

ALGORITHM FOR SELECTING A SET OF INFORMATIVE FEATURES IN BIOMETRIC SYSTEMS BASED ON FACE IMAGE

Mamatov Narzullo

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Digital Technologies and Artificial Intelligence, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Tashkent, Uzbekistan
m_narzullo@mail.ru

Samijonov Abdurashid

Assistant, Department of Digital technologies and artificial intelligence, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Tashkent, Uzbekistan
an_samijonov@mail.ru

Erejepov Keulimjay

Researcher, Department of Digital technologies and artificial intelligence, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Tashkent, Uzbekistan

e_keulimjay@mail.ru

Narzullayev Inomjon

PhD student, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan
inomjonnarzullayev01@gmail.com

Samijonov Boymirzo

Bachelor student,
Sejong University, South Korea, Korea
bn_samijonov@mail.ru
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10896705>

ARTICLE INFO

Received: 23th March 2024
Accepted: 29th March 2024
Online: 30th March 2024

KEYWORDS

Informative feature, facial image, space, transformation, recognition, algorithm, image dataset, criterion, decision tree.

ABSTRACT

Today, the use of biometrics in security systems is becoming popular. Biometrics-based systems are based on the anatomical uniqueness of each person. Anatomical features include biometric features such as face, pupil, fingerprint, and palm. The performance of the face recognition system is directly related to the performance of face feature extraction. Facial recognition is usually based on local and global features. In the formation of local features, the face image is divided into separate parts, and recognition is performed based on the formed local features. Global feature extraction is the formation of features in the entire face image, and the cost of recognition can be reduced by separating the informative ones from them.

In this article, the algorithms for creating the informative feature space for faces are analyzed, the



process for locating informative features is explained, and a technique and algorithm for differentiating between face image informative features are suggested.

ЮЗ ТАСВИРИГА АСОСЛАНГАН БИОМЕТРИК ТИЗИМЛАРДА ИНФОРМАТИВ БЕЛГИЛАР МАЖМУАСИНИ ТАНЛАШ АЛГОРИТМИ

Маматов Нарзулло Солидждонович

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институти” Миллий тадқиқот университети, Рақамли технологиялар ва сунъий
интеллект кафедраси мудири, т.ф.д., профессор
m_narzullo@mail.ru

Самижонов Абдурашид Нарзулло ўғли,

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институти” Миллий тадқиқот университети, ассистент
an_samijonov@mail.ru

Ережепов Кеулимжай Кайматдинович

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институти” Миллий тадқиқот университети, тадқиқотчи
e_keulimjay@mail.ru

Нарзуллаев Иномжон Садулла ўғли

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
таянч докторанти
inomjonnarzullayev01@gmail.com

Самижонов Боймирзо Нарзулло ўғли

Сежонг Университети, Жанубий Корея
bn_samijonov@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10896705>

ARTICLE INFO

Received: 23th March 2024

Accepted: 29th March 2024

Online: 30th March 2024

KEYWORDS

Юз тасвири, белги,
информатив белгилар
фазоси, трансформация,
таниб олиш, алгоритм,
тасвирлар базаси, мезон,
қарор дарахти.

ABSTRACT

Бугунги кунда хавфсизлик тизимларида
биометрикадан фойдаланиш оммалашиб бормоқда.
Биометрикага асосланган тизимлар ҳар бир
инсонни анатомик ўзига хослигига асосланади.
Анатомик белгиларга юз, кўз қорачиғи, бармоқ
излари, кафт каби биометрик белгилар киради.
Юзни аниқлаш тизим самарадорлиги юздаги
белгиларни ажратиб олиш самарадорлигига
бевосита боғлиқ. Юз тасвири асосида шахсни таниб
олиш одатда локал ва глобал белгилар асосида
амалга оширилади. Локал белгиларни
шакллантиришда юз тасвири алоҳида қисмларга
ажратилади ва шакллантирилган локал белгилар



асосида таниб олиш амалга оширади. Глобал белгиларни ажратиш эса бутун юз тасвирида белгиларни шакллантиришдан иборат бўлиб, улардан информативларини ажратиш орқали таниб олиш харажатларини камайитириш мумкин. Мазкур мақола юз тасвири информатив белгилар фазосини шакллантириш алгоритмларини таҳлилига бағишланган бўлиб, унда информатив белгиларни аниқлаш процедураси баён этилган бўлиб, юз тасвири информатив белгиларини ажратиш усул ва алгоритми таклиф этилган.

КИРИШ

Интеллектуал тизимлардаги энг асосий вазифалардан бири таниб олишдир. Одатда бу каби масалалар биометрика усуллари асосида ҳал этилади. Биометрикага асосланган тизимлар - бу бир шахсни бошқа шахслардан ажратувчи ва уларни ўзига хос хусусиятларини инобатга олган ҳолда, биометрик белгиларни рақамли маълумотларга ўтказиш орқали шахсни таниб олиш имконини берувчи тизимлар ҳисобланади.

