Central Asian Research Journal of Natural and Exact Sciences
INTERNATIONAL SCIENTIFIC, APPLIED AND THEORETICAL JOURNAL
2026 / № 1(2)
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE CENTRAL ASIA

SUN'IY INTELLEKT VA KOMPYUTERLI KO'RISH ASOSIDA SHAHAR TRANSPORT OQIMINI MONITORING QILISH

Umirzaqova Tursunoy Akramjon qizi
Andijon davlat texnika instituti ATT yo'nalishi 3-bosqich talabasi
E-mail: **umirzaqovatursunoy65@gmail.com**

Annotatsiya. Zamonaviy shaharlarda avtomobillar sonining ortishi transport oqimini samarali boshqarish va yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash masalalarini dolzarb qilib qo'ymoqda. Maqolada kompyuterli ko'rish va sun'iy intellekt texnologiyalari asosida transport vositalarini avtomatik aniqlash, kuzatish va sanash usuli yoritilgan. Taklif etilayotgan yondashuvda YOLOv8 modeli transport vositalarini aniqlash, DeepSORT algoritmi esa ularni videokadrlar ketma-ketligida kuzatish uchun qo'llaniladi. Virtual nazorat chizig'i orqali transport vositalarini sanash, oqim intensivligini hisoblash va monitoring natijalarini statistik ko'rinishda taqdim etish metodikasi bayon etilgan. Yondashuv mavjud videokuzatuv infratuzilmasidan foydalanib, transport harakati haqidagi ma'lumotlarni yig'ishni avtomatlashtirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, kompyuterli ko'rish, YOLOv8, DeepSORT, transport oqimi, avtomobillarni sanash, intellektual transport tizimi, videokuzatuv, tirbandlik.

Annotatsiya. The growing number of vehicles in modern cities makes efficient traffic-flow management and road safety increasingly urgent. The article describes a method for automatic detection, tracking and counting of vehicles based on computer vision and artificial intelligence. In the proposed approach, the YOLOv8 model detects vehicles and the DeepSORT algorithm tracks them across a sequence of video frames. A methodology is presented for counting vehicles with a virtual control line, calculating traffic-flow intensity and presenting monitoring results in statistical form. The approach makes it possible to automate the collection of traffic data using existing video-

surveillance infrastructure.

Keywords: artificial intelligence, computer vision, YOLOv8, DeepSORT, traffic flow, vehicle counting, intelligent transportation system, video surveillance, traffic congestion.

Аннотация. Рост числа автомобилей в современных городах делает актуальными задачи эффективного управления транспортными потоками и обеспечения безопасности дорожного движения. В статье описан метод автоматического обнаружения, отслеживания и подсчёта транспортных средств на основе компьютерного зрения и искусственного интеллекта. В предлагаемом подходе модель YOLOv8 обнаруживает транспортные средства, а алгоритм DeepSORT отслеживает их в последовательности видеокадров. Изложена методика подсчёта транспортных средств с помощью виртуальной контрольной линии, расчёта интенсивности потока и представления результатов мониторинга в статистическом виде. Подход позволяет автоматизировать сбор данных о транспортном движении с использованием существующей инфраструктуры видеонаблюдения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, компьютерное зрение, YOLOv8, DeepSORT, транспортный поток, подсчёт автомобилей, интеллектуальная транспортная система, видеонаблюдение, пробки. Kirish.

Bugungi kunda shaharlar infratuzilmasining rivojlanishi, aholi sonining ortishi va avtomobillar miqdorining ko‘payishi transport tizimini samarali boshqarish zaruratini kuchaytirmoqda. Transport oqimining ortishi tirbandliklar, harakatlanish vaqtining uzayishi, yoqilg‘i sarfining ko‘payishi va yo‘l harakati xavfsizligi bilan bog‘liq muammolarga olib kelishi mumkin. Shu sababli transport vositalarining harakatini muntazam kuzatish va transport oqimi haqidagi ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan hisoblanadi. An’anaviy transport monitoringi usullarida yo‘l datchiklari, induktiv halqalar va qo‘lda kuzatish usullaridan foydalaniladi. Bunday

