

ӘОЖ 004.8

ГТАХР 28.23.15

<https://doi.org/10.55452/1998-6688-2023-20-2-115-124>

**Құланбай Ш.Б.\*, Бекетова Г.С., Тулегенова Э.Н.**  
 Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, 120000,  
 Қызылорда қ., Қазақстан  
 \*E-mail: shkulanbay@mail.ru

## БИОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӨНДЕУ

**Аңдатпа.** Сәйкестендіру жүйелері қазіргі қоғамда өте маңызды рөл атқарады. Күрделі қауіпсіздік талаптары сарапшыларды пайдаланушының жеке басын анықтау үшін биометрияны пайдалану жолдарын зерттеуге итермеледі. Бұл мақалада биометрия түсінігі, биометриялық деректер және оның түрлері қарастырылады. Мақаланың мақсаты – сәйкестендіру процесін зерттеу, оның жетілдірілген нұсқасын шығару және инновацияларды енгізу. Осылайша, зерттеу әдісі ретінде келесі нүктелер қызмет етті:

- Инициализация.
- Фитнес функциялары.
- Анық емес кластерлеу тәсілі.

Нәтижелер биометриялық жүйелер мен биометриялық датчиктердің ілгерілеуі жеке куәлікті жақсартуға ықпал ететінін және басқалардың жеке басын теріс пайдалануына жол бермейтінін көрсетті, өйткені биометриялық технологиялар жүйенің қауіпсіздігі мен дәлдігін жақсарту үшін үлкен әлеуетке ие. Биометриялық жүйелер пайдаланушылардың қауіпсіздігін арттырады, сонымен қатар жеке тұлғаны анықтауда әлдеқайда дәлдікті қамтамасыз етеді. Осылайша, ұсынылған тәсілдің дәлдігі төрт заманауи тәсілмен салыстырылады. Салыстыру көрсеткендей, ұсынылған тәсіл шамамен 99,89% жоғары дәлдікті және 0,18%-ға тең төмен қателік деңгейін қамтамасыз етеді. Көптеген субъектілерде саусақ іздері мен көз ирисін анықтау биометриясы үшін алынған тиісті бағалау бұл интеграцияның нақты әлеуеті бар екенін көрсетеді.

**Тірек сөздер:** биометрия, биометриялық деректер, көздің ирисі, саусақ ізі, генетикалық алгоритм, өңдеу, зерттеу.

**Kulanbay Sh.B.\*, Beketova G.S., Tulegenova E.N.**  
<sup>1</sup>Kyzylorda University named after Korkyt ata, 120000,  
 Kyzylorda, Kazakhstan  
 \*E-mail: shkulanbay@mail.ru

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF BIOMETRIC METHODS

**Abstract.** Identification systems play a very important role in today's society. Complex security requirements have prompted experts to explore ways in which biometrics can be used to identify customers. In this article, the concept of biometrics, biometric data and its variants are considered. The purpose of the article is to study the process of identification, to produce its improved version and introduce innovation. Thus, the following points served as a research method:

- Initialization.
- Fitness functions.
- Unclear clusterleu method.

The results showed that the advancement of biometric systems and biometric sensors can improve the identity and prevent others from using the identity, the system has great potential to improve the security and accuracy of the biometric technology system. Biometric systems increase the security of users, as well as ensure accuracy in the identification of personal identity. Thus, the accuracy of the proposed method is compared with four modern methods. The comparison shows that the proposed approach provided a high accuracy of about 99.89% and a low error rate of 0.18%. It turns out that there is real potential for the integration of fingerprints and iris biometrics in many subjects with the appropriate assessment.

**Key words:** biometrics, biometric data, iris, fingerprint, genetic algorithm, Tensing, research.

Куланбай Ш.Б.\*, Бекетова Г.С., Тулегенова Э.Н.

Кызылординский университет имени Коркыт ата,  
120000, г. Кызылорда, Казахстан

\*E-mail: shkulanbay@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Аннотация.** Системы идентификации играют очень важную роль в современном обществе. Сложные требования безопасности побудили экспертов изучить способы использования биометрии для идентификации клиентов.

В данной статье рассмотрено понятие биометрии, биометрических данных и его вариантов. Цель статьи – изучить процесс идентификации, разработать его усовершенствованный вариант и внедрить новшество. Таким образом, в качестве метода исследования послужили следующие пункты:

- Инициализация.
- Фитнес-функции.
- Непонятный кластерный метод.

Результаты показали, что развитие биометрических систем и биометрических датчиков может улучшить идентичность и предотвратить использование идентичности другими, система имеет большой потенциал для повышения безопасности и точности системы биометрических технологий. Биометрические системы повышают безопасность пользователей, а также обеспечивают точность идентификации личности.

Таким образом, точность предлагаемого метода сравнивается с четырьмя современными методами. Сравнение показывает, что предложенный подход обеспечивает высокую точность около 99,89% и низкую частоту ошибок – 0,18%. Оказывается, существует реальный потенциал интеграции биометрии отпечатков пальцев и радужной оболочки глаза у многих субъектов при соответствующей оценке.

