



**KAMBAG‘ALLIKNI QISQARTIRISH VA  
BANDLIK VAZIRLIGI XODIMLARINING  
MALAKASINI OSHIRISH MARKAZI**

**ISSN. 3060-4982**  
**№ 3 (3), 2024**

# **INSON KAPITALI VA MEHNATNI MUHOFAZA QILISH**

**ILMIY-AMALIY ELEKTRON  
JURNAL**

**TOSHKENT – 2024**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
KAMBAG‘ALLIKNI QISQARTIRISH VA BANDLIK VAZIRLIGI**

**KAMBAG‘ALLIKNI QISQARTIRISH VA BANDLIK VAZIRLIGI  
XODIMLARINING MALAKASINI OSHIRISH MARKAZI**

**ISSN. 3060-4982**

**№ 3 (3), 2024**

**"INSON KAPITALI VA MEHNATNI MUHOFAZA QILISH"  
ILMIY–AMALIY ELEKTRON  
JURNAL**

**"ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ОХРАНА ТРУДА"  
НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ЖУРНАЛ**

**"HUMAN CAPITAL AND OCCUPATIONAL SAFETY"  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL ELECTRONIC  
JOURNAL**

**TOSHKENT – 2024**

*Kambag'allikni qisqartirish va bandlik vazirligi xodimlarining malakasini oshirish markazi  
"Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish" ilmiy–amaliy elektron jurnal*

**Bosh muharrir:**  
**Raxmonov Abduxalil Xomitovich**  
*Kambag'allikni qisqartirish va bandlik vazirligi xodimlarining malakasini oshirish markazi direktori*

**Bosh muharrir o'rinbosari:**  
**Nurmamatova Rahima Rahmanovna**  
*Texnika fanlari doktori (DSc), professor – Mehnatni muhofaza qilish kafedrasini mudiri*

**Mas'ul kotiblar:**  
**To'xtaboyev Xayrullo Nosirovich**  
*S.f.f.d., (PhD), Qadirov Ulug'bek Baxtiyorovich,*  
*T.f.f.d., (PhD), dotsent*

**Texnik muharrir:**  
**Amirqulov Zuhridin Nuriddin o'g'li**  
*Kambag'allikni qisqartirish va bandlik vazirligi xodimlarining malakasini oshirish markazi kengashi kotibi, katta o'qituvchi*

**TAHRIRIYAT HAY'ATI RAISI:**

**Abdurahmonov Qalandar Xodjaevich** – O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akademigi, iqtisod fanlari doktori, professor. Toshkentdagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti filiali direktori.

**TAHRIRIYAT HAY'ATI A'ZOLARI:**

<b>B.T.Ibragimov</b> – texnika fanlari doktori (DSc), professor	<b>J.G'.Rashidov</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent;
<b>B.H.Umurzaqov</b> – iqtisod fanlari doktori, professor	<b>G.I.Ishmuradova</b> – pedagogika fanlari nomzodi;
<b>A.A.Baxodirov</b> – texnika fanlari doktori (DSc), professor	<b>R.X.Xodiyev</b> – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent;
<b>I.U.Madjudov</b> – texnika fanlari doktori, professor	<b>Sh.B.Imomov</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);
<b>O.M.Yo'ldosheva</b> – texnika fanlari doktori, professor	<b>X.G.Azimov</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);
<b>B.B.Xasanov</b> – texnika fanlari doktori, professor	<b>Z.M.Sattorov</b> – texnika fanlari nomzodi, professor;
<b>Sh.E.Kurbanbayev</b> – texnika fanlari doktori, professor	<b>S.O'.Turdiyev</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent;
<b>P.H.Исмаилов</b> – texnika fanlari doktori (DSc), professor	<b>G.B.Abdieva</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent;
<b>Q.M.Murtazayev</b> – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent	<b>R.Rajabbaev</b> – fizika–matematika fanlari nomzodi, dotsent;
<b>B.M.Toshev</b> – yuridik fanlari doktori, professor	<b>O.A.Djurayev</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);
<b>Y.B.Nazarov</b> – yuridik fanlari doktori, professor ;	<b>A.X.Abdullaev</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);
<b>F.N.Nurqulov</b> – texnika fanlari doktori (DSc) professor;	<b>K.M.Mirzaaxmedov</b> – siyosiy fanlar doktori (DSc), dotsent;
<b>M.M.Xolmuxamedov</b> – pedagogika fanlari doktori., professor;	<b>Ж.С.Боликулов</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD);
<b>O.R.Yuldashev</b> – texnika fanlari nomzodi, professor;	
<b>O.D.Raximov</b> – texnika fanlari nomzodi, professor;	
<b>X.L.Pulatov</b> – kimyo fanlari doktori., professor;	
<b>R.A.Absalomov</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent;	
<b>M.R.Doschanov</b> – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ;	

Jurnal ommaviy axborot vositasi sifatida O'zbekiston matbuot va axborot agentligida ro'yxatga olingan. Davlat ro'yxatidan o'tkazilganligi bo'yicha 104355– raqamli guvohnoma berilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan innovatsiyalar vazirligi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2024-yil 30-noyabrdagi 364/5-sonli qarori bilan texnika fanlari bo'yicha dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. Jurnalda maqolalar o'zbek, rus va ingliz tillarida chop etiladi va yiliga to'rt marotaba nashr etiladi.

© Kambag'allikni qisqartirish va bandlik vazirligi xodimlarining malakasini oshirish markazi, 2024

© "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish" ilmiy–amaliy elektron jurnal, 2024



РЫНКА СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, Современный автоклавный газобетон, Сборник докладов V научно-практической конференции г. Пятигорск, 16-18 октября 2019 г.

3. Магерова В.А., Разработка технологий изготовления стеновых блоков с применением минеральных добавок на основе техногенного сырья предприятий г. Усть-Каменогорска, Автореферат, 2011

4. Долотова Р.Г. Неавтоклавные ячеистые бетоны с использованием природного и техногенного низкокремнеземистого сырья [Текст]: Автореф. канд. техн. наук. –Томск, 2006.-С16.

5. Нгуен Т.Т., Эффективный неавтоклавный газобетон с метакаолинитом, Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.-2014.–70 с.

6. БаходировА., Бозоров И., Абдусаматов К.Б., Саноат чиқиндисиди асосида тайёрланган фиброгазобетоннинг механик хоссасини ўрганиш, СамДАҚИ. Меъморчилик ва қурилиш муаммолари, Самарқанд-2020 йил, 104-106 б.



УЎК 004.942.2

## ТАНИБ ОЛИШ УСУЛЛАРИНИ АЛГОРИТМИК ХУСУСИЯТЛАРИ БЎЙИЧА ТАСНИФЛАНИШИ

**М.М.Жалелова, В.О.Файзиев** (Тошкент ирригация ва кишлок хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети)

**Аннотация.** Мазкур тадқиқот иши тасвирларни таниб олиш усулларини алгоритмик хусусиятлари бўйича таснифлашга бағишланган бўлиб, унда хусусан юзни таниб олиш усуллари таҳлил қилинган ҳамда уларни асосий таснифлари, ютуқ ва камчиликлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Бунда таниб олиш алгоритмлари белгилар фазосини ажратиш, объектларни таққослаш ва тасвирни топологик ўзгаришларини ҳисобга олиш каби йўналишларга асосланиши таъкидланган. Шунингдек, ишда замонавий нейрон тармоқлар, яширин Марков моделлари, эластик графларни таққослаш каби технологиялар таниб олиш аниқлигини оширишда самарадор эканлиги қайд этилган. Бундан ташқари, мазкур ишда юз тасвирларига дастлабки ишлов беришни таниб олишдаги аҳамияти ёритилган бўлиб, бунда юз тасвиридан шахсни таниб олишни кўплаб усуллари юз соҳасини марказлаштириш, эталон масштаб ва йўналишга келтириш, ёрқинлик гистограммасини текислаш каби кўплаб дастлабки ишлов амалларини талаб қилиши таъкидланган. Шунингдек, ишда таниб олиш тизимларини ривожлантириш учун ўқитиш маълумотларини кенг қамровли базаларини яратиш ва когнитив моделларга асосланган ёндашувларни тадбиқ этиш муҳимлиги кўрсатилган.

