

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**НУРЖАНОВ ФУРҚАТБЕК РЕЙИМБЕРГАНОВИЧ**

**ШАХС ЮЗИ ТАСВИРИГА КЎРА ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАШНИНГ**  
**МАТЕМАТИК ВА ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ**

05.01.04 - Ҳисоблаш машиналари мажмуалари ва компьютер тармоқларининг математик  
ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)  
диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии(PhD) по  
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

**Нуржанов Фуркатбек Рейимберганович**

Шахс юзи тасвирига кўра идентификациялашнинг математик

ва дастурий таъминоти..... 3

**Нуржанов Фуркатбек Рейимберганович**

Математическое и программное обеспечение идентификации личности по  
изображению лица.....21

**Nurjanov Furqatbek Reyimberganovich**

Mathematical and program software of image identification of human  
face.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published work.....43

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**НУРЖАНОВ ФУРҚАТБЕК РЕЙИМБЕРГАНОВИЧ**

**ШАХС ЮЗИ ТАСВИРИГА КЎРА ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАШНИНГ**  
**МАТЕМАТИК ВА ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ**

05.01.04 - Ҳисоблаш машиналари мажмуалари ва компьютер тармоқларининг математик  
ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (Phd) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/Т445 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгашининг веб-саҳифаси (www.tuit.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълми порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Зайнидинов Хакимжон Насиридинович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Мўминов Баходир Болтаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Рахимов Бахтиёр Саидович**  
техника фанлари номзоди

**Етакчи ташкилот:** **«UNICON.UZ» фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари маркази**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 й. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ да соат \_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй.Тел.:(99871)238-64-43, факс: (99871)238-65-52, e-mail:tuit@tuit.uz).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй.Тел.:(99871)238-65-44.

Диссертация автореферати 2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси)

**Р.Х.Хамдамов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Ф.М.Нуралиев**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

**Б.Б.Мўминов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда замонавий компьютер технологиялари ёрдамида тасвирларга ишлов бериш, қайта ишлаш, юз тасвири асосида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тизимларининг масалаларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш ҳамда биометрик технологияларни ривожлантириш жараёнида янада мураккаб объектларни ўрганишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада биометрик технологиялар асосида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тизимларига бўлган талаблар кескин ортиб бормоқда, жумладан, аэропортлар ва метрополитенлардаги назорат, бирор бинога ёки дастурга кириш, видеокузатувлар, криминалистика ҳамда бошқа бир қатор соҳаларда кенг қўлланилиб келинмоқда. Бугунги кунда бу соҳа йўналиши бўйича кўпгина хорижий мамлакатларда, жумладан, АҚШ, Германия, Россия Федерацияси, Хитой, Япония, Англия, Жанубий Корея ва бошқа давлатлардасвирларга ишлов бериш, тасвирдаги белгиларни ажратиш ва машинали ўқитиш моделларидан фойдаланиб, шахсни идентификациялаш тизимларини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий масалаларини ечиш катта аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда тасвирларга ишлов бериш, тасвирдаги объект белгиларини ажратиш ва ушбу объектни идентификациялашнинг усул ва алгоритмларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш ҳамда статик тасвирлар асосида шахсни идентификациялашнинг математик ва дастурий таъминотларини яратишга доир кўплаб илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада шахс юз тасвирида ҳам ўзига хос мураккаб элементлар мавжудлиги инобатга олиниб, жумладан, берилган тасвирга дастлабки ишлов бериш, тасвирдан объект соҳасини аниқлаш, тасвирдаги идентификацион белгиларни ажратиш, пикселлар интенсивлиги бўйича таққослаш ва шахсни идентификациялаш жараёнини компьютер муҳитида ишлаш самарадорлигини ошириш кўрсаткичларини таъминловчи дастурий таъминотларини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамизда мазкур йўналишда шахснинг биометрик технологиялари асосида (юз, қулоқ чаноғи, бармоқ излари, кўз корачиғи, кафт, юриш услуби, овоз товуши) шахсни идентификациялашнинг автоматлаштирилган тизимларини яратиш ва амалиётга кенг татбиқ этиш чора-тадбирларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида жумладан «...иқтисодиёт, ижтимоий соҳа ва бошқарув тизимига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш, «...ахборот хавфсизлигини таъминлаш ва ахборотни ҳимоя қилиш тизимини такомиллаштириш, ахборот соҳасидаги таҳдидларга ўз вақтида ва муносиб қарши ҳаракатларни ташкил этиш»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

вазифаларни амалга оширишда, ташкилотларда ва ёпиқ хуудларга шахсларни кириш тизимларини назорат қилиш жараёнида шахсни идентификациялашнинг математик алгоритмлари асосида дастурий таъминотини ишлаб чиқиш ҳамда шахсни таниб олиш учун сарфланадиган вақтни камайтириш, аниқлигини оширишнинг тезкор автоматлаштирилган тизимларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантиришнинг муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари ва Вазирлар маҳкамасинининг 2018 йил 7 майдаги 343-сон ««Хавфсиз шаҳар» лойиҳасини амалга ошириш бўйича босқичма-босқич чора тадбирлари ва ягона технологик ёндашувни ташкил қилиш тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сўнги йилларда тасвирларга ишлов бериш, тасвирдаги белгиларини ажратиш ва шахсни идентификациялаш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқишни такомиллаштириш масалалари ҳамда уларнинг амалий қўлланилиши Р.Гонсалес, Ю.И.Журавлёв, Э.Патрик, У.Прэтт, В.А. Софер, Ш.Ульман, Я.А. Фурман, В.А.Фурсов, Э.В.Попова, В.Н.Вапник, Г.С.Поспелов, В.Бургер, М.И.Салех, Б.Хорн, П.Харт, М.И.Шлезингер, В.М. Глушков ва бошқаларнинг илмий ишларида кўриб чиқилган.

Ўзбекистонда таниб олиш ва тасвирларга ишлов бериш назарий-амалий асосларини ривожлантиришга М.М.Камилов, Ш.Х.Фозилов, Х.Н. Зайнидинов, Р.Т. Абдукаримов, З.Т.Адилова, Ф.Т.Адилова, А.Х.Нишанов, С.С.Содиқов, Н.С. Маматов, С.С. Раджабов, Ш.Е.Туляганов, Н.А.Игнатъев, Р.А.Лутфуллаев, Н.М.Мирзаев ва бошқаларнинг илмий ишлари эътирофга сазовордир.

Ҳозирги кунда шахсни идентификациялашнинг илмий йўналишларидан бири биометрик технологиялар соҳасида олиб борилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, шахсни идентификациялашнинг автоматлаштирилган тизимларини яратишда вужудга келадиган муаммолар ҳозирги кунгача етарли даражада ўрганилмаган. Шунингдек, юз тасвири асосида шахсни идентификациялашнинг автоматлаштирилган тизимларини такомиллаш-

тириш ва ишлаб чиқиш ҳамда реал вақт тизимида тезлигини ва аниқлигини оширишнинг усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда дастурий таъминотини яратиш асосий муаммолардан бири ҳисобланади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг № БВ-Атех-2018-249–«Биометрик сигналларга рақамли ишлов бериш усуллари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш» (2018-2019) мавзусидаги илмий-амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** юз тасвири асосида шахсни идентификациялашнинг математик моделлари, алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

шахс юз тасвирига дастлабки ишлов бериш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

тасвирдан шахснинг юз тасвири жойлашган соҳани топиш алгоритми ва махсус кутубхонасини ишлаб чиқиш;

шахснинг юз тасвири белгилар фазосини шакллантириш ва информатив белгилар мажмуасини аниқлаш алгоритминини ишлаб чиқиш;

шахс юз тасвирини характерловчи информатив белгилар асосида шахсни таниб олиш алгоритмларини яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида шахснинг юз тасвири, тасвирларга ишлов бериш асосида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш жараёнлари қаралган.

**Тадқиқотнинг предмети** шахснинг юз тасвирига ишлов бериш, маълумотлар базасидан қидириш, таниб олиш усул ва алгоритмлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида эҳтимоллар назарияси ва математик статистика, дискрет математика, тасвирларга ишлов бериш ва юзларни идентификациялаш усуллари ва объектга йўналтирилган дастурлаш тилларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

шахснинг юз тасвири сифатини аниқлашда тасвирда нотекис тақсимланган ёруғликларини нормаллаштириш асосида дастлабки ишлов бериш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

пикселлар хусусиятларини инобатга олган ҳолда тасвирдан шахснинг юз тасвири жойлашган соҳани топиш алгоритми ва махсус кутубхонаси ишлаб чиқилган;

статик тасвирларда шахснинг юз тасвири белгилар масофаларни тақрибий аниқлаш орқали информатив белгилар мажмуасини ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

шахс юз тасвирини характерловчи мавсумий ўзгарувчи информатив белгилар асосида шахсни таниб олиш алгоритмлари яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

кузатув камерасидан олинган тасвирдан юз тасвирини ажратиб олиш, дастлабки ишлов бериш, информатив белгиларни ажратиш, маълумотлар базасида сақлаш ва таниб олишнинг «Face Recognition» дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

шахс юзини идентификациялаш жараёнини жадаллаштириш, сарфланадиган вақтни камайтириш, таниб олиш аниқлигини ошириш ҳамда назорат тизими учун «Face Identification» дастурий таъминоти ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлиги юз тасвири асосида шахсни идентификациялаш бўйича таклиф этилган математик модел ва алгоритмлар амалий масалаларини ҳал қилишдаги реал ва тажрибавий тадқиқотларнинг ижобий солиштириш натижалари билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юз тасвири бўйича шахсни идентификацияловчи биометрик технологияларининг назарий-амалий асосларини истиқболли ривожланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти таклиф этилган математик модел ва алгоритмлар асосида ишлаб чиқилган дастурий таъминотини ташкилотларга ва ёпиқ хуудларга кириш ва чиқишни назорат қилиш тизимларида қўлланилиши шахсларни идентификациялашнинг замонавий автоматлаштирилган тизимларини лойиҳалашда фойдаланиш мумкинлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Юз тасвири асосида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш самарадорлигини оширишнинг математик модель ва алгоритмлари ҳамда дастурий таъминоти бўйича олинган илмий натижалар асосида:

юз тасвиридаги белгилар масофаларни тақрибий ҳисоблаш ва статик тасвирда мавсумий ўзгарувчи белгилар асосида шахсни таниб олишнинг «Face Identification» дастурий таъминоти Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучлар академиясининг курсантларни бинога кириш ва чиқишини назоратлаш постига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 8 ноябрдаги 33-8/7941-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида курсантлар ва ходимларни бинога кириш ва чиқишини назоратлаш орқали шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тизими 85-90% га аниқлик билан шахсни идентификациялаш имкониятини яратган.

шахс юзидаги белгилари бўйича маълумотлар базасидан кидирилаётган шахсни пикселлар интенсивлиги бўйича таниб олиш ва идентификациялаш асосида ишлаб чиқилган «Face Recognition» дастурий таъминоти «UZTEX SHOVOT» маъсулияти чекланган жамият қўшма корхонасига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 8 ноябрдаги 33-8/7941-сон маълумотномаси). Илмий



тадқиқот натижасида корхонанинг ёпиқ ва очик худудларида ходимларни идентификациялаш орқали назоратлаш ва 75% га аниқлик билан шахсни таниб олиш самарадорлиги оширилди ҳамда шахсни идентификациялашга сарфланадиган вақтни 2 бараварга қисқартириш имконини берган.

шахс юз тасвирига дастлабки ишлов бериш ва тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш асосида ишлаб чиқилган «Face Recognition» ва «Face identification» дастурий таъминоти Фарғона вилояти хокимлиги ҳузуридаги «Ахборот технологияларини ривожлантириш маркази» ДУКга жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 8 ноябрдаги 33-8/7941-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида кузатув камерадан олинган шахс юз тасвирини маълумотлар базасида мавжуд шахсларнинг юз тасвирлари билан солиштириш натижасида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тезлиги 2,5 бараварга оширишга эришилган ҳамда шахсни идентификациялаш тизимига сарфланадиган вақтни 25% га қисқартириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 25 та, жумладан 13 та халқаро, 12 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 40 та илмий иш чоп этилган, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларида 12 та мақола, шулардан 2 таси хорижий, 10 таси республика журналларида нашр этилган ҳамда 3 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларини қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг мақсад вазифалари белгилаб олинган ҳамда тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асослаб берилган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти кўрсатилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиниш ҳолати, нашр этилган ишлар ва олиб борилган тадқиқотлар диссертация ишида аниқ кўрсатилиб берилган.

