

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17719481>

RO'YXATGA OLINGAN AQLLI CHORRAHALAR MA'LUMOTLARI BO'YICHA TIRBANDLIK HOLATINI VIZUALIZATSIYA QILISHNING SIMULATSIYA ALGORITMI VA DASTURIY TA'MINOTI

Hamzayev Jamshid Fayzidin o'g'li

Muhammad al Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Kompyuter tizimlari kafedrası dotsenti

hamzayevjf@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada aqlli chorrahalar infratuzilmasida transport oqimini boshqarish samaradorligini oshirish maqsadida ishlab chiqilgan Python dasturlash tilidagi, Pygame kutubxonasiga asoslangan simulyatsiya dasturi taqdim etiladi. Taklif etilgan tizim svetofor fazalarini an'anaviy qat'iy jadval asosida emas, balki real vaqtga yaqin sharoitlarda transport zichligi, navbat uzunligi va oqim dinamikasiga mos ravishda boshqarishga imkon beruvchi noravshan mantiq (fuzzy logic) modeli orqali adaptiv tarzda boshqaradi. Simulyatsiya algoritmi chorrahadagi svetoforlarni TrafficController arxitekturasida yaratish, ularning holatini yangilash, qarama-qarshi yo'nalishdagi signallarni aniqlash hamda fuzzy qoidalar yordamida yashil chiroq muddatini hisoblash jarayonlarini o'z ichiga oladi. Ishlab chiqilgan interfeys real chorraha harakatini vizual tarzda modellashtirib, transport vositalari oqimi, svetofor signallarining qoldiq vaqti, avtomobillar paydo bo'lish tezligi kabi parametrlarga asoslangan o'zgaruvchan boshqaruvning natijasini ko'rsatadi. Simulyatsiya tajribalari shuni ko'rsatdiki, fuzzy mantiqqa asoslangan adaptiv boshqaruv transport vositalarining kutish vaqtini kamaytiradi, svetofor fazalarining samaradorligini oshiradi va tirbandlik hosil bo'lishining oldini oladi. Taqdim etilgan tizim aqlli shahar transporti uchun real chorrahani modellashtiruvchi amaliy vosita bo'lib, kelgusida sun'iy intellekt asosida yanada murakkab boshqaruv mexanizmlarini joriy etish uchun asos yaratadi.

Kalit so'zlar: aqlli chorraha, svetoforlarni adaptiv boshqarish, noravshan mantiq, fuzzy logic, Pygame simulyatsiyasi, transport oqimi, tirbandlikni aniqlash, TrafficController, algoritmik boshqaruv, real vaqt monitoring, transport modelini vizualizatsiya qilish, avtomobil oqimi zichligi, yashil chiroqni uzaytirish, trafik simulyatsiyasi, intellektual transport tizimlari.

