

A

M 34

**ТАХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
ИЛМИЙ-ИННОВАЦИОН МАРКАЗИ**

МАҲКАМОВ АНВАРЖОН АБДУЖАББОРОВИЧ

**ҚУЛОҚ ЧАНОҒИ ТАСВИРЛАРИ ТАҲЛИЛИ АСОСИДА ШАХСНИ
ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03–Информатиканинг назарий асослари

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

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
ИЛМИЙ-ИННОВАЦИОН МАРКАЗИ**

МАҲКАМОВ АНВАРЖОН АБДУЖАББОРОВИЧ

**ҚУЛОҚ ЧАНОҒИ ТАСВИРЛАРИ ТАҲЛИЛИ АСОСИДА ШАХСНИ
ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03– Информатиканинг назарий асослари

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

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.PHD/Т45 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университети хузуридаги Ахборот-коммуникация технологиялари илмий-инновацион марказида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tuit.uz) ва «Ziyouet» Ахборот таълим порталида (www.ziyouet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Фозилов Шавкат Хайруллаевич**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Рустамов Насим Тулегенович**
техника фанлари доктори, профессор

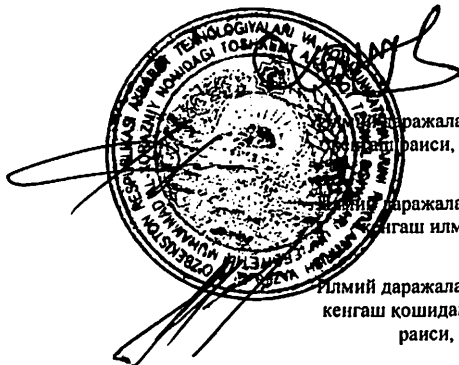
Бабомурадов Озод Жўраевич
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот: **Тошкент давлат техника университети**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети хузуридаги DSc.27.06.2017.T.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «9» сентябр соат 16⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темуր 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 8543 рақам билан рўйхатга олинган.). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темуր кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2018 йил «16» май да тарқатилди.
(2018 йил «18» апрел даги 5 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.

М.А.Исмаилов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ахборотларнинг компьютерли таҳлили, маълумотларга таснифий ишлов бериш ва тимсолларни таниб олиш усул ва алгоритмларини такомиллаштиришга, ишлаб чиқишга ҳамда жорий қилишга катта эътибор қаратилмоқда. Бундан ташқари дунёнинг ривожланган мамлакатлари, жумладан, АҚШ, Англия, Германия, Россия, Хитой, Ҳиндистон, Франция ва бошқа давлатларда тасвирларга ишлов бериш ҳамда компьютерли кўриш йўналишларининг назарий ва амалий масалаларини ечишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда тасвирларга дастлабки ишлов бериш, тасвирдаги объект белгиларини ажратиш ва ушбу объектни таниб олиш усул ва алгоритмларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш ҳамда ҳисоблаш алгоритмларини яратишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, берилган тасвирларни сифатини ошириш, тасвирдаги объект жойлашган соҳасини топиш ва ушбу объектни характерловчи белгиларини ажратиш, таниб олиш алгоритмларини ишлаб чиқиш, такомиллаштириш ҳамда бу алгоритмлар асосида компьютер моделлари ва автоматлаштирилган тизимларини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамаизда мазкур йўналишда тасвирларни сақлашга, ишлов беришга ва интеллектуал таҳлил қилишга мўлжалланган автоматлаштирилган тизимларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... иқтисодиёт, ижтимоий соҳа ва бошқарув тизимида 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»¹ вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда жумладан, шахсни идентификациялашда биометрик технологиялардан фойдаланиб, компьютер ва ахборот тармоқларига кириш руҳсатини назорат қилиш ҳамда бошқариш тизимларини яратиш ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантиришнинг муҳим масалаларидан бири ҳисобланади. Бу борада, берилган тасвирни қайта ишлаш усул ва алгоритмларини таниб олиш ва тасвирдаги объект белгиларини ажратишни инobatга олган ҳолда ривожлантириш шунингдек, ёпиқ ҳудудларга шахсларни киришини назорат қилиш тизимларида қўллаш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 18 апрелдаги

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

ПҚ-2898-сон «Ички ишлар органларининг жиноятларни тергов қилиш соҳасидаги фаолиятини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2014 йил 3 апрелдаги ПҚ-2158-сон «Ахборот-коммуникацион технологияларни иктисодиётнинг реал секторига янада жорий қилиш тўғрисида», 2013 йил 27 июндаги ПҚ-1989-сон «Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот-коммуникация тизимини янада ривожлантириш тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа 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, тимсолларни аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш масалалари ҳамда уларни амалий қўлланилиши С.А.Айвазян, В.В.Александров, М.М.Бонгард, Э.М.Браверман, С.Ватанабе, Р.Гонсалес, Н.Д.Горский, Ю.И.Журавлев, А.Г.Ивахненко, Э.Патрик, У.Прэтт, Л.Робертс, В.А.Сойфер, Ш.Ульман, П.Харт, Б.Хорн, Д.Ж.Хёрлей, М.И.Шлезингер, В.Бургер, М.И.Салех ва бошқаларнинг илмий ишларида қўриб чиқилган.

Ўзбекистонда таниб олиш ва тасвирларга ишлов бериш назарий асосларини ривожлантиришга М.М.Камилов, Р.Т.Абдукаримов, З.Т.Адилова, Ф.Т.Адилова, Э.М.Алиев, Ж.Х.Гулямов, Н.А.Игнатъев, Р.А.Лутфуллаев, Н.М.Мирзаев, А.Х.Нишанов, С.С.Содиқов, Ш.Е.Туляганов, Ш.Х.Фозилов ва бошқалар ўзларининг катта ҳиссаларини қўшганлар.

Ҳозирги кунда тасвирларга ишлов бериш илмий йўналишларидан бири биометрик технологиялар соҳасида олиб борилган тадқиқотлар тахлили шуни кўрсатдики, кулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификациялашнинг биометрик параметрини ўлчашнинг контактсиз услуги мазкур технологиялар орасида энг яхши, истиқболли технологияларидан бири ҳисобланади. Бироқ, бундай технология асосида шахсни идентификациялашнинг автоматлаштирилган тизимларини яратишда вужудга келадиган муаммолар ҳозирги кунгача етарли даражада ҳал этилмаган. Шунинг учун кулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификациялашнинг самарали усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда улар асосида дастурий таъминотни яратиш етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги Ахборот-коммуникация технологиялари илмий-инновацион маркази илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-14-009-сон

«Биометрик технологияларни интеграциялаш асосида шахсни идентификация қилиш усуллари, алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш» (2006-2008); ФА-Ф17-Ф010-сон «Шахсни биометрик идентификация қилишнинг кўп поғонали тизимининг алгоритмик ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш» (2009-2011); А5-ФА-Ф022-сон «Биометрик ечимларнинг гибрид алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш» (2012-2014) мавзулардаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қулоқ чаноғи тасвирлари таҳлили асосида шахсни таниб олиш алгоритмлари ва дастурлар мажмуасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қулоқ чаноғи тасвирига дастлабки ишлов бериш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

тасвирда қулоқ чаноғи жойлашган соҳани топиш алгоритминини ишлаб чиқиш;

қулоқ чаноғи тасвири белгиларини ажратиш ва таниб олиш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

таклиф этилган алгоритмлар асосида дастурлар мажмуасини яратиш ва амалиётда қўллаш юзасидан тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида растрли шаклдаги қулоқ чаноғи тасвири қаралган.

Тадқиқот предмети қулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш ва уларнинг белгиларини ажратиш ҳамда шакллантирилган белгилар алифбоси асосида шахсни таниб олиш усул ва алгоритмларини ташкил этади.

Тадқиқот усуллари. Назарий тадқиқотлар тизимли таҳлил, эҳтимоллар назарияси ва математик статистика, дискрет математика, тасвирларга ишлов бериш ва тимсолларни аниқлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

қулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

тасвирда қулоқ чаноғи соҳасини топиш алгоритми ишлаб чиқилган;

қулоқ чаноғи тасвири белгиларини ажратиш алгоритмлари такомиллаштирилган;

қулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш алгоритмларини элементар классификаторлардан фойдаланиб такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

қулоқ чаноғи тасвири асосида шахсни таниб олишда тасвири ҳалақитлардан тозалаш, “Эллипс”, “Айлана” ва “Тўртбурчак” геометрик фигураларга асосланган белгиларни ажратиш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

идентификацион белгилар орқали тавсифланадиган объектларни қиёслаш учун яқинлик функцияси ва элементар классификаторларга асосланган таниб олиш модуллари такомиллаштирилган;

мавжуд ва ишлаб чиқилган алгоритмларга асосланган “Ear recognition” таниб олиш дастурий мажмуаси яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тасвирларга ишлов бериш ва тимсолларни аниқлаш математик аппаратининг тўғри қўлланилиши ҳамда таклиф этилган алгоритмлар асосида модел ва амалий масалалар устида олиб борилган тажрибавий тадқиқотларнинг ижобий солиштириш натижалари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кулоқ чаноғи тасвирлари бўйича шахсни идентификацияловчи биометрик технологияларнинг назарий асосларини истиқболли ривожланиши билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти таклиф этилган алгоритмлар ва дастурий мажмуаси шахсни идентификацияловчи замонавий мултибиометрик (кўп тармокли) тизимларининг таркибий қисми ҳисобланган кулоқ чаноғи тасвирларига ишлов бериш қисм тизимларини лойиҳалашда фойдаланилиши мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Кулоқ чаноғи тасвирлари бўйича шахсни таниб олиш усуллари, алгоритмлари ва дастурий модуллари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