Диссертациянинг «**Шахс юз тасвирини идентификациялашнинг биометрик технологиялари**» деб номланган биринчи боби, тўртта параграфдан иборат бўлиб, унда шахсни идентификациялаш масаласининг замонавий усуллари қиёсий тадқиқ этилган. Биометрик тизимлар асосида шахсни идентификациялаш тизимларидаги мавжуд муаммолар ва уларни

бартараф этиш йўллари баён этилган. Юз тасвири бўйича шахсни идентификациялашнинг мавжуд усул ва алгоритмларини таҳлил қилиш натижасида диссертация тадқиқот иши масаласининг қўйилиши шакллантирилган.

1.1-параграфда шахс юз тасвирини идентификациялашнинг биометрик тизимлари усулларида қиёсий таҳлили амалга оширилган. Бу борада таҳлиллар натижасида шахсни идентификациялаш масалаларини ҳал қилишда янгича ёндашувларни ишлаб чиқиш бўйича тавсиялар баён этилган.

1.2-параграфда шахсни идентификациялаш масалаларини такомиллаштириш ишларини замонавий усуллар асосида юз тасвири бўйича шахсни идентификациялашнинг замонавий дастурий-аппарат воситалари тадқиқ этилди.

1.3-параграфда шахс юз тасвирини идентификациялаш тизимларига қўйиладиган талабларнинг таҳлили асосида кузатув камераларнинг тасвирга олишининг муҳим параметрлари ишлаб чиқилган.

Бу борада 1-жадвалда шахсни таниб олиш ва идентификациялаш талаб қилинса, катта қийматдаги фокус масофага эга камералардан фойдаланиш тизимлари ишлаб чиқилган.

### 1-жадвал

#### Шахсни идентификациялашда камераларнинг тахминий масофалари

Фокус масофаси, (мм)	Идентификация масофаси, ораликда(м)
2.8	[1.86, 4.66]
3.3	[2.20, 5.50]
3.6	[2.40, 6.00]
4.2	[2.80, 7.00]
6	[4.00, 10.00]
8	[5.33, 13.33]
9	[6.00, 15.00]
12	[8.00, 20.00]
22	[14.66, 36.66]
50	[33.33, 83.66]

1-жадвалда шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тизимининг пикселлар сонига талаблар ишлаб чиқилди ва қуйидагилар:

- объектни аниқлаш учун чизикли пикселлар сони - 20 пиксел/м;
- таниб олиш учун чизикли пикселлар сони - 100 пиксел/м;
- идентификация қилиш учун чизикли пикселлар сони - 250 пиксел/м;
- матрицасидаги пикселлар сони 1080 (2Мп Full HD), 700, 560, 480, ва 380 бўлган видеокамералар учун;

-таниб олиш учун суратга туширилганда юз тасвири натуралкатталигининг 1/7 қисмини ташкил қилиши тавсия этилади. Лекин бундай даражадаги кичиклаштиришга фақат 6x9, 19x12 ва ундан кўпроқ ҳажмдаги кадрли камералар ёрдамида амалга оширилган.

1.4-параграфда олдинги параграфларда олинган таҳлил натижалардан диссертация иши доирасида ҳал қилиниши кўзда тутилган мақсад ва вазибалар шакллантирилган.

Диссертациянинг «Шахс юз тасвирига дастлабки ишлов бериш усуллари ва алгоритмлари» деб номланган иккинчи боби тўртта параграфдан иборат бўлиб, юз тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш учун тасвирга дастлабки ишлов бериш, тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш асосида фойдаланиладиган алгоритмлар таклиф қилинган.

2.1-параграфда юз тасвирига дастлабки ишлов беришда тасвирдаги объект ўлчамлари, ракурс, филтрлаш, ранг ва ёритилганлигига бўлган махсус талаблар шакллантирилди. Бунда асосий талаблар сифатида шахсни идентификациялаш тизимига мос келувчи тасвирга дастлабки ишлов бериш усул ва алгоритмлари баён қилинган.

2.2-параграфда тасвирга дастлабки ишлов бериш таҳлили асосида тасвирни қайта ишлаш, сифатини яхшилаш, юз тасвирини нормаллаштириш, халақитларни йўқотишларнинг мавжуд усул ва алгоритмлар тавсифи ёритилган. Тасвирда ёруғлик нотекис тақсимланган ҳолатда тасвир ёрқинлигини нормаллаштириш бўйича таҳлиллар келтирилган. 1-расмда тасвирда нотекис тақсимланган ёруғликларни нормаллаштириш алгоритми таклиф этилди ва у қуйидаги қадамлардан иборат.

$$g_{x,y}^{new} = \begin{cases} g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{g_{x,y}}{m_H}, & \text{агар } g_{x,y} < m_H; \\ g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{255 - g_{x,y}}{255 - m_H}, & \text{акс холда.} \end{cases}$$

бу ерда  $g_{x,y}^{new}$  - берилган тасвирнинг ҳар бир координатаси,  $K$ -тасвир параметри  $[-1;1]$ ,  $m_H$  тасвирнинг оғирлик маркази,  $H$ -тасвир гистограммаси.

1-қадам. Берилган тасвирни киритиш.

2-қадам. Тасвир гистограммаси  $H$  ни қурамыз ва ундаги оғирлик маркази  $m_H$  ни аниқлаймиз.

3-қадам.  $d$  параметрларни аниқлаймиз, яъни:  $d = |m_H - 127|$ .

4-қадам.  $K$  параметрни аниқлаймиз.  $k = 1$ . Агар  $m_H > 127$  бўлса,  $u$  ҳолда  $k = -1$ .

5-қадам.  $g_{x,y}$  -тасвирнинг ҳар бир координатаси бўйича пиксел ранг қийматлари  $255 - g_{x,y}$  янгидан ҳисоблаймиз:

6-қадам. Тасвир ёруғликларини нормаллаштиришга ўтилади.

7-қадам. Тамом.

Алгоритм натижаси 1-расмда келтирилган.



а)

б)

1- расм. Юз тасвири ёруғлигини нормаллаштириш

бу ерда а) 3x4 ўлчамдаги юз тасвири (қора фон кўпроқ) б) 3x4 ўлчамдаги юз тасвири ёруғликни нормаллаштириш натижаси. Таклиф этилган алгоритмда биометрик объектлар тасвирларининг ўзига хос хусусияти ҳисобга олинган.

2.3-параграфда Шахс юз тасвирига эвристик усулларда тасвирларига дастлабки ишлов беришнинг сифатини такомиллаштириш, иккинчи томондан компьютерга кирувчи юз тасвирини сақлаш, қайта ишлаш ва бошқариш, компьютер алгоритмларининг кўриниши, математик ҳисоб жараёнини ташкил этишнинг хусусиятларига қараб, шахсни идентификациялаш учун эксперт томонидан қарор қабул қилиш алгоритми ишлаб чиқилган.

2.4-параграфда тасвирда жойлашган юз соҳасини аниқлаш ва ажратиб олиш масаласи кўриб чиқилган. Шунингдек, олиб борилган тадқиқотлар натижасида тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш учун алгоритм таклиф этилди ва у қуйидаги қадамларда амалга оширилди.

1- қадам. Берилган RGB кўринишидаги рангли юз тасвир киритилади.

2- қадам. RGB юз тасвир YCrCb моделига ўзгартирилади ва қуйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114B$$

$$Cr = 0.5 * R - 0.4187 * G - 0.0813 * B + 128$$

$$Cb = -0.1687 * R - 0.3313 * G + 0.5 * B + 128$$

бу ерда  $Y$  -тасвирнинг ёрқинлиги,  $Cr$  - тасвирнинг каналлари,  $R$  -берилган тасвирнинг  $Y$  -ёрқинлиги,  $Cb$  -тасвирнинг  $R$  -каналлари,  $B$  -берилган тасвирнинг  $Y$  -ёрқинлиги.

3 -қадам.  $S_1 = \begin{cases} 1, \text{ агар } [Cr(x, y) \in [133;173] \cap Cb(x, y) \in [77;127]] \\ 0, \text{ акс холда} \end{cases}$

бу ерда  $S_1$  – тасвирда шахс юз тасвири жойлашган соҳани ажратиш.

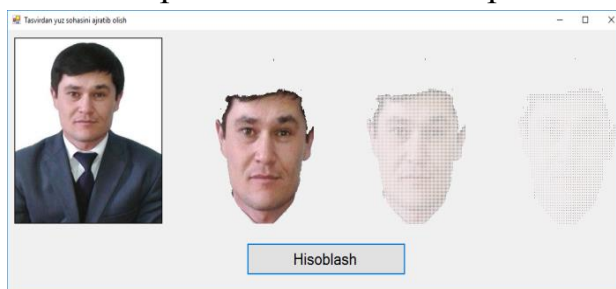
4-қадам.  $D(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 S_1(4x+i, 4y+j)$

5-қадам.  $S_2 = \begin{cases} 1, \text{ агар } D(x, y) = 16 \\ 0, \text{ акс холда} \end{cases}$

бу ерда  $D[x, y]=16$  юз соҳаси ҳисобланади,  $D[x, y]=0$  юз соҳаси ҳисобланмайди.

6-қадам. Тамом.

2-расмда таклиф қилинган алгоритмдан тасвирдан юз соҳасини аниқлаш ва ажратиб олишни амалга ошириш натижаси келтирилган.



2-расм. Тасвирдан юз соҳасини аниқлаш ва ажратиб олиш

Унинг мавжуд алгоритмлардан авзаллиги шундан иборатки, унда шахсни излаш бутун объект бўйича эмас, балки унинг ажратиб олинган юз соҳаси бўйича амалга оширилади ва бу эса иккита тасвирни солиштиришга кетадиган вақт сарфини қисқартиш имконини беради.

Диссертациянинг «**Шахс юз тасвиридаги белгилар фазосини шакллантиришнинг математик модели ва алгоритми**» деб номланган учинчи боби тўртта параграфдан иборат бўлиб, юз тасвиридаги информатив белгилар фазосини шакллантириш ва ажратиб олишнинг математик усуллари ва алгоритмлари тақдим этилган. Статистик усуллардан фойдаланилган ҳолда, пиксел ва белгиларни солиштириш алгоритми тақлиф этилган.

3.1-параграфда юз тасвирини характерловчи белгиларни ажратишнинг самарали усуллардан фойдаланиб, юз тасвири белгиларининг асосий гуруҳлари ҳамда уларни шакллантириш ва ишлаб чиқишнинг математик асослари, жумладан, шахсни таниб олиш ва идентификациялаш масаласи учун муҳим бўлган белгиларни ажратиб олиш хусусиятларини аниқлаш натижаси келтирилган. Бу борада информатив белгиларни шакллантиришда, бошланғич белгилар фазоси  $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  ўқув танланмаси берилган бўлсин ҳамда белгиларни аниқлашда зарур бўладиган вектор катталиқ киритилади.

$$c = (c_1, c_2, \dots, c_N),$$

бу ерда  $c_i (i=1, N)$  компонента  $i$ -чи белгини аниқлаш учун керак бўладиган қиймат. Агар  $i$ -чи белгини аниқлаш керак бўлса, у ҳолда унинг учун  $c_i$  миқдор сарфланади ва бу белги эҳтимоллиги бирга тенг бўлган аниқликда топилади. 4-расмда юз тасвиридаги информатив белгиларни танлаб олиш учун  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$  вектордан фойдаланамиз. Бу ерда  $\lambda_i (i = \overline{1, N})$  бир ёки ноль қийматни қабул қилиб, информатив белгилар мажмуасида шу белгини мос равишда қатнашиш ёки қатнашмаслигини билдиради.



