

Рис.1. Изменение концентрации вредных частиц со временем: при направлении ветра а) 40° и б) 86° , $u=8$ м/с, $v=4$ м/с, $w=0,8$ м/с

Из результатов анализа временной динамики распространения загрязняющих веществ следует, что с течением времени загрязнители активно рассеиваются и зона их распространения значительно увеличивается. Влияние направления ветра на распределение загрязнений особенно заметно, при этом изменения концентрации и формы зоны загрязнения во времени показывают, как турбулентность и вертикальные потоки воздуха способствуют более быстрому рассеиванию частиц. Эти наблюдения подчеркивают важность учета метеорологических условий при моделировании и прогнозировании воздействия промышленных выбросов на атмосферу.

Разработанная математическая модель и численный алгоритм представляют собой эффективные инструменты для анализа и прогнозирования распространения загрязнителей в атмосфере. Эти инструменты учитывают различные факторы, такие как взаимодействие загрязняющих веществ с растительностью, изменения атмосферных условий и турбулентности, что позволяет детализированно моделировать динамику загрязнений. Полученные результаты помогают формировать научную основу для разработки новых подходов к управлению экологическими рисками, связанными с промышленными выбросами, и способствуют оптимизации размещения промышленных объектов в регионе, предотвращая экологические и чрезвычайные ситуации.

Список литературы

1. Михайлюта С.В., Леженин А.А., Тасейко О.В., Битехтина М.А. Экологическая индустрия: ветровые потоки в городской застройке Красноярска // Инженерная экология. 2012. №3. С. 26-37.
2. Локощенко, М.А., Еланский, Н.Ф., Трифанова, А.В. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в Москве // Экология человека Вестник Российской Академии естественных наук 2014 №1 с. 64-67
3. Равшанов Н., Таштемирова Н., Убайдуллаев М.Ш. Математическая модель для анализа динамики аэрозольных и пылевых частиц в воздушной среде // Информационные технологии моделирования и управления. – 2025. – No 1(139). – С. 29-41.
4. Таштемирова Н. Математическая модель и численный алгоритм для исследования процесса распространения пылевых и мелкодисперсных аэрозолей в атмосфере // Проблемы вычислительной и прикладной математики. –2025. –No1(63).– С. 57-76

RAQAMLI VIDEO TASVIRNI QAYTA ISHLASHGA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR TAHLILI

Xudayberdiyev Mirzaakbar Xakkulmirzayevich

Toshkent Axborot texnologiyalari universiteti professori, t.f.d.

mirzaakbarhh@gmail.com

To‘xtasinova Ra‘noxon G‘anijonovna

Toshkent davlat agrar universiteti

www.a30909978094@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola raqamli video tasvirlarni qayta ishlash - bu videolarning sifatini yaxshilash, tasvirlarni optimallashtirish va tahlil qilish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Maqolada zamonaviy texnologiyalar, xususan, sun‘iy intellekt va mashinaga o‘qitish asosidagi usullar,

shuningdek, videolarda shovqinlarni kamaytirish, tasvirni tiklash, rangni to'g'rilash va video siqishni takomillashtirish kabi yondashuvlar ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: Raqamli video, video tasvir, videoni siqish, video tasvirni formatlash, videoni dekodlash, videoni filtrlash, video stabilizatsiyasi, tasvirni optimallashtirish

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация: В статье рассматривается цифровая обработка видеоизображений - процессы улучшения качества видео, оптимизации изображений и их анализа. В статье рассматриваются современные технологии, в частности методы, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, а также такие подходы, как снижение шума в видео, восстановление изображений, цветокоррекция и улучшение сжатия видео.

Ключевые слова: Цифровое видео, видеоизображение, сжатие видео, форматирование видеоизображения, декодирование видео, фильтрация видео, стабилизация видео, оптимизация изображения

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO DIGITAL VIDEO IMAGE PROCESSING

Abstract: This article covers the process of improving the quality of videos, optimizing and analyzing images. The article reviews modern technologies, in particular, methods based on artificial intelligence and machine learning, as well as approaches such as reducing noise in videos, image restoration, color correction and improving video compression.

