

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**  
**DSc.13/30.12.2019.T.07.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**KARIMOV ASROR AKBAROVICH**

**HARAKATDAGI TRANSPORT VOSITALARINI FOTO VA VIDEO QAYD**  
**ETISH ORQALI MASOFAVIY MONITORING QILISH TIZIMINI**  
**TADQIQ ETISH HAMDA ISHLAB CHIQISH**

05.04.02 – Radiotexnika, radionavigatsiya, radiolokatsiya va televideniye tizimlari va qurilmalari.  
Mobil, tola-optik aloqa tizimlari

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

**Toshkent – 2025**

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

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

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

**Karimov Asror Akbarovich**

Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish..... 3

**Каримов Асрор Акбарович**

Исследование и разработка системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств с помощью фото-видео фиксации..... 23

**Karimov Asror Akbarovich**

Research and development of a remote monitoring system for moving vehicles using photo and video recording..... 44

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 48

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**  
**DSc.13/30.12.2019.T.07.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**KARIMOV ASROR AKBAROVICH**

**HARAKATDAGI TRANSPORT VOSITALARINI FOTO VA VIDEO QAYD**  
**ETISH ORQALI MASOFAVIY MONITORING QILISH TIZIMINI**  
**TADQIQ ETISH HAMDA ISHLAB CHIQISH**

05.04.02 – Radiotexnika, radionavigatsiya, radiolokatsiya va televideniye tizimlari va qurilmalari.  
Mobil, tola-optik aloqa tizimlari

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

**Toshkent – 2025**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.2.PhD/T5538 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) va «ZiyoNet» axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Ilmiy rahbar:</b>       | <b>Nosirov Xabibullo Xikmatullo o'g'li</b><br>texnika fanlari doktori, dotsent   |
| <b>Rasmiy opponentlar:</b> | <b>Aliyev Ravshan Maratovich</b><br>texnika fanlari doktori, professor<br><b>Yarmuxamedov Alisher Agbarovich</b><br>texnika fanlari nomzodi, professor |
| <b>Yetakchi tashkilot:</b> | <b>O'zbekiston Respublikasi Jamoat xavfsizlik universiteti</b>   |

Dissertatsiya himoyasi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi DSc.13/30.12.2019.T.07.02 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil "  1  ".  11  . soat   10<sup>00</sup>   dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100084, Toshkent shahri, Amir Temur ko'chasi, 108-uy. Tel.: (+99871) 238-64-15; e-mail: [info@tuit.uz](mailto:info@tuit.uz)).

Dissertatsiya bilan Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (  372   – raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100084, Toshkent, Amir Temur ko'chasi, 108-uy. Tel.: (+99871) 238-64-15).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil "  21  "   10   da tarqatildi.

(2025 yil "  21  "   10   dagi   12   - raqamli reestr bayonnomasi).

**B.Sh. Maxkamov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

**M.S. Saitkamolov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent

**D.A. Davronbekov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori, professor

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**  
**DSc.13/30.12.2019.T.07.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**KARIMOV ASROR AKBAROVICH**

**HARAKATDAGI TRANSPORT VOSITALARINI FOTO VA VIDEO QAYD**  
**ETISH ORQALI MASOFAVIY MONITORING QILISH TIZIMINI**  
**TADQIQ ETISH HAMDA ISHLAB CHIQISH**

05.04.02 – Radiotexnika, radionavigatsiya, radiolokatsiya va televideniye tizimlari va qurilmalari.  
Mobil, tola-optik aloqa tizimlari

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

**Toshkent – 2025**

## **KIRISH (texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash masalasi bugungi kunda global miqyosda eng dolzarb muammolardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Ayniqsa, transport vositalari hamda ularning bevosita ishtirokida sodir etilayotgan huquqbuzarlik va jinoyatlarning oldini olish, inson hayotini asrash bilan bir qatorda, transport vositalari bilan bog'liq noqonuniy faoliyatlar – o'g'rilik, noqonuniy tashish, terrorchilik hamda boshqa yuqori xavf tug'diruvchi jinoyatlarni barvaqt aniqlash va ularning oldini olish masalasi jahon hamjamiyatining diqqat markazida turibdi. Ma'lumotlarga ko'ra, rivojlangan mamlakatlarda, shu jumladan AQSH, Germaniya, Buyuk Britaniya, Kanada, Xitoy, Yaponiya davlatlarida foto va video qayd etishga asoslangan masofaviy monitoring tizimlari samaradorligi tufayli 1650 dan ziyod transportga oid jinoyatlar aniqlanib, yo'l-transport hodisalari soni 15–25%, jinoyatlar darajasi o'rtacha 30%, transport bilan bog'liq jinoyatlar esa 20% ga kamaygan. Shunga qaramay, har yili dunyo bo'ylab 1,19 million kishi yo'l-transport hodisalari natijasida hayotdan ko'z yumib, 50 milliondan ortiq fuqaro turli darajadagi jarohatlar olmoqda<sup>1</sup>. Mazkur holatlarni oldini olishda transport vositalarini davlat raqam belgisiga bog'liq bo'lmagan holda yuqori aniqlikda avtomatik identifikatsiya qilish tizimini joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Jahonda raqamli intellektual texnologiyalar keng joriy etilmoqda. "Aqli shahar" va "Xavfsiz shahar" konsepsiyalarini rivojlantirish doirasida chuqur neyron tarmoqlar yordamida transport vositalarini avtomatik aniqlash, foto va video qayd etishga asoslangan monitoring algoritmlarini samaradorligini oshirish hamda texnik vositalar yaratishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, yo'l-transport hodisalari hamda ular bilan bog'liq jinoyatlarni real vaqt rejimida aniqlash va ularga tezkor javob berish imkoniyatlari yetarli darajada hamda to'liq joriy etilmaganligi sababli, sun'iy intellekt algoritmlarining aniqligi, samaradorligini oshirishga, transport vositalarini yuqori aniqlikda real vaqt rejimida kuzatish va identifikatsiya qilishga, shuningdek, ma'lumotlarni tezkor, ishonchli uzatish hamda qayta ishlash imkonini beruvchi yuqori imkoniyatga ega apparat-dasturiy tizimlarni yaratish va takomillashtirish, axborot xavfsizligini ta'minlovchi texnologiyalarga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda intellektual tizimlarni joriy etish, orqali huquqbuzarlik va jinoyatlarning oldini olish, ularni "issiq iz"ida aniqlash hamda fuqarolar uchun xavfsiz va qulay transport muhitini yaratish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning Taraqqiyot strategiyasida ham ushbu yo'nalish ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Xususan, «... Prezident qaroriga muvofiq, yo'l harakati xavfsizligini oshirish va jinoyatlarni real vaqt rejimida aniqlashga xizmat qiluvchi "RTF" (Road Traffic Fines) — intellektual foto-videokuzatuv tizimi, "AutoID" — avtomobil

---

<sup>1</sup> Jahonda sog'liqni saqlash tashkilotining 2024-yil uchun yo'l-transport hodisalari bo'yicha statistik ma'lumotlari.

raqamlarini avtomatik aniqlash tizimi hamda boshqa zamonaviy raqamli platformalarni bosqichma-bosqich joriy qilish»<sup>2</sup> bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, "Xavfsiz shahar" kompleksini kengaytirish va aqlli qurilmalar hamda avtomatlashtirilgan tahlil algoritmlarini joriy etish, yo'l-transport jarayonida inson omilini kamaytirib, hodisalarni real vaqt rejimida aniq va tezkor aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda axborot texnologiyalarini keng joriy etish va avtomatlashtirilgan tahlil tizimlarini qo'llash, transport bilan bog'liq sodir etilayotgan jinoyatlarni real vaqt rejimida aniqlash va ularga tezkor choralar ko'rish maqsadida, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev tomonidan 2023-yil 28-sentyabrdagi "Xavfsiz shahar" yagona integratsiyalashgan tizimlarini takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbir to'g'risida"gi PQ-318-son, 2022-yil 4-apreldagi "Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-190-son, 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4996-son Qarori, boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda, shu jumladan Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 18-yanvardagi "O'zbekiston Respublikasida "Aqlli shahar" texnologiyalarini joriy etish Konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi 48-son Qarori shuningdek mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi.** Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining IV - "Axborotlashtirish va axborot kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Mazkur yo'nalishda jahondagi yetakchi ilmiy markazlar, oliy ta'lim muassasalari hamda nufuzli kompaniyalar tomonidan keng miqyosda tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, Yevropa, Amerika va Osiyo davlatlarida radiotexnika va radionavigatsiya tizimlariga asoslangan transport hodisalarining oldini olishga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar shakllanmoqda. Xususan, AQShdagi MIT Kompyuter fanlari va sun'iy intellekt laboratoriyasi, Stenford universiteti AI tadqiqot markazi, Kanadadagi Toronto universitetining Vektor instituti, Buyuk Britaniyadagi DeepMind, Germaniyadagi Max Plank Informatika instituti, Fransiyadagi Raqamli fan va texnologiyalar milliy instituti, Shveysariyadagi ETH Zurich, Xitoydagi Baidu AI va Huawei AI markazi, Yaponiyaning Milliy Informatika instituti, Hindiston Texnologiya instituti hamda Janubiy Koreyadagi Samsung AI markazi ushbu sohalarda yetakchi ilmiy ishlanmalarni olib bormoqda.

O'zbekistonda ham bu boradagi ilmiy izlanishlar jadal olib borilmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi huzuridagi Sun'iy intellekt markazi, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, IT Park

---

<sup>2</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-sentyabrdagi PQ-318-son qarori bilan tasdiqlangan Respublikada "Xavfsiz shahar" yagona integratsiyalashgan tizimlarini yaratish va rivojlantirish konsepsiyasi

kabi milliy ilmiy markazlar yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlash, transport oqimlarini samarali boshqarish hamda avtomatlashtirilgan axborot tizimlarini rivojlantirish yo‘nalishida faol tadqiqotlar olib bormoqda.

Shuningdek, mamlakatimizning taniqli olimlari — Yu. Pisetskiy, Sh.N. Fayzimatov, A.E. Sotvoldiyevlar avtomatlashtirilgan nazorat mexanizmlarini ishlab chiqish va foto - video qayd qurilmalaridan olingan ma‘lumotlarni qayta ishlash algoritmlarini takomillashtirish ustida ilmiy izlanishlar olib borganlar. I. Umirov, Q.X. Azizov va A.A. Karimov esa telekommunikatsiya va radar tizimlari orqali yo‘l tarmog‘ining o‘tkazuvchanligini oshirishda intellektual va telematik yechimlardan foydalanish istiqbollari o‘rganib chiqqanlar.

Tahlillar natijasiga ko‘ra, yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlashda sun‘iy intellekt texnologiyalarini foto-video qayd etish tizimlariga samarali joriy etish uchun radiotexnik vositalar, dasturiy ta‘minot va boshqaruv algoritmlarining uyg‘un ishlashi muhimligi bilan birga, mahalliy texnik va dasturiy yechimlarning yetarli darajada ishlab chiqilmagani bu yo‘nalishda milliy mahsulotlar yaratish zarurligini ko‘rsatadi.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi.**

Dissertatsiya tadqiqoti Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining 2017-3516/001-001 — ERASMUS+ dasturining 586292-EPP-1-2017-1-PL-EPPKA2-CBHE-JP “Intelligent Transport Systems: New ICT-based Master’s Curricula for Uzbekistan (INTRAS)” (“Intellektual transport tizimlari: AKT ga asoslangan O‘zbekiston uchun yangi Magistratura dasturi”), mavzusidagi loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi.** Harakatdagi transport vositalarini real vaqtda aniqlash, kuzatish hamda foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini ishlab chiqish, shuningdek, sun‘iy intellekt algoritmlari asosida ma‘lumotlarni qayta ishlovchi apparat-dasturiy kompleksni yaratishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

harakatdagi transport vositalarini tahlili asosida avtomatlashtirilgan foto-video qayd etish tizimi bo‘yicha tadqiqotlarni tahlil qilish;

harakatdagi transport vositalarini real vaqt rejimida foto va video ma‘lumotlar asosida transport vositalarining tashqi vizual belgilariga asoslangan avtomatik identifikatsiya algoritmi ishlab chiqish;

radiotexnik qurilma bilan integratsiyalangan harakatdagi transport vositalari to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni masofadan turib yig‘ish, dastlabki tahlil qilish va markaziy serverga uzatishni ta‘minlovchi radiotexnik qurilmaning arxitekturasi ishlab chiqildi hamda funksional jihatdan takomillashtirish;

harakatdagi transport vositalarini masofadan monitoring qilish tizimida tasvirni real vaqtda sun‘iy intellekt orqali qayta ishlovchi modulni foto-video qayd etish vositalari bilan texnologik integratsiyalash usuli ishlab chiqish;

harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilishni ta‘minlovchi radiotexnik qurilma va avtomobillar tarixi moduli ma‘lumotlarini tahlil qilishga asoslangan kompleks axborot tizimi ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** - yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda sun'iy intellektga asoslangan transport vositalari tarixini kuzatish va tahlil qilish axborot tizimi.

**Tadqiqotning predmeti** harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimi doirasida transport vositalarining rangi, turi va modelini neyron tarmoqlar va sun'iy intellekt yordamida identifikatsiya qilish texnologiyalaridan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiyada belgilangan vazifalarni yechish uchun tadqiqot jarayonida ilmiy tahlil, harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimiga ishlov berishning zamonaviy usullari, chuqur o'rganish, ehtimollik nazariyasi, matematik tahlil, algoritmlash, tuzilmali dasturlash texnologiyasi, hisoblash, sinovlardan o'tkazish va induksiya usullari qo'llanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

harakatdagi transport vositalarini real vaqt rejimida identifikatsiya qilishda davlat raqami belgisiga bog'liq bo'lmagan xolda foto va video ma'lumotlarning tashqi parametrlari ya'ni kuzov rangi, turi, rusumi hamda modelni avtomatik aniqlash imkonini beruvchi algoritm ilk marotaba milliy sharoit uchun taklif qilingan;

radiotexnik qurilma bilan integratsiyalangan harakatdagi transport vositalari to'g'risidagi ma'lumotlarni masofadan yig'ish hamda markaziy tizimga uzatishni ta'minlovchi tashqi parametrlarni kiritish asosidagi apparat-dasturiy model yangilangan arxitektura va milliy infratuzilma bilan takomillashtirilgan;

harakatdagi transport vositalarini masofadan monitoring qilish tizimi uchun foto va video qayd etish vositalarida olingan tasvirlarni real vaqt rejimida o'rnatilgan neyron tarmoq asosida qayta ishlovchi usuli yuqori ishonchlilik, optimal samaradorlik bilan takomillashtirilgan;

harakatdagi transport vositalarining kuzov rangi, turi, rusumi va modeli foto va video qayd etish asosida masofaviy monitoring qilishni ta'minlovchi apparat-dasturiy kompleksi hamda mavjud avtomobillar tarixi moduli bilan integratsiyalashgan axborot tizimi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Adaptiv tizimni yaratishda dasturiy-texnik vositadan optimal foydalanish usuli va foto-video qayd etish qurilmalarini, ulardan olinayotgan tasvirlar asosida transport vositalarini aniqlash, tasniflash va real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyatiga ega dasturiy ta'minot ishlab chiqilgan.