**Калит сўзлар:** Шахс юз тасвири, таниб олиш, белгилар вектори, нейрон тармоқ, бош компоненталар усули, чизикли дискриминант, яширин Макров моделлари, таянч векторлар усули, махсус нуқта, эгилувчан графлар.



**Аннотация.** данная исследовательская работа посвящена классификации методов распознавания изображений по их алгоритмическим характеристикам, в ней проанализированы методы распознавания лиц, а также приведены сведения об их основных классификациях, достижениях и недостатках. При этом отмечается, что алгоритмы распознавания основаны на таких направлениях, как выделение признакового пространства, сравнение объектов и учет топологических изменений изображения. Также в работе отмечается, что такие технологии, как современные нейронные сети, скрытые марковские модели, сравнение упругих графов, эффективны в повышении точности распознавания. Кроме того, в данной работе освещена значимость предварительной обработки изображений лица в распознавании, при этом подчеркивается, что многие методы распознавания личности по изображению лица требуют множества операций предварительной обработки, таких как централизация области лица, приведение в эталонный масштаб и направление, сглаживание яркостной гистограммы. Также в работе показана важность создания комплексных баз данных обучения для развития систем распознавания и внедрения подходов, основанных на когнитивных моделях.

**Ключевые слова:** изображение лица личности, распознавание, вектор признаков, нейронная сеть, метод главных компонент, линейный дискриминант, скрытые модели Макрова, метод опорных векторов, специальная точка, гибкие графы.

Annotation: this research work is devoted to the classification of image recognition methods by their algorithmic characteristics, it analyzes face recognition methods and provides information about their main classifications, achievements, and disadvantages. It is noted that recognition algorithms are based on such areas as the selection of feature space, comparison of objects, and accounting for topological changes in the image. It is also noted in the work that such technologies as modern neural networks, hidden Markov models, and comparison of elastic graphs are effective in increasing the accuracy of recognition. In addition, this work highlights the importance of pre-processing face images in recognition, while emphasizing that many methods of personality recognition by a face image require many pre-processing operations, such as centralization of the face area, bringing to a reference scale and direction, smoothing the brightness histogram. The work also shows the importance of creating complex training databases for the development of recognition systems and the implementation of approaches based on cognitive models.

**Keywords:** face image, recognition, feature vector, neural network, principal component analysis, linear discriminant, hidden Makrov models, support vector machine, special point, flexible graphs.

## 1. Кириш

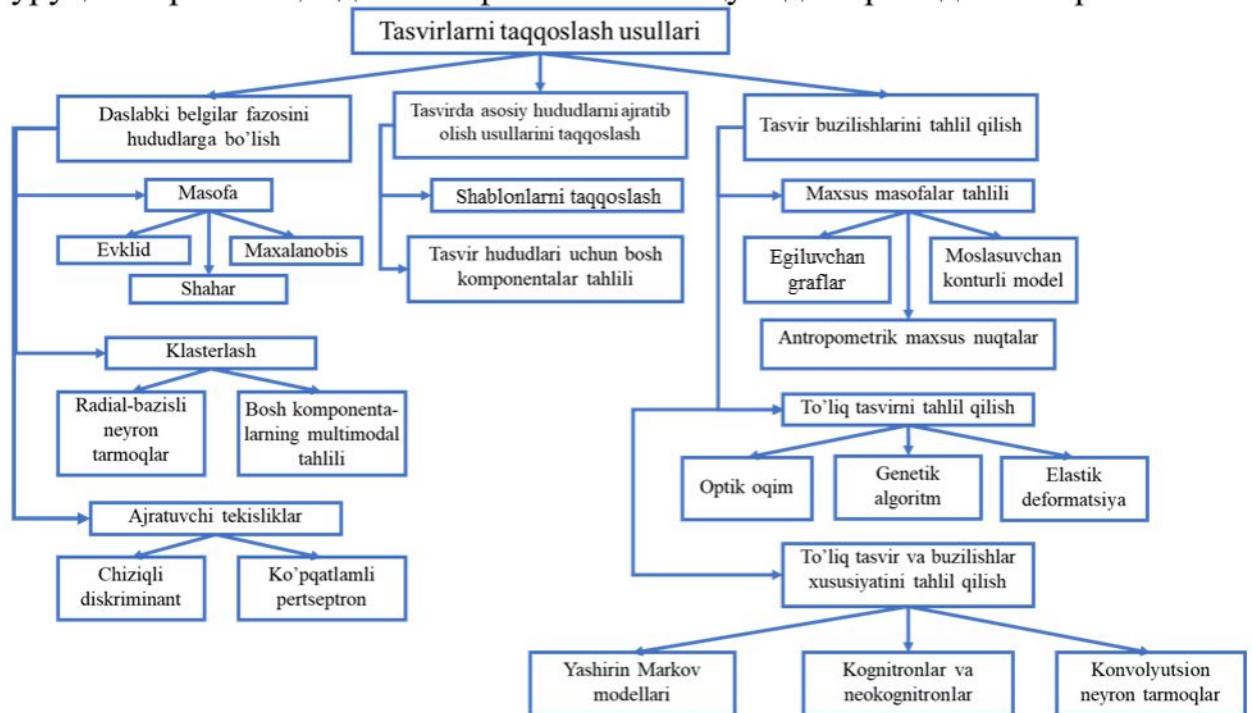
Юзни таниб олиш технологиялари замонавий биометрия тизимларини муҳим йўналишларидан бири бўлиб, улар хавфсизлик тизимлари, мониторинг, ҳуқуқни муҳофаза қилиш ва турли интерактив хизматларда кенг



қўлланилмоқда [1,2]. Юзни автоматик таниб олиш масаласи инсонни бевосита идентификация қилиш имконини берувчи юқори аниқликка эга технологияни ишлаб чиқишни талаб қилади. Ушбу жараёнда асосий вазифа юз тасвирдан қимматли белгиларни ажратиш ва уларни юқори самарадорлик билан таҳлил қилишдир [3].

Юзни таниб олиш усуллари турли технология ва алгоритмларга асосланади. Ушбу усулларни муваффақияти кўп жihatдан белгиларни қандай ажратиш ва уларни таҳлил қилишга боғлиқ [4]. Масалан, нейрон тармоқлар ва бошқа замонавий усуллар орқали аниқлик юқори даражага етказилса-да, улар катта ўқитиш маълумотлари ва юқори ҳисоблаш қувватини талаб қилади [5]. Шунингдек, реал объектлардаги ракурс, ёритиш, юздаги ўзгаришлар каби турли ҳолатлар таниб олиш жараёнини мураккаблаштиради [6].

Мазкур тадқиқот ишида юзни таниб олиш усуллари таснифлаш мақсад қилинган бўлиб, бунда тасвирларни таққослаш усуллари учта гуруҳга ажратган ҳолда таснифлаш схемаси қуйидаги расмда келтирилган.



**1-расм.** Тасвирларни таққослаш усуллари таснифлаш схемаси

Таснифлаш схемасида келтирилган усуллар гуруҳлари бўйича маълумотлар қуйида батафсил келтирилган.

