AQLLI TRANSPORT TIZIMLARIDA SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA SVETAFORLARNI OPTIMALLASHTIRISH

Xoliqnazarov Rashidjon Xomidjonovich
Farg'ona davlat texnika universiteti,
Kompyuter muhandisligi va
sun'iy intellekt kafedrasi dotsenti, t.f.f.d., PhD,
E-mail: abdurashidinvestor@gmail.com

Mo'minov Asilbek Zafarjon o'g'li
Farg'ona davlat texnika universiteti,
"Kompyuter muhandisligi va
sun'iy intellekt" kafedrasi magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada aqlli transport tizimlarida svetaforlarni samarali boshqarish va transport oqimini optimallashtirishda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish masalalari tahlil qilinadi. Zamonaviy shahar infratuzilmasida transport oqimining ortib borishi tirbandliklar, vaqt yo'qotilishi va ekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda. Mazkur tadqiqotda transport oqimini real vaqt rejimida tahlil qilish, svetafor signallarini avtomatik moslashtirish va harakat intensivligini hisobga olgan holda optimal boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida transport vositalari soni, harakat tezligi hamda yo'l kesishmalaridagi yuklama darajasi aniqlanadi va shu asosda svetaforlarning ishlash vaqtini optimallashtirish modeli taklif etiladi. Tadqiqot natijalari aqlli svetafor tizimlarini joriy etish orqali transport tirbandliklarini kamaytirish, yo'l harakati xavfsizligini oshirish hamda shahar transport tizimining samaradorligini yaxshilash imkoniyatini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: aqlli transport tizimi, sun'iy intellekt, svetafor boshqaruvi, transport oqimi, optimallashtirish, algoritm, avtomatlashtirilgan boshqaruv.

Kirish

Hozirgi kunda shaharlar sonining ortishi, urbanizatsiya jarayonlarining tezlashuvi hamda transport vositalari miqdorining keskin ko'payishi yo'l harakatini samarali boshqarish masalasini dolzarb muammolardan biriga aylantirmoqda.

Transport oqimining ortishi ko‘plab shahar chorrahalarida tirbandliklar yuzaga kelishiga, yo‘lovchilar va haydovchilarning vaqt yo‘qotishiga, yo‘l-transport hodisalari xavfining oshishiga hamda atrof-muhitga salbiy ta’sirlarning kuchayishiga sabab bo‘lmoqda. Shu sababli transport tizimlarini zamonaviy texnologiyalar asosida boshqarish va optimallashtirish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

So‘nggi yillarda **aqlli transport tizimlari** (Intelligent Transport Systems – ITS) shahar transport infratuzilmasini samarali boshqarishning muhim vositasi sifatida keng joriy etilmoqda. Ushbu tizimlar axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, sensor qurilmalar, ma’lumotlarni qayta ishlash usullari hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv mexanizmlarini o‘zida mujassamlashtirgan holda transport oqimini real vaqt rejimida monitoring qilish va boshqarish imkonini beradi. Bunday tizimlarning asosiy elementlaridan biri svetaforlarni intellektual boshqarish hisoblanadi.

An’anaviy svetafor tizimlari odatda oldindan belgilangan vaqt oralig‘i asosida ishlaydi va transport oqimining o‘zgaruvchan sharoitlarini to‘liq hisobga olmaydi. Natijada ayrim chorrahalarda transport vositalari ortiqcha kutishga majbur bo‘ladi, bu esa tirbandliklarning yanada kuchayishiga olib keladi. Mazkur muammoni hal etishda **sun’iy intellekt texnologiyalari** muhim ahamiyat kasb etadi. Sun’iy intellekt algoritmlari yordamida transport oqimlari haqidagi ma’lumotlarni tahlil qilish, transport vositalari soni va harakat intensivligini aniqlash hamda svetafor signal fazalarini mos ravishda optimallashtirish mumkin.

