

Анваржон Абдужабборович МАХКАМОВ
Ўзбекистон халқаро ислом академияси
Замонавий ахборот коммуникация
технологиялари кафедраси, PhD

ШАХСНИ ҚУЛОҚ ЧАНОҒИ ТАСВИРИ АСОСИДА ТАНИБ ОЛИШДА БАҲОЛАРНИ ҲИСОБЛАШ АЛГОРИТМЛАРИНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОЦЕНОК К ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ УШНЫХ РАКОВИН

APPLICATION OF ESTIMATES' CALCULATION ALGORITHMS TO THE PROBLEM OF PERSON IDENTIFICATION ON THE BASE OF EAR IMAGES

Ушбу мақолада шахсни қулоқ чаноғи тасвирининг идентификацион белгиларини аниқлаш учун бир нечта алгоритмлардан фойдаланиш ёндашуви келтирилган. Бу алгоритмларнинг тасвирдаги идентификацион белгиларни аниқлашга йўналтирилган параметрлари қийматини ўзгартириш орқали бир нечта ўқув танланмалар шакллантирилади. Олинган ўқув танланмалар сифати тимсолларни аниқловчи баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари ёрдамида баҳоланади. Ҳар бир ўқув танланма учун баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари параметрларининг созланган натижалари келтирилади.

Калит сўзлар: қулоқ чаноғи тасвири, идентификацион белгиларни аниқлаш алгоритми, контур чизиқлари, тимсолларни аниқлаш, баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари, ўқув танланма, ўқитиш, таснифлаш, сифат функционали.

Приводится подход использования некоторых методов для определения идентификационных признаков изображений ушной раковины лица. Определяются некоторые обучающие выборки посредством изменения значений параметров, идентификационных признаков в изображении этих алгоритмов. Оценивается эффективность полученных обучающих выборок с помощью

алгоритмов вычисления оценок. Приводятся результаты настройки параметров алгоритмов вычисления оценок для каждой обучающей выборки.

Ключевые слова: изображения ушных раковин, алгоритм определения идентификационных признаков, контурные линии, распознавание образов, алгоритмов вычисления оценок, обучающая выборка, обучение, классификация, функционал эффективности.

The approach for using some methods to determine the identification features of images of the ear of person is given in this paper. Some training samples are defined by changing parameters values, identification features in an image of these algorithms. The effectiveness is evaluated on obtained training samples using the algorithms for calculating estimates. The results of parameter settings of algorithms for calculating estimates are presented for each training samples.

Keywords: ear images, algorithm for determining identification features, contour lines, pattern recognition, algorithms for calculating estimates, training sample, training, classification, functional efficiency.

Кириш. Маълумки, айни вақтларга келиб кириш тизимларини бошқариш, ахборотларни химоялаш диний-маърифий соҳаларда ҳам кенг қўлланилиб келинмоқда. Айниқса диний-маърифий соҳалардаги кириш тизимларини бошқаришда шахсни тасвири асосида ва шахсий ID рақамларидан фойдаланиб келинмоқда. Олиб борилган тадқиқот натижалари шуни кўрсатмоқдаки, қулоқ чаноғи тасвири асосида шахсни таниб олишга асосланган тимсолларни аниқлаш масалаларини ечиш учун кўплаб усул ва алгоритмлар ишлаб чиқилган бўлиб, улардан бири қисман прецедентлик тамойилига асосланган баҳоларни ҳисоблаш алгоритмларидир (БХА) [1:4]. Ушбу алгоритмлар синфи бўйича кўплаб тадқиқот ишлари олиб борилган бўлиб, шунингдек уни амалий масалаларда қўллаш, зарурий хулосалар чиқариш ҳамда танланган амалий масалага мослаштириш вазифаларини амалга оширишни талаб этилади.