тасвирда кулоқ чаноғи жойлашган соҳасини топиш, кулоқ чаноғи тасвиридаги белгиларини ажратиш ва таниб олиш алгоритмлари асосида яратилган дастурий мажмуа Ўзбекистон Республикаси Ички ишлар вазирлиги Эксперт-криминалистика бош марказининг амалий фаолиятига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 14 декабрдаги 33-8/8474-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида шахсни кулоқ чаноғи тасвири бўйича криминалистик экспертиза қилишда тестдан ўтказиш жараёнлари вақтини 1,2 баробарга қисқартириш ҳамда таниб олиш аниқлигини эса 4% га ошириш имконини берган;

кулоқ чаноғи тасвиридаги идентификацион белгиларини ажратиш ва таниб олиш алгоритмлари асосида яратилган дастурий мажмуа “ЎЗИ-Жиззах” Ўзбекистон-Индонезия қўшма корхонасининг кириш тизимларини бошқаришга жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 14 декабрдаги 33-8/8474-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида кириш тизимини тестдан ўтказиш жараёнларидатаниб олиш аниқлигини 8% га ошириш имконини берган;

тасвирда кулоқ чаноғи жойлашган соҳани топиш ва кулоқ чаноғи тасвиридаги белгиларини ажратиш алгоритмлари ва дастурий мажмуа “Amirhon Textile Trade” МЧЖнинг амалий фаолиятига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 14 декабрдаги 33-8/8474-сон маълумотномаси). Натижада кириш тизимини тестдан ўтказиш жараёнида таниб олиш аниқлигини 10% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 4 та халқаро ва 21 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси бўйича жами 35 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 10 та мақола, 1 таси хорижий ва 9 таси республика журналларида нашр қилинган ҳамда 3 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларини қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 107 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 ва 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 диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Шахсни таниб олишнинг биометрик технологиялари” деб номланган биринчи боби, тўртта параграфдан иборат бўлиб, ушбу бобда диссертация мавзуси бўйича тадқиқотлар қисқача таҳлилининг натижалари ҳамда тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари таҳлил қилинган.

Биринчи параграфда кўз тўрпардаси, нутқ сигналлари, қўл геометрияси (шакллари), юз ва қулоқ чаноғи тасвирлари ҳамда юриш услублари, имзо кабилар бўйича шахсни идентификация қилиш асосий биометрик усулларининг таҳлил натижалари келтирилган.

Шахсни идентификация қилиш биометрик технологиялар ёрдамида ҳал қилинувчи интеллектual тизимларнинг асосий масалаларидан бири ҳисобланади. Биометрик технологияларга асосланган тизимлар битта шахсни бошқа шахсдан ажратувчи ва бунда шахсларнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олувчи тизимлар ҳисобланади. Бу тизимлар биометрик характеристикаларни рақамли маълумотларга ўтказиш орқали шахсни таниб олишга имкон беради.

Шахснинг физик ва биологик хусусиятлари тадқиқ қилинадиган ва улар асосида таниб олиш амалга ошириладиган илмий йўналиш бу биометрика деб аталади.

Биринчи бобнинг иккинчи параграфда кулоқ чаноғи тасвирлари бўйича шахсни идентификация қилиш асосий усулларининг таҳлил натижалари келтирилган.

Учинчи параграфда кулоқ чаноғи тасвирлари бўйича шахсни идентификация қилиш жараёнида юзага келувчи асосий масалалар ҳамда бу масалаларни ҳал қилиш усуллари ва алгоритмлари келтирилган.

Тўртинчи параграфда аввалги параграфларда олинган натижалар асосида диссертация иши доирасида ҳал қилиниши кўзда тутилган мақсад ва вазифалар шакллантирилган. Олиб борилган тадқиқотларнинг таҳлили кулоқ чаноғи тасвирлари бўйича шахсни идентификация қилишнинг мавжуд тизимларининг алгоритмлар аниқлиги ва тезлиги бўйича замонавий талабларга жавоб бермаслигини кўрсатди. Шунинг учун ушбу диссертация кўрсатилган талабларга жавоб берувчи алгоритмларни ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилишга бағишланган. Қўйилган мақсадларга эришиш учун қуйидаги масалалар ҳал қилинади: кулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш, тасвирда кулоқ чаноғи жойлашган соҳани топиш, идентификацион белгиларни ажратиш ва таниб олиш ҳамда тажрибавий тадқиқотлар ўтказиш, амалий масалаларни ҳал қилиш.

Диссертациянинг «Кулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш ва таниб олиш алгоритмлари» деб номланган иккинчи бобида кулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш учун фойдаланиладиган алгоритмлар таклиф қилинган.

2.1-параграфда кулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш алгоритмларининг баёни келтирилган. Тасвирларнинг ўлчамлари, ракурс ва ёритилганлигига бўлган махсус талаблар шакллантирилади.

Бундан ташқари ушбу параграфда тасвирда кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш масаласи ҳам кўриб чиқилади. Бу масала етарли даражада мураккаб ҳисобланади ва кулоқ чаноғи тасвирларига ишлов бериш жараёнининг асосини ташкил қилади.

Кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш бўйича М.Бурге, В.Бургер ва М.И.Салехларнинг ишлари алоҳида эътиборга лойиқдир. Ўз ишларида бу олимлар кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш учун қидиришни тўла тасвирда ва тасвирнинг термограммасидан фойдаланган ҳолда киритилаётган тасвирнинг бошланғич нуқтасини белгилаш орқали амалга оширганлар. Бунда бутун тасвир бўйича излашни амалга ошириш ҳисобига жойлашган соҳани излаш вақтнинг ортиши олиб келган бўлса, термограмма бўйича кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлашда эса иш жараёни ранглар билан ишлаш сезиларли даражада мураккаблашади. Бу ҳолат кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлашнинг кўрсатилган камчиликларга эга бўлмаган алгоритмини ишлаб чиқиш заруриятини юзага келтиради.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида жойлашган соҳани топиш учун қуйидагича алгоритм таклиф этилди ва у қуйидаги қадамларда амалга оширилди.

1-қadam. Берилган тасвирда куйидаги шартларга кўра тери ранги пикселлари ажратиб олинади:

$$\bar{I} = \begin{cases} (R, G, B), \text{ куйидаги шартларда} \\ \left. \begin{aligned} &R > 95, G > 40, B > 20; \\ &\max(R, G, B) - \min(R, G, B) > 15; \\ &R > G, R > B, |R - G| > 15; \\ &\frac{100R}{R+G+B} < 57, \frac{100G}{R+G+B} < 35, \frac{100B}{R+G+B} < 35; \end{aligned} \right\} \\ (255, 255, 255), \text{ аксхолда} \end{cases}$$

Кўрсатилган шартларга кўра тери рангини аниқлаш натижалари 1(б)-расмда келтирилган.



а)



б)



с)

1-расм. Берилган тасвир(а), ундаги тери ранги пикселлари(б) ва қулранг тасвирга ўтказиш (с)

2-қadam. Берилган $W1$ да $m \times n$ ўлчамли тери рангининг энг катта боғланган соҳаси $W2$ ажратиб олинади.

3-қadam. $W2$ тасвирда тери рангининг энг катта боғланган объектига тегишли бўлмаган барча пикселларга фон ранги қиймати берилади.

4-қadam. Айлайлик $E_0(x_0, y_0)$ - бурун учининг координаталари бўлсин. Бурун учи координатасининг ординатаси y_0 сифатида максимал қийматли объект пикселининг абциссаси сифатида эса - $W2$ ($x_0 = m$) тасвир кенглиги қабул қилинади.

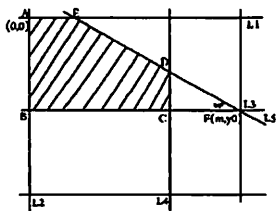
5-қadam. Бурун учидан абциссалар ўқига параллел бўлган тўғри чизик ва унга соат стрелкасига қарама-қарши йўналишда 30° бурчак остидаги тўғри чизик ўтказилади.

6-қadam. $W2$ тасвирда $y = \left[\frac{2m}{3} \right]$ тўғри чизик ўтказилади.

7-қadam. Берилган тасвир қулранг тасвир $W3$ га айлантирилади.

8-қadam. Қулоқ чаноғи жойлашган соҳани излаш тўғри чизиклар билан чегараланган тасвир қисми $W3$ да амалга оширилади (2-расм).

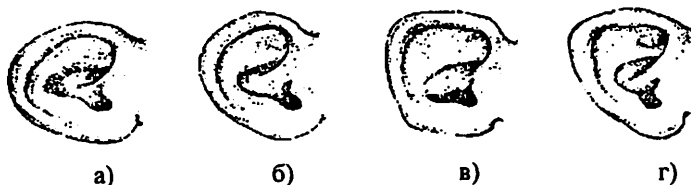
$$l_1: y=0; l_2: x=0; l_3: y=y_0; l_4: y = \left[\frac{2m}{3} \right]; l_5: y = \left[\frac{(1+\sqrt{3})}{2} y_0 \left(\frac{x}{m} + \sqrt{3} \right) \right]$$



2-расм. Кулоқ чаноғи жойлашган соҳани излашнинг қисқартирилган соҳаси

Кулоқ чаноғи жойлашган соҳани излаш учун маскадан фойдаланади. Маскалар ушбу ишда 20 та шахсларнинг (аёл, эркак, кекса, ёшлар ва бошқ.) ўртачалаштирилган кулоқ чаноқ тасвирлари асосида яратилган маскалардан фойдаланилади.

Маскалар кулоқ чаноғи шакллари ҳисобга олган ҳолда яратилади ва улар айланасимон, овалсимон ва учбурчак шаклларда бўлади. Бундай таснифлаш В.А.Снетков ва И.Ф.Виниченколарнинг ишларига кўра биометрик хусусиялар асосида амалга оширилди. Тасвирларнинг ҳар бир турининг намуналари 3-расмда келтирилган.