Transport vositalarini aniqlashda rangi, turi, rusumi va modelini avtomatik tanib olish va aniqlash, ma'lumotlarni yig'ish, uzatish samaradorligini oshiruvchi intellektual qurilma uchun apparat-dasturiy ta'minoti ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliliigi.** Taklif etilgan usul va algoritmlar yaratilgan apparat-dasturiy vosita orqali sinovdan o'tkazilib, amaliy natijalar bilan tasdiqlandi. Tadqiqotda qo'llanilgan yondashuv va usullar ishonchli manbalarga asoslanib, matematik-statistik tahlillar bilan chuqur o'rganildi. Ishlab chiqilgan xulosa va tavsiyalar amaliyotga tatbiq etilib, ularning samaradorligi vakolatli

idoralar tomonidan tasdiqlandi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati foto - video qayd etish vositalaridan kelgan tasvir axborotlarni to'plash, qayta ishlash qurilmasining uzluksiz real vaqt rejimida ishlashini ta'minlashi orqali tizimining ishlash ishonchliligini oshirish, transport vositalarining harakatini kuzatish va bashoratlash usuli, matematik hisoblashlarga asoslanganligi hamda ishlab chiqilgan model (qurilma)ni anglab olish, tanib olish va ajratib olish, boshqa shunga o'xshash jarayonlarni tadqiq etishda qo'llash mumkinligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

harakatdagi transport vositalarini real vaqt rejimida identifikatsiya qilishda davlat raqami belgisiga bog'liq bo'lmagan xolda foto va video ma'lumotlarning tashqi parametrlari ya'ni kuzov rangi, turi, rusumi hamda modelni avtomatik aniqlash imkonini beruvchi algoritm dasturiy ta'minot "SMART BASE" MChJda joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2025-yil 11-iyuldagi 33-8/4841-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, qiluvchi radiotexnik qurilma bilan bog'lash mezonlariga ko'ra, yuqori aniqlik ko'rsatkichlariga ega bo'lib, rang bo'yicha 92,5%, turi bo'yicha 92,5%, rusumi bo'yicha 91%, modeli bo'yicha esa 34,2%ni tashkil etgan. Ushbu natijalar transport vositalarini identifikatsiya qilish jarayonida tizimning texnik va analitik samaradorligini sezilarli darajada oshishi aniqlangan;

radiotexnik qurilma bilan integratsiya qilingan holda harakatdagi transport vositalari to'g'risidagi ma'lumotlarni masofaviy tarzda yig'ish va ularni markaziy tizimga uzatishni ta'minlovchi, tashqi parametrlarga asoslangan takomillashtirilgan apparat-dasturiy model hamda uning bog'liq texnologiyalari "Telecom sot" MCHJ amaliyotida samarali joriy etildi. Ishlab chiqilgan usul va algoritmlar asosida avtomobil yo'llarida maxsus avtomatlashtirilgan foto va video qayd etish dasturiy-texnik vositalari o'rnatish va ulardan foydalanish imkoniyati yaratilgan bo'lib, mazkur jarayon "Telecom sot" MCHJ tomonidan amalda harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish vositasida masofaviy monitoring qilish tizimi nafaqat transport bilan bog'liq turli huquqbuzarlik va jinoyatlarni tez va samarali aniqlash, balki yo'qolgan avtomashinalarni topish, xavfli vaziyatlarni oldindan prognoz qilish hamda transport vositalari harakatini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyatini ta'minlaydi. (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2025-yil 11-iyuldagi 33-8/4841-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan tizim orqali ma'lumotlarni uzatish va qabul qilish tezligi 0,2 foizga oshirilib, axborot almashinuvi jarayonlarida yuqori barqarorlik, ishonchlilik va uzluksizlik darajasi ta'minlandi. Bu esa transport monitoringi sohasida milliy infratuzilmani zamonaviy raqamli yechimlar bilan uyg'un holda rivojlantirish uchun mustahkam ilmiy va amaliy asos yaratib berdi;

harakatdagi transport vositalarini masofadan monitoring qilish tizimi uchun foto va video qayd etish vositalarida olingan tasvirlarni real vaqt

rejimidaoʻrnatilgan neyron tarmoq asosida qayta ishlovchi usuli orqali takomillashtirilgan algoritim “UNICON.UZ” MChJ tomonidan tasvirni sunʼiy intellekt asosida qayta tiklash loyihasida hamda Raqamli texnologiyalar vazirligi tomonidan xalqaro standartlarni milliyashtirish jarayonida asosiy manba sifatida qoʻllanilgan (Oʻzbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2025-yil 11-iyuldagi 33-8/4841-sonli maʼlumotnomasi). Natijada, mazkur algoritim inson omilisiz baholashni taʼminlaydi va jarima qarorlarining 98,7 foiz xatosiz shakllanishiga erishildi, bu esa bedarak yoʻqolgan, qidiruvdagi yoki jinoyatda gumon qilingan transport vositalarni aniqlash imkonini beragan;

harakatdagi transport vositalarining kuzov rangi, turi, rusumi va modeli foto va video qayd etish asosida masofaviy monitoring qilishni taʼminlovchi apparat-dasturiy kompleksi hamda mavjud avtomobillar tarixi moduli bilan integratsiyalashgan axborot tizimi, jamoat tartibini saqlash va jamoat tartibiga koʻmaklashish markazida amaliy tatbiq etilishi bilan bir qatorda, “Xavfsiz shahar” yagona integratsiyalangan tizimlarini yaratish va rivojlantirish konsepsiyasi doirasida umumiy foydalanishdagi avtomobil yoʻllari, (Toshkent shahar IIB YHXBga qarashli) “A.Temur–Xurshida” va “A.Temur–Moyqoʻrgʻon” koʻcha chorrahalarda IIV “Xavfsiz shahar” tizimlarini rivojlantirish markazi tomondan amaliyotga joriy etilgan (Raqamli texnologiyalar vazirligining 2025-yil 11-iyuldagi 33-8/4841-sonli va IIV JXD YHXXning 2025-yil 8-may, 24/11-5436-sonli maʼlumotnomalari). Natijada, transport vositalarini davlat raqamidan tashqari qoʻshimcha identifikatsiya parametrlariga asoslanib aniqlash darajasi 3,8 foizga oshgan va tizim texnik, huquqiy hamda amaliy jihatdan ilgʻor yechim sifatida eʼtirof etilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqotlar natijalari 8 ta xalqaro, 7 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalar hamda ilmiy seminarlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining eʼlon qilinganligi.** Tadqiqotlar mavzusi boʻyicha jami 27 ta ilmiy ishlar, ulardan 7 ta maqolalar Oʻzbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tavsiya etgan jurnallarda, shu jumladan 2 ta xorijiy, 5 ta respublika miqyosidagi jurnallarda, shuningdek, 5 ta tezis xalqaro va 5 ta tezis respublika ilmiy-texnik va ilmiy-amaliy konferensiyalarda chop etilgan, hamda 2 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalar uchun guvohnomalari olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa bilan 120 betni, foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati va ilovalardan iborat, umumiy hajmi 154 betni tashkil qiladi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

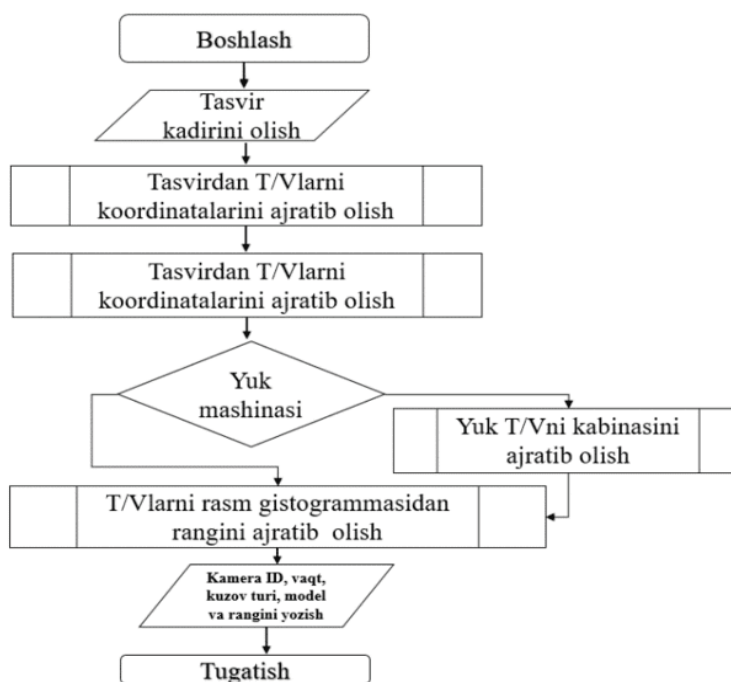
**Kirish** qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, tadqiqot maqsadi va vazifalari belgilab olingan, tadqiqotning obyekti va predmeti aniqlangan. Oʻzbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yoʻnalishiga mosligi koʻrsatilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslab berilgan, tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinish holati, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi toʻgʻrisidagi maʼlumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “Yo‘l o‘tkazuvchanligini tahlili asosida avtomatlashtirilgan foto-video qayd etish tizimlari bo‘yicha tadqiqotlarni tahlil qilish” deb nomlangan birinchi bobi, uch paragrafdan iborat bo‘lib, ushbu bobda dissertatsiya bilan chambarchas bog‘liq bo‘lgan yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlashga oid sun‘iy intellekt asosida moslashuvchan axborot tizimi yaratishdagi “Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish” haqida bo‘lib, unda tadqiqotchi olimlarning fikr va mulohazalari chuqur o‘rganilgan.

Aqlli shahar konsepsiyasining rivojlanishida yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlashda ilg‘or texnologiyalarni joriy etish, xususan, foto-video qayd etish tizimlari va aqlli kameralar yo‘l harakatida transport vositalarini aniqlash, nazorat qilish, va shahar infratuzilmasini samarali boshqarish o‘rganilgan.

Dissertatsiya ishining obyektiv va texnik komponentiga ko‘ra, yo‘l harakati monitoringi va intellektual foto va video qayd etish tizimlarning integratsiyalashgan tizimlarini joriy etish yo‘l harakati monitoringi shuningdek, transport vositasining rangi, turi, rusumini aniqlashda tizimlar tahlili hamda usullari ko‘rib chiqilgan.

Dissertatsiyaning “Transport vositalarining rangi, turi, modeli va rusumini avtomatik aniqlash algoritmini ishlab chiqish” deb nomlangan ikkinchi bobi harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqilgan bo‘lib, uning texnologik yechimlari, texnik xususiyatlari va nazorat qilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Taklif etilgan model transport vositalarini davlat raqam belgilaridan mustaqil ravishda aniqlashga qaratilgan bo‘lib, avtomobilning rangi, turi, rusumi va boshqa tashqi ko‘rsatkichlarini avtomatik ravishda tanib olishga imkonini bergan.



1-rasm Transport vositalarining rangi, turi, modeli va rusumini avtomatik aniqlash algoritmi va vizualizatsiya blok-sxemasi

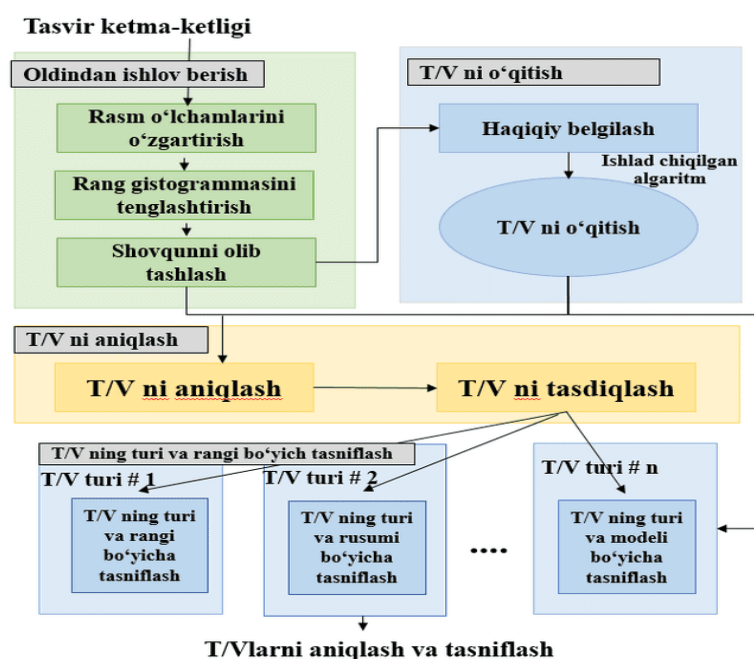
Ushbu bobning 2.1-bo‘limda yo‘l tarmog‘ida sun‘iy intellektga asoslangan moslashuvchi kompleksni o‘qitish, shuningdek, bashorat qilish uchun qurilmani o‘qitish algoritmlarining bir nechta turlari muhokama qilingan va 1-rasmda ko‘rsatilgandek taqqoslashdan nazorat qilinadigan, nazoratsiz, yarim nazoratli va mustahkamlangan avtomatik o‘qitish modellari tahlil qilingan hamda ulardan eng samaralisi (aniqlikligi) tanlangan.

1-jadval

Neyron tarmoqlari modellarining formulasi

| Model               | Formula  |     |
|---------------------|--|-----|
| Liney regressiya    | $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon$ | (1) |
| Logistik regressiya | $p(X) = e^{(\beta_0 + \beta_1X)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1X)})$         | (2) |
| Neyron tarmoqlari   | Oddiy perseptron uchun: $y = f(\sum w_i * x_i + b)$                        | (3) |

Ushbu bobning 2.2-bo‘limda samarali sun‘iy intellekt tahlilini amalga oshirish maqsadida konvolyutsion neyron tarmog‘i asosida tasvir va video ma’lumotlarini qayta ishlovchi maxsus algoritmi ishlab chiqildi. Ushbu neyron tarmoq transport vositalarini aniqlash, ularning harakat yo‘nalishini kuzatish va boshqarish vazifalarida qo‘llanilib, yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga ega bo‘ldi (2-rasm).



2-rasm. Sun‘iy intellekt yordamida avtomobilning identifikatsiya qilinish.

Taklif etilayotgan usulda tasvirlar asosida tahlil jarayoni amalga oshiriladi, bunda muhim ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan maxsus hudud ajratiladi. Ushbu hudud doirasida transport vositasining turi va rangi aniqlanadi hamda avtomobilni identifikatsiya qilish usuli qo‘llanildi.

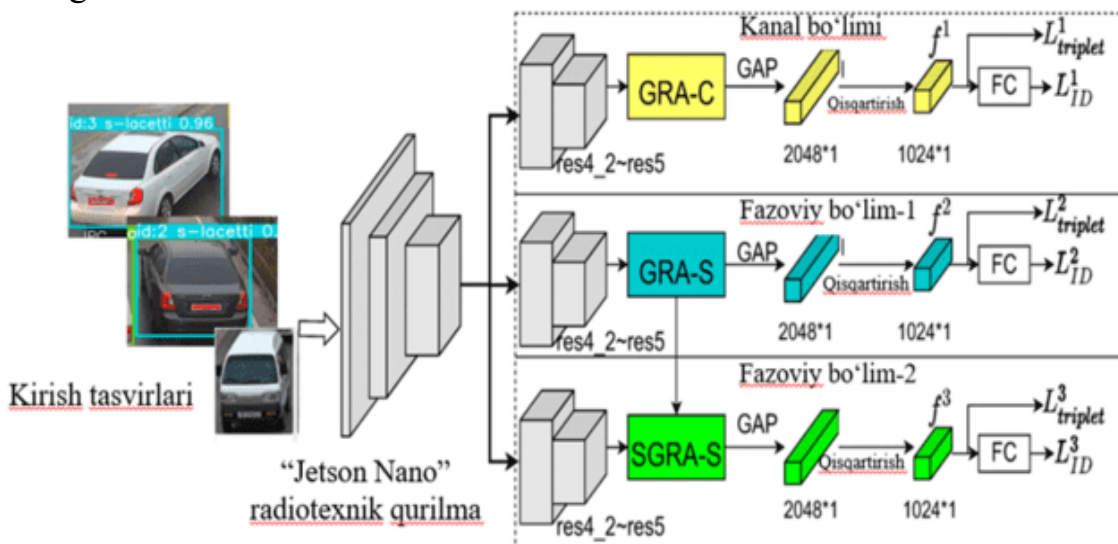
Turli xil shovqin manbalari mavjudligi sababli olingan tasvirlar uchun tasvir sifatini yaxshilash uchun quyidagi algoritmlari (4) va (5) asosida yechim qo‘llangan.

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - T(x)) \quad (4)$$

Bu yerda: I- buzilgan tasvir; J - buzilishidan oldingi asl tasvir; A - yorug'lik; t - kamera ga etib kelgan yorug'lik ulushini ifodalash; J (x) tasvirning bir qismi yo'qolishi; J (x) t (x) signal.

$$J(x) = (I(x) - A)/(maks(t(x),t_0)) + A \quad (5)$$

Bu yerda: tenglamada yorug'ligini taxmin qilish orqali tasvirni (J) hosil qiladi va qorong'i kanal yordamida (A) tasvirni baholanishi hamda (t) uzatishishi ko'rsatilgan.