Биринчи усул гуруҳида белгилар тўплами (энг содда ҳолда асл тасвир) - бу белгилар фазосидаги нуқта, бу ерда ҳар бир белгининг қиймати (масалан, бирор пиксел ёрқинлиги, бош компоненталар қиймати, частотавий ўзгартириш коэффициенти ва бошқалар) белгилар фазосини маълум ўқи бўйича координатаси ҳисобланади. Таққослаш процедураси белгилар фазосини бир хил синфларга тегишли майдонларга ажратишга асосланади. Масалан, номаълум тимсолдан бошқа барча тимсолларгача бўлган масофани маълум бир метрика ёрдамида ҳисоблаш мумкин [7,8]. Бунда синфни кластер маркази сифатида ҳам ифодаланиши мумкин бўлади. БКУдаги каби номаълум



тимсолдан барча кластерлар марказларигача масофалар ҳисоблаб чиқилади [8]. Чизикли дискриминант синфлар белгилари фазосида чизикли ажралиб туришини тахмин қилиб, чизикли ажратувчи текисликлар тўпламини қуради [9]. Нейрон тармоқларининг бир тури кўп қатламли персептронлар бўлиб, улар ҳар қандай мураккабликдаги ажратувчи текисликларни қуриш имконини беради.

Замонавий усуллар дастлабки фазони ҳудудларга яхши ажратиши мумкинлигига қарамай, реал объектлар учун объектлар тасвирлари ўзгаришини барча турларини инобатга олувчи жуда кўп ажратилган ҳудудларни (ва ўқитиш мисолларини) талаб қилади. Бунинг сабаби ҳатто инсонни нуқтаи назари бўйича, тасвирдаги кичик ўзгариш (масалан, ракурс, ёритиш ёки соқолни мавжудлиги) ҳам белгилар фазосида аслидан анча узоқроқ жойлашувни бериши мумкин. Бу ҳолда тизим маълум юз тасвирини айнан ўша шахс деб эмас, балки бошқа шахсни ўша ракурсдаги тасвирга яқин деб ҳисоблаши мумкин. Тасвирни дастлабки ҳолатига турли хил ўзгартиришларни қўллаш ҳам, дастлабки ишлов бериш ҳам умумий ҳолатда ушбу муаммони ҳал эта олмайди. Бироқ, навбатдаги усуллар гуруҳи ушбу камчиликни қисман ҳал эта олади. Тасвирда юзни муҳим соҳалари (масалан, кўз, қош, бурун, лаблар) топилади. Сўнг биринчи усул ёрдамида ҳар бир соҳа таққосланади, ҳар бир таққослаш натижаси якуний натижага таъсир кўрсатади. Бундай усулларга, масалан, эталонлар бўйича таққослаш, тасвир блоклари бўйича бош компоненталарни таҳлил қилишнинг турли усуллари киради.

Учинчи гуруҳда тасвирни топологик бузилишлари инобатга олинади. Эластик графларни таққослаш усулида ёйлар билан боғланган асосий нуқталар тўплами тасвирга жойлаштирилади. Номасалум тасвирда асл тасвирга мос келувчи нуқталар топилади, сўнгра ёйлар ўлчамларини умумий ўзгариши ўлчанади. Мослашувчан контурли моделларда юз контурлари олинади, сўнгра турли хил тасвирлар учун контур шакллари таққосланади. Юқорида келтирилган усуллар фақат умумий бузилишларни таққослайди, унинг моҳиятини ҳисобга олмайди. Бу эса уларни камчилиги ҳисобланади. Тасвирни бузилиш характери тасвирни таниб олиш учун муҳим маълумотларни ўз ичига олади, шунинг учун қуйида келтирилган усуллар энг яхши таниб олиш аниқлигига эга ҳисобланади. Бу каби усулларга псевдо икки ўлчовли ЯММлари, конволюцион нейрон тармоқлар, когнитронлар ва неокөгнитронлар киради.

## **2. Юзни таниб олиш усулларини турли таснифлари**

**2.1. Ўқитиш намуналари тўпламидан фойдаланиш.** Ўқитиш тўпламидан фойдаланиш характери бўйича юзни таниб олиш усулларини иккита катта синфга ажратиш мумкин. Биринчи синф усуллари сошлаш жараёнида ўқитиш намуналаридан фойдаланмайди. Бундай усуллардаги барча параметрлар қўлда ўрнатилади ва қоида тариқасида турли тажрибалар асосида танлаб олинади. Масалан, юздаги махсус нуқталардан фойдаланган ҳолда шахсни юзи бўйича криминалистик идентификациялашда. Бундан фарқли



бўлган усулларни иккинчи синфи, турли даражадаги белгиларни ажратиб олиш учун керакли синфлар одатий объектлари тўпламидан иборат ўқитиш танланмасини таҳлил қилишдан фойдаланади. Шунинг учун бундай усуллар кўпроқ ҳисоблаш манбаларини талаб қилади ва уларни ривожланиши ҳисоблаш қувватини ошириши билан юзага келади. Булар бош компонентлар усули, чизиқли дискриминант усуллари, эластик графларни таққослаш усули кабилар ҳисобланади. Бироқ, уларда асосий эътибор белгиларни ўзаро боғлиқлиги ва аҳамиятини аниқлаш (вазлаштириш) эмас, балки автоматлаштирилган ҳолда ажратиб олишга қаратилгандир. Эластик графни таққослаш учун вазн параметрларини ҳисоблашга уринишлар амалга оширилган тадқиқотлар мавжуд. Чизиқли дискриминант таҳлил белгиларни таҳлил қилиш ва синфлараро фарқни максималлаштирадиган ҳамда синф ичидаги фарқларни минималлаштирадиган ўзгартиришда фойдаланилган.

**2.2. Аналитик ва эмпирик усуллар.** Таниб олиш усуллари таниб олиш масаласини ҳал қилишни аналитик ва эмпирик усуллари турли нисбати билан ҳам характерланади. Бош компонентлар таҳлили ва чизиқли дискриминант усуллари матрицали тенгламалар тизимини ечишга ва турли метрикалар бўйича тимсоллар орасидаги масофани аниқлашга асосланган. Эластик графларни таққослаш усулида махсус нуқталар эмпирик мулоҳазаларга асосланиб юз тасвирларини ўқитиш тўпламида белгиланган бўлади.

Таниб олишда нейрон тармоқли усуллар алоҳида ўрин тутаяди. Тармоқни созлаш жараёнида градиентли тушишни аналитик усуллари қўлланилади. Бироқ, бундай созлаш на минимал хатоликга эришиш учун кафолат, на олинган хатоликни оптималдан четга чиқиш баҳосини бермайди. Статистик усуллардан фарқли равишда нейрон тармоқлар ёрдамида олинган ечимлар эҳтимолий эмас, балки ўқитиш тўплами томонидан аниқланадиган ҳақиқатга яқин характер касб этади. Бу каби ҳолат ЯММларида ҳам мавжуд. Ҳар бир модел параметрларини созлаш математик оптималлаштириш усуллари орқали амалга оширилади, бироқ улар аниқ ечимни бермайди.

**2.3. Объектни умумлаштирилган моделдан фойдаланиш.** Ушбу турдаги усуллар номаълум тасвирни ўқитиш тўплами (ёки тасвирлар базаси) билан таққослаш услубига кўра икки синфга ажратади.

Биринчи синф усуллари ҳар бир юз синфини (ёки бир вақтнинг ўзида барча синфларни) умумлаштирилган моделини куриш учун ўқитиш тўпламидан фойдаланади. Буларга турли хил нейрон тармоқлар, чизиқли дискриминантлар, ЯММлари киради.

Иккинчи синф усуллари номаълум тасвирни ўқув танланмасидаги ҳар бир тасвир билан бевосита таққослайди. Бу бош компонентлар усули, эталонларни таққослаш, эластик графларни таққослаш усуллари, оптик оқимни таҳлил қилиш усуллари дидир.