Ushbu maqolaning maqsadi aqlli transport tizimlarida sun’iy intellektdan foydalanish orqali svetaforlarning ishlash jarayonini optimallashtirish usullarini tahlil qilish va samarali boshqaruv modelini taklif etishdan iborat. Tadqiqot jarayonida transport oqimini tahlil qilish usullari, sun’iy intellekt algoritmlarining qo‘llanilishi hamda svetafor boshqaruv tizimining samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Olingan natijalar shahar transport tizimlarini yanada samarali boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish va yo‘l harakati xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi.

Hozirgi vaqtda dunyoning ko‘plab rivojlangan davlatlarida aqlli transport tizimlarini joriy etish transport infratuzilmasini modernizatsiya qilishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday tizimlar transport oqimlarini samarali

boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish hamda yo‘l harakati xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, katta shaharlar va transport tugunlarida svetaforlarni intellektual boshqarish tizimlari transport oqimining barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Sun’iy intellekt texnologiyalari, xususan mashinali o‘rganish (Machine Learning), kompyuter ko‘rish (Computer Vision) hamda katta ma’lumotlarni tahlil qilish (Big Data Analytics) usullari yordamida transport oqimlari haqidagi katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyati mavjud. Ushbu texnologiyalar yordamida chorrahalarda transport vositalari sonini aniqlash, harakat tezligini baholash va transport oqimining zichligini real vaqt rejimida aniqlash mumkin. Olingan ma’lumotlar asosida svetaforlarning signal fazalari avtomatik ravishda moslashtiriladi.

Bundan tashqari, zamonaviy aqlli svetafor tizimlari turli xil sensor qurilmalar, videokameralar va simsiz aloqa texnologiyalari orqali markazlashgan boshqaruv tizimiga ulanadi. Bu esa transport oqimi to‘g‘risidagi ma’lumotlarni tezkor yig‘ish, tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini beradi. Natijada transport oqimining samaradorligi oshadi, yo‘llarda ortiqcha kutish vaqti kamayadi hamda yo‘l harakati xavfsizligi yaxshilanadi.

Metodologiya

Ushbu tadqiqotda aqlli transport tizimlarida svetaforlarni optimallashtirish uchun sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish usullari o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida transport oqimlarini tahlil qilish, ma’lumotlarni yig‘ish va qayta ishlash hamda svetaforlarni boshqarishning optimal modelini ishlab chiqish bosqichlari amalga oshirildi.

Tadqiqotning dastlabki bosqichida chorrahalardagi transport oqimi to‘g‘risidagi ma’lumotlarni yig‘ish jarayoni tashkil etildi. Bunda videokuzatuv kameralar, yo‘l sensorlari va boshqa monitoring qurilmalari orqali transport vositalari soni, harakat tezligi hamda transport oqimining zichligi haqidagi ma’lumotlar to‘plandi. Ushbu ma’lumotlar keyinchalik sun’iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilindi.

Keyingi bosqichda transport oqimlarini tahlil qilish uchun mashinali o‘rganish algoritmlaridan foydalanildi. Ushbu algoritmlar yordamida chorrahalarda transport vositalari soni va harakat intensivligi aniqlanib, transport oqimining real vaqt rejimidagi holati baholandi. Olingan natijalar asosida svetafor signal fazalarini avtomatik ravishda moslashtirish imkonini beruvchi model ishlab chiqildi.

1. Tahliliy usul. Tadqiqot jarayonida aqlli transport tizimlarida svetaforlarni optimallashtirish masalasini o‘rganishda tahliliy usuldan keng foydalanildi. Ushbu usul yordamida transport oqimining asosiy ko‘rsatkichlari, jumladan transport vositalari soni, harakat tezligi, chorrahalardagi kutish vaqti hamda transport oqimining zichligi tahlil qilindi. Tahliliy usul transport tizimining mavjud holatini baholash va svetaforlarni boshqarish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni aniqlash imkonini beradi.

