



O'zbekiston Respublikasi
Raqamli texnologiyalar vazirligi



Raqamli texnologiyalar va
sun'iy intellektni rivojlantirish
ilmiy-tadqiqot instituti



O'zbekiston Respublikasi
Fanlar akademiyasi

BOSHQARUVDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELEKTNING TADBIQLARI: HOZIRGI HOLATI VA KELAJAGI

Respublika ilmiy-texnik anjumani
ma'ruzalar to'plami

Toshkent, 2025-yil 5-6-dekabr

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Сборник докладов
Республиканской научно-технической конференции

Ташкент, 5-6 декабря 2025 г.

Toshkent – 2025

УДК 004.8:35.074.5

ББК 22.18

П 75

Применение цифровых технологий и искусственного интеллекта в управлении: настоящее и будущее : сборник докладов республиканской научно-технической конференции, г. Ташкент, 5-6 декабря 2025 г. / Научно-исследовательский институт развития цифровых технологий и искусственного интеллекта. – Ташкент: НИИ РЦТИИ, 2025. – 328 с.

В настоящем сборнике вниманию читателей представлены доклады, отражающие результаты научных исследований по направлениям интеллектуальной обработки данных и машинное обучения, алгоритмизации и математического моделирования в управлении, разработки прикладных интеллектуальных систем, применения технологий искусственного интеллекта в реальном секторе экономики и социальной сфере. Авторами докладов рассматривается широкий спектр проблем развития технологий искусственного интеллекта. Освещаются вопросы применения цифровых технологий, анализа данных и машинного обучения при решении задач моделирования и управления объектами различной природы. Значительное место занимают исследования, связанные с разработкой математических моделей, вычислительных алгоритмов и программного обеспечения. Содержание сборника ориентировано на научных работников, докторантов, инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, осуществляющих исследования, прикладные разработки, внедрение и эксплуатацию информационно-коммуникационных технологий, а также подготовку специалистов по соответствующим направлениям.

УЎК 004.493

ШАХСНИ УНИНГ ЮЗИ КОМПОНЕНТАЛАРИ ТАСВИРЛАРИ ТАҲЛИЛИ АСОСИДА БИОМЕТРИК ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАШ МУАММОСИ

**Кахаров Ш.С.*

*sh.kaxarov@airi.uz

Ориентал университети, Тошкент, Ўзбекистон.

Аннотация. Ушбу мақолада шахснинг юзи компоненталари (масалан, кўзлар, бурун ва оғиз) таҳлили асосида биометрик идентификация қилиш усулларининг асосий амалий ҳал этилиши зарур бўлган муаммолари кўриб чиқилган. Биометрик тизимларнинг юқори самарадорлигига қарамай, юз таҳлилида пайдо бўладиган қийинчиликлар, жумладан, ёруғлик шароитларининг ўзгариши, юз ҳолати ва окклюзиялар каби омиллар мавжуд бўлганда юзни иерархик тузилган мураккаб объект сифатида қараб унинг таркибий компоненталари таҳлили асосида ишончли шахсни идентификациялаш биометрик тизимларини ишлаб чиқиш бўйича назарий ҳамда амалий ечимлар келтирилган. Мақола биометрик идентификация технологияларининг самарадорлигини ошириш ва уларнинг ишончилигини таъминлаш бўйича таклифлар билан яқунланади, бу эса соҳадаги келажак тадқиқотлари учун муҳим йўналишларни белгилашга маълум даражада хизмат қилади.

Калит сўзлар: тасвирларга ишлов бериш, юз тасвири, локал компонента, идентификация, биометрик тизим, дастурий мажмуа.

1 Кириш

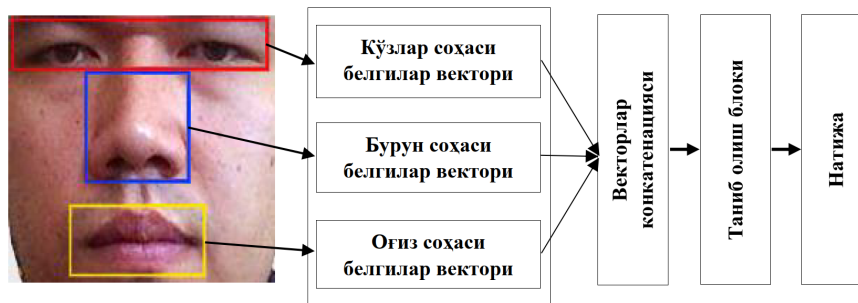
Юзнинг компоненталарини таҳлил қилиш асосида (component-based) юзни таниб олишнинг локал усулларини амалга ошириш билан узвий боғлиқ. Бунда биометрик идентификациялаш тизими асл юз тасвирини қайта ишлашнинг қуйидаги босқичларини кетма-кет амалга оширади.

