

V2P TEXNOLOGIYALARINING TRANSPORT TIZIMIDA QO‘LLANILISHINI MODELLASHTIRISH USULLARI TAHLILI

Xakimov Mavlonbek Solijon o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti, PhD doktoranti

e-mail: mavlonbekxakimov17@gmail.com

Tel.: +998 93 419 29 97

Yusupov Sarvarbek Sodiqovich

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, PhD., dotsenti

e-mail: sarvarbek.83@mail.ru

Tel.: +998 90 217 54 27

Annotatsiya. Ushbu maqolada transport vositasidan piyodaga yo‘naltirilgan V2P (vehicle-to-pedestrian) aloqa tizimlarining zamonaviy kooperativ intellektual transport tizimlari (C-ITS) doirasida qo‘llanilishi, ularning texnologik imkoniyatlari hamda modellashtirish usullari ilmiy asosda tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari yo‘l harakati xavfsizligini oshirishga qaratilgan raqamli texnologiyalarni samarali joriy etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Yo‘l-transport, intellektual transport tizimlari (C-ITS), DSRC, V2P, ADAS, SUMO, VISSIM.

KIRISH. V2P – bu transport vositasi bilan piyoda o‘rtasidagi real vaqtli axborot almashinuvini ta‘minlaydigan kooperativ intellektual transport tizimlari (C-ITS) tarkibidagi muhim kommunikatsion komponentdir. V2P texnologiyasi DSRC, C-V2X, 5G NR-V2X kabi raqamli aloqa platformalari orqali ishlaydi va piyodalar xavfsizligini oshirish, avariylarni oldindan prognozlash va to‘qnashuvlarning oldini olishga qaratilgan. [1].

Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda piyodalar o‘limi darajasini kamaytirish maqsadida turli xil piyodalarni himoyalash tizimlari ishlab chiqilgan va taklif etilgan. Ushbu yondashuvlarni ikki asosiy toifaga ajratish mumkin :

(a) ko‘p turdagi bort sensorlariga asoslangan ilg‘or haydovchini qo‘llab-quvvatlash tizimlari (ADAS);

(b) avtotransport vositasidan piyodaga yo‘naltirilgan an‘anaviy simsiz aloqa (V2P), masalan, uyali aloqa yoki Wi-Fi orqali ma‘lumot uzatish.

Birinchi toifadagi, ya‘ni ilg‘or haydovchini qo‘llab-quvvatlash tizimlariga asoslangan piyodalarni himoya qilish yondashuvlarida, bortga o‘rnatilgan sensorlar tarkibiga kameralar, radar qurilmalari, ultratovush moslamalari yoki lidar kiradi. Yakka sensor yoki bir nechta sensorlarning kombinatsiyasi atrof-muhitni kuzatadi, xavfli holatlarni aniqlaydi va haydovchini ogohlantiradi yoki avtomatik tarzda

tormozlash funksiyasini ishga tushiradi [2].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Shuxian He, Jiangchen Li, and Tony Z. Qiularning ishlarida piyodalar xavfsizligini yaxshilash uchun stokastik model, sezgir boshqaruv metodologiyasi va transport vositasidan piyodalargacha (V2P) aloqasidan foydalanadigan odatiy stsenariylardan iborat umumlashtirilgan tizim taklif etilgan. Stokastik model V2P aloqa tizimidagi noaniqliklarning turli ta'sirlarini va V2P aloqa sharoitida piyodalar xavfsizligini yaxshilash uchun sezgir boshqaruv metodologiyasi qo'llanilgan [3-4].

Ruoyu Pan, Lixua Jie, Xinyue Chjan, Shengli Pang, Honggang Vang, Chjaoying Veylarning ilmiy-tadqiqot ishlarida avtonom boshqaruvga yo'naltirilgan yangi V2P (vehicle-to-pedestrian) aloqa tarmog'i arxitekturasini ishlab chiqilgan hamda Long Range (LoRa) texnologiyasiga asoslangan V2P erta ogohlantirish tizimi yaratib tadqiqot doirasida V2P to'qnashuvning oldini olish modeli shakllantiriladi va yangi V2P to'qnashuv xavfini erta aniqlash usuli taklif etilgan. Taklif etilgan usulda piyoda va transport vositasi o'rtasidagi to'qnashuv jarayonini baholashda xavf indeksi (danger index) joriy etiladi. Shuningdek, piyoda harakat trayektoriyasini bashorat qilish uchun uzoq-qisqa muddatli xotira (LSTM) turidagi sun'iy neyron tarmog'i qo'llanadi. Bu esa, piyoda trayektoriyasi noaniq bo'lgan holatlarda piyoda–transport vositasi to'qnashuvining ehtimoliy xavf zonasini aniqlash imkonini beradi [5-6]