**2.4. Тасвирга дастлабки ишлов беришга бўлган эҳтиёж.** Юзни тасвирдан шахсни таниб олишнинг кўплаб усуллари юз соҳасини марказлаштириш, эталон масштаб ва йўналишга келтириш, пикселлар ёрқинлик гистограммасини текислаш каби кўплаб дастлабки ишлов амалларни



талаб қилади. Бу амалларсиз олинган усуллар кутилган натижани таъминламаслиги мумкин. Бундай усулларга, масалан, юз антропометрик нуқталарини таҳлил қилиш [10], бош компоненталар [8] усули кабилар киради. Бундан ташқари, минимал даражада ишлов беришни талаб қиладиган усуллар ҳам мавжуд. Буларга конволюцион нейрон тармоқлар [11], неокогнитронлар [12] киради.

**2.5. Объект белгилари бўйича таснифлаш.** 2000-йилларнинг бошларида юзларни таққослашни иккита асосий гуруҳлари пайдо бўлди ва улар мос равишда "яхлит ёндашувлар" (ёки "глобал ёндашувлар") ва "белгили ёндашувлар" (ёки "структуравий ёндашувлар") деб аталади [13]. Биринчи ҳолда, юзлар бир-бири билан таққосланадиган бутун тасвир сифатида қаралади. Иккинчи ҳолда, юз тасвиридан локал белгилар, масалан, кўз, бурун ёки оғизни абсолют ёки нисбий ҳолати тўғрисидаги маълумотлар олинади.

Иккала гуруҳ ҳам ўзларини ютуқ ва камчиликларига эга. Яхлит ёндашувлар белгили ёндашувлар билан таққослаганда идеал таниб олиш шароитларида нисбатан юқори ишончилиликни кўрсатади. Белгили ёндашувлар юзни баъзи қисмлари кўринмас ҳолатда (масалан, кийим ёки кўзойнак элементлари билан қопланган) яхшироқ натижа кўрсатади.

**2.6. Тузилмавий ёндашувлар.** Объектни таниб олишнинг тузилмавий ёндашувлари қайта ишланган маълумотлар хусусиятларини автоматик тузатишга асосланган бўлиб, бу қабул қилинадиган хусусиятларга эга таниб олиш тизимини ишлаб чиқишга имкон беради. Иккинчи тоифага маълумотлар ўлчовини камайтириш билан тавсифланадиган усуллар киради.

Объектларни таниб олиш масаласини мураккаблиги характерли белгилар кўп ўлчовли векторлар эканлигидадир. Улар қаралаётган объектларни баъзи хусусиятларини биргаликда тавсифлайди, масалан: текстуралар, моментлар тўплами, гистограммалар ва бошқаларни.

Адаптив усуллар орасида куйидаги усулларни алоҳида ажратиб кўрсатиш мумкин:

- таянч векторлар усули;
- сунъий нейрон тармоқлар;
- яширин Марков моделлари;
- графларда эгилувчан таққослаш усули.

**2.6.1. Таянч векторлар усули.** Таянч векторлар усули (Support Vector Machines, SVM) [14] таснифлаш ва регрессион таҳлил масалаларини ҳал қилишда кенг қўлланилади. SVMдан масалани ечишда фойдаланишдан мақсад "юз" ва "юз эмас" тасвир синфларини белгилар фазосида ажратиб турадиган гипертекисликни қуриш ҳисобланади. Усулнинг асосий ғояси - бу бошланғич векторларни каттароқ ўлчамдаги майдонга ўтказиш ва бу фазода максимал оралиқ билан ажратувчи гипертекисликни излашдан иборат. Бунда синфларни ажратиб турувчи гипертекисликни иккала томонида иккита параллел гипертекисликлар қурилади.

Ажратувчи гипертекислик иккита параллел гипертекисликча бўлган масофани максималлаштирувчи гипертекислик бўлади. Алгоритм ушбу



параллел гипертекисликлар орасидаги фарқ ёки масофа қанчалик катта бўлса, классификаторни ўртача хатолиги шунчалик кичик бўлади деган тахмин асосида ишлайди. Усулни созлаш учун катта вақт сарфлаши ва катта ҳажмдаги хотирани талаб қилиши уни асосий камчилиги ҳисобланади.

**2.6.2. Кўп қатламли нейрон тармоқлар.** КҚНТ архитектураси кетма-кет боғланган қатламлардан иборат бўлиб, бу ерда ҳар бир қатлам нейрони олдинги қатламни барча нейронлари билан киришлари, кейингиси учун чиқиши билан боғланган бўлади [9, 15]. Иккита ҳал қилувчи қатламга эга бўлган нейрон тармоқ ҳар қандай кўп ўзгарувчан функцияни исталган аниқлик билан аппроксимациялаши мумкин.

Битта ҳал қилувчи қатламга эга бўлган нейрон тармоқ чизиқли ажратувчи текисликларни шакллантира олади, бу улар ҳал қиладиган муаммолар доирасини жуда торайтиради, хусусан, бундай тармоқ орқали "инкор қилувчи ЁКИ" каби масалаларни ечишни имкони йўқ.

Чизиқли бўлмаган фаоллаштириш функцияси ва иккита ҳал қилувчи қатлами бўлган нейрон тармоқ ечимлар фазосида ҳар қандай қаварик соҳаларни ва учта ҳал қилувчи қатламли ҳар қандай мураккабликдаги соҳаларни, шу жумладан қаварик бўлмаганларни шакллантириш имконини беради. Шу билан бирга, КҚНТ умумлаштирувчи қобилиятини йўқотмайди.

КҚНТ тармоқ умумий хатолигини минималлаштириш учун вазнлар фазосида градиентли тушиш усули бўлган хатоларни қайта тарқатиш алгоритми ёрдамида ўқитилади. Бунда хатолар (аниқроғи, вазни тузатиш қийматлари) нейронларни боғлайдиган вазнлар орқали киришдан чиқишга тескари йўналишда тарқалади. Бирқатламли нейрон тармоқни энг содда қўлланилиши (автоассоциатив хотира деб аталади) тармоқни кириш тасвирларини қайта тиклашга ўқитиш ҳисобланади.

Синов тасвирини кириш сифатида бериш ва қайта тикланган тасвир сифатини ҳисоблаш орқали тармоқ кириш тасвирини қандай таниб олганлигини тахмин қилиш мумкин. Ушбу усулда тармоқ бузилган ва ҳалақитли тасвирларни тиклаши мумкин, бироқ у жиддийроқ мақсадларга мос келмайди. КҚНТ шунингдек, тасвирларни бевосита таснифлашда қўлланилади. Бунда тасвирни бирон бир кўриниши ёки уни илгари ажратиб олинган асосий хусусиятлари тўплами киришга узатилади ва чиқишда максимал фаолликка эга нейрон таниб олинган синфни кўрсатади, яъни максимал фаолликка эга нейрон (бу ерда биринчи) таниб олинган синфга мансубликни билдиради. Агар ушбу фаоллик маълум бир бўсағадан кичик бўлса, унда тақдим этилган тимсол маълум синфларни ҳеч бирига тегишли эмас деб ҳисобланади.

Ўқитиш жараёни кириш тасвирларини маълум бир синфга мансублиги билан мослигини ўрнатади. Бу "ўқитувчили ўқитиш" деб аталади. Шахсни юз тасвири бўйича таниб олишда ушбу ёндашув юзларни кичик гуруҳи учун киришни назорат қилиш масалаларига мос келади. Бу тимсолларни ўзларини тармоқ томонидан бевосита таққослашни таъминлайди, бироқ синфлар сонини кўпайиши билан тармоқни ўқитиш ва ишлаш вақти экспоненциал ўсиб боради.