Биринчи босқичда кирувчи тасвирдан юз соҳасини аниқлаш амалга оширилади. Ушбу босқичнинг мақсади кирувчи тасвирда инсон юзи бор ёки йўқлигини аниқлашдан иборат. Иккинчи босқичда, агар кирувчи тасвирда юз аниқланса, унинг сифатини яхшилаш учун бу тасвирга дастлабки ишлов берилди (Image preprocessing). Бундай ишлов бериш зарурати ёруғлик, бурчак ва юз ифодаларидаги ўзгаришлар юзларни тўғри таниб олишга халақит бериши ва янада ишончли таниб олиш тизимини ишлаб чиқишни қийинлаштириши билан боғлиқ [1]. Учинчи босқичда юз тасвири унинг асосий таркибий компоненталарини (кўзлар, бурун, оғиз ва бошқалар) ўз ичига олган локал соҳаларга бўлинади. Ушбу босқичда ҳал қилиниши керак бўлган асосий вазифа – юзнинг кўрсатилган таркибий компоненталарини ажратиш ва уларнинг шаклларини геометрик хусусиятлар (ўлчамлар ва масофалар) ёрдамида тавсифлаш амалга оширилади. Тўртинчи босқичда юзнинг кўриб чиқилаётган таркибий компоненталарининг информатив тавсифини ифодаловчи белгилар тўпламлари шакллантирилади. Ушбу босқични амалга оширишдан мақсад олдинги босқичда аниқланган юзнинг таркибий қисмларининг информатив тавсифини идентификацион белгилар тўплами орқали шакллантиришдир. Ушбу тўпламларда белгиларнинг сони меъёрдан ортиқча бўлган тақдирда, белгилар фазосининг ўлчамларини қисқартириш муаммоси ҳал қилинади [2,3].

Яқуний, бешинчи босқичда юзни таниб олиш кирувчи юз тасвири учун ҳисобланган белгилар векторини маълумотлар базасида сақланган юз тасвирларининг белгилар векторлари билан таққослаш асосида амалга оширилади. Юзни таниб олишнинг иккита асосий амалий тадбиқи мавжуд, улардан бири идентификация, иккинчиси эса верификация деб аталади.

Идентификацияда, тестлашдан ўтаётган шахснинг юзи тасвири энг эҳтимоллий мосликни аниқлаш учун мавжуд бўлган юз тасвирлари тўплами билан таққосланади, верификация ҳолатида эса, синовдан ўтган шахс юзлар маълумотлар базасидан маълум юз билан таққосланади, якуний қарор “рост” ёки “ёлғон” кўринишида ифодаланади [4].

Юзни унинг локал компоненталари асосида таниб олишнинг мавжуд усуллари амалга оширишнинг мумкин бўлган схемаларидан бири 1-расмда келтирилган.

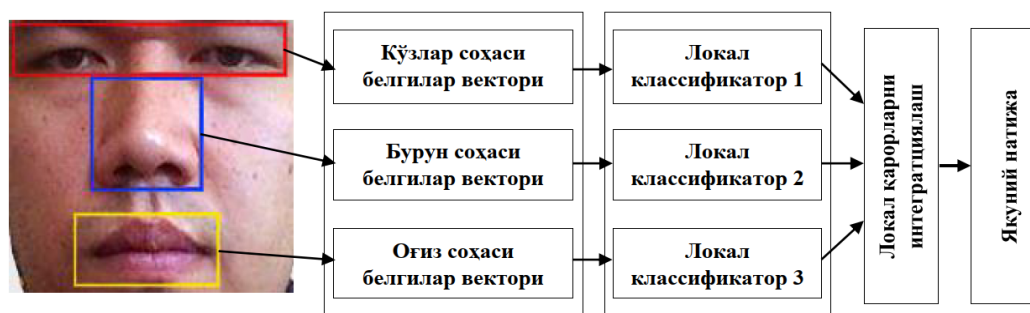


1-расм. Юзни унинг локал компоненталари асосида таниб олишнинг мавжуд усули

Юзни унинг локал компоненталари асосида таниб олиш усуллари бошқаларидан асосан юзнинг айрим таркибий компоненталарини (қошлар, кўзлар, бурун, оғиз ва бошқаларни) ажратиш, таҳлил қилинаётган юз компоненталарининг белгилар тўпламларини шакллантириш (дескрипторлари) ва таниб олиш усуллари билан фарқланади.

Ушбу схема бўйича ажратилган юз компоненталари учун мос белгилар тўпламлари аниқланади. Сўнгра умумлаштирилган белгилар вектори шакллантирилиб, у таниб олиш блокига узатилади.

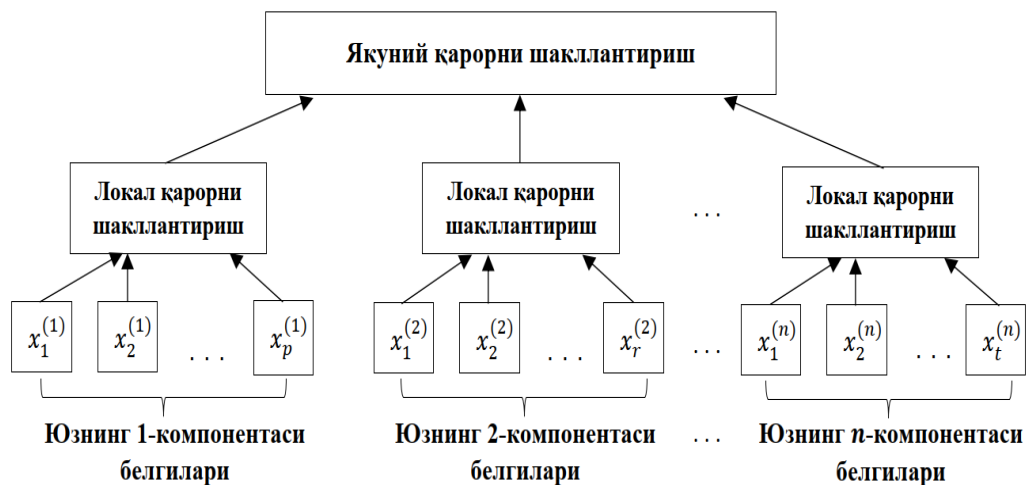
Мазкур ишда 2-расмда кўрсатилган схема кўринишида амалга оширилган юзни компонентлар бўйича таниб олишнинг нисбатан бошқачароқ ёндашуви таклиф этилади. Ушбу схема бўйича, олдинги ҳолатда бўлгани каби (1-расм), танланган юз компонентлари учун, юмшоқ таниб олиш жараёнини амалга оширадиган локал классификаторларнинг киришига бериладиган тегишли белгилар векторлари ҳосил қилинади. Кейинчалик, тизим ушбу классификаторларни амалга ошириш натижаларини интеграциялаш асосида таниб олинган юз учун якуний ечимни шакллантиради.



