

TASVIRLARNI SIQISHDA CHEGARAVIY QIYMAT ORQALI HAAR VEYVLET KOEFFITSENTLARINI SARALASH ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH

Raximov Baxtiyor Saidovich

*Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali “Biofizika va axborot
texnologiyalari” kafedrası mudiri*

O‘razmatov Tohir Quronbayevich

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Urganch filiali “Axborot
texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi*

tohir20314@gmail.com

ANNOTATSIYA Ushbu maqolada Haar to‘lqin usulidan foydalangan holda tasvir va signal siqish uchun chegaraviy qiymatlarni tanlash metodlari tadqiq qilinadi. Thresholding (chegaraviy qiymat tanlash) usuli siqish jarayonining samaradorligi va sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Maqolada adaptiv thresholding va global thresholding metodlari keltirilgan. Adaptiv thresholding usuli signal yoki tasvirning turli qismlariga mos chegara qiymatini tanlab, shovqinni kamaytirishga va tasvir sifatini saqlashga imkon beradi. Global thresholding esa umumiy chegara qiymatidan foydalangan holda koefitsientlarni saralash usulini o‘z ichiga oladi. Maqolada keltirilgan usullarning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilinib, Haar to‘lqin koefitsientlari uchun eng samarali chegara tanlash algoritmi ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Haar to‘lqin, thresholding, adaptiv thresholding, tasvir siqish, signal ishlov berish, global chegara qiymat tanlash, Gaussian filtr, shovqin kamaytirish.

ABSTRACT This article studies the methods of threshold selection for image and signal compression using the Haar wavelet method. Thresholding is an important method for increasing the efficiency and quality of the compression process. The article presents adaptive thresholding and global thresholding methods. Adaptive thresholding allows you to reduce noise and maintain image quality by selecting a threshold value appropriate for different parts of a signal or image. Global thresholding involves a method of sorting coefficients using a common threshold value. The advantages and disadvantages of the methods presented in the article are analyzed, and the most effective threshold selection algorithm for Haar wavelet coefficients is developed.

Keywords: Haar wavelet, thresholding, adaptive thresholding, image compression, signal processing, global threshold selection, Gaussian filter, noise reduction.

KIRISH

Haar to‘lqini yordamida siqish jarayonida chegara (threshold) qiymatlarini tanlash usullari siqish samaradorligi va sifatini belgilashda muhim ahamiyatga ega. Quyida Haar to‘lqini bilan ishlashda qo‘llaniladigan asosiy chegara qiymat tanlash usullari keltirilgan:

Adaptiv Thresholding (Moslashuvchan chegara tanlash) usuli signal yoki tasvirning turli qismlariga mos chegara qiymatini tanlashni ta‘minlaydi. Bu usul

signalning lokal (mahalliy) xususiyatlarini hisobga oladi va har bir lokal qism uchun alohida chegara qiymatini tanlaydi. Shuning uchun, signalning turli qismlaridagi koeffitsientlar uchun mos chegara qiymatlari hisoblanadi. Bu moslashuvchanlik signalning muhim qismlarini saqlab qolish va shovqinlarni samarali kamaytirish imkonini beradi[1].

Adaptiv Thresholding usuli, asosan, tasvirlarni tahlil qilish va ishlov berishda, ayniqsa, yorug'lik va kontrast turlicha bo'lgan tasvirlarda keng qo'llaniladi. Bu usul tasvirni kichik qismlarga bo'lib, har bir qism uchun alohida threshold qiymatini hisoblaydi va qo'llaydi. Adaptiv Thresholdingda tasvirni yoki signalni tahlil qilishda kichik bloklarga bo'linadi, va har bir blok uchun individual threshold qiymatlari tanlanadi [2]. Bu usul ko'pincha tasvirning o'zgaruvchan xususiyatlari, masalan, kontrast va yorug'lik darajasini inobatga olgan holda ishlaydi. Adaptiv chegara qiymat usuli asosan ikkita yo'nalishda ishlaydi:

O'rtacha (mean) asosida adaptiv thresholding;

Gaussian filtr asosida adaptiv thresholding.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

