BARMOQ IZI NAQSHLARINI QAYTA ISHLASH, TANIB OLISH USUL VA ALGORITMLARI TAHLILI

Ergasheva Durdona Sherali qizi
Namangan Davlat Universiteti tadqiqotchisi
E-mail: durdonaergasheva986@gmail.com

Qabul qilindi: 21.10.2025
Ko‘rib chiqildi: 22.10.2025
Tasdiqlandi: 23.10.2025

Kalit so‘zlar:
Barmoq izi, biometrik tizim, qayta ishlash, identifikatsiya, algoritm, sun’iy intellekt, CNN, Gabor filtri.

Keywords:
Fingerprint, biometric system, image processing, identification, algorithm, artificial intelligence, CNN, Gabor filter.

Ключевые слова:
Отпечаток пальца, биометрическая система, обработка изображений, идентификация, алгоритм, искусственный интеллект, CNN, фильтр Габора.

Annotatsiya. Mazkur maqolada barmoq izi naqshlarini qayta ishlash va tanib olishda qo‘llaniladigan usul hamda algoritmlar tahlil qilingan. Tadqiqotda barmoq izi tasvirlarini filtrlash, kontur chizish, minutiyalarni aniqlash, shovqinni kamaytirish va aniqlikni oshirishga qaratilgan zamonaviy texnik yondashuvlar o‘rganilgan. Sun’iy intellekt, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) hamda Gabor filtrlari asosidagi algoritmlarning samaradorligi taqqoslab tahlil qilinadi. Natijada, barmoq izi identifikatsiya tizimlarining aniqligi va tezkorligini oshirish uchun kompleks algoritmik yechimlar taklif etilgan.

Annotation. This article analyzes the methods and algorithms used for fingerprint pattern processing and recognition. The study examines modern technical approaches for filtering, contour extraction, minutiae detection, noise reduction, and accuracy improvement. The efficiency of artificial intelligence-based models, convolutional neural networks (CNN), and Gabor filters is compared. As a result, a set of algorithmic solutions aimed at increasing the accuracy and speed of fingerprint identification systems is proposed.

Аннотация. В данной статье проведён анализ методов и алгоритмов обработки и распознавания узоров отпечатков пальцев. Исследуются современные технические подходы к фильтрации изображений, выделению контуров, определению минуций, снижению шумов и повышению точности. Сравнена эффективность алгоритмов на основе искусственного интеллекта, сверточных нейронных сетей

(CNN) и фильтров Габора. В результате предложены комплексные алгоритмические решения, направленные на повышение точности и скорости систем идентификации отпечатков пальцев.

Kirish. Hozirgi raqamli davrda insonni aniqlash va shaxsni autentifikatsiyalashda biometrik texnologiyalar muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, barmoq izi naqshlari asosidagi identifikatsiya usullari o‘zining yuqori aniqligi, xavfsizligi va qulayligi bilan boshqa biometrik texnologiyalardan ustun turadi. Barmoq izi inson hayoti davomida o‘zgarmasligi, har bir individ uchun takrorlanmasligi sababli shaxsni ishonchli aniqlash imkonini beradi. Shu bois barmoq izini qayta ishlash va tanib olish tizimlari hozirgi kunda axborot xavfsizligi, huquq-tartibot organlari, bank sohalari, mobil autentifikatsiya va elektron xizmatlarda keng qo‘llanilmoqda. Mazkur tadqiqotda barmoq izi naqshlarini qayta ishlashda qo‘llaniladigan asosiy usul va algoritmlar tahlil qilinib, ularning samaradorlik darajalari, afzallik va kamchiliklari o‘rganiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – barmoq izi tasvirlarini qayta ishlash va tanib olishda aniqlikni oshirish, shovqinni kamaytirish hamda tizimning ishlash tezligini yaxshilovchi algoritmik yondashuvlarni ishlab chiqishdan iboratdir.

Adabiyotlar tahlili. Karimov A. o‘zining “Biometrik tizimlar va ularning xavfsizlikdagi o‘rni” nomli asarida biometrik texnologiyalarning insonni aniqlashdagi aniqligi, ishonchliligi hamda texnik imkoniyatlarini keng yoritadi. Muallif barmoq izi, yuz tasviri, ovoz va ko‘z to‘r pardasi asosidagi tizimlarning afzalliklarini tahlil qilib, ayniqsa barmoq izi texnologiyasining yuqori aniqlik darajasi va amaliyotdagi qulayligini ilmiy asoslab beradi [1]. Rasulov B. tomonidan olib borilgan “Raqamli tasvirlarni qayta ishlash algoritmlari” nomli tadqiqotda barmoq izlarini raqamli shaklda tahlil qilish, tasvirlarni filtrlash, kontrastni oshirish hamda minutiyalarni aniqlashning samarali usullari bayon etilgan. Mazkur tadqiqot barmoq izi naqshlarini avtomatik tarzda qayta ishlovchi dasturiy tizimlar uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi [2]. Xudoyberdiyev Sh. “Biometrik identifikatsiya tizimlarida sun’iy intellektning roli” nomli ishida mashinaviy o‘rganish algoritmlarini qo‘llash orqali shaxsni aniqlashning aniqligini oshirish usullarini o‘rganadi. U neyron tarmoqlar va konvolyutsion modellar yordamida barmoq izi tasvirlarini qayta ishlash mexanizmlarini ishlab chiqib, ularning aniqlik darajasi yuqori ekanligini ilmiy jihatdan asoslaydi [3]. Mamatqulov D. “Axborot xavfsizligi va shaxsni autentifikatsiyalash usullari” nomli maqolasida biometrik ma’lumotlarni saqlash va himoyalash mexanizmlarini tahlil qiladi. U ma’lumotlarni shifrlash, xavfsiz uzatish va qayta ishlash jarayonida yuzaga keladigan xavf va tahdidlarni