Инсон биометрик белгиларига кўз ранги, овоз, бармоқ изи, қўл геометрияси, юз тасвири, қулоқ чаноғи, юриш услуби, имзо ва бошқаларни мисол сифатида келтириш мумкин.

Биометрика - бу инсонни жисмоний ва биологик белгиларини ўрганувчи ва улар асосида таниб олишни амалга оширувчи фан соҳасидир. Биометрик усуллар жисмоний ва одатий ҳаракатларга асосланган усулларга ажратилади. Жисмоний усуллар ҳар бир инсонни анатомик ўзига хослигига асосланади. Анатомик белгиларга юз белгилари, кўз қорачиғи, бармоқ излари, қўл, қулоқ чаноғи ва бошқа биометрик белгилар киради.

Турли биометрик тизимлар турли кирувчи маълумотлар талабларига эга ва улар ҳақидаги батафсил маълумотлар кўплаб адабиётларда келтирилган [1-3]. Агар фойдаланувчини таниб олиш тизимига кириш чекловларига мос бўлмаган тасвирлар узатилса, тизим нотўғри натижа бериши мумкин. Баъзи ҳолларда кирувчи маълумотлар белгиланган талаблар доирасида бўлмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда улар дастлабки ишлов бериш усул ва алгоритмлари [4-16] асосида талаб даражага келтирилади ва тизимга узатилади.

Юзни аниқлаш тизимларида тасвирни ўқиш, объект моделини яратиш, информатив белгиларни шакллантириш, аутентификациялаш, таққослаш ва маълумотларни сақлаш модуллари бўлиши шарт. Таниб олиш объектини аутентификациялаш модули таниб олиш тизимига кириш учун олдиндан рўйхатдан ўтган фойдаланувчиларни юз тасвирлари ёки видео ёзувларини тақдим этишни назорат қилиш орқали таниб олиш объекти аутентификациясини амалга оширади.

Информатив белгиларни аниқлаш модулида юзни характерловчи муҳим белгилар аниқланади. Бунда бош компонентлар, локал бинар шаблонлар, ёрқинлик градиенти, антропометрик нуқталар кабилардан фойдаланиш тавсия этилади.



ёндашув бўлиб, у имкон қадар кўпроқ маълумотни сақлаш орқали белгилар фазоси ўлчамини қисқартиришга мўлжалланган.

Фараз қилайлик, $X \in \mathbb{R}^{m \times n}$ матрица кўринишида ифодаланган n -ўлчовли $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ тасодифий вектор берилган бўлсин, бу ерда m – кузатишлар сони ва X_j ва ξ_j кузатиш векторлари. Бунда умумийликни йўқотмаслик учун барча X_j векторлари марказлаштирилган деб фараз қилинади, яъни $\sum_{i=1}^m X_{ij} = 0$.

$C = \frac{1}{m-1} X^T X$ матрицаси- ξ нинг эмпирик ковариация матрицаси бўлсин. C матрицасини $u_i, i = \overline{1, n}$ хос векторлари хос қийматларни камайтириш тартибида тартибланган, яъни $\lambda_i > \lambda_{i+1}$ ортогонал йўналишлар тўпламини бош компонентларини аниқлайди. Олинган йўналишларда тасодифий ўзгарувчилар чизиқли бирикмалари биринчи компонентаси дисперсияси барча мумкин бўлган йўналишлар орасида максимал бўлган белгига эга. Иккинчи компонента дисперсияси биринчисига ортогонал бўлган барча йўналишлар орасидаги максималдир. Учинчи компонента дисперсияси биринчисига ортогонал бўлган барча йўналишлар орасидаги максималдир ва ҳоказо.

Амалда бош компоненталарни топиш учун ковариация матрицасини қуриш ва хос векторлар ҳамда хос қийматларни топиш ўрнига, $X = LAU^T$ сингуляр парчаланишдан L матрицани манфий бўлмаган элементларидан фойдаланиш мумкин, бу ерда L ва U матрицалари ортогонал ва диагональ. $X = LAU^T$ декомпозициясида ўнг хос векторлар (U матрица устунлари) бош компонентлар, L матрица диагональдаги қийматлар эса бирлик сонлардир. X матрица сингуляр қийматлари орасида қуйидаги боғлиқлик мавжуд: $C: \frac{1}{m-1} \lambda_{ii}^2 = \lambda_i, i = \overline{1, m}$.

