

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Urganch filiali “Axborot texnologiyalari” kafedrası katta o‘qituvchisi
tohir20314@gmail.com

Raximov Baxtiyor Saidovich
Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali “Biofizika va axborot texnologiyalari” kafedrası mudiri

ANNOTATSIYA Ushbu maqolada Diskret Veyvlet O‘zgartirish (DWT) texnikasini tasvirlarda amalga oshirish algoritmi bayon etilgan. Tadqiqot tasvirni chastotalarga ajratish va chekka xususiyatlarni ajratib olish jarayonlarini qamrab oladi. Dastlab tasvir grayscale formatga o‘tkazilib, gistogramma tenglashtirish orqali yorqinlik darajasi optimallashtiriladi. Shundan so‘ng, DWT yordamida tasvir LL, LH, HL va HH komponentlarga ajratiladi. Ushbu komponentlar yordamida tasvirning asosiy va yuqori chastotali xususiyatlari ajratib olinib, siqish va qayta tiklash jarayonlari amalga oshiriladi. Mazkur algoritm tasvir sifati va siqish samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Diskret Veyvlet O‘zgartirish (DWT), Haar veyvlet, tasvir siqish, grayscale formatga o‘tkazish, gistogramma tenglashtirish, tasvir filtrlash, chekka xususiyatlar, yuqori chastotali komponentlar.

ABSTRACT This article describes an algorithm for implementing the Discrete Wavelet Transform (DWT) technique on images. The research covers the processes of image frequency separation and edge feature extraction. First, the image is converted to grayscale format and the brightness level is optimized by histogram equalization. Then, using DWT, the image is divided into LL, LH, HL and HH components. Using these components, the main and high-frequency features of the image are extracted, and the compression and restoration processes are performed. This algorithm is aimed at improving image quality and compression efficiency.

Keywords: Discrete Wavelet Transform (DWT), Haar wavelet, image compression, grayscale conversion, histogram equalization, image filtering, edge features, high-frequency components.

KIRISH

Tasvirlarda Diskret Veyvlet O‘zgartirishni (DWT) amalga oshirish jarayoni tasvirni chastotalarga ajratish uchun qo‘llaniladi. Bu texnika ayniqsa tasvirni siqish va chekka xususiyatlarni ajratib olishda keng qo‘llaniladi. Dastlab tasvirlarda DWT ni amalga oshirish uchun mazkur tadqiqot ishida tasvirlarni oldindan qayta ishlash ishlari amalga oshirilgan. Bular dastlab tasvirni grayscale formatga o‘tkazish va gistogramma tenglashtirish ishlari amalga oshirilgan[1].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Tasvirni grayscale (oq-qora) formatga o‘tkazish jarayoni rangli tasvirdagi har bir pikseldagi rang komponentlarini (qizil, yashil, ko‘k) yagona yorqinlik qiymatiga aylantirishni talab qiladi. Ushbu jarayon inson ko‘zining ranglarga sezgirlikini hisobga

olgan holda amalga oshiriladi. Rangli tasvirda har bir pikseldagi ranglar kombinatsiyasi RGB (qizil, yashil, ko‘k) qiymatlarida beriladi. Grayscale ga o‘tkazish uchun umumiy formula quyidagicha:

$$Gray = 0.2989 \cdot R + 0.5870 \cdot G + 0.1140 \cdot B \quad (1)$$

Bu yerda:

R-pikseldagi qizil komponentning qiymati (0 dan 255 gacha);

G-yashil komponentning qiymati (0 dan 255 gacha);

B- ko‘k komponentning qiymati (0 dan 255 gacha);

Gray- grayscale tasvirdagi yangi yorqinlik qiymati.

Ushbu koeffitsientlar (0.2989, 0.5870, 0.1140) inson ko‘zining qizil, yashil va ko‘k ranglarga bo‘lgan sezgirligini aks ettiradi:

- Yashil rangga ko‘z ko‘proq sezgir bo‘lgani uchun uning koeffitsienti eng katta — 0.587.

- Qizil rang ko‘proq ta'sir qiladi, lekin yashildan pastroq — 0.2989.

- Ko‘k rang esa eng kam sezgirlikka ega — 0.1140.

Har bir pikselning RGB qiymatlari ushbu koeffitsientlar bilan o‘lchanadi va yakuniy grayscale qiymati olinadi. Bu qiymat 0 dan 255 gacha bo‘lgan bir dona grayscale piksel qiymatini ifodalaydi.

Masalan:

Agar bitta pikselda quyidagi qiymatlar mavjud bo‘lsa;

R=120

G=200

B=150 Grayscale qiymat quyidagicha hisoblanadi:

$$Gray = 0.2989 \cdot 120 + 0.5870 \cdot 200 + 0.1140 \cdot 150 = 170.37 \quad (2)$$

Ya'ni pikselning grayscale qiymati 170 ga teng bo‘ladi.

Bu endi bitta piksel uchun amal qiladi, agar buni butun tasvir uchun qo‘llanilsa formulani ko‘rinishi o‘zgaradi[26; 1540-b., 29; 2801-b.].

$$I(i, j) = \begin{bmatrix} R(i, j) \\ G(i, j) \\ B(i, j) \end{bmatrix}$$

$I(i, j)$ -tasvirning i-qator va j-ustundagi piksellarni ifodalovchi RGB vektori;

$R(i, j)$ - pikseldagi qizil (Red) komponentning yorqinlik qiymati;

$G(i, j)$ - pikseldagi yashil (Green) komponentning yorqinlik qiymati;

$B(i, j)$ - pikseldagi ko‘k (Blue) komponentning yorqinlik qiymati.

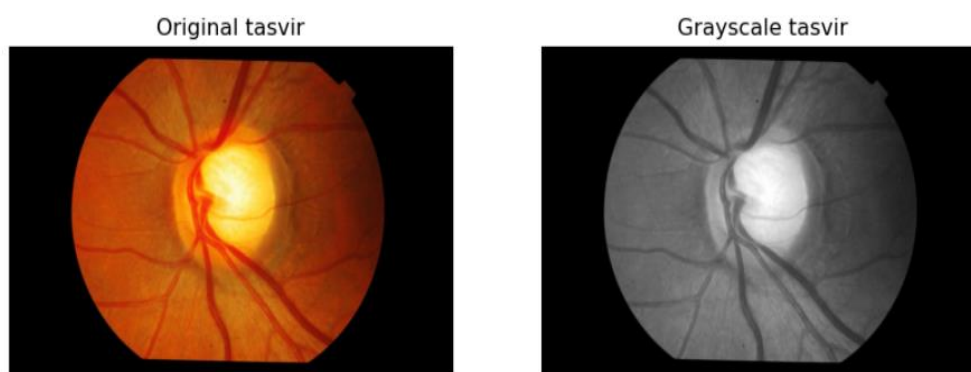
Har bir $I(i, j)$ pikselini grayscale qiymatiga aylantirish jarayoni uchta rang komponentining ma'lum og‘irliklar bilan hisoblanishi orqali amalga oshiriladi. Og‘irlik koeffitsientlari ma'lum.

$$Gray(i, j) = 0.2989 \cdot R(i, j) + 0.5870 \cdot G(i, j) + 0.1140 \cdot B(i, j) \quad (3)$$

To'liq tasvir uchun model. Grayscale tasvirni to'liq ifodalash uchun har bir pikseldagi grayscale qiymatlari hisoblab chiqiladi. Agar tasvir $M \times N$ o'lchamda bo'lsa, to'liq tasvir uchun grayscale matematik model quyidagicha yoziladi:

$$Gray = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (0.2989 \cdot R(i, j) + 0.5870 \cdot G(i, j) + 0.1140 \cdot B(i, j)) \quad (4)$$

Demak bu model asosida ixtiyoriy biror tasvirda grayscale formatiga o'tkazishni amalga oshiramiz.



2.1.1 rasm. Tasvirni grayscale formatga o'tkazish

Bundan keyin ushbu tasvirda gistogramma tenglashtirish amalga oshiriladi. Gistogramma tenglashtirishning matematik modeli tasvirdagi yorqinlik darajalarini teng taqsimlashga asoslanadi. Tasvirdagi har bir pikselning yorqinlik qiymatini qayta taqsimlash orqali kontrastni yaxshilashga erishiladi. Tasvirning har bir pikseli yorqinlik darajasini ifodalaydi. Grayscale tasvirda yorqinlik qiymati L-bitli bo'lib, odatda 0 dan 255 gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi (8-bitli tasvir uchun):

$$I(x, y) \in \{0, 1, \dots, 255\} \quad (5)$$

Bu yerda $I(x, y)$ -tasvirning x-qator va y-ustundagi pikselning yorqinlik qiymati. Tasvirdagi har bir yorqinlik qiymatining nechta piksel bilan ifodalanligini aniqlash uchun gistogramma tuziladi. Gistogramma tasvirdagi har bir yorqinlik darajasidagi piksellar sonini ko'rsatadi.

Gistogramma:

$$h(r_k) = \text{Tasvirda } r_k \text{ qiymatiga ega piksellar soni}$$

bu yerda:

r_k -tasvirdagi yorqinlik darajasi (masalan, $r_0 = 0, r_1 = 1, \dots, r_{255} = 255$).

$h(r_k)$ -tasvirdagi r_k yorqinlik qiymatiga ega piksellar soni.

Gistogramma piksellar soni bo'yicha normalizatsiya qilinadi, ya'ni har bir yorqinlik qiymati uchun piksellar soni umumiy soniga bo'linadi.

$$p(r_k) = \frac{h(r_k)}{MN} \quad (6)$$

$p(r_k)$ -yorqinlik qiymati r_k ning ehtimolligi (normalizatsiyalangan gistogramma) $M \times N$ -tasvirning umumiy piksellar soni.

Yig'indi ehtimollik funksiyasi (CDF). Gistogramma tenglashtirish uchun yig'indi ehtimollik funksiyasidan (CDF) foydalaniladi. CDF har bir yorqinlik darajasidagi piksellar sonini yig'adi:

$$CDF(r_k) = \sum_{i=0}^k p(r_i) \quad (7)$$

$CDF(r_k)$ -yorqinlik darajasi r_k dan kichik yoki teng bo'lgan barcha yorqinlik qiymatlari uchun yig'indini ifodalaydi.

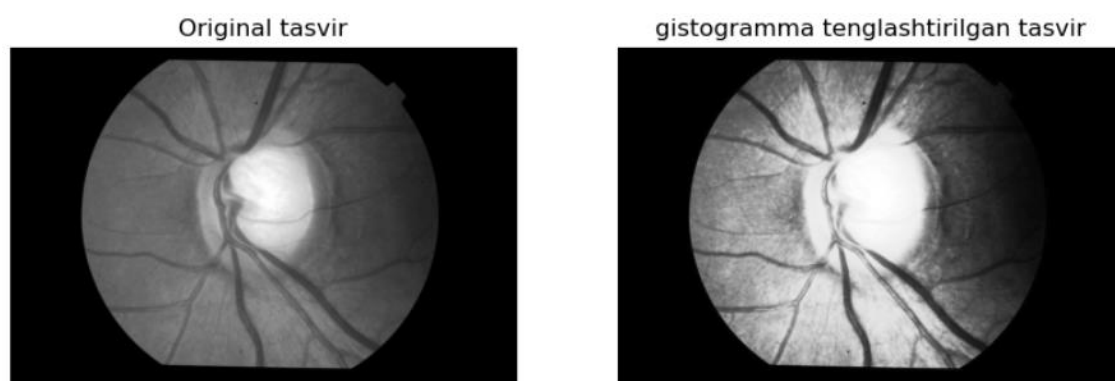
Har bir yorqinlik qiymati r_k uchun yangi yorqinlik qiymati s_k quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$s_k = \text{round}((L - 1) \cdot CDF(r_k)) \quad (8)$$

s_k -yangi tenglashtirilgan yorqinlik qiymati;

L -tasvirdagi mumkin bo'lgan yorqinlik darajalari soni (odatda 256);.

Har bir pikselning eski yorqinlik qiymati r_k yangi qiymat s_k ga almashtiriladi, natijada kontrasti tenglashtirilgan yangi tasvir olinadi.



2.1.2 rasm. Tasvirda gistogramma tenglashtirish jarayoni

NATIJA

DWT tasvirdagi o'xshash xususiyatlarni ajratish va tasvirni past chastotali va yuqori chastotali komponentlarga bo'lish orqali amalga oshiriladi. Tasvirdagi har bir qatorda va ustunda filtrlar qo'llanadi va past chastotali (LL), yuqori gorizontal (HL), yuqori vertikal (LH), va yuqori diagonal (HH) komponentlar hosil qilinadi[31; 661-b., 43; 121-b.].

DWT tasvir bo'yicha ketma-ket filtrlar qo'llab, tasvirni 4 qismga bo'ladi:

LL — umumiy xususiyatlar (yumshoq o'zgarishlar).

LH — vertikal yo'nalishdagi yuqori chastotali komponentlar (chekka xususiyatlar).

HL — gorizontal yo'nalishdagi yuqori chastotali komponentlar.

HH — yuqori chastotali, to'liq keskin o'zgarishlarni ifodalovchi komponentlar.

Tasvirdagi DWT ni amalga oshirish jarayoni past va yuqori chastotali filtrlarni qo'llash orqali amalga oshiriladi. Filtrlash jarayonida tasvirdagi piksellar ustida past va yuqori chastotali qiymatlar olinadi. Filtrlar matematik jihatdan tasvirga convolutsiya orqali qo'llanadi:

$$L(x) = \sum_n h(n) \cdot x(n) \quad (9)$$

$$H(x) = \sum_n g(n) \cdot x(n) \quad (10)$$

Bu yerda:

$L(x)$ - past chastotali filtr natijasi (yumshoq o'zgarishlar),
 $H(x)$ - yuqori chastotali filtr natijasi (keskin o'zgarishlar, chekkalar),
 $h(n)$ - past chastotali filtr (Haar yoki boshqa veyvlet turi),
 $g(n)$ - yuqori chastotali filtr,
 $x(n)$ - tasvir piksellari.

Subsampling (bo'limni qisqartirish):

Har bir bo'lim (LL, LH, HL, HH) uchun subsampling jarayoni amalga oshiriladi. Bu jarayonda tasvirning o'lchami ikkiga qisqartiriladi:

$$x_{new} = x_{old}/2$$

Tasvirning har bir komponenti ikkiga kichraytiriladi, bu esa diskret veyvlet o'zgartirishda muhim xususiyatlarni saqlab qolib, o'lchamni kamaytirish uchun xizmat qiladi. DWT ni qo'llaganingizdan so'ng, tasvirni rekonstruksiya qilish jarayoni inversion DWT (IDWT) yordamida amalga oshiriladi. IDWT tasvirning asosiy va tafsilot qismlarini qayta birlashtiradi. Matematik jihatdan, bu jarayon DWT da olingan LL, LH, HL, HH komponentlarni qayta tiklash orqali amalga oshiriladi:

$$x_{rekonstruksiya}(n) = \sum_k h(n - 2k) \cdot L(k) + g(n - 2k) \cdot H(k) \quad (11)$$

Haar veyvlet uchun bu almashtirishlarni moslab chiqamiz; Masalan tasvir $N \times N$ o'lchamda bo'lsin.

Bunda gorizontaal Haar almashtirishda aproksimatsiya koeffitsientlari;

$$a_j = \frac{I_{i,2j} + I_{i,2j+1}}{\sqrt{2}}, j = 1, 2, \dots, N/2 \quad (12)$$

formula asosida hisoblanadi.

Detalizatsiya koeffitsientlari:

$$d_j = \frac{I_{i,2j} - I_{i,2j+1}}{\sqrt{2}}, j = 1, 2, \dots, N/2 \quad (13)$$

formula asosida hisoblab chiqiladi. Bu operatsiya har bir satr bo'yicha amalga oshiriladi. Bundan keyin vertikal Haar almashtirishlar amalga oshiriladi. Bunda aproksimatsiya koeffitsientlari quyidagi formula orqali amalga oshiriladi:

$$a_i = \frac{I_{2i,j} + I_{2i+1,j}}{\sqrt{2}}, i = 1, 2, \dots, N/2 \quad (14)$$

Detalizatsiya koeffitsientlari:

$$d_i = \frac{I_{2i,j} - I_{2i+1,j}}{\sqrt{2}}, i = 1, 2, \dots, N/2 \quad (15)$$

formula yordamida hisoblab chiqiladi.

Ushbu matematik model asosida algoritm ishlab chiqildi va algoritm blok sxemasi taqdim etildi. Bu yerda ba'zi o'zgartirishlar amalga oshirildi:

Tasvir o'lchami: $N \times N$;

N - tasvirning ustuni va qatori o'lchamlariga o'zlashtirilib olinadi;

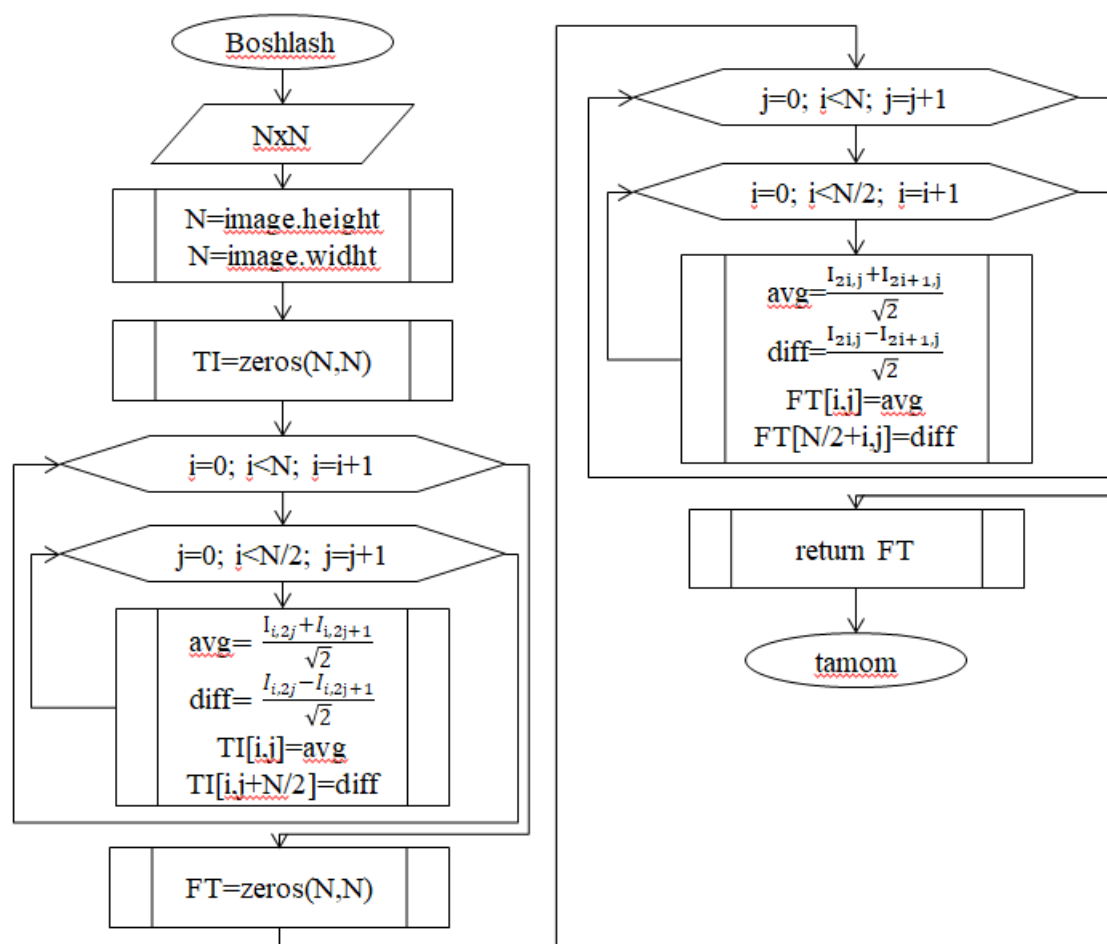
$avg = \frac{I_{i,2j} + I_{i,2j+1}}{\sqrt{2}}$ – gorizontaal bo'yicha aproksimatsiya koeffitsientlari;

$diff = \frac{I_{i,2j} - I_{i,2j+1}}{\sqrt{2}}$ – detalizatsiya koeffitsientlari;

TI- aproksimatsiya va detalizatsiya koefitsientlari yig'indisi matritsaga o'zlashtiriladi;

FT- oxirgi hisoblashlar shu matritsaga o'zlashtiriladi;

Har bir sikl N o'lchamgacha hisoblanadi.



1 rasm. Haar veyvlet koefitsientlarini hisoblash algoritmi

XULOSA Maqolada tasvirlarni chastotalarga ajratish va siqish jarayonida Diskret Veyvlet O'zgartirish (DWT) texnikasidan samarali foydalanish usullari tadqiq etildi. Grayscale formatga o'tkazish va gistogramma tenglashtirish orqali tasvirning sifat ko'rsatkichlari oshirildi. DWT yordamida tasvir LL, LH, HL va HH kabi komponentlarga ajratilib, tasvirning muhim va yuqori chastotali qismlari olingan. Ushbu algoritim tasvirni siqishda yuqori sifatni saqlab qolish va samaradorlikni oshirish imkonini beradi. Natijalar ushbu usulning tasvirni siqish va shovqinni kamaytirishda yaxshi natija berishini tasdiqladi.

REFERENCES

1. Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*. SIAM.
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. González, R. C., & Woods, R. E. (2017). *Digital Image Processing*. Pearson.
5. Donoho, D. L., & Johnstone, I. M. (1994). *Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage*. *Biometrika*, 81(3), 425–455.
6. 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.
7. Pesquet, J. C., Krim, H., & Carfantan, H. (1996). *Time-invariant orthonormal wavelet representations*. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 44(8), 1964–1970.
8. Zhang, B., & Stanley, H. (2004). *Wavelet Transform Thresholding for Image Compression*. *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(6), 863–872.
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.