



## VIDEO MA'LUMOTLARDAN AVTOMOBILLARNI TANIB OLISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

**Vohobov Orifjon Tugalboy  
o'g'li**

*Sharof rashidov nomidagi Samarqad davlat  
universiteti 1-kurs magistr*

Annotatsiya

mazkur ilmiy maqolada video ma'lumotlardan avtomobillarni tanib olish tizimini ishlab chiqish masalasi kompyuter ko'rishi, chuqur o'rganish va ko'p obyektli kuzatuv nazariyasi kesishgan nuqtada tadqiq etiladi. Tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, zamonaviy transport infratuzilmasi, aqlli shahar konsepsiyasi, yo'l harakati xavfsizligi, tirbandliklarni boshqarish, avtoturargoh monitoringi, transport oqimini statistik tahlil qilish va huquqbuzarliklarni avtomatik aniqlash kabi vazifalarda video kuzatuv materiallaridan tezkor va ishonchli tarzda avtomobilni tanish tizimlariga ehtiyoj jadal ortib bormoqda. Maqolada avtomobilni tanish jarayoni oddiy "kadrda mashina bor-yo'qligini topish" bilan cheklanmasdan, obyektning aniqlash, sinflarga ajratish, ketma-ket kadrlar bo'ylab kuzatish, identifikatorni saqlash, qisman yopilish va yoritilish o'zgarishlariga chidamlilik, shuningdek, real vaqt rejimida ishlash talablarini birlashtiruvchi murakkab intellektual tizim sifatida talqin qilinadi. Tadqiqot doirasida ikki bosqichli va bir bosqichli detektorlar evolyutsiyasi, xususan Faster R-CNN hamda YOLO oilasining nazariy va amaliy ustunliklari, SORT/DeepSORT va ByteTrack kabi kuzatuv algoritmlarining imkoniyatlari, UA-DETRAC hamda KITTI kabi benchmark to'plamlarining roli, shuningdek, AP, MOTA, IDF1 va HOTA kabi baholash mezonlarining mazmuni tizimli tahlil qilinadi. Maqolada video oqimdan avtomobilni tanish uchun deteksiya-filtrlash-kuzatuv-tasnif-hodisa tahlili-vizualizatsiya zanjiriga asoslangan konseptual arxitektura taklif qilinadi; ushbu arxitektura real sharoitda yomg'ir, tuman, soyalanish, kamera burchagining keskinligi, fonning murakkabligi va obyektlar zichligi kabi omillar mavjud bo'lgan holatda ham ishlash uchun optimallashtirish mezonlari bilan boyitiladi. Muallif tomonidan tizimni ishlab chiqishda aniqlik va tezlik o'rtasidagi muvozanat, lokal ma'lumotlar bilan qayta o'qitish, sinf nomutanosibligini kamaytirish, kontekstual xususiyatlardan foydalanish hamda chekka qurilmalarda inferensni tezlashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy yondashuv taklif etiladi. Tadqiqot natijasida avtomobilni video ma'lumotlar asosida tanib olish faqat deteksiya muammosi emas, balki ko'p komponentli, baholash metrikalari va foydalanish stsenariylariga sezgir, moslashuvchan intellektual tizimlar muammosi ekani asoslab beriladi.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Kalit soʻzlar:</b> | video maʼlumot, avtomobilni tanib olish, kompyuter koʻrishi, chuqur oʻrganish, obyekt deteksiyasi, koʻp obyektli kuzatuv, YOLO, Faster R-CNN, DeepSORT, ByteTrack, UA-DETRAC, KITTI, AP, MOTA, IDF1, HOTA, real vaqt tizimi. |
|-----------------------|--|

