

## TASVIRLARNI QAYTA ISHLASH FANIGA DOIR MAQOLA TAYYORLASH

**Abdullayeva Sarvinozxon Akmaljon qizi***FDTU Axborot telekommunikatsiya yo‘nalishi sirtqi 3-kurs talabasi*

**Annotatsiya:** *Tasvirlarni qayta ishlash sohasi raqamli transformatsiya, sun‘iy intellekt va katta hajmdagi ma‘lumotlar oqimi kesishgan nuqtada jadal rivojlanayotgan ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada tasvirlarni qayta ishlash fanining nazariy va amaliy asoslari, klassik algoritmlar hamda chuqur o‘rganish texnologiyalarining o‘zaro bog‘liqligi xalqaro ilmiy tadqiqotlar tahlili asosida yoritiladi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tasvir sifatining pastligi, ma‘lumotlar yetishmovchiligi, hisoblash resurslarining cheklanganligi, model xolisligi va interpretatsiya muammolari hanzgacha dolzarbligicha qolmoqda. So‘nggi yillarda konvolyutsion neyron tarmoqlar, segmentatsiya algoritmlari, super-resolution, data augmentation va gibril intellektual modellar tasvirlarni qayta ishlash samaradorligini sezilarli oshirgan bo‘lsada, real muhitdagi murakkab sharoitlarda natijalarning barqarorligi yetarli darajada ta‘minlanmayapti.*

**Kalit so‘zlar:** tasvirlarni qayta ishlash, kompyuter ko‘rishi, sun‘iy intellekt, chuqur o‘rganish, konvolyutsion neyron tarmoqlar, segmentatsiya, klassifikatsiya.

Tasvirlarni qayta ishlash fani zamonaviy axborot texnologiyalarining eng strategik va ko‘p tarmoqli yo‘nalishlaridan biri sifatida shakllanib, insonning vizual idrokiga yaqin mexanizmlarni raqamli muhitda modellashtirish imkonini yaratmoqda. Raqamli tasvirlar hajmining mislsiz darajada ortishi, mobil qurilmalar, sun‘iy yo‘ldosh tizimlari, sanoat sensorlari va tibbiy diagnostika vositalarining ommalashuvi natijasida tasvirlar bilan ishlash oddiy grafik amaliyotdan yuqori darajadagi ilmiy muammoga aylandi. Xalqaro statistik ma‘lumotlarga ko‘ra, bugungi kunda internet trafigining katta qismi vizual ma‘lumotlar hissasiga to‘g‘ri keladi, bu esa tasvirlarni tezkor, aniq va intellektual qayta ishlash zaruratini kuchaytirmoqda. Shu sababli tasvirlarni qayta ishlash kompyuter fanlari, matematika, signal nazariyasi va sun‘iy intellekt kesishgan murakkab ilmiy makon sifatida rivojlanmoqda.

Mazkur yo‘nalishning ilmiy ahamiyati tasvirni faqat ko‘rish emas, balki undan ma‘no ajratib olish imkoniyati bilan belgilanadi. Klassik davr algoritmlari asosan filtratsiya, kontrastni oshirish, konturlarni aniqlash va geometrik transformatsiyalar orqali natija berishga qaratilgan bo‘lsa, zamonaviy yondashuvlarda ma‘lumotning semantik mazmunini anglash ustuvor vazifaga aylandi. Ayniqsa, chuqur o‘rganishga asoslangan konvolyutsion neyron tarmoqlar tasvir klassifikatsiyasi, obyektlarni aniqlash va segmentatsiya masalalarida yuqori aniqlik ko‘rsatib, tasvirlarni qayta ishlash fanini yangi bosqichga olib chiqdi. Biroq

yuqori aniqlik ko‘rsatkichlari barcha muammolar hal etilganini anglatmaydi; aksincha, real sharoitda turli yorug‘lik, shovqin, geometrik buzilish va ma‘lumotlarning notekis taqsimlanishi algoritmlar ishonchliligiga jiddiy ta‘sir ko‘rsatmoqda.

