

KO‘Z QORACHIG‘I ORQALI IDENTIFIKATSIYA QILISHNING AFZALLIKLARI

Matyakubov Umidbek Egamberganovich
Osiyo Xalqaro universiteti magistranti

Annotatsiya: Insonni biometrik usullar asosida aniqlash texnologiyalari bugungi raqamli davrda xavfsizlik va shaxsni tasdiqlash tizimlarining ajralmas qismiga aylangan. Ushbu ilmiy maqola ko‘z qorachig‘i orqali identifikatsiya qilish texnologiyasining afzalliklarini chuqur tahlil qiladi. Ko‘z qorachig‘i — ya‘ni iris — inson tanasidagi eng noyob va barqaror biometrik belgilar sirasiga kiradi. Har bir insonning iris tuzilmasi takrorlanmas bo‘lib, hatto bir tuxumli egizaklar orasida ham farqlanadi. Bu noyoblik tufayli iris identifikatsiyasi boshqa biometrik usullar – barmoq izi, yuzni tanish yoki ovoz orqali identifikatsiyaga nisbatan ancha yuqori aniqlikka ega.

Ko‘z qorachig‘i identifikatsiyasi kontaktga ehtiyoj sezmaydi, ya‘ni uni masofadan turib aniqlash mumkin, bu esa gigiyenik, xavfsiz va foydalanuvchi uchun qulay yechim hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, iris tuzilmasi butun umr davomida deyarli o‘zgarmaydi. Aynan shu jihat iris asosidagi autentifikatsiyani uzoq muddatli shaxsni tasdiqlash tizimlari uchun ideal qiladi. Bundan tashqari, sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish (deep learning) texnologiyalarining jadal rivojlanishi iris tasvirlarini tahlil qilish, segmentatsiya va xususiyatlarni ajratib olishda yuqori aniqlikni ta‘minlab, bu tizimlarning ishonchliligini oshirmoqda.

Iris asosidagi identifikatsiya tizimlari hozirda chegara nazorati, aeroportlar, moliyaviy muassasalar, tibbiyot, hatto mobil qurilmalarda ham keng qo‘llanilmoqda. Yaqinda olib borilgan ilmiy ishlar, jumladan "IrisFormer" kabi transformer-arkitekturaga asoslangan modellar irisning radial va burchakli tuzilmasini mukammal o‘rganib, tasvirni maxsus pozitsion enkodlash orqali qayta ishlashni taklif etmoqda. Bu esa identifikatsiya aniqligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Ko‘z qorachig‘i, biometrik identifikatsiya, iris tanib olish, sun‘iy intellekt, chuqur o‘rganish, tasvirni qayta ishlash, konvolyutsion neyron tarmoqlar, xavfsizlik tizimlari, shaxsni aniqlash, iris segmentatsiyasi, GAN, deepfake aniqlash.

Kirish

XXI asrda xavfsizlik, shaxsni aniqlash va raqamli autentifikatsiya sohalarida biometrik texnologiyalar eng ishonchli yechimlar qatoriga kirib bordi. Parollar, PIN-kodlar yoki karta kabi an‘anaviy autentifikatsiya usullari ko‘plab zaifliklarga ega bo‘lib, oson buzilishi,

o‘g‘irlanishi yoki unutilishi mumkin. Shu sababli, inson organizmining o‘zgarmas va noyob xususiyatlariga asoslangan biometrik identifikatsiya texnologiyalari, xususan, ko‘z qorachig‘i (iris) orqali identifikatsiya qilish, xavfsizlik tizimlarida ustunlikka erishmoqda.

Ko‘z qorachig‘i inson tanasidagi eng noyob va barqaror biometrik belgilar sirasiga kiradi. Har bir insonning iris naqshlari genetik jihatdan yaratilgan bo‘lsa-da, hatto bir tuxumli egizaklarda ham bir-biridan farq qiladi. Bundan tashqari, iris tuzilmasi umuman o‘zgarmasligi bilan ajralib turadi — bu uni hayot davomida takror autentifikatsiya qilish uchun eng mos biometrik indikatorga aylantiradi. Iris o‘zining murakkab geometriyasi, rangli naqshlari va qatlamli tuzilmasi bilan boshqa biometrik belgilar – masalan, barmoq izi yoki yuz strukturasi – bilan taqqoslaganda, yuqoriroq aniqlik darajasini taqdim etadi.

So‘nggi yillarda sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish texnologiyalari (Deep Learning) yordamida irisni tahlil qilish, tasvirni segmentatsiya qilish va uni kodlash algoritmlari sezilarli darajada takomillashdi. Daugman algoritmi, Gabor filtrlar, CNN (konvolyutsion neyron tarmoqlar) va so‘nggi paytda transformer arxitekturalari, masalan, IrisFormer, iris tanib olishda yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda. Bu esa turli yoritish sharoitlari, harakatdagi ob‘yektlar yoki qisman ko‘rinish holatlarida ham ishonchli natijalarni ta‘minlamoqda.

