

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSC.13/05.05.2023.T.07.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI**

TOJIYEV MA‘RUF RUZIKULOVICH

**VIDEOTASVIRDA MAYDONLAR YAXLITLIGI BUZILISHI VA
YORUG‘LIK INTENSIVLIGI O‘ZGARISHI ASOSIDA
XAVF-XATARLARNI ANIQLASH TIZIMI**

05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent-2024

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

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

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

Tojiyev Ma'ruf Ruzikulovich

Videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi
o'zgarishi asosida xavf-xatarlarni aniqlash tizimi..... 3

Тожиев Маъруф Рузикулович

Система распознавания опасности на основе нарушения целостности
поля и изменения интенсивности освещения на видеоизображении..... 21

Tojiev Maruf Ruzikulovich

Hazard recognition system based on field integrity violation and changes in
lighting intensity on the video image..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 43

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSC.13/05.05.2023.T.07.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI**

TOJIYEV MA‘RUF RUZIKULOVICH

**VIDEOTASVIRDA MAYDONLAR YAXLITLIGI BUZILISHI VA
YORUG‘LIK INTENSIVLIGI O‘ZGARISHI ASOSIDA
XAVF-XATARLARNI ANIQLASH TIZIMI**

05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent-2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.4.PhD/T3276 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Jizzax filialida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tuit.uz) hamda "ZiyoNet" Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Axatov Akmal Rustamovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Sevinov Jasur Usmonovich
texnika fanlari doktori, professor

Fozilova Madina Mirxalilovna
texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Toshkent Davlat transport universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi DSc.13/05.05.2023.T.07.03 raqamli Ilmiy kengashning 2024-yil "31" iyul soat 16⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100084, Toshkent shahri, Amir Temur ko'chasi 108-uy. Tel.: (99871) 238-64-43; e-mail: ilmiy_kengash@tuit.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent axborot texnologiyalari universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (318 raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100084, Toshkent shahri, Amir Temur ko'chasi 108-uy., Tel.: (99871) 238-64-70).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «18» iyul kuni tarqatildi.
(2024-yil «12» iyul dagi 5 raqamli reyestr bayonnomasi).



R. Nodir

M.M.Kamilov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi

N.A.Egamberdiyev,

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash ilmiy kotibi, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

N.O.Raximov,

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda videotasvirlarni kompyuterli tahlil qilish asosida potensial tahdidlarni aniqlash jumladan, videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligining o'zgarishi asosida xavf-xatarni aniqlash masalalariga alohida e'tibor berilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda jumladan, AQSh, Xitoy, Rossiya, Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya va Hindiston kabi dunyoning yetakchi mamlakatlarida potensial tahdidlarni aniqlash uchun tasvir va yorug'lik tuzilishidagi o'zgarishlarga asoslangan obyektlarni muhofaza qilish, transport tizimlari va hududlarni monitoring qilish kabi turli sohalarda xavfsizlik darajasini oshirish zarurati bilan bog'liq tizimlar faol ravishda ishlab chiqilmoqda va amalga oshirilmoqda. Bunday tizimlar o'zgaruvchan sharoitlarga tezda javob berishga va xavfli vaziyatlarning o'z vaqtida oldini olishga imkon beradi. Bu borada, jumladan, kompyuterli ko'rishi asosida videotasvirda yorug'lik intensivligining o'zgarishini tahlil qilish, maydon yaxlitligi buzilishlarini ajratib ko'rsatish, shuningdek ularni avtomatlashtirilgan videokuzatuv tizimlariga integratsiya qilish uchun algoritmlarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda videokuzatuv tizimlaridagi videotasvirlarni qayta ishlash asosida xavf-xatarli holatlarni aniqlash, boshqarish va xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan videotasvirlarni qayta ishlash asosida xavf-xatarli holatlarni erta aniqlash model va algoritmlarini takomillashtirish hamda xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga kompyuterli ko'rish asosida videokuzatuv maydonidagi xavf-xatarli holatni aniqlash, ajratish, kuzatish va inson aralashuvisiz potensial tahdidlarni anglash imkonini beradigan zamonaviy usullar asosida erta aniqlash algoritmlarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda videokuzatuv tizimlaridan olingan videotasvirlar asosida xavf-xatarli jarayonlarni aniqlash va intellektual tahlil qilishga mo'ljallangan avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratish va amaliyotga keng tatbiq etish chora-tadbirlarni ishlab chiqishda muayyan natijalarga erishilmoqda. 2023-2024 yillarga mo'ljallangan O'zbekiston Respublikasini davlat boshqaruvini raqamlashtirish "Raqamli hukumat" va "Raqamli hudud" doirasida, jumladan «...videomonitoring ma'lumotini masofadan ko'rsatish qurilmalari orqali ... sodir bo'lgan favqulodda vaziyatlar va yong'inlarni barvaqt aniqlash ... monitoring komplekslarini ...joriy etish¹» bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda jumladan, xavf-xatarlarni aniqlash va ko'p funksiyali videokuzatuv monitoring tizimlarida tasvirlarni qayta ishlash, tahlil qilish usul va avtomatlashtirilgan tizimlarni takomillashtirish imkoniyatini beruvchi samarali algoritmlar va dasturiy ta'minotini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston-2030 strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 24 maydagi PQ-162-son «Raqamli xizmatlar qamrovi va sifatini oshirish hamda soha, tarmoq va hududlarni raqamli transformatsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida» gi qarori

tadbirlari to‘g‘risida” PF-6079-son Farmoni, 2021 yil 17 fevraldagi “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son, 2023 yil 24 maydagi “Raqamli xizmatlar qamrovi va sifatini oshirish hamda soha, tarmoq va hududlarni raqamli transformatsiya qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-162-son Qarorlarida va boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda ko‘zda tutilgan vazifalarni amalga oshirishda ushbu tadqiqot muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining IV. «Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish» ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Tasvirlarga ishlov berish tadqiqotlari bilan dunyoda ko‘plab olimlar va tadqiqotchilar ish olib borishgan. Bu masala XX asrning so‘nggi yillarida rivojlanib, hozirgi kunda ikki va uch o‘lchovli tasvirlarni turli qayta ishlash usullarining xususiyatlari keng o‘rganilmoqda. Xususan, F.Juan, A.E.Cetin, U.Toreyin, R.P.Bogush, N.V.Brovko, A.A.Lukyanitsalar o‘rmon yong‘inlarini erta aniqlash, S.V.Ablameyko, D.M.Lagunovskiy, N.I.Murashko, U.K.Prett, R.S.Gonsales, R.Y.Vuds va boshqa xorijiy olimlar obyektlarni segmentlash, belgilarni ajratish, tanib olish, obyektlarni kuzatish, hodisalarni aniqlash masalalarida ilmiy izlanishlar olib borganlar va amaliy algoritmlar yaratishgan.

O‘zbekistonda timsollarni tanib olish va tasvirlarga ishlov berishning nazariy asoslarini rivojlantirishga M.M.Komilov, S.S.Sodiqov, Sh.Ye.Tulyaganov, Sh.X.Fozilov, D.T.Muhamediyeva, A.X.Nishonov, N.M.Mirzayev, N.S.Mamatov, S.S.Radjabov o‘zlarining ilmiy ishlari bilan katta hissa qo‘shganlar.

Videokuzatuv tizimlari tasvirlarini qayta ishlash sohasidagi zamonaviy tadqiqotlarning dolzarb tahlili ushbu ilmiy yo‘nalish hozirgi kunda muhim tadqiqot mavzusi ekanligini ta’kidlaydi. Videokuzatuv vazifalariga xos xususiyatlar videoma’lumotlarni qayta ishlashni potensial tahdid va xavflarni aniqlash uchun samarali vositaga aylantiradi. Ammo shuni takidlash joizki, ushbu sohada videoma’lumotlarni qayta ishlash algoritmlarini ishlab chiqish va takomillashtirish bilan bog‘liq masalalar yetarli darajada o‘rganilmaganligi aniqlandi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filialining 60-AF-“Nutq signallari asosida ovoz va matnni tanib olish, qayta ishlash orqali stenogrammalarni shakllantiruvchi “Sound and text transcript” intellektual dasturiy mahsulotini ishlab chiqish” (2021-2023) mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgarishi tahlili asosida xavf-xatarni aniqlash jarayonlarini boshqarish model, algoritmlar va dasturiy vositasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

xavf-xatarlar monitoringi tizimlarida videotasvirlar ma’lumotlariga ishlov berish, obyektlarni aniqlash va sinflashtirish usullarini tahlil qilish;

xavf-xatarni aniqlash jarayonini boshqarishda videotasvirning maydon yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi modelini ishlab chiqish;

videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi asosida videomonitoring tizimlarida yong'inni aniqlash jarayonini boshqarish algoritmini ishlab chiqish;

videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi asosida xavf-xatarni aniqlash jarayonini optimal boshqarish tizimining dasturiy modullarini ishlab chiqish va sinov tajribalarini amalga oshirish.

Tadqiqotning obyekti sifatida videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi aniqlangan videokadrlar qaralgan.

Tadqiqotning predmeti sifatida videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlashning modeli, algoritmlari va boshqaruv tizimi qaralgan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida algoritmlar nazariyasi, timsollarni tanish, sun'iy neyron turlari, matritsalar nazariyasi, matematik tahlil, sonli usullar va dasturlash, tasvirlarga raqamli ishlov berish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

videokuzatuv tizimlarida xavf-xatarli holatlarni aniqlash uchun kompyuterli ko'rishga asoslangan videotasvirlarning yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligining o'zgarishini hisobga olgan holda boshqaruv algoritmi ishlab chiqilgan;

xavf-xatarni aniqlash jarayonini boshqarishda videotasvirning maydon yaxlitligi buzilishi va gistogrammani normallashtirish asosida yorug'lik intensivligining o'zgarishi modeli ishlab chiqilgan;

xavf-xatarlarni aniqlash tizimida videotasvir maydoni yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgargan sohani ajratishda kadrlar farqi hamda masofani kvadratlash asosida optimal chegaraviy konturlar sonini minimallashtirish algoritmlari ishlab chiqilgan;

rang modeli bilan filtrlangan yaxlitlik buzilgan sohaning dinamik o'zgarishi hamda fazo-vaqt munosabatlari bo'yicha yong'inni aniqlash jarayonini boshqarish tizimining algoritm va dasturiy modullari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

videotasvirda maydon yaxlitligi buzilgan sohada xavf-xatarli holatni ogohlantirishga ko'maklashuvchi qaror qabul qilish algoritmi ishlab chiqilgan;

videotasvirda maydon yaxlitligi buzilgan sohada yong'in va yong'inga o'xshash holatlarni aniqlashda gistogrammani normallashtirish asosida yorug'lik intensivligi o'zgarishini aniqlash algoritmi ishlab chiqildi;

rang modelli filtrlash, vazo-vaqt munosabatlarini tahlili hamda shakl og'ishlari asosida yong'inni erta aniqlash algoritmi ishlab chiqilgan;

taklif etilgan modellar, usullar va algoritmlar asosida yong'inni erta aniqlashni samarali hal qila oladigan, real vaqt rejimida xavfsizlik darajasini kuzatishni ta'minlaydigan dasturiy modullar ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi uslubiy jihatdan asoslangan nazariy hisob-kitoblarni amalga oshirilishi, videotasvirda xavf-xatarli jarayonlarni boshqarishning nazariy asoslanishi, zamonaviy boshqarish nazariyasining amaliy

sinovdan o'tgan usullari va algoritmlarini ishlatilishi, videotasvirda yong'inni aniqlash jarayonini boshqarishni taklif etilgan usullari va algoritmlari to'g'ri qo'llanilishi nazariy va amaliy tajribaviy tadqiqotlarning ijobiy natijalari va ularning o'zaro muvofiqligi bilan ta'minlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundaki, taklif qilingan algoritmlar videokadrlarda yaxlitligi buzilgan sohalarni tezda aniqlash va ajratib ko'rsatish, hamda muhim belgilarga asoslangan xavfni aniqlash orqali videokuzatuv tizimlarida tasvirlarni qayta ishlashning nazariy asoslarini rivojlantirishga yordam beradi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, videokuzatuv tizimlari uchun ishlab chiqilgan dasturiy ta'minot xavflarni aniqlash jarayonini avtomatlashtirish uchun keng ko'lamli usullarni ishlab chiqish va qo'llash imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Videotasvirlarda maydon yaxitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi asosida xavf-xatarni aniqlovchi taklif etilgan model, algoritmi va dasturiy modullari asosida:

videokuzatuv tizimlarida xavf-xatarli holatlarni aniqlash uchun kompyuterli ko'rishga asoslangan videotasvirlarning yaxlitligini buzilishi va yorug'lik intensivligining o'zgarishini hisobga olgan holda boshqaruv algoritmining dasturiy vositasi Jizzax viloyat ekologiya va atrof muhitni himoya qilish va iqlim o'zgarishi boshqarmasida o'rmon xo'jaligi hududlarini yong'in kabi holatlarni erta aniqlashda videokuzatuv operatoriga ko'maklashish maqsadida foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2024-yil 23-apreldagi 33-8/2620-son ma'lumotnomasi). Natijada yong'inga o'xshash holatlarni avtomatik aniqlash videokuzatuv operatorining ishlash vaqtini 10-12% ga qisqartirish va ish unumdorligini 3-5% ga oshirish imkonini berdi;

xavf-xatarni aniqlash tizimida videotasvir maydoni yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgargan sohani ajratishda kadrlar farqi hamda masofani kvadratlash asosida optimal chegaraviy konturlar sonini minimallashtirish algoritmining dasturiy vositasi Jizzax shahar Maktabgacha va maktab ta'limi bo'limi tasarrufidagi Jizzax shahar 32-sonli DMTT da hududni videomonitoring qilish tizimida joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2024-yil 23-apreldagi 33-8/2620-son ma'lumotnomasi). Natijada videotasvirlarda yorqinlikning keskin o'zgarishi holatlarida yong'in belgilarini avtomatik ravishda aniqlash ko'rsatkichi oddiy videokuzatuv tizimiga nisbatan 1.4 barobarga oshirish imkonini bergan;

rang modeli bilan filtrlangan yaxlitlik buzilgan sohaning dinamik o'zgarishi hamda fazo-vaqt munosabatlari bo'yicha yong'inni aniqlash jarayonini boshqarish tizimining algoritmining dasturiy modullari "O'zTransgaz" AJ "Zirabuloq MGQB"da videokuzatuv tizimlarida hududni past yorqinlik sharoitlarida yong'in belgilarini erta aniqlashda foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2024-yil 23-apreldagi 33-8/2620-son ma'lumotnomasi). Natijada videotasvirda kam yorug'lik va issiqlik rejimidagi o'zgarishlar kabi yong'inga o'xshash vaziyatlarni avtomatik ravishda aniqlash videokuzatuv operatorining ish unumdorligini 5% ga oshirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot ishi natijalari 4 ta xalqaro va 8 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarning e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 27 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy jurnallarda 6 ta maqola, 2 tasi xorijiy va 4 tasi Respublika jurnallarida nashr qilingan hamda 3 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalarni qayd qilish guvohnomalari olingan.