Ilmiy adabiyotlar tahlili tasvirlarni qayta ishlashdagi eng muhim masalalardan biri sifatli va balanslashgan ma‘lumotlar to‘plamining yetishmasligi ekanini ko‘rsatadi. Ayrim sohalarda, xususan tibbiyot yoki sanoat monitoringida, katta hajmdagi belgilangan tasvirlarni shakllantirish murakkab va qimmat jarayon hisoblanadi. Natijada model o‘qitish jarayonida overfitting, generalizatsiyaning pasayishi hamda noto‘g‘ri qarorlar qabul qilish xavfi yuzaga keladi. So‘nggi yillarda data augmentation, transfer learning va gibril modellar ushbu cheklovlarni kamaytirishga xizmat qilmoqda. Biz kuzatayotgan ilmiy tendensiyalar shuni ko‘rsatadiki, ma‘lumot sifati ko‘pincha algoritmlar murakkabligidan ham muhimroq omilga aylanmoqda.

Tasvirlarni qayta ishlashning amaliy qo‘llanish doirasi nihoyatda keng. Tibbiy tasvirlarni tahlil qilish orqali erta diagnostika imkoniyatlari kengaymoqda, qishloq xo‘jaligida hosildorlik monitoringi va kasalliklarni aniqlash tizimlari takomillashmoqda, masofadan zondlash texnologiyalari esa ekologik monitoring va tabiiy resurslarni boshqarishda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Tibbiyotda MRI, KT va rentgen tasvirlarining sifatini yaxshilash diagnostika aniqligini oshirsa, sun‘iy yo‘ldosh tasvirlari asosidagi algoritmlar hududiy boshqaruv va xavfsizlik masalalarida muhim vositaga aylanmoqda. Siz e‘tibor qilsangiz, mazkur texnologiyalar faqat laboratoriya darajasida emas, kundalik hayot va davlat boshqaruvi tizimlariga ham kirib bormoqda.

Shu bilan birga, tasvirlarni qayta ishlash sohasida metodologik va etik masalalar ham dolzarb tus olmoqda. Chuqur o‘rganish modellarining “qora quti” xususiyati, qaror qabul qilish mexanizmining yetarli darajada tushuntirilmashligi hamda ayrim ma‘lumotlar guruhlariga nisbatan xolis bo‘lmagan natijalar chiqarishi ilmiy hamjamiyat oldida yangi savollarni yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa tibbiy va xavfsizlikka oid tizimlarda algoritmik xatolikning ijtimoiy qiymati yuqori bo‘lgani sababli interpretatsiya va ishonchlilik masalalari texnik parametrlar qatorida ko‘rilmoqda. Shu nuqtai nazardan, tasvirlarni qayta ishlash fanining kelgusi taraqqiyoti faqat aniqlikni oshirish bilan emas, balki tushuntiriladigan, adolatli va resurs jihatdan samarali tizimlarni ishlab chiqish bilan belgilanadi.

Tasvirlarni qayta ishlash fanining zamonaviy rivojlanish bosqichi klassik matematik filtratsiya usullaridan chuqur o‘rganishga asoslangan intellektual tizimlargacha bo‘lgan keskin transformatsiya bilan tavsiflanadi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, ayniqsa 2012-yildan keyin ImageNet kabi katta ma‘lumotlar to‘plamlari asosida konvolyutsion neyron tarmoqlarning (CNN) rivojlanishi tasvirlarni tahlil qilish aniqligini sezilarli darajada oshirdi. Masalan, ImageNet tasniflash musobaqalarida xatolik darajasi 26% dan 3% gacha tushgani

qayd etilgan bo‘lib, bu kompyuter ko‘rish tarixida tub burilish sifatida baholanadi (Russakovsky et al., 2015). Biroq ushbu yutuqlar bilan birga, real muhitdagi tasvirlar shovqinli, past aniqlikdagi va noaniq yoritilgan holatlar hanuzgacha algoritmlar uchun jiddiy muammo bo‘lib qolmoqda.

Tasvirlarni qayta ishlash jarayonida eng asosiy muammolardan biri bu ma’lumotlar sifatining pastligi va ularning notekis taqsimlanishidir. Tibbiy tasvirlar sohasida, masalan, MRI yoki KT tasvirlarida kasallik holatlarining kam uchrashi sababli “imbalanced dataset” muammosi yuzaga keladi. Natijada model sog‘lom holatni yuqori aniqlikda aniqlasada, kasallikni aniqlashda xatolik darajasi oshadi. Xalqaro tadqiqotlarda bu muammo sezgirlik (recall) va aniqlik (precision) o‘rtasidagi nomutanosiblik sifatida baholanadi. Shu nuqtai nazardan, biz ham ilmiy yondashuvda faqat aniqlikni emas, balki modelning barqarorligini ham asosiy mezon sifatida ko‘rib chiqishimiz kerak.

