va tasvir sifati bilan bog'liq muammolar mavjud. Shu sababli bunday tasvirlarda patologik yoki anatomik obyektlarni aniq aniqlash va ularning geometrik xususiyatlarini baholash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Tadqiqotda UZI tasvirlarini oldindan qayta ishlash, shovqinlarni kamaytirish, obyekt konturlarini ajratish, segmentatsiya qilish hamda aniqlangan obyektlarning geometrik parametrlarini hisoblash yondashuvlari tahlil qilinadi. Sun'iy intellekt algoritmlari, jumladan mashinali o'qitish va chuqur o'qitish usullari yordamida tasvirdagi muhim obyektlarni avtomatik aniqlash, ularning chegaralarini belgilash va geometrik modelini qurish imkoniyatlari o'rganiladi.

Mazkur ishda obyektlarning shakli, o'lchami, konturi, maydoni, markazi, perimetri va elliptik xususiyatlari kabi geometrik belgilar asosida tahlil qilishga alohida e'tibor qaratiladi. Sun'iy intellekt va geometrik modellash tirish usullarini birgalikda qo'llash UZI tasvirlaridagi obyektlarni aniqlash aniqligini oshirish, tibbiy diagnostika jarayonini tezlashtirish va shifokor qaror qabul qilishini qo'llab-quvvatlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, kompyuterli diagnostika, sun'iy intellektga asoslangan tahlil tizimlari hamda geometrik modellash tirish sohalarida amaliy ahamiyatga ega bo'lib, UZI tasvirlarida obyektlarni avtomatik aniqlash va baholash usullarini takomillashtirishga yo'naltirilgan.

Kalit so'zlar: UZI tasvirlari, tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, sun'iy intellekt, obyektlarni aniqlash, segmentatsiya, geometrik modellash tirish, kontur tahlili, chuqur o'qitish, kompyuterli diagnostika.

Tibbiy diagnostika jarayonida ultratovush tekshiruvi, ya'ni UZI tasvirlari inson organizmidagi ichki a'zolar, to'qimalar va patologik o'zgarishlarni aniqlashda keng qo'llaniladigan xavfsiz, tezkor va nisbatan qulay tasvirlash usullaridan biri hisoblanadi. UZI texnologiyasi real vaqt rejimida tasvir olish imkonini berishi, bemor organizmiga zararli nurlanish ta'sirini ko'rsatmasligi hamda turli klinik holatlarda qo'llash mumkinligi bilan tibbiyot amaliyotida muhim o'rin egallaydi.

Shu bilan birga, UZI tasvirlari o'ziga xos murakkab xususiyatlarga ega. Ularda spekl shovqinlar, past kontrast, obyekt chegaralarining xiraligi, to'qimalar orasidagi farqning yetarlicha aniq ko'rinmasligi va tasvir sifati qurilma hamda operator tajribasiga bog'liqligi kabi muammolar mavjud. Bu esa tasvirdagi obyektlarni aniq ajratish, ularning chegaralarini belgilash va geometrik parametrlarini baholash jarayonini murakkablashtiradi.

Tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni aniqlash deganda tasvir tarkibidagi muhim anatomik yoki patologik tuzilmalarni ajratib olish, ularning joylashuvi, shakli, o'lchami va chegaralarini aniqlash tushuniladi. Bunday obyektlar turli klinik holatlarda o'sma, kista, tugun, qon tomir, organ

chegarasi yoki boshqa to'qima tuzilmalari bo'lishi mumkin. Ushbu obyektlarni to'g'ri aniqlash shifokor tomonidan tashxis qo'yish, davolash strategiyasini tanlash va kasallik rivojlanishini kuzatishda muhim ahamiyatga ega.

So'nggi yillarda tibbiy tasvirlarni qayta ishlashda sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish dolzarb yo'nalishlardan biriga aylandi. Ayniqsa, mashinali o'qitish, chuqur o'qitish, neyron tarmoqlar, konvolyutsion neyron tarmoqlar va segmentatsiya algoritmlari yordamida UZI tasvirlaridagi obyektlarni avtomatik aniqlash, tasniflash va tahlil qilish imkoniyatlari kengaymoqda. Sun'iy intellekt algoritmlari tasvirlardagi yashirin belgilarni aniqlash, inson ko'zi bilan sezilishi qiyin bo'lgan xususiyatlarni ajratish va diagnostik qarorlarni qo'llab-quvvatlashda samarali vosita sifatida namoyon bo'lmoqda.