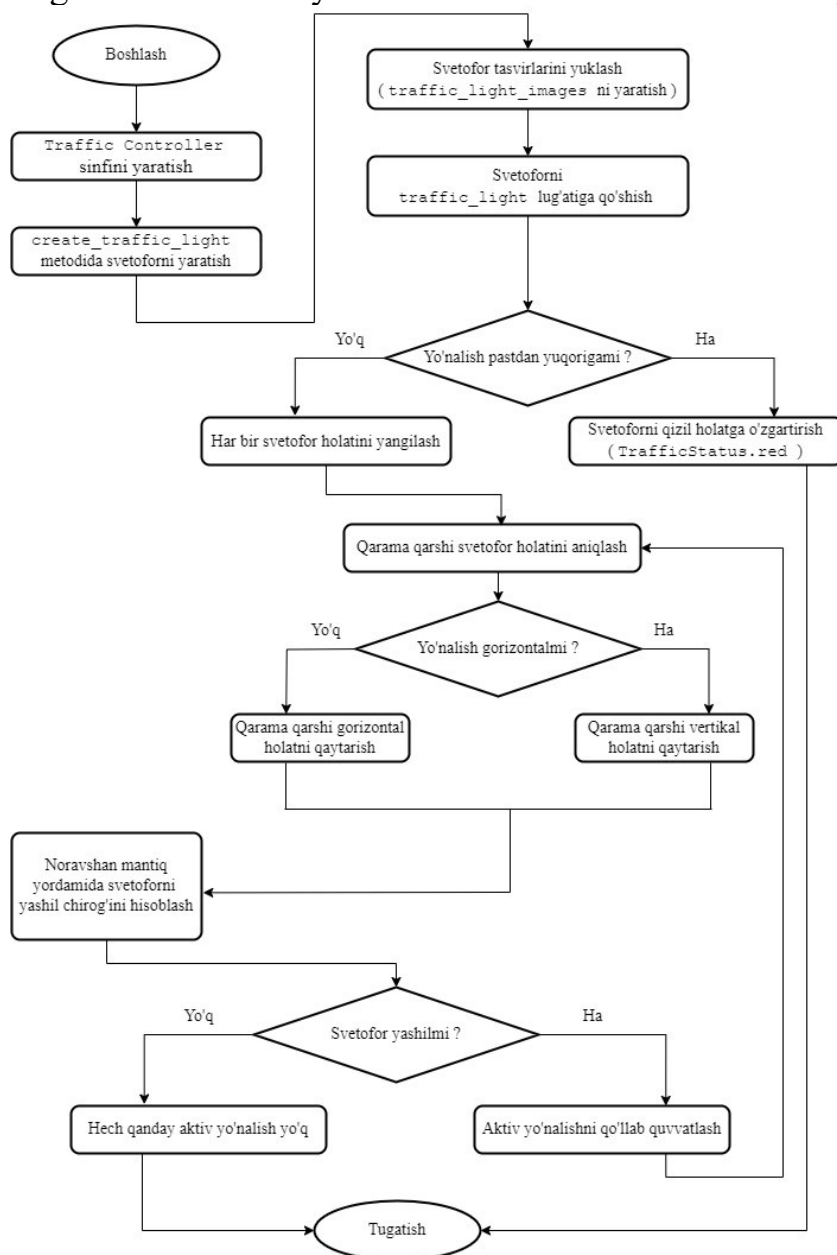
KIRISH

Tirbandlik nazorati shahar transport tizimining samaradorligini oshirish uchun muhim ahamiyatga ega. An'anaviy muvaqqat rejimli svetofor boshqaruvi real vaqtdagi harakat oqimlarini hisobga olmaydi, shu tufayli dinamik holatlarga tez moslasha olmaydi [1]. Bunga qarshi noravshan (fuzzy) mantiq asosidagi tizimlar yaratilib, ular transport zichligi, navbat uzunligi kabi noaniq parametrlarni inobatga olgan holda chiroq muddatini optimallashtiradi [2]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, noravshan mantiq yordamida boshqariluvchi svetofor tizimlarida navbat soni va kutish vaqti kamayadi, shuningdek yo'lovchilar oqimi oshadi [3, 4]. Yuqoridagi mavzuni chuqurlashtirish maqsadida Pythonda Pygame kutubxonasi asosida qurilgan interaktiv simulyatsiya dasturi ishlab chiqilgan. Bu dastur yo'l harakati ma'lumotlari asosida

chorrahalaridagi svetoforlarning adaptiv boshqaruvi natijasini vizual tarzda namoyish qiladi.

SIMULYATSIYA ALGORITMI VA TUZILISHI

Dastur avvalo zarur kutubxonalarni chaqirish bilan boshlanadi: os, pygame, shuningdek, *TrafficStatus*, *DoubleLane*, *Lane*, *Config*, *TrafficLight*, *Fuzzy* kabi modullar import qilinadi. Asosiy ishni amalga oshiradigan sinf bu *TrafficController* ya'ni, svetoforlarning holatini boshqarish vazifasini bajaradi. Uning konstruktorida ekranga chizish uchun Pygame yuzasi (surface) yaratiladi hamda turli yo'nalishlardagi svetoforlarni saqlash uchun *traffic_lights* lug'ati ochiladi. Har bir svetofor bosqichi uchun *create_traffic_light* metodi chaqiriladi: bu yerda tegishli chiroq tasvirlari yuklanib, kerakli burchakka buriladi va *TrafficLight* sinfi obyekti ko'rinishida lug'atga qo'shiladi. Dastlab, ayrim svetoforlar qizil rangga o'rnatib qo'yiladi, bu uchinchi bosqichda ularning ketma-ketlikda yonish va moslash tartibini taminlaydi.



