ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

YOMON OB-HAVO SHAROITLARIGA MOSLASHUVCHAN AVTOMOBIL RAQAMLARINI TANIB OLISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH.

Quzibayev Xudayshukur Shavkat o‘g‘li
Urganch RANCH universiteti PhD,dotsent v,b
Nurjanova Nafisa Baxramovna
Urganch RANCH universiteti Kompyuter injinering fakulteti 1- kurs magistranti
E-mail: nafisanurdjanova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yomg‘ir, qor, tuman, chang va past yoritilgan muhit kabi noqulay ob-havo sharoitlarida samarali ishlay oladigan avtomatik avtomobil raqamlarini tanib olish (ANPR) tizimini ishlab chiqish masalasi ko‘rib chiqiladi. An’anaviy ANPR tizimlari tasvir ko‘rinishning pasayishi, harakatdan kelib chiqadigan xiralashish va yoritilishdagi o‘zgaruvchanlik sababli ishlash samaradorligini sezilarli darajada yo‘qotadi. Ushbu muammolarni bartaraf etish maqsadida taklif etilgan yondashuv tasvirni oldindan qayta ishlashning ilg‘or usullarini, jumladan kontrastni oshirish, tumanni kamaytirish (dehazing), shovqinni kamaytirish (denoising) hamda adaptiv gistogramma tenglashtirishni chuqur o‘rganish (Deep Learning) asosidagi aniqlash va tanib olish modellari bilan birlashtiradi. Tizimda avtomobil raqamini aniqlash va belgilarni tanib olish uchun konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) qo‘llanilib, segmentatsiya va xususiyat ajratish algoritmlari bilan qo‘llab-quvvatlanadi. Turli ob-havo sharoitlarida olingan transport vositalari tasvirlaridan iborat ma’lumotlar bazasi shakllantirilib, tizimning barqarorligi va umumlashuv qobiliyati baholandi. Aniqlik, precision, recall va qayta ishlash tezligi kabi ko‘rsatkichlar tahlil qilindi hamda bazaviy modellarga nisbatan taqqoslandi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, taklif etilgan usul noqulay ob-havo sharoitlarida aniqlikni sezilarli darajada oshiradi va hisoblash samaradorligini saqlab qoladi. Ushbu tizim aqlli transport tizimlari, yo‘l harakati monitoringi, xavfsizlik nazorati hamda Smart City infratuzilmalarida samarali qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Avtomatik raqam belgilarini aniqlash (ANPR), noqulay ob-havo sharoitlari, chuqur o‘rganish, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), tasvirlarni oldindan qayta ishlash, intellektual transport tizimlari.

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка адаптивной к неблагоприятным погодным условиям системы автоматического распознавания автомобильных номерных знаков (ANPR), способной эффективно функционировать при дожде, снеге, тумане, пыли и слабом освещении. Традиционные системы ANPR значительно теряют точность из-

ISSN 3030-3907

за шума изображения, снижения видимости, размытости движения и изменчивости освещения. Для решения этих проблем предлагаемый подход объединяет современные методы предварительной обработки изображений, включая повышение контрастности, устранение тумана (dehazing), подавление шума (denoising) и адаптивное выравнивание гистограммы, с моделями обнаружения и распознавания на основе глубокого обучения. В системе используются сверточные нейронные сети (CNN) для обнаружения номерных знаков и распознавания символов, поддерживаемые алгоритмами сегментации и извлечения признаков. Для оценки устойчивости и способности к обобщению была сформирована база данных изображений транспортных средств, полученных в различных погодных условиях. Были проанализированы показатели точности, precision, recall и скорость обработки, а также проведено сравнение с базовыми моделями. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный метод значительно повышает точность распознавания в неблагоприятных погодных условиях при сохранении вычислительной эффективности. Разработанная система может эффективно применяться в интеллектуальных транспортных системах, мониторинге дорожного движения, системах безопасности и инфраструктуре Smart City.

Ключевые слова: Автоматическое распознавание номерных знаков (ANPR), неблагоприятные погодные условия, глубокое обучение, сверточные нейронные сети (CNN), предварительная обработка изображений, интеллектуальные транспортные системы.