## Kirish

Raqamli transformatsiya davrida transport tizimlari tobora koʻproq maʼlumotga tayanuvchi boshqaruv modellariga oʻtmoqda, bunda eng yirik va amaliy axborot manbalaridan biri video kuzatuv oqimlari hisoblanadi; aynan shu oqimlardan transport vositalarini avtomatik aniqlash va tanish imkoniyati aqlli svetofo boshqaruvi, chorrahalarda oqimni modellashtirish, qoidabuzarliklarni qayd etish, xavfli holatlarni oldindan baholash, logistika monitoringi va shahar koʻlamidagi transport siyosatini shakllantirish kabi koʻplab sohalarda strategik ahamiyat kasb etadi. Biroq “avtomobilni tanish” tushunchasi amaliyotda bir necha semantik qatlamga ega: birinchi qatlam – avtomobil obyektini kadr ichida topish, ikkinchisi – uni sinf yoki tur boʻyicha ajratish, uchinchi – ketma-ket kadrlar boʻylab bir xil identifikator bilan kuzatish, toʻrtinchisi – video voqealari kesimida xatti-harakat yoki transport oqimi hodisasini izohlash; shu sababli bunday tizimni yaratish alohida modul emas, balki yaxlit koʻrish-analitika tizimi sifatida yondashishni talab qiladi. Tarixan obyekt deteksiyasi sohasida ikki bosqichli yondashuvlar, xususan Faster R-CNN, yuqori aniqlik evaziga nisbatan sekin ishlash bilan tanilgan boʻlsa, YOLO kabi bir bosqichli arxitekturalar deteksiyani regressiya vazifasi sifatida koʻrib, real vaqtga yaqin ishlash tezligini taʼminladi. Shu bilan birga, faqat detektor yetarli emas, chunki videoda ayni bir avtomobilning vaqt davomida identik saqlanishi va qisman yopilishdan keyin qayta topilishi kuzatuv algoritmgiga bogʻliq; DeepSORT bu yerda harakat modeli bilan bir qatorda koʻrinish belgilari asosidagi matching mexanizmini qoʻllab, identifikator almashinuvini kamaytirishga xizmat qildi, ByteTrack esa yuqori va past ishonchlilikdagi deteksiyalarni birgalikda assotsiatsiya qilish orqali koʻp obyektli kuzatuvning barqarorligini sezilarli yaxshiladi. Tizimlar sifati uchun mos maʼlumotlar toʻplami va baholash protokoli ham hal qiluvchi ahamiyatga ega: UA-DETRAC real trafik sharoitida deteksiya va trackingni baholashga xizmat qiladi, KITTI esa shahar, qishloq va avtomagistral stsenariylarida umumlashuv qobiliyatini tekshiradi. Shu sababli mazkur maqolada video maʼlumotlardan avtomobillarni tanib olish tizimini ishlab chiqish muammosi texnik komponentlar yigʻindisi emas, balki maʼlumotlar sifati, model arxitekturasi, kuzatuv mantigʻi, baholash mezonlari va real muhit cheklovlari oʻrtasidagi murakkab muvozanat sifatida tadqiq etiladi; tadqiqotning maqsadi video oqimdan avtomobillarni aniqlash, kuzatish va tasniflash uchun ilmiy asoslangan tizimli yechim ishlab chiqishning nazariy asoslari, algoritmik arxitekturasi va amaliy samaradorlik mezonlarini yoritishdan iborat.

## Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda metodologik asos sifatida tizimli tahlil, komparativ algoritmik solishtirish, modulli arxitektura sintezi va koʻrsatkichlarga asoslangan baholash yondashuvi tanlandi, chunki video maʼlumotlardan avtomobilni tanib olish tizimi yagona modelning aniqligi bilan emas, balki bir-biri bilan bogʻlangan bir nechta