2-расм. Юзни унинг локал компоненталари асосида таниб олишнинг таклиф этилаётган усули

Иккинчи схема, биринчи схема билан солиштирганда юзни компонентлар бўйича таниб олишни амалга ошириш, бир қатор афзалликларга эга, уларнинг асосийси локал классификаторлардан фойдаланиш асосида бириктирилган вазнлари билан тақдим этилувчи номзодлар рўйхати шаклидаги локал қарорлар қабул қилиниши мумкин. Бундай қарорларнинг қабул қилиниши тизимнинг барқарорлигини таъминлайди, яъни ҳар қандай локал классификаторнинг киришидаги кичик ўзгаришлар унинг чиқишида ҳам, бутун тизимнинг якуний чиқиш қарорларида ҳам сезиларли ўзгаришларга олиб келмайди.

2-расмда кўрсатилган схемани амалга ошириш учун, 3-расмда кўрсатилган компоненталар бўйича юзни таниб олиш кўп поғонали қарор қабул қилиш тизимини ишлаб чиқиш талаб қилинади.



3-расм. Компоненталар бўйича юзни таниб олишда кўп поғонали қарор қабул қилиш тизими тузилмаси

Ушбу тизимнинг биринчи поғонасида, ҳар бир юз компонентаси учун белгиларнинг ишчи луғати шакллантирилади. Масалан, j -компонента учун бундай луғат $X_j = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_n^{(j)})$ белгилар вектори кўринишида ифодаланади ва j -компонентани тавсифлаш учун n -ўлчовли белгилар фазосини ҳосил қилади.

Иккинчи поғонада ҳар бир юз компонентаси учун ушбу компонента тасвирининг берилган маълум синфлардан бирига тегишлилиги тўғрисида локал қарорлар шакллантирилади.

Учинчи поғонада локал қарорлар асосида таниб олинаётган юз бўйича якуний қарор шакллантирилади.

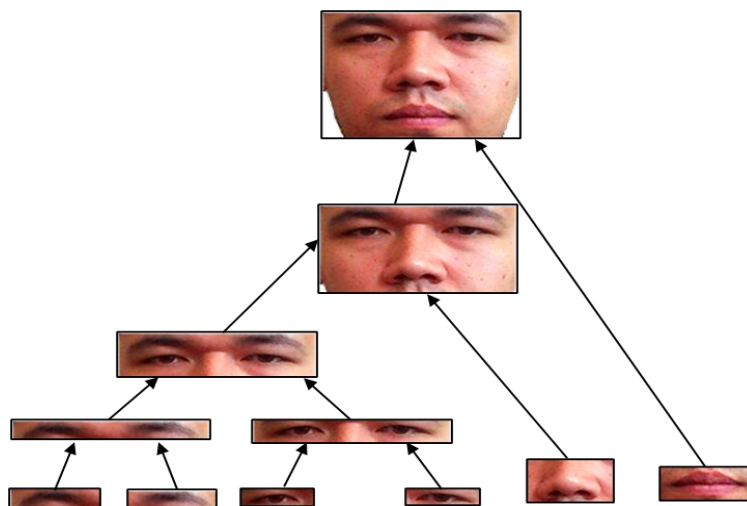
Юзни таниб олиш бўйича кўриб чиқилаётган кўп поғонали қарор қабул қилиш тизими бир қатор афзалликларга эга, уларнинг асосийлари, биринчи навбатда, таниб олиш тизимнинг ёруғлик шароитлари ва юз ифодаси ҳамда бош йўналишининг ўрнатилган чегараларидаги ўзгаришларга барқарорлиги, иккинчидан, юз компоненталарини параллел таниб олишни ташкил этиш ҳисобига тизим ишлаш тезлигининг юқори бўлиши.

Мазкур тадқиқотларнинг асосий мақсади юзни таниб олишда кўп поғонали қарор қабул қилиш тизими алгоритмик таъминотини ишлаб чиқишдан иборат.

2 Асосий қисм

Кўп поғонали тизимнинг асосий вазифаси мураккаб иерархик тарзда ташкил топган объектни таниб олишдан иборат (4-расм). Бундай объект иерархиянинг турли поғоналардаги элементларининг бирлашувидир. Алоҳида элементлар бирлашмаси олдинги поғонадаги элементлар тўпламидан иборат бўлиб, ўз навбатида, юқори поғонадаги элементлар бирлашмасига ажралмас қисм сифатида киритилади, яъни таниб олинган объект рекурсив тузилишга эга бўлади [5].

Тизимнинг i -поғонасидаги ҳар бир элемент чекли ҳолатлар тўпламидан бирида бўлиши мумкин, турли поғонадаги элементларнинг ҳолатлар сони эса, одатда, ҳар хил бўлади. Объектнинг ҳолати унинг таркибий қисмлари ҳисобланган барча поғоналардаги элементларнинг умумий ҳолати билан белгиланади. Айнан мана шу ҳолат таниб олиш предмети ҳисобланади.