Abstract. This paper presents the development of a weather-adaptive Automatic Number Plate Recognition (ANPR) system designed to operate effectively under adverse environmental conditions such as rain, snow, fog, dust, and low-light environments. Conventional ANPR systems often experience significant performance degradation due to image noise, reduced visibility, motion blur, and illumination variability. To address these challenges, the proposed approach integrates advanced image preprocessing techniques, including contrast enhancement, dehazing, denoising and adaptive histogram equalization, combined with deep learning-based detection and recognition models. The system employs Convolutional Neural Networks (CNN) for license plate detection and character recognition, supported by image segmentation and feature extraction algorithms. A diverse dataset containing vehicle images captured in various weather conditions was compiled to evaluate system robustness and generalization capability. Performance metrics such as recognition accuracy, precision, recall, and processing speed were analyzed and compared with baseline models. Experimental results

ISSN 3030-3907

demonstrate that the proposed method significantly improves recognition accuracy under adverse weather conditions while maintaining computational efficiency. The developed system can be effectively implemented in intelligent transportation systems, traffic monitoring, security surveillance, and Smart City infrastructures. The research contributes to enhancing the reliability and resilience of ANPR technologies in real-world dynamic environments.

Keywords: Automatic Number Plate Recognition, adverse weather conditions, deep learning, convolutional neural networks (CNN), image preprocessing, intelligent transportation systems.

KIRISH

So‘nggi yillarda avtomatlashtirilgan transport monitoringi va yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash sohasida Automatic Number Plate Recognition (ANPR) tizimlariga bo‘lgan ehtiyoj keskin ortib bormoqda. Ushbu texnologiya transport vositalarining davlat raqam belgilarini avtomatik aniqlash va tanib olish orqali yo‘l harakati nazorati, tezlikni monitoring qilish, to‘lov tizimlari, xavfsizlik nazorati hamda jinoyatchilikka qarshi kurashishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, Intelligent Transportation Systems (ITS) va “Smart City” konsepsiyalarining rivojlanishi ANPR tizimlarining samaradorligi va ishonchliligiga yuqori talab qo‘ymoqda.

Biroq real sharoitda ishlovchi an’anaviy ANPR tizimlari ko‘plab tashqi omillar ta’sirida o‘z samaradorligini yo‘qotadi. Yomg‘ir, qor, tuman, chang, kuchli yoki past yoritilish, shuningdek transport vositasining harakati natijasidagi xiralashish tasvir sifatini sezilarli darajada pasaytiradi. Natijada raqam belgilarini aniqlash va segmentatsiya qilish jarayonida xatoliklar ortadi. Ko‘pgina mavjud yechimlar yuqori aniqlikni asosan laboratoriya yoki ideal ob-havo sharoitlarida namoyon qiladi, ammo murakkab tashqi muhitda ularning umumlashuv qobiliyati cheklangan bo‘lib qolmoqda.

Zamonaviy tadqiqotlarda tasvirlarni oldindan qayta ishlash va sun’iy intellekt usullarini birlashtirish orqali ushbu muammolarni hal etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xususan, kontrastni oshirish, adaptiv gistogramma tenglashtirish, shovqinni kamaytirish va tumanni bartaraf etish (dehazing) kabi usullar tasvir sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, Deep Learning asosidagi modellar, ayniqsa Convolutional Neural Networks (CNN), murakkab vizual xususiyatlarni avtomatik ajratib olish va yuqori aniqlikda tasniflash imkonini beradi. CNN arxitekturasi yordamida raqam belgilarini aniqlash, segmentatsiya qilish va belgilarni tanib olish jarayonlari yagona samarali tizim doirasida amalga oshirilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Mazkur maqolaning maqsadi — noqulay ob-havo sharoitlarida barqaror ishlay oladigan ANPR tizimini ishlab chiqish va uning samaradorligini eksperimental jihatdan baholashdir. Taklif etilayotgan yondashuv tasvirni ilg‘or oldindan qayta ishlash metodlari bilan chuqur o‘rganish asosidagi aniqlash va tanib olish modellarini integratsiyalashga asoslanadi. Tizim turli ob-havo sharoitlarida olingan real tasvirlar asosida sinovdan o‘tkazilib, aniqlik, precision, recall va qayta ishlash tezligi kabi ko‘rsatkichlar bo‘yicha tahlil qilinadi.