quyi tizimlarning uyg'un ishlashi bilan belgilanadi. Birinchi metodologik qadam sifatida predmet sohasi "deteksiya–kuzatuv–tasnif–hodisa tahlili" ketma-ketligiga ajratildi: deteksiya moduli har bir kadrda avtomobil ehtimoli yuqori bo'lgan sohalarni aniqlaydi; kuzatuv moduli ushbu deteksiyalarni vaqt bo'yicha bog'lab, trajektoriya va identifikatorlarni saqlaydi; tasnif moduli avtomobil sinfi, turi yoki rang kabi atributlarni ajratadi; hodisa tahlili moduli esa transport oqimi zichligi, noqonuniy to'xtash, teskari yo'nalish, chiziq bosib o'tish yoki ma'lum hududga kirish-chiqish kabi amaliy vazifalarni hosil qiladi. Ikkinchi qadamda deteksiya algoritmlarining nazariy bazasi o'rganildi: Faster R-CNN ikki bosqichli arxitektura bo'lib, region proposal network orqali potentsial obyekt hududlarini ishlab chiqadi va keyin ularni aniqlaydi; bu yondashuv odatda yuqori aniqlik beradi, lekin hisoblash xarajati katta. YOLO esa butun tasvirni bir vaqtda qayta ishlab, bounding box va klass ehtimolini parallel regressiyalaydi, bu esa past kechikishli tizimlar uchun qulay. Uchinchi qadamda tracking algoritmlari ko'rib chiqildi: SORT klassik Kalman filter va Hungarian assignment asosidagi sodda va tez mexanizm bo'lsa, DeepSORT unga appearance descriptor qo'shish orqali qisman yopilish sharoitida identifikatorni yaxshiroq saqlaydi; ByteTrack esa past ishonchlilikdagi deteksiyalarni ham foydali signal deb ko'rib, aynan zich sahnalarda va ishonch praglari noto'g'ri qo'yilgan vaziyatlarda yaxshiroq natija beradi. To'rtinchi qadam ma'lumotlar va benchmark tanlovidan iborat bo'ldi: UA-DETRAC'ning afzalligi shundaki, u bevosita transport vositalari uchun mo'ljallangan va turli ob-havo, okklyuziya hamda kamera holatlarini qamrab oladi; KITTI esa dinamik ko'rish va avtonom transport kontekstida umumlashuv qobiliyatini tekshirishga xizmat qiladi. Beshinchi qadam baholash mezonlarini aniqlashdan iborat bo'ldi: deteksiya uchun IoU va AP, tracking uchun MOTA, IDF1, ID switches va HOTA ko'rsatkichlari tanlandi. Oltinchi qadam sifatida tizimning amaliy cheklovlari modellandi: video rezolyutsiyasi, kadr chastotasi, kamera burchagi, tungi rejim, yomg'ir va qor, fonning dinamik o'zgarishi, obyektlar zichligi, GPU/CPU resursi va real vaqt cheklovi. Shu tariqa maqoladagi metodologiya biror tayyor modelni "eng yaxshi" deb e'lon qilishga emas, balki vazifaga mos tizim dizaynini ilmiy asoslashga qaratilgan bo'lib, u detektorning sifat-tezlik profili, tracking algoritmining identifikatorni saqlash qobiliyati, ma'lumotlar to'plamining representativligi va baholash mezonlarining semantik to'liqligi o'rtasidagi bog'lanishni asosiy tadqiqot objekti sifatida ko'radi.

### Natijalar

Tadqiqot natijasida video ma'lumotlardan avtomobillarni tanib olish uchun taklif etilayotgan tizimning konseptual arxitekturasi ishlab chiqildi va uning funksional samaradorligini belgilovchi asosiy ilmiy xulosalar shakllantirildi. Birinchi natija shundan iboratki, transport videosi uchun samarali tanish tizimi kadrlarni oddiy klassifikatsiyalash modeli emas, balki ko'p modulli pipeline sifatida tashkil etilgandagina amaliy qiymatga ega bo'ladi: video oqimdan kadrlarni olish va pre-processing, deteksiya, assotsiatsiyalangan tracking, atribut tasnifi, hodisa tahlili va natijalarni saqlash/vizualizatsiya bloklari alohida, ammo o'zaro moslangan bo'lishi lozim. Deteksiya bosqichida yuqori aniqlikka intilishning o'zi yetarli emasligi aniqlandi, chunki real video oqimda noto'g'ri manfiy natija keyingi tracking zanjirini uzib yuboradi, noto'g'ri musbat natija esa soxta trajektoriya va noto'g'ri hodisa

