

**BIOMETRIK TANIB OLISH TIZIMIDA SOXTA HUJUMNI  
ANIQLASHGA BO‘LGAN YONDASHUVLAR**

*Abdukadirov B.A.*

*Oriental Universiteti dotsenti*

[baxtiyor.uz@bk.ru](mailto:baxtiyor.uz@bk.ru)

***Annotatsiya.** Maqola biometrik identifikatsiyalash tizimlarida chop etilgan soxta hujum va soxta kiritilgan ma'lumotlarni aniqlash masalasini tahlil qilish va baholashga bag'ishlangan bo'lib, unda ro'yxatdan o'tgan foydalanuvchilarni biometrik belgilarini almashtirishning keng tarqalgan usullari, shuningdek harakat va yuz lokal harakatlarini tahlil qilish hamda yuzni haqiqiylikini baholash asosida yuz tasvirlarini tanib olish orqali biometrik tizimlarda tanib olish belgilarini soxtalashtirishga qarshi kurash usullari bayon etilgan. Bundan tashqari, soxta kiritilgan ma'lumotlarga qarshi kurashish usullari samaradorligini oshirish bo'yicha tadqiqot yo'nalishlari aniqlangan.*

**1. Kirish.**

Yuzni aniqlash zamonaviy tizimlarining katta qismi tasvir yorqinligiga asoslangan bo'lib, odatda ular oddiy kamera bilan jihozlangan bo'ladi. Qo'shimcha qurilmalarga ega bo'lmagan tizimdan foydalanish soxtalashtirishga qarshi eng qulay usul hisoblanadi. Chunki bunday tizimlar mavjud yuzni aniqlash tizimlariga oson integratsiyalanadi.

Biometrik identifikatsiyalash tizimlariga uyushtiriladigan soxta hujumlar turi [1] ishda batafsil bayon etilgan bo'lib, quyida chop etilgan hujumni aniqlashning ayrim usullari keltiriladi.

Yuz tasvirlarining jonliligini aniqlash shaxsni biometrik autentifikatsiyalashda muhim jarayon bo'lsada, biroq u hali to'liq hal etilmagan. Xususan, yuzlarni tahlil qilishda ushbu yo'nalishga oid bir nechta yondashuvlarga mavjud. Jonli yuzlarni soxta yuzlardan farqlashda chuqurlik xaritasi harakatning uch o'lchovli tuzilmasini qayta qurish yo'li bilan tuzish [7]

ishda taklif etilgan. Chuqurlik xaritasi tasvirda doimiy bo‘lib, hatto tasvir harakatda bo‘lganda ham jonli yuz turli xil chuqurlik qiymatlarini beradi. Bunday holda soxta yuzlar harakat belgilariga asoslangan usul yordamida baholanadi.

**2. Chop etilgan soxta hujumni aniqlash.** Yuzdagi jonlilikni baholash uchun yuz qismlarining aniqlanishi va optik oqimni baholash [3] ishda keltirilgan yondashuvda birlashtirilgan. Yuzning jonli ketma-ketligida yuz qismlarini o‘ziga xos traektoriyasi uni soxta yuzlardan ajratishda foydalaniladi. Bunda chiziqli optik oqimi (ChOO) deb nomlangan moslashtirilgan optik oqimdan foydalanilgan. U nuqta va chiziqlar harakati orasidagi farqni ajrata oladigan optik oqim yondashuvlariga asoslannadi. Masalan, [6] ishda keltirib o‘tilgan tenzor yondashuvi. Nomidan ko‘rinib turibdiki, u faqat chiziqli harakatga ixtisoslashgan. Faqat 3 ta tasvirni talab qiluvchi ChOO yondashuvi ikki o‘lchamli Gabor filtrlari yordamida to‘liq tatbiq etilgan yengil energiyaga asoslangan optik oqim uslubidir.

Yuz qismlarini aniqlashning logarifmik qutbli to‘rlar [5, 6] va tayanch vektorlar usuli (TVU)da Gabor funksiyalari yordamida [4] ishda keltirilgan model asosida optik oqim solishtirmalari orqali birlashtirilgan. Gabor filtrlari – bu yuzni tanib olishning kuchli funksiyalar sinfidir [6, 7].