3-расм. Кулоқ чаноғи шакллари намуналари: айланасимон(а), овалсимон(б), тўғри тўртбурчак (в), учбурчак (г)

Овалсимон кулоқ чаноғи тасвирларининг ўртачалаштирилиши асосида яратилган маска 4-расмда келтирилган.



4-расм. Овал шаклидаги кулоқ чаноқлари учун маска тури

9-қadam. Маскалар ёрдамида кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш учун корреляцион коэффициентлардан фойдаланилади. Маска тасвирнинг ажратиб олинган соҳаси W3 бўйлаб ҳаракатланади ва бу тасвирнинг маска билан қопланган тегишли соҳаларига мос келувчи корреляция

коэффициентлари r_{Ml} ҳисобланади. Ҳисобланган r_{Ml} ва тегишли координаталар асосида R тўплам ҳосил қилинади.

Агар икки тасвир элементлари тўплamlари $X = \{x_{ij}\}_{m \times n}$ ва $Y = \{y_{ij}\}_{m \times n}$ кўринишда ифодаланган бўлса, корреляцион коэффициентлар қуйидагича ҳисобланади:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot B_{ij}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij}^2 \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{ij}^2 \right)}}$$

бу ерда

$$A_{ij} = x_{ij} - \bar{x}; \quad B_{ij} = y_{ij} - \bar{y} \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$$

$$\bar{x} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}; \quad \bar{y} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_{ij}.$$

бу ерда x_{ij} , y_{ij} – мос ҳолда X ва Y тасвирларнинг (i, j) координатадаги пикселларнинг ёрқинлик қийматалари.

10-қadam. R тўпдамдан r_{Ml} қиймат максимал бўлган координаталар танлаб олинади.

5-расмда тақлиф қилинган тасвирдаги кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш алгоритмини амалга ошириш натижаси келтирилган.



5-расм. Тасвирдаги кулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш натижалари

Ушбу алгоритмнинг афзаллиги шундан иборатки, излаш бутун тасвир бўйича эмас, балки унинг бир қисми бўйича олиб борилади, бу эса уни амалга оширишга сарфланадиган вақтни қисқартиради.

Берилган тасвир, масалан, унда қандайдир доғлар ва нуқталарнинг мавжудлиги туфайли етарли даражада юқори сифатга эша бўлмаган ҳолларда бундай ҳалақитларни бартараф қилиш зарурияти юзага келади, чунки улар идентификацион белгиларни ажратиб олиш натижаларига сезиларли даражада таъсир қилиши мумкин. Диссертация ишида бу масала 2.1-параграфда батафсил кўриб чиқилган ва у медиана фильтри алгоритмидан фойдаланган ҳолда ҳал қилинади.

Ҳалақитлар бартараф қилинганидан сўнг кулоқ чаноғи тасвири контур чизикларини ажратиш амалга оширилади. Диссертация ишида контур

чизикларини ажратишнинг бир қатор маълум алгоритмлари, яъни Превитт, Уоллис, Собель, Робертс, Канни алгоритмлари кўриб чиқилган ҳамда улар шахсни идентификация қилиш биометрик технологияларида кенг қўлланилади. Кулоқ чаноғи тасвирлари базасидан фойдаланган ҳолда санаб ўтилган алгоритмлар билан тажрибавий тадқиқотлар натижалари Канни алгоритмининг натижалар аниқлиги бўйича маълум афзалликка эга эканлигини кўрсатилади.

Кулоқ чаноғи тасвирларидаги контур чизиклари ажратишда идентификацион белгилардан ташқари алоҳида нуқталар кўринишидаги ҳалақитлар ҳам пайдо бўлиши мумкин, бу эса таниб олиш аниқлигининг пасайишига олиб келади. Диссертацияда бундай ҳалақитларни бартараф этиш учун икки қадамли алгоритм таклиф қилинган, у қуйидаги қадамларда амалга оширилади.

1-қadam. Кулоқ чаноғининг оқ-қора тасвиридаги ҳар бир қора нуқта P_{ij} ($i = \overline{1, m-1}$, $j = \overline{1, n-1}$) учун қўшни қора нуқталар сони аниқланади.

2-қadam. Агар қора нуқталар сони ўрнатилган бўсағавий қиймат одан кичик ёки тенг бўлса, кўриб чиқиляётган нуқта фон рангига (оқ) ўтказилади.

Ўтказилган тажрибалардан шу маълум бўлдики, танланган бўсағавий қийматнинг оптимал қиймати $\alpha = 2$ бўлганда энг яхши натижага эришилишини кўрсатилади.

Ушбу алгоритмнинг математик кўриниши қуйидагича бўлади:

$$A = \begin{cases} 0, & \frac{\sum_{i=0}^8 A_i}{255} > \alpha, \\ 255, & \frac{\sum_{i=0}^8 A_i}{255} \leq \alpha. \end{cases}$$

бу ерда A -танланган нуқтанинг ранг қиймати, α -ўрнатилган бўсағавий қиймат, ($\alpha \in R$). A_i ($i = \overline{0,8}$) қиймат 3×3 ўлчамли ойнадан фойдаланиб аниқланади.

2.2-параграфда кулоқ чаноғи тасвирлари идентификацион белгиларини ажратиш алгоритмлари таклиф қилинади. Ушбу алгоритмларга кўра кулоқ чаноғи тасвири бир неча бўлақларга бўлинади ва ушбу бўлақларнинг ҳар бирига қуйидаги турлардан бўлган геометрик фигура жойлаштирилади: эллипс, айланава тўғри тўртбурчак. Диссертацияда B алгоритм сифатида белгиланган, кўрсатилган геометрик фигуралар асосида белгиларни шакллантиришнинг умумий алгоритми қуйидаги қадамларда амалга оширилади.

1-қadam. Контур чизиклари ажратилган ва ҳар-ҳил ҳалақитлардан тозаланган кулоқ чаноғи тасвири k та бўлақка бўлинади.

2-қadam. Олинган ҳар бир бўлақга берилган геометрик фигуралар жойлаштирилади. Бунда ҳар бир фигуранинг жорий ўлчамлари ушбу

фигуранинг аввалги ўлчамларини бир нечта пикселга орттириш билан олинади.

3-қadam. Фигуранинг жорий ўлчамлари учун унинг контур чизиклари билан кесишиш нуқталари сони p_j ($j = \overline{1, m}$) аниқланади:

$$P_i = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}, (i = \overline{1, k}),$$

бу ерда m -фигура ўлчамлари ўзгаришлари сони.

4-қadam. Ҳар бир фигура билан контур чизиклари кесишувчи қўшни нуқталар орасидаги масофа d_j ҳисобланади.

5-қadam. d_j масофаларнинг йиғиндилари $D_i = \sum d_j$ ($i = \overline{1, m}$) дан қуйидаги тўплам ҳосил қилинади:

$$Q_i = \{D_1, D_2, \dots, D_m\}, (i = \overline{1, k}).$$

Кулоқ чаноғи тасвирининг i -қисми учун белгилар тўплами S_i , P_i ва Q_i тўпламлардан қуйидагича ҳосил қилинади:

$$S_i = P_i \cup Q_i = \{p_1, p_2, \dots, p_m, D_1, D_2, \dots, D_m\} = \{s_1, s_2, \dots, s_{2m}\}, (i = \overline{1, k}).$$

S_i ($i = \overline{1, k}$) тўпламдан бутун кулоқ чаноғи тасвирининг идентификацион белгилар вектори ҳосил қилинади:

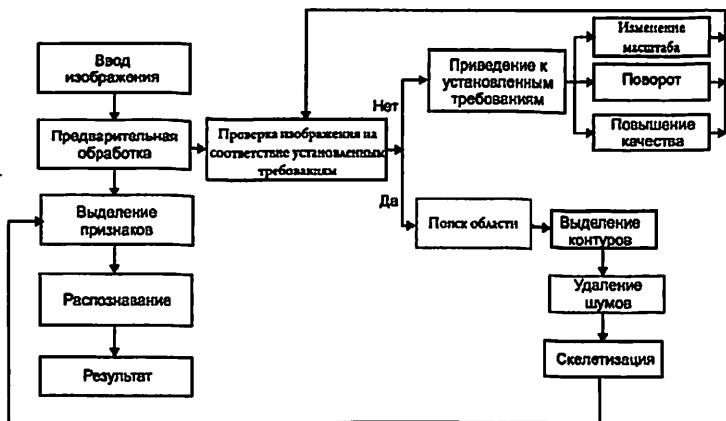
$$X = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_k = (x_1, x_2, \dots, x_{2mk}), x_i = s_i, i = \overline{1, 2mk}.$$

Фойдаланиладиган фигурага боғлиқ равишда кўриб чиқилган алгоритмни учта вариантда ифодалаш мумкин, улар диссертацияда В1 (эллипс учун), В2 (айлана учун) ва В3 (тўғри тўртбурчак учун) каби белгиланган.

2.3-параграфда кулоқ чаноғи тасвирини таҳлил қилиш асосида шахсни таниб олиш алгоритмлари келтирилган. Таклиф этилган кулоқ чаноғи тасвири идентификацион белгиларини ажратиш алгоритмларининг самарадорлигини баҳолаш “Ўртача масофа” (A1), “Эталон объектлар” (A2), “ k - яқин қўшнилар” (A3) таниб олиш алгоритмлари ҳамда AdaBoost (A4) алгоритмлар оиласига кирувчи алгоритмлардан биридан фойдаланилди, уларнинг тўлиқ баён диссертацияда келтирилган.

Диссертациянинг “Ишлаб чиқилган алгоритмлар ва кулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни таниб олиш учун дастурий таъминотнинг қўлланилиши” деб номланган учинчи боби “Ear recognition” таниб олиш дастурий таъминотини яратиш, ушбу дастурий маҳсулотни синовдан ўтказиш ва амалий масалаларни ҳал қилиш учун қўллаш бўйича натижаларни ўзида акс эттиради.

