Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

TA’LIM MUASSASALARIDA YUZNI ANIQLASH (FACE ID) TEXNOLOGIYASI ASOSIDA DAVOMATNI AVTOMATIK NAZORAT QILISH TIZIMI

Navoiyeva Vasila Xaitmurod qizi
Chilonzor tumani 1-son texnikumi,
maxsus fan o‘qituvchisi
E-mail: vnavoiyeva@gmail.com
Sharipova Zaynab Nurmurodovna
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy
texnologiyasi kafedrasi 1-bosqich magistranti
Ismailov Boburbek Maxmudjanovich
Texnika fanlari bo‘yicha
falsafa doktori (PhD), dotsent,
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy
texnologiyasi kafedrasi dotsenti
https://doi.org/10.5281/zenodo.24392952

Annotatsiya. Maqolada ta’lim muassasalarida o‘quvchilar davomatini sinfxona kamerasi orqali yuzni aniqlash texnologiyasi yordamida avtomatik qayd etuvchi tizim taklif etiladi. Yuzni topish va tanish usullari tahlil qilingan, tizimning modulli arxitekturasi hamda bir nechta kadr bo‘yicha aniqlash algoritmi ishlab chiqilgan. Biometrik ma’lumotlarga ishlov berish bo‘yicha O‘zbekiston Respublikasi qonunchiligi talablari ko‘rib chiqilib, ularni tizimda hisobga olish yo‘llari taklif etilgan.
Kalit so‘zlar: yuzni aniqlash, davomat, sun’iy intellekt, chuqur o‘rganish, kompyuter ko‘rish, biometrik ma’lumotlar, raqamli ta’lim.

Аннотация. В статье предлагается система автоматического учёта посещаемости учащихся на основе технологии распознавания лиц с помощью камеры в классе. Проанализированы методы обнаружения и распознавания лиц, разработаны модульная архитектура системы и алгоритм распознавания по нескольким кадрам. Рассмотрены требования законодательства Республики Узбекистан к обработке биометрических данных и предложены способы их учёта в системе.
Ключевые слова: распознавание лиц, посещаемость, искусственный интеллект, глубокое обучение, компьютерное зрение, биометрические данные.

Abstract. The article proposes a system for automatic attendance tracking of students using face recognition from a classroom camera. It reviews face detection and recognition methods and develops a modular system architecture and a multi-frame recognition algorithm. It also examines the requirements of the legislation of the Republic of Uzbekistan on processing biometric data and proposes ways to build them into the system.

Keywords: face recognition, attendance, artificial intelligence, deep learning, computer vision, biometric data.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son Farmoni bilan tasdiqlangan «Raqamli O‘zbekiston — 2030» strategiyasi ta’lim jarayonlarini raqamlashtirishni ustuvor yo‘nalish sifatida belgilagan [1]. Bu yo‘nalishda ta’lim muassasasi boshqaruvining kundalik jarayonlarini avtomatlashtirish muhim o‘rin tutadi. Shunday jarayonlardan biri o‘quvchilar davomatini hisobga olishdir.

Amaliyotda davomat ko‘p hollarda har dars boshida og‘zaki yo‘qlama orqali olinadi va jurnalga qo‘lda kiritiladi. Bu usul dars vaqtining bir qismini egallaydi, qo‘lda kiritishda xatolarga yo‘l qo‘yiladi, o‘quvchi o‘rniga boshqasi javob berishini nazorat qilish esa qiyin.

So‘nggi yillarda chuqur o‘rganish (deep learning) asosidagi yuzni aniqlash modellari aniqlik bo‘yicha inson darajasiga yaqinlashdi [3; 4; 5]. Bu sinfxonaga o‘rnatilgan oddiy kamera yordamida davomatni o‘qituvchi aralashuvisiz qayd etish imkonini beradi. Biroq bunday tizimni joriy etish texnik muammolar bilan birga huquqiy masalalarni ham keltirib chiqaradi, chunki yuz tasviri biometrik ma’lumot hisoblanadi, o‘quvchilarning aksariyati esa voyaga yetmagan shaxslardir.