Yuzning ayrim qismlari harakatining traektoriyasini baholash tizimi jonlilikni aniqlashga qaratilgan alohida komponenti sifatida biometrik autentifikatsiyalash tizimi tavsiya etiladi. U raqamli kamera tomonidan olingan yuz tasvirlari ketma-ketligini tahlil qiladi va yuzning aniqlash, uning jonlilik ehtimoligi hisoblash imkonini beradi.

Bunda uch o‘lchovli yuz va uning tashqi sohalariga nisbatan yuzning markaziy qismlarida kuchliroq bo‘lgan aniq ikki o‘lchovli harakatni hosil qiladi degan g‘oya asoslanadi. Ideal holda yuzdagi jonlilikni aniqlash nuqtai nazaridan tashqi va ichki qismlar qo‘shimcha ravishda qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanadi. Ushbu holat mos ravishda 1 va 2-rasmlarda keltirilgan bo‘lib, unda bosh qismi biroz chapga og‘ib turibdi. 2-rasmda 1-rasmda ko‘rsatilgan rasmlar ketma-ketligidan gorizontaal ChOO (faqat gorizontaal yo‘nalishdagi optik oqim

baholangan) ko'rsatilgan. Yuzning fokusdagi qismlari va ularning harakati to'rtburchaklarda ajratib ko'rsatilgan.



**1-rasm.** Yuz tasvirlarining ketma-ketligiga misol

Raqamli kameraga yaqinroq joylashgan tana qismlari jonli yuzga nisbatan uzoqroq joylashgan qismlarga nisbatan boshqacha harakat qiladi. Bunda boshni hech bo'lmaganda qisman aylanishini talab qilinadi, uni tabiiy va istalmagan inson hatti-harakati deb hisoblanadi. Aksincha, yuz tasviri yuzning turli sohalarida doimiy harakatni hosil qiladi. Ushbu belgilarni qo'llash uchun optik oqimni baholash va yuzni aniqlashdan foydalaniladi. Bu Gabor parchalash modeliga asoslanib [4], optik oqim timsollarini moslashtirish orqali intuitiv yondashuvni taqdim etadi. Yuz qismlari holatini bilish va ularni bir-biriga nisbatan qanchalik tez va qaysi yo'nalishda harakatlanishini taqqoslash orqali jonli yuzni fotosuratidan ajratish mumkin.



**2-rasm.** Fokuslangan sohalarini bildiruvchi to'rtburchakli chiziqli ChOO.

Natija ba'zi taxminlar va chiziqli optik oqim soddalashtirishlarga asoslanadi. Birinchidan, ChOO yondashuvi faqat odatdagi harakat deb ataluvchi chiziqli harakatga ishlov berishi mumkin. Ikkinchidan, tezlik komponentlarini baholashda chiziqlar gorizontaal yoki vertikal deb taxmin qilinadi. Ushbu soddalashtirishlarni chiziqchilikiga asoslanib, ayniqsa gorizontaal va vertikal

yoʻnaltirilgan chiziqlarni, maʼlum oʻlcham doirasidagi ustun tuzilish sifatida koʻrib chiqish mumkin. Ushbu xossalar makon-vaqtni tahlil qilish uchun yetarlicha turgʻun deb olinadi. Bu uch oʻlchovli minimallashtirish muammosini ikki oʻlchovli keltirish imkonini beradi va chiziqli optik oqim Gabor filtrlaridan foydalangan holda amalga oshiriladi.

Yuzning bir necha qismlari traektoriyasi chiziqlarining optik oqimi yordamida baholash taklif etilayotgan tizimning asosiy yangilikidir. Jonlilikni aniqlash jonli yuzlar ketma-ketligini soxta yuz fotosuratlaridan sinov maʼlumotlarida 1% dan yuqori boʻlmagan xatolik bilan muvaffaqiyatli ajratdi. Tavsiya etilgan ChOO usuli chiziq tezligini baholash bilan cheklangan boʻlsada, u yuzning jonliligini baholashda ishonchli oʻlchovlarni taʼminlaydi. Shuningdek, u optik oqimni moslashtirish yordamida yuz markazini aniqlashning mumkin boʻlgan tezkorligini taʼminlaydi. Gabor xususiyatlari tasnifi boʻyicha yuz qismlarini aniqlash koʻzoynak va yuz sochlari kabi keng tarqalgan xatoliklarga chidamlidir. Ushbu tizim “Maʼlumotlarga ishlov berish” laboratoriyasi xodimlari tomonidan yaratilgan maʼlumotlar bazasida 13% gacha boʻlgan miqyosdagi farqlari bilan baholandi.