O'rtacha asosida chegaraviy qiymat tanlash usuli. Bu usulda tasvir yoki signal kichik bloklarga bo'linadi va har bir blokning o'rtacha qiymati threshold sifatida ishlatiladi. Bu o'rtacha qiymat threshold qiymatiga asos bo'ladi va bu qiymatdan kichik bo'lgan piksellar yoki koeffitsientlar "nol" qiymatga tenglashtiriladi, katta bo'lganlar esa saqlab qolinadi. Bu usulda chegara qiymat tanlash har bir local bo'lim uchun quyidagi tenglama asosida aniqlanadi:

$$T(x,y) = \frac{1}{n} \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k I_{(x+i,y+j)} - C(1)$$

Bu yerda:

$T(x,y)$ - tasvirning x,y pozitsiyasida joylashgan piksel uchun tanlangan threshold qiymati;

$I_{(x+i,y+j)}$ -qo'shni piksellarning intensivligi (yorug'lik qiymati);

C -doimiy chegara qiymatiga moslangan o'zgartirilgan parametr (ko'pincha bu tasvirning umumiy shovqinini to'g'rilash uchun ishlatiladi).

Jarayon:

- Tasvir kichik bloklarga (masalan, 3x3 yoki 5x5) bo'linadi.
- Har bir blok uchun o'rtacha piksel qiymati hisoblanadi.
- Har bir blokdagi pikselning yorug'lik qiymati blokning o'rtacha qiymati bilan taqqoslanadi.

- Agar pikselning yorug'lik qiymati o'rtacha qiymatdan katta bo'lsa, u "1"ga (yoki asl qiymatiga) tenglashtiriladi; agar kichik bo'lsa, u "0" (yoki nolga) tenglashtiriladi.

Bu usul tasvirni yorug'lik va kontrastga bog'liq holda optimallashtirilgan chegara qiymatlari bilan ajratishga yordam beradi.

Gaus filtr asosida adaptiv thresholding

Bu usul o'rtacha thresholdingdan farqli o'laroq, Gaussian tortishish funksiyasi yordamida har bir lokal qismning threshold qiymatini hisoblaydi. Gauss tortishish funksiyasi har bir pikselga uning atrofidagi qo'shni piksellarni tortishish koeffitsienti sifatida hisoblab, lokal threshold qiymatini tanlaydi[3]. Gauss filtr asosida thresholding quyidagi tenglama orqali amalga oshiriladi:

$$T(x,y) = \frac{1}{n} \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k G(i,j) \cdot I(x+i,y+j) - C(2)$$

Bu yerda:

$T(x,y)$ - x,y pozitsiyadagi chegara qiymati;

$I(x+i,y+j)$ -lokal bo'limdagi pikseller qiymati;

$G(i,j)$ - Gauss tortishish funksiyasi;

C - qo'shimcha o'zgartirish parametri.

Gauss tortishish funksiyasi esa quyidagicha ifodalanadi:

$$G(i,j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot e^{-\frac{i^2+j^2}{2\sigma^2}} (3)$$

Bu yerda:

σ - dispersiya parametri;

i,j - pikselning lokal bo'limdagi koordinatalari.

Jarayon:

- Har bir pikselning qiymati uning qo'shni piksellari bilan Gaussian tortishish funksiyasi orqali hisoblanadi.
- Bu qiymat chegara sifatida belgilanadi.
- Agar pikselning yorug'lik qiymati Gauss filtr orqali hisoblangan chegara qiymatdan katta bo'lsa, u saqlanadi; aks holda, nolga tenglashtiriladi[4].

Adaptiv chegara qiymat tanlashning ustunlik tomonlari quyidagicha:

Mahalliy xususiyatlar inobatga olinadi: Tasvirning yoki signalning turli qismlaridagi o'zgarishlarni inobatga oladi va har bir lokal qism uchun alohida chegara tanlaydi. Bu tasvirning o'zgaruvchan kontrast va yorug'lik darajalariga moslashishga imkon beradi.

Ko'proq ma'lumot saqlanadi: Global thresholding bilan solishtirganda, Adaptiv Thresholding tasvirning nozik qismlarini, kontrastli joylarini saqlab qolishga yordam beradi.

Shovqinlarni kamaytirish: Adaptiv Thresholding tasvirdagi shovqinlarni samarali bartaraf etishga yordam beradi, ayniqsa, har xil yorug'lik va kontrast bo'lgan tasvirlarda.

Kamchiligi sifatida Har bir lokal qism uchun alohida threshold qiymati hisoblanganligi sababli, bu usul ko'p hisoblash resurslarini talab qilishini va Gauss filtr parametrlari noto'g'ri tanlanganda natija kutilgandek chiqmasligini ko'rsatish mumkin[5].

Yuqorida chegaraviy qiymat tanlash usullaridan bir nechta tahlil qilindi va olib borilayotgan tadqiqotga, ya'ni Haar veyvlet uchun mos bo'lgan, hisoblash resurslarini nisbatan kam talab qiladigan usul tanlandi. Tanlangan chegara qiymat tanlash usulining matematik modeli keltirildi va shu asosida algoritm ishlab chiqildi[6].

Global Chegaraviy qiymat (Global chegara tanlash) usuli siqish va shovqinni kamaytirish jarayonida keng qo'llaniladigan oddiy va samarali usul hisoblanadi. Bu usul barcha koeffitsientlar uchun yagona umumiy chegara qiymatini tanlashga asoslanadi va ushbu qiymatdan kichik bo'lgan koeffitsientlar nolga tenglashtiriladi, bu esa siqish jarayonini amalga oshiradi. Ushbu usul orqali signalning muhim qismlarini saqlab qolish va shovqinli qismlarini olib tashlash maqsad qilingan.

Veyvlet koeffitsientlarni hisoblash

Global Chegaraviy qiymat usulida avvalo Haar to'liq o'zgarishi yordamida signal yoki tasvir koeffitsientlarga bo'linadi. Bu koeffitsientlar signalning vaqt va chastota bo'yicha taqsimlanishini aks ettiradi. Ushbu bo'lingan koeffitsientlar ichida yuqori energiyaga ega bo'lganlar signalning muhim qismlarini, past energiyali koeffitsientlar esa shovqinli qismlarni aks ettiradi[7].

Chegara qiymatini tanlash

Global Chegaraviy qiymatda barcha koeffitsientlar uchun yagona umumiy chegara qiymati aniqlanadi. Bu qiymat asosan signalning uzunligi va shovqin darajasi bilan bog'liq bo'ladi. Ko'pincha, bu chegara qiymati quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$T = \sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \log(N)} \quad (4)$$

Bu yerda:

σ - shovqin dispersiyasi. Shovqinni taxmin qilishda signalning pastki darajadagi koeffitsientlari orqali baholanadi.

N - signal uzunligi (masalan, tasvirda bu piksel soni bo'lishi mumkin).

Ushbu formula shovqinli koeffitsientlarni olib tashlash va signalning asl qismi saqlanishi uchun chegara qiymatini beradi.

Yuqoridagi formulada σ -shovqin dispersiyasi keltirilgan. Biroq umumiy hollarda σ signalning pastki darajadagi (detalizatsiya) koeffitsientlaridan baholanadi, lekin shovqin dispersiyasini baholash murakkab bo'lganda yoki to'liq shovqin darajasi noma'lum bo'lganda, uni tashlab yuborish ham mumkin[8].

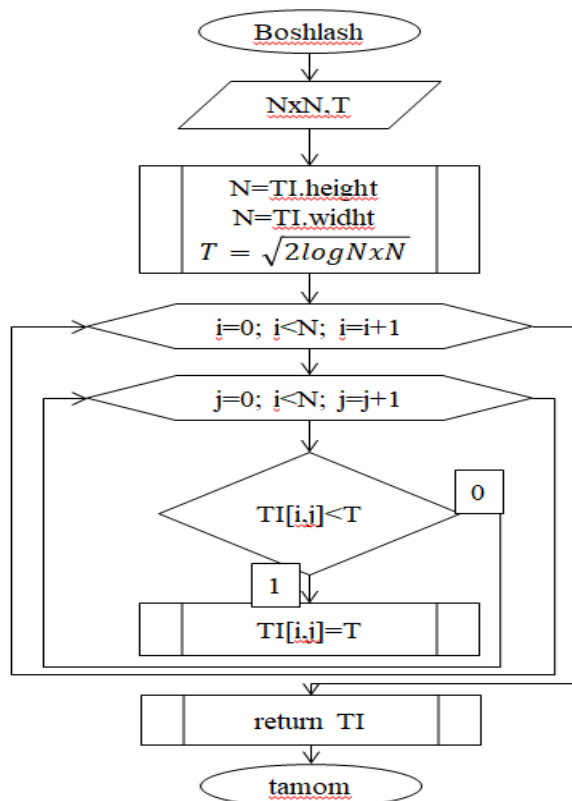
NATIJALAR

Koeffitsientlarni chegaraviy qiymat orqali saralash. Global Chegaraviy qiymatda tanlangan chegara qiymati asosida barcha koeffitsientlarga qo'llaniladi:

- Agar koeffitsientning qiymati chegara qiymatidan katta bo'lsa, u saqlanadi.
- Agar koeffitsientning qiymati chegara qiymatidan kichik yoki teng bo'lsa, u nolga tenglashtiriladi.

Ya'ni, barcha koeffitsientlar uchun quyidagi qoidalar qo'llaniladi:

$$c_i = \begin{cases} TI_i, & \text{agar } |TI_i| > T \\ 0, & \text{aks holda} \end{cases} \quad (5)$$



1 rasm. Koeffitsientlarni chegaraviy qiymat orqali saralash algoritmi

Bu usulning asosiy maqsadi — shovqinni ifodalaydigan past amplitudali koeffitsientlarni nolga aylantirish orqali signalni siqishdir.

XULOSA

Tadqiqotda Haar to‘lqin usuli bilan signal va tasvir siqish jarayonida chegaraviy qiymat tanlashning adaptiv va global metodlari o‘rganildi. Adaptiv thresholding yordamida tasvirning mahalliy xususiyatlariga mos holda chegaraviy qiymatlarni aniqlash imkoniyati beriladi, bu esa siqish samaradorligini oshiradi. Global thresholding esa oddiy va hisoblash resurslarini kam talab qiluvchi usul bo‘lib, barcha koeffitsientlar uchun yagona chegara qiymatini qo‘llaydi. Ushbu yondashuvlar tahlil qilinib, Haar to‘lqinli siqish uchun optimal algoritm ishlab chiqildi va samaradorlik tahlil qilindi. Natijalar siqish jarayonida shovqinlarni kamaytirish va tasvirning sifatini saqlash uchun chegara tanlash usulining muhimligini tasdiqladi.

REFERENCES

1. Donoho, D. L., & Johnstone, I. M. (1994). *Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage*. Biometrika, 81(3), 425–455.
2. Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way*. Academic Press.
3. Strang, G., & Nguyen, T. (1997). *Wavelets and Filter Banks*. Wellesley-Cambridge Press.
4. Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*. SIAM.

5. Zhang, B., & Stanley, H. (2004). *Wavelet Transform Thresholding for Image Compression*. IEEE Transactions on Image Processing, 13(6), 863–872.
6. González, R. C., & Woods, R. E. (2017). *Digital Image Processing*. Pearson.
7. Chang, S. G., Yu, B., & Vetterli, M. (2000). *Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression*. IEEE Transactions on Image Processing, 9(9), 1532–1546.
8. Pesquet, J. C., Krim, H., & Carfantan, H. (1996). *Time-invariant orthonormal wavelet representations*. IEEE Transactions on Signal Processing, 44(8), 1964–1970.
9. Coifman, R. R., & Wickerhauser, M. V. (1992). *Entropy-based algorithms for best basis selection*. IEEE Transactions on Information Theory, 38(2), 713–718.
10. Figueiredo, M. A. T., & Nowak, R. D. (2001). *Wavelet-based image estimation: An empirical Bayes approach using Jeffrey's noninformative prior*. IEEE Transactions on Image Processing, 10(9), 1322–1331.