

STATUS AND CONDITIONS OF USE OF ROAD SIGNS IN THREE TYPES OF SMART CARS

Yuldoshov Abdurakhmon Bakhtiyor oglu

Master's student of Termez University of Economics and Service
Termez University of Economics and Service, Termez, Uzbekistan

E-mail: yuldoshovabduraxmon49@gmail.com

Abstract. This article analyzes the theoretical foundations and practical applications of Traffic Sign Recognition (TSR) technologies in intelligent transportation systems. The operating principles of TSR systems are examined across three types of intelligent vehicles: those with in-cabin additional electronics, vehicles equipped with electronic driver assistance systems, and autonomous vehicles.

Keywords: traffic sign recognition, TSR, artificial intelligence, computer vision, deep learning, CNN, ADAS, autonomous transportation, YOLO, traffic safety.

Annotatsiya. Mazkur maqolada aqlli transport tizimlarida yo‘l belgilarini tanib olish (Traffic Sign Recognition – TSR) texnologiyalarining nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Uch turdagi aqlli mashinalar: kabinadagi qo‘shimcha elektronika, elektron yordamchi tizimlar va uchuvchisiz transport vositalarida TSR tizimining ishlash prinsiplari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: yo‘l belgilarini tanib olish, TSR, sun‘iy intellekt, kompyuter ko‘rish, chuqur o‘rganish, CNN, ADAS, avtonom transport, YOLO, transport xavfsizligi

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические основы и практическое применение технологий распознавания дорожных знаков (Traffic Sign Recognition – TSR) в интеллектуальных транспортных системах. Рассматриваются принципы работы системы TSR в трёх типах интеллектуальных транспортных средств: с дополнительной электроникой в



кабине, с электронными вспомогательными системами и в беспилотных транспортных средствах.

Ключевые слова: распознавание дорожных знаков, TSR, искусственный интеллект, компьютерное зрение, глубокое обучение, CNN, ADAS, автономный транспорт, YOLO, безопасность дорожного движения.

KIRISH

Zamonaviy transport tizimlarida xavfsizlikni ta'minlash va inson omilini kamaytirish dolzarb muammolardan biridir. Shu sababli sun'iy intellekt asosidagi texnologiyalar, xususan yo'l belgilarini avtomatik tanib olish tizimlari keng qo'llanilmoqda. Ushbu tizimlar haydovchiga yordam berish, avtohalokatlarning oldini olish va transport boshqaruvini avtomatlashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy transport tizimlarida harakat xavfsizligini ta'minlash, yo'l-transport hodisalarini kamaytirish hamda inson omilining salbiy ta'sirini minimallashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, avtohalokatlarning katta qismi haydovchilarning e'tiborsizligi yoki yo'l belgilariga rioya qilmasligi natijasida yuzaga keladi. Shu sababli aqlli transport tizimlarini joriy etish va rivojlantirish bugungi kunda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Aqlli transport tizimlarining muhim tarkibiy qismlaridan biri bu yo'l belgilarini avtomatik tanib olish (Traffic Sign Recognition – TSR) texnologiyasidir. Ushbu texnologiya transport vositasiga o'rnatilgan kamera va sensorlar yordamida yo'l belgilarini aniqlash, ularni klassifikatsiya qilish hamda tegishli qarorlar qabul qilish imkonini beradi. TSR tizimlari kompyuter ko'rish va Deep Learning asosida ishlovchi algoritmlar orqali yuqori aniqlikda ishlaydi. Hozirgi kunda TSR tizimlari turli darajadagi aqlli transport vositalarida qo'llanilmoqda. Jumladan, oddiy ogohlantiruvchi tizimlardan boshlab, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) tizimlari hamda to'liq avtomatlashtirilgan uchuvchisiz transport vositalarigacha keng qo'llanilish kuzatilmoqda. Bu esa ushbu texnologiyaning transport xavfsizligini ta'minlashdagi ahamiyatini yanada oshiradi. Mazkur maqolaning maqsadi aqlli mashinalarda yo'l belgilarini tanib olish tizimlarining nazariy asoslarini o'rganish, ularning uch turdagi transport vositalarida qo'llanilish



xususiyatlarini tahlil qilish hamda amaliy jihatdan ishlash prinsiplari bilan tanishtirishdan iborat.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