Машинали ўқитишда бош компонентлар усулидан кўпинча белгилар вектори ўлчамини қисқартириш усули сифатида фойдаланилади. Бу моделларни қуриш ва улардан фойдаланишда аҳамиятсиз белгилар таъсирини камайтириш, шунингдек, ортиқча ўқитишларга қарши курашиш учун амалга оширилади. Амалда m -ўлчамли белги векторига асосланган ўқув намунаси m ўлчамдаги тасодифий векторни n та кузатиш тўплами сифатида кўриб чиқади ва сўнггра бош компоненталар аниқланади. Олинган бош компоненталар тўпламидан энг катта хос қийматларга мос йўналишларни керакли сони $d < m$ танланади. m ўлчамдаги берилган белгилар вектори танланган йўналишларга проекцияланади, натижада d кичик ўлчамли янги белгилар векторлари ҳосил бўлади. Алгоритм параметри сифатида йўналишлар сони, яъни белгилар фазоси ўлчами олинади. У эмпирик ёки эвристик усулда танланади. Бош компоненталар сонини танлаш ечимларидан бири мос $\sum_{i=0}^{d-1} \lambda_i$ хос қийматлари йиғиндиси камида $p \sum_{i=0}^m \lambda_i$ бўладиган йўналишларни танлашдир. Бу ерда p – усул параметри.

Бош компоненталар усулидан фойдаланиб, чизиқли алмаштириш ёрдамида белгилар қисм фазосига ўтказиш орқали берилган белгилар фазоси ўлчамини қисқартириш шунингдек, белгилар информативлигини ҳисоблайдиган муқобил усуллардан, масалан, қарор дарахтларини қуришга асосланган ёндашувлардан ҳам



фойдаланиш мумкин. Энг муҳим таркибий қисмларни олиб ташлаш орқали берилган *белгилар векторлари* ўлчамларини камайтиришга эришилади.

ERT (Extremely Randomized Trees) усули [30] - қарор дарахтлари ансамблидан фойдаланувчи машинали ўқитиш усули бўлиб, ундан таснифлаш ва регрессия масалаларини ечишда кенг фойдаланилади. Мазкур ишда у таснифлаш масаласини ҳал қилиш учун олинган. Ўқитиш босқичида керакли миқдордаги тасодифий қарорлар дарахтлари тузилади ва уларни ҳар бири рекурсив ҳосил қилинади. Ҳар бир босқичда, $w_i = (l_i, \theta_i)$ **ЭНГ ЯХШИ ТАСНИФЛАГИЧ** танланади, бу ерда i - дарахтдаги чўққилар сони, l_i - танланган белги индекси ва $\theta_i - x_{l_i}$ белгига нисбатан бўсаға қиймати. i - рақамли чўққи учун таснифлагич танлангандан сўнг, $x_{l_i} < \theta_i$ белги қийматига эга бўлган барча белги векторлари $2i + 1$ чўққиларни, қолганларидан эса $2i + 2$ чўққиларни қуришда фойдаланилади.

l_i - асосий белгилар сонини танлаш барча мавжуд белгилар тўпламидан қисман қидириш ёрдамида амалга оширилади. Асосий белгини танлагандан сўнг, θ_i бўсағаси $X^{(i)}$ - l_i рақамли белги минимал ва максимал кузатилган қийматлар оралиғида ўқув намунасини барча намуналари орасидан тасодифий ва бирхилда танланади. Кўриб чиқилган таснифлагичлар тўпламидан таққослашни энг мақбул натижасига эга бўлганлар танланади:

$$w_i = \arg \max_{l, \theta} \left(H(X^{(i)}) - \frac{n_{2i} + 1}{n_i} H(X^{(2i+1)}) + \frac{n_{2i} + 2}{n_i} H(X^{(2i+2)}) \right),$$

бу ерда $n_i - X^{(i)}$ ва $H(X^{(i)})$ тўпламдаги i - рақамли чўққини қуришда фойдаланиладиган белгилар вектори сони, намуналар учун чиқиш ўзгарувчиси қийматлари тақсимланишига мос ўқув намунаси $X^{(i)}$ маълумот тизими энтропияси.

Дарахтлар бўйича ўртача ҳисобланган ҳар бир белги учун энтропия ўсишлари умумий қийматлари ушбу белгиларни оптималлигини ўлчашда қўлланилади [32]. Қарор дарахтини қуришда фойдаланиладиган берилган X вектор барча компонентлари натижавий қийматлари кейинчалик белгиларни аҳамиятига кўра тартибلاш ва якуний белгилар фазосини зарур бўлган ҳажмини танлаш учун фойдаланилади. Қарорлар дарахтини қуриш ва белгиларни уларни аҳамиятига кўра тартиблашдан сўнг, белгиларни ўзгартирилган векторини яратиш учун қадамлар сони $O(d)$ га тенг бўлиб, навбатдаги ишлов бериш учун зарур бўлган белгиларни танлаш етарли.

Фишер мезонлари асосида юз тасвири информатив белгиларини аниқлаш.