3.1-параграфда “Ear recognition” дастурий таъминотининг умумий иш схемаси (6-расм), унинг модуллари ва график интерфейси келтирилган.



6-расм. “Ear Recognition” шахсни таниб олиш дастурлар мажмуасининг умумий иш схемаси

7-расмда “Ear recognition” дастурлар мажмуасининг ишчи ойнаси келтирилган.



7-расм. “Ear recognition” дастурлар мажмуаси ишчи ойнасининг умумий кўриниши

3.2-параграфда кулоқ чаноғи тасвирлари базасини шакллантириш жараёни баён қилинади ва ушбу базадан фойдаланган ҳолда шахсни идентификация қилиш технологияси тавсифланади.

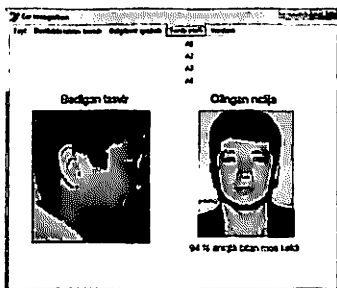
Тажрибалар ўтказиш учун яратилган тасвирлар базаси иерархик тузилишга эга, унинг биринчи босқичи кулоқ чаноғи тури (чап кулоқ чаноғи ёки ўнг кулоқ чаноғи) тўғрисидаги маълумотларни ҳосил қилади. Кейинги босқич кулоқ чаноғининг кўринишини ифодаловчи маълумотларни (айлансимон, овалсимон, тўртбурчак ёки учбурчак шаклдаги кулоқ чаноғи), учинчи босқич эса - шахс тўғрисидаги маълумотларни (фамилияси, исми, отасининг исми, туғилган санаси) ташкил қилади. Тўртинчи босқич B1, B2, B3 ва B4 алгоритмларидан фойдаланган ҳолда шакллантирилган белгилар векторлари кўринишида ифодаланган кулоқ чаноғи тасвирларини ўз ичига олади. Шундай қилиб кулоқ чаноғи тасвирлари базаси биометрик параметр

тўғрисидаги априор маълумотлардан фойдаланиш ҳисобига ундаги ўхшаш кулоқ чаноғи тасвирини излаш жараёнини максимал даражада тезлаштириладиган тарзда тузилган.

3.3-параграфда тажрибавий тадқиқотлар ва “Ear Recognition” дастурлар мажмуаси ёрдамида олинган амалий масалаларни ҳал қилиш натижалари келтирилган.

Тажрибавий тадқиқотлар 28 шахснинг 6000 та кулоқ чаноғи тасвирларидан ташкил топган ва юқорида келтирилган иерархик тузилишга эга бўлган маълумотлар базаси асосида шакллантирилган ўқув танланмасидан фойдаланиб амалга оширилди. Бунда таклиф этилган алгоритмларнинг ишлаш қобилиятини баҳолаш сирпанувчи назорат усули билан амалга оширилди.

8-расмда ўнг кулоқ чаноғи тасвирини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш процедурасини амалга ошириш натижасини акс эттирувчи мисол келтирилган.



8-расм. Кулоқ чаноғи тасвирини таҳлил қилиш асосида шахсни идентификация қилиш натижаси

Умуман олганда тажрибавий тадқиқотлар олиб бориш натижасида таниб олишни A1 алгоритмидан фойдаланиб амалга оширганда таниб олиш аниқлиги 81% ни, A2 алгоритмидан фойдаланганда эса 86% ни, A3 алгоритмидан фойдаланганда 90% ни ташкил қилди. ушбу натижаларни яхшилаш мақсадида A4 алгоритмидан фойдаланилди ва энг яхши натижа – 94% га эришилди. Олиб борилган тадқиқотлар натижаларидан шунини айтиш мумкинки, контур чизиқларини ажратиб олиш учун Канны усулидан ва тадқиқ қилинаётган кулоқ чаноғи тасвирлари идентификацион белгилари фазосини шакллантириш учун B1 алгоритмидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги кўрсатилди.

ХУЛОСА

“Кулоқ чаноғи тасвирлари таҳлили асосида шахсни таниб олиш алгоритмлари” мавзусидаги диссертация бўлини олиб боришда тадқиқотлар натижасида куйидаги хулосадар тақдим этилди:

MUHAMMAD AL-KOR'IBIY NOMIDAGI

TEKNOLOGIYALAR UNIVERSITETI

1. Тасвирдаги қулоқ чаноғи жойлашган соҳани аниқлаш алгоритми ишлаб чиқилди, унинг мавжуд алгоритмлардан афзаллиги шундан иборатки, унда излаш бутун тасвир бўйлаб эмас, балки унинг бир қисми бўйича амалга оширилади ва бу эса уни амалга оширишга кетадиган вақт сарфини қисқартириш имконини беради.

2. Тажрибалар орқали тасвирдаги қулоқ чаноғи контур чизикларини ажратиб олиш жараёнини амалга олиш учун Канны алгоритмидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги исботланди. Ушбу алгоритмдан фойдаланиш қулоқ чаноғи тасвиридаги идентификацион белгиларни сифатли ажратишга хизмат қилади.

3. Геометрик фигуралардан фойдаланган ҳолда тасвирдаги қулоқ чаноғининг идентификацион белгиларини ажратиб олиш алгоритмларининг турли вариантлари ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган алгоритмлар таниб олиш аниқлигини ошириш имконини беради.

4. Қулоқ чаноғи тасвирлари базасининг биометрик параметрлари тўғрисидаги априор маълумотлардан фойдаланиш ҳисобига ушбу базадан энг ўхшаш қулоқ чаноғи тасвирини излаш жараёнини тезлаштиришга имкон берувчи тўрт босқичли иерархик тузилмаси таклиф қилинди.

5. Қулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни таниб олиш масалаларида қарор қабул қилиш алгоритми сифатида AdaBoost типдаги алгоритмдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги аниқланди. Бу эса таниб олиш натижаларини яхшилаш имконини беради.

6. Қулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш ва таниб олишнинг таклиф этилган ва мавжуд алгоритмлари асосида модели ва амалий масалаларни ҳал қилиш мисолларида синовдан ўтказилган “Ear Recognition” дастурлар мажмуаси яратилди. Яратилган дастурлар мажмуаси биометрик технологияларда тимсолларни аниқлаш масаласини ечишга хизмат қилади.

7. Диссертация тадқиқоти натижалари қулоқ чаноғи тасвирларини таҳлил қилиш асосида шахсни таниб олиш биометрик технологиясини ривожлантиришнинг истиқболли йўналиши бўлиб қарор қабул қилишнинг иерархик тузилишга эга бўлган процедураларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш эканлигини таъкидлаб айтишга имкон беради, бунда қуйи босқичларда идентификацион белгиларнинг қийматлари аниқланади ва улар асосида “юмшоқ” қарорлар қабул қилиш амалга оширилади, юқори босқичда эса шахсни таниб олиш бўйича якуний бирлаштирилган қарор шакллантирилади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРИ НАУЧНОМ СОВЕТЕ
DSc.27.06.2017.T.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

**НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННО-
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

МАХКАМОВ АНВАРЖОН АБДУЖАББОРОВИЧ

**АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ УШНЫХ РАКОВИН**

05.01.03 – Теоретические основы информатики

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

Ташкент– 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2017.1.PhD/T45.

Диссертация выполнена в Научно-инновационном центре информационно-коммуникационных технологий при Ташкентском университете информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.tuit.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель: Фазылов Шавкат Хайруллаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Рустамов Насим Тулегенович
доктор технических наук, профессор

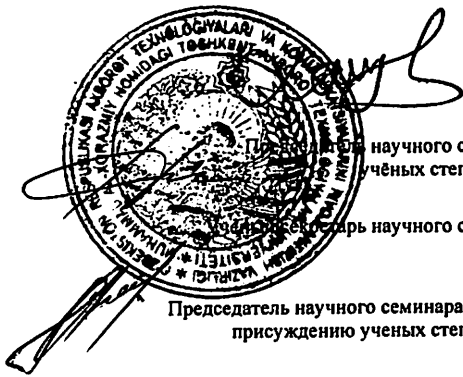
Бабомурадов Озод Жураевич
доктор технических наук

Ведущая организация: Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «9» июня 2018 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.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).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер №443). (Адрес: 100202, г.Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871)238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «26» мая 2018 года.
(протокол рассылки № 5 от «19» апреля 2018 г.).



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

Ф.М.Нуралнев
член научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н.

М.А.Исмаилов
Председатель научного семинара при научном совете по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире большое внимание уделяется разработке, усовершенствованию и практическому применению методов и алгоритмов компьютерного анализа информации в том числе классификационной обработки данных и распознавания образов. Кроме того, в таких развитых странах мира, как США, Великобритания, Германия, Россия, Китай, Индия, Франции др., проводятся интенсивные исследования по решению теоретических и прикладных задач обработки изображений компьютерного зрения.

В мире ведутся исследовательские работы по разработке и усовершенствованию методов и алгоритмов предварительной обработки изображений, выделения признаков объекта на изображении и распознавания этого объекта. В этой связи, в том числе, важной задачей является разработка и усовершенствование алгоритмов повышения качества исходного изображения, выделения области локализации и объекта на изображении, определения признаков этого объекта и распознавания по выделенным признакам, а также создание компьютерных моделей и автоматизированных систем на основе этих алгоритмов.