Tadqiqot maqsadi — sinfxona uchun yuzni aniqlash texnologiyasiga asoslangan davomat tizimi arxitekturasini ishlab chiqish va uni O‘zbekiston qonunchiligiga muvofiq qo‘llash shartlarini aniqlash. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar qo‘yildi:

1. yuzni topish va tanish usullarining rivojlanishini hamda sinfxona sharoitida o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish;
2. tizimning modulli arxitekturasini va o‘quvchini aniqlash algoritmini ishlab chiqish;
3. biometrik ma’lumotlarni himoya qilish talablarini tizimga kiritish yo‘llarini asoslash.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Yuzni avtomatik tanish bo‘yicha dastlabki samarali usullardan biri M. Turk va A. Pentland taklif etgan «eigenfaces» usuli bo‘lib, u yuz tasvirlarini asosiy komponentlar fazosiga proyeksiyalashga asoslangan [2]. 2001-yilda P. Viola va M. Jones yuzlarni real vaqtda topish imkonini bergan kaskadli klassifikatorni taklif etdi [6]. Bu usullar boshqariladigan sharoitda yaxshi ishlagan, biroq yoritilganlik va burchak o‘zgarishiga sezgir bo‘lgan.

Keyingi bosqich konvolyutsion neyron tarmoqlar bilan bog‘liq. DeepFace modeli LFW (Labeled Faces in the Wild) to‘plamida 97,35% aniqlikka erishdi [3]. FaceNet modeli har bir yuzni 128 o‘lchamli vektorga aylantirib, LFW’da 99,63% natija ko‘rsatdi [4]. ArcFace modeli burchak chegarasiga asoslangan yo‘qotish funksiyasini kiritib, 99,83% aniqlikka erishdi [5]. Yuzni topish bosqichida esa MTCNN [7] va RetinaFace [8] detektorlari keng qo‘llanilmoqda.

LFW kabi to‘plamlar asosan yaxshi yoritilgan, yuz kameraga qaragan suratlardan iborat. Sinfxona sharoiti esa ancha murakkab. 2026-yilda e’lon qilingan uchta tadqiqot bu farqni yaqqol ko‘rsatadi (1-jadval).

1-jadval. Sinfxona sharoitida yuzni aniqlash bo‘yicha tadqiqotlar natijalari

Tadqiqot	Tajriba sharoiti	Eng yaxshi natija	Aniqlangan muammolar
Bukhori va boshq. [9]	20 ishtirokchi; Raspberry Pi 3 va 8 MP kamera, GPU server	Aniqlik 92,0%; TPR 100%; TNR 84,0%	Ro‘yxatda yo‘q shaxslarning 16 foizi ro‘yxatdagi o‘quvchi deb aniqlangan
Pradyumna, Kavin [10]	4 model qiyoslangan: Dlib, ArcFace, SFace, GhostFaceNet	Dlib: 87,93%; ArcFace: 77,27%	O‘xshash yuzlar, kam yorug‘lik, etalon suratlar kamligi
Trivedi va boshq. [11]	100 o‘quvchi, 3 500 surat; 12 detektor va 13 tanish konfiguratsiyasi	FaceLiVTv2-M: 99,75%; YOLOv8n: mAP@0,5 = 0,935	Yorug‘lik, burchak, to‘siqlar, harakat xiraligi, zichlik

Jadvaldan ko‘rinadiki, bir xil model turli sharoitda keskin farqli natija beradi: ArcFace LFW’da 99,83% ko‘rsatgani holda [5], sinfxona tasvirlarida 77,27% ga tushgan [10]. Demak, model tanlashdan tashqari, kamera joylashuvi, yoritilganlik va etalon suratlar soni ham natijani belgilaydi. Shuningdek, tahlil qilingan ishlarda voyaga yetmaganlarning biometrik ma’lumotlarini huquqiy himoya qilish masalasi yetarli yoritilmagan.