Инсон бир хил одамни икки тасвирини кичик фарқлар билан аниқ ажрата олади ва уларни айнан бир хил шахс деб ҳисоблайди бироқ, компьютер уларни икки киши деб ҳисоблаши мумкин. Бунинг учун иккита тасвирдаги кўз ва лаблар айнан бир жойда жойлашиши шарт. Бу таққослаш алгоритминини анча соддалаштиради. Мазкур ишда жойлаштириш 2014 йилда Воҳид Кеземи ва Жозефина Салливан томонидан таклиф қилинган "антропометрик нуқтани баҳолаш" деб номланувчи алгоритм асосида амалга оширилган. Ушбу алгоритм 1-расмда келтирилган юз тасвиридаги 68 та махсус нуқтадан фойдаланишга асосланади.



1-расм. Юз тасвири махсус нуқталари

Информатив белгилар фазосини шакллантиришда информатив белгилар фазоси ўлчами бошланғич белгилар фазоси ўлчамидан кичикроқ бўлиши талаб этилади. Бунда f бошланғич белгилар фазосини ўлчами акс эттирилган фазо ўлчамидан каттароқ бўлганда танланган оптималлаштириш мезони I учун $(Y) = I(f(X)) \rightarrow \text{extr}$ бўлиши шарт.

Белги фазосини ҳосил қилиш учун N -ўлчамли вектор $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$ дан фойдаланилади. Эвклид нормасини белгилар фазосидаги λ вектор билан қуйидагича ифодалаш мумкин: $\|x\|_\lambda = \sqrt{\sum_{i=1}^N \lambda_i x_i^2}$.

X_p синф объектларини ўртача $\bar{x}_p$ қиймати қуйидагича ҳисобланади: $\bar{x}_p = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} x_{pi}$, $p = \overline{1, r}$.

Ўртача қийматга эга бўлган синф ички масофаси қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$S_p(\lambda) = \sqrt{\frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} \|x_{pi} - \bar{x}_p\|_\lambda^2}.$$

бу ерда $S_p(\lambda)$ - λ векторга нисбатан X_p синф ўртача квадрат дисперсиясини ифодалайди.

Синфлараро ўртача квадратик дисперсия қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$R_{p,q}(\lambda) = \sum_{p,q=1}^r \|\bar{x}_p - \bar{x}_q\|_\lambda^2 = \|\bar{x}_p - \bar{x}_q\|_\lambda.$$

бу ерда $R_{p,q}(\lambda)$ ва $X_q(p, q = \overline{1, r}; p \neq q)$ синфлар объектларини ўртача квадрат дисперсияси.

Юз тасвирини аниқлашда фойдаланиладиган белгилар фазосини шакллантириш мезони сифатида қуйидаги функционалликдан фойдаланиш тавсия этилади:

$$I(\lambda) = \frac{R_{p,q}(\lambda)}{\sum_{p=1}^r S_p^2(\lambda)}. \quad (1)$$

Ушбу функционал "компактлик" гипотезасига асосланади ва содда Фишер мезони ҳисобланади. Берилган белгилар фазосида N -ўлчамли a ва b векторлар қуйидагича аниқланади:



$$a^j = \sum_{p,q=1}^r (\bar{x}_p^j - \bar{x}_q^j)^2; \quad j=\overline{1,N}, b^j = \sum_{p=1}^r \left[\frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} (\bar{x}_p^j - x_{pi}^j)^2 \right]; \quad j=\overline{1,N}.$$

(1) функционални (2) кўринишда ёзиш мумкин.

$$I(\lambda) = \frac{(a, \lambda)}{(b, \lambda)}. \quad (2)$$

(2) кўп ўлчовли Фишер мезони ва у юз тасвирини аниқлаш масаласини ҳал қилишда "компактлик" гипотезасига асосланган бўлиб, эвристик қурилган, яъни синфлар орасидаги фарқни ошириш уларни ажратиш самарадорлигини оширади [8]. Синфлар орасидаги фарқни оширадиган қийматлар информатив белгилар сифатида қабул қилинади.

Юзни таниб олишда фойдаланиладиган белгилар фазосини шакллантириш мезони сифатида қуйидагилардан фойдаланилган:

$$I(\lambda) = \frac{\sum_{p,q=1}^r \|\bar{x}_p - \bar{x}_q\|_{\lambda}^2}{\prod_{p=1}^r S_p^2(\lambda)}. \quad (3)$$

(3) Фишер функционалини умумий кўриниши бўлиб, ундан синфлар сони 2 дан ортиқ бўлганда фойдаланиш тавсия этилади. Белгилар фазосида N -ўлчамли a ва $b^{(1)}, b^{(2)}, \dots, b^{(r)}$ векторлари қуйидаги тарзда киритилади:

$$a_j = \sum_{p,q=1}^r (\bar{x}_p^j - \bar{x}_q^j)^2; \quad j=\overline{1,N},$$

$$b_j^{(p)} = \left[\frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} (\bar{x}_p^j - x_{pi}^j)^2 \right]; \quad j=\overline{1,N}, \quad p=\overline{1,r}.$$

Ушбу векторларга асосланиб, (3) ни қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$I(\lambda) = \frac{(a, \lambda)^r}{\prod_{j=1}^r (b^{(j)}, \lambda)}. \quad (4)$$

бу ерда $(*,*)$ – скаляр кўпайтма.