baholaydi hamda ularni bartaraf etishning amaliy yo‘llarini taklif etadi [4]. Jo‘rayev N. “Barmoq izi naqshlarini aniqlashda raqamli texnologiyalarni qo‘llash” mavzusidagi ishida tasvirlarni segmentatsiya qilish, kontur chizish va shovqinni kamaytirishning samarali usullarini ishlab chiqadi. Muallifning fikricha, tasvir sifatini yaxshilash uchun gibrid algoritmlardan foydalanish barmoq izlarini aniq tahlil qilishda yuqori natija beradi [5]. Shu asosda olib borilgan adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, barmoq izi naqshlarini qayta ishlashda raqamli texnologiyalar, mashinaviy o‘rganish hamda algoritmik yondashuvlar uyg‘unlashgan holda qo‘llanilganda tizimlarning aniqligi, tezkorligi va ishonchliligi sezilarli darajada oshadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot jarayonida barmoq izi tasvirlarini qayta ishlash, minutiyalarni aniqlash va identifikatsiya qilish bosqichlari dasturiy muhitda amalga oshirildi. Ishda Python dasturlash tili, OpenCV kutubxonasi hamda sun’iy intellektga asoslangan CNN (Convolutional Neural Network) modeli asosiy texnologik vosita sifatida tanlandi. Avvalo, barmoq izi tasvirlari maxsus optik sensor yordamida raqamli shaklga o‘tkazildi. So‘ng tasvirlarni filtrlash va kontrastni oshirish uchun Gabor filtri va histogram tenglashtirish algoritmlari qo‘llanildi. Bu bosqichda shovqin darajasi kamaytirilib, tasvirning aniqligi oshirildi. Keyingi bosqichda minutiyalarni aniqlash algoritmi yordamida barmoq izining o‘ziga xos nuqtalari – tarmoqlanish va tugash nuqtalari ajratib olindi. CNN modeli esa ushbu minutiyalar asosida naqshlarni o‘rganib, identifikatsiya jarayonini amalga oshirdi. Tizim samaradorligini baholash uchun turli sifatdagi 500 dan ortiq barmoq izi namunalaridan foydalanildi. Aniqlik, ishlov berish vaqti hamda xatolik darajasi asosiy mezon sifatida tanlandi. Tadqiqotda olingan natijalar MATLAB va Python muhitida tahlil qilinib, natijalarning ishonchliligi taqqoslovchi tahlil orqali aniqlashtirildi.

1-Jadval. Barmoq izi qayta ishlash va tanib olishda qo‘llaniladigan asosiy algoritmlar

Algoritm turi	Asosiy vazifasi	Afzalliklari	Kamchiliklari
Gabor filtri	Tasvirdagi tekstura va naqshlarni aniqlash	Naqshlarni aniq ajratadi, kontrastni oshiradi	Hisoblash murakkabligi yuqori
CNN (Konvolyutsion neyron tarmoq)	Tasvirlardan xususiyatlarni avtomatik aniqlash	Yuqori aniqlik va moslashuvchanlik	Katta hajmdagi ma’lumot va resurs talab qiladi
Histogram tenglashtirish	Tasvir kontrastini yaxshilash	Tasvirni aniqroq qiladi	Shovqinli tasvirlarda

Algoritm turi	Asosiy vazifasi	Afzalliklari	Kamchiliklari
			noto‘g‘ri natija berishi mumkin
Sobel operatori	Kontur va chegaralarni aniqlash	Tezkor va sodda ishlaydi	Mayda tafsilotlarni yo‘qotadi
Gibrid algoritm (Gabor + CNN)	Kompleks qayta ishlash va tanib olish	Aniqlik va tezlikni birlashtiradi	Amalga oshirish murakkab