usullar ayrim sharoitlarda samarali bo‘lsa-da, ularni katta hududlarda joriy etish qo‘shimcha qurilmalar va texnik xizmatni talab qiladi. Qo‘lda sanash esa inson omiliga bog‘liq bo‘lib, uzoq vaqt davomida uzluksiz kuzatuvni ta’minlay olmaydi. Videokuzatuv kameralari va sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish esa mavjud tasvirlar orqali transport vositalarini aniqlash, ularni tasniflash va avtomatik sanash imkonini beradi.YOLO (You Only Look Once) algoritmi tasvir ichidagi obyektlarni aniqlashga mo‘ljallangan bo‘lib, transport vositalarining koordinatalari va sinflarini belgilashda foydalanilishi mumkin [1]. DeepSORT algoritmi esa obyektlarni ketma-ket videokadrlarda kuzatish, ularga individual identifikatsiya raqamini biriktirish va harakat trayektoriyasini shakllantirish uchun qo‘llaniladi [2]. Ushbu algoritmlarni birlashtirish transport oqimini avtomatlashtirilgan tarzda monitoring qilish uchun imkoniyat yaratadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi YOLOv8 va DeepSORT algoritmlariga asoslangan transport monitoringi tizimining ishlash metodikasini ishlab chiqishdan iborat. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar qo‘yildi:

• videooqimdan transport vositalarini aniqlash va tasniflash;

• har bir transport vositasini ketma-ket kadrlar bo‘yicha kuzatish va unga individual ID biriktirish;

• virtual nazorat chizig‘i orqali transport vositalarini sanash algoritmini ishlab chiqish;

• transport oqimi intensivligini hisoblash va natijalarni statistik ko‘rinishda taqdim etish;

• tizim samaradorligini baholash metodikasini va uning cheklovlarini aniqlash.

Mavzu bo‘yicha adabiyotlar tahlili

Transport oqimini monitoring qilish usullarini shartli ravishda uch guruhga bo‘lish mumkin: yo‘l qoplamasiga o‘rnatiladigan datchiklarga asoslangan usullar, klassik tasvirni qayta ishlash usullari va chuqur o‘qitishga asoslangan usullar.

Datchikka asoslangan usullar. Induktiv halqalar, radar va lidar qurilmalari transport vositalari sonini yuqori aniqlikda qayd etadi. Biroq har bir nuqtada alohida

uskuna o‘rnatish, yo‘l qoplamasini buzish va muntazam texnik xizmat ko‘rsatish zarur. Bunday tizimlar vizual ma’lumot bermaydi, ya’ni tekshirish uchun dalil sifatida tasvir saqlanmaydi.

Klassik tasvirni qayta ishlash usullari. Dastlabki video tahlil tizimlarida fonni ayirish (background subtraction), qirralarni aniqlash va optik oqim kabi usullar qo‘llangan. Ular soddaligi va kam hisoblash resursi talab qilishi bilan qulay, biroq yorug‘lik o‘zgarishi, soyalar va transport vositalarining bir-birini to‘sib qo‘yishi holatlarida beqaror ishlaydi.

Chuqur o‘qitishga asoslangan usullar. Konvolyutsion neyron tarmoqlarning rivojlanishi obyektlarni aniqlash sifatini keskin oshirdi. Ikki bosqichli detektorlar (masalan, Faster R-CNN) yuqori aniqlik beradi, biroq nisbatan sekin ishlaydi. Bir bosqichli detektorlar, xususan YOLO oilasi [1, 5], aniqlik va tezlik o‘rtasidagi muvozanat tufayli real vaqt tizimlari uchun qulay hisoblanadi. Obyektlarni kuzatish sohasida SORT algoritmi [3] Kalman filtri va venger algoritmiga asoslangan sodda va tezkor yechim taklif etdi, DeepSORT [2] esa tashqi ko‘rinish xususiyatlarini qo‘shib, identifikatorlarning almashib ketishini kamaytirdi.

1-jadval. Transport oqimini monitoring qilish yondashuvlarining qiyosiy tahlili

Yondashuv	Afzalliklari	Kamchiliklari
Datchiklar (induktiv halqa, radar)	Yuqori aniqlik, ob-havoga chidamli	Qimmat o‘rnatish va xizmat ko‘rsatish, vizual dalil yo‘q
Qo‘lda sanash	Qo‘shimcha texnika talab qilmaydi	Inson omili, uzluksiz kuzata olmaslik
Klassik tasvir tahlili	Kam hisoblash resursi	Yorug‘lik va to‘silishga sezgir
YOLO + DeepSORT	Mavjud kameralardan foydalanish, real vaqt, vizual dalil	Kuchli apparat va sifatli tasvir talab qiladi