**Ключевые слова:** биометрия, биометрические данные, радужка, отпечатки пальцев, генетический алгоритм, натяжение, исследования.

**Кіріспе.** Еліміздің қауіпсіздігінің болашағы мультимодальды биометрияға негізделген. Биометриялық жүйе – бұл адамды мінез-құлық немесе физиологиялық сипаттамалары бойынша танытын автоматтандырылған жүйе және ол бақылау, сәйкестендіру, қол жеткізуді басқару және қорғау сияқты әртүрлі қолданбаларда айтарлықтай прогреске қол жеткізді. Бұл жүйені тексеру мақсатында бет сипаттамалары, торлы қабықтың сипаттамалары, тамыр үлгілері, сөйлеу үлгілері, пернелерді басу динамикасы, тырнақ төсегі, құлақ дизайны, саусақ іздері және басқа да биологиялық белгілер зерттелді. Осы әртүрлі белгілердің ішінде саусақ іздері кеңінен қолданылатын биометриялық қасиет болып көрінеді. Сонымен қатар, көздің ирисі ең дәл биометриялық болып табылады, өйткені ол ерекше және уақыт бойынша тұрақты болып қарастырылады [1].

Жалпы, бір модульді аутентификация технологиялары дәлірек болғанымен, олар жалғандыққа төзімділік және жақсы құпиялылық сияқты бірнеше мәселелерді шешеді. Шектеулі үлгі өлшемі және шуды бақылау құрылғылары сияқты жеке және биологиялық мәселелер бір модальды биометриялық жүйелердің дәлдік деңгейіне айтарлықтай әсер етеді. Аутентификацияны жеңілдету мақсатында, керекті деректерді тексеру үшін мультимодальды биометрия қолданылады. Бұл мәселелерді шешу үшін мультимодальды биометриялық жүйелер біртіндеп енгізілуде [2]. Әр түрлі модальділіктерден алынған қосымша белгілер мультимодальды биометриялық жүйелерде қолданылады. Мультимодальды биометриялық сәйкестендіру жүйелері бір модульді биометриялық қауіпсіздік жүйелерінен контрафактілікке төзімділік пен жақсартылған мүмкіндіктер тұрғысынан асып түседі [3].

**Мақаланың мақсаты** – биометриялық әдістерді зерттеп, оның жақсартылған нұсқасын шығару және жаңашылдықтарды енгізу процесі.

**Негізгі бөлім.** Биометрия – адамның физиологиялық немесе мінез-құлық сипаттамаларына негізделген сәйкестендіруді білдіреді. Физиологиялық сипаттамаларға қолдың немесе саусақтың суреттері, беттің сипаттамаларын тану жатады. Мінез-құлық сипаттамаларына сіңірілетін немесе алынатын қасиеттер жатады. Ал динамикалық қолтаңбаны тексеру, дауысты есту арқылы тексеру және пернелерді басу динамикасы арқылы жүргізіледі. Жалпы, барлық қажеттіліктерге сәйкес келетін мінсіз биометриялық әдісі қазіргі таңда жоқ [4]. Барлық биометриялық жүйелердің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Дегенмен, биометриялық жүйені пайдалану үшін қажет кейбір жалпы сипаттамалар

бар. Біріншіден, биометрия ерекшеленетін белгіге негізделуі керек. «Екі саусақ ізі бірдей емес» деген идеяны қолдайтын көптеген ғылыми дәлелдер бар. «Қол геометриясы» сияқты технологиялар көптеген жылдар бойы қолданылып келеді және бетті немесе көздің ирисі арқылы тану технологиялары кеңінен қолданыла бастады. Кейбір жаңа биометриялық әдістер дәл болуы мүмкін, бірақ олардың бірегейлігін анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет [5].

Осы тұрғыда, тағы бір қарастыратын маңызды аспект – ол жүйенің пайдаланушыға қаншалықты ыңғайлы екендігін қарастыру. Негізі биометриялық процесс жылдам және оңай болуы керек, мысалы, бейнекамерамен суретке түсіру, микрофонмен сөйлесу немесе саусақ ізі сканерін түрту [6].

Көбінесе жүйелік әкімшілендіру мен тіркеу операторын қамтамасыз етуге байланысты өмірлік циклді қолдау шығындары биометриялық жабдықтың бастапқы құнынан асып кетуі мүмкін. Биометриялық аутентификацияның артықшылығы – пайдаланушыларға қосымша талаптар туралы алаңдамау үшін аутентификацияның көбірек даналарын осындай жылдам және қарапайым түрде талап ету мүмкіндігі [7]. Биометриялық технологиялар дамып, оларды коммерциялық мақсатта кеңінен қолдана отырып, бірнеше аутентификация деңгейлерімен немесе бірнеше аутентификация даналарымен жұмыс істеу пайдаланушылар үшін ауыртпалықсыз болады [8].