Yuz qismlari optik oqimini baholash orqali aniqlash usuli yuqorida keltirilgan samaradorlik natijalarini bergan boʻlsada, biroq u chop etilgan hujumni aniqlashda bir qancha kamchiliklariga ega boʻlib, soxta yuzlar zamonaviy bazalarida sinovdan oʻtkazilmagan.

**3. Yuzdagi lokal harakatlar.** Inson jonli yuzni fotosuratdan osongina ajrata oladi, chunki inson hayotning koʻplab fiziologik belgilarini masalan, yuz ifodasining oʻzgarishi, ogʻiz harakati, boshning burilishi, koʻzning oʻzgarishini osongina farqlay oladi. Biroq, ushbu farqlarni kompyuter orqali hatto cheklanmagan muhitda ham tanib olish oʻta murakkabdir.

Statik nuqtai nazardan, jonli yuz va fotosurat oʻrtasidagi muhim farq jonli yuz butunlay uch oʻlchovli obʼekt boʻlib, fotosurat ikki oʻlchovli tekislik sifatida qaralishi mumkin. [8] ishda tabiiy xususiyatga ega boʻlgan jonli insonni va harakatsiz fotosuratni ajratish uchun yuzning chuqurligi toʻgʻrisidagi maʼlumotni

beruvchi harakat tuzilishidan foydalanilgan. Tasvir chuqurligi haqidagi ma'lumotlarni kamchiligi inson boshi harakatsiz bo'lganda chuqurlik ma'lumotlarini baholash murakab va baholash shovqin va yorug'lik sharoitlariga juda sezgir bo'lib, u ishonchsiz bo'lib qolishi hisoblanadi.

Fotosurat bilan taqqoslaganda jonli yuzning yana bir o'ziga xos xususiyati unda yumshoq deformatsiya va tashqi ko'rinishdagi o'zgarishlar, masalan, og'iz harakati va yuz ifodasining o'zgarishi kabilarni mavjudligi hisoblanadi. Ushbu o'zgarishlarni aniq va ishonchli aniqlash uchun odatda yuqori sifatli kirish ma'lumotlari yoki foydalanuvchi ishtiroki talab etiladi. [9] ishda jonlilikni baholashda yuz harakati ma'lumotlarini olish uchun video kirishiga optik oqimni qo'llanilgan, biroq u fotosurat chuqurligi va egriligi xususiyatlariga nisbatan zaifdir. Ayrim tadqiqotchilar soxta kirishlarni aniqlashda gapirish paytidagi lablar harakati yordamida multimodal Face-Voice yondashuvlarini [10, 11] qo'llashgan. Ushbu usul ovoz yozuvchi moslama va foydalanuvchilarni ishtirokini talab qiladi. Interfaol yondashuv [12] ishda sinab ko'rilgan bo'lib, foydalanuvchidan bosh harakati shaklida aniq harakat qilishni talab qilingan.

Quyida soxta hujumlarni ko'zni ochib-yumish orqali aniqlash usuli tahlil qilinadi. Ko'zning miltillashi bu ko'z qovog'ini tez ochish va yopish orqali sodir bo'luvchi fiziologik faoliyatidir. Ko'zning miltillash tezligi charchoq, hissiy stress, xulq-atvor toifasi, uxlash miqdori, ko'zning shikastlanishi va kasallik kabi omillarga qarab o'zgarishi mumkin. [13] ishda tinch holatdagi inson ko'zining miltillash chastotasi daqiqaga 15 tadan 30 tagacha bo'lishini aytib o'tilgan. Ya'ni, inson har 2-4 soniyada bir marta ko'zini ochib-yumadi va o'rtacha ko'zning miltillash davomiyligi taxminan 250 millisekundni tashkil etadi. Oddiy kameralar yuz videotasvirini soniyasiga 15 tadan kam bo'lmagan kadrlar tezligida osongina suratga olishi mumkin, ya'ni kadrlar orasidagi interval 70 millisekunddan oshmaydi. Shu tarzda, oddiy kamera yuz kameraga qaraganida har bir ko'zning miltillashida ikki yoki undan ortiq kadrlarni osongina olishi va bunda ko'zning miltillashidan soxta hujumlarni oldini olish uchun kalit sifatida foydalanish mumkin. Ko'zning miltillash usulining afzalliklari quyidagilardan iborat:

1) uni bemalol bajarish mumkin, odatda foydalanuvchining o'zaro ta'sirisiz;

2) qo'shimcha uskunalar talab qilmaydi;

3) ko'zning miltillatuvchi harakatlari jonli yuzni soxta yuzdan ajratib turuvchi xususiyatdir.

Soxta hujumni aniqlash uchun birinchi navbatda ko'z miltilashini aniqlanishni shartli tasodifiy maydon tuzilishidagi mantiqiy chiqish sifatida [14] ishda modellashtirilgan bo'lib, bu kuzatuvlar va holatlar orasida uzoq masofali munosabatlarni o'rnatish imkonini beradi. Ko'zning yumiqligi, moslashuvchan takomillashtirish algoritmidan kelib chiqadigan o'ziga xos o'lchov bo'lib, u hisoblash samaradorligi va aniqlikni ta'minlash uchun kontekst modeliga joylashtiriladi. Taklif etilayotgan yondashuv samaradorligini namoyish etish uchun keng ko'lamli tajribalar o'tkazilgan.

Chiqish kompleksini soddalashtirish va bir vaqtning o'zida samaradorlikni yaxshilash uchun ko'z holatlarini farqlanuvchan o'lchovini o'z ichiga olgan shartli tasodifiy maydonning yo'naltirilmagan tuzilishida ko'zni miltilovchi hatti-harakatlari modellashtirilgan bo'lib, uning afzalliklaridan biri u kuzatilayotgan ma'lumotlarning shartli mustaqilligi haqidagi taxminni susaytirishga imkon berishidir.

Ko'z yopiqligini hisoblash uchun samarali zaif klassifikatorlar o'qitilishi shart. O'qitish bosqichida jami 1016 ta yopiq ko'zli tasvirlar (ijobiy namunalar) va 1200 ta ochiq ko'zli (salbiy namunalar) tasvirlardan foydalanildi. Bunda chap va o'ng ko'z orasida hech qanday farq hisobga olinmadi. Barcha namunalarning asosiy o'lchamlari  $24 \times 24$  pikselgacha masshtablandi. Yopiq ko'zlarning ba'zi ijobiy namunalari 3-rasmda keltirilgan. Ko'zning yumuqlik darajasini hisoblash uchun 50 ta zaif tasniflagich tanlandi.

Sinov bosqichida ham o'qitish bosqichida ham ko'zning shartli miltillash model parametrlarini baholash bo'yicha OMRON yuzlar guruhi tomonidan ishlab chiqilgan yuzning asosiy nuqtalarini lokallashtirish tizimidan foydalangan holda chap va o'ng ko'zlar markazi har bir kadr uchun avtomatik ravishda

lokallashtirildi. Ko‘z tasvirlari o‘qitish uchun ajratib olindi va normallashtirildi, ularning kattaligi ikki ko‘z orasidagi masofaga qarab belgilandi.

Jonlilikni aniqlashda yaqinlik xususiyatlarini o‘lchash uchun, aniqlash darajalarining uch turi qo‘llanildi. Bir ko‘zni aniqlash chastotasi – bu to‘g‘ri aniqlangan miltillashlar sonining sinov ma’lumotidagi miltillashlarning umumiy soniga nisbati, bu yerda mos ravishda chap va o‘ng ko‘zlar uchun hisoblab chiqildi.



**3-rasm.** Yopiq ko‘zlar uchun ijobiy namunalar, bunda ko‘zoynak taqilgan ko‘zlar ham mavjud

Har bir ko‘zning miltillashi bilan chap va o‘ng ko‘zlar ochib yumiladi. Har bir miltillashda chap yoki o‘ng ko‘zning miltillashi to‘g‘ri aniqlansa, jonli yuzni aniqlash imkoni paydo bo‘ladi. Shunday qilib, ikki ko‘zni aniqlash chastotasi bu holda to‘g‘ri aniqlangan miltillovchi harakatlar sonining sinov ma’lumotidagi miltillovchi harakatlarning umumiy soniga nisbati sifatida aniqlanadi, bu yerda bir vaqtning o‘zida ikki ko‘zning miltillashi bitta miltillovchi harakat sifatida hisoblanadi.