1-rasm. Tirbandlik holatini simulatsiya qilish algoritmi.

TrafficController sinfi quyidagi asosiy funksiyalarni bajaradi:

- *Svetoforlarni yaratish va joylashtirish:* `create_traffic_light` metodi yordamida rasm fayllari yuklanib, har bir svetofor uchun ob'ekt yaratiladi.
- *Svetoforlar holatini yangilash va chizish:* `update_and_draw_traffic_lights` metodi har bir iteratsiyada chaqiriladi; u svetoforlarning rangini va qolgani vaqtni (countdown) yangilab, ekranga chizadi.
- *Faol (hozir yashil) yo'nalishni aniqlash:* `get_current_active_lane` metodi orqali ayni paytda yashil chiroq bo'lgan yo'nalish (DoubleLane qiymati) aniqlanadi.
- *Qarama-qarshi yo'nalish holati:* `get_opposite_status` yordamida har bir svetoforga nisbatan qarama-qarshi svetoforning joriy holati aniqlanadi.
- *Yashil chiroq muddatini boshqarish:* noravshan mantiq bahosini hisoblaydigan `calculate_fuzzy_score` metodi chaqiriladi. Uning kirish parametrlariga oldindan kelayotgan transport (`arriving_green_light_car`), qarama-qarshi yo'nalishda qizil chiroqda kutayotgan transport (`behind_red_light_car`) va avvaldan uzaytirilgan muddat (`extension_count`) kiradi. Natijada fuzzy tizim chakana qoidalar asosida yashil chiroqni uzaytirish yoki o'tkazishni belgilaydi.
- *Yashil chiroq muddatlarini o'rnatish:* `get_green_light_extension`, `set_green_light_extension` va `clear_all_green_light_extension` metodlari yordamida mavjud yashil chiroq muddatlarini olish, uzaytirish miqdorini sozlash yoki avval belgilangan uzaytmalarni qayta tiklash amalga oshiriladi.
- *Svetoforning qolgan yashil vaqtini hisoblash:* `get_green_light_remaining` metodi hozirgi yashil chiroq qanchalik vaqt davom etishini qaytaradi.
- *O'tish holatini tekshirish:* `in_transition` metodi svetoforlar almashayotgan (hech bir yo'nalishda yashil chiroq yo'q) vaziyatni aniqlaydi.

Yuqoridagi modullar va metodlar orqali har bir svetoforning holati ma'lum bir mantiq, jumladan noravshan mantiq asosida boshqariladi. Natijada svetoforlar yo'l harakati zichligiga mos ravishda avtomatik tarzda yashil signallarni moslashtiradi. Pygame kutubxonasi grafik elementlarni boshqarish, tasvirlarni aylantirish va o'lchamini sozlash uchun ishlatiladi. Misol uchun, bir ilmiy maqolada tasvirlanishicha, Pygame yordamida real hayotni aks ettiruvchi to'rtta yo'nalishli chorraha modellangan va har bir svetofor ustida signal o'tish vaqtini ko'rsatuvchi timer mavjud [5]. Shu yo'laklar orqali avtomobillar, mototsikllar, avtobus va yuk mashinalari harakatlanadi. Simulyatsiya doimiy ravishda barcha elementlarni yangilab turadi, shu jumladan navbatdagi avtomobillarni hosil qiladi va ularni chiroqlarning holatiga mos ravishda harakatga qo'yadi.