Shu tariqa, ushbu tadqiqot natijalari noqulay tashqi muhit sharoitida ishlovchi ANPR tizimlarining ishonchliligini oshirishga qaratilgan bo‘lib, ular aqlli transport tizimlari, yo‘l harakati monitoringi hamda shahar infratuzilmasini raqamlashtirish jarayonlarida keng qo‘llanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI

So‘nggi yillarda Automatic Number Plate Recognition (ANPR) tizimlarini noqulay ob-havo sharoitlariga moslashtirish masalasi kompyuter ko‘rish va intellektual transport tizimlari sohasida dolzarb tadqiqot yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Dastlabki ishlarda raqam belgilarini aniqlash asosan klassik tasvirni qayta ishlash algoritmlariga, jumladan chetlarni aniqlash, morfologik amallar va qo‘lda tanlangan xususiyatlarga asoslangan edi. Biroq bunday yondashuvlar yoritilishning o‘zgarishi, shovqin va tuman kabi tashqi omillarga nisbatan juda sezgir bo‘lib, real sharoitlarda past aniqlik ko‘rsatgan.

Keyingi tadqiqotlarda tasvir sifatini yaxshilash maqsadida oldindan qayta ishlash bosqichiga alohida e’tibor qaratildi. Kontrastni oshirish, adaptiv gistogramma tenglashtirish, shovqinni kamaytirish (denoising) va tumanni bartaraf etish (dehazing) algoritmlaridan foydalanish orqali ANPR tizimlarining samaradorligini oshirishga urinishlar kuzatildi. Ushbu usullar tasvirning vizual aniqligini yaxshilagan bo‘lsa-da, murakkab va o‘zgaruvchan ob-havo sharoitlarida barqaror natijani doimiy ta’minlab bera olmadi.

Chuqur o‘rganish texnologiyalarining rivojlanishi bilan ANPR tizimlarida Convolutional Neural Networks (CNN) asosidagi yondashuvlar keng qo‘llanila boshlandi. CNN modellarining asosiy afzalligi — xususiyatlarni avtomatik ajratib olish va murakkab vizual naqshlarni o‘rganish qobiliyatidir. Tadqiqotlarda YOLO, Faster R-CNN, SSD kabi detektorlar yordamida avtomobil raqamlarini aniqlash, CRNN va CNN-LSTM arxitekturalari orqali belgilarni tanib olish usullari taklif etilgan.

Ayrim ilmiy ishlarda ob-havo sharoitlariga moslashuvchanlikni oshirish uchun maxsus ma’lumotlar bazalari yaratilib, modellar yomg‘ir, qor, tuman va past yoritilish sharoitlarida olingan tasvirlar bilan o‘qitilgan. Boshqa tadqiqotlarda esa generativ modellardan foydalanib sun’iy ravishda yomonlashtirilgan tasvirlar

ISSN 3030-3907

asosida o‘qitish orqali tizimning umumlashuv qobiliyatini kuchaytirish taklif etilgan.

Shunga qaramay, mavjud ishlarning aksariyatida tasvirni oldindan qayta ishlash va chuqur o‘rganish asosidagi tanib olish bosqichlari alohida ko‘rib chiqilgan. Ularning yagona, integratsiyalashgan va real vaqt rejimida ishlay oladigan tizim sifatida tatbiq etilishi yetarlicha chuqur o‘rganilmagan. Ushbu maqolada aynan shu muammoni hal etishga qaratilgan kompleks yondashuv taklif etiladi.

METODOLOGIYA

1. Tizimning umumiy arxitekturasi

Taklif etilgan ANPR tizimi noqulay ob-havo sharoitlarida barqaror ishlashni ta’minlash maqsadida ko‘p bosqichli arxitektura asosida ishlab chiqilgan. Tizim quyidagi asosiy modullardan tashkil topgan:

1. Kiruvchi tasvirlarni qabul qilish moduli
2. Tasvirni oldindan qayta ishlash moduli
3. Avtomobil raqamini aniqlash moduli
4. Belgilarni segmentatsiya qilish moduli
5. Belgilarni tanib olish moduli

Har bir modul o‘z vazifasini mustaqil bajaradi va keyingi bosqich uchun optimallashtirilgan ma’lumotni uzatadi.