**а) юз белгилари      б) юздаги белгиларни ажратиш**

**3-расм. Юз тасвиридаги информатив белгиларни ажратиш**

3–(а),(б)расмда шахс юзидаги нуқталарни информатив белгилар деб олсак, юзда 2278 та информатив белгилар мавжуд ва улар шакллантирилиб олинди. Шундан  $P =$  юз тасвирнинг кўз, бурун, оғиз орасидаги информатив белгилари  $P = 68$ тадан иборат ҳисобланади. Бунда кўзлар орасидаги бурчаклар инобатга олинмаган, шу сабабли юздаги кўз, бурун, оғиз оралиғидаги белгилар масофалари ўлчамидаги 24 та информатив белгилар ажратилиб, улар қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$p^2 = (x_1 + x_2)^2 + (y_1 + y_2)^2$$

бу ерда  $x, y$  – нуқталар,  $x_1, y_1$  – белгилар қийматларини йиғиндиси ҳисобланади ва қуйидаги формула келиб чиқади.

$$|R| = |\bar{p}(x_i, y_i) - p(x_i, y_i)|$$

бу ерда  $R$  – яқин қўшнилар белгилари,  $\bar{p}(x_i, y_i)$  – белгилар эмас,  $p(x_i, y_i)$  – шаклланган белгилардир. Шунингдек кўз, бурун, оғиз орасидаги яқин белгиларни яқинлаштириш масофалари ҳисоблаб чиқилди ва қуйидаги формула орқали ҳисобланади

$$\begin{aligned} p_1 &= (37,32), p_2 = (37,33), p_3 = (37,34), p_4 = (37,31), p_5 = (37,30), p_6 = (37,39), p_7 = (40,32), \\ p_8 &= (40,33), p_9 = (40,34), p_{10} = (40,31), p_{11} = (43,25), p_{12} = (43,26), p_{13} = (43,31), \\ p_{14} &= (43,30), p_{15} = (43,29), p_{16} = (46,34), p_{17} = (46,35), p_{18} = (46,36), p_{19} = (46,31), p_{20} = (46,30), \\ p_{21} &= (46,29), p_{22} = (40,31), p_{23} = (40,30), p_{24} = (40,29). \end{aligned}$$

Улар орасидаги масофаларни 10 % хатоликда тақрибий ҳисоблаб, қийматларнинг ўртача қиймати нисбатига аниқлаб олинди. Шунингдек келтирилганлар (чап кўз, ўнг кўз, бурун ва оғиз) орасидаги масофаларни аниқлаб, шундан 24 та белгиларнинг самарадорлигини баҳолашда яқин қўшнилар усулидан фойдаланиб алгоритм ишлаб чиқилди.

*1-қадам.* Берилган қийматлар:  $x_{pi} \in X_p$  объектлар ( $i = \overline{1, m_p}; p = \overline{1, r}$ ) ва  $x^*$  номаълум объект юзидаги белгилар.

*2-қадам.* Ҳар бир  $x_{pi}$  ( $i = \overline{1, m_p}; p = \overline{1, r}$ ) учун  $\|x_{pi} - x^*\|$  белгилар орасидаги масофалар тақрибий қийматларда ҳисобланади.

*3-қадам.* Агар  $\min_{p,i} \|x_{pi} - x^*\| = \|x_{qk} - x^*\|$  бўлса,  $x^* \in X_q$  ва 5 қадамга ўтилади.

*4-қадам.* Агар  $\min_{p,i} \|x_{pi} - x^*\| = \|x_{qk} - x^*\| = \|x_{th} - x^*\|$  бўлса,  $x^*$  белгилар орасидаги масофалар аниқланмади.

*5-қадам.* Чиқиш параметри  $x^* \in X_q$  ёки  $x^*$  белгилар орасидаги масофалар аниқланди.

*6-қадам.* Тамом.

Алгоритм натижасида 24 та белгиларнинг сонли қиймати қуйидаги 4-расмда келтирилган.

id	a1	a2	a3	a4	a5	a6	b1	b2	b3	b4	b5	b6	c1	c2	c3	c4	c5	c6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	img
1	60	62	63	70	54	60	75	76	74	75	75	80	30	32	33	32	35	36	90	98	99	96	95	92	/images/1.jpg
2	61	63	63	75	64	62	73	77	80	71	79	90	45	42	35	31	35	34	92	91	92	91	99	91	/images/2.jpg
3	59	68	62	75	51	69	71	72	73	74	72	81	32	39	32	35	36	40	80	91	95	90	89	90	/images/3.jpg
4	40	22	53	30	44	50	55	96	65	87	45	12	56	48	32	32	35	48	56	98	99	80	48	56	/images/4.jpg

**4-расм. Юз тасвирининг 24 та белгиларининг сонли қиймати**

Тадқиқот натижасида 4-расмда маълумотлар базасида мавжуд шахснинг юз тасвирлари билан 24 та информатив белгилар ўлчамлари қийматлари асосида солиштиради ва идентификациялаш самарадорлиги бошқа алгоритмларига нисбатан шахсни идентификациялаш тезлиги, аниқлиги, таниб олиш тизимлари билан самарадорликка эришилади.

3.2-параграфда статистик усуллардан фойдаланиб, юз тасвири асосида шахсни идентификациялашда пиксел ва белгиларини қийматларини яқинлаштиришда такомиллаштирилган корреляция коэффициенти усулидан фойдаланиб, алгоритм ишлаб чиқилди ва қуйидаги қадамлардан иборат.

1-қадам. Умумий корреляцион нисбатининг қиймати  $[-1,+1]$  оралиғида бўлади.

2-қадам. Корреляцион нисбатининг қиймати 1 га қанча яқин бўлса, боғланиш икки тасвир ўртасида шунча зич (жуда ўхшаш) бўлади. Агарда корреляцион нисбатининг қиймати 0-га қанча яқин бўлса, икки тасвир ўртасида боғланиш тарқоқ бўлади.

3-қадам. Одатда икки тасвир ўртасида пиксел ва белгилар  $Rx_{i,j} < 0.3$  бўлса, тарқоқ боғланишга эга,  $0.3 < Rx_{i,j} < 0.9$  орасида ётса, ўртача боғланишга эга,  $Rx_{i,j} > 0.9$  бўлса зич боғланишга эга ҳисобланади.

4-қадам. Ҳамма топилган белгилар классификаторга берилади.

5-қадам. Бизга иккита  $X, S$ -тасвир берилган керакли белгилар билан белгилаб олишда матрица яратамиз  $X_{ij}, S_{kl}, k = 1, n; j, l = 1, m$ . яратилган бу матрицани ковариацион матрица деб атаймиз.

6-қадам. Ковариацион матрица устида статистик таҳлил ўтказамиз, асосий жойларга белги қўйиб пикселлар ойнаси куриб олинади.

7-қадам. Корреляция коэффициент натижаси асосида тасвир модели ёрдамида  $R_{ij} = X_{ij}$  корреляцион матрица тузиб оламиз ва таҳлил ўтказамиз.

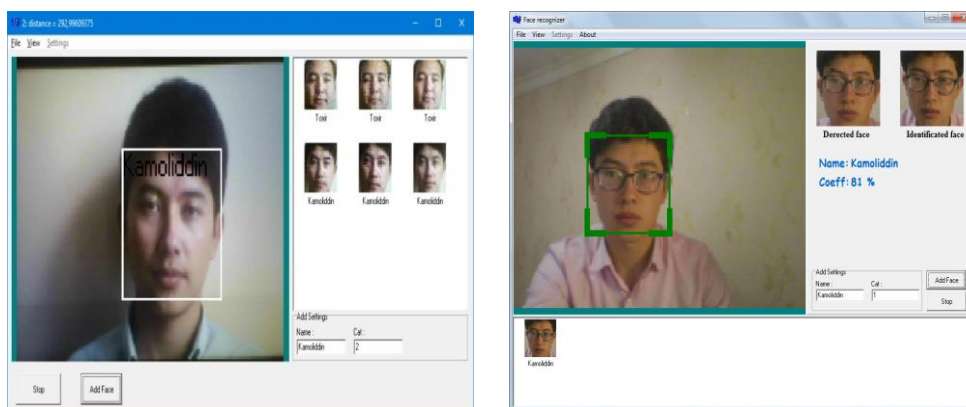
8-қадам. Корреляция коэффициент қиймати қуйидаги шарт бажарилса  $Rx_{i,j} > T(\alpha, n)\alpha = 95\%$  бизга берилган иккинчи тасвир биринчи тасвир модели ҳисобланади, улар  $Rx_{i,j}$  ўртасидаги ўхшашлик 80-90% фоиздан юқориси ҳисобланади.

9-қадам. Корреляция коэффициенти ўзининг юқори қиймати  $Rx_{i,j} = 1$  га ва  $S_{ost}^{-2} = 0$  тенг бўлганда математик моделimiz адекват натижасига эришади.

10-қадам.  $Rx_{i,j} \leq T(\alpha, m)$  иккинчи шарт ҳосил бўлса, бу иккинчи тасвир биринчи тасвир модели эмас деган хулосага келинади ва кейинги 3-чи тасвир билан 1-чи босқичдан қайта такрорланади ва ўзига ўхшаш моделни топгунча жараён такрорланади (5-расм).

11-қадам. Тамом.





**5-расм. Юз тасвирини идентификациялаш  
коэффициенти**

Таклиф этилган алгоритм асосида пикселлар ва белгилар асосида ўтказилган тажриба синови шахсни идентификациялаш аниқлиги 85-90% имконини берган.

3.3-параграфда шахс юзи тасвирини матрицали кодлаш асосида идентификациялашнинг математик масаласи ечилган. Тадқиқот натижасида 8x8 пиксел ўлчовли юз тасвирни аниқловчи 8-тартибли матрица берилган ҳамда матрицанинг устун ва сатр кўринишидаги пикселларни қўшиш натижалари асосида иккинчи юз тасвирнинг устун ва сатр пикселлари қийматлари йиғиндисини ҳисоблаб чиқиш жараёни тўртта босқичда ишлаб чиқилган.

3.4-параграфда шахс юз тасвирининг идентификацион белгиларни аниқловчи замонавий усуллар самарадорлиги натижасида тасвирнинг хусусиятлари ва элементларини ҳисоблаш масаласи ечилган (6-расм).



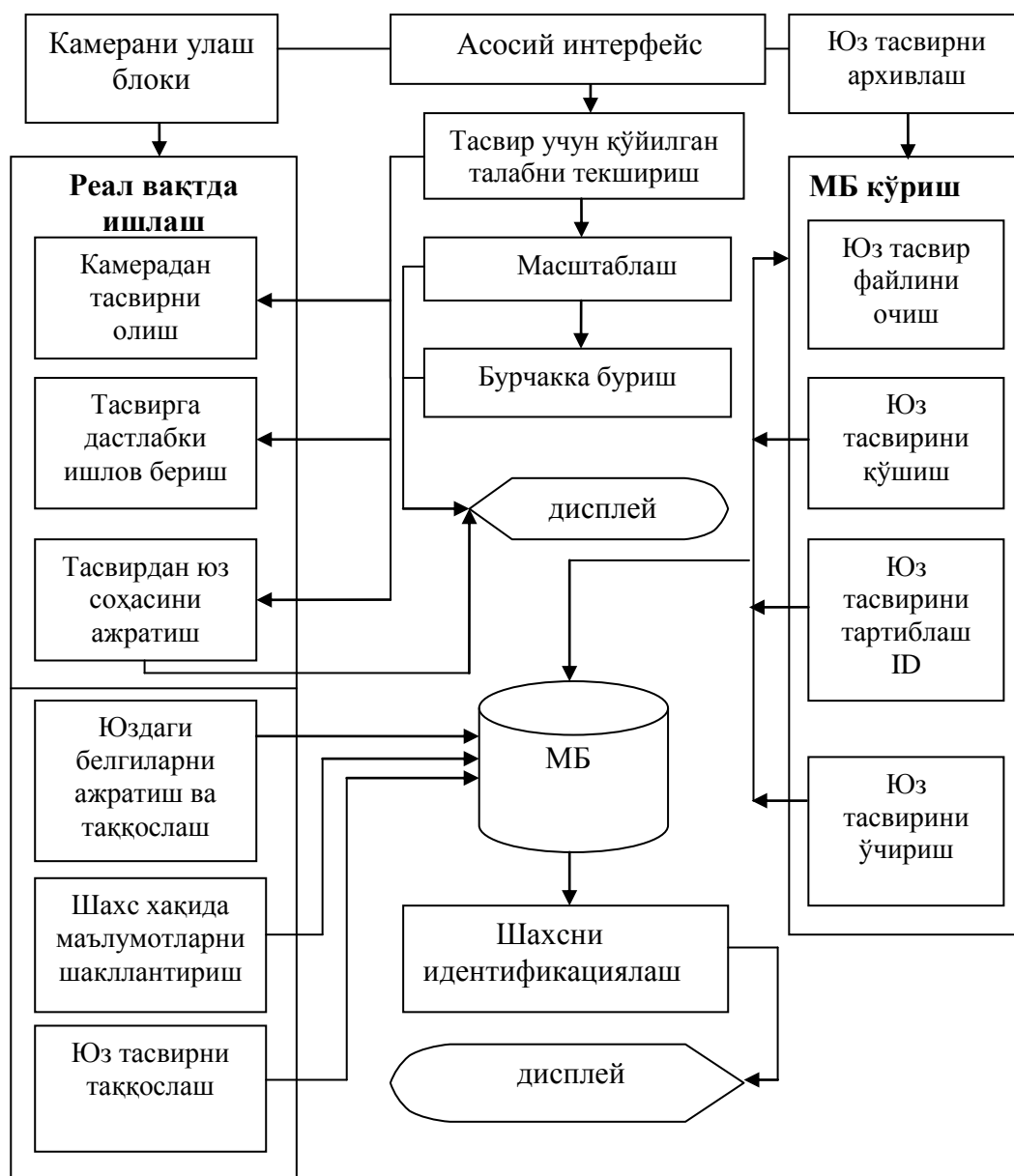
**6-расм. Шахс юз тасвирини белгилар асосида  
идентификациялаш**

6-расмда шахс юзидаги ҳар бир таққосланаётган белги (кўз, қош, бурун, айрим белгилари) идентификация объекти сифатида олиниши сабабли, шахсни таниб олиш ва идентификациялаш имконини беради.