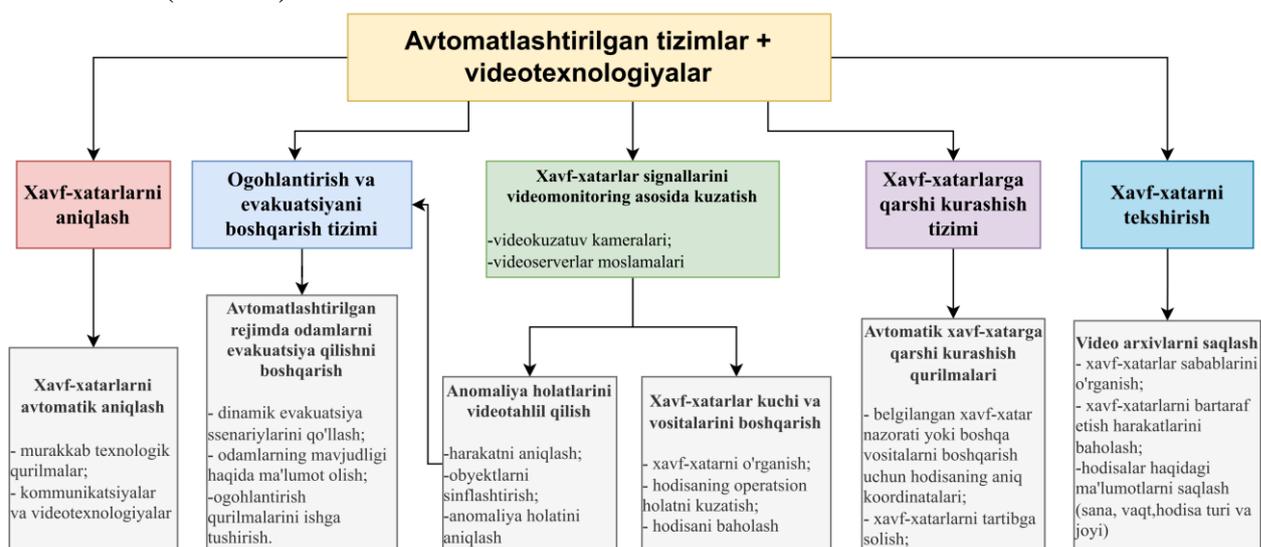
Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, shartli belgilar va atamalar ro'yxati hamda ilovalardan iborat. Dissertatsiya ishining hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublika fan va texnologiyalari rivojining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, maqsad va vazifalar shakllantirilgan, tadqiqot obyekti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ko'rsatib o'tilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, ularning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga tatbiq etilishi, nashr qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

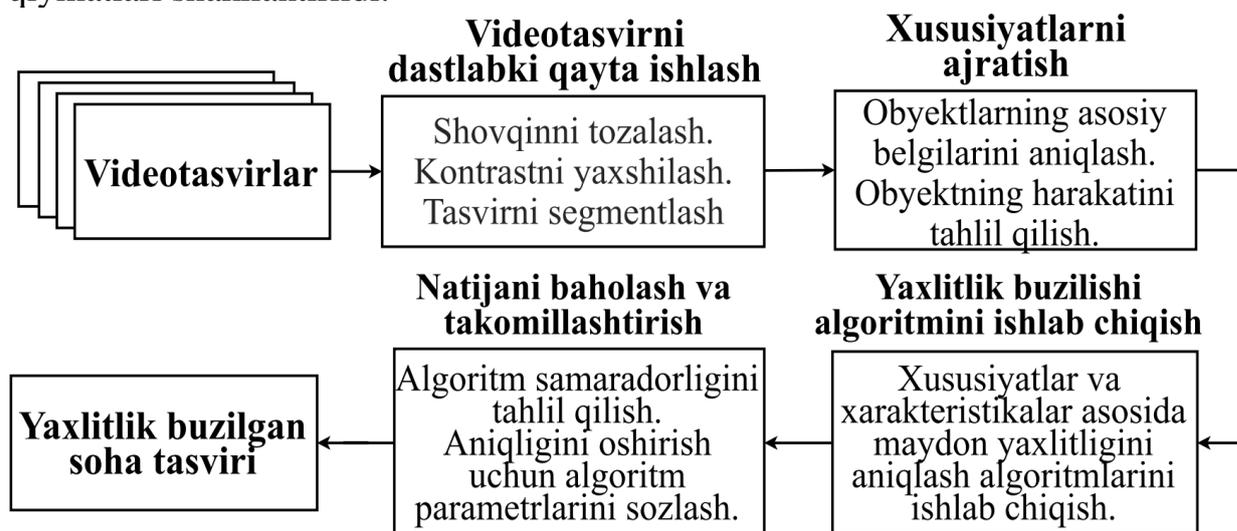
Dissertatsiyaning **“Videoma'lumotlarda xavf-xatarlarni aniqlash usullari, va algoritmlarining tizimli tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida videoma'lumotlarni qayta ishlash tizimlarida xavf-xatarlarni aniqlash usullari tahlili, xavf-xatarlarni aniqlash masalalarida kompyuterli ko'rish yordamida videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlash usullari, xavf-xatarni aniqlash jarayonini boshqarish masalasining qo'yilishi keltirilgan.

1.1-paragrafda videoma'lumotlarni qayta ishlash tizimlarida xavf-xatarlarni aniqlash usullari tahlili keltirilgan. Videokuzatuv tizimlarda xavf-xatarlarni aniqlash, kuzatish, boshqarish va ma'lumotlarni saqlash uchun tizimli tahlil o'tkazildi (1-rasm).



1-rasm. Xavf-xatarlarni aniqlash tizimining umumiy strukturasi

1.2-paragrafda xavf-xatarlarni aniqlash masalalarida kompyuterli ko‘rish yordamida aniqlash usullari, xavf-xatarlarning xususiyatlari va turiga mos bo‘lgan baholash ko‘rsatkichlari hamda amalga oshirilgan usullarning algoritmik samaradorligi keltirib o‘tilgan. Tadqiqot doirasida videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlash yondashuvining kompyuterli ko‘rish asoslangan sxematik ko‘rinishi ishlab chiqilgan (2-rasmga qarang). Taklif qilingan yondashuvni kompyuterli ko‘rish yordamida amalga oshirishda tadqiqot doirasida qo‘yilgan masalaga mos bo‘lgan usullar tanlab olindi, tahlil qilindi va ularning parametrik qiymatlari shakllantirildi.



2-rasm. Videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishining kompyuterli ko‘rishi asosida aniqlash sxemasi

1.3-paragrafda videotasvirda xavf-xatarni aniqlash jarayonini boshqarish masalasi bayon etilgan va uni yechish bosqichlari taklif etilgan. Bunda videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgarishi asosida xavf-xatarni aniqlash masalasining funksional yondashuvi ishlab chiqilgan.

Dissertatsiyaning “**Videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgargan hududlarni aniqlash usullari**” deb nomlangan ikkinchi bobida xavf-xatarlarni aniqlashda obyektlarni sinflashtirishning mavjud usullari tahlili, videokuzatuv maydonining yaxlitligi buzilishining matematik modeli hamda videotasvir modeliga yorug‘lik intensivligining ta’siri bayon etilgan.

2.1-paragrafda xavf-xatarlarni aniqlashda obyektlarni sinflashtirishning mavjud usul va algoritmlari tahlili asosida ularning yutuq va kamchiliklari havola etilgan. Obyektlarni sinflashtirishda K-eng yaqin qo‘shnilar (kNN), qaror daraxtlari hamda tayanch vektorlari usuli (SVM) kabi mashinali o‘qitish algoritmlarining tahlillari, afzalliklari va kamchiliklari keltirilgan.

2.2-paragrafda videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlash modeli taklif etilgan. Model 5 ta bosqichni o‘z ichiga oladi.

1-bosqich. Videotasvirdan fon tasvirini aniqlash va ajratish. Fon tasviridagi piksellar kadrda piksellar intensivliklari yig‘indisining o‘rtacha qiymati orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$B(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i(x, y), \quad (1)$$

bunda $B(x, y)$ – (x, y) nuqtadagi fon piksellarning o‘rtacha qiymati; $I_i(x, y)$ – i -chi kadrda (x, y) nuqtadagi piksel qiymati; N – kadrlar soni.

2-bosqich. Fonni ayirish. Kadrda joriy tasvirdan 1-bosqichda olingan fon tasviri bilan o‘rtasidagi farqni hisoblash orqali yaxlitlik buzilish sohasining dastlabki tasviri quyidagicha aniqlanadi:

$$D(x, y) = |I(x, y) - B(x, y)|, \quad (2)$$

bunda $I(x, y)$ – t -kadrda joriy tasvir; $B(x, y)$ – boshlang‘ich fon tasviridir.

3-bosqich. Piksel yorqinligi gistogrammasini hisoblash. Videotasvirdagi harakatni aniqlashda piksellarning yorqinligi taqsimotini tahlil qilish chegara vazifasini bajaradi va quyidagicha hisoblanadi:

$$H(i) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n I(x, y) * \delta(i - I(x, y)), \quad (3)$$

bunda $H(i)$ – i piksellar yorqinligi uchun gistogramma qiymati; $I(x, y)$ – kadrlar farqidagi (x, y) koordinatali piksel yorqinligi; m va n – tasvir kengligi va balandligi, δ – Dirak funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta(x) = \begin{cases} \text{agar } x = 0 \text{ bo'lsa, } 1 \\ \text{agar } x \neq 0 \text{ bo'lsa, } 0. \end{cases}$$

4-bosqich. Yaxlitlik buzilish zonasini aniqlash. Ushbu bosqichda chegaraviy qiymat beriladi va yaxlitlik buzilgan soha quyidagicha aniqlanadi:

$$Z(x, y) = \begin{cases} \text{agar } |D(x, y) - B(x, y)| > T \text{ bo'lsa } 1, \\ \text{aks holda } 0, \end{cases} \quad (4)$$

bunda $B(x, y)$ – modelning birinchi bosqichida olingan dastlabki fon tasviri; T - harakatni aniqlash uchun tanlangan chegara.

5-bosqich. Videotasvir maydonida yaxlitlik buzilishi modelidan yong‘inni erta aniqlashda foydalanish. Yaxlitlik buzilgan sohada yong‘in aniqlanganda boshqaruv tizimida qayta ishlanishi mumkin bo‘lgan signal hosil bo‘ladi.

2.3-paragrafda gistogrammani normalashtirish asosida yorug‘lik intensivligi o‘zgarishini aniqlash yondashuvi taklif qilingan.

1-bosqich. Videoni o‘qish. Dastlab videotasvirlar o‘qitiladi

$$V(t) = \{I(x, y, t_1), I(x, y, t_2), \dots, I(x, y, t_n)\}, \quad (5)$$

bunda V – videotasvirlar ketma-ketligi; t_1, t_2, \dots, t_n – kadrlarning vaqt belgilari; $I(x, y, t_i)$ – i -kadrda piksel intensivligi.

2-bosqich. Dastlabki ishlov berish. Harakat va intensivlik o‘zgarishini aniqlashda kadrlar ketma-ketligi sifatini yaxshilash va izlanayotgan sohalarini ajratib olish uchun kulrang tasvirga aylantirish, shovqinni yo‘qotish, intensivlikni normalizatsiya qilish, kontrastni kuchaytirish kabi dastlabki ishlov berish amallari bajariladi.

Kulrang tasvirga aylantirish. Kadrlar ketma-ketligidagi RGB tasvirlarni kulrang tasvirga quyidagi ifoda orqali almashtirish bajariladi:

$$I_{kulr}(x, y) = 0.299 * I(x, y, R) + 0.587 * I(x, y, G) + 0.114 * I(x, y, B), \quad (6)$$

Shovqinni yo'qotish. Kulrang tasvirdagi halaqit beruvchi kichik obyektlarni ya'ni shovqinlarni olib tashlash quyidagicha amalga oshirildi:

$$B(x, y) = (G * K)(x, y) = \sum_{i=-a}^a \sum_{j=-b}^b G(x-i, y-j) \cdot K(i, j), \quad (7)$$

bunda $K(i, j) - (i, j)$ pozitsiyadagi Gauss yadrosi elementi; konvolyutsiya amalining

qo'shni piksellari chegaralari quyidagicha aniqlanadi: $a = \frac{K-1}{2}$ va $b = \frac{K-1}{2}$.