Шунинг учун катта маълумотлар базасида ўхшаш шахсни топиш каби вазифалар учун излаш мумкин бўлган асосий хусусиятлар ихчам тўпламини ажратиб олиш талаб қилинади. Хусусан, КҚНТ ёрдамида юз тасвирларини юзни маълум қисмлари (бурун, оғиз, кўз) орасидаги масофа каби хусусиятлар асосида таснифлаш мумкин. Шунингдек, Марков модели билан бирлаштириш каби гибрид тизимлар мавжуд.

Классик КҚНТда қатламлараро нейрон боғланишлари тўлиқ боғланган ва тасвир икки ўлчовли бўлса ҳам, бир ўлчовли вектор сифатида тақдим этилади. Конволюцион нейрон тармоқ архитектураси ушбу камчиликларни бартараф этишга қаратилган. У локал рецептор майдонларини (нейронларни локал икки ўлчовли боғланишини таъминлаш), умумий вазнларни (тасвирни исталган жойида баъзи хусусиятларни аниқлашни таъминлайди) ва фазовий куйи танланмалар билан иерархик ташкил этилишидан фойдаланади.

Конволюцион нейрон тармоқ (convolutional neural network – CNN) масштаб ўзгариши, силжиш, бурилиш, бузилишларга қисман бардошлиликни таъминлайди. Уни архитектураси кўплаб қатламлардан иборат бўлиб, уларни ҳар бири бир нечта текисликка эга ва кейинги қатлам нейронлари фақат олдинги қатлам локал соҳа атрофидаги (шахсни кўриш қобиғидаги каби) оз сонли нейронлар билан боғланган бўлади. Бир текисликни ҳар бир нуқтасидаги вазнлар бир хил (конволюцион қатламлар) бўлади. Конволюцион қатламдан кейин уни ўлчамини локал ўртача ҳисобига камайтирадиган қатлам келади. Сўнг яна конволюцион қатлам ва шу каби такрорланади. Шундай қилиб, иерархик ташкил этишга эришилади. Нисбатан охириги қатламлар тасвир бузилишларига камроқ боғлиқ бўлган нисбатан умумий хусусиятларни ажратиб олади.

Конволюцион нейрон тармоқ стандарт хатоларни тескари тарқалиш усули ёрдамида ўқитилади. КҚНТ ва конволюцион нейрон тармоқни таққослаш таснифлаш тезлиги ва ишончилиги жиҳатидан иккинчисини сезиларли устунлигини кўрсатади. CNNни фойдали хусусиятларидан яна бири иерархияни юқори қатламлари чиқишларида шаклланган хусусиятлар энг яқин кўшнилар (масалан, Эвклид масофасини ҳисоблаш) бўйича таснифлашда кўллаш мумкинлиги ҳисобланади.

CNN ўқув танланмаларида мавжуд бўлмаган тасвирлар учун ҳам бу каби хусусиятларни муваффақиятли ажратиб олиши мумкин. CNN юқори ўқитиш ва ишлаш тезлиги билан бошқалардан ажралиб туради. Ушбу архитектура фазовий объектлар тасвирини таниб олиш соҳасида ишланмалар учун истиқболли ҳисобланади.

КҚНТ шунингдек, маълум бир турдаги объектларни аниқлашда ҳам кўлланилади. Бундан ташқари, ўқитилган ҳар қандай КҚНТ тасвирларни "ўз" синфларига мансублигини маълум даражада аниқлай олади. Бундан ташқари, уни маълум синфларни ишончли аниқлаш учун махсус ўқитилиши мумкин. Бундай ҳолда, чиқиш синфлари белгиланган тимсол турига тегишли ва тегишли бўлмаган синфлар эга бўлади.

**2.6.3. Яширин Марков моделлари.** Марков моделлари турли



жараёнларни моделлаштириш ва тимсолларни таниб олишда кучли восита ҳисобланади [9, 16]. Марков моделлари ўзларини табиатига кўра сигналларни фазо-вақт хусусиятларини бевосита ҳисобга олишга имкон беради ва шунинг учун нутқни таниб олишда, сўнги вақтларда эса тасвирларда (хусусан, юз тасвирларида) кенг қўлланилган. Унда ҳар бир модел N ҳолатлар тўпламини ифодалайди ва у ҳолатлар орасидаги ўтишлар ҳам бўлиши мумкин.

Вақтнинг ҳар бир momentiда тизим аниқ белгиланган ҳолатда бўлади. Энг кенг тарқалган биринчи тартибли Марков моделларида кейинги ҳолат фақат жорий ҳолатга боғлиқ деб тахмин қилинади. Ҳар бир ҳолатга ўтишда моделлаштирилган тизимни чиқишида физик сигналга мос кузатилаётган символ ҳосил бўлади. Модел томонидан генерацияланган натижа узлуксиз бўлиши ҳам мумкин. Шунингдек, барча ҳолатлар учун бир хил символлар тўпламига эга моделлар мавжуд.

Икки ўлчовли Марков моделларини моҳияти бир ўлчовли чизиқли ЯММлардан фарқли равишда тасвир бузилишини ва ҳудудлари нисбий жойлашувини горизонтал ёки вертикал бўйича алоҳида эмас, балки иккала йўналишда ҳам бир вақтнинг ўзида моделлаштиришга имкон бериши ҳисобланади. Ҳисоблаш мураккаблигини камайтириш мақсадида псевдо-икки ўлчовли ЯММдан фойдаланилади. Бундай модел қуйи даражадаги бир нечта чизиқли вертикал моделлардан ва юқори даражадаги битта чизиқли горизонтал моделлардан иборат бўлади. Юқори даражадаги горизонтал модел кириши қуйи даражадаги моделларни чиқиш натижаларини олади.

Юқори даражадаги моделнинг ҳар бир ҳолати мос қуйи даражадаги модел ҳолатлари кетма-кетлигини ўз ичига олади. Қуйи даражадаги моделлар бир-бирига боғлиқ бўлмайди. Дастлаб, юқори даражадаги моделлар вертикал бўлган. Кейинги ишларда юқори даражадаги моделлар горизонтал ҳолатга келтирилган ва бунда вертикал қуйи даражадаги моделлар кўзлар турли баландликларда бўлиши мумкинлигини инобатга олиши мумкин бўлди. Шундай қилиб, псевдо-икки ўлчовли модел локал деформацияларни, шунингдек, тасвир ҳудудлари нисбий ҳолатини инобатга олиш имконини берди. Бироқ, оптик оқимлар ва деформация орқали таққослашни бошқа усулларида фарқли равишда псевдо-икки ўлчовли модел деформациялар моҳиятини ҳам инобатга олади.

Аниқ қандай деформациялар бўлиши мумкинлигини, псевдо-икки ўлчовли ЯММлар ўқитиш жараёнида ўзлаштирадilar. Бошқача қилиб айтганда, кўзга тўғри келадиган ҳудудни ҳеч қачон оғиз жойлашган ҳудудга мослиги текширилмайди.

Моделни бошланғич инициализациялаш ЯММ учун муҳим аҳамиятга эга. Ўқитиш тўпламидаги барча тасвирлар барча моделларни бошланғич инициализацияси сифатида олинади. Кейин ҳар бир синф модели ўз тасвирларига мослаштирилади.

ЯММ фарқлаш қобилиятига эга эмас, яъни ўқитиш алгоритми ҳар бир моделни ўз синфларига жавобини максималлаштириши, бироқ бошқа синфларга жавобни минималлаштирадигани ва бир синфни бошқасидан



ажратиб турадиган асосий белгиларни ажратиб олмаслиги усулни камчилиги ҳисобланади. Шундай қилиб, ўхшаш синфлар бир-биридан кучсиз ажралиб турадиган бўлиб қолиши мумкин. Базани катталашини ёки кенгрок шартларда фойдаланишда ЯММ ишончсиз бўлиб қолиши мумкин.