Ушбу мақолада мазкур алгоритмлар синфини шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш масаласини ечишга қўлланилиши қаралади. Қулоқ чаноғи тасвири асосида шахсни таниб олиш масаласи ҳозирги кунда оммалашиб бораётган технологиялар сирасига киради. Шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш икки босқичда амалга оширилади;

биринчидан шахсни қулоқ чаноғи тасвиридаги идентификацион белгиларни аниқлаш ва маълумотлар базасини ташкил этиш, иккинчидан эса маълумотлар базаси қийматлари асосида янги киритилаётган тасвирни қайси синфга тегишли эканлигини БХА ёрдамида аниқлашдан иборат.

Қулоқ чаноғи тасвиридаги идентификацион белгиларни аниқлаш, белгилар аниқлашнинг геометрик усуллардан бири ҳисобланган “Ellips” алгоритми ёрдамида амалга оширилади. “Ellips” алгоритми ёрдамида белгиларни аниқлаш контур чизиклари ажратилган тасвирда амалга оширилади [4:9]. Шахснинг бир неча ҳолатда олинган қулоқ чаноғи тасвирининг қийматлари бир объект сифатида ўқув танланма жадвалига киритиб борилади. Шакллантирилган ўқув танланма (эталон жадвал) асосида ўқитиш ва таснифлаш масаласини ечишда қисмий прецедентлар бўйича БХАдан фойдаланилади.

Масаланинг қўйилиши. T_{nml} кўринишидаги ўқув танланма жадвали берилган бўлсин. Бу жадвалдаги синфлар l та шахсни ифодалайди. Барча синфлардаги S_j тасвирларнинг (объектларнинг) умумий сони m та ва уларнинг белгилари сони n тадан иборат бўлиб, уларни қуйидагича ёзиб олинади:

$$S_j = (\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{nj}), \quad \alpha_{ij} \in X_i, \quad S_j \in \{S\}$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

T_{nml} ўқув танланмани баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари ёрдамида ўқитиш ва синфларга ажратиш масалаларини ҳал қилиш учун қуйидаги вазифалар амалга оширилиши зарур:

- шахснинг қулоқ чаноғи тасвиридаги идентификацион белгиларини “Ellips” алгоритми ёрдамида аниқлаш;
- БХА босқичлари бўйича таянч тўпламлар тизими, параметрлар ва уларнинг қийматларини эталон жадвални ўқитиш ёрдамида аниқлаш;
- белгиларни аниқлаш алгоритми ёрдамида аниқланган белгилар сони турлича бўлган ҳолларда олинган ўқув танланма сифатини баҳолаш [8:14].

Қулоқ чаноғи тасвиридаги белгиларини аниқлаш алгоритми. Қулоқ чаноғи тасвиридаги геометрик белгиларни аниқлаш

алгоритми куйидаги кетма – кетликлар асосида амалга оширилади.

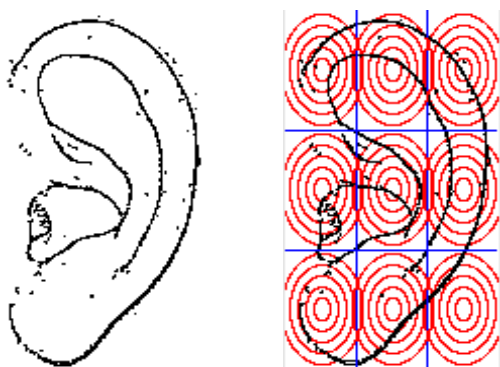
Контур чизиқлари ажратилган кулоқ чаноғи тасвирини бир нечта тенг бўлақларга бўлиш, ушбу бўлақлар марказида жойлашган эллипслар ҳосил қилиш, ҳар бир эллипсларнинг радиуслари олдинги эллипс радиусларидан бир ёки бир неча пикселга катта бўлади, ҳосил қилинган эллипслар контур чизиқлари билан кесишадиган нуқталари сони ва ҳар бир эллипсларнинг контур чизиқлари билан кесишадиган нуқталари орасидаги масофалар ҳисобланади. Бундан ташқари белгилар аниқлашнинг сифатини янада яхшилаш мақсадида контур чизиқларининг сўнгги нуқталари сони ва уларнинг координаталари ҳамда контур чизиқларининг иккига бўлиниш нуқталари сони ва уларнинг координаталари ҳам белгилар вектори сифатида олинади[3:6, 12:14].

Улар асосида шакллантирилган белгилар вектори куйидаги S_j умумий вектор кўринишида бўлади:

$$S_j = (\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{nj})$$

бу ерда, $\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{nj}$ - ҳар бир эллипслар билан контур чизиқлари кесишадиган нуқталари ва эллипсларнинг контур чизиқлари билан кесишадиган нуқталари орасидаги масофалар йиғиндиси.

1 - расмда геометрик белгиларни аниқлаш учун кулоқ чаноғи тасвирини бир нечта бўлақларга бўлинган ва ҳар бир бўлақларда бир нечтадан эллипслар ҳосил қилинган намунаси келтирилган:



1-расм. а - контур чизиқлари ажратилган тасвир; б - эллипслар ҳосил қилинган тасвир.

Янги киритилаётган шахснинг кулоқ чаноғи тасвиридаги белгилар келтириб ўтилган усулда аниқлаб олинса, шартли равишда уни S каби белгилаб олинади. Унинг маълумотларини ўқув танланма маълумотлари билан яқинлик даражаларини текшириш учун S вектор қийматларини мос равишда $S_j \in T_{nml}$ объектлар билан қиёсланади.

Янги объектни таниб олиш сифатини яхшилаш учун T_{nml} ўқув танланманинг барча объектларини БХА ёрдамида ўқитиш ҳамда унинг параметрлари қийматларини аниқлаш лозим. Бу вазифа куйидаги олти босқичда амалга оширилади:

1. **Таянч тўпламлар тизими.** Дастлабки босқич таянч тўпламлар тизимини шакллантириш, яъни A алгоритм бўйича объектларни уларнинг $\tilde{\omega}$ -қисм белгилари бўйича қиёсловчи таянч тўпламлар деб аталувчи тизимни аниқлашдан иборат. Бунда $k = \tilde{\omega}$ параметри киритилади ва $k = 1, 2, \dots, n$. Бу ерда эталон жадвалнинг маълумотлари асосида k нинг энг мақбул қийматини аниқлаш керак бўлади. Бу эса белгиларнинг қисм тўпламлари асосида баҳоларни ҳисоблаш жараёни сарфини камайтириш учун хизмат қилади.

2. **Яқинлик функцияси.** Бу босқичда S_j ва S_q объектларнинг $\tilde{\omega}$ -қисмлари, яъни $\tilde{\omega}S_j$ ва $\tilde{\omega}S_q$ устида қиёслаш ишлари олиб борилади. Ҳамда $\tilde{\omega}$ -қисмнинг салмоғини ҳисоблаб борувчи статик $v_1(\tilde{\omega})$ массив ҳосил қилинади. $\tilde{\omega}S_j$ ва $\tilde{\omega}S_q$ қаторлар орасидаги яқинлик функцияси $r(\tilde{\omega}S_j, \tilde{\omega}S_q)$ орқали белгиланиб, уларнинг «ўхшашлик» даражасини аниқлаш (белгилар мантиқий қийматларни қабул қилганида) куйидаги формула ёрдамида амалга оширилади:

$$r(\tilde{\omega}S_j, \tilde{\omega}S_q) = \begin{cases} 1, & \text{агар } \tilde{\omega}S_j = \tilde{\omega}S_q \text{ бўлса,} \\ 0, & \text{агар } \tilde{\omega}S_j \neq \tilde{\omega}S_q \text{ бўлса.} \end{cases}$$

Объектнинг белгилари тасодифий қийматлардан иборат бўлганда яқинлик функцияси куйидаги кетма-кетликда аниқланади:

$$\tilde{w}S_j = (\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{kj})$$

$$\tilde{w}S_q = (\alpha_{1q}, \alpha_{2q}, \dots, \alpha_{kq}) \quad \text{ва} \quad \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k$$

(белгилар учун ўрнатилган бўсағалар), ε (белгилар сонининг яқинлиги учун ўрнатилган бўсаға) мусбат сонлар берилган бўлсин. Қуйидаги тенгсизликнинг бажарилмаганлари

$$\tilde{r}(S_j, S_q) \quad \text{каби} \quad \text{белгиланади:}$$

$$|\alpha_{1j} - \alpha_{1q}| \leq \varepsilon_1, |\alpha_{2j} - \alpha_{2q}| \leq \varepsilon_2, \dots, |\alpha_{kj} - \alpha_{kq}| \leq \varepsilon_k$$

ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$\tilde{r}(S_j, S_q) = \begin{cases} 1, & \text{агар } |\alpha_{ij} - \alpha_{iq}| \geq \varepsilon_i \\ 0, & \text{агар } |\alpha_{ij} - \alpha_{iq}| < \varepsilon_i \end{cases}$$

Унда яқинлик функцияси қуйидагича ҳисобланади:

$$r(\tilde{w}S_j, \tilde{w}S_q) = \begin{cases} 1, & \text{агар } \tilde{r}(S_j, S_q) \leq \varepsilon \\ 0, & \text{агар } \tilde{r}(S_j, S_q) > \varepsilon \end{cases}$$

3. Бу босқичда фиксирланган таянч тўплам қаторлари бўйича баҳоларни ҳисоблаш амалга оширилади.

а) ташқи параметрлар мавжуд бўлмаса, унда

$$\tilde{w}\tilde{A}(S, S_q) = r(\tilde{w}S, \tilde{w}S_q) \quad \text{бўлади;}$$

б) ташқи параметр $\gamma_1(S_q)$ қаторларининг муҳимлик даражаси берилган бўлса, унда

$$\tilde{w}\tilde{A}(S, S_q) = \gamma_1(S_q) \cdot r(\tilde{w}S, \tilde{w}S_q)$$

бўлади;

в) $\gamma_1(S_q)$ параметрдан ташқари $\gamma_2(S_q)$ параметр – S_q ишончилилик даражаси берилган бўлса, унда

$$\tilde{w}\tilde{A}(S, S_q) = \gamma_1(S_q) \gamma_2(S_q) r(\tilde{w}S, \tilde{w}S_q)$$

бўлади.

4. Фиксирланган таянч тўплам бўйича бир синфнинг баҳоларини ҳисоблаш.

Белгилашларнинг оддийлиги учун T_{nml} жадвалнинг $S_1, S_2, \dots, S_m$ қаторлари тегишли бўлган K_1 синфнинг баҳосига қараймиз.

$$\tilde{w}\tilde{A}(S, S_1) \tilde{w}\tilde{A}(S, S_2) \dots, \tilde{w}\tilde{A}(S, S_{m_1})$$

катталиклар ҳисобланган бўлсин. Синф учун баҳо қуйидаги кўринишда ҳисобланади:

$$\tilde{A}(\tilde{w}) = \sum_{q=1}^{m_1} \tilde{w}\tilde{A}(S, S_q)$$

5. Таянч тўпламлар тизимлари бўйича

K_u синфнинг баҳоси. Ω_A таянч тўпламлар

тизимини қараймиз. $T_{\tilde{w}} \in \Omega_A$ нинг ҳар бир

элементи учун барча $\tilde{A}_u(\tilde{w})$ баҳоларнинг

йиғиндисини S_j объектнинг K_u синфга берган

$\tilde{A}_u(S_j)$ баҳоси ҳисобланади:

$$\tilde{A}_u(S) = \sum_{T_{\tilde{w}} \in \Omega_A} \tilde{A}_u(\tilde{w})$$

6. Қарор қабул қилиш. Бу босқичда A алгоритм бўйича объектнинг қайси синфга тегишли эканлиги бўйича якуний қарор қабул қилинади.