Mazkur mavzuning muhim jihatlaridan biri shundaki, obyektning faqat aniqlash yetarli emas, balki uning geometrik shaklini modellashtirish ham zarur. Geometrik modellashtirish obyektning konturi, maydoni, perimetri, markaziy nuqtasi, o'qlari, diametri, elliptiklik darajasi, shakl koeffitsiyenti va boshqa parametrlarini aniqlash imkonini beradi. Bu esa tibbiy obyektning strukturaviy xususiyatlarini miqdoriy baholashga yordam beradi.

Tibbiy UZI tasvirlarida ko'plab obyektlar aniq yoki taxminiy geometrik shakllarga ega bo'ladi. Masalan, ayrim yaxshi sifatli hosilalar oval yoki elliptik ko'rinishda bo'lishi, boshqa patologik tuzilmalar esa notekis konturga ega bo'lishi mumkin. Shu sababli obyekt konturlarini aniqlash va ularni geometrik model orqali ifodalash diagnostika jarayonida muhim yordamchi vosita bo'lib xizmat qiladi. Ayniqsa, elliptik konturlar, chegaraviy chiziqlar va shakl parametrlarini hisoblash orqali obyekt holatini yanada aniqroq baholash mumkin.

Ushbu tadqiqot mavzusi tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash va geometrik modellashtirish usullarini takomillashtirishga qaratilgan. Tadqiqotda UZI tasvirlarini oldindan qayta ishlash, shovqinlarni kamaytirish, obyekt konturlarini ajratish, segmentatsiya qilish, aniqlangan obyektlarning geometrik parametrlarini hisoblash va ularni model ko'rinishida ifodalash masalalari ko'rib chiqiladi.

Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, UZI tasvirlaridagi obyektlarni avtomatik aniqlash va geometrik baholash tibbiy diagnostika sifatini oshirish, shifokor mehnatini yengillashtirish, tashxis qo'yish jarayonida subyektivlikni kamaytirish hamda kompyuter yordamida qaror qabul qilish tizimlarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Sun'iy intellekt va geometrik modellashtirish yondashuvlarini birlashtirish orqali tasvirlardagi obyektlarni yanada aniq, tezkor va ishonchli tahlil qilish imkoniyati yuzaga keladi.

Shunday qilib, tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash va geometrik modellashtirish usullarini takomillashtirish zamonaviy tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, kompyuterli diagnostika va raqamli tibbiyot sohalari uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Bugungi kunda tibbiyot sohasida kasalliklarni erta aniqlash, tashxis qo'yish aniqligini oshirish va shifokor qarorlarini qo'llab-quvvatlashda raqamli texnologiyalarning o'rni tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, ulardagi muhim obyektlarni avtomatik aniqlash va tahlil qilish masalalari sun'iy intellekt texnologiyalari rivoji bilan yangi bosqichga ko'tarildi. Shunday tasvirlash usullaridan biri ultratovush tekshiruvi, ya'ni UZI tasvirlari bo'lib, u xavfsizligi, tezkorligi, nisbatan arzonligi va real vaqt rejimida natija berishi bilan tibbiy amaliyotda keng qo'llaniladi.

UZI tasvirlari yordamida inson organizmidagi ichki a'zolar, yumshoq to'qimalar, qon tomirlar, turli patologik hosilalar va boshqa anatomik tuzilmalarni kuzatish mumkin. Biroq bunday

tasvirlar o'ziga xos murakkabliklarga ega. Jumladan, UZI tasvirlarida spekl shovqinlar, past kontrast, obyekt chegaralarining noaniqligi, to'qimalar orasidagi farqning sust ko'rinishi va tasvir sifati qurilma hamda operator tajribasiga bog'liq bo'lishi mumkin. Ushbu holatlar tasvirdagi obyektlarni aniq aniqlash, ularni segmentatsiya qilish va geometrik parametrlarini baholash jarayonini murakkablashtiradi.

Tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni aniqlash deganda tasvir tarkibidagi muhim anatomik yoki patologik tuzilmalarni ajratib olish, ularning joylashuvi, chegarasi, shakli va o'lchamini aniqlash tushuniladi. Bunday obyektlar kista, o'sma, tugun, organ chegarasi, qon tomir yoki boshqa biologik tuzilmalardan iborat bo'lishi mumkin. Ushbu obyektlarni to'g'ri ajratish va baholash tibbiy tashxisning aniqligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt algoritmlari, xususan, mashinali o'qitish, chuqur o'qitish va konvolyutsion neyron tarmoqlar tibbiy tasvirlarni tahlil qilishda samarali vosita sifatida qo'llanilmoqda. Ushbu algoritmlar tasvirlardagi yashirin belgilarni aniqlash, obyekt konturlarini ajratish, tasniflash va diagnostik jarayonda yordamchi xulosa berish imkonini yaratadi. Sun'iy intellekt usullarining afzalligi shundaki, ular katta hajmdagi tasvir ma'lumotlarini qayta ishlash, murakkab belgilarni avtomatik o'rganish va inson ko'zi bilan ilg'ash qiyin bo'lgan xususiyatlarni aniqlashga yordam beradi.

Mazkur tadqiqotda UZI tasvirlarida mavjud obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash va ularning geometrik modelini qurish masalasi asosiy ilmiy yo'nalish sifatida qaraladi. Geometrik modellashtirish obyektning konturi, maydoni, perimetri, markazi, uzun va qisqa o'qlari, diametri, elliptiklik darajasi hamda shakl koeffitsiyentini aniqlash imkonini beradi. Bu esa obyektning nafaqat mavjudligini, balki uning miqdoriy va shakliy xususiyatlarini ham baholashga xizmat qiladi.

Tibbiy amaliyotda ayrim obyektlar ma'lum geometrik shakllarga yaqin bo'ladi. Masalan, ayrim yaxshi sifatli hosilalar oval yoki elliptik shaklda uchrashi mumkin, notekis konturli obyektlar esa qo'shimcha diagnostik e'tibor talab qilishi mumkin. Shu sababli UZI tasvirlarida obyekt konturlarini aniqlash va ularni geometrik model orqali ifodalash shifokor qarorini qo'llab-quvvatlashda muhim yordamchi vosita hisoblanadi.

Ushbu mavzuning dolzarbligi tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni aniqlash va baholash jarayonida inson omiliga bog'liqlikni kamaytirish, tashxis qo'yish tezligi va aniqligini oshirish, shuningdek, kompyuterli diagnostika tizimlarini takomillashtirish zarurati bilan belgilanadi. Sun'iy intellekt algoritmlari va geometrik modellashtirish usullarini birgalikda qo'llash orqali UZI tasvirlaridagi obyektlarni avtomatik aniqlash, ularning shakliy parametrlarini hisoblash va tibbiy tahlil uchun qulay ko'rinishda taqdim etish imkoniyati yuzaga keladi.

Shunday qilib, "Tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash va geometrik modellashtirish usullarini takomillashtirish" mavzusi tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, sun'iy intellekt, kompyuterli diagnostika va geometrik modellashtirish yo'nalishlarining kesishmasida joylashgan dolzarb ilmiy-amaliy tadqiqot hisoblanadi. Ushbu tadqiqot natijalari UZI tasvirlarida obyektlarni avtomatik aniqlash, ularning geometrik xususiyatlarini baholash va diagnostika jarayonini yanada samarali tashkil etishga xizmat qiladi.

Tibbiy UZI tasvirlarini qayta ishlash bo'yicha ilmiy adabiyotlarda asosiy muammo sifatida tasvirlarda shovqinning ko'pligi, kontrastning pastligi va obyekt chegaralarining noaniq ko'rinishi qayd etiladi. Ayniqsa, B-mode UZI tasvirlarida spekl shovqinlar obyektни segmentatsiya qilish va konturlarni aniq ajratishni murakkablashtiradi. Noble va Boukerroui tomonidan olib borilgan tahlillarda UZI tasvirlarini segmentatsiya qilishda klassik usullar, statistik modellar, chegaraviy

kontur usullari va oldindan berilgan shakl haqidagi ma'lumotlardan foydalanish yondashuvlari keng ko'rib chiqilgan.

Dastlabki tadqiqotlarda UZI tasvirlaridagi obyektlarni aniqlash uchun thresholdlash, filtrlar, chekka aniqlash operatorlari, region growing, active contour va morfologik amallar kabi klassik tasvirni qayta ishlash usullaridan foydalanilgan. Bunday usullar ayrim holatlarda yaxshi natija bersa-da, tasvir sifati past bo'lgan, obyekt chegaralari xiralashgan yoki shovqin kuchli bo'lgan holatlarda barqarorlik yetarli bo'lmaydi. Shu sababli so'nggi yillarda UZI tasvirlarini tahlil qilishda sun'iy intellekt va chuqur o'qitish algoritmlariga qiziqish ortib bormoqda.