**2.6.4. Эластик графларни таққослаш усули.** Эластик графларни таққослаш усулининг моҳияти (Elastic graph matching) юз тасвирларини тавсифловчи эластик графларни таққослашга келтиришдан иборат [12, 17]. Ушбу усулда (Elastic Bunch Graph Matching) юз граф кўринишида ифодаланади, бу граф учлари бош, лаб, бурун контурлари ва уларни чекка нуқталари каби юзни асосий нуқталарида жойлашган бўлади. Ҳар бир ёйга учлар орасидаги масофа ўзлаштирилади. Бундай ҳар бир нуқтада Габор функцияси бўйича ёйиш коэффицентлари бешта турли частоталар ва саккизта йўналишлар бўйича ҳисобланади. Бундай коэффицентлар тўплами  $J = \{J_j\}$  джет (jet) деб аталади.

Джетлар тасвир локал ҳудудларини тавсифлайди ва иккита мақсадга хизмат қилади. Биринчидан, икки хил тасвирда берилган соҳада мос нуқталарни топишда, иккинчидан, турли тасвирларни иккита мос ҳудудларини таққослашда қўлланилади. Ҳар хил тасвирларни бир хил соҳасидаги нуқталар учун ҳар бир  $J_j = a_{j_{exp}}(i\phi_j)$  коэффицент нуқта жойлашувини ўзгариши билан аста-секин ўзгариб турадиган  $a_j$  амплитуда ва базис функция тўлқин вектори частотасига пропорционал тезликда айланадиган  $\phi_j$  фаза билан тавсифланади. Шунинг учун, энг содда ҳолатда янги тасвирдан ўхшаш хусусиятларга эга бўлган нуқта қидирилганда ўхшашлик функциясида фаза инobatга олинмайди. Бу ҳолат куйидаги формула орқали тавсифланади.

$$S_a = \frac{\sum_j a_j a'_j}{\sqrt{\sum_j a_j^2 \sum_j a_j'^2}}$$

Ўзгармас бир джетли ва бошқа ўзгарувчан ўхшашлик функцияси диффузия ёки градиент тушиш каби энг содда усуллардан фойдаланган ҳолда қидиришда тез ва ишончли яқинлашувни олиш учун етарлича силлик ҳисобланади. Янада мукамалроқ ўхшашлик функцияларини ўзи фазавий маълумотларни акс эттиради.

Турли ракурслар учун мос келадиган махсус нуқталар ўқитиш тўпламида қўлда белгилаб чиқилади. Бундан ташқари, айнан бир графда битта шахс тасвирини турли хил ўзгаришларини акс эттиришда ҳар бир нуқта учун маълум бир нуқтани турли локал хусусиятларига мос келадиган бир нечта джетлардан фойдаланилади, масалан, очик ва ёпиқ кўзлар. Номаълум юзни таниб олиш жараёни (2) формулада тавсифланган ўхшашлик функциясидан фойдаланган ҳолда  $G'$  юз тасвирини  $B$  тўпламидаги барча бошқа графлар билан таққослашдан иборат:

$$S_b(G', B) = \frac{1}{N} \sum_n \max_m S_\Phi(J_n^I, J_n^{B_m}) - \frac{\lambda}{E} \sum_e \frac{(\Delta x_e^I - \Delta x_e^B)^2}{(\Delta x_e^B)^2}$$

Чап йиғинди фазага сезгир функция ёрдамида ҳисобланган джетлар ўхшашлигини тавсифлайди, ўнг йиғинди эса таққосланган тасвирларни мос учлари орасидаги масофа квадратига мутаносиб топографик мосликни ифодалайди, бунда  $N$  - учлар сони,  $E$  - ёйлар сони,  $\lambda$  - топографик маълумотлар nisбий аҳамияти коэффициентлари.

Юқорида келтирилган усул ракурс  $20^\circ$ гача ўзгарганда ҳам етарлича ишончли таниб олишга қодир, бироқ катта бурчакларда таниб олиш аниқлиги кескин пасаяди, ўхшашлик функцияси синфлараро фарқлардан кўра ракурсга nisбатан сезгир бўлади. Усулни янада ривожлантириш ўқув танланмасини таҳлил қилиш асосида муҳимлик коэффициентларини ажратиб олишдан иборат.

Ҳар бир джет учун симплекс усули ёрдамида муҳимлик коэффициентлари ҳисоблаб чиқилади, сўнг ундан ўхшашлик функциясида фойдаланилади. Муҳимлик коэффициентлари бир хил шахс учун ўхшашлик функциясини максималлаштириш ва ҳар хил шахслар учун минималлаштириш шартлари асосида ҳисобланади. Олдиндан белгиланган асосий нуқталар ва граф тузилмалардан фойдаланилмайдиган ушбу услубни олдинги бошқа кўринишлари ҳам мавжуд. Улардан баъзилари таққослаш учун тасвир устига кўйилган джет панжаралардан фойдаланади.

Номаълум тасвирда мос келадиган нуқталар аниқланади, сўнг аниқланган нуқталар бўйича бузилган панжара қурилади ва энг ўхшаш тасвирни аниқлаш учун уни бузилиш ўлчови ўлчанади. Бошқа усулларда джетларни ажратиб олиш нуқталари олдиндан панжара ҳосил қилади, сўнгра таниб олиш учун энг кам мос бўлган нуқталар ўқитиш жараёнида ташлаб юборилади. Таниб олиш процедурасини юқори ҳисоблаш мураккаблиги ва янги эталонларни хотирада сақлаш ноқулайлиги мазкур усулни асосий камчиликлари ҳисобланади.

### **3. Белгилар тўплами ўлчамларини оптимал қисқартириш усуллари**

Усулларни ушбу бўлимидаги асосий мақсади ҳар бир объектни асосий хусусиятларини акс эттиришга имкон берадиган белгилар тўплами ўлчамларини оптимал қисқартиришни амалга ошириш ҳисобланади.

**3.1. Чизиқли дискриминант таҳлил қилиш усули.** Чизиқли дискриминант таҳлил (Фишер чизиқли дискриминанти) [9] белгилар фазосида синфлараро масофани максималлаштирадаган синф ичидаги масофани минималлаштирадиган тасвирлар фазоларини белгилар фазосига проекциясидан фойдаланади. Ушбу усуллар синфларни чизиқли ажратиш мумкин деб тахмин қилади.

Тасвир фазосини белгилар фазосига проекциялаш учун  $W$  матрицаси куйидаги шартдан танланади (3):



$$W_{opt} = \arg \max_W \frac{W^T S_B W}{W^T S_W W}$$

бу ерда  $S_B$  – синфлараро ва  $S_W$  – синф ичидаги дисперсия матрицаси.

Базис белгилар фазосини ташкил этувчи  $c-1$  тагача векторлар бўлиши мумкин, бу ерда  $c$  - синфларнинг умумий сони. Ҳосил қилинадиган векторлар ёрдамида тасвир фазоси белгилар фазосига ўтказилади.

$S_W \in R^{n \times n}$  матрица билан бевосита ишлаш уни катта ўлчамли бўлгани учун мураккаб бўлади. Бош компонентлар усули ёрдамида ўлчовни қисқартириш мумкин. Навбатдаги ҳисоблашлар нисбатан кичикроқ ўлчовли фазода амалга оширилади.

$$W_{fld} = \arg \max_W \frac{W^T W_{pca}^T S_B W_{pca} W}{W^T W_{pca}^T S_W W_{pca} W}$$

бу ерда  $W_{pca}$  – кичикроқ ўлчовли фазога проекциялаш матрицаси (бош компонентлар фазоси).

