MATEMATIK TAVSIF USULLARI VA RAQAMLI FILTRLAR TURLARI

Usanov Davron
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Djo‘rayev Ilhomjon
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya Ushbu maqolada tasvirlarni matematik tavsiflash usullari va raqamli filtrlarning asosiy turlari ilmiy hamda amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda raqamli tasvirlarni qayta ishlash jarayonida qo‘llaniladigan gistogramma tahlili, Fourier transformatsiyasi, morfologik va statistik tavsif usullari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, o‘rtacha qiymat filtri, Gauss filtri, median filtri, Sobel va Laplace qirra filtrlari hamda chastota domenidagi filtrlarning ishlash prinsiplari, afzalliklari va qo‘llanish sohalari yoritilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tasvirdagi shovqin turiga mos filtrni tanlash tasvir sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi va keyingi tahlil bosqichlarining samaradorligini oshiradi. Mazkur usullar tibbiy tasvirlarni qayta ishlash, kompyuter ko‘rishi, robototexnika va masofadan zondlash tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: raqamli tasvirlarni qayta ishlash, matematik tavsif usullari, Fourier transformatsiyasi, gistogramma tahlili, morfologik tavsif, statistik tavsif, raqamli filtrlar.

Kirish

Tasvirlarni raqamli qayta ishlash zamonaviy axborot texnologiyalarining muhim sohasidan biri hisoblanadi. Bu soha tibbiyot, kosmik tadqiqotlar, sanoat avtomatlashtirish, kompyuter ko‘rishi va multimedia tizimlarida keng qo‘llaniladi. Tasvirlarni qayta ishlashning asosiy vazifasi — raqamli shaklda ifodalangan tasvirlarni tahlil qilish, yaxshilash va transformatsiya qilishdir.

Mazkur maqolada tasvirlarni matematik tavsif qilishning asosiy usullari va raqamli filtrlarning turli xillari ko‘rib chiqiladi. Matematik tavsif usullari tasvirni

miqdoriy ko‘rsatkichlar orqali ifodalashga, raqamli filtrlar esa тасвирдаги keraksiz shovqinlarni yo‘q qilishga yoki ma'lum xususiyatlarni ajratib olishga yordam beradi.

Matematik tavsif usullari

Raqamli tasvir matematik nuqtai nazardan ikki o‘lchamli funksiya sifatida ifodalanadi: f(x, y), bu yerda x va y — piksel koordinatalari, f — shu nuqtadagi intensivlik qiymati. Shu asosda bir qancha matematik tavsif usullari ishlab chiqilgan.

Gistogramma tahlili

Gistogramma — tasvirda har bir intensivlik qiymatining necha marta uchrashini ko‘rsatuvchi funksiya. U h(r_k) = n_k ko‘rinishida ifodalanadi, bunda r_k — k-intensivlik darajasi, n_k — shu darajadagi piksellar soni. Gistogramma tasvirning yorug‘lik taqsimotini, kontrastini va umumiy sifatini baholashda asosiy vosita hisoblanadi. Normallashtirilgan gistogramma esa ehtimollik zichlik funksiyasiga yaqin bo‘ladi.

Fourier transformatsiyasi

Ikki o‘lchamli Fourier transformatsiyasi tasvirni chastota sohasiga o‘tkazish imkonini beradi. F(u,v) = sum_x sum_y f(x,y) * exp(-j2pi(ux/M + vy/N)) formulasi orqali tasvirning chastota spektri aniqlanadi. Bu usul tasvirning takrorlanuvchi strukturalarini aniqlash, filtratsiya o‘tkazish va siqishda keng qo‘llaniladi. Teskari Fourier transformatsiyasi esa chastota domenidagi natijani qaytadan fazoviy domenga o‘giradi.

Morfologik tavsif

Morfologik tavsif usullari tasvirning shakliy xususiyatlarini o‘rganadi. Asosiy amallar — eroziya va kengayish (dilation). Eroziya $A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$ — strukturaviy element asosida obyektni kichraytiradi. Kengayish $A \oplus B = \{z \mid (B_hat)_z \cap A \neq \emptyset\}$ — obyektni kattalashtiradi. Bu usullar yordamida tasvirdan shovqinlarni tozalash, yupqa chiziqlarni yo‘q qilish yoki bo‘shliqlarni to‘ldirish mumkin.