Диссертациянинг «**Шахс юзи тасвирини идентификациялашнинг ахборот ресурслари ва дастурий таъминотинияратиш усуллари** деб номланган тўртинчи боби юз тасвири асосида шахсни идентификациялаш тизимидаги вазифаларни бошқарувчи дастурий таъминотларни яратиш ва тадқиқот натижаларини баён этиш ҳамда амалий масалаларни ечишга бағишланган.



4.1-параграфда кузатув камера орқали тасвирга олинган шахс юз тасвирига дастлабки ишлов бериш, тасвирдан юз соҳасини ажратиш олиш, юздаги идентификацион белгиларни аниқлаш ва маълумотлар базасига ёзишга мўлжалланган «Face Identification» дастури тавсифи келтирилган.



**7-расм. «Face Identification» дастурининг функционал тузилмаси**

Ушбу дастурни икки томонлама қараш мумкин, биринчидан, аппарат-дастурий мажмуа сифатида, иккинчидан эса дастурий восита сифатида. Аппарат-дастурий мажмуа деб аталишига сабаб, кузатув тизими камераларига бевосита уланиб, реал вақтда шахс юзини аниқлаш, дастлабки ишлов бериш, тасвирдан юз соҳасини ажратиш олиш, идентификацион белгиларни аниқлаш ҳамда юз тасвирларидан иборат маълумотлар базасини қуриш ва бошқариш тизимлари имконияти яратилган. Шунингдек дастурда камера менюсини ишга тушириш орқали тасвирда юз объекти белгиланади ҳамда ажратиш олинган юз тасвири ҳақида

маълумотлар базасини кўриш имкониятини берувчи алоҳида модулни ишга тушириш имконияти берилган.

Бундан ташқари 4.1-параграфда тасвир майдонида юз объектларини аниқлаш ва кузатиб бориш алгоритмини синовдан ўтказиш мақсадида танланган юз тасвирини қидириш ва ҳаракатини кузатиш орқали юз тасвирини устун ва сатр кўринишида пикселлар интенсивлигини солиштириш натижасида шахсни таниб олишнинг «Face Recognition» дастурининг тавсифлари келтирилган.

4.2-параграфда шахс юз тасвирини идентификациялашнинг маълумотлар базасини ишлаб чиқиш таҳлили асосида шахсни таниб олиш натижалари 2-жадвалда келтирилган. Қиёсий таҳлилга кўра кенг тарқалган алгоритмлар тезкорлиги бўйича стандарт ҳолатда (CPU-реализация) таққосланди ҳамда ORL Database, AAF, YFDB тасвирлар базаларидан фойдаланилди. Тажриба тадқиқоти Core i5 3,4 GHz процессорли, 8 Gb оператив хотирали, 1050Ti 4Gb видеокартага эга бўлган персонал компьютерда амалга оширилди .

**2-жадвал**

**ORL Database, AAF ва YFDB базалари асосида юз тасвирини аниқлаш натижалари**

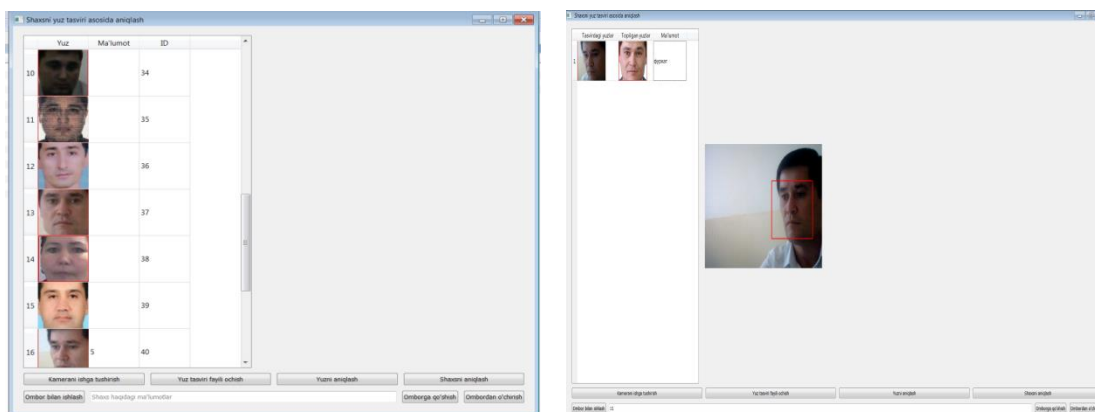
Идентификацион белгилар		Шахслар сони	Тасвирлар сони	Шахсни классик таниб олиш		
				Вак.сек		
				Ўқитиш	Таниб олиш	Таниб олиш аниқлиги %
1	ORL Database	200	350	1,783451	0,150609	85-90
2	AAF	230	300	1,058891	0,825061	70-75
3	YFDB	160	220	2,634553	0,064683	80-85

2-жадвал келтирилган натижалардан кўриниб турибдики, ORL Database, AAF ва YFDB базаларида мавжуд бўлган юз тасвирларни идентификацион белгилар параметрларини солиштириш натижасида шахсни таниб олиш ва идентификациялашда вақт сарфини камайтириш имконини беради.

4.3-параграфда тажрибавий тадқиқотлар «Face identification» ва «Face Recognition» дастурлар таъминоти ёрдамида олинган амалий масалаларни ҳал қилиш натижалари келтирилган.

Тажрибавий тадқиқотлар 100 та шахснинг 10000 та юз тасвирлардан ташкил топган ва юқорида келтирилган иерархик тузилишга эга бўлган маълумотлар базаси асосида шакллантирилган ўқув танланмасидан фойдаланиб амалга оширилди.

8-расмда шахс юз тасвирини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш процедурасини амалга ошириш натижасини акс эттирувчи мисол келтирилган.



**8-расм. Юз тасвирини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш натижаси**

Шунингдек тажрибавий тадқиқотлар олиб бориш натижасида шахсни таниб олишни A1 алгоритмидан фойдаланиб амалга оширганда таниб олиш аниқлиги 70% ни, A2 алгоритмидан фойдаланганда эса 75% ни, A3 алгоритмидан фойдаланганда 80% ни ташкил қилди. Бу борада ушбу натижаларни яхшилаш мақсадида A4 алгоритмидан фойдаланилди ва энг яхши натижа 85-90% га эришилди. Олиб борилган тадқиқотлар натижаларидан шунни айтиш мумкинки, юз тасвирларини таҳлил қилиш асосида тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш ва тадқиқ қилинаётган юз тасвирлари идентификацион белгиларни ажратиб олинганда белгилар сони 24 та бўлганда A3, A4 алгоритмидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги кўрсатилди.

4.4-параграфда мавжуд ва ишда таклиф қилинган алгоритмлар асосида ишлаб чиқилган дастурий таъминотларнинг амалиётга татбиқлари натижалари келтирилган. Бу дастурларнинг қўлланилиши ташкилотларга ва ёпиқ хуудларга шахсларни кириш ва чиқишини назоратлаш мақсадида шахсни таниб олиш ва идентификациялаш вақтини камайтириш ҳамда шахсни таниб олиш тезлиги аниқлигини ошириш имконини берган.

Иловада диссертация иши натижаларининг амалиётга қўлланилганлигини тасдиқловчи хужжатлар, Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан ЭҲМ учун яратилган дастурларни расмий рўйхатдан ўтказилганлиги ҳақидаги гувоҳномалари нусхалари келтирилган.

## ХУЛОСА

«Шахс юз тасирига кўра идентификациялашнинг математик ва дастурий таъминоти» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди.

1. Тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш алгоритми ишлаб чиқилди, унинг мавжуд алгоритмлардан авзаллиги шундан иборатки, унда шахсни

излаш бутун объект бўйича эмас, балки унинг белгилаб олинган юз соҳаси бўйича амалга оширилади ҳамда иккита тасвирни солиштиришга кетадиган вақт сарфини қисқартиш имконини берди.

2. Тажрибалар орқали юз тасвирини математик моделлаштириш жараёнида юз тасвирини улар орасидаги ўлчамларини статистик жиҳатдан яқинлаштириш, идентификациялаш жараёнининг информатив белгилар қийматларини ўхшашлик жараёнининг корреляция коэффициенти усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги кўрсатиб берилди.

3. Шахс юз тасвири параметрларини идентификациялаш жараёни моделини ишлаб чиқишда асосан рангли юз тасвирини бошқа рангли юз тасвирлар билан солиштириш кетма-кетлиги усуллари ишлаб чиқилди.

4. Шахс юз тасвирига кўра параметрларини идентификациялашнинг статистик усуллари такомиллаштириш жараёнида тадқиқот амалий натижаларининг дастурий таъминоти ишлаб чиқилди. Бу борада шахсни таниб олиш ва идентификациялаш тизимлари тўртта босқичда амалга оширилди ҳамда статистик усулларнинг самарадорлиги баҳоланди. Тадқиқот ишида ишлаб чиқилган алгоритм натижасида пиксел ва белгилар асосида ўтказилган тажриба синови шахсни идентификациялаш аниқлиги 85-90% ташкил этди.

5. Шахс юз тасвирини информатив белгиларини ажратиб олиш алгоритмларнинг турли вариантлари ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган алгоритмлар юз тасвирига кўра шахсни идентификациялаш аниқлигини ошириш имконини берди.

6. Шахс юз тасвирини маълумотлар базасидан қидириш алгоритми ишлаб чиқилди. Бунда тасвирларга дастлабки ишлов, тасвирдан юз соҳасини ажратиб олиш, информатив белгилар асосида таққослаш натижалари самарадорлиги баҳоланди.

7. Юз тасвирларига дастлабки ишлов бериш ва идентификациялашнинг таклиф этилган усуллари ва мавжуд алгоритмлари асосида модели ва амалий масалаларни ҳал қилиш мисолларида синовдан ўтказилган «Face Recognition» ва «Face identification» дастурий таъминоти ишлаб чиқилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**НУРЖАНОВ ФУРКАТБЕК РЕЙИМБЕРГАНОВИЧ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА**

05.01.04 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент -2020**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.3.PhD/T445.**

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Зайнидинов Хакимжон Насиридинович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Муминов Баходир Болтаевич**  
доктор технических наук, доцент

**Рахимов Бахтиёр Саидович**  
кандидат технических наук

**Ведущая организация:** **«UNICON.UZ»-центр научно-технических и маркетинговых исследований**

Защита диссертации состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № \_\_\_\_\_). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года.  
(протокол рассылки № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года.)