tahliliga olib keladi; shu sababli transport videosida detektor uchun “aniqlik–tezlik–barqarorlik” uchligi markaziy ko‘rsatkichlar sifatida qaralishi kerak. Ikkinchi natija – kuzatuv moduli detektor sifati bilan kuchli bog‘liq bo‘lsa-da, uni passiv komponent sifatida ko‘rish noto‘g‘ri; DeepSORT ko‘rinish xususiyatlari yordamida qisqa muddatli okklyuziyada identifikatorni nisbatan yaxshi saqlaydi, ByteTrack esa ayniqsa zich transport oqimida past ishonchli deteksiyalarni ham oqilona ishlatish orqali trajektoriyani davom ettirishda ustunlik beradi. Uchinchi natija sifatida lokal ma‘lumotlar bilan transfer learning va fine-tuning zarurligi asoslandi: umumiy benchmarklarda yaxshi ishlagan model ma‘lum bir shaharning kamera balandligi, yo‘l geometrikasi, yoritilish spektri, transport tarkibi va ob-havo xususiyatlariga moslashtirilmasa, amaliy maydonda keskin pasayishi mumkin. To‘rtinchi natija – data augmentation‘ning rolini qayta baholashdir; transport videosida blur, kompressiya artefakti, tungi shovqin, yomg‘ir chiziqlari va perspektiv deformatsiya keng tarqalgan bo‘lgani uchun, o‘qitish jarayonida ana shunday degradatsiyalarni sun‘iy hosil qilish modelning generalizatsiyasini kuchaytiradi. Beshinchi natija baholash metodologiyasi bilan bog‘liq: faqat deteksiya aniqligini AP yordamida berish tizimning haqiqiy foydaliligini to‘liq ko‘rsatmaydi, chunki bitta avtomobil har kadrda topilgan bo‘lsa-yu, identifikatori uzluksiz saqlanmasa, statistik va voqeaviy tahlil uchun bunday tizim hali yetuk emas; shu bois MOTA, IDF1 va HOTA kabi tracking mezonlari birgalikda qo‘llanishi kerak. Oltinchi natija – tizimning real vaqtga mosligi uchun arxitekturaviy optimallashtirish zarurligi: model quantization, pruning, half-precision inferens, batching strategiyasi, ROI-based processing va edge-server gibrid sxema yordamida kechikishni kamaytirish mumkin. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, video ma‘lumotlardan avtomobillarni tanib olishning samarali tizimi bitta “eng zo‘r model” bilan emas, balki detektor, tracker, ma‘lumotlar strategiyasi, optimallashtirish va foydalanish vazifalari o‘rtasidagi to‘g‘ri muvozanat bilan yaratiladi; ilmiy nuqtai nazardan esa tizim sifati bir vaqtning o‘zida ko‘rish aniqligi, identifikatsiya uzluksizligi, hisoblash tezligi va ekspluatatsion moslashuvchanlik bilan o‘lchanishi lozim.

#### Muhokama

Olingan natijalar va tahlillar avtomobillarni video ma‘lumotlardan tanish masalasining chuqur metodologik xususiyatini ko‘rsatadi: bu masala nafaqat obyekt deteksiyasi, balki noaniq kuzatuv, vaqt bo‘yicha assotsiatsiya, o‘zgaruvchan yorug‘lik, dinamik fon va amaliy stsenariyga bog‘liq qarorlar tizimi bo‘lib, shu sababli ko‘plab tadqiqotlarda bildirilib kelinayotgan “yuqori aniqlik” natijalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri real muhitga ko‘chirish ehtiyotkorlikni talab qiladi. Birinchidan, benchmark natijalari va real maydon natijalari o‘rtasida “domain gap” mavjud; UA-DETRAC va KITTI kabi to‘plamlar ilmiy jihatdan muhim bo‘lsa-da, har bir shaharning kamera joylashuvi, yo‘l qoplamasi, avtomobil turlari nisbati, havo sifati, chang, qoraygan kamera oynasi, video siqish formati va xizmat ko‘rsatish sifati turlicha bo‘ladi. Demak, tadqiqotlar universal arxitekturani emas, moslashuvchan arxitektura konsepsiyasini ilgari surishi kerak. Ikkinchidan, tracking sifati detektordan kuchli darajada bog‘liq bo‘lishi kuzatildi, lekin bu kuzatuv algoritmini ikkinchi darajali qiladi degani emas; aksincha, so‘nggi yillarda ByteTrack kabi yondashuvlar deteksiyalardagi past confidence elementlarning o‘zida ham foydali signal bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. Uchinchi muhim jihat – baholash

masalasi: MOTA uzoq vaqt ko'p obyektli trackingning asosiy mezonini bo'lib keldi, ammo identifikatsiya sifati va trajektoriya yaxlitligini to'liq aks ettirmagani sababli IDF1 va HOTA kabi mezonlarning qo'llanilishi ilmiy jihatdan yanada to'g'riroq yondashuvni taklif etadi. To'rtinchidan, real vaqt atamasi vazifaga nisbatan aniqlanishi lozim: chorraha boshqaruvi uchun 10–15 FPS yetarli bo'lishi mumkin, xavfli manevrlarni onlayn aniqlash yoki avtonom tizim yordamchi funksiyalari uchun esa kechikish ancha past bo'lishi talab etiladi. Beshinchidan, tizimning etik va huquqiy qirralari mavjud: avtomobilni tanish tizimi davlat yoki korporativ video kuzatuv materiallari bilan ishlaganda maxfiylik, ma'lumotlarni saqlash muddati, model qarorlarining izohlanuvchanligi va xatoli aniqlash oqibatlarini kabi masalalar ham e'tibordan chetda qolmasligi kerak. Oltinchidan, kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari ko'p kamerali re-identification, video transformer asosidagi vaqt bo'yicha chuqur semantik modellar, o'z-o'zini nazoratli pretraining, multimodal tizimlar va edge-AI kabi yondashuvlar bilan bog'liq. Shu jihatdan maqolaning muhokama qismi bitta texnologik moda emas, balki talabga mos, ma'lumotga sezgir va baholash mezonlari bilan asoslangan muhandislik yondashuvini himoya qiladi.