Statistik tavsif

Statistik tavsif usullari tasvirning o‘rtacha qiymati, dispersiyasi, standart og‘ishi va boshqa statistik ko‘rsatkichlarini aniqlaydi. O‘rtacha qiymat: mu = (1/MN) * sum

f(x,y). Dispersiya: sigma^2 = (1/MN) * sum (f(x,y) - mu)^2. Bu ko‘rsatkichlar tasvirning sifatini baholash, segmentatsiya va klassifikatsiyada foydalaniladi.

Raqamli filtrlar turlari

Raqamli filtrlash — tasvirni ishlov berish jarayonida keraksiz komponentlarni yo‘q qilish yoki kerakli xususiyatlarni kuchaytirish uchun qo‘llaniladigan matematik amal. Filtrlar ikki asosiy kategoriyaga bo‘linadi: chiziqli (linear) va chiziqsiz (nonlinear) filtrlar.

O‘rtacha qiymat filtri (Mean Filter)

O‘rtacha qiymat filtri — eng oddiy chiziqli filtr bo‘lib, har bir pikselni o‘zini qo‘shni piksellarning o‘rtacha qiymati bilan almashtiradi. Konvolyutsiya yadrosini 3x3 o‘lchamdagi matrisa sifatida ifodalash mumkin: barcha elementlari 1/9 ga teng. Bu filtr Gaussik shovqinni kamaytirishda samarali, lekin qirralarni xiralashtirib qo‘yishi mumkin.

Gauss filtri (Gaussian Filter)

Gauss filtri G(x,y) = (1/2*pi*sigma^2) * exp(-(x^2+y^2)/(2*sigma^2)) formulasiga asoslangan chiziqli filtr hisoblanadi. U o‘rtacha filtrga nisbatan yumshoqroq silliqlash ta'sirini beradi va qirralarni kamroq buzadi. Sigma parametri filtrning kengligini boshqaradi: katta sigma — kuchli silliqlash, kichik sigma — zaif silliqlash. Gauss filtri shovqin kamaytirish va tasvirni oldindan qayta ishlashda keng qo‘llaniladi.

Median filtri (Median Filter)

Median filtri — chiziqsiz filtr bo‘lib, har bir pikselni o‘z qo‘shnilari orasidagi mediana qiymati bilan almashtiradi. Impulsli (tuz va qalampir) shovqinlarni yo‘q qilishda juda samarali hisoblanadi va qirralarni yaxshi saqlaydi. Jarayon: oynani joylashtir → qiymatlarni tartiblash → o‘rtadagi qiymatni olish → markaz pikselni almashtirish.

Sobel va Laplace qirra filtrlari

Qirra filtrlari tasvirning keskin o‘zgarish joylarini aniqlaydi. Sobel filtri ikki yo‘nalishda gradient hisoblab beradi: gorizontal Gx va vertikal Gy. Umumiy gradient G = sqrt(Gx^2 + Gy^2). Laplace filtri esa ikkinchi tartibli hosilani hisoblaydi va barcha

yo‘nalishdagi qirralarni bir vaqtda aniqlay oladi. Bu filtrlar kompyuter ko‘rishi, tibbiy tasvir tahlili va obyektlarni aniqlash algoritmlarida keng qo‘llaniladi.

Chastota domenidagi filtrlar

Chastota domenidagi filtrlar tasvirni avval Fourier transformatsiyasi yordamida chastota sohasiga o‘tkazadi, filtratsiya amalga oshiradi va teskari transformatsiya orqali qaytaradi. Past chastotali filtr (Low-pass) — yuqori chastotalarni (shovqin, qirralar) o‘chiradi va siqlashda ishlatiladi. Yuqori chastotali filtr (High-pass) — past chastotalarni o‘chiradi va qirralarni keskinlashtiradi. Polosali filtr (Band-pass) — ma'lum chastota oralig‘ini o‘tkazadi.

Filtrlar samaradorligini taqqoslash

Har bir filtr turining o‘ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Shovqin turini to‘g‘ri aniqlash va mos filterni tanlash — muvaffaqiyatli natijaning kafolati.