Умумий мезон бўйича ифнорматив белгилар мажмуасини аниқлаш қуйидаги масалани ҳал қилиш орқали амалга оширилади:

$$\left\{ \begin{array}{l} I(\lambda) = \frac{(a, \lambda)^r}{\prod_{j=1}^r (b^{(j)}, \lambda)} \rightarrow \max, \\ \lambda \in \Lambda^l, \lambda_i = \{0,1\}, \quad i=\overline{1,N}, \\ a, b^{(j)} \in R^N, \quad a_i \geq 0, \quad b_i^{(j)} > 0, \quad j=\overline{1,r}, \quad i=\overline{1,N}, \end{array} \right. \quad (5)$$

бу ерда $\Lambda^l - l$ - ўлчовли ифнорматив белгилар фазоси.



$$\lambda^0 = \left(\underbrace{1, 1, \dots, 1}_{\ell}, \underbrace{0, 0, \dots, 0}_{N-\ell} \right),$$

Бошланғич вектор λ^0 ни белгилашлар киритган ҳолда

$$A = \sum_{i=1}^l a_i, B_j = \sum_{i=1}^l b_i^j, j = \overline{1, r}$$

кўринишда олиш мумкин, (5) масалани ҳал қилиш учун C

вектор ҳосил қилинади ва унинг координаталари $c_i = \frac{a_i}{A} - \sum_{j=1}^r \frac{b_i^{(j)}}{B_j}$ формула билан ҳисобланади.

Фараз қилайлик, $\forall \mu \in \Lambda^\ell$ ва λ^0 векторлари ёрдамида ҳисобланган C вектор берилган бўлсин.

λ вектор (5) масалани оптимал ечими бўлиши учун $(C, \mu) > 0$ шартни қаноатлантирувчи μ векторнинг мавжуд эмаслиги зарур ва етарли [17].

Масалани ечиш жараёнида μ вектор қуйидаги тартибда ҳосил бўлади. Агар C вектор компоненталари камайиш тартибида тартибланган бўлиб, уни максимал компонентасига мос келадиган рақами j_1 , иккинчиси эса j_2 ва ҳоказо бўлса, яъни

$$c_{j_1} \geq c_{j_2} \geq c_{j_3} \geq \dots \geq c_{j_N}, \quad (6)$$

μ вектор компоненталари қуйидагича аниқланади:

$$\mu_{j_1} = 1, \mu_{j_2} = 1, \dots, \mu_{j_\ell} = 1, \mu_{j_{\ell+1}} = 0, \mu_{j_{\ell+2}} = 0, \dots, \mu_{j_N} = 0 \quad (7)$$

бу ерда, C векторни бошланғич ℓ максимал қийматига мос келувчи μ вектор компоненталари 1, қолганлари 0 деб қабул қилинади. Бу ҳолда, m вектор l -оптимал ва $(C, \mu) = \max \{ (C, \eta) \mid \eta \in \Lambda^\ell \}$ шартни қаноатлантиради.

Дастлабки босқичда λ^0 вектор ихтиёрий танланади ва ҳар бир навбатдаги босқичда олдинги вектор ёрдамида ҳисобланган μ қийматини қабул қилиш орқали янги λ вектор ҳосил қилинади. Бунда $\lambda = \mu$ бўлади. μ векторни ҳосил қилиш $I(\lambda) = I(\mu)$ шарт бажарилгунча давом эттирилади.

Таклиф этилган усулга асосланган алгоритм қуйидаги қадамларда амалга оширилади.

$$\lambda = \{ \underbrace{1, 1, \dots, 1}_{\ell}, 0, 0, \dots, 0 \}$$

1-қадам. λ деб олинади;

2-қадам. A ва B_j ҳисобланади:

$$A = (a, \lambda), B_j = (b^{(j)}, \lambda);$$

3-қадам. C вектор координаталари ҳисобланади:

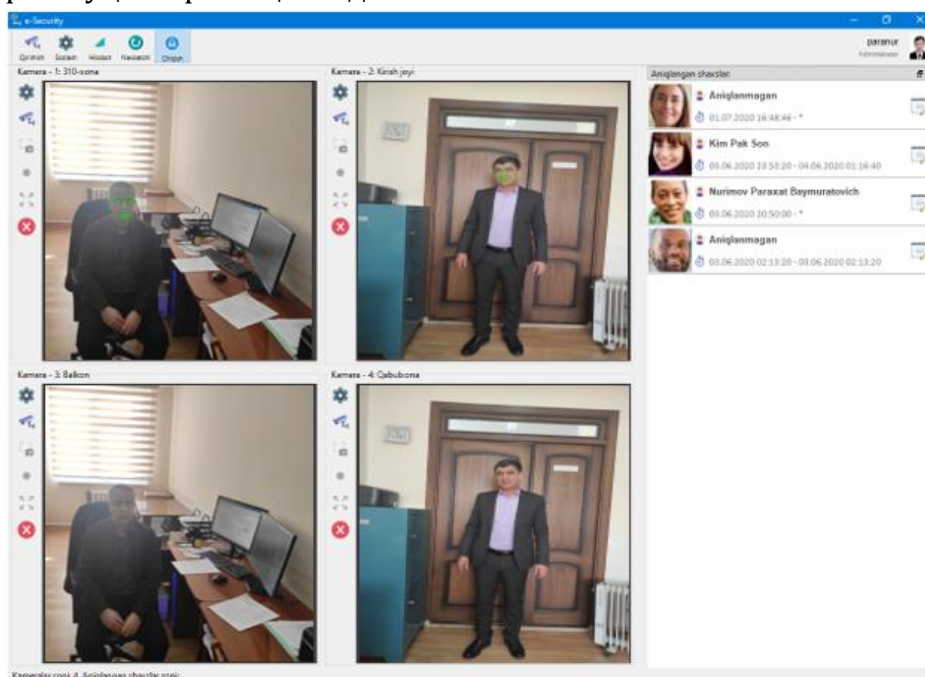
$$c_i = \frac{a_i}{A} - \sum_{j=1}^r \frac{b_i^{(j)}}{B_j};$$

4-қадам. (6) ва (7) га асосан μ ва m вектор шакллантирилади;

5-қадам. C ва μ нинг скаляр кўпайтмаси ҳисобланади. Агар $(C, \mu) > 0$ шарт бажарилса, у ҳолда $\lambda = \mu$ ва 2-қадамга ўтилади, акс ҳолда λ вектор масаланинг оптимал ечими ва жараён тугатилади.

Юқорида айтиб ўтилган юз тасвири информатив белгилар мажмуасини шакллантириш алгоритмлари бўйича тажрибавий тадқиқотлар ўтказиш учун дастурий мажмуа ишлаб чиқилган бўлиб, унинг асосий мақсади информатив белгиларни шакллантириш алгоритмлар самарадорлигини баҳолашдан иборатдир. Бунда белгиларни шакллантириш ва информатив белгиларни аниқлаш модули график интерфейси Qt5.0 муҳитида ва маълумотлар базаси PostgreSQL маълумотлар базасини бошқариш тизимида амалга оширилган. Дастурлар C++ ва Python дастурлаш тилларида амалга оширилган бўлиб, OpenCV, Emgu CV, DLIB ва Tensorflow очиқ кутубхоналаридан фойдаланилган. OpenCV кутубхонаси тасвирни қайта ишлашда кенг қўлланиладиган кучли функцияларга эга ва компьютерли кўриш алгоритмлари C ва C++ тилларида ёзилган. Фойдаланувчи билан алоқа график интерфейс ва камера орқали амалга оширилади. Дастурий мажмуа JPEG, BMP, TIFF ва PNG каби форматлардаги файллар билан ишлаш имкониятига эга.

Юз тасвири моделини яратиш жараёнини амалга ошириш учун администратор камера параметрларини олдиндан белгилаши шарт. Фойдаланувчи киритиш тугмасини босилгандан сўнг антропометрик нуқталарни аниқлаш модули ишга тушади (2-расм). Сўнгра аниқланган антропометрик нуқталардан информатив антропометрик нуқталар аниқланади.



2-расм. Антропометрик нуқталарни аниқлаш натижаси

Аниқланган антропометрик нуқталар асосида информатив белгилар аниқланади. Сўнгра объектни текстурасида барча мумкин бўлган бузилишларни олиб ташлаш учун филтрланади ва таниб олиш мавжуд алгоритмлар асосида амалга оширилади. Бунда камерадан олинган тасвир умумий кўринишда тақдим этилади ва юқорида келтирилган информатив белгиларни аниқлаш усул ва алгоритмлари асосида информатив белгилар аниқланади. Аниқланган информатив белгилар таниб олиш усуллари асосида юз тасвирлари базасидаги белгилар билан таққосланади. Натижада,

маълумотлар базасидан кирувчи тасвирга энг яқин тасвир олинади. Дастур натижалари xls, xlsx, doc, docx ва бошқа форматларда сақланиши мумкин.