3-rasm. Ma'lumotlarni yig'ish va monitoring qilish usuli

Ushbu bobning 2.3-paragrafida o'z-o'zini tashkil etuvchi neyron tarmog'i trayektoriyalari bo'limlarida transport vositalarining aniqlash uchun o'qitildi va bitta transport vositasi misolida 20 xil burchakdan ko'rsatildi. Tizim uni eslab qoladi, u ma'lumotlar to'plamiga kiritilgan 21-variantni ko'rganida, (3-rasm misolida) neyron tarmoq hali ham bu element transport vositasi aynan "Lacetti" ekanligi va shu elementga juda o'xshashligini tushundi hamda bunday element namunasini aniq ko'rganligi sababli, "Oq" rangli "yngil" turdagi, "Chevrolet" modelida "Lacetti" transport vositasi degan xulosaga keldi.

2-jadval

Transport vositalarini kamera orqali aniqlash natijalari uch bosqichli baholash o'lchovi yordamida amalga oshiriladi:

| Klassifikator turi   | Trening namunasi bo'yicha |        |          | Sinov to'plamida |        |          |
|--|---------------------------|--------|----------|------------------|--------|----------|
|  | Aniqlik                   | To'liq | O'lchovi | Aniqlik          | To'liq | O'lchovi |
| Old va orqa ko'rinishdagi TV (ijobiy tasvirlar soni – 3800, salbiy tasvirlar – 5700)               |                           |        |          |                  |        |          |
| Geometrik noto'g'ri musbat filtrlash yordamida bitta kaskaddan foydalanish                         | 1.0                       | 0.9684 | 0.9839   | 0.9311           | 0.8856 | 0.9078   |
| TV larni ixtiyoriy burchakdan tanib olish (ijobiy tasvirlar soni – 6000, salbiy tasvirlar – 16000) |                           |        |          |                  |        |          |
| Noto'g'ri musbat filtrdan foydalanmasdan, ikki bosqichdan foydalanish                              | 0,8005                    | 0,6971 | 0,7453   | 0,7720           | 0,7309 | 0,7509   |
| Ikki kaskaddan foydalanish, kuzatuvdagi noto'g'ri signal filtrini qo'llash                         | 0,8570                    | 0,6910 | 0,7650   | 0,8530           | 0,6560 | 0,7420   |

Transport vositalarini tasvir orqali kuzov turini va modelini, yuk mashinalari kabinasini ajratish hamda rangini aniqlash algoritmini quyidagicha tenglama orqali ifodalab olamiz:

Tasvirni kadrğa olish va transport vositalarini ajratib olish;

Transport vositalarini tasvir orqali kuzov turini va modelini, yuk mashinalari kabinasini ajratish hamda rangini aniqlash algoritmi formulalar asosida belgilanadi.

Tasvirni kadrğa olish va transport vositalarini ajratib olish:

$$I(x, y) \in \mathbb{R}^{M*N*C}, \quad P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{H(x)} \quad (6)$$

Bu yerda:  $I(x, y)$  – tasvirning piksel koordinatalari,  $\mathbb{R}^{M*N*C}$  – tasvirning o'lchami,  $C$  – rang kanallari soni va  $P(c|x)$  – transport tasviri mavjud bo'lish ehtimolligi,  $P(x|c)$  – model aniqlagan ehtimollik.

Kuzov turini va modelini bashoratlash:

$$y = f(Wx + b), \quad P(y_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_j e^z} \quad (7)$$

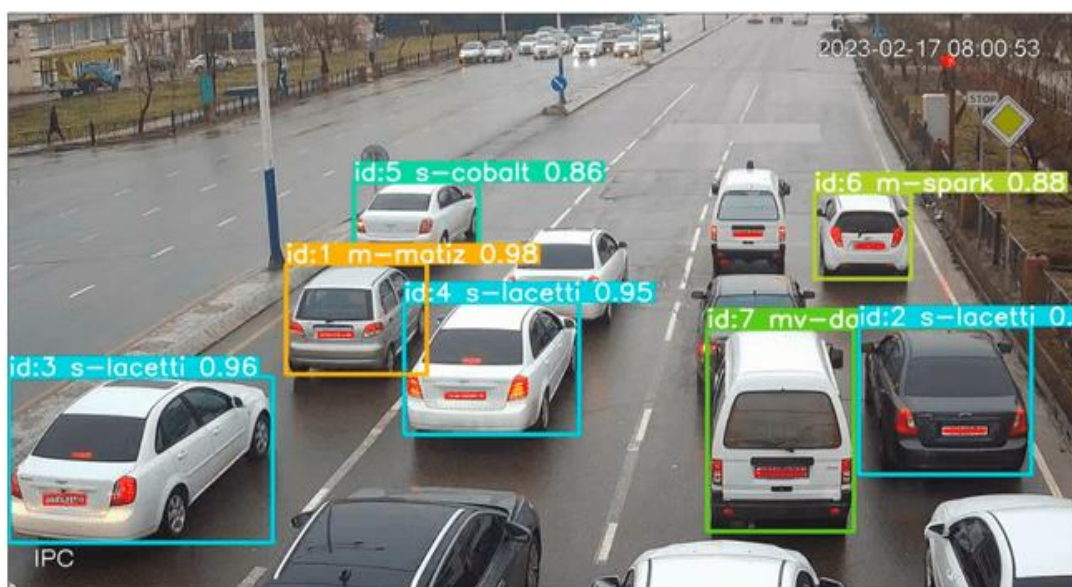
Bu yerda:  $y$  – bashorat qilingan natija,  $W$  – vaznlar,  $x$  – kirish tasvir vektori,  $b$  – parametr,  $f$  – aktivatsiya funksiyasi.

Yuk mashinalari uchun kabina va rangini aniqlash ajratish:

$$S(x, y) = \sum_{i=1}^n \alpha_i * \phi_i(x, y), \quad D_{KL}(P|Q) = \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{Q(i)} \quad (8)$$

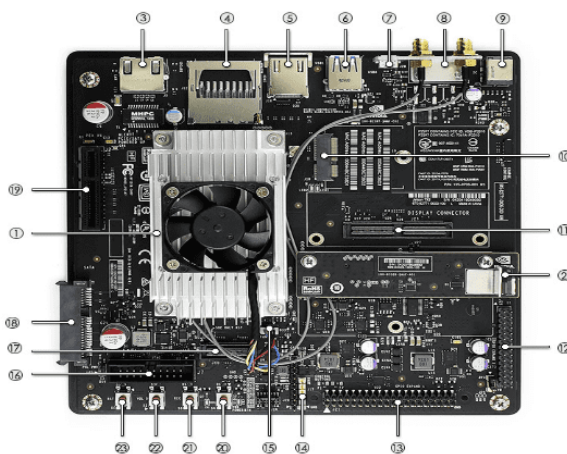
Bu yerda:  $S(x, y)$  – segmentatsiya xaritasi,  $\phi_i(x, y)$  – filtrlar va  $D_{KL}(P|Q)$  – ikki taqsimot orasidagi farq,  $P(i)$  va  $Q(i)$  – mos ravishda tanib olingan va ma'lumotlar bazasidagi ranglar taqsimoti.

Transport vositalarini avtomatik aniqlash samaradorligini yanada oshirish maqsadida mavjud algoritm asosida qo'shimcha neyron tarmoq modellari takomillashtirildi. Ayniqsa, tungi sharoitda aniqlikni saqlab qolish va past yoritilgan holatlarda ham barqaror ishlash imkonini ta'minlash uchun modelning sezuvchanligi kuchaytirildi. (4-rasm) Shuningdek, tasvir sifati va obyektning turli burchaklardan tanib olish algoritmlarining moslashuvchanligi oshirildi, bu esa aniqlik ko'rsatkichlarini yaxshilashga xizmat qildi.



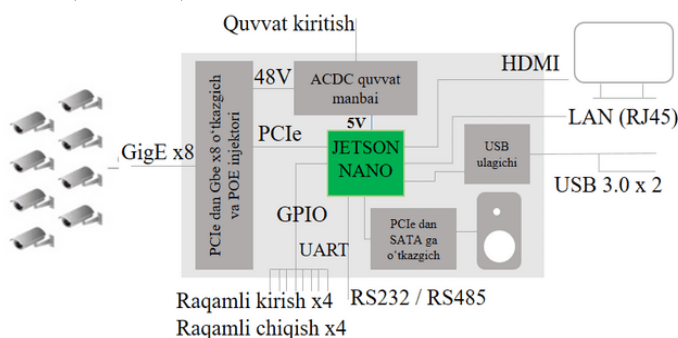
4-rasm. Algoritm ishlashi va ma'lumotlar to'plamidan namuna

Dissertatsiyaning uchinchi bobi “Ma’lumotlarni yig‘ish va uzatish radiotexnik qurilmasini ishlab chiqilgan algoritmlar asosida takomillashtirish” harakatdagi transport vositalarini masofadan kuzatish, ularni aniqlash va bashorat qilish imkonini beruvchi zamonaviy monitoring tizimini ishlab chiqishga bag‘ishlangan. Bunda Jetson Nano platformasi va yuqori aniqlikdagi kameralardan foydalanilgan bo‘lib, ular yordamida transport vositasining rangi, turi, rusumi va boshqa muhim belgilarini aniqlash imkoniyati yaratilgan. Sun’iy intellekt algoritmlari asosida tizim real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish, ularni markaziy serverga uzatish va tahlil qilish funksiyalarini bajaradi. Shuningdek, ushbu bobning 3.1-paragrafida radiotexnik qurilmani ishlab chiqish va uni takomillashtirishning muhim bosqichlari, shuningdek, transport oqimini kuzatish va qidiruvdagi avtomobillarni aniqlashga mo‘ljallangan dasturiy ta’minot tanlash jarayoni bayon etilgan. Taklif etilgan intellektual tizim avtomobillarning vizual xususiyatlarini (rang, tur, rusum) tahlil qilishda samarali vosita sifatida baholangan (5-rasm).



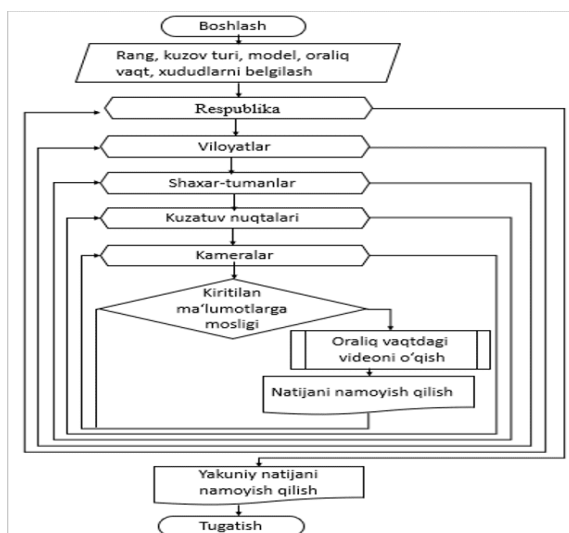
5-rasm. Taklif etilgan qurilmaning modelida qo‘llanilgan moduli.

Ishlab chiqilgan algoritmlar qurilmaning hajmini ixchamlashtirish, sun’iy intellekt asosida ishlash samaradorligini oshirish va hisoblash jarayonlarini tezlashtirishga yo‘naltirilgan. Qurilma parallel dasturlash va hisoblash arxitekturasi asosida qurilgani sababli, u ma’lumotlarni qayta ishlashda ko‘p oqimli hisob-kitoblarni samarali bajara oladi. Qo‘shimcha xotira ajratilishi hisobiga ma’lumot uzatish tezligi 0,2% ga oshdi. Asosiy natijalarni serverga yuborish orqali tarmoq yuklamasi kamaydi, qurilmaning real vaqt rejimida mustaqil ishlashi esa barqarorlikni ta’minladi (6-rasm)



6-rasm. Tizim sxemasi.

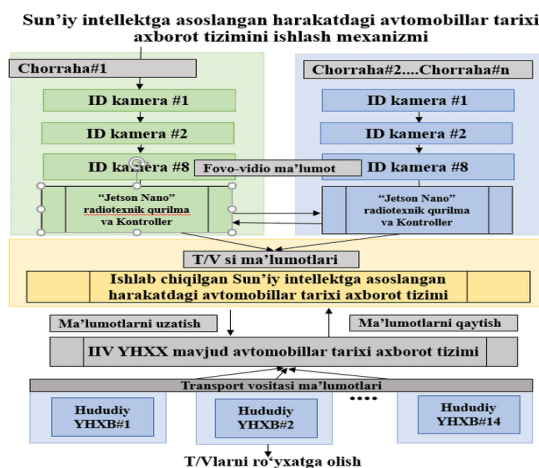
Ushbu bobning 3.2-paragrafida harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimida ma'lumotlarni to'plash va uzatish tamoyillarini ishlab chiqilgan bo'lib, transport vositalari haqidagi ma'lumotlarni bashorat qilish qurilmasidan olingan ma'lumotlarni yig'ish va uzatish jarayoni yoritilgan.



7-rasm. Markaziy serverning ma'lumotlarini yig'ish va uzatish jarayoni.

3.3-algoritmga muvofiq, foydalanuvchi transport vositasining rangi, turi, modeli va kuzatuv muddati kabi parametrlarni kiritgach, tizim tanlangan hudud (respublika, viloyat, shahar yoki tuman) bo'yicha IP kameralar orqali so'rov yuboradi. Mahalliy serverdagi video log fayllari asosida belgilangan vaqt oralig'idagi tasvirlar olinib, transport vositasi turi, rusumi, rangi va markasi bo'yicha aniqlanadi. Tizimda O'zbekistonda ishlab chiqarilgan yoki bojxonadan o'tgan barcha avtomobillar harakati daqiqalikdan yillik kesimgacha tahlil qilinadi (7-rasm).

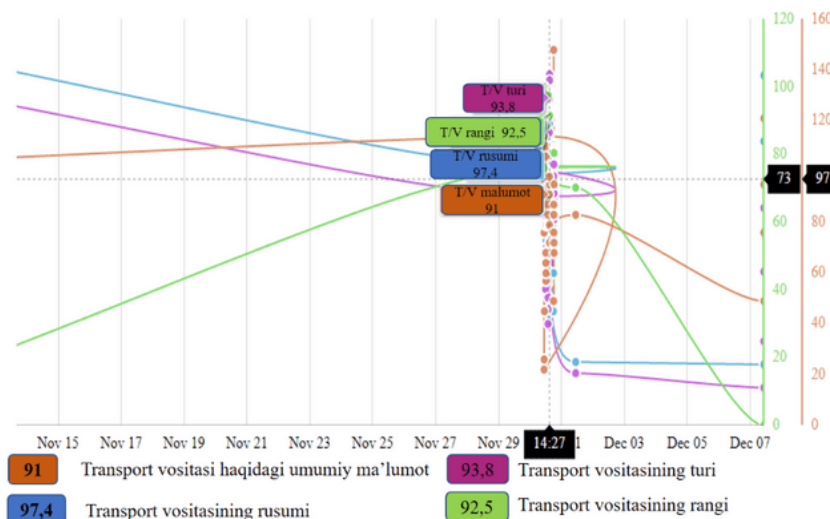
Masofaviy serverda qurilma tomonidan yuborilgan ma'lumotlarni (transport vositasining umumiy ma'lumot signali) monitoringi 8-rasmda ko'rsatilgan.



8-rasm. Ishlab chiqilgan dasturiy ta'minot qurilma orqali optimallashtirish.

Jetson Nano va foto-video qayd etish qurilmalari orqali yuborilgan ma'lumotlar serverda kuzatilib, qurilmaning holati, kuzatuv zonasidan o'tgan transport vositasining turi, rusumi, rangi va modeli kabi ma'lumotlar aks ettiriladi.

Masalan, jigarrang qidiruvdagi transport vositasiga tegishli ekanligi haqidagi signalni bildiradi. Raqamli ko'rsatkichlar 91 dan 97,4 foizgacha bo'lib, transport vositasining aniqligi foizda ifodalangan. Ynada aniqlikni oshirish maqsadida 3 ta Jetson Nano moduli o'rnatilgan bo'lib, ularning natijalari o'rtacha qilib hisoblablangan.