Chuqur o‘rganish asosidagi yondashuvlar tasvirlarni qayta ishlashni yangi bosqichga olib chiqqan bo‘lsada, ularning interpretatsiya muammosi hanuz dolzarb bo‘lib qolmoqda. “Black-box model” sifatida tanilgan neyron tarmoqlar qaror qabul qilish jarayonini aniq tushuntirib bera olmaydi. Masalan, tibbiy diagnostika tizimida model o‘simtani aniqlashi mumkin, lekin uning qaysi piksel yoki xususiyatga asoslanganini tushuntirib bera olmaydi. Bu esa klinik amaliyotda ishonchlilik muammosini yuzaga keltiradi. Shu sababli so‘nggi yillarda Explainable AI (XAI) konsepsiyasi rivojlanib, Grad-CAM, SHAP va LIME kabi usullar orqali model qarorlarini vizual tushuntirish yo‘nalishi kengaymoqda (Samek et al., 2017).

Tasvir sifati bilan bog‘liq muammolar ham dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Past aniqlikdagi tasvirlarni yuqori aniqlikka o‘tkazish (super-resolution) texnologiyalari real tizimlarda keng qo‘llanilmoqda. So‘nggi tadqiqotlarda GAN (Generative Adversarial Networks) asosida ishlab chiqilgan modellar tasvir detallarini tiklashda yuqori natijalar ko‘rsatgan. Biroq bu texnologiyalarda “hallucination effect”, ya’ni model tomonidan real bo‘lmagan detallarni yaratish xavfi mavjud. Bu holat ayniqsa huquqiy va tibbiy sohalarida jiddiy muammolarni keltirib chiqarishi mumkin.

Amaliy sohalarida tasvirlarni qayta ishlashning qo‘llanilishi kengayib bormoqda. Qishloq xo‘jaligida dronlar orqali olingan tasvirlar asosida ekin holatini aniqlash, kasalliklarni erta bosqichda bashorat qilish tizimlari ishlab chiqilmoqda. Masalan, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) asosida o‘simliklarning yashillik darajasi baholanadi va hosildorlik prognozi tuziladi. Bu jarayonlar agrar iqtisodiyot samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Siz ham bu sohada statistik tahlilga e’tibor qaratsangiz, tasvirlar orqali iqtisodiy qarorlar qabul qilish darajasi tobora ortib borayotganini ko‘rasiz.

Telekommunikatsiya va xavfsizlik tizimlarida ham tasvirlarni qayta ishlash muhim o‘rin egallaydi. Yuzni tanish (face recognition) tizimlari, video kuzatuv tahlili va obyektning real vaqt rejimida aniqlash algoritmlari shahar xavfsizligi va raqamli identifikatsiya tizimlarining asosiy komponentiga aylangan. Biroq bu texnologiyalar maxfiylik va ma’lumotlarni himoya qilish muammolarini ham yuzaga keltiradi. Yevropa Ittifoqining GDPR talablari bu borada qat’iy cheklovlar o‘rnatgan bo‘lsada, global miqyosda yagona standart hali to‘liq shakllanmagan.

Tasvirlarni qayta ishlashda hisoblash resurslari masalasi ham muhim cheklovlardan biridir. Katta neyron tarmoqlarni o‘qitish uchun GPU va TPU kabi yuqori quvvatli qurilmalar talab etiladi. Bu esa rivojlanayotgan mamlakatlar uchun texnologik tengsizlik muammosini kuchaytiradi. Shu sababli “lightweight models” va edge computing yondashuvlari ishlab chiqilmoqda. Mobil qurilmalarda ishlaydigan optimallashtirilgan modellar real vaqt rejimida tasvirlarni qayta ishlash imkonini bermoqda.

Ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tasvirlarni qayta ishlash fanining kelgusi rivoji uch asosiy yo‘nalishga bog‘liq: interpretatsiyalash mumkin bo‘lgan sun‘iy intellekt, resurs tejankor algoritmlar va multimodal ma’lumotlarni integratsiya qilish. Multimodal yondashuvda tasvirlar matn, audio va sensor ma’lumotlari bilan birlashtirilib, yanada aniq qaror qabul qilish tizimlari yaratilmoqda. Masalan, tibbiyotda bemor tasviri bilan birga uning klinik ma’lumotlari ham tahlil qilinadi.

Mazkur tadqiqotda tasvirlarni qayta ishlash fanining nazariy va amaliy asoslarini chuqur tahlil qilish maqsadida kompleks metodologik yondashuv qo‘llanildi. Ilmiy izlanishlar zamonaviy kompyuter ko‘rish va sun‘iy intellekt yo‘nalishidagi xalqaro maqolalar, monografiyalar hamda ochiq ilmiy ma’lumotlar bazalari (IEEE Xplore, Springer, ScienceDirect, Nature AI Reports) asosida tizimli ravishda o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida birinchi navbatda nazariy tahlil usuli qo‘llanilib, tasvirlarni qayta ishlashning klassik va zamonaviy algoritmik modellari o‘rtasidagi evolyutsion bog‘liqlik aniqlab berildi. Shu bilan birga, solishtirma tahlil orqali CNN, R-CNN, U-Net va GAN kabi modellar samaradorligi, ularning afzallik va cheklovlari ilmiy manbalar asosida qiyosiy baholandi.

Tadqiqotda content tahlil (content analysis) usuli ham muhim o‘rin egalladi. Xalqaro ilmiy maqolalarda tasvir sifati, shovqinni kamaytirish, segmentatsiya va obyektning aniqlash muammolariga yondashuvlar tizimlashtirilib, ularning takrorlanuvchi ilmiy tendensiyalari ajratib olindi. Ayniqsa, so‘nggi besh yillik ilmiy ishlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, chuqur o‘rganishga asoslangan modellar ulushi 2018-yildan 2025-yilgacha 60% dan 85% gacha oshgan, bu esa sohaning to‘liq intellektual transformatsiyaga o‘tayotganini bildiradi.

Shuningdek, statistik tahlil usuli yordamida tasvirlarni qayta ishlash tizimlarida aniqlik (accuracy), sezgirlik (recall), aniqlik darajasi (precision) va F1-score kabi ko‘rsatkichlar

o‘rganildi. Xalqaro benchmark ma’lumotlariga tayangan holda, turli algoritmlarning ishlash samaradorligi qiyosiy jadval asosida baholandi. Bu jarayonda ayniqsa tibbiy tasvirlar va masofadan zondlash ma’lumotlari bo‘yicha aniqlik farqlari muhim ilmiy xulosalarga olib keldi.

Eksperimental yondashuv sifatida chuqur o‘rganish modellarining real ma’lumotlar to‘plamlarida ishlash prinsiplari tahlil qilindi. Model o‘qitish jarayonida ma’lumotlarni normallashtirish, augmentation texnikalari va transfer learning usullarining ta’siri alohida o‘rganildi. Bu jarayonda tasvir sifatining pastligi va shovqin darajasi model natijalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlanib, optimallashtirish zarurati asoslab berildi.

Metodologik jihatdan muhim yondashuvlardan biri sifatida tizimli yondashuv (system approach) tanlab olindi. Bu yondashuv orqali tasvirlarni qayta ishlash jarayoni faqat algoritmik bosqichlar yig‘indisi sifatida emas, balki ma’lumot yig‘ish, qayta ishlash, model o‘qitish va natijani interpretatsiya qilishdan iborat yaxlit tizim sifatida tahlil qilindi. Shu asosda har bir bosqichning umumiy natijaga ta’siri aniqlanib, muammoli nuqtalar ajratib ko‘rsatildi.

Bundan tashqari, qiyosiy huquqiy va amaliy tahlil elementlari ham qo‘llanilib, turli mamlakatlarda (AQSh, Yevropa Ittifoqi, Xitoy) tasvirlarni qayta ishlash texnologiyalarini qo‘llashdagi standartlar va etik yondashuvlar o‘rganildi. Bu esa texnologiyaning faqat ilmiy emas, balki ijtimoiy va huquqiy jihatlarini ham tushunish imkonini berdi.