Tizim arxitekturasi

Taklif etilayotgan tizim videokuzatuv kamerasidan olingan tasvirni bosqichma-bosqich qayta ishlaydi va quyidagi modullardan iborat: Videoni olish moduli. Tasvir videokuzatuv kamerasidan (RTSP oqimi) yoki oldindan yozib olingan videofayldan olinadi. Video alohida kadrlarga ajratiladi va tahlil uchun tayyorlanadi (o‘lchamni

moslash, kerak bo‘lsa, yorqinlikni tekislash). Aniqlash moduli. YOLOv8 modeli kadrdagi transport vositalarini aniqlaydi va ularning atrofida chegaralovchi to‘rtburchaklarni hosil qiladi. Har bir obyekt uchun transport sinfi, koordinatalari va ishonchlilik qiymati olinadi. Kuzatish moduli. DeepSORT algoritmi aniqlangan obyektlarni avvalgi kadrlardagi kuzatuvlar bilan taqqoslaydi. Bunda obyektlarning harakat holati va tashqi ko‘rinish xususiyatlari hisobga olinadi. Natijada har bir transport vositasiga individual ID raqami biriktiriladi. Sanash moduli. Tasvirda virtual nazorat chizig‘i belgilanadi va chiziqni kesib o‘tgan transport vositalari ID raqami bo‘yicha sanaladi. Statistika va saqlash moduli. Sanash natijalari vaqt oralig‘i, transport turi va yo‘nalish bo‘yicha jamlanadi, ma’lumotlar bazasiga yoziladi va jadval yoki grafik ko‘rinishida taqdim etiladi. Tizimni dasturlash uchun Python tili, tasvirni o‘qish va chizish uchun OpenCV kutubxonasi, aniqlash modeli uchun Ultralytics YOLOv8 [4], ma’lumotlarni saqlash uchun SQLite yoki PostgreSQL kabi ma’lumotlar bazasidan foydalanish mumkin. Modullarning bunday ajratilishi har bir bosqichni alohida sinash va kerak bo‘lganda almashtirish (masalan, YOLOv8 ni boshqa detektorga) imkonini beradi.

YOLOv8 modeli yordamida transport vositalarini aniqlash. YOLO algoritmi obyektlarni aniqlash masalasini yagona regressiya masalasi sifatida qaraydi: butun tasvir neyron tarmoqqa bir marta beriladi, tarmoq esa bir vaqtning o‘zida obyektlarning chegaraviy to‘rtburchaklarini, ishonchlilik darajasini va sinf ehtimolliklarini hisoblaydi [1]. Alohida nomzod hududlar ajratilmagani uchun algoritm yuqori tezlik bilan ishlaydi. YOLOv8 modeli [4] YOLO oilasining keyingi avlodlaridan biri bo‘lib, ilgarigi versiyalardan farqli ravishda langarsiz (anchor-free) yondashuvdan va aniqlash hamda tasniflash vazifalari uchun ajratilgan bosh qismlardan (decoupled head) foydalanadi. Model turli o‘lchamlarda (nano, small, medium, large, extra-large) mavjud: kichik modellar tez ishlaydi va chekka qurilmalarga mos, yirik modellar esa yuqoriroq aniqlik beradi. Transport monitoringi uchun odatda COCO ma’lumotlar to‘plamida [8] oldindan o‘qitilgan vazinlar ishlatiladi; bu to‘plamda yengil avtomobil (car), avtobus (bus), yuk mashinasi (truck) va mototsikl (motorcycle) sinflari mavjud. Modelning ishlash natijasi

tasvirda aniqlangan obyektlar soni, koordinatalari va ishonchlilik qiymatlarini o‘z ichiga oladi. Aniqlash sifati tasvir aniqligi, yorug‘lik sharoiti, obyektlarning kattaligi va model parametrlariga bog‘liq. Bir obyekt atrofida bir nechta ustma-ust tushuvchi to‘rtburchak hosil bo‘lishining oldini olish uchun maksimal bo‘lmaganlarni bostirish (Non-Maximum Suppression, NMS) usuli qo‘llaniladi: eng yuqori ishonchlilikka ega to‘rtburchak qoldirilib, u bilan kesishish darajasi (IoU) belgilangan chegaradan oshgan boshqalari olib tashlanadi. Kesishish darajasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\mathbf{Iou} = |\mathbf{b_1} \cap \mathbf{b_2}| \,/\, |\mathbf{b_1} \cup \mathbf{b_2}|$$

bu yerda B_1 va B_2 — ikki chegaraviy to‘rtburchak. Shuningdek, ishonchlilik chegarasi (confidence threshold) belgilanadi: bu qiymatdan past bo‘lgan aniqlashlar tashlab yuboriladi. Chegara past bo‘lsa yolg‘on aniqlashlar ko‘payadi, baland bo‘lsa ayrim transport vositalari o‘tkazib yuboriladi, shuning uchun uni tajriba orqali tanlash kerak.