9-rasm. Qurilmadan yuborilgan ma'lumotlarni serverda namoyish etilishi.

Ushbu bobning 3.3-paragrafda ma'lumotlarni yig'ish va uzatish bo'yicha radiotexnik qurilmaning ishlab chiqilgan algoritmlar asosida takomillashtirilgan holati va uning samaradorligi tahlil qilinadi. Tizimning apparat va dasturiy ta'minot komponentlari texnik talablar asosida baholanib, sinovdan o'tkazildi. "Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish" jarayonida O'zDSt 3064 standarti hamda tegishli texnologik hujjatlarga mos tizim yaratish mexanizmi ishlab chiqildi. Transport vositalarining rangi, turi, rusumi va modeli bo'yicha aniqlik darajasini baholashda o'rtacha kvadratik xatolik (MSE) ko'rsatkichi qo'llanilib, har bir parametr uchun haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar orasidagi farqlar kvadrati (9) asosida tahlil amalga oshirildi.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (9)$$

Bu jarayonda rang aniqlashda yorug'lik va kameraning sifatiga bog'liq xatoliklar, model va rusumni tanib olishda esa neyron tarmoqlarning aniqlik darajasi tahlil qilindi. Har bir parametr bo'yicha MSE qiymatlari solishtirilib, qaysi xususiyatda aniqlik yuqori yoki xatolik ko'proq ekani aniqlandi.

Transport vositasining rangi, turi, modeli va rusumi bo'yicha ildiz osti o'rtacha kvadratik xatolik (RMSE) aniqlash va solishtirish jarayonida har bir parametr bo'yicha haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar orasidagi farq kvadrati hisoblanib, (10) formula asosida ularning o'rtachasi ildiz ostiga olindi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (10)$$

Bu jarayonda: Rang aniqlashda yorug'lik, kamera sifati va ob-havo sharoitlari xatolikka ta'sir qilishi, model va rusum tanib olishda neyron tarmoqlarning aniqlik darajasi va o'rgatilgan ma'lumotlar sifati muhim rol o'ynashi ko'zda tutildi.

RMSE past bo'lsa model aniq ishladi va RMSE yuqori bo'lsa tizimni yaxshilash zarurligini ko'rsatdi.

Tahlil natijalariga ko'ra, qaysi xususiyatda aniqlik yuqori yoki xatolik ko'proq ekani aniqlandi.

Shuningdek eng yuqori signal-shovqin nisbati (SNR - Signal-to-Noise Ratio) transport vositalarining rangi, turi, modeli va rusumini aniqlashda muhim omillardan biridir. SNR signal kuchining shovqin kuchiga nisbati bo'lib, quyidagi (11) formula orqali hisoblanadi:

$$SNR = 10 \log_{10} \left( \frac{P_{signal}}{P_{yoq.sig}} \right) (dB) \quad (11)$$

Bu yerda:  $P_{signal}$  – foydali signal energiyasi (masalan, transport vositasining haqiqiy tasviri).  $P_{yoq.sig}$  – tasvir yoki signalga ta'sir qiluvchi shovqin (yorug'lik shovqini, kamera sensorining xatolari va boshqa tashqi omillar).

SNR qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik aniq tasvir olinadi va transport vositasining rangi, turi, modeli va rusumini aniqlashda xatolik kamayadi. Shovqin omillarini kamaytirish orqali SNR oshirilsa, transport vositalarini tanib olish tizimining samaradorligi oshdi.

Shu bilan birga strukturaviy o'xshashlik indeksi (SSIM) tasvirlarni sifatini baholash va ularning o'zaro o'xshashligini aniqlash uchun ishlatildi. Transport vositalarining rangi, turi, modeli va rusumini aniqlashda tasvirlarni taqqoslashda SSIM algoritmi ishlatildi. SSIM quyidagi (12) formula bilan hisoblandi:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (12)$$

Bu yerda:  $x, y$  – taqqoslanayotgan tasvirlar;  $\mu_x\mu_y$  – tasvirlarning o'rtacha yorug'lik darajasi;  $\sigma_{xy} + C_2$  – tasvirlarning dispersiyasi (o'zgaruvchanlik darajasi);  $\sigma_x^2 + \sigma_y^2$  – ikkala tasvir o'rtasidagi kovariatsiya;  $(C_1)$  va  $(C_2)$  – kichik sonlar bo'lib, bo'linish jarayonida nolga bo'linish oldini oladi.

SSIM ning xususiyatlarida 1-ga yaqin bo'lsa – tasvirlar o'xshash va 0 ga yaqin bo'lsa – tasvirlar o'zaro farqliligini ko'rsatdi.

SSIM rang, kontrast va tuzilma o'xshashligini baholashda va transport vositalarining tasvirlarini solishtirishda MSE yoki PSNR kabi klassik o'lchovlarga qaraganda aniqroq natija berdi. Bu esa sun'iy intellekt tizimlarining transport vositalarini aniq tanib olishiga yordam berdi va 3-jadval sharhida solishtirish natijalari ko'rsatilgan.

Radiotexnik qurilmani ishlash samaradorligi uchun ma'lumotlari (xususiyatlari) keltirilgan jadval.

| Usul                       | Tanib Tanib olishning aniqligi (%) |                              |                                |                                      |             |                                       |              |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------------------------|--------------|
|                            | Qurilmani o'qitish ma'lumotlar     | Tanib olish uchun qo'shimcha | Algoritm boshqa tizimlar bilan | Qurilmaning tanib olishdagi natijasi | Tasirlar    | chora-tadbir tizimning javob harakati | Xulosa vaqti |
| SSD [24]+HC [25]           | 98.3                               | 96.6                         | 88.4                           | 91.5                                 | 87.3        | 83.8                                  | 25.6         |
| YOLO9000 [8] + HC [25]     | 98.1                               | 96.0                         | 84.5                           | 88.5                                 | 87.0        | 80.5                                  | 23.8         |
| Faster-RCNN [26] + HC [25] | 97.2                               | 94.4                         | 82.9                           | 87.3                                 | 85.5        | 76.3                                  | 57.6         |
| TE2E [17]                  | 97.8                               | 94.8                         | 87.9                           | 92.1                                 | 86.8        | 81.2                                  | 310          |
| LPRNet [27]                | 97.8                               | 92.2                         | 79.4                           | 85.8                                 | 92.0        | 69.8                                  | 17.8         |
| RPnet [22]                 | 98.5                               | 96.9                         | 90.8                           | 92.5                                 | 87.9        | 85.1                                  | 11.7         |
| Zou et al. [13]            | 99.3                               | 98.5                         | 92.5                           | 96.4                                 | 99.3        | 86.6                                  | -            |
| DAN [28]                   | 98.9                               | 96.1                         | 91.9                           | 93.7                                 | 95.4        | 83.1                                  | 19.3         |
| Zhang et al. [3]           | 99.6                               | 98.8                         | 96.4                           | 97.6                                 | 98.5        | 88.9                                  | 24.9         |
| Taklif etilgan usul        | <b>99.7</b>                        | <b>99.2</b>                  | <b>99.6</b>                    | <b>99.6</b>                          | <b>98.5</b> | <b>88.5</b>                           | <b>8.3</b>   |

Dissertatsiyaning harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizim algoritmlari ishlab chiqildi va ushbu algoritmlar asosida dasturiy majmua yaratildi hamda undan foydalanish bo'yicha yo'riqnoma va natijalar tahlili keltirildi.

Kuzatuv algoritmlarining aniqligi va ishlash samaradorligini baholash uchun real vaqt rejimidagi ko'p kanalli video tahlil dasturi sinovdan o'tkazildi. Har bir kanal uchun 24 FPS talab qilinar ekan, to'rt va undan ortiq kanallarni qayta ishlash uchun 96 FPS dan yuqori tezlik zarur bo'ldi. 4-jadval natijalariga ko'ra, CSK, KCF va taklif qilingan algoritmlar solishtirilib, kuzatuv aniqligi indeksleri 7, 8 va 9-bandlarda keltirilgan natijalarga binoan, taklif qilingan algoritm eng yuqori samaradorlikni ko'rsatdi.

Turli model algoritmlarining umumiy aniqligi (mAP) va har xil transport vositalari bo'yicha aniqlik natijalari ko'rsatilgan.

| Modellar          | Umumiy (mAP) | Yengil avtomobil | Avtobus | Mikroavtobus | Yuk mashinasi |
|-------------------|--------------|------------------|---------|--------------|---------------|
| Fast R-CNN        | 67.2         | 53.6             | 83.2    | 62.5         | 69.5          |
| Faster R-CNN      | 69.2         | 55.2             | 85.4    | 64.7         | 71.3          |
| YOLO              | 58.9         | 46.6             | 75.2    | 53.4         | 60.5          |
| SSD300            | 68.8         | 54.4             | 85.1    | 64.3         | 71.5          |
| SSD512            | 71.2         | 57.4             | 87.2    | 66.8         | 73.4          |
| RON320 [25]       | 73.6         | 60.2             | 89.5    | 69.1         | 75.5          |
| Bizning modelimiz | 75.7         | 62.4             | 91.8    | 71.3         | 77.3          |

Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish 10-rasmda ko'rsatilgan.



10-rasm. Intellektual apparat-dasturiy ta'minotning ishlash tamoyillari  
Foydalanuvchi interfeysida Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimi 11-rasmda ko'rsatilgan.



11-rasm. Foydalanuvchi interfeysi yordamida harakatlanayotgan transport vositalarini aniqlash va tahlil qilish axborot tizimi.

O'tkazilgan tajribalar orqali hisoblashlar aks ettirilgan rasmlardan ko'rinib turibdiki, transport vositalari ma'lumotlarini saqlash, qidirish va qayta ishlash samaradorligini oshirish maqsadida optimallashtirilgan va optimallashtirilmagan ma'lumotlar bazasi tizimlari taqqoslab tahlil qilindi. Sinovlar qidiruv tezligi, yuklanish vaqti, ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligi kabi asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha o'tkazildi.

Sinovlar uchun ishlatilgan ma'lumotlar bazasi tuzilishida eksperiment 100 ming transport vositasi yozuvlari va ularning rang, turi, rusumi va modeli bo'yicha tasniflanishiga asoslangan bo'lib, ma'lumotlar normalizatsiyasiz saqlangan, indeksatsiya ishlatilmagan va ma'lumotlar B-Tree va Hash Index bilan indekslangan, ma'lumotlar partitioning va sharding texnologiyalari yordamida saqlangan.

## XULOSA

«Harakatdagi transport vositalarini foto va video qayd etish orqali masofaviy monitoring qilish tizimini tadqiq etish hamda ishlab chiqish» mavzusida olib borilgan dissertatsiya tadqiqotining asosiy xulosalari quyidagilardan iborat:

1. Harakatdagi transport vositalarining rangi, turi, modeli va rusumini avtomatik aniqlovchi algoritmi ishlab chiqildi. Ushbu algoritmi foto va video qayd etish qurilmalari orqali olingan ma'lumotlarni mavjud ma'lumotlar bazasi bilan avtomatik taqqoslab, jarima qarorlarini 98,7 foiz aniqlikda xatosiz shakllantirish imkonini berdi. Algoritmi amaliyotga joriy etish yillik 500 million so'mdan ortiq iqtisodiy samaradorlikni ta'minladi.

2. Radiotexnik qurilma orqali ma'lumotlarni yig'ish, uzatish va qayta ishlash algoritmlari takomillashtirilib, uzatish aniqligi va ishonchliligi oshirildi. Natijada, ma'lumot uzatish jarayonidagi kechikishlar kamaydi, inson omiliga bog'liq xatoliklar 70% foizga qisqardi va tizimning real vaqt rejimidagi ishlash samaradorligi oshirildi.

3. Foto-video qayd etish qurilmalaridan olinadigan tasvirlarni sun'iy intellekt asosida qayta ishlovchi radiotexnik qurilma bilan integratsiyalash usuli ishlab chiqildi. Baholash natijalariga ko'ra, tizim rang aniqligida 92,5 foiz, turi bo'yicha 92,5 foiz, rusumi bo'yicha 91 foiz, modeli bo'yicha esa 34,2 foiz yaxshilanishga erishdi.

4. Sun'iy intellektga asoslangan "Harakatdagi transport vositalari tarixi" axborot tizimi ishlab chiqildi. Tizim optimallashtirilishi natijasida tirbandlik 64 foizga, yoqilg'i sarfi 34 foizga kamaytirildi. Shu bilan birga, jamoat transporti harakatining barqarorligi 60–70 foizgacha oshdi hamda qidiruvdagi va jinoyatda gumondor transport vositalarini aniqlash samaradorligi 3,25 foizga oshdi.

5. Ishlab chiqilgan tizim va algoritmlar "UNICON.UZ" MChJ tomonidan olib borilgan "Sun'iy intellektga asoslangan tasvir hajmini o'zgartirish va qayta tiklash uchun moslashuvchan interpolyatsiya usulini ishlab chiqish" ilmiy-tadqiqot ishida neyron tarmoq modellarini o'qitish va natija olish jarayonlarida muvaffaqiyatli qo'llanildi.

6. Ishlab chiqilgan tizim, foto-video qayd etish qurilmalari va sun'iy intellekt asosida qayta ishlovchi radiotexnik vositalar integratsiyasi "Telecom sot" MChJ tomonidan amaliyotga tatbiq etildi. Sinov natijalariga ko'ra, tizim "aqli chorraha"lar bilan taqqoslanganda transport oqimini 3,8 foizga yaxshilab, "SMART BASE" MChJ tomonidan ilmiy va texnik jihatdan dolzarb ishlanma sifatida e'tirof etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2019.Т.07.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАРИМОВ АСРОР АКБАРОВИЧ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО  
МОНИТОРИНГА ДВИЖУЩИХСЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С  
ПОМОЩЬЮ ФОТО-ВИДЕО ФИКСАЦИИ**

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

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

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего Образования, Науки и Инноваций Республики Узбекистан за B2025.2.PhD/T5538**

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

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

**Научный руководитель:** **Носиров Хабибулло Хикматулло угли**  
доктор технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Алиев Равшан Маратович**  
доктор технических наук, профессор

**Ярмухамедов Алишер Агбарович**  
Кандидат технических наук, профессор.

**Ведущая организация:** **Университет общественной безопасности**  
**Республики Узбекистан**

Защита диссертации состоится « 1 » 11 2025 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; e-mail: [iktuit@tuit.uz](mailto:iktuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № 372). (Адрес: 100084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-70).

Автореферат диссертации разослан « 21 » 10 2025 года.  
(протокол рассылки № 12 от « 21 » 10 2025 г.).

**Б.Ш. Махкамов**

Председатель Научного совета  
по присуждению учёных степеней, доктор  
технических наук, профессор

**М.С. Саиткамоллов**

Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению учёных степеней, доктор  
технических наук, доцент

**Д.А. Давронбеков**

Председатель научного семинара при  
Научном совете по присуждению учёных  
степеней, доктор технических наук,  
профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В современном мире обеспечение безопасности дорожного движения признаётся одной из наиболее актуальных глобальных проблем. Особенно важное значение имеет предотвращение правонарушений и преступлений, совершаемых с участием транспортных средств, сохранение человеческой жизни, а также своевременное выявление и предупреждение незаконной деятельности, связанной с транспортом — таких как кражи, незаконные перевозки, терроризм и другие преступления, представляющие повышенную опасность. Согласно имеющимся данным, в развитых странах, включая США, Германию, Великобританию, Канаду, Китай и Японию, благодаря эффективности систем дистанционного мониторинга, основанных на фото- и видеорегистрации, было выявлено свыше 1650 транспортных преступлений; количество дорожно-транспортных происшествий сократилось на 15–25 %, уровень преступности в среднем — на 30 %, а преступления, связанные с транспортом, — на 20 %. Несмотря на это, ежегодно во всём мире в результате дорожно-транспортных происшествий погибает около 1,19 миллиона человек, более 50 миллионов граждан получают травмы различной степени тяжести. В целях предотвращения подобных ситуаций особое значение приобретает внедрение системы автоматической идентификации транспортных средств с высокой точностью, не зависящей от государственных регистрационных знаков.