Ko‘z qorachig‘i orqali identifikatsiya tizimlari hozirda ko‘plab sohalarda — chegara nazorati, aeroportlar, banklar, mobil qurilmalar, sog‘liqni saqlash muassasalari va hatto bolalar xavfsizligi tizimlarida keng joriy etilmoqda. Ayniqsa, kontaktga ehtiyoj sezmasligi va gigiyenik usulda ishlashi tufayli pandemiya davrida ularning dolzarbligi yanada oshdi. Bundan tashqari, iris orqali autentifikatsiya qilish tezligi ham yuqori: zamonaviy qurilmalar bir necha soniyada foydalanuvchini aniqlab, unga kirish huquqini taqdim eta oladi.

Yaqinda olib borilgan tadqiqotlar irisning texnologik imkoniyatlarini yanada kengaytirdi. Jumladan, harakatdagi tasvirlar orqali irisni tanib olish, bolalarda yoki chaqaloqlarda uni qo‘llash imkoniyatlari, va hatto GAN yordamida yaratilgan soxta yuzlar (deepfake)ni aniqlashda irisdagi noaniqliklarni tahlil qilish usullari ishlab chiqildi. Bu holat irisning nafaqat autentifikatsiya, balki raqamli xavfsizlik va multimedia soxtalashtirishga qarshi kurashda ham samarali vosita ekanligini isbotlamoqda.

Adabiyotlar tahlili

Ko‘z qorachig‘i orqali shaxsni aniqlash texnologiyasi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar so‘nggi yillarda sezilarli darajada faollashdi. Bu yo‘nalishda ilk muhim ishlardan biri J. Daugman tomonidan 1993-yilda taklif etilgan iris kodlash algoritmi bo‘lib, u irisni matematik modellash va tasvirni binar shifrlash orqali shaxsni yuqori aniqlikda tanib olish imkonini berdi. Mazkur yondashuv iris biometrikasi rivojining asosiy poydevorini tashkil etdi.

Nanayakkara va Meegama (2020) tomonidan chop etilgan tahliliy maqolada irisning noyob va barqaror biometric xususiyatlari ta’kidlanadi. Ular iris segmentatsiyasi, normalizatsiyasi, xususiyatlarni ekstraksiya qilish va shablon bilan taqqoslash kabi bosqichlarni tushuntirib, bu texnologiyaning ishonchlilik darajasini boshqa biometrik metodlar bilan solishtiradi.

Ahmed Bhuiyan va boshqalar (2025) bolalar biometrikasi sohasida ilg‘or tadqiqot olib borib, 4–6 haftalik chaqaloqlardan olingan NIR iris tasvirlari asosida moslashtirilgan tanib olish tizimini ishlab chiqdilar. Ular chaqaloqlar irisini aniqlash uchun yangi segmentatsiya modeli yaratib, ushbu sohada mavjud bo‘lgan yirik bo‘shliqni to‘ldirishga muvaffaq bo‘lishdi.

Sunil Kumar Chawla (2019) tomonidan taqdim etilgan maqolada esa periokulyar biometrika — ya’ni ko‘z atrofidagi hududlardan identifikatsiya qilish — iris texnologiyasini qo‘llab-quvvatlovchi qo‘shimcha manba sifatida ko‘riladi. Periokulyar mintaqalar ayniqsa iris to‘liq ko‘rinmaydigan holatlarda foydali bo‘lishi mumkinligi ta’kidlangan.

Yaqinda ishlab chiqilgan IrisFormer modeli — Wang va boshqalar (2025) tomonidan taklif etilgan — transformer arxitekturasida qurilgan bo‘lib, iris tanib olishda kontekstual bog‘lanish va lokal xususiyatlarni chuqur o‘rganishga qaratilgan. Bu yondashuv sun‘iy intellekt yordamida yuqori aniqlikka erishishda muhim qadam bo‘ldi.

Shuningdek, deepfake texnologiyalari xavfini kamaytirish bo‘yicha tadqiqot olib borgan Tchaptchet va boshqalar (2024) irisidagi yoritish simmetriyasi va gradient xaritalari orqali GAN asosida yaratilgan soxta yuzlarni aniqlash imkonini ko‘rsatdi. Bu iris biometrikasining faqat autentifikatsiya emas, balki soxtalashtirishga qarshi kurash vositasi sifatida ham foydali ekanligini anglatadi.