Intensivlikni normallashtirish. Ushbu bosqichda kadrlar ketma-ketligida intensivlikni tenglashtirish uchun 2.2-bosqichdagi sifati yaxshilangan kulrang tasvirning *min* va *max* intensivlik qiymatlari olinadi:

$$Min = \min(G), \quad Max = \max(G).$$

So'ngra intensivlik diapazoni hisoblanadi: $Range = Max - Min$.

Kulrang G tasvirning har bir pikseliga quyidagi normallashtirish qo'llaniladi:

$$G_{norm}(x, y) = \frac{G(x, y) - Min}{Range} * 255, \quad (8)$$

Kontrastni kuchaytirish. Tasvir tafsilotlarini yaxshilash uchun kontrastni kuchaytirish bajariladi. Bunda normallashtirilgan kulrang tasvir ustida gistogrammani tekislash amalga oshiriladi.

Tasvir intensivligi G_{norm} gistogrammasi quyidagicha hisoblanadi:

$$H(i) = |\{p \in G_{norm} : p = i\}|, \quad (9)$$

bunda $H(i)$ – i intensivlik uchun gistogramma qiymati; p – normallashtirilgan tasvirdagi piksel intensivligi.

Keyingi qadamda piksel intensivligi diapazonini kengaytirish (10) ifoda bilan shakllantiriladi va yuqori intensivlikli piksellar qiymatlari olish imkonini beradi.

$$E(i) = \left\lfloor \frac{CDF_{norm}(i) - CDF_{min}}{1 - CDF_{min}} \times (L - 1) \right\rfloor, \quad (10)$$

So'nggi bosqichda G_{norm} tasvirning har bir pikseliga gistogrammani tekislash qo'llaniladi:

$$G_{eq}(x, y) = \lfloor CDF_{norm}(G_{norm}(x, y)) * (L - 1) \rfloor, \quad (11)$$

3-bosqich. Konturlarni ajratish. Videotasvirdagi intensivlik o'zgargan sohalarni ajratishda Sobel operatorlaridan foydalaniladi. Bunda intensivlik gradienti tasvirning har bir nuqtasida $G_x = G_{prep} * K_x$ va $G_y = G_{prep} * K_y$ yo'nalishlar bo'yicha aniqlanadi.

Sobel operatori yadro (niqob) matrisalari quyidagicha ifodalanadi:

$$K_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad K_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

Har bir nuqta uchun umumiy intensivlik gradient quyidagicha hisoblanadi:

$$G_{grad}(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2}. \quad (12)$$

Ikkilik tasvirni olishda G_{grad} tasviriga chegaraviy ishlov berish orqali yuqori intensivlik o'zgarish sohasini ajratishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$G_{bin}(x, y) = \begin{cases} \text{agar } G_{grad}(x, y) \geq \tau \text{ bo'lsa } 1, \\ \text{agar } G_{grad}(x, y) < \tau \text{ bo'lsa } 0. \end{cases} \quad (13)$$

4-bosqich. Chegaralarga ishlov berish. Konturlar aniqlagandan so'ng, intensivligi o'zgargan piksellarni aniqlash uchun busag'a o'rnatiladi. Bunday holda, chegara qiymati ishlov berilgan kadrning gistogrammasi asosida hisoblanadi. Intensivligi k bo'lgan piksellar sonini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$hist(k) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [I(i, j) = k], \quad (14)$$

bunda $hist(k)$ – intensivligi k bo'lgan (0 dan 255 gacha) piksellar soni;

Bunda moslashuvchan chegara usulidan foydalanib gistogrammada maksimal intensivlikning ma'lum bir ulushi olinadi:

$$T = p \times \max(hist(k)). \quad (15)$$

$M \times N$ o'lchamdagi ishlov berilgan $I_{proc}(i, j)$ kadrning har bir pikseliga T chegara qiymati bilan solishtirish orqali quyidagi ikkilik tasvir olinadi:

$$\begin{cases} \text{agar } I_{proc}(i, j) \geq T \text{ bo'lsa } B(i, j) = 1 \text{ (obyektga tegishli piksel)}, \\ \text{agar } I_{proc}(i, j) < T \text{ bo'lsa } B(i, j) = 0 \text{ (piksel fonga piksel)}. \end{cases} \quad (16)$$

5-bosqich. Ajratilgan sohalarni birlashtirish. Oldingi bosqichda aniqlangan konturlar to'plami $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ni intensivlik o'zgarishini o'z ichiga olgan sohalar $R_i = (x_i, y_i, w_i, h_i)$ bilan birlashmasi $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ olinadi.

6-bosqich. Yaxlitlik buzilgan sohani ajratishda chegaraviy ishlov berish. Yuqoridagi bosqichda keltirilgan konturlar va intensivlik o'zgarishi birlashmasidan olingan piksellar to'plami $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ ning har bir G_i mintaqasiga chegara qiymat berib, intensivligi chegaradan yuqori bo'lgan piksellar izlanayotgan sohaga tegishli bo'ladi. Natijada $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ qiziqish zonalari to'plami hosil bo'ladi.

Dissertatsiyaning “**Maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi asosida yong'inni erta aniqlash algoritmlari**” nomli uchinchi bobida yong'inni aniqlash jarayonini optimal boshqarish algoritmi, yong'inni rang model bilan aniqlash algoritmlari ishlab chiqilgan hamda yong'inni aniqlashda tashqi muhit ta'sirlari tahlil qilingan.

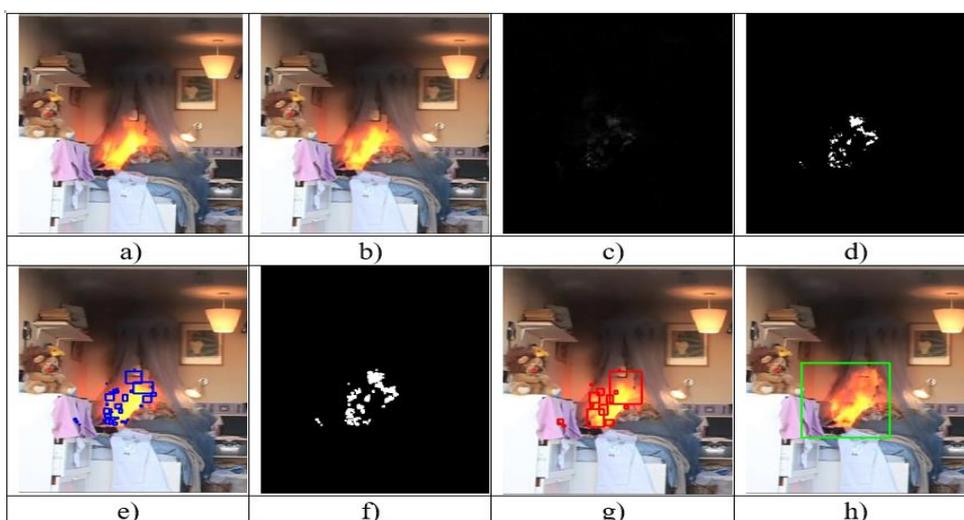
3.1-paragrafda videotasvirda yong‘inni aniqlash jarayonini optimal boshqarish tizimining algoritmi ishlab chiqilgan. Yaxlitlik buzilgan sohani aniqlashda kadrlar farqi usuli takomillashtirildi. Buning uchun ketma-ket kadrlar orasidagi farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_v(x, y) = |F_c(x, y) - F_p(x, y)|, \quad (17)$$

bunda $F_c(x, y)$ – joriy kadr (3(b)-rasm); $F_p(x, y)$ – joriy kaddan oldingi kadr (3(a)-rasm); $F_v(x, y)$ – kadrlar farqi natijasi (3(c)-rasm).

Shovqinni kamaytirishda chegaraviy segmentatsiyalashni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$F_t(x, y) = \begin{cases} \text{agar } F_v(x, y) > \sigma, & \max, \\ \text{aks holda} & 0. \end{cases} \quad (18)$$



3-rasm. Takomillashtirilgan kadrlar farqi usuli natijasi

Natijada ikkita asosiy jihat sezilarli yaxshilandi. Birinchidan, ikkilik tasvirga kengaytirish operatsiyasi kuchaytirilib, tasvirdagi tirqishlar olib tashlandi (4(f)-rasm). Kengaytirish operatsiyasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$F_d(x, y) = \sup \left\{ F_t(x + x', y + y') : (x', y') \in R^2, (x', y') \neq (0, 0) \right\},$$

Ikkinchidan, bir-biriga juda yaqin kichik sohalarni birlashtirish keyingi bosqichlarda algoritmnining samaradorligini oshiradi (3(g)-rasm). Buning uchun koordinata kvadrantiga asoslangan masofani optimallashtirish yordamida kichik konturli sohalarni soni minimallashtirildi.

3.2-paragrafda videotasvirlarda yong‘inni rang model bilan aniqlash algoritmi keltirilgan. Rang videotasvirda olovning intensivligi, harorati va turi kabi xususiyatlari uchun asosiy ko‘rsatkich bo‘lib xizmat qiladi. Ko‘pgina tadqiqotlar videotasvirda yong‘inni aniqlashda rangni tahlil qilishga bag‘ishlangan. Tahlil qilingan usullar asosida videotasvir maydonida olov rangi yuqori intensivlik sohalarni namoyon qiladi. Bunday sohalarda RGB modeldan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Olovga mos xususiyatlarni talqin qilishda HSI modeli samaraliroqdir. Shunday ekan dastlab RGB modeldan HSI modelga almashinish bajariladi.

$$\begin{aligned}
&\text{agar } G \geq B \text{ bo'lsa, } H = \arccos \left[\frac{0.5 * ((R - G) + (R - B))}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right], \\
&\text{agar } B > G \text{ bo'lsa, } H = 360^\circ - \arccos \left[\frac{0.5 * ((R - G) + (R - B))}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right], \quad (19) \\
&\text{agar } R + G + B > 0 \text{ bo'lsa,} \quad S = 1 - \frac{3 * \min(R, G, B)}{R + G + B}, \\
&\text{agar } R + G + B = 0 \text{ bo'lsa,} \quad S = 0, \quad I = \frac{R + G + B}{3}.
\end{aligned}$$

Videotasvirda olov rangidek obyektlarni aniqlashda quyida RGB va HSI modellari uchun tavsiya etilgan qaror shartlaridan foydalaniladi:

- 1-shart: $R > \tau$,
- 2-shart: $R > G > B$,
- 3-shart: $S > 0.2$,
- 4-shart: *motion rect*,

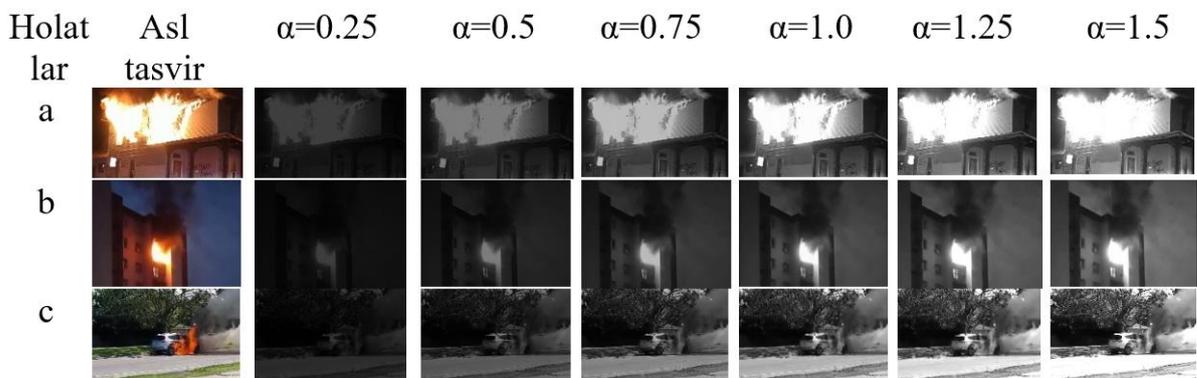
$$F_n = \begin{cases} \text{agar shart1} \cap \text{shart2} \cap \text{shart3} \cap \text{shart4} \text{ bo'lsa, } 1 \text{ (olov piksel),} \\ \text{aks holda, } 0, \text{ (olovga mos bo'lmagan piksel).} \end{cases}$$

Ushbu qaror qabul qilish funksiyasi asosida videotasvirda yaxlitlik buzilgan maydonda olovga mos yuqori intensivlik o'zgarigan soha aniqlanadi.

3.3-paragrafda videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishiga tashqi muhit ta'sirini aniqlash tahlillari ko'rib chiqilgan. Bunda videotasvirda yong'inni aniqlash jarayonida bir qancha tashqi ta'sirlar orqali olingan natijalar ko'rsatilgan. Kam yorug'lik sharoitida yong'in ta'sirini taqlid qiluvchi tasvirlarni olishda lokal tekislashga asoslangan (4-rasmga qarang) Retinex algoritmidan foydalanildi:

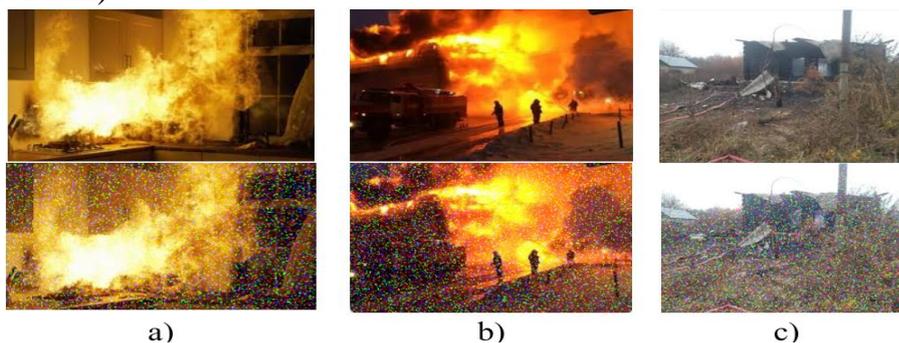
$$R_k(x, y) = \alpha * S + (1 - \alpha)(\log_{S_k}(x, y) - \log[S_k(x, y) * F(x, y)]), \quad (20)$$

bunda $R_k(x, y)$ – k - rangli kanaldagi chiqish tasviri ($k = 1..N$); N – rangli kanallar sonini; α – masshtab koeffitsientini; $S_k(x, y)$ – k-rang kanaldagi kirish tasviri; $F(x, y)$ – Gauss filtri.



