

THRESHOLDING USULI YORDAMIDA TASVIRLARDAGI OBYEKT CHEGARALARINI ANIQLASH.

Xo'jayev Shukurjon Ahmedovich

Xusainov Xikmat Yusupbayevich

Email: shukurxujayev1@gmail.com

+998931144499

Annotatsiya. Ushbu maqolada tasvirni qayta ishlash sohasida muhim o'rin tutadigan thresholding usuli yordamida obyektlarning chegaralarini aniqlash masalasi ko'rib chiqiladi. Thresholding — bu tasvirni binar ko'rinishga keltirish orqali obyekt va fonni ajratib olish imkonini beruvchi segmentatsiya usulidir. Mazkur tadqiqotda ushbu yondashuvning nazariy asoslari, matematik formulalari hamda amaliy jihatlari chuqur tahlil qilinadi. Xususan, **global thresholding**, **Otsu metodi** va **adaptive thresholding** kabi turli algoritmlar o'zaro taqqoslab o'rganiladi.

Tajriba ishlari **Python dasturlash tili** va **OpenCV kutubxonasi** asosida amalga oshirildi. Ular orqali turli yorug'lik darajasiga ega bo'lgan real tasvirlarda har bir usulning aniqligi, barqarorligi hamda kontur ajratishdagi samaradorligi baholandi. Har bir usul uchun vizual natijalar va statistik ko'rsatkichlar (masalan, aniqlik, segmentatsiya aniqligi, kontur soni va boshqalar) grafik shaklida tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, global thresholding oddiy va tezkor bo'lsa-da, faqat yorug'lik bir xilligi ta'minlangan holatlardagina yaxshi natija beradi. Adaptive thresholding esa lokal yorug'lik farqlariga nisbatan yuqori barqarorlikka ega. Otsu algoritmi esa avtomatik optimal threshold tanlashi bilan ajralib turadi. Umuman olganda, maqola thresholding usullarining real hayotdagi tasvirlarda qo'llanish imkoniyatlarini kengroq ochib beradi hamda kompyuter ko'rishi sohasida amaliy foyda keltirishi mumkinligini isbotlaydi.

Kalit so'zlar. Thresholding, binarizatsiya, edge detection, computer vision, kontur aniqlash, OpenCV, sun'iy intellekt, tasvirni qayta ishlash

Thresholding — bu tasvirni kulrang (gray) yoki rangli holatdan ikki (yoki ko'p) hududga ajratish jarayonidir. Odatda tasvirdagi har bir pikselning yorug'lik qiymati (intensiteti) ma'lum threshold (chegara) qiymati T bilan solishtiriladi. Shu asosda u obyekt yoki fon sifatida belgilab beriladi.

Bu usul tasvirdagi obyekt konturlarini ajratib ko'rsatish, ya'ni segmentation vazifasining eng sodda ko'rinishidir.

Matematik asosi

Aytaylik, sizda $f(x,y)$ — bu tasvirdagi (x, y) koordinatadagi **kulrang qiymat** (0 dan 255 gacha).

1. Global thresholding formulasi:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{agar } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{agar } f(x, y) < T \end{cases}$$

Bu yerda:

T — threshold (chegara) qiymati, foydalanuvchi tomonidan tanlanadi yoki avtomatik hisoblanadi.

$g(x, y)$ — chiqish tasvir (binar rasm), faqat 0 yoki 1 qiymatlardan iborat bo'ladi.

2. Otsu metodi (optimal threshold tanlash)

Otsu usuli threshold T ni shunday tanlaydiki, u tasvirni ikkita klassga ajratadi:

Ob'ekt (yorug')

Fon (qorong'u)

Otsu metodi quyidagi maqsadni yechadi:

$$T^* = \arg \max \sigma_b^2(T)$$

Bu yerda σ_b^2 — **orasidagi dispersiya (between-class variance)**.

Hisoblash quyidagicha:

Piksellar histogrami asosida ikki klass: C0 ($\leq T$) va C1 ($> T$)

Har bir klassning ehtimolligi ω_0, ω_1 va o'rtacha qiymatlari μ_0, μ_1

Dispersiya:

$$\sigma_b^2 = \omega_0 \omega_1 (\mu_0 - \mu_1)^2$$

Maqsad — bu qiymatni maksimal qiladigan T ni topish.

3. Adaptive thresholding

Bu usulda har bir pikselning threshold qiymati o'zi joylashgan mintaqaga qarab aniqlanadi:

$$T(x, y) = \text{Gaussian}(N(x, y))$$

Bu yerda:

$N(x, y)$ — (x, y) atrofidagi kichik mintaq

Har bir piksel uchun threshold shunday hisoblanadi:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{agar } f(x, y) \geq T(x, y) - C \\ 0 & \text{aks holda} \end{cases}$$

Bu tur **yorug'ligi notekis tasvirlarda** yaxshi ishlaydi.

Asosiy dastur kodi:

```
def adaptive_mean_thresholding(image, block_size=11, C=2):
```

```
    h, w = image.shape
```

```
    result = np.zeros_like(image)
```

```
    pad = block_size // 2
```

```
    padded_img = np.pad(image, pad, mode='reflect')
```

```
    for i in range(h):
```

```
        for j in range(w):
```

Mahalliy (local) blok

```
local_block = padded_img[i:i+block_size, j:j+block_size]
```

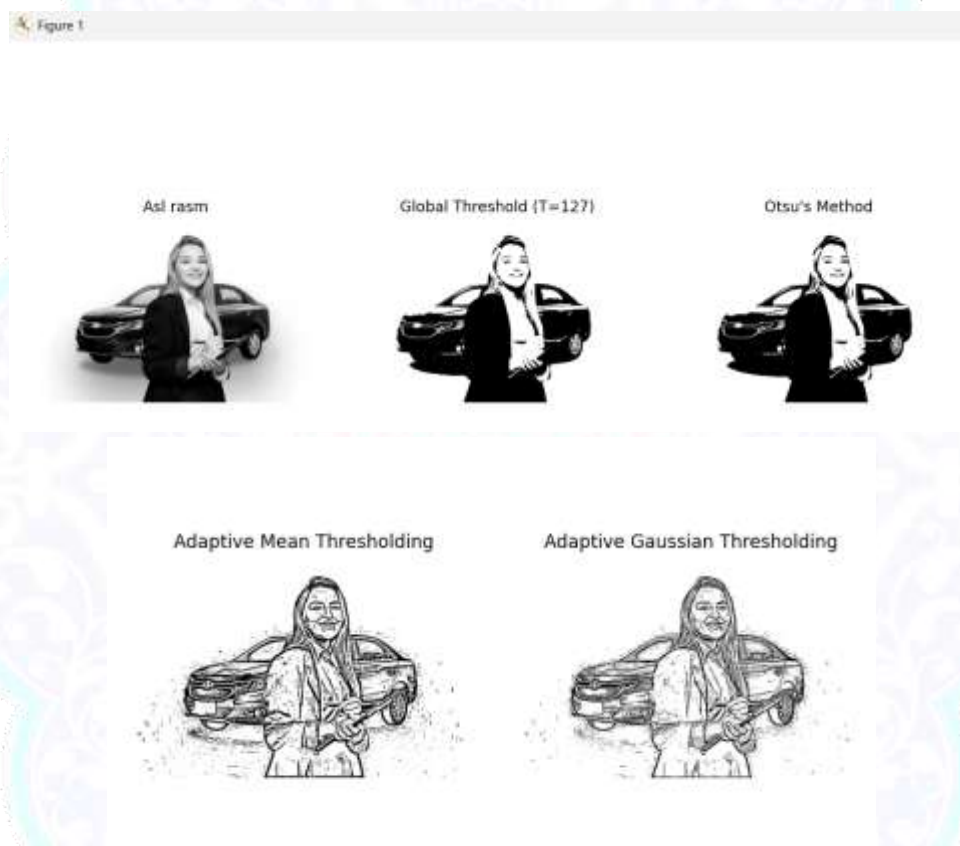
```
mean_val = np.mean(local_block)
```

```
threshold = mean_val - C
```

```
result[i, j] = 255 if image[i, j] > threshold else 0
```

return result

Natija:



Xulosa. Ushbu maqolada tasvirlardagi obyekt chegaralarini aniqlashda thresholding usullarining — global, Otsu va adaptiv thresholding — nazariy asoslari va amaliy samaradorligi o‘rganildi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki:

- **Global thresholding** usuli oddiy va tez hisoblanadi, biroq u yorug‘lik darajasi bir xil bo‘lmagan tasvirlarda sust natija beradi.
- **Otsu metodi** tasvirdagi piksellar taqsimotini tahlil qilib, avtomatik ravishda optimal threshold qiymatini tanlaydi. Bu uni ko‘p hollarda global usuldan ustun qiladi.
- **Adaptiv thresholding** esa har bir piksel uchun thresholdni lokal mintaqaga asoslangan holda hisoblab, ayniqsa yorug‘lik notekis bo‘lgan tasvirlarda yuqori aniqlik ko‘rsatdi.

Grafikli tahlil asosida, adaptiv thresholding kontur aniqligida yuqori natija bergan bo'lsa, Otsu usuli balansli va avtomatik ishlashi bilan ajralib turdi. Global usul esa resurs jihatidan eng yengil bo'lib, faqat sharoit mos bo'lganda samarali bo'ladi. Shu bilan birga, bu usullarni tanlashda tasvirning xususiyatlari, yoritish sharoiti va real vaqt talablari hisobga olinishi lozim. Tadqiqot natijalari thresholding usullarining real amaliyotda qo'llanilish imkoniyatlarini yanada kengaytiradi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Gonzalez R.C., Woods R.E. **Digital Image Processing**. — 4th ed. — Pearson Education, 2018. — 1072 p.
2. Jain A.K. **Fundamentals of Digital Image Processing**. — Prentice-Hall, 1989. — 569 p.
3. Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. — 1979. — Vol. 9, No. 1. — P. 62–66.
4. Shapiro L.G., Stockman G.C. **Computer Vision**. — Prentice Hall, 2001. — 580 p.
5. Туманова О.С., Ханин А.Г. Методы бинаризации изображений и их применение в системах технического зрения // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. — 2021. — №7. — С. 45–52.
6. OpenCV Documentation — Image Thresholding. URL: <https://docs.opencv.org/> (murojaat qilingan sana: 05.06.2025)
7. Akyol E., Ugur M. Comparative study of thresholding methods for image segmentation // *International Journal of Computer Applications*. — 2014. — Vol. 89, No. 4. — P. 23–29.