

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.28.12.2017.Т.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ МИЛЛИЙ ГВАРДИЯСИ
ҲАРБИЙ-ТЕХНИК ИНСТИТУТИ**

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**КОНТУРЛИ-ТИЗИМЛАШТИРИЛГАН ЛИНИЯ УСУЛЛАРИДА
ТОИФАЛАНГАН ОБЪЕКТЛАР ВИДЕОМАЪЛУМОТЛАРИГА
РАҚАМЛИ ИШЛОВ БЕРИШ**

**05.04.02 – Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари ва
қурилмалари. Мобил, тола-оптик алоқа тизимлари**

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

Тошкент – 2019

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

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

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

Виноградов Александр Сергеевич

Контурли-тизимлаштирилган линия усулларида тоифаланган
объектлар видеоматрицаларига рақамли ишлов бериш 3

Виноградов Александр Сергеевич

Цифровая обработка видеоинформации категоризируемых объектов
методом контурно-структурируемых линий 21

Vinogradov Aleksandr Sergeevich

Digital processing of video information of categorized
objects by the method of contour-structured lines 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.28.12.2017.Т.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ МИЛЛИЙ ГВАРДИЯСИ
ҲАРБИЙ-ТЕХНИК ИНСТИТУТИ**

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**КОНТУРЛИ-ТИЗИМЛАШТИРИЛГАН ЛИНИЯ УСУЛЛАРИДА
ТОИФАЛАНГАН ОБЪЕКТЛАР ВИДЕОМАЪЛУМОТЛАРИГА
РАҚАМЛИ ИШЛОВ БЕРИШ**

**05.04.02 – Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари ва
қурилмалари. Мобил, тола-оптик алоқа тизимлари**

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

Тошкент – 2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.3.PhD/Т1383 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардияси Ҳарбий-техник институтида 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:

Ташманов Ержан Байматович
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Сулейманов Адилжон Арифджанович
техника фанлари доктори, доцент

Негриенко Александр Яковлевич
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

**Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирлигининг
ахборот-коммуникацион технологиялари ва алоқа
ҳарбий институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.28.12.2017.Т.07.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 й. «__» _____ да соат ____даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43, факс: (99871) 238-65-52, e-mail:tuit@tuit.uz).

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

Диссертация автореферати 2019 йил «__» _____ куни тарқатилди.

(2019 йил «__» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси)

И.Х. Сиддиков

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
раиси, т.ф.д. профессор

Ж.Х. Джуманов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, т.ф.д., доцент

А.А.Абдукаюмов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ахборот ресурсларига ишлов бериш тизимларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ахборот-коммуникация тизимларини ҳозирги ривожланиш даражасида стратегик муҳим аҳамиятга эга тоифаланган объектларнинг видеоахборотларига рақамли ишлов бериш масалалари долзарб ҳисобланади. Бу борада, агар дунёда умумий маълумотлар ҳажми 2006-йилда 0,16 зеттабайтни (Зб) ташкил этган бўлса, 2016-йилга келиб 1 Зб ни ташкил этган, бу кўрсаткич 2025-йилда 16 Зб га етиши кутилмоқда. Барча маълумотларнинг бешдан бир қисми 2025-йилга келиб махфийлиги жиҳатидан муҳим ҳисобланади, яъни бу маълумотлар инсон хавфсизлиги ва ҳаёти, халқаро ҳолат ва оламдаги тинчликка боғлиқ бўлади¹.

Дунёда ахборотларни ихчамлаш даражасини ошириш, ахборотларни компресслаш ва декомпресслаш математик моделларини ишлаб чиқиш, видеомաълумотлар ҳажминини камайтириш компьютер дастурларини яратиш йўналишида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада видеомաълумотларга ишлов беришнинг замонавий алгоритмлари асосида янги истиқболли ихчамлаш усулларини ишлаб чиқиш, видеокузатув маълумотларини сақлаш тизимини такомиллаштирувчи компьютер дастурларини ишлаб чиқиш зарурати юзага келмоқда. Мазкур масалаларни амалга оширишда, жумладан, криминоген ҳолатларни юзага келишини камайтиришга йўналтирилган тоифаланувчи объектларнинг видеокузатув маълумотларига тезкор ишлов бериш усул ва воситаларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Республикамызда ахборот-коммуникация технологияларини жадал ривожланиши билан бир қаторда стратегик муҳим аҳамиятга эга бўлган тоифалаштирилган объектларни ҳимоялаш ва кенг доирада замонавий видеокузатув воситаларини, дронлар, техник воситалар ва ахборотларни йиғувчи, ишлов берувчи, ихчамловчи, сақловчи воситаларни қўллашга жиддий эътибор қаратилмоқда. Шу боис, бу борада хавфлар, инцидентлар, тартиббузарликлар, ўғирликлар, талончиликлар каби жиноий ҳаракатларни аниқлаш ва бартараф этиш бўйича салмоқли натижаларга эришилди. Тоифаланган объектлар фаолиятини мўътадиллигини таъминлаш мақсадида видеокузатув ахборот ресурсларига тезкор рақамли ишлов бериш тизимини ишлаб чиқиш ва визуал кузатув воситалари ва юзага келган ҳолатлар бўйича чоралар кўриш ва тезкор қарорлар қабул қилиш учун компьютер ишлов бериш тизимини яратиш борасида ишлар олиб борилган. Шунинг билан бирга ҳисоблаш тизимлари асосида видеокузатув воситаларини ва уларга ишлов бериш усулларини такомиллаштириш зарурати туғилмоқда. Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... ахборотни ҳимоялаш ва ахборот хавфсизлигини таъминлаш, ахборот муҳитида ўз вақтида ва адекват хавфга қарши туриш

¹ <https://aboutdata.ru>

тизимини такомиллаштириш»² вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, жумладан, тоифалашган объектларнинг хавфсизлигини таъминлашда қўлланилувчи видеокузатув воситалари видеомасълумотларига тезкор рақамли ишлов бериш, контурли-тизимлаштирилган линия ихчамлаш усулларини такомиллаштиришга мўлжалланган алгоритм ва дастурлар мажмуасини яратиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 29-августдаги ПҚ-3245-сон «Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида лойиҳаларни бошқариш тизимини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 12-декабрдаги ПҚ-4060-сон «Жисмоний ва юридик шахсларнинг мулкларини дахлсизлигини таъминлаш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, 2019 йил 28 февралдаги 39-сон Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардия қўмондонлигининг «Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардиясини қўриқлаш бўлимлари объектларини техник воситалари билан жиҳозлаш ва улардан фойдаланишни ташкил этиш тўғрисида»ги, 2004 йил 18-апрел 88-сон Ўзбекистон Республикаси Ички Ишлар Вазирлигининг «Ўзбекистон Республикаси ИИВ ЖИББ ва қоровул қўшинлари қўриқлайдиган объектларни инженер-техник воситалар билан таъминлаш Низомини тасдиқлаш тўғрисида»ги буйруқларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум 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. Турли даражадаги қўриқланадиган объектларнинг видеокузатув қурилмаларидан олинган видеомасълумотларга тезкор рақамли ишлов бериш жараёнларини такомиллаштириш алгоритмлари ва турли кўринишдаги маълумотларни ихчамлаш усулларини ишлаб чиқишни тадқиқ этишга доир бир қатор илмий ва амалий натижалар олинган. Жумладан, хорижий олимлардан L.Richardson , R.Gonsales, R.Woods, K. Blatter, S.Winkler, M.Adler, P.Gubanov, A.A.Гогол, В.П.Дровкович, В.Н.Безруков, М.И. Кривошеев, И.Н.Красносельский, Ю.Б. Зубарев, Ю.А.Семенов ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган. Ўзбекистонда видеомасълумотларга ишлов беришнинг сонли алгоритмлари ва математик моделларини ишлаб чиқишга Р.М. Атаханов, Д.А.Абдуллаев, Ю.С.Сагдуллаев, Т.Г.Рахимов, М.М.Мусаев, Х.Н.Зайнидинов, И.А. Гаврилов, Р.Н. Усмонов, Ш.З.Таджибаев, Е.Б.Ташманов ва бошқа олимлар муносиб ҳисса қўшганлар.

Шу билан бирга, ҳозирги кунда кластер таҳлиллаш воситаларидан фойдаланиб реал вақт бирлигида юқори даражада пикселларни квантлаш, градиент маълумотлар, видеомасълумотларни кодлаш, тасвирларни сегментлаш,

²Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони

фазовий филтрларни текислаш ва контурли-тизимлаштирилган линиялар усулида тасвирлар тиниклигини ошириш орқали маълумотларни ихчамлаб видеомаълумотларга рақамли ишлов бериш усуллари ишлаб чиқиш муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг БВ–Ф4-011 «Сигнал ва тасвирларга ишлов бериш масалаларида параллел ҳисоблаш назарияси, восита ва усуллари такомиллаштириш» (2017-2021) мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тоифаланувчи объектлардан олинган видеомаълумотларини ихчамлаш ва уларга тезкор рақамли ишлов беришга йўналтирилган контурли-тизимлаштирилган линия усуллари такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

градиент ахборотларини қўллаган ҳолда пикселларни квантлаш ва кластер таҳлиллаш воситалари ёрдамида тоифалашган объектлар видеомаълумотларига рақамли ишлов беришнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш;

тоифаланган қўриқланувчи объектлар видеомаълумотларини ихчамлаш тамойиллари ва Хафа ўзгартиришлар ёрдамида нуқталарни, линияларни ва сакрашларни аниқлаш алгоритми ва усуллари ишлаб чиқиш;

контурли-тизимлаштирилган линия усулида тоифалаштирилган қўриқланувчи объектлар видеомаълумотларини ихчамлаш ва маълумотларга ишлов бериш алгоритми ҳамда видеооқимни сиқиш аппарат-дастурий модул қурилмасини ишлаб чиқиш;

монохором видеотасвирларда контурларга ажратиш алгоритмини ишлаб чиқиш ва контурли-тизимлаштирилган линия усулида тиникликни оширувчи фазовий филтрлашни текислаш орқали видеомаълумотларни ихчамлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида тоифалаштирилган қўриқланувчи объектлар видеомаълумотларига рақамли ишлов бериш жараёнлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети видеомаълумотларини ихчамлаш алгоритмлари, усуллари ва компресслаш қурилмалари.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида контурли-тизимлаштирилган линия, кодлаш усуллари, кластер таҳлили, ҳаракатларни компенсациялаш, фазовий филтрларни текислаш ва ахборотларни ихчамлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

градиент ахборотларини қўллаган ҳолда пикселларни квантлаш ва кластер таҳлиллаш воситалари ёрдамида тоифалашган объектлар видеомаълумотларига рақамли ишлов беришнинг ўзига хос хусусиятлари аниқланган;

тоифаланган қўриқланувчи объектлар видеомаълумотларини ихчамлаш тамойиллари ва Хафа ўзгартиришлар ёрдамида нуқталарни, линияларни ва сакрашларни аниқлаш алгоритми ва усуллари ишлаб чиқилган;

контурли-тизимлаштирувчи линия усулида тоифалаштирилган кўриқлаш объектлари видеомальумотларини ихчамлаш ва маълумотларга ишлов бериш алгоритми ҳамда видеооқимни сиқиш аппарат-дастурий модул қурилмаси ишлаб чиқилган;

монохром видеотасвирларда контурларга ажратиш алгоритми ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ажратилган майдон контурларини ифодасини узатиш асосида видеомальумотларни компрессиялаш усули ишлаб чиқилган;

сегментлашган майдонларни жамлаш асосида коддан чиқаришда тасвирларни қайта тиклаш усули ишлаб чиқилган;