Jadvalda barmoq izi naqshlarini qayta ishlash va tanib olishda keng qo‘llaniladigan asosiy algoritmlar tahlil qilingan. Har bir algoritmning vazifasi, afzalliklari va kamchiliklari ko‘rsatilib, ularning qo‘llanish sohasi va samaradorligi taqqoslab yoritilgan. Tahlil natijasiga ko‘ra, gibrid yondashuv – ya’ni Gabor filtri va CNN modellarini birgalikda qo‘llash eng yuqori aniqlik va barqaror natijani ta’minlaydi. Ushbu jadvalda barmoq izi naqshlarini qayta ishlash va tanib olishda qo‘llaniladigan eng muhim algoritmlar tizimli tarzda tahlil qilingan. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, har bir algoritm o‘ziga xos ustunlik va cheklovlarga ega. Masalan, Gabor filtri tasvirlardagi naqsh va tekstura elementlarini aniqlashda yuqori aniqlikka ega bo‘lsa-da, hisoblash murakkabligi sababli real vaqt tizimlarida qo‘llash biroz cheklangan. CNN (Konvolyutsion neyron tarmoq) esa xususiyatlarni avtomatik ravishda o‘rganib, juda yuqori aniqlikka erishadi, biroq katta hajmdagi ma’lumotlar va kuchli texnik resurslarni talab qiladi. Histogram tenglashtirish tasvir kontrastini yaxshilab beradi, ammo shovqinli ma’lumotlarda noto‘g‘ri natijalar berishi mumkin. Sobel operatori oddiy va tez ishlaydi, biroq murakkab strukturalarni aniqlashda yetarlicha aniqlikni ta’minlamaydi. Eng samarali yondashuv sifatida gibrid algoritm (Gabor + CNN) ko‘rsatilib, u aniqlik va tezlikni uyg‘unlashtirish orqali barmoq izlarini qayta ishlash jarayonini optimallashtiradi. Shu bois, jadvalda keltirilgan algoritmlar o‘zaro to‘ldiruvchi rol o‘ynaydi hamda real amaliy tizimlarda ularni kombinatsiyalab qo‘llash eng maqbul natijani beradi.

Tadqiqot muhokamasi. Olib borilgan tajribalar natijasida barmoq izi naqshlarini qayta ishlashda turli algoritmlarning samaradorlik darajalari tahlil qilindi. Gabor filtri asosida filtrlash natijasida tasvir aniqligi 8–12 foizga oshgani, CNN modeli yordamida minutiyalarni tanib olishda esa aniqlik darajasi 96,7 foizni tashkil etgani kuzatildi. Bunda histogram tenglashtirish algoritmi tasvir kontrastini yaxshilashda muhim rol o‘ynagan bo‘lsa-da, ayrim hollarda ortiqcha kontrast paydo bo‘lishi natijasida xatolik yuzaga kelgani aniqlandi. Shuningdek, CNN modeli o‘rganilgan naqshlarni tahlil qilishda yuqori aniqlikka ega bo‘lgani, biroq katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlashda ko‘proq vaqt sarflagani qayd etildi. Tizimni modulli arxitektura asosida tashkil

etish esa dasturiy ta’minotning barqaror ishlashi, yangilanishga moslashuvchanligi va foydalanuvchi interfeysining qulayligini ta’minladi. Amaliy sinovlar davomida ishlab chiqilgan dasturiy yechim barmoq izi naqshlarini tanib olishda aniqlikni oshirib, ishlov berish vaqtini qisqartirgan. Natijada, barmoq izi identifikatsiya tizimlari uchun tavsiya etilayotgan algoritmik yondashuvlar nafaqat ilmiy asoslangan, balki real amaliyotda qo‘llash uchun ham yetarlicha samarali ekani isbotlandi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, barmoq izi naqshlarini qayta ishlash va tanib olishda zamonaviy algoritmlardan samarali foydalanish identifikatsiya tizimlarining aniqligini va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi. Gabor filtrlari, histogram tenglashtirish hamda CNN (Convolutional Neural Network) modellarini birgalikda qo‘llash orqali tasvir sifatini yaxshilash, minutiyalarni aniq ajratib olish va tanib olish tezligini oshirish imkoniyati yaratildi. O‘tkazilgan tajribalar natijasida CNN asosidagi model 96,7 foizgacha aniqlikka erishgani, shovqinga sezgirlik darajasi esa kamaygani aniqlandi. Bundan tashqari, ishlab chiqilgan dasturiy yechimning modulli tuzilmasi tizimni kengaytirish va yangilash jarayonini soddalashtirdi. Ushbu natijalar barmoq izi asosidagi biometrik autentifikatsiya tizimlarining xavfsizligi va samaradorligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, uni elektron hukumat, moliya, ta’lim va sog‘liqni saqlash sohalarida joriy etish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Karimov A. Biometrik tizimlar va ularning xavfsizlikdagi o‘rni. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2020.
2. Rasulov B. Raqamli tasvirlarni qayta ishlash algoritmlari. – Toshkent: Innovatsiya nashriyoti, 2021.
3. Xudoyberdiyev Sh. Biometrik identifikatsiya tizimlarida sun’iy intellektning roli. – Toshkent: IT ta’lim markazi, 2022.
4. Mamatqulov D. Axborot xavfsizligi va shaxsni autentifikatsiyalash usullari. – Toshkent: O‘zbekiston milliy universiteti nashriyoti, 2021.
5. Jo‘rayev N. Barmoq izi naqshlarini aniqlashda raqamli texnologiyalarni qo‘llash. – Toshkent: Texnika nashriyoti, 2023.