Биометрия – қылмыскерлерді анықтау және түрмелерді қорғау сияқты сот-медициналық қосымшаларда кеңінен қолданылады. Биометриялық технология қарқынды дамып келеді және электрондық банкінг, электрондық коммерция және қол жеткізуді басқару сияқты азаматтық қолданбаларда кеңінен қолдану үшін өте үлкен әлеуетке ие.

Электрондық транзакциялардың саны мен қолданылуының тез өсуіне байланысты электрондық банкінг және электрондық коммерция биометрияның маңызды жаңа қосымшаларының біріне айналууда. Бұл қосымшаларға несиелік карталар мен смарт-карталарды қорғау, банкомат қауіпсіздігі, чектер мен ақша аударымдары, онлайн транзакциялар және интернетке кіру кіреді. Биометриялық технологияның дамуымен бұл қосымшалар аутентификация үшін биометрияны көбірек қолданады [9].

Биометриялық аутентификация тіркелген немесе тіркелген биометриялық үлгіні (биометриялық үлгі немесе идентификатор) жаңадан алынған биометриялық үлгімен (мысалы, кіру кезінде алынған саусақ ізі) салыстыруды талап етеді [10]. Тіркеу кезінде биометриялық белгінің үлгісі жазылады, компьютермен өңделеді және кейінірек салыстыру үшін сақталады. Биометриялық тану сәйкестендіру режимінде биометриялық жүйе тек биометриялық мәліметтер негізінде мәліметтер базасында сәйкестікті іздеу арқылы бүкіл тіркелген популяциядан адамды анықтаған кезде қолданыла алады. Жүйені верификация режимінде де қолдануға болады, мұнда биометриялық жүйе, адамның бұрын тіркелген шаблон бойынша мәлімделген жеке басының түпнұсқалығын тексереді [11].

### **Зерттеу материалдары мен әдістер**

Биометриялық әдістерді оңтайландыру келесі әдістермен қарастырылады:

- Инициализация.
- Фитнес функциясы.
- Анық емес кластерлеу тәсілі.

### **Нәтижелер мен талқылау**

Ұсынылған зерттеудің негізгі нәтижелері келесідей болуы мүмкін:

- Жақсартылған мультимодальды биометриялық синтез үшін оңтайландырылған бұлыңғыр генетикалық алгоритмді әзірлеу және ақылды қалалар үшін тиімді мультимодальды биометриялық тану жүйесін әзірлеу;
- Басқа жұмсақ есептеу тәсілдерімен салыстырғанда рейтингті оңтайландыруға қол жеткізу үшін;
- Ұсынылған әдістеменің тиімділігін дәлелдеу үшін ұсынылған тәсіл қолданыстағы заманауи тәсілдермен салыстырылады.

Зерттеушілер кейбір машиналық оқыту алгоритмдерін қолдана отырып, ақпаратты мультимодальды қабылдауға назар аударды. Эксперимент нәтижелері ұсынылған тану әдістері мен тәсілдерінің тиімді және мүмкін екенін көрсетті [12].

Мультимодальды биометриялық құрылғыны жасау кезінде қабылданған біріктіру әдістемесі оның тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Функция деңгейіндегі біріктіру әртүрлі біріктіру әдістерінің ішіндегі ең тұрақтысы болып табылады. Көптеген биометриялық сипаттамалардан алынған және

мультимодальды құрылғыларды жобалау үшін қолданылатын функциялар жиынтығы сәйкес келмеуі мүмкін [13].

Сәйкес келетін ұпайлар заңды жағдайларды алаяқтықтан ажырату үшін жеткілікті мәліметтерді береді және олар оңай қол жетімді. Сондықтан балл деңгейіндегі біріктіру мультимодальды биометриялық жүйелерде кеңінен қолданылады. Әр құрылғының сипаттамаларын алу және сәйкестендірудің негізгі алгоритмдерін білмей - ақ, бірнеше биометриялық жүйелердің көмегімен алдын-ала анықталған пайдаланушылар саны үшін тиісті бағаларды алуға болады [14].

Ұсынылған әдістеме оңтайландырылған бұлыңғыр генетикалық алгоритмге негізделген балл деңгейіндегі біріктіру әдісін қолданады. Бастапқыда пайдаланушының саусағы мен ирисінің биометриялық деректері алынады және алдын ала өңделеді. Алдын ала өңдеу кезеңінде алынған белгі дерекқорда сақталған биометриялық деректермен салыстырылады. Ұпайларды біріктіру оңтайландырылған бұлыңғыр генетикалық алгоритм арқылы жүзеге асырылады [15]. Ұсынылған тәсілдің схемасы 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Биометрия әдісін өңдеу әдістері

Көздің ирисін өңдеу	Уайлдс көз ирисін локализациялау	Габор сүзгі функциясы	
Шешім	Оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритм	Бағалау деңгейлерін біріктіру	
Саусақ ізін бағалау	Габор сүзгісі арқылы кескінді жақсарту	Негізгі қызығушылық аймағы нүктелерін таңдау	Жолдарға негізделген мүмкіндіктерді шығарып алу