Lars Vischhof, Maksimilian Kilian, Stefan Shuxbek, Mattias Rupp, va Gerta Köster ilmiy-tadqiqot ishlarida piyodalarning harakatchanligini operatsion darajada batafsil modellashtirish P2X aloqasi va uning ilovalari natijalariga qanchalik ta'sir qilishi o'rganilgan [7]

I.Razi, A.Stevens, E.Dahlman va K.Chailarning ilmiy-tadqiqot ishlarida avtomobil bilan infratuzilmaning o'zaro ta'sirlashuvi o'rganilgan. Ekspluatatsion sharoitda, avtomobillarga yaqinlashib kelayotgan yo'l belgilari, xavfli burilishlar, temir yo'l kesishmalari va hokazolar to'g'risidagi axborotlar qisqa masofali simsiz aloqa texnologiyalari orqali uzatilib, tasodifiy YTHning oldini olishga yordam berishi aniqlangan [8-9].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

V2P real vaqt rejimida piyodalarning joylashuvi, harakat tezligi va yo'lga yaqinlashish trayektoriyasini transport vositalariga uzatadi. Bu orqali:

- haydovchining reaksiya vaqti qisqaradi,
- avtopilot tizimlari qaror qabul qilish aniqligi oshadi,
- avariylar xavfi 30–50% gacha kamayadi (xalqaro tajriba asosida).

AQLLI PIYODALAR O'TISH JOYLARI

V2P yordamida quyidagi funksiyalar amalga oshiriladi:

- Piyodaning smartfonidagi signal asosida svetoforga moslashtirilgan faza berish;
- Yaqinlashayotgan avtoullovni ogohlantirish;
- Piyodalar ko‘rinmaydigan zonalarni radar va kamera bilan “to‘ldirib”, ko‘rish maydonini kengaytirish.

AV (AUTONOMOUS VEHICLE) — PIYODA O‘ZARO TA’SIRI

Avtonom transport vositalari piyodaning xatti-harakatini bashorat qilish uchun V2P signalidan foydalanadi:

- to‘xtash masofasini hisoblash,
- xavfli trayektoriyalarni aniqlash,
- to‘qnashuv ehtimoli bo‘yicha qaror qabul qilish.

SHAHAR TRANSPORTINI BOSHQARISHDA QO‘LLANILISHI

V2P orqali shahar boshqaruv markazlari piyodalar oqimi bo‘yicha quyidagi ko‘rsatkichlarni oladi:

- vaqt bo‘yicha piyoda oqimi zichligi,
- harakat tezligi,
- piyodalar kesib o‘tish ehtimolligi,
- ehtimoliy tirbandlik zonalari.

Bu esa adaptiv boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish imkonini beradi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. V2P tizimlarining modellashtirilishi quyidagi asosiy yo‘nalishlarda amalga oshiriladi:

1. **Mikrodarajadagi transport oqimi modellashtirish** – transport vositalari va piyodalar harakati individual darajada modellashtirilib, ularning o‘zaro ta’siri tahlil qilinadi (SUMO, VISSIM).

2. **Tarmoq darajasida aloqa modellashtirish** – DSRC va 5G-V2X texnologiyalarining kechikish, paket yo‘qotish va signal barqarorligi ko‘rsatkichlari baholanadi (NS-3, OMNeT++).

3. **Agentga asoslangan modellashtirish** – har bir transport vositasi va piyoda mustaqil “agent” sifatida qaraladi, ular o‘zaro ma’lumot almashadi va qaror qabul qiladi (AnyLogic, MATLAB).

4. **Ko‘rish asosidagi modellar (Vision-Based Models)** – kameralar va sensorlar orqali piyodaning koordinatasi va tezligi aniqlanib, real vaqt rejimida PSM xabarlar yaratiladi (YOLO, TensorFlow).