Tibbiy tasvirlarni avtomatik tahlil qilishda konvolyutsion neyron tarmoqlar muhim o'rin egallaydi. Litjens va hammualliflar tibbiy tasvirlar tahliliga bag'ishlangan keng qamrovli sharhida chuqur o'qitish usullari tasniflash, obyektни aniqlash, segmentatsiya va ro'yxatga olish kabi vazifalarda samarali qo'llanilayotganini ko'rsatgan. Bu yondashuvlar UZI tasvirlarida ham muhim obyektlarni avtomatik ajratish, ularning joylashuvi va chegaralarini aniqlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Segmentatsiya masalalarida U-Net arxitekturası eng ko'p qo'llaniladigan yondashuvlardan biri hisoblanadi. Ronneberger, Fischer va Brox tomonidan taklif etilgan U-Net modeli kodlovchi va dekodlovchi qismlardan iborat bo'lib, tasvirdan kontekstual belgilarni ajratish hamda obyekt chegaralarini aniq tiklash imkonini beradi. U-Net arxitekturası tibbiy tasvirlarda kamroq belgilangan ma'lumotlar bilan ham segmentatsiya masalasini yechishga mosligi sababli UZI tasvirlaridagi obyektlarni ajratishda ham muhim nazariy asos bo'la oladi.

Keyingi tadqiqotlarda U-Net asosida yanada takomillashgan modellar ishlab chiqilgan. Masalan, Attention U-Net modelida e'tibor mexanizmi yordamida tarmoq tasvirdagi muhim hududlarga ko'proq e'tibor qaratadi va keraksiz fon belgilarini kamaytirishga xizmat qiladi. UNet++ arxitekturasida esa kodlovchi va dekodlovchi qismlar orasidagi semantik farqni kamaytirish uchun zich bog'langan oraliq yo'llardan foydalaniladi. Bunday modellar UZI tasvirlarida kichik, noaniq chegarali yoki shakli murakkab obyektlarni aniqlashda foydali bo'lishi mumkin.

So'nggi yillarda tibbiy tasvirlar segmentatsiyasida nnU-Net kabi o'zini avtomatik sozlaydigan yondashuvlar ham keng tadqiq qilinmoqda. nnU-Net modeli yangi segmentatsiya vazifasi uchun oldindan ishlov berish, tarmoq konfiguratsiyasi, o'qitish va natijani qayta ishlash bosqichlarini avtomatik moslashtirishi bilan ajralib turadi. Bu holat UZI tasvirlarida turli organlar, to'qimalar yoki patologik obyektlar bilan ishlashda universal va moslashuvchan yondashuv zarurligini ko'rsatadi.

Geometrik modellashtirish nuqtayi nazaridan UZI tasvirlarida aniqlangan obyektни faqat segmentatsiya qilish yetarli emas, balki uning shakli va miqdoriy parametrlarini ham baholash zarur. Bunda obyekt konturi, maydoni, perimetri, markazi, uzun va qisqa o'qlari, elliptiklik darajasi hamda shakl koeffitsiyenti aniqlanadi. Segmentatsiya natijasi quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$S = f_{\theta}(I)$$

bu yerda I - kiruvchi UZI tasviri, f_{θ} - sun'iy intellekt modeli, S - ajratilgan obyekt sohasi.

Ajratilgan obyektning geometrik modeli esa elliptik shakl orqali quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\frac{(x - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2} = 1$$

bu yerda (x_0, y_0) - obyekt markazi, a va b - ellipsning yarim o'qlari. Ushbu yondashuv obyektning joylashuvi, o'lchami va shaklini matematik jihatdan baholash imkonini beradi.

Model sifatini baholashda segmentatsiya aniqligi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Tibbiy tasvirlar tahlilida ko'pincha Dice koeffitsiyenti va IoU mezonlaridan foydalaniladi:

$$Dice = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}, IoU = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