**Р.Х. Хамдамов**  
Председатель научного совета по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

**Ф.М. Нуралиев**  
Учёный секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

**Б.Б. Муминов**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире особое внимание уделяется изучению сложных объектов в процессе развития биометрических технологий, а также совершенствованию и разработке систем идентификации и распознавания личности по изображению лица на основе обработки изображения с помощью современных компьютерных технологий. В этой связи, существенно повышаются требования к системам распознавания и идентификации личности на основе биометрических технологий, в частности, широко используется при контроле в аэропортах и метрополитене, доступе в здание или программу, видеонаблюдении, криминалистике и в ряде других сфер. В настоящее время в этом направлении большое значение имеет решение теоретических и практических вопросов разработки систем идентификации личности с использованием моделей обработки изображений, выделение признаков и машинного чтения на изображениях во многих зарубежных странах, в частности, в США, Германии, Российской Федерации, Китае, Японии, Англии, Южной Корее и других государствах.

В мире проводится множество научных исследований, связанных с разработкой и совершенствованием методов и алгоритмов выделения признаков объекта на изображении и идентификации данного объекта, созданием математического и программного обеспечения идентификации личности на основе статических изображений. В этой связи, с учетом наличия специфических сложных элементов на изображении лица личности, важными задачами являются создание программного обеспечения для определения области объекта на изображении, выделения идентификационных признаков на изображении, сопоставления по интенсивности пикселей, поддержки показателей повышения эффективности идентификации личности в компьютерной среде.

В Республике в этом направлении особое внимание уделяется разработке мер по созданию и широкому внедрению автоматизированных систем идентификации личности на основе биометрических технологий личности (лица, ушной раковины, отпечатков пальцев, зрачка глаза, ладони, походке, звуков голоса). В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годы определены такие задачи как «...совершенствование системы обеспечения информационной безопасности и защиты информации, своевременное и адекватное противодействие угрозам в информационной сфере»<sup>1</sup>. При реализации этих задач важными вопросами развития информационно-коммуникационных технологий являются разработка программного обеспечения на основе математических алгоритмов идентификации личности в процессе контроля систем доступа людей в организации и закрытые территории, разработка и

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

совершенствование оперативных автоматизированных систем повышения точности, сокращения времени, затрачиваемого на распознавание личности.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит выполнению задач, обозначенных в Указах Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 19 февраля 2018 года №УП-5349 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций» и Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан от 7 мая 2018 года №343 «Об организации поэтапных мер и единого технологического подхода по реализации проекта «Безопасный город»», а также других нормативно-правовых актах, касающихся данной сферы.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий IV – «Информатизация и развитие инфокоммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** В последние годы вопросы совершенствования разработки методов и алгоритмов обработки изображений, выделения признаков на изображениях и идентификации личности, а также практического применения их рассматривались в научных работах таких ученых как Р.Гонсалес, Ю.И.Журавлёв, Э.Патрик, У.Прэтт, В.А. Софер, Ш.Ульман, Я.А. Фурман, В.А.Фурсов, Э.В.Попова, В.Н.Вапник, Г.С.Поспелов, В.Бургер, М.И.Салех, Б.Хорн, П.Харт, М.И.Шлезингер, В.М. Глушков и др.

В Узбекистане большой вклад в развитие теоретико-практических основ распознавания и обработки изображений нашли отражение в научных работах М.М.Камилова, Ш.Х.Фозилова, Х.Н.Зайнидинов, Р.Т. Абдукаримова, Н.С.Маматов, С.С.Раджабов, З.Т.Адиловой, Ф.Т.Адиловой, А.Х.Нишанова, С.С.Содыкова, Ш.Е.Туляганова, Н.А.Игнатьева, Р.А.Лутфуллаева, Н.М.Мирзаева и др.

Анализ проводимых на сегодняшний день исследований в сфере биометрических технологий, которая является одним из научных направлений идентификации личности, показал, что до настоящего момента недостаточно изучены проблемы, возникающие при создании автоматизированных систем идентификации личности. Кроме того, основными проблемами являются разработка и совершенствование автоматизированных систем идентификации личности на основе изображения лица, создание программного обеспечения и разработка алгоритмов и методов повышения оперативности и точности в режиме реального времени.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского университета



информационных технологий по теме научно-прикладного проекта: № БВ-Атех-2018-249 – «Разработка методов и алгоритмов цифровой обработки биометрических сигналов» (2018-2019).

**Целью исследования** является разработка и внедрение в практику математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения идентификации личности на основе изображения лица.

**Задачи исследования:**

разработка алгоритмов первичной обработки изображений лица личности;

разработка специальной библиотеки и алгоритма нахождения области изображения лица личности на изображении;

разработка алгоритма формирования пространства признаков изображения лица личности и определения комплекса информативных признаков;

создание алгоритмов распознавания личности на основе информативных признаков, характеризующих изображение лица личности.

**Объектом исследования** являются процессы идентификации и распознавания личности на основе изображения лица личности, обработки изображений.

**Предмета исследования** методы и алгоритмы распознавания, обработки и поиска в базе данных изображения лица личности.

**Методы исследования.** В ходе исследования применялись теория вероятностей, методы математической статистики, дискретной математики, обработки изображений, идентификации лиц и языки объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработаны алгоритмы первичной обработки изображения в определении качества изображения лица личности на основе нормализации неравномерно распределенного света на изображении;

разработан алгоритм нахождения области изображении лица на изображении личности с учетом свойств пикселей, а также специальная библиотека;

разработаны алгоритмы вычисления комплекса информативных признаков путем аппроксимации расстояний до изображения лица личности в статических изображениях;

разработаны алгоритмы распознавания личности на основе сезонных изменений информационных признаков, характеризующих изображение лица личности.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработано программное обеспечение «Face Recognition» по выделению первичной обработки и распознаванию изображения лица на изображении, полученного с камеры наблюдения, выделении информативных признаков, сохранения их в базах данных;

разработано программное обеспечение «Face Identification» для интенсификации процесса идентификации лица личности, сокращения затрачиваемого времени, повышения точности распознавания и системы контроля.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обусловлена положительными результатами сравнения реальных и экспериментальных исследований при решении прикладных задач предложенных математических моделей и алгоритмов по идентификации личности на основе изображения лица.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обусловлена перспективами развития теоретико-практических основ биометрических технологий, идентифицирующих личность по изображению лица.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена возможностью применения программного обеспечения, разработанного на основе предложенных математических моделей и алгоритмов, в системах доступа и контроля в организациях и закрытых территориях, использования при проектировании современных автоматизированных систем идентификации личности.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов по математическим моделям, алгоритмам и программному обеспечению повышения эффективности идентификации и распознавания личности по изображению лица:

программное обеспечение «Face Identification», разработанное на основе вычисления информативных наборов признаков путем аппроксимации расстояний до изображения лица личности и распознавания личности на основе сезонных изменений информационных признаков, характеризующих изображение лица личности и внедрено на пост контроля входа и выхода курсантов в здание Академии Вооруженных Сил Республики Узбекистан (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 8 ноября 2019 года 33-8/7941). В результате научного исследования система идентификации и распознавания личности имеет возможность идентифицировать личность с точностью до 85-90%.

программное обеспечение «Face Recognition», разработанное для распознавания и идентификации личности в базе данных признаков лица человека по интенсивности пикселей, внедрено на совместном предприятии общества с ограниченной ответственностью «UZTEX SHOVOT» (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 8 ноября 2019 года 33-8/7941). Результаты научного исследования позволили повысить эффективность контроля идентификации сотрудников на открытых и закрытых территориях предприятия и распознавания личности с точностью в 75% и сократить время, затрачиваемое на идентификацию личности, в 2 раза.

программное обеспечение «Face Recognition» и «Face identification», разработанные на основе первичной обработки изображения лица личности и выделения области изображения лица, внедрены в ГУП «Центр развития информационных технологий» при хокимияте Ферганской области (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций от 8 ноября 2019 года №33-8/7941). Результаты научного исследования позволили сократить в 2,5 раза скорость распознавания и идентификации личности в процессе сопоставления изображений лиц, полученных с камер наблюдения, с изображениями лиц в базе данных, а также сократить время работы системы идентификации личности на 25%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования обсуждались на 25, в том числе 13 международных и 12 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 40 научных работ, в том числе 12 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, из них 2 статьи опубликованы в зарубежных и 10 статей в Республиканских журналах, а также получено 3 свидетельства о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены внедрение результатов исследования, сведения об опубликованности результатов и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Биометрические технологии идентификации изображения лица личности»** состоящей из четырёх параграфов, в сравнительном аспекте исследуются современные методы идентификации личности. Описаны проблемы, существующие в системе идентификации личности на основе биометрических систем и пути их устранения. В результате анализа действующих методов и алгоритмов идентификации личности по изображению лица сформирована постановка задачи диссертационной работы.

В параграфе 1.1 осуществлен сравнительный анализ методов биометрических систем идентификации личности по изображению лица. В

этом плане описаны рекомендации по разработке новых подходов к решению задач идентификации личности.

В параграфе 1.2 исследованы современные программно-аппаратные средства идентификации личности по изображению лица на основе современных методов совершенствования вопросов идентификации личности.

В параграфе 1.3 разработаны значимые параметры съёмки камер на основе анализа требований, предъявляемых к системам идентификации личности по изображению лица.

В этой связи, в таблице 1 для идентификации и распознавания личности приводятся системы использования камер с большим фокусным расстоянием.

**Таблица 1**

**Приблизительное расстояние расположения камер при  
идентификации личности**

Фокусное расстояние, (мм)	Расстояние идентификации, в интервале (м)
2.8	[1.86, 4.66]
3.3	[2.20, 5.50]
3.6	[2.40, 6.00]
4.2	[2.80, 7.00]
6	[4.00, 10.00]
8	[5.33, 13.33]
9	[6.00, 15.00]
12	[8.00, 20.00]
22	[14.66, 36.66]
50	[33.33, 83.66]

В таблице 1 разработаны следующие требования системы идентификации и распознавания личности к количеству пикселей:

- количество линейных пикселей для определения объекта - 20 пиксел/м;
- количество линейных для распознавания - 100 пиксел/м;
- количество линейных пикселей для идентификации - 250 пиксел/м;
- количество пикселей в матрице для камер с разрешением 1080 (2Мп Full HD), 700, 560, 480, и 380;
- для распознавания рекомендуется, чтобы изображение лица при съёмке составляло 1/7 натуральной величины объекта. Но такое уменьшение осуществляется с помощью камер с размером кадра 6x9, 19x12 и выше.

В параграфе 1.4 сформированы цель и задачи, предусмотренные при рассмотрении результатов анализа, которые получены в предыдущих параграфах в рамках диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Методы и алгоритмы первичной обработки изображения лица личности»** состоящей из четырех параграфов. В этой главе предложены алгоритмы первичной обработки изображений для идентификации личности на основе анализа изображений личности, а также выделения области лица на изображении.

В параграфе 2.1 сформированы специальные требования к размерам, ракурсу, фильтрации, цвету и освещению объекта на изображении при первичной обработке изображения лица. При этом описаны методы и алгоритмы первичной обработки изображения, соответствующего системе идентификации личности, как основных требований.

В параграфе 2.2 освещены характеристики существующих методов и алгоритмов обработки изображений, улучшения качества, нормализации изображений лица, устранения помех на основе первичной обработки изображений. Приводится также анализ по нормализации яркости изображения при неравномерно освещенных изображениях. На рисунке 1 предложен алгоритм нормализации качества изображения при неравномерном освещении, которое состоит из следующих шагов.

$$g_{x,y}^{new} = \begin{cases} g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{g_{x,y}}{m_H}, & \text{если } g_{x,y} < m_H; \\ g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{255 - g_{x,y}}{255 - m_H}, & \text{иначе.} \end{cases}$$

здесь  $g_{x,y}^{new}$  - каждая координата заданного изображения,  $K$  – параметр изображения  $[-1;1]$ ,  $m_H$  – центр тяжести изображения,  $H$  – гистограмма изображения.

*Шаг 1.* Внесение заданного изображения.

*Шаг 2.* Постройка гистограммы изображения  $H$  и определение в нем центра тяжести  $m_H$ .

*Шаг 3.* Определение параметров  $d$ , т.е.:  $d = |m_H - 127|$ .