Tadqiqot ishida yo‘l belgilarini tanib olish tizimlarini yaratishda sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish sohasidagi asosiy yondashuvlar ko‘rib chiqildi. Neyron tarmoqlarni o‘qitishning asosiy nazariyalari Hebb [1] va Gerstner [2] tomonidan ishlab chiqilgan assotsiativ o‘rganish modellariga asoslanadi. Ushbu yondashuvlar zamonaviy chuqur o‘rganish algoritmlarining rivojlanishiga zamin yaratgan. Tasvirlarga raqamli ishlov berish va kompyuter ko‘rishning fundamental algoritmlari Gonzalez [7] hamda Szeliski [8] tomonidan taklif etilgan metodologiyalarga tayanadi. Ushbu usullar tasvirlarni segmentatsiya qilish, obyektlarni aniqlash va ularni klassifikatsiya qilishda keng qo‘llaniladi. Yo‘l belgilarini aniqlash va klassifikatsiya qilish jarayonida xatoliklarni minimallashtirish uchun Goodfellow [5] tomonidan tavsiya etilgan gradient tushish (Gradient Descent) optimallashtirish usullari muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv sun’iy neyron tarmoqlarni samarali o‘qitish imkonini beradi. Algoritmlarning samaradorligini baholashda Germaniya yo‘l belgilarining ma’lumotlar to‘plami – GTSRB [4] keng qo‘llaniladi. Shuningdek, Ciresan [3] tomonidan taklif etilgan ko‘p qatlamli neyron tarmoqlar asosidagi modellar yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Tizimlarni amaliy jihatdan amalga oshirishda ochiq kodli dasturiy vositalar muhim rol o‘ynaydi. Xususan, OpenCV [9] kutubxonasi tasvirlarni qayta ishlash va obyektlarni aniqlashda, TensorFlow [10] platformasi esa chuqur o‘rganish modellarini yaratish va o‘qitishda keng qo‘llaniladi.

TADDIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda aqlli transport tizimlarida yo‘l belgilarini tanib olish (Traffic Sign Recognition – TSR) jarayonlarini o‘rganish va tahlil qilish uchun kompleks yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi nazariy tahlil, modellashtirish va amaliy tajribalarni o‘z ichiga oladi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilinib, yo‘l belgilarini aniqlash va klassifikatsiya qilishda qo‘llaniladigan asosiy algoritmlar o‘rganildi. Xususan, kompyuter ko‘rish va chuqur

o'rganish asosidagi yondashuvlar, jumladan konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) va obyektlarni aniqlash algoritmlari (YOLO) tahlil qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR

"Aqlli mashina" tushunchasi bilan hamma narsa juda murakkab, chunki har bir ishlab chiqaruvchi ta'rifga o'ziga xos narsani qo'yadi. Biroq, umuman olganda, bunday transport vositalarining uchta turini ajratish mumkin.

Birinchi turdagi - kabinadagi qo'shimcha elektronika: Aqlli mashinani uchuvchisiz transport vositasining sun'iy intellekti yordamida yasash shart emas. Ko'pgina ishlab chiqaruvchilarning fikriga ko'ra, ichki qismni qo'shimcha elektronika bilan jihozlash kifoya qiladi, bu esa avtomobilning ishlashini yanada qulay va xavfsizroq qiladi. Avtomobil ishlab chiqaruvchilari o'z mahsulotlari uchun juda ko'p g'oyalarni o'ylab topdilar, avtomobillarni har xil sensorlar va boshqaruv tizimlari bilan jihozladilar, ammo hozir hech kim bundan hayratda qolishi dargumon. Shu sababli, individual ishlab chiqaruvchilar, masalan, Italdesign Giugiaro dizaynerlari va LG xodimlarining qo'li bo'lgan GEA aqlli avtomobilini yaratuvchilari oldinga borishdi. Mashina salonda o'z vaqtini imkon qadar samarali o'tkazishi kerak bo'lgan ishbilarmonlar uchun mo'ljallangan. Shunday qilib, uchta rejimga ega salon yaratildi:

1. biznes. Ofisning o'xshashligi: monitorlar, yoritish, yig'ilishlar uchun ochiladigan stullar.
2. salomatlik. Salonni sport zaliga aylantirish.
3. orzu. Uyqu rejimi.

