

**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

МАМАРАУФОВ ОДИЛ АБДИХАМИТОВИЧ

**ВИДЕОКУЗАТУВ ТИЗИМЛАРИДА ДИНАМИК ОБЪЕКТЛАР
ТАСВИРЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ УСУЛИ ВА АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03 – «Информатиканинг назарий асослари»

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

Тошкент – 2018

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

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

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

Мамарауфов Одил Абдихамитович

Видеокузатув тизимларида динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш
усул ва алгоритмлари..... 5

Мамарауфов Одил Абдихамитович

Методы и алгоритмы обработки изображений динамических объектов
системы видеонаблюдения..... 21

Mamaraufov Odil Abdikhamitovich

Methods and algorithms for image processing of dynamic objects of video
surveillance system 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

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

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

МАМАРАУФОВ ОДИЛ АБДИХАМИТОВИЧ

**ВИДЕОКУЗАТУВ ТИЗИМЛАРИДА ДИНАМИК ОБЪЕКТЛАР
ТАСВИРЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ УСУЛ ВА АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03 – «Информатиканинг назарий асослари»

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

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.4.PhD/T507 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:	Фозилов Шавкат Хайруллаевич техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Қобулов Анвар Василович техника фанлари доктори, профессор Мирзамов Акмал Махмуджанович техника фанлари номзоди
Етакчи ташкилот:	Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «22» декабрь соат 11-00 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 университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2563 рақами билан рўйхатга олинган. Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-44).

Диссертация автореферати 2018 йил «7» декабрь куни тарқатилди.
(2018 йил «16» ноябрдаги 14 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

О.Ж.Бабомурадов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациянинг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда тасвирларни компьютерли таҳлил қилиш ва уларга ишлов бериш, тимсолларни таниб олиш масалаларига ҳамда уларнинг ечимларини амалий жорий қилишга катта эътибор қаратилмоқда. Видеокузатув тизимлар соҳасидаги экспертлар «оператор 12 минут узлуксиз видеокузатувдан сўнг кузатув майдонида 45%гача фаол объектларни, 22 минут кузатувдан кейин эса 95%гача эътибордан четда қолади»¹ деб ҳисоблайдилар. Шу жиҳатдан видеокузатувда динамик объектлар тасвирларини автоматлаштирилган қайта ишлашнинг янги усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда мавжуд видеокузатув тизимларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Кўпкина хорижий мамлакатларда, жумладан, АҚШ, Канада, Англия, Германия, Франция, Япония, Хитой, Россия Федерацияси ва бошқа давлатларда тасвирларни таққослаш, объектларда муҳим белгиларни аниқлаш ва машинали ўқитиш моделларидан фойдаланиб интеллектуал видеокузатув тизимларни ишлаб чиқиш муаммоларини ечиш катта аҳамият касб этади.

Жаҳонда видеокузатув тизимларидаги тасвирларни автоматлаштирилган қайта ишлаш модел ва алгоритмларини такомиллаштириш ҳамда динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш алгоритмларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан тасвирларга ишлов бериш, динамик объектларни ажратиш, таниб олиш, уларни кузатиб бориш ва кузатув майдонидаги вазиятларни англаш имконини берадиган замонавий усуллар ҳамда ахборот технологиялари воситалари асосида видеокузатувда динамик объектлар тасвирларини қайта ишлашнинг тезкор алгоритмларини ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Республикамизда мазкур йўналишда тасвирларни сақлаш, қайта ишлаш ва интеллектуал таҳлил қилишга мўлжалланган автоматлаштирилган тизимларни яратиш ва амалиётга кенг татбиқ этиш чора-тадбирларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... йўл ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш, ...илғор ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш ва улардан фойдаланиш, ...иктисодиёт, ижтимоий соҳа ва бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»² вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан йўл ҳаракати хавфсизлиги ва кенг кўламли видеокузатув мониторингида тасвирларни қайта ишлаш, таҳлил қилиш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда автоматлаштирилган видеокузатув тизимларини такомиллаштириш энг муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹ http://integrated-solutions.nl/DLB/CBC/Video_Analytics_CBC.pdf

² Ўзбекистон Республикаси президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4997-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида тўғрисида»ги Фармони ва 2013 йил 27 июндаги ПҚ-1989-сон «Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот-коммуникация тизимини янада ривожлантириш тўғрисида»ги, 2014 йил 3 апрелдаги ПҚ-2158-сон «Ахборот-коммуникацион технологияларни иқтисодиётнинг реал секторига янада жорий қилиш тўғрисида»ги, 2017 йил 12 апрелдаги ПҚ-2883-сон «Ички ишлар органлари фаолиятини янада такомиллаштиришга доир ташкилий чора-тадбирлар 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. Тасвирларда объектларни сегментлаш, белгиларини ажратиш ва таниб олиш усулларини ишлаб чиқиш ҳамда такомиллаштириш масалаларига Б.К.Хорн, Д.А.Форсайт, У.К.Прэтт, И.С.Грузман, Р.С.Гонсалес, Р.Е.Вудс, Р.О.Дуда, П.И.Харт, Р.А.Фишер, Ю.И.Журавлев, В.И.Васильев, И.М.Журавель, В.А.Сойфер, Н.Г.Загоруйко, В.Н.Вапник, Л.Шапиро, Дж.Стокман ва бошқа хорижий олимларнинг илмий ишлари бағишланган.

Ўзбекистонда тимсолларни таниб олиш ва тасвирларга ишлов беришнинг назарий асосларини ривожлантиришга М.М.Комилов, С.С.Содиқов, Э.М.Алиев, Н.А.Игнатъев, Р.Т.Абдукаримов, Ш.Е.Туляганов, Н.М.Мирзаев, Ш.Х.Фозилов ва бошқалар ўзларининг катта ҳиссаларини қўшганлар.

Ҳозирги кунда тасвирларга ишлов бериш илмий йўналишларидан бирига айланган видеокузатув тасвирларига ишлов бериш соҳасидаги замонавий тадқиқотлар таҳлили кўрсатадики, видеокузатув вазифаларининг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиб, видеомальумотларга ишлов бериш, уларда динамик объектларни ажратишнинг тезкор маънодаги усул ва алгоритмларини ишлаб чиқишдаги муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Математика ва ахборот технологиялари институти илмий тадқиқот ишлари режасининг №П.20.1 «Тасвирларни таҳлил қилиш ва тимсолларни таниб олиш усуллари, алгоритмлари ва компьютер тизимини ишлаб чиқиш» (2004-2008) ва Тошкент ахборот технологиялари университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №А5-051 «Видеокузатув тизимида динамик объектлар видеотасвирини қайта ишлаш алгоритмлари ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзулардаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади видеокузатув тизимининг қўзғалмас видеокамера кузатув майдонида динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

видеокузатув тизимларида маълумотларни қайта ишлаш масалаларининг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш;

видеокузатувда динамик объектларни тезкор аниқлаш усул ва алгоритминини ишлаб чиқиш;

динамик объектларнинг тасвирлари сифатини ошириш алгоритминини ишлаб чиқиш;

таклиф этилган алгоритмларнинг ишлаш қобилиятини баҳолаш мақсадида уларни тажрибавий текшириш;

динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш дастурий воситасини ишлаб чиқиш ва амалий масалаларни ечишда татбиқ қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қўзғалмас видеокузатув камераси ёрдамида олинаётган ёки ташқи хотирада сақланган тасвирлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети видеокузатувдаги динамик объектларни аниқлаш, ажратиш ва таниб олишнинг усул ва алгоритмларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнининг назарий тадқиқотларида тизимли таҳлил, дискрет математика, математик статистика, тасвирларни қайта ишлаш ва тимсолларни таниб олиш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

видеокузатув сахнасида дискрет кузатувчи чизиқлар орқали динамик объектларни тезкор аниқлашнинг усули, модели ва алгоритми ишлаб чиқилган;

бинар тасвирда объектнинг контурини ифодалаш учун муҳим белгилар алфавити ишлаб чиқилган;

муҳим белгилар алфавитидан фойдаланиб контур чизиқлари орқали динамик объектларни ажратиш алгоритми ишлаб чиқилган;

динамик объектнинг бузилган (суркалган) тасвири сифатини оширишнинг Винер филътрига асосланган алгоритм такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

видеокузатув тизими қўзғалмас камерасидан олинган видеоёзувларда динамик объектларни ажратиш ҳамда маълумотлар базасини шакллантиришга мўлжалланган «VideoTahlil» дастури ишлаб чиқилган;

тасвирларда ҳаракатдаги рангли маркерни ажратиш асосида компьютерни web-камера орқали масофадан бошқаришга мўлжалланган «Camera-Kursor» дастури ишлаб чиқилган;

видеоёзув кадрларида динамик объектнинг бузилган тасвирини қайта тиклаш учун «Tasvirni Tiklash» дастури ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тасвирларни қайта ишлаш ва тимсолларни таниб олиш математик аппаратининг тўғри қўлланилиши ҳамда ишлаб чиқилган

алгоритмларнинг амалий тадқиқлари ва тажрибавий тадқиқотларнинг ижобий натижалари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тасвирлардаги динамик объектларни тезкор аниқлаш ва ажратиш олиш ҳамда муҳим белгилар асосида бу объектларнинг ўхшашлигини баҳолашда таклиф этилган алгоритмлар видеокузатув тизими тасвирларини қайта ишлаш технологияларининг назарий асосларини истиқболли ривожлантириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган дастурий таъминотнинг видеокузатув тизимларида қўлланилиши видеоёзувлардаги динамик объектларни аниқлаш жараёнини автоматлаштиришга қўмаклашиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қўзғалмас видеокамера кузатув майдони тасвирларида динамик объектларни аниқлаш, ажратиш, кидириш ва тасвир сифатини яхшилаш усул, алгоритмлари ҳамда дастурий воситалари асосида:

видеокузатув тасвирларига дастлабки ишлов бериш ва динамик объектларни ажратишнинг усул, модел ва алгоритмлар бўйича яратилган «VideoTahlil» ва «Tasvirni Tiklash» дастурий воситаларга «UNICON.UZ» ДУК томонидан фойдаланиш мумкинлиги тўғрисида хулоса берилган («UNICON.UZ» ДУКнинг 2018 йил 9 октябрдаги хулосаси). Натижада, видеотасвирни қайта ишлашда видеоёзувдан динамик объектларни аниқлайди, уларнинг тасвирларини ажратиш олади ва уларни маълумотлар базасига ёзиб боради;

видеокузатув тизимлари видеотасвирларидан динамик объектлар тасвирларини ажратиш ва маълумотлар базасини қуриш алгоритми ва дастурий воситаси Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси «Тадқиқотчилар турар жойи» шўъба корхонаси биносининг ички ва ташқи ҳудудидаги видеокузатув тизимига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 17 апрелдаги 33-8/2704-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида реал вақтда кузатув майдонидаги динамик объектларни ажратиш олиш, видео ҳақида маълумотларни олиш, динамик объектлар тасвирлари маълумотлар базасини қуриш орқали маълумотларни сақлаш, ташқи хотирада видеоёзув ҳажмидан кўра 5-6 баробаргача қисқартириш ва динамик объектларни кидириш имконини берган;

видеотасвирда динамик объектнинг бузилган (суркалган) тасвирини қайта тиклаш алгоритм ва дастурий воситаси Жиззах вилояти Ички ишлар бошқармаси «Эксперт криминалистика» бўлимига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 17 апрелдаги 33-8/2704-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида далилий-ашёвий тасвирларни криминалистик экспертиза қилиш жараёнида тасвир сифатини 60%га ошириш ва экспертизалар вақтини 1,4 баробарга қисқартириш имконини берган;

кўпканалли видеокузатув тизимлари видеотасвирларидан динамик объектлар тасвирларини ажратиш, маълумотлар базасини қуриш, динамик объект тасвирини қидириш ва динамик объектнинг бузилган (суркалган) тасвирини қайта тиклаш алгоритмлари ҳамда уларнинг дастурий воситалари Жиззах вилояти Ички ишлар бошқармаси Компьютер хизмат марказига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 17 апрелдаги 33-8/2704-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида видеокузатув тизими видеотасвирини таҳлил қилишда динамик объектлар тасвирларини сақлаш ҳажмини 6-10 баробаргача камайтириш, таниб олиш мавҳум бўлган тасвирларни криминалистик экспертиза қилиш жараёнини 2 баробарга қисқартириш ва таниб олиш аниқлигини 60%га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 9 та халқаро ва 16 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот натижалари бўйича 40 та илмий иш чоп этилган. Улардан 5 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий журналлар нашриётларида, жумладан, 1 таси хорижий ва 4 таси республика журналларида, шу билан бирга 3 та бошқа хорижий ва 2 та республика журналларида нашр қилинган. 5 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларга гувоҳномалари олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Мақсад ва вазифалар белгилаб олинган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалда жорий қилинганлиги, нашр қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи «**Динамик объектлар видеотасвирларини қайта ишлаш муаммолари**» бобида видеокузатув тизимини қўллашда юзага келадиган масалалар ва муаммолар қаралган, тасвирларга рақамли ишлов беришнинг мавжуд усуллари таҳлил қилиш натижалари келтирилган.

1.1-параграфда видеокузатув тизимларида тасвирларни қайта ишлаш масалаларининг таҳлилий натижалари келтирилган. Визуаллаштиришнинг оптик тизимлари, айнан, ҳаракатни бошқарувчи тизимларда (роботлар); видеокузатув тизимларда (детекторлар); фаолликни аниқлайдиган тизимларда

(фаоллик детектори); стационар объектни танувчи тизимларда (классификаторлар) қаралган.

1.2-параграфда видеокузатув тизимларида тасвирларни қайта ишлаш усуллари, кетма-кет рақамли тасвирларнинг ҳосил қилиниши, турли халақитларнинг тавсифлари, шунингдек, уларни бартараф қилиш усуллари қаралган, тасвирлар сифатини ошириш ва контурларини аниқлашда 3×3 ниқобли филтрлашларни қўллаш натижалари келтирилган.

1.3-параграфда кўзғалмас камера кузатув майдонида динамик объектларни аниқлаш ва ажратишнинг усул ва алгоритмлари ҳамда компьютерли кўришни амалга оширишнинг босқичлари қаралган. Тасвирларда динамик объектларни аниқлашнинг кадрлараро фарқни ҳисоблаш, кадрлараро корреляцион таҳлил, блокли градиентли қидириш ва эҳтимолларни ҳисоблашга асосланган усулларнинг таҳлиллари келтирилган. Тасвирларда объектларнинг статистик ва тузилмавий белгилари хусусиятлари ҳамда уларни аниқлаш усуллари қаралган.