*Шаг 4.* Определение параметров  $K$ .  $k = 1$ . Если  $m_H > 127$ , то  $k = -1$ .

*Шаг 5.*  $g_{x,y}$  – значения цвета пикселей по каждой координате изображения вычисление по новой  $255 - g_{x,y}$ :

*Шаг 6.* Переход к нормализации освещения на изображении.

*Шаг 7.* Конец.

Результаты алгоритма приводятся на рис. 1.



**Рис. 1. Нормализация освещённости изображения лица**

здесь а) изображения лица размером  $3 \times 4$  (больше темного фона) б) результат нормализации освещенности изображения лица размером  $3 \times 4$ .

В предложенном алгоритме учтены особенности изображений биометрических объектов.

В параграфе 2.3 разработан алгоритм принятия решений экспертами для идентификации личности с учетом особенностей совершенствования качества первичной обработки изображений лиц людей с помощью эвристических методов, сохранения, обработки и управления изображений лиц на компьютере, организации процесса математических вычислений, форма компьютерных алгоритмов.

В параграфе 2.4 рассмотрен вопрос определения и выделения области лица на изображении. Кроме того, в результате проведенного исследования предложен алгоритм выделения области лица на изображении, который реализован в следующей последовательности шагов.

*Шаг 1.* Внесение заданного изображения лица в цветовом режиме RGB.

*Шаг 2.* Преобразование изображения лица в режиме RGB в модель YCrCb, которое вычисляется по следующей формуле.

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$Cr = 0.5 * R - 0.4187 * G - 0.0813 * B + 128$$

$$Cb = -0.1687 * R - 0.3313 * G + 0.5 * B + 128$$

здесь  $Y$  - яркость изображения,  $Cr$  - каналы изображения,  $R$  -  $Y$  - яркость заданного изображения,  $Cb$  -  $R$  - каналы изображения,  $B$  -  $Y$  - яркость заданного изображения.

*Шаг 3.*  $S_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } [Cr(x, y) \in [133;173] \cap Cb(x, y) \in [77;127]] \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$

здесь  $S_1$  – выделение области лица на изображении.

*Шаг 4.*  $D(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 S_1(4x + i, 4y + j)$

*Шаг 5.*  $S_2 = \begin{cases} 1, & \text{если } D(x, y) = 16 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$

здесь  $D[x, y] = 16$  - определение области лица,  $D[x, y] = 0$  - область лица не определяется.

*Шаг 6.* Конец.

На рис. 2 приводится результат осуществления определения и выделения области лица на изображении с помощью предложенного алгоритма.



**Рис. 2. Определение и выделение области лица на изображении**

Преимущество данного алгоритма перед существующими заключается в том, что поиск личности выполняется не по всему объекту, а по выделенной области лица, который позволяет сократить время сравнения двух изображений.

В третьей главе диссертации «**Математические модели и алгоритмы формирования пространства признаков на изображении лица личности**» включает в себя четыре параграфа и представляет математические методы и алгоритмы выделения и формирования пространства информативных признаков лица на изображении. Предложен алгоритм сопоставления признаков и пикселей с использованием статистических методов.

В параграфе 3.1 приводятся основные группы признаков изображения, математические основы их формирования и разработки, в частности, описаны результаты определения особенностей выделения значимых признаков для идентификации и распознавания личности. При этом при формировании информативных признаков задана учебная выборка пространства первичных признаков  $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ , а также вносится величина вектора, необходимого при определении признаков.

$$c = (c_1, c_2, \dots, c_N),$$

здесь  $c_i$  ( $i = 1, N$ ) - значение, необходимое для определения  $i$ -признака компоненты. Если нужно определить  $i$ -признак, тогда для этого расходуется количество  $c_i$  и находится возможность этого признака с точностью равной одному.

На рис. 3 для выбора информативных признаков на изображении лица используем  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$ . Здесь  $\lambda_i$  ( $i = \overline{1, N}$ ) вносятся значения один или ноль, что означает наличие или отсутствие данного признака в комплексе информативных признаков.



**а) признаки лица      б) выделение признаков лица**  
**Рис. 3. Выделение информативных признаков на изображении лица**

Если на рис. 4–(а), (б) точки на изображении лица человека считаются информативными признаками, то сформируется 2278 информативных признаков лица. Из них  $P$  – информативные признаки глаз, носа, рта, которые состоят из  $P = 68$ . При этом не учтены углы между глазами, поэтому выделены 24 информативных признака измерения признаков глаз, носа и рта на лице, которые вычисляются по следующей формуле.

$$P^2 = (x_1 + x_2)^2 + (y_1 + y_2)^2$$

здесь  $x, y$  – точки, вычисляемые в сумме значений  $x_1, y_1$ -признаков по следующей формуле:

$$|R| = |\bar{p}(x_i, y_i) - p(x_i, y_i)|$$

здесь  $R$  - близкие по соседству признаки,  $\bar{p}(x_i, y_i)$  - не признаки,  $p(x_i, y_i)$  - сформированные признаки. Кроме того, осуществлено вычисление расстояния сближения близлежащих признаков глаз, носа, рта по следующей формуле:

$$\begin{aligned} p_1 &= (37,32), p_2 = (37,33), p_3 = (37,34), p_4 = (37,31), p_5 = (37,30), p_6 = (37,39), p_7 = (40,32), \\ p_8 &= (40,33), p_8 = (40,34), p_9 = (40,34), p_{10} = (40,31), p_{11} = (43,25), p_{12} = (43,26), p_{13} = (43,31), \\ p_{14} &= (43,30), p_{15} = (43,29), p_{16} = (46,34), p_{17} = (46,35), p_{18} = (46,36), p_{19} = (46,31), p_{20} = (46,30), \\ p_{21} &= (46,29), p_{22} = (40,31), p_{23} = (40,30), p_{24} = (40,29). \end{aligned}$$

Расстояние между ними вычисляется с погрешностью приблизительно в 10%, определяется соотношение средних значений. Кроме того, определяется расстояние между приведенными признаками (левый глаз, правый глаз, нос и рот), в результате которого разработан алгоритм использования метода смежных точек при оценке эффективности 24 признаков.

*Шаг 1.* Заданные значения:  $x_{pi} \in X_p$  объекты, а также  $(i = \overline{1, m_p}; p = \overline{1, r})$  и  $x^*$  признаки на поверхности неизвестного объекта.

*Шаг 2.* Вычисляются приблизительные значения расстояния между признаками  $\|x_{pi} - x^*\|$  для каждого  $x_{pi} (i = \overline{1, m_p}; p = \overline{1, r})$ .

*Шаг 3.* Если  $\min_{p,i} \|x_{pi} - x^*\| = \|x_{qk} - x^*\|$ , то  $x^* \in X_q$  и переход к шагу 5.

*Шаг 4.* Если  $\min_{p,i} \|x_{pi} - x^*\| = \|x_{qk} - x^*\| = \|x_{in} - x^*\|$ , то  $x^*$  не определено расстояние между признаками.

*Шаг 5.* Определяется параметр выхода  $x^* \in X_q$  или  $x^*$  расстояние между признаками.

*Шаг 6.* Конец.

Количественные значения 24 признаков в результате выполнения данного алгоритма приведены на рис. 4.

id	a1	a2	a3	a4	a5	a6	b1	b2	b3	b4	b5	b6	c1	c2	c3	c4	c5	c6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	img
1	60	62	63	70	54	60	75	76	74	75	75	80	30	32	33	32	35	36	90	98	99	96	95	92	/images/1.jpg
2	61	63	63	75	64	62	73	77	80	71	79	90	45	42	35	31	35	34	92	91	92	91	99	91	/images/2.jpg
3	59	68	62	75	51	69	71	72	73	74	72	81	32	39	32	35	36	40	80	91	95	90	89	90	/images/3.jpg
4	40	22	53	30	44	50	55	96	65	87	45	12	56	48	32	32	35	48	56	98	99	80	48	56	/images/4.jpg

**Рис. 4. Количественные значения 24 признаков изображения лица**



В результате исследования на рис. 4 сопоставляются изображения лиц людей, существующих в базе данных на основе значений 24 информативных признаков, а также достигается эффективность систем распознавания по оперативности, точности идентификации личности относительно других алгоритмов.

В параграфе 3.2 разработан алгоритм идентификации личности на основе изображения лица с использованием методов статистики, коэффициента усовершенствованной корреляции при аппроксимации значений признаков и пикселей. Данный алгоритм включает в себя следующие шаги.

*Шаг 1.* Значение общего корреляционного соотношения в пределах  $[-1, +1]$ .

*Шаг 2.* Чем ближе значение корреляционного соотношения к 1, тем плотнее (очень похоже) соединение между двумя изображениями. Если значение корреляционного соотношения ближе к 0, то сопряжение между двумя изображениями рассеянное.

*Шаг 3.* Если обычно пиксели и признаки между двумя изображениями  $Rx_{i,j} < 0.3$ , то соединение рассеянное, лежит в отрезке  $0.3 < Rx_{i,j} < 0.9$  имеет среднее сопряжение, если  $Rx_{i,j} > 0.9$ , то является плотным соединением.

*Шаг 4.* Все найденные признаки присваиваются классификатору.

*Шаг 5.* Создается матрица при установлении необходимых признаков заданных двух  $x, s$  изображений  $X_{ij}, 3S_{kl}, k = 1, n; j, I = 1, m$ . Данная матрица называется ковариационной.

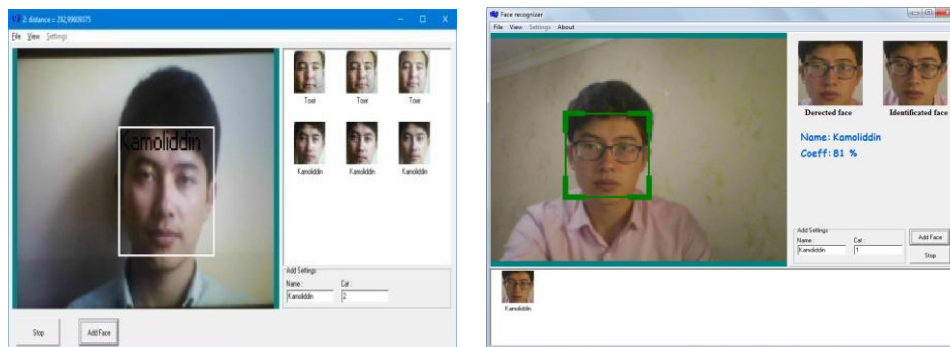
*Шаг 6.* Проводится статистический анализ над ковариационной матрицей, представляется окно пикселей с признаками основных черт.

*Шаг 7.* Составляется корреляционная матрица  $R_{ij} = X_{ij}$  с помощью модели изображения на основе результатов коэффициента корреляции и проводится анализ.

*Шаг 8.* Если выполняется следующее условие значения коэффициента корреляции  $Rx_{i,j} > T(\alpha, n)\alpha = 95\%$ , то вычисляется модель второго изображения относительно первого заданного изображения, а сходство между ними в отрезке  $Rx_{i,j}$  будет выше 80-90%.

*Шаг 9.* Если значение высокого коэффициента корреляции равно  $Rx_{i,j} = 1$  и  $S_{ost}^{-2} = 0$ , то в математической модели достигается адекватный результат.

*Шаг 10.*  $Rx_{i,j} \leq T(\alpha, m)$  при получении второго условия  $Rx_{i,j} \leq T(\alpha, m)$  то можно прийти к выводу, что второе изображение не является моделью первого изображения, с последующим третьим изображением повторяется 1 этап, который продолжается пока не находится похожая на него модель (Рис. 5). *Шаг 11.* Конец.