В Республике в этом направлении особое внимание уделяется разработке автоматизированных систем, ориентированных на хранение, обработку и интеллектуальный анализ изображений. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. определены задачи, в том числе "... внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления. ... совершенствование системы обеспечения информационной безопасности и защиты информации, своевременное и адекватное противодействие угрозам в информационной сфере".¹ Осуществление данных задач, в том числе создание систем контроля и управления доступом к компьютерным и информационным сетям с использованием биометрических технологий идентификации личности, является одним из важнейших вопросов развития информационно-коммуникационных технологий. В этой связи, важное значение имеют совершенствование методов и алгоритмов обработки исходных изображений, включая выделение признаков объекта на изображении и его распознавание, а также их применение в системах управления и контроля доступом в закрытые территории.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных указами Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года "О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан", №УП-5264 от 29 ноября 2017 года "Об образовании Министерства инновационного развития

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года "О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан"

Республики Узбекистан”, постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-2898 от 18 апреля 2017 года “О мерах по коренному совершенствованию деятельности органов внутренних дел в сфере расследования преступлений”, №ПП-2158 от 3 апреля 2014 года “О мерах по дальнейшему внедрению информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики”, №ПП-1989 от 27 июня 2013 года “О мерах по дальнейшему развитию Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан”, а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан IV. «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. В последние годы вопросы разработки и усовершенствования методов обработки изображений и распознавания образов, а также их практического применения рассмотрены в работах С.А.Айвазяна, В.В.Александрова, М.М.Бонгарда, Э.М.Бравермана, С.Ватанабе, Р.Гонсалеса, Н.Д.Горского, Ю.И.Журавлева, А.Г.Ивахненко, Э.Патрика, У.Прэтга, Л.Робертса, В.А.Сойфера, Ш.Ульмана, П.Харта, Б.Хорна, Д.Ж.Хёрлея, М.И.Шлезингера, В.Бургера, М.И.Салехи и др.

В Узбекистане большой вклад в развитие теоретических основ распознавания образов и обработки изображений внесли М.М.Камилов, Р.Т.Абдукаримов, З.Т.Адылова, Ф.Т.Адылова, Э.М.Алиев, Ж.Х.Гулямов, Н.А.Игнатъев, Р.А.Лутфуллаев, Н.М.Мирзаев, А.Х.Нишанов, С.С.Садыков, Ш.Е.Туляганов, Ш.Х.Фазылов и др.

Проведенный анализ современного состояния исследований в области биометрических технологий, образующих одно из научных направлений обработки изображений, показывает, что среди технологий с бесконтактным способом измерения биометрического параметра, идентификация личности на основе анализа изображений ушных раковин является одной из наиболее перспективных технологий. Однако проблемы, возникающие при создании автоматизированных систем идентификации личности на основе данной технологии, до сих пор в достаточной степени не решены из-за отсутствия развитой теоретической базы, необходимой для решения этих проблем. В связи с этим возникает необходимость разработки эффективных методов и алгоритмов идентификации личности на основе анализа изображений ушной раковины, а также создания на их основе соответствующего программного обеспечения.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Научно-инновационного центра информационно-коммуникационных технологий при

Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий по следующим темам: А-14-009 «Разработка методов, алгоритмов и программного обеспечения идентификации личности на основе интеграции биометрических технологий» (2006-2008), ФА-Ф17-Ф010 «Разработка алгоритмического и программного обеспечения многоуровневой системы биометрической идентификации личности человека» (2009-2011) и А5-ФА-Ф022 «Разработка и практическое применение гибридных алгоритмов и программного обеспечения биометрических решений» (2012-2014).

Целью исследования является разработка алгоритмов и комплекса программ идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин.

Задачи исследования:

разработка алгоритмов предварительной обработки изображения ушной раковины;

разработка алгоритма выделения области ушной раковины на изображении;

разработка алгоритмов выделения признаков изображений ушных раковин и распознавания на основе этих признаков;

создание комплекса программ на основе разработанных алгоритмов и выработка рекомендаций на основе результатов решения практических задач.

Объектом исследования являются изображения ушных раковин, представленные в растровой форме.

Предмет исследования составляют методы и алгоритмы предварительной обработки изображений ушных раковин, выделения их признаков, а также идентификации личности на основе сформированного словаря признаков.

Методы исследования. Теоретические исследования в работе базировались на методах системного анализа, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, обработки изображений, распознавания образов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан алгоритм выделения области ушной раковины на изображении;

разработаны алгоритмы предварительной обработки изображения ушной раковины;

разработаны и усовершенствованы алгоритмы выделения признаков изображения ушной раковины;

усовершенствован алгоритм идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин с использованием элементарных классификаторов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны алгоритмы устранения помех на изображении, а также выделения признаков на основе использования геометрических фигур “Эллипс”, “Окружность” и “Прямоугольник”;

для сравнения объектов, описываемых идентификационными признаками, усовершенствованы модули распознавания, основанные на использовании функций близости и элементарных классификаторов;

разработан программный комплекс на базе существующих и разработанных алгоритмов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается корректным применением математического аппарата обработки изображений и распознавания образов, а также положительными результатами экспериментальных исследований предложенных алгоритмов на модельных и реальных задачах.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в дальнейшем развитии теоретических основ биометрической технологии идентификации личности по изображениям его ушных раковин.

Практическая значимость результатов исследования определяется тем, что предложенные алгоритмы и программное обеспечение могут быть использованы при проектировании и разработке подсистемы обработки изображений ушных раковин, являющейся составной частью современных мультибиометрических систем идентификации личности.

Внедрение результатов исследования.

На основе полученных научных результатов, связанных с методами, алгоритмами, а также программных модулей идентификации личности по изображениям ушных раковин:

комплекс программ, разработанных на основе алгоритмов выделения области ушной раковины на изображении, выделения признаков изображения ушной раковины, а также распознавания, внедрен в Экспертно-криминалистическом центре Министерства внутренних дел Республики Узбекистан (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 14 декабря 2017 года 33-8/8474). В результате научного исследования время, затрачиваемое на идентификационную криминалистическую экспертизу ушной раковины, сократилось в среднем в 1,2 раза, а точность идентификации повысилась на 4%;

комплекс программ, разработанных на основе алгоритмов выделения идентификационных признаков изображения ушной раковины и распознавания, внедрен в Узбекско-Индонезийском совместном предприятии “ЎЗИ-Жиззах” (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 14 декабря 2017 года 33-8/8474) для контроля и управления доступом на территории организации.

В результате научного исследования при тестировании системы контроля доступом имело место увеличение точности идентификации на 8%;

алгоритмы выделения области ушной раковины на изображении, выделения признаков изображения ушной раковины и распознавания, а также соответствующие программы внедрены в ООО “Amirhon Textile Trade” (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 14 декабря 2017 года 33-8/8474) для контроля и управления доступом на территорию организации. В результате научного исследования при тестировании системы контроля доступом имело место увеличение точности идентификации на 10%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования докладывались и обсуждались на 4 международных и 21 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме исследования опубликовано 35 научных работ. Из них 10 в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 1 в иностранных и 9 в республиканских журналах. Также получены 3 свидетельства о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 107 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Сформулированы цель и задачи, указаны объект и предмет исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Биометрические технологии распознавания личности», состоящей из четырёх параграфов, приведены результаты краткого анализа исследований по теме диссертации, а также цели и задачи исследования.

В первом параграфе приведены результаты анализа основных методов биометрической идентификации личности по сетчатке глаз, речевым сигналам, отпечаткам пальцев, геометрии (форм) рук, изображениям лиц и ушных раковин, а также по походке, подписи и т.д.

Идентификация личности является одной из основных задач интеллектуальных систем, решаемых с помощью биометрических технологий. Системы, основанные на биометрических технологиях,

считаются системами, отделяющими одну личность от других и учитывающими при этом специфические особенности личностей. Иными словами, эти системы позволяют идентифицировать личность, переводя биометрические характеристики в цифровые данные.

Научное направление, в рамках которого исследуются физические и биологические свойства личности и на основе их осуществляется идентификация, называется биометрикой.

Во втором параграфе первой главы приведены результаты анализа основных методов идентификации личности по изображениям ушных раковин.

В третьем параграфе приведены основные проблемы, возникающие в процессе идентификации личности по изображениям ушных раковин, а также методы и алгоритмы решения этих проблем.

В четвёртом параграфе на основе результатов, полученных в предыдущих параграфах, сформулированы цель и задачи, решение которых предусмотрено в рамках диссертационной работы. Анализ работ показал, что существующие системы идентификации личности по изображениям ушных раковин по точности и быстродействию алгоритмов не отвечают современным требованиям. В связи с этим, данная диссертация посвящена разработке и исследованию алгоритмов, отвечающих указанным критериям. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: предварительная обработка изображений ушных раковин, нахождение области ушной раковины на изображении, определение идентификационных признаков и распознавание, а также проведение экспериментальных исследований и решение прикладных задач.

Во второй главе диссертации «Предварительная обработка изображений ушных раковин и алгоритмы распознавания» предложены алгоритмы, используемые для идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин.

В параграфе 2.1 описываются алгоритмы предварительной обработки изображений ушных раковин. Сформулированы специальные требования к размеру, ракурсу и освещённости изображения.

Кроме того, в этом параграфе рассмотрена задача определения области расположения ушной раковины на изображении. Эта задача является достаточно сложной и составляет основу процесса обработки изображений ушных раковин.

По определению области расположения ушной раковины особое внимание заслуживают исследования М.Бурге, В.Бургера и М.И.Салеха. В своих работах эти учёные использовали введённые пользователем начальные точки на изображениях и термограммах для определения области расположения ушной раковины. При этом, наблюдается увеличение времени поиска области расположения ушной раковины за счет реализации поиска по всему изображению, а при определении области расположения ушной раковины по термограммам имеет место существенное усложнение процесса

работы с цветовыми оттенками. Данное обстоятельство обусловило необходимость разработки алгоритма определения области расположения ушной раковины, не имеющего указанных недостатков.