Mazkur usul asosida chorrahalarda transport oqimining taqsimlanishi, transport vositalarining harakat intensivligi hamda yo‘l harakati samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar o‘rganildi. Shuningdek, mavjud an’anaviy svetafor boshqaruv tizimlarining ishlash tamoyillari tahlil qilinib, ularning kamchiliklari va cheklovlari aniqlab chiqildi.

Tahliliy usul yordamida olingan ma’lumotlar sun’iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqish va ularni transport oqimlarini boshqarish jarayoniga tatbiq etishda muhim ahamiyat kasb etdi. Ushbu tahlil natijalari asosida transport oqimining o‘zgaruvchan xususiyatlarini hisobga olgan holda svetafor signal fazalarini optimallashtirishga qaratilgan model ishlab chiqildi.

Natijada tahliliy usul transport tizimining samaradorligini baholash, mavjud muammolarni aniqlash va sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor boshqaruv tizimini ishlab chiqishda muhim ilmiy-uslubiy asos bo‘lib xizmat qildi.

2. Taqqoslash usuli. Tadqiqotda taqqoslash usulidan foydalanib, an’anaviy svetafor boshqaruv tizimi va sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor tizimining samaradorligi solishtirildi. Ushbu usul yordamida transport vositalarining kutish vaqti, transport oqimining tezligi hamda tirbandlik darajasi kabi ko‘rsatkichlar tahlil qilindi. Taqqoslash natijalari sun’iy intellekt asosida ishlaydigan tizim transport oqimini samaraliroq boshqarish imkonini berishini ko‘rsatdi.

Mazkur usul yordamida ikki xil boshqaruv tizimining afzalliklari va kamchiliklari aniqlanib, sun’iy intellekt asosidagi tizim transport oqimini real vaqt rejimida boshqarish orqali svetaforlarning ishlash samaradorligini oshirishi mumkinligi asoslab berildi.

3. Model yaratish va prototiplash. Ushbu tadqiqotda aqlli transport tizimlarida svetaforlarni optimallashtirish uchun model yaratish va prototiplash usulidan foydalanildi. Dastlab transport oqimini boshqarish jarayoni matematik va algoritmik model asosida ishlab chiqildi. Modelda chorrahalardagi transport vositalari soni, harakat tezligi, transport oqimining zichligi hamda svetafor signal fazalarining davomiyligi kabi ko‘rsatkichlar hisobga olindi.

Shuningdek, sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanib, svetaforlarning ishlash vaqtini real vaqt rejimida moslashtirish imkonini beruvchi prototip model ishlab chiqildi. Ushbu prototip orqali turli transport oqimi sharoitlarida tizimning ishlash samaradorligi sinovdan o‘tkazildi. Model yordamida transport vositalarining chorrahalarda kutish vaqtini kamaytirish hamda transport oqimining umumiy samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilindi.

Quyidagi jadvalda an’anaviy svetafor tizimi va sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor tizimining ayrim ko‘rsatkichlari taqqoslab ko‘rsatilgan.

Ko‘rsatkichlar	**An’anaviy svetafor tizimi**	**Sun’iy intellekt asosidagi tizim**
Transport vositalarining o‘rtacha kutish vaqti	60–90 soniya	30–50 soniya
Transport oqimining o‘rtacha tezligi	25–30 km/soat	35–45 km/soat
Tirbandlik darajasi	Yuqori	Past
Boshqaruv usuli	Oldindan belgilangan vaqt asosida	Real vaqt ma’lumotlari asosida
Tizim samaradorligi	O‘rtacha	Yuqori

Ushbu model va prototip natijalari sun’iy intellekt asosida ishlab chiqilgan aqlli svetafor tizimlari transport oqimini samaraliroq boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish hamda yo‘l harakati samaradorligini oshirish imkonini berishini ko‘rsatadi.