Видеокузатув тизими масалалари таҳлилидан келиб чиқиб тадқиқотнинг мақсади ва масалалари шакллантирилган. Масаланинг қўйилишида асосий эътибор катта ҳажмли тасвирлар кетма-кетлигидаги динамик объектларни аниқлашнинг тезкор усул ва алгоритмларини ишлаб чиқишга қаратилган.

Диссертациянинг иккинчи «**Тасвирлар кетма-кетлигида динамик объектларни ажратиш моделлари**» боби динамик объектларни сегментлаш ҳамда идентификациялаш усул ва алгоритмларига бағишланган.

2.1-параграфда тасвирлардаги динамик объектларни аниқлаш модели қурилган. Тасвирларда динамик объектларни аниқлашда кадрлараро фарқларни ҳисоблаш усулидан фойдаланилган. Бирор h қадам билан $f(i, j, n)$ ва $f(i, j, n - h)$ кадрларнинг тасвирлари фарқларини ҳисоблаш орқали олинган бинар ниқобларни аниқлаш моделини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$A^1(i, j, n) = \begin{cases} 1, & \text{агар } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| > p; \\ 0, & \text{агар } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| \leq p, \end{cases}$$

$$A^0(i, j, n) = \begin{cases} 0, & \text{агар } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| > p; \\ 1, & \text{агар } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| \leq p. \end{cases}$$

бунда, $n \in N$, $(i, j) \in \mathfrak{R}$, n – видеотасвирда кадрлар рақами, N – кузатувдаги кадрлар сони, $\mathfrak{R} = \{i, j : i = \overline{1, N_x}, j = \overline{1, N_y}\}$ – кадрлардаги нуқталар тўплами, N_x ва N_y – кадр тасвири ўлчами, p – ўзгаришларга сезгирлик бўсағаси бўлиб, у оператор томонидан танланади. Ушбу бинар ниқоблардан фойдаланиб, тасвирларда динамик объектлар ва фоннинг моделини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$O(i, j, n) = f(i, j, n) \otimes A^1(i, j, n); \quad P(i, j, n) = f(i, j, n) \otimes A^0(i, j, n),$$

бунда, \otimes - Адамар кўпайтмаси, $O(i, j, n)$ – кадрлардаги динамик объектлар ва $P(i, j, n)$ – фондаги пикселлар гуруҳларидир.

Умумий ҳолда, динамик объект ва фон билан аниқланадиган видеотасвирнинг математик моделини

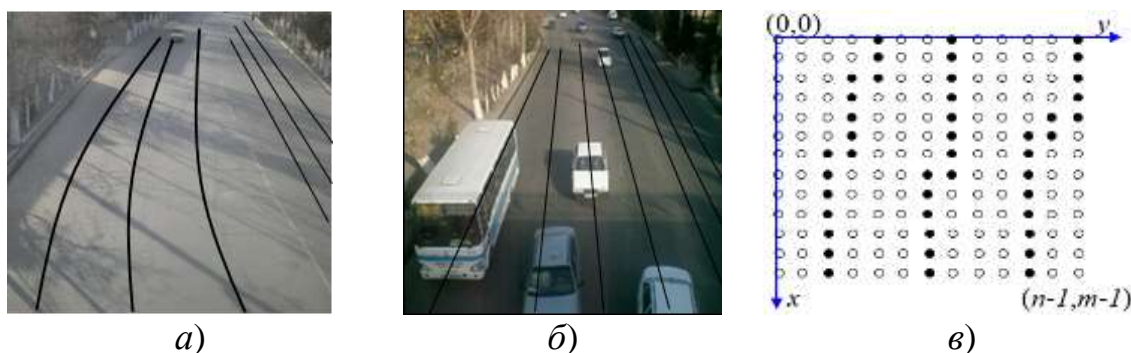
$$M(i,j,n) = Q(i,j,n) \otimes [O(i,j,n) + P(i,j,n)] + R(i,j,n)$$

кўринишида ифодалаш мумкин, бунда $M(i,j,n)$ – ҳаракат (динамика) кузатилаётган тасвирлар, $Q(i,j,n)$ ва $R(i,j,n)$ – мос равишда ёзув қурилмасидаги мультипликатив ва аддитив ҳалақитлар.

2.2-параграфда видеокузатув кузатув майдонида динамик объектларни тезкор аниқлашнинг кузатувчи дискрет чизиқлар усули таклиф этилган. Ушбу усул интенсив ҳаракатлар ҳудудидан олинган катта ҳажмли тасвирлар кетма-кетлигида ҳаракатдаги объектларни аниқлашда ҳисоблашлар сарфини сезиларли камайтириш имконини беради. Кузатув майдонида k та кузатувчи дискрет чизиқлар (КДЧ) қўйиб чиқилади (1-расм). Қаралаётган

$$L_k = \{(x_k, y_k | x_k \in X_k, y_k \in Y_k, \}$$

чизиқларнинг ҳар бир чизиқларида жойлашган нуқталарнинг координатлари тўплами шакллантирилади. Визуал дискрет чизиқлар орқали ҳаракатдаги объектларни аниқлаш учун $G_k = L_k \cap G_t(x, y)$ формула берилади, бунда k – КДЧлар сони, $G_t(x, y)$ – вақтнинг t momentiда видеокадр тасвири.



1-расм. Визуал КДЧ: эгри (а), тўғри чизиқли (б) ва дискрет чизиқларнинг ифодаланиши (в)

Умумий ҳолда $G_t = (L_1 \cup L_2 \cup \dots \cup L_k) \cap G_t(x, y)$, бунда, G_t – тасвирларда ҳаракатдаги объектни аниқлашда қатнашадиган пикселлар тўплами, $L_i \cap L_j = \emptyset, i \neq j$.

2.3-параграфда кузатув майдонидаги динамик объектларни аниқлашнинг қўйидаги кўринишда амалга ошириладиган алгоритми таклиф қилинган.

1-қадам. $f(x, y, i) \in V$ таянч кадр $i=0$ рақам билан олинади, кейинги кадрларни танлаш учун h қадам ва δ сезгирлик бўсаға берилади;

2-қадам. $i = i + h$ ўзлаштириш бажарилади;

3-қадам. Кейинги кадр $f(x, y, i)$ олинади;

4-қадам. Кадрлараро абсолют фарқлар йиғиндиси ҳисобланади:

$$D_i = \sum_{x, y \in \mathbb{R}} |f(x, y, 0) - f(x, y, i)|.$$

5-қадам. Агар $D_i < p$ шарт бажарилса, у ҳолда 2-қадамга ўтилади;

6-қадам. Динамик объектга тегишли пикселлар аниқланади:

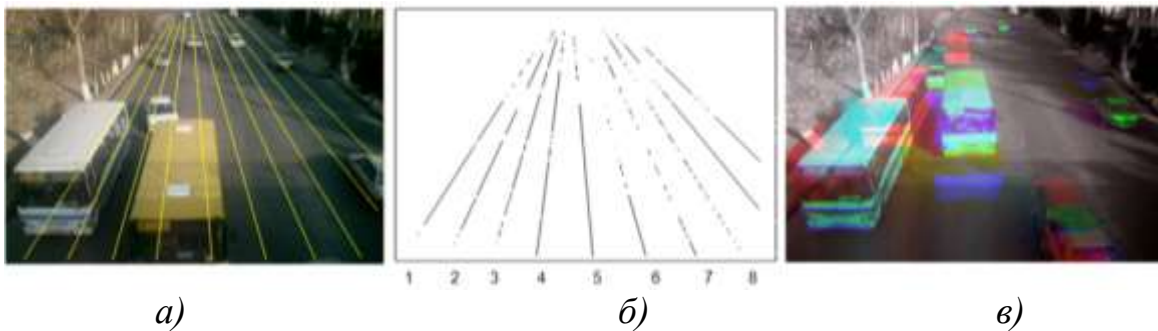
$$D(x, y, i) = \begin{cases} 1, & \text{агар } |f(x, y, 0) - f(x, y, i)| > p; \\ 0, & \text{агар } |f(x, y, 0) - f(x, y, i)| \leq p. \end{cases}$$

7-қадам. $D(x, y, i)$ тасвирда боғлиқ нуқталар оғирлик маркази координаталари аниқланади.

8-қадам. Тамом.

Барча пикселлар бўйича ишлаш алгоритмлари ушбу алгоритмдан $(N - L) \cdot M$ та ортиқ ҳисоблашларни амалга оширади. Бироқ, таклиф этилаётган алгоритмда ҳаракатдаги объектлар тўлалигича таҳлил қилинмайди.

Динамик объектларни аниқлаш учун таклиф қилинган алгоритмни амалга ошириш натижалари 2-расмда келтирилган.



2-расм. Визуал КДЧ усулида ҳаракатдаги объектларни аниқлаш натижаси: а) K -кадр ва визуал КДЧ; б) КДЧ ниқоби; в) алоҳида объектлари турли рангларда берилган K ва $K+h$ кадрларнинг биргаликда тасвири

2.4-параграфда динамик объектнинг бузилган (суркалган) тасвирини тиклаш алгоритми таклиф қилинган. Ушбу алгоритм қуйидаги қадамлардан иборат.

1-қадам. Динамик объектнинг $O_0(x, y)$ тасвирини нормаллаштириш орқали $O_1(x, y)$ тасвир шакллантирилади.

2-қадам. Тескари конволюция ядроси параметрлари(диаметр, бурчак ва сигнал/халақит муносабати)га қийматлар берилади.

3-қадам. $O_1(x, y)$ тасвирда диаметр қиймати бўйича Винер филътрини қўллаб $O_2(x, y)$ тасвир шакллантирилади.

4-қадам. $O_2(x, y)$ тасвирда Фурье алмаштиришини қўллаш йўли билан $O_3(x, y)$ тасвир шакллантирилади..

5-қадам. Нуқталар тақсимот функцияси ядроси шакллантирилади ва $O_3(x, y)$ тасвирда тескари конволюция амали орқали $O_4(x, y)$ тасвир ҳосил қилинади.

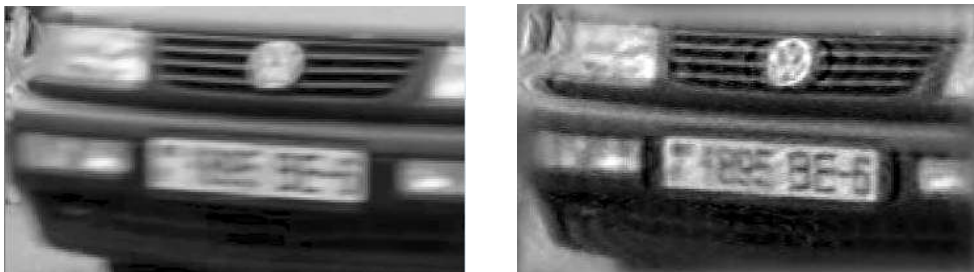
6-қадам. $O_4(x, y)$ тасвирда дискрет Фурье алмаштириши ва инверсли филътрини қўллаб $O_5(x, y)$ тасвир ҳосил қилинади.

7-қадам. $O_5(x, y)$ тасвирда тескари дискрет Фурье алмаштириши ва бурчак параметрида нуқталар тақсимот функцияси ядроси билан конволюция қўлланилиб $O_6(x, y)$ тасвир шакллантирилади.

8-қадам. Агар $O_6(x, y)$ тасвир олдиндан сифатга берилган талабни қониқтирмаса, у ҳолда 2-қадамга ўтиш амалга оширилади.

9-қадам. Тамом.

3-расмда ушбу алгоритмнинг динамик объектнинг бузилган тасвири сифатини ошириш учун қўлланилиш натижаси келтирилган, бунда филтър ядросининг қуйидаги параметрлари танлаб олинган: диаметр – 17, бурчак – 0° , сигнал/халақит муносабати – 17.



3-расм. Динамик объект тасвирини тиклаш натижаси: дастлабки тасвир ва тикланган тасвир

Учинчи «**Динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш алгоритмлари**» бобида видеокузатув тизимида динамик объект тасвирларига талаблар шакллантирилган, динамик объектларнинг ҳолатлари бўйича таснифлашлар, бу объектларда локал белгиларни ажратиш ҳамда динамик объектни кузатиш ва траекториясини куриш алгоритмлари келтирилади.

3.1-параграфда тажрибавий тадқиқотлар асосида видеокузатув тизими динамик объектлари тасвирларига талаблар тузилган. Кузатув майдони ҳамда динамик объектни таниб олиш учун, ушбу параграфда камера объективаларининг мақбулини танлаш, камерани ўрнатиш жойини танлаш (баландлик, бурилиш ва/ёки эгилиш бурчаклари), зарурият бўлганда қўшимча ёритиш мосламаларини танлаш масалалари қаралган. Юриб келаётган одамнинг фронтал тасвирини таниб олиш учун унда дастлаб Штратц схемаси бўйича одам бошининг танаси билан пропорцияси бўйича мумкин бўлган пикселлар кўламчилиги аниқланади. Масалан, тасвирда одам юз тасвири баландлиги $d_{\min}=56,7$ бўлиши учун, тасвирда одам бўйи $h_0/8 \approx 56,7 \Rightarrow 454$ ёки $h_0/10 \approx 56,7 \Rightarrow 567$ пиксел бўлиши аниқланди.

Автотранспортни давлат рақам белгиси (ДРБ) орқали идентификациялашда эса ДРБ тасвирининг яроқлилик мезони таклиф қилинган. Ушбу мезон ДРБлар учун SM 122:2014 стандартини қўллашга асосланган бўлиб, унга кўра автотранспорт типлари ва ДРБ ўлчамларига нисбати қуйидаги пропорциялар ўринли бўлади

$$\frac{h_{mm}}{w_{mm}} = \frac{h_p}{w_p} \Rightarrow w_p = h_p \cdot \frac{w_{mm}}{h_{mm}}; \quad (1)$$

$$\frac{W_{пл}}{W_a} = \frac{w_p}{w_a} \Rightarrow W_a = W_{пл} \cdot \frac{w_p}{W_{пл}}; \quad (2)$$

бунда, h_{mm} ва h_p – ДРБ пластинасининг мос равишда миллиметр ва пикселлардаги баландлиги, w_{mm} ва w_p – ДРБ пластинасининг мос равишда миллиметр ва пикселлардаги кенглиги, $W_{пл}$ – ДРБ пластинасининг стандарт бўйича миллиметрдаги реал кенглиги, W_a – автотранспортнинг миллиметраги

реал кенглиги, w_a – ажратилган автотранспорт тасвирининг пикселлардаги кенглиги.