4-расм. Мураккаб таниб олиш объектининг иерархик тузилиши

Объектнинг мумкин бўлган ҳолатлари сони жуда катта ва уни фақат иерархиянинг энг юқори поғонасини таҳлил қилиш орқали таниб олиш юқори аниқликка эга бўлмайди. Шунинг учун бундай мураккаб объектни таниб олиш унинг алоҳида компоненталарини таниб олиш орқали амалга оширилади. Шундай қилиб, таниб олиш тизими архитектураси аслида таниб олинадиган объектнинг тузилиши ва ҳар бир поғонада мавжуд бўлган у ҳақидаги маълумотлар билан белгиланади. Тизимнинг ишлаш принципини тавсифлаш учун унинг қандайдир поғонадаги компонентасини таниб олишни амалга ошириш ва натижаларни рекурсив равишда тизимнинг барча поғоналарига кенгайтириш мумкин.

Инсон юзи асосий компоненталар (қошлар, кўзлар, бурун, оғиз ва бошқалар) билан ифодаланган мураккаб иерархик тарзда ташкил топган объект эканлигини, ўз навбатида улар алоҳида компонентлар сифатида ифодаланиши мумкинлигини ҳисобга олсак, юзни таниб олиш тизимини иерархик тузилма сифатида тавсифлаш мумкин [6].

4-расмдан кўриниб турибдики, иерархиянинг биринчи поғонаси “чап қош”, “ўнг қош”, “чап кўз”, “ўнг кўз”, “бурун”, “оғиз” компоненталари билан ифодаланади. Иерархиянинг кейинги (иккинчи) поғонаси “чап қош + ўнг қош”, “чап кўз + ўнг кўз” компоненталар бирлашмасини ўз ичига олади. Учинчи поғона қуйи поғонадаги компоненталарнинг бирлашуви билан ифодаланган иерархик тарзда ташкил топган компоненталар тўпламини ифодалайди. Тўртинчи даражада, учинчи даражали иерархик тарзда ташкил топган компоненталар тўплами ва “бурун” оддий компонентаси бирлаштирилади. Иерархиянинг энг юқори поғонаси бутун юзни тавсифлайди ва пастки поғонадаги таркибий қисмларнинг ва оддий “оғиз” компонентаси бирлашиши билан ифодаланади.

2.1 Муаммонинг амалий ва дастурий ечими

Юқорида қўйилган мақсад ва вазифаларларни амалга ошириш учун юзни кўп поғонали таниб олиш асосида шахсларни биометрик идентификациялаш дастурий мажмуаси ишлаб чиқилди. Ушбу бўлимда таклиф этилган ва мавжуд ёндашувларни дастурий шаклда амалга ошириш натижаларининг батафсил тавсифи ҳамда ушбу дастурий мажмуани ташкил этувчилари ҳисобланган ҳар бир асосий модулдан фойдаланиш бўйича қисқача йўриқнома келтирилган.

“ML-FaceRecognition” дастурий мажмуаси мулоқот ойналар режимида ишлаш имконини бериш билан бир қаторда, фойдаланувчи учун визуал-интуитив тушуниш мумкин бўлган ихчам график интерфейсга эга. Дастурий мажмуа фойдаланувчига мазкур мақолада таклиф этилган ва мавжуд ёндашувларнинг алгоритмик натижаларини баҳолаш, мазкур натижаларни график тақдим этиш, параметрлаштириш бўйича визуал имкониятларни тақдим этади. Дастурлар мажмуасидан иқтисодиётнинг турли тармоқлари ташкилотларида ахборот

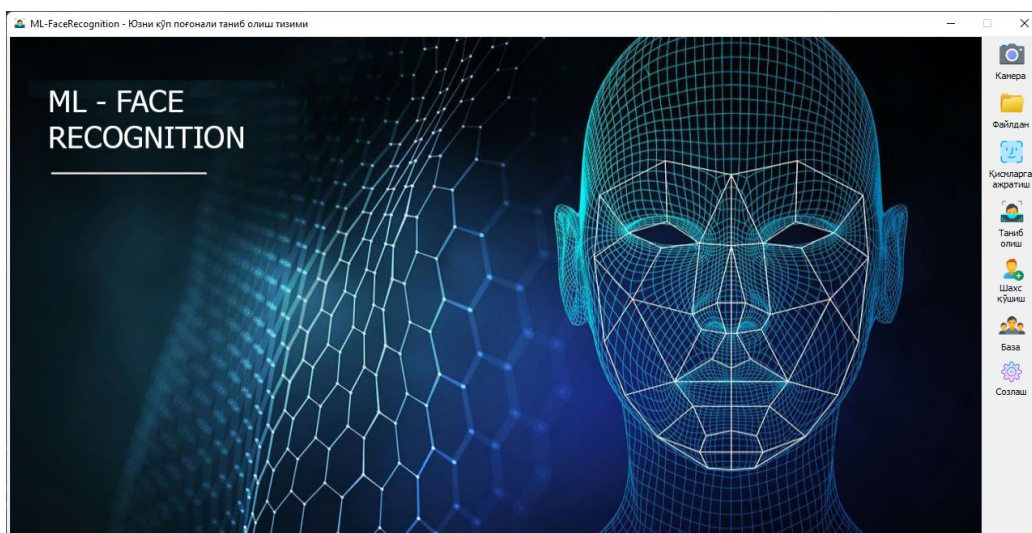
тизимлари ва махсус хоналарга киришни назорат қилиш, криминалистика, ҳуқуқни муҳофаза қилиш соҳаларида ҳамда бошқа мақсадларда фойдаланиш мумкин.