Ҳар бир босқич самарадорлигини баҳолаш мавжуд ва муаллифлар томонидан яратилган маълумотлар базасида синовлар ўтказилди. Мавжуд базалар сифатида California Institute of Technology, The Indian Face Database, The FEI Face Database тасвирлар базалари тўлиқ қамраб олинган ва FERET базасидан баъзи тасвирлар танланган. Бундан ташқари, HongKk базасида юзни аниқлаш бўйича тажриба ўтказилган [33]. Ушбу маълумотлар базаси юзлар ажратилган, ўлчамлар созланган, ёруғлик нормаллаштирилган, яъни ундаги тасвирлар нормаллаштириш сифатига жавоб беради.

Информатив белгиларни аниқлаш учун тажрибавий тадқиқотлар 200та шахсни 400 та юз тасвирини, ҳар бир рўйхатдан ўтган фойдаланувчи учун 2 тадан ва фойдаланувчи юзларини 2400 хил тасвирини ўз ичига олган тест намунасини ўз ичига олган маълумотлар базаси асосида амалга оширилди. Фойдаланувчи тасвирлари белгиланган талабларга мувофиқ танланади. Ҳар бир фойдаланувчи учун намунада турли хил юз ифодалари ва турли ёруғлик шароитлари бўлган тасвирлар мавжуд. Қуйидаги расмда фойдаланилган тасвирлардан намуналар келтирилган.



3-расм. Тажрибада фойдаланилган юз тасвирлари намуналари

Информатив белгиларни аниқлаш учун БКУ, қарорлар дарахти, (2) ва (4) мезонлардан фойдаланилган. Таниб олишда машҳур усуллар қўлланилган.

1-жадвал

Таниб олиш даражаси

Усул+нейрон тармоқ	Таниб олиш аниқлиги (%)
БКУ++ RNN	78
Қарор дарахти + RNN	62
(2) + RNN	88
(4) + RNN	96

ХУЛОСА



Мазкур тадқиқот ишида биометрик тизимлар тавсифи ва қўлланилиши ҳақида маълумотлар ҳамда юз тасвирларига асосланган таниб олиш тизимларида белгиларни ажратиб олиш масаласини математик қўйилиши келтирилди. Шунингдек, ишда белгилар фазосини қисқартиришга имкон берувчи информатив белгиларни аниқлаш алгоритми таклиф этилди. Таклиф этилган алгоритм ва информатив белгиларни шакллантиришни умумий усуллари ҳамда алгоритмлари асосида дастурий мажмуа яратилди. Яратилган дастурий мажмуа асосида тажрибавий тадқиқотлар олиб борилди. Натижада ишлаб чиқилган алгоритм фойдаланувчиларни таниб олишда дастурий мажмуа тизим тезлиги ва самарадорлигини оширишда самарадор эканлиги аниқланди. Синфдаги тасвирлар сонини кўпайтириш информатив белгиларни ҳар қандай комбинацияси билан танланган икки усул учун таниб олиш самарадорлигини оширишга хизмат қилади. Тажрибавий тадқиқотлар юз тасвири информатив белгиларини аниқлашда (4) мезондан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлигини кўрсатди.

References:

1. Kosolapov, A.M. Methods of analysis and synthesis of invariant transformation devices: Textbook. / A. M. Kosolapov // Samara. SamGTU. - 2000. - 86с.
2. Kosolapov, A.M. Automation of simulation modeling of the measuring transducer / A. M. Kosolapov, S. V. Dumin // Metrology - 2008. - No. 7 - P. 10-18.
3. Kosolapov, A.M. Control systems. Methods of analysis and synthesis of linear systems: Textbook. / A. M. Kosolapov // Samara. SamGTU. - 2003. - 106с.
4. Mamatov, N. S., Niyozmatova, N. A., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Tojiboyeva, S. X. (2023). Methods for improving contrast of agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 04020). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340104020>
5. Mamatov, N. S., Pulatov, G. G., & Jalelova, M. M. (2023). Image contrast enhancement method and contrast evaluation criteria optimal pair. Digital Transformation and Artificial Intelligence, 1(2).
6. Mamatov, N. S., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Samijonov, B. N. (2024, February). Algorithm for improving the quality of mixed noisy images. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2697, No. 1, p. 012013). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012013>
7. Mamatov, N., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2024). Tasvir obyektlarini segmentatsiyalashning mintaqaga asoslangan usullari. Modern Science and Research, 3(1), 1-4. <https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/28241>
8. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithms for contour detection in agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 03017). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448603017>
9. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithm for extracting contours of agricultural crops images. In ITM Web of Conferences (Vol. 59, p. 03015). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245903015>
10. Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.