а) Оддий ҳал қилувчи қоида - объектни максимал овоз бўйича синфга тегишли бўлиши қуйидагича аниқланади:

$$\alpha_u^A(S_j) = \begin{cases} 1, & \text{агар } \tilde{A}_u(S_j) > \tilde{A}_i(S_j) \quad u = i = 1, 2, \dots, l, u \neq i, \\ 0, & \text{агар } \tilde{A}_u(S_j) \leq \tilde{A}_i(S_j) \end{cases}$$

б) Янги объектларда, ўқув танланмадаги объектларга ўхшамайдиган объектларда ёки икки ва ундан ортиқ синфларнинг чегараларида жойлашган объектлар учун «эҳтиёткор» қарорларни қабул қилишда икки бўсағавий параметрлар киритилади:

$$\alpha_u^A(S_j) = \begin{cases} 1, & \text{агар } \tilde{A}_u(S_j) > \tilde{A}_i(S_j) + \delta_1, \\ \delta_2 \sum_{i=1}^l \tilde{A}_i(S_j), & \text{агар } \tilde{A}_u(S_j) > \delta_2 \sum_{i=1}^l \tilde{A}_i(S_j), u = i = 1, 2, \dots, l, u \neq i, \\ 0, & \text{агар } \tilde{A}_u(S_j) \leq \delta_2 \sum_{i=1}^l \tilde{A}_i(S_j) \end{cases}$$

бу ерда δ_1, δ_2 - овозлар орасидаги фарқ учун

ўрнатилган бўсаға, $\delta_1, \delta_2 \geq 0$ алгоритмнинг параметрлари ва улар одатда мутахассислар томонидан берилади.

$$\alpha_u^A(S_j), \quad u = 1, 2, \dots, l \quad \text{векторнинг}$$

қийматлари 0 ва 1 дан иборат бўлиб, $m \times l$ ўлчовли натижавий жадвали ташкил этади.

Агар $\alpha_u^A(S_j) = 1$ бўлса, $S_j \in K_u$, агар

$\alpha_u^A(S_j) = 0$ бўлса, $S_j \notin K_u$ ёки агар S_j объект бир нечта синфга овоз берса, яъни $\alpha_u^A(S_j) = 1$ ва $\alpha_i^A(S_j) = 1$ бўлса, S_j объектни синфларга киритиш бекор қилинади[5].

Ўқитиш ва таниб олиш сифатини яхшилаш $\varphi(A)$ сифат функциясининг қийматларини топиш орқали амалга оширилади. Бу функциянинг қийматлари қуйидагича аниқланади:

$$\varphi(A) = \begin{cases} 1, & \sum_{u=1}^l \alpha_u(S_j) = 1 \\ 0, & \text{аёв} \end{cases}$$

K_u синф бўйича аниқланган хатолик $Q^A(K_u) = m_u - \varphi_u(A)$ формула ёрдамида ҳисобланади.

БХАнинг $\{A\}$ алгоритмлари тўплами ва уларда фойдаланиш мумкин бўлган параметрлар мажмуаси ҳамда уларнинг қийматларини аниқлаш [2] да кенгроқ ёритилган.

Тажрибавий тадқиқотлар. Тажиба тадқиқотлари ўтказиш учун турли вақтларда олинган турли кўринишдаги 4 та шахснинг кулоқ чаноғи тасвирлари олинди. Ушбу тасвирлардан белгилар аниқлашнинг “Ellips” алгоритми ёрдамида белгилар сони турлича бўлган 5 та ўқув танланма жадвали ҳосил қилинди. Шакллантирилган ўқув танланмаларда $l = 4$ синфнинг $m = 262$ объектлари мавжуд бўлиб, улар мос равишда $n = 8$, $n = 2$, $n = 8$, $n = 8$ ва $n = 120$ белгилардан иборат.

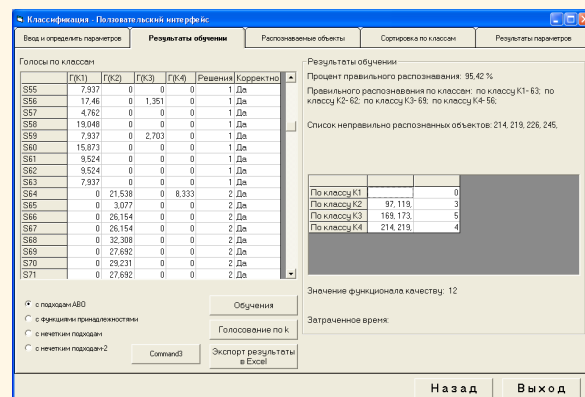
1-жадвалда синфлардаги объектлар сони мос равишда $m_1 = 6$, $m_2 = 6$, $m_3 = 4$ ва $m_4 = 6$ кўринишда келтирилган.

1-жадвал.

Синфлар	ФИО	Объектлар сони
1	Жумаев Т.	63
2	Маҳкамов А.	65
3	Мирзаев Н.	74
4	Раджабов С.	60
Жами		262

1-жадвал. Ўқув танланмадаги синфларнинг объектлари микдори

Натижалар. ПРАСК-2 дастурий мажмуада МБ шаблонлари асосида шакллантирилган ўқув танланма жадваллари «SHQTT» маълумотлар базасига жойлаштирилди. Ўқув танланма жадваллари асосида ўқитиш жараёни амалга оширилди. Ўқитиш жараёни натижалари 2-жадвалда келтирилган. 2-расмда эса ўқитиш жараёнида олинган натижалардан бири келтирилган.



2-расм. Ўқитиш жараёни натижалари ойнаси

2-расмда ПРАСК-2 мажмуаси воситасида $n = 8$ бўлганда олинган натижа ойнаси келтирилган. S_j , $j = 1, 2, \dots, m$ объектни K_u синфга берадиган $\tilde{A}(K_u)$ овозлари нормаллаштирилган ва ўқув танланмада ўз синфига етарлича овоз бера олмаган объектлар сони ҳам келтирилган.

2-жадвал.

Бел-гилар сони	Синфлар бўйича хатолик				Умумий хатолик	Умумий эпсилон қиймати	Ўқитиш сифати %	Сарфланган вақт (с)
	K1	K2	K3	K4				
48	0	3	5	4	12	3	95,42	27
72	1	0	3	4	8	8	96,94	40
84	4	0	6	7	17	14	93,51	46
96	1	1	11	7	20	13	92,36	52
120	0	1	3	4	8	10	96,94	63

2-жадвал. Олинган натижаларнинг умумий кўриниши

2-жадвалдаги натижалардан кўриниб турибдики, белгилар сони $n = 2$ ва $n = 120$ бўлган ўқув танланма жадвалларида ўқитиш натижалари бир хил 96,94 фоиз аниқликда бўлди, аммо уларни ўқитиш учун сарфланган вақтлари ҳар хил. Назорат объектларини таниб олиш учун кам вақт сарф қилиб аниқлиги юқори бўлган ўқув танланма жадвали ($n = 2$) олинди.

Кейинги ишларда олинган барча ўқув танланма жадваллари бўйича улардаги мавҳум яъни ўқитиш жараёнида ўз синфига етарлича овоз бермаган объектлар гуруҳини камайтириш; идентификацион белгиларни аниқлашнинг бошқа алгоритмларини ишлаб чиқиш ва уларни келтириб ўтилган белгиларни аниқлаш алгоритми билан қиёслаш ишларини бажариш керак бўлади.

Бундан ташқари ушбу ишда БХА параметрларининг мақбул қийматларини топиш масаласи ҳам қаралмаган. Ушбу масалани ҳал этиш таниб олиш сифатини оширади, аммо дастурий ва техникавий воситаларнинг фойдалилик коэффицентининг пасайишига олиб келади. Шу боис БХА параметрлари қийматлари (масалан, ϵ, ϵ_i) оддий ҳисоблаш усуллари ёрдамида аниқланган. Кейинги ишларда параметрларни берилган ўқув таналанмаларга мослаштириш вазибаларини амалга ошириш мақсадга мувофиқ бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
2. Журавлев Ю.И., Камиллов М.М., Туляганов Ш.Е. Алгоритмы вычисления оценок и их применение. Ташкент, Изд-во «Фан», 1974. – С.119.
3. Камиллов М.М., Худайбердиев М.Х., Хамроев А.Ш. Баҳоларни ҳисоблаш алгоритмларининг сифат функцияси ёрдамида параметрларни аниқловчи умумлашган алгоритмларни қуриш. Кимёвий технология. Назорат ва бошқарув. Халқаро илмий-техникавий журнал. – Тошкент, 2011, № 2(38). – С.62-69.
4. Фозилов Ш.Х., Маҳкамлов А.А. Кулоқ тасвиридаги идентификацион белгиларни ажратишнинг геометрик усули // «Информатики ва энергетика муаммолари», Ўзб.журнали, 2007, №3, 12-16 б.
5. Фозилов Ш.Х., Маҳкамлов А.А. Шахсни таниб олиш масаласида кулоқ контурини ажратиш усуллари // «Информатика ва энергетика муаммолари», Ўзб.журнали, 2006, №5, 15-176.
6. Fazilov, S. X., Mahkamov, A. A., & Jumayev, T. S. (2018). Algorithm for extraction of identification features in ear recognition. In Информатика: проблемы, методология, технологии (pp. 3-7).
7. Фазылов, Ш. Х., Мирзаев, Н. М., & Мирзаев, О. Н. (2009). Об одной модели модифицированных алгоритмов распознавания типа потенциальных функций. Математические методы распознавания образов, 14(1), 200-203.
8. Jumayev, T. S., Mirzayev, N. S., & Makhkamov, A. S. (2015). Algorithms for segmentation of color images based on the allocation of strongly coupled elements. Studies of technical sciences, (4), 22-27.
9. Жумаев, Т. С., Мирзаев, Н. С., & Махкамлов, А. С. (2015). Алгоритмы сегментации цветных изображений, основанные на выделении сильносвязанных элементов. Исследования технических наук, (4), 22-27.
10. Жумаев Т.С. Биометрик технологияларда кулоқ чаноғи тасвирига қўйилган талаблар ва уни таҳлили // Доклады Республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении», Джизак, 5-6 сентября 2016 г., с.396-400.
11. Маҳкамлов А.А. k яқин қўшнилар усули асосида кулоқ чаноғи тасвирининг геометрик белгилари бўйича шахсни таниб олиш алгоритмлари // ТАТУ хабарлари: – Тошкент, Ўзб.журнали, 2011.– № 2. 65-68 б.
12. Маҳкамлов А.А., Мадолимова Д.Ж. Кулоқ чаноғи тасвирини характерловчи белгилар ёрдамида шахсни таниб олиш алгоритмлари // «Информатики ва энергетика муаммолари», Ўзб.журнали, №1 2018.-49-55 б.
13. Mirzayev, N. M., Radjabov, S. S., & Zhumayev, T. S. (2008). O parametrizatsii modeley algoritmov raspoznavaniya, osnovannyh na otsenke vzaimosvyazannosti priznakov. Problemy informatiki i energetiki, 2-3.
14. Mirzayev, N. M., Radjabov, S. S., & Jumaev, T. S. Isolation of characteristic features of facial images in personality recognition problems. Neurocomputers and their application.-2016.-S.