DeepSORT algoritmi yordamida kuzatish. Detektor har bir kadrni alohida tahlil qiladi va oldingi kadrlar haqida ma’lumotga ega emas. Transport vositalarini sanash uchun esa bir xil avtomobilning vaqt bo‘yicha harakatini bilish zarur. Masalan, birinchi kadrda aniqlangan avtomobil keyingi kadrlarda yana ko‘ringanda, algoritm uni oldingi kuzatuv bilan bog‘lashga harakat qiladi. Shu tariqa obyektning harakat trayektoriyasi va individual identifikatsiyasi shakllantiriladi. DeepSORT algoritmi [2] SORT [3] algoritmini rivojlantirib, ikkita asosiy g‘oyaga tayanadi: Kalman filtri [6] har bir kuzatilayotgan avtomobilning keyingi kadrdagi o‘rnini oldindan bashorat qiladi. Detektor obyektni vaqtincha ko‘ra olmasa ham (masalan, boshqa avtobus to‘sib qo‘ysa), filtr taxminiy trayektoriyani davom ettiradi. Tashqi ko‘rinish deskriptori alohida neyron tarmoq har bir avtomobil tasviridan xususiyat vektorini chiqaradi. Yangi aniqlashlar mavjud treklar bilan moslashtirilganda faqat joylashuv emas, tashqi ko‘rinish o‘xshashligi ham hisobga olinadi. Treklar va aniqlashlar o‘rtasidagi moslik venger algoritmi [7] yordamida topiladi: u umumiy moslik “narxi”ni minimallashtiradigan juftliklarni tanlaydi. Bir necha kadr davomida tasdiqlanmagan treklar o‘chiriladi, yangi

obyektlar esa dastlab vaqtinchalik holatda turadi va ketma-ket bir necha kadrda tasdiqlangach, doimiy ID oladi. Natijada har bir transport vositasiga individual ID biriktiriladi. Bu bir avtomobilni ketma-ket kadrlarda takroran sanash ehtimolini kamaytiradi.

Kuzatishning asosiy xavfi — identifikatorlarning almashib ketishi (ID switch). Zich tirbandlikda ikki avtomobil bir-birini to‘sganda ularning ID lari almashib qolishi yoki bitta avtomobilga yangi ID berilishi mumkin. Bu sanash natijasida xatolikka olib keladi, shu sababli kuzatuv barqarorligi alohida baholanadi. Tizimning amaliy qiymati faqat sanash bilan cheklanmaydi: yig‘ilgan ma’lumotlar qaror qabul qiluvchilar uchun tushunarli ko‘rinishda taqdim etilishi kerak. Har bir sanash hodisasi ma’lumotlar bazasiga vaqt, kamera identifikatori, transport turi, harakat yo‘nalishi va trek ID si bilan yoziladi. Shu asosda quyidagi ko‘rsatkichlar hisoblanadi: vaqt bo‘yicha transport soni (har 5, 15 daqiqa yoki soat bo‘yicha); eng gavjum vaqt oralig‘i (“pik soat”) va uning intensivligi; transport turlari bo‘yicha taqsimot (yengil avtomobil, avtobus, yuk mashinasi, mototsikl); yo‘nalishlar bo‘yicha taqsimot; kunlar va haftalar bo‘yicha taqqoslash.

Natijalar jadval, chiziqli grafik yoki hafta kunlari va soatlar bo‘yicha issiqlik xaritasi (heatmap) ko‘rinishida veb-panelda ko‘rsatilishi mumkin. Bunday ma’lumotlar svetofor sikllarini sozlash, yangi yo‘l qatnov chiziqlarini rejalashtirish va jamoat transporti qatnovini optimallashtirishda foydalaniladi.

Tizimdagi muammolar va ularni bartaraf etish usullari. Transport oqimini video orqali monitoring qilishda ayrim cheklovlar mavjud. Masalan, tunda yorug‘likning yetarli emasligi, yomg‘ir va tuman sababli tasvirning xiralashishi yoki zich tirbandlikda avtomobillarning bir-birini to‘sib qolishi obyektlarni aniqlash va kuzatishga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, hisoblash qurilmasining imkoniyatlari videoni qayta ishlash tezligini belgilaydi. Asosiy muammolar va ularning yechimlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Tizimdagi muammolar va ularni bartaraf etish usullari