Ўқитиш тўплами одатда бир нечта асосий ёруғлик шароитида олинган юз тасвирларидан иборат бўлади. Бу тасвирлардан фойдаланиб чизикли комбинациялар ёрдамида бошқа ҳар қандай ёруғлик шароитларини олиш мумкин бўлади. Ушбу усул турли ёритиш шароитлари, турли хил юз ифодалари ва кўзойнак кабиларни мавжудлиги ёки мавжуд эмаслигида ҳам таниб олишни юқори аниқлигини (96% атрофида) таъминлайди. Шу билан бирга, ушбу усулдан катта маълумотлар базаларидан қидиришда ҳам фойдаланилади, баъзи шахслар учун ўқув танланмаси фақат битта ёритиш шароитида тасвирга эга бўлса, бу усул ишлай оладими ёки йўқми деган саволлар ноаниқлигича қолмоқда.

LDA ёрдамида юзни аниқлаш масаласи учун юз ва "юз эмас" синфлари қуйи синфларга ажратилади. Юқоридаги усул тасвирлар фазосида синфларни чизикли ажралиши ҳақидаги фаразга асосланади. Умуман олганда, бу фараз адолатсиздир. Мураккаб ажратувчи текисликларни қуриш учун энг яхши восита нейрон тармоқли усуллари ҳисобланади.

**3.2. Бош компонентлар усули.** Юзни таниб олиш учун БКУдан [8, 18] фойдаланишнинг асосий ғояси - бу юз тасвирларини бош компонентлари тўплами сифатида ифодаловчи "хос юзлар" тушунчасини киритиш ҳисобланади. Юзни таниб олиш жараёни номаълум тасвир бош компонентларини барча маълум тасвирлар бош компонентлари билан таққослашдан иборат.

БКУдан фойдаланишни асосий афзалликлари катта ҳажмли тасвир маълумотлари базаларида тасвирларни сақлаш ва қидиришда, шунингдек тасвирни қайта тиклашда намоён бўлади. Тасвирга олиш шароитларига қўйиладиган талабларни юқорилиги БКУни асосий камчилиги ҳисобланади.

БКУ ахборот таркибини сезиларли даражада йўқотмасдан маълумотларни сиқишда ҳам қўлланилади. У  $N$  ўлчамли  $x$  кириш векторини

$M$  ( $N > M$ ) ўлчамли  $y$  чиқиш векторига чизиқли ортогонал алмаштиришни амалга оширади. Бунда  $y$  вектор компоненталари ўзаро боғлиқ бўлмайди ва шунинг учун алмаштиришдан кейинги умумий дисперсия ўзгаришсиз қолади.  $X$  матрица ўқитиш тўпламини барча намуна тасвирларидан иборат бўлади.

$$\Lambda = \Phi^T \Sigma \Phi,$$

(5) тенгламани ечиш орқали  $\Phi$  хос векторлар матрицаси олинади, бу ерда  $\Sigma$  –  $x$  учун ковариацион матрица ва  $\Lambda$  – хос сонлар диагонал матрицаси.

$\Phi$  дан  $M$  га мос энг катта хос сонлардан иборат  $\Phi_M$  қуйи матрицани танлаб, қуйидаги ифода ҳосил қилинади:

$$y = \Psi_M^T \tilde{X}$$

бу ерда  $\tilde{X} = X - \bar{X}$  нол математик кутилмага эга бўлган нормаллаштирилган вектор бўлиб, умумий дисперсияни катта қисмини тавсифлайди ва  $x$  нинг энг муҳим ўзгаришларини акс эттиради. Биринчи  $M$ та бош компоненталарни танлаш вектор фазосини бош компоненталарни ўз ичига олган  $F = \{\Phi_i\}_{i=1}^M$  бош (хос) фазога ва уни ортогонал тўлдирувчига  $F = \{\Phi_i\}_{i=1+1}^M$  ажратади.

Шахсни юз тасвири бўйича таниб олиш масаласига қўллаш қуйидагича амалга оширилади. Кириш векторлари юзларни марказлаштирилган ва ягона масштабни тасвирларини акс эттиради. Юз тасвирларини бутун тўплами учун ҳисобланган хос векторлар хос юзлар (eigenfaces) дейилади. Юз тасвирларига татбиқ этиладиган БКУ, шунингдек, хос юзлар усули деб ҳам аталади. Олдиндан ҳисобланган матрицалардан фойдаланиб, кириш тасвири бош компоненталар деб номланган чизиқли коэффицентлар тўпламига ажралади. Тегишли хос векторларга кўпайтириладиган биринчи  $N$  бош компоненталар йиғиндиси тасвирни  $N$ -тартибли аппроксимацияси ҳисобланади.

Мазкур усулда дастлаб ҳар бир юз тасвири учун унинг бош компоненталари ҳисоблаб чиқилади. Одатда 5 дан 200 тагача бош компоненталар олинади. Қолган компоненталар юзлар ва халақит орасидаги кичик фарқларни кодлайди.

Таниб олиш жараёни номаълум тасвир бош компоненталарини бошқа барча тасвирлар компоненталари билан таққослашдан иборат. Бунинг учун одатда бирор метрикадан фойдаланилади (энг содда ҳолат - бу Эвклид масофасидир). Ишончлилики янада ошириш кўз, бурун ва оғиз каби юзини алоҳида ҳудудларига бош компоненталар таҳлилини қўшимча қўллаш орқали эришилади. Бундан ташқари, БКУ тасвирдаги юзни аниқлаш учун ҳам қўлланилади.

Шахслар учун хос фазодаги компоненталар қийматлари катта қийматларга эга ва хос фазони тўлдирувчисида улар нолга яқин бўлади. Ушбу далилдан фойдаланиб кириш тасвирини юз эканлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун қайта қуриш хатолиги қиймати текширилади, агар хатолик қанчалик катта бўлса, у ҳолда уни юз эмаслиги эҳтимоллиги ҳам шунча катта бўлади.

Агар юз тасвирлари тўпламида ирк, жинс, юз ифодалари, ёруғлик каби



фарқлар пайдо бўлса, мос компонентлар пайдо бўлади, уларни катталиги асосан ушбу омиллар билан белгиланади. Шунинг учун мос бош компоненталар қийматлари, масалан, шахсни ирқи ёки жинсини аниқлашда қўлланилиши мумкин. БКУнинг асосий камчиликлари қуйидагилардан иборат.

БКУни қўллаш учун бир хил ёритиш параметрлари, юзни нейтрал ифодаси, кўзойнак ва соқол каби халақитларни бўлмаслиги каби идеаллаштирилган шартларни талаб қилади. Агар ушбу шартлар бажарилмаса, бош компоненталар синфлараро ўзгаришни акс эттирмайди. Масалан, турли хил ёритиш шароитида хос юзлар усули амалда қўлланилмайди, чунки биринчи бош компоненталар асосан ёруғлик ўзгаришини акс эттиради ва таққослашда ёруғлик даражаси ўхшаш тасвирлар ҳосил бўлади.

Хос векторлар тўпламини ҳисоблаш ўта машаққатли ҳисобланади. Улардан бири - тасвирларни қатор ва устунлар бўйича конволюциялашдир. Бу шаклда тасвирни ифодалаш бир неча баробар кичик ўлчамга эга бўлади ва ҳисоблашлар ҳамда таниб олиш тезроқ амалга ошади, бироқ асл тасвирни тиклаш имконсизлигича қолади.