NORAVSHAN MANTIQ ASOSIDAGI BOSHQARUV

Svetoforlar jarayonini noaniq vaziyatlarga moslashuvchan boshqarish uchun noravshan mantiqdan foydalaniladi. Yuqorida zikr etilgan `calculate_fuzzy_score` metodi kirish sifatida yo'nalishga kelayotgan va yo'nalishdan ketayotgan transport soni kabi kiritmalarni oladi. Masalan, agar *ma'lum bir yo'nalish* bo'yicha kelayotgan mashinalar ko'p bo'lsa va qarshi yo'nalishda uzluksiz navbat mavjud bo'lsa, noravshan

qoidalar doirasida ushbu yoʻnalishning yashil chiroq vaqti uzaytirilishi lozimligi aniqlanadi. Yuqoridagi tadqiqotda taʼkidlanganidek, noravshan boshqaruv asosan toʻrtta kirish oʻzgaruvchi (arrival, queue, left-turn, right-turn) va bitta chiqish (extension) funksiyasini oʻz ichiga oladi; extension chiqishi kelajakda yashil chiroqning qancha sekuntga uzaytirilishini belgilaydi [6]. Shunday qilib, noravshan qoidalar asosida “uzaytirish” yoki “almashish” qarori qabul qilinadi. Agarda uzaytirish lozim boʻlsa, tegishli metodlar yordamida (masalan, `set_green_light_extension`) qoʻshimcha vaqt ekranga qoʻshiladi, aks holda standart sikl davom etadi.

Noravshan mantiqdan foydalanish yoʻl harakati nazoratida bir qator maqsadlarni amalga oshirishga xizmat qiladi. Tadqiqotchilar fikricha, bunday tizimlar chorraha xavfsizligini oshirish, yoʻlovchi oqimini maksimal darajada oshirish hamda navbat kutish vaqtini kamaytirish vazifasiga ega [7]. Natijada, transport zichligi oshgan paytlarda uzaytirilgan yashil chiroq orqali tirbandlik kamaytiriladi, boʻlmasa minimal yashil vaqtda svetofor navbat bilan almashadi.

SIMULYATSIYA INTERFEYSI VA NATIJALAR

Simulyatsiya dasturining interfeys koʻrinishi 2- rasmda keltirilgan. Ekranda toʻrtta yoʻnalish boʻyicha chorraha tasvirlangan: har bir svetoforning ustida uning hozirgi rangi koʻrsatiladi (yashil, sariq yoki qizil), shuningdek chiroq almashtirilishigacha qolgan sekundlar koʻrsatuvi ham joylashgan. Ekranning bir chetida jami yoʻlga chiqqan avtomobillar soni, ularning paydo boʻlish tezligi (sekin, oʻrtacha, tez) kabi parametrlar aks ettiriladi. Orqa fonda noravshan mantiq qoidalari asosida svetoforlarning yashil chiroqlari dinamik tarzda uzaytiriladi yoki almashiladi. Natijada foydalanuvchi ekranda svetoforlarning moslashuvchan harakati va transport oqimining qulaylashishini kuzatishi mumkin [8].

Tajriba natijalariga koʻra, noravshan mantiq bilan boshqariluvchi svetoforlar jamiyat transport oqimini sezilarli yaxshilaydi. Mavjud shart-sharoitlarni inobatga olgan holda signal uzaytirilganida, avtotransport vositalari ortiqcha bekor kutish oʻrniga chorrahadan oʻtadi. Tadqiqotda qayd etilishicha, bunday moslashuvchan tizim anʼanaviy muvaqqat boshqaruvida boʻladigan navbat massivligini kamaytiradi va oʻtish samardorligini oshiradi.

