

UDK 004.8

YUZ TASVIRLARINI SEGMENTLASHNING AN'ANAVIY VA MASHINALI O'QITISH USULLARI

Mamatov N.S.¹, Erejepov K.K.¹, Narzullayev I.S.², Jalelova M.M.¹

¹ "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti"

Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, O'zbekiston

² Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,

Toshkent, O'zbekiston

m_narzullo@mail.ru, e_keulimjay@mail.ru, inomjonnarzullayev01@gmail.com,

jalelova97@mail.ru

Annotatsiya. Tasvirlarni segmentlash kompyuterli ko'rish va tasvirlarni qayta ishlash sohasida muhim vazifa bo'lib, so'nggi yillarda turli sohalarda, shu jumladan xavfsizlik tizimlari, biometrik tizimlar, tibbiy diagnostika va boshqa ilovalarda keng qo'llanilib kelinmoqda. Tasvirlarni segmentlashning an'anaviy usullari amalga oshirish qulayligi, yuqori ishlov berish tezligi va cheklangan miqdordagi ma'lumotlar bilan ishlash qobiliyati sabab segmentlash usullari orasida mashhurdir. Mazkur ishda yuz tasvirlarini segmentlashning an'anaviy usullari tadqiq qilingan bo'lib, ushbu usullarni har birini o'ziga xos xususiyatlari, yutuq va kamchiliklari bayon etilgan. Shuningdek, segmentlashda qo'llaniladigan mashinali o'qitish usullari haqida ma'lumotlar va ularni qiyosiy tahlil natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: yuz tasvir, bo'sag'a, rang maydoni, tasniflash, tasvirni qayta ishlash, segmentatsiya, biometrika, shovqin, tayanch vektorlar, mashinali o'qitish.

I. KIRISH

Tasvirni segmentlash kompyuterli ko'rish va tasvirni qayta ishlash sohasidagi asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Bu xavfsizlik, video kuzatuv tizimlaridan tortib to tibbiy tashxislashgacha bo'lgan turli xil ilovalarda katta ahamiyatga ega [1]. Xususan, xavfsizlikda yuz tasviri muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Tasvirlardagi shaxslarni tanib olishda dastlab undagi yuzlarni segmentlash zarur. Yuz tasvirini segmentlash - bu tasvirni yuzlar va fonga mos alohida hududlarga ajratish orqali raqamli tasvirlardan yuzlarni ajratib olish jarayoni hisoblanadi. Yuz segmentatsiyasining asosiy maqsadi navbatdagi tahlil qilish yoki turli ilovalarda foydalanish uchun tasvirlardan yuz ma'lumotlarini olishdir.

Bugungi kunda kompyuterli ko'rish sohasidagi sezilarli yutuqlarga qaramay, yuz tasvirlarini segmentlarga ajratish vazifasi dolzarbligicha qolmoqda va bir qator murakkabliklar va hal qilinishi kerak bo'lgan muammolarni keltirib chiqarmoqda. Asosiy muammolar sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- yuzni o'zgaruvchanligi: yuzlarni xususiyatlari yorug'lik, yuz ifodasi va boshqa omillarga ko'ra sezilarli darajada farq qilishi mumkin, bu ularni tasvirda aniq ajratishni murakkablashtiradi;

- tasvirlardagi shovqin: tasvirlarda siqish artefaktlari, qo'shimcha shovqin va boshqa shu kabi turli xil halaqit turlari bo'lishi mumkin, bu esa yuzni segmentatsiyalashda xatolarga olib kelishi mumkin;
- fon murakkabligi: tasvirlar foni turlicha bo'lishi mumkin va ular yuzga o'xshash obyektlar yoki teksturalarni o'z ichiga olishi mumkin, bu esa ularni aniq ajratib olishni murakkablashtiradi;
- turli sharoitlar: tasvirlar turli sharoitlarda, masalan, past yorug'lik, xiralik, harakatlanuvchi obyektlar va boshqa sharoitlarda olinishi mumkin, bu esa yuzni aniq segmentatsiyalashga to'sqinlik qiladi.