4-rasm. Videotasvirlarga Retinex algoritmini qo'llash

Ob-havoning tasiri (yomg‘ir/qor) shakllantirishda tasvirlarga Gauss shovqini kiritilgan (5-rasm).

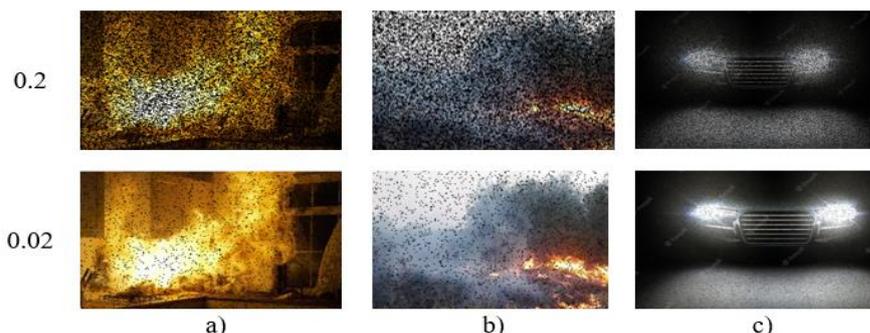


5-rasm. Additiv Gauss shovqinli tasvirlar: (a) – Qalin olovda alangali tasvir, b) – Shaffof alanga izlari bilan o‘ralgan alangali tasvir, (c) – Qo‘shimcha effektlarsiz olovli tasvir

Impulsi “Tuz-qalampir” shovqini videotasvirdagi yong‘inlarni aniqlashda sezilarni ta’sir ko‘rsatadi va quyidagicha ifodalanadi(6-rasm):

$$S(x, y) = A(x, y) + N(x, y), \quad (21)$$

bunda $S(x, y)$ – olov tasviridagi piksel qiymati; $A(x, y)$ – foydali signal (olov tasviri); $N(x, y)$ – tuz-qalampir impuls shovqini.



6-rasm. Tuz-qalampir shovqini: (a) alangali tasvirlar, (b) tutunli olovli tasvirlar, (c)-oddiy yorqinlik

Tasvirlarni xiralashtirish uchun Gauss filitridan foydalanildi. Ushbu tadqiqotda parametrlari $\sigma = 0,84089642$ va $R = 2$ bo‘lgan normallashtirilgan konvolyutsiya matritsasi qo‘llanildi. Tasvir ravshanligini oshirishda Laplas filitridan foydalanildi. Diskret Laplas operatori quyidagicha ifodalanadi:

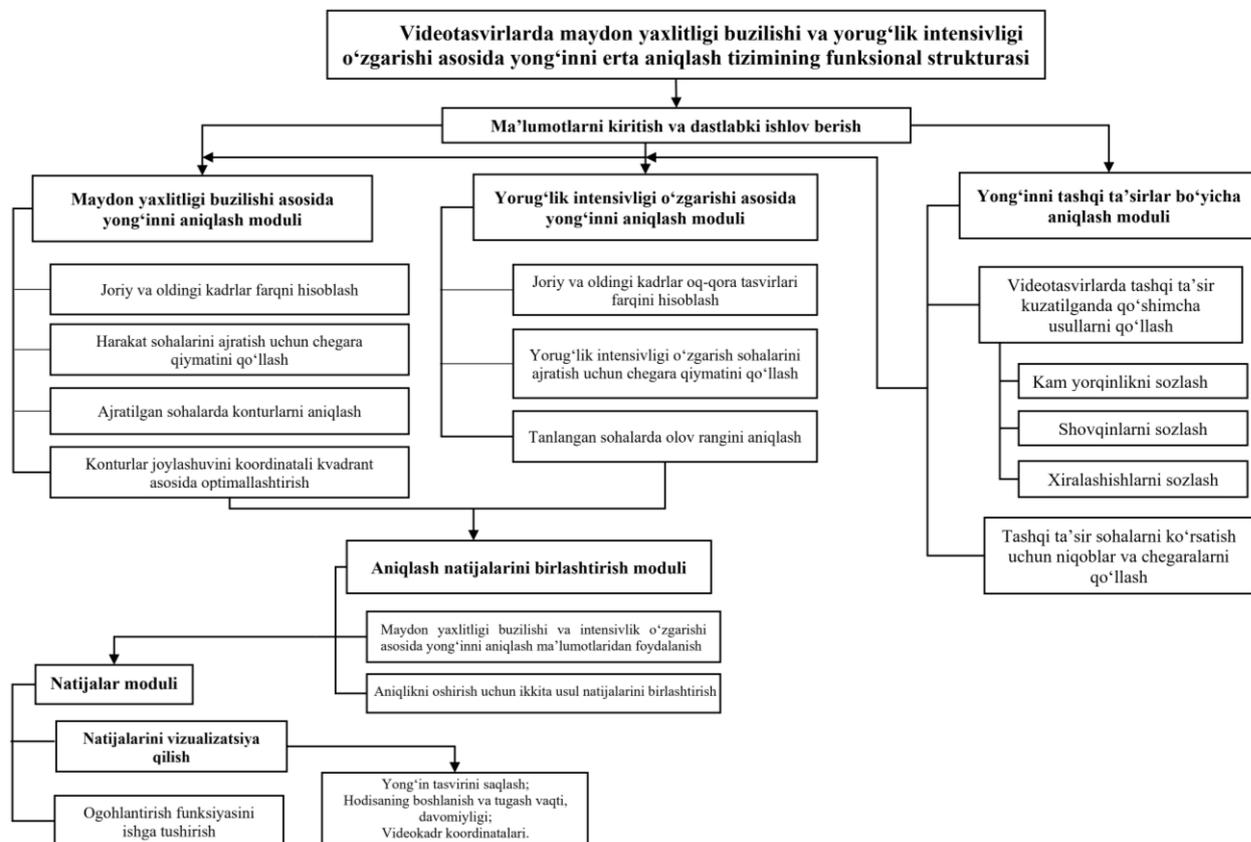
$$\Delta^2 f(x, y) = f(x-1, y) + f(x+1, y) + f(x, y-1) + f(x, y+1) - 4f(x, y), \quad (22)$$

bunda $\nabla^2 f(x, y)$ – koordinatasi (x, y) bo‘lgan piksel uchun Laplas operatorining qiymati; $f(x, y)$ – pikselning yorqinlik qiymati.

Dissertatsiyaning “**Videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishi asosida yong‘inni erta aniqlashni boshqarishning dasturiy modullari**” nomli to‘rtinchi bobida mazkur ishda taklif qilingan algoritmlar asosida ishlab chiqilgan dasturiy ta’minotning tavsiflari hamda tajribaviy tekshirishlar va amaliy tatbiqlarning joriy etilgan natijalari keltirilgan.

4.1-paragrafda videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgarishi asosida yong‘inni erta aniqlashning model, algoritmlari asosida yaratilgan dasturiy ta’minotni ishlab chiqishda foydalanilgan vositalar va

videokuzatuv tizimlarining parametrlari hamda tizimning umumiy funksional sxemasi (7-rasm) keltirilgan. Qolaversa videotasvirlar ma'lumotlar bazalari hamda sinovda foydalanilgan tasvirlar o'lchamlari va turlari keltirilgan. Ishlab chiqilgan dasturiy vosita videotasvirlarga ishlov berishda ikki holat bo'yicha modullarga bo'lingan. Birinchi modul – alohida holatdagi tasvirlarga ishlov berish, ikkinchi modul – videotasvirlar ketma-ketligiga ega bo'lgan videofaylga ishlov berish.



7-rasm. Taklif etilgan tizimning funksional tuzilmasi

Tajribaviy tadqiqotlar uchun an'anaviy videokuzatuv tizimlarida (VKT) videotasvirlarning xususiyatlarini aniqlaydigan ma'lum standartlar va parametrlar qo'llaniladi. Bunda VKTning minimal texnik talablari hisobga olindi (1-jadval).

1-jadval

Minimal texnik talablar

Xarakteristika	Minimal talablar
Videoregistrator turi	Analogli (DVR) yoki tarmoqli (NVR)
Kanallar soni	3
Kadr o'lchami	720p (1280x720 piksel)
Kadr chastotasi	Sekundiga 25 ta kadr
Ma'lumotlarni saqlash	Minimal 1 TB HDD
Protessor	Ikki yadroli protessor
Operativ xotira (RAM)	Minimum 2 GB
Interfeyslar	Ethernet, USB
Videoni siqish	H.264, H.265
Tarmoq imkoniyatlari	Ethernet

4.2-paragrafda videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlash algoritmini muqobil usullar bilan taqqoslash natijalari (2-jadval), yaxlitlik buzilish sxemasi hamda taklif qilingan algoritmnini baholash ko'rsatkichlari keltirilgan.

2-jadval

Mavjud usullar bilan taqqoslash tahlili

Usullar	Noto'g'ri pozitivlar	O'tkazib yuborilgan ijobiy kadrlar	Aniqlik	To'liqlik
Kadrlar farqi usuli	10	5	0.85	0.92
Optik oqim usuli	3	8	0.95	0.88
Takomillashgan usul	2	6	0.98	0.94

4.3-paragrafda mavjud va ishda taklif qilingan algoritmlar asosida ishlab chiqilgan dasturiy vositalarning amaliyotga tatbiqlari natijalari keltirilgan bo'lib, unda videokuzatuv tizimlaridan olingan videotasvirlarda yaxlitlik buzilishi va yorug'lik intensivlik o'zgarishida yong'inni erta aniqlash amaliy masalalari yechilgan. Sinov tajribalarining kam yorug'lik sharoitida (3-jadval), "qor-yong'ir" sharoitida (4-jadval), "tuz-qalampir" impuls shovqini (5-jadval) natijalari keltirilgan.

3-jadval

Kam yorug'likli turli ssenariylarda yong'inni aniqlashda Retinex algoritmining samaradorligini tahlil qilish $\alpha = 0.2$

Videotasvirlar	Kadrlar farqi usuli						Rang filtrlashdan so'ng					
	Mavjud usul			Taklif qilingan usul			Mavjud usul			Taklif qilingan usul		
	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Qalin olov	85,7	14,3	12,7	88,0	12,0	7,70	90,5	9,50	5,30	91,0	9,0	10,2
Shaffof alanga	86,6	13,4	9,90	90,9	9,10	8,90	92,1	7,90	5,60	93,1	6,9	10,4
Qo'shm. ta'sirlarsiz olov tasviri	90,0	10,0	9,00	92,0	8,00	8,60	93,5	6,50	8,20	95,0	5,00	7,00

4-jadval

Videotasvirlarda yong'inni aniqlashning to'g'riligiga yog'ingarchilikning ta'siri tahlili

Video tasvirlar	Kadrlar farqi usuli						Rang filtrlashdan so'ng					
	Mavjud usul			Taklif qilingan usul			Mavjud usul			Taklif qilingan usul		
	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Qalin olov	80,7	19,3	18,6	90,5	9,5	4,32	83,3	16,7	12,6	92,2	8,8	8,23
Shaffof alanga	71,2	28,8	21,4	84,9	15,1	2,34	73,1	26,9	18,2	90,6	9,4	9,54

“Tuz-qalampir” shovqinining turli darajadagi buzilishlar bilan yong‘inni aniqlash algoritmiga ta‘sirini tahlil qilish

Video tasvirlar	Shovqin qiymati	Kadrlar farqi usuli						Rang filtrlashdan so‘ng					
		Mavjud usul			Taklif qilingan usul			Mavjud usul			Taklif qilingan usul		
		TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Qalin olov	5,2	82,9	17,1	17,9	91,2	8,80	11,2	87,7	12,3	11,4	92,0	8,00	10,7
Shaffof alanga		79,2	20,8	20,9	90,4	9,60	9,72	87,8	12,2	18,7	90,3	9,70	8,87
Qalin olov	7,01	81,6	18,4	15,6	90,7	9,3	12,5	85,2	14,8	14,5	91,3	8,7	10,9
Shaffof alanga		78,2	21,8	21,2	89,3	10,7	10,7	84,2	15,8	19,8	89,9	10,1	9,23
Qalin olov	10	80,9	19,1	18,2	88,5	11,5	12,9	82,1	17,9	16,4	90,1	9,9	11,2
Shaffof alanga		75,6	24,4	23,2	86,6	13,4	11,3	81,6	18,4	21,2	87,6	12,4	10,9

Dasturiy vositadan “Jizzax viloyat ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi” boshqarmasi, “Jizzax shahar 32-sonli DMTT”, “Uztransgaz Zirabuloq MGQB” aksiyadorlik jamiyati, hamda “Yuksak bek montaj”, “JUMA STROY” MCHJ larda atrof muhitni va ichki xonalarni videomonitoring tizimlari orqali yozib olingan videoma’lumotlarni tahlil qilib qayta ishlash asosida yong‘in va yong‘inga o‘xshash holatlarni aniqlash masalasini hal etishda foydalanilgan.

Ilovada dissertatsiya ishi natijalarining amaliyotga qo‘llanilganligini tasdiqlovchi xujjatlar, O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligidan EHM uchun yaratilgan dasturlarni rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi haqidagi guvohnomalari keltirilgan.