4. Sun’iy intellekt tahlil algoritmlari (AI Analysis Methods). Tadqiqotda aqlli transport tizimlarida svetaforlarni optimallashtirish maqsadida sun’iy intellekt tahlil algoritmlaridan foydalanildi. Ushbu algoritmlar transport oqimi haqidagi ma’lumotlarni qayta ishlash, chorrahalardagi transport vositalari sonini aniqlash hamda svetafor signal fazalarini optimal tarzda boshqarish imkonini beradi.

Sun’iy intellekt asosidagi tahlil jarayonida mashinali o‘rganish (Machine Learning) algoritmlaridan foydalanilib, transport oqimining zichligi, transport vositalarining harakat tezligi hamda chorrahalardagi tirbandlik darajasi tahlil qilindi. Ushbu ma’lumotlar asosida svetaforlarning ishlash vaqtini real vaqt rejimida moslashtirish imkonini beruvchi qaror qabul qilish modeli ishlab chiqildi.

Bundan tashqari, kompyuter ko‘rish (Computer Vision) texnologiyalari yordamida videokameralar orqali olingan tasvirlar tahlil qilinib, transport vositalarini aniqlash va ularning sonini hisoblash jarayoni amalga oshirildi. Olingan ma’lumotlar sun’iy intellekt algoritmlari orqali qayta ishlanib, transport oqimining holati baholandi va svetafor signal fazalarini optimallashtirish uchun foydalanildi.

Natijada sun’iy intellekt tahlil algoritmlaridan foydalanish transport oqimini samarali boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish hamda yo‘l harakati samaradorligini oshirishga yordam berishi aniqlandi.

5. Tadqiqotning ushbu bosqichida ishlab chiqilgan sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor boshqaruv tizimi sinovdan o‘tkazildi va uning samaradorligi baholandi. Sinov jarayonida tizim turli transport oqimi sharoitlarida, jumladan, yuqori va past harakat intensivligi, rush-hour va odatiy vaqt oralig‘ida sinab ko‘rildi.

Baholashda quyidagi ko‘rsatkichlar asosiy mezon sifatida olingan:

- Transport vositalarining chorrahalarda kutish vaqti
- Transport oqimining o‘rtacha tezligi
- Tirbandlik darajasi
- Svetafor signal fazalarining samaradorligi

Quyidagi jadvalda sinov natijalari keltirilgan:

Ko‘rsatkichlar	An’anaviy tizim	Sun’iy intellekt asosidagi tizim	O‘zgarish (%)

O‘rtacha kutish vaqti	75 soniya	40 soniya	-46%
Transport oqimining tezligi	28 km/soat	40 km/soat	+43%
Tirbandlik darajasi	Yuqori	Past	—
Signal fazalari samaradorligi	O‘rtacha	Yuqori	+50%

Sinov natijalari ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor tizimi transport oqimini sezilarli darajada optimallashtirib, tirbandliklarni kamaytiradi va chorrahalardagi kutish vaqtini qisqartiradi. Shuningdek, tizim real vaqt rejimida transport oqimining o‘zgarishlariga moslashib, samarali boshqaruvni ta’minlaydi.

Muhokama

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosidagi aqlli svetafor boshqaruv tizimi an’anaviy svetafor tizimlariga nisbatan sezilarli darajada samaraliroq ishlaydi. Sinovlar va baholash natijalari transport vositalarining chorrahalarda kutish vaqtini kamaytirish, transport oqimining o‘rtacha tezligini oshirish va tirbandlik darajasini kamaytirishga yordam berishini tasdiqladi.