Yuz tasvirlarini segmentlashning yuqorida sanab o'tilgan muammolarini to'liq bartaraf etish murakkab va tasvirlarga dastlabki ishlov berish algoritmlari [2-16] natijasiga bog'liq hisoblanadi. Biroq, segmentlash usullarini qo'llash orqali ushbu muammolarni qisman hal etish mumkin. Bunda segmentlashni an'anaviy va mashinali o'qitish usullari o'zlarini samaradorligi, soddaligi va qayta ishlash tezligi tomonidan boshqa usullarga nisbatan ustun ekanligini e'tirof etish joiz. Shuning uchun mazkur tadqiqot ishida yuz tasvirini segmentlashning an'anaviy usullari va ularning afzalliklari, kamchiliklari, turli ilovalarda qo'llanilishini tadqiq qilish maqsad qilingan va quyida har bir usul bo'yicha batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

II. METODLAR

2.1. Bo'sag'ali segmentlash. Tasvirni segmentlash sohasida eng sodda va keng qo'llaniladigan usullardan biri bo'sag'a usuli hisoblanadi. U yuz va fon piksellarini ajratish uchun tasvir piksel intensivligiga bo'sag'a qiymatini qo'llashga asoslangan. Bo'sag'a usulini amalga oshirish o'ta sodda, ya'ni bunda tasvirdagi har bir piksel intensivligi bo'yicha tahlil qilinadi va bo'sag'a qiymati bilan taqqoslanadi. Agar piksel intensivligi bo'sag'a qiymatidan katta bo'lsa, u holda bu piksel shaxsga tegishli hisoblanadi, aks holda, u fonga ishora qiladi.

Bo'sag'ali segmentlash algoritmini quyidagicha tavsiflash mumkin:

- bo'sag'a qiymatini o'rnatish;
- tasvir har bir piksel yorqinligini aniqlash va uni bo'sag'a qiymati bilan taqqoslash;
- taqqoslash natijasi asosida pikselga tegishli sinfni (yuz yoki fon) belgilash.

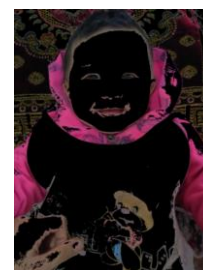
Yuqorida keltirilgan algoritmnini qo'llash natijasida binar tasvir hosil bo'ladi, unda har bir piksel yuz yoki fon ikkita sinfdan biriga tegishli bo'ladi (1-rasm).



Asl tasvir



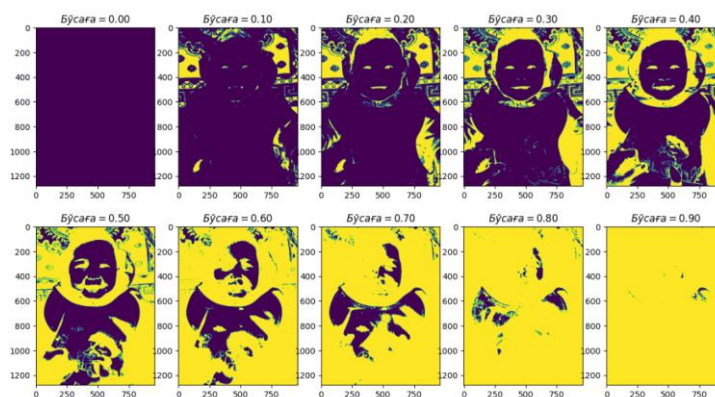
Otsu usuli natijasi



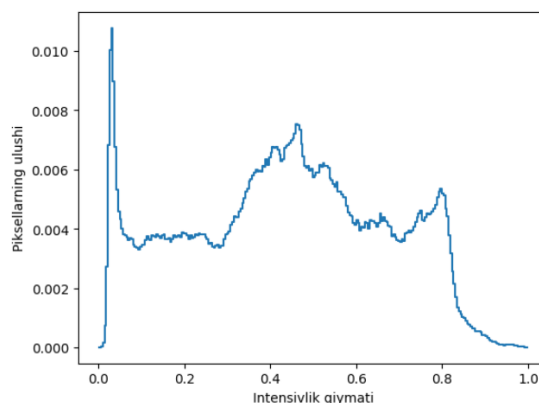
Otsu usuli natijasidagi maska

1-rasm. Bo'sag'a usuli natijasi

Bo'sag'a qiymatini o'zgartirish orqali turli xil natijalarni olish mumkin (2-3-rasm).