В мире широко внедряются цифровые интеллектуальные технологии. В рамках развития концепций «Умный город» и «Безопасный город» ведутся научные исследования, направленные на автоматическое распознавание транспортных средств с помощью глубоких нейронных сетей, повышение эффективности алгоритмов мониторинга, основанных на фото- и видеозаписи, а также создание технических средств. В этом направлении, ввиду того что возможности по выявлению дорожно-транспортных происшествий и связанных с ними преступлений в режиме реального времени и оперативному реагированию на них внедрены недостаточно и не в полной мере, особое внимание уделяется повышению точности и эффективности алгоритмов искусственного интеллекта, обеспечению высокоточной идентификации и отслеживания транспортных средств в режиме реального времени, а также созданию и совершенствованию аппаратно-программных систем с широкими возможностями для оперативной и надежной передачи и обработки данных, а также технологий, обеспечивающих информационную безопасность.

В нашей Республике в целях обеспечения безопасности дорожного движения внедряются интеллектуальные системы, посредством которых реализуются комплексные меры по предотвращению правонарушений и преступлений, их выявлению «по горячим следам», а также созданию безопасной и удобной транспортной среды для граждан, что уже принесло

определённые результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы данное направление также определено в качестве приоритетной задачи. В частности, «... в соответствии с постановлением Президента, предусматривается поэтапное внедрение таких современных цифровых платформ, как “RTF” (Road Traffic Fines) — интеллектуальная система фото- и видеонаблюдения, направленная на повышение безопасности дорожного движения и выявление преступлений в режиме реального времени, “AutoID” — система автоматического распознавания автомобильных номеров, а также других современных цифровых решений»<sup>3</sup>. В реализации этих задач важное значение имеет расширение комплекса «Безопасный город», внедрение умных устройств и автоматизированных аналитических алгоритмов, что позволяет снизить влияние человеческого фактора в процессе дорожного движения и оперативно, в режиме реального времени, точно выявлять происшествия.

В целях широкого внедрения информационных технологий и применения автоматизированных систем анализа, а также для выявления в реальном времени преступлений, связанных с транспортом, и принятия оперативных мер по ним, Президентом Республики Узбекистан Шавкатом Мирзиёевым были приняты постановления: от 28 сентября 2023 года № ПП-318 «О дополнительных мерах по совершенствованию единой интегрированной системы “Безопасный город”», от 4 апреля 2022 года № ПП-190 «О мерах по надёжному обеспечению безопасности людей на автомобильных дорогах и резкому сокращению числа смертельных случаев», от 17 февраля 2021 года № ПП-4996 «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта»<sup>4</sup>, а также другие нормативно-правовые акты, включая постановление Кабинета Министров от 18 января 2019 года № 48 «Об утверждении Концепции внедрения технологий “Умный город” в Республике Узбекистан» и иные нормативно-правовые документы, относящиеся к данной деятельности. Настоящее диссертационное исследование в определённой мере служит реализации задач, предусмотренных указанными документами. мух

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данная научно-исследовательская работа была выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий IV. «Развитие информации и информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Ведущие научные центры и университеты Европы, Америки и Азии, такие как лаборатория искусственного интеллекта MIT, Центр ИИ Стэнфордского университета, Институт векторных исследований Торонто, DeepMind, Max Planck, ETH

---

<sup>2</sup> Концепция создания и развития в Республике единой интегрированной системы «Безопасный город», утверждённая постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 сентября 2023 года № ПП-318.

<sup>3</sup> В интересах населения — для повышения качества предоставления государственных услуг, а также для повышения эффективности государственных органов при обработке данных — широко использовать технологии искусственного интеллекта.

Zurich, Baidu AI и другие, активно занимаются разработкой интеллектуальных решений для предупреждения ДТП.

В Узбекистане аналогичные исследования проводят Центр искусственного интеллекта при Министерстве инновационного развития, Ташкентский университет информационных технологий и IT Park. Также известные узбекские учёные, такие как Ю. Писецкий, Ш.Н. Файзиматов, А.Е. Сотволдиев и другие, занимаются разработкой алгоритмов обработки данных с видеокамер и автоматизации контроля движения.

Анализ показывает, что для обеспечения безопасности движения с помощью видеофиксации необходимо эффективное сочетание радиотехнических компонентов, программного обеспечения и алгоритмов автоматического управления. Однако в этой области ещё недостаточно разработаны локальные технические решения, что делает дальнейшие научные исследования и разработку национальных инновационных продуктов актуальной задачей.

**Связь темы диссертационной работы с планами научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, где выполнялась диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми по теме 2017-3516/001-001 — программы ERASMUS+ № 586292-EPP-1-2017-1-PL-EPPKA2-CBHE-JP «Intelligent Transport Systems: New ICT-based Master's Curricula for Uzbekistan (INTRAS)» («Интеллектуальные транспортные системы: новая магистерская программа для Узбекистана, основанная на ИКТ»)<sup>5</sup>.

**Цель исследования** Разработка системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств путём их распознавания, отслеживания, а также фото- и видеорегистрации в режиме реального времени, а также создание аппаратно-программного комплекса для обработки данных на основе алгоритмов искусственного интеллекта.

**Задачи исследования:**

проведение анализа исследований по автоматизированной системе фото- и видеорегистрации на основе анализа движущихся транспортных средств;

разработка алгоритма автоматической идентификации транспортных средств на основе их внешних визуальных признаков по фото- и видеоданным в режиме реального времени;

разработка архитектуры радиотехнического устройства, интегрированного с движущимися транспортными средствами, обеспечивающего дистанционный сбор, первичный анализ и передачу данных на центральный сервер, а также его функциональное совершенствование;

---

<sup>5</sup> <https://www.intras.uz/page/about>

разработка метода технологической интеграции модуля обработки изображений в реальном времени с применением искусственного интеллекта в системе дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств с фото- и видеорегистрационными средствами.

Разработка комплексной информационной системы на основе анализа данных, полученных от радиотехнического устройства и модуля истории автомобилей, обеспечивающей дистанционный мониторинг движущихся транспортных средств с использованием фото- и видеорегистрации.

**Объектом исследования** Система информации для отслеживания и анализа истории транспортных средств, основанная на искусственном интеллекте, для обеспечения безопасности дорожного движения.

**Предмет исследования** - математические модели, вычислительные алгоритмы и проблемно-ориентированные программные средства процесса фильтрации в пористых щелочных средах.

**Методы исследования.** Система дистанционного мониторинга транспортных средств посредством фото- и видеорегистрации включает технологии идентификации цвета, типа и модели транспортных средств с использованием нейронных сетей и искусственного интеллекта.

**Научная новизна исследования** состоит в следующем:

впервые для национальных условий предложен алгоритм, обеспечивающий автоматическую идентификацию транспортных средств в реальном времени на основе фото- и видеоданных по их внешним параметрам — таким как цвет кузова, тип, марка и модель, — без привязки к государственному регистрационному номеру;

аппаратно-программная модель, основанная на интеграции радиотехнического устройства для дистанционного сбора данных о движущихся транспортных средствах и их передачи в центральную систему посредством введения внешних параметров, была усовершенствована за счёт обновлённой архитектуры и адаптации к национальной инфраструктуре;

Метод обработки изображений, полученных средствами фото- и видеозаписи для системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств в режиме реального времени на основе встроенной нейронной сети, был усовершенствован с обеспечением высокой надёжности и оптимальной эффективности;

разработан аппаратно-программный комплекс для дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств на основе фото- и видеорегистрации, распознающий цвет кузова, тип, марку и модель, а также интегрированная информационная система, соединенная с модулем истории транспортных средств.

**Практические результаты исследования** состоят в следующем:

Разработан способ оптимального использования программно-аппаратных средств при создании адаптивной системы;

Разработано программное обеспечение, способное на основе модели глубоких нейронных сетей осуществлять определение, классификацию и мониторинг транспортных средств в реальном времени. Для интеллектуального устройства, повышающего эффективность распознавания и определения цвета, типа, марки и модели транспортных средств, а также сбора и передачи данных, был разработан программно-аппаратный комплекс.

**Достоверность результатов исследования.** Предложенные методы и алгоритмы были апробированы с использованием разработанного аппаратно-программного комплекса и подтверждены практическими результатами. Применённые в исследовании подходы и методы основаны на надёжных источниках и глубоко проанализированы с использованием математико-статистических методов. Разработанные выводы и рекомендации внедрены на практике, их эффективность подтверждена уполномоченными органами.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в повышении надёжности работы системы за счёт обеспечения непрерывного функционирования устройства сбора и обработки визуальной информации от фото- и видеорегистрационных средств в режиме реального времени. Предложенный метод наблюдения и прогнозирования движения транспортных средств основан на математических вычислениях, а разработанная модель (устройство) может быть использована при анализе, распознавании и выделении объектов, а также в исследованиях аналогичных процессов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по исследованию и разработке системы дистанционного мониторинга транспортных средств в движении посредством фото- и видеозаписи:

алгоритм, обеспечивающий автоматическое распознавание внешних параметров (цвет кузова, тип, марка и модель) транспортных средств в режиме реального времени на основе фото- и видеоданных без привязки к государственным регистрационным номерам, был внедрён в ООО “SMART BASE” (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан №33-8/4841 от 11 июля 2025 года). В результате, согласно критериям интеграции с радиотехническими устройствами, достигнуты высокие показатели точности: по цвету — 92,5%, по типу — 92,5%, по марке — 91%, и по модели — 34,2%. Эти результаты свидетельствуют о значительном повышении технической и аналитической эффективности системы в процессе идентификации транспортных средств;

Интегрированная с радиотехническим устройством усовершенствованная аппаратно-программная модель, обеспечивающая дистанционный сбор данных о движущихся транспортных средствах на основе их внешних параметров и передачу их в центральную систему, а также связанные с ней технологии, была эффективно внедрена в практику

ООО «Telecom sot». На основе разработанных методов и алгоритмов создана возможность установки и эксплуатации на автомобильных дорогах специализированных автоматизированных программно-технических средств фото- и видеозаписи, что на практике позволило ООО «Telecom sot» реализовать систему дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств посредством фото- и видеозаписи. Данная система обеспечивает не только быстрое и эффективное выявление различных правонарушений и преступлений, связанных с транспортом, но также поиск угнанных автомобилей, прогнозирование опасных ситуаций и осуществление мониторинга движения транспортных средств в режиме реального времени (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан № 33-8/4841 от 11 июля 2025 года). В результате разработанная система позволила повысить скорость передачи и приёма данных на 0,2 процента, обеспечив высокий уровень стабильности, надёжности и непрерывности процессов информационного обмена. Это создало прочную научную и практическую основу для развития национальной инфраструктуры транспортного мониторинга в гармонии с современными цифровыми решениями;

усовершенствованный алгоритм обработки изображений, полученных с фото- и видеорегистрационных устройств в системе дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств в режиме реального времени на основе встроеной нейронной сети, был реализован ООО «UNICON.UZ» в рамках проекта по восстановлению изображений с применением искусственного интеллекта. Также он использован Министерством цифровых технологий как основной источник в процессе адаптации международных стандартов к национальным условиям (справка №33-8/4841 от 11 июля 2025 года). В результате, данный алгоритм обеспечивает оценку без участия человека и достигнута точность формирования штрафных постановлений на уровне 98,7%, что позволяет эффективно выявлять исчезнувшие, находящиеся в розыске или подозреваемые в совершении преступлений транспортные средства;

аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий дистанционный мониторинг движущихся транспортных средств на основе фото- и видеорегистрации внешних параметров (цвет кузова, тип, марка, модель), а также информационная система, интегрированная с модулем истории автомобилей, были внедрены не только в Центре содействия общественной безопасности, но и реализованы в рамках концепции создания и развития единой интегрированной системы «Безопасный город» на улицах общего пользования — на перекрёстках «А.Темур–Хуршида» и «А.Темур–Мойкургон», подведомственных УБДД ГУВД города Ташкента. Проект был реализован Центром развития систем «Безопасный город» МВД (справки Министерства цифровых технологий №33-8/4841 от 11 июля 2025 года и ГУБДД МВД №24/11-5436 от 8 мая 2025 года). В результате точность идентификации транспортных средств на основе дополнительных параметров, помимо госномеров, увеличилась на 3,8%, а сама система

признана передовым решением с технической, правовой и практической точек зрения.

**Апробация научных результатов диссертации.** Результаты исследований были обсуждены на 8 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях, а также на научных семинарах.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертационного исследования опубликовано всего 27 научных трудов, из них 7 статей — в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 2 в зарубежных и 5 в республиканских изданиях. Кроме того, 5 тезисов были опубликованы в материалах международных, а также 5 — в республиканских научно-технических и научно-практических конференциях. Также получены 2 свидетельства о государственной регистрации программных средств для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трёх глав и заключения, занимает 120 страниц основного текста, а с учётом списка использованных источников и приложений общий объём составляет 154 страницы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении обоснована актуальность и необходимость темы диссертации, определены цель и задачи исследования, установлены объект и предмет исследования. Указано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость исследования, приведены сведения о внедрении результатов в практику, публикациях и структуре диссертации.

Первая глава диссертации под названием «Анализ исследований по автоматизированным системам фото- и видеофиксации на основе анализа пропускной способности дорог» состоит из трёх параграфов. В данной главе рассматривается создание адаптивной информационной системы на основе искусственного интеллекта, обеспечивающей безопасность дорожного движения и тесно связанной с темой диссертации «Исследование и разработка системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств посредством фото- и видеофиксации». Подробно изучены мнения и выводы учёных, проводивших исследования в данной области.

Особое внимание уделено внедрению передовых технологий в развитие концепции «умного города», в том числе систем фото- и видеофиксации и интеллектуальных камер, для идентификации транспортных средств, контроля дорожного движения и эффективного управления городской инфраструктурой.

В рамках исследования также проанализированы технические возможности интеллектуальных камер и видеонаблюдения, их механизмы работы, влияние на безопасность дорожного движения, а также устройства,

применяемые в информационных системах истории передвижения транспортных средств.

С учётом объективной и технической составляющей исследования, подробно рассмотрены интегрированные системы мониторинга дорожного движения и интеллектуальной фиксации, а также методы и алгоритмы, используемые для распознавания цвета, типа и марки транспортных средств.

Вторая глава диссертации под названием «Разработка алгоритма автоматического распознавания цвета, типа, модели и марки транспортных средств» посвящена исследованию и разработке системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств посредством фото- и видеофиксации. В ней рассмотрены технологические решения, технические характеристики и возможности контроля. Предлагаемая модель ориентирована на распознавание транспортных средств независимо от государственных регистрационных номеров и позволяет автоматически определять такие внешние признаки, как цвет, тип и марка автомобиля.

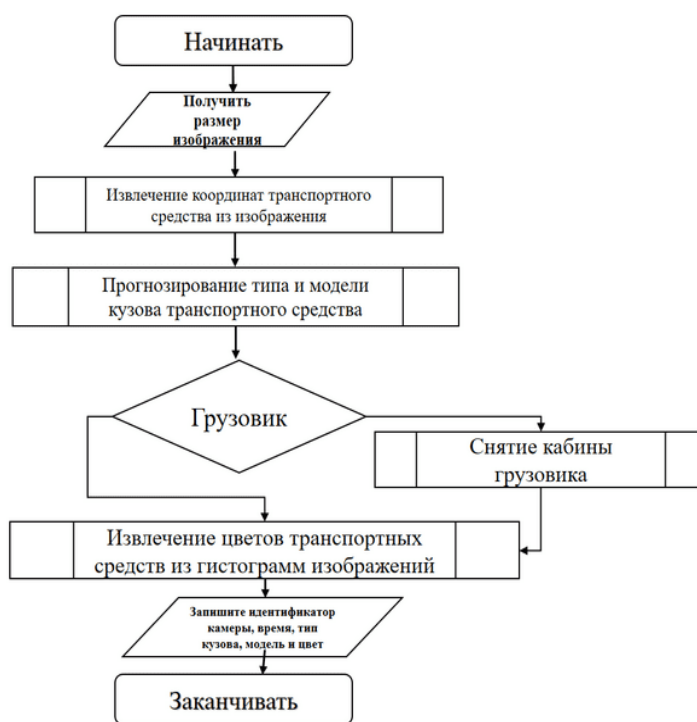


Рисунок-1. Блок-схема алгоритма автоматического распознавания и визуализации цвета, типа, модели и марки транспортных средств.