(1) ва (2) муносабатлардан ДРБни таниб олишда тасвирнинг ярқилик мезони $w_r \geq w_a$ тенгсизлик билан аниқланиши келиб чиқади. Яъни, агар автотранспортнинг жорий тасвири кенглиги автотранспорт тасвири кенглигидан катта ёки тенг бўлса, у ҳолда аниқланган жорий автотранспорт тасвири ДРБ тасвирини таниб олишда ярқили ҳисобланади. Ушбу мезоннинг қўлланилиши натижасида, яъни ярқили бўлмаган ДРБ тасвирини таниб олишга модулига бермаслик эвазига динамик объект(одам ёки автотранспорт)ни таниб олиш вақтини 8-10%га қисқартирди.

3.2-параграфда динамик объектларни учта асосий гуруҳларга таснифлаш амалга оширилган. Биринчи гуруҳга динамик текстуралли объектлар (ДТО), иккинчига ҳаракатдаги динамик объектлар (ХДО) ва учинчига аномал динамик объектлар (АДО) киритилган. ДТО ўзида масштабни ёки тузилмавий ўзгарувчи ҳаракатсиз объектларни ифодалайди. ХДО эса ўзида чизиқли ёки чизиқсиз ҳаракат траекториясини ҳосил қилувчи динамик объектларни ифодалайди. АДО ўзида кузатув майдонида тасодифан пайдо бўладиган статик ёки динамик объектларни тасвирлайди.

Агар G_0 – кузатув майдонига кириб келаётган динамик объектнинг бошланғич тимсоли, $G=S(P)$ эса кузатув майдонининг модели бўлса, у ҳолда динамик объект тимсоли белгиларининг P вектори бўйича G_0 тимсолнинг динамик объект тасвирига яқинлигини тавсифлайдиган $D(G_0, S(p))$ скаляр функцияни қуриш мумкин. Ушбу функциянинг глобал минимумини белгиларнинг P векторларига нисбатан топиш орқали динамик объектларни таснифлаш масаласа ҳал қилинган.

3.3-параграфда тасвирларда аниқланган динамик объектларларни локал белгилари орқали таниб олиш масаласи учун тасвирда бирор соҳани ажратиш ва унда объектларни сегментлаш алгоритми ишлаб чиқилган. Ушбу алгоритм автотранспорт тасвирида ДРБ символларини ажратиш мисолида баён қилинган. Алгоритмнинг босқичлари қуйидагича:

1-қadam. Олинган $I(x, y)$ тасвир автоматик аниқланадиган δ бўсага орқали бинар тасвирга ўтказилади:

$$B(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{агар } I(x, y) < \delta; \\ 1, & \text{акс ҳолда.} \end{cases}$$

2-қadam. Ҳосил қилинган $B(x, y)$ тасвирда узилишлар учун 4×4 ойнада P тузилмали морфологик амал бажарилади, $B_o = B \circ P$.

3-қadam. B_o тасвирда ранг ўрин алмаштирилиши (инверсия) бажарилади

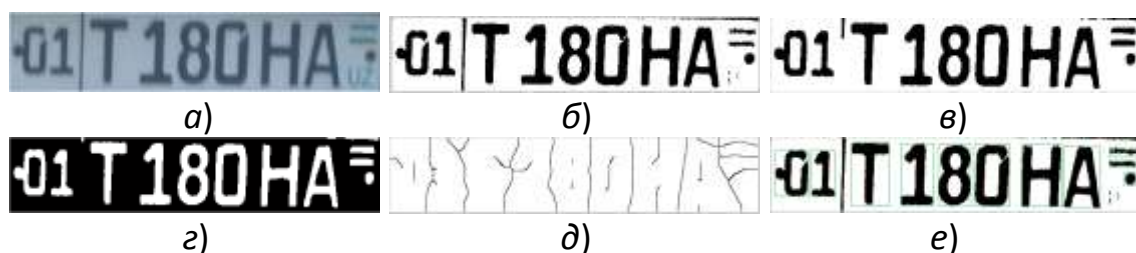
$$B_{inv}(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{агар } B_o(x, y) = 1; \\ 1, & \text{акс ҳолда.} \end{cases}$$

4-қadam. $B_{inv}(x, y)$ тасвирда скелетлаш амалга оширилади;

5-қadam. Скелетлаш натижасида олинган контурларни таҳлил қилиш орқали ДРБ символларини ажратувчи тўғрибурчаклар координаталари аниқланади.

6-қadam. Тамом.

Ушбу ДРБ символларини сегментлаш алгоритмини амалга ошириш орқали олинган натижалар 4-расмда келтирилган.

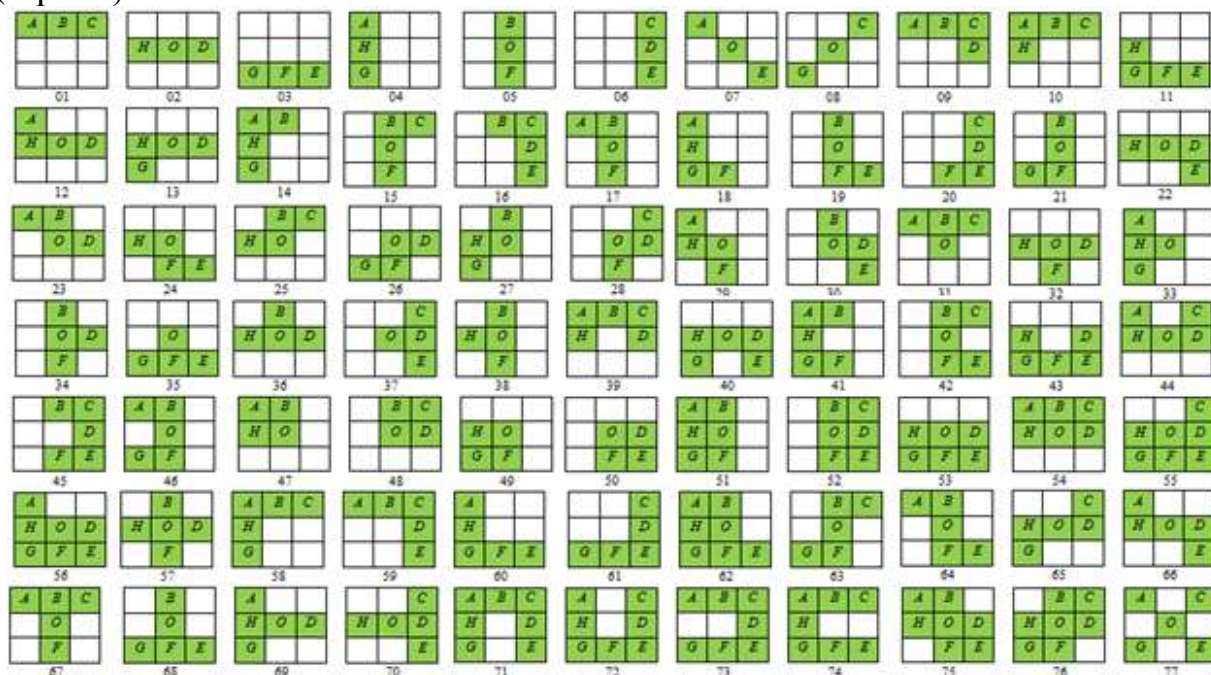


4-расм. ДРБ символларини сегментлаш натижаси:

- а) дастлабки тасвир, б) бинаризациялаш босқичида олинган тасвир,
- в) узилишларга морфологик ишлов бериш, г) инверсиялаш,
- д) скелетлаш, е) символларни сегментлаш.

Алгоритм учун ДРБнинг бошланғич тасвир тўғриланган ва бир хил ўлчамга келтирилган кулранг тасвир бўлади. Текширишлар натижаси шуни кўрсатдики, ушбу алгоритм ДРБ тасвиридаги символларни етарли аниқликда сегментлайди.

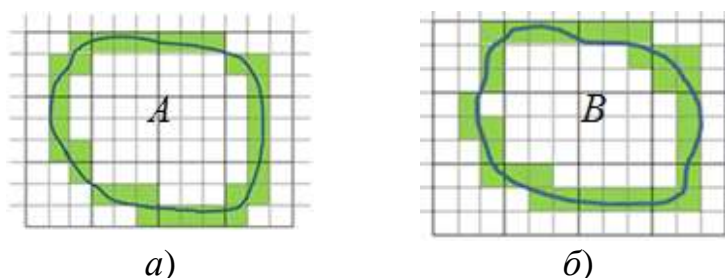
3.4-параграф кадрларда динамик объектларни объект тасвиридаги контурларни таҳлил қилиш асосида ажратиб олиш масаласига бағишланган. Объект тасвирини контурли тавсифлашни векторлаш учун 3x3 ниқобда турли комбинациялар билан ҳосил қилинган муҳим белгилар алфавити курилади (5-расм).



5-расм. Контурли бинар тасвирларни тавсифлашда муҳим белгилар алфавити

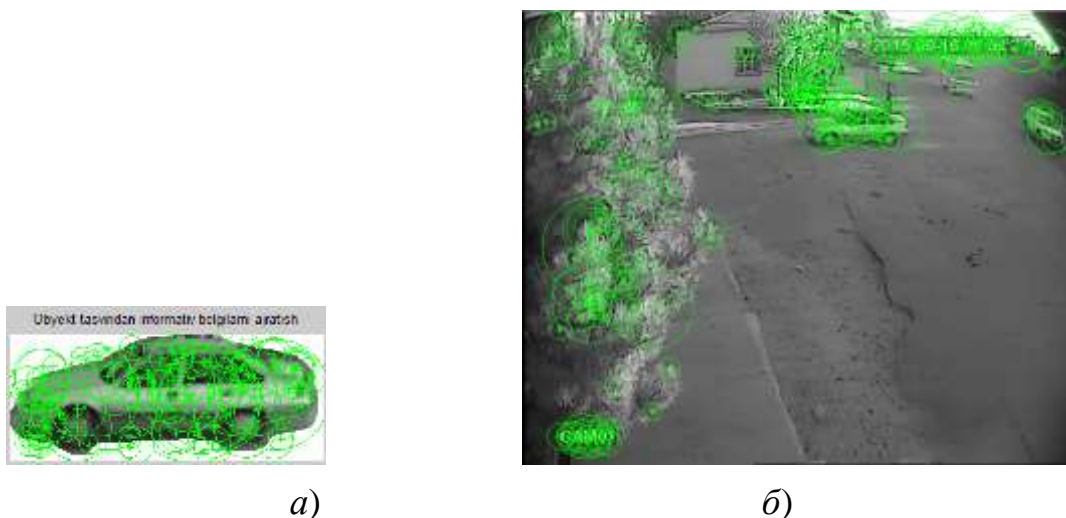
6-расмдан кўринадики, A ва B объектлар қуйидаги векторлар кўринишида тақдим этилади: $A=(l_{28}, l_{01}, l_{01}, l_{??}, l_{05}, l_{27}, l_{03}, l_{22}, l_{??}, l_{19})$;
 $B=(l_{06}, l_{01}, l_{09}, l_{49}, l_{05}, l_{??}, l_{02}, l_{23}, l_{??}, l_{30})$.

Тасвирларда объектларни таниб олишда ўрганилаётган кадрдаги мавжуд муҳим белгиларнинг SURF алгоритмида қурилган дескрипторлари орқали



6-расм. $A(a)$ ва $B(b)$ контурли объектларни векторлаш мисоли

объектлар тасвирларининг ўхшашлик коэффициентлари максимумларини ҳисобловчи такомиллаштирилган алгоритм таклиф қилинган (7,8-расмлар).



7-расм. Объект (a) ва кузатув майдони (b) тасвирларида «муҳим белгилар»ни ўқитиш натижаси



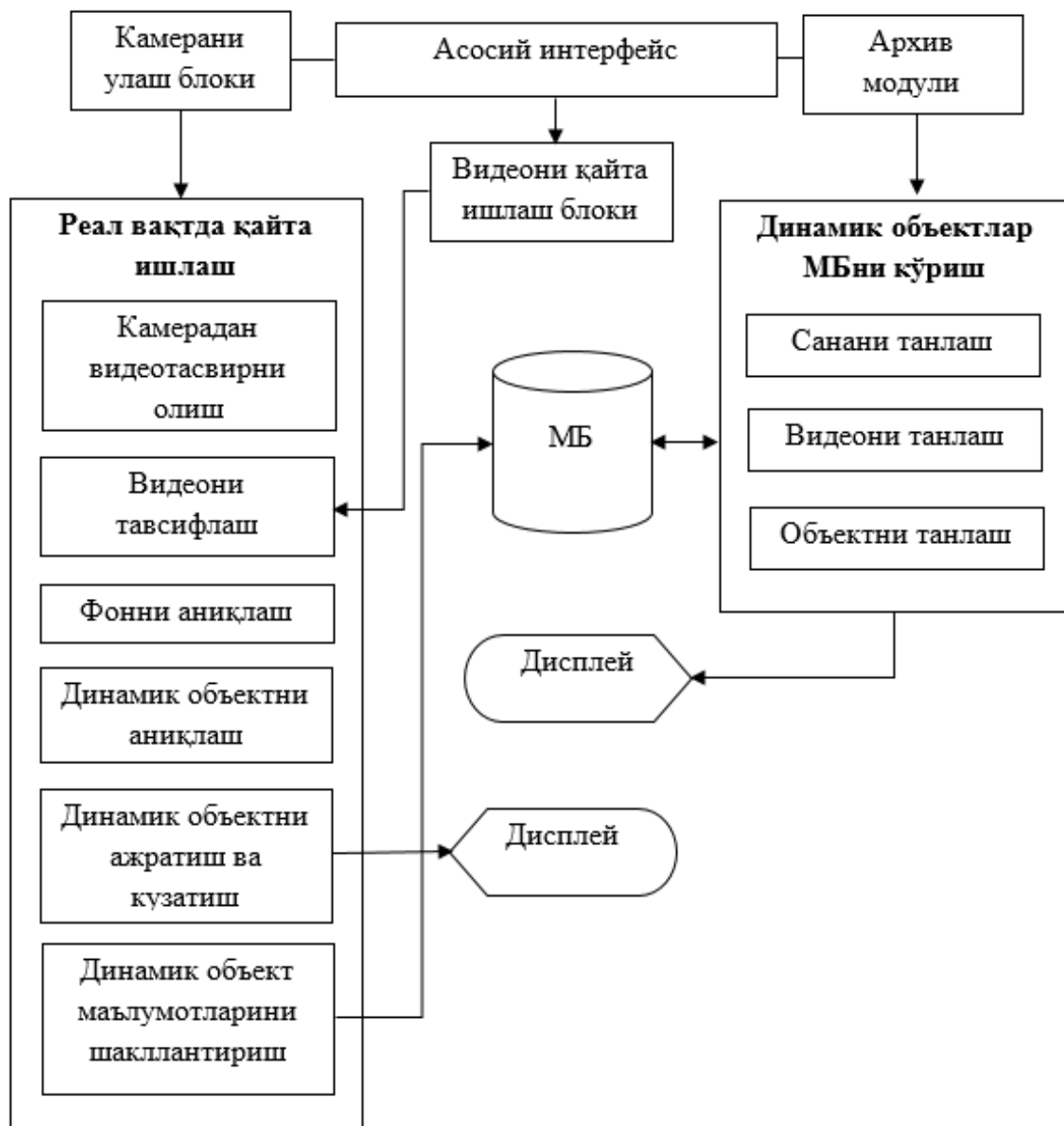
8-расм. Танланган объектни қарётган кадрдан топиш натижаси

Тўртинчи «Динамик объектларни аниқлаш, ажратиш дастурий таъминоти ва амалий масалаларни ечиш» бобда ишда таклиф қилинган алгоритмлар асосида ишлаб чиқилган дастурлар тавсифлари ҳамда бу

дастурларнинг тажрибавий текширишлар ва амалий татбиқлари натижалари келтирилган.

4.1-параграфда қўзғалмас видеокамера кузатув майдонидаги динамик объектлар тасвирларини аниқлаш, ажратиш ва маълумотлар базасига ёзишга мўлжалланган «VideoTahlil» дастури тавсифи кўрсатилган.

Мазкур дастурнинг функционал схемасига (9-расм) кўра видеотасвирни қайта ишлашда видеоёзувлардаги динамик объектларни топиш ва ажратиш олиш ҳамда уларни маълумотлар базасига ёзиш амалга оширилади.



9-расм. «VideoTahlil» дастурининг функционал тузилмаси

Архивда видео файл номини ёзилган санаси бўйича танлаш, динамик объект тасвирини ва унга мос маълумотларни (кадр ўлчами, видео формати, вақт, топилган объектлар сони, ва бу объектларнинг хотирада эгаллаган ҳажми) кўриш мумкин.

Дастур видеотасвирни, кирувчи тасвирлар кетма-кетлигини ҳосил қилиш ва тасвирларга ишлов бериш икки хил тартибда амалга ошириш имконини

беради. Биринчи тартиб – бу тасвирларни бевосита камералардан олиш, иккинчи тартиб эса – ташқи хотирада сақланувчи видео файлдан ўқиб олишдир.

Бундан ташқари, 4.1-параграфда тасвирларда ҳаракатдаги рангли маркерни ажратиш процедураси асосида web-камера орқали компьютерни масофадан бошқари учун мўлжалланган «Kamera-Kursor» дастури ҳамда фото-ёки видеокамералар қисқа силкинишида суркалган ёки фокуси бузилган тасвирлар сифатини яхшилашга мўлжалланган «Tasvirni Tiklash» дастурлари тавсифлари келтирилган. «Tasvirni Tiklash» дастури ёрдамида тескари фильтр ядроси параметрлари аниқланади, шу билан бирга, ядро филтрининг диаметр, буриш, сигнал/халақит муносабати каби параметрларини ўзгартириш орқали тасвир сифатини тиклаш амалга оширилади. Дастлабки тасвир, фильтр ядроси ва дастур натижаси алоҳида ойналарда тасвирланди.

4.2-параграфда ишда таклиф қилинган динамик объектларни аниқлаш ва муҳим белгилар алфавитидан фойдаланиб, динамик объектларни контурлари бўйича ажратиш алгоритмларнинг тажрибавий текширишлар натижалари келтирилган (1-жадвал).

1-жадвал.

Алгоритмларнинг ишлаш тезлиги, с.

Қаралган масалалар	A_1 алгоритм	A_2 алгоритм
Фонни аниқлаш	0.86	10.72
Динамик объектни аниқлаш	0.24	0.62
Ҳаракатни аниқлаш	0.16	0.7

1-жадвалда алгоритмларнинг ишлаш тезлиги солиштирма натижалари келтирилган, A_1 сифатида КДЧ қўлланилган алгоритм, A_2 билан эса кадрлараро фарқлаш усули асосланган барча пикселли таҳлил алгоритми белгиланган. Тажриба ўтказишда қаралаётган кадрларда фонни аниқлаш, бу кадрларда динамик объектларни топиш ва ҳаракатни (динамик объектнинг ҳаракат белгилари) аниқлаш масаласи ечилган.

2-жадвалда турли сондаги ҳаракатдаги динамик объектлари мавжуд бир нечта видеотасвирларни таҳлил қилиш асосида A_1 ва A_2 алгоритмларнинг сонли баҳоларининг қиёсий натижалари келтирилган.

2-жадвал.

A_1 ва A_2 алгоритмларнинг иш унумдорлиги кўрсаткичлари

№	Вақти	Видеофайл			A_1 алгоритм			A_2 Алгоритм		
		Кадрлар сони	Кадр ўлчами	Объектлар сони	R	P	F1	R	P	F1
1.	0:00:20	607	1152x720	27	96	67	79	100	28	44
2.	0:01:33	2801	1152x720	182	96	74	84	98	42	59
3.	0:20:30	30752	704x576	628	98	94	96	96	10	18
4.	0:10:00	15001	352x288	189	95	91	93	99	37	54

Бу алгоритмларни қиёслаш учун R -тўлиқлик (Recall), P -аниқлик (Precision) ва сифатни аниқловчи F -ўлчов ($F1$) каби кўрсаткичлардан фодаланилди, улар қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$R = \frac{TP}{TP+FN}; P = \frac{TP}{TP+FP}; F1 = 2 \cdot \frac{P \cdot R}{P+R},$$

бунда, бунда TP – тўғри аниқланган объектлар сони, FN – кузатув майдонидаги аниқланмаган объектлар сони, FP – кузатув майдонида нотўғри аниқланган (бирор шаклга эга бўлмаган) объектларнинг умумий сони.

2-жадвалдан кўринадики, A_1 алгоритмнинг сифат кўрсаткичлари A_2 алгоритмнинг аналогик кўрсаткичларидан ошган. Бундан англанадики, A_2 алгоритм объект тасвири ёритилганлига жуда сезгир ва ёлғон ишлалар сони жуда кўп. Бундан ташқари, биринчи икки видеофайллардаги кўрсаткичларнинг нисбатан паст кўрсаткичлари сабаби, улардаги кузатув майдонлари ноқулай шароитлари билан изоҳланди.

4.3-параграфда мавжуд ва ишда таклиф қилинган алгоритмлар асосида ишлаб чиқилган дастурий воситаларнинг амалиётга татбиқлари натижалари келтирилган. Бу дастурларнинг қўлланилиши архивда сақланувчи видеоёзувлар ҳажмини камайтириш, криминалистик экспертиза ўтказиш вақтини қисқартириш ва унинг натижалари аниқлигини ошириш имконини берган.

Иловада диссертация иши натижаларининг амалиётга қўлланилганлигини тасдиқловчи хужжатлар, Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан ЭХМ учун яратилган дастурларни расмий рўйхатдан ўтказилганлиги ҳақидаги гувоҳномалари нусхалари келтирилган. Бундан ташқари, реал вақт масштабида видеотасвирда ҳаракатдаги объектларни аниқлаш ва таснифлаш модулининг тавсифлари ҳамда бузилган тасвирни тиклаш «Tasvirni Tiklash» дастурининг натижалари кўрсатилган.

ХУЛОСА

«Видеокузатув тизимларида динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш усул ва алгоритмлари» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди.

1. Видеокузатув майдонидаги интенсиф ҳаракатлар худудида ўрнатилган кузатувчи дискрет чизиқлар ёрдамида динамик объектларни тезкор аниқлаш модели, усули ва алгоритми ишлаб чиқилди. Таклиф қилинган алгоритм кадрлараро фарқларни ҳисоблаш усулига асосланган барча пикселлар бўйича ҳаракатдаги объектларни ажратувчи алгоритмдан кўра фонни аниқлаш, динамик объектни топиш ва ҳаракатни аниқлаш учун ҳисоблашлар ҳажмини сезиларли камайтириш имконини беради.

2. Тайинланган ўлчамдаги ниқобларда берилган муҳим белгилар алфавити таклиф қилинган. Ушбу белгилардан фойдаланиш бинар тасвирдаги объектларнинг контурларини векторли тавсифлаш ҳамда улар орқали

объектларни таниб олиш масаласини ечишни соддалаштириш имконини беради.

3. Видеоёзувлар кадрларида аниқланган объектлар контурларининг векторли тавсифларини таққослаш асосида динамик объектларни ажратиш алгоритми ишлаб чиқилган. Бу алгоритм қидирилаётган объектни адекват контурли тавсифловчи муҳим белгилар алфавитини қўллаш орқали таққослаш бўйича бошқа аналог алгоритмлардан кўра тасвирлардаги объектларни юқори аниқликда ажратиб олишга хизмат қилади.

4. Динамик объектнинг бузилган тасвирини тиклашнинг такомиллаштирилган алгоритми ишлаб чиқилган. Алгоритмнинг қўлланилиши объект тасвири сифатини ошириш ва таниб олиш аниқлигини оширишга хизмат қилади.

5. Тажрибалар кўрсатдики, динамик объектларни таклиф қилинган кузатувчи дискрет чизиқларни қўллаш алгоритми орқали аниқлашни кадрлараро фарқларни ҳисоблаш усули бўйича тасвирларни пикселли таққослашга асосланган алгоритмда аниқлаш билан таққосланганда, фонни аниқлаш, динамик объектни аниқлаш ва унинг ҳаракат траекториясини қуриш масалаларини ечиш учун тезкор ишлаш устунлигини беради.

6. Динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш бўйича мавжуд ва таклиф қилинган алгоритмлар асосида видеоёзув кадрларида объектларни қидириш учун муҳим белгилар танланмаси шакллантирилди, видеотасвирда динамик объектни аниқловчи дастурий воситалар ишлаб чиқилди. Бундан ташқари, бу дастур аниқланган динамик объектлар ва уларга мос (кадр ўлчами, видео формати, вақт, топилган объектлар сони, ва бу объектларнинг хотирада эгаллаган ҳажми) маълумотларни архивга олиш имконини беради.

7. Ишлаб чиқилган дастурларни татбиқ этишда – бир каналли видеокузатув тизимидаги видеоёзувларда динамик объектлар тасвирларини аниқлаш ва ажратиш, видеоёзувда тасвир бўлагини автоматик қидириш, кузатув майдонида ҳаракатдаги объект координаталарини аниқлаш, криминалистик экспертиза ўтказишда далилий-ашёвий бузилган тасвирларни тиклаш каби бир қатор амалий масалаларни ечишга хизмат қилади.

Бундан ташқари, диссертация тадқиқотлари натижасида видеокузатув тизимларини истиқболли ривожлантириш билан боғлиқ кейинги тадқиқотларни олиб бориш мақсадида бир қатор муаммоларни тузиш мумкин:

мураккаб фонда динамик объектларни аниқлаш;

кўп каналли видеокузатув тизимларидан олинган видеёзувларда динамик объектлар тасвирларини қайта ишлаш;

назорат объектларининг турли нуқталарида ўрнатилган видеокузатув камералари 2D саҳналарини бирлаштириш орқали, назорат қилинаётган объектнинг панораммали тасвирларини тақдим этишнинг 3D моделини қуриш.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

МАМАРАУФОВ ОДИЛ АБДИХАМИТОВИЧ

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ
ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

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 №B2017.4.PhD/T507.

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) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель: **Фазылов Шавкат Хайруллаевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Кабулов Анвар Васильевич**
доктор технических наук, профессор

Мирзамов Акмал Махмуджанович
кандидат технических наук

Ведущая организация: **Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится « 22 » декабря 2018 г. В **11-00** 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 № **2563**). (Адрес: 100202, г.Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871)238-65-44).

Автореферат диссертации разослан « 7 » декабря 2018 года.
(протокол рассылки № 14 от « 16 » ноября 2018 г.).



Р.Х.Хамдамов

Председатель научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Ф.М.Нуралиев

Ученый секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., доцент

О.Ж.Бабомурадов

Председатель научного семинара при научном совете по
присуждению ученых степеней, д.т.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире большое внимание уделяется задачам компьютерного анализа и обработки изображений, распознавания образов, а также практическому применению результатов решения этих задач. Эксперты в области систем видеонаблюдения считают, что «после 12 минут непрерывного видеонаблюдения вне поля внимания оператора оказываются до 45% активных объектов на сцене, а после 22 минут просмотра – до 95%»¹. В связи с этим особое внимание уделяется разработке новых методов и алгоритмов автоматизированной обработки изображений динамических объектов и усовершенствованию существующих систем видеонаблюдения. Во многих зарубежных странах, в том числе в США, Канаде, Англии, Германии, Франции, Японии, Китае, Российской Федерации и других стран, решение проблем разработки интеллектуальных систем видеонаблюдения, используя модели сравнения изображений, определения важных признаков объектов и машинного обучения, имеет большое значение.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на усовершенствование моделей и алгоритмов автоматизированной обработки изображений в системах видеонаблюдения, а также создание алгоритмов обработки изображений динамических объектов. В этой связи, важной задачей является разработка современных методов, обеспечивающих возможность обработки изображений, выделения, распознавания и наблюдения динамических объектов, понимания ситуаций, возникающих в поле наблюдения, а также создание на базе средств информационных технологий быстродействующих алгоритмов обработки изображений динамических объектов в системах видеонаблюдения.

В нашей Республике в этом направлении особое внимание уделяется созданию комплекса мер по разработке и практическому применению автоматизированных систем, предназначенных для хранения, обработки и интеллектуального анализа изображений. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. определены задачи, в том числе «... безопасность дорожного движения, ... внедрение и использование передовых информационных и коммуникационных технологий, внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу и систему управления»². Решение этих вопросов, в частности, разработка методов и алгоритмов обработки и анализа изображений при мониторинге безопасности дорожного движения и широкомасштабного видеонаблюдения, а также усовершенствование автоматизированных систем видеонаблюдения, считается одной из важных задач.

¹ http://integrated-solutions.nl/DLB/CBC/Video_Analytics_CBC.pdf

² Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Данное диссертационное исследование служит в определенной степени выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”, постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-1989 от 27 июня 2013 года “О мерах по дальнейшему развитию Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан”, №ПП-2158 от 3 апреля 2014 года “О мерах по дальнейшему внедрению информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики”, №ПП-2883 от 12 апреля 2017 года “Об организационных мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности органов внутренних дел”, 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. Вопросам разработки и совершенствованию методов сегментации, выделения признаков и распознавания объектов на изображениях посвящены труды зарубежных ученых Б.К. Хорна, Д.А. Форсайта, У.К. Прэтта, Р.С. Гонсалеса, Р.О. Дуда, П.И. Харта, Р.А. Фишера, Ю.И. Журавлева, В.И. Васильева, И.М. Журавела, В.А. Сойфера, Н.Г. Загоруйко, В.Н. Вапника, Дж. Стокмана и других.

В Узбекистане решению этих вопросов посвящены работы М.М. Камилова, С.С. Садыкова, Э.М. Алиева, Н.А. Игнатьева, Р.Т. Абдукаримова, Ш.Е. Туляганова, Н.М. Мирзаева, Ш.Х. Фазылова и других, внесших большой вклад в разработку теоретических основ распознавания образов и обработки изображений.

Анализ современного состояния исследований в области обработки данных видеонаблюдения, образующих одно из научных направлений обработки изображений, показывает, что разработка эффективных в смысле быстродействия методов и алгоритмов обработки видеоданных с учетом специфики задач видеонаблюдения, является одной из наиболее актуальных проблем в указанной области, которая до сих пор недостаточно изучена.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Института математики и информационных технологий Академии наук Республики Узбекистан по теме №П.20.1 «Разработка алгоритмов и компьютерных систем для анализа изображений и распознавания образов» (2004-2008), Ташкентского университета информационных технологий по теме №А5-051 «Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки

видеоизображений динамических объектов в системах видеонаблюдения» (2015-2017).

Целью исследования является разработка методов и алгоритмов обработки изображений динамических объектов, полученных с помощью неподвижной видеокамеры систем видеонаблюдения.

Задачи исследования:

анализ современного состояния проблемы обработки данных в системах видеонаблюдения;

разработка и алгоритмическая реализация метода быстрого обнаружения динамических объектов при видеонаблюдении;

разработка алгоритма улучшения качества изображений динамических объектов;

экспериментальное исследование предложенных алгоритмов на предмет оценки их работоспособности;

разработка программного обеспечения обработки изображений динамических объектов и его применение для решения практических задач.

Объектом исследования являются изображения, полученные с помощью неподвижной камеры видеонаблюдения или из внешней памяти.

Предмет исследования составляют методы и алгоритмы обнаружения, выделения и распознавания динамических объектов при видеонаблюдении.

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

Научная новизна исследования состоит в следующем:

разработаны модель, метод и алгоритм быстрого обнаружения динамических объектов на сцене видеонаблюдения посредством дискретных наблюдательных линий;

разработан алфавит характерных признаков для описания контуров объекта на бинарном изображении;

разработан алгоритм выделения динамических объектов по контурам с использованием алфавита характерных признаков;

усовершенствован алгоритм повышения качества искаженного (смазанного) изображения динамического объекта, основанный на использовании фильтра Винера.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана программа «VideoTahlil», предназначенная для выделения динамических объектов на видеозаписи, полученной с помощью неподвижной камеры системы видеонаблюдения, а также для формирования базы данных;

программа «Kamera-Kursor», предназначенная для дистанционного управления компьютером через web-камеру, на основе процедуры выделения движущегося цветного маркера на изображениях;

программа «TasvirniTiklash» для восстановления искаженных изображений динамических объектов в кадрах видеозаписи.

Достоверность результатов исследования определяется корректным применением математического аппарата обработки изображений и распознавания образов, а также положительными результатами практического использования и экспериментальных исследований разработанных алгоритмов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования определяется тем, что предложенные алгоритмы быстрого обнаружения и выделения динамических объектов на изображении, а также оценки сходства этих объектов на основе характерных признаков, способствуют дальнейшему развитию теоретической основы технологий обработки изображений в системах видеонаблюдения.

Практическая значимость результатов исследований определяется тем, что использование разработанного программного обеспечения в системах видеонаблюдения способствует автоматизации процесса обнаружения динамических объектов на видеозаписи.

Внедрение результатов исследования. На основе методов, алгоритмов и программных средств обнаружения, выделения, поиска и улучшения качества изображения динамических объектов на сцене наблюдения неподвижной видеокамеры:

со стороны ГУП «UNICON.UZ» выдано заключение о возможности использования программных средств «Videotahlil» и «Tasvirni Tiklash», разработанных на основе метода, модели и алгоритмов предварительной обработки изображений видеонаблюдения и выделения динамических объектов (заключение ГУП «UNICON.UZ» от 9 октября 2018 года). В результате, при обработке видеоизображения определяются динамические объекты из видеозаписи, выделяются их изображения и запись в базу данных;

алгоритмы и программное средство выделения динамических объектов на видеоизображениях, а также создания базы данных внедрены в систему видеонаблюдения, используемую для наблюдения внутренней и внешней частей здания ДП «Тадқиқотчилар турар жойи» Академии наук Республики Узбекистан (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 17 апреля 2018 года №33-8/2704). Использование результатов научного исследования обеспечило возможность поиска изображения динамического объекта и сокращения в 5-6 раз объема видеозаписи за счет выделения в реальном масштабе времени динамических объектов на сцене наблюдения, получения данных о видеозаписи и построения базы изображений динамических объектов;

алгоритмы и программное средство восстановления искаженного (смазанного) изображения динамического объекта внедрены в отдел Экспертной криминалистики Управления внутренних дел Джизакской области (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 17 апреля 2018 года №33-8/2704). Использование результатов научного исследования обеспечило возможность

повысить качество изображений доказательственных объектов на 60% и сократить время экспертизы в 1,4 раза;

алгоритмы и программные средства выделения изображений динамических объектов из видеозаписи систем многоканального видеонаблюдения, создания базы данных, поиска динамического объекта и восстановления его искаженного (смазанного) изображения внедрены в Центр компьютерных услуг Управления внутренних дел Джизакской области (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан от 17 апреля 2018 года №33-8/2704). Использование результатов научного исследования позволило сократить: в 6-10 раз объем памяти, необходимой для хранения изображений динамических объектов, в 2 раза время проведения криминалистической экспертизы и на 60% повысить точность результатов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования докладывались и обсуждались на 9 международных и 16 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По результатам исследования опубликованы 40 научных работ. Из них 5 в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 1 в зарубежном и 4 в республиканских журналах, а также 3 статьи в других иностранных журналах и 2 в республиканских журналах. Получены 5 свидетельств о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 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, определены 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 «**Проблемы обработки видеоизображения динамических объектов**» рассмотрены задачи и проблемы, возникающие при использовании систем видеонаблюдения, приведены результаты обзора существующих методов цифровой обработки изображений.

В параграфе 1.1 приведены результаты анализа задач обработки изображений в системах видеонаблюдения. Рассмотрены оптические системы визуализации, а именно системы управления движением (роботов); системы видеонаблюдения (детекторы); системы обнаружения активности (детектор

активности); системы идентификации стационарных объектов (классификаторы).

В параграфе 1.2 рассмотрены методы обработки изображений в системах видеонаблюдения, получения последовательности цифровых изображений, характеристики различных помех, а также методы их устранения, приведены результаты применения фильтрации маской размером 3×3 для улучшения качества изображения и определения его контуров.

В параграфе 1.3 рассмотрены методы и алгоритм обнаружения и выделения динамических объектов (ДО) на сцене неподвижной камеры, а также этапы реализации компьютерного зрения. Проведен анализ методов определения ДО на изображении, основанных на расчете межкадровых различий, межкадровом корреляционном анализе, блочном поиске градиента и вычислении вероятности. Рассмотрены особенности статистических и структурных признаков объектов на изображениях и методы их определения.

Основываясь на результатах анализа систем видеонаблюдения, сформулированы цель и задачи исследования. Основное внимание в постановке задач уделяется разработке эффективного в смысле быстродействия алгоритма обнаружения ДО в последовательности изображений большого объема.

Вторая глава диссертации «**Модели выделения динамических объектов в последовательности изображений**» посвящена разработке методов и алгоритмов идентификации ДО и их сегментации.

В параграфе 2.1 построена модель для обнаружения ДО на изображении. Для обнаружения ДО на изображениях использован метод расчета межкадровых различий. Модель определения бинарных масок, полученных путем расчета различия между кадром $f(i, j, n)$ и кадром $f(i, j, n - h)$, выбранным с некоторым шагом h , можно выразить следующим образом

$$A^1(i, j, n) = \begin{cases} 1, & \text{если } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| > p; \\ 0, & \text{если } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| \leq p, \end{cases}$$

$$A^0(i, j, n) = \begin{cases} 0, & \text{если } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| > p; \\ 1, & \text{если } |f(i, j, n) - f(i, j, n - h)| \leq p. \end{cases}$$

Здесь n – номер кадра видеоизображения ($n \in N$), N – общее число кадров видеоизображения, $(i, j) \in \mathfrak{R}$, где $\mathfrak{R} = \{i, j : i = \overline{1, N_x}, j = \overline{1, N_y}\}$ – множество пикселей на кадре, N_x и N_y – размеры кадра, p – порог чувствительности, задаваемый оператором. С использованием этих бинарных масок можно описать модели ДО и фона на изображении следующим образом:

$$O(i, j, n) = f(i, j, n) \otimes A^1(i, j, n); \quad P(i, j, n) = f(i, j, n) \otimes A^0(i, j, n),$$

где \otimes – умножение Адамара, $O(i, j, n)$ – ДО в кадре и $P(i, j, n)$ – группа фоновых пикселей.

В общем случае, математическую модель видеоизображения ДО и фона можно представить как

$$M(i, j, n) = Q(i, j, n) \otimes [O(i, j, n) + P(i, j, n)] + R(i, j, n),$$

где $M(i, j, n)$ – изображение с движением (динамикой), $Q(i, j, n)$ и $R(i, j, n)$ – соответственно мультипликативные и аддитивные помехи устройства записи.

В параграфе 2.2 предложен метод быстрого обнаружения ДО на сцене видеонаблюдения, дискретизированной наблюдательными линиями. Данный метод позволяет существенно сократить вычислительные затраты при обнаружении движущихся объектов в последовательности изображений большого объема, полученной из зоны интенсивного движения. На сцену видеонаблюдения (рис. 1) накладываются k дискретных линий наблюдения (ДЛН). На каждой линии формируется множество координат точек, располагаемых на рассматриваемой линии:

$$L_k = \{(x_k, y_k) | x_k \in X_k, y_k \in Y_k\}.$$

Для обнаружения движущихся объектов посредством визуальных дискретных линий введена формула $G_k = L_k \cap G_t(x, y)$, где k – число ДЛН, $G_t(x, y)$ – изображение кадра в момент времени t .

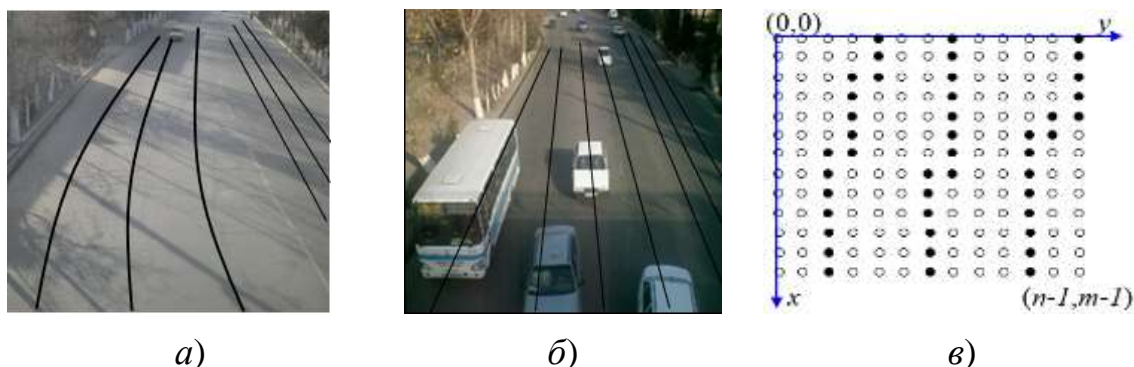


Рис. 1. Визуальные ДЛН: кривые (а), прямые (б) и дискретное представление линий L_k (в)

В общем случае $G_t = (L_1 \cup L_2 \cup \dots \cup L_k) \cap G_t(x, y)$, где G_t – множество пикселей на изображении, участвующих при определении движущихся объектов ($L_i \cap L_j = \emptyset, i \neq j$).

В параграфе 2.3 предложен алгоритм обнаружения ДО на участке наблюдения, реализуемый следующим образом.

Шаг 1. Выбирается исходный кадр $f(x, y, i)$ с номером $i = 0$, задаются шаг выбора последующего кадра h и порог чувствительности p .

Шаг 2. Осуществляется присвоение $i = i + h$.

Шаг 3. Выбирается следующий кадр $f(x, y, i)$.

Шаг 4. Вычисляется абсолютная межкадровая разность:

$$D_i = \sum_{x, y \in \mathbb{R}} |f(x, y, 0) - f(x, y, i)|.$$

Шаг 5. Проверяется условие $D_i < p$. Если оно выполняется, то осуществляется переход к шагу 2.

Шаг 6. Определяются пиксели, принадлежащие ДО,

$$D(x, y, i) = \begin{cases} 1, & \text{если } |f(x, y, 0) - f(x, y, i)| > p; \\ 0, & \text{если } |f(x, y, 0) - f(x, y, i)| \leq p. \end{cases}$$

Шаг 7. Определяются координаты центров масс связных точек на $D(x, y, i)$.

Шаг 8. Конец.

Данный алгоритм выполняет на $(N - L) \cdot M$ вычислений меньше чем известный алгоритм обнаружения ДО, основанный на попиксельном анализе изображений.

Результаты реализации предложенного алгоритма обнаружения ДО приведены на рис. 2.

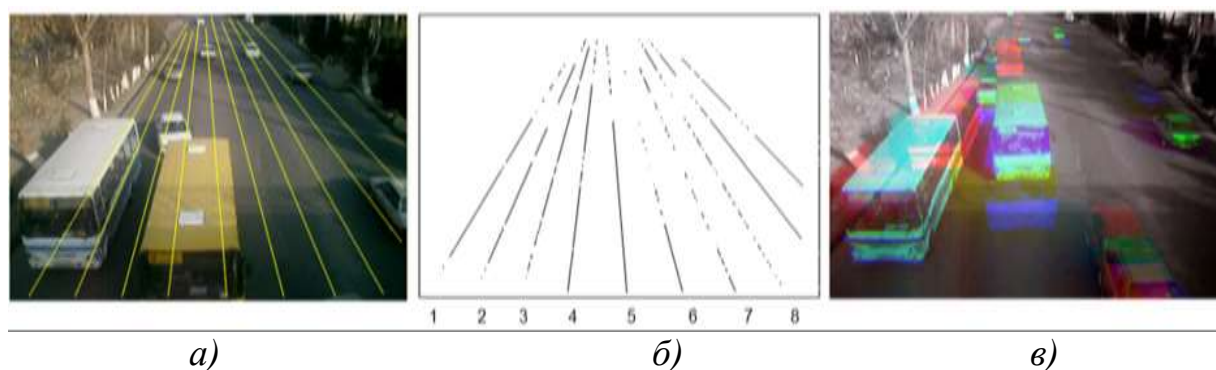


Рис. 2. Результаты обнаружения движущихся объектов алгоритмом визуальных ДЛН: i -й кадр и визуальные ДЛН (а), маска ДЛН (б), совмещенное изображение i -го и $i + h$ -го кадров, где объекты каждого кадра представлены разными цветами (в)

В параграфе 2.4 предложен алгоритм восстановления искаженного (смазанного) изображения ДО. Данный алгоритм состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Формируется изображение $O_1(x, y)$ путем нормализации изображения ДО $O_0(x, y)$.

Шаг 2. Задаются значения параметров ядра деконволюции (диаметра, угла и отношения сигнал/шум).

Шаг 3. Формируется изображение $O_2(x, y)$ путем применения к $O_1(x, y)$ фильтра Винера с заданным значением диаметра.

Шаг 4. Формируется изображение $O_3(x, y)$ путем применения к $O_2(x, y)$ преобразования Фурье.

Шаг 5. Формируется ядро функции рассеяний точек и с его помощью выполняется деконволюция изображения $O_3(x, y)$, в результате чего формируется изображение $O_4(x, y)$.

Шаг 6. Формируется изображение $O_5(x, y)$ путем применения к $O_4(x, y)$ преобразования Фурье и инверсионного фильтра.

Шаг 7. Формируется изображение $O_6(x, y)$ путем применения к $O_5(x, y)$ обратного преобразования Фурье и конволюции с заданным значением параметра угла ядра функции рассеяний точек.

Шаг 8. Если изображение $O_6(x, y)$ не удовлетворяет заданным требованиям по качеству, то осуществляется переход к шагу 2.

Шаг 9. Конец.

На рис. 3 приведены результаты использования данного алгоритма для улучшения качества искаженного изображения ДО, при реализации которого были выбраны следующие значения параметров ядра фильтра: диаметр - 17, угол - 0^0 , отношение сигнал/шум - 17.

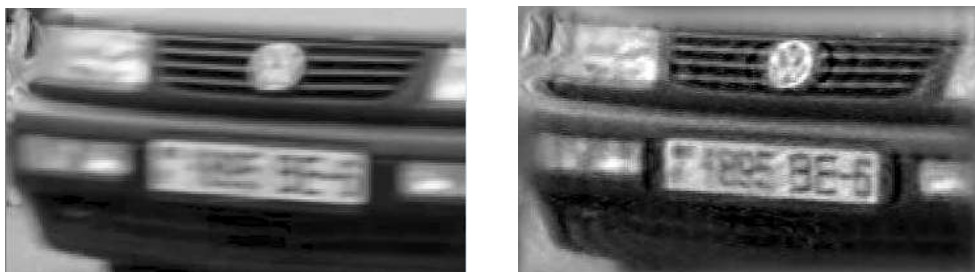


Рис. 3. Результат восстановления изображения ДО: исходное изображение и восстановленное изображение

В третьей главе «Алгоритмы обработки изображений динамических объектов» сформулированы требования к изображениям ДО в системах видеонаблюдения, приведены классификация возможных состояний ДО, алгоритмы выделения локальных признаков этих объектов, а также отслеживания и построения их траекторий.

В параграфе 3.1 на основе экспериментальных исследований сформулированы требования к изображениям ДО, полученным в системах видеонаблюдения. Для распознавания сцен и ДО в данном параграфе рассмотрены вопросы выбора подходящего объектива камеры, выбора места установки камеры (высота, углы поворота и/или наклона), выбора, при необходимости, дополнительных осветительных приборов. Для предварительного распознавания фронтального изображения идущего человека можно использовать схему Штратца, основанную на анализе распределения пикселей пропорционально длине тела и головы. Например, для того чтобы высота изображения лица человека была $d_{min}=56,7$ пикселей, его рост на изображении должен быть $h_0/8 \approx 56,7 \Rightarrow 454$ или $h_0/10 \approx 56,7 \Rightarrow 567$ пикселей.

Для идентификации автотранспорта по государственному номерному знаку (ГНЗ) предложен критерий пригодности изображения ГНЗ для распознавания. Этот критерий основан на использовании стандарта SM 122:2014 для ГНЗ, согласно которому имеют место следующие соотношения типа автомобиля и размера пластины ГНЗ

$$\frac{h_{mm}}{w_{mm}} = \frac{h_p}{w_p} \Rightarrow w_p = h_p \cdot \frac{w_{mm}}{h_{mm}}; \quad (1)$$

$$\frac{W_{пл}}{W_a} = \frac{w_p}{w_a} \Rightarrow W_a = W_a \cdot \frac{w_p}{W_{пл}}, \quad (2)$$

где h_{mm} и h_p – высота пластины ГНЗ соответственно в миллиметрах и пикселях, w_{mm} и w_p – ширина пластины ГНЗ соответственно в миллиметрах и пикселях, $W_{пл}$ – реальная ширина пластины ГНЗ в миллиметрах, W_a – реальная ширина автотранспорта в миллиметрах, w_a – ширина изображения автотранспорта в пикселях.

Исходя из соотношений (1) и (2), критерий пригодности изображения ГНЗ для распознавания определяется неравенством $w_r \geq w_a$. То есть, если ширина текущего изображения автотранспорта больше или равно ширине изображения автотранспорта, то изображение ГНЗ считается пригодным для распознавания. Использование данного критерия позволило сократить время распознавания ДО на 8-10% за счет предварительного исключения изображений ГНЗ, не поддающихся распознаванию.

В параграфе 3.2 осуществлена классификация ДО на три основные группы. В первую группу включены объекты с динамической текстурой (ОДТ), во вторую – движущиеся динамические объекты (ДДО), в третью – аномальные динамические объекты (АДО). ОДТ представляют собой неподвижные объекты с изменяющейся текстурой или масштабом. ДДО представляют собой движущиеся по линейной или нелинейной траектории объекты. АДО – статические или ДО, случайно появляющиеся на сцене.

Если G_0 – первоначальный образ ДО, попадающий в поле наблюдения, а $G = S(P)$ – модель этого поля, то по вектору параметров P изображения ДО, можно построить скалярную функцию $D(G_0, S(P))$, характеризующую близость образа G_0 к этому ДО. Задача классификации ДО решается посредством нахождения глобального минимума данной функции относительно вектора параметров P .

В параграфе 3.3 предложен алгоритм сегментации символов на изображении ГНЗ автотранспортного средства, состоящий из следующих шагов.

Шаг 1. Осуществляется преобразование исходного изображения I в бинарное

$$B(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } I(x, y) < t; \\ 1, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Шаг 2. Производится морфологическая операция размыкания изображения B структурным элементом P , представляющим собой квадрат размером 4×4 , $B_o = B \circ P$.

Шаг 3. Производится инвертирование изображения B_o

$$B_{inv}(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{если } B_o(x, y) = 1; \\ 1, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Шаг 4. Осуществляется скелетизация изображения B_{inv} . Операция выполняет наращение объекта с учетом ряда условий для сохранения 4-связности участков фона.

Шаг 5. Уточняются координаты прямоугольника, в который вписан символ ГНЗ, путем анализа пикселей внутри каждого контура, полученного при скелетизации.

Шаг 6. Конец.

На рис. 4 приведены результаты использования данного алгоритма для сегментации символов ГНЗ.

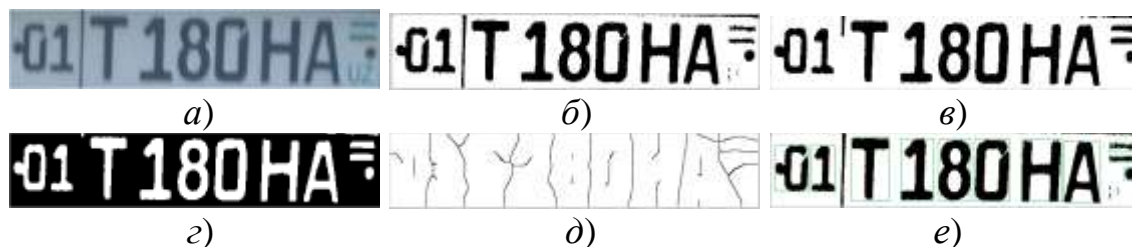


Рис. 4. Результаты сегментации символов ГНЗ: исходное изображение (а) и изображения, полученные на этапах бинаризации (б), морфологической операции размыкания (в), инвертирования (г), скелетизации (д) и сегментации символов (е)

Исходными данными алгоритма являются полутонные изображения ГНЗ, выровненные и сведенные к единому размеру. Результаты тестирования показали, что данный алгоритм с достаточной точностью сегментирует символы на изображении ГНЗ.

Параграф 3.4 посвящен решению задачи выделения ДО в кадре на основе анализа контуров изображения объекта. Для векторизации контурного представления изображения объекта предложен алфавит характерных признаков, сформированный различными комбинациями масок размером 3x3 (рис. 5).

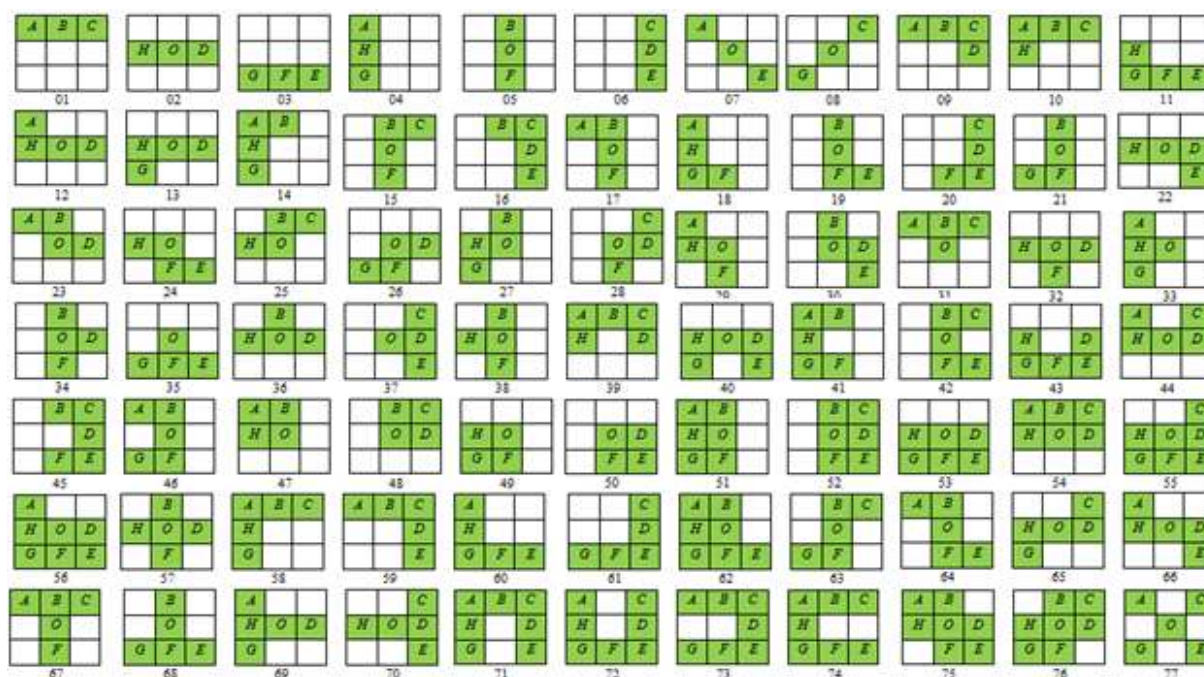


Рис. 5. Алфавит характерных признаков для описания контуров бинарного изображения

Эти признаки используются для построения дескрипторов при сравнении изображений различных объектов (рис. 6).

На рис. 6 видно, что объекты A и B представлены в виде следующих векторов: $A=(l_{28}, l_{01}, l_{01}, l_{??}, l_{05}, l_{27}, l_{03}, l_{22}, l_{??}, l_{19})$;

$$B=(l_{06}, l_{01}, l_{09}, l_{49}, l_{05}, l_{??}, l_{02}, l_{23}, l_{??}, l_{30}).$$

Для распознавания объектов на изображении предложен модифицированный вариант алгоритма SURF, который основан на определении максимума коэффициента сходства изображения объектов,

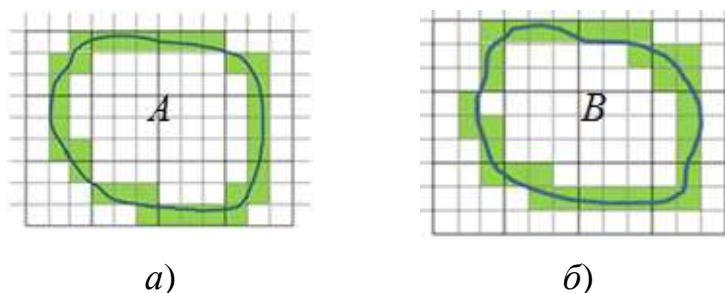


Рис. 6. Примеры векторизации контуров объектов A (а) и B (б)

представленного дескриптором характерных признаков, с изображениями объектов, имеющих на анализируемом кадре (рис.7 и 8).

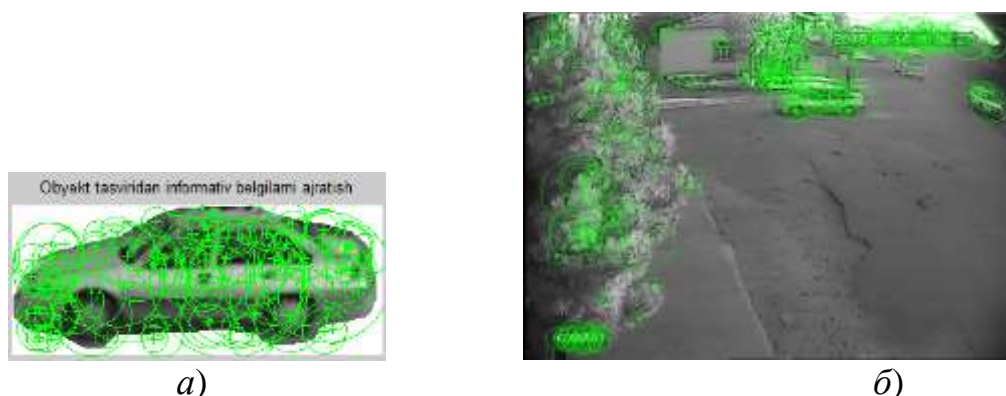


Рис. 7. Результаты дескрипторного описания изображения распознаваемого объекта (а) и изображений объектов, имеющих в кадре (б)

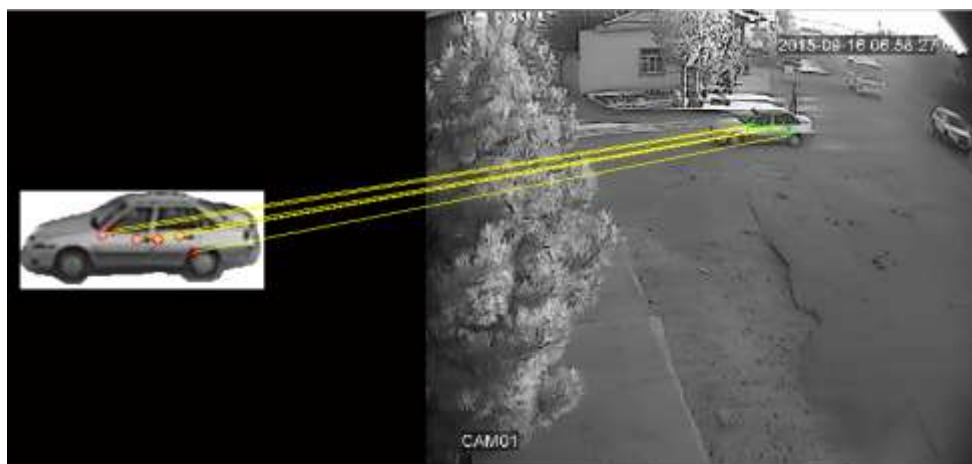


Рис. 8. Результат обнаружения распознаваемого объекта в рассматриваемом кадре

В четвертой главе «Программное обеспечение обнаружения и выделения динамических объектов и решение практических задач» приведены описания программ, разработанных на основе предложенных в работе алгоритмов, а также результаты экспериментальных исследований и практического применения этих программ.

В параграфе 4.1 представлено описание программы “Videotahlil”, предназначенной для обнаружения, выделения и записи в базу данных изображений ДО, расположенных на сцене, наблюдаемой неподвижной видеокамерой.

Согласно функциональной схеме данной программы (рис.9) при обработке видеоизображений осуществляется обнаружение и выделение ДО на видеозаписи, а также их запись в базу данных.

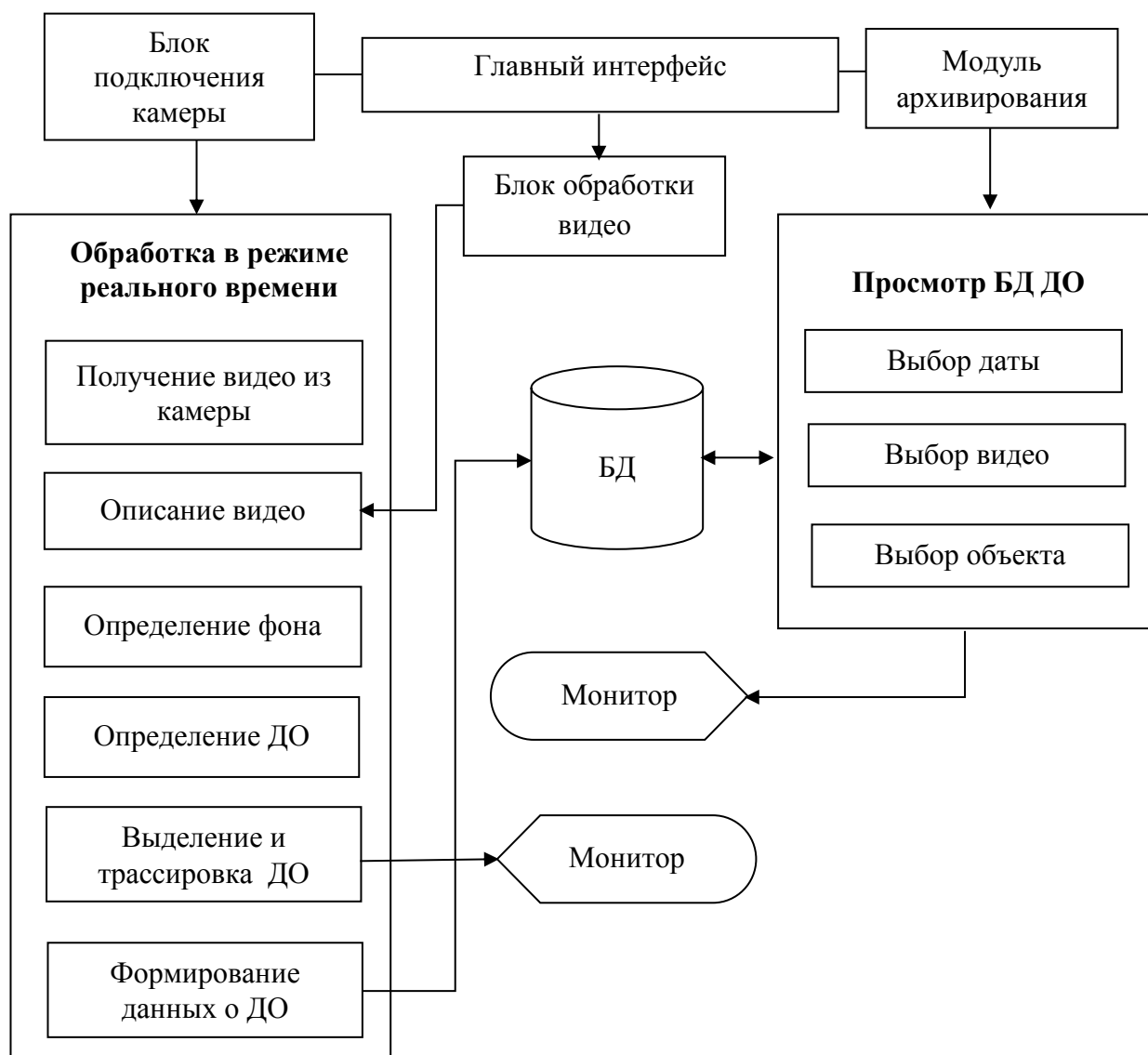


Рис. 9. Функциональная схема программы “Videotahlil”

В архиве можно выбрать имя видеофайла по дате записи, посмотреть изображения ДО и сопутствующие данные (размер кадра, формат видео, время, количество обнаруженных объектов и объем памяти, занимаемой этими объектами).

Программа позволяет осуществлять два вида обработки видеоизображения, которые различаются способом получения входных последовательностей изображений. Первый способ – это получение изображений непосредственно с камеры, а второй способ – посредством чтения с видеофайла, хранимого на внешней памяти.

Кроме того, в параграфе 4.1 приведено описание программы «Kamera-Kursor», предназначенной для дистанционного управления компьютером через web-камеру на основе процедуры выделения движущегося цветного маркера на изображении, а также программы “TasvirniTiklash”, предназначенной для улучшения качества смазанных или расфокусированных изображений из-за небольших колебаний фото- или видеокамеры. С помощью программы “TasvirniTiklash” определяются параметры фильтра, а также осуществляется восстановление качества изображения через изменения таких параметров ядра фильтра, как диаметр, поворот, отношений сигнал/шум. Исходное изображение, ядро фильтра и результаты работы программы отображаются в отдельных окнах.

В параграфе 4.2 приведены результаты экспериментальных исследований предложенных в работе алгоритмов обнаружения ДО и выделения ДО по контурам с использованием алфавита характерных признаков.

В таблице 1 приведены результаты сравнения по быстродействию алгоритма, основанного на использовании ДЛН и обозначенного как A_1 , и алгоритма, основанного на попиксельном анализе изображений методом расчета межкадровых различий и обозначенного как A_2 . При проведении экспериментов решались задачи определения фона для рассматриваемых кадров, обнаружения на этих кадрах ДО и определения движения (выявления факта движения ДО).

Таблица 1.

Показатели быстродействия алгоритмов (в сек.)

Решаемая задача	Алгоритм A1	Алгоритм A2
Определение фона	0.86	10.72
Обнаружение ДО	0.24	0.62
Определение движения	0.16	0.7

В таблице 2 приведены результаты сравнения качественных характеристик алгоритмов A_1 и A_2 на основе анализа нескольких видеоизображений с различным количеством ДО.

Для сравнения этих алгоритмов использовались такие показатели, как полнота R (recall), точность P (precision) и F -мера ($F1$), которые определяются по формулам

$$R = \frac{TP}{TP+FN}; \quad P = \frac{TP}{TP+FP}; \quad F1 = 2 \cdot \frac{P \cdot R}{P+R},$$

где TP – число правильно определенных объектов, FN – число не определенных объектов, FP – число ложных объектов.

Таблица 2.

Показатели качества работы алгоритмов A_1 и A_2

№	Видеофайл				Алгоритм A_1			Алгоритм A_2		
	Продолжительность	Число кадров	Размер кадров	Число объектов	R	P	$F1$	R	P	$F1$
1.	0:00:20	607	1152x720	27	96	67	79	100	28	44
2.	0:01:33	2801	1152x720	182	96	74	84	98	42	59
3.	0:20:30	30752	704x576	628	98	94	96	96	10	18
4.	0:10:00	15001	352x288	189	95	91	93	99	37	54

Из таблицы 2 видно, что показатель качества $F1$ алгоритма A_1 превосходит аналогичный показатель алгоритма A_2 . Это обусловлено тем, что алгоритм A_2 очень чувствителен к освещенности изображения объекта и, поэтому ему присуще большое число ложных срабатываний. Кроме того, относительно низкие значения того же показателя для первых двух видеофайлов обусловлены неблагоприятными условиями их съемки.

В параграфе 4.3 приведены результаты практического использования программных средств, созданных на основе существующих и предложенных в работе алгоритмов. Использование этих программ обеспечило возможность автоматического поиска ДО на изображении, позволило сократить объем видеозаписей, сохраняемых в архиве, сократить время проведения криминалистической экспертизы и повысить точность его результатов.

В приложении приведены документы, подтверждающие практическое использование результатов диссертационной работы, копии свидетельств об официальной регистрации программы для ЭВМ, выданных Агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Кроме того, приведены описание модуля обнаружения и классификации движущихся объектов на видеоизображении в масштабе реального времени, а также результаты работы программы восстановления искаженных изображений «Tasvirni Tiklash».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного диссертационного исследования по теме «Методы и алгоритмы обработки изображений динамических объектов системы видеонаблюдения» представлены следующие выводы.

1. Разработаны модель, метод и алгоритм быстрого обнаружения динамических объектов в области интенсивного движения с помощью дискретных наблюдательных линий, наложенных на зону видеонаблюдения. Реализация предложенного алгоритма позволяет значительно сократить объем вычислений при определении движущихся объектов в указанной зоне.

2. Предложен алфавит характерных признаков, представленных масками фиксированного размера. Использование этих признаков позволяет получить векторное описание контуров объектов на бинарном изображении и, тем самым, упростить решение задачи распознавания этих объектов.

3. Разработан алгоритм выделения динамических объектов на основе сравнения векторных описаний контуров объектов, представленных в кадрах видеозаписи. Данный алгоритм обеспечивает более высокую точность решения задачи выделения объекта на изображении по сравнению с другими аналогичными алгоритмами за счет использования алфавита характерных признаков, адекватно описывающих контур распознаваемого объекта.

4. Разработан модифицированный алгоритм восстановления искажённого изображения динамического объекта. Использование данного алгоритма позволяет улучшить качество изображения объекта и, тем самым, повысить точность его распознавания.

5. Экспериментально показано, что предложенный алгоритм обнаружения динамических объектов с использованием дискретных линий наблюдений имеет преимущество по быстродействию по сравнению с алгоритмом обнаружения, основанным на попиксельном анализе изображений методом расчета межкадровых различий, при решении задач определения фона, обнаружения динамического объекта и определения траектории его движения.

6. На основе существующих и предложенных алгоритмов обработки изображений динамических объектов разработаны программные средства, обеспечивающие возможность обнаружения динамических объектов на видеоизображении, формирования набора характерных признаков для поиска объектов на кадрах видеозаписи. Кроме того, эти программы позволяют архивировать обнаруженные динамические объекты и сопутствующие данные (размер кадра, формат видео, время, изображения обнаруженных объектов и их количество, а также объем памяти, занимаемой этими объектами).

7. С использованием разработанных программ решены ряд практических задач обнаружения и выделения изображений динамических объектов на видеозаписи полученной в системе одноканального видеонаблюдения, автоматического поиска фрагмента изображения на видеозаписи, восстановления искаженного изображения доказательственных объектов при проведении криминалистической экспертизы.

Кроме того, в результате диссертационного исследования можно сформулировать ряд проблем, являющихся предметом дальнейших исследований, связанных с перспективным развитием систем видеонаблюдения:

обнаружение динамических объектов на сложном фоне;

обработка изображений динамических объектов на видеозаписях, полученных в системе многоканального видеонаблюдения;

построение 3D модели панорамного представления изображения контролируемого объекта на основе совмещения 2D сцен видеонаблюдения камер, установленных в различных точках этого объекта.

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

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

MAMARAUFOV ODIL ABDIXAMITOVICH

**METHODS AND ALGORITHMS FOR IMAGES PROCESSING OF
DYNAMIC OBJECTS OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM**

05.01.03 – Theoretical basis of computer science

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

Tashkent-2018

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.4.PhD/T507.

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

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the Scientific Council 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: **Qobulov Anvar Vasilovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Mirzamov Akmal Makhmudjanovich
Candidate of Technical Sciences

Leading organization: **The Tashkent Institute of Railway Engineers**

The defense at dissertation will take place on “ 22 ” december 2018 y. at 11⁰⁰ the meeting of Scientific Council 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 could be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies at (is registered under No. 2563). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

The abstract of dissertation is distributed on “ 7 ” december 2018 y.
(Protocol at the registr No. 14 on “ 16 ” november 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, Docent

O.J.Babomuradov
Chairman of the Scientific Seminar of the
Scientific Council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop methods and algorithms for image processing of dynamic objects on the scene of a fixed video camera of surveillance system.

The object of the research work are images obtained using a fixed surveillance camera or from external memory.

The scientific novelty of the research work is as follows:

a model, method and algorithm for the rapid detection of dynamic objects on the video surveillance scene through observational discrete lines have been developed;

an alphabet of characteristic features has been developed to describe the contours of an object in a binary image;

an algorithm has been developed for distinguishing dynamic objects by contours using the alphabet of characteristic features;

an improved algorithm for improving the quality of a distorted (blurred) image of a dynamic object, based on the use of the Wiener filter.

Implementation of research results. Based on the methods, algorithms and software tools for detecting, selecting, searching and improving the image quality of dynamic objects in the observation scene of a fixed camera:

State Unitary Enterprise UNICON.UZ issued a conclusion on the possibility of using «Videotahlil» and «TasvirniTiklash» software tools, developed on the basis of the method, model and algorithms of video image pre-processing and selection of dynamic objects (conclusion of UNICON.UZ dated on 10/09/2018). As a result, it is possible to detect dynamic objects, select their images and write to the database on the video being processed;

algorithms and software for selecting dynamic objects on video images, as well as creating a database, are embedded in a video surveillance system used to monitor the internal and external parts of the building of the «Tadqiqotchilar Turar Joyi» Subsidiary enterprise of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (Reference of Ministry of Information Technologies and Communications dated on 04/17/2018, No. 33-8/2704). The using of the results of scientific research makes it possible to search for images of a dynamic object and reduce the volume of video recording by 5-6 times due to the allocation of real-time dynamic objects on the scene of observation, obtaining data on video recording and building a database of images of dynamic objects;

algorithms and software for restoring a distorted (blurred) image of a dynamic object were introduced into the Department of Expert Forensic Science of the Internal Affairs Department of the Jizzakh Region (Reference of Ministry of Information Technology and Communications Development of the Republic of Uzbekistan dated on 04/17/2018 No. 33-8/2704). The using of the results of scientific research makes it possible to improve the quality of images of evidentiary objects by 60% and reduce the time of examination by 1.4 times;

algorithms and software for extracting images of dynamic objects from video recording of multichannel video surveillance systems, creating a database, searching for a dynamic object and restoring its distorted (blurred) image were introduced into the Computer Services Center of the Internal Affairs Department of Jizzakh region (Reference of Ministry of Information Technology and Communications Development dated on 04/17/2018 No. 33-8/2704). The using of the results of scientific research makes it possible to reduce by: 6-10 times the amount of memory needed to store images of dynamic objects, 2 times the time for conducting a forensic examination and a 60% increase in the accuracy of the results.

Structure and volume of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of used literature and appendix. The volume of the dissertation 112 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Мамарауфов О.А. Видеомаълумотда ҳаракатдаги объектлар модели ва уларни аниқлаш алгоритми. TATU xabarlari, №2. Toshkent-2012. –В. 68-72. (05.00.00; №10).
2. Фозилов Ш.Х., Мамарауфов О.А. Интеллектуальная система видеонаблюдения для контроля и оптимизации потоков движения автомобилей. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», №2-3. Ташкент-2012. –С. 3-7. (05.00.00; №5).
3. Мамарауфов О.А. Видеоназорат тизимларининг динамик объектларини идентификациялаш. «Кимёвий технология. Назорат ва бошқарув» Халқаро илмий-техникавий журнал, №3. Тошкент-2012. –Б. 90-95. (05.00.00; №12).
4. Мамарауфов О.А., Раҳманов Х.Э. Видеотасвирда одам қўл ҳаракати координаталарини аниқлаш ва компьютерни масофадан бошқариш. TATU xabarlari, №4(36). Toshkent-2015. –Б. 19-23. (05.00.00; №10).
5. Mamaraufov O.A. Detection and determination coordinates of moving objects from a video. European science review. Scientific journal, №3-4. Vienna-2018. –P. 253-260. (05.00.00; №3).
6. Mamaraufov O.A. Observational discrete lines for the detection of moving vehicles in road traffic surveillance. International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCSIEIT). India. Vol. 5, No.6, December 2015.
7. Мамарауфов О.А., Ғиёсов У., Умаров А. Видео маълумотлар оқимида ҳаракатдаги объектни аниқлаш тизими ва усули. СамДУ «Илмий тадқиқотлар ахборотномаси», №3(55). Самарқанд-2009. –Б. 16-20.
8. Раҳманов Х.Э., Мамарауфов О.А., Хужаяров И.Ш. Модифицированный алгоритм сегментация символов номерного знака транспортного средства. «SCIENCE AND WORLD» International scientific journal, №11(27). Vol. I. Volgograd-2015. –P. 82-86.
9. Мамарауфов О.А. О повышении точности распознавания объектов в системах видеонаблюдения. «SCIENCE AND WORLD» International scientific journal, №12(28). Vol. I. Volgograd-2015. –P. 42-46.
10. Nishanov A.X., Mamaraufov O.A. Video tasvirdagi timsollarni aniqlashda muhim belgilar alfavitini qurish. «Hisoblash va amaliy matematika muammolari» ilmiy jurnali, №3(5). Toshkent- 2016. –В. 72-79
11. Мамарауфов О.А. Одам фотосуратидан локал белгилар тахлили ёрдамида шахсини таниб олишни автоматлаштириш. «Илмий техник тараққиётнинг халқ хўжалиги ривожланишидаги роли», Республика илмий-техник конференцияси маърузалар тўплами. Жиззах-2005. –Б. 57-60
12. Фозилов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Мамарауфов О.А. Юз тасвирида локал белгиларни тахлил қилиш асосида шахсини таниб олиш алгоритми.

«Jamiyatning hozirgi zamon taraqqiyotida telekommunikatsiyalar va axborot texnologiyalarining roli va ahamiyati» xalqaro ilmiy konferensiya ma'ruzalar to'plami. II tom. Toshkent-2005. –B. 262-263

13. Мамарауфов О.А. Ҳаракатдаги объектнинг информатив белгиларини автоматик қайта ишлаш. «Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси муаммолари» Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. Наманган-2008. –Б. 456-458

14. Мамарауфов О.А. Тайинланган объектнинг информатив белгиларини автоматик қайта ишлаш. ТАТУ Самарқанд филиали профессор-ўқитувчиларининг III илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Самарқанд-2008. –Б. 112-113

15. Мамарауфов О.А., Саидов Ў.М. Тасвирларни филтрлашни ўрганиш учун виртуал лаборатория стенди. Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы образования и занятости населения». Самарқанд-2008. –Б. 118-121

16. Бекмурадов Қ.А., Мамарауфов О.А., Бекмурадов Ф.К. Разработка распознающей системы объектов, представленных бинарными признаками. «Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси муаммолари» Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. Қарши-2011. –Б. 111-113

17. Мамарауфов О.А., Бекмурадов Д.Қ. Синфларни оптимал қоплаш алгоритми ва дастурий воситаси. «Математика, математик моделлаштириш ва ахборот технологияларининг долзарб муаммолари» Республика илмий конференцияси материаллари тўплами. Термиз-2012. –Б. 195-198

18. Мамарауфов О.А., Бекмурадов Ф.Қ., Бекмурадов Д.Қ. Программные средства адаптивного распознавания символов. Материалы Республиканской научно конференции «Актуальные вопросы математики, математического моделирования и информационных технологий». Термиз-2012. –С. 198-202

19. Мамарауфов О.А. Видеокамера орқали қўл ҳаракати ёрдамида масофадан «сичқонча» функциясини бажаришни автоматлаштириш. «Innovatsion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalarni amaliyotga tadbiiq etish muammolari» Respublika ilmiy-texnik konferensiyasi materiallari. Jizzax-2014. –B. 455-457

20. Mamaraufov O.A. Observational discrete lines for the detection of moving vehicles in road traffic surveillance. «Perspectives for the development of information technologies ITPA-2014». Tashkent-2014. –P. 183-186

21. Мамарауфов О.А. Видеоназорат тизими кузатув майдонида динамик объектлар координаталарини аниқлаш. «Замонавий фан ва техника ривожига ахборот ва телекоммуникация технологияларининг ўрни» Республика илмий-техник конференциясининг материаллари тўплами. Самарқанд-2015. –Б.15-18

22. Мамарауфов О.А. Видеоназоратда динамик объект образини унинг траекторияси бўйича аниқлаш. «Ахборот ва телекоммуникация технологиялари муаммолари» Республика илмий-техник конференциясининг маърузалар тўплами, 4-қисм. Тошкент-2015. –Б. 203-205

23. Мирзаев О.Н., Мамарауфов О.А., Туймебаев А.У. Выделение репрезентативных признаков при распознавании номерных знаков автомобиля. XIII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. –М: ГБОУ ВПО МГППУ, 2015. –С. 53

24. Мамарауфов О.А., Хасанов Д.Т. Видеомаълумотда динамик объект образидан унганча бўлган масофани аниқлаш алгоритми. «Замонавий ахборот-коммуникация технологиялари» ТАТУ Самарқанд филиали профессор-ўқитувчиларининг X илмий-амалий конференцияси маърузалар тўплами. Самарқанд-2015. –Б.141-146

25. Мамарауфов О.А., Акбаралиев Б.Б. Требования к геометрии камеры для распознавания динамического объектов на видеоизображениях. Материалы международной научно-технической конференции «Радиотехника, телекоммуникация и информационные технологий: Развития перспективы и проблемы». Ташкент- 2015. –С. 174-177

26. Мамарауфов О.А. Кесишувчан йўналтирилган икки камерали тизимда харакат траекториясининг координаталарини аниқлаш. «Замонавий ахборот-коммуникация технологияларини жорий этишда дастурий таъминотларни яратиш: муаммо ва ечимлар» Республика илмий-техник конференцияси материаллари тўплами. Самарқанд-2016. –Б. 48-51

27. Mamaraufov O.A. Software for analysis videos images and construction the metadata moving objects in video surveillance systems. «The Eleventh International Conference on Eurasian scientific development». «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna-2016. –P.104-106

28. Фазылов Ш.Х., Салиев Э.А., Мамарауфов О.А., Мирзаева С.Н. Вопросы выделения признаков изображений при распознавании номерных знаков автомобилей. Доклады Республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы применения ахборотных технологий в управлении». Ташкент-2017. –С. 447-451

29. Мамарауфов О.А. Тасвирларни муҳим белгилар бинар алфавити асосида тавсифлаш усули. «Иқтисодиётнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти» Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами, 2-қисм. Тошкент-2017. –Б. 159-162

30. Мамарауфов О.А. Программа для анализа видеоизображений и построение метаданные образов движущихся объектов в системе видеонаблюдения. Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции «Перспективы реформ, проводимых в системе высшего образования Республики Узбекистан». Ташкент-2017. –С. 388-391

31. Мамарауфов О.А., Тожиев М.Р. Ҳаракатдаги объектни таниб олишда тасвир сифатини баҳолаш мезони. «Respublika oliy ta`lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlarning istiqbollari» Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to`plami. Toshkent-2017. –B. 391-394

32. Мамарауфов О.А. Рақамли фото ва видеокамераларнинг амалий татбиқлари. «Respublika oliy ta`lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlarning

istiqbollari» Respublika ilmiy-amaliy anjumani material-lari to`plami. Toshkent-2017. –B. 394-396

33. Мамарауфов О.А., Бурибеков А.А. Видеокузатув тизими видеотасвирларида филтрлашларни қўллаш скриптларини яратиш. Proceedings of the Scientific-Practical and Spiritual-Educational Conference Dedicated to the 1235th Anniversary of Mahammad al-Khwarizmi. Tashkent-2018. –P. 728-731

34. Мамарауфов О.А. Видеокузатувда фототасвир ва видеотасвирга рақамли ишлов бериш масалалари ва ёндашувлари. Proceedings of the Scientific-Practical and Spiritual-Educational Conference Dedicated to the 1235th Anniversary of Mahammad al-Khwarizmi. Tashkent -2018. –B. 156-160

35. Mamaraufov O.A., Doshchanova M.Yu., Ruziboev O.B., Sharapov S. Method of estimation and selection of informative indicators, for determining the level of readiness of sportsmen. Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2018) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference. Russia, Samara-2018. –P. 917-920.

36. Мамарауфов О.А. Видео маълумотлар оқимида ҳаракатдаги объектни аниқлаш дастури. Ўзбекистон Республикаси Давлат патент идораси. Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги Гувohnома. № DGU 01937, 7.05.2010.

37. Фазылов Ш.Х., Мамарауфов О.А. Birkanalli videonazoratda dinamik ob'ektlar tasvirlarini tahlil qilish uchun «Videotahlil» dasturi. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro`yxatdan o`tkazilganligi to`g`risidagi Guvohnoma. № DGU 02573, 24.08.2012.

38. Мамарауфов О.А., Акбаралиев Б.Б., Кучкоров Т.А. КАМЕРА-KURSОР. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro`yxatdan o`tkazilganligi to`g`risidagi Guvohnoma. № DGU 03430, 5.12.2015.

39. Мамарауфов О.А. MASOFA. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro`yxatdan o`tkazilganligi to`g`risidagi Guvohnoma. № DGU 03431, 5.12.2015.

40. Мамарауфов О.А., Салиев Э.А., Тавбоев С.А., Туракулов О.Х., Саидов Ж.З. Рақамли тасвирларни норавшан тўпламлар аппаратида фойдаланиб бирламчи қайта ишлаш дастури. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro`yxatdan o`tkazilganligi to`g`risidagi Guvohnoma. № DGU 03462, 24.12.2015.

Автореферат «Информатика ва энергетика муаммолари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тиллардаги матнлари мослиги текширилди.

Бичими: 84x16 1/16, «Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади 100. Буюртма №27.

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
«Фан» нашриёти давлат корхонаси босмахонасида чоп этилди.
10047, Тошкент ш., Яхё Ғуломов кўчаси, 70-уй.