Юзни таниб олиш кўп поғонали тизими учун ишлаб чиқилган дастурий мажмуани куйидаги асосий қисмларга ажратиш мумкин:

- юз ва унинг асосий компоментларининг тасвирлари ва идентификацион белгиларни сақлаш учун маълумотлар базаси;
- юз тасвирларидан юз соҳасини аниқлаш ва уни локал компоненталар жойлашган соҳаларга декомпозиция қилиш қисми;
- юз компоненталари тасвирларидан белгилар тўпламларини шакллантириш қисми;
- юз компоненталари тасвирларини таниб олиш қисми (локал классификаторлар ёрдамида компоненталар тасвирлари орасидаги ўхшашликни баҳолаш асосида локал қарорларни шакллантириш);
- локал классификаторлар натижаларини бирлаштириш асосида идентификацияланувчи шахс бўйича якуний қарорни шакллантириш қисми;
- тажрибавий тадқиқотларни амалга ошириш ва баҳолаш қисми (график кўринишда тажрибавий тадқиқотлар натижаларини акс эттириш).

Дастурий мажмуа очиқ кодли дастурлаш тиллари оиласига кирувчи “Python” дастурлаш тили ёрдамида “OpenCV” кутубхонасидан фойдаланиш орқали “PyCharm” дастурлаш муҳитида ишлаб чиқилган. “Python” дастурлаш тили юқори даражадаги дастурлаш тили ҳисобланади ва у ўзида бугунги кунда машинавий ўқитиш алгоритмларини, маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш, қайта ишлаш ва тажрибавий тадқиқотларни амалга оширишда кўп сонли кутубхоналарни тақдим этади.

Дастурий мажмуа фойдаланувчи томонидан мураккаб созлашларни талаб қилмайдиган шаклда ишлаб чиқилган, ва у тез ишга туширилади ва интуитив тарзда бошқарилувчи имкониятларни тақдим этади. Замонавий интерфейси билан дастур фойдаланувчиларга қулай бўлиб, шахсларни рўйхатдан ўтказиш, юз тасвирларини олиш, юзнинг асосий компоненталарини ажратиш, белгилар фазосини шакллантириш ва шахсларни идентификациялаш каби бир қатор имкониятларга эга. Дастурий мажмуанинг фойдаланувчи билан мулоқот интерфейси “PyQt5” кутубхонасини қўллаш асосида ишлаб чиқилган [7]. Дастурий мажмуани ишга туширилганида, дастлаб экранда 5-расмда кўрсатилган асосий ойнаси пайдо бўлади.



5-расм. Дастурий мажмуанинг асосий ойнаси

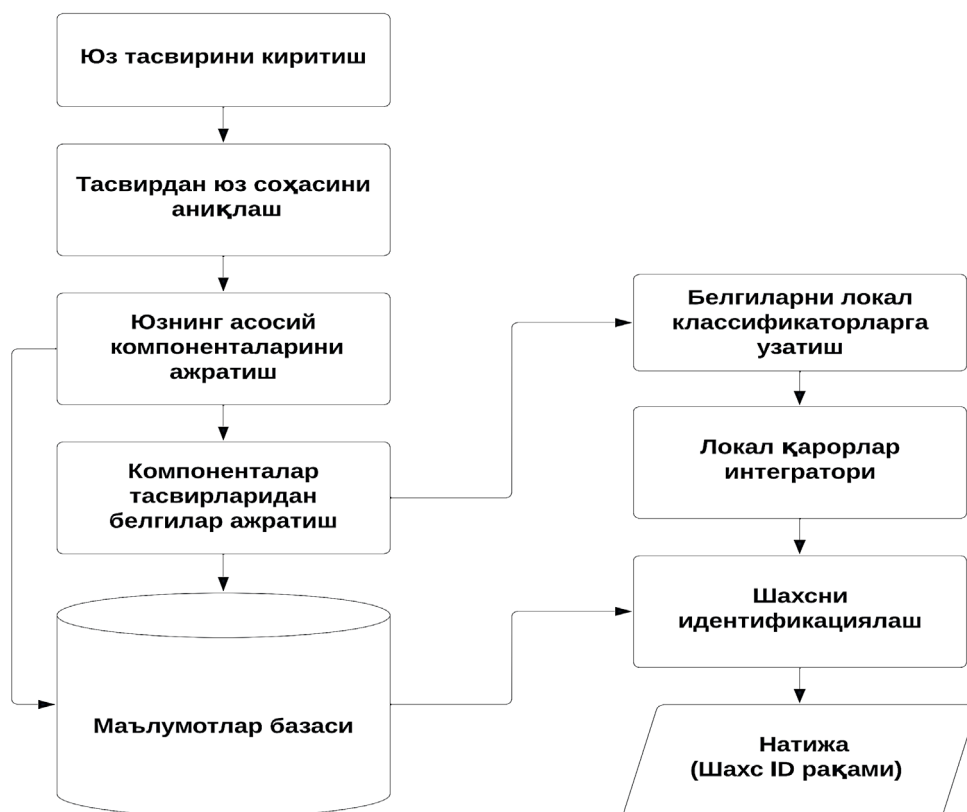
6-расмда модуллик тамойилига кўра ишлаб чиқилган шахсларни юз тасвирлари асосида биометрик идентификациялаш дастурий мажмуасининг умумий ташкилий схемаси келтирилган.

Юзни тасвирга олиш модули (M1). Бу модулда тасвирни қайд этиш куйидаги икки усулда амалга оширилади: ўрнатилган камералар ва веб-камералар ёрдамида; доимий хотирада сақланаётган мавжуд юз тасвирлари файллари ёрдамида. Бу модулда юз тасвири фронтал ва имконият даражасида окклюзияларсиз олиниши талаб этилади. Тасвирларни олиш усуллари орқали олинган шахсларнинг тасвири мажмуанинг M2 модулига узатилади.