В пункте 2.1 данной главы обсуждаются методы обучения адаптивного комплекса на основе искусственного интеллекта для дорожной сети, а также различные алгоритмы обучения устройства для прогнозирования. Как показано на рисунке-1, были проанализированы и сравнены модели с контролируемым, неконтролируемым, частично контролируемым и усиленным обучением, и выбран наиболее эффективный (по точности) метод. Таким образом, диссертационная работа направлена на разработку и исследование системы дистанционного мониторинга движения транспортных средств с использованием фото- и видеоданных и технологий искусственного интеллекта

Линейная регрессия, логистическая регрессия и нейронные сети  
формула моделей

| Модель                  | Формула   |       |
|-------------------------|---|-------|
| Линейная регрессия      | $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$ | (2.4) |
| Логистическая регрессия | $p(X) = e^{(\beta_0 + \beta_1 X)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X)})$          | (2.5) |
| Нейронные сети          | Для простого перцептрона: $y = f(\sum w_i * x_i + b)$                         | (2.3) |

В разделе 2.2 данной главы с целью проведения эффективного анализа с использованием искусственного интеллекта был разработан специальный алгоритм обработки изображений и видеоданных на основе сверточной нейронной сети. Данная нейронная сеть применяется для распознавания транспортных средств, отслеживания направления их движения и управления, при этом демонстрирует высокие показатели точности (рисунок-2).

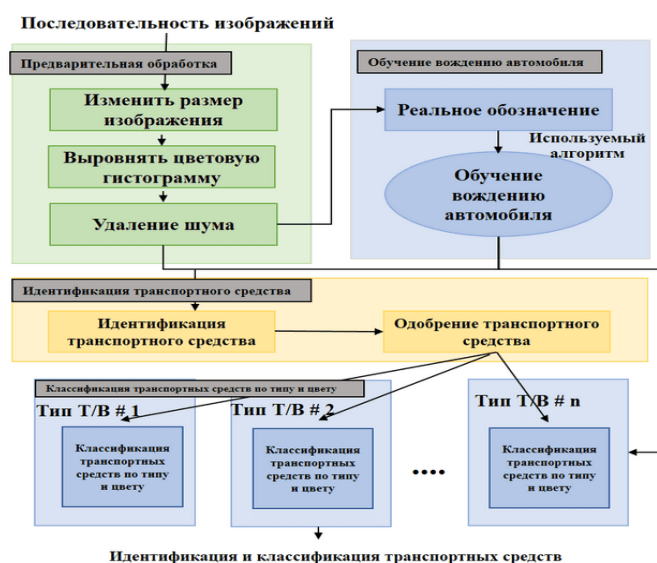


Рисунок-2. Идентификация транспортных средств с использованием искусственного интеллекта.

Предлагаемый метод основан на анализе изображений, при котором выделяется специальная область, содержащая важную информацию. В этой области определяется тип и цвет транспортного средства, а также используется метод идентификации автомобиля.

Из-за наличия различных источников шума для полученных изображений применяются следующие алгоритмы для улучшения качества изображений (формулы 4 и 5).

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - T(x)) \quad (4)$$

Где:  $I$  — повреждённое изображение,  $J$  — оригинальное изображение до повреждения,  $A$  — освещённость,  $t$  — доля света, поступающего в камеру,  $J(x)$  — часть изображения, которая была утеряна,  $J(x)t(x)$  — сигнал.

$$J(x) = (I(x) - A) / (\max(t(x), t_0)) + A \quad (5)$$

В этой формуле через оценку освещенности (A) создаётся изображение (J), а с помощью тёмного канала (A) производится оценка изображения, где также показана передача сигнала (t).

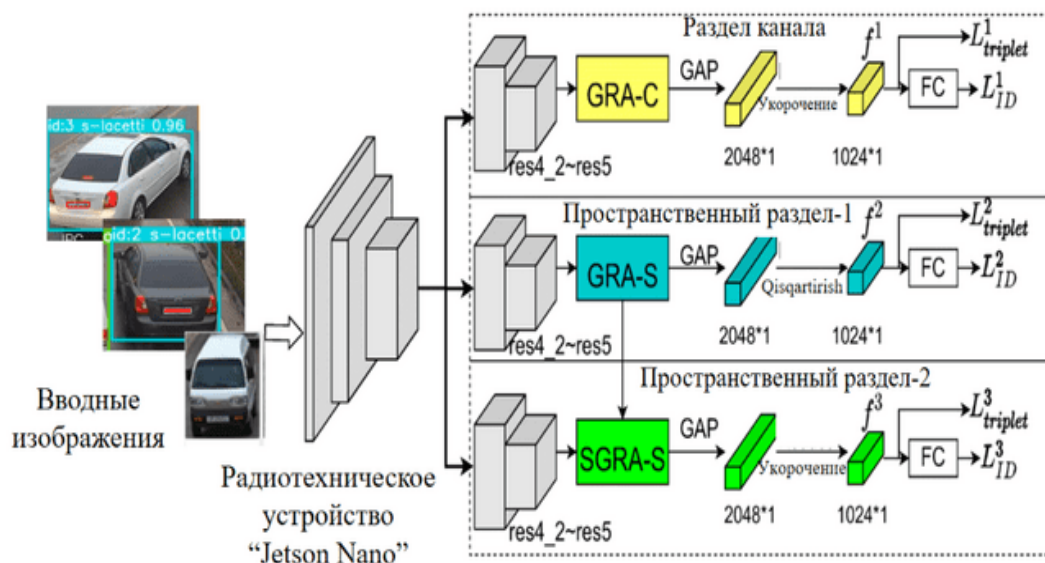


Рисунок-3. Метод сбора и мониторинга данных

В параграфе 2.3 данной главы самоорганизующаяся нейронная сеть была обучена на траекториях движения транспортных средств для их распознавания, при этом один транспорт был продемонстрирован с 20 различных ракурсов. Система запоминает это, и когда она увидела 21-й вариант, включённый в обучающую выборку (пример на рисунке 2.17), нейронная сеть всё ещё распознала данный объект как тот же самый автомобиль и поняла, что он очень похож на ранее виденный образец. В результате сеть пришла к выводу, что данный объект — это транспортное средство марки “Chevrolet”, модели “Lacetti”, белого цвета, лёгкого типа.

Таблица-2

Результаты обнаружения камер на транспортных средствах оцениваются по трехступенчатой шкале:

| Тип классификатора  | По обучающей выборке |        |        | В тестовом наборе |        |        |
|---|----------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
|   | Точность             | Полный | Размер | Точность          | Полный | Размер |
| Передние и задние виды транспортных средств (положительных изображений — 3800, отрицательных изображений — 5700).       |                      |        |        |                   |        |        |
| Использование одного каскада с геометрической фильтрацией ложных срабатываний   | 1.0                  | 0.9684 | 0.9839 | 0.9311            | 0.8856 | 0.9078 |
| Распознавать автомобили с любого ракурса (количество положительных изображений – 6000, негативные изображения – 16 000) |                      |        |        |                   |        |        |
| Использование двух этапов без использования фильтра ложных срабатываний   | 0,8005               | 0,6971 | 0,7453 | 0,7720            | 0,7309 | 0,7509 |
| Использование двух каскадов, применение фильтра ложных тревог на основе отслеживания                                    | 0,8570               | 0,6910 | 0,7650 | 0,8530            | 0,6560 | 0,7420 |

Алгоритм определения типа кузова и модели транспортных средств, а также кабины грузовиков и их цвета на основе изображения можно представить следующим образом:

Захват кадра изображения и выделение транспортных средств;

Определение типа кузова и модели транспортных средств, кабины грузовиков, а также их цвета осуществляется на основе формул алгоритма.

Захват кадра изображения и выделение транспортных средств:

$$I(x, y) \in \mathbb{R}^{M*N*C}, \quad P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{H(x)} \quad (6)$$

Здесь:  $I(x, y)$  – пиксельные координаты изображения,  $\mathbb{R}^{M*N*C}$  – размер изображения,  $C$  – количество цветовых каналов и  $P(c|x)$  – вероятность наличия транспортного изображения,  $P(x|c)$  – вероятность, определяемая моделью.

Прогнозирование типа и модели телосложения:

$$y = f(Wx + b), \quad P(y_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_j e^z} \quad (7)$$

Здесь:  $y$  – прогнозируемый результат,  $W$  – веса,  $x$  – входной вектор изображения,  $b$  – параметр,  $f$  – функция активации.

Кабина и цветовая идентификация грузовиков:

$$S(x, y) = \sum_{i=1}^n \alpha_i * \phi_i(x, y), \quad D_{KL}(P|Q) = \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{Q(i)} \quad (8)$$

Здесь:  $S(x, y)$  – карта сегментации,  $\phi_i(x, y)$  – фильтры и  $D_{KL}(P|Q)$  – разница между двумя распределениями,  $P(i)$  vs  $Q(i)$  – распределение цветов в базе данных и соответствующим образом распознается.

Этот алгоритм был применён на основе искусственного интеллекта и статистических методов для определения типа, модели и цвета транспортных средств по изображениям.

На основе результатов алгоритма автоматического распознавания транспортных средств были разработаны рекомендации по улучшению дополнительных моделей нейронных сетей с целью повышения точности системы и обеспечения её работоспособности в ночное время. (Рисунок-4)

Для дальнейшего усовершенствования модели была повышена адаптивность алгоритмов распознавания качества изображений и углов обзора.

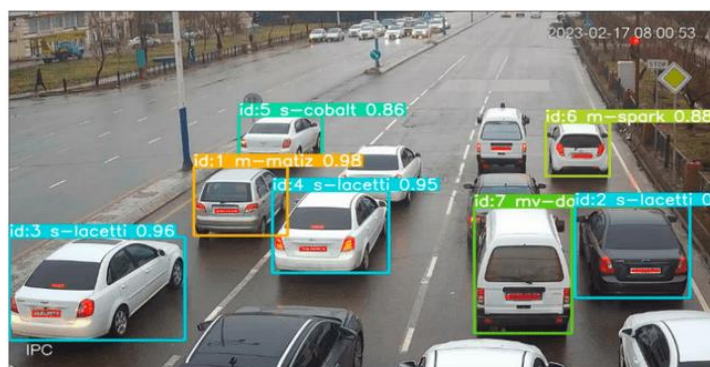


Рисунок-4. Производительность алгоритма и выборочный набор данных

Третья глава диссертации под названием **«Совершенствование радиотехнического устройства сбора и передачи данных на основе разработанных алгоритмов»** посвящена разработке современной системы мониторинга, обеспечивающей возможность дистанционного наблюдения за движущимися транспортными средствами, их распознавания и прогнозирования.

В данной системе использованы платформа Jetson Nano и высокоточные камеры, с помощью которых обеспечено распознавание таких ключевых характеристик транспортного средства, как цвет, тип, модель и другие важные признаки.

Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют системе в реальном времени собирать данные, передавать их на центральный сервер и проводить анализ. Кроме того, в параграфе 3.1 данной главы изложены основные этапы разработки и усовершенствования радиотехнического устройства, а также процесс выбора программного обеспечения, предназначенного для наблюдения за транспортным потоком и распознавания автомобилей, находящихся в розыске.

Предлагаемая интеллектуальная система была оценена как эффективный инструмент для анализа визуальных характеристик автомобилей (цвет, тип, модель) (рисунок-5).

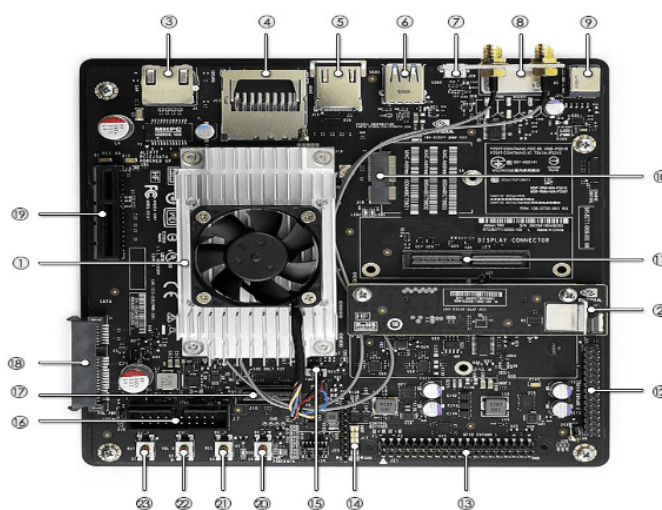


Рисунок-5. Модуль, используемый в предлагаемой модели устройства.

Третья глава диссертации **«Совершенствование радиотехнического устройства сбора и передачи данных на основе разработанных алгоритмов»** посвящена созданию современной интеллектуальной системы мониторинга транспортных средств. Система, основанная на платформе **Jetson Nano** и высокоточных камерах, обеспечивает **дистанционное наблюдение, распознавание и прогнозирование движения автомобилей**. Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют **в реальном времени определять цвет, тип и модель транспортных средств**, собирать и передавать данные на центральный сервер для анализа. Разработанное решение продемонстрировало **высокую эффективность** при идентификации визуальных характеристик автомобилей (рисунок-6).

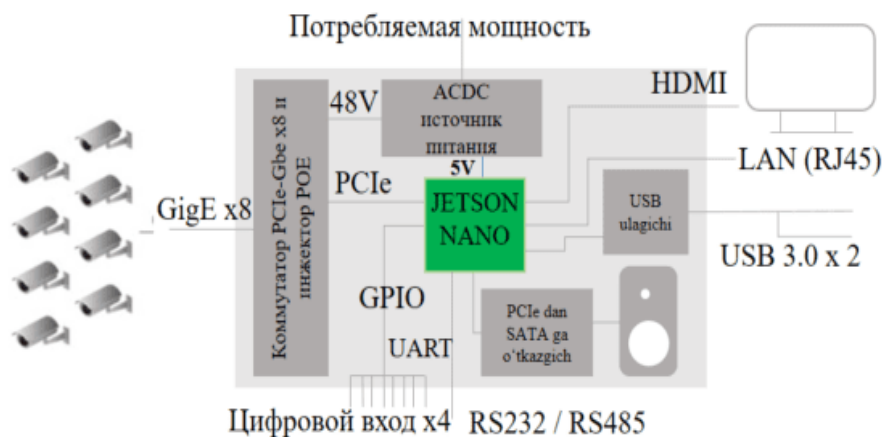


Рисунок-6. Схема системы.

В пункте 3.2 данной главы разработаны принципы сбора и передачи данных в системе дистанционного мониторинга транспортных средств в движении посредством фото- и видеофиксации. В этом разделе освещён процесс сбора и передачи данных, полученных от устройства прогнозирования информации о транспортных средствах.

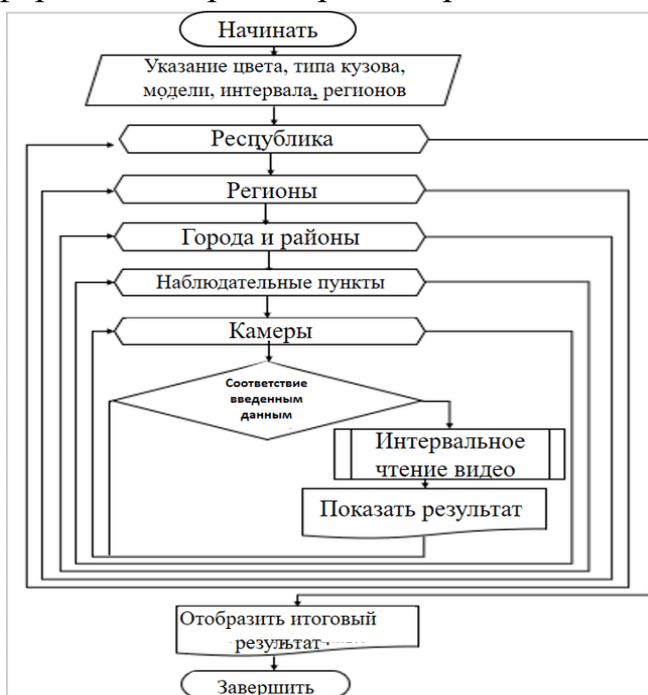


Рисунок-7. Процесс сбора и передачи данных на центральный сервер.