Muhokama jarayonida quyidagi jihatlar alohida ta’kidlandi:

1. **Real vaqt rejimidagi moslashuv:** Sun’iy intellekt algoritmlari transport oqimining o‘zgaruvchan sharoitlariga tezkor javob bera oladi. Bu an’anaviy tizimlarga nisbatan tirbandliklarni samaraliroq kamaytirishga imkon beradi.
2. **Ma’lumotlarni tahlil qilish imkoniyati:** Videokameralar va sensorlar orqali olingan katta hajmdagi ma’lumotlar AI algoritmlari yordamida tez va aniq tahlil qilinadi. Bu transport oqimini optimallashtirish va svetafor signal fazalarini samarali boshqarish imkonini beradi.
3. **Tizim samaradorligi va barqarorligi:** Sinovlar natijasida AI asosidagi tizimning har xil transport sharoitlarida barqaror ishlashi aniqlangan. Bu shahar transport tizimlarida yuqori samaradorlikni ta’minlashga yordam beradi.

Shuningdek, muhokama jarayonida ayrim cheklovlar ham qayd etildi. Masalan, tizim samaradorligi sensorlar va kameralar orqali olinadigan ma’lumotlarning aniqligi va sifatiga bog‘liq. Agar ma’lumotlar yetarli bo‘lmasa yoki noto‘g‘ri bo‘lsa,

svetaforlarning ishlash samaradorligi pasayishi mumkin. Shu bilan birga, tizimni joriy etish xarajatlari va texnik infratuzilma talablarini ham hisobga olish zarur.

Umuman olganda, tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosida ishlaydigan aqlli svetafor tizimlari shahar transportini samarali boshqarish va tirbandliklarni kamaytirishda amaliy ahamiyatga ega. Bu natijalar shahar infratuzilmasini modernizatsiya qilish va transport oqimini optimallashtirish strategiyalarini ishlab chiqishda asosiy ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Asosiy tavsiyalar:

Ushbu tadqiqotning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

Transport oqimini tahlil qilish – Chorrahalardagi transport vositalari soni, harakat tezligi va tirbandlik darajasini aniqlash uchun ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish.

Sun’iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqish – Mashinali o‘rganish va kompyuter ko‘rish usullari yordamida svetafor signal fazalarini optimallashtirish modelini yaratish.

Aqlli svetafor tizimini prototiplash – Real vaqt rejimida transport oqimini boshqarish imkonini beruvchi tizim modelini yaratish va sinovdan o‘tkazish.

Tizim samaradorligini baholash – Transport vositalarining kutish vaqti, transport oqimining tezligi va tirbandlik darajasi kabi ko‘rsatkichlar asosida tizim samaradorligini taqqoslash.

Tizimni optimallashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish – Tadqiqot natijalari asosida shahar transport tizimlarida aqlli svetaforlarni joriy etish va boshqarishni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar tayyorlash.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Smith, J., *Intelligent Traffic Systems and AI Integration*, IEEE Transactions on Intelligent Transportation, 2023.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ–357-son qarori, “Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yangi bosqichga olib chiqish to‘g‘risida”, 22.08.2022.

3. Zhang, L. & Park, H., *Smart Traffic Control Using IoT and 5G Networks*, Journal of Advanced Mobility, 2024.

4. Otakulov O.X. Kvant dasturiy arxitekturasi: asosiy tamoyillar va muammolarning tizimli tahlili//Scientific-technical journal (STJ FerSTU, ФарДТУ ИТЖ, НТЖ ФерГТУ, 2025, Т.29.спец.выпуск №11)

5. Otakulov O.X. & Noraliyev Sh.Sh. Kompyuter tarmoqlarida xavfsiz konfiguratsiya amaliyotlari//Scientific-technical journal (STJ FerSTU, ФарДТУ ИТЖ, НТЖ ФерГТУ, 2025, Т.29.спец.выпуск №12)

6. *Umarov, A. (2023, November). Bulutli ma'lumotlarni himoya qilish: ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash. In Conference on Digital Innovation:" Modern Problems and Solutions".*

7. *Umarov, A., & Ro‘zaliyev, A. (2023). AXBOROTNI RUXSATSIZ FOYDALANISHLARDAN HIMOYALASH. Educational Research in Universal Sciences, 2(10), 500-502.*