XULOSA

1. Videoma’lumotlarda xavf-xatarlarni aniqlash usullari va algoritmlarining tizimli tahlili o‘tkazildi. Bunda videotasvirni tahlil qilish va qayta ishlash tizimlarining ishlash jarayonlari, maqsad va vazifalari o‘rganib chiqildi. Videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi sifatida harakatni aniqlash va obyektlarni sinflashtirish masalalari tadqiq qilindi. Videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgarishi asosida xavf-xatarlarni aniqlashni boshqarish modeli taklif etildi.

2. Xavf-xatarni aniqlash jarayonini boshqarishning videotasvirlarda maydon yaxlitligi buzilishini aniqlash va yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflarni aniqlash uchun kompyuterli ko‘rishga asoslangan modeli ishlab chiqildi. Bunda model tasvirga dastlabki ishlov berish, fon va obyektlarni ajratish, kontur chegaralarini aniqlash, soha maydonini aniqlash hamda yaxlitlik buzilgan sohani aniqlash usullarini o‘z ichiga oladi.

3. Xavf-xatarni aniqlash tizimida videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligining o‘zgarishi asosida yong‘inni erta aniqlash boshqaruv modeli va algoritmlari ishlab chiqildi. Taklif qilingan takomillashtirilgan kadrlar

farqi yondashuvi yaxlitlik buzilishini dastlabki belgilarini tezkor aniqlash imkonini beradi.

4. Videotasvirda yaxlitlik buzilgan sohalarni birlashtirishda ikkilik tasvir orqali ishlov berish bosqichida yaxlitlik buzilgan sohada kichik tirqishlarni olib tashlash uchun ikkilik kengaytirish amalini qo'llash taklif etildi. Bir-biriga yaqin joylashgan kichik sohalarni birlashtirib yaxlit soha ko'rinishiga samarali olib kelish imkonini beradigan masofani kvadratlash asosida optimal chegaraviy konturlar sonini minimallashtirish algoritmi ishlab chiqildi.

5. Yaxlitlik buzilgan sohalar ichidan olovga mos sohani ajratib olishda rang model bilan filtrlash bajarildi. Bunda RGB dan HSI rang modeliga almashinish bajarildi. Natijada boshqaruv tizimida yuqori intensivlikka ega bo'lgan olov rangli sohalarni aniqlash tezkorligi oshirildi.

6. Tadqiqotda videotasvirda yong'inni aniqlashda turli xil tashqi omillarning ishlab chiqilgan algoritmlarga ta'siri o'rganildi. Tajriba natijalariga ko'ra ishlab chiqilgan algoritmlar tashqi omillar ta'siriga chidamli va noqulay sharoitlarda ham videotasvirda yong'in holatlari aniqlandi.

7. Videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishi va yorug'lik intensivligi o'zgarishi asosida xavf-xatarlarni aniqlash tizimining dasturiy vositasining funksional strukturasi hamda dasturiy modullari ishlab chiqildi. Dasturiy modullar yong'inni aniqlash jarayonlarini boshqarishda xavflarni erta aniqlash imkonini beradi.

8. Ishlab chiqilgan dasturiy modullari turli manbalardan yozib olingan videotasvirlarda hamda real video oqimlarda sinovdan o'tkazildi. Videmonitoring tizimlarida kuzatuv operatorining videokuzatuv operatorining ishlash vaqtini 10-12% ga qisqartirish va ish unumdorligini 3-5% ga oshirish imkonini berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSC.13/05.05.2023.Т.07.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ДЖИЗАКСКИЙ ФИЛИАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
УЗБЕКИСТАНА ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

ТОЖИЕВ МАЪРУФ РУЗИКУЛОВИЧ

**СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ
НАРУШЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ПОЛЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

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

Ташкент-2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за №В2022.4.PhD/Т3276.

Диссертация выполнена в Джиззакский филиал Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

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

Научный руководитель:

Ахатов Акмал Рустамович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Севинов Жасур Усмонович
доктор технических наук, профессор

Фозилова Мадина Мирхалиловна
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация:

Ташкентский государственный университет транспорта

Защита диссертации состоится «31» июль 2024 г. в 16⁰⁰ часов на заседании Научного совета №DSc.13/05.05.2023.Т.07.03 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; e-mail: ilmiy_kengash@tuit.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (зарегистрирована №318). (Адрес: 100084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-70)

Автореферат диссертации разослан «18» июль 2024 года.
(протокол реестра № 5 от «12» июль 2024 года)



М.М.Камалов
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук,
профессор, академик АН РУз

Н.А.Эгамбердиев
Учёный секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим наукам (PhD)

Н.О.Рахимов
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире уделяется особое внимание задачам обнаружения потенциальных угроз на основе компьютерного анализа видеозаписей, включая выявление нарушений целостности поля и изменения интенсивности освещения на видеокадрах. В настоящее время в развитых странах, таких как США, Китай, Россия, Великобритания, Германия, Франция и Индия, активно разрабатываются и внедряются системы, основанные на изменениях в структуре изображения и освещении, для защиты объектов, транспортных систем и мониторинга территорий, связанных с необходимостью повышения уровня безопасности в различных сферах. Такие системы позволяют быстро реагировать на изменяющиеся условия и своевременно предотвращать опасные ситуации. В этом контексте особое внимание уделяется разработке алгоритмов для анализа изменений интенсивности освещения на видеокадрах, выявлению нарушений целостности поля, а также интеграции этих алгоритмов в автоматизированные системы видеонаблюдения на основе компьютерного зрения.

В мире ведутся научные исследования, направленные на выявление, управление и обеспечение безопасности на основе обработки видеозаписей в системах видеонаблюдения. В данном направлении приоритетными считаются научные исследования, направленные на совершенствование моделей и алгоритмов для раннего обнаружения опасных ситуаций на основе обработки видеозаписей, а также на обеспечение безопасности. Одновременно с этим, важными задачами являются разработка алгоритмов раннего обнаружения на основе современных методов, позволяющих выявлять, отслеживать и понимать потенциальные угрозы в зоне видеонаблюдения с использованием компьютерного зрения без участия человека.

В нашей республике достигаются определенные результаты в разработке и широком внедрении автоматизированных систем, предназначенных для выявления и интеллектуального анализа опасных процессов на основе видеоизображений, полученных из систем видеонаблюдения. В рамках программ «Цифровое правительство» и «Цифровой регион» по цифровизации государственного управления Республики Узбекистан на 2023-2024 годы определены важные задачи, включая «...внедрение комплексов мониторинга для дистанционного отображения данных видеонаблюдения и раннего обнаружения чрезвычайных ситуаций и пожаров...»¹. Для реализации этих задач особенно важно создать эффективные алгоритмы и программное обеспечение, позволяющее выявлять угрозы и улучшать методы обработки и анализа изображений в многофункциональных системах видеонаблюдения и мониторинга.

Данная диссертация послужит в определенной степени реализации задач, предусмотренных указами Президента Республики Узбекистан №УП-6079

¹ Постановление Президента Республики Узбекистан, от 24 мая 2023 года № ПП-162 «О мерах по расширению охвата и повышению качества цифровых услуг, а также цифровой трансформации сфер, отраслей и регионов»

«Об утверждении стратегии Цифровой Узбекистан-2030 и мер по ее эффективной реализации» от 5 октября 2020 года и №УП-4996 «О мерах по созданию условий для быстрого внедрения технологий искусственного интеллекта» от 17 февраля 2021 года, №УП-162 «О мерах по расширению охвата и повышению качества цифровых услуг, а также цифровой трансформации сфер, отраслей и регионов» от 24 мая 2023 года и другими нормативными правовыми актами.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий IV. «Развитие информатизации и информационнокоммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Исследованиями по обработке изображений занимались многие ученые и исследователи мира. Эта задача начала развиваться в конце XX века, и в настоящее время изучаются особенности различных методов обработки 2D и 3D изображений. В частности, Ф. Хуан, А.Е. Четин, Ю. Тореин, Р.П. Богуш, Н.В. Бровко, А.А. Лукьяница занимались ранним обнаружением лесных пожаров, а С.В. Абламейко, Д.М. Лагуновский, Н.И. Мурашко, У.К. Претт, Р.С. Гонсалес, Р.Ю. Вудс и другие зарубежные ученые проводили исследования по сегментации объектов, выделению признаков, распознаванию, отслеживанию объектов и обнаружению событий, и создавали практические алгоритмы.

В развитие теоретических основ распознавания символов и обработки изображений в Узбекистане значительный вклад внесли М.М.Комилов, С.С.Содилов, Ш.Е.Туляганов, Ш.Х.Фозилов, Д.Т.Мухамедиева, А.Х.Нишонов, Н.М.Мирзаев, Н.С.Маматов, С.С.Раджабов.

Современный анализ исследований в области обработки изображений систем видеонаблюдения подчеркивает, что это научное направление в настоящее время является важной темой для исследований. Особенности задач видеонаблюдения делают обработку видеоданных эффективным средством выявления потенциальных угроз и рисков. Однако следует отметить, что вопросы, связанные с разработкой и совершенствованием алгоритмов обработки видеоданных в данной области, пока недостаточно изучены.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование было выполнено в рамках проекта Джизакского филиала Национального университета Узбекистана 60-АФ «Разработка интеллектуального программного продукта «Sound and text transcript» (2021-2023)», который формирует стенограммы на основе распознавания и обработки речевых сигналов.

Цель исследования заключается разработка модели, алгоритмов и ПО для управления обнаружением опасностей на основе анализа изменений поля и интенсивности освещения в видеоизображениях.

Задачи исследования:

анализ методов обработки видеоданных, обнаружения и классификации движущихся объектов в системах мониторинга опасностей;

разработка модели нарушения целостности поля видеоизображения и изменения интенсивности освещенности при управлении процессом обнаружения опасностей;

разработка алгоритма управления процессом обнаружения пожара в системах видеонаблюдения на основе нарушения целостности полей и изменения интенсивности освещения в видеоизображениях.

разработка программных модулей для оптимального управления процессом обнаружения опасностей на основе нарушений полей и изменений освещенности на видеоизображениях, проведение тестовых экспериментов.

Объектом исследования выбраны видеок cadры, на которых обнаружены нарушения целостности поля и изменение интенсивности освещенности.

Предметом исследования являются модель, алгоритмы и система управления обнаружением нарушений целостности полей видеоизображений.

Методы исследования. В процессе исследования использовались теория алгоритмов, распознавание образов, искусственные нейронные сети, теория матриц, математический анализ, численные методы и программирование, методы цифровой обработки изображений

Научная новизна исследования заключается в следующем:

для выявления опасных ситуаций в системах видеонаблюдения разработан алгоритм управления на основе компьютерного зрения с учетом нарушения целостности видеоизображений и изменения интенсивности освещенности;

модель изменения интенсивности освещенности была разработана на основе нарушения целостности поля видеоизображения и нормализации гистограммы при управлении процессом обнаружения опасностей;

разработаны алгоритмы минимизации количества оптимальных границ в системе обнаружения опасностей путем выделения областей с нарушением целостности видеоизображения и изменением интенсивности освещения на основе разницы кадров и квадратуры расстояния;

разработаны алгоритмы и программные модули для системы управления процессом обнаружения пожара на основе динамических изменений области с нарушенной цветовой моделью и пространственно-временных отношений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан алгоритм принятия решений, способствующий предупреждению опасных ситуаций в области, где нарушена целостность видеозображения;

разработан алгоритм обнаружения изменений интенсивности освещенности на основе нормализации гистограммы для выявления пожаров и подобных ситуаций в областях, где нарушена целостность видеозображения;

разработан алгоритм раннего обнаружения пожара на основе цветовой модели фильтрации, анализа пространственно-временных отношений и отклонений формы;

на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов разработаны программные модули, обеспечивающие эффективное решение задачи раннего обнаружения пожара и мониторинга уровня безопасности в режиме реального времени.

Достоверность результатов исследования обеспечивается научными расчетами, теоретическим обоснованием управления опасными процессами на видеоизображениях, использованием проверенных методов и алгоритмов современной теории управления, адекватным применением предложенных методов и алгоритмов для управления процессом обнаружения пожара на видеоизображениях, позитивными результатами теоретических и практических исследований и их соответствием.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость исследования заключается в том, что предложенные алгоритмы для быстрой идентификации и выделения областей с нарушенной целостностью на видеокадрах, а также определения опасности на основе важных признаков способствуют развитию теоретических основ обработки изображений в системах видеонаблюдения.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанное программное обеспечение для систем видеонаблюдения позволяет выработать и применить широкий спектр методов автоматизации процесса выявления опасностей.

Внедрение результатов исследования. На основе предложенной модели, алгоритмов и программных модулей для определения рисков нарушения целостности поля и изменения интенсивности освещения на видеоизображениях:

программный средство алгоритма управления на основе компьютерного зрения для обнаружения опасных ситуаций в системах видеонаблюдения, учитывающий нарушения целостности видеозаписей и изменения интенсивности освещенности, использовался в «Джизакское областное управление экологии, охраны окружающей среды и изменения климата» для оказания помощи операторам видеонаблюдения в раннем обнаружении таких ситуаций, как лесные пожары (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 22 апреля 2024 года №33-8/2620). В результате автоматическое обнаружение пожароопасных ситуаций позволило сократить время работы оператора видеонаблюдения на 10-12% и повысить производительность труда на 3-5%;

программный инструмент алгоритма минимизации числа оптимальных граничных контуров на основе разности кадров и квадратичной меры расстояния при выделении области с нарушением целостности поля видеоизображений и изменением интенсивности света в системе обнаружения опасностей внедрен в систему видеомониторинга территории в ГДОО № 32 города Джизак при отделе дошкольного и школьного образования города Джизак (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 22 апреля 2024 года №33-8/2620). В результате показатель автоматического обнаружения признаков пожара при резких изменениях яркости на

видеоизображениях позволил увеличить его в 1.4 раза по сравнению с обычной системой видеонаблюдения;

программные модули алгоритма управления процессом обнаружения пожара по динамическому изменению целостности, нарушенной цветовой моделью, и пространственно-временным отношениям использованы в АО “Узтрансгаз” Zirabuloq MGQB для раннего обнаружения признаков пожара в условиях низкой яркости в системах видеонаблюдения (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 22 апреля 2024 года №33-8/2620). В результате автоматического обнаружения пожароопасных ситуаций, таких как изменения освещенности и теплового режима участка, где была нарушена целостность в зоне видеонаблюдения, производительность оператора повысилась на 5%. Автоматическое обнаружение пожароопасных ситуаций, изменений освещения и теплового режима на видеозаписи, повысило производительность оператора видеонаблюдения на 5%.