Согласно алгоритму 3.3, после ввода пользователем параметров, таких как цвет транспортного средства, тип кузова, модель и период наблюдения, система направляет запрос через IP-камеры в пределах заданной территории — на уровне республики, области, города или района.

Система извлекает видеoinформацию за указанный промежуток времени с локального сервера, предоставляя соответствующие видеоданные. Такой подход позволяет осуществлять поиск подозреваемых транспортных средств, формировать предварительные выводы о них и сохранять историю передвижений.

Входными параметрами являются тип, марка, цвет, модель транспортного средства и другие идентифицирующие признаки. В анализ

включены все транспортные средства, произведённые в Узбекистане или прошедшие таможенное оформление. История передвижений формируется в разрезе минут, часов, дней, месяцев и даже лет (см. Рисунок-7).

Мониторинг данных, отправленных устройством на удалённый сервер (сигнал с общими сведениями о транспортном средстве), представлен на рисунке-8.

Данные, передаваемые с помощью устройств Jetson Nano и систем фото- и видеofиксации, отслеживаются на сервере. Отображается информация о состоянии устройства, а также о типе, марке, цвете и модели транспортного средства, прошедшего через зону наблюдения.

Например, сигнал может указывать на то, что транспортное средство коричневого цвета находится в розыске. Цифровые показатели варьируются от 91 до 97,4 процентов и отражают точность идентификации транспортного средства.

Для повышения точности были установлены три модуля Jetson Nano, результаты которых усредняются.

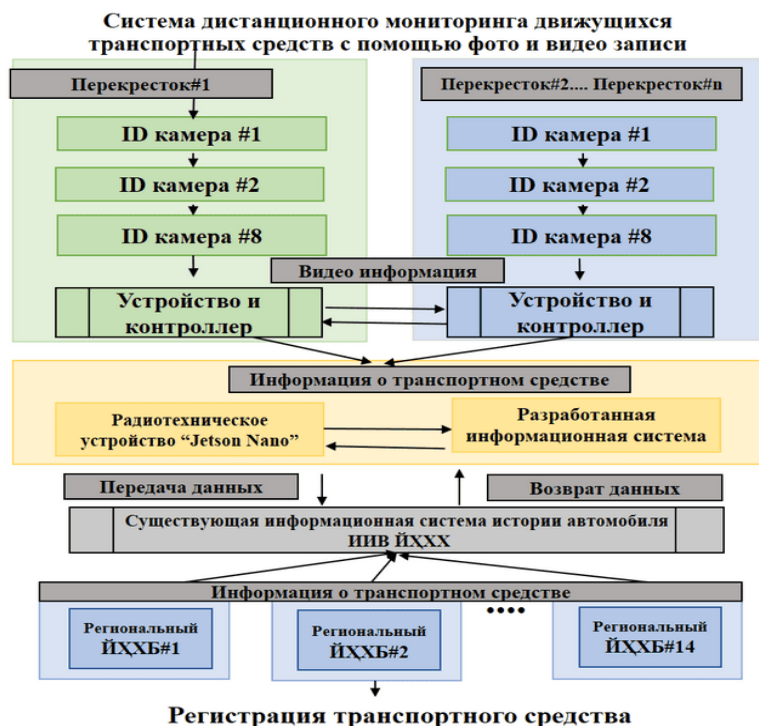


Рисунок-8. Оптимизированное программное обеспечение через устройство.

В пункте 3.3 данной главы анализируется усовершенствованное состояние радиотехнического устройства по сбору и передаче данных на основе разработанных алгоритмов и оценивается его эффективность. Аппаратные и программные компоненты системы были оценены в соответствии с техническими требованиями и прошли испытания.

В процессе «Исследования и разработки системы дистанционного мониторинга движущихся транспортных средств с помощью фото- и видеорегистрации» был разработан механизм создания системы, соответствующей стандарту O'zDSt 3064 и соответствующей технологической документации.

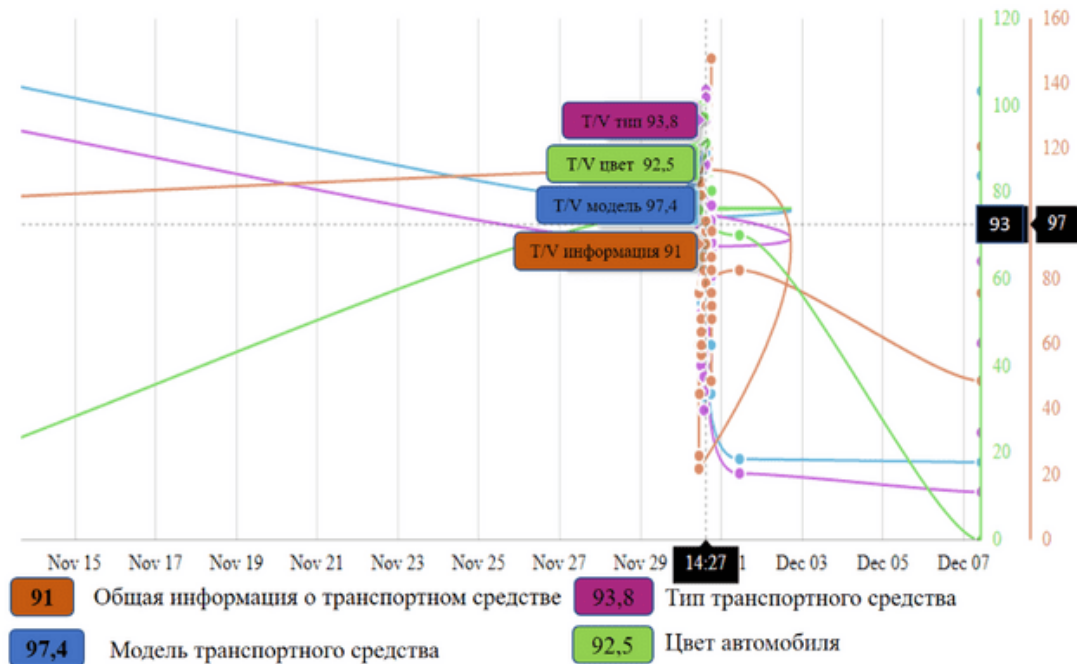


Рисунок-9. Отображение данных, отправленных с устройства на сервере.

Для оценки степени точности распознавания цвета, типа, марки и модели транспортных средств был применён показатель среднеквадратичной ошибки (MSE), на основе формулы (9), которая учитывает квадрат разницы между фактическими и прогнозируемыми значениями по каждому параметру.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (9)$$

В этом процессе были проанализированы ошибки, возникающие при определении цвета транспортного средства, связанные с уровнем освещения и качеством камеры, а также точность распознавания модели и марки, зависящая от эффективности нейронных сетей. Значения среднеквадратичной ошибки (MSE) для каждого параметра были сравнены, что позволило определить, по какому признаку точность выше, а по какому — уровень ошибки больше.

В процессе определения и сравнения корня средней квадратичной ошибки (RMSE) по цвету, типу, модели и марке транспортного средства рассчитывалась разность между фактическими и прогнозируемыми значениями, возводимая в квадрат, после чего по формуле (10) вычислялось среднее значение, из которого извлекался корень.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (10)$$

В этом процессе учитывалось, что при определении цвета транспортного средства на точность могут влиять освещение, качество камеры и погодные условия, а при распознавании модели и марки — важную роль играют точность нейронных сетей и качество обучающих данных.

Если значение RMSE (корня средней квадратичной ошибки) низкое, это свидетельствует о высокой точности модели; если же RMSE высокое — это указывает на необходимость улучшения системы.

По результатам анализа было определено, по какому признаку достигается наибольшая точность и где наблюдаются наибольшие ошибки.

Также одним из ключевых факторов при распознавании цвета, типа, модели и марки транспортного средства является высокая степень отношения сигнал/шум (SNR — Signal-to-Noise Ratio).

SNR представляет собой отношение мощности сигнала к мощности шума и рассчитывается по следующей формуле (11):

$$SNR = 10 \log_{10} \left( \frac{P_{signal}}{P_{yog.sig}} \right) (dB) \quad (11)$$

**Здесь:**  $P_{signal}$  — энергия полезного сигнала (например, реальное изображение транспортного средства),  $P_{шум}$  — шум, влияющий на изображение или сигнал (освещённость, ошибки сенсора камеры и другие внешние факторы).

Чем выше значение SNR, тем чётче получается изображение, и тем ниже вероятность ошибки при определении цвета, типа, модели и марки транспортного средства. Повышение значения SNR за счёт снижения шумов способствует увеличению эффективности системы распознавания транспортных средств.

Наряду с этим для оценки качества изображений и степени их схожести использовался индекс структурного сходства (SSIM — Structural Similarity Index). При сравнении изображений для распознавания цвета, типа, модели и марки транспортного средства применялся алгоритм SSIM.

SSIM рассчитывался по следующей формуле (12):

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (12)$$

Здесь:  $x, y$  — сравниваемые изображения,  $\mu_x\mu_y$  — средний уровень яркости изображений,  $\sigma_{xy} + C_2$  — дисперсия (степень изменчивости) изображений,  $\sigma_x^2 + \sigma_y^2$  — ковариация между двумя изображениями,  $C_1$  и  $C_2$  — малые положительные константы, предотвращающие деление на ноль при вычислениях. Если значение SSIM близко к 1, это означает высокую степень схожести изображений; если же близко к 0 — изображения существенно различаются. SSIM позволяет более точно оценить сходство изображений по таким признакам, как цвет, контраст и структура, и в сравнении с классическими метриками, такими как MSE или PSNR, даёт более достоверные результаты при сравнении изображений транспортных средств. Это, в свою очередь, способствует более точному распознаванию транспортных средств системами искусственного интеллекта.

Результаты сравнения представлены в таблице-3.

Таблица-3.

Таблица, содержащая данные (характеристики) работоспособности радиотехнического устройства.

| Метод                      | Распознавание Точность распознавания (%) |   |  |                                      |             |                                |              |
|----------------------------|--|---|--|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|
|                            | Набор данных для обучения                | Дополнительная информация идентификации | Интеграция алгоритма с другими системами | Предлагаемый результат распознавания | Эффекты     | действие, т.е. реакция системы | Время резюме |
| SSD [24]+HC [25]           | 98.3                                     | 96.6                                    | 88.4                                     | 91.5                                 | 87.3        | 83.8                           | 25.6         |
| YOLO9000 [8] + HC [25]     | 98.1                                     | 96.0                                    | 84.5                                     | 88.5                                 | 87.0        | 80.5                           | 23.8         |
| Faster-RCNN [26] + HC [25] | 97.2                                     | 94.4                                    | 82.9                                     | 87.3                                 | 85.5        | 76.3                           | 57.6         |
| TE2E [17]                  | 97.8                                     | 94.8                                    | 87.9                                     | 92.1                                 | 86.8        | 81.2                           | 310          |
| LPRNet [27]                | 97.8                                     | 92.2                                    | 79.4                                     | 85.8                                 | 92.0        | 69.8                           | 17.8         |
| RPnet [22]                 | 98.5                                     | 96.9                                    | 90.8                                     | 92.5                                 | 87.9        | 85.1                           | 11.7         |
| Zou et al. [13]            | 99.3                                     | 98.5                                    | 92.5                                     | 96.4                                 | 99.3        | 86.6                           | -            |
| DAN [28]                   | 98.9                                     | 96.1                                    | 91.9                                     | 93.7                                 | 95.4        | 83.1                           | 19.3         |
| Zhang et al. [3]           | 99.6                                     | 98.8                                    | 96.4                                     | 97.6                                 | 98.5        | 88.9                           | 24.9         |
| Предлагаемый метод         | <b>99.7</b>                              | <b>99.2</b>                             | <b>99.6</b>                              | <b>99.6</b>                          | <b>98.5</b> | <b>88.5</b>                    | <b>8.3</b>   |

В диссертации были разработаны алгоритмы системы дистанционного мониторинга транспортных средств в движении посредством фото- и видеозаписи, на основе которых создан программный комплекс, а также представлены инструкция по его использованию и анализ полученных результатов.

Для всесторонней оценки своевременности работы алгоритмов отслеживания и индексов точности наблюдения в качестве примера использовалось многоканальное видеоанализирующее программное обеспечение в режиме реального времени. При этом требование к обработке видео в реальном времени для каждого канала составляло 24 кадра в секунду (FPS), а для анализа четырёх и более каналов одновременно необходима была средняя скорость обработки выше 96 FPS.

Таблица 4.

В таблице показана общая точность (mAP) различных алгоритмов модели и результаты точности для различных транспортных средств.

| Модели             | General (mAP) | Легковой.авто | Автобус     | Микроавтобус | Грузовик    |
|--------------------|---------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| Fast R-CNN         | 67.2          | 53.6          | 83.2        | 62.5         | 69.5        |
| Faster R-CNN       | 69.2          | 55.2          | 85.4        | 64.7         | 71.3        |
| YOLO               | 58.9          | 46.6          | 75.2        | 53.4         | 60.5        |
| SSD300             | 68.8          | 54.4          | 85.1        | 64.3         | 71.5        |
| SSD512             | 71.2          | 57.4          | 87.2        | 66.8         | 73.4        |
| RON320 [25]        | 73.6          | 60.2          | 89.5        | 69.1         | 75.5        |
| Предлагаемый метод | <b>75.7</b>   | <b>62.4</b>   | <b>91.8</b> | <b>71.3</b>  | <b>77.3</b> |

Результаты тестов, представленные в таблице 4, показывают, что были сравнены три алгоритма отслеживания — CSK, KCF и предложенный в данной работе алгоритм. Индексы точности отслеживания, представленные на рисунках 7, 8 и 9, демонстрируют, что предложенный алгоритм превосходит два других по эффективности.

Принципы работы разработанной информационной системы истории транспортных средств на основе искусственного интеллекта показаны на рисунке-10

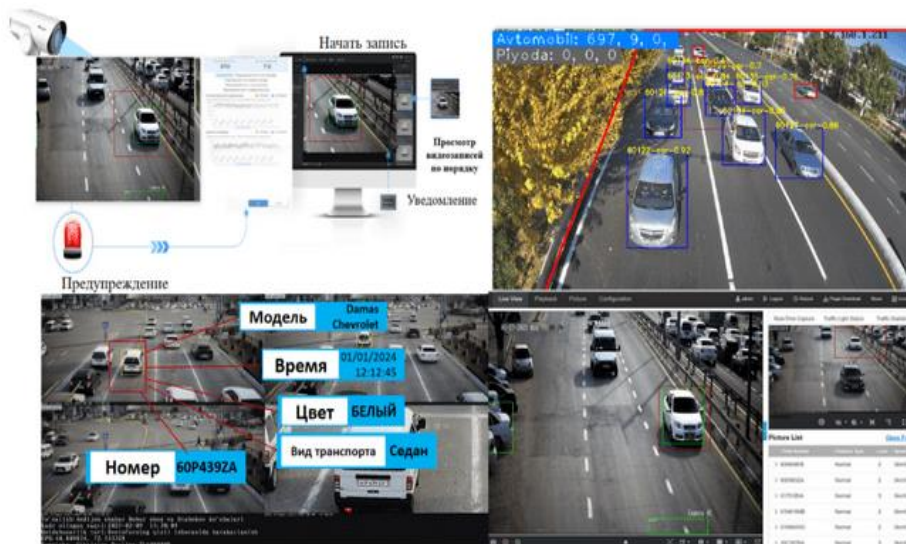


Рисунок-10. Принципы работы интеллектуального оборудования и программного обеспечения

Пользовательский интерфейс системы удаленного мониторинга движущихся транспортных средств путем записи фото и видео представлен на рисунке-11.



Пользовательский интерфейс информационной системы обнаружения и анализа транспортных средств на основе искусственного интеллекта представлен на рисунке-11.

На основе проведённых экспериментов и представленных расчётных изображений видно, что для повышения эффективности хранения, поиска и обработки данных о транспортных средствах были сравнены оптимизированные и неоптимизированные системы баз данных.