O‘tkazilgan tahlillar natijasida tasvirlarni qayta ishlash sohasida chuqur o‘rganishga asoslangan modellar klassik algoritmlarga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanini aniqlandi. Xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar va Vision Transformer arxitekturalari tasvirlarni klassifikatsiya qilishda 90–98% gacha aniqlik ko‘rsatgan bo‘lsa, an’anaviy filtratsiya va qo‘lda ishlab chiqilgan xususiyatlarga asoslangan usullar odatda 70–85% oraliqda natija bergan. Bu farq, asosan, avtomatik feature extraction imkoniyati bilan izohlanadi.

Shu bilan birga, natijalar shuni ko‘rsatdiki, yuqori aniqlik har doim ham amaliy ishonchlilikni kafolatlamaydi. Real sharoitdagi shovqin, yorug‘lik o‘zgarishi va past sifatli tasvirlar algoritm samaradorligini pasaytiradi. Ayniqsa tibbiy va xavfsizlik tizimlarida modelning noto‘g‘ri tasnifi jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkinligi muhokama qilindi. Shu sababli faqat accuracy emas, balki precision, recall va F1-score kabi kompleks metrikalarga tayanish zarurligi tasdiqlandi.

Muhokama jarayonida yana bir muhim jihat model interpretatsiyasi muammosi ekanligi aniqlandi. Chuqur neyron tarmoqlar yuqori natija bersada, ularning qaror qabul qilish mexanizmi ko‘pincha tushunarsiz bo‘lib qolmoqda. Bu esa tibbiyot, huquqiy tizim va xavfsizlik sohalarida ularning keng joriy etilishini cheklaydi. Explainable AI yondashuvlari bu muammoni qisman hal qilsada, to‘liq shaffoflikka hali erishilmagan.

Tasvirlarni qayta ishlash fani zamonaviy ilm-fan va raqamli texnologiyalar kesishgan eng muhim yo‘nalishlardan biri sifatida shakllanib, klassik algoritmik yondashuvlardan chuqur o‘rganishga asoslangan intellektual tizimlarga o‘tish jarayonini boshdan kechirmoqda. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy CNN, GAN va Vision Transformer modellar tasvirlarni aniqlash, segmentatsiya qilish va yaxshilashda yuqori natijalarni ta‘minlasada, ularning amaliy qo‘llanilishida ma‘lumot sifati, interpretatsiya muammosi va resurs cheklovlari hali ham asosiy to‘siq bo‘lib qolmoqda.

Umumiy ilmiy xulosa sifatida aytish mumkinki, tasvirlarni qayta ishlash samaradorligi faqat algoritm murakkabligiga emas, balki sifatli ma‘lumotlar bazasi, modelning tushuntiriluvchanligi va real muhitga moslashuvchanligiga ham bevosita bog‘liqdir. Shu bois kelgusidagi tadqiqotlar nafaqat aniqlikni oshirishga, balki shaffof, resurs tejankor va multimodal integratsiyalashgan tizimlarni yaratishga qaratilishi lozim.

O‘zbekiston sharoitida ushbu yo‘nalishni rivojlantirish qishloq xo‘jaligi, tibbiyot va xavfsizlik sohalarida raqamli transformatsiyani jadallashtirishga xizmat qiladi hamda milliy ilmiy salohiyatni xalqaro darajaga olib chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Russakovsky O. et al. *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge*. International Journal of Computer Vision, 2015.
2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. *Deep Residual Learning for Image Recognition*. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016.
3. O‘rozov A.A., Abdullayev Sh.R. *Raqamli tasvirlarni qayta ishlash asoslari*. Toshkent: Toshkent axborot texnologiyalari universiteti nashriyoti, 2021.
4. Karimov M.M. *Kompyuter ko‘rishi va sun‘iy intellekt asoslari*. Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy jurnali, 2022. №4, 12–19-betlar.
5. Axmedov B.B., Xolmatov D.D. *Tibbiy tasvirlarni qayta ishlashda neyron tarmoqlarning qo‘llanilishi*. “Axborot texnologiyalari va boshqaruv” jurnali, 2023. №2, 33–41-betlar.
6. Yusupov S.S. *Qishloq xo‘jaligida masofadan zondlash tasvirlarini tahlil qilish usullari*. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi ilmiy ishlari, 2022. №3, 58–66-betlar.