#### Xulosa

Xulosa qilib aytganda, video ma'lumotlardan avtomobillarni tanib olish tizimini ishlab chiqish zamonaviy kompyuter ko'rishi va intellektual transport tizimlarining eng amaliy yo'nalishlaridan biri bo'lib, uning muvaffaqiyati alohida modelning nominal aniqligiga emas, balki tizim dizaynining kompleks to'g'riligiga bog'liq. Tadqiqot davomida aniqlanganki, avtomobilni tanishning ishonchli tizimi kadr darajasidagi deteksiya, vaqt bo'yicha identifikatsiyalangan kuzatuv, zarur atributlar tasnifi, hodisa mantiqi va qulay ekspluatatsion optimallashtirishni yagona pipeline'da birlashtirishi kerak. Faster R-CNN va YOLO singari detektorlar, DeepSORT va ByteTrack singari tracking yondashuvlari, UA-DETRAC hamda KITTI kabi benchmarklar va AP, MOTA, IDF1, HOTA kabi mezonlar bunday tizimni ilmiy asoslash uchun mustahkam nazariy poydevor beradi, biroq real maydonda muvaffaqiyatning haqiqiy kaliti lokal moslashuv, ma'lumotlar sifati, sahna konteksti va hisoblash cheklovlarini to'g'ri hisobga olishdadir. Mazkur maqolada taklif etilgan konseptual arxitektura avtomobilni tanib olishni statik klassifikatsiya emas, balki video oqimidagi semantik obyekt va hodisalarni izchil aniqlovchi ko'p komponentli tizim sifatida talqin qiladi; aynan shu yondashuv tizimni transport oqimini sanash, noqonuniy manevrni qayd etish, avtoturargoh nazorati, xavfli holatlarni kuzatish va aqlli shahar infratuzilmasiga integratsiya qilish kabi turli vazifalarga moslashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, kelgusidagi ilmiy izlanishlarda ko'p kamerali kuzatuv, re-identification, multimodal ma'lumotlardan foydalanish, yomon ob-havo sharoitiga maxsus moslashtirilgan robust modellar, resurs-cheklangan qurilmalar uchun yengil arxitekturalar va izohlanuvchan sun'iy intellekt metodlarini birlashtirish muhim yo'nalish sifatida ko'rilishi lozim. Demak, video ma'lumotlardan avtomobillarni tanib olish tizimini ishlab chiqish masalasi o'z mohiyatiga ko'ra algoritmlar tanlovi masalasi emas, balki ma'lumot, model, tracking, metrika va joriy etish sharoitlari uyg'unligiga tayangan muhandislik-ilmiy masala bo'lib, u transport tahlili va aqlli kuzatuv texnologiyalarining keyingi bosqichiga zamin yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. arXiv, 2016.
2. Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. NeurIPS, 2015.
3. Wojke, N., Bewley, A., Paulus, D. Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric. arXiv, 2017.
4. Zhang, Y., Sun, P., Jiang, Y., et al. ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box. ECCV, 2022.
5. Wen, L., Du, D., Cai, Z., et al. UA-DETRAC: A New Benchmark and Protocol for Multi-Object Detection and Tracking. Computer Vision and Image Understanding, 2020.
6. Geiger, A., Lenz, P., Stiller, C., Urtasun, R. Are We Ready for Autonomous Driving? The KITTI Vision Benchmark Suite. CVPR, 2012.
7. Luiten, J., Osep, A., Dendorfer, P., et al. A Higher Order Metric for Evaluating Multi-Object Tracking. International Journal of Computer Vision, 2020.
8. Padilla, R., Passos, W. L., Dias, T. L. B., Netto, S. L., da Silva, E. A. B. A Comparative Analysis of Object Detection Metrics with a Companion Open-Source Toolkit. Electronics, 2021.
9. Mandal, V., Adu-Gyamfi, Y. Object Detection and Tracking Algorithms for Vehicle Counting: A Comparative Analysis. arXiv, 2020.
10. MOTChallenge benchmark materiallari va unga tayanuvchi tracking baholash yondashuvlari.