Тизимдан фойдаланувчи шахсларни рўйхатга олиш жараёнида (тизимни ўқитишда) ҳар бир рўйхатга олинувчи шахснинг турли шароитларда олинган бир нечта (5 та, 10 та, 20 та ва ҳ.к.) юз тасвирларидан ўқув танланмаси сифатида фойдаланилади.

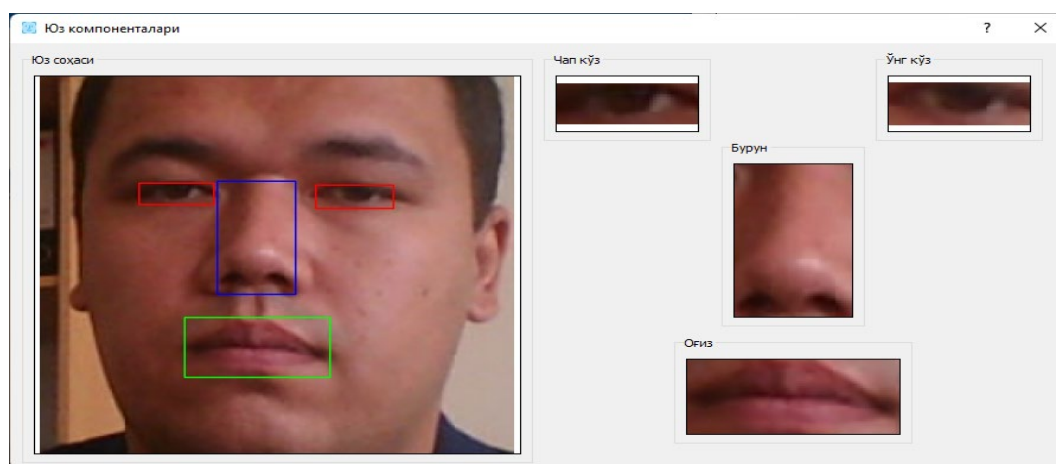
Олинган тасвирдан юз соҳасини аниқлаш ва юз соҳасининг асосий компоненталари жойлашган соҳаларни ажратиш модули (M2). Ушбу модулда M1 модулдан олинган номаълум шахснинг юз тасвирдан юз соҳасини Виола-Джонс алгоритми асосида аниқлаб олинади. Аниқланган юз соҳасидан юз компоненталари тасвирлари юз компоненталари жойлашган соҳаларни юқори аниқликда ва тезкор ажратишни таъминловчи такомиллаштирилган Виола-Джонс алгоритми ёрдамида ажратиб олинади ҳамда бу тасвирлар M3 модулга узатилади.

Тизимдан фойдаланувчи шахсларни рўйхатга олиш жараёнида (тизимни ўқитишда) ушбу шахсларга тегишли бўлган бир нечта юз тасвирларининг (ўқув танланмасининг) ҳар биридан ажратиб олинган компоненталар алоҳида тасвирлар сифатида маълумотлар базасида ҳар бир шахс учун ажратилган жойга сақланади.



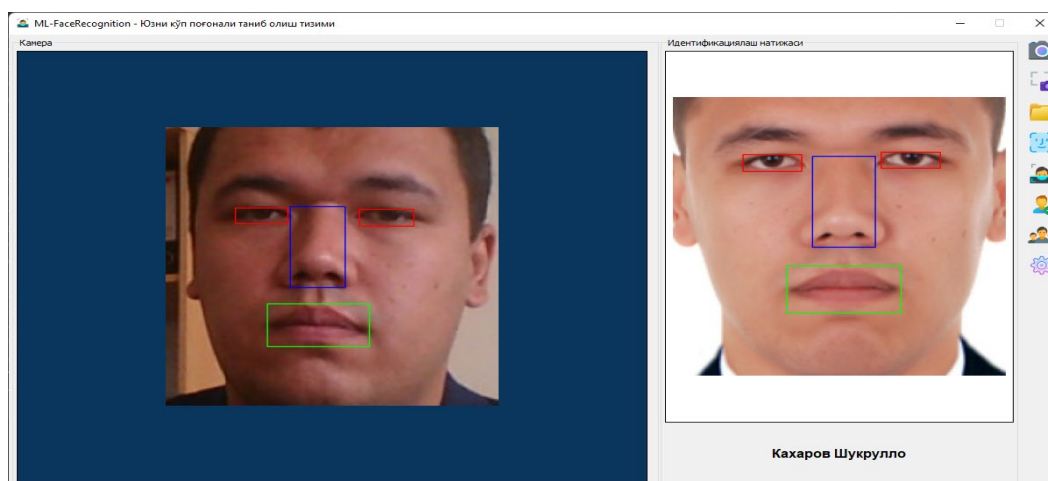
6-расм. Дастурий мажмуанинг умумий ишлаш схемаси

7-расмда кирувчи юз тасвирдан юз соҳасини аниқлаш ва юзнинг асосий компоненталарини ажратиб олишнинг визуал натижалари келтириб ўтилган.



7-расм. Юз соҳасидан юзнинг асосий компоненталарини ажратиб олиш ойнаси

8-расмда тизимга кировчи шахснинг юзи асосий компоненталри тасвирини тизимдан рўйхатдан ўтган фойдаланувчиларнинг мос тасвирлари ўхшашлигини баҳолаш ва локал қарорларни интеграциялаш асосида биометрик идентификациялаш жараёнининг натижаси келтирилган.



а)

б)

8-расм. Идентификациялаш натижаси ойнаси: а) тизимга кировчи юз тасвири; б) идентификациялаш натижаси.