Keywords: Digital video, video image, video compression, video image formatting, video decoding, video filtering, video stabilization, image optimization

Kirish. Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi va video kontentning kundalik hayotimizdagi roli tobora ortib bormoqda. Raqamli video tasvirlarni qayta ishlash, ayniqsa, video sifatini yaxshilash, tasvirlarni tahlil qilish va optimallashtirish masalalari ko'plab sohalarida, jumladan, telekommunikatsiya, tibbiyot, xavfsizlik, multimedia va sun'iy intellekt (AI) sohalarida katta ahamiyatga ega. Zamonaviy texnologiyalar, xususan, sun'iy intellekt, mashinani o'qitish va chuqur o'rganish (deep learning) usullari yordamida video tasvirlarni qayta ishlashda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Raqamli video tasvirlarni qayta ishlash jarayoni tasvirlarning sifatini yaxshilash, shovqinlarni kamaytirish, video kontentni siqish, tasvirni tiklash, rangni to'g'rilash va videolarda predmetlarni aniqlash kabi muhim vazifalarni o'z ichiga oladi. Bunday texnologiyalarning qo'llanilishi nafaqat ilmiy-tadqiqot ishlarida, balki amaliy sohalarida ham samarali natijalar beradi. Masalan, tibbiyotda kasalliklarni aniqlashda, xavfsizlik sohasida yuzni aniqlash va kuzatish tizimlarida, shuningdek, multimedialarning interaktivligi va vizual imkoniyatlarini oshirishda raqamli video tasvirni qayta ishlashning roli ortib bormoqda.

Ushbu maqola raqamli video tasvirni qayta ishlashga oid zamonaviy yondashuvlar va metodlarni tahlil qilishga bag'ishlangan. Unda eng so'nggi ilmiy va texnologik yutuqlar, shu jumladan, chuqur o'rganish algoritmlarining qo'llanilishi, tasvirni aniqlash, tiklash va optimallashtirish metodlari batafsil ko'rib chiqiladi. Maqolada keltirilgan yondashuvlar nafaqat texnologik rivojlanishning dolzarb yo'nalishlarini, balki amaliy qo'llanishi va kelajakda raqamli video tasvirni qayta ishlash sohasidagi potensial imkoniyatlarni o'rganishga qaratilgan.

Metod va materiallar. Raqamli video tasvirni qayta ishlash (digital image processing) sohasida zamonaviy yondashuvlar texnologiyaning rivojlanishi, sun'iy intellekt (AI) va mashinani o'qitish (machine learning) metodlarining keng qo'llanilishi bilan ajralib turadi. Bu yondashuvlar

tasvirlarni yaxshilash, tahlil qilish, tanib olish va manipulyatsiya qilish jarayonlarini ancha samarali va avtomatlashtirilgan bo'ladi.

Tasvirga dastlabki ishlov berish - matematik va dasturiy usullardan foydalangan holda tasvirlardan ma'lumotlarni tahlil qilish, o'zgartirish va olish jarayoni bo'lib, zamonaviy yondashuvlar an'anaviy usullarini, mashinani o'qitish algoritmlarini va modellarini o'z ichiga oladi. Tasvirlarni qayta ishlashning zamonaviy yondashuvlari zamonaviy mashinani o'qitish texnologiyalariga, shu jumladan chuqur neyron tarmoqlarga asoslangan. Tasvirni qayta ishlashning klassik usullari pikseli ma'lumotlar bilan ishlaydigan algoritmlarga asoslanadi.