Тестирование проводилось по ключевым показателям, таким как скорость поиска, время загрузки и эффективность обработки данных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан алгоритм автоматического определения цвета, типа, модели и марки движущихся транспортных средств. Данный алгоритм позволяет автоматически сопоставлять информацию, полученную с фото- и видеорегистрационных устройств, с имеющейся базой данных, обеспечивая 98,7 процента точность при формировании постановлений о штрафах. Внедрение алгоритма в практику позволило достичь ежегодного экономического эффекта свыше 500 миллионов сумов.

1. Совершенствованы алгоритмы сбора, передачи и обработки данных посредством радиотехнического устройства, что позволило повысить точность и надежность передачи информации. В результате были снижены задержки при передаче данных, ошибки, связанные с человеческим фактором, уменьшились на 70 процентов, а эффективность работы системы в режиме реального времени значительно возросла.

2. Разработан метод интеграции радиотехнического устройства с фото- и видеорегистрационными системами, обеспечивающий обработку изображений с использованием искусственного интеллекта. По результатам оценки, система достигла улучшений по показателям: определение цвета — на 92,5 процента, типа — на 92,5 процента, марки — на 91 процент, модели — на 34,2 процента.

3. Создана информационная система “История движущихся транспортных средств”, основанная на технологиях искусственного интеллекта. В результате оптимизации системы дорожные заторы были сокращены на 64 процента, расход топлива — на 34 процента, устойчивость движения общественного транспорта возросла на 60–70 процентов, а эффективность выявления разыскиваемых и подозрительных транспортных средств увеличилась на 3,25 процента.

4. Разработанные система и алгоритмы были успешно применены ООО “UNICON.UZ” в рамках научно-исследовательской работы на тему «Разработка адаптивного метода интерполяции для изменения и восстановления изображений на основе искусственного интеллекта» при обучении и тестировании моделей нейронных сетей.

5. Разработанная система, интеграция фото- и видеорегистрационных устройств с радиотехническими средствами, использующими искусственный интеллект, внедрена в практику ООО “Telecom soʻl”. По результатам испытаний система показала повышение эффективности транспортных потоков на 3,8 процента по сравнению с “умными перекрёстками” и была признана научно и технически значимой разработкой ООО “SMART BASE”.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.13/30.12.2019.T.07.02 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**KARIMOV ASROR AKBAROVICH**

**Research and development of a remote monitoring system for moving vehicles  
using photo and video recording**

05.04.02 – Systems and Devices of Radio Engineering, Radio Navigation, Radar, and  
Television. Mobile and Fiber-Optic Communication Systems.

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

**Tashkent – 2025**

**The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2025.2.PhD/T5538**

The dissertation has been prepared at Tashkent university of information technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tuit.uz) and on the website of “Ziyonet” Information and educational portal (www.ziyonet.uz.).

**Scientific adviser:** **Nosirov Khabibullo Khikmatullo ogli**  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**Official opponents:** **Aliyev Ravshan Maratovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Yarmukhamedov Alisher Agbarovich**  
Candidate of Technical Sciences, Professor

**Leading organization:** **University of Public Security of the Republic of Uzbekistan**

The defense of dissertation will take place “  1  ”   11   2025 at   10<sup>00</sup>   at the meeting of Scientific council No. DSc.13/30.12.2019.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-43, e-mail: [iktuit@tuit.uz](mailto:iktuit@tuit.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of Tashkent University of Information Technologies (is registered under No.   372  ). (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-70).

Abstract of dissertation sent out on “  21  ”   10   2025 y.  
(mailing report No.   12   on “  21  ”   10   2025 y.).

**B.Sh. Makhkamov**  
Chairman of the Scientific Council  
awarding scientific degrees, doctor of  
economical sciences, professor

**M.S. Saitkamolov**  
Scientific secretary of Scientific Council  
awarding scientific degrees, doctor of  
economical sciences, docent

**D.A. Davronbekov**  
Chairman of the Academic Seminar  
under the Scientific Council awarding  
scientific degrees, doctor of technical  
sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work.** It consists in the development of a system for real-time detection, tracking, and remote monitoring of moving vehicles through photo and video recording, as well as the creation of a hardware-software complex for data processing based on artificial intelligence algorithms.

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

for the first time under national conditions, an algorithm has been proposed that enables the automatic identification of moving vehicles in real time based on photo and video data, independent of license plate numbers, by recognizing their external parameters such as body color, type, make, and model.

an improved hardware-software model, integrated with a radiotechnical device, has been developed to remotely collect information about moving vehicles and transmit it to the central system, with enhancements in architecture and alignment with the national infrastructure.

for the remote monitoring system of moving vehicles, a method has been advanced that processes images obtained from photo and video recording devices in real time using an embedded neural network, ensuring high reliability and optimal efficiency.

a hardware-software complex has been designed that enables the remote monitoring of vehicles based on photo and video recognition of body color, type, make, and model, integrated with an information system containing a vehicle history module.

**The practical results of the research are as follows:** In the creation of the adaptive system, a method for the optimal use of software and hardware resources has been developed, along with software capable of detecting, classifying, and monitoring vehicles in real time based on images obtained from photo and video recording devices.

For the intelligent device that enhances the efficiency of collecting and transmitting data, software and hardware have been developed to automatically recognize and identify the color, type, make, and model of vehicles.

**Implementation of the research results.** Based on the scientific results obtained from the research and development of a remote monitoring system for moving vehicles through photo and video recording:

an algorithm enabling the automatic recognition of external parameters—such as body color, type, make, and model—of moving vehicles in real time based on photo and video data, without relying on license plate numbers, was implemented at “SMART BASE” LLC (Reference No. 33-8/4841 dated July 11, 2025, from the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan). As a result, according to integration criteria with radiotechnical equipment, high accuracy rates were achieved: 92.5% for color, 92.5% for type, 91% for make, and 34.2% for model. These outcomes indicate a significant increase in the technical and analytical efficiency of the system in the vehicle identification process.

An improved hardware-software model, integrated with a radiotechnical device, designed for the remote collection of data on moving vehicles and its

transmission to the central system based on external parameters, together with its related technologies, has been effectively implemented in the practice of “Telecom sot” LLC. On the basis of the developed methods and algorithms, the possibility has been created to install and operate specialized automated photo and video recording software-technical tools on highways. In practice, this process, through the remote monitoring system for moving vehicles by means of photo and video recording, enables not only the rapid and effective detection of various transport-related offenses and crimes, but also the tracing of stolen vehicles, the forecasting of potentially dangerous situations, and the real-time monitoring of vehicle movements. (Reference: Information Letter of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan No. 33-8/4841, dated July 11, 2025). As a result, the developed system ensured a 0.2 percent increase in data transmission and reception speed, thereby guaranteeing a higher level of stability, reliability, and continuity in the processes of information exchange. an enhanced image processing algorithm for real-time analysis of footage captured by photo and video recording devices used in the remote monitoring system for moving vehicles—based on an embedded neural network—was developed by “UNICON.UZ” LLC. It has been applied in the image reconstruction project using artificial intelligence and recognized by the Ministry of Digital Technologies as a primary source during the localization of international standards (Reference No. 33-8/4841 dated July 11, 2025). As a result, the algorithm ensures evaluation without human involvement and enabled the generation of penalty decisions with 98.7% accuracy, thereby facilitating the detection of missing, wanted, or crime-related vehicles.

the hardware-software complex designed for remote monitoring of moving vehicles based on the recognition of body color, type, make, and model through photo and video recordings, along with an information system integrated with the vehicle history module, has been implemented not only at the Public Order and Assistance Center but also within the framework of the “Safe City” unified integrated system development concept. Specifically, it was deployed at public road intersections—“A. Temur–Khurshida” and “A. Temur–Moikurgon”—under the jurisdiction of the Tashkent City Department of Internal Affairs Road Safety Unit. The system was introduced by the Ministry of Internal Affairs' Safe City System Development Center (Reference No. 33-8/4841 dated July 11, 2025, from the Ministry of Digital Technologies and No. 24/11-5436 dated May 8, 2025, from the Main Directorate of Road Safety of the Ministry of Internal Affairs). As a result, the accuracy of vehicle identification based on parameters other than license plates increased by 3.8%, and the system has been recognized as an advanced solution from technical, legal, and practical perspectives

**.Structure and volume of the dissertation:** The dissertation consists of an introduction, three chapters, and a conclusion, totaling 120 pages, along with a list of references and appendices, bringing the total length to 154 pages.

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

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Каримов А.А., Носиров Х.Х. Инновацион босқичда “ақлли чорраҳа” (Тошкент шаҳар мисолида) // “Mashinasozlik” ilmiy texnika jurnali. № 3. Andijon-2021. - В 4 - 16
2. Каримов А.А., Носиров Х.Х. Йўл ҳаракати хавфсизлиги соҳасидаги муносабатларни тартибга солиш // “Mashinasozlik” ilmiy texnika jurnali. № 3. Andijon-2021. - В 84 - 104
3. Karimov A.A. Methods and Algorithms for Managing Systems of Road Safety In An Adaptive Complex Based on Artificial Intelligence // Scintific Journal of “Modern Educational Achievements”. Special Edition. Date of publication: 09:12:2022. –P. 102 - 138
4. Karimov A.A., Zoxidov A.Z. Sun'iy intellekt axborot tizimlar asosida transport vositalarini harakatini barqaror rivojlanishi // “MUHAMMAD AL-XORAZMIY AVLODLARI” Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnali. №3 (29), 2024. – В. 193 - 198
5. Karimov A.A. Avtomobil yo'llarda harakatlanayotgan transport vositalarini ko'p maqsadli avtomatlashgan foto va video yozuvlar asosida algoritimini va dasturiy majmuasini tuzish // Journal.: “RESEARCH FOCUS”. VOLUME 2, ISSUE 3, 2023. ResearchBip (14) | Google Scholar | SJIF (5.708) | UIF (8.3) ISSN: 2181-3833. - 18 P.
6. Karimov A.A. "Green Wave" module for creating an artificial intelligence-based adaptive complex of road network permeability to improve road traffic safety // Journal.: “International Bulletin of Engineering and Technology”. UIF = 8.1 | SJIF = 5.71. Volume 3, Issue 3, 2023. ISSN: 2770-9124. – P. 108 - 127
7. Karimov A.A. Avtomobil yo'llarda harakatlanayotgan transport vositalarini ko'p maqsadli avtomatlashgan foto va video yozuvlar asosida algoritimini va dasturiy majmuasini tuzish // Eurasian Journal of “Academic Research Innovative Academy Research”. UIF = 8.1 | SJIF = 5.685. Volume 3, Issue 4, Part 3, 2023. – P. 168 - 201
8. Каримов А.А. Сунъий интеллектга асосланган “ақлли чорраҳа” динамик сигналларининг камера орқали адаптив бошқариш комплекси // (CAJECS). Central Asian Journal of “Education and Computer Sciences”. Volume 1, ISSUE 5, 2022. ISSN: 2181-3213. – P. 24 - 35
9. Каримов А.А. Замонавий технологияларнинг жамиятдаги ўрни // Международный современный научно-практический журнал “Научный импульс”. №5 (100), ЧАСТЬ 2. Москва - 2022. – P. 363 - 371
10. Karimov A.A. Yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish: muammolar va istiqbollar, yechimlar // “Yangi O'zbekiston talabalari axborotnomasi” jurnali. 1 - jild, 5 - son, PART 2. №YO'TA 2305-000138. – В. 122 - 128

## II bo‘lim (II часть; II part)

11. Каримов А.А. “Хавфсиз шаҳар”да “ақлли чорраҳалар”нинг ўрни // “O‘zbekiston va avtomobil sanoati. fan, ta’lim va ishlab chiqarish integratsiyasi” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumanning materiallari. Andijon - 2021. - B 95 - 97
12. Каримов А.А. “Тошкентда ақлли чорраҳа” дастурий лойиҳаси // “O‘zbekiston va avtomobil sanoati. fan, ta’lim va ishlab chiqarish integratsiyasi” mavzusidagi xalqaro ilmiy - amaliy anjumanning materiallari. Andijon - 2021. - B 97 - 100
13. Karimov A.A. Yo‘l harakati ishtirokchilari xavfsizligini ta’minlash – ustuvor vazifa // ITN&T-2022. “Axborot texnologiyalari, tarmoqlar va telekommunikatsiyalar” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. Urganch - 2022. - B 283-286
14. Karimov A.A. “Tirband chorrahalar bo‘ylab “sayohat” ITN&T - 2022. “Axborot texnologiyalari, tarmoqlar va telekommunikatsiyalar” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. Urganch - 2022. - B 287 - 290
15. Karimov A.A. Yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashda texnik vositalarning o‘rni // ITN&T-2022. “Axborot texnologiyalari, tarmoqlar va telekommunikatsiyalar” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. Urganch - 2022. - B 290 - 294
16. Каримов А.А. “Ақлли шаҳар” инновацион технологияси орқали “Ақлли йўллар” хавфсизлигига қаратилган эътибор // Mathematical model of a dispersed flow with a height-variable density // A collection of scientific works of the Finland International scientific online conference “SUSTAINABILITY OF EDUCATION SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY”. Part 4. Helsinki, "CESS"- 2022. – P. 43 - 45
17. Каримов А.А. Ўзбекистонда замонавий технологияларни жорий этиш (Тошкент шаҳар мисолида) // TURKEY International scientific-online conference “Theory and Analytical Aspects of Recent Research”. Part 10. Istanbul-2022. – P. 21 - 23
18. Karimov A.A., Zoxidov A.Z., Rikhsivoev M. Evaluation of the System and Algorithm Developed for Moving Vehicles Based on Artificial Intelligence // “Oliy ta’limda aniq va tabiiy fanlarning zamonaviy, innovatsion rivojlanishi” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallar to‘plami. Toshkent – 2024. – P. 167 - 179
19. Karimov A.A. Widespread use of intelligent technologies for reliable human security // A collection scientific works of the Canada International scientific online conference “INNOVATION DEVELOPMENTS AND RESEARCH IN EDUCATION”. Part 12. Ottawa, "CESS"- 2022. – P. 230 - 232
20. Karimov A.A. New principles of human and artificial intelligence A collection scientific works of the USA International scientific conference “INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM”. Part 25. Washington, "CESS"- 2022. – P. 22 - 25

21. Каримов А.А. Хавфсизликни таъминлаш ва йўл ҳаракатини тартибга солишда ақлли камераларнинг ўрни // A collection scientific works of the USA International scientific conference “INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM”. Part 25. Washington, "CESS"- 2022. – P. 280 - 290

22. Karimov A.A. Reliable provision of human safety on smart roads // A collection scientific works of the Russia International scientific conference “INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE”. Part 14. Chelyabinsk, "CESS"- 2022. –P. 15 - 22

23. Каримов А.А. Хавфсизликни таъминлашда “ақлли тизим”нинг адаптив комплекси // A collection of scientific works of the France International scientific online conference “SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM”. Part 10. Paris, "CESS" - 2022. – P. 102 - 104

24. Каримов А.А. Тошкент шаҳрида “Ақлли шаҳар” концепциясини амалга ошириш имкониятларини баҳолаш // A collection scientific works of the Poland International scientific online conference “SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH”. Part 5. Warsaw, "CESS"- 2022. – P. 33 - 41

25. Каримов А.А. “Ақлли шаҳарлар” инфратузилмасини яратиш механизмлари // A collection scientific works of the Poland International scientific online conference “SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH”. Part 5. Warsaw, "CESS"- 2022. – P. 24 - 32

26. Karimov A.A., Zoxidov A.Z. Sun’iy intellektga asoslangan harakatdagi avtomobillar tarixi axborot tizimi uchun transport vositasining ma’lumotlari va oqimini boshqarishni tadqiq etish uchun dasturiy ta’minot // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligining elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnomasi № DGU 07597. 15.01.2020.

27. Karimov A.A., Zoxidov A.Z. Sun’iy intellektga asoslangan harakatdagi avtomobillar tarixi axborot tizimida ma’lumotlarni yig‘ish va uzatish uchun dasturiy ta’minot // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligining Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnomasi № DGU 43517. 05.11.2024

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