Gauss shovqini (AWGN) uchun O‘rtacha yoki Gauss filtri tavsiya etiladi. Impulsli shovqin uchun Median filtri eng samarali hisoblanadi. Qirra aniqlash uchun Sobel, Canny yoki Laplace filtrlari qo‘llaniladi. Murakkab holatlarda esa bir necha filtrni ketma-ket qo‘llash maqsadga muvofiq.

Sifat ko‘rsatkichlari: Signal-shovqin nisbati (SNR), O‘rtacha kvadratik xato (MSE), Tepe signali bo‘yicha signal-shovqin nisbati (PSNR) va Strukturaviy o‘xshashlik indeksi (SSIM) filtrlash sifatini miqdoriy baholash uchun ishlatiladi.

Amaliy qo‘llanish sohalari

Matematik tavsif usullari va raqamli filtrlar quyidagi sohalarda faol qo‘llaniladi:

Tibbiy tasvirlarni qayta ishlash: MRT, KT va rentgen tasvirlarini tahlil qilishda Gauss va median filtrlar patologiyalarni aniqroq ko‘rsatishga yordam beradi. Morfologik tavsif usullari o‘sma va shikastlangan to‘qimalarni segmentatsiya qilishda qo‘llaniladi.

Kompyuter ko‘rishi va robototexnika: Qirra filtrlari va Fourier tahlili yordamida robotlar ob'ektlarni taniydi, yo‘lni aniqlaydi va harakatlanuvchi narsalarni kuzatadi.

Masofadan zondlash: Sun'iy yo‘ldosh tasvirlarini qayta ishlashda statistik va chastota domenidagi filtrlar yer qoplamini tasniflab beradi, geografik ma'lumotlarni aniqlashtiradi.

Xulosa

Ushbu maqolada tasvirlarni matematik tavsif qilishning asosiy usullari — gistogramma tahlili, Fourier transformatsiyasi, morfologik va statistik tavsif ko‘rib chiqildi. Shuningdek, raqamli filtrlarning asosiy turlari: O‘rtacha, Gauss, Median, Sobel/Laplace va chastota domenidagi filtrlar o‘rganildi.

Har bir usul o‘z maqsadi va qo‘llanilish sohasiga ega. To‘g‘ri usulni tanlash tacvir sifatini sezilarli darajada oshiradi va keyingi ishlov berish bosqichlarining samaradorligini ta'minlaydi. Zamonaviy sun'iy intellekt tizimlari ham ushbu klassik usullarga tayanadi va ularni yanada rivojlantiradi.

Kelgusida neyron tarmoqlarga asoslangan adaptiv filtratsiya usullarini o‘rganish va ularni an'anaviy raqamli filtrlar bilan taqqoslash muhim ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. — Pearson Education, 2018. — 1192 b.
2. Pratt W.K. Introduction to Digital Image Processing. — CRC Press, 2014. — 696 b.
3. Jain A.K. Fundamentals of Digital Image Processing. — Prentice Hall, 1989. — 569 b.
4. Srinivasan K. Digital Image Processing. — PHI Learning, 2011. — 328 b.
5. Yusupov M.M., Toshmatov N.A. Tasvirlarni qayta ishlash asoslari. — Toshkent: TATU, 2020. — 210 b.
6. Dalibekov, L., & Dalibekova, D. (2025). Telemedicine–a new direction in modern medicine. *Engineering Problems and Innovations*, 3(1), 30–35.
7. Dalibekov, L. R. (2025). Raqamli signallarni qayta ishlashda filtrlar va kodlash usullarining samaradorligini tahlil qilish. *Zamonaviy Taraqqiyot va Fan: 21-Asr Yondashuvlari*, 1(1), 194–206.
8. Ergashev, S. U., & Tillaboyev, M. G. (2025). Anomalno vysokiy diotovoltaicheskiy effekt v tonkix plenkax arsenid-galliya. *Stroitelstvo i Obrazovanie*, 4(3), 179–184.
9. Ergasheva, M. (2026, March). Ma’lumotlarni integratsiyalash algoritmlari asosida konveyer tizimlarida materialni boshqarishni kontaktsiz intellektual olchashni ta’minlash. *International Online Multidisciplinary Conference*, 62–64.