3 Тажрибавий тадқиқотлар

Юзни таниб олиш кўп поғонали тизимини куриш ёндашуви бўйича шахсларни юз тасвирлари асосида биометрик идентификациялаш масаласини ечиш учун мавжуд ва ишда таклиф этилган алгоритмларини тажрибавий синовлардан ўтказиш ва тадқиқ қилиш орқали самарадорлиги аниқлашда FERET [8], ORL [9], Faces95 [10] каби халқаро очик турдаги фронтал юз тасвирлари базалари ҳамда Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни ривожлантириш илмий-тадқиқот институтида бажарилаётган ФЗ-20200929308 рақамли “Ахборот хавфсизлигини таъминлаш тизимларида фойдаланувчиларни биометрик авторизациялашнинг интеграллашган технологиялари назарий асосларини яратиш” фундаментал лойиҳа доирасида яратилган оддий шароитда олинган “LAB DPS” юз тасвирлари базасидан фойдаланилган. Мазкур юз тасвирлари базалари ҳақидаги батафсил маълумот 1-жадвалда келтириб ўтилган.

Тажрибавий тадқиқотлар учун қуйидаги техник характеристикаларга эга шахсий компьютер ишлатилган: процессор Intel(R) Core (TM) i9-10900K CPU @ 3.70GHz, видео карта Nvidia GeForce RTX 3090 24 Гб, тезкор хотира 64 Гб.

1-жадвал. Юз тасвирлари маълумотлар базалари

Юз тасвирлари маълумотлар базаси	Шахслар сони	Тасвирлар сони	Ўлчамлар (пикселларда)
FERET	69	1187 (11094)	256×384
ORL	40	400	92×112
Faces95	72	1440	180×200
LAB DPS	15	450 (9806)	210×250

2-расмда кўрсатилган юзни таниб олиш схемасига мувофиқ 2-жадвалда юзнинг асосий компоненталари (кўзлар, бурун, оғиз) комбинацияларини таниб олиш натижасида олинган, [6] ишда таклиф этилган локал классификатор қарорларини интеграциялаш натижалари келтирилган. Интегратор сифатида [11] ишда таклиф этилган кўп поғонали ёндашув асосида ишлаб чиқилган нейротармоқли интегратор (Интегратор 1), [12,13] ишларда таклиф этилган нейротармоқли интегратор, Байес (Интегратор 2) ва лог-чизиқли (Интегратор 3) интеграторларидан фойдаланилган. Ушбу натижалар “ML-FaceRecognition” дастурий мажмуасидан фойдаланиш асосида олинган.

2-жадвал. Локал классификаторлар қарорларини интеграциялаш натижалари

Интегратор	Таниб олиш аниқлиги		
	Биринчи соҳа (кўзлар + бурун)	Иккинчи соҳа (бурун + оғиз)	Учинчи соҳа (кўзлар + бурун + оғиз)
Интегратор 1	0,951	0,895	0,973
	0,917	0,881	0,936
Интегратор 2	0,923	0,886	0,945
	0,912	0,878	0,927
Интегратор 3	0,938	0,891	0,954
	0,915	0,883	0,938

2-жадвалдаги натижалардан кўринадики, [11] ишда таклиф этилган ёндашув асосида ишлаб чиқилган нейротармоқли интегратор (Интегратор 1) қаралаётган юз компоненталари асосида юзни таниб олишда энг яхши натижани кўрсатди (Учинчи соҳа бўйича). Бундан ташқари, биринчи соҳанинг таниб олиш сифати иккинчи соҳага қараганда яхшироқлиги маълум бўлди. Бу юзнинг юқори қисми пастки қисмига нисбатан кўпроқ информативликка эгаллиги билан асосланади. Биринчи соҳа ва иккинчи соҳаларни таниб олиш сифатининг етарлича яқин қийматлари таклиф этилаётган юзни таниб олиш тизимининг қуйида келтирилган қисман окклюзиялар содир бўлганда ҳам етарлича самарадорлик кўрсаткичларини сақлаб қолишини кўрсатади:

– кўзлар ёпиқ ҳолатда, масалан, қуюқ кўзойнак билан (бунда Иккинчи соҳа амалда бўлади);

– оғиз соҳаси, масалан, қалин соқол, тиббий ниқоб ёки шарф билан қопланган ёки берк бўлган ҳолатларда (бунда Биринчи соҳа амалда бўлади).

4 Хулоса

Мазкур мақолада шахсни унинг юзи компоненталари таҳлили асосида биометрик идентификациялаш муаммоларини ҳал этиш мақсадида юзни таниб олиш кўп поғонали тизимларини қуриш ёндашуви асосида шахсларни биометрик идентификациялаш учун мавжуд ва таклиф этилган алгоритмларни ягона график интерфейсга бирлаштирувчи дастурий мажмуа ишлаб чиқиш имкониятлари тавсифи келтирилган. Дастурий мажмуани ишлаш принципи ва таркибий қисмлари, уни тажрибавий тадқиқотларда қўллаш натижалари батафсил баён этилган. Ушбу дастурий мажмуадан шахсни биометрик идентификациялаш асосида махсус хоналар ва ёпик худудларга киришни назорат қилиш билан боғлиқ модели ва амалий масалаларни ечишда фойдаланиш шахсни унинг юзи компоненталари тасвирларини таҳлил қилиш асосида таклиф этилган ва такомиллаштирилган алгоритмларнинг самарадорлигини баҳолаш орқали ишончли биометрик тизимларни ишлаб чиқиш имконини беради.

