



ULTRATOVUSH O'T PUFAGI TASVIRLARINI FILTR VA SPLAYN ASOSIDA QAYTA ISHLASH

Xuramov Latif¹, Mardonov Dilmurod², Tojiyev Ibroxim³

^{1,2} Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti PhD
doktoranti E-mail: latifxya@gmail.com

³ Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti, Sun'iy intellekt
va raqamli texnologiyalar fakulteti, Sun'iy intellekt yo'nalishi, 2-kurs magistranti
E-mail: ibroximtoyirovich@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi ultratovushli diagnostika apparatidan olingan o't pufagi tibbiy tasvirlariga raqamli ishlash berish masalasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda spekl shovqini, past kontrast va chegaralarning noaniqligi sababli yuzaga keladigan diagnostik muammolarni kamaytirish maqsadida bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan takomillashtirilgan gibril model taklif etildi. Bilateral filtr yordamida shovqin samarali bartaraf etilib, muhim strukturaviy chegaralar saqlab qolindi. Bikubik splayn interpolatsiyasi orqali tasvir aniqligi va silliqiligi oshirildi. Olingan natijalar o't pufagi devori va toshlarini aniqlash ishonchliligi yaxshilanganini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: ultratovushli tibbiy tasvir, o't pufagi, bilateral raqamli filtr, bikubik splayn interpolatsiyasi, gibril model, shovqinni kamaytirish, raqamli tasvirlarni qayta ishlash

Abstract: This thesis considers the issue of digital processing of medical images of the gallbladder obtained from an ultrasound diagnostic device. In order to reduce diagnostic problems caused by speckle noise, low contrast, and unclear boundaries, an improved hybrid model based on a bilateral digital filter and bicubic spline interpolation was proposed in the study. Using a bilateral filter, noise was effectively eliminated and important structural boundaries were preserved. Image clarity and smoothness were increased by bicubic spline interpolation. The results obtained show that the reliability of detecting the gallbladder wall and stones was improved.

Keywords: ultrasound medical image, gallbladder, bilateral digital filter, bicubic spline interpolation, hybrid model, noise reduction, digital image processing

Аннотация: В данной диссертации рассматривается вопрос цифровой обработки медицинских изображений желчного пузыря, полученных с помощью ультразвукового диагностического аппарата. Для уменьшения диагностических проблем, вызванных спекл-шумом, низким контрастом и нечеткими границами, в исследовании предложена улучшенная гибридная модель, основанная на двустороннем цифровом фильтре и бикубической сплайновой интерполяции. Использование двустороннего фильтра позволило эффективно устранить шум и сохранить важные структурные границы. Четкость и плавность изображения были повышены за счет бикубической сплайновой интерполяции. Полученные результаты показывают, что надежность обнаружения стенок желчного пузыря и камней повысилась.





Ключевые слова: ультразвуковое медицинское изображение, желчный пузырь, двусторонний цифровой фильтр, бикубическая сплайновая интерполяция, гибридная модель, шумоподавление, цифровая обработка изображений

Kirish

Ultratovushli diagnostika apparatlari yordamida olingan tibbiy tasvirlar o't pufagi kasalliklarini aniqlashda keng qo'llaniladi. Biroq ushbu tasvirlarda spekl shovqini, past kontrast va chegaralarning noaniqligi diagnostik tahlilning aniqligini pasaytiradi. Natijada o't pufagi devoridagi strukturaviy o'zgarishlar hamda o't pufagida hosil bo'ladigan toshlarning mavjudligi va o'lchamlarini ishonchli aniqlash qiyinlashadi. Mazkur muammoni hal etish uchun tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berishning samarali usullarini qo'llash zarur. Xususan, bilateral raqamli filtr shovqinni kamaytirish bilan birga muhim chegaraviy hududlarni saqlab qolish imkonini beradi, bikubik splayn interpolatsiyasi esa tasvir aniqligi va silliqiligini oshiradi. Ushbu usullarni birlashtirish orqali gibridd yondashuv yaratish tasvir sifatini kompleks ravishda yaxshilashga imkon beradi. Ushbu tadqiqot ishining maqsadi ultratovushli diagnostika apparatidan olingan o't pufagi tibbiy tasvirlariga bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan takomillashtirilgan gibridd modelni qo'llash orqali tasvir sifatini yaxshilash hamda diagnostik tahlil ishonchliligini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning matematik asosi

