



VIDEO TASVIR SIFATINI YAXSHILASH JARAYONIDA SEGMENTATSIYA JARAYONINING O'RNI

R.D.Nortoyeva¹, S.S.Beknazarova²

^{1,2} Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU doktoranti, Toshkent, O'zbekiston

¹ E-mail: oripjonovadurdona@gmail.com

ORCID: 0009-0007-2586-6379

² E-mail: saida.beknazarova@gmail.com,

ORCID: 0000-0001-7708-7616

Annotatsiya: Ushbu maqolada video tasvir sifatini yaxshilash jarayonida segmentatsiya bosqichining ahamiyati va funksional roli yoritib beriladi. Segmentatsiya video kadrlarni semantik yoki strukturaviy qismlarga ajratish orqali tasvirni qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish imkonini beradi. Maqolada segmentatsiyaning asosiy turlari, ularning video sifati ko'rsatkichlariga ta'siri hamda real vaqt rejimida ishlov berish tizimlarida qo'llanilishi tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: video tasvir, sifatni yaxshilash, segmentatsiya, real vaqt, tasvirni qayta ishlash, sun'iy intellekt.

Аннотация: В данной статье рассматривается роль процесса сегментации в улучшении качества видеоизображений. Сегментация позволяет разделять видеокдры на семантические и структурные области, что обеспечивает более эффективную обработку изображения. Проанализированы основные методы сегментации, их влияние на показатели качества видео, а также возможности применения в системах обработки видео в реальном времени.

Ключевые слова: видеоизображение, улучшение качества, сегментация, обработка изображений, реальное время, искусственный интеллект.

Abstract: This article examines the role of the segmentation process in video image quality enhancement. Segmentation enables video frames to be divided into semantic and structural regions, allowing more efficient image processing. The main segmentation methods, their impact on video quality metrics, and their application in real-time video processing systems are analyzed.

Keywords: video image, quality enhancement, segmentation, image processing, real-time processing, artificial intelligence.

Kirish. Zamonaviy multimedia tizimlarida video tasvir sifati muhim texnik va estetik ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Video sifati yoritilish, ranglar aniqligi, shovqin darajasi, kontrast va tafsilotlarning saqlanishi kabi omillar bilan belgilanadi. Ushbu ko'rsatkichlarni yaxshilashda tasvirni qayta ishlashning turli algoritmlari qo'llaniladi. Shular orasida segmentatsiya jarayoni alohida o'rin tutadi, chunki u tasvirni mazmuniy qismlarga ajratish orqali keyingi ishlov berish bosqichlarini samaraliroq amalga oshirishga imkon yaratadi.





Segmentatsiya tushunchasi va mohiyati. Segmentatsiya - bu video yoki tasvir kadrini o'zaro o'xshash xususiyatlarga ega bo'lgan hududlarga ajratish jarayonidir. Ushbu xususiyatlar rang, yorqinlik, tekstura, harakat yoki semantik belgilarga asoslanishi mumkin. Video segmentatsiyasi kadrlararo bog'liqlikni hisobga olgan holda amalga oshiriladi va bu uni statik tasvir segmentatsiyasidan farqlaydi.

Segmentatsiyaning asosiy maqsadi - tasvirdagi muhim obyektlarni fon elementlaridan ajratib olish va ularni alohida qayta ishlash imkoniyatini yaratishdir.

Video tasvir sifatini yaxshilashda segmentatsiyaning roli

1. Shovqinni kamaytirishda

Segmentatsiya yordamida shovqin asosan fon hududlarda aniqlanadi va obyektlarga zarar yetkazmagan holda filtrlash amalga oshiriladi. Masalan, fon segmentlariga kuchliroq silliqlash filtrlari qo'llanilib, asosiy obyektlar segmenti detallarini saqlab qolish mumkin.

2. Rang va kontrastni optimallashtirishda

Segmentatsiya tasvirni semantik hududlarga ajratgani sababli, har bir segment uchun mos rang tuzatish va kontrastni oshirish algoritmlarini qo'llash mumkin. Bu esa umumiy video sifatining vizual jihatdan sezilarli darajada yaxshilanishiga olib keladi.

3. Aniqlik va tafsilotlarni oshirishda

Muhim obyektlar segmentatsiya orqali aniqlanib, faqat shu hududlarga keskinlashtirish (sharpening) yoki super-rezolyutsiya algoritmlari tatbiq etiladi. Natijada hisoblash resurslari tejaladi va sifat oshadi.

4. Real vaqt rejimidagi ishlov berishda

Real vaqt video tizimlarida barcha kadrda bir xil ishlov berish katta hisoblash yukini talab qiladi. Segmentatsiya esa faqat muhim hududlarga ishlov berish imkonini berib, tizimning tezkorligini oshiradi. Bu ayniqsa videokuzatuv, televideniye va onlayn translatziyalar uchun muhimdir.

Segmentatsiya usullari va ularning qo'llanilishi. Video sifatini yaxshilash jarayonida quyidagi segmentatsiya usullari keng qo'llaniladi:

- Threshold asosidagi segmentatsiya – yorqinlik farqlariga asoslanadi;
- Klasterlash algoritmlari (K-means, Mean Shift) – rang va fazoviy o'xshashlikka tayangan holda;
- Harakatga asoslangan segmentatsiya – obyektlarning kadrlararo harakati asosida;
- Chuqur o'rganishga asoslangan segmentatsiya (CNN, U-Net, Mask R-CNN) – semantik va instans segmentatsiyasi uchun.

Ayniqsa chuqur o'rganish metodlari murakkab sahnalarda yuqori aniqlikdagi segmentatsiyani ta'minlab, video sifatini yaxshilash algoritmlarining samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda.

Gistogramma tekislash. Histogramma tenglashtirish usuli tasvirni yanada yorqin va kontrastli qilish uchun ishlatiladi. Bu usulning maqsadi tasvirning piksel qiymatlari (yorqinlik) tarqalishini tenglashtirishdir, shuning uchun tasvirning barcha qismlarida bir xil kontrast va yorqinlik bo'ladi.





Matematik Asoslar:

1. Tasvirning histogrammasi: Tasvirning har bir piksel qiymatining chastotasini hisoblash orqali tasvirning histogrammasi $h(x)$ olinadi, bu yerda x tasvirdagi piksel qiymatini, $h(x)$ esa uning chastotasini (qancha marta takrorlanishini) bildiradi.

2. Transformatsiya funksiyasi: Histogramma tenglashtirishda, tasvirning piksel qiymatlari quyidagi formulaga asosan o'zgartiriladi:

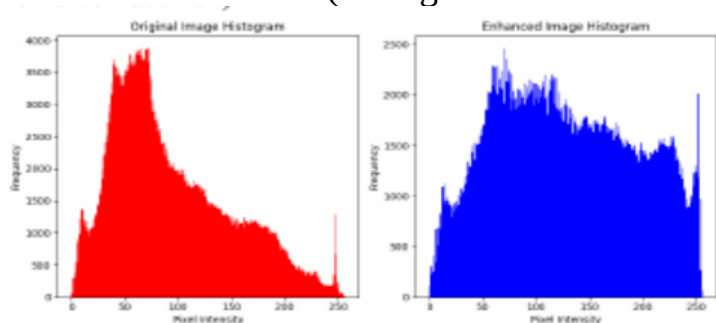
$$T(h(x)) = \frac{\sum_{i=0}^x h(i)}{N} \quad (1)$$

Bu yerda: $\sum_{i=0}^x h(i)$ - x qiymatigacha bo'lgan piksel qiymatlari summasi, N - tasvirdagi jami piksellar soni, $T(h(x))$ - yangi tasvirdagi piksel qiymatining transformatsiya qilingan qiymatini bildiradi.

Tenglashtirishning natijasi: Bu usul tasvirning piksel qiymatlarini yangi tarqatishga olib keladi, bu esa tasvirning kontrastini oshiradi. Yangi tasvirdagi piksel qiymatlari (yorqinlik) maksimal darajada taqsimlanadi.



1-rasm. Kontrastni oshirish (Gistogramma tekislash usulida)



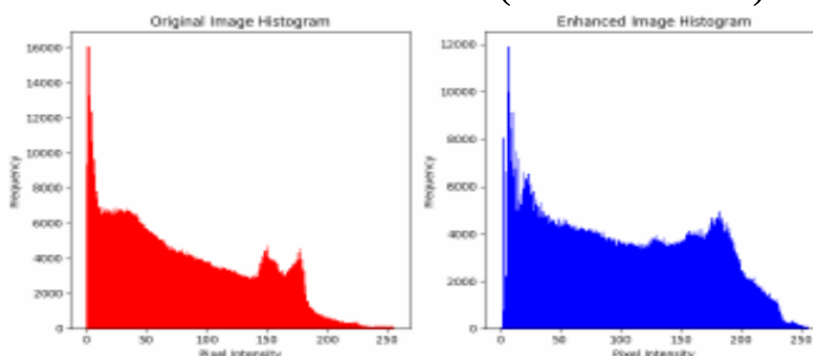
2-rasm Gistogramma (Gistogramma tekislash usulida)

Yorug'lik va qorong'i joylar o'rtasidagi farqni yanada aniqroq qilish orqali ularning vizual ta'siri va ravshanligini oshirishning Gistogramma tekislash usuli qo'llanilganda dastlabki rasmning (1-rasm) kontrasti 55 dan 65 gacha oshdi. Bu usul orqali kontrastni 10 gacha oshirishga erishildi.

CLAHE. Kontrastli cheklangan moslashuvchan gistogramma tekislash (CLAHE) va kontrastni cho'zish usullari ishda batafsil keltirilgan bo'lib, CLAHE adaptiv gistogramma tekislash variantidir. CLAHEda gistogrammani moslashtirish bo'yicha qo'shimcha qadam, ya'ni gistogrammani kesish qadami mavjud.



3-rasm. Kontrastni oshirish (CLAHE usulida)



4-rasm. Gistogramma (CLAHE usulida)

Yorug'lik va qorong'i joylar o'rtasidagi farqni yanada aniqroq qilish orqali ularning vizual ta'siri va ravshanligini oshirishning CLAHE usuli qo'llanilganda rasmning (3-rasm) kontrasti 58 dan 66 gacha oshdi. Bu usul orqali kontrastni 10 gacha oshirishga erishildi.

CLAHE - bu gistogramma tenglashtirishning moslashtirilgan versiyasi bo'lib, u tasvirning kichik qismlarida histogram tenglashtirishni amalga oshiradi, lekin kontrastni haddan tashqari oshirishni oldini olish uchun maxsus cheklovlar kiritadi.

Matematik Asoslar:

1. Tasvirni bloklarga bo'lish: Tasvirni kichik bloklarga (ya'ni, lokal maydonlarga) ajratish. Har bir blokda tasvirning lokal histogrammasi va transformatsiyasi alohida hisoblanadi. Blokdagi piksel qiymatlari $h_{local}(x)$ sifatida ifodalanadi.

2. Lokal histogram tenglashtirish: Har bir blokdagi histogram tenglashtirish quyidagi formulaga asosan amalga oshiriladi:

$$T_{local}(x) = \frac{\sum_{i=0}^x h_{local}(i)}{N_{local}} \quad (2)$$

bu yerda: $h_{local}(x)$ - blok ichidagi piksel qiymatlari histogrammasi, N_{local} - blokdagi jami piksellar soni.

3. Kontrast chegarasi (Contrast Limiting): CLAHE usulida, kontrastni haddan tashqari oshirishning oldini olish uchun kontrast chegarasini kiritish zarur. Bu chegarani c deb belgilaymiz va blok ichidagi histogramning maksimal qiymatini cheklash uchun quyidagi formula ishlatiladi:

$$h_{local}(x) = \min(h_{local}(x), c) \quad (3)$$

bu yerda c - maksimal ruxsat etilgan kontrastning chegarasi.





4. Birlashtirish: Har bir blokda histogram tenglashtirish amalga oshirilgandan so'ng, bloklar birlashtiriladi. Bu jarayon, tasvirdagi alohida qismlarda kontrastni oshirishga imkon beradi, lekin umumiy tasvirda tabiiy ko'rinishni saqlaydi.

5. Yorqinlik va to'yinganlikni tuzatish. Oddiy matematik operatsiyalar yordamida yorqinlik, kontrast va to'yinganlikni sozlash. Yorqinlikni tuzatish: har bir pikselning yorqinlik qiymatiga qo'shish yoki ayirish.

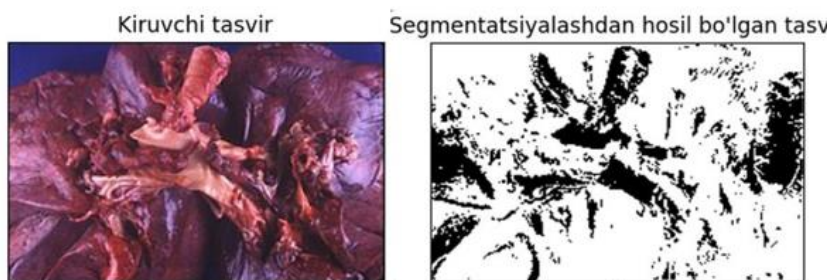
Tasvir ma'lumotni uzatish va qabul qilish vositasi sifatida o'zida ko'plab foydali ma'lumotlarni mujassam etadi. Bugungi kunda turli sohalarda ba'zi bir vazifalarni bajarish uchun tasvirni tushunish va undan ma'lumot olish talab qilinadi. Tasvirni tushunishni birinchi bosqichi tasvirni segmentlash bo'lib, u odatda tasvirni bir xil xususiyatga ega bo'lgan qismlarga ajratishda qo'llaniladi. Shuning uchun segmentatsiya tasvirni qayta ishlash va kompyuterli ko'rishni eng muhim qismlaridan biri hisoblanadi. Bundan tashqari, u tasvirni tahlil qilish va undagi obyekt belgilarini ajratib olish hamda tanib olish uchun asos ham hisoblanadi.

Quyida tasvirni segmentlashning keng tarqalgan ayrim algoritmlari haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, ularni qiyosiy tahlili amalga oshirilgan.

Thresholding (Chegaraviy ajratish): Thresholding tasvir piksel qiymatlarini oldindan belgilangan cheklovga asoslangan holda tasniflaydi. Matematik asosi: Agar $I(x,y)$ tasvir intensiteti bo'lsa, segmentlangan tasvir $S(x,y)$ quyidagicha aniqlanadi:

$$S(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{agar } I(x,y) > T \\ 0, & \text{aks holda} \end{cases} \quad (4)$$

bu yerda T - threshold qiymati.



5-rasm. Global bo'sag'aga asoslangan segmentlash algoritmi natijasi

Mean-Shift segmentlash algoritmi. Bu parametrik bo'lmagan klasterlash algoritmi bo'lib, unda ranglardagi o'xshashlik va fazoviy yaqinlik asosida tasvirdagi o'xshash piksellarni guruhlash amalga oshiriladi. Tasvirdagi har bir piksel ko'p o'lchovli belgilar fazosida nuqta sifatida ifodalanadi. Rangli tasvirlar uchun har bir piksel odatda rang qiymatlari (RGB yoki boshqa rang modellari) bilan ifodalanishi mumkin.

a) K-means klasterlash:

Tasvir piksellari intensivlik yoki rang fazosidagi o'xshashlikka qarab klasterlarga ajratiladi. Matematik asosi: K-means algoritmi tasvirdagi piksellarni k markaz atrofida quyidagi optimallik mezoniga binoan bo'lib chiqadi:



$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (5)$$

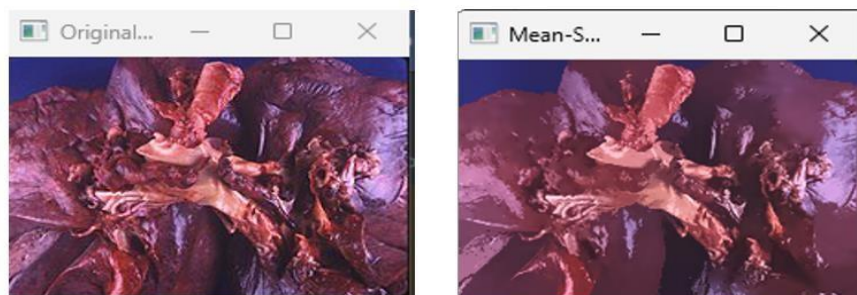
bu yerda C_i - i - klaster, μ_i - i -klaster markazi.

b) Gaussian Mixture Model (GMM):

Tasvirni bir nechta normal taqsimot yordamida modellash. Matematik asosi: Pikelning klasterga tegishli bo'lish ehtimoli quyidagicha hisoblanadi:

$$P(x) = \sum_{i=1}^k \pi_i N(x | \mu_i, \Sigma_i) \quad (6)$$

bu yerda π_i - klasterning ehtimoliy vazni, N - normal taqsimot.



6-rasm. Mean-Shift segmentlash algoritmi natijasi.

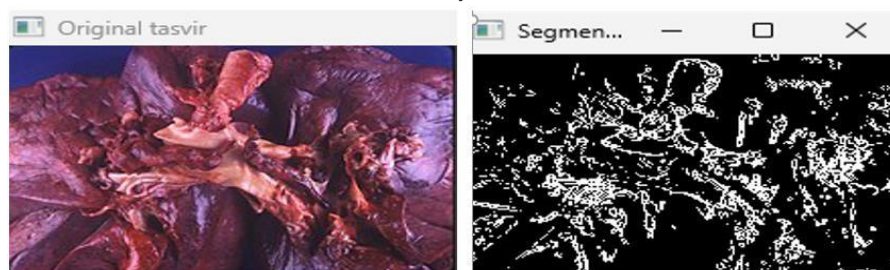
Konturlarga asoslangan algoritm. Ushbu algoritm tasvirdagi ob'ektlar chegaralarini ajratish uchun odatda intensivlik yoki rangdagi o'zgarishlarga asoslanadi. Bunda algoritmni asosiy g'oyasi intensivlikni sezilarli o'zgarishi bo'lgan sohalarini aniqlashdan iborat. Chunki, bu o'zgarishlar ko'pincha obekt chegaralariga mos keladi. Konturlarga asoslangan segmentlashni birinchi bosqichi tasvir gradientini hisoblashni o'z ichiga oladi. Gradient har bir pikselda intensivlik o'zgarish tezligini ifodalaydi.

$$G = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2} \quad (7)$$

bu yerda G_x va G_y tasvir intensivligi x va y yo'nalishlariga nisbatan xususiy hosilalari.

Gradient yo'nalishi har bir pikselda kontur aniqlash uchun ham muhimdir. Bu qirralar yo'nalishini aniqlashga yordam beradi.

$$i = \arctan\left(\frac{G_x}{G_y}\right) \quad (8)$$



7-rasm. Konturlarga asoslangan segmentlash algoritmi natijasi

Real vaqt rejimidagi ishlov berishda (Real-time processing) segmentatsiya texnologiyasi 2025-2026-yilga kelib tubdan o'zgardi. Endilikda u nafaqat tasvirni tahlil qiladi, balki millisoniyalar ichida qaror qabul qilish jarayonining ajralmas qismiga aylandi.



Bu boradagi asosiy yutuqlar quyidagilardan iborat:

- Edge AI va past kechikish (Low Latency): 2025-2026-yilda ma'lumotlar bulutli serverlarga yuborilmasdan, bevosita qurilmaning o'zida (Edge computing) qayta ishlanmoqda. Bu avtonom transport vositalariga va sanoat robotlariga to'siqlarni real vaqtda aniqlab, darhol to'xtash yoki yo'nalishni o'zgartirish imkonini beradi.
- Video segmentatsiyasi va dinamik kuzatuv: Meta'ning SAM 2 kabi modellari videodagi har qanday ob'ektni real vaqtda ajratib olish va kadrma-kadr kuzatib borish (tracking) imkonini beradi. Bu videoni tahrirlash, gibrid reallik (AR/VR) va jonli efirda shovqinlarni avtomatik olib tashlashda qo'llaniladi.
- Yuqori tezlikdagi algoritmlar (FPS): Yangi avlod yengil neyron tarmoqlari (masalan, RTSSNet) 4K tasvirlarni ham soniyasiga 30-60 kadr (FPS) tezlikda segmentatsiya qilishga qodir. Bu jarayon tasvir sifatini oshirish bilan birga energiya sarfini ham kamaytiradi.
- Adaptiv shovqinni kamaytirish: 2025-2026-yilgi tizimlar real vaqtda videoning fon qismini aniqlab, faqat o'sha hudud uchun dinamik ravishda «denoising» (shovqinsizlantirish) filtrlarini qo'llaydi. Bu muloqot tizimlarida (Zoom, Teams) ham tasvir, ham ovoz sifatini birdek yaxshilashga xizmat qiladi.

Xulosa. Segmentatsiya video tasvir sifatini yaxshilash jarayonining muhim va ajralmas bosqichi hisoblanadi. U tasvirni mazmuniy qismlarga ajratish orqali shovqinni kamaytirish, rang va kontrastni optimallashtirish, aniqlikni oshirish hamda real vaqt rejimida samarali ishlov berish imkonini yaratadi. Zamonaviy sun'iy intellekt va chuqur o'rganish texnologiyalari asosida amalga oshirilayotgan segmentatsiya usullari kelajakda video sifatini oshirish sohasida yanada keng qo'llanilishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Gonzalez R. C., Woods R. E. *Digital Image Processing*. – 4th ed. – Pearson, 2018.
2. Szeliski R. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. – Springer, 2022.
3. Bovik A. (Ed.). *Handbook of Image and Video Processing*. – Academic Press, 2010.
4. Wang Z., Bovik A. C., Sheikh H. R., Simoncelli E. P. "Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity." *IEEE Transactions on Image Processing*, 2004.
5. Zhang K., Zuo W., Chen Y., Meng D., Zhang L. "Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising." *IEEE Transactions on Image Processing*, 2017.
6. Long J., Shelhamer E., Darrell T. "Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation." *Proceedings of CVPR*, 2015.
7. He K., Gkioxari G., Dollár P., Girshick R. "Mask R-CNN." *Proceedings of ICCV*, 2017.
8. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. – MIT Press, 2016.





9. Sahoo P. K., Soltani S., Wong A. K. C. "A Survey of Thresholding Techniques." *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 1988.
10. Unterthiner T. et al. "Towards Accurate Generative Models of Video: A New Metric & Challenges." *arXiv preprint*, 2019.