№	Muammo	Tizimga ta’siri	Tavsiya etiladigan yechim
1	Tungi yorug‘likning pastligi	Obyektlarni aniqlash sifati pasayishi	Tungi videolarda sinov o‘tkazish
2	Yomg‘ir va tuman	Tasvir konturlarining xiralashishi	Turli ob-havo ma’lumotlarida tekshirish
3	Zich tirbandlik	Obyektlarning bir-birini to‘sishi	Kuzatuv algoritmi parametrlarini sozlash
4	Kamera tebranishi	Koordinatalarning beqarorlashishi	Kamerani mustahkamlash
5	Uzoq masofadagi avtomobillar	Kichik obyektlarning aniqlanmay qolishi	Tasvir sifati va model sozlamalarini yaxshilash
6	Cheklangan hisoblash quvvati	Kadrlarni qayta ishlash sekinlashishi	Yengil model yoki apparat tezlashtirishdan foydalanish
7	Takroriy sanash	Transport sonining noto‘g‘ri ortishi	ID va nazorat chizig‘i holatini tekshirish

Muammolarning bir qismi o‘zaro bog‘liq. Masalan, zich tirbandlikda to‘silish ID almashinuviga, ID almashinuvi esa takroriy yoki o‘tkazib yuborilgan sanashga olib keladi. Shu sababli kamerani to‘g‘ri joylashtirish (yuqoridan, yo‘lni qiya burchak ostida ko‘rsatadigan holatda) va nazorat chizig‘ini avtomobillar yetarlicha ajralib turadigan joyga qo‘yish amaliy ahamiyatga ega. Nazorat chizig‘ini to‘xtab qoluvchi tirbandlik zonasida emas, harakat erkin davom etadigan qismda joylashtirish takroriy sanash xavfini kamaytiradi. Videokuzatuv ma’lumotlari bilan ishlash shaxsga oid ma’lumotlarni himoya qilish talablariga rioya etishni taqozo etadi. Transport oqimini sanash masalasida avtomobil davlat raqami yoki haydovchining yuzini aniqlash shart emas, shuning uchun tizim faqat transport vositasining turi, soni va harakat yo‘nalishi haqidagi umumlashgan statistik ma’lumotlarni saqlashi mumkin. Dastlabki videoyozuvlar saqlanadigan bo‘lsa, ularning saqlanish muddati cheklanishi, kirish huquqi esa vakolatli xodimlar bilan chegaralanishi lozim. Tizimni joriy etishda yo‘l harakati sohasidagi amaldagi qonunchilik, jumladan, “Yo‘l harakati to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Qonuni talablariga amal qilish zarur [9].

Xulosa

Mazkur maqolada sun’iy intellekt va kompyuterli ko‘rish texnologiyalari

yordamida shahar transport oqimini monitoring qilish tizimining metodikasi yoritildi. YOLOv8 modeli transport vositalarini aniqlash va tasniflash, DeepSORT algoritmi esa aniqlangan obyektlarni videokadrlar ketma-ketligida kuzatish uchun qo‘llaniladi. Virtual nazorat chizig‘i yordamida transport vositalarini sanash va oqim intensivligini hisoblash mumkin. Taklif etilgan yondashuv mavjud videokuzatuv infratuzilmasidan foydalanib, transport oqimi haqidagi ma’lumotlarni avtomatlashtirish imkonini beradi. Ushbu ma’lumotlar yo‘l harakatining jadalligini tahlil qilish, transport vositalari sonini vaqt bo‘yicha taqqoslash va yo‘l infratuzilmasini rejalashtirishda foydalanilishi mumkin. Shu bilan birga, tizimning haqiqiy samaradorligini aniqlash uchun turli sharoitlarda eksperimental sinovlar o‘tkazish va natijalarni etalon ma’lumotlar bilan taqqoslash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, 779–788.

2. Wojke, N., Bewley, A., Paulus, D. Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric. 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2017, 3645–3649.

3. Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F., Upcroft, B. Simple Online and Realtime Tracking. 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2016, 3464–3468.

4. Jocher, G., Chaurasia, A. Ultralytics YOLOv8. Ultralytics dasturiy ta’minot repozitoriysi. https://github.com/ultralytics/ultralytics

5. Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., Liao, H. Y. M. YOLOv7: Trainable Bag-of-Freebies Sets New State-of-the-Art for Real-Time Object Detectors. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2023, 7464–7475.

6. Kalman, R. E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. Journal of Basic Engineering, 1960, 82(1), 35–45.

7. Kuhn, H. W. The Hungarian Method for the Assignment Problem. Naval Research Logistics Quarterly, 1955, 2(1–2), 83–97.

8. Lin, T.-Y., Maire, M., Belongie, S., et al. Microsoft COCO: Common Objects in Context. European Conference on Computer Vision (ECCV), 2014, 740–755.

9. O‘zbekiston Respublikasining 2024-yil 19-yanvardagi O‘RQ-900-sonli «Yo‘l harakati to‘g‘risida»gi Qonuni. O‘zbekiston Respublikasi qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi. https://lex.uz/