An'anaviy tasvirni qayta ishlash usullari matematik transformatsiyalar va pikseli ma'lumotlar bilan bevosita ishlashga asoslangan va quyidagicha turlarga bo'linadi:

Filtrlash: shovqinni olib tashlash uchun loyqalash (masalan, Gauss filtri);

Aniqlik va kontrastni oshiradi. Gauss filtrida shovqinni olib tashlash uchun loyqalash (filterlash) texnikasi mavjud bo'lib, shovqinni kamaytirish va tasvirni silliqlash uchun ishlatiladi. Gauss filtri tasvirni silliqlab, shovqinni bartaraf etadi, lekin shu bilan birga tasvirning nozik detallarini ham yoqotishi mumkin. Gauss filtri bilan ishlash uchun quyidagi usulni qo'llash mumkin:

- Gauss tarqatish funksiyasi: Gauss filtri o'z ichiga olgan funksiyaning asosiy usuli — bu tasvirni o'zgartirishda, ya'ni, har bir pikselni o'zgartirishda, ob'yekt atrofidagi piksel qiymatlarining tarqatilgan (yoki statistik) taqsimotidan foydalanish.

- Filtr: Gauss tarqatish funksiyasi (yoki Gauss taqsimoti) statistika normal taqsimot deb yuritiladi. Gauss tarqatish funksiyasining matematik ifodasi quyidagicha:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

bu yerda $G(x, y)$ — x qiymatning ehtimoliy y qiymatiga mos kelishi, y -o'rtacha qiymat, σ -standart og'ishi, $\exp$ -eksponensial funktsiya.

Gauss filtri:

1. Simmetrik bo'lishi: Gauss tarqalishi y (o'rtacha qiymat) atrofida simmetrik bo'ladi, ya'ni o'rtacha qiymatga qarshi bo'lgan qiymatlar bir xil ehtimollikka ega;

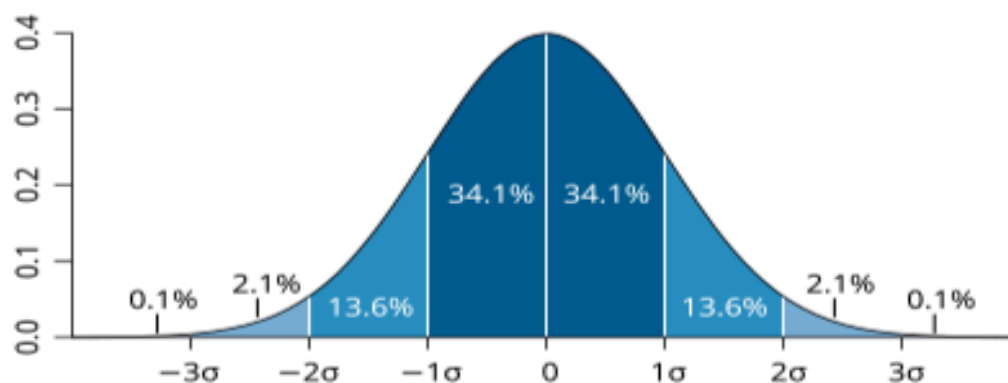
2. Kenglik: σ qiymatlari bilan tarqalishi;

3. Ehtimollikni zichligi: y atrofida.

Tasvirni silliqlashda Gauss filtri muhim o'rin egallaydi (2).

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \\ \frac{2}{16} & \frac{4}{16} & \frac{2}{16} \\ \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \end{bmatrix} \quad (2)$$

1-rasm. Gauss filtri



Chegaralarni aniqlash: tasvirning chegaralarini aniqlash uchun Canny, Sobel, Laplac algoritmlaridan foydalaniladi. Tasvirning chegaralarini aniqlash uchun **Canny**, **Sobel** va **Laplacian** algoritmlari tasvirni tahlil qilishda eng keng tarqalgan usullar hisoblanadi. Har bir algoritmi o'ziga xos xususiyatlarga ega va tasvir chegaralarini aniqlashda turli metodlar va amaliy masalalar ishlatiladi. Quyida har bir algoritmi haqida batafsil ma'lumot yuritiladi:

Canny algoritmi: Canny algoritmi eng aniq va kuchli chegara aniqlovchi algoritmlaridan biri hisoblanadi. Canny- tasvirdagi chetlarni aniqlashda bir nechta bosqichlardan foydalanadi. Algoritmi yuqori sifatli chegaralarni aniqlash va shovqinni kamaytirish uchun ideal hisoblanadi.