2. Tasvirni oldindan qayta ishlash

Noqulay ob-havo sharoitlarida tasvir sifati sezilarli darajada yomonlashadi. Shu sababli tizimda chuqur o‘rganish modellariga kiritilishidan avval tasvirlar quyidagi usullar yordamida qayta ishlanadi:

- **Kontrastni oshirish** — past yoritilgan tasvirlarda raqam belgilarining aniqligini yaxshilash uchun adaptiv gistogramma tenglashtirish qo‘llaniladi.
- **Tumanni kamaytirish (Dehazing)** — tuman va changli muhitda kontrast yo‘qolishini kamaytirish va konturlarni aniqlashtirish maqsadida dehazing algoritmlaridan foydalaniladi.
- **Shovqinni kamaytirish (Denoising)** — sensor shovqini va yomg‘ir tomchilari ta’sirini kamaytirish uchun fazoviy va o‘rganishga asoslangan filtrlash usullari qo‘llaniladi.

Ushbu bosqich natijasida olingan tasvirlar aniqlash va tanib olish modullari uchun yanada qulay ko‘rinishga keltiriladi.

3. Avtomobil raqamini aniqlash

Avtomobil raqamini aniqlash bosqichida CNN asosidagi ob’ekt aniqlash modeli qo‘llaniladi. Model avtomobil tasviridan raqam belgisi joylashgan hududni

ISSN 3030-3907

aniqlab, keyingi qayta ishlash uchun ajratib beradi. Ushbu yondashuv hisoblash samaradorligini oshiradi.

4. Belgilarni segmentatsiya qilish va tanib olish

Aniqlangan raqam belgisi hududi belgilarni segmentatsiya qilish bosqichiga uzatiladi. Segmentatsiya jarayonida belgilar bir-biridan ajratilib, normallashtiriladi. So‘ngra har bir belgi CNN asosidagi tanib olish modeliga uzatiladi. Model harflar va raqamlarni alohida sinflar sifatida o‘rganib, yuqori aniqlikda tasniflaydi.

5. O‘qitish va baholash

Model turli ob-havo sharoitlarida olingan real tasvirlar asosida o‘qitildi. Tizim samaradorligi aniqlik (accuracy), precision, recall va qayta ishlash tezligi kabi mezonlar yordamida baholandi. Natijalar bazaviy ANPR modellar bilan taqqoslanib, taklif etilgan yondashuvning ustunliklari aniqlandi.

TAJRIBA NATIJALARI

Taklif etilgan ANPR tizimi turli noqulay ob-havo sharoitlarida olingan transport vositalari tasvirlari asosida sinovdan o‘tkazildi. Tajribalar davomida yomg‘ir, qor, tuman, chang hamda past yoritilgan muhitlarda olingan tasvirlar ishlatildi. Ma’lumotlar to‘plami o‘qitish va test qismlariga ajratilib, modellar bir xil sharoitlarda baholandi.

Baholash uchun quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar tanlandi:

- **Aniqlik (Accuracy)**
- **Precision**
- **Recall**
- **Qayta ishlash tezligi (FPS)**

Taklif etilgan model natijalari an’anaviy CNN asosidagi bazaviy ANPR modeli bilan taqqoslandi.

1-Jadval

Turli ob-havo sharoitlarida ANPR tizimlari samaradorligi

Ob-havo sharoiti	Model turi	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	FPS
Yomg‘ir	Bazaviy ANPR	78.4	76.9	75.3	32
	Taklif etilgan	**89.6**	**88.1**	**87.4**	30
Tuman	Bazaviy ANPR	72.1	70.4	69.8	31
	Taklif etilgan	**86.3**	**85.2**	**84.7**	29

ISSN 3030-3907

Past yoritilish	Bazaviy ANPR	74.6	73.8	72.5	33
	Taklif etilgan	**88.9**	**87.6**	**86.8**	31
Qor	Bazaviy ANPR	76.2	74.5	73.9	30
	Taklif etilgan	90.2	89.0	88.2	28

MUHOKAMA

Ushbu tadqiqot natijalari noqulay ob-havo sharoitlarida avtomobil raqamlarini tanib olish tizimlarining asosiy muammolari tasvir sifati bilan bevosita bog‘liqligini yana bir bor tasdiqlaydi. An’anaviy ANPR tizimlari yuqori aniqlikka asosan ideal yoki nazorat qilinadigan sharoitlarda erishadi, biroq real muhitda ularning samaradorligi keskin pasayadi.