Ushbu mashina haydovchisiz bo'lishi kerak, shuning uchun haydovchi yuqorida tavsiflangan harakatlar davomida manzilga yetib borishi mumkin.

Aqlli mashinalar turlari va TSR qo'llanilishi

Ikkinchi tur – elektron yordamchi: Avtotransportni intellektuallashtirishning ikkinchi varianti uni elektron yordamchi bilan jihozlashdir. Aqlli funktsiyalar (ilgari umuman chaqirilmagan) doimiy ravishda paydo bo'ldi, ularning ba'zilari hayotimizga mustahkam kirib, kundalik hayotga aylandi, boshqalari ildiz otmadi va yo'qoldi. Biroq, bugungi kunda qo'shimcha funktsiyalar sifat jihatidan yangi



darajaga ko'tarilmoqda. Misol tariqasida Ford tomonidan ishlab chiqilgan S-Max avtomobilini keltirish mumkin. Asosiy maqsad - yo'l belgilarini skanerlash va avtomobil tezligini avtomatik ravishda sozlash, shu jumladan dvigatelga yoqilg'i etkazib berishni kamaytirish orqali, lekin tormozdan foydalanmasdan. Teslada shunga o'xshash narsa bor - avtomashinani tanqidiy vaziyatda to'xtatish uchun mo'ljallangan to'qnashuvni oldini olish tizimi.

Uchinchi tur - uchuvchisiz transport vositalari: Ehtimol, aqlli avtomobil tizimlarining eng qiziqarli turi inson aralashuvisiz avtomatik boshqaruvdir. Kelajak bunday transport vositalariga tegishli, deb ishoniladi, ammo ularning rivojlanishi ajoyib sarmoyalarni talab qiladi, shuning uchun yaratishda faqat Google, Apple yoki Sony kabi eng yirik korporatsiyalar ishtirok etadi.

Gigantlar so'nggi o'n yillikning o'rtalarida o'zlarining birinchi avtomobillarini bozorga chiqarishni rejalashtirgan edilar, ammo haqiqat o'z tuzatishlarini kiritdi. Bozorda uchuvchisiz transport vositalarining chiqarilishi inson hayoti uchun juda katta mas'uliyatdir va hozirgacha avtopilot haydash paytida duch keladigan barcha muammolarni hal qilishning imkoni bo'lmagan. Boshqa kompaniyalar, jumladan Nissan, Audi, Mercedes va hatto KAMAZ konsepsiyalari mavjud. Yuqori texnologiyali avtomobillar haydovchini haydash paytida ko'plab vazifalarni bajarishdan ozod qilish, sayohatni yanada qulay qilish va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarni kamaytirish uchun mo'ljallangan. Aksariyat ekspertlarning fikricha, transport vositasini boshqarish mas'uliyatining kamida bir qismini sun'iy intellektga o'tkazish yo'llarni xavfsizroq qiladi, ko'plab baxtsiz hodisalarning oldini oladi va inson qurbonlari sonini kamaytiradi. Haydovchilarni nazorat qilishning ilg'or tizimlaridan foydalanish odamning rulda uxlab qolish xavfini kamaytirishga yordam beradi, ortiqcha ish yoki sog'liq muammolari tufayli baxtsiz hodisa ehtimolini kamaytiradi. Aqlli mashina avtoulovchining holati va xatti-harakatlarini kuzatib boradigan maxsus jihozlar to'plami bilan jihozlanishi mumkin. Masalan, tizim quyidagilarga qodir:

agar odam mast bo'lsa, mashina haydash imkoniyatini blokirovka qilish;



haydovchining charchoq darajasini kuzatib boring va agar u uxlab qola boshlasa, belgilarni tashlab ketsa yoki yo'lda diqqatni yo'qotganligini boshqacha tasdiqlasa, unga xabar bering;

haydovchining o'zi va boshqa yo'l harakati qatnashchilari uchun xavf tug'dirishi haqida dispetcherga yoki favqulodda xizmatlarga xabar bering.