11. Solidjonovich, M. N., Qizi, J. M. M., Qizi, T. S. X., & O'G'Li, S. B. N. (2023). SUN'IY YO'LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI. Al-Farg'oni avlodlari, 1(4), 177-181.
12. Маматов, Н., Султанов, П., Жалелова, М., & Тожибоева, Ш. (2023). Критерии оценки качества медицинских изображений, полученных на мультиспиральном компьютерном томографе. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(9), 27-37.
13. Маматов, Н., Султанов, П., Юлдашев, Ю., & Жалелова, М. (2023). Методы повышения контрастности изображений при мультиспиральной компьютерной томографии. Евразийский журнал академических исследований, 3(9), 125-132.
14. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir shovqinlari tahlili. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 113-115.
15. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir kontrastini etalonsiz baholash. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 115-117.
16. Маматов, Н., Рахмонов, Э., Самижонов, А., Жалелова, М., & Самижонов, Б. (2023). ТАСВИРДАГИ МИКРОСКОПИК ОБЪЕКТЛАРНИ ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(11), 7-13.
17. Yang, M.H. Detecting faces in images: A survey / M. H. Yang, D. J. Kriegman, N. Ahuja // IEEE Trans. P.A.M.I. - 2002. - T. 24 - No. 1 - C. 34-58.
18. Sakovich, I.O. Overview of the main methods of contour analysis for the selection of contours of moving objects / I. O. Sakovich, Yu. S. Belov // Engineering Journal: Science and Innovations. - 2014. - No. 12 - S. 1-8.
19. Shavkat, F., Narzillo, M., & Nilufar, N. (2019). Developing methods and algorithms for forming of informative features' space on the base K-types uniform criteria. International Journal of Recent Technology and Engineering, 8(2S11), 3784-3786.
20. Abdi H., Williams L. J. Principal component analysis // Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics. - 2010. - V. 2, No. 4. - S. 433-459.
21. Geurts P., Ernst D., Wehenkel L. Extremely randomized trees // Machine learning. - 2006. - T. 63, No. 1. - S. 3-42.
22. Shavkat, F., Narzillo, M., & Abdurashid, S. (2019). Selection of significant features of objects in the classification data processing. International Journal of Recent Technology and Engineering, 8(2 Special Issue 11), 3790-3794.
23. Niyozmatova, N. A., Mamatov, N., Samijonov, A., Rahmonov, E., & Juraev, S. (2020, September). Method for selecting informative and non-informative features. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 919, No. 4, p. 042013). IOP Publishing.
24. Samijonov, A., Mamatov, N., Niyozmatova, N. A., Yuldoshev, Y., & Asraev, M. (2020, September). Gradient method for determining non-informative features on the basis of a homogeneous criterion with a positive degree. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 919, No. 4, p. 042011). IOP Publishing.
25. Mamatov, N., Niyozmatova, N. A., Samijonov, A., Juraev, S., & Abdullayeva, B. (2020, September). The choice of informative features based on heterogeneous functionals. In IOP



Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 919, No. 4, p. 042009). IOP Publishing.

26. Niyozmatova, N & Mamatov, Narzillo & Samijonov, Abdurashid & Abdukadirov, B & Abdullayeva, B. (2020). Algorithm for determining the coefficients of the interpolation polynomial of Newton with separated differences. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 862. 042019. 10.1088/1757-899X/862/4/042019.

27. Niyozmatova, N & Mamatov, Narzillo & Samijonov, Abdurashid & Mamadalieva, Naibakhon & Abdullayeva, B. (2020). Unconditional discrete optimization of linear-fractional function “-1”-order. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 862. 042028. 10.1088/1757-899X/862/4/042028.

28. Mamatov, Narzillo & Samijonov, Abdurashid & Niyozmatova, N. (2020). Determination of non-informative features based on the analysis of their relationships. Journal of Physics: Conference Series. 1441. 012149. 10.1088/1742-6596/1441/1/012149.

29. Fazilov, Shavkat & Mamatov, Narzillo & Samijonov, Abdurashid & Abdullaev, Sh. (2020). Reducing the dimensionality of feature space in pattern recognition tasks. Journal of Physics: Conference Series. 1441. 012139. 10.1088/1742-6596/1441/1/012139.

30. Mamatov, N.S., Samijonov, A.N., Yuldoshev, Y., Khusan, R. (2020). Selection the Informative Features on the Basis of Interrelationship of Features. In: Pawar, P., Ronge, B., Balasubramaniam, R., Vibhute, A., Apte, S. (eds) Techno-Societal 2018 . Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16962-6_13

31. Mamatov, Narzillo & Samijonov, Abdurashid & Yuldashev, Zokir. (2019). Selection of features based on relationships. Journal of Physics: Conference Series. 1260. 102008. 10.1088/1742-6596/1260/10/102008.

32. Fazilov, S., & Mamatov, N.S. (2019). Formation an informative description of recognizable objects. Journal of Physics: Conference Series, 1210.

33. R. Brunelli and T. Poggio, “Face recognition: Features versus templates”, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 15, no. 10, pp. 1042–1052, 1993.