Апробация результатов исследования. Результаты этого исследования были представлены и обсуждались на 4 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По результатам исследования опубликованы 27 научных работ. Из них 6 в журнальных изданиях, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, в том числе 2 в зарубежном и 4 в республиканских журналах, а также получены 3 свидетельства 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 120 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 «**Систематический анализ методов и алгоритмов обнаружения опасностей в видеоданных**» проведен анализ методов обнаружения опасностей в системах обработки видеоданных, а также методов обнаружения нарушений целостности полей в видеоизображениях с использованием компьютерного зрения при выявлении опасностей. В рамках этого анализа был поднят вопрос управления процессом идентификации опасностей.

В параграфе 1.1 представлены результаты анализа методов выявления опасностей в системах обработки видеоданных. Раскрыто назначение и задачи

систем видеонаблюдения. Проведен системный анализ для обнаружения опасностей, мониторинга, управления и хранения данных (рис 1).



Рис 1. Общая структура системы обнаружения опасностей

В параграфе 1.2 представлены методы определения в задачах обнаружения опасностей с помощью компьютерного зрения. Рассматривается алгоритмическая эффективность методов, реализованных в компьютерном зрении, включая показатели оценки, соответствующие типу опасностей. В рамках исследования представлено схематическое изображение подхода к обнаружению нарушений целостности полей видеоизображений на основе компьютерного зрения (см. рис. 2). При реализации предложенного подхода с помощью компьютерного зрения отобраны подходящие для поставленной задачи методы, проанализированы и сформулированы их параметрические значения.



Рис 2. Схема обнаружения нарушений целостности полей видеоизображения на основе компьютерного зрения

В параграфе 1.3 описана проблема управления процессом обнаружения опасностей на видеоизображениях в системах видеонаблюдения и предложены этапы ее решения. При этом разработан функциональный подход к задаче обнаружения опасности, основанный на нарушении целостности полей и изменении интенсивности освещения на видеоизображении.

Во второй главе диссертации «**Методы обнаружения зон нарушения целостности поля и изменения интенсивности яркости на видеоизображении**» проведен анализ существующих методов классификации объектов при обнаружении опасностей, разработана математическая модель

нарушения целостности поля видеонаблюдения и исследовано влияние интенсивности освещения на модель видеоизображения.

В параграфе 2.1 на основе анализа существующих методов и алгоритмов классификации объектов при идентификации рисков, выделены их достижения и недостатки. Приведены результаты анализа преимуществ и недостатков алгоритмов машинного обучения, таких как метод К-ближайших соседей (kNN), деревья решений и метод опорных векторов (SVM) в задачах классификации объектов.

В параграфе 2.2 построена модель нарушения целостности поля видеоизображения, состоящая из 5 этапов.

Этап 1. Определение и вычитание фонового изображения из видеокadra. Пиксели фонового изображения определяются как среднее значение суммы интенсивностей пикселей в кадре следующим образом:

$$B(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i(x, y), \quad (1)$$

где $B(x, y)$ – среднее значение пикселей фона в точке (x, y) ; $I_i(x, y)$ – значение пикселя в точке (x, y) в i -м кадре; N – количество кадров.

Этап 2. Вычитание фона. Вычислив разницу между фоновым изображением, полученным на шаге 1 от текущего изображения в кадре, исходное изображение области нарушения целостности определяется как:

$$D(x, y) = |I(x, y) - B(x, y)|, \quad (2)$$

где $I(x, y)$ – текущее изображение в t -кадре; $B(x, y)$ – фоновое изображение.

Этап 3. Расчет гистограммы яркости пикселей. Анализ распределения яркости пикселей при обнаружении движения в видеоизображении служит пороговым значением и рассчитывается следующим образом:

$$H(i) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n I(x, y) * \delta(i - I(x, y)), \quad (3)$$

где $H(i)$ – значение гистограммы яркости пикселей i ; $I(x, y)$ – яркость пикселя с координатой (x, y) в разности кадров; m и n – ширина и высота изображения, δ – функция Дирака определяется следующим образом:

$$\delta(x) = \begin{cases} \text{если } x = 0, \text{ тогда } 1, \\ \text{если } x \neq 0, \text{ тогда } 0. \end{cases}$$

Этап 4. Определение зоны нарушения целостности. Задается пороговое значение, и зона с нарушенной целостностью определяется таким образом:

$$Z(x, y) = \begin{cases} \text{если } |D(x, y) - B(x, y)| > T, \text{ тогда } 1, \\ \text{иначе } 0. \end{cases} \quad (4)$$

где $B(x, y)$ – исходное фоновое изображение, полученное на первом этапе модели; T – выбранный порог обнаружения движения.

Этап 5. Использование модели нарушения целостности видеопля для раннего обнаружения пожара. При обнаружении пожара в зоне нарушения целостности системы управления формируется сигнал для обработки.

В параграфе 2.3 предложен подход к определению изменения интенсивности освещения на основе нормирования гистограммы.

Этап 1. Считывание видео. Сначала обучают видеоизображение:

$$V(t) = \{I(x, y, t_1), I(x, y, t_2), \dots, I(x, y, t_n)\}, \quad (5)$$

где V – последовательность видеоизображений; t_1, t_2, \dots, t_n – метки времени кадров; $I(x, y, t_i)$ – интенсивность пикселей в i -кадре.

Этап 2. Предварительная обработка. При обнаружении движения и изменения интенсивности выполняются операции, такие как преобразование в оттенки серого, устранение шума, нормализация интенсивности и усиление контраста, чтобы улучшить качество кадров и выделить искомые области.

Преобразование изображения в оттенки серого. Последовательность кадров RGB-изображений преобразуется в изображения в градациях серого:

$$I_{kul}(x, y) = 0.299 * I(x, y, R) + 0.587 * I(x, y, G) + 0.114 * I(x, y, B), \quad (6)$$

Подавление шума. Серое изображение содержит мелкие мешающие объекты, то есть удаление шума производилось следующим образом:

$$B(x, y) = (G * K)(x, y) = \sum_{i=-a}^a \sum_{j=-b}^b G(x-i, y-j) \cdot K(i, j), \quad (7)$$

где $K(i, j)$ – элемент Гауссовского ядра в позиции (i, j) ; границы соседних пикселей операции свертки: $a = (K - 1) / 2$ и $b = (K - 1) / 2$.

Нормализация интенсивности. На данном этапе выравнивается интенсивность в последовательности кадров, извлекаются min и max значения интенсивности улучшенного серого изображения из этапа 2.2.

$$Min = min(G), \quad Max = max(G).$$

Затем рассчитывается диапазон интенсивности: $Range = Max - Min$.

К каждому пикселю серого изображения G применяется следующая нормализация:

$$G_{norm}(x, y) = \frac{G(x, y) - Min}{Range} * 255, \quad (8)$$

Усиление контраста. Для улучшения детализации изображения выполняется усиление контраста. При этом на нормализованном сером изображении проводится выравнивание гистограммы.

Гистограмма интенсивности изображения G_{norm} вычисляется как:

$$H(i) = |\{p \in G_{norm} : p = i\}|, \quad (9)$$

где $H(i)$ – значение гистограммы для интенсивности i ; p – интенсивность пикселей в нормализованном изображении.

На следующем этапе диапазон интенсивности пикселей расширяется по выражению (10), что позволяет получить значения пикселей с высокой интенсивностью.

$$E(i) = \left\lfloor \frac{CDF_{norm}(i) - CDF_{min}}{1 - CDF_{min}} \times (L - 1) \right\rfloor, \quad (10)$$

На последнем этапе к каждому пикселю изображения G_{norm} применяется выравнивание гистограммы:

$$G_{eq}(x, y) = \left\lfloor CDF_{norm}(G_{norm}(x, y)) * (L - 1) \right\rfloor, \quad (11)$$

Этап 3. Выделение контуров. Для выделения областей с измененной интенсивностью на видеокадрах используются операторы Собеля. Градиент интенсивности в каждой точке изображения определяется по направлениям $G_x = G_{prep} * K_x$ и $G_y = G_{prep} * K_y$.

Операторы Собеля матрицы ядра (маски) выражаются как:

$$K_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad K_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

Общий градиент интенсивности для каждой точки вычисляется как:

$$G_{grad}(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2}. \quad (12)$$

Для получения двоичного изображения выделения областей с высоким градиентом интенсивности G_{grad} представляется следующим образом:

$$G_{bin}(x, y) = \begin{cases} \text{если } G_{grad}(x, y) \geq \tau, \text{ тогда } 1, \\ \text{если } G_{grad}(x, y) < \tau, \text{ тогда } 0. \end{cases} \quad (13)$$

Этап 4. Обработка границ. После определения контуров устанавливается порог для выявления пикселей с изменившейся интенсивностью, основанный на гистограмме кадра. Количество пикселей с интенсивностью k выражается так:

$$hist(k) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [I(i, j) = k], \quad (14)$$

где $hist(k)$ – количество пикселей с интенсивностью k (от 0 до 255);

В этом случае с помощью метода адаптивного порога на гистограмме получается определенный процент от максимальной интенсивности:

$$T = p \times \max(hist(k)). \quad (15)$$

Сравнивая обработанный $I_{proc}(i, j)$ размера $M \times N$ с пороговым значением T на каждый пиксель кадра, получается следующее двоичное изображение:

$$\begin{cases} \text{если } I_{proc}(i, j) \geq T, \text{ тогда } B(i, j) = 1 \text{ (пик.прин.объекту)}, \\ \text{если } I_{proc}(i, j) < T, \text{ тогда } B(i, j) = 0 \text{ (пик.прин.фону)}. \end{cases} \quad (16)$$

Этап 5. Объединение выделенных областей. Набор контуров $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$, определенных ранее, объединяется с областями интенсивных изменений $R_i = (x_i, y_i, w_i, h_i)$ для получения набора $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$.

Этап 6. Обработка границ при выделении нарушенной области целостности. Для каждой области G_i из набора пикселей $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$, полученного из контуров и изменений интенсивности, устанавливается пороговое значение. Пиксели с интенсивностью выше порога относятся к искомой области. В результате набор интересующих зон $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$.

В третьей главе диссертации «Алгоритмы раннего обнаружения пожара на основе нарушений целостности поля и изменения интенсивности освещения» разработаны алгоритмы оптимального управления процессом обнаружения пожара на видеоизображении, алгоритмы с использованием цветовой модели и проведен анализ влияния внешних условий.

В параграфе 3.1 разработан алгоритм оптимального управления процессом обнаружения пожара на видеоизображении. Улучшенный метод межкадровой разности при определении областей нарушенной целостности. Для этого разница между последовательными кадрами определяется как:

$$F_v(x, y) = |F_c(x, y) - F_p(x, y)|, \quad (17)$$

где $F_c(x, y)$ – текущий кадр (рис. 3(б)), $F_p(x, y)$ – кадр перед текущим кадром (рис. 3(а)), $F_v(x, y)$ – результат разности кадров (рис. 3(с)).

Снижение шума и сегментация выражаются следующим образом:

$$F_t(x, y) = \begin{cases} \text{если } F_v(x, y) > \sigma, \text{ max,} \\ \text{иначе } 0. \end{cases} \quad (18)$$

В результате значительно улучшены два основных аспекта. Во-первых, усилена операция расширения бинарного изображения для удаления трещин на изображении (рис. 3(ф)) и определяется следующим уравнением:

$$F_d(x, y) = \sup \{ F_t(x + x', y + y') : (x', y') \in R^2, (x', y') \neq (0, 0) \},$$

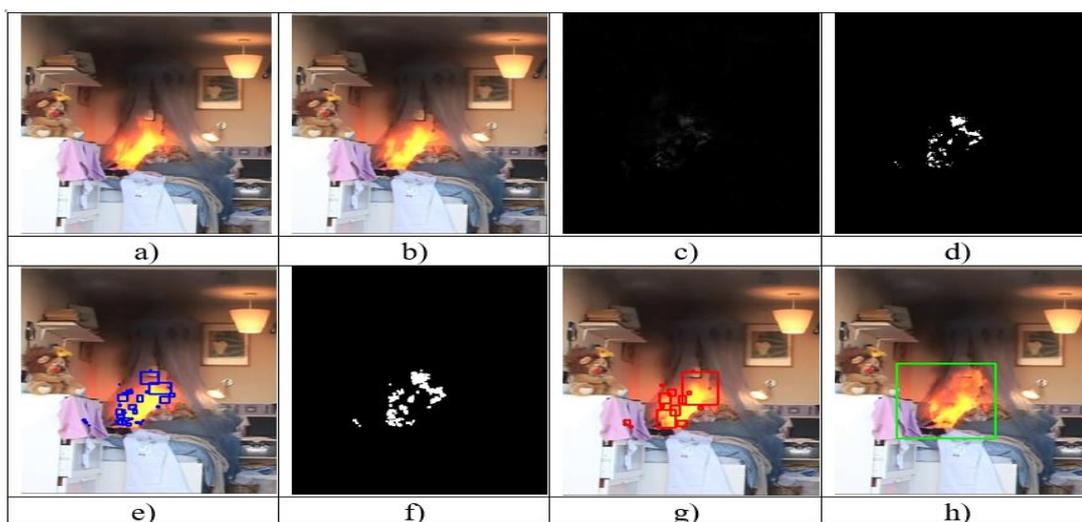


Рис 3. Результат улучшенного метода разности кадров

Во-вторых, объединение небольших зон, находящихся в близости друг от друга, повышает эффективность алгоритма на последующих этапах (рис. 3(g)). Количество областей с небольшими контурами было минимизировано путем оптимизации расстояния между ними на основе координатного квадранта.