В результате проведённых диссертационных исследований такой алгоритм был создан и реализован в виде следующей последовательности.

Шаг 1. На исходном изображении выделяются пиксели цвета кожи согласно следующим условиям:

$$\bar{i} = \begin{cases} (R, G, B), \text{ при условиях} & \begin{cases} R > 95, G > 40, B > 20; \\ \max(R, G, B) - \min(R, G, B) > 15; \\ R > G, R > B, |R - G| > 15; \\ \frac{100R}{R+G+B} < 57, \frac{100G}{R+G+B} < 35, \frac{100B}{R+G+B} < 35; \end{cases} \\ (255, 255, 255), \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Результаты определения цвета кожи в соответствии с указанными условиями приведены на рис.1(б).



а)



б)



с)

Рис. 1. Исходное изображение (а), пиксели цвета кожи на нем (б) и полутоновое изображение(с)

Шаг 2. На полученном изображении W1 выделяется область наибольшего связанного объекта цвета кожи W2 размером $m \times n$.

Шаг 3. На изображении W2 всем пикселям, не принадлежащим наибольшему связанному объекту цвета кожи, присваивается значение цвета фона.

Шаг 4. Пусть $E_0(x_0, y_0)$ - координаты кончика носа. В качестве ординаты y_0 координаты кончика носа принимается абсцисса пикселя объекта с максимальным значением, а абсциссы – ширина изображения W2 ($x_0 = m$).

Шаг 5. От кончика носа проводится прямая, параллельная оси абсцисс, и прямая под углом 30° против часовой стрелки к ней.

Шаг 6. На изображении W2 проводится прямая $y = \left[\frac{2m}{3} \right]$.

Шаг 7. Исходное изображение преобразуется в полутоновое изображение W3.

Шаг 8. Поиск области расположения ушной раковины осуществляется в части изображения W3, ограниченной прямыми (рис.2)

$$l_1: y = 0; l_2: x = 0; l_3: y = y_0; l_4: y = \left[\frac{2m}{3} \right]; l_5: y = \left[\frac{(1+\sqrt{3})}{2} y_0 \left(-\frac{x}{m} + \sqrt{3} \right) \right]$$

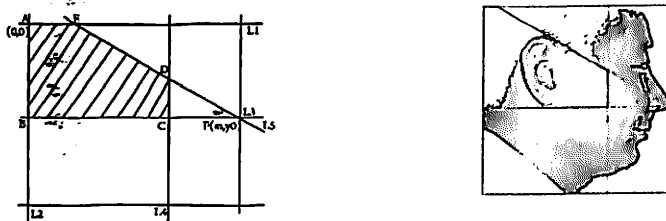


Рис. 2. Сокращенная зона поиска области расположения ушной раковины

Для поиска области расположения ушной раковины используются маски, созданные на основе усреднённых 20 изображений ушных раковин людей (женщин, мужчин, старых, молодых и др.).

Маски создаются с учётом формы ушной раковины: круглые, овальные, прямоугольные и треугольные. Такая классификация осуществлена согласно работам В.А.Снеткова и И.Ф.Виниченко на основе биометрических свойств. Образцы каждого вида изображений приведены на рис. 3.

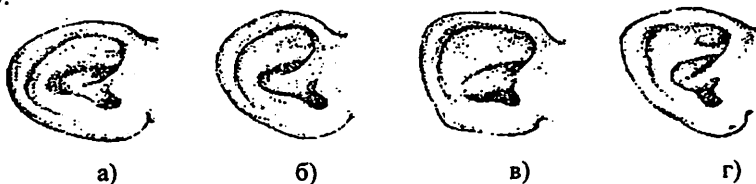


Рис. 3. Образцы форм ушных раковин:

круглые (а), овальные (б), прямоугольные (в), треугольные (г)

Маска, созданная усреднением изображений овальных ушных раковин, приведена на рис.4.



Рис. 4. Вид маски для ушных раковин овальной формы

Шаг 9. Для определения области расположения ушной раковины с помощью масок используются корреляционные коэффициенты. Маска двигается по выделенной части изображения W_3 и вычисляются корреляционные коэффициенты r_{MI} с соответствующими участками этого изображения, покрытыми маской. На основе вычисленных r_{MI} и соответствующих координат формируется множество R .

Если множества элементов двух изображений представлены в виде $X = \{x_{ij}\}_{m \times n}$ и $Y = \{y_{ij}\}_{m \times n}$, тогда корреляционные коэффициенты вычисляются следующим образом:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot B_{ij}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij}^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{ij}^2\right)}},$$

где

$$A_{ij} = x_{ij} - \bar{x}; \quad B_{ij} = y_{ij} - \bar{y} \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}),$$

$$\bar{x} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}; \quad \bar{y} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_{ij}.$$

Здесь x_{ij} , y_{ij} – значения яркости пикселя с координатами (i, j) изображений X и Y соответственно.

Шаг 10. Из множества R выбирается такие координаты, у которых значение r_{Ml} является максимальной.

На рис. 5 приведены результаты реализации предложенного алгоритма определения области расположения ушной раковины на изображении.



Рис.5. Результаты определения области расположения ушной раковины на изображении

Преимущество данного алгоритма заключается в том, что поиск ведется не по всему изображению, а по ее части, что сокращает время, затрачиваемое на его реализацию.

В тех случаях, когда исходное изображение имеет недостаточно высокое качество, например, за счет наличия на нем каких-либо пятен и точек, то возникает необходимость устранения подобных помех, т.к. последние могут существенно повлиять на результаты выделения идентификационных признаков. В диссертационной работе эта задача решается с использованием алгоритма медианной фильтрации, который подробно рассмотрен в параграфе 2.1.

После устранения помех изображение ушной раковины представляется контурными линиями. В диссертационной работе рассмотрен ряд известных алгоритмов выделения контурных линий, а именно алгоритмы Превитта, Уоллиса, Собеля, Робертса, Канны, которые нашли широкое применение в биометрических технологиях идентификации личности. Результаты

экспериментальных исследований перечисленных алгоритмов с использованием базы изображений ушных раковин показали, что по точности результатов некоторое преимущество имеет алгоритм Канни.

При выделении контурных линий на изображении ушной раковины могут появиться помехи в виде отдельных точек, которые могут привести к снижению точности распознавания. В диссертации предложен двухшаговый алгоритм устранения подобных помех, который реализуется в следующей последовательности.

Шаг 1. Для каждой черной точки $P_j (i = \overline{1, m-1}, j = \overline{1, n-1})$ на черно-белом изображении ушной раковины определяется число соседних черных точек.

Шаг 2. Если количество черных точек не превышает установленного значения α , то рассматриваемую точку переводят в фоновый цвет (белый).

Проведённые эксперименты показали, что наилучший результат достигается при $\alpha = 2$.

Данный алгоритм основан на проверке условий

$$A = \begin{cases} 0, & \frac{\sum_{i=0}^8 A_i}{255} > \alpha, \\ 255, & \frac{\sum_{i=0}^8 A_i}{255} \leq \alpha. \end{cases}$$

здесь A - значение цвета выбранной точки, α - установленная норма, ($\alpha \in R$). Значение $A_i (i = \overline{0, 8})$ определяется использованием окна 3×3 .

В параграфе 2.2 предложены алгоритмы определения идентификационных признаков изображения ушной раковины. Согласно этим алгоритмам, изображение ушной раковины разбивается на несколько частей и на каждой из этих частей располагают геометрическую фигуру, которая может быть следующих видов: эллипс, окружность и прямоугольник. Общий алгоритм формирования признаков на основе указанных геометрических фигур, обозначенный в диссертации как алгоритм B , реализуется в виде следующей последовательности.

Шаг 1. Выделенное контурными линиями и очищенное от помех изображение ушной раковины разбивается на k частей.

Шаг 2. На каждой из полученных частей располагают заданную геометрическую фигуру. При этом текущие размеры фигуры получаются увеличением предыдущих размеров фигуры на несколько пикселей.

Шаг 3. Для текущих размеров фигуры определяется количество точек ее пересечения $p_j (j = \overline{1, m})$ с контурными линиями

$$P_i = \{p_1, p_2, \dots, p_m\} (i = \overline{1, k}),$$

где m - количество изменений размеров фигуры.

Шаг 4. Вычисляются расстояния d_j между соседними точками пересечения каждой фигуры с контурными линиями.

Шаг 5. Из суммы $D_i = \sum d_j$ ($j = \overline{1, m}$) расстояний d_j формируется множество

$$Q_i = \{D_1, D_2, \dots, D_m\}, (i = \overline{1, k}).$$

Множество признаков S_i для i -ой части изображения ушной раковины формируется из множеств P_i и Q_i следующим образом

$$S_i = P_i \cup Q_i = \{p_1, p_2, \dots, p_m, D_1, D_2, \dots, D_m\} = \{s_1, s_2, \dots, s_{2m}\}, (i = \overline{1, k}).$$

Из множеств S_i ($i = \overline{1, k}$) формируется вектор идентификационных признаков всего изображения ушной раковины

$$X = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_k = (x_1, x_2, \dots, x_{2mk}), x_i = s_i, i = \overline{1, 2mk}.$$

В зависимости от используемой фигуры рассматриваемый алгоритм можно представить в трех вариантах, которые в диссертации обозначены как В1 (для эллипса), В2 (для окружности) и В3 (для прямоугольника).

В параграфе 2.3 приведены алгоритмы распознавания личности на основе анализа изображений ушных раковин. Оценка эффективности предложенных алгоритмов определения идентификационных признаков изображения ушной раковины осуществлена с использованием алгоритмов распознавания «Среднее расстояние» (А1), «Эталонные объекты» (А2), « k ближайших соседей» (А3), а также одного из алгоритмов семейства алгоритмов AdaBoost (А4), которые полностью описаны в диссертационной работе.