Canny algoritmining asosiy bosqichlari:

1.Shovqinni kamaytirish (Gaussians mooothing): Dastlab, tasvirga **Gauss filtri** qo'llaniladi, bu tasvirdagi shovqinni kamaytiradi va noaniq chetlarni bartaraf etadi.

2.Gradientni hisoblash (Sobel yoki Prewitt operatorlari): Tasvirning **x** va **y** yo'nalishlarida gradiyent hisoblanadi. Bu qadamda Sobel filtrlari ishlatiladi (yoki boshqa gradiyent operatorlari).

3.Chizilgan chegaralarning yupqalashishi (Non-Maximum Suppression): Gradient magnitudasi va yo'nalishiga qarab, faqat eng yuqori qiymatga ega bo'lgan nuqtalar qoldiriladi, qolganlari esa yo'q qilinadi.

4.Ikkilamchi chegaralarni belgilash (Ikki darajali thresholding): Chiziqlarni kuchli va zaif chegaralar sifatida tasniflash. Zaif chegara faqat kuchli chegara bilan bog'langan bo'lsa saqlanadi.

5.Chegara bog'lanishi (Hysteresis thresholding): Zaif chegaralarni faqat kuchli chegaralar bilan bog'langan bo'lsa qabul qiladi.

Canny algoritmining xususiyatlari:

- **Aniqlik va noaniqlikni kamaytirish:** Canny algoritmi yuqori aniqlikdagi chegara aniqlashni ta'minlaydi va shovqinni kamaytiradi.

- **Kuchli chegarani aniqlash:** Ikki darajali thresholding yordamida kuchli va zaif chegaralar aniq ajratiladi.

- **Kompyuter resurslarini talab qilishi:** Canny algoritmi ko'proq hisoblash resurslarini talab qiladi, ammo yuqori sifatli natijalar beradi.

Sobel algoritmi: Sobel operatori tasvirdagi chetlarni aniqlash uchun eng oddiy va tez ishlaydigan algoritmlardan biridir. Bu metod tasvirning **yassi** va **vertikal** yo'nalishidagi gradientlarni hisoblash orqali chegaralarni aniqlaydi.

Sobel algoritmining ishlash usuli: Sobel operatori tasvirni ikkita filtr bilan konvolutsiya qilish orqali gradientlarni hisoblaydi:

$$\text{Gorizontal Sobel filtri } (G_x): \quad G_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\text{Vertikal Sobel filtri } (G_y): \quad G_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Sobel filtrlari tasvirning **x** va **y** yo'nalishidagi gradientlarni hisoblaydi, ya'ni tasvirda vertikal va gorizontal chetlarni aniqlaydi.

Sobel algoritmining xususiyatlari:

- **Yuqori tezlikda ishlash:** Sobel operatori oddiy va tez ishlaydi, shuning uchun real vaqtda ishlash uchun mos keladi.

- **Yo'nalishlarni aniqlash:** Gorizontal va vertikal yo'nalishlarda chegaralarni aniqlashda yaxshi ishlaydi.

• **Shovqinga sezgirlik:** Sobel algoritmi tasvirdagi shovqinlarga sezgir bo‘lib, shovqinni bartaraf qilish uchun alohida bosqich (masalan, Gaussian smoothing) kerak bo‘lishi mumkin.

