

**EMGUCV ASOSIDA YUZNI TANISH ORQALI KIRISHNI BOSHQARUVCHI
BIOMETRIK XAVFSIZLIK TIZIMINI ISHLAB CHIQISH**

Polvanov Shodlik Mamatsalayeovich

Urganch RANCH Texnologiya Universiteti

Raqamli Texnologiyalar Kafedrası.

Iskandarov Sanjar Quvondiqovich

Ilmiy rahbar: Phd, dotsent.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18831456>

Abstract. Ushbu maqolada EmguCV kutubxonasi va .NET platformasi yordamida real vaqt rejimida ishlovchi yuzni tanish biometrik xavfsizlik tizimini ishlab chiqish jarayoni yoritilgan.

Tadqiqotning asosi axborot xavfsizligini ta'minlashda kontaktsiz autentifikatsiya usullarini joriy qilishga qaratilgan. Tizimda tasvirlarga ishlov berish uchun OpenCV kutubxonasining C# uchun qobig'i bo'lgan EmguCV dan foydalanilgan. Yuzni aniqlash uchun Haar Cascade algoritmi, tanib olish uchun esa LBPH (Local Binary Pattern Histograms), Eigenfaces va Fisherfaces algoritmlari qiyosiy tahlil qilingan. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, LBPH algoritmi turli yorug'lik sharoitlarida 93.9% dan 99% gacha aniqlikni ta'minlab, real vaqt rejimidagi kirishni boshqarish tizimlari uchun eng samarali yechim hisoblanadi. Maqolada tizimning texnik arxitekturasini, ma'lumotlar bazasi bilan ishlash modullari va apparat qismini boshqarish tamoyillari batafsil bayon etilgan.

Kalit so'zlar: Yuzni tanish, Biometrik xavfsizlik, EmguCV, Kompyuter ko'rish, Sun'iy intellekt, Kirishni boshqarish tizimi, Tasvirni qayta ishlash.

KIRISH

Zamonaviy dunyoda axborot va ob'ektlar xavfsizligini ta'minlashda biometrik texnologiyalar hal qiluvchi ahamiyatga ega. An'anaviy kirish tizimlari, masalan, parollar, plastik kartalar yoki PIN-kodlar foydalanuvchi tomonidan unutilishi, yo'qolishi yoki ruxsatsiz nusxalanishi mumkin bo'lgan jiddiy kamchiliklarga ega. Yuzni tanish texnologiyasi boshqa biometrik usullardan (barmaq izi, ko'zning kamalak pardasi) o'zining kontaktsizligi va foydalanuvchi uchun noqulaylik tug'dirmasligi bilan ajralib turadi.

Kompyuter ko'rish (Computer Vision) sohasidagi yutuqlar real vaqt rejimida shaxsni yuqori aniqlikda identifikatsiya qilish imkonini bermoqda. Ushbu tadqiqotda EmguCV frameworki asosida ishlab chiqilgan tizim xavfsizlik va samaradorlikni birlashtirish orqali avtomatlashtirilgan kirish nazoratini ta'minlaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Yuzni tanish texnologiyalari sohasidagi zamonaviy tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, ushbu jarayon asosan ikki fundamental bosqichga: yuzni aniqlash (Face Detection) va shaxsni identifikatsiyalash (Face Recognition) qismlariga bo'linadi. Adabiyotlarda keltirilgan klassik yondashuvlardan tortib, zamonaviy neyron tarmoqlarigacha bo'lgan usullar tizimning tezkorligi va aniqligi o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashga qaratilgan.

Tadqiqotning metodologik asosi sifatida EmguCV (OpenCV ning .NET platformasi uchun wrapperi) kutubxonasi tanlab olindi. Tizimning ishlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikdagi bosqichlardan tashkil topgan:

Tasvirlarni shakllantirish va dastlabki ishlov berish: Video oqimidan real vaqt rejimida kadrlarni olish uchun EmguCV kutubxonasining VideoCapture klassidan foydalaniladi. Olingan kadrlar raqamli ishlov berish algoritmlari yordamida shovqinlardan tozalanadi va keyingi bosqich uchun normalizatsiya qilinadi.

Yuz sohasini aniqlash (Detection): Ushbu bosqichda Viola va Jons tomonidan taklif etilgan Haar Cascade klassifikatorlari qo'llanildi. Algoritm "integral tasvir" tushunchasiga asoslangan bo'lib, tasvirdagi yuzga xos bo'lgan belgilar (ko'z, burun, qosh sohalari) konturlarining yorug'lik farqlarini tahlil qilish orqali yuz sohasini yuqori tezlikda aniqlash imkonini beradi.