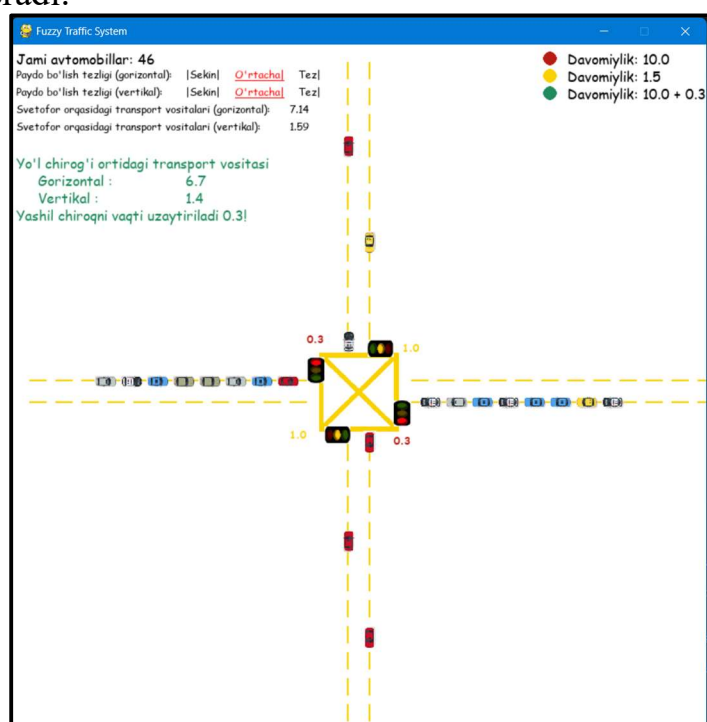
Olib borilgan ushbu ilmiy tadqiqotning mazkur qismi bu aynan chorradagi avtotransportlar holatini yaʼni harakatini noravshan mantiq modeli asosida boshqarishning simulatsiya dasturi boʻlib, bunda asosan svetoforni adaptiv boshqarish natijasini koʻrsatish uchun ishlab chiqilgan. Biz bilamizmi bu kabi tadqiqotlarni aynan natijasini koʻrish uchun simulatsiya bu juda mos keluvchi dasturiy vosita hisoblanadi.

Svetoforlarning holatini boshqarish uchun *traffic_lights* lugʻati (dictionary) yaratilgan. Har bir svetoforning ekrandagi joylashuvini hisoblab, *create_traffic_light* metodi yordamida yaratilgan. Svetoforlarni yaratish uchun *create_traffic_light* metodi yozilgan boʻlib bunda, svetofor rasmlari yuklanadi va *Pygame* yordamida kerakli aylantirish va oʻlchamlar bilan tasvirlangan. Svetoforlar *TrafficLight* sinfi yordamida yaratilgan va *traffic_lights* lugʻatiga qoʻshilgan. Baʼzi svetoforlar dastlab qizil holatga oʻzgartiriladi. Joriy holatini kuzatish va olish uchun *get_traffic_lights* metodidan

foydalanilgan, berilgan *DoubleLane* (gorizontal yoki vertikal) bo'yicha tegishli svetofozlarni qaytaradi. Svetofozlarni yangilash va tasvirlash uchun *update_and_draw_traffic_lights* metodidan foydalanilgan. Har bir svetofozning holati yangilanadi va ularning ekran sathida tasvirlanadi *draw* va *draw_countdown* metodlari yordamida. Qarama-qarshi svetofozning holatini olish *get_opposite_status* metodi orqali amalga oshirilgan. Bunda, svetofozlarning har biri uchun qarama-qarshi tomondagi svetofozning holatini qaytaradi masalan, chapdan o'ngga yo'nalishli svetofozga qarshi yo'nalishdagi svetofoz.

Noravshan mantiq hisob-kitoblari *calculate_fuzzy_score* metodi orqali amalga oshiriladi bunda, *arriving_green_light_car*, *behind_red_light_car*, va *extension_count* parametrlari yordamida svetofozlarni boshqarish uchun fuzzy tizimdan foydalanilgan. Amaldagi yashil yo'nalishni aniqlash *get_current_active_lane* metodidan foydalanilgan bo'lib, hozirda qaysi svetofoz yashil ekanligini aniqlaydi va tegishli *DoubleLane* qiymatini qaytaradi. Yashil chiroqning davomiylik vaqtini *get_green_light_extension*, *set_green_light_extension*, va *clear_all_green_light_extension* metodlaridan foydalanilgan. Yashil chiroqning vaqtini olish, o'rnatish va tozalash vazifalari bajarilgan. Yashil chiroqning qolgan vaqti *get_green_light_remaining* metodi orqali amalga oshirilgan. Bunda hozirgi yashil svetofozning qolgan vaqtini hisoblab, qaytaradi. O'tish holati esa *in_transition* metodi orqali amalga oshirilgan bo'lib, svetofozlar holati o'tishda ekanligini, ya'ni hech qaysi svetofoz yashil emasligini aniqlash uchun foydalanilgan.