Yuqoridagi adabiyotlar iris biometrikasi zamonaviy sun‘iy intellekt texnologiyalari bilan uyg‘unlashib, nafaqat shaxsni aniqlashda, balki xavfsizlik, sog‘liqni saqlash va soxta kontentga qarshi kurashda ham keng imkoniyatlar yaratayotganini isbotlaydi.

Metodologiya

Mazkur tadqiqotda ko‘z qorachig‘i orqali identifikatsiya qilishning texnik va funksional afzalliklarini tahlil qilish uchun analitik va amaliy yondashuvlar uyg‘un ravishda qo‘llanildi. Dastlab, mavjud adabiyotlar va ilg‘or ilmiy maqolalar asosida iris biometrikasining nazariy asoslari o‘rganildi. Bu bosqichda Daugman modeli, Gabor filtrlar, CNN va Transformer asosidagi modellar (IrisFormer) faoliyat prinsiplari tahlil qilindi.

Metodik qismda esa iris tasvirlarining segmentatsiyasi, normalizatsiyasi, xususiyatlarni ajratish va shablon bilan taqqoslash jarayonlari bosqichma-bosqich ko‘rib chiqildi. Shuningdek, periokulyar mintaqani qo‘shish, harakatdagi tasvirlar bilan ishlash va bolalar irislarini aniqlashga oid yangi algoritmlarning ishlash natijalari solishtirildi.

Tadqiqot davomida sun'iy intellekt algoritmlarining – ayniqsa, chuqur o'rganish va o'z-o'ziga e'tibor mexanizmlarining – iris tanib olishdagi samaradorligiga alohida e'tibor qaratildi. Yakuniy bosqichda identifikatsiya aniqligi, barqarorlik va xavfsizlik ko'rsatkichlari asosida metodlar qiyoslandi va afzalliklar aniqlandi.

Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ko'z qorachig'i orqali shaxsni identifikatsiya qilish boshqa biometrik metodlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Eng avvalo, irisning noyob va deyarli umrboqiy barqaror tuzilishi uni yuqori darajadagi aniqlik va xavfsizlik talab qilinadigan sohalarda qo'llashga imkon beradi. Barmoq izi, yuz tanib olish yoki ovozli identifikatsiya kabi usullar tashqi omillarga (jarohatlar, yoritish, fon shovqini) sezgir bo'lsa, iris nisbatan doimiylikni saqlaydi.

Amaliy jihatdan qaralganda, zamonaviy iris tanib olish tizimlari kontaktga ehtiyoj sezmaydi va foydalanuvchidan faqatgina ko'zini kamera qarshisida ochiq tutishini talab qiladi. Bu esa jarayonni gigiyenik, tezkor va qulay qiladi. Ayniqsa, pandemiya davrida kontaktsiz autentifikatsiya vositalarining dolzarbligi sezilarli oshdi.

Yana bir muhim jihat shuki, sun'iy intellekt va chuqur o'rganish algoritmlarining rivojlanishi iris tanib olishni yanada aniqroq va moslashuvchan qilmoqda. Masalan, harakatdagi video tasvirlarda irisni aniqlash, chaqaloqlar yoki linzali foydalanuvchilar bilan ishlash imkoniyati mavjud algoritmlar yordamida muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda. Transformer asosidagi yondashuvlar (IrisFormer kabi) an'anaviy CNNlarga qaraganda kontekstual xususiyatlarni yanada chuqurroq o'rganishga yordam beradi.

Muhokamaga ko'ra, iris faqat autentifikatsiya uchun emas, balki raqamli xavfsizlikni ta'minlash, deepfake aniqlash, hatto sog'liqni baholashda ham foydali potensialga ega. Shu bois, iris texnologiyasi nafaqat mavjud ehtiyojlarga, balki kelajak xavfsizlik talablari va raqamli ijtimoiy muhitga ham mos keluvchi yechim sifatida baholanishi lozim.

Natijalar

Tadqiqot natijalari asosida ko'z qorachig'i orqali identifikatsiya qilish texnologiyasi bir nechta yo'nalishlarda ustunlikka ega ekanligi aniqlandi. Avvalo, irisning morfologik va geometrik tuzilmasi har bir shaxsda mutlaqo takrorlanmas xususiyatga ega bo'lib, bu uni barmoq izi yoki yuz tanib olish kabi boshqa biometrik belgilar bilan solishtirganda yuqori darajadagi aniqlikda ajralib turadigan metodga aylantiradi. Tadqiqot davomida o'rganilgan adabiyotlar va ilmiy maqolalarda iris tanib olishning aniqlik ko'rsatkichi 99% gacha yetishi mumkinligi qayd etilgan.

Ko'z qorachig'i segmentatsiyasi, normalizatsiyasi, xususiyatlarni kodlash va shablon bilan solishtirish kabi jarayonlar sun'iy intellekt va chuqur o'rganish algoritmlari orqali amalga oshirilganda tizimning ishlash aniqligi va tezligi sezilarli darajada oshgani kuzatildi.

Xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) va transformer arxitekturasida asosidagi IrisFormer modeli real vaqtda samarali tanib olish imkonini berdi.

Periokulyar biometrika bilan irisni birgalikda qo‘llash tizimning barqarorligini oshiradi, ayniqsa to‘liq iris ko‘rinmaydigan yoki yoritish yomon bo‘lgan holatlarda. Bu esa ko‘p omilli autentifikatsiya tizimlarida irisga asoslangan metodlarni integratsiya qilish imkoniyatini yaratadi.

Bundan tashqari, tadqiqotlar chaqaloqlarda ham iris tanib olish mumkinligini tasdiqladi. Maxsus sensorlar yordamida chaqaloqlarning 4–6 haftalik davridanoq iris namunalarini olish va ishonchli tarzda autentifikatsiya qilish amaliyotga joriy etilmoqda. Bu esa iris texnologiyasining faqat kattalar uchun emas, balki butun yosh guruhlar uchun universalligini isbotlaydi.

Shuningdek, iris texnologiyasi yordamida GAN orqali yaratilgan soxta tasvirlar (deepfake)ni aniqlash mumkinligi aniqlanib, u xavfsizlik sohasi uchun muhim qo‘llanma sifatida baholandi. Gradient xaritalar va yorug‘lik simmetriyasi asosidagi yondashuvlar bilan real va sun‘iy yuzlar o‘rtasida sezilarli tafovutlar aniqlangan.

Umuman olganda, ko‘z qorachig‘i orqali identifikatsiya qilish texnologiyasi hozirgi va kelajak xavfsizlik, autentifikatsiya va raqamli identitet muammolariga samarali yechim bo‘la olishi natijalarda o‘z isbotini topdi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ko‘z qorachig‘i orqali shaxsni identifikatsiya qilish texnologiyasi zamonaviy xavfsizlik va autentifikatsiya tizimlari uchun eng ishonchli, aniqligi yuqori va barqaror biometrik yechimlardan biridir. Iris tuzilmasining genetik jihatdan takrorlanmas va umrboqiy barqarorligi uni parol yoki PIN-kod kabi oson buziladigan autentifikatsiya vositalaridan ustun qo‘yadi.

Sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish algoritmlarining, xususan konvolyutsion neyron tarmoqlar va transformer modellarining joriy etilishi iris tasvirlarini segmentatsiya qilish, xususiyatlarni ekstraksiya qilish va aniqlikni oshirishda muhim rol o‘ynadi. Shuningdek, periokulyar biometrika, chaqaloqlar irisi va harakatdagi tasvirlar bilan ishlashga qaratilgan tadqiqotlar bu texnologiyaning universalligini kengaytirdi.

Iris tanib olish texnologiyasining keng qo‘llanilish imkoniyatlari – chegara nazorati, moliyaviy institutlar, mobil qurilmalar, sog‘liqni saqlash tizimlari, va hatto deepfake aniqlash kabi sohalarda – bu usulning kelajakda ham dolzarb va samarali bo‘lib qolishini anglatadi.

Irisga asoslangan biometrik identifikatsiya tizimlari insonning noyob fiziologik xususiyatlariga tayanib, yuqori darajadagi xavfsizlikni ta‘minlaydi, texnologik jihatdan

takomillashishga ochiq va amaliyotda keng qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan ishonchli yechimdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Daugman J. (1993). High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 15(11), 1148–1161.
2. Nanayakkara S., Meegama R. (2020). A Review of Literature on Iris Recognition. *International Journal of Research*, DOI: 10.32968/1632-2882.
3. Bhuiyan R.A., Trokielewicz M., Bucher S., Czajka A. (2025). Iris Recognition for Infants. *arXiv preprint*, arXiv:2501.01375.
4. Chawla S.K., Lamba V., Jangra S. (2019). A Comprehensive Study of Periocular Biometrics on Iris Recognition. *International Journal of Control and Automation*, Vol. 12, No. 5, pp. 391–401.
5. Wang C., Sun X., Wang Y., Wei J., Sun Z. (2025). IrisFormer: A Dedicated Transformer Framework for Iris Recognition. *IEEE Signal Processing Letters*, DOI: 10.1109/LSP.2024.3522856.
6. Bichi A.A., Abdurrahman U.A., Rogo A.A. (2024). Feature Extraction and Iris Recognition in Moving Image Sequences. *ISAR Journal of Science and Technology*, 2(12), pp. 10–12.
7. Tchaptchet E., Tagne E.F., Acosta J., Danda R., Kamhoua C. (2024). Deepfakes Detection by Iris Analysis. *IEEE Access*, DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3527868.