2-rasm. Bo'sag'aning turli qiymatlaridagi natijalar



3-rasm. Bo'sag'a qiymati o'zgarishiga mos gistogramma chizmasi

2.2. Rang maydoniga asoslangan usullar.

Ushbu usullar yuz tasvirini segmentlash sohasida muhim vositalar hisoblanib, ular raqamli tasvirlardagi yuzlarni o'z ichiga olgan hududlarni ajratish uchun rang ma'lumotlaridan foydalanadilar [17].

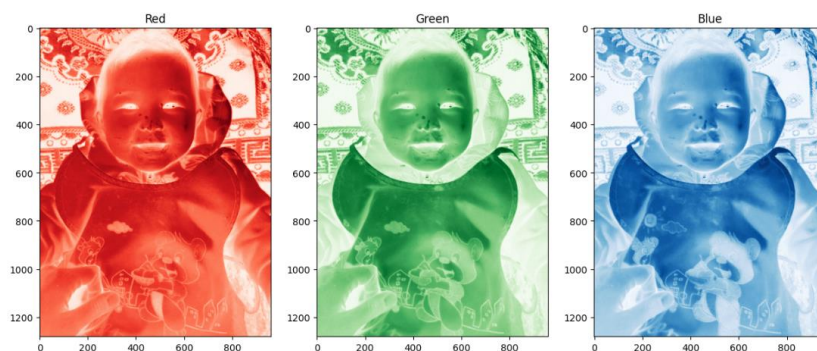
Rang maydoni - bu ranglarni raqamli qiymatlar sifatida ifodalanishini tavsiflovchi matematik modeldir. Rang maydoniga asoslangan usullar yuzlar rangining statistik belgilaridan ularni fondan ajratishda foydalanadi [18]. Ushbu usullar algoritmini quyidagicha ta'riflash mumkin:

- rangli modelni tanlash: ushbu bosqich berilgan vazifani o'ziga xos xususiyatlariga va yuzlarni aniqlash talablariga bog'liq. Eng keng tarqalgan rangli modellardan ba'zilar RGB, HSV, YUV, YCbCr va Lab kabilar hisoblanadi;

- tasvirni tanlangan rang maydoniga o'tkazish: asl tasvir RGB rang maydonidan tanlangan rang modeliga o'tkaziladi;
- yuzlarning rang statistikasini tahlil qilish: yuzlarni fondan ajratib turadigan bo'sag'a qiymatini aniqlash uchun tasvirning tanlangan hududida o'rtacha va standart og'ish kabi rang statistikasi tahlil qilinadi;
- bo'sag'ani qo'llash: bo'sag'alash yuz pikselarini ajratib olishda qo'llaniladi, so'ngra olingan ikkilik niqob yuzlarni chiqarish uchun asl tasvirga qo'llaniladi.

Yuzni segmentatsiyalash usullarida qo'llanilishi mumkin bo'lgan ko'plab rangli modellar mavjud va quyida eng mashhur modellardan ba'zilar haqida ma'lumotlar keltirilgan:

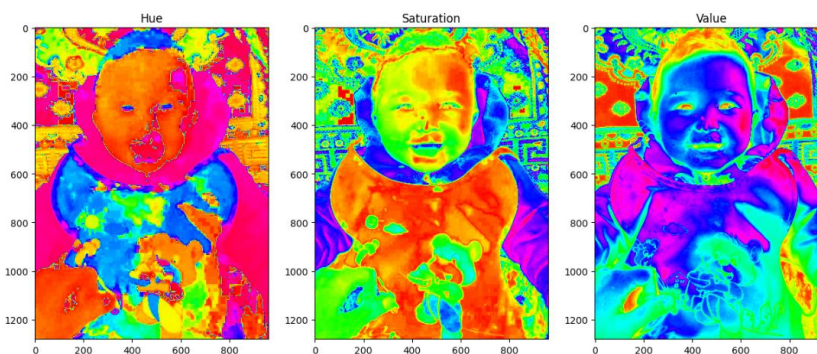
- RGB (Red, Green, Blue): bu eng keng tarqalgan rang modellaridan biri bo'lib, ranglarni qizil, yashil va ko'k rang kombinatsiyasi sifatida ifodalaydi (4-rasm).



4-rasm. Asl tasvirni Red, Green, Blue kanallari

- HSV (Hue, Saturation, Value): ushbu model ranglarni uchta parametr orqali tavsiflaydi: rang, to'yinganlik va qiymat (5-rasm). Bu

yorqinlik va ranglar to'yinganligini sozlash imkonini beradi.



5-rasm. Asl tasvir Hue, Saturation, Value kanallari

- YUV: bu model yorqinlik komponenti (Y) va ikkita rang komponentidan (U va V) iborat. Ko'pincha televizor va video kodlash tizimlarida qo'llaniladi.
- YCbCr: bu yorqinlik komponenti (Y) va ikkita rang farqi (Cb va Cr) orqali ranglarni

ifodalovchi rang modeli. Bu JPEG va MPEG standartining bir qismidir.

- Lab: ushbu model ranglarni yorqinligi (L) va ikkita rang komponenti (a va b) asosida ajratadi. Rangni to'g'rilash va ranglarni tahlil qilishda keng qo'llaniladi.

2.3. Yuz tasvirini segmentatsiyalashda belgiga asoslangan usullar. Belgilarga asoslangan usullar yuz tasvirini segmentatsiyalash sohasidagi algoritmlar muhim sinfini ifodalaydi [19]. Bu usullarda tasvirdagi yuz chegaralarini aniqlash va raqamli tasvirlardagi fondan farqlash uchun tekstura, shakl va kontur kabi turli xil yuz belgilaridan foydalaniladi [20]. Ushbu usullar algoritmini quyidagicha tavsiflash mumkin:

- belgilarni ajratish: tasvir tekstura, shakl, kontur va boshqa shu kabi yuz belgilarini ajratib olish uchun tahlil qilinadi;
- belgilarni tayyorlash: ajratilgan belgilar tasniflagichga kiritish uchun tayyorlanadi.

Bu standartlashtirish, normallashtirish yoki ma'lumotlarni qayta ishlashning boshqa usullarini o'z ichiga olishi mumkin;

- tasniflash: tayyorlangan belgilar klassifikatorga kirish sifatida beriladi, bu tasvirdagi qiziqish maydoni yuzga tegishli yoki tegishli emasligini aniqlaydi;
- segmentatsiya: tasniflash natijalariga ko'ra, tasvirda yuzlar va fonlarni ajratish mumkin.

Yuz tasvirlarini segmentlash uchun belgiga asoslangan usullarda foydalanish mumkin bo'lgan turli xil belgilar mavjud. Ulardan ba'zilar quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Tasvirlarda belgi turlari

Tekstura belgilari	Shakl va kontur	Rang belgilari
Yuz teksturaviy belgilarini tasvirlaydi, masalan, intensivlik gradientlari, lokal binar timsollar va boshqalar.	Yuzning shakli va konturini tasvirlaydi. Ular yuz chegarasini aniqlash, gradient tahlili va boshqalar yordamida hisoblanishi mumkin.	Ba'zi usullar tasniflash uchun belgilar sifatida yuzni rang xususiyatlaridan ham foydalanadi.

2.4. Mashinali o'qitish usullari. Ushbu turdagi usullar yuz tasvirini segmentlash sohasida eng samarali va keng qo'llaniladigan usullardan biridir. Ular katta hajmdagi ma'lumotlardan yuz belgilarini avtomatik ravishda o'qitish va piksellar yuzga yoki fonga tegishliligi haqida aniq bashorat qilish imkonini beradi [21].

Mashinali o'qitish usullari algoritmini quyidagicha tavsiflash mumkin:

- o'qitish uchun ma'lumotlar to'plamini tayyorlash: birinchidan, yuzlar va fon yorliqli tasvirlarini o'z ichiga olgan o'quv ma'lumotlar to'plamini tayyorlash zarur;
- belgilarni ajratib olish: tekstura, shakl, kontur va rang kabi yuz xususiyatlarini tavsiflovchi belgilar o'quv ma'lumotlar to'plamidan olinadi;
- modelni o'qitish: ajratilgan belgilar va belgilangan ma'lumotlarga asoslanib, piksellarni yuz va fonga ajrata oladigan mashinali o'qitish modeli qo'llaniladi;

- tasvir segmentatsiyasi: olingan model yuzlar va fonlarni ajratib olish uchun yangi tasvirlarga qo'llaniladi.

Yuz tasvirlarini segmentlash uchun qo'llanilishi mumkin bo'lgan ko'plab mashinali o'qitish yondashuvlari va algoritmlari mavjud. Ulardan ba'zilar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Tayanch vektorlar mashinasi (SVM). Bu o'qituvchili o'qitish algoritmi bo'lib, sinflarni ajratib turadigan yuqori o'lchamli fazoda giperplanni quradi. U yuz tasvirini segmentlashda samarali qo'llanilishi mumkin.

Tasodifiy o'rmon. Bu ko'plab qaror daraxtlaridan tashkil topgan mashinali o'qitishning ansambl usuli hisoblanadi.

III. NATIJALAR

Tasvir segmentlashni yuqorida keltirilgan an'anaviy va mashinali o'qitish usullarining yutuq va kamchiliklari, qo'llanilishi haqidagi ba'zi ma'lumotlar quyida keltirilgan.

2-jadval. Tasvir segmentlash usullarining yutuq va kamchiliklari, qo'llanilishi

Usullar	Yutuqlari	Kamchiliklari	Qo'llanilishi
Bo'sag'aga asoslangan usullar	1. Amalga oshirish qulayligi. 2. Yuqori qayta ishlash tezligi. 3. Aniq rang farqi bo'lsa samarali.	1. O'zgaruvchan yorug'lik sharoitida samarasiz. 2. Tasvir shovqiniga sezgirlik.	Yoritish barqaror bo'lgan va yuzning rangi fonga qarama-qarshi bo'lgan ilovalar, masalan, fotosuratlardagi yuzlarni avtomatik tanlashda.
Rang maydoniga asoslangan usullar	1. Yoritish o'zgarishlariga o'zgarmasligi. 2. Rasmdagi rangli obyektlarni ajratib ko'rsatish samaradorligi.	1. Fon va yorug'likdagi o'zgarishlarga sezgirlik. 2. Muvofiq rang modelini tanlashda qiyinchilik.	Yuz rangi fon rangidan sezilarli darajada farq qiladigan ilovalar, masalan, videokuzatuv va yuzni avtomatik tanib olish.

Belgilarga asoslangan usullar	1. Turli xil yuz belgilarini hisobga olish. 2. Har xil turdagi tasvirlarga moslashishda moslashuvchanlik.	1. Katta o'quv ma'lumotlar to'plamiga bo'lgan ehtiyoj. 2. Belgilar va tasniflagichni tanlash va sozlashda murakkablik.	Yuz belgilarini batafsil tahlil qilishni talab qiladigan ilovalar, masalan, yuzni avtomatik aniqlash tizimlarida.
Mashinali o'qitish usullari	1. Segmentatsiyaning yuqori aniqligi. 2. Har xil turdagi tasvirlarga moslashish.	1. Katta o'quv ma'lumotlar to'plamiga bo'lgan ehtiyoj. 2. Hisoblashning murakkabligi.	Yuqori segmentatsiya aniqligini va katta hisoblash resurslaridan foydalanishga tayyorlikni talab qiladigan ilovalar, masalan, yuzni avtomatik aniqlash tizimlarida.

IV. XULOSA

Mazkur tadqiqot ishida yuz tasvirlarini segmentlashni bo'sag'a, rang maydoni, belgilarga asoslangan va mashinali o'qitish usullari ko'rib chiqildi. Ushbu usullarni har biri o'ziga xos yutuq va kamchiliklariga, shuningdek, maxsus ilovalari haqidagi ma'lumotlar keltirildi. Tadqiqot natijasida quyidagi xulosalar olindi:

- bo'sag'a usuli amalga oshirishni qulayligi va yuqori tezlik bilan tavsiflanadi, biroq yorug'lik o'zgarishi sharoitida samarasiz va tasvirdagi shovqinga sezgirdir;
- rang maydoniga asoslangan usullar yorug'likdagi o'zgarishlarga o'zgarimas, rangli obyektlarni aniqlashda samarali, biroq fon va yorug'lik o'zgarishiga sezgir;
- belgilarga asoslangan usullar yuz turli belgilarini hisobga oladi va har xil turdagi tasvirlarga moslashishda moslashuvchan, biroq katta o'quv ma'lumotlar to'plamini talab qiladi, shuningdek belgilar bilan tasniflagichni tanlash va sozlash murakkab;
- mashinali o'qitishga asoslangan usullar yuqori segmentatsiya aniqligini ta'minlaydi va har xil turdagi tasvirlarga moslashadi, biroq ayni paytda katta o'quv ma'lumotlar to'plami va hisoblash resurslarini talab qiladi.

Yuz tasvirlarini segmentlash usulini tanlash berilgan aniq vazifaga, aniqlik va ishlov berish tezligiga qo'yiladigan talablarga, shuningdek mavjud resurslarga bog'liq. Bundan tashqari, turli usullar kombinatsiyasi yoki ansambl yondashuvlaridan foydalanish segmentatsiya samaradorligini oshirishi va muayyan vaziyatda yaxshi natijalarni berishi mumkin.

ADABIYOTLAR

- [1] Y. P. Yin, Z. Ying, Z. Dan et al., "Face segmentation using CRFs based on multiple feature fusion," *Electronic Measurement Technology*, vol. 38, no. 6, pp. 54–59, 2015.
- [2] Mamatov, N. S., Niyozmatova, N. A., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Tojiboyeva, S. X. (2023). Methods for improving contrast of agricultural images. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 04020). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340104020>
- [3] 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).
- [4] Mamatov, N., Sultanov, P., & Jalelova, M. (2023). Analysis of imaging equipments of human internal organs. *Scientific Collection «InterConf+»*, (38 (175)), 291-299. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.10.2023.026>
- [5] 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. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012013>
- [6] 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>
- [7] 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. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448603017>
- [8] 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. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245903015>