Ushbu dastur umumiy yo'nalishdagi svetofozlarni boshqarish va ularning holatini belgilash uchun ishlatiladi. Har bir svetofozning holati va harakatlanish tartibi ma'lum bir mantiq orqali (shu jumladan noravshan mantiq yordamida) boshqariladi. Bu esa yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda va transport oqimini samarali nazorat qilishda yordam beradi.



2 - rasm. Ishlab chiqilgan simulatsiya dasturining interfeysi.

Ishlab chiqilgan simulatsiya dasturining interfeysi 2 - rasmda tasvirlangan bo'lib, bunda jami avtomobillar soni hisobga olinadi, avtomobillarni ekranda paydo bo'lish tezligini nazorat qilsa bo'ladi (sekin, o'rtacha, tez). Bundan tashqari shu dasturning backend qismida berib o'tilgan noravshan qoidalar to'plami orqali svetoforming yashil chirog'ini qancha vaqtga uzaytirish kerakligini belgilab beradi.

XULOSA

Xulosa o'rnida, berilgan simulyatsiya algoritmi va dasturiy ta'minot yordamida aqlli chorrahada tirbandlik holatini noravshan mantiq modeliga asoslanib boshqarish mumkinligi ko'rsatilgan. Dasturning interaktiv muhiti orqali svetofo signallari real vaqtda transport oqimiga qarab sozlanadi, bu esa yo'l xavfsizligini oshirish hamda transport oqimini samarali nazorat qilish imkonini beradi. Kelgusida ushbu tizimni kengaytirib, real CCTV kameralar ma'lumotlari yoki sun'iy intellekt yordamida aniqlangan transport statistikasi bilan bog'lash orqali yanada aniqroq natijalarga erishish mumkin bo'ladi. Noravshan boshqaruv qoidalari asosida jarayonlarni avtomatlashtirish har bir yo'nalishning o'zgaruvchan ehtiyojiga mos chorraha boshqaruvi yechimini taklif etadi va shahar transport tizimining samaradorligini kuchaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Saahil Mahato. Smart Traffic Signals: Comparing MARL and Fixed-Time Strategies. License: CC BY 4.0 . arXiv:2505.14544v2 [cs.AI] null. <https://arxiv.org/html/2505.14544v2#:~:text=environmental%20pollution,Recent%20advancements%20in>
2. Javed Alam, M. K. Pandey. Advance Traffic Light System Based On Congestion Estimation Using Fuzzy Logic. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Website: www.ijetae.com (ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 4, Issue 3, March 2014)
3. Erwan Eko Prasetyo, Oyas Wahyunggoro, Selo Sulistyo. Design and Simulation of Adaptive Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic Control Sugeno Method. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 5, Issue 4, April 2015. ISSN 2250-3153.
4. Temurbek Kuchkorov, Jamshid Hamzayev, Farrux Baxriddinov. Avtotransportlar harakatini tartibga solishning noravshan mantiqqa asoslangan modeli. Journal of Digital transformation and artificial intelligence. 1/3. -pp. 75-84. 2023.
5. Snehal Kale, Swapnali Bakal, Gauri Kokate, Sejal Pol, Anuradha Virkar. Traffic signal control system based on vehicle density using yolo detection and image processing: a pygame simulation model. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science (Peer-Reviewed, Open Access, Fully Refereed International Journal) Volume:06/Issue:04/April-2024. Impact Factor-7.868. www.irjmets.com
6. Abdulrahman Abdullah Alkandari, Imad Fakhri Al-Shaikhli. Implementation of

Dynamic Fuzzy Logic Control of Traffic Light with Accident Detection and Action System using iTraffic Simulation. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science . Vol. 10, No. 1, April 2018, pp. 100~109

ISSN: 2502-4752, DOI: 10.11591/ijeecs.v10.i1.pp100-109 .

7. Kuchkorov Temurbek, Khamzaev Jamshid. Intelligent analysis of CCTV cameras images and development of an algorithm for controlling the traffic lights installed on roads based on a knowledge base. Journal of Pedagogical sciences and teaching methods. 4/38. -pp. 86-89. 2024.

8. Erwan Eko Prasetyo, Oyas Wahyunggoro, Selo Sulistyio. Design and Simulation of Adaptive Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic Control Sugeno Method. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 5, Issue 4, April 2015 . ISSN 2250-3153