Taklif etilayotgan tizim

Tizim to‘rt qatlamdan iborat: tasvirni olish, yuzni topish va tanish, ma’lumotlarni saqlash hamda foydalanuvchilarga natijani yetkazish (1-rasm). Har bir qatlam alohida modul sifatida ishlab chiqiladi, shu sababli modelni almashtirish yoki yangi sinfxonani ulash boshqa qismlarga ta’sir qilmaydi.



1-rasm. Yuzni aniqlashga asoslangan davomat tizimining arxitekturasi

O‘quvchilarni ro‘yxatga olish. O‘quvchi tizimga ota-onasi yoki qonuniy vakilining yozma roziligi olingandan keyingina kiritiladi. Har bir o‘quvchidan turli burchak va yoritilganlikda 5 tagacha surat olinadi, ulardan yuz vektorlari hisoblanib, shifrlangan holda bazaga yoziladi. Asl suratlar vektor hosil qilingach o‘chiriladi.

Davomatni aniqlash algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Dars boshlangach, birinchi 10 daqiqa davomida har 30 soniyada kameradan bitta kadr olinadi (jami T = 20 kadr). Uzluksiz video yozilmaydi.

2. Har bir kadrda yuz detektori (RetinaFace [8] yoki YOLOv8n [11]) barcha yuzlarni topadi, ular tekislanib 112×112 piksel o‘lchamga keltiriladi.

3. ArcFace modeli [5] har bir yuz uchun 512 o‘lchamli vektor hosil qiladi.

4. Kadrdagi yuz vektori e va i-o‘quvchining j-etalon vektori r orasidagi o‘xshashlik kosinus o‘xshashligi bilan hisoblanadi:

$$\mathrm{sim}(\mathbf{e}, \mathbf{r}_{i,j}) = (\mathbf{e} \cdot \mathbf{r}_{i,j}) / (\|\mathbf{e}\| \cdot \|\mathbf{r}_{i,j}\|) \quad (1)$$

5. i-o‘quvchi tanilgan kadrlar soni hisoblanadi:

$$n_i = \Sigma_{t=1}^{T} 1[\ \max_j \mathrm{sim}(\mathbf{e}_t, \mathbf{r}_{i,j}) \geq \tau\ ] \quad (2)$$

Bu yerda τ — o‘xshashlik chegarasi, u validatsiya to‘plamida noto‘g‘ri tanish ulushi minimal bo‘ladigan qilib tanlanadi. Agar $n_i \geq k$ bo‘lsa, o‘quvchi «keldi» deb belgilanadi, aks holda «aniqlanmadi» holatida o‘qituvchiga tasdiqlash uchun ko‘rsatiladi. Qarorni bir nechta kadr bo‘yicha qabul qilish bitta kadrdagi xira yoki to‘silgan tasvir sababli xato bo‘lishining oldini oladi.

Texnologik ta’minot. Tanish moduli Python tilida OpenCV va InsightFace kutubxonalari asosida, server qismi Django REST Framework, ma’lumotlar bazasi PostgreSQL, veb-interfeys Next.js asosida quriladi. Platformada uch rol mavjud: o‘qituvchi davomatni tasdiqlaydi, direktor hisobotlarni ko‘radi, ota-ona esa farzandi darsga kelmagani haqida xabar oladi.

Biometrik ma’lumotlarni himoya qilish

«Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida»gi 2019-yil 2-iyuldagi O‘RQ-547-son Qonunga ko‘ra, biometrik ma’lumotlar shaxsning aynan kim ekanini aniqlash imkonini beradigan anatomik va fiziologik xususiyatlarini tavsiflovchi ma’lumotlardir [12]. 2026-yil 26-martdagi O‘RQ-1125-son Qonun bilan kiritilgan o‘zgartirishlarga ko‘ra, biometrik ma’lumotlar O‘zbekiston hududida saqlanishi shart [13]. Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 5-oktyabrdagi 570-son qarori esa ularni saqlash texnologiyalariga talablarni belgilaydi [14].