Favqulodda ogohlantirish: Mashinani xavfsizroq qilish uchun bugungi kunda ko'plab ishlab chiqaruvchilar maxsus favqulodda ogohlantirishdan foydalanadilar. Uning asosiy vazifasi avtotransport sensorlari tomonidan qayd etilgan favqulodda vaziyatlarda ma'lumotlarni uzatishdir. Signal quyidagi hollarda yuborilishi mumkin:

- to'qnashuv xavfi;

- chekka, belgilar, to'siqlar yoki boshqa yo'l ishtirokchilari bilan jismoniy aloqa qilish;

- baxtsiz hodisaga olib kelishi mumkin bo'lgan nosozliklar.

Ba'zi hollarda tizim yordam kerak bo'lganda favqulodda xizmatlarni avtomatik ravishda xabardor qilishi yoki avtomobildagi odamlarni favqulodda xizmatlarga ulashi mumkin.

Avtomatik yoritish: Avtomatik yoritish tizimlari faralarni avtomatik ravishda yoqadi va yorug'lik intensivligini kunning vaqtiga, shuningdek ob-havo sharoitlariga qarab tanlaydi. Ushbu funktsiyaning ahamiyatini e'tiborsiz qoldirib bo'lmaydi, chunki yoritishni tartibga solish avtomobilni boshqarishda bevosita ishtirok etadigan tashqi kameralarning ishlashi uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi. Agar g'ildirak orqasida odam bo'lsa, yorug'likni avtomatik sozlash haydovchini yo'ldan chalg'itmaslik imkonini beradi.

Avtomatik haydash: Eng katta qiziqish inson aralashuvisiz mustaqil harakatlana oladigan avtomobillarga sabab bo'ladi. Belgilangan joyga borish uchun uchuvchisiz transport vositasi marshrutni bilishi, atrof-muhitni tushunishi, yo'l harakati qoidalariga rioya qilishi, piyodalar va boshqa yo'l harakati qatnashchilari bilan to'g'ri munosabatda bo'lishi kerak. Buning uchun murakkab va qimmat texnologiyalar qo'llaniladi:

1. Lidar- lazer masofa o'lchagich, u tomga o'rnatiladi va 100 metrgacha bo'lgan radiusda kosmosning 3D xaritasini yaratadi;



2. Asbob 360 daraja ko'rinishga ega. Boshqaruv tizimi qabul qilingan ma'lumotlarni Google xaritalari bilan birlashtiradi, bu esa favqulodda vaziyatlardan qochish imkonini beradi.

3. Radar uchuvchisiz transport vositalarining yana bir muhim qismidir. Ushbu qurilma radioto'lqinlar yordamida ob'ektlar diapazoni, ularning harakat traektoriyasi va tezligini aniqlaydi. Radar tomonidan yuborilgan impulslar qabul qiluvchi antennaga to'siqlardan aks etadi. Shunday qilib, radarlar mashinaning ko'rish qobiliyatini almashtiradi va vaziyatdagi har qanday o'zgarishlarga darhol javob berishga imkon beradi.

4. Joylashuv sensorlari xaritada avtomobilning koordinatalarini aniqlaydi. GPS qabul qiluvchisi avtomobilning joylashuvi va uning yo'nalishini kuzatish imkonini beradi.

5. Videokamera potentsial xavfli masofada yaqinlashib kelayotgan svetoforlar va ob'ektlarning rangli signallarini aniqlaydi.

Hozirgi vaqtda ko'plab kompaniyalar butun dunyo bo'ylab o'zlarining uchuvchisiz transport vositalarini ishlab chiqdilar, sinovdan o'tkazdilar va faol ishlaydilar. Bunday transport vositalarini bozorga olib chiqish masalasi g'oyalarning etishmasligidan ko'ra ko'proq foydalaniladigan asbob-uskunalar narxini pasaytirish bilan bog'liq.