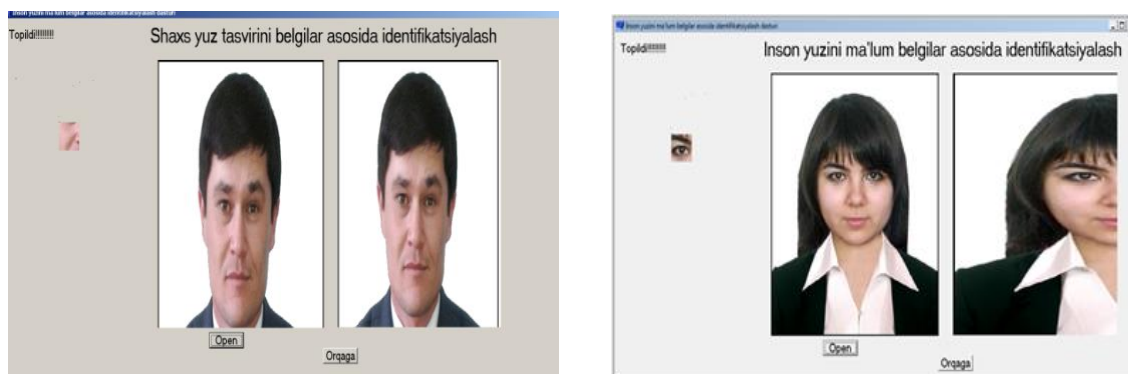


**Рис. 5. Коэффициент идентификации изображения лица**

Эксперимент по пикселям и признакам, проведенный на основе предложенного алгоритма позволил повысить точность идентификации личности на 85-90%.

В параграфе 3.3 решена математическая задача идентификации личности на основе матричного кодирования изображения лица. В результате исследования представлена 8-ступенчатая матрица, определяющая изображение лица размером 8x8 пикселей, а также разработан в четыре этапа процесс вычисления суммы значений пикселей столбцов и строк второго изображения лица на основе результатов сложения пикселей столбцов и строк.

В параграфе 3.4 в результате эффективности современных методов определения идентификационных признаков изображения лица личности решен вопрос вычисления особенностей и элементов изображения (рис. 6).



**Рис. 6. Идентификация изображения лица личности на основе признаков**

Поскольку на рис. 6 сопоставляемый каждый признак лица человека (глаза, брови, нос, отдельные черты) рассматривается в качестве объекта идентификации, то это позволяет идентифицировать и распознать личность.

Четвертая глава диссертации «**Методы создания информационных ресурсов и программного обеспечения идентификации изображения лица личности**» посвящена описанию результатов исследования и созданию программного обеспечения по управлению задачами в системе идентификации личности по изображению лица и решению практических вопросов исследования.

В параграфе 4.1 приводится характеристика программы «Face Identification», предназначенная для первичной обработки изображений лиц людей, полученных с камер наблюдения, выделения области лица на изображении, определения идентификационных признаков лица и записи их в базу данных.



**Рис. 7. Функциональная структура программы «Face Identification»**

Данную программу можно рассматривать в двух аспектах, во-первых, как аппаратно-программный комплекс, во-вторых, как программное средство. Программа является аппаратно-программным комплексом поскольку непосредственно подсоединяется к камерам наблюдения, осуществляет определение лица личности в режиме реального времени, первичную обработку изображения, выделение области лица на

изображении, определение идентификационных признаков, формирование базы данных, состоящую из изображений лиц, управление системой.

Кроме того, в параграфе 4.1 в результате сопоставления интенсивности пикселей изображения лица в виде строк и столбцов путем наблюдения движения и поиска изображения выбранного лица с целью испытания алгоритма определения и наблюдения за объектами лица на изображении описана программа «Face Recognition» распознавания личности.

В параграфе 4.2 результаты распознавания личности на основе анализа разработки базы данных идентификации личности по изображению лица приводятся в таблице 2. В соответствии со сравнительным анализом наиболее распространенные алгоритмы сопоставлены в стандартном состоянии (CPU-реализация) по их оперативности и использованы изображения из баз данных изображений ORL Database, AAF, YFDB. Экспериментальное исследование осуществлено на персональном компьютере с процессором Core i5 3,4 GHz, оперативной памятью 8 Gb, видеокартой 1050Ti 4Gb.

**Таблица 2**

**Результаты определения изображения лица на основе баз данных ORL Database, AAF и YFDB**

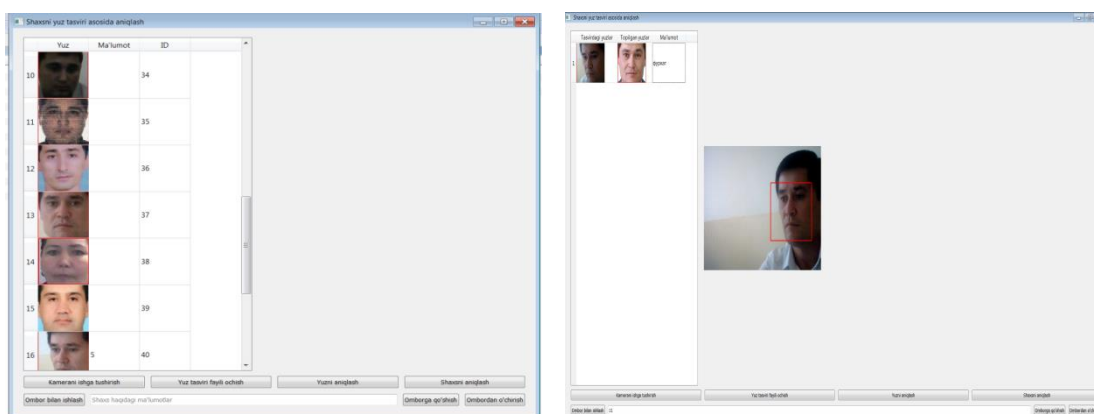
Идентификационные признаки  База изображений лиц		Количество лиц	Кол-во изображений	Классическое распознавание личности		
				Время, в сек.		
				Обучение	Распознавание	Точность распознавания %
1	ORL Database	200	350	1,783451	0,150609	85-90
2	AAF	230	300	1,058891	0,825061	70-75
3	YFDB	160	220	2,634553	0,064683	80-85

Из результатов, приведенных в таблице 2, видно, что сопоставление параметров идентификационных признаков, которые существуют в базах ORL Database, AAF и YFDB, позволяет сократить время, затрачиваемое на распознавание и идентификацию личности.

В параграфе 4.3 приводятся результаты практических задач, полученных с помощью экспериментальных исследований и программного обеспечения «Face identification» и «Face Recognition».

Экспериментальные исследования осуществлены с использованием учебной выборки, сформированной на основе базы данных с иерархической структурой, которая состоит из 10000 изображений лиц 100 человек.

На рис. 8 приведен пример, отражающий результат выполнения процедуры идентификации личности на основе анализа изображения лица человека.



**Рис. 8. Результат идентификации личности на основе анализа изображения лица**

Кроме того, в результате проведения экспериментальных исследований, при использовании алгоритма распознавания личности А1 точность распознавания личности составила 70%, при использовании алгоритма А2 точность составила 75%, а при использовании алгоритма А3 – 80%. С целью улучшения при применении алгоритма А4 был достигнут лучший результат в 85-90%. Судя по результатам проведенных исследований можно сказать, что при выделении области лица на изображении на основе анализа изображений лиц, а также когда при выделении 24 идентификационных признаков в процессе выделения идентификационных признаков исследуемых изображений лиц целесообразно использование алгоритмов А3, А4.

В параграфе 4.4 приведены результаты внедрения в практику программного обеспечения, разработанного на основе существующих и предложенных алгоритмов. Использование данных программ позволяет повысить точность и скорость распознавания личности и сократить время, затрачиваемое на идентификацию и распознавание личности, для контроля входа и выхода людей в организации и закрытые территории.

В приложении приводятся документы, подтверждающие применение результатов диссертационной работы на практике, копии свидетельств Агентства интеллектуальной собственности о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенных научных и практических исследований по теме диссертационной работы «Математическое и программное обеспечение идентификации личности по изображению лица» представлены следующие выводы:

1. Разработан алгоритм выделения области лица на изображении, его преимущество по сравнению с существующими алгоритмами заключается в том, что поиск личности осуществляется не по всему объекту, а по выделенной области лица, что позволило сократить время, затрачиваемое на сопоставление двух изображений.

2. В процессе математического моделирования изображения лица путем экспериментов целесообразно провести статистическую аппроксимацию расстояний на изображении лица, использование метода коэффициента корреляции процесса сопоставления значений информативных признаков при идентификации личности.

3. Разработаны методы сопоставления цветного изображения лица с другими цветными изображениями лица при разработке модели процесса идентификации параметров изображения лица личности.

4. Разработано программное обеспечение практических результатов исследования в процессе совершенствования статистических методов идентификации по параметрам изображения лица человека. В этой связи в четыре этапа реализованы системы распознавания и идентификации личности и осуществлена эффективность статистических методов. В результате разработанной в исследовательской работе алгоритма в ходе эксперимента, проведенного на основе пикселей и признаков, точность идентификации личности составила 85-90%.

5. Разработаны различные варианты алгоритмов выделения области лица на изображении лиц людей. Разработанные алгоритмы позволили повысить точность идентификации личности по изображению лица.

6. Разработан алгоритм поиска изображения лица человека в базе данных. При этом была осуществлена оценка эффективности результатов сопоставления на основе первичной обработки изображения, выделения области лица на изображении, информативных признаков.

7. Разработано программное обеспечение «Face Recognition» и «Face identification», испытанные на примере решения практических и модельных вопросов на основе существующих и предложенных методов идентификации и первичной обработки изображений лиц.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.13/30.12.2019.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**NURJANOV FURKATBEK REYIMBERGANOVICH**

**MATHEMATICAL AND PROGRAM SOFTWARE OF IMAGE  
IDENTIFICATION OF HUMAN FACE**

05.01.04 – Mathematical and software support of computers, complexes and  
computer networks

**DISSERTATION ABSTRACT  
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent-2020**

**The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.3.PhD/T445.**

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tuit.uz) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal (www.ziyo.net.uz).

**Scientific adviser:** **Zaynidinov Hakimjon Nasiridinovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:** **Muminov Bahodir Boltaevich**  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**Rakhimov Bakhtiyor Saidovich**  
Candidat of Technical Sciences

**Leading organization:** **Scientific-Engineering and Marketing  
Researches Center «UNICON.UZ»**

The defense will take place «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 at \_\_\_\_\_ the meeting of Scientific council No. DSc. 13/30.12.2019.T.07.01 at the Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, city of Tashkent, Amir Temur street, 108. Phone: (+99871)238-64-43, fax:(99871)238-6552, e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation can be reviewed in Information Resource Center of the Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. \_\_\_\_\_). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel: (+99871) 238-64-43, fax: (99871) 238-65-52.

Abstract of dissertation sent out on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 y.  
(Mailing report No. \_\_\_\_\_ on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 y.)

**R.Kh. Khamdamov**  
Chairman of the Scientific Council  
awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Science, Professor

**F.M. Nuraliev**  
Scientific Secretary of Scientific Council  
awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**B.B. Muminov**  
Chairman of the Scientific Seminar at the  
Scientific Council awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Docent



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The purpose of the research work** is the development and implementation of mathematical models, algorithms and personality identification software based on facial images.

**The object of the research work** are processes of identification and recognition of personality based on the image of the human's face, image processing.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

algorithms for primary image processing in determining the image quality of a person's face based on the normalization of unevenly distributed light in the image have been developed;

an algorithm has been developed for finding the area of the face image on the personality image taking into account the properties of pixels, as well as a special library;

algorithms have been developed for calculating a complex of informative features by approximating the distances to the face image of a person in static images;

personality recognition algorithms based on seasonal changes in information signs characterizing the image of a person's face are developed.

**Implementation of the research results.** Based on scientific results on mathematical models, algorithms, and software to increase the efficiency of identification and recognition of persons by face image:

«face Identification» software, developed on the basis of calculating informative sets of signs by approximating distances to the face image of the person and recognizing the person based on seasonal changes in information signs characterizing the image of the person's face and implemented at the post of entry and exit control of students in the Academy of the Armed Forces of the Republic Uzbekistan (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of November 8, 2019, 33-8 / 7941). As a result of scientific research, the system of identification and personality recognition has the ability to identify a person with an accuracy of 85-90%.