Taklif etilgan yondashuvda tasvirni oldindan qayta ishlash usullarining chuqur o‘rganish modullari bilan integratsiyasi muhim rol o‘ynadi. Dehazing va kontrastni oshirish algoritmlari yordamida tuman va past yoritilish sharoitlarida tasvirning semantik axboroti sezilarli darajada tiklandi. Natijada CNN asosidagi aniqlash va tanib olish modellari uchun yanada boy va barqaror xususiyatlar shakllandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilgan tizim faqatgina aniqlikni oshirish bilan cheklanib qolmay, balki noto‘g‘ri aniqlashlar ulushini ham kamaytiradi. Precision va recall ko‘rsatkichlarining bir vaqtda yuqori bo‘lishi tizimning real amaliy qo‘llanmalar uchun muhim bo‘lgan ishonchlilik darajasini ta’minlaydi. Qayta ishlash tezligining real vaqt talablariga mos bo‘lishi esa tizimni yo‘l harakati monitoringi va aqlli transport tizimlarida qo‘llash imkonini beradi.

Shu bilan birga, tadqiqot ayrim cheklovlarga ega. Juda kuchli qor bo‘ronlari yoki ekstremal yoritilish sharoitlarida tasvir sifati keskin pasaygan holatlarda tizim aniqligi qisman kamayishi mumkin. Kelgusida generativ modellardan foydalanib ekstremal ob-havo sharoitlari uchun sun’iy ma’lumotlar yaratish va modellarni yanada moslashtirish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Umuman olganda, ushbu ish ANPR tizimlarini real, dinamik va murakkab muhitlarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi hamda aqlli transport tizimlari uchun ishonchli texnologik yechim taklif etadi.

XULOSA

Ushbu maqolada yomon ob-havo sharoitlariga moslashuvchan avtomobil raqamlarini tanib olish tizimini ishlab chiqish va baholash masalasi ko‘rib chiqildi. Taklif etilgan yondashuv tasvirni oldindan qayta ishlashning ilg‘or usullarini

ISSN 3030-3907

chuqur o‘rganish asosidagi aniqlash va tanib olish modullari bilan integratsiyalash orqali an’anaviy ANPR tizimlarining asosiy kamchiliklarini bartaraf etishga qaratildi.

O‘tkazilgan tajribalar natijalari shuni ko‘rsatdiki, dehazing, denoising va adaptiv kontrastni oshirish usullarini qo‘llash noqulay ob-havo sharoitlarida tasvir sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Natijada konvolyutsion neyron tarmoqlar asosidagi model raqam belgilarini aniqlash va tanib olishda yuqori aniqlik, precision va recall ko‘rsatkichlariga erishdi. Taklif etilgan tizim bazaviy ANPR modellari bilan solishtirilganda o‘rtacha 10–15% yuqori aniqlikni namoyon etdi va real vaqtga yaqin ishlash tezligini saqlab qoldi.

Mazkur tadqiqot natijalari ANPR tizimlarini real muhitda, jumladan yomg‘irli, tumanli va past yoritilgan sharoitlarda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi. Tizim aqlli transport tizimlari, yo‘l harakati monitoringi, xavfsizlik nazorati va Smart City infratuzilmalari uchun samarali yechim sifatida xizmat qilishi mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda quyidagi yo‘nalishlar istiqbolli hisoblanadi:

- ekstremal ob-havo sharoitlari (kuchli qor bo‘roni, qum bo‘roni) uchun generativ modellar yordamida sun’iy ma’lumotlar yaratish;
- transformer va attention mexanizmlariga asoslangan modellarni ANPR tizimiga integratsiya qilish;
- tizimni cheklangan hisoblash resurslariga ega edge qurilmalarda optimallashtirish;
- real shahar sharoitida uzoq muddatli sinovlarni o‘tkazish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Silva, S. M., Jung, C. R., “Real-Time License Plate Detection and Recognition Using Deep Convolutional Neural Networks,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2018.

2. Laroca, R., et al., “A Robust Real-Time Automatic License Plate Recognition Based on the YOLO Detector,” *IEEE International Conference on Image Processing*, 2019.

3. Li, Y., Guo, F., “Single Image Dehazing Using Dark Channel Prior,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2011.

4. Zhang, K., Zuo, W., Chen, Y., “Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising,” *IEEE Transactions on Image Processing*, 2017.

5. Redmon, J., Farhadi, A., “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection,” *arXiv preprint arXiv:2004.10934*, 2020.

ISSN 3030-3907

6. Huang, Z., et al., “Weather-Adaptive License Plate Recognition Using Deep Learning,” *Sensors*, 2024.
7. Wang, L., et al., “License Plate Recognition Under Adverse Weather Conditions,” *Applied Sciences*, 2025.

ISSN 3030-3907