Laplac Algoritmi: Laplac operatori tasvirda ikkinchi tartibli derivativni hisoblaydi, ya’ni tasvirning **tezlik bilan o‘zgarishini** aniqlaydi. Laplac yordamida chegara aniqlashda ikkinchi darajali derivativ bilan intensivlikning tez o‘zgarishi qidiriladi.

Laplac algoritmining ishlashi:

Laplac tasvirda intensivlikning tez o‘zgarishini (tezlikni) aniqlaydi, bu odatda tasvir chegaralari bilan bog‘liq. Eng keng tarqalgan Laplac filtri - **Laplacian of Gaussian (LoG)** filtri, u birinchi navbatda tasvirni **Gauss bilan silliqaydi** va keyin **Laplac filtrini** qo‘llaydi.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Laplas filtri:

Laplac filtri algoritmining xususiyatlari:

• **Ikkinchi tartibli derivativ:** Laplac filtri tasvirdagi intensivlikning ikkinchi darajali o‘zgarishini aniqlaydi va shuning uchun yuqori o‘zgarishlar bilan chegarani aniqlaydi.

• **Yo‘nalishsiz:** Laplac operatori yo‘nalishga sezgir emas, ya’ni u barcha yo‘nalishlardagi chegara nuqtalarini aniqlaydi.

• **Shovqinga sezgirlik:** Laplac operatori o‘zining sezgirligi sababli tasvirdagi shovqinlar tufayli noto‘g‘ri chegaralar yaratishi mumkin.

Umumiy Taqqoslash:

• **Canny:** Eng aniq va to‘liq chegarani aniqlash algoritmidir va shovqinni kamaytirish va aniq chegara aniqlash uchun mukammaldir.

• **Sobel:** Oddiy va tez ishlaydigan algoritm, lekin shovqinga sezgir va noaniq chegaralar chiqarishi mumkin.

• **Laplac filtri:** Ikkinchi darajali derivativni hisoblab, tez o‘zgarishni aniqlaydi, lekin yo‘nalishsiz va shovqinga sezgir bo‘lishi mumkin.

Har bir algoritm o‘zining afzalliklari va kamchiliklariga ega, shuning uchun ularni tasvirning turiga va qo‘llash maqsadiga qarab tanlash lozim.

Tasvir segmentatsiyasi:

Eshik usuli: piksellarni yorqinlik sinflariga bo‘lishdir va bu tasvirni qayta ishlashda piksellarni turli darajalarga ajratish jarayonidir. Bu usulda piksellarni ayrim yorqinlik sinflariga (porogi) bo‘lish orqali tasvirni osonlashtirish yoki ob’yektlarni ajratish mumkin. Eshik usuli tasvirni faqat ikkita qismga bo‘lish uchun (odatda, oq va qora) ishlatilsa-da, ba’zan rangli yoki ko‘p qatlamli tasvirlar uchun ham kengaytiriladi: yorqinlik darajasini tanlash uchun porog qo‘llash lozim. Eshik usuli yordamida tasvirni piksellarni yorqinlik sinflariga bo‘lish uchun asosan quyidagi formulalar ishlatiladi:

1. Oddiy Thresholding (Бинаризация)

$$I(x, y) = \begin{cases} T, & \text{agar } I(x, y) \geq T \\ 0, & \text{agar } I(x, y) < T \end{cases} \quad (6)$$

Bu yerda, $I(x, y)$ -tasvirdagi (x, y) piksel koordinatasi, T -porog (eshik qiymati)

1. Porog ko‘p (Bir nechta sinfga bo‘lish)

Agar pikselni bir nechta sinfga bo‘lish kerak bo‘lsa, porog quyidagicha bo‘ladi:

$$I(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{agar } I(x, y) < T_1 \\ T_2, & \text{agar } T_1 \leq I(x, y) < T_2 \\ T_3, & \text{agar } I(x, y) \geq T_2 \end{cases} \quad (7)$$

bu yerda, T_1, T_2 -bo‘sa‘a qiymati, $T_1 \leq I(x, y) < T_2$ oraliqdagi piksellar o‘rtacha bo‘ladi, yoki boshqa oraliqqa tegishli bo‘ladi.

2. Adaptiv chegara:

$$I(x, y) = \begin{cases} T(x, y), & \text{agar } I(x, y) \geq T(x, y), \\ 0, & \text{agar } I(x, y) < T(x, y). \end{cases}, \quad (8)$$

bu yerda $T(x, y)$ tasvirning (x, y) nuqtasi uchun lokal tasviridir.

Suv havzasi usuli bu murakkab ob'yektlarning segmentatsiyasidir.

Gistogramma va uning o'zgarishi: kontrastni yaxshilash uchun gistogrammadan foydalaniladi.

Ushbu usullar tasvirni oldindan qayta ishlash va tahlil qilish uchun foydalidir, lekin ular murakkab ob'yektlarni tushunishda cheklangandir. Tasvirni qayta ishlagandan so'ng uni tahlil qilinadi, bunda mashinaga o'qitish usullaridan foydalaniladi.

Xulosa. Raqamli tasvirni qayta ishlash sohasida zamonaviy yondashuvlar sun'iy intellekt (AI), mashinaga o'qitishi va kuchli hisoblash resurslariga asoslangan. Ushbu texnologiyalar tasvirlarni yaxshilash, tahlil qilish va ularni avtomatik ravishda tushunish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Bu esa tibbiyot, avtomobilsozlik, xavfsizlik, multimedia va boshqa sohalarda katta o'zgarishlarni keltirib chiqarmoqda. Zamonaviy raqamli video tasvirni qayta ishlash texnologiyalari so'nggi yillarda katta rivojlanish bosqichidan o'tdi. Bugungi kunda sun'iy intellekt, chuqur o'rganish (deep learning), va mashinaga o'qitish kabi ilg'or metodlar yordamida video tahlil qilish jarayonlari sezilarli darajada aniq va samarali bo'ldi. Bu metodlar yordamida video tasvirlarni yaxshilash, shovqinni kamaytirish, harakatlarni aniqlash, ob'yektlarni tanib olish va o'zgarishlarni kuzatish kabi vazifalar osonlashdi. Zamonaviy yondashuvlar, ayniqsa, videolarni real vaqtda qayta ishlash imkoniyatlarini yaratgan. Bu esa xavfsizlik, tibbiyot, sport va marketing kabi sohalarda amaliy qo'llanilmoqda. Masalan, xavfsizlik tizimlarida video monitoring va tahlil qilish orqali jinoiy xatti-harakatlarni aniqlash va oldini olishda qo'llanilmoqda. Tibbiyotda esa, video tasvirlar yordamida kasalliklarni aniqlash va diagnostika qilishning samaradorligi oshmoqda.

Natijada, raqamli video tasvirni qayta ishlashga zamonaviy yondashuvlar nafaqat texnologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy sohalarda ham keng imkoniyatlarni yaratmoqda. Shu bilan birga, bu texnologiyalarning joriy etilishida axborot xavfsizligi, maxfiylik masalalar muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular doimo nazorat qilinishi kerak.

Adabiyotlar ro'yxati

1. В.В.Старовойтов, Ю.И.Голуб, Цифровые изображения: От получения до обработки, Минск, 2014.
2. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). Digital Image Processing (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
3. Jain, A. K. (1989). Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall.
4. Russ, J. C. (2011). The Image Processing Handbook (6th ed.). CRC Press.
5. Zhang, Z., & Li, X. (2014). Video Processing and Communications. Prentice Hall.
6. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 770–778.
7. Hussain, A., & Lee, H. (2019). Advances in Video Processing: From Algorithms to Applications. Springer.
8. Szeliski, R. (2010). Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer.
9. Yuan, J., & Shang, H. (2017). Video Analysis and Processing: A Review of Current Techniques. International Journal of Computer Applications, 162(5), 13–20.