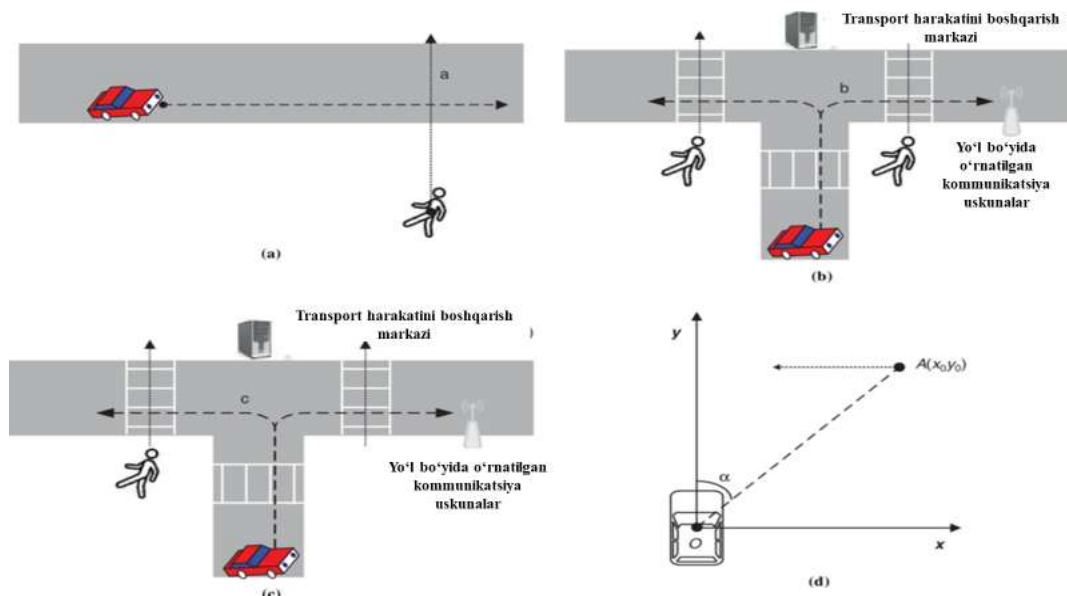
5. **Matematik modellashtirish** – to‘qnashuv holatlarini aniqlash uchun kinematik tenglamalar va ehtimollik modellaridan foydalaniladi:

$$TTC = \frac{D}{V_v - V_p}$$

bu yerda D — oraliq masofa, V_v — transport vositasi tezligi, V_p — piyoda tezligi.

V2P texnologiyalarining modellashtirish jarayoni orqali:

- **piyoda–transport vositasi o‘zaro ta’siri** aniq ifodalanadi;
- **aloqa va kechikish parametrlarining** transport xavfsizligiga ta’siri o‘rganiladi;
- **real vaqtli ogohlantirish algoritmlari** takomillashtiriladi;
- **xavfsizlik indikatorlari (TTC, PET, DRAC)** asosida tizim samaradorligi baholanadi.



1-rasm. (A) ko‘rinish cheklangan (NLOS) piyodalar o‘tish yo‘lagi ssenariysi, (b) chorrahada o‘ngga burilish ssenariysi, (c) chorrahada chapga burilish ssenariysi, va (d) nisbiy harakatlarning umumlashtirilgan abstrakt tizim tavsifi [10].

Shunday qilib, V2P texnologiyalarining modellashtirish usullari **transport tizimlarida xavfsizlikni oshirish, to‘qnashuvlarni kamaytirish va kooperativ intellektual transport tizimlarining (C-ITS)** ilmiy asosda rivojlanishini ta’minlashda muhim ilmiy-texnik asos hisoblanadi.

XULOSA. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashda intellektual transport tizimlarining (ITT), xususan V2P, ADAS kabi ilg‘or texnologiyalarning joriy etilishi transport oqimlarini optimallashtirish, inson omilini kamaytirish va yo‘l-transport hodisalari (YTH) sonini sezilarli darajada kamaytirishga xizmat qilishi aniqlandi. V2P texnologiyalari va ularni modellashtirish usullari kooperativ intellektual transport tizimlarining rivojlanishida, shahar transporti boshqaruvida hamda piyodalar xavfsizligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur tahlillar asosida yo‘l-transport hodisalarining oldini olishda yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashga yo‘naltirilgan tizimli yondashuv zarurligi asoslab berildi. Bu borada raqamli texnologiyalar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining keng joriy etilishi dolzarb hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 4 apreldagi PQ-190-son "Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarori <https://lex.uz/ru/docs/-5937573>
2. Yusupov S. S. "INNOVATION INTELLEKTUAL TRANSPORT TIZIMLARINI MAHALLIY SHAROITDA SINERGIYASINI ASOSLASH" Toshkent 2022y 26-31 betlar
3. https://www.researchgate.net/publication/309034893_Vehicle_to_Pedestrian_Communication_Modeling_and_Collision_Avoiding_Methodology_in_Connected_Vehicle_Environment
4. Shaheen S.A, Finson R. Intelligent Transportation Systems. //Encyclopedia of Energy. -2004. -pp. 487-496.
5. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/7507573?utm_source=chatgpt.com
6. Nilesh R. Mate. Intelligent transportation systems a literature review from Indian perspective. / International journal of advanced research. -India. -2016. -Vol. 4(9). -pp. 1247-1253.
7. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366423003456?utm_source=chatgpt.com
8. Razi 1., Kenichi Yu. Intelligent Transportation Systems Using Short Range Wireless Technologies. // Journal of Transportation Technologies. -2011.-Vol. 1.-pp. 132-137.
9. Stevens A., Hopkin J. Benefits and deployment opportunities for vehicle/roadside cooperative ITS. // Research Gate. -2016. -pp. 1-7.
10. https://www.researchgate.net/figure/Problem-definition-a-NLOS-pedestrian-crosswalk-scenario-b-right-turn-scenario-in_fig1_309034893