Третья глава диссертации «Применение разработанных алгоритмов и программного комплекса для распознавания личности на основе анализа изображений ушных раковин» отражает результаты по созданию программного комплекса распознавания “Ear recognition”, тестированию данного программного продукта и применению комплекса для решения прикладных задач.

В параграфе 3.1 приведены общая схема работы программного комплекса “Ear recognition” (рис. 6), его модули и графический интерфейс.

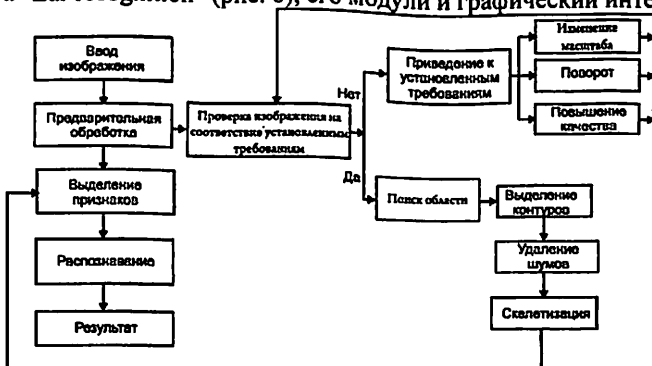


Рис.6. Общая схема работы программного комплекса распознавания личности “Ear Recognition”

На рис. 7 показано рабочее окно программного комплекса “Ear recognition”.

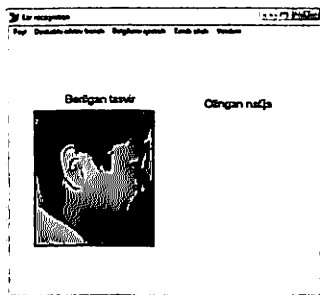


Рис.7. Общий вид рабочего окна программного комплекса “Ear recognition”

В параграфе 3.2 изложен процесс формирования базы данных изображений ушных раковин и описана технология идентификация личности с использованием этой базы.

Сформированная для проведения экспериментов база изображений имеет иерархическую структуру, первый уровень которой образуют данные о типе ушной раковины (левая или правая ушная раковина). Следующий уровень составляют данные, представляющие вид ушной раковины (круглая, овальная, прямоугольная или треугольная ушная раковина), третий уровень – сведения о личности (фамилия, имя, отчество, дата рождения). Четвертый уровень содержит изображения ушных раковин, представленных в виде векторов признаков, сформированных с использованием алгоритмов В1, В2, В3 и В4. Таким образом, база изображений ушных раковин структурирована так, чтобы максимально ускорить процесс поиска в ней схожего изображения ушной раковины за счет использования априорных данных о биометрическом параметре.

В параграфе 3.3 приведены результаты экспериментальных исследований и решения прикладных задач, полученные с помощью программного комплекса “Ear Recognition”.

Экспериментальные исследования осуществлялись с использованием обучающей выборки, сформированной на основе базы данных, состоящей из 6 000 изображений ушных раковин 28 человек и имеющей вышеприведенную иерархическую структуру. При этом, оценка работоспособности предложенных алгоритмов осуществлялась методом скользящего контроля.

На рис. 8 приведен пример, отражающий результат реализации процедуры идентификации личности на основе анализа изображения правой ушной раковины.

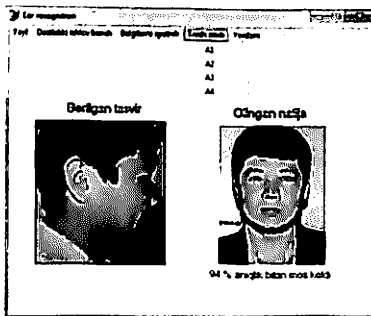


Рис. 8. Результат идентификации личности на основе анализа изображения ушной раковины

В целом, экспериментальные исследования позволили выявить, что при использовании алгоритма A1 точность распознавания составила 81%, при использовании алгоритма A2 - 86%, алгоритма A3 - 90%. Используя алгоритм A4, был достигнут лучший результат - 94%. Приведенные результаты получены при использовании метода Канни для выделения контурных линий и алгоритма В1 для формирования пространства идентификационных признаков исследуемых изображений ушных раковин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты проведённого диссертационного исследования в на тему «Алгоритмы идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин» сводятся к следующим выводам.

1. Разработан алгоритм определения области расположения ушной раковины на изображении, преимущество которого по сравнению с существующими алгоритмами заключается в том, что поиск ведется не по всему изображению, а по ее части, что позволяет сократить время, затрачиваемое на его реализацию.

2. Экспериментально доказано, что для реализации процесса выделения контурных линий ушных раковин на изображении целесообразным является использование алгоритма Канни, позволяющего выделить идентификационные признаки, адекватно описывающие изображения ушной раковины.

3. Разработаны различные варианты алгоритма выделения идентификационных признаков ушных раковин на изображении с использованием геометрических фигур, что позволило повысить точность распознавания.

4. Предложена четырехуровневая иерархическая структура базы изображений ушных раковин, позволяющая за счет использования априорных данных о биометрическом параметре ускорить процесс поиска в этой базе наиболее схожего изображения ушной раковины.

5. Показано, что в задачах идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин в качестве алгоритма принятия решения целесообразно использовать алгоритм типа AdaBoost, обеспечивающий высокую точность распознавания.

6. На базе предложенных и существующих алгоритмов предварительной обработки изображений ушных раковин и распознавания создан программный комплекс “Ear Recognition”. Данный комплекс служит для решения задачи распознавания образов в различных прикладных областях.

7. Результаты диссертационного исследования позволяют констатировать, что перспективным направлением развития биометрической технологии идентификации личности на основе анализа изображений ушных раковин является разработка и исследование иерархически структурированных процедур принятия решений, в которых на нижних уровнях определяются значения идентификационных признаков и на их основе принимаются «мягкие» решения, а на верхнем уровне формируется окончательное интегрированное решение по идентификации личности.

**AD HOC SCIENTIFIC COUNCIL AT THE SCIENTIFIC COUNCIL
AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSc.27.06.2017.T.07.01 AT
TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**SCIENTIFIC AND INNOVATION CENTER OF INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AT THE TASHKENT
UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

MAHKAMOV ANVARJON ABDUJABBOROVICH

**ALGORITHMS OF PERSON IDENTIFICATION BASED ON THE
ANALYSIS OF EAR IMAGES**

05.01.03 – Theoretical basis of computer science

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

Tashkent-2018

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.PhD/T45.

The dissertation has been prepared at Scientific and Innovation Center of Information and Communication Technologies at the 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.ziyonet.uz.

Scientific adviser:

Fazilov Shavkat Xayrullaevich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Rustamov Nasim Tulegenovich
Doctor of technical sciences, professor

Babomuradov Ozod Jurayevich
Doctor of technical sciences

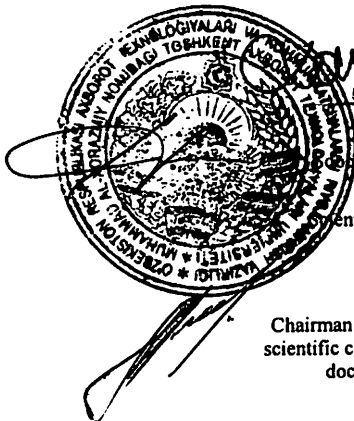
Leading organization:

Tashkent state technical university

The defense will take place "9" June 2018 at 10⁰⁰ on the meeting of Scientific council No. DSc.27.06.2017.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation is available at the Information Resource Centre of the Tashkent University of information Technologies (is registered under No. 2643). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on "16" May 2018 y.
(mailing report No. 5 on "18" April 2018 y.).



R.Kh.Khamdamov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

F.M.Nuraliev
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences

M.A.Ismailov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work working out the algorithms and software for person identification on the base of the analysis of ear images.

The object of the research work is bitmap ear image.

The scientific novelty of the research work is as follows:

working out the algorithms for preprocessing ear images;

working out the algorithm for ear extraction from images;

working out and improving the algorithms for feature extraction from ear images and person identification;

the algorithm of identification of the person on the basis of the analysis of the images of the auricles with the use of elementary classifiers.

Implementation of research results. On the basis of the obtained research results, related to methods, algorithms, and software modules of person identification by images of auricles:

the complex-program, which was developed on the basis of algorithms for the selection of the ear area (auricle) in the image, the selection of the signs of the image of the ear, as well as their recognition, were applied at the Expert-Criminalistics Center of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan (Reference letter № 33-8/8474 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan of dated 14th December, 2017). As a result of the scientific research, during the criminalistics expert examination of the ear images, it allowed to decrease the duration of testing by 20% and to increase an accuracy of the recognition by 4%;

the complex-program, which was developed on the basis of algorithms for identifying features of the image of the auricle and recognition there was applied at the Uzbek-Indonesian Joint-Stock company “Uzl-Jizzakh” (Reference letter № 33-8/8474 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan dated 14th December, 2017). As a result of scientific research during the testing of access control system there was an increase in the accuracy of identification by 8%;

algorithms for selecting the area of the auricle in the image, highlighting the signs of the auricle image and recognition, as well as appropriate programs were applied at the LLC “Amirhon Textile Trade” (Reference letter №33-8/8474 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan dated 14th December, 2017). As a result of scientific research, during the testing the access control system, there was an increase in the accuracy of identification by 10%.

Structure and volume of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, the list of used literature and appendix. The volume of the dissertation 107 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Фозилов Ш.Х., Махкамов А.А. Шахсни таниб олиш масаласида кулоқ контурини ажратиб олиш усуллари //Информатика ва энергетика муаммолари. –Тошкент, 2006. – №5. 12-17 б. (05.00.00; №5.)