Шарра матричасини жойлаш асосида тасвирлардаги бир хил майдонлар контурларини ажратиш алгоритми ишлаб чиқилган;

Видеооқимни сиқиш ва маълумотларга ишлов бериш аппарат-дастурий модул қурилмасининг алгоритми ишлаб чиқилган;

тасвирларни кодланган ҳолатдан чиқаришда 3x3, 5x5, 7x7, ва 9x9 апературали пикселлар билан текисловчи филтрларни қўллаб сифатни оширувчи адаптив алгоритм яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги тавсия этилган алгоритм ва усулларнинг амалдаги стандарлаштирилган кодеклар иш фаолияти билан таққослашдаги тажрибавий натижалар билан асосланади. Тадқиқот натижаларини ишончилигини баҳолаш учун турли жанр ва лавҳалар турли ортиқчаликда, матнли ва видео объектлар ҳаракатида лавҳаларнинг видео кетма-кетлигида тестдан ўтказилган. Бунда тасвирлар сифатини визуал баҳолаш, шунингдек, ўртакватратик чекланиш метрикаси ва сигналнинг салбий таъсирга нисбатан юқори муносабати (peak signal-to-noise ratio - PSNR) қўлланилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти таклиф этилган контурли-тизимлаштирилган линия ва тасвирларга ишлов беришни сегментлаштириш, монохром тасвирларда контурларга ажратиш усулларини қўллаш видеооқимларни кодлаш ва маълумотларни ихчамлаш усулларини такомиллаштириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти таклиф этилган видеооқимни сиқиш ва маълумотларга ишлов бериш, кодекларни қўллаш ва тоифалашган объектлар видеокузатув тизимларини такомиллаштириш, аппарат-дастурий модул қурилмасини қўллаш ҳисобига каналларни ўтказиш қобилиятини оширилиши ва маълумот узатиш тезкорлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Тоифалаштирилган кўриқлаш объектлари видеомальумотларини ихчамлаш ва рақамли ишлов бериш усулларини ишлаб чиқиш, серверлар хотираси ва сақлаш қурилмаларидан самарали фойдаланиш тизимини такомиллаштириш асосида:

контурли-тизимлаштирилган линиялар усулига асосланиб видеокузатув қурилмалари видеомальумотларини самарали ихчамлаш тизими Тошкент шаҳар Кўриқлаш бош бошқармасига жорий қилинган (Ўзбекистон

Республикаси Миллий гвардия қўмондонлигининг 2019-йил 16- июлдаги 5284-сон маълумотномаси). Натижада қайта ишланаётган ахборот ҳажмини сезиларли даражада камайтириш ҳисобига қўриқланаётган объект периметри бўйича кузатув камералари сонини ошириш имконини берган;

дастурий мажмуа «Тасвирларни тизимлаштирувчи линиялар асосидаги видеомаълумотлар декодери» ва «Тасвирларни тизимлаштирувчи линиялар асосида видеомаълумотларни ихчамлаш учун дастур» Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардия ҳарбий қисм ва бўлинмаларида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардия қўмондонлигининг 2019 йил 16-июлдаги 5284-сон маълумотномаси). Натижада чиқувчи маълумотлар ҳажмини сезиларли даражада камайтиришга хизмат қилган, бу ўз навбатида серверда катта ҳажмдаги ахборотни сақлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 18 та, жумладан 4 та халқаро ва 14 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 33 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертация-ларини асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этган илмий нашрларда 13 та мақола, 1 таси хорижий ва 12 таси республика журналларида нашр қилинган ҳамда 2 та ЭХМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

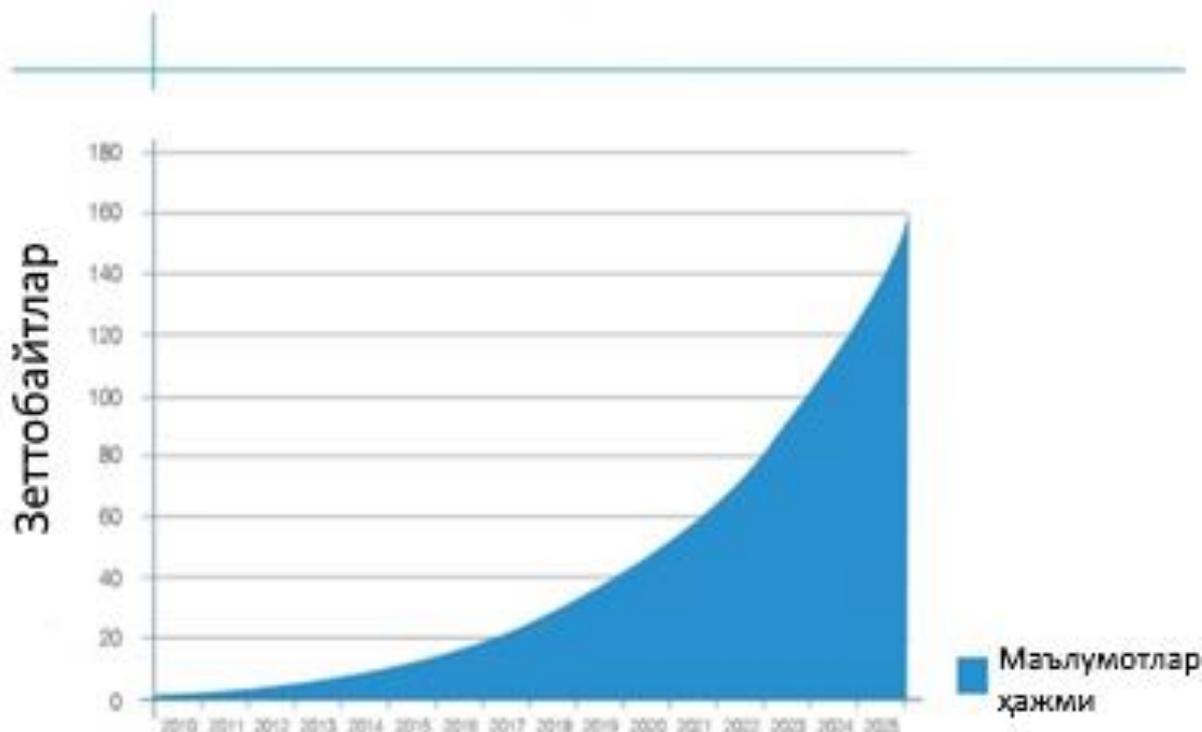
Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлик даражаси асослаб берилган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларининг устувор йўналишларига мослиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари кўрсатиб ўтилган, олинган натижаларнинг ҳаққонийлиги асослаб берилган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга татбиқ этилиши рўйхати, ишни синаш натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилмаси тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Видеомаълумотларга ишлов бериш замонавий усулларининг ўзига хос хусусиятларини тадқиқ қилиш**» номи дейиладиган биринчи бобида видеомаълумотларга замонавий рақамли ишлов бериш усулларини маълумотлар сиқиш сифатида таҳлили ва тадқиқи амалга оширилган. Кодлаш жараёнида видеомаълумотларга ишлов беришнинг ўзига хос хусусиятлари аниқланган.

Таҳлил қилишни амалга оширишда таъкидландики, йилдан-йилга узатиладиган маълумотларнинг ҳажмлари ортиб болиши 2025 йилгача узатиладиган маълумотлар ҳажми кўрсаткичини башоратлашнинг сезиларли ортишида уларни сақлаш учун янада катта сиғимли ташувчилар зарур бўлади (1-расм).



1-расм. Йиллар бўйича маълумотлар ҳажмларининг ортиши

Сиғимли маълумот ташувчиларда сақланадиган видеомаълумотлар ўз сифатини йўқотмасдан иложи борича ихчам кўринишда бўлиши керак. Маълумотлар ҳажмларини ихчамлаш учун кодеклар ишлатилади. Турли замонавий кодекларнинг ихчамлаш коэффицентларини таҳлил қилиш 1- жадвалда келтирилган. Жадвал маълумотларини таҳлил қилишдан кўриниб турибдики, энг катта сиқиш коэффиценти 2-3,5 тартибдаги қийматлардан ошмайди, бу юқорида айтиб ўтилган видеомаълумотлар ҳажмининг ортишида жаҳон эҳтиёжларини қониқтира олмайди.

1- жадвал

Замонавий кодекларнинг сиқиш коэффицентларининг таҳлили

Кодек номланиши	Loco V0.2	HulfYUF 2.1	Alpary 2.0	Lagarith V1.0.0.1	CorePNG V0.8.2	FFV1 ffdshow
RGB тизимида сиқиш коэффиценти	2,0	2,0	2,25	2,45	1,95	2,73
YUY2 тизимида сиқиш коэффиценти	2,65	2,25	2,52	2,75	2,58	3,1

Ушбу бобда, шунингдек, градиент маълумотлар қўлланиши билан рангли тасвир ярим тонли тасвирга ўзгартириладиган пикселларни квантлаш жараёнини такомиллаштириш ўрганилган. Бундан ташқари, пикселнинг ёрқинлиги ва ёрқинлик градиентининг комбинациясини ишлатадиган бир жинслилик мезонидан фойдаланиш билан сегментлаштириш алгоритми таклиф этилган. Бунда ўрнатилдики, алгоритм анъанавий алгоритмлардан қуйидагича фарқланади:

а) бир жинслилик мезони ёрқинлик қиймати ва пиксел ёрқинлиги градиенти модулини ҳисобга олади, бу соҳанинг чегаравий нукталарида катта градиенти модули туфайли кенгайтириладиган соҳа чегараларидан ўтишга имкон бермайди.

б) бошланиш нукталари масофадан ўзгартириш ва локал максимумларни излаб топиш усулини қўлланилиши билан дастлабки тасвирларга градиент оператор орқали ишлов бериш йўли билан автоматик амалга оширилади.

Диссертациянинг иккинчи «**Контурли-тизимлаштирилган линиялар усуллари орқали видеомаълумотларга рақамли ишлов бериш принциплари**» бобда визуал фарқланмайдиган тарзда сифатда энг кам йўқотишларга эга катта ихчамлашни таъминлаш учун видеомаълумотларга рақамли ишлов бериш усуллари ва принциплари тавсифланган. Ҳаракатланиш компенсациялаш усуллари орқали видеомаълумотларни ихчамлаш алгоритми ва Хафа ўзгартириши ёрдамида нукталар, чизиқлар ва тушишларни аниқлаш алгоритми ишлаб чиқилган. Бундан ташқари, тасвирнинг блокли тузилмаси билан ишлашда ҳаракатланиш компенсаторини тадқиқи ўтказилган.

Иккинчи ҳосилалардан фойдаланиш билан сегментлаштириш усуллари чегараларни аниқлаш усулларига киради. Тасвир ёрқинлигининг тушишини ҳисобга олиш учун иккинчи ҳосилалардан фойдаланиш мумкин. Икки ўлчамли дифференциал оператор Лаплас оператори ёки лапласиан дейилади.

Лапласиан бу иккиламчи ҳосиланинг икки ўлчамли акс этирилиши ҳисобланади. У кўпинча нолни кесиб ўтишда чегараларни аниқлаш (zero crossing edge detectors) учун қўлланилади. Бунда тасвирларга ишлов бериш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2}.$$

Иккинчи ҳосилаларнинг ёзма яқинлашишлари сифатида кўпинча қуйидаги ифодалар ишлатилади:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) - 2f(x, y)$$

ва

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 2f(x, y).$$

Бундан келиб чиқадики:

$$\nabla^2 f(x, y) = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 4f(x, y).$$

Барча ўзгартиришлар якунида 2-расмда тасвирланган иккита ўрама матрицалар олинади.

1	1	1
1	-4	1
1	1	1

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

Биринчи ўрама матрица Иккинчи ўрама матрица

0	1	0
-1	-4	-1
0	1	0

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

2-расм. 3x3 матрица элементларига эга бўлган ниқобни шакллантириш

Ниқоб коэффиценти қуйидагига тенг бўлади:

$$g(x, y) = 5f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)].$$

Юқори частоталарнинг кўтарилишини филтрлаш қуйидаги функция орқали амалга оширилади:

$$f_{hb}(x, y) = Af(x, y) - \bar{f}(x, y),$$

бу ерда $A \geq 1$, \bar{f} - f нинг фокусланган нусхаси.

Ўтказилган таҳлилнинг тугаши бўйича тасвирларга кейинги ишлов бериш жараёни – тасвирлардаги ёрқинликнинг тушишларини аниқлаш учун оптимал бўлган сегментлаштириш алгоритми танланган. Объект контурини аниқ ажратиш эҳтимоллиги контурларни ажратиш алгоритмлари биргаликда қўлланиши ҳисобига ортиши ўрнатилган. Бинобарин, тасвирларга ишлов бериш тезлиги қандайдир заҳирага йўл қўяди, у ҳолда биргаликда иккита сегментлаштириш механизмларидан фойдаланиш мумкин бу қуйида ҳаракатланишни компенсациялаш механизмида ишлатилади.

$$f_{hb}(x, y) = (A - 1)f(x, y) + f(x, y) - \bar{f}(x, y),$$

$$f_{hb}(x, y) = (A - 1)f(x, y) + f_g(x, y),$$

$$f_{hp}(x, y) = \begin{cases} Af(x, y) - \nabla^2 f(x, y), & \text{агар } \omega(0,0) < 0 \\ Af(x, y) + \nabla^2 f(x, y), & \text{агар } \omega(0,0) \geq 0. \end{cases}$$

Ўтказилган Лаплас иккинчи ҳосиласи бўйича сегментлаштиришни моделлаштириш натижалари бўйича айтиш мумкинки, тасвирдаги сегментлар натижавий тасвирнинг майди деталлар билан тўлиб кетиши туфайли

қийинчилик билан қабул қилинади, бу тасвирларга кейинги ишлов беришга салбий таъсир этиши мумкин (2- жадвал).

2- жадвал.

720x576 ўлчамли тасвирни сегментлаштириш тестланадиган алгоритмларининг ишлаш натижалари

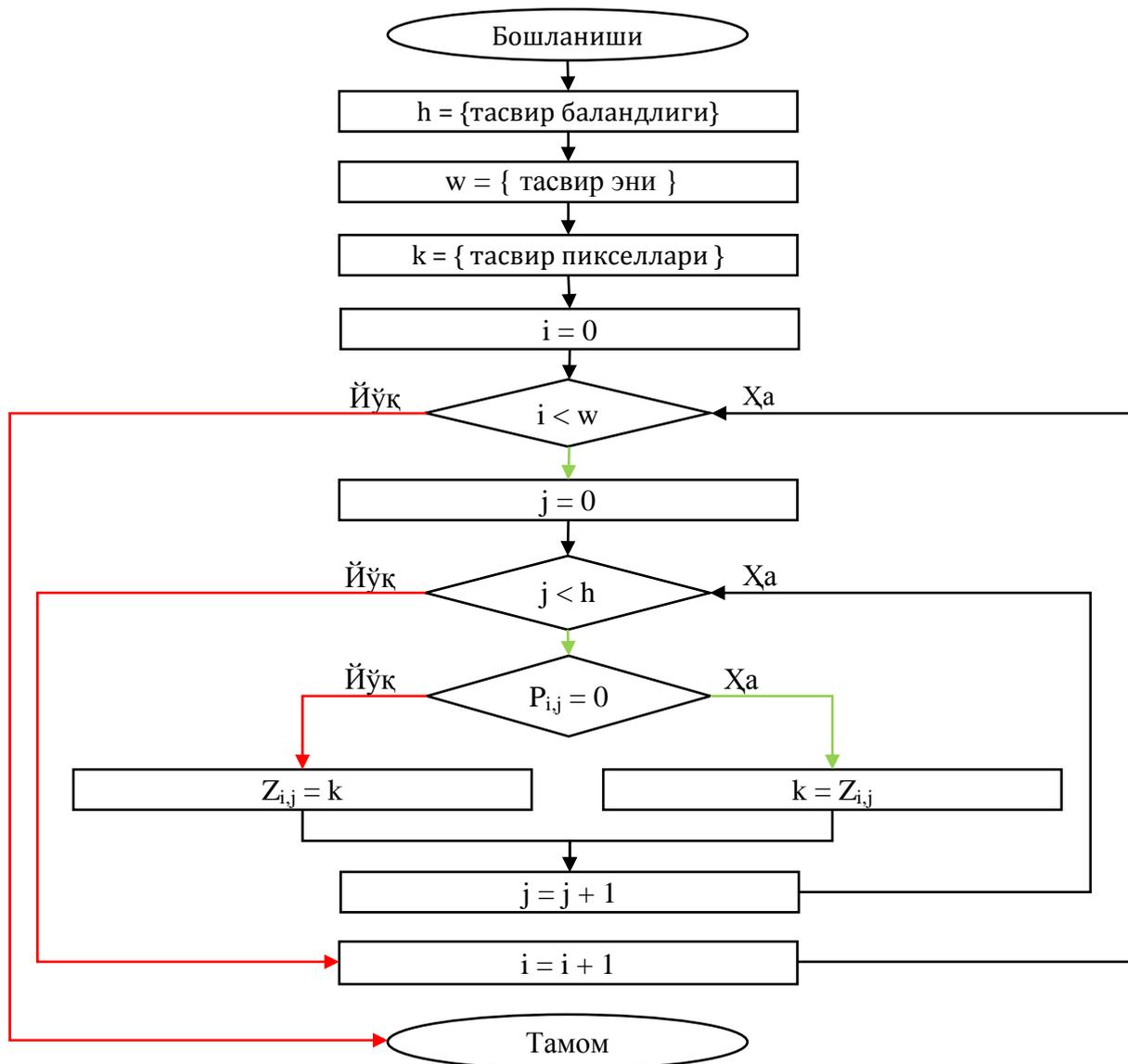
Сегментлаш алгоритмларининг номи	Тасвирлар орасидаги ўхшашлик ўлчами, $F1(A, C)$	Лью и Янг функцияси, $F2(I)$	Тасвирларга ишлов бериш вақти, (мс)
Лаплас иккинчи ҳосилалар усули	0.5	0.1	0.69
Аниқлаш	нуқталар	0.37	1,41
	чизиқлар	0.32	0.01
	тушишлар	0.24	1.29
Хаф ўзгартириши ёрдамида чизиқларни аниқлаш	0.78	0.14	1,52

Экспериментал тадқиқотлар натижасида ўрнатилдики, $F1(A, C) < 0.16$ бўлганда А тасвир (дастлабки) ва В тасвир С ишлов беришда олинган) деярли бир хил сахнани беради, $F1(A, C) > 0.18$ бўлганда А ва В тасвирлар турли сахналарни беради. Натижада тасвирларнинг ўхшашлиги ва ўхшамаслиги орасидаги бўсаға 0.17 га тенг танланган.

Лью ва Янг (Liu, Yang) рангли тасвирларни сегментлаштириш натижасида баҳолаш функцияси эса алгоритмлар орасида таққослаш учун ишлатилади. $F2(I)$ функциянинг қиймати кичик бўлган алгоритм энг яхши алгоритм ҳисобланади. Сегментлаштириш алгоритмларининг натижаларини визуал баҳолаш умуман математик олинган баҳолашлар билан мос тушди.

Диссертациянинг учинчи «Тоифаланадиган объектларнинг видеомальумотларига рақамли ишлов бериш усуллари» номли бобида фракталлар асосида тасвирлар сигналларини ихчамлаш, шунингдек, мальумотларга ишлов бериш контурли-тизимлаштирилган линиялари усули ёрдамида кадрлараро корреляцияни йўқотиш асосида видеомальумотларни сиқиш тавсифланган.

Контурли-тизимлаштирилган чизиқлар усулида видеомальумотларни олтига ўзгартириш алгоритмлари ишлатилади, контурларни тўлдириш алгоритми алоҳида этиборга эга (4- расм).



4-расм. Контурларни тўлдириш алгоритмининг блок-схемаси

Диссертациянинг тўртинчи «**Контурли-тизимлаштирилган линиялар усули билан тоифаланадиган объектларнинг видеомаялумотларига рақамли ишлов бериш усуллари**» номли бобида контурли-тизимлаштирилган линиялар усулининг қўлланишига асосланиб ишлаб чиқилган видеотасвирларни ихчамлаш кодексининг тавсифи берилган, шунингдек амалий афзалликларини аниқлаш бўйича экспериментлар натижалари тақдим этилган.

Бу ёндашиш ғояси соддалаштирилган тасвир тузилмавий чизиқларини ажратиш ва маялумотлар сегментларини анъанавий усулларда кейинги ихчамлаш асосида тасвирларни сегментлаштиришдан иборат. Кодекнинг тузилиш схемаси ишлаб чиқилган, унда қуйидаги амаллар бажарилади (5- расм): дастлабки сигнални квантлаш; тасвирдаги контурларни ажратиш;

сиқилган тасвирларни узатиш; сиқилган тасвирларни қабул қилиш; контурларнинг ички маконларини мос ранглар билан тўлдириш; қайта тикланган тасвирларнинг сифатини яхшилаш учун контурларни силлиқлаш.



5-расм. Тузилмавий чизиқларни ажратиш асосида видеомальумотларни сиқиш кодекининг тузилиш схемаси

Палитра ёрқинлик текислиги пикселларини квантлаш жараёнида 5-7 разрядлар муҳим (бир ёрқинликли тасвирларнинг кўп сонини олиш мақсадида), чунки кейинги қадамда контурларни ажратиш бўлиб ўтади, контурларни фақат ёрқинлиги бир хил бўлган оралиқлар учун ажратиш мумкин.

Контурларни ажратиш блокада тасвирни ихчамлаш асоси ҳисобланадиган Шарра матричасини қўйилиши билан тасвирдаги контурларни ажратиш жараёни амалга оширилади. Исталган матрицанинг тасвирга қўйилиши (ёки бошқача айтганда, тасвирларни филтрлаш) қуйидаги тарзда бўлиб ўтади: (0, 0) координаталарга эга бўлган нуқтадан бошлаб кетма-кет тасвирнинг барча нуқталари сараланади. Ҳар бир нуқта учун қуйидаги операция бажарилади (қуйида 3 нуқтага 3 ўлчамли матрица учун амаллар кўриб чиқилади): филтр матричаси сифатида худди шундай ўлчамли янги матрица олинади ва жорий нуқта матрицанинг марказида бўладиган тарзда тасвирнинг нуқталари ёрқинлик қийматлари билан тўлдирилади ва қуйидаги формула бўйича матрицанинг реакцияси ҳисобланади:

$$\begin{aligned}
 X = & F[i-1,j-1]*A[0,0]+ F[i,j-1]*A[1,0]+ F[i+1,j-1]*A[2,0]+ \\
 & +F[i-1,j]*A[0,1]+F[i,j]*A[1,1]+ F[i+1,j]*A[2,1]+ F[i-1,j+1]*A[0,2]+ \\
 & +F[i,j+1]*A[1,2]+F[i+1,j+1]*A[2,2],
 \end{aligned}$$

бу ерда F – тасвир ёрқинлиги қийматли матрица, i ва j – жорий нуқтанинг координаталари, A – филтр матричаси.

Агар X (1) қиймат қандайдир сондан катта (кичик) бўлса, филтр ишлаб кетган ҳисобланади ва (i, j) координаталарли нуқта муҳим (ёки муҳим эмас) сифатида белгиланади. Тасвирнинг чегаралари филтрнинг ишлаб кетишига боғлиқ бўлмаган ҳолда контурлар сифатида белгиланади.

Бу ишда иккита матрицаларни ишлатадиган Шарра филтри қўлланилган:

-3	0	3
-10	0	10
-3	0	3

A1 матрица

-3	-10	-3
0	0	0
3	10	3

A2 матрица

Бу филтър Робертс, Превитт, Собел филтърлари каби бошқа филтърлар турларидан фаркли равишда ёпиқ контурларни ҳосил қилади, бу тасвирни қайта тиклашнинг муҳим шарти ҳисобланади.

Филтърнинг ишлаб кетиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sqrt{X_1^2 + X_2^2} < K, \quad (1)$$

бу ерда K – ишлаб кетиш бўсағаси, X_1 ва X_2 – мос равишда $A1$ ва $A2$ матрицаларнинг реакциялари.

Бу босқичнинг бажарилиши натижасида тасвирда фақат контурларни ҳосил қилган нуқталар белгиланган бўлади.

Қадам параметри филтърнинг бўсағавий қиймати ҳисобланади. (1) формулани ҳисоблаш натижаси бўсағавий қийматдан кичик бўладиган нуқталар ҳеч бир контурга тегишли эмаслиги тан олинади ва ҳисобга олинмайди, акс ҳолда нуқтанинг ёрқинлиги қиймати кейингилиги ҳолат учун сақланади. Экспериментлар натижалари бўйича 8 бўсағавий қиймат энг самарадор ҳисобланади.

Бу алгоритм ёрқинлиги дастурнинг созланишларига мувофиқ квантланган монохром тасвирдаги контурларни ажратиш учун мўлжалланган. Контурларни аниқлашда энг самарадор сифатида Шарра матрицаси ишлатилади. Алгоритмнинг мазмуни тасвир нуқтаси ва унинг 3x3 атрофини ҳар иккала Шарра матрицаларига бирга кўпайтиришни ҳисоблаш ва бу кўпайтма қандайдир бўсағавий қийматдан (дастурнинг интерфейсида бериладиган) ошиб кетмаганлигини аниқлашдан иборат, агар ҳа бўлса, нуқта контурга тегишли ҳисобланади. Бу операция тасвирнинг ҳар бир нуқтаси учун бажарилади.

Узатиш блокада топилган контурлар қабул қилгичга байтлар оқими кўринишида узатилади, бунда қуйидаги ёзув шакли ишлатилади: тасвир нуқталари қийматлари оқимга сатрлаб (яъни дастлаб тасвирнинг биринчи сатри, кейин иккинчи сатри ва ҳ.к.) ёзилади, лекин барча учта компонентлар фақат контурларга тегишли бўлган нуқталар ёзилади, «бўш» нуқталар ўрнига эса уларни сони ёзилади, масалан, қуйидаги тасвир сатри бўлса (юлдузча-контур, чизикча-»бўш» нуқталар), ****-----*-----**** сатр қуйидагича ёзилади:

[YCbCr][YCbCr][YCbCr][YCbCr][-5][YCbCr][-6][YCbCr]

[YCbCr][YCbCr][YCbCr]

Бунинг ҳисобига узатиладиган маълумотлар сони сезиларли дражада камаяди (тажриба тасвирида ихчамлаш коэффициенти 55%га етди).

«Бўш» нуқталар сони уни фақат мусбат ҳисобланадиган ранг компонентлари қийматларидан фарқлаш учун манфий сонлар билан ёзилади. Бу формат тузилмавий чизиклар (контурлар) усули орқали сиқилган тасвирлар учун маҳсус яратилган.

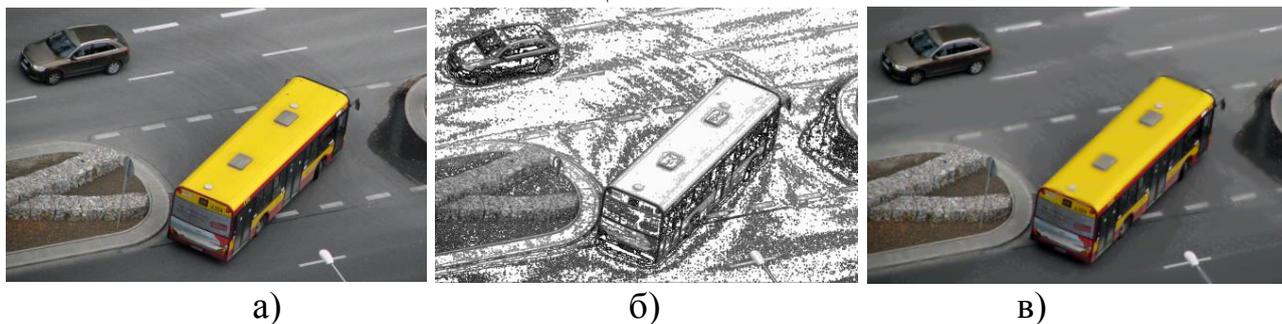
Тестлаш дастурида узатиш муҳити компьютернинг файллари тизими орқали берилган ва тасвирларни узатиш ва қабул қилиш жараёнлари файлни ўқиш ва ёзиш сифатида бажарилади.

Ихчамланган тасвири (YCbCr палитрани) қабул қилиш блокида кириш оқимини ўқиш ва тасвири сатрлаб маълумотлар билан тўлдириш билан уни декодлаш бўлиб ўтади, бунда сақланган контурлар автоматик қайта тикланади. Бу алгоритм тасвирдаги контурларни файлда сақлаш учун мўлжалланган. Тасвир сатрлаб сақланади, лекин контурлар ичида бўлган пикселлар учун сиқиш коэффициентини ошириш учун фақат уларни сони контурлар орасидаги оралиқларда ёзилади.

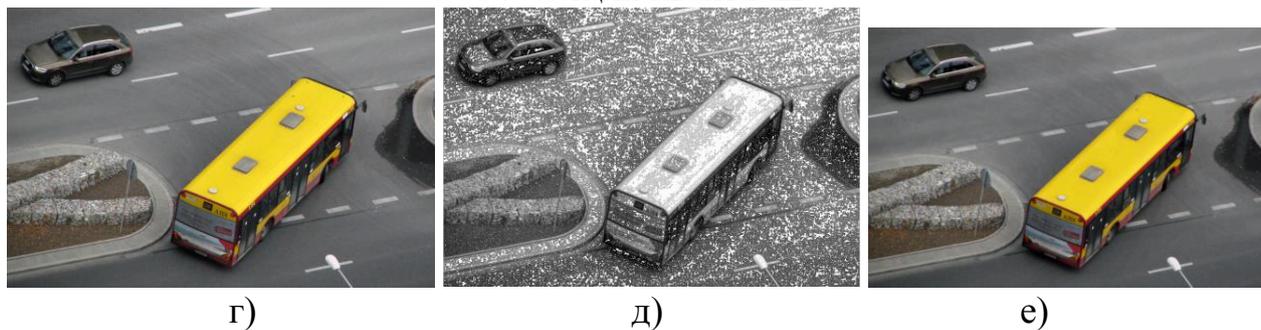
Контурли-тизимлаштирилган чизиқлар усулини баҳолаш учун BMP форматдаги «Йўл» дастлабки тасвири (рухсат этиш - 1024x768, ҳажми - 2,25 МБ) ишлатилган.

Таклиф этилган тасвирлар маълумотларини ихчамлаш усулининг самарадорлигини баҳолаш учун турли сюжетлар ва жанрларининг тестлаш тасвирларини сиқиш бўйича қатор экспериментал тадқиқотлар ўтказилган. Бунда сегментлаштирилган тасвирлар сатҳларининг сони видеомәълумотларни ихчамлаш қиймати ва қайта тикланган тасвирлар сифатига таъсири тадқиқ қилинди (6- расм).

32-сатҳли квантлаш



64- сатҳли квантлаш



6-расм. Турли квантлаш сатҳларида дастлабки (а,г), сегментлаштирилган (б,д) ва қайта тикланган (в,е) тасвирлар вариантлари

Бунда филтрнинг ишлаб кетиш бўсағаси 8 га тенг ўрнатилди, силлиқлаш филтрининг итерацияси эса 5 ни ташкил этади. Экспериментал маълумотлар натижалари 3- жадвалга киритилган.

**ВМР форматдаги «Йўл» дастлабки тасвирни (рухсат этиш - 1024x768,
хажми - 2,25 МБ) ихчамлаш натижалари**

Квантлаш сатҳи	Сиқилган тасвир хажми	Ўрта квадратик четланиш
16	425 Кб	25.3
32	627 Кб	14.5
64	928 Кб	10.4
128	1,25 МБ	8.4

Ўтказилган экспериментлар натижасида ўрнатилдики, квантлаш сатҳи қанчалик юқори бўлса, сиқиш шунчалик кичик бўлади, лекин визуал сифат энг яхши бўлади.

ХУЛОСА

«Контурли-тизимлаштирилган линия усулида тоифаланган объектлар видеомальумотларига рақамли ишлов бериш» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Градиент ахборотларини қўллаган ҳолда пикселларни квантлаш ва кластер таҳлиллаш воситалари ёрдамида тоифалашган объектлар видеомальумотларига рақамли ишлов беришнинг ўзига хос хусусиятлари аниқлаш қўриқланадиган объектларнинг видеокузатув воситаларидан олинадиган видеомальумотларни ихчамлаш имконини берди;

2. Тоифаланган қўриқланувчи объектлар видеомальумотларини ихчамлаш тамойиллари ва Хафа ўзгартиришлар ёрдамида нуқталарни, линияларни ва сакрашларни аниқлаш алгоритми ва усуллари видеокузатув қурилмаларидан олинган видеомальумотларга рақамли ишлов бериш вақтини тежаш ҳисобига ҳолат юзасидан тезкор қарорлар қабул қилиш имконини берди;

3. Контурли-тизимлаштирилган линия усулида тоифалаштирилган қўриқлаш объектлар видеомальумотларини ихчамлаш алгоритми видеокузатув қурилмаларига уланган сервер хотирасидан самарали фойдаланиш имконини берди;

4. Монохором видеотасвирларни контурларга ажратиш учун яратилган видеооқимни сиқиш алгоритми ва мальумотларга ишлов бериш аппарат-дастурий модул қурилмаси контурли-тизимлаштирилган линия усулида тиникликни оширувчи фазовий филтрларни текислаш ёрдамида видеомальумотларни ихчамлаш қўриқланадиган объектлар периметри бўйича қўшимча видеокузатув қурилмаларини ўрнатиш, ҳамда назорат тизимини такомиллаштириш имконини берди.

5. Видеомальумотларини ихчамлаш ва рақамли ишлов беришнинг контурли-тизимлаштирувчи линиялар усулига асосланган видеосигналларни самарали ихчамлаш тизимини Тошкент шаҳар қўриқлаш бош бошқармасига

жорий қилиниши тизимдан фойдаланишда қайта ишланаётган ахборот ҳажмини 1,4 маротабагача камайтириш ҳисобига қўриқланаётган объект периметри бўйича кузатув камералари сонини 40% гача ошириш имконини берди;

6. Тоифалашган қўриқланувчи объектлар видеокузатув қурилмалари видеомаълумотларини ихчамлашга мўлжалланган дастурий «Тасвирларни тизимлаштирувчи линиялар асосидаги видеомаълумотлар декодери» ва «Тасвирларни тизимлаштирувчи линиялар асосида видеомаълумотларни ихчамлаш учун дастур» мажмуаларини Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардия ҳарбий қисм ва бўлинмаларида видеомаълумотларни самарали ихчамлаш тизимида жорий этилиши чиқувчи маълумотлар ҳажмини 1,4 маротабагача камайтириш имконини берди, бу ўз навбатида сервер хотирасида катта ҳажмдаги ахборотни сақлаш ва ундан самарали фойдаланиш имконини берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.12.2017.Т.07.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ВИНОГРАДОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ
КАТЕГОРИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ КОНТУРНО-
СТРУКТУРИРУЕМЫХ ЛИНИЙ**

**05.04.02 – Системы и устройства радиотехники, радионавигации, радиолокации и
телевидения. Мобильные, волоконно-оптические системы связи**

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

Ташкент -2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.3.PhD/T1383.

Диссертация выполнена в Военном-техническом институте Национальной гвардии Республики Узбекистан.

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

Научный руководитель:	Ташманов Ержан Байматович доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Сулейманов Адилжон Арифджанович доктор технических наук, доцент Негриенко Александр Яковлевич кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Военный институт информационно-коммуникационных технологий и связи Министерства обороны Республики Узбекистан

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2019 года в _____ часов на заседании Научного совета DSc. 28.12.2017.T.07.02 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 № ____). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2019 года.
(протокол рассылки № ____ от « ____ » _____ 2019 года.)

И.Х. Сиддиков
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Ж.Х. Джуманов
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире особое внимание уделяется разработке методов и совершенствованию систем обработки информационных ресурсов. При нынешнем уровне развития информационно-коммуникационных систем становятся особенно актуальными вопросы цифровой обработки видеоинформации категорируемых объектов, имеющих важное стратегическое значение. В этом аспекте, если общий объем данных составил в 2006 году 0,16 Зеттабайт (Зб), а в 2016 году достигнул 1 Зб, то к 2025 году этот показатель достигнет 163 Зб. Пятая часть всех данных к 2025 году будет считаться критически важной, то есть это сведения от которых будет зависеть жизнь и безопасность людей, международная обстановка и мир на планете.¹

По всему миру проводятся научно-исследовательские работы, направленные на увеличение степени сжатия информации, разработку математических моделей компрессии и декомпрессии информации, созданию компьютерных программ по уменьшению объемов видеоданных. В этой сфере возникает обоснованная необходимость разработки новых, более перспективных методов сжатия на основе современных алгоритмов обработки видеоданных, разработка компьютерных программ, позволяющих совершенствовать систему хранения данных видеонаблюдения. Реализация этих задач, в том числе, создание методов и средств оперативной обработки информации видеонаблюдения категорируемых объектов, ориентированных на снижение возникновения криминогенных ситуаций, является одной из важных проблем.

В нашей республике, наряду с интенсивным развитием информационно-коммуникационных технологий, пристальное внимание уделяется защите стратегически важных категорируемых объектов и широкому применению современных средств видеонаблюдения, дронов, технических средств и устройств сбора, обработки, сжатия, хранения информации. В связи с этим достигнуты ощутимые результаты по обнаружению и предотвращению угроз, инцидентов, беспорядков, краж, хищения, преступных деяний и т.д. С целью обеспечения стабильности деятельности категорируемых объектов была начата разработка системы оперативной цифровой обработки информационных ресурсов видеонаблюдения, создание технических средств визуального наблюдения и систем компьютерной обработки для принятия оперативных решений и реагирования по возникшим ситуациям. Наряду с этим, становится необходимым совершенствовать средства видеонаблюдения и методы их цифровой обработки на основе вычислительных систем. В стратегии действий по дальнейшему развитию РУз. в 2017-2021 годах были определены задачи, в том числе, «...совершенствование системы обеспечения информационной

¹<https://aboutdata.ru>

безопасности и защиты информации, своевременное и адекватное противодействие угрозам в информационной сфере»².

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, указанных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-3245 от 29 августа 2017 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления проектами в сфере информационно-коммуникационных технологий», №ПП-4060 от 12 декабря 2018 года «О мерах по повышению эффективности обеспечения сохранности имущества физических и юридических лиц», в приказах командующего Национальной Гвардии Республики Узбекистан № 39 от 28 февраля 2019 года «Об оборудовании объектов подразделений Национальной гвардии Республики Узбекистан техническими средствами охраны и организации их эксплуатации», Приказа МВД РУ № 88 от 18 апреля 2004 года «Об утверждении Наставления по оборудованию инженерно-техническими средствами объектов, охраняемых караульными войсками и ГУИН МВД Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых 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. «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. За последние годы по разработке алгоритмов и методов сжатия различных видов информации для видеонаблюдения объектов проведены научные исследования и получены значительные теоретические и практические результаты. Они рассмотрены в работах зарубежных ученых, в частности, В.П.Дворкович, Ю. Б. Зубарева, А. А. Гоголя, В. Н. Безрукова, М. И. Кривошеева, И. Н. Красносельского, Ю. А. Семенова, L. Richardson (США), R. Gonsales (США), R. Woods (США), K. Blatter (Германия), S. Winkler (Голландия), M. Adler (Великобритания), P. Gubanov (США) и других.

В Узбекистане Р.М. Атаханов, Д.А. Абдуллаев, Ю.С. Сагдуллаев, Т.Г. Рахимов, М.М. Мусаев, Х.Н. Зайнидинов, Р.Н. Усмонов, Ш.З. Таджибаев, Е.Б.Ташманов, Э.Б. Махмудов и другие ученые внесли большой вклад в разработку математических моделей и численных алгоритмов обработки видеоданных.

В настоящее время проблемы разработки методов цифровой обработки видеoinформации в реальном масштабе времени при больших степенях сжатия с использованием средств кластерного анализа, квантованием пикселей, градиентной информацией, кодированием видеоданных, сегментацией изображений сглаживанием пространственных фильтров и повышения резкости

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

изображения методом контурно-структурируемых линий в достаточном уровне не изучены.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научных проектов согласно плану научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий БВ-Ф4-011 «Совершенствование методов и средств, теория параллельных вычислений в задачах обработки изображений и сигналов» (2017-2021).

Цель исследования состоит в совершенствовании методов контурно-структурируемых линий, ориентированных на цифровой обработке видеoinформации, полученной с категоризируемых объектов.

Задачи исследования:

выявить специфические особенности цифровой обработки видеoinформации категоризируемых объектов средствами кластерного анализа и квантованием пикселей применением градиентной информации;

разработать методы, принципы сжатия видеoinформации категоризируемых охраняемых объектов и алгоритмы обнаружения точек, линий и перепадов с помощью преобразования Хафа;

разработать алгоритм и аппаратно-программные модули устройств обработки данных для сжатия видеoinформации категоризируемых охраняемых объектов методом контурно-структурируемых линий;

разработать алгоритм выделения контуров на монохромном видеоизображении и сглаживания пространственных фильтров повышения резкости методом контурно-структурируемых линий.

Объектом исследования является цифровая обработка видеoinформации категоризируемых охраняемых объектов.

Предмет исследования составляют методы, алгоритмы и устройства компрессии видеоданных.

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы контурно-структурируемых линий, методы кодирования, кластерный анализ, компенсация движений, сглаживание пространственных фильтров и сжатие информации.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе выявления специфических особенностей цифровой обработки видеoinформации категоризируемых охраняемых объектов средствами кластерного анализа и квантованием пикселей применением градиентной информации осуществлено кодирование видеоданных и произведена сегментация изображений;

разработаны методы, принципы и алгоритмы сжатия видеoinформации категоризируемых объектов обнаружения точек, линий и перепадов с помощью преобразования Хафа;

разработан алгоритм и аппаратно-программные модули устройств сегментации и сжатия видеоинформации категорируемых охраняемых объектов методом контурно-структурируемых линий;

разработан алгоритм выделения контуров на монохромном видеоизображении, сглаживание пространственных фильтров и повышение резкости методом контурно-структурируемых линий.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан метод компрессии видеоданных на основе передачи описателей контуров выделенных областей.

разработан метод восстановления изображений при декодировании на основе суммирования сегментированных областей.

создан алгоритм выделения контуров однородных областей в изображениях на основе наложения матрицы Шарра.

создан алгоритм и аппаратно-программные модули устройств обработки данных для сжатия видеопотока.

создан адаптивный алгоритм улучшения качества декодированных изображений, использующий сглаживающие фильтры с апертурами 3x3, 5x5, 7x7 и 9x9 пикселей.

Достоверность результатов исследования подтверждается результатами экспериментов над предложенными методами и алгоритмами в сравнении с результатами работы существующих стандартизированных кодеков. Для оценки достоверности результатов исследований протестированы кадры видеопоследовательности различных сюжетов и жанров с различной избыточностью, текстурой и подвижностью видео объектов. При этом использовалась как визуальная оценка качества изображений, так и объективные метрики среднеквадратического отклонения и пикового отношения сигнала к шуму (peak signal-to-noise ratio - PSNR).

Научная и практическая значимость результатов исследования
Научная значимость заключается в том, что предложенное комплексное использование методов контурно-структурируемых линий и алгоритмов сегментации обработки изображений и выделения контуров на монохромном изображении позволяет совершенствовать методы кодирования видеопотока и сжатия видеоинформации.

Практическая ценность работы заключается в повышении оперативности передачи видеоинформации, увеличении пропускной способности каналов за счет использования предложенных аппаратно-программных модулей устройств передачи обработки данных, сжатия видеопотока, кодеков и улучшения системы видеонаблюдения категорируемых объектов.

Внедрение результатов исследования. На основе разработанных и усовершенствованных методов сжатия видеоинформации категорируемых объектов повысилась эффективность использования памяти серверов, цифровой обработки и устройств хранения:

внедрена система эффективного сжатия видеосигналов, основанная на методе контурно-структурируемых линий в управлении охраны города

Ташкента. (Справка командования Национальной гвардии Республики Узбекистан № 5284 от 16 июля 2019 года). В результате это позволило увеличить количество камер наблюдения по периметру охраняемого объекта за счет значительного сокращения объема обрабатываемой информации;

внедрена система эффективного сжатия видеоинформации на основе применения программного комплекса «Декодер видеоданных на основе структурных линий изображений» и «Программа для сжатия видеоданных на основе структурных линий изображений» в воинских частях и подразделениях Национальной гвардии Республики Узбекистан. (Справка командования Национальной гвардии Республики Узбекистан № 5284 от 16 июля 2019 года). Результатом стало значительное сокращение объема выходных данных, что позволило хранить большие объемы данных на сервере.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 18, в том числе 4 международных и 14 республиканских научно – практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 33 научных работы. Из них 13 в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 1 в иностранном, 12 в республиканских журналах, а также получены 2 свидетельства о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит 120 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, определен предмет и объект исследования, определены соответствие исследования приоритетам науки и техники Республики Узбекистан, приведены научная новизна и практические результаты исследования, обоснованы достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведен перечень внедрения результатов исследования в практику, результаты испытаний, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, «**Исследование особенностей современных методов обработки видеоинформации**» проведен анализ и исследование современных методов цифровой обработки видеоинформации как сжатия информации. Выявлены специфические особенности обработки видеоинформации в процессе кодирования.

При производстве анализа было отмечено, что при заметном повышении объема передаваемой информации из года в год и прогноза показателя объёма передаваемых данных до 2025 года (рисунок 1.) для их хранения будут необходимы все более емкие носители.

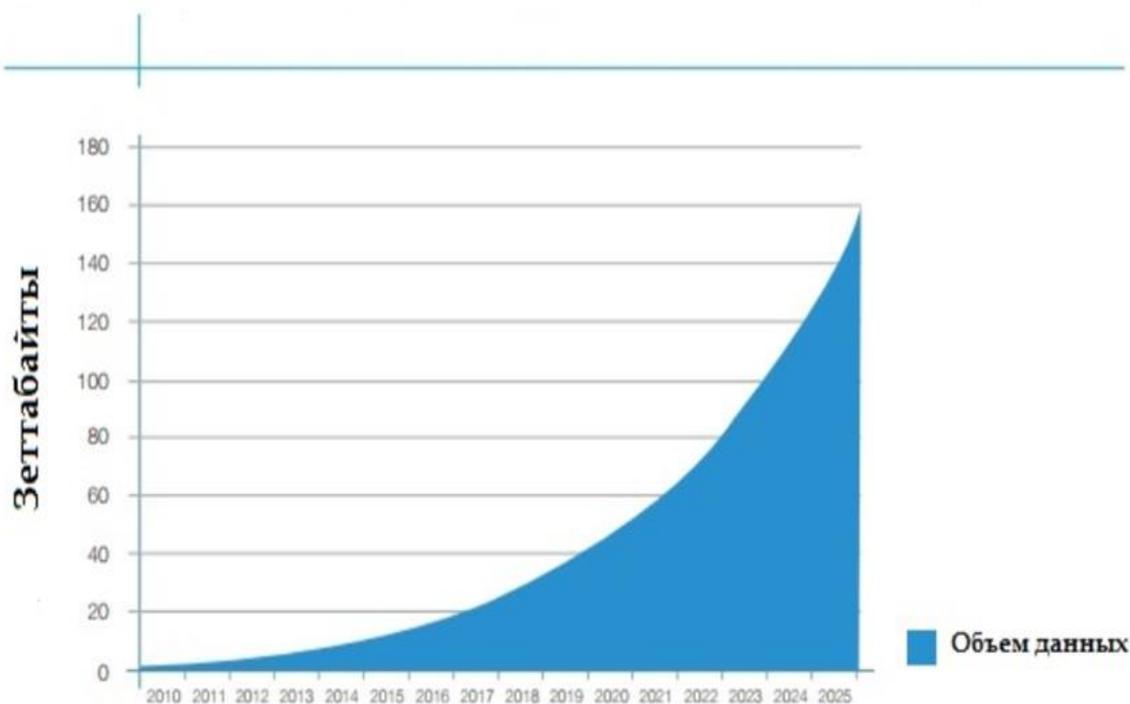


Рис.1. Увеличение объемов данных по годам

При этом хранящаяся на этих носителях видеоинформация должна находиться как можно в более сжатом виде без потерь своих качеств. Для сжатия объемов информации используются так называемые кодеки. Анализ коэффициентов сжатия различных современных кодеков приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Анализ коэффициентов сжатия различных современных кодеков

Наименование кодека	Loco V0.2	HulfYUF 2.1	Alpary 2.0	Lagarith V1.0.0.1	CorePNG V0.8.2	FFV1 ffdshow
Коэффициент сжатия в системе RGB	2,0	2,0	2,25	2,45	1,95	2,73
Коэффициент сжатия в системе YUY2	2,65	2,25	2,52	2,75	2,58	3,1

Из анализа данных результатов таблицы 1 видно, что наибольший коэффициент сжатия не превышает величин порядка 2-3,5, что в свете вышеописанного увеличения объема видеоданных вскоре перестанет удовлетворять мировым потребностям.

В данной главе так же изучено совершенствование процесса квантования пикселей применением градиентной информации, при котором цветное изображение преобразуется в полутоновое. Для определения стартовых точек,

вычисляется градиент функции яркости в каждом пикселе изображения. Кроме того, были предложен алгоритм сегментации, с использованием критерия однородности, комбинирующего яркость пикселя и градиент яркости. При этом было установлено, что алгоритм отличается от традиционных следующими отличиями:

а) критерий однородности учитывает значение яркости и модуль градиента яркости пикселя, что не позволяет перейти границу наращиваемой области за счет большого модуля градиента в граничных точках области;

б) стартовые точки определяются автоматически путем обработки исходного изображения градиентным оператором, применения дистанционного преобразования и поиска локальных максимумов.

Во второй главе диссертации «**Принципы цифровой обработки видеоинформации методами контурно-структурируемых линий**» описаны методы и принципы цифровой обработки видеоинформации для обеспечения наибольшего сжатия при наименьших потерях в качестве, которые не были бы визуально различимыми. Разработан алгоритм сжатия видеоинформации методами компенсации движения и алгоритма обнаружения точек, линий и перепадов с помощью преобразования Хафа. Кроме того были проведены исследования компенсатора движения при работе с блочной структурой изображения.

Методы сегментации с использованием вторых производных относятся к методам обнаружения границ. Для подчеркивания перепадов яркости изображения можно использовать вторые производные. Двумерный дифференциальный оператор носит название оператора Лапласа, или лапласиана. Лапласиан – это двухмерное отображение второй производной. Данный оператор, часто применяется для обнаружения границ в пересечении нуля (zero crossing edge detectors). При этом обработка изображения производится по формуле:

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2}$$

В качестве письменных приближенных вторых производных часто используют выражения:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) - 2f(x, y)$$

и

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 2f(x, y).$$

Отсюда следует

$$\nabla^2 f(x, y) = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 4f(x, y).$$

В итоге всех преобразований получаются две матрицы свертки, представленные на рисунке 2.

1	1	1
1	-4	1
1	1	1

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

Первая матрица свертки Вторая матрица свертки

0	1	0
-1	-4	-1
0	1	0

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Рис.2. Формирование маски с элементами матрицы 3x3

Коэффициент маски:

$$g(x,y) = \begin{cases} f(x,y) - \nabla^2 f(x,y), & \text{если } \omega(0,0) < 0 \\ f(x,y) + \nabla^2 f(x,y), & \text{если } \omega(0,0) \geq 0 \end{cases}$$

или

$$g(x,y) = 5f(x,y) - [f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1)].$$

Фильтрация подъемов высоких частот осуществляется функцией:

$$f_{hb}(x,y) = Af(x,y) - \bar{f}(x,y),$$

где $A \geq 1$, \bar{f} - расфокусированная копия f .

По завершению проведенного анализа был выбран алгоритм сегментации, который оптимален для дальнейшего процесса обработки изображения – обнаружение перепадов яркости на изображении. Было установлено, что вероятность точного выделения контура объекта возрастает в случае совместного применения алгоритмов выделения контуров. Так как скорость обработки изображения допускает некоторый запас, то можно использовать совместно два механизма сегментации, что будет реализовано далее в механизме компенсации движения.

$$f_{hb}(x,y) = (A - 1)f(x,y) + f(x,y) - \bar{f}(x,y),$$

$$f_{hb}(x,y) = (A - 1)f(x,y) + f_g(x,y),$$

$$f_{hp}(x,y) = \begin{cases} Af(x,y) - \nabla^2 f(x,y), & \text{если } \omega(0,0) < 0 \\ Af(x,y) + \nabla^2 f(x,y), & \text{если } \omega(0,0) \geq 0. \end{cases}$$

По результатам проведенного моделирования сегментации по вторым производным Лапласа можно сказать, что сегменты на изображении

воспринимаются с трудом из-за насыщенности результирующего изображения мелкими деталями, что может негативно отразиться на дальнейшей обработке изображения (таблица 2).

Таблица 2.

**Результаты работы тестируемых алгоритмов сегментации
изображения размером 720x576**

Название алгоритмы сегментации изображений		Мера сходства между изображениями $F1(A, C)$	Функция Лью и Янг $F2(I)$	Время обработки изображения (мс)
Метод вторых производных Лапласа		0.5	0.1	0.69
Обнаружение	точек	0.37	0.1	1,41
	линий	0.32	0.09	0.01
	перепадов	0.24	0.087	1.29
Обнаружение линий с помощью преобразования Хафа		0.78	0.14	1,52

В результате экспериментальных исследований установлено, что при $F1(A,C) < 0.16$ изображения A (исходное) и C (полученное при обработке) представляют почти одинаковую сцену, при $F1(A,C) > 0.18$ изображения A и C представляют разные сцены. В результате порог между сходством и несходством изображений был выбран равным 0.17.

Функция же оценки результата сегментации цветных изображений Лью и Янг (Liu, Yang) используется для сравнения между алгоритмами. Алгоритм, для которого значение функции $F2(I)$ меньше, считается наилучшим. Визуальная оценка результатов алгоритмов сегментации в целом совпала с математически полученными оценками.

В третьей главе диссертации «**Методы цифровой обработки видеoinформации категорируемых объектов**» описано сжатие сигналов изображений на основе фракталов, а также сжатие видеоданных на основе устранения межкадровой корреляции при помощи метода контурно – структурируемых линий обработки информации.

В методе контурно – структурируемых линий использованы шесть алгоритмов преобразования видеoinформации. Особого внимания заслуживает алгоритм заполнения контуров (рисунок 4.)

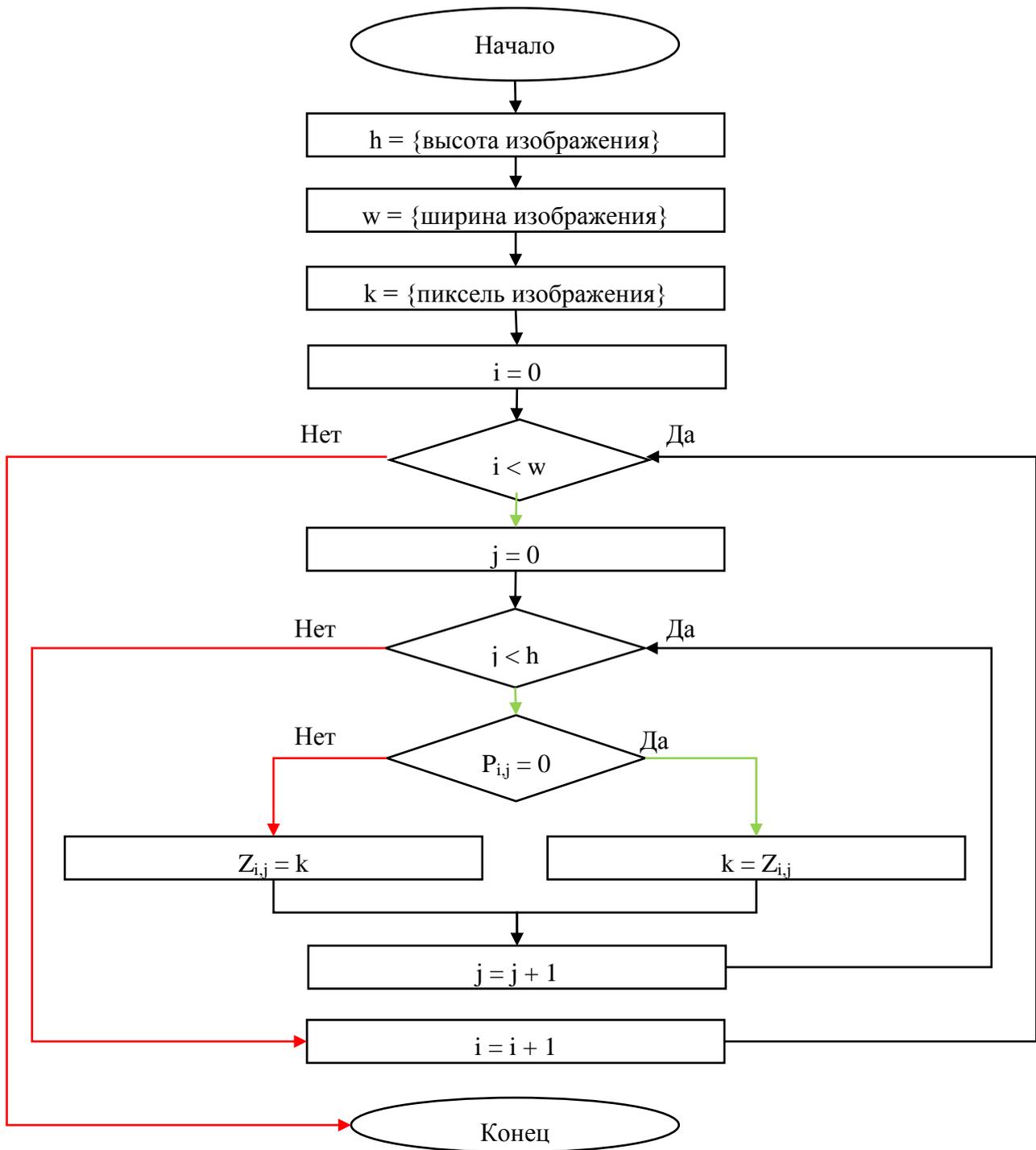


Рис. 4. Блок-схема алгоритма заполнения контуров

В четвертой главе «**Цифровая обработка видеoinформации категорируемых объектов методом контурно-структурируемых линий**» дано описание разработанного кодека сжатия видеоизображений, основанного на применении метода контурно-структурируемых линий, а также представлены результаты экспериментов по выявлению его практических преимуществ.

Идея этого подхода состоит в сегментации изображения на основе выделения структурных линий упрощенного изображения и дальнейшего сжатия сегментов данных традиционными методами. Разработана структурная

схема кодека, в которой осуществлялись следующие действия (рисунок 5.): квантование исходного сигнала; выделения контуров на изображении; передачи сжатого изображения; приёма сжатого изображения; заполнение внутреннего пространства контуров соответствующими цветами; сглаживание контуров для улучшения качества восстановленных изображений.



Рис. 5. Структурная схема кодека сжатия видеоданных на основе контурно – структурируемых линий

В процессе квантования пикселей яркостной плоскости палитры на 5-7 разрядов (с целью получения большого количества участков с одинаковой яркостью изображения) – данный этап необходим, так как в следующем шаге происходит выделение контуров, а контуры можно выделить только для участков, у которых одинаковая яркость.

В блоке выделения контуров осуществляется процесс выделения контуров на изображении наложением матрицы Шарра, которое является основой сжатия изображения. Наложение любой матрицы на изображение (или, другими словами, фильтрация изображения) происходит следующим образом: последовательно, начиная с точки с координатами (0, 0), перебираются все точки изображения. Для каждой точки выполняется следующая операция (далее рассматриваются действия для матрицы размерами 3 на 3 точки): берется новая матрица, с такими же размерами, как матрица фильтра, и заполняется значениями яркости точек изображения так, чтобы текущая точка была в центре матрицы и затем подсчитывается отклик матрицы по формуле:

$$X = F[i-1,j-1]*A[0,0]+ F[i,j-1]*A[1,0]+ F[i+1,j-1]*A[2,0]+ \\ +F[i-1,j]*A[0,1]+F[i,j]*A[1,1]+ F[i+1,j]*A[2,1]+ F[i-1,j+1]*A[0,2]+ \\ +F[i,j+1]*A[1,2]+F[i+1,j+1]*A[2,2],$$

где, F – матрица со значениями яркости изображения, i и j – координаты текущей точки, A – матрица фильтра.

Если значение X (1) выше (ниже) некоторого числа, фильтр считается сработавшим и точка с координатами (i, j) отмечается как важная (или неважная). Границы изображения отмечаются как контуры независимо от срабатывания фильтра.

В данной работе применен фильтр Шарра, который использует две матрицы:

-3	0	3	-3	-10	-3
-10	0	10	0	0	0
-3	0	3	3	10	3

Матрица A1

Матрица A2

Данный фильтр, в отличие от других типов фильтров, таких как Робертса, Превитта, Собела образует замкнутые контуры, что является важным условием восстановления изображения.

Срабатывание фильтра определяется по следующей формуле:

$$\sqrt{X_1^2 + X_2^2} < K, \quad (1)$$

где K – порог срабатывания, X_1 и X_2 – отклики матриц A1 и A2 соответственно.

В результате выполнения данного этапа на изображении остаются отмеченными только те точки, которые образуют контуры.

Параметром шага является пороговое значение фильтра. Точки, для которых результат вычисления формулы (1) будет меньше порога, признаются не принадлежащими ни одному контуру и не учитываются, в противном случае значение яркости точки сохраняется для последующей передачи. По результатам экспериментов, наиболее эффективным установлено пороговое значение 8.

Данный алгоритм предназначен для выделения контуров на монохромном изображении, яркость которого проквантована в соответствии с настройками программы. При определении контуров используются матрицы Шарра, как наиболее эффективные. Суть алгоритма состоит в вычислении совокупного произведения точки изображения и ее окрестности 3x3 на обе матрицы Шарра и определении, превысило ли это произведение некоторое пороговое значение (задается из интерфейса программы) – если да, точка считается принадлежащей контуру. Данная операция выполняется для каждой точки изображения.

В блоке передачи найденные контуры передаются на приемник в виде потока байт, при этом используется следующая форма записи: значения точек изображения записываются в поток построчно (т. е. сначала первая строка изображения, затем вторая и т. д.), однако все три компонента записываются только для точек, принадлежащих контурам, а вместо «пустых» точек записывается их количество, например, есть строка изображения (звездочки – контуры, тире – «пустые» точки): ****------**** – эта строка будет записана как:

```
[YCbCr][YCbCr][YCbCr][YCbCr][-5][YCbCr][-6][YCbCr]
[YCbCr][YCbCr][YCbCr]
```

За счет этого количество передаваемой информации существенно уменьшается (на тестовом изображении коэффициент сжатия доходил до 55%).

Количество «пустых» точек записывается отрицательными числами для того, чтобы отличить его от значения компонент цвета, которые являются только положительными. Данный формат был создан специально для изображений, сжатых методом структурных линий (контуров).

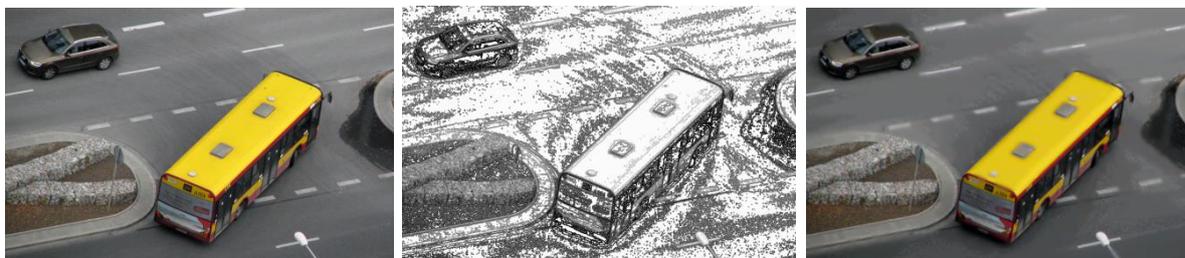
В тестовой программе среда передачи представлена файловой системой компьютера и процессы передачи и приема изображения выполняются как чтение и запись файла.

В блоке приема сжатого изображения (палитра YCbCr) происходит чтение входного потока и его декодирование с построчным заполнением изображения данными, при этом автоматически восстанавливаются сохраненные контуры. Данный алгоритм предназначен для сохранения контуров на изображении в файл. Изображение сохраняется построчно, однако для повышения коэффициента сжатия для пикселей, находящихся внутри контуров, записывается только их количество в промежутках между контурами.

Для оценки метода контурно-структурированных линий было использовано исходное изображение «Дорога» в формате BMP (разрешение 1024x768, объем 2,25 МБ).

Для оценки эффективности предложенного метода сжатия объемов данных изображений был проведен ряд экспериментальных исследований по сжатию тестовых изображений различных сюжетов и жанров. При этом исследовалось влияние числа уровней квантования сегментированных изображений на величину сжатия видеоданных и качества восстановленных изображений (рисунок 6.).

32-х уровневое квантование



а)

б)

в)

64-х уровневое квантование



г)

д)

е)

Рис. 6. Варианты исходных (а,г), сегментированных (б,д) и восстановленных (в,е) изображений при различных уровнях квантования

При этом порог срабатывания фильтра установлен равным 8, а итерация сглаживающего фильтра составляет 5. Данные результатов экспериментов сведены в таблицу 3.

Таблица.3.

**Результаты сжатия изображения «Дорога» в формате BMP
(разрешение 1024x768, объём 2,25 МБ)**

Уровень квантования	Объём сжатого изображения	Среднеквадратичное отклонение (СКО)
16	425 Кб	25.3
32	627 Кб	14.5
64	928 Кб	10.4
128	1,25 МБ	8.4

В результате проведенных экспериментов было установлено, что тем выше уровень квантования тем меньше сжатие, но визуальное качество лучше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного диссертационного исследования на тему: «Цифровая обработка видеoinформации категорируемых объектов методом контурно-структурируемых линий» сводятся к следующим основным выводам:

1. Цифровая обработка видеoinформации на основе изучения специфических особенностей категорируемых объектов позволила осуществить кластерный анализ и квантование значений пикселей применением градиентной информации, производить кодирование видеоданных и сегментацию изображений.

2. Методы, принципы и алгоритмы сжатия видеoinформации, обнаружения точек, линий и перепадов с помощью преобразования Хафа позволили оперативно подготовить видеoinформацию для дальнейшего сжатия методом контурно-структурируемых линий.

3. Алгоритм, обеспечивающий сегментацию и сжатие видеoinформации методом контурно-структурируемых линий позволил сократить объем оперативно обрабатываемой информации без ухудшения визуального качества изображения.

4. Алгоритм и аппаратно-программные модули устройств обработки данных, сжатия видеопотока, предназначенные для выделения контуров на монохромном видеоизображении методом контурно-структурируемых линий позволили осуществить сглаживание пространственных фильтров и повышение резкости видеоизображения.

5. Система эффективного сжатия видеосигналов, внедрённая в Главном управлении охраны, основанная на методе контурно-структурируемых линий позволяет существенно сократить объём обрабатываемой информации, а также

увеличить на 40% количество наблюдательных камер, устанавливаемых на территории категорируемого объекта.

6. Рекомендованная к использованию в воинских частях и подразделениях Национальной гвардии Республики Узбекистан система эффективного сжатия видеoinформации на основе применения программного комплекса «Декодер видеоданных на основе структурных линий изображений» и «Программа для сжатия видеоданных на основе структурных линий» позволяет существенно снизить объемы выходных данных, чем существующие системы порядка 1,4 раза.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.28.12.2017.T.07.02 AT TASHKENT UNIVERSITY OF
INFORMATION TECHNOLOGIES**

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES
MILITARY-TECHNICAL INSTITUTE OF THE NATIONAL GUARD
OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

VINOGRADOV ALEKSANDR SERGEEVICH

**DIGITAL PROCESSING OF VIDEO INFORMATION OF CATEGORIZED
OBJECTS BY THE METHOD OF CONTURO-STRUCTURED LINES**

**05.04.02 - Systems and devices of radio engineering, radio navigation, radar and television.
Mobil, fiber optic communication systems**

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

Tashkent – 2019

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2019.3PhD/T1383.

The thesis was carried out at the Military Technical Institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan.

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

Scientific adviser: **Tashmanov Yerjan Baymatovich**
Doctor of Technical Sciences, docent

Official opponents: **Suleymanov Adiljon Arifjanovich**
Doctor of technical sciences, docent
Negrienko Aleksandr Yakovlevich
Candidate of Technical Sciences, docent

Leading organization: **Military Institute of Information and Communication Technologies and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Uzbekistan**

The defense will take place on «_____» _____ 2019 at _____ at a meeting of the Scientific Council No28.12.2017.T.07.02 at the Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel: (+99871) 238-64-43, fax: (99871) 238-6552, e-mail: tuit@tuit.uz).

The doctoral dissertation could be reviewed in Information-Resource Center of Tashkent University of Information Technologies (registration number No._____). (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 «_____» _____ 2019 y.

(Dispatching protocol No. _____ on «_____» _____ 2019 y.)

I.Kh.Siddikov
Chairman of the Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Science, Professor

J.Kh.Djumanov
Scientific Secretary of Scientific council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Docent

A.A.Abdukayumov
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work consists in improving the methods of contour-structured lines oriented to digital processing of video information obtained from categorized objects.

The object of study is the digital processing of video information of categorized protected objects. The degree of knowledge of the problem.

The scientific novelty of the research work:

based on the identification of specific features of digital video processing of categorized protected objects by means of cluster analysis and pixel quantization using gradient information, video data was encoded and image segmentation was performed;

methods, principles and algorithms for compressing video information of categorized objects for detecting points, lines, and differences using the Hough transform have been developed;

an algorithm for segmentation and compression of video information of categorized protected objects by the method of contour-structured lines was developed;

an algorithm for selecting contours on a monochrome video image, smoothing spatial filters and sharpening by the method of contour-structured lines was developed.

Implementation of the research results. Ased on the developed and improved methods for compressing video information of categorized objects, the efficiency of server memory, digital processing, and storage devices has increased:

an effective video signal compression system was introduced, based on the method of contour-structured lines in the Tashkent city security department. Using this system can significantly reduce the amount of processed information, increase the number of surveillance cameras around the perimeter of the protected object;

the system of effective video compression was recommended for use based on the use of the software package «Video Decoder Based on Structural Image Lines» and «Program for Video Compression Based on Image Structural Lines» in military units and units of the National Guard of the Republic of Uzbekistan. The practical implementation of the developed software systems significantly reduces the amount of output data, which allows to increase the ability to store more voluminous information databases on the server.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Часть I; Part I)

1. Виноградов А.С. Сжатие изображений методом ортогональных преобразований // Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардияси Ҳарбий-техник институти ахборотномаси. Ташкент–2018. №3. – С. 181-183. (05.00.00; №32).
2. Виноградов А.С. Обработка изображения методом контурно структурированных линий с изменением уровня квантования // O‘zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari Akademiyasi xabarları» илмий журнали. Ташкент–2018. № 3(28). –С. 129-135. (Спец. Библиотека Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан).
3. Виноградов А.С., Ташманов Е.Б. Обнаружение прямых линий на изображении преобразованием Хафа // Научно-технический журнал Фер.ПИ. Фергана– 2018. спец. выпуск № 2. –С. 96-98. (05.00.00; №20).
4. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С., Глухов Е.В. Сжатие изображений с использованием структурных линий // Ахборот коммуникациялари: Тармоқлар – Технологиялар – Ечимлар. Ташкент–2018. № 2(46). – С. 5-12. (05.00.00; №2).
5. Tashmanov E.B., Vinogradov A.S. Image processing with structural lines.// European Science Review. Vein– 2018. № 5-6. – P. 353-355. (05.00.00; №3).
6. Виноградов А.С., Глухов Е.В., Ташманов Е.Б. Сегментация изображений методом контуризации областей // Научно-практический и информационно-аналитический журнал «Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари». Ташкент– 2018. №4 (6). – С. 81-85. (05.00.00; №10).
7. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С. Сжатие изображений методом вейвлет преобразований в видеоинформационных системах // Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардияси Ҳарбий-техник институти ахборотномаси. Ташкент– 2018. №4. –С.127-129. (05.00.00; №32).
8. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С., Глухов Е.В. Сжатие телевизионных изображений в условиях избыточности информации // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент–2018. №3 – С. 78-82. (05.00.00; №5).
9. Виноградов А.С. Применение контурно структурированных линий при обмене видеоинформации // «Ёнғин портлаш хавфсизлиги» илмий журнали. Ташкент –2019. № 1(3). –С. 28-31. (05.00.00; №28).
10. Виноградов А.С., Глухов Е.В., Ташманов Е.Б. Метод компрессии изображений с использованием структурных линий // Научно-практический и информационно-аналитический журнал «Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари». Ташкент–2019. №1 (7). – С. 68-71. (05.00.00; №10).
11. Виноградов А.С., Ташманов Е.Б., Глухов Е.В. Интерактивная сегментация изображений методом теории графов // Научно-технический журнал Фер.ПИ. Фергана–2019. том 23 № 2. – С. 79-82. (05.00.00; №20).

12. Глухов Е.В., Виноградов А.С. Обработка изображения с изменением порога срабатывания фильтра в системе видеонаблюдения охраняемых объектов // O‘zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari Akademiyasi xabarlari» илмий журнали. Ташкент–2019 № 2(30). –С. 200-204. (Спец. Библиотека Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан).

13. Виноградов А.С., Ташманов Е.Б., Глухов Е.В. Сегментация и вычисления признаков изображений связыванием пирамиды // Научно-технический журнал Фер.ПИ. Фергана–2019. том 23 № 3. –С. 143-146. (05.00.00; №20).

II бўлим (Часть II; Part II)

14. Виноградов А.С. Выявление избыточности информации в системе охранного видеонаблюдения с помощью специальных средств // Научно-практический семинар «Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучлари қўшинларини замонавий, қурол-яроғ, жанговар техника ва махсус воситалар билан қайта таъминлаш масалалари». Ташкент–2018, 20 июня. –С. 122-126.

15. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С. Сжатие видеоизображения выделением структурных линий в системе видеонаблюдения // Научно-практический семинар «Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучлари қўшинларини замонавий, қурол-яроғ, жанговар техника ва махсус воситалар билан қайта таъминлаш масалалари». Ташкент–2018, 20 июня. – С. 115-118.

16. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С. Видеонаблюдение беспилотных летательных аппаратов для обеспечения охраны общественной безопасности // Республиканская научно-практическая конференция «Ўзбекистон Республикасида видеокузатув тизимлари ва уларни қўллаш бўйича қонунчилик базасини шакллаштириш масалалари». Ташкент–2018, 06 сентября. – С. 59-64.

17. Виноградов А.С. Мониторинг трубопроводов с использованием беспилотных летательных видеонаблюдательных аппаратов // Республиканская научно-практическая конференция «Ўзбекистон Республикасида видеокузатув тизимлари ва уларни қўллаш бўйича қонунчилик базасини шакллаштириш масалалари». Ташкент–2018, 06 сентября. –С. 105-108.

18. Tashmanov E.B., Vinogradov A.S. Management methods of digital image processing // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий - аль-Хорезми 2018». Ташкент–2018, 13-15 сентября. – С. 34-35.

19. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С. Математическая модель процесса обработки цифровых изображений // Международная научная конференция «Математик таҳлил ва унинг математик физикада қўлланилиши». Самарканд–2018, 17-20 сентября. – С.137-138.

20. Ташманов Е.Б., Виноградов А.С. Сжатие изображения методом контурно структурированных линий с изменением уровня квантования // Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы

математического моделирования, алгоритмизации и программирования». Ташкент–2018, 17-18 сентября. – С. 543-546.

21. Виноградов А.С., Ташманов Е.Б. Сжатие изображений контурно структурированной линией с изменением порога срабатывания фильтра // Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы математического моделирования, алгоритмизации и программирования». Ташкент–2018, 17-18 сентября. – С. 486-490.

22. Виноградов А.С. Особенности мониторов для систем охранного видеонаблюдения // Республиканская научно-практическая конференция «Хавфсиз хонадон концепциясини таъминлаш борасида техник-қўриқлаш воситалари ва видеокузатув тизимларининг замонавий ҳолати ҳамда ривожланиш истиқболлари». Ташкент–2019, 26 февралы. – С.154-159.

23. Виноградов А.С. Сжатие видеоданных с изменением уровня квантования в системе охранного видеонаблюдения // Республиканская научно-техническая конференция «Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии отраслей экономики». Ташкент–2019, 14-15 марта. III Часть. – С. 246-248.

24. Виноградов А.С. Форматы сжатия видеоизображений в системе видеонаблюдения в сфере безопасности дорожного движения // Республиканская научно-практическая конференция «Ўзбекистон республикаси комплекс хавфсизликни таъминлашда унинг муаммолари ва ечими». Ташкент–2019, 04 апреля. – С. 93-98. (Спец. Библиотека Военный-технический институт Национальной гвардии Республики Узбекистан).

25. Виноградов А.С., Мадаминов С.Р. Системы архивирования видеоинформации: решения и тенденции // Республиканская научно-практическая конференция «Ўзбекистон республикаси комплекс хавфсизликни таъминлашда унинг муаммолари ва ечими». Ташкент–2019, 04 апреля. – С. 252. (Спец. Библиотека Военный-технический институт Национальной гвардии Республики Узбекистан).

26. Виноградов А.С., Глухов Е.В., Ташманов Е.Б. Особенности применения стандарта H.264 в военных беспилотных летательных аппаратах // Республиканская научно-техническая конференция «Ҳарбий алоқа тизимида ахборот – коммуникация технологиялари муаммолари». Ташкент–2019, 12 апреля. – С. 285-288.

27. Виноградов А.С. Анализ современных методов сегментации видеоинформации // Республиканская научно-техническая конференция «Современные проблемы и их решения информационно-коммуникационных технологий и телекоммуникаций». Фергана–2019, 30-31 мая. II часть. – С. 254-256.

28. Виноградов А.С. Современные стандарты сжатия изображений в системе видеонаблюдения // Республиканская научно-практическая конференция «Инвестицияларни диверсификациялаш асосида саноат корхоналари самарадорлигини ошириш». Наманган–2019, 7-8 июня. – С. 47-49.

29. Виноградов А.С. Анализ методов компенсации движения в вейвлет видеокодеках // Международная научно-практическая конференция «OPEN INNOVATION». Пенза– 2019, 23 июня. I часть – С. 28-31.

30. Виноградов А.С. Сжатие видеоинформации на основе спектральных преобразований // Международная научно-практическая конференция «OPEN INNOVATION». Пенза– 2019, 23 июня. I часть – С. 32-35.

31. Глухов Е.В., Виноградов А.С. Особенности стандарта h.264+ в системе видеонаблюдения в сфере безопасности дорожного движения // Сборник трудов Ташкентского Государственного Университета «Обеспечение безопасности сложных технических и социальных систем», Ташкент–2019. №2. – С. 115-123. (Спец. Библиотека Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова).

32. Ташманов Е.Б., Гаврилов И.А., Виноградов А.С., Глухов Е.В. Декодер видеоданных на основе структурных линий изображений // № DGU 20180542 Агенство по интеллектуальной собственности РУз. Ташкент. 21.06.2018.

33. Ташманов Е.Б., Гаврилов И.А., Виноградов А.С., Глухов Е.В. Программа для сжатия видеоданных на основе структурных линий изображений // № DGU 20180542 Агенство по интеллектуальной собственности РУз. –Ташкент. 21.06.2018.

Автореферат Тошкент ахборот технологиялари университети
«Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» илмий журнали таҳририятида
таҳрирландан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини
мослиги текширилди.

Босишга рухсат этилди: _____ 2019 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,9. Адади: 100. Буюртма: № _____.

Ўзбекистон Республикаси ИИВ Академияси,
100197, Тошкент, Интизор кўчаси, 68.

«АКАДЕМИЯ НОШИРЛИК МАРКАЗИ»
Давлат унитар корхонасида чоп этилди.