В параграфе 3.2 представлен алгоритм обнаружения пожара на видеоизображении с использованием цветовой модели. Цвет является основным показателем интенсивности, температуры и типа пожара на видеоизображении. Многие исследования посвящены анализу цвета при обнаружении пожара на видео. Цвет пламени на видеоизображении показывает области высокой интенсивности. В таких областях использование модели RGB нецелесообразно. Модель HSI более эффективна для интерпретации характеристик пламени. Поэтому изначально выполняется переход от цветовой модели RGB к модели HSI.

$$\begin{aligned}
 & \text{если } G \geq B, \text{ тогда } H = \arccos \left[\frac{0.5 * ((R - G) + (R - B))}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right], \\
 & \text{если } B > G, \text{ тогда } H = 360^\circ - \arccos \left[\frac{0.5 * ((R - G) + (R - B))}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right], \quad (19) \\
 & \text{если } R + G + B > 0, \quad \text{тогда} \quad S = 1 - \frac{3 * \min(R, G, B)}{R + G + B}, \\
 & \text{если } R + G + B = 0, \text{ тогда } S = 0, \quad I = \frac{R + G + B}{3}.
 \end{aligned}$$

При обнаружении объектов, таких как цвет пламени, на видеоизображении используются следующие условия принятия решения для моделей RGB и HSI:

Условие 1: $R > \tau$,

Условие 2: $R > G > B$,

Условие 3: $S > 0.2$,

Условие 4: *motion rect*,

$$F_n = \begin{cases} \text{если усл1} \cap \text{усл2} \cap \text{усл3} \cap \text{усл4}, \text{ тогда } 1 \text{ (огненный пиксель)}, \\ \text{иначе, } 0 \text{ (пиксель, не подходящий для пламени)}. \end{cases}$$

На основе данной функции в области с нарушенной целостностью определяется зона с высокой интенсивностью, соответствующей пламени.

В параграфе 3.3 рассмотрен анализ влияния внешней среды на нарушение целостности поля на видеоизображениях. Приведены результаты воздействия различных факторов в процессе обнаружения пожара. Для получения изображений, имитирующих пожар при низкой освещенности, использовался алгоритм Retinex, основанный на локальном выравнивании (см. рис. 4):

$$R_k(x, y) = \alpha * S + (1 - \alpha)(\log_{S_k}(x, y) - \log[S_k(x, y) * F(x, y)]), \quad (20)$$

где $R_k(x, y)$ – выходное изображение в цветовом канале k ($k = 1..N$); N – количество цветовых каналов; α – масштабный коэффициент; $S_k(x, y)$ – входное изображение в цветовом канале k ; $F(x, y)$ – фильтр Гаусса.

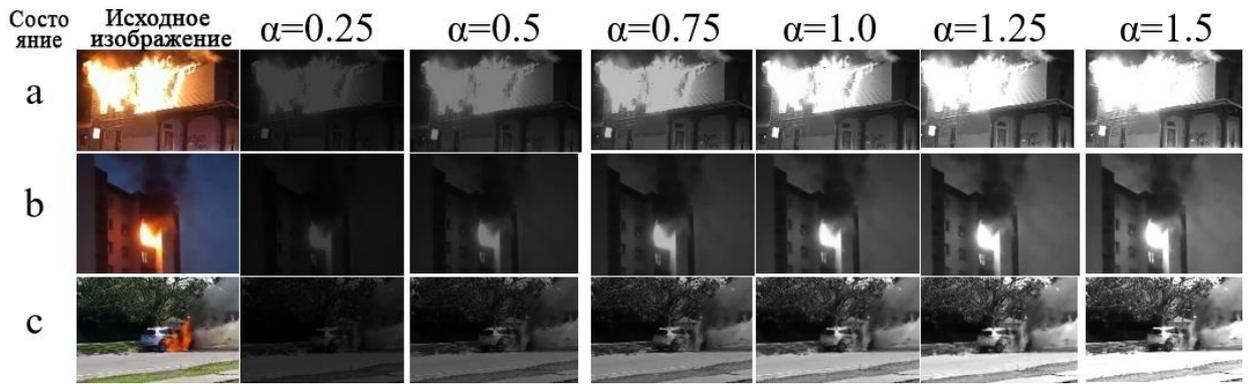


Рис 4. Применение алгоритма Retinex к видеоизображениям

Гауссов шум внедряется в изображения при создании эффекта погоды (дождь/снег) (рис. 5).

Импульсный шум «соль-перец» оказывает значительное влияние на процесс обнаружения пожаров и представлен следующим образом (см. рис. 6):

$$S(x, y) = A(x, y) + N(x, y), \quad (21)$$

где $S(x, y)$ – значение пикселя изображения пламени; $A(x, y)$ – полезный сигнал (изображение огня); $N(x, y)$ – импульсный шум типа «соль-перец».

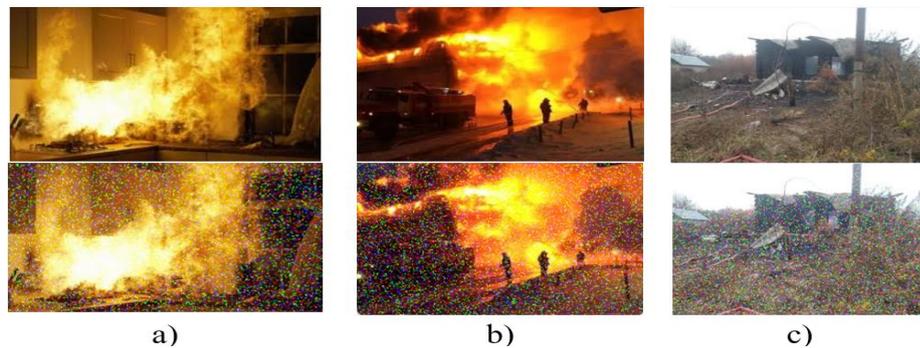


Рис 5. Аддитивного гауссовского шума: (а) –изоб. пламени в густом пламени, (б) – изоб.пламени, окруженного прозрачными следами пламени, (с) – изоб. пламени без дополнительных эффектов

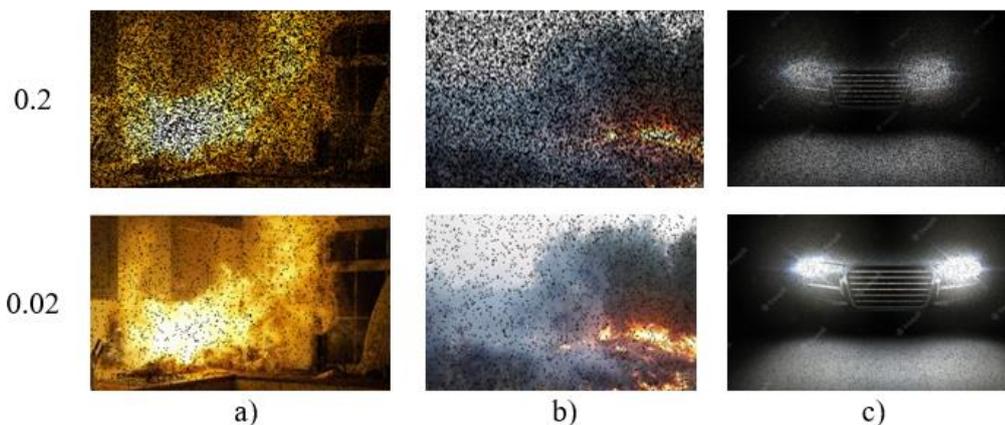


Рис. 6. Шум соли и перца: (а) изображение пламени, (б) изображение дымного огня, (с) изображение с нормальной яркостью.

Для размытия изображений использовался фильтр Гаусса. В исследовании применялась нормализованная матрица свертки с параметрами $\sigma = 0,84089642$ и $R = 2$. Увеличения четкости изображения применен фильтр Лапласа, где дискретный оператор Лапласа выражается следующим образом:

$$\Delta^2 f(x, y) = f(x - 1, y) + f(x + 1, y) + f(x, y - 1) + f(x, y + 1) - 4f(x, y), \quad (22)$$

где $\nabla^2 f(x, y)$ – значение оператора Лапласа для пикселя с координатами (x, y) ; $f(x, y)$ – значение яркости пикселя.

В четвертой главе диссертации «**Программные модули управления ранним обнаружением пожара на основе нарушения целостности поля на видеоизображениях**» представлены описания программного обеспечения, разработанного на основе предложенных алгоритмов, а также результаты экспериментальных проверок и практических применений.

В параграфе 4.1 представлены средства, использованные при разработке программного обеспечения для раннего обнаружения пожара на основе нарушения целостности области и изменения интенсивности освещения в видеозаписях, а также параметры видеонаблюдательных систем и общая функциональная схема системы (рисунок 7). Кроме того, представлены базы данных видеоизображений, а также размеры и типы изображений, использованные в тестировании. Разработанное программное средство для обработки видеоизображений разделено на два модуля. Первый модуль — обработка отдельных изображений, второй модуль — обработка видеофайлов с последовательностью видеок кадров.



Рис. 7. Функциональная структура разработанной системы

Для экспериментальных исследований используются определенные стандарты и параметры, характеристики в традиционных системах видеонаблюдения (ТСВ). Параметры ТСВ в данной работе следующие:

- Разрешение видео: 720p (1280x720 пикс) или 1080p (1920x1080 пикс);

-Частота кадров: 25 кадров в секунду (25 fps) для телевизионного вещания в системе PAL и 30 кадров в секунду (30 fps) в системе NTSC и цифровом видео. Технические требования СВН учитывались следующим образом (см. табл. 1).

Таблица 1

Минимальные технические требования

Характеристика	Минимальные требования
Тип видеорегистратора	Аналоговый (DVR) или ленточный (NVR)
Количество каналов	3
Размер кадра	720p (1280x720 пикселей)
Частота кадров	25 кадров в секунду
Хранилище данных	Минимум 1 ТБ HDD
Процессор	Двухъядерный процессор
ОЗУ	Минимум 2 ГБ
Интерфейсы	Ethernet, USB
Сжатие видео	X.264, X.265
Возможности сети	Ethernet

В параграфе 4.2 приведены результаты сравнения алгоритма обнаружения нарушения целостности поля на видеоизображениях с альтернативными методами (табл. 2), схема нарушения целостности, а также показатели оценки предложенного алгоритма.

Таблица 2

Сравнительный анализ с существующими методами

Методы	Ложные позитивы	Упущенные позитивные кадры	Точность	Полнота
Разности кадров	10	5	0.85	0.92
Оптического потока	3	8	0.95	0.88
Модифицированный м.	2	6	0.98	0.94

В параграфе 4.3 представлены результаты применения разработанных программных средств на основе существующих и предложенных алгоритмов для решения задач раннего обнаружения пожара при нарушении целостности и изменении интенсивности освещения на видеоизображениях систем видеонаблюдения. Приведены результаты тестов в условиях низкой освещенности (табл. 3), «снег-дождь» (табл. 4) и импульсных помех «соль-перец» (табл. 5).

Таблица 3

Анализ эффективности алгоритма Retinex при обнаружении пожара в различных сценариях слабой освещенности $\alpha=0,2$

Видео изображения	Метод разности кадров						После цветовой фильтрации					
	Существующий метод			Предлагаемый метод			Существующий метод			Предлагаемый метод		
	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Густой огонь	85,7	14,3	12,7	88,0	12,0	7,70	90,5	9,50	5,30	91,0	9,0	10,2
Прозрач. пламя	86,6	13,4	9,90	90,9	9,10	8,90	92,1	7,90	5,60	93,1	6,9	10,4
Изоб.огня без доп. эффектов	90,0	10,0	9,00	92,0	8,00	8,60	93,5	6,50	8,20	95,0	5,00	7,00

Таблица 4

**Анализ влияния осадков на точность обнаружения пожара на
видеоизображениях**

Видео изображения	Метод разницы кадров						После цветовой фильтрации					
	Существующий метод			Предлагаемый метод			Существующий метод			Предлагаемый метод		
	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Густой огонь	80,7	19,3	18,6	90,5	9,5	4,32	83,3	16,7	12,6	92,2	8,8	8,23
Прозрачное пламя	71,2	28,8	21,4	84,9	15,1	2,34	73,1	26,9	18,2	90,6	9,4	9,54

Таблица 5

**Анализ воздействия шума «соль и перец» на эффективность алгоритма
обнаружения пожара при различных уровнях искажений**

Видео изображения	Шум	Метод разницы кадров						После цветовой фильтрации					
		Существующий метод			Предлагаемый метод			Существующий метод			Предлагаемый метод		
		TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN	TP	FP	FN
Густой огонь	5,2	82,9	17,1	17,9	91,2	8,80	11,2	87,7	12,3	11,4	92,0	8,00	10,7
Прозрачное пламя		79,2	20,8	20,9	90,4	9,60	9,72	87,8	12,2	18,7	90,3	9,70	8,87
Густой огонь	7,01	81,6	18,4	15,6	90,7	9,3	12,5	85,2	14,8	14,5	91,3	8,7	10,9
Прозрачное пламя		78,2	21,8	21,2	89,3	10,7	10,7	84,2	15,8	19,8	89,9	10,1	9,23
Густой огонь	10	80,9	19,1	18,2	88,5	11,5	12,9	82,1	17,9	16,4	90,1	9,9	11,2
Прозрачное пламя		75,6	24,4	23,2	86,6	13,4	11,3	81,6	18,4	21,2	87,6	12,4	10,9

Программное обеспечение использовалось для решения задачи обнаружения пожаров и подобных ситуаций на основе анализа и обработки видеоданных, записанных с помощью видеомониторинговых систем в следующих организациях: управление «Экологии и охраны окружающей среды и изменения климата Джизакской области», «ГДОО №32 города Джизак», АО «Узтрансгаз Зирабулок MGQB», а также «Yuksak bek montaj» и «JUMA STROY».