Mazkur tadqiqotda ultratovush apparatidan olingan o't pufagi tibbiy tasvirlarini qayta ishlash jarayonida uchraydigan spekl shovqinini kamaytirish hamda tasvir aniqligini oshirish maqsadida bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan takomillashtirilgan gibridd matematik model ishlab chiqildi. Taklif etilgan modelda shovqinni samarali bartaraf etish va tasvirning muhim diagnostik chegaralarini saqlab qolish asosiy vazifa qilib belgilandi.

1. Kiruvchi tibbiy tasvirning matematik modeli

Ultratovush apparatidan olingan o't pufagi tasviri ikki o'lchamli diskret funksiya ko'rinishida ifodalanadi:

$$I(x, y), x = 0, \dots, M - 1, y = 0, \dots, N - 1$$

bu yerda $I(x, y)$ - piksel intensivligi, $M \times N$ - tasvir o'lchami.

Ultratovush tasvirlarida kuzatiladigan spekl shovqin sababli real tasvir quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I_s(x, y) = I(x, y) \cdot n(x, y)$$

bu yerda $n(x, y)$ – spekl shovqin komponenti.

2. Takomillashtirilgan bilateral raqamli filtr modeli

Spekl shovqinni kamaytirish uchun tasvirga moslashuvchan (adaptiv) bilateral raqamli filtr qo'llanildi. Oddiy bilateral filtrdan farqli ravishda, ushbu ishda intensivlik og'irlik parametri lokal dispersiyaga bog'liq holda o'zgartirildi.

Bilateral filtrlangan tasvir quyidagicha aniqlanadi:

$$I_b(x, y) = \frac{(i, j) \in N(x, y) w_s(x, y, i, j) w_r(x, y, i, j) I_s(i, j)}{(i, j) \in N(x, y) w_s(x, y, i, j) w_r(x, y, i, j)}$$





Fazoviy og'irlik funksiyasi:

$$w_s(x, y, i, j) = \exp - \frac{(x - i)^2 + (y - j)^2}{2\sigma_s^2}$$

Takomillashtirilgan intensivlik og'irlik funksiyasi:

$$w_r(x, y, i, j) = \exp - \frac{(I_s(x, y) - I_s(i, j))^2}{2\sigma_r^2(x, y)}$$

bu yerda intensivlik dispersiyasi lokal hudud asosida aniqlanadi:

$$\sigma_r(x, y) = \alpha \cdot \text{Var } N(x, y)$$

Bu o'zgartirish natijasida filtr tekis hududlarda shovqinni kuchliroq tozalaydi, chegaraviy hududlarda esa tasvir tuzilishini saqlab qoladi.

3. Bikubik splayn interpolatsiyasining matematik modeli

Bilateral filtrdan o'tgan tasvir aniqligini oshirish maqsadida bikubik splayn interpolatsiyasi qo'llanildi. Yangi nuqtadagi qiymat atrofdagi 4×4 piksellar asosida hisoblanadi:

$$I_{ba}(x, y) = \sum_{m=-1}^2 \sum_{n=-1}^2 I_b(i + m, j + n) S(m - \Delta x) s(n - \Delta y)$$

bu yerda:

$$i = \lfloor x \rfloor, \quad j = \lfloor y \rfloor, \quad \Delta x = x - i, \quad \Delta y = y - j$$

Kubik splayn yadrosi:

$$S(t) = \begin{cases} 1 - 2|t|^2 + |t|^3, & |t| < 1 \\ 4 - 8|t| + 5|t|^2 - |t|^3, & 1 \leq |t| < 2 \\ 0, & |t| \geq 2 \end{cases}$$

4. Takomillashtirilgan gibrid matematik model

Taklif etilgan gibrid modelda tasvirga ishlov berish jarayoni ketma-ket amalga oshiriladi:

$$H(x, y) = I_{bs} F_{bf}^*(I_s(x, y))$$

bu yerda:

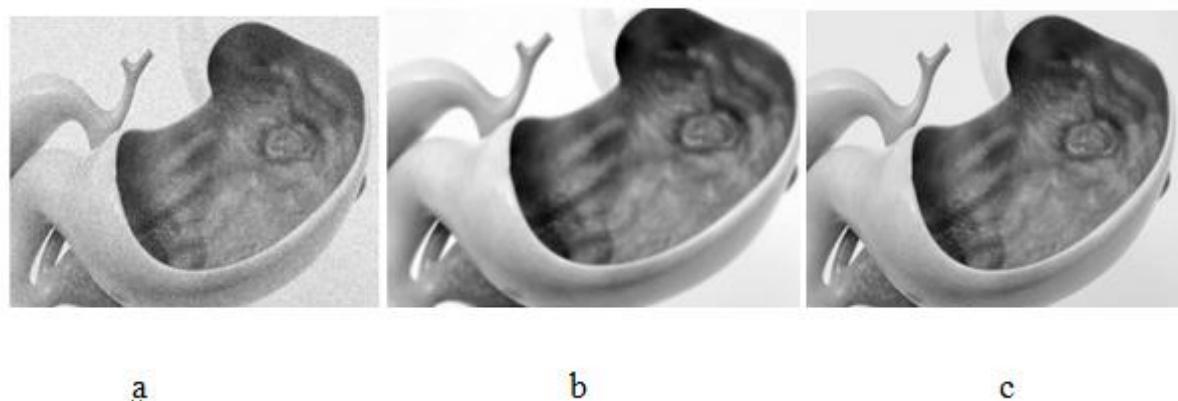
F_{bf}^* - takomillashtirilgan bilateral filtr operatori,

I_{bs} - bikubik splayn interpolatsiya operatori,

$H(x, y)$ - yakuniy qayta ishlangan tasvir.

Taklif etilgan bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan gibrid matematik model ultratovush apparatidan olingan o't pufagi tibbiy tasvirlarida spekl shovqinini samarali kamaytiradi, tasvir aniqligini oshiradi va diagnostik jihatdan muhim bo'lgan strukturaviy elementlarning saqlanishini ta'minlaydi.





1-rasm. O't pufagi tibbiy tasvirlariga raqamli ishlov berish natijalari

a) Boshlang'ich ultratovushli o't pufagi tasviri bo'lib, unda spekl shovqini yuqori darajada mavjud va tasvir chegaralari noaniq ko'rinishga ega.

b) Boshlang'ich tasvirga bilateral raqamli filtr qo'llangandan keyingi holat bo'lib, shovqin darajasi sezilarli kamaygan, biroq ayrim mayda shovqin elementlari saqlanib qolgan.

c) Bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan takomillashtirilgan gibrid model natijasida olingan tasvir bo'lib, unda shovqin deyarli bartaraf etilgan, o't pufagi devori va ichki strukturaviy elementlar aniq va silliq ko'rinishda ifodalangan.

Xulosa

Ultratovushli diagnostika apparatidan olingan o't pufagi tibbiy tasvirlariga raqamli ishlov berish masalasi ko'rib chiqildi. Tadqiqot doirasida spekl shovqini va tasvir sifatining pastligi bilan bog'liq muammolarni bartaraf etish maqsadida bilateral raqamli filtr va bikubik splayn interpolatsiyasiga asoslangan takomillashtirilgan gibrid model ishlab chiqildi. Olib borilgan tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, bilateral raqamli filtr qo'llanilishi natijasida tasvirdagi shovqin darajasi sezilarli kamaydi va muhim chegaraviy hududlar saqlab qolindi. Keyingi bosqichda bikubik splayn interpolatsiyasini qo'llash orqali tasvirning silliqdigi va aniqligi oshirildi. Natijada o't pufagi devori, ichki strukturaviy o'zgarishlar hamda o't pufagida hosil bo'lgan toshlarni aniqlash imkoniyati yaxshilandi. Taklif etilgan gibrid yondashuv ultratovushli tasvirlar asosida dastlabki diagnostik tahlil ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi hamda amaliy tibbiyot va tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berish sohasida qo'llash uchun samarali yechim sifatida tavsiya etilishi mumkin.