Amaliy qism (3-tur uchun kod)

Uchuvchisiz transport vositalari

```
import tensorflow as tf
import cv2
import numpy as np
model = tf.keras.models.load_model("tsr_model.h5")
image = cv2.imread("sign.jpg")
image = cv2.resize(image, (32,32))
image = image / 255.0
```



```
image = np.reshape(image, (1,32,32,3))  
prediction = model.predict(image)  
class_id = np.argmax(prediction)  
print("Aniqlangan belgi klassi:", class_id)
```

3-rasm. Deep Learning (TensorFlow/Keras):

Bu kod:

Neyron tarmoq orqali belgini aniqlaydi

Avtonom mashinalarning asosiy texnologiyasidir

Uch turdagi Aqlli mashinalarda yo‘l belgilarini tanib olish tizimlarining qiyosiy tahlili

Xususiyat	Kabinadagi qo‘shimcha elektronika	Elektron yordamchi tizim (ADAS)	Uchuvchisiz transport vositalari
Tizim darajasi	Past (ogohlantiruvchi)	O‘rta (yarim avtomatik)	Yuqori (to‘liq avtomatik)
O‘qitish turi	Qisman nazoratli / oddiy algoritmlar	Nazoratli (Supervised Learning)	Chuqur o‘rganish (Deep Learning)
Aniqlik darajasi	O‘rtacha	Yuqori	Juda yuqori
Qaror qabul qilish	Haydovchi tomonidan	Tizim + haydovchi	To‘liq tizim tomonidan
Hisoblash resursi	Kam	O‘rta	Juda yuqori
Algoritmlar	Oddiy tasvirni qayta ishlash	YOLO, CNN	CNN, RNN, Multi-sensor fusion
Sensorlar	Kamera	Kamera + radar	Kamera + LiDAR + radar
Reaksiya tezligi	Past	Yuqori	Juda yuqori
Xavfsizlik darajasi	Past	O‘rta-Yuqori	Maksimal
Qo‘llanish sohasi	Oddiy avtomobillar	Zamonaviy avtomobillar	Avtonom transport
Asosiy vazifa	Ogohlantirish	Yordam berish	Mustaqil boshqarish

XULOSA

Mazkur tadqiqotda aqlli transport tizimlarida yo‘l belgilarini tanib olish (Traffic Sign Recognition – TSR) texnologiyalarining nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilishi har tomonlama tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, TSR tizimlari transport xavfsizligini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi hamda inson omiliga bog‘liq xatolarni sezilarli darajada kamaytiradi. Tahlillar asosida aniqlanishicha, kabinadagi qo‘shimcha elektronika tizimlari asosan ogohlantiruvchi funksiyani bajaradi va minimal hisoblash resurslarini talab qiladi. Elektron yordamchi tizimlar (ADAS) esa yo‘l belgilariga asoslangan holda qisman avtomatik boshqaruvni ta‘minlab, haydovchiga faol yordam beradi. Uchuvchisiz transport vositalarida esa



TSR tizimlari to‘liq avtomatlashtirilgan bo‘lib, murakkab sun‘iy intellekt algoritmlari va ko‘p sensorli ma‘lumotlar asosida mustaqil qaror qabul qiladi.

Amaliy tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, chuqur o‘rganish (Deep Learning) va konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) asosidagi yondashuvlar yo‘l belgilarini yuqori aniqlikda tanib olish imkonini beradi. Shuningdek, real vaqt rejimida ishlovchi algoritmlar (masalan, YOLO) tizimning tezkorligini ta‘minlashda samarali hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, TSR texnologiyalari aqlli transport tizimlarining ajralmas qismi bo‘lib, ularning rivojlanishi kelajakda to‘liq avtonom transport vositalarining keng joriy etilishiga zamin yaratadi. Kelgusida ushbu tizimlarni yanada takomillashtirish uchun turli muhit sharoitlarida aniqlikni oshirish, hisoblash resurslarini optimallashtirish va sun‘iy intellekt algoritmlarini rivojlantirish muhim yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. Cambridge, MA: MIT Press.
3. Ciresan, D., Meier, U., Masci, J., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-column deep neural network for traffic sign classification. *Neural Networks*, 32, 333–338.
4. Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., & Igel, C. (2012). Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition. *Neural Networks*, 32, 323–332.
5. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
6. Szeliski, R. (2010). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. London: Springer.
7. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital Image Processing (3rd ed.)*. Pearson Education.



8. OpenCV Documentation. (2024). Open Source Computer Vision Library.
<https://opencv.org>
9. TensorFlow Team. (2024). TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems.