

TASVIRLARGA ISHLOV BERISHDA VEYVLET O'ZGARISHI

*Azimov Bunyod Raximjonovich, Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, dotsent
Modullayev Jahongir Sobir o'g'li, Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, katta o'qituvchi*

Annotatsiya. Ushbu maqolada veyvlet-o'zgarishining tasvirlarga ishlov berish sohasiga ko'rsatayotgan sezilarli ta'siri ko'rib chiqiladi. Unda veyvlet-o'zgarishining matematik asoslari, uning ko'p masshtabli tahlil qilishdagi o'ziga xos xossasiga alohida urg'u beriladi. Veyvletlarning keng ko'lamli vazifalarga moslashuvchanligi tasvirlardan belgilarni ajratib olish, shovqinni kamaytirish va ma'lumotlarni siqish kabi misollar orqali ko'rsatib berilgan. Shuningdek maqolada adaptiv almashtirishlar va chuqur o'qitish bilan integratsiya kabi istiqbolli yo'nalishlar, hisoblash murakkabligi va munosib veyvletni tanlash kabi muammolar ham muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: tasvirlarga ishlov berish, veyvlet-almashtirish, matematik asoslar.

Kompyuter fanlari va texnologiyalarining muhim tadqiqot yo'nalishi sifatida tasvirga ishlov berish ko'plab sohalarni o'zgartirib yuborgan innovatsion kuchga aylandi. Tasvirga ishlov berish turli sohalarda mazmunli ma'lumotlarni ajratib olish, vizual idrok sifatini oshirish va samarali qaror qabul qilishni osonlashtirish uchun vizual ma'lumotlarni o'zgartirishni o'z ichiga oladi [2]. Ushbu keng va rivojlanib borayotgan sohada veyvlet-almashtirish o'zining o'ziga xos xususiyatlari bilan katta e'tibor qozongan usullardan biridir.

Mazkur adabiyotlar sharhining birinchi bo'limida tasvirga ishlov berishning maqsadlari, ta'rifi va rivojlanish tarixini qamrab olgan batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Tasvirga ishlov berish ko'plab turli sohalarga ta'sir ko'rsatadigan muhim sohadir. Tasvirlarning sifati va amaliy foydaliligini oshirish uchun mutaxassislar hamda tadqiqotchilar turli tasvir tuzilmalari bilan ishlay oladigan, batafsil belgilarni to'playdigan va shovqin hamda boshqa nuqsonlar kabi muammolarni bartaraf eta oladigan yangi usullarni ishlab chiqdilar [1].

Asosiy e'tibor veyvlet-almashtirish tushunchalariga qaratiladi. Maqsad — ushbu yondashuvga asos bo'lgan matematik tushunchalarni chuqur o'rganish orqali veyvletlar haqida aniq tasavvur hosil qilishdir. Veyvlet-almashtirish statsionar bo'lmagan signallarga nisbatan moslashuvchanligi hamda ma'lumotlarni ham global, ham lokal xususiyatlari bilan ifodalashda samaradorligi bilan ajralib turadi [4]. Bu esa uning tasvirga ishlov berishdagi qo'llanilishini atroflicha o'rganishga yo'l ochadi.

Yakunda veyvlet-almashtirishning tasvirga ishlov berishdagi roli, uning qo'llanilishi, murakkabliklari va kelajakdagi istiqbollari batafsil ko'rib chiqiladi.

Tasvirga ishlov berish asoslari. Kompyuter fanlarining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lgan tasvirga ishlov berish tegishli ma'lumotlarni ajratib olish uchun vizual kirish ma'lumotlarini boshqarish va tahlil qilishni anglatadi. Tasvir sifatini yaxshilash, ob'ektlarni aniqlashni osonlashtirish va turli ilovalar uchun qaror qabul qilish jarayonlarini soddalashtirish tasvirga ishlov berishning asosiy maqsadlari sirasiga kiradi [3]. Vizual ma'lumotlarni yanada ishonchli to'plash va tahlil qilish imkonini beruvchi usullarni doimiy izlash tasvirga ishlov berishning rivojlanishiga turtki bo'ldi. Quyidagilar tasvirga ishlov berishning asosiy g'oyalaridir:

Tasvirga ishlov berish vizual kirish ma'lumotlarini o'zgartirish va tahlil qilish uchun kompyuter dasturlaridan foydalanishdir. Tasvirga ishlov berishning ikkita asosiy maqsadi mavjud: tasvirni yaxshilash — tasvirning umumiy sifatini oshirishga intiladi, va tasvirni tiklash — shovqin, xiralik yoki boshqa omillar tufayli shikastlangan tasvirlarni asl holiga qaytarish yoki tuzatishga harakat qiladi [1].

Vizual ma'lumotlarni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan jarayonlar o'lchamni o'zgartirish va qirqish kabi oddiy amallardan tortib, filtrlash, segmentatsiya va almashtirish kabi murakkab usullargacha qamrab oladi [6]. Ushbu jarayonlar belgilarni ajratib olish, qoliplarni aniqlash va obyektlarni identifikatsiya qilish uchun zarur bo'lib, bu o'z navbatida kompyuter ko'rishi, masofadan zondlash va tibbiy tasvirlar bilan ishlash sohaslarini rivojlantiradi [2].

Vaqt o'tishi bilan tasvirga ishlov berish sohasidagi muhim burilish nuqtalari uni gullab-yashnayotgan fanlararo sohaga aylantirdi. XX asr o'rtalaridagi dastlabki ishlanmalar gistogrammani tenglashtirish va kontrastni cho'zish kabi tasvirni yaxshilashning asosiy usullariga qaratilgan edi [5]. 1970-yillarda tasvirni siqish va kodlash texnologiyalari yanada rivojlandi [8]. Tadqiqotchilar tasvirlarning matematik ifodalarini o'rganish va Diskret kosinus almashtirish kabi ma'lumotlarni samarali siqish usullarini yaratish orqali JPEG kabi standartlar uchun poydevor qo'ydilar [7].

Tasvirga ishlov berish sun'iy intellekt va mashinali o'qitishdan foydalanish orqali rivojlangani sari [10], samarali ma'lumotlar ifodasi va belgilarni ajratib olishga bo'lgan ehtiyoj ortdi. Bu esa sohani katta ma'lumotlar va murakkab vizual ma'lumotlar davridagi muammolarni hal qilish uchun ko'p qirrali vositaga aylantirdi [9].

Keyingi bo'limlarda veyvlet-almashtirishning ushbu dinamik muhitdagi kuchli roli, uning matematik asoslari, amaliy qo'llanilishi va nisbiy afzalliklari chuqurroq o'rganiladi.

Veyvlet-almashtirish asoslari. Veyvlet-almashtirishning tasvirga ishlov berishga ta'sirini anglash uning matematik asoslarini o'rganishni talab etadi. Veyvlet-almashtirishning asosiy maqsadi signal yoki tasvirlarni turli aniqlik darajalarida tahlil qilishdir. Bunga ierarxik parchalash usuli yordamida asl signalni asta-sekinlik bilan approksimatsiya va detallashgan koeffitsiyentlarga bo'lish orqali erishiladi [12].

Veyvlet-almashtirishda ikkita funksiya o'zaro bog'lanadi: veyvlet va masshtablovchi funksiyalar. Masshtablovchi funksiya signalning past chastotali komponentlarini ajratib olsa, veyvlet funksiyasi signalning yuqori chastotali qismlarini qayd etadi [12]. Ushbu funksiyalarning qator kengayishlari va siljishlari natijasida almashtirish amalga oshadi, bu esa ko'p masshtabli tahlilni yuzaga keltiradi.

1-tenglama signalning uzluksiz veyvlet-almashtirishini (CWT) ifodalaydi [11]:

$$CWT(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

bu yerda a — masshtab koeffitsiyenti, b — siljish parametri va ψ — veyvlet funksiyasidir. Integrallash t ning barcha qiymatlari bo'yicha amalga oshiriladi. Hisoblashni soddalashtirish uchun amaliy dasturlarda CWT ko'pincha diskretlashtiriladi. Diskret veyvlet-almashtirish konvolyutsiya va diskretlash orqali signalni approksimatsiya va detallashgan komponentlarga ajratadi [14].

Faraz qilaylik $x[n]$ diskret signalni ifodalaydi. DWT quyidagi 2 va 3-tenglamalar yordamida hisoblanadi:

$$A_{j+1}[n] = \sum_k h[k] \cdot A_j[2n - k] \quad (2)$$

$$D_{j+1}[n] = \sum_k g[k] \cdot A_j[2n - k] \quad (3)$$

2 va 3-tenglamalarda mos ravishda A_{j+1} va D_{j+1} o'zgaruvchilari ierarxik parchalashning $(j + 1)$ -darajasidagi approksimatsiya va detallashgan koeffitsiyentlarni ifodalaydi. $g[n]$ va $h[n]$ filtrlari mos ravishda masshtablovchi va veyvlet koeffitsiyentlari sifatida tanilgan. j indeksi va $[2n - k]$ ifodasi diskretlash (downsampling) jarayoni hamda parchalash darajasini ko'rsatadi.

Veyvlet-ishlov berishning ushbu matematik asoslari tufayli mazkur formula real dunyo vizual kontentiga xos bo'lgan murakkab signal va tasvirlarni tahlil qilish hamda tasvirlash imkonini beradi.

Tasvirga ishlov berishda veyvlet-almashtirishning qo'llanilishi. Veyvlet-almashtirishning ko'p qirraliligi uning tasvirga ishlov berishdagi ko'plab tatbiqlarida namoyon bo'ladi. Turli masshtablarda ham yuqori, ham past chastotali komponentlarni aks ettirishdagi o'ziga xos qobiliyati tufayli u turli sohalarda murakkab vazifalarni bajarish uchun samarali vosita hisoblanadi.

Tasvirni siqish. Veyvlet-almashtirish tasvirlarni minimal ma'lumot ortiqchaligi bilan ifodalashning samarali usuli bo'lib, u tasvirni siqish sohasini butunlay o'zgartirib yubordi. Tasvirni siqishda veyvlet-ishlov berish ko'pincha JPEG2000 kabi usullar bilan birga qo'llaniladi. Veyvletga asoslangan siqishda tasvir bir qator masshtablar bo'yicha approksimatsiya va detal koeffitsiyentlarga bo'linadi. Yuqori chastotali elementlar umumiy vizual sifatga kam ta'sir ko'rsatgani sababli, ixcham ifodani ta'minlash uchun ular butunlay olib tashlanishi yoki keskinroq kvantlanishi mumkin. Ushbu qobiliyat veyvlet-almashtirishni zamonaviy tasvir siqish standartlarining muhim qismiga aylantirdi.

Shovqinni kamaytirish. Shovqin tasvirga ishlov berishdagi jiddiy muammo hisoblanadi, chunki u tasvir sifatini yomonlashtirishi va keyingi tahlillarni qiyinlashtirishi mumkin. Veyvlet-almashtirish tasvirni approksimatsiya va detallashgan koeffitsiyentlarga ajratganda, past chastotali approksimatsiya koeffitsiyentlari haqiqiy signalga yaqin bo'ladi, yuqori chastotali detallashgan koeffitsiyentlar esa ko'pincha shovqinni o'z ichiga oladi. Veyvletga asoslangan shovqinni kamaytirish algoritmlari chegaraviy qiymatlarni o'rnatish yoki detallashgan koeffitsiyentlarni o'zgartirish orqali muhim tasvir belgilarini saqlab qolgan holda shovqinni muvaffaqiyatli bartaraf etishi mumkin.

Belgilarni ajratib olish. Belgilarni ajratib olish ob'ektlarni aniqlash, kontentga asoslangan tasvir qidiruvi va tasvirni tanish kabi ilovalar uchun juda muhimdir. Ko'p masshtabli tahlildan foydalangan holda, veyvletlar turli aniqlik darajalarida belgilarni ajratib olishni osonlashtiradi, bunda ham mayda detallarni, ham sezilarli konturlarni qamrab oladi. Bu vizual xususiyatlarning yanada mukammal ifodasini ta'minlaydi va natijada tasvir tahlilining aniqligi va sifati oshadi.

Kelajakdagi yo'nalishlar. Veyvletga asoslangan tasvirga ishlov berishda kelgusi tadqiqotlar va ishlanmalar uchun istiqbolli yangi yo'nalishlar mavjud:

Chuqur o'qitish bilan integratsiya. Veyvlet-almashtirishning afzalliklarini chuqur neyron tarmoqlarining o'rganish qobiliyati bilan birlashtirish qiziqarli taklifdir. Hozirgi vaqtda tasvir tahlilini yaxshilash uchun ushbu gibrid yondashuvlar o'rganilmoqda.

Real vaqt rejimida tatbiq etish. Algoritmlarni optimallashtirish va parallel hisoblashlar rivojlanishi bilan veyvletga asoslangan tasvirga ishlov berish real vaqt rejimidagi ilovalar uchun tobora foydali bo'lib bormoqda.

Multimodal tasvirga ishlov berish. Veyvlet-almashtirishni multimodal ma'lumotlar bilan ishlashga moslashtirish, jumladan, turli sensorli tizimlardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish jadal rivojlanayotgan tadqiqot sohasidir.

Xulosa. Texnologiya va kompyuter fanlari sohasidagi muhim tadqiqot yo‘nalishi bo‘lgan tasvirga ishlov berish ko‘plab sohalarni transformatsiya qiluvchi innovatsion kuchga aylanmoqda. Bu jarayon mazmunli ma‘lumotlarni ajratib olish, vizual sifatni oshirish va turli sharoitlarda samarali qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash uchun vizual ma‘lumotlarni o‘zgartirishni nazarda tutadi. Tasvirga ishlov berishning jadal rivojlanayotgan sohasida veyvlet-almashtirish vizual ma‘lumotlarni talqin qilish va boshqarishga sezilarli ta‘sir ko‘rsatuvchi inqilobiy yo‘l ekanligini isbotladi.

Yuqori va past chastotali komponentlarni bir vaqtda qamrab olish orqali ko‘p masshtabli tahlilni ta‘minlash qobiliyati veyvlet-almashtirishni tasvirga ishlov berishning qudratli vositasiga aylantiradi. Yuqorida qayd etilgan ilovalar — shovqinni kamaytirish, belgilarni ajratib olish va tasvirni siqish — real hayotda veyvletga asoslangan usullarning ko‘p qirraliligi va samaradorligini yaqqol ko‘rsatadi.

Mavjud qiyinchiliklarni yengib o‘tish va veyvletga asoslangan tasvirga ishlov berishning kelajagiga nazar tashlash uchun tadqiqotchilar asosiy e‘tiborni veyvlet-almashtirishni chuqur o‘qitish, real vaqt rejimidagi tizimlar va adaptiv veyvlet-almashtirishlar kabi yangi texnologiyalar bilan integratsiya qilishga qaratishlari lozim.

Tasvirga ishlov berishning keng maydonida veyvlet-almashtirish vizual ma‘lumotlarni tahlil qilishning takomillashgan va samarali usulini taqdim etuvchi asosiy texnikadir. Agar barcha manfaatdor tomonlar uning murakkabliklarini chuqurroq anglasalar, muammolarga yechim topsalar va yangi ilovalarni tadqiq qilsalar, veyvlet-almashtirish tasvirga ishlov berish kelajagi uchun ulkan salohiyatga ega bo‘ladi. Mazkur tadqiqot veyvlet-almashtirishning hozirgi ahamiyatini ta‘kidlaydi va ushbu jadal rivojlanayotgan sohada yanada chuqurroq izlanishlar, hamkorlik va innovatsiyalar uchun imkoniyatlar ochadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Várkonyi-Kóczy A.R. New Advances in Digital Image Processing / A.R. Várkonyi-Kóczy // *Memetic Computing*. — 2. — 2010. — p. 283–304. — DOI: 10.1007/s12293-010-0046-3.
2. Basavaprasad B. A Study on the Importance of Image Processing and Its Applications / B. Basavaprasad, M. Ravi // *International Journal of Research in Engineering and Technology*. — 3. — 2014. — DOI: 10.15623/IJRET.2014.0315029.
3. Feng Z. Pattern Recognition and Its Application in Image Processing / Z. Feng, X. Hua // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2020. — 1518. — DOI: 10.1088/1742-6596/1518/1/012071
4. Wang J. Wavelet Transforms for Speech Signal Processing / J. Wang, S. Chen, J. Shyu // *Journal of the Chinese Institute of Engineers*. — 1999. — 22:5. — P. 549-560. — DOI: 10.1080/02533839.1999.9670493
5. Mustafa W.A. A Review of Histogram Equalization Techniques in Image Enhancement Application / W.A. Mustafa, M.M.M.A. Kader // *Journal of Physics: Conference Series*. — 1019. — 2017. — p. 25-27. DOI: 10.1088/1742-6596/1019/1/012026.
6. Kasik D.J. Data Transformations and Representations for Computation and Visualization / D.J. Kasik, D. Ebert, G. Lebanon, H. Park, W.M. Pottenger // *Information Visualization*. — 8:4. — 2009. — p. 275 - 285. DOI: 10.1057/ivs.2009.27.
7. More N.K. JPEG Picture Compression Using Discrete Cosine Transform / N.K. More, S. Dubey // *International Journal of Science and Research*. — 2:1. — 2013.

8. Rosenfeld A. Image Processing and Recognition / A. Rosenfeld // Advances in Computers. — 18. — 1979. DOI: 10.1016/S0065-2458(08)60581-1.
9. Yu J. Machine Learning for Big Visual Analysis / J. Yu, X. Mei, F. Porikli, J. Corso // Machine Vision and Applications. — 29. — 2018.— p. 929–931. DOI: 10.1007/s00138-018-0948-5.
10. Hassan A. Feature Extraction for Image Analysis and Detection using Machine Learning Techniques / A. Hassan, M. Sabha // International Journal of Advanced Networking and Applications. — 14:4. — 2023. — p. 5499-5508. DOI: 10.35444/ijana.2023.14401.
11. Gao R.X. Continuous Wavelet Transform / R.X. Gao, R Yan // Springer, Boston, MA. — 2011. — N/A. — DOI: 10.1007/978-1-4419-1545-0_3
12. Rao R.M. Three-scale Wavelet Transforms / R.M. Rao, J.S. Bundonis, H.H. Szu // Conference Proceedings of SPIE. — 3391. — 1998. DOI: 10.1117/12.304883.
13. Khalid A. Wavelet Analysis and High Quality JPEG2000 Compression Using Daubechies Wavelet / A. Khalid, U. Afsheen, S.U. Baig // Conference Proceedings of SPIE. — 8285. — 2011. DOI: 10.1117/12.913401.
14. Furht B Discrete Wavelet Transform (DWT) / B Furht // Encyclopedia of Multimedia. — 2006. — N/A. — DOI: 10.1007/0-387-30038-4_62