**Xulosa.** Ko‘zoynak taqish va pastdan yuqoriga qarab ko‘rish keltirilgan yondashuv samaradorligiga turlicha ta’sir ko‘rsatishiga qaramay, ushbu yondashuv yaxshi samaradorlikni ko‘rsatmoqda: bitta ko‘zning o‘rtacha chastotasi 79,6%, ikki ko‘zning o‘rtacha chastotasi 91,8% ni tashkil qildi. Ko‘z miltillashiga asoslangan usulning afzalliklari soxta hujumlarni aniqlashda, qo‘shimcha uskunalarga ehtiyoj yo‘qligi va sezilarli faoliyatning mavjudligidadir. Ko‘zni miltillovchi hatti-harakatini aniqlash orqali soxta hujumlarni bartaraf etish yuqorida keltirilgan natijalar asosida yaxshi samara beradi degan xulosani keltirib chiqarsada, bu usul faqat chop etilgan hujumlarni aniqlashda foyda berishini

aloxida ta'kidlash lozim, biometrik autentifikatsiyalash tizimlariga ro'yxatdan o'tgan foydalanuvchi videotasviri keltirilgan kadrda miltlovchi ko'zlarni mavjud bo'lishi ushbu usulning to'liq foydali ekanligini kafolatlay olmaydi.

### **Adabiyotlar**

1. FOZILOV, Sh.X., RADJABOV, S.S, ABDUKADIROV, B.A. Shaxsni biometrik identifikatsiyalash tizimlarida soxta kirishni aniqlash muammosi. *Muxammad al-Xorazmiy avlodlari*, 2020, vol. 3, no. 13, p. 16–23. ISSN 2181-9211.
2. CHOUDHURY, T., CLARKSON, B., JEBARA, T. and PENTLAND, A. Multimodal person recognition using unconstrained audio and video. *In 2nd International Conference on Audio-Visual Biometric Person Authentication*. Washington D.C, 1999, March 22–23.
3. KOLLREIDER, K., FRONTHALER, H., BIGUN, J. Evaluating Liveness by Face Images and the Structure Tensor. *Automatic Identification Advanced Technologies*. Fourth IEEE Workshop on. Oct.17–18, 2005, p. 75–80.
4. BIGUN, J., FRONTHALER, H. and KOLLREIDER, K. Assuring liveness in biometric identity authentication by real-time face tracking. *In CIHSPS2004 - IEEE International Conference on Computational Intelligence for Homeland Security and Personal Safety*. Venice, Italy, July 21-22, 2004, p. 104–112. IEEE Catalog No.04EX815, ISBN 0-7803-8381-8.
5. SMERALDI, F., BIGUN, J. Facial features detection by saccadic exploration of the Gabor decomposition. *In International Conference on Image Processing, ICIP-98*, Chicago, USA, October 4-7, volume 3, p. 163–167.
6. SMERALDI, F., BIGUN, J. Retinal vision applied to facial features detection and face authentication. *Pattern Recognition Letters*, 2002, 23:463–475.
7. DUC, B., FISCHER, S., BIGUN, J. Face authentication with Gabor information on deformable graphs. *IEEE Trans. on Image Processing*, 1999, vol. 8, no. 4, p. 504–516.



8. CHOUDHURY, T., CLARKSON, B., JEBARA, T., PENTLAND, A. Multimodal person recognition using unconstrained audio and video. *AVBPA '99*, Washington DC, USA, 1999, p.176-181.
9. KOLLREIDER, K., FRONTHALER, H., BIGUN, J. Evaluating liveness by face images and the structure tensor. *Fourth IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies*, pp.75-80, 17-18 2005.
10. ROBERT, W. F., ULRICH, D. BioID: A Multimodal Biometric Identification System. *IEEE Computer*, 2000, February, vol. 33, no. 2, p. 64-68.
11. GIRIJA, Ch., WAGNER, M. Multi-level Liveness Verification for Face-Voice Biometric Authentication. *Biometrics Symposium*. 2006, Baltimore, Maryland, Sep. 19-21.
12. FRISCHHOLZ, R.W., WERNER, A., Avoiding Replay-Attacks in a Face Recognition System using Head-Pose Estimation. *IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures (AMFG '03)*, 2003, p. 234-235.
13. TSUBOTA, K., DYNAMICS, T., EYE, D. Progress in Retinal and Eye Research. 1998, vol.17, no.4, p. 565-596.
14. LAFFERTY, J., MCCALLUM, A., PEREIRA, F. Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data. *ICML '01*, 2001, p.282-289.