Shu talablardan kelib chiqib, tizimda quyidagi choralar nazarda tutilgan: o‘quvchi faqat ota-ona yoki qonuniy vakilning yozma roziligi bilan ro‘yxatga olinadi; asl suratlar saqlanmaydi, faqat shifrlangan yuz vektorlari saqlanadi; sinfxona kadrlari qayta ishlangach darhol o‘chiriladi; barcha hisoblash va saqlash ta’lim muassasasi serverida yoki O‘zbekiston hududidagi ma’lumotlar markazida bajariladi [13]; har bir rol faqat o‘ziga tegishli ma’lumotni ko‘radi; o‘quvchi muassasani tugatgach yoki rozilik qaytarib olingach, uning vektorlari o‘chiriladi.

Xulosa

Tahlil shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy chuqur o‘rganish modellari sinfxona sharoitida 92–99,75% aniqlikka erisha oladi [9; 11], biroq natija kamera joylashuvi, yoritilganlik va etalon suratlar sifatiga kuchli bog‘liq [10]. Taklif etilgan algoritmda davomat bitta kadr bo‘yicha emas, dars boshidagi bir nechta kadr bo‘yicha aniqlanadi, bu tasodifiy xatolar ta’sirini kamaytiradi va o‘qituvchiga faqat noaniq holatlarni tasdiqlash vazifasini qoldiradi. Biometrik ma’lumotlarni himoya qilish talablari esa tizimni loyihalash bosqichidayoq hisobga olinishi kerak [12; 13; 14].

Tizimni keng joriy etishdan oldin uni bir nechta ta’lim muassasasida sinab ko‘rish, soxta tasvirdan himoya (liveness detection) modulini qo‘shish hamda davomat ma’lumotlarini elektron jurnal tizimlari bilan integratsiya qilish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son «"Raqamli O‘zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Farmoni.
2. Turk M., Pentland A. Eigenfaces for recognition // Journal of Cognitive Neuroscience. — 1991. — Vol. 3, No. 1. — P. 71–86.
3. Taigman Y., Yang M., Ranzato M., Wolf L. DeepFace: Closing the gap to human-level performance in face verification // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2014. — P. 1701–1708.
4. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering // Proceedings of the IEEE CVPR. — 2015. — P. 815–823.
5. Deng J., Guo J., Xue N., Zafeiriou S. ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition // Proceedings of the IEEE/CVF CVPR. — 2019. — P. 4690–4699.
6. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features // Proceedings of the IEEE CVPR. — 2001. — Vol. 1. — P. 511–518.
7. Zhang K., Zhang Z., Li Z., Qiao Y. Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks // IEEE Signal Processing Letters. — 2016. — Vol. 23, No. 10. — P. 1499–1503.
8. Deng J., Guo J., Ververas E., Kotsia I., Zafeiriou S. RetinaFace: Single-shot multi-level face localisation in the wild // Proceedings of the IEEE/CVF CVPR. — 2020. — P. 5203–5212.
9. Bukhori M. F., Kent C. S., Ni N. L., Zainal N., Mohd Zaman M. H., Mustaza S. M. Development of an automated student attendance system based on real-time facial recognition technology // Jurnal Kejuruteraan. — 2026. — Vol. 38, No. 2. — P. 985–993.
10. Pradyumna D., Prabhu Kavin B. Comparative analysis of facial recognition based attendance system using machine learning // ITM Web of Conferences. — 2026. — Vol. 81. — Art. 01018.
11. Trivedi H., Patel H., Patel R., Patel K., Patel N. Towards robust classroom attendance: A comprehensive evaluation of face detection and recognition models // arXiv:2609.22750. — 2026.
12. O‘zbekiston Respublikasining 2019-yil 2-iyuldagi O‘RQ-547-son «Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida»gi Qonuni. — lex.uz/docs/-4396419
13. O‘zbekiston Respublikasining 2026-yil 26-martdagi O‘RQ-1125-son «"Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida"gi O‘zbekiston Respublikasi Qonuniga o‘zgartirishlar va qo‘shimcha kiritish haqida»gi Qonuni. — lex.uz/docs/-8099215
14. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 5-oktyabrdagi 570-son «Shaxsga doir ma’lumotlarga ishlov berish sohasidagi ayrim normativ-huquqiy hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida»gi qarori. — lex.uz/docs/-6225462