### Көздің ирисін өңдеу

Көз биометриясының бөлігі болып табылатын ирис – бұл ересек жаста тұрақты болып қалатын ерекше эпигенетикалық үлгісі бар сыртқа көрінетін, бірақ қауіпсіз орган. Нәтижесінде, бұл қасиет биометриялық сәйкестендіру құралы ретінде пайдаланудың маңызды әдістемесі болып табылады. Егер адам көздің ирисін тану жүйесінің оны интеллектуалды ортада тануын қаласа, алдымен оның көздері зерттеледі, содан кейін прототип жасалады. Содан кейін бұл үлгі сәйкестік табылғанға дейін немесе ол белгісіз болып қалғанға дейін дерекқордағы басқа үлгілермен салыстырылады. Көздің ирисін алдын ала өңдеу қадамдары иристі локализациялауды, иристі қалыпқа келтіруді және белгілерді алуды қамтиды. Ұсынылған схема «Уайлдстың ирисін локализациялау» стратегиясын қолданады. Бұл тәсілдің ерекшелігі ирис пен қарашық шекараларын локализациялау үшін Хаф түрлендіруі мен жиек картасының үйлесімі болып табылады [16]. Ол алдымен ирис кескінінен жиек картасын шығарып, сурет қарқындылығы градиентін келесідей пайдаланады (1):

$$\Delta g(s, t) * i(x, y) \quad (1)$$

мұндағы  $\Delta g(s, t)$  S, t орталықтандырылған 2D Гаусс сүзгісін білдіреді, ал  $i(x, y)$  X және y орналасулары бар ирис кескінін білдіреді.

Зерттелетін адам лимбиялық шекараны локализациялау үшін тігінен және қабақтың локализациясы үшін көлденең бағытта болды, бұл зерттелушінің басының тұрақты қалыпта екенін болжайды. Шеткі картаны шығарғаннан кейін қарашық пен лимбиялық шекаралардан шекаралар алынады. Ортасы (x, y) және r радиусы бар ирис кескінін локализациялау үшін Хаф түрлендіру функциясы (2) ретінде анықталады:

$$H(x, y, r) = \sum i = \ln(p, q, x, y, r) \quad (2)$$

мұндағы (p, q) – пикселдердің орналасуы.

Ұсынылған тәсілде қолданылатын нормалау әдістемесі Даугманның резеңке парақ үлгісі болып табылады. Декарттықтан полярлық координаттарға дейінгі пикселдер келесідей құрастырылған:

$$I(u(r, \theta), v(r, \theta)) = I(r, \theta) \quad (3)$$

$$u(r, \theta) = (1 - r)xp(\theta) \quad (4)$$

$$v(r, \theta) = (1 - r)yp(\theta) \quad (5)$$

Осы ұсынылған тәсілде пайдаланылған ирис ерекшелігін алу журнал Габор сүзгі әдісі болып табылады. Функцияларды шығарудағы сүзгілердің әдеттегі таңдауы қалыпты Габор сүзгілері болып табылады. Әдетте, олар екі негізгі кемшіліктен зардап шегеді: олардың максималды өткізу қабілеттілігі шамамен бір октавамен шектеледі және олар максималды кеңістіктік локализациямен кең ауқымды мазмұнды алу үшін өте қолайлы емес. Осылайша, қалыпты Габор фильтріне балама ретінде лог-Габор сүзгісі деп аталатын логарифмдік Габор сүзгісі енгізілген [17]. Бұл лог-Габор сүзгісі логарифмдік жиілік шкаласында қараған кезде табиғи кескіндерді Гаусс тасымалдау функциясы бар сүзгілер арқылы жақсырақ кодтауға болатындығына негізделген. Сызықтық масштабта талданған кезде Габор функциялары Гаусс ядросының функциясына ие. Лог-Габор сүзгісінің жиілік жауабын (6) былай жазуға болады:

$$G(s) = \exp \left\{ -0.5 \times \frac{\log \left( \frac{s}{s_0} \right)^2}{\log \left( \frac{\sigma}{s_0} \right)^2} \right\} \quad (6)$$

### Саусақ ізін өңдеу

Саусақ ізін алдын ала өңдеу үш кезеңнен тұрады: кескінді жақсарту, қызығушылық аймағын таңдау және нысандарды шығару. Графикалық файл кескінді кіріс ретінде оқу үшін қолданылады. Кескінді нормаға айналдыру немесе тұрақты масштабты қабылдау үшін екі сызықты интерполяция қолданылады. Қызығушылық саласы қалыпқа келтіру әдісі арқылы анықталады. Бастапқыда кіріс кескіні әр түрлі  $n \times n$  блоктарына бөлінеді және стандартты ауытқуды  $std(i)$  түрінде алуға болады. Егер алынған стандартты ауытқу мәні белгіленген шектен асып кетсе, кескін саусақ ізінің бөлігі ретінде белгіленуі мүмкін. Қалыпқа келтірілген сурет келесі түрде беріледі:

$$i(x, y) = i(x, y) - mean(i) \quad (7)$$

$$i(x, y) = i(x, y) / std(i) \quad (8)$$

$$i_m(x, y) = rm + i(x, y) \times sqrt(rv) \quad (9)$$

мұндағы:  $rm$  қажетті орташа мәнді білдіреді,  $rv$  қажетті дисперсияны білдіреді, ал  $sqrt$  квадрат түбір функциясын білдіреді.