Foydanilgan adabiyotlar

1. Akhatov A., Renavikar A., Rashidov A., Nazarov F. "Optimization of the number of databases in the Big Data processing." *Проблемы информатики*, № 1(58), 2023, DOI: 10.24412/2073-0667-2023-1-33-47.
2. Akhatov A., Rashidov A. "Big Data va unig turli sohalardagi tadbiqui." *Descendants of Muhammad Al-Khwarizmi*, 2021, № 4 (18), 135–144.





3. Akhatov A.R., Rashidov A.E., Nazarov F.M. "Increasing data reliability in big data systems." *Scientific Journal of Samarkand State University*, 2021, № 5, 106–114.
4. Hari Mohan Rai, Aditya Pal, Rashidov Akbar Ergash o'g'li, Bobokhonov Akhmadkhon Kholmirzokhon Ugli, Yarmatov Sherzjon Shokirovich. "Advanced AI-Powered Intrusion Detection Systems in Cybersecurity Protocols for Network Protection." *Procedia Computer Science*, Volume 259, 2025, Pages 140–149, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.03.315>.
5. Rashidov A., Madaminjonov A. "Sun'iy intellekt modelini qurishda ma'lumotlarni tozalash bosqichi tahlili." *MODERN PROBLEMS AND PROSPECTS OF APPLIED MATHEMATICS*, 2024, 1(01). Retrieved from <https://ojs.qarshidu.uz/index.php/mp/article/view/473>.
6. Junaydullaev D., Tursunov S., Rashidov A. "An Approach Based on Data Profiling at the Preparing a Dataset for Cleaning." *2025 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon)*, Sochi, Russian Federation, pp. 578–583, doi: 10.1109/SmartIndustryCon65166.2025.10986179.
7. Rashidov A.E., Sayfullaev J.S. "Selecting methods of significant data from gathered datasets for research." *International Journal of Advanced Research in Education, Technology and Management*, Vol. 3, No. 2, 2024, pp. 289–296, doi: 10.5281/zenodo.10781255.
8. Rashidov A., Axatov A., Nazarov F. "Ichki taqsimlash mexanizmida ma'lumotlar oqimlarini boshqarish algoritmi." *Al-Farg'oniy avlodlari*, 2024, 1(2), 76–82. <https://al-fargoniy.uz/index.php/journal/article/view/377>.
9. Kenjaev S.S., Rashidov A.E. "Metody i algoritmy khraneniya faylov dlya optimal'nogo upravleniya razlichnymi tipami dannykh." *Al-Farg'oniy avlodlari*, 2024, № 3, 82–92, doi: 10.5281/zenodo.13954911.
10. Rashidov A., Mardonov D., Soliev A. "Diagnosis of Diabetes Mellitus Based on Artificial Intelligence Algorithms." *2025 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon)*, Sochi, Russian Federation, pp. 349–353, doi: 10.1109/SmartIndustryCon65166.2025.1098606011.
11. Voskoboynikov Yu.E., Go-chakov A.V., Kolker A.B. *Filtratsii signalov i izobrajeniy: fure i veyvlet algoritmy (s primerami v Mathcad)*. Novosibirsk: NGASU(Sibstrin), 2010. – 188 s.
12. Rana S., Rai H.M., Khuramov L., Mardonov D. "Shaping the Future with Quantum Computing: An Exploration of its Emerging Field and Revolutionary Potential." *Procedia Computer Science*, Volume 259, 2025, Pages 844–853, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.036>.