bu yerda A - haqiqiy belgilangan obyekt sohasi, B - model tomonidan aniqlangan obyekt sohasi. Bu mezonlar sun'iy intellekt modeli aniqlagan obyekt chegaralari haqiqiy chegaralarga qanchalik yaqinligini baholashga xizmat qiladi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, UZI tasvirlarida obyektlarni aniqlash bo'yicha klassik tasvirni qayta ishlash usullari muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi, ammo murakkab va shovqinli tasvirlarda ularning imkoniyatlari cheklangan. Sun'iy intellekt, xususan U-Net, Attention U-Net, UNet++ va nnU-Net kabi chuqur o'qitish arxitekturalari obyektlarni avtomatik aniqlash va segmentatsiya qilishda samarali yondashuv hisoblanadi. Geometrik modellash tirish esa segmentatsiya natijasini tibbiy jihatdan talqin qilish, obyekt shakli va parametrlarini miqdoriy baholash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqot metodologiyasi tibbiy UZI tasvirlarida mavjud obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash, segmentatsiya qilish va ularning geometrik modelini qurish bosqichlariga asoslanadi. Tadqiqot jarayonida tasvirlarni oldindan qayta ishlash, obyekt sohasini ajratish, konturlarni aniqlash, geometrik parametrlarni hisoblash va model samaradorligini baholash usullari qo'llaniladi.

Dastlabki bosqichda UZI tasvirlari kiruvchi ma'lumot sifatida olinadi. UZI tasvirlari odatda spekl shovqin, past kontrast va noaniq chegaralarga ega bo'lganligi sababli tasvir sifati yaxshilanadi. Bunda median filtrlash, Gauss filtri, kontrastni oshirish va adaptiv thresholdlash kabi oldindan ishlov berish usullaridan foydalaniladi:

$$I \rightarrow \tilde{I}$$

bu yerda I - dastlabki UZI tasviri, $\tilde{I}$ - shovqindan tozalangan va qayta ishlangan tasvir.

Keyingi bosqichda qayta ishlangan tasvir sun'iy intellekt modeliga uzatiladi. Modelning asosiy vazifasi tasvirdagi muhim obyektни fon qismidan ajratish va uning chegarasini aniqlashdan iborat. Umumiy holda segmentatsiya jarayoni quyidagicha ifodalanadi:

$$S = f_{\theta}(\tilde{I})$$

Sun'iy intellekt modeli sifatida konvolyutsion neyron tarmoqlar, U-Net yoki unga asoslangan takomillashtirilgan arxitekturalardan foydalanish mumkin. Ushbu modellar tasvirdagi obyekt chegaralarini avtomatik o'rganadi va har bir pikselni obyekt yoki fon sinfiga ajratadi.

Segmentatsiya natijasida olingan obyekt sohasi asosida uning konturi aniqlanadi. Kontur obyektning tashqi chegarasini ifodalaydi va geometrik modellash tirish uchun asosiy ma'lumot hisoblanadi:

$$C = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$$

Aniqlangan kontur asosida obyektning geometrik parametrlari hisoblanadi. Bunda obyekt maydoni, perimetri, markaziy nuqtasi, uzun va qisqa o'qlari, diametri, elliptiklik darajasi va shakl koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$A = \sum_{(x,y) \in S} 1, P = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

Agar obyekt shakli oval yoki elliptik ko'rinishga yaqin bo'lsa, u ellips modeli orqali ifodalanadi:

$$\frac{(x - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2} = 1$$

Shuningdek, geometrik modelning aniqligi obyekt konturining haqiqiy chegaraga yaqinligi, ellipsga moslashish darajasi, maydon va perimetrdagi xatoliklar orqali baholanadi. Bu esa obyektning faqat aniqlash emas, balki uning geometrik xususiyatlarini ham miqdoriy tahlil qilish imkonini beradi.

Umuman olganda, tadqiqot metodologiyasi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

$$I \rightarrow \tilde{I} \rightarrow S \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E$$

Shunday qilib, taklif etilayotgan metodologiya UZI tasvirlarini qayta ishlash, sun'iy intellekt asosida obyektlarni aniqlash va geometrik modellashtirish bosqichlarini birlashtiradi. Bu yondashuv tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni avtomatik aniqlash, ularning shakliy xususiyatlarini baholash va diagnostik tahlil jarayonini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Tibbiy UZI tasvirlarida obyektlarni sun'iy intellekt algoritmlari asosida aniqlash va geometrik modellashtirish usullarini takomillashtirish zamonaviy tibbiy diagnostika uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida UZI tasvirlarida uchraydigan spekl shovqinlar, past kontrast, obyekt chegaralarining noaniqligi va tasvir sifatining turlicha bo'lishi obyektlarni aniq ajratish jarayonini murakkablashtirishi asoslab berildi.