- [9] Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.
- [10] Mamatov, N., & Jalelova, M. (2023). Tasvir kontrastini oshirish usuli va kontrast baholash mezon optimal juftligi. Digital transformation and artificial intelligence, 1(2), 158-167.
- [11] 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.
- [12] Mamatov, H., Sul'tanov, P., Jalelova, M., & Tojiboeva, Sh. (2023). Kriteriai o'qini kachestva meditsinskih izobrazheniy, poluchennykh na multispirальном kompyuternom tomografe. Evraziyskiy zhurnal matematicheskoy teorii i kompyuternykh nauk, 3(9), 27-37.
- [13] Mamatov, H., Sul'tanov, P., Yuldashev, Yu., & Jalelova, M. (2023). Metodi povysheniya kontrastnosti izobrazheniy pri multispirальной kompyuternoy tomografii. Evraziyskiy zhurnal akademicheskikh issledovaniy, 3(9), 125-132.
- [14] Mamatov, H., & Djalilova, M. (2023). Tasvir shovqinlari tahlili. Informatika i inzhenernye tekhnologii, 1(2), 113-115.
- [15] Mamatov, H., & Djalilova, M. (2023). Tasvir kontrastini etalonsiz baholash. Informatika i inzhenernye tekhnologii, 1(2), 115-117.
- [16] Mamatov, H., Rakhmonov, E., Samijonov, A., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2023). Tasvirdagi mikroskopik objektlarni taniib olish algoritmlari. Evraziyskiy zhurnal matematicheskoy teorii i kompyuternykh nauk, 3(11), 7-13.
- [17] Z. P. Gong, "A face detection method based on skin color," Journal of Luohe Vocational and Technical College, vol. 12, no. 2, pp. 42-44, 2013.
- [18] Y. Ma, Face Detection Method Based on Color and Template Matching, Dalian University of Technology, Dalian, China, 2006.
- [19] Hong-An Li, Jiangwen Fan, Jing Zhang, Zhanli Li, Dandan He, Ming Si, Yun Zhang, "Facial Image Segmentation Based on Gabor Filter", Mathematical Problems in Engineering, vol. 2021, Article ID 6620742, 7 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6620742>
- [20] X. Wu, J. Zhao, and H. Wang, "Face segmentation based on level set and improved DBM prior shape," Progress in Artificial Intelligence, vol. 8, no. 46, pp. 1-13, 2019.
- [21] S. Wazarkar, B. N. Keshavamurthy, and A. Hussain, "Region-based segmentation of social images using soft KNN algorithm," Procedia Computer Science, vol. 125, pp. 93-98, 2018.

Поступила в редакцию 02.02.2024

Citation: Mamatov N.S., Erejepov K.K., Narzullayev I.S., Jalelova M.M. (2024). Yuz tasvirlarini segmentlashning an'anaviy va mashinali o'qitish usullari. Raqamli texnologiyalarning nazariy va amaliy masalalari xalqaro jurnali. 7(1). – B. 24-30. <https://doi.org/10.62132/ijdt.v7i1.157>

TRADITIONAL AND MACHINE LEARNING METHODS OF FACE IMAGE SEGMENTATION

Mamatov N.S.¹, Erejepov K.K.¹, Narzullayev I.S.², Jalelova M.M.¹

¹ "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Tashkent, Uzbekistan

² Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

m_narzullo@mail.ru, e_keulimjay@mail.ru, inomjonnarzullayev01@gmail.com, jalelova97@mail.ru

Abstract. Image segmentation is an important task in computer vision and image processing, and has been widely used in various fields in recent years, including security systems, biometric systems, medical diagnostics, and other applications. Traditional image segmentation methods are popular among segmentation methods due to their ease of implementation, high processing speed, and the ability to work with a limited amount of data. In this work, the traditional methods of face image segmentation are researched, and each of these methods has its own characteristics, advantages and disadvantages. Also, information about machine learning methods used in segmentation and the results of their comparative analysis are presented.

Keywords: *face image, thresholding, color space, classification, image processing, segmentation, biometrics, noise, support vectors, machine learning.*

МЕТОДЫ ТРАДИЦИОННОГО И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ

Маматов Н.С.¹, Ережепов К.К.¹, Нарзуллаев И.С.², Жалелова М.М.¹

¹ Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент, Узбекистан

² Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми,
Ташкент, Узбекистан

m_narzullo@mail.ru, e_keulimjay@mail.ru, inomjonnarzullayev01@gmail.com, jalelova97@mail.ru

Аннотация. *Сегментация изображений является важной задачей в компьютерном зрении и обработке изображений и в последние годы широко используется в различных областях, включая системы безопасности, биометрические системы, медицинскую диагностику и другие приложения. Традиционные методы сегментации изображений пользуются популярностью среди методов сегментации благодаря простоте реализации, высокой скорости обработки и возможности работы с ограниченным объемом данных. В данной работе исследуются традиционные методы сегментации изображений лица, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Также представлена информация о методах машинного обучения, используемых при сегментации, и результаты их сравнительного анализа.*

Ключевые слова: *изображение лица, порог, цветовое пространство, классификация, обработка изображений, сегментация, биометрия, шум, опорные векторы, машинное обучение.*