В приложении представлены документы, подтверждающие применение результатов диссертационной работы на практике, а также свидетельства о официальной регистрации программ для ЭВМ в Агентстве интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен системный анализ методов и алгоритмов обнаружения опасностей в видеоданных. Рассмотрены рабочие процессы, цели и задачи систем анализа и обработки видеоизображений. Исследованы задачи обнаружения движения и классификации объектов как нарушений целостности полей в видеоизображении. Предложена модель управления обнаружением опасностей на видеоизображении, основанная на нарушениях целостности поля и изменении интенсивности освещенности.

2. Разработана модель управления процессом обнаружения опасностей на основе компьютерного зрения, позволяющая обнаруживать нарушения целостности полей на видеоизображениях и выявлять возможные опасности. При этом модель включает в себя методы предварительной обработки изображения, разделения фона и объекта, обнаружения границ контура, обнаружения области поля и методы обнаружения нарушения целостности.

3. В системе обнаружения опасностей разработаны модель управления и алгоритмы раннего обнаружения пожара, основанные на нарушении целостности поля и изменении интенсивности яркости видеоизображении. Предложенный модифицированный метод разности кадров позволяет оперативно определить первичные признаки нарушений целостности.

4. При объединении поврежденных областей на видеоизображении на этапе обработки бинарного изображения для удаления небольших трещин предложено использование операции бинарной дилатации. Разработан алгоритм минимизации оптимального количества граничных контуров на основе квадратной метрики расстояния позволяющий эффективно объединять близко расположенные участки изображения в единую целостную область.

5. При извлечении соответствующей области пламени из областей с нарушением целостности проведена фильтрация по цветовой модели. Осуществлен переход с модели RGB на HSI. В результате в системе управления достигнута оперативность обнаружения областей с высокой интенсивностью цвета пламени.

6. Изучено влияние различных внешних факторов на алгоритмы обнаружения пожара на видеозаписи. Результаты эксперимента показали устойчивость алгоритмов к воздействию внешних факторов, а случаи возгорания выявлены на видеозаписи даже в неблагоприятных условиях.

7. На основе изменений целостности поля и интенсивности освещенности видеоизображений разработана функциональная структура и программные модули системы обнаружения опасностей, позволяющих достичь раннего обнаружения опасностей при управлении процессами обнаружения пожара.

8. Разработанные программные модули протестированы на видеозаписях различных источников и реальных видеопотоках. Достигнуто сокращение времени работы оператора видеонаблюдения на 10-12% и повышение производительности труда на 3-5%.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSC.13/05.05.2023.T.07.03 AT TASHKENT UNIVERSITY OF
INFORMATION TECHNOLOGIES**

**JIZZAKH BRANCH OF NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN
NAMED AFTER MIRZO ULUGBEK**

TOJIEV MARUF RUZIKULOVICH

**HAZARD RECOGNITION SYSTEM BASED ON FIELD INTEGRITY
VIOLATION AND CHANGES IN LIGHTING INTENSITY ON A VIDEO
IMAGE**

05.01.02 – System analysis, management and information processing

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

Tashkent-2024

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme attestation commission at the Ministry of higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under №B2022.4.PhD/T3276.

The dissertation has been prepared at Jizzakh branch of National university of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.

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

Scientific adviser: **Axatov Akmal Rustamovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Sevinov Jasur Usmonovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Fozilova Madina Mirxalilovna,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

Leading organization: **Tashkent State Transport University**

The defense will take place on “31” July 2024 at 16⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council No. DSC.13/05.05.2023.T.07.03 at Tashkent University of Information Technologies. (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, e-mail: ilmiy_kengash@tuit.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information-Resource Centre of Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. 318). (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-70).

Abstract of dissertation sent out on “18” July 2024 y.
(mailing report No. 5 on “12” July 2024 y.).



M.M.Kamilov
Chairman of the Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

N.A.Egamberdiev
Scientific secretary of Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Philosophy in Technical Sciences(PhD)

N.O.Rakhimov
Chairman of the scientific seminar under the Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Docent

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is the development of a model, algorithms and software for managing hazard detection processes based on the analysis of field integrity violations and changes in lighting intensity in video images.

The object of the research work is selected video frames, which revealed violations of the integrity of the field and changes in the intensity of illumination.

The scientific novelty of the research work:

to detect dangerous situations in video surveillance systems, a control algorithm based on computer vision was developed, taking into account the disruption of video image integrity and changes in light intensity.

a model for changes in light intensity was developed based on the disruption of the video image field integrity and histogram normalization when managing the hazard detection process.

algorithms have been developed to minimize the number of optimal boundaries in the hazard detection system by identifying areas with violation of the integrity of the video image and changes in lighting intensity based on the difference in frames and the quadrature of the distance;

algorithms and software modules for a fire detection management system based on dynamic changes in areas disrupted by the color model and spatial-temporal relationships have been developed.

Implementation of the research results. Based on the proposed models, algorithms and software modules designed to detect hazards based on violation of field integrity and changes in the brightness intensity of video images:

the software tool for a control algorithm based on computer vision for detecting dangerous situations in video surveillance systems, which accounts for disruptions in video recording integrity and changes in light intensity, was utilized by the Jizzakh Regional Department of Ecology, Environmental Protection, and Climate Change. This tool assists video surveillance operators in the early detection of situations such as forest fires (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated April 22, 2024 No. 33-8/2620). As a result, automatic detection of fire-hazardous situations reduced the operator's workload by 10-12% and increased labor productivity by 3-5%.

the software tool for the algorithm minimizing the number of optimal boundary contours based on frame differences and squared distance measures for highlighting areas with disrupted field integrity and changes in light intensity in a hazard detection system has been implemented in the area video monitoring system at Jizzakh City Preschool and School Education Department No. 32 (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated April 22, 2024 No. 33-8/2620). As a result, the indicator for automatic fire detection in cases of abrupt brightness changes in video images increased by 1.4 times compared to the conventional video surveillance system;

the program modules of the fire detection process control system algorithm, based on dynamic changes in areas of integrity violation filtered by the color model and space-time relationships, have been implemented in the video surveillance systems of "Zirabulok MGQB" under "Uztransgaz" JSC for early fire sign detection

in low brightness conditions (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated April 22, 2024 No. 33-8/2620). As a result, the automatic detection of fire-like situations, such as low light and changes in the thermal regime in video recordings, has increased the productivity of the video surveillance operator by 5%.

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

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Akhatov A.R., Tojiyev M.R., Tojiyev A.X., Baratov J.P., Shirinboyev R.Sh. A system for early detection of fire based on violations of field integrity in video surveillance.// Journal of Computer Science Engineering and Information, 2023. – Vol. 13, Issue 2. – P.75-86. (05.00.00; Osiyo mamlakatlarni nashri №28).

2. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Gradient descent in machine learning.// IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies: applications, trends and opportunities (ICISCT). – 2021. (05.00.00; 30.10.2021 № 525 son OAK Rayosatining qarori).

3. A.Axatov, M.Tojiyev. A model for detecting areas with changed light intensity in a video image. // Bulletin of National University of Uzbekistan: mathematics and natural sciences. – Toshkent, 2023. – B. 46-50. (283/7.1-son OAK Rayosatining qarori).

4. A.Axatov, M.Tojiyev. Video image fire detection algorithm based on spatiotemporal relationships. // Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali. – Vol. 1, Issue 3, – Toshkent, 2023. – B. 85-93. (05.00.00; 4.06.2023 №363/9 son OAK Rayosatining qarori).

5. A.Axatov, M.Tojiyev, R.Shirinboyev. Yong'inni videotasvirda rangli filtrlash bilan intensivlik o'zgarishi asosida aniqlash. // Ilm-fan va innovatsion rivojlanish. Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash. – Toshkent, 2023. №2. – B. 5-21. (28.02.2019; № 262/9.2 son OAK Rayosatining qarori).

6. Axatov A, M.Tojiyev. Videotasvirda maydon yaxlitligi buzilishi bo'yicha yong'inni rang modellar asosida aniqlash. // The scientific journal vehicles and roads. №4. Toshkent-2022. – B. 23-30. (30.07.2020; № 283/7.1 son OAK Rayosatining qarori).

II bo'lim (II часть; II part)

7. Tojiyev M.R. Hazard recognition system based on violation of the integrity of the field and changes in the intensity of illumination on the video image. // International conference on information science and communications technologies (ICISCT 2022).

8. A.Axatov, M.Tojiyev. Fazo-vaqt tahlili va tayanch vektor mashinasi asosida yong'inni tezkor aniqlash algoritmi. //SamDU Ilmiy axborotnomasi. – Samarqand, 2023. – № 1(137/1). – B.18-25.

9. Ахатов А.Р., Тожиев М.Р. Автоадаптивное обнаружение краев поврежденной области на видеоизображении на примере огня и пламени //Печатается по решению редакционно-издательского совета Елецкого государственного университета им. ИА Бунина от 22.02. 2023 г., протокол № 1 Редколлегия: ОН Масина, доктор физико-математических наук, доцент. – 2023. – С. 105.

10. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Компьютерное зрение как средство извлечения информации из видеоряда. //ARES academic research in educational sciences. ISSN 2181-1385. - Vol2, Issue 9, -2021. – P. 582-585.
11. Тожиев М. Автоадаптивное выделение границ поврежденной области на видеоизображении: анализ огня и пламени с помощью компьютерного зрения. //Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami (2023-yil 13-oktabr). – С. 36-39.
12. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Image segmentation in open cv and python. //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 2020. ISSN: 2249-7137. – Vol.10, Issue 12.
13. Axatov A., Tojiyev M., Shirinboyev R., Bobolov J. Correction of integrity violations in the video image area using the retinex algorithm. //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research, (2023 Special Issue), – P. 162–172.
14. Боболов Д., Донабоев Д. Алгоритм определения и выделения координат ярких участков изображения. //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami (2023-yil 19-20-may). – B.157-160.
15. Ахатов А, Тожиев М. Обнаружение пожара в реальном времени на основе алгоритма случайных полей Маркова. //Algoritmlar va dasturlashning dolzarb muammolari. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. 2023. – B. 40-42.
16. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Raqamli grafikada ultrapixel texnologiyasidan foydalanish. //O‘zbekistonda ilm-fan va ta’lim: muammo va istiqbollar professor-o‘qituvchilar, xodimlar va talabalar o‘rtasidagi II-onlayn ilmiy-amaliy konferensiyasi ilmiy – ommabop maqolalar to‘plami Jizzax -2021. -B.21-24.
17. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Harakatdagi obyektни ajratishda ranglarni intuitsionistik qat’iymas klasterizatsiyalash modeli. //Ta’limda zamonaviy axborot texnologiyalari Jizzax-2021. – B. 218-221.
18. M.Tojiyev, O.D.Primqulov, D.R.Xasanov. Opencv pythonida k-means algoritmi bilan tasvirlarga ishlov berish. //Zamonaviy tadqiqotlar, innovatsiyalarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar. 2021y. 29-35b.
19. M.Tojiyev, R.Shirinboyev, M.Sulaymonova. OpenCV kutubxonasida tasvirlarga rang modellari bilan ishlov berish. //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami. – Jizzax, 2022. – B. 212-215.
20. Tojiyev M.R., Ulug‘murodov Sh.A.B, Shirinboyev R.Sh. Tasvirlar sifatini yaxshilashning chiziqli kontrast usuli. //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami – Jizzax, 2022. – B. 215-217.

21. M.Tojiyev, R.Shirinboyev. Neyron tarmoq algoritmlari yordamida murakkab fondagi belgilarni aniqlash algoritmlari. //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. 2022. – P. 238-241.

22. Axatov A.R., Tojiyev M.R., Shirinboyev R.Sh. Konvolyutsion neyron tarmog‘i asosida video tasvirdan yong‘inni erta aniqlash. //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research, 2022, – P.128–132.

23. M.Tojiyev, R.Shirinboyev, J.Babolov. Image segmentation by otsu method //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2023. – №. Special Issue. – С. 64-72.

24. Тожиев М., Боболов Д., Донабоев Д. Методы сегментации видеоизображения на основе марковских случайных полей. //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami. 2023. – B.160-164.

25. Mamaraufov O.A., Tojiev M.R. Harakatdagi ob‘ektni tanib olishda tasvir sifatini baholash mezonini //Respublika oliy ta‘limida amalga oshirilayotgan islohotlarning istiqbollari: Res.il.-a.konf.mat.to‘p. –Toshkent, 2017. – B.391-394.

26. A.R.Axatov, M.Tojiyev, Ulug‘murodov Sh.A.B, Videotasvirda maydonlar yaxlitligi buzilishi va yorug‘lik intensivligi o‘zgarishi asosida yong‘inni aniqlash dasturiy vositasi, O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 15425. 06.04.2022.

27. A.R.Axatov, M.Tojiyev, Shirinboyev R., Bir o‘lcham masshtabli Retinex algoritmi bilan video tasvir maydoni yorqinligini yaxshilash, O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 2022 4920. 07.11.2022.

28. A.R.Axatov, M.Tojiyev, J.Babolov, D.Donaboyev, Otsu usuli asosida video tasvirlar ketma-ketligida yaxlitligi buzilgan maydonni avtomatik aniqlash dasturi, O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma № DGU 2023 4047. 03.05.2023.

Avtoreferat «Muhammad al-Xorazmiy avlodlari» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.