Адабиётлар

- [1] *Jain A.K., Ross A., Prabhakar S.* An introduction to biometric recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – Vol. 14. – No. 1. – Pp. 4-20. – URL: <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2003.818349>.
- [2] *Кахаров Ш.С., Уринов Э.М.* Шахсни юз тасвири орқали идентификациялашда кўп поғонали биометрик тизим қуриш масаласи ва ечимлари. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. – Тошкент. – 2021. – № 4(18). – Б. 32-36.
- [3] *Opanassenko V. M., Fazilov S. K., Mirzaev O. N., Kakharov S. S.* An Ensemble Approach To Face Recognition In Access Control Systems. Journal of Mobile Multimedia. –Vol. 20(03). – Pp. 749–768. – URL: <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.20310>
- [4] *Фозилов Ш.Х., Кахаров Ш.С.* Шахсни биометрик идентификациялаш масалаларида юз тасвирини локал соҳаларга декомпозиция қилиш муаммолари. Информатика ва энергетика муаммолари Ўзбекистон журнали. – 2021. – № 6.– Б. 3-17.
- [5] *Раджабов С.С., Кахаров Ш.С., Рахмонов Э.Д.* Шахсни биометрик идентификациялаш кўп поғонали тизими. “Информатика ва энергетика муаммолари” Ўзбекистон журнали. – 2019. – № 2. – Б. 57-59.
- [6] *Fazilov Sh.Kh., Mirzaev O.N., Kakharov Sh.S.* Building a local classifier for component-based face recognition. The 14th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction (IHCI-2022). October 20th-22nd, 2022 TUIT. – Tashkent, Uzbekistan. – Pp. 11-26.
- [7] Python – OpenCV and PyQt5 together. – URL: <https://www.udemy.com/course/python-opencv-and-pyqt5-together/>
- [8] Color FERET Database. NIST. – URL: <https://www.nist.gov/itl/products-and-services/color-feret-database>
- [9] The Database of Faces ORL. – URL: <https://cam-orl.co.uk/facedatabase.html>
- [10] Frontal Face Database of Facial Images: Faces95. – URL: <https://cmp.felk.cvut.cz/~spacelib/faces/faces95.html>
- [11] *Opanassenko V.M., Fazilov S.K., Radjabov S.S., Kakharov S.S.* Multilevel Face Recognition System. Cybernetics and Systems Analysis. –Vol. 60. – Pp. 146–151. – 2024. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10559-024-00655-w>
- [12] *Горский Н., Анисимов В., Горская Л.* Распознавание рукописного текста: от теории к практике. – СПб.: Политехника, 1997. – 126 с.
- [13] *Mohandes M., Deriche M., Aliyu S.O.* Classifiers Combination Techniques: A Comprehensive Review. IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – Pp. 19626-19639. – URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2813079>.

Бекмуратов Т.Ф.	
Интеллектуализация базовых платформ цифровой экономики	7-12
Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т.	
Нейро - нечеткий алгоритм синтеза систем нечеткого вывода	13-21
<i>Мухамедиева Д.Т.</i>	
Синергия искусственного интеллекта и квантовых вычислений	22-27
<i>Kamilov M.M. , Yusupov O.R. , Tojiboyev B.M. , Ravshanov A.A.</i>	
Masofadan zondlash tasvirlarini intellektual tahlil qilish uchun algoritmik ansamblga asoslangan yondashuv	28-36
<i>Бабомуратов О.Ж., Асатов Т.Н., Матчонов Ш.М.</i>	
Элементы предварительной обработки данных на основе архитектуры VI-системы	37-46
<i>Асқаров Қ.А., Маматов Н.С., Мухамедиева Д.Т.</i>	
Тасвирлар асосида ҳаводаги зарралар кўрсаткичлари қийматларини башоратлаш	47-51
<i>Кахаров Ш.С.</i>	
Шахсни унинг юзи компоненталари тасвирлари таҳлили асосида биометрик идентификациялаш муаммоси	52-60
<i>Mirzayev N, Tillavoldiyev A.O.</i>	
Tanib olish masalasida k-o'Ichovli bo'sag'aviy funksiyalar asosida representativ psevdoobyektlar to'plamini shakllantirish	61-66
<i>Rakhimov N.O., Khasanov D.R.</i>	
Enrichment the knowledge base with numerical predicates for selecting a second crop type	67-72
<i>Yusupov O.R., Rashidov X.Sh., Xandamov Y.X.</i>	
Relevant belgilarning qism to'plamini tanlashning gibrid yondashuvga asoslangan algoritmi	73-78
<i>Muxamediyeva D.T., Raupova M.H.</i>	
Kvant kalit almashinuvi, elliptik egri chizikli kriptografiya va blockchain asosida xavfsiz axborot uzatish modeli	79-83
<i>Yusupov O.R., Xandamov Y.X.</i>	
Umumlashgan xos son masalasida singulyar holatlarni yechishning svd usuliga asoslangan yondashuvi	84-90
<i>Абдуллаев Ш.Ш., Ким К.К.</i>	
Современные методы выявления синтетической речи с использованием механизмов внимания	91-98
<i>Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Asqarov Q.A.</i>	
Real vaqtli ekologik monitoring va xavf zonalarini aniqlash	99-106
<i>Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Turakulova Sh.A.</i>	
Blokli metrik tahlil asosida ko'z tubi tasvirlarini sifatini baholash	107-114
<i>Маматов Н.С., Жалелова М.М., Файзийев В.О.</i>	
Тиббий тасвирларни таҳлил қилиш дастурий таъминотлари	115-120
<i>Tojiboyev B.M.</i>	
Tuproq sho'rlanishini baholash algoritmlari	121-129
<i>Маматов Н.С., Кодиров Э.С.</i>	
ИТД ва SMPD базаларини бирлаштириш асосида шахсни идентификациялаш CCNET ёндашуви	130-135
<i>Маматов Н.С., Мухиятдинов Ж.К.</i>	
Нутқни матнга ўтказиш иловалари	136-141