2. Фозилов Ш.Х., Махкамов А.А. Кулоқ тасвиридаги идентификацион белгиларни ажратишнинг геометрик усули //Информатика ва энергетика муаммолари. –Тошкент, 2007. – №3. 12-16 б. (05.00.00; №5.)

3. Фозилов Ш.Х., Махкамов А.А. Тасвир сифатини яхшилаш усуллари ва алгоритмлари //ТАТУ хабарлари. –Тошкент, 2008. – №1. 55-58 б. (05.00.00; №10.)

4. Фозилов Ш.Х., Жумаев Т.С., Махкамов А.А. Шахсни идентификация қилишда турли ракс кўринишида бўлган кулоқ тасвирларини геометрик нормаллаштириш //Информатика ва энергетика муаммолари. – Тошкент, 2009. – №5. 3-6 б. (05.00.00; №5.)

5. Махкамов А.А. *k*-яқин кўшнилар усули асосида кулоқ чаноғи тасвирининг геометрик белгилари бўйича шахсни таниб олиш алгоритмлари //ТАТУ хабарлари. – Тошкент, 2011. – №2. 65-68 б. (05.00.00; №10.)

6. Махкамов А.А., Ҳамроев А.Ш. Шахсни кулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олишда баҳоларни ҳисоблаш алгоритмининг қўлланилиши //Информатика ва энергетика муаммолари. – Тошкент, 2013. – №3-4. 52-58 б. (05.00.00; №5)

7. Махкамов А.А. Тасвирда кулоқ чаноғи жойлашган сохани топиш алгоритми //Информатика ва энергетика муаммолари. – Тошкент, 2014. – №6. 48-51 б. (05.00.00; №5)

8. Фазилов Ш.Х., Махкамов А.А., Садатдийнов К.Е. Оддий классификаторларнинг самарадорлигини оширишда Adaboost алгоритмини тадбиқ этиш //Информатика ва энергетика муаммолари. –Тошкент, 2016. – №2. 12-17 б. (05.00.00; №5)

9. Маматов Н.С., Махкамов А.А. Кулоқ чаноғи тасвирининг информатив белгилари асосида шахсни таниб олиш усул ва алгоритмлари //Информатика ва энергетика муаммолари. – Тошкент, 2011. – №6. 34-38 б. (05.00.00; №5)

10. Махкамов А.А. Алгоритмы идентификации личности человека по изображению ушных раковин //Исследование технических наук. – Российская федерация, 2015. – Выпуск 4(18) Октябрь-Декабрь. – С. 28-32. (05.00.00; №44)

11. Махкамов А.А., Даминов О.А., Мирзаева С.Н. Алгоритмы предварительной обработки изображения лица при идентификации личности человека //Компьютерно-интегровани технологии: освита, наука, виробництво. Науковий журнал. – Украина, 2011. – Выпуск №6. – С. 168-172.

12. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Раджабов С., Махкамов А.А.

Некоторые вопросы создания системы идентификации личности по изображению ушной раковины //Современное состояние и пути развития информационных технологий: Сб. тр. Респ. научн. конф. – Ташкент, 2006. – С. 11-13.

13. Махкамов А.А., Жумаев Т.С. Рангли тасвирларни бинар тасвирга алмаштириш ва контур чизикларини ажратиб олиш //Ёш математикларнинг янги теоремалари-2006: Респ. илмий-амалий конф. маър. тўпл.– Наманган, 2006. – III-қисм. 23-25 б.

14. Махкамов А.А., Мирзаев Н.М., Тухтасинов М.Т. Выделение признаков с использованием преобразованиям Карунена-Лоэва //Новые теоремы молодых математиков-2006: Тр. Респ. научно-практ. конф. – Наманган, 2006. – Ч. III. – С. 26-27.

15. Фозилов Ш.Х., Жумаев Т.С., Махкамов А.А. Кулоқ тасвирларидан контур чизикларни Канни усулида ажратиб олиш //Ахборот технологияларининг хозирги ҳолати ва ривожланиш йўллари: Респ. илмий-амалий конф. маър. тўпл. – Тошкент, 2008. 181-184 б.

16. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Мирзаев О.Н., Махкамов А.А. Выделение геометрических признаков изображений ушных раковин при идентификации личности //Региональная информатика-2008 «РИ-2008»: Сб. тр. XI Междун. конф. – СПб, 2008 г. – С. 148-150.

17. Фозилов Ш.Х., Жумаев Т.С., Махкамов А.А. Кулоқ тасвири бўйича шахсни таниб идентификация қилишда репрезентатив белгиларни ажратиш //Иқтисодийнинг реал секторида моделлаштириш ва бошқариш: Респ. илмий-амалий конф. маър. тўпл. – Тошкент, 2009. 179-181 б.

18. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Махкамов А.А., Ахмедова А.А. Алгоритм выделения области ушных раковин при распознавании личности //Интеллектуальные системы: Материалы международного симпозиума. – Российская федерация, INTELS2010. –С. 138-142.

19. Мирзаев О.Н., Махкамов А.А., Даминов О.А. Модель выделения геометрических признаков изображений ушных раковин при идентификации личности //Интеллектуальные системы: Материалы международного симпозиума. – Российская федерация, INTELS2012. – С.180-183.

20. Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Махкамов А.А. Выделение геометрических признаков изображений ушных раковин //Нейрокомпьютеры и их применение: Сб. тр. XI всеросс. научн. конф. – Москва (Российская федерация), 2013. – С. 83-84.

21. Ҳамроев А.Ш., Махкамов А.А. Баҳоларни ҳисоблаш алгоритмлари воситасида белгилари турли ўлчамли ўқув танламалар сифатини баҳолаш //Ахборот технологиялари ва телекоммуникация тизимларини самарали ривожлантириш истикболлари: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл., 13-14 март 2014 й. – Тошкент, 2014. – 256-258 б.

22. Махкамов А.А. Шахсни кулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олишнинг бир усули //Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни

амалиётга тадбиқ этиш муаммолари: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл., 16-17 май 2014 й. – Жиззах, 2014. – 459-462 б.

23. Mahkamov A.A., Bozarov A.A., Jumaev T.S. Algorithm for extraction of identification features in ear recognition //In Proc. of WCIS-2014. – Tashkent, 2014. – 454-457 p.

24. Махкамов А.А., Ҳамроев А.Ш. Қулоқ чаноғи тасвирлари асосида ташкил этилган ўқув танланмаларнинг сифатини ошириш //Ахборот технологиялари ва телекоммуникация тизимларини самарали ривожлантириш истиқболлари: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл., 12-13 март 2015 й. – Тошкент, 2015. – 75-77 б.

25. Махкамов А.А., Шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш алгоритмлари //Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл., 7-8 сентябр 2015 й. – Тошкент, 2015. – 336-338 б.

26. Махкамов А.А. Қулоқ чаноғи тасвирининг идентификацион белгилари ёрдамида шахсни таниб олиш алгоритми //Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари hozirgi holati va istiqbollari: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл., 5-6 сентябр 2016 й. Жиззах, АКТ ИИМ. 427-430 б.

27. Махкамов А.А. Геометрик белгилар ёрдамида шакллантирилган ўқув танланма ёрдамида шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш //Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл. 5-6 сентябр 2016 й. Жиззах, АКТ ИИМ. 430-434 б.

28. Фазилов Ш.Х., Махкамов А.А., Садатдийнов К.Е., Шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олишда элементар классификаторларнинг қўлланилиши //Амалий математика ва инфорацион технологияларнинг долзарб муаммолари – Ал-Хоразмий 2016: Халқаро конф. маър. тўпл., 9-10 ноябрь 2016 й. – Бухоро, 2016. – 29-30 б.

29. Мирзаева Г.Р., Раджабов С.С., Мирзаев О.Н., Махкамов А.А. Распознающие операторы, основанные на радиальных функциях, в условиях взаимосвязанности признаков //Алгебра, прикладных математики и информационные технологии, Доклады Республиканской научно-технической конференции. – Наманган, 2016. –Ч. II. – С. 82-83.

30. Махкамов А.А. Шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш усуллари ва уларнинг таҳлили //Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари: Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл.. 5-6 сентябр 2017 й., АКТ ИИМ. 303-307 б.

31. Маматов Н.С., Махкамов А.А. Шахсни биометрик технологиялар асосида таниб олишнинг асосий йўналишлари //Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл. Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл.. 5-6 сентябр 2017 й., АКТ ИИМ. 286-292 б.

32. Фозилов Ш.Х., Маҳкамов А.А. Шахсни қулоқ чаноғи тасвири асосида таниб олиш муаммолари // Бошқаришда ахборот технологияларидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл. Респ. илмий-техник конф. маър. тўпл.. 5-6 сентябр 2017 й., АКТ ИИМ. 460-463 б.

33. Фозилов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Раджабов С.С., Маҳкамов А.А., Жумаев Т.С. Инсон шахсини идентификациялашда қулоқ чаноғи тасвирларига дастлабки ишлов бериш учун дастурий мажмуа. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги, Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома № DGU 01995. 30.06.2010 й.

34. Фозилов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Маҳкамов А.А., Жумаев Т.С. Қулоқ тасвирини статистик таҳлили асосида белгиларни ажратиш дастурлар мажмуаси Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги, Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома № DGU 01996. 30.06.2010 й.

35. Фозилов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Маҳкамов А.А., Қўзиёв А.Я. Шахсни қулоқ чаноғи тасвирининг геометрик белгилари асосида таниб олиш дастурлар мажмуаси Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги, Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома № DGU 02345. 04.10.2011 й.

**Автореферат “Ҳисоблаш ва амалий математика муаммолари” Илмий
журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз
тилларидаги матнларини мослиги текширилди.**

**Бичими 84x60 1/16 “Times New Roman” гарнитураси рақами босма усулда босилди.
Шартли босма табоғи 2,75. Адади 100. Буюртма № 15.**

**“ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси” босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13-уй**