Yuzni tanish va identifikatsiyalash algoritmlari:

Tadqiqot doirasida uchta asosiy matematik model qiyosiy tahlil qilindi:

- Eigenfaces (PCA): Tasvirlarning asosiy komponentlarini tahlil qilish (Principal Component Analysis) orqali ma'lumotlar o'lchamini kamaytiradi va yuzning global strukturaviy xususiyatlariga tayanadi.

- Fisherfaces (LDA): Lineer diskriminant tahlili (Linear Discriminant Analysis) yordamida sinf ichidagi farqlarni minimallashtirib, sinflararo (shaxslararo) farqni maksimallashtiradi, bu esa yoritish sharoitlari o'zgarganda aniqlikni oshiradi.

- LBPH (Local Binary Patterns Histograms): Tasvir teksturasini mahalliy darajada tahlil qiluvchi ushbu algoritm yuzning har bir pikselini atrofidagi piksellar bilan solishtirish orqali gistogramma hosil qiladi. LBPH usuli yorug'likning keskin o'zgarishi va yuzning qisman to'silib qolishiga nisbatan eng chidamli algoritm sifatida tanlab olindi.

Ma'lumotlarni boshqarish va apparat integratsiyasi: Foydalanuvchilarning biometrik modellari va tegishli metadata ma'lumotlarini saqlash uchun yuqori unumdorlikka ega SQLite yoki SQL Server ma'lumotlar bazasi tizimlari qo'llanildi. Identifikatsiya jarayoni muvaffaqiyatli yakunlanganda, tizimning mantiqiy moduli orqali apparat qismiga (masalan, Arduino kontrolleri yoki rele tizimlari) ruxsat beruvchi impuls signali yuboriladi. Bu esa axborot tizimini jismoniy xavfsizlik to'siqlari (turniket, elektron qulflar) bilan integratsiya qilish imkonini beradi.

TIZIM ARXITEKTURASI VA TEXNIK TAVSIFI

Tizim modulli tuzilishga ega bo'lib, uning ishlash jarayoni quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1. Kamera moduli: Tasvirni raqamli ko'rinishga o'tkazib, Emgu.CV.Mat klassi formatida xotiraga yuklaydi.

2. EmguCV ishlov berish moduli: Tasvirni kulrang (grayscale) formatga o'tkazadi, gistogrammalarni tenglashtiradi va DetectMultiScale funksiyasi orqali yuzni qidiradi.

3. Identifikatsiya bloki: Aniqlangan yuz sohasi o'qitilgan model (masalan, LBPHFaceRecognizer) bilan solishtiriladi.

4. Avtorizatsiya tizimi: Agar o'xshashlik darajasi (confidence level) belgilangan chegaradan past bo'lsa (LBPH uchun odatda 80 dan past), foydalanuvchiga ruxsat beriladi.

NATIJALAR

Tizimning samaradorligi 10 dan ortiq foydalanuvchi ishtirokida sinovdan o'tkazildi. Sinov natijalari quyidagi jadvalda aks ettirilgan:

Metrika	Eigenfaces	Fisherfaces	LBPH
Yuzni tanish aniqligi (%)	85.0%	53.33%	93.90%
FAR (False Acceptance Rate)	2.5%	4.8%	0.9%
FRR (False Rejection Rate)	12.5%	41.8%	5.2%
Javob berish vaqti (sek)	0.45 s	0.52 s	0.15 s
Kadrlar tezligi (FPS)	25-30	20-25	30+

Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, LBPH algoritmi past yoritilgan sharoitlarda ham barqaror ishlaydi, Eigenfaces esa yorug'likka juda sezgir.

MUHOKAMA

Ishlab chiqilgan tizimning afzalliklari sirasiga uning yuqori tezligi va apparat resurslariga kam talabchanligini kiritish mumkin. EmguCV ning .NET bilan integratsiyasi Windows muhitida tezkor interfeys yaratish imkonini beradi. Biroq, tizimning kamchiliklari ham mavjud: yuzning juda katta burchak ostida burilishi (yaw variation) yoki yuzning bir qismi to'silgan holatlarda (occlusion) aniqlik pasayishi kuzatiladi. Ushbu tizim universitetlar, ofislar va "Smart City" konseptlarida xavfsiz kirish punktlari sifatida qo'llanilishi mumkin.