Кескінді жақсарту үшін жоғарыда көрсетілген критерийлерге қосымша Габор сүзгі әдістері қолданылады. Нормалау, жоталар аймағын сегменттеу, ұсақ артефактілерді морфологиялық жою және саусақ ізіндегі жоталардың жергілікті бағдарын жақындату – барлығы оңтайландыру кезеңінің бөлігі болып табылады. Жиналған екілік кескінге жұқарту қолданылады [18].

Қызығушылық тудыратын аймақ таңдау жақсартылған кескіннен негізгі нүктелерді анықтауды қамтиды. Қызықты аймақты алу үшін негізгі нүктенің айналасындағы  $n$  пиксель таңдалады.  $n$  мәнін 100-ден 200 ұпайға дейін таңдаған дұрыс, сондықтан өзек айналасындағы барабар қызығушылық тудыратын аймақ ретінде қарастырылады [19].



Саусақ ізінен мінсіз мүмкіндікті алу үшін сызыққа негізделген алу алгоритмі пайдаланылады. Барлық пикселдерге қатысты барлық байланысты сызық сегменттері адаптивті шекті талдау және жоталарды бақылау әдісі арқылы есептеледі. Минутияларды алу блокты экстракция арқылы жүзеге асырылады.

**Оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритмге негізделген балл деңгейіндегі синтез.**

Ұсынылған техника смарт қалалар үшін мультимодальды биометриялық тану тәсілінде саусақ іздері мен ирис биометрикасын тануды жақсарту үшін оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритм пайдаланады. Саусақ пен ирис биометрикасының жоғары морфологиялық ерекшеліктері биометриялық бағалау үшін пайдаланылады. Бұл тәсілде қолданылатын сәйкестік жылдамдығы келесідей анықталады (10 және 11):

$$MR_f = w_f m_f \quad (10)$$

$$MR_i = w_i m_i \quad (11)$$

мұндағы  $MR_f$  және  $MR_i$  саусақ ізі мен иристің сәйкес жылдамдығын білдіреді,  $w_f$  және  $w_i$  саусақ ізі мен ирис салмағын білдіреді, мұнда  $m_f$  және  $m_i$  сәйкесінше саусақ ізі мен иристің сәйкес ұпайларын білдіреді.

Біріктірудің әртүрлі ережелерінің ішінде өлшенген сома ережесі жақсы өнімділікке қол жеткізу үшін әртүрлі әдістерден сәйкес ставкаларды біріктірудің көптеген тамаша тәсілдері ретінде қабылданады. Біріктіру ережесі мұнда (12) теңдеуде келтірілген айнымалының сызықтық тіркесімі ретінде белгіленеді:

$$M_s = w_i m_i + w_f m_f \quad (12)$$

Оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритм әдісі – популяция эволюциясының белгілі бір нүктесінде генетикалық операциялармен біріктірілген мүмкіндіктерді іздейтін бірнеше параллельдерге негізделген стохастикалық оңтайландыру әдісі. Оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритм әдісі конвергенцияны азайту үшін мутация мен кроссовер біріктірілген анық емес тәсіл мен генетикалық алгоритмнің үйлесімі болып табылады. Осы ұсынылған оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритмнің мақсаты теңдеуде келтірілген салмақтарды азайту болып табылады (13):

$$obj(Z) = \underset{w}{Min}(w_i, w_f) \quad (13)$$

Мұндағы  $obj(Z)$  –  $w$  салмақ векторын минимизациялаумен  $Z$  мүмкіндігінің мақсаттық функциясы.

Жалпы өнімділікке қол жеткізудің ең жақсы жолы - тең қателік жылдамдығын (EER) азайту. Генетикалық алгоритмге қатысты қадамдар келесідей болуы мүмкін:

- (и) Инициализация
- (ф) Фитнес функциясы
- (т) Таңдау
- (б) Будандастыру және мутация.

#### **Инициализация**

Генетикалық алгоритм ұсынылған оңтайландыру алгоритмінің ең бірінші қадамы ретінде бастапқы популяцияны рандомизациялауды жүзеге асырады. Кездейсоқ іріктеу жиынындағы әрбір функция толығымен векторға негізделген және барлық әдістерді көрсетеді. Бұл әдісте популяцияның ұзақтығы тұрақты сақталады.