Ushbu muammolarni bartaraf etishda sun'iy intellekt algoritmlari, xususan, mashinali o'qitish, chuqur o'qitish va konvolyutsion neyron tarmoqlar samarali yondashuv sifatida qaratiladi. Bunday algoritmlar UZI tasvirlaridagi muhim obyektlarni avtomatik aniqlash, ularni fon qismidan ajratish va segmentatsiya natijalarini yuqori aniqlikda olish imkonini beradi.

Tadqiqotda obyektlarni aniqlash bilan bir qatorda ularning geometrik xususiyatlarini baholash ham muhimligi ko'rsatildi. Geometrik modellashtirish orqali obyektning konturi, maydoni, perimetri, markazi, uzun va qisqa o'qlari, elliptiklik darajasi hamda shakl koeffitsiyenti aniqlanadi. Bu esa UZI tasviridagi obyektning nafaqat vizual, balki miqdoriy jihatdan ham baholash imkonini yaratadi.

Sun'iy intellekt va geometrik modellashtirish usullarini birgalikda qo'llash tibbiy tasvirlarni tahlil qilish jarayonida inson omiliga bog'liqlikni kamaytiradi, tashxis qo'yish tezligini oshiradi va shifokor qarorlarini qo'llab-quvvatlaydi. Ayniqsa, obyekt chegaralarini aniq ajratish va ularning shakliy parametrlarini hisoblash diagnostik xulosalarning ishonchlilikini oshirishga xizmat qiladi.

Umuman olganda, mazkur tadqiqot natijalari UZI tasvirlarida obyektlarni avtomatik aniqlash, segmentatsiya qilish va geometrik modellashtirish usullarini takomillashtirish tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, kompyuterli diagnostika va raqamli tibbiyot sohalarida istiqbolli yo'nalish ekanini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv kelgusida tibbiy diagnostika sifatini oshirish, patologik obyektlarni erta aniqlash va avtomatlashtirilgan tahlil tizimlarini ishlab chiqishda muhim asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Noble, J. A., Boukerroui, D. Ultrasound image segmentation: a survey. IEEE Transactions on Medical Imaging, 25(8), 987–1010, 2006. DOI: 10.1109/TMI.2006.877092.
2. Liu, S., Wang, Y., Yang, X., Lei, B., Liu, L., Li, S. X., Ni, D., Wang, T. Deep Learning in Medical Ultrasound Analysis: A Review. Engineering, 5(2), 261–275, 2019. DOI: 10.1016/j.eng.2018.11.020.

3. Wang, Y., Ge, X., Ma, H., Qi, S., Zhang, G., Yao, Y. Deep Learning in Medical Ultrasound Image Analysis: A Review. *IEEE Access*, 9, 54310–54324, 2021. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3071301.
4. Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., van der Laak, J. A. W. M., van Ginneken, B., Sánchez, C. I. A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60–88, 2017. DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005.
5. Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention — MICCAI 2015*, LNCS 9351, 234–241, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.
6. Oktay, O., Schlemper, J., Le Folgoc, L., Lee, M., Heinrich, M., Misawa, K., Mori, K., McDonagh, S., Hammerla, N. Y., Kainz, B., Glocker, B., Rueckert, D. Attention U-Net: Learning Where to Look for the Pancreas. *arXiv preprint*, 2018. DOI: 10.48550/arXiv.1804.03999.
7. Zhou, Z., Siddiquee, M. M. R., Tajbakhsh, N., Liang, J. UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation. *DLMIA/ML-CDS@MICCAI 2018*, 3–11, 2018. DOI: 10.1007/978-3-030-00889-5_1.
8. Isensee, F., Jaeger, P. F., Kohl, S. A. A., Petersen, J., Maier-Hein, K. H. nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation. *Nature Methods*, 18(2), 203–211, 2021. DOI: 10.1038/s41592-020-01008-z.
9. Otsu, N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62–66, 1979. DOI: 10.1109/TSMC.1979.4310076.
10. Canny, J. A Computational Approach to Edge Detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-8(6), 679–698, 1986. DOI: 10.1109/TPAMI.1986.4767851.
11. Milletari, F., Navab, N., Ahmadi, S.-A. V-Net: Fully Convolutional Neural Networks for Volumetric Medical Image Segmentation. *Fourth International Conference on 3D Vision — 3DV*, 565–571, 2016. arXiv: 1606.04797.
12. Song, K., Huang, X., et al. A survey on deep learning in medical ultrasound imaging. *Frontiers in Physics*, 2024. DOI: 10.3389/fphy.2024.1398393