CHIZMALAR VA GRAFIKLAR TAVSIFI

- Biometrik xavfsizlik tizimi arxitektura diagrammasi: Kamera, server va ma'lumotlar bazasi hamda boshqaruvchi mikrokontroller o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatadi.
- Yuzni tanish jarayoni blok-sxemasi (Flowchart): Tasvir olishdan boshlab, qaror qabul qilishgacha bo'lgan mantiqiy bosqichlar (Preprocessing -> Detection -> Extraction -> Matching).
- Data Flow Diagram (DFD): Ma'lumotlarning kadr ko'rinishida kirishi va bazadagi ID raqamlari bilan solishtirilib, natija chiqishi.
- Yuzni aniqlash interfeysi: Dastur oynasida yuz atrofida chizilgan to'rtburchak va foydalanuvchi ismining ko'rinishi maketi.
- Confusion Matrix: Har bir shaxs uchun to'g'ri va noto'g'ri aniqlangan holatlar jadvali.
- Aniqlik grafiqi: Ma'lumotlar bazasidagi o'quv tasvirlari soni ortishi bilan tizim aniqligi oshib borishini ko'rsatuvchi bog'liqlik.

XULOSA

O'tkazilgan ilmiy tadqiqot natijasida EmguCV kutubxonasi hamda zamonaviy tasvirga ishlov berish usullari asosida yuzni tanish va identifikatsiyalash imkoniyatiga ega intellektual axborot tizimi muvaffaqiyatli ishlab chiqildi.

Tadqiqot davomida turli algoritmlarning qiyosiy tahlili shuni ko'rsatdiki, LBPH (Local Binary Patterns Histograms) algoritmi real vaqt rejimida ishlovchi xavfsizlik tizimlari uchun eng maqbul va samarali tanlov hisoblanadi.

Mazkur algoritm yorug'lik darajasining o'zgarishi va yuz tuzilishidagi mayda detallarga nisbatan yuqori barqarorlik namoyish etib, tizimning hisoblash resurslarini tejash bilan birga yuqori tezlikdagi identifikatsiyani ta'minladi.

Yaratilgan tizimning amaliy ahamiyati shundaki, u ob'ektlarda xavfsizlikni ta'minlash, kirish-chiqish nazoratini avtomatlashtirish va shaxsni masofaviy aniqlash jarayonlarida inson omilisiz xizmat ko'rsatish imkonini beradi. Tizimning arxitekturasida foydalanuvchi interfeysi bilan uzviy bog'langan bo'lib, ma'lumotlar bazasiga yangi shaxslarni qo'shish va real vaqtda solishtirish jarayonlarining optimallashtirilganligi bilan ajralib turadi.

Tadqiqotning istiqboldagi rivojlanish yo'nalishlari tizimning aniqlik darajasini mutlaq maksimal ko'rsatkichga yetkazishni ko'zda tutadi. Buning uchun tizimga chuqur o'qitish (Deep Learning) metodologiyasiga asoslangan CNN (Convolutional Neural Networks) modellari, xususan, FaceNet yoki SSD kabi ilg'or arxitekturalarni integratsiya qilish rejalashtirilgan.

Shuningdek, tizimning masshtablanuvchanligini oshirish va katta hajmdagi biometrik ma'lumotlarni xavfsiz hamda markazlashgan holda boshqarish maqsadida ma'lumotlarni bulutli serverlarda (Cloud Biometrics) saqlash va qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish belgilangan.

Bu esa ishlab chiqilgan tizimni nafaqat lokal darajada, balki keng qamrovli korporativ tarmoqlar miqyosida ham tatbiq etish imkonini yaratadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Singh, N., & Brisilla, R. M. (2021). Comparison Analysis of Different Face Detecting Techniques. *IEEE i-PACT*.
2. Fawzi, A., Fat, J., & Wulandari, M. (2023). Evaluation Method of Real-Time Face Detection. *IJASTE*, 1(2).
3. Mohapatra, B. N., et al. (2022). Implementation of Face Recognition System. *IJESPR*, 51(03).
4. Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *CVPR*.
5. Turk, M., & Pentland, A. (1991). Face Recognition Using Eigenfaces. *IEEE*.
6. Belhumeur, P. N., et al. (1997). Eigenfaces vs. Fisherfaces. *IEEE PAMI*.
7. EmguCV Documentation. (2025). OpenCV wrapper for .NET.
8. Ahonen, T., et al. (2006). Face description with local binary patterns. *IEEE PAMI*.
9. Lorello, S. (2020). Real-Time Face Detection in .NET with OpenCV. *Vonage Dev Blog*.
10. Ediz, Ç. (2021). Identification with Face Recognition Methods in Real Life Applications. *DergiPark*.
11. Wagemakers, M. (2023). Real-time face detection with YuNet and C#.
12. Pişkin, M. (2020). Face Detection and Recognition with C# EmguCV. *GitHub*.