#### 4. Хулоса

Мазкур тадқиқот ишида юз тасвирларини таниб олиш алгоритмлари тадқиқ этилди ҳамда уларни турли таснифлари келтирилди. Натижада, қуйидаги хулосалар шаклланди:

- юзни таниб олиш алгоритмларини кўпчилиги белгилар фазосини аниқлашга қаратилганлиги аниқланди;
- тасвирларни таққослаш усуллари белгилар фазоси бўйича таққослаш, муҳим соҳаларни ажратиш ва топологик ўзгаришларни инобатга олувчи усуллар бўлиб учта асосий гуруҳга ажратилгани келтирилди;
- белгилар фазоси бўйича таққослаш усуллари юқори аниқликни таъминлаши билан бирга, кўп ўқитиш маълумотларини ва катта ҳисоблаш қувватини талаб қилиши кўрсатилди;
- нейрон тармоқлари, яширин Марков моделлари каби замонавий усуллар таниб олишда юқори натижа бераётганлиги таъкидланди;
- таниб олишда яхлит ва белгили ёндашувларни ютуқ ва камчиликлари ўрганилиб, уларни қўллаш ҳолатлари аниқланди;
- дастлабки ишлов бериш жараёни таниб олиш аниқлиги учун муҳим аҳамият касб этиши келтирилди;
- объектларни таниб олиш келажаги когнитив ёндашувларни ривожлантириш ва мослашувчан алгоритмларни яратиш билан боғлиқлиги таъкидланди.

#### Фойдаланилган адабиётлар

1. N. Mamatov, A. Samijonov, N. Niyozmatova, B. Samijonov, K. Erejepov, and O. Jamalov, In 2023 19th International Asian School-Seminar on Optimization Problems of Complex Systems (OPCS) 59 (2023).

2. N. Niyozmatova, N. Mamatov, A.Samijonov, K. Erejepov, I. Narzullayev, Sh. Tojiboyeva. Scientific Collection «InterConf», (195), 381-387 (2024).
3. M. Narzillo, A. Bakhtiyor, K. Shukrullo, O. Bakhodirjon, and A. Gulbahor, 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) 1 (2021).
4. N.Mamatov, K.Erejepov, I.Narzullaev, M.Jalelova, A.Samijonov. Digital transformation and artificial intelligence, 2(2), 78-84 (2024).
5. N.Mamatov, A.Samijonov, K.Erejepov, I.Narzullaev, B.Samijonov. Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Science, 4(3), 29-42 (2024).
6. N. S. Mamatov, M. M. Jalelova, A. N. Samijonov, and B. N. Samijonov, Journal of Physics Conference Series 2697, 012013 (2024).
7. Oka K. , Sato Y. , Koike H. Realtime fingertip tracking and gesture recognition // Proc. IEEE Computer Graphics and Applications.– 2002.–V. 22.– №6.–P. 64–71.
8. Moghaddam B. and Pentland A. Probabilistic Visual Learning for Object Representation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 1997, Vol. 19, P. 696-710.
9. P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, and D. J. Kriegman, “Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection,” IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 19, no. 7, pp. 711–720, 1997.
10. Самаль Д.И., Старовойтов В.В. - Подходы и методы распознавания людей по фотопортретам. - Минск, ИТК НАНБ, 1998, - 54с.
11. Lawrence S, Giles C.L., Tsoi A.C., Back A.D. Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach // IEEE Transactions on Neural Networks, Special Issue on Neural Networks and Pattern Recognition, 1997. P. 1-24.
12. Ф.Уоссермен Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика, 1992-С. 184.
13. P. Viola and M.J. Jones, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features”, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. Volume: 1, pp.511–518.
14. Le Hoang Thai, Vo Nhat Truong// Face Alignment Using Active Shape Model And Support Vector Machine // International Journal of Biometrics and Bioinformatics, 2015. P. 224 – 234.
15. Foltyniewicz R. Efficient High Order Neural Network for Rotation, Translation and Distance Invariant Recognition of Gray Scale Images. Lecture Notes in Computer Science - Computer Analysis of Images and Patterns, 1995, P. 424-431.
16. Прэтт У. Цифровая обработка изображений.–М:Мир, 1982. –Том 2. – С, 792.
17. Мокеев, В. В. О задаче нахождения собственных значений и векторов больших матричных систем / В. В. Мокеев // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1992. – № 32 (10). –



	Ф.Ф.Хамидуллаев, Д.Даминова		
29.	Р.Р. Нурмаматова, О.А. Джураев	Иқтисодиёт тармоқларида технологик жараёнларнинг портлаш хавфини камайтириш чора-тадбирлари	173
30.	О.М. Yo'ldosheva, N.Muqimov, F.F.Xamidullayev	Mahsus himoya kiyimining issiqlikdan himoya qilish qobiliyatini baholash bo'yicha tajriba tadqiqotlari	179
31.	Г.М. Гуломова, М.Б.Арипходжаева, Т.А. Абдувалиев, О.Т.Файзуллаев	Экологические и технологические аспекты угольной промышленности: адсорбционные свойства активированного угля и перспективы минимизации ущерба	185
32.	S. S. Shamansurov, G.M. Gulamova, M.B. Barotov	O'zbekiston respublikasi tog'li hududlarida iqlim o'zgarishi natijasidagi sel va suv toshqinlarining tahlili	192
33.	Н.М.Джумаев	Сел хавфини баҳолашнинг концептуал ва услубий асослари	198
34.	G.I. Ishmuradova	Texnologiya darslarini integratsiyalashgan yondashuv asosida takomillashtirish yo'llari	208
35.	О.Р. Юлдашев, А.Ж. Курбонов	Ишлаб чиқаришда бахтсиз ҳодисаларни текшириш ва жароҳатланиш кўрсаткичларини аниқлаш	217
36.	Б.Т. Ибрагимов, Ў.С.Турдиев, З.Р. Илашов	Энергия иншоотлари биноларида ёнғинларни бартараф қилиш қилиш усули	223
37.	Ў.С. Турдиев, З.Р. Илашов	Энергетика объектлари биноларида ёнғинларни тарқалишини олдини олиш учун куч ва воситаларнинг етарлилигини ва меҳнат хавфсизлигини баҳолаш методикаси	230
38.	Ш. Убайдуллаев, Б. Мадаминов	Оловбардош ва иссиқлик изоляцияловчи деворбоп қурилиш материалларини олиш усулларини такомиллаштириш	241
39.	Ш. Убайдуллаев, Б. Мадаминов	Қурилиш материалларининг иссиқлик изоляцияловчи ва олавбардош турларини олишда кенг қўлланиладиган хомашёларнинг асосий хусусиятлари	247
40.	М.М. Жалелова, В.О.Файзиев	Таниб олиш усулларини алгоритмик хусусиятлари бўйича таснифланиши	252
41.	М.М. Жалелова, Ж.А.Усаров	Шахс юз тасвирларини таснифлаш алгоритмлари	267
42.	Б.Б. Ахраров	Зилзилалар оқибатида табиий газ узатиш тизимидаги аварияларни олдини олиш ва иқтисодий самарадорликга эришиш	278

KAMBAG‘ALLIKNI QISQARTIRISH VA BANDLIK VAZIRLIGI  
XODIMLARINING MALAKASINI OSHIRISH MARKAZI

"INSON KAPITALI VA MEHNATNI MUHOFAZA QILISH"  
ILMIY-AMALIY ELEKTRON  
JURNAL

"ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ОХРАНА ТРУДА"  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ЖУРНАЛ

"HUMAN CAPITAL AND OCCUPATIONAL SAFETY"  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL ELECTRONIC  
JOURNAL

Bosh muharrir:  
A.X.Raxmonov

Bosh muharrir o‘rinbosari:  
R.R.Nurmamatova

Mas’ul kotib:  
X.N.To‘xtaboyev,  
U.B.Qadirov

Manzil: 100102, Toshkent shahri,  
Yangihayot tumani, Lutfikor ko‘chasi 33-uy.  
Tayyorlandi 18.12.2024-y.  
Bichimi A4 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Tayms garniturasini.  
Elektron jurnal.