

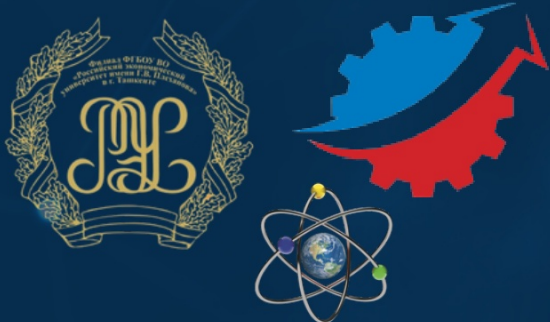
MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

*ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal*

2026-YIL

IYUN/6-SON, V-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyun.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

BOJXONA YIG'IMLARINI UNDIRISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI	10
Jurayev Jonibek Javlijevich	
TOSHKENT SHAHRIDA UY-JOY FONDINING HOZIRGI HOLATI VA BOSHQARUV TIZIMI TAHLILI.....	15
Mamanazarov Oybek Shomurodovich	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARI UCHUN INNOVATSION BANK MAHSULOTLARINI YARATISH VA ULARNI TARG'IB ETISHNI TAKOMILLASHTIRISH	20
Shodmonova Sadoqat Jo'raqobil qizi	
"O'ZBEKISTON MILLIY ELEKTR TARMOQLARI" AJ ENERGETIKA TIZIMINING HUDUDIY RIVOJLANISH YO'NALISHLARI	26
Xakimjanova Surayyo Xabibullayevna	
HUDUDLARNI IQTISODIY RIVOJLANTIRISHDA BUDJETLARARO TRANSFERTLARNING AHAMIYATI	30
Hakimov Feruz Xurshid o'g'li	
GAZNI QAYTA ISHLASH KORXONALARIDA BARQAROR RIVOJLANISH HOLATINING IQTISODIY TAHLILI VA BAHOLASH	36
Kudratkhodjaeva Ziyoda Kamol qizi	
STRATEGIC MANAGEMENT OF HIGHER EDUCATION UNDER CHANGING REGULATORY CONDITIONS	40
Khumoyun Avezov	
INSON KAPITALINI HUDUDIY JOYLASHTIRISH VA YANGI ISH O'RINLARINI YARATISHNING AGLOMERASION-KLASTER MEXANIZMI	45
Yusubboyeva Dinora Qudrat qizi	
TIJORAT BANKLARI O'RTASIDAGI RAQOBAT DARAJASINING STATISTIK VA EKONOMETRIK BAHOSI: RAQOBAT VA MOLIVAVIY BARQARORLIK O'RTASIDAGI BOG'LIQLIK.....	50
Qulmetov Mansurbek Ro'zmatovich	
BYUDJET TASHKILOTLARIDA ICHKI AUDITDA MUHIMLIK DARAJASINI RISKQA BOG'LIQ HISOBLASH METODIKASI.....	57
Misirov Akbarali Pardaboyevich	
SEYSMIK HUDUDLARDA METALL KONSTRUKSIYALARNING HISOBIIY ISHONCHLILIGI VA EKSPLOATATSION BARQARORLIGINI OSHIRISHNING MUHANDISLIK-METODOLOGIK ASOSLARI	64
Yaxshiboyev Mirolimjon Yaqubjon o'g'li	
RAQAMLI BANK XIZMATLARIDA KIBERXAVF VA UCHINCHI TOMON RISKLARINI BOSHQARISHNI TAKOMILLASHTIRISH.....	71
Suxrob Narzullayevich Xolmatov	
OLIY TA'LIM TASHKILOTLARIDA MAHSULOT (ISH, XIZMAT) ISHLAB CHIQRISH XARAJATLARI VA ULARNI SOTILISHI HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI.....	77
Xudayberdiyev Nizomiddin Qurbonqulovich	
РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА	83
Юлдашева Шохсанам Дилмуродовна	
O'ZBEKISTON TEMIR YO'L TRANSPORTI INNOVATSION SALOHİYATINI BAHOLASH	87
Muradov Bahrom, Masharipov Ma'sud	
HARAKATLANISH JARAYONIDA YO'L-TRANSPORT HODISALARINING KELIB CHIQISHIGA SABAB BO'LUVCHI OMILLAR	92
Umid Sadirdinovich Xolmatov	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARINING IQTISODIY O'SISHGA TA'SIRI	98
Xujamatova Shaxlo Abdusalom qizi	



OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA „USTOZ–SHOGIRD“ PLATFORMALARINI JORIY ETISH	103
Madaminov Shoxruxbek Ma'rufjon o'g'li	
VALIKLI JINNING IKKI PICHQOLI TIZIMIDA TOLA AJRATISH JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI VA MATEMATIK MODELLASHTIRISH.....	108
Abdugapparova Sh.N., Yuldashev A.X.	
OCHIQ BANKING VA API TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BANK MAHSULOTLARI RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH YO'LLARI	114
Xujamuratov Abbos Mardonovich	
ISLOMIY IJTIMOYIY MOLIYA VOSITALARINING KICHIK BIZNESNI MOLIYALASHTIRISHDAGI ROLI: INDONEZIYA, MALAYZIYA VA POKISTON TAJRIBASI	119
Voxidov Oybek Roziqovich	
TEXNIKA XAVFSIZLIGI BO'YICHA XODIMLARNI O'QITISH VA BILIMINI BAHOLASH TIZIMI	125
Ashirqulova Qurbonoy, Nurbek Mamatov	
AQLLI SHAHARLARDA TRANSPORT OQIMINI NEYRON TARMOQLARI YORDAMIDA BASHORAT QILISH..	131
Ibragimov Sanjarbek Salijanovich	



AQLLI SHAHARLARDA TRANSPORT OQIMINI NEYRON TARMOQLARI YORDAMIDA BASHORAT QILISH

Ibragimov Sanjarbek Salijanovich

Andijon davlat texnika instituti

Axborot texnologiyalari kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD)

ORCID: 0000-0001-5990-8046



Annotatsiya. Maqolada aqlli shahar sharoitida transport oqimini neyron tarmoqlari yordamida bashorat qilish metodologiyasi ishlab chiqilgan. Tadqiqot manbasi sifatida Kaggle platformasidagi “**Smart City Traffic Flow Prediction Dataset**” tanlandi. Dastlabki ishlov berish protokoli vaqt belgilarini ajratish, kategorik o'zgaruvchilarni kodlash, sonli belgilarni masshtablash, takror va anomal qiymatlarni tekshirish hamda ma'lumotlarni vaqt ketma-ketligida 70/15/15 nisbatda ajratishni qamrab oladi. Taklif etilgan yondashuv tirbandlikni oldindan aniqlash va adaptiv svetofor boshqaruvini tashkil etishda qo'llanishi mumkin.

Kalit so'zlar: aqlli shahar, transport oqimi, neyron tarmoq, vaqt qatori, intellektual transport tizimi, transport zichligi, tirbandlik, sensor ma'lumotlari, bashoratlash.

Abstract. This article develops a methodology for predicting traffic flow in smart city environments using artificial neural networks. The “**Smart City Traffic Flow Prediction Dataset**” available on the Kaggle platform was selected as the research dataset. The data preprocessing protocol includes extracting time features, encoding categorical variables, scaling numerical features, detecting duplicate and anomalous values, and splitting the dataset into training, validation, and testing sets in a 70/15/15 chronological ratio. The proposed approach can be applied to early traffic congestion prediction and adaptive traffic signal control.

Keywords: smart city, traffic flow, neural network, time series, intelligent transportation system, traffic density, traffic congestion, sensor data, forecasting.

АННОТАЦИЯ. В статье разработана методология прогнозирования транспортных потоков в условиях умного города с использованием нейронных сетей. В качестве источника данных выбран набор данных «**Smart City Traffic Flow Prediction Dataset**», размещённый на платформе Kaggle. Протокол предварительной обработки данных включает выделение временных признаков, кодирование категориальных переменных, масштабирование числовых признаков, проверку дублирующихся и аномальных значений, а также разделение данных в хронологическом порядке в соотношении 70/15/15 на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Предложенный подход может быть использован для раннего прогнозирования транспортных заторов и организации адаптивного управления светофорами.

Ключевые слова: умный город, транспортный поток, нейронная сеть, временной ряд, интеллектуальная транспортная система, плотность транспортного потока, транспортные заторы, данные датчиков, прогнозирование.

KIRISH

Jahon miqyosida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, shaxsiy transport vositalari sonining ortishi va shahar infratuzilmasiga tushayotgan yuklamaning kuchayishi transport oqimlarini samarali boshqarishni aqlli shahar konsepsiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylantirmoqda. Ayniqsa, tig'iz vaqtlarda yuzaga keladigan tirbandliklar yo'lovchilarning harakatlanish vaqtini uzaytirishi, yoqilg'i sarfini oshirishi, atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdorini ko'paytirishi hamda yo'l-transport infratuzilmasidan foydalanish samaradorligini pasaytirishi bilan tavsiflanadi. Shu sababli zamonaviy aqlli transport tizimlarida transport oqimini faqat kuzatish emas, balki uning kelajakdagi holatini oldindan bashorat qilish muhim ilmiy-amaliy vazifaga aylanmoqda. Transport oqimining ishonchli prognozi svetofor fazalarini dinamik boshqarish, muqobil marshrutlarni tavsiya etish, jamoat transporti harakatini rejalashtirish va tirbandliklarning oldini olishga qaratilgan tezkor boshqaruv qarorlarini shakllantirish imkonini beradi [1, 2].

Aqlli shahar konsepsiyasida transport tizimi jismoniy infratuzilma, raqamli aloqa, sensorlar, ma'lumotlarni qayta ishlash va boshqaruv algoritmlaridan tashkil topgan kiberfizik muhit sifatida qaraladi. Induktiv halqalar, radar va lidar qurilmalari, yo'l bo'yidagi kameralar, GPS-treklar, mobil aloqa signallari, avtomatlashtirilgan

davlat raqamini tanish tizimlari hamda bog'langan transport vositalari yo'l holatini turli vaqt va fazoviy aniqlikda o'lchaydi. Ushbu manbalar transport vositalari soni, tezlik, bandlik, zichlik, safar vaqti, navbat uzunligi va harakat yo'nalishi kabi ko'rsatkichlarni hosil qiladi. Biroq ko'p manbali ma'lumotlar turli interval, o'lchov birligi, aniqlik va yo'qolgan qiymatlar bilan kelgani uchun ularni modelga bevosita uzatish noto'g'ri natijaga olib kelishi mumkin.

Transport oqimini bashorat qilish muammosining ilmiy murakkabligi shundaki, shahar transporti qat'iy chiziqli qonuniyatlar asosida rivojlanmaydi. Transport vositalari soni, o'rtacha tezlik, yo'lning bandlik darajasi, svetofor rejimlari, kun vaqti, hafta kuni, ob-havo sharoiti, yo'l hodisalari hamda boshqa tashqi omillar o'rtasida murakkab va o'zgaruvchan bog'lanishlar mavjud. Erkin harakat, transport oqimining buzilishi, tirbandlikning shakllanishi va undan chiqish holatlari orasidagi keskin o'tishlar an'anaviy regressiya yoki statistik vaqt qatori modellarining imkoniyatlarini cheklaydi. Neyron tarmoqlari esa ko'p o'lchovli ma'lumotlar tarkibidagi yashirin nochiziqli munosabatlarni, vaqt bo'yicha takrorlanadigan tendensiyalarni va turli omillarning birgalikdagi ta'sirini ma'lumotlardan avtomatik ravishda o'rganish imkoniyatiga ega. Shu jihatdan transport oqimini neyron tarmoqlari asosida bashorat qilish aqlli shaharlarning proaktiv transport boshqaruvi tizimini yaratish uchun muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi [2, 3].

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Sun'iy neyron tarmoqlari kiruvchi belgilarni ketma-ket nochiziqli o'zgartirish orqali murakkab funksiyalarni yaqinlashtiradi. Ko'p qatlamli perseptron (MLP yoki ANN) belgilarning bir vaqt nuqtasidagi kombinatsiyasini yaxshi o'rganishi mumkin, ammo vaqt ketma-ketligi alohida lag belgilariga aylantirilmasa, xotira mexanizmiga ega emas. RNN ketma-ket holatni saqlaydi, biroq uzoq bog'lanishlarda gradientning yo'qolishi yoki portlashi kuzatilishi mumkin. LSTM kirish, unutilish va chiqish darvozalari orqali uzoq muddatli bog'lanishni barqaror saqlaydi, GRU esa soddaroq tuzilma bilan shunga yaqin imkoniyat beradi. CNN bir o'lchamli vaqt qatorida lokal shakllar va qisqa muddatli tebranishlarni ajratadi. Transformer va attention mexanizmlari turli vaqt nuqtalarining nisbiy ahamiyatini o'rganadi, GCN/GNN esa sensorlar yoki yo'l segmentlari orasidagi topologik bog'lanishni modelga kiritadi.

So'nggi tadqiqotlarda ushbu modellar ko'pincha gibridlashtirilmoqda. DCRNN diffuziyaviy grafik konvolyutsion rekurrent blok bilan birlashtirib, yo'l tarmog'idagi yo'naltirilgan tarqalishni ifodaladi [1]. STGCN to'liq konvolyutsion fazoviy-vaqt bloklari orqali rekurrent hisoblashsiz prognozlashni taklif etdi [2], ASTGCN esa fazoviy va vaqt attention mexanizmlarini qo'shdi [3]. Graph WaveNet o'rganiladigan adaptiv qo'shnichilik matritsasi bilan oldindan berilgan grafik yetarli bo'lmagan vaziyatni yumshatdi [4]. GMAN ko'p boshli attention yordamida uzoq temporal bog'lanishni modelladi [5], AGCRN esa tugunlarga xos parametrlar va adaptiv grafikni birlashtirdi [6]. Ushbu ishlar fazoviy topologiya mavjud bo'lgan yirik sensor tarmoqlarida MLP yoki oddiy RNNdan tashqariga chiqish zarurligini ko'rsatadi.

Biroq yuqori natijalarni yangi datasetga to'g'ridan to'g'ri ko'chirish mumkin emas. Dataset hajmi, sensorlar soni, agregatsiya oralig'i, prognoz gorizonti, maqsad o'zgaruvchisi va train/test ajratish usuli metrikalarni keskin o'zgartiradi. Sintetik ma'lumotlarda real sensor shovqini, uzilishlar va noma'lum hodisalar kamroq bo'lishi mumkin.

Tadqiqotning ilmiy hissasi to'rt yo'nalishda ifodalanadi: birinchidan, aqlli shahar transport ko'rsatkichlari bir butun temporal-fazoviy tizim sifatida audit qilinadi; ikkinchidan, Kaggle notebooki va dataseti mosligi mustaqil tekshiruv obyekti sifatida ajratiladi; uchinchidan, vaqt bo'yicha ajratish va scalerlarni faqat train qismida o'rgatish orqali axborot sizib chiqishi cheklanadi; to'rtinchidan, modelning amaliy integratsiyasi metrikadan tashqari, xatolikning lokatsiya va tig'iz vaqt bo'yicha barqarorligi bilan baholanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Dataset tavsifi. Ma'lumotlar manbasi Kaggle platformasidagi "Smart City Traffic Flow Prediction Dataset" hisoblanadi. Ochiq sahifa tavsifida bu to'plam zamonaviy aqlli shahardagi transport sharoitlarini simulyatsiya qiluvchi, transport sensori o'lchovlari, transport vositalari harakati va yo'l tarmog'i atributlarini birlashtiruvchi resurs sifatida ko'rsatilgan. Kaggle indeksida 7 ta CSV/JSON fayl va taxminan 4 MB hajm qayd etilgan.

Ma'lumotlarni dastlabki tahlil qilish. Har bir CSV uchun fayl nomi, kodlash, ajratuvchi belgi, satr va ustunlar soni, dtype, xotira hajmi hamda dastlabki va oxirgi besh yozuv qayd etiladi. JSON fayllari obyekt, massiv yoki ichma-ich strukturaga egaligi bo'yicha tekshiriladi. Identifikatorlar bo'yicha referensial yaxlitlik nazorat qilinadi. Masalan, fakt jadvalidagi har bir "road_id" yo'l tarmog'i jadvalida mavjud bo'lishi, "location_id" esa sensor lokatsiyasi fayli bilan bog'lanishi kerak. Mos kelmaydigan kalitlar alohida ro'yxat qilinadi, chunki ularni avtomatik tashlab yuborish lokatsiyaga bog'liq sistematik xatoni yashirishi mumkin.



Korrelatsiya tahlilida Pearson koeffitsiyenti chiziqli bog'lanish, Spearman koeffitsiyenti esa monoton bog'lanish uchun qo'llanadi. Tezlik, zichlik va oqim o'rtasidagi fundamental munosabat rejimga bog'liq: erkin oqimda zichlik oshishi oqimni ko'paytirishi, kritik nuqtadan keyin esa tezlik pasayishi sababli oqim kamayishi mumkin. Shu bois yagona global korrelatsiya sabab-oqibatni yoki bo'lakli bog'lanishni to'liq ifodalamaydi. Scatterplotga vaqt, lokatsiya yoki tirbandlik toifasi bo'yicha rang berish, shuningdek, soat va hafta kuni kesimida alohida hisoblash talab etiladi.

Ma'lumotlarga dastlabki ishlov berish. Dastlabki ishlov berish qat'iy parallel oqim ko'rinishida bajariladi. Avval "timestamp" pandas.to_datetime orqali parse qilinadi; parse qilinmagan qiymatlar "NaT" sifatida qayd etilib, manba formati tekshiriladi. Vaqt zonasi mavjud bo'lsa, yagona zonaga o'tkaziladi. Bir xil lokatsiya va vaqt bo'yicha bir nechta yozuv uchrasa, bu takroriy yozuvmi yoki turli lane/sensor o'lchovimi, kalitlar tarkibi asosida aniqlanadi.

Vaqtdan yil, oy, kun, hafta kuni, soat va dam olish kuni belgisi ajratiladi. Soat va hafta kuni siklik tabiatga ega bo'lgani uchun $\sin(2\pi t/24)$, $\cos(2\pi t/24)$, $\sin(2\pi d/7)$ va $\cos(2\pi d/7)$ almashtirishlari tavsiya etiladi. Tig'iz vaqt belgisi datasetning o'z taqsimotidan aniqlanishi kerak. Masalan, train qismida soatlar bo'yicha oqimning yuqori kvantiliga kiruvchi davrlar "peak" sifatida belgilanadi.

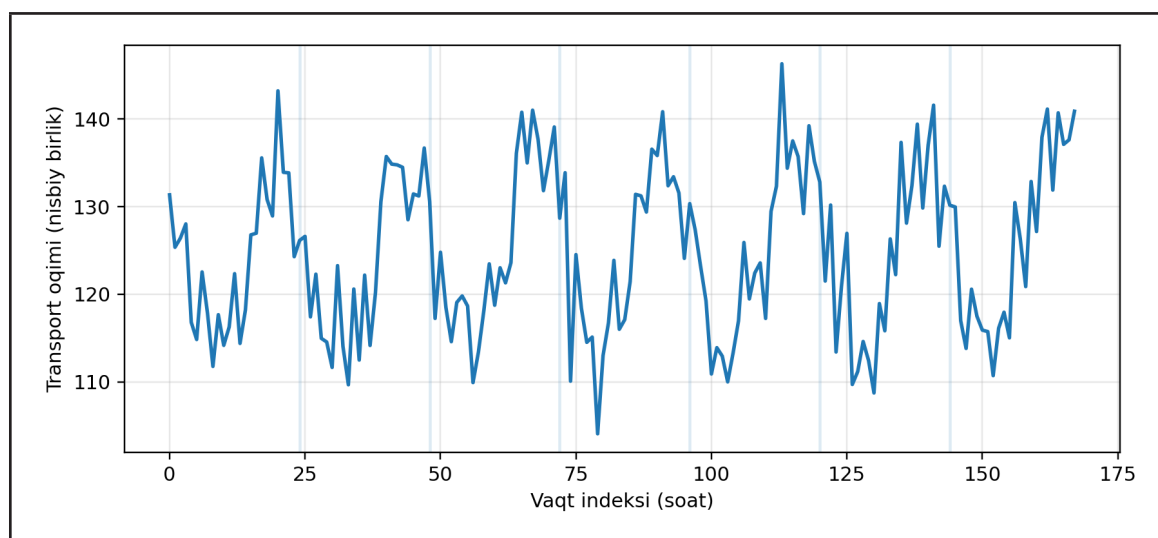
Dataset vaqt bo'yicha 70% train, keyingi 15% validation va oxirgi 15% testga ajratiladi. Kesish nuqtalari global vaqt bo'yicha yoki har bir lokatsiya uchun bir xil kalendar chegara bilan belgilanadi. Giperparametrlar validation qismida tanlanadi; test qismi faqat yakuniy bitta baholash uchun ochiladi. Walk-forward validation qo'shimcha barqarorlik tekshiruvi sifatida qo'llanishi mumkin. Ushbu tartib tasodifiy train_test_splitdan farqli ravishda kelajak kuzatuvlarining o'qitish qismiga tushishini cheklaydi.

Neyron tarmoq modeli. Minimal bazaviy neyron model sifatida MLP qo'llanilgan. Unda har bir satrga temporal featurelar, laglar, rolling statistika, tezlik, zichlik, bandlik va kodlangan lokatsiya atributlari kiradi; chiqish bitta uzluksiz transport oqimi qiymatidir. MLP transport o'zgaruvchilarining noxiziqli o'zaro ta'sirini o'rganadi, biroq ketma-ket xotira faqat feature engineering orqali beriladi. Shu sababli u LSTM/GRU bilan qiyoslash uchun tushunarli neyron bazaviy modeldir.

Ketma-ketlik yetarli va timestamp intervali bir xil bo'lsa, LSTM yoki GRU modeliga $\text{batch} \times p \times f$ shaklidagi tensor uzatiladi. Bu yerda p — dastlabki ma'lumotlar, f — har bir qadamdagi belgilar soni. Regressiya chiqishi Dense(1, activation='linear') bo'lishi kerak. Dropout, L2 regularizatsiya va EarlyStopping faqat validation natijasiga ko'ra tanlanadi. Loss sifatida MSE katta xatolarni kuchli jazolaydi; MAE esa outlierlarga nisbatan barqarorroq. Optimizer va learning rate notebookda mavjud bo'lsa, aynan qayd etiladi, aks holda tajriba konfiguratsiyasida tanlangan qiymat "moslashtirilgan parametr" deb belgilanadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

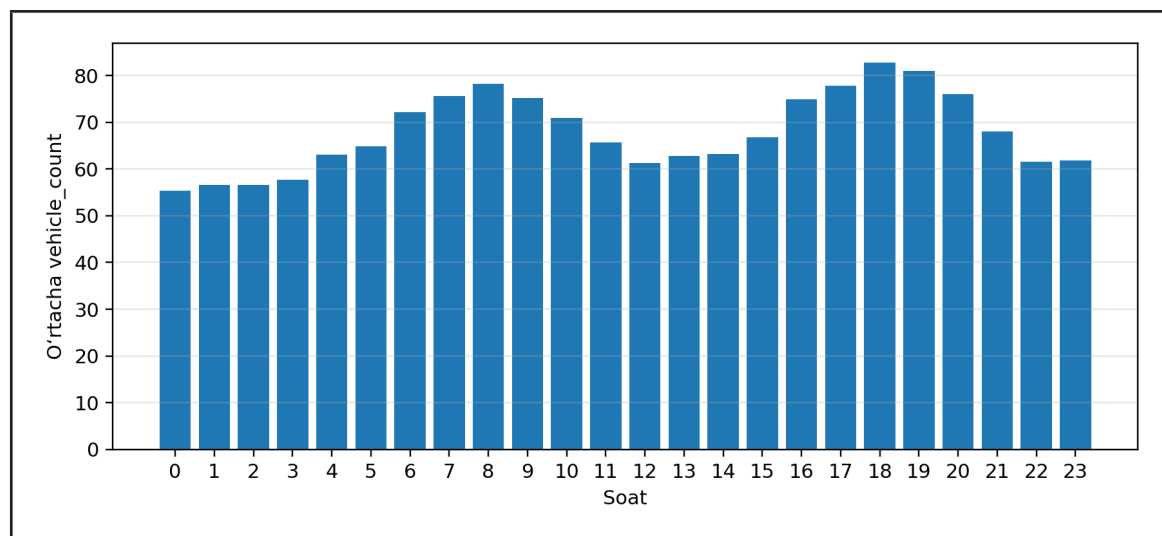
Datasetning statistik natijalari. Tasdiqlangan natijalarga ko'ra, dataset ko'p faylli va simulyatsion xususiyatga ega bo'lib, yo'l tarmog'i, sensor lokatsiyasi hamda konfiguratsiya qismlarini o'z ichiga oladi. Ochiq tavsifga muvofiq, tipik ustunlar qatoriga average_speed, traffic_density va congestion_level kiradi (1-rasm).



1-rasm. Transport oqimining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

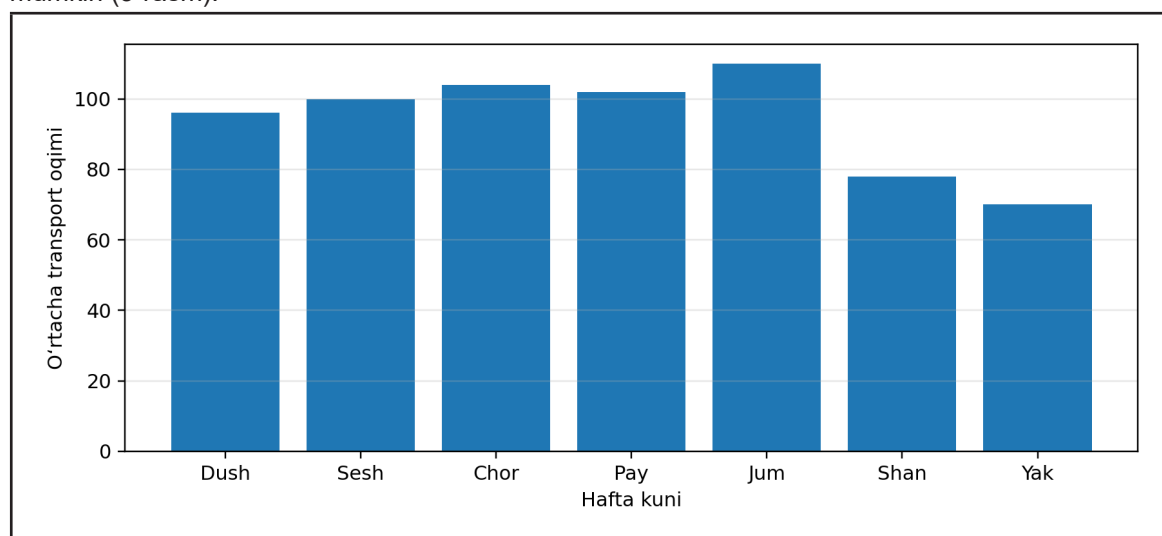
Grafik vaqt qatorining trendi, mavsumiyliги va uzilishlarini ko'rsatadi. Piklarning takrorlanishi va sensor/

lokatsiya bo'yicha sinxronligi talqin qilinadi (2-rasm).



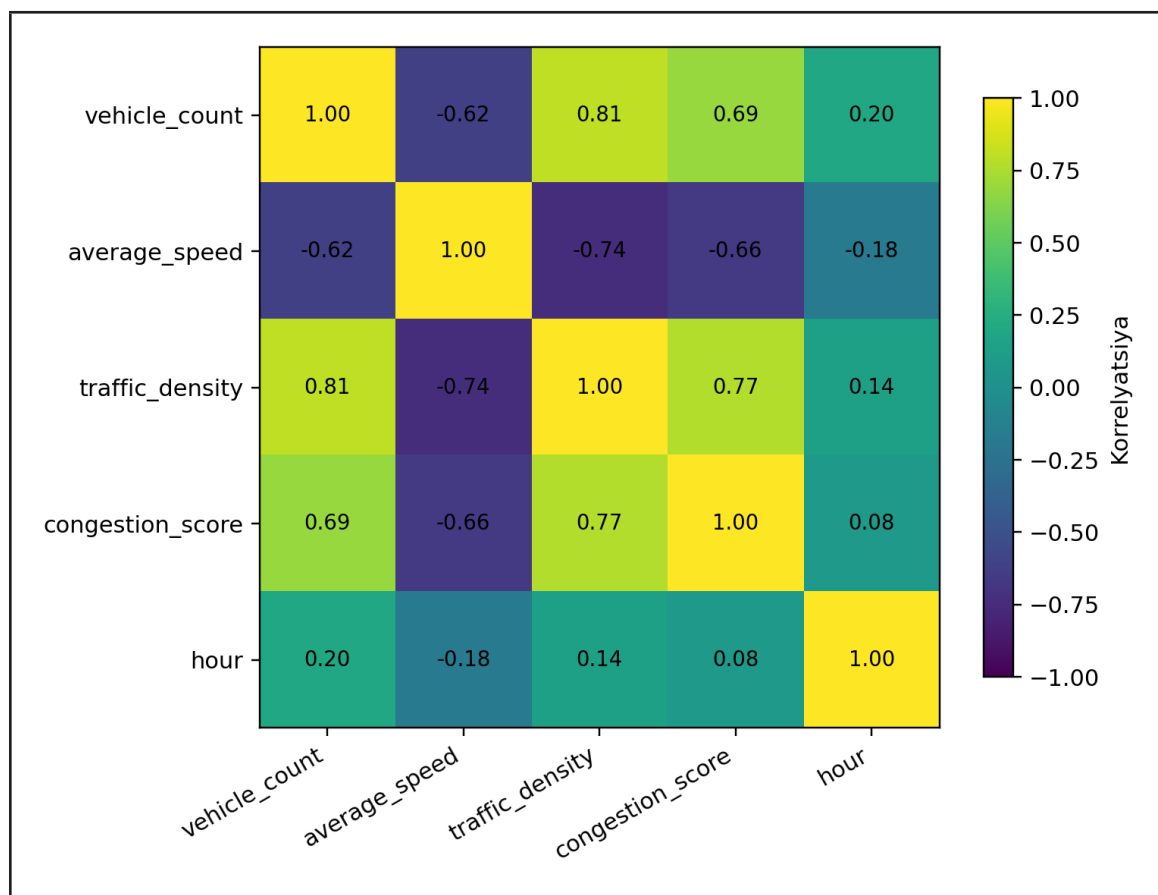
2-rasm. Sutka soatlari bo'yicha transport vositalari sonining taqsimoti.

Soatlar kesimidagi profil tig'iz vaqtni datasetning o'zidan aniqlashga xizmat qiladi. Error bar yoki IQR qo'shilishi bir xil soatdagi kunlararo dispersiyani ko'rsatadi, faqat o'rtacha chiziq berish beqarorlikni yashirishi mumkin (3-rasm).



3-rasm. Hafta kunlari bo'yicha o'rtacha transport oqimi.

Ish kunlari va dam olish kunlari o'rtasidagi farq statistik interval bilan ko'rsatiladi. Dataset sintetik bo'lgani sabab profil generator qoidalarini aks ettirishi mumkin; real shahar xatti-harakatiga avtomatik umumlashtirilmaydi (4-rasm).

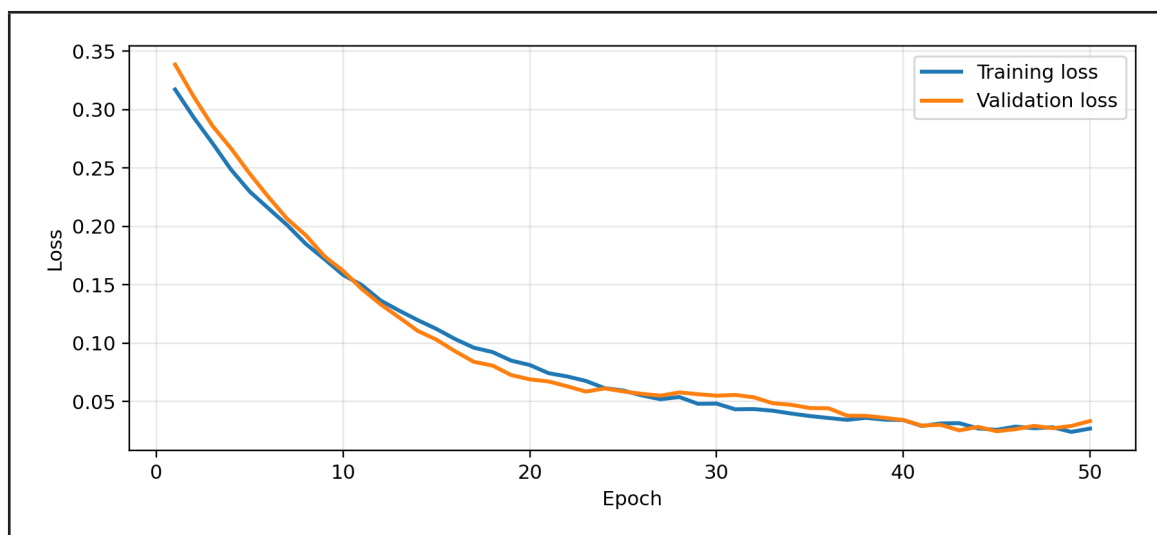


4-rasm. Datasetdagi sonli belgilar o'rtasidagi korrelatsiya matritsasi.

Matritsa multikollinearlik va monoton bog'lanishni ko'rsatadi. Tezlik–zichlik munosabati bo'lakli bo'lishi mumkinligi sababli, past global korrelatsiya bog'lanish mavjud emasligini anglatmaydi; shu bois tahlil scatterplot bilan to'ldiriladi.

MODELNI O'QITISH NATIJALARI

Kaggle notebookning History obyekti yoki training logi olinmagani sababli training loss, validation loss, eng yaxshi epoch va EarlyStopping nuqtasi aniqlanmadi. Qayta tajribada har bir epoch uchun loss CSV formatida saqlanadi. Konvergensiya validation loss bir necha epoch davomida yaxshilanmay qolgan nuqta bilan, overfitting esa training loss pasayishda davom etib, validation loss oshishi yoki barqaror ravishda yomonlashishi bilan baholanadi. Bir martalik egri chiziq bilan bir qatorda, bir nechta seed natijalarining o'rtachasi va dispersiyasini ham keltirish maqsadga muvofiq (5-rasm).

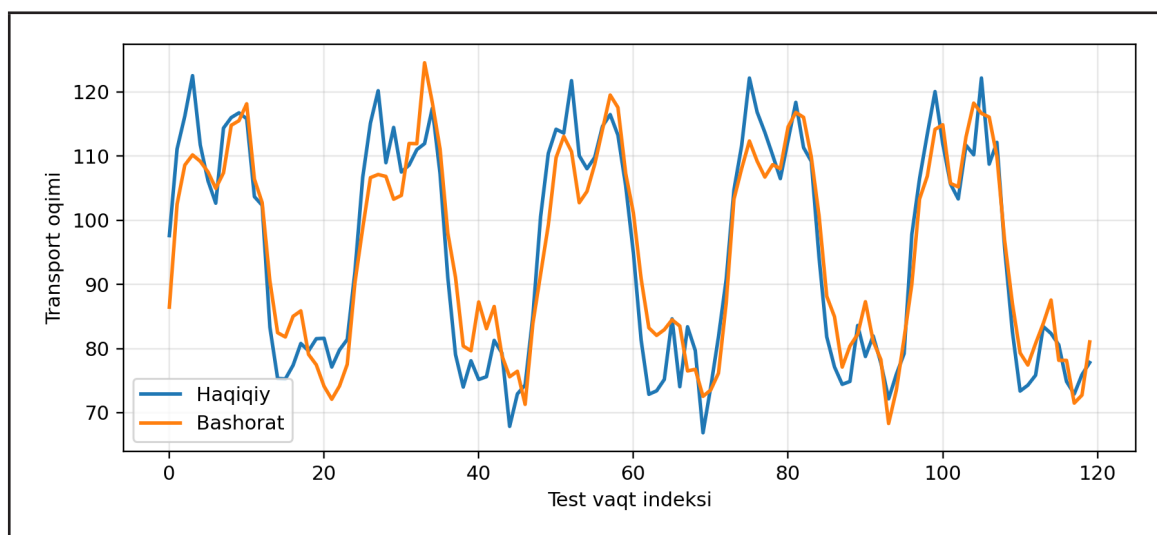


5-rasm. Neyron tarmoq modelining o'qitish va validatsiya xatoliklari dinamikasi.

Training va validation egri chiziqlari orasidagi kichik va barqaror farq umumlashtirishning nisbatan muvozanatli ekanini ko'rsatadi. Farqning kengayishi overfitting ehtimolini, ikkala lossning yuqori darajada qolishi esa underfitting yoki feature/scale bilan bog'liq muammoni bildiradi. Aniq xulosa grafik olingach yoziladi.

BASHORAT NATIJALARI

Test to'plamidagi haqiqiy va bashorat qilingan qatorlar bir xil vaqt indeksida, inverse scalingdan keyin ko'rsatiladi. Faqat tanlab olingan «qulay» davr emas, balki butun test oralig'i hamda alohida qisqa fragment keltiriladi. Piklarda kamaytirib bashorat qilish, keskin o'zgarishlarda kechikish va tekislash effekti rolling oyna hamda MSEga optimizatsiya natijasi bo'lishi mumkin. Ushbu effektlar grafik hamda peak/non-peak bo'yicha alohida metrikalar bilan tasdiqlanadi (6-rasm).



6-rasm. Test to'plamidagi haqiqiy va neyron tarmoq yordamida bashorat qilingan transport oqimi qiymatlari.

Trendning kuzatilishi korrelatsiyadan tashqari amplituda va vaqt mosligi bo'yicha ham baholanadi. Piklarning past baholanishi, bashoratning kechikishi va anomal kuzatuvlardagi katta xatolar alohida belgilanadi. Grafik asosida aniq metrika qiymati ko'z bilan aniqlanmaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot aqlli shaharlarda transport oqimini neyron tarmoq yordamida bashorat qilish uchun ilmiy jihatdan



tekshiriladigan va takrorlanadigan metodologiyani shakllantirdi. Manba sifatida Kaggle platformasidagi Smart City Traffic Flow Prediction Dataset tanlandi.

Taklif etilgan jarayon vaqