



## ХААР ВА ДОБЕШИ ВЕЙВЛЕТ-АЛМАШТИРИШЛАРИ

Жалелова М.М.<sup>1</sup>,  
Нарзуллаев И.С.<sup>2</sup>,  
Самижонов А.Н.<sup>2</sup>,  
Самижонов Б.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети, Тошкент, Ўзбекистон

<sup>2</sup>Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, Тошкент, Ўзбекистон

<sup>3</sup>Сежонг Университети, Жанубий Корея  
[jalelova97@mail.ru](mailto:jalelova97@mail.ru)

**Аннотация.** Мақолада Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштиришлар комбинациясидан фойдаланган ҳолда тасвир ва видеолардаги объектларни таниб олиш техникаси муҳокама қилинган. Таклиф этилаётган усул реал вақт режимида тасвирни самарали қайта ишлаш имконини беради, юқори таниб олиш аниқлигини таъминлайди. Комбинацияланган ёндашувдан фойдаланиш Габор филтрлари ёки нейрон тармоқлари каби бошқа усулларга нисбатан яхшиланган натижаларга олиб келади.

**Калит сўзлар:** тасвир, филтр, вейвлет-алмаштириш, объект таниб олиш, белгиларни шакллантириш, нейрон тармоқ.

**Аннотация.** В статье рассматривается методика распознавания объектов на изображениях и видеозаписях с использованием комбинации вейвлет-преобразований Хаара и Добеши. Предложенный метод позволяет эффективно обрабатывать изображения в режиме реального времени, обеспечивая высокую точность распознавания. Использование комбинированного подхода приводит к улучшению результатов по сравнению с другими методами, такими как фильтры

Габора или нейронные сети.

**Ключевые слова:** изображение, фильтр, вейвлет-преобразование, распознавание объектов, формирование признаков, нейронная сеть.

**Annotation.** The article examines a methodology for object recognition in images and video recordings using a combination of Haar and Daubechies wavelet transforms. The proposed method enables efficient processing of images in real time, ensuring high recognition accuracy. The use of a combined approach leads to improved results compared to other methods such as Gabor filters or neural networks.

**Keywords:** image, filter, wavelet transform, object recognition, feature extraction, neural network.

Сўнги йилларда тасвирларга дастлабки ишлов бериш учун ёндашувлар [1-10], объектларни таниб олиш ва аниқлаш учун қатор турли ёндашувлар таклиф қилинди [11], жумладан, Габор филтрлари [12-13], БКУ [14], нейрон тармоқлар [15-16], эволюцион алгоритмлар, AdaBoost алгоритми, таянч векторлар машиналари, ўрамли нейрон тармоқлар ва бошқалар. Бирок, ушбу ёндашувлар тасвир ва видео кетма-кетликларда халақитлар мавжуд бўлган реал мураккаб мухитда етарлича аниқлик, ишончлилиқ ва тезликка эга эмас.

Юзни таниб олиш масаласини ечиш усуллари таниб олиш юқори аниқлигини ва видео ёзувларни қайта ишлаш юқори тезлигини таъминлаши шарт. Бир сўз билан айтганда юзни таниб олиш усул ва алгоритмлари реал вақтда статик тасвирларда ва видео ёзувларда такомиллаштирилиши зарур.

Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштиришлар бирикмасига асосланган тасвирларда объектлар белгиларини ажратиш усули вейвлет-алмаштиришларни алохида-алохида фойдалангандан кўра, объектларни нисбатан самарали таниб олиш имконини беради. Белгиларни ажратиш усули қуйидаги босқичлардан иборат: тасвир ўлчамини алмаштириш ва ўзгартириш, вейвлет-коэффициентларни олиш, ўртача вейвлет-коэффициентларни ҳисоблаш.

Дастлаб кирувчи тасвир RGB фазодан YUV фазога ўтказилади. Сўнгра кулранг тасвир 64x64 пиксел ўлчамгача қисқартирилади ва оқ-қора тасвирга

биринчи тартибли Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштириши қўлланилади [17], бунда паст частотали  $X_{LL}(x, y)$  ва  $D_{LL}(x, y)$  коэффициентлар олинади, бу ерда  $x, y=1, \dots, 32$ . Паст частотали вейвлет-коэффициентлар тасвири 1-расмда келтирилган бўлиб, улар кулранг тасвирга Хаар ва Добеши вейвлетларини қўллаш орқали олинган.



**1-расм.** Хаар ва Добеши вейвлет алмаштиришлари қўлланилгандан кейин берилган тасвирни паст частотали компоненталари

Ёруғлик қийматларини ўртача даражаси Хаар вейвлет-алмаштиришини қўллашга нисбатан Добеши алмаштиришини қўллашда пастроқ жойлашади. Хаар вейвлет-коэффициентлари қийматлари амплитуда бўйича Добеши вейвлет-коэффициентларидан кўра кам тарқоқликка эга бўлади. Умумий вейвлет-алмаштиришни амалга ошириш учун Хаар ва Добеши вейвлет-коэффициентларини ўрта арифметик қийматини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш таклиф этилган:

$$K_{cp}(x, y) = \frac{X_{LL}(x, y) + D_{LL}(x, y)}{2}$$

бу ерда  $x = 1, \dots, 32; y = 1, \dots, 32$ .

Хаар алмаштиришини ўзига хос хусусияти бу уни ажралувчи эканлиги ва осон ҳисобланишидир. Хаар вейвлет-алмаштириши Добеши вейвлет-алмаштиришига нисбатан юқори ҳисоблаш мураккаблигига эга. Добеши вейвлетлари итерацион йўл билан ҳисобланадиган функциялар ҳисобланади. Алмаштириш бажарилиш жараёнида итерациялар орасида тўсиқлар пайдо бўлади. Айнан тўсиқлар сабаб Добеши вейвлетларини қўллаш Хаар вейвлетларида тушиб қолдирилган тафсилотларни инобатга олиш имконини

беради. Бунда белгиларни ажратиш алгоритми куйидаги боскичларда амалга оширилади:

1. Тасвирни дастурга узатиш.
2. Тасвирни кулранг тасвирга ўтказиш ва ўлчамини нормаллаштириш.
3. Куйи частотали вейвлет (Хаар/Добеши) коэффициентларни аниқлаш.
4. Ўртача вейвлет коэффициентларни ҳисоблаш.

Тасвирлар орқали юзни таниб олиш масаласини ечиш учун объект белгиларини ажратишни таклиф этилган усули ва РСАни биргаликда қўллашга асосланган алгоритм таклиф этилди. Бунда дастлаб Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштиришлар бирикмасини қўллаган ҳолда таклиф этилган алгоритм орқали юз белгиларини олиш амалга оширилади. Сўнг юзни “асосий” белгиларини ажратиш учун БКУ қўлланилади, олинган белгилар асосида “хос юзлар” (eigenfaces) шакллантирилади. Хаар, Добеши ва РСА вейвлет-алмаштиришларни биргаликда қўллашга асосланган ўқув танланма объектларини  $M$  та тасвирларидан белгилар базасини яратиш жараёни куйидаги боскичларда амалга оширилади:

1. Олинган вейвлет-коэффициентларни  $\vec{I}_i$  вектор кўринишида ифодалаш амалга оширилади, бу ерда  $i = 1, \dots, M$ ;
2. Ўртача тасвир ҳисобланади, яъни:  $\vec{I}_{\text{ўр}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \vec{I}_i$ ;
3. Ҳар бир тасвир ва ўртача тасвир фарқи ҳисобланади, яъни  $\vec{\Phi}_i = \vec{I}_i - \vec{I}_{\text{ўр}}$ .
4. Хос объектларни ҳисоблаш амалга оширилади:  $\vec{u}_i = \sum_{k=1}^M v_{ik} \vec{\Phi}_k, i = 1, \dots, M$ , бу ерда  $\vec{v}_i = W^T W, W = \{\vec{\Phi}_1, \dots, \vec{\Phi}_M\}$  матрица хос векторлари.
5. Ҳар бир объект учун унга мос векторни  $\vec{\Omega}_k^T = \{\omega_1, \dots, \omega_M\}$  хос объектлар фазосида ҳисоблаш амалга оширилади, бу ерда  $\omega_i = \vec{u}_i^T (\vec{I}_i - \vec{I}_{\text{ўр}}), i = 1, \dots, M$ .
6. Ҳосил бўлган вектор базага ёзилади.

Белгилар базаси яратилгандан сўнг янги объектни таниб олиш жараёни

куйидагича амалга оширилади:

1. Кирувчи тасвир объекти белгилари Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштиришларини биргаликда қўллаш асосида ажратилади.
2. Олинган вейвлет-коэффициентларни  $\vec{I}_{BX}$  вектор кўринишида ифодаланади.
3. Кирувчи объект учун унга мос  $\vec{\Omega}^T = \{\omega_1, \dots, \omega_M\}$  векторни хос объектлар фазосида ҳисоблаш амалга оширилади, бу ерда  $\omega_i = \vec{u}_i^T (\vec{I}_{BX} - \vec{I}_{CP})$ ,  $i = 1, \dots, M$ .
4. Кирувчи объектни белгилар базасидан ҳар бир маълум объект билан Евклид масофасини ҳисоблаш асосида солиштириш амалга оширилади:  $d_k^2 = \|\vec{\Omega} - \vec{\Omega}_k\|^2$
5. Кирувчи объект  $d_k$  катталикти  $\delta$  бўсаға қиймати билан таққослаш орқали маълум объектга тегишлилигини аниқлаш амалга оширилади. Агар Евклид масофаси катталиги  $d_k$   $\delta$  бўсаға қийматидан бирор бир  $k$  учун кичик бўлса, у ҳолда объектни бу тасвири  $k$  -синфга тегишли, акс ҳолда у таниб олинмаган деб ҳисобланади.

**Хулоса.** Хаар ва Добеши вейвлет-алмаштиришлар комбинациясига асосланган тасвир ва видеоларда объектни аниқлашни тавсия этилган усули мураккаб шовқинли сахналарда объектни аниқлаш муаммоси учун самарали эчим бўлиши мумкин. Тажрибавий тадқиқот натижалари шуни тасдиқлайдики, ушбу усулдан фойдаланиш реал вақт режимида видео ёзувларни қайта ишлашнинг юқори аниқлиги ва тезлигини таъминлайди.

Габор филтрлари ёки нейрон тармоқлари каби бошқа ёндашувлар билан таққослаш тавсия этилган усулнинг маълумотларни қайта ишлаш аниқлиги ва самарадорлигини ошириш нуқтай назаридан афзалликларини кўрсатади. Бундан ташқари, объект белгиларини ажратиб олиш ва белгилар тўпламини шакллантириш учун таклиф қилинган алгоритм юзни таниб олиш вазифасида яхши натижаларни кўрсатади.



### Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Маматов, Н., Султанов, П., Жалелова, М., & Тожибоева, Ш. (2023). Критерии оценки качества медицинских изображений, полученных на мультиспиральном компьютерном томографе. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(9), 27-37.
2. Mamatov, N. S., Pulatov, G. G., & Jalelova, M. M. (2023). Image contrast enhancement method and contrast evaluation criteria optimal pair. Digital Transformation and Artificial Intelligence, 1(2).
3. Mamatov, N., Dadaxanov, M., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2024, May). X-ray image contrast estimation and enhancement algorithms. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3147, No. 1). AIP Publishing.
4. Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.
5. Solidjonovich, M. N., Qizi, J. M. M., Qizi, T. S. X., & O‘G‘Li, S. B. N. (2023). SUN‘IY YO‘LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI. Al-Farg‘oniy avlodlari, 1(4), 177-181.
6. Mamatov, N. S., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Samijonov, B. N. (2024, February). Algorithm for improving the quality of mixed noisy images. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2697, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
7. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithm for extracting contours of agricultural crops images. In ITM Web of Conferences (Vol. 59, p. 03015). EDP Sciences.
8. Mamatov, N., Niyozmatova, N., Jalelova, M., Samijonov, A., & Tojiboyeva, S. (2024, May). Methods for increasing the contrast of drone agricultural images. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3147, No. 1). AIP Publishing.
9. Mamatov, N., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2024). Tasvir obyektlarini segmentatsiyalashning mintaqaga asoslangan usullari. Modern Science and

- Research, 3(1), 1-4. <https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/28241>
10. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithms for contour detection in agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 03017). EDP Sciences.
  11. Маматов, Н., Рахмонов, Э., Самижонов, А., Жалелова, М., & Самижонов, Б. (2023). ТАСВИРДАГИ МИКРОСКОПИК ОБЪЕКТЛАРНИ ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(11), 7-13.
  12. Bolotova Yu.A. Kermani A.K., Spitsyn V.G Colored background symbols recognition on the base of hierarchical temporal memory model with Gabor filter preprocessing. Electromagnetic Waves and Electronic Systems, № 1, Vol. 17, pp. 1419, 2012.
  13. Kovesi P. What are LogGabor Filters and why are they good? School of Computer Science & Software Engineering, The University of Western Australia, 2000.
  14. Mohammad, A.K. , Md. Nasim Akhter, Shamim Ahmed, Md. Mahbub Face Recognition System Based on Principal Component Analysis (PCA) with Back Propagation Neural Networks (BPNN). Canadian Journal on Image Processing and Computer Vision, 2011. Vol. 2. Issue 6. Pp. 1–10.
  15. Lin S.H., Kung S.Y., Lin L.J. Face recognition/detection by probabilistic decisionbased NN. IEEE Trans. Neural Networks 8, 1997. P.114–132.
  16. Meng J.E., Shiquian W., Juwei L., Hock L.T. Face Recognition with Radial Basis Function (RBF) Neural Networks. IEEE Transactions on Neural Networks, May 2002. Vol. 13. No. 3. P. 697–710.
  17. Bui T.T.T., Phan N.H., Spitsyn V.G. Face and Hand Gesture Recognition based on Wavelet Transforms and Principal Component Analysis. 7th International Forum on Strategic Technology IFOST: Proceedings of IFOST. Tomsk: TPU Press, 2012. V. 1. P. 588–591.