«face recognition» software, designed to recognize and identify a human in the database of facial features by pixel intensity, was implemented at the joint venture of the limited liability company UZTEX SHOVOT (certificate of the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications of November 8, 2019 No. 33-8/7941). The results of a scientific study made it possible to increase the effectiveness of the control of employee identification in open and closed areas of the enterprise and personality recognition with an accuracy of 75% and to reduce the time spent on identification by 2 times.

the«face recognition» and «face identification» software, developed on the basis of the primary processing of the face image of the person and the identification of the face image area, were implemented in the State Unitary Enterprise "Center for the Development of Information Technologies" under the khokimiyat of the Ferghana Region (certificate from the Ministry for the

Development of Information Technologies and Communications from 8 November 2019 No. 33-8 / 7941). The results of scientific research allowed to reduce by 2.5 times the speed of recognition and identification of a person in the process of comparing images of persons received from surveillance cameras with images of persons in the database, as well as reduce the time of work of the identification system by 25%.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, a list of bibliography and appendixes. The volume of the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; Part I)**

1. Зайнидинов Х.Н., Нуржанов Ф.Р. Вейвлет усулида юз тасвиригарақамли ишлов бериш // «ТошДТУ Хабарлари» журнали. 2018 й. 3-сон. -Б. 50-56. (05.00.00; № 16).

2. Зайнидинов Х.Н., Нуржанов Ф.Р. Шахс юзини идентификациялашда пиксел ва тасвир белгиларининг жойлашуви // «Muhammad al-Xorazmiy avlodlari». Tashkent -2018. № 2 (4). -В. 3-6. (05.00.00; № 10).

3. Нуржанов Ф.Р. Шахс юзини кўриш ва таниш жараёнига робот кўзнинг математик моделини қуриш босқичлари // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. 2017. Том 21. № 3. -Б.65-70. (05.00.00; № 20).

4. Нуржанов Ф.Р.Статистик усулларда шахс юз тасвирини идентификациялаш //Muhammad al-Xorazmiy avlodlari, «ilmiy-amaliy va axborot tahliliy jurnal». Toshkent – 2017. (2)2 –son. -В. 31-35. (05.00.00; № 10).

5. Нуржанов Ф.Р. Маълумотлар базасидан шахснинг юз тасвирини таниб олишининг корреляцион усули // «Informatika va Energetika muammolari» O'zbekiston jurnali. Тошкент-2017. 2017/ (4)-сон. -В. 53-60. (05.00.00; № 5).

6. Зайнидинов Х.Н., Нуржанов Ф.Р., Даулетов А.Ю. Параллельная обработка изображения лица личности // Научно-технический журнал «Вестник Туринского политехнического университета в городе Ташкенте». Выпуск 4/2018. -С. 28-33. (05.00.00; № 25).

7. Турапов У.У., Маллаев О.У., Нуржанов Ф.Р. Робот кўз анализаторини яратишда дисперсия усулини қўллаш // «Informatika va Energetika muammolari» O'zbekiston jurnali. № 2. Toshkent-2016. -В. 35-39. (05.00.00; № 5).

8. Нуржанов Ф.Р. Современные технология идентификации по изображению лица // Научно-технический журнал «Вестник Туринского политехнического университета в городе Ташкенте» Выпуск 1/2018. Ташкент-2018. -С. 17-20. (05.00.00; № 25).

9. Нуржанов Ф.Р. Юз тасвирини таниб олишда қўлланилган алгоритмлар таҳлили // «Тошкент давлат техника университетининг–Хабарлари» журнали. № 4/2017. Ташкент -2017. -Б. 34-39. (05.00.00; № 16).

10. Нуржанов Ф.Р., Ражабов Н.А. Оценка эффективности математические алгоритмы и методы задачи по изображению лица человека // «Memorchilik va qurilish muammolari» ilmiy–texnik jurnal». №3/2018. Samarqand - 2018. -С. 163-165. (05.00.00; № 14).

11. Nurjanov F.R. Mathematical models image face of the personality IJARSET: International journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology Volume 6 Issue 7, July 2019, India 06/07/2019, 9 pages. (05.00.00; № 8).

12. Nurjanov F.R. Method and algorithm for identifying the parameters of the image face person // International Journal of Science and Research (IJSR). Volume 8 Issue 6, June 2019, India 08/06/2019. 7 pages. Scientific Journal Impact Factor, № 23; Impact Factor 7,426.

### **Ибўлим (Ичасть; PartII)**

13. Нуржанов Ф.Р., Мухтарова Г.Х. Исследование биометрических технологий идентификации личности по изображению лица // «Ахборот–коммуникация технологияларининг ривожланиш истиқболлари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман маърузалар тўплами. Қарши-2018.-С. 515-518.

14. Нуржанов Ф.Р., Мухтарова Г.Х. Идентификации лиц по изображениям на основе современных методов и алгоритмов // «Ахборот–коммуникация технологияларининг ривожланиш истиқболлари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман маърузалар тўплами. Қарши-2018. -С. 518-521.

15. Нуржанов Ф.Р. Декомпозиция проблемы идентификация лица личности // «Фаннинг долзарб масалалари» Республика- илмий амалий анжумани материаллари тўплами. Фарғона -2018. -С. 96-97

16. Нуржанов Ф.Р. Формулировка задачи построения фоторобота лица личности // Фарғона Давлат университети. «Фаннинг долзарб масалалари» Республика-илмий амалий анжумани материаллари тўплами. Фарғона – 2018. -С. 98-100.

17. Турапов У.У., Нуржанов Ф.Р., Маллаев О.У. Икки тасвирни ва тасвирдаги объектларни идентификациялашда дисперсия ва корреляция усуллари кўллаш//«Доклады Республиканской научно-технической конференции Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении». Ташкент -2015.-Б. 156-161.

18. Зайнидинов Х.Н., Нуржанов Ф.Р. Шахс юз тасвирига кўра параметрларини идентификациялаш усуллари ишлаб чиқиш // «Иқтисодиёт тармоқларининг инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти» Республика илмий-техник анжуманининг Маърузалар тўплами, 1-қисм. Тошкент -2019. - Б. 251-254.

19. Нуржанов Ф.Р., Норинов М.Ю. Шахсни идентификациялашда юз тасвирларига ишлов беришнинг эвристик мезонлари // «Иқтисодиётнинг тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти» Республика илмий-техник анжуманининг Маърузалар тўплами, 1-қисм. Тошкент -2019. - Б. 423-425.

20. Нуржанов Ф.Р., Даулетов А.Ю. Классификация и выбор критериев оценки качества идентификации изображения лиц // «Математик моделлаштириш, алгоритмлаш ва дастурлашнинг долзарб муаммолари» Республика илмий - амалий конференцияси. Тошкент - 2018. -С. 393-396.

21. Нуржанов Ф.Р. Шахс юзи тасвирига кўра идентификациялашнинг асосий тамойиллари //«Ахборот-коммуникация технологиялари ва телекоммуникацияларнинг замонавий муаммолари ва ечимлари» Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм Фарғона-2019. -Б. 125-128.

22. Нуржанов Ф.Р. Методы автоматического распознавания изображений лица личности // «Муҳаммад ал-Хоразмий издошлари» мавзусидаги Республика илмий-техникавий анжумани материаллари. Урганч -2018. -С. 332-334.

23. Нуржанов Ф.Р., Ортиғалиев М.Ш. Методы анализа фото изображений лица человека для обнаружения достоверных точек // «Иқтисодиётнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти». Республика илмий-техник анжумани материаллари. Тошкент-2017. -С. 339-341.

24. Нуржанов Ф.Р., Ортиғалиев М.Ш. Инсон юз тасвирини солиштириш ва аниқлашнинг математик алгоритмлари таҳлили // «Иқтисодиётнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти». Республика илмий-техник анжумани материаллари. Тошкент - 2017. - С. 337-339.

25. Нуржанов Ф.Р., Гафуров Ю.И., Алгоритм обнаружения лица человека на цифровых изображениях // International scientific conference «Modern modification in the national education: theoretical and practical sciences». Volume 3. Moscow-2018. -С. 52-56.

26. Нуржанов Ф.Р. Тасвирларни байс усулида синфларга ажратиш алгоритми // «Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришларни автоматлаштириш ва оптималлаштиришнинг долзарб муаммолари» Халқаро илмий-техникавий конференция маърузалари тўплами. Қарши-2017. -Б. 415-419.

27. Нуржанов Ф.Р. Шахс юзини кўриш ва таниш жараёнига робот кўзнинг математик моделини қуриш босқичлари // «Энергия тежамкорлиги, электр энергетикаси таъминоти узлуксизлиги таъминлаш концепциясини долзарб муаммолари ҳамда уларнинг ечимлари самарадорлигини ошириш» мавзусидаги Республика илмий-техник анжумани дастури. Фарғона -2016. -Б. 190-191.

28. Нуржанов Ф.Р. Инсон юз тасвирини солиштириш ва аниқлашнинг математик алгоритмлари таҳлили // «Ilmiy tadqiqot va kadrlar tayyorlash tizimida innovatsion hamkorlikni rivojlantirishning muammolari va istiqbollari» mavzusida xalqaro ilmiy –amaliy anjumani materiallari. Buxoro-2017. -Б. 102-104.

29. Нуржанов Ф.Р. Тасвирларни ранглар орқали идентификациялашнинг дастурий таъминоти // «Ilmiy tadqiqot va qadrlar tayyorlash tizimida innovatsion hamkorlikni rivojlantirishning muammolari va istiqbollari» mavzusida xalqaro ilmiy–amaliy anjumani materiallari. Buxoro – 2017. -Б. 104-106.

30. Нуржанов Ф.Р. Исследование методов идентификации личности в криминалистике // Международная научно-техническая конференция Перспективные информационные технологии. Самара - 2018. -С. 508-512.

31. Турапов У.У., Нуржанов Ф.Р. Тасвирларни таниб олиш моделини куриш ва улар орасидаги корреляцион боғланишни баҳолаш усули // «Radiotexnika, telekommunikatsiya va axborot texnologiyalari muammolari va kelajak rivoji» Xalqaro ilmiy - texnik konferensiya maqolalari to'plami, 1-tom. Tashkent - 2015. -Б. 21-23.

32. Нуржанов Ф.Р., Азимов Б.Р. Методы обработки изображения лица личности по цветной и контурной информации // Сборник статей XX международной научно-практической конференции «Современный технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации». Пенза- 2018. -С. 36-38.

33. Нуржанов Ф.Р., Азимов Б.Р. Исследование алгоритма идентификации личности на основе признака Хаара // Сборник статей XX международной научно-практической конференции «Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации». Пенза- 2018. -С. 39-42.

34. Нуржанов Ф.Р. Шах юз тавирини идентификациялашнинг анъанавий усулларининг таҳлили // «Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлиги ва энерго-ресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. 1-шўба. Андижон-2018. -Б. 610-615.

35. Нуржанов Ф.Р., Даулетов А.Ю. Математические методы и алгоритмы распознавания изображения лица личности // Сборник статей VII международной научно-практической конференции «International innovation research» Пенза -2017. -С. 123-126.

36. Нуржанов Ф.Р., Муминов Э.Н. Методы улучшения качества изображений аддитивными фильтрами // Научно-издательский центр Империя, «Интеграция наук» Международный научно-практический журнал. Выпуск №2(25). Том 2. 2019. -С. 100-102.

37. Нуржанов Ф.Р., Муминов Э.Н. Разработка алгоритма построения математической модели процесса обработки изображений лиц // Научно - издательский центр Империя, «Интеграция наук» Международный научно-практический журнал. Выпуск № 2(25).Том 2.2019. –С. 102-105.

38. Нуржанов Ф.Р., Бултаков К., Алимова Ф.М., Абдул-Азалова М.Я., Мухтаров Ф.М., Кубаев У.Р. Пикселларнинг жойлашуви бўйича шахс юзини идентификациялаш // O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma №DGU 04939, 29.12.2017 yil.

39. Зайнидинов Х.Н., Нуржанов Ф.Р., Норинов М.Ю., Абдул-Азалова М.Я., Бултаков К., Хўжаматов Х., Темиров З. «Identification image» O'zbekiston Respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi.

Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'grisida guvohnoma №DGU 06137, 11.03.2019 yil.

40. Мухитдинов Х.А., Турапов У.У., Маллаев О.У., Нуржанов Ф.Р., Абдукаримов С.С. Объектлар тасвирини идентификациялаш учун дастур-Уз // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказганлиги тўғрисида гувоҳнома № DGU 03428, 05.12.2015 йил.

Автореферат «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларининг мослиги текширилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табоғи: 3. Адади 100 нусха. Буюртма № 105.

Гувоҳнома № 10-3719

“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.