#### **Фитнес функциясы**

Бұл ұсынылған тәсілде тең қателік деңгей және дәлдік фитнес функциясы болып саналады. Дәлдіктің жоғары мәні және төмен тең қателік деңгей биометриялық танудың жақсарғанын білдіреді. Халықтың әрбір мүшесіне фитнес функциясымен неғұрлым тығыз байланысты фитнес мәні тағайындалады. Нәтижесінде жарамдылық мәні әрбір функцияның маңыздылығын көрсетеді және миссияның соңында жаһандық мәннің жақындауына ықпал етеді.

### Анық емес кластерлеу тәсілі

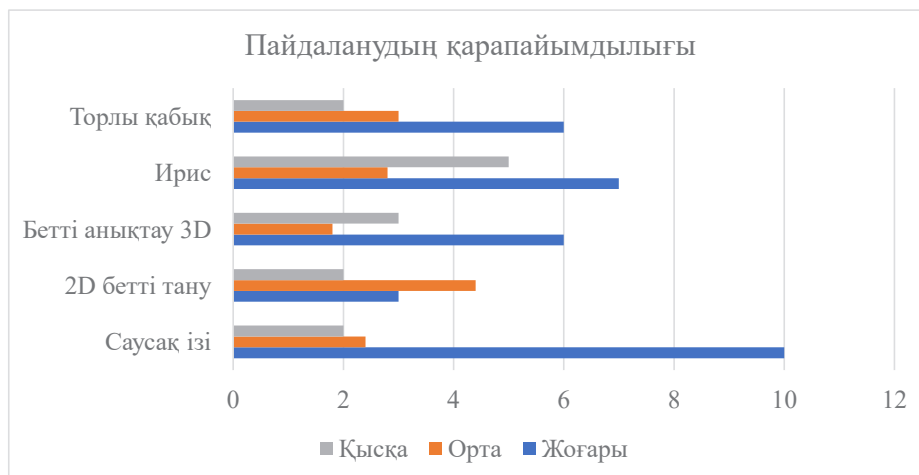
Анық емес кластерлеу – әрбір деректер нүктесін бірнеше кластерге бөлуге болатын кластерлеу түрі. Популяцияны таңдау оңтайландырылған бұлыңғыр генетикалық алгоритмімен белгіленеді, мұнда әрбір популяция үшін  $y=(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ , ол деректерді әртүрлі кластерлерге бөлу ережелерін анықтайды  $C=(c_1, c_2, c_3, \dots, c_m)$  деректерді беру функциясын азайту үшін  $O_x$ , мұнда бұлыңғырлық  $x$  факторымен шектеледі. Бөлу матрицасы  $W = w_{ij}$  арқылы белгіленеді, ол  $y_i$  элементінің  $C_j$  (14)-ке жататынын көрсетеді:

$$\arg_{-c} \min = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} |y_i - c_j|^2 \quad (14)$$

мұнда:

$$w_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^m \left( \frac{|y_i - c_j|}{|y_i - c_k|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (15)$$

Ақпаратты қорғау жүйесін таңдаудағы пайдаланушылардың психологиялық ыңғайлылығы да өте өзекті көрсеткіш болып табылады [19]. Егер бұл екі өлшемді бетті немесе иристі тану жағдайында байқалмаса, торлы қабықты сканерлеу өте жағымсыз процесс. Саусақ ізін анықтау жағымсыз болса да, сот сараптамасы әдістерімен теріс корреляцияға әкелуі мүмкін.



Сурет 1 – Пайдаланушының психологиялық ыңғайлылығы үшін биометриялық әдістерді салыстыру

Келесі онжылдықта ең жоғары жарамдылық мәндері бар субъектілер кластері қарастырылады. Орташа мәні ең төмен кластер ең нашар болуы керек және ол келесі ұрпақ кезінде алынып тасталады. Бұл кереметтің мүмкіндіктері жылдам іздеу және іздеу бөлмесіндегі ашу процесін кеңейту үшін тиімді. Бұл агенттік кейбір пайдалану және барлау үшін өтпелі аймақ ретінде қызмет ете алады. Жақсырақ баламаларды іздеу үшін оларға елеулі өзгерістер енгізілгенімен, төмен мақсатты функциясы бар функция жойылмайды [20].

Кроссовер және мутация хромосомаларды әртараптандыруда өте маңызды параметрлер болып табылады. Содан кейін,  $p_c$  және  $p_m$  сәйкесінше кроссовер және мутация ықтималдығын білдіреді. Күшейтілген шешімді алу үшін фазадағы  $p_c$  және  $p_m$  маңыздылығы конвергенцияның өсу қарқынын түбегейлі өзгертуі мүмкін. Жаһандық шешімге кроссовер және мутация операторларының сәйкес корреляциялары мен ықтималдықтары қолданылады. Шешім төменгі формулада көрсетілген (16):

$$p_i^j = y_i^{j-1} \times \text{rand} \left( y_i^{j-1} - x_i^{j-1} \right) \quad (16)$$

мұндағы:  $p_i^j$   $i=c$  кезінде кроссовер ықтималдығын және  $i=m$  кезінде мутация ықтималдығын білдіреді;  $(x_i^j, y_i^j)$   $p_c$  және  $p_m$  кездейсоқ таңдауларының жасалу дәрежесін білдіреді. Кроссовер және мутация аралықтары сәйкесінше  $[0,1][0,1]$  және  $[0,0,1]$  болады.

**Қорытынды.** Ұсынылған тәсілдер саусақ ізі мен көз ирисінің биометриялық белгілерін пайдаланатын жаңа мультимодальды биометрияны пайдалану болып табылады. Бұл әдістің негізгі мақсаты – айқын емес модельдермен және жұмсақ есептеу тәсілдерімен біріктірілген күшейтілген біріктіру әдістерін қосу болып табылады. Мультимодальдық биометрия тиімді біріктіру стратегиясы мен дәл биометриялық тану үшін оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритмді пайдаланады. Бастапқыда алдын ала өңдеу саусақ ізі мен көз ирисі әдістері үшін орындалады. Функцияларды шығару механизмінен алынған тиімді мүмкіндіктер балл деңгейіндегі біріктіру қадамында кіріс ретінде беріледі.

Оңтайландырылған анық емес генетикалық алгоритм жоғары дәлдік, жоғары шынайы оң жылдамдық, жоғары шынайы теріс жылдамдық, төмен жалған қабылдау жылдамдығы, төмен жалған қабылдау жылдамдығы және төмен тең қателік деңгейі тұрғысынан жақсартылған өнімділікті қамтамасыз етеді. Ұсынылған тәсілдің дәлдігі қазіргі төрт заманауи тәсілмен салыстырылады. Салыстыру ұсынылып отырған тәсіл шамамен 99,89% жоғары дәлдікті және шамамен 0,18% тең қателік деңгейінің төмендігін қамтамасыз ететінін көрсетуде. Көптеген субъектілерде саусақ ізі мен ирис биометриясы үшін алынған сәйкес ұпай бұл интеграцияның нақты әлеуеті бар екенін көрсетеді. Бұл әдіс қауіпсіздікті жақсарту үшін тиімді, себебі ол еліміздің жалпы тиімділік пен биометрияның негізгі тірілік мәнін жақсартады. Болашақта смарт орталарды жақсарту үшін саусақ іздері мен иристерге қосымша биометриялық әдістер енгізіледі. Сонымен қатар, дәлдікті арттыру үшін жетілдірілген жіктеу алгоритмі пайдаланылады.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Aas K.F. (2006) The body does not lie : Identity, risk and trust in technoculture, *Crime, Media, Culture*, 2(2), pp. 143–158. <https://doi.org/10.1177/1741659006065401>.
- 2 Abdurrahim S.H., Samad S.A. and Huddin A.B. (2017) Review on the effects of age, gender, and race demographics on automatic face recognition, *The Visual Computer*. <https://doi.org/10.1007/s00371-017-1428-z>.
- Akrich M. (1992) The de-scription of technical objects, in: W. Bijker and J. Law (Eds) *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, pp. 205–224 (Cambridge: MIT Press), [Google Scholar]
- Amoore L. (2006) Biometric borders: Governing mobilities in the war on terror, *Political Geography*, 25(3), pp. 336–351. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2006.02.001> [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Beveridge J.R., Givens G.H., Phillips P.J. and Draper B.A. (2009) Factors that influence algorithm performance in the face recognition grand challenge, *Computer Vision and Image Understanding*, 113(6), pp. 750–762. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2008.12.007> [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Bowyer K.W., Hollingsworth K. and Flynn P.J. (2008) Image understanding for iris biometrics: A survey, *Computer Vision and Image Understanding*, 110(2), pp. 281–307. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2007.08.005> [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Breckenridge K. (2005) The biometric state: The promise and peril of digital government in the new South Africa, *Journal of Southern African Studies*, 31(2), pp. 267–282. <https://doi.org/10.1080/03057070500109458> [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Callon M. (1984) Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay, *The Sociological Review*, 32(1\_suppl), pp. 196–233. [Google Scholar]
- De Marsico M., Nappi M., Riccio D. and Wechsler H. (2013) Demographics versus biometric automatic interoperability, in: *International Conference on Image Analysis and Processing*, pp. 472–481 (Berlin: Springer), [Google Scholar]
- Gelb A. and Clark J. (2013) Identification for development: The biometrics revolution. CGD Working Paper 315 (Washington DC: Center for Global Development), [Google Scholar]
- Grommé F. (2015) Turning aggression into an object of intervention: Tinkering in a Crime Control Pilot Study, *Science as Culture* 24(2), pp. 227–247. <https://doi.org/10.1080/09505431.2014.992331> [Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Howard J.J. and Etter D. (2013) The effect of ethnicity, gender, eye color and wavelength on the biometric menagerie, 2013 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST), IEEE. [Google Scholar]
- Introna L. (2005) Disclosive ethics and information technology: Disclosing facial recognition systems, *Ethics and Information Technology*, 7(2), pp. 75–86. <https://doi.org/10.1007/s10676-005-4583-2> [Crossref], [Google Scholar]
- Introna L. and Nissenbaum H. (2010) *Facial Recognition Technology: A Survey of Policy and Implementation Issues* (New York: Center for Catastrophe Preparedness and Response, New York University). [Google Scholar]



Introna L. and Wood D. (2004) Picturing algorithmic surveillance: The politics of facial recognition systems, *Surveillance & Society*, 2(2/3), pp. 177–198. [Google Scholar]

Jacobsen E. K. U. (2012) Unique Identification: Inclusion and Surveillance in the Indian biometric assemblage, *Security Dialogue*, 43(5), pp. 457–474. <https://doi.org/10.1177/0967010612458336> [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

3 Tong Z., Ye F., Yan M., Liu H. & Basodi S. (2021) A survey on algorithms for intelligent computing and smart city applications. *Big Data Min. Anal.* 4(3), pp. 155–172. <https://doi.org/10.26599/BDMA.2020.9020029>.

4 Huang H. et al. (2020) Machine learning-based multi-modal information perception for soft robotic hands. *Tsinghua Sci. Technol.* 25(2), pp. 255–269. <https://doi.org/10.26599/TST.2019.9010009>.

5 Pang J., Huang Y., Xie Z., Li J. & Cai Z. (2021) Collaborative city digital twin for the COVID-19 pandemic: a federated learning solution. *Tsinghua Sci. Technol.* 26(5), pp. 759–771. <https://doi.org/10.26599/TST.2021.9010026>.

6 Mabrouki J., Azrou M., Fattah G., Dhiba D. & Hajjaji S.E. (2021) Intelligent monitoring system for biogas detection based on the Internet of Things: Mohammedia, Morocco city landfill case. *Big Data Min. Anal.* 4(1), pp. 10–17.

#### Авторлар туралы мәліметтер

**Құлғанбай Шолпан Бахытқызы** (корреспонденция авторы)

Магистрант, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Абай даң., 66, 120000, Қызылорда қ., Қазақстан

ORCID ID: 0009-0006-8556-8851

E-mail: shkulanbay@mail.ru

#### Бекетова Гүлжанат Сахитжанқызы

PhD, аға-оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Абай даң., 66, 120000, Қызылорда қ., Қазақстан

ORCID ID: 0000-0002-9496-2387, Scopus Author ID: 57189902182

E-mail: beketova\_gs@mail.ru

#### Төлегенова Эльмира Нұрланқызы

Қауымдастырылған профессор, экономика ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Абай даң., 66, 120000, Қызылорда қ., Қазақстан

ORCID ID: 0000-0003-4501-7343, Scopus Author ID: 57212769313

E-mail: etulegenova80@mail.ru

#### Information on the authors

##### **Kulanbay Sholpan Bakhytkyzy** (corresponding author)

Master student, Kyzylorda University named after Korkyt ata, 66 Abai Ave., 120000, Kyzylorda, Kazakhstan

ORCID ID: 0009-0006-8556-8851

E-mail: shkulanbay@mail.ru

##### **Beketova Gulzhanat Sakhitzhankyzy**

PhD, Senior Lecturer, Kyzylorda University named after Korkyt ata, 66 Abai Ave., 120000, Kyzylorda, Kazakhstan

ORCID ID: 0000-0002-9496-2387, Scopus Author ID: 57189902182

E-mail: beketova\_gs@mail.ru

##### **Tolegenova Elmira Nurlankyzy**

Associate Professor, PhD in Economics, Kyzylorda University named after Korkyt ata, 66 Abai Ave., 120000, Kyzylorda, Kazakhstan

ORCID ID: 0000-0003-4501-7343, Scopus Author ID: 57212769313

E-mail: etulegenova80@mail.ru

**Информация об авторах**

**Куланбай Шолпан Бахыткызы** (автор для корреспонденции)

Магистрант, Кызылординский университет им. Коркыт ата, пр. Абая, 66, 120000, г. Кызылорда, Казахстан

ORCID ID: 0009-0006-8556-8851

E-mail: shkulanbay@mail.ru

**Бекетова Гулжанат Сахитжанкызы**

PhD, старший преподаватель, Кызылординский университет им. Коркыт ата, пр. Абая, 66, 120000, г. Кызылорда, Казахстан

ORCID ID: 0000-0002-9496-2387, Scopus Author ID: 57189902182

E-mail: beketova\_gs@mail.ru

**Толегенова Эльмира Нурланкызы**

Ассоциированный профессор, кандидат экономических наук, Кызылординский университет им. Коркыт ата, пр. Абая, 66, 120000, г. Кызылорда, Казахстан

ORCID ID: 0000-0003-4501-7343, Scopus Author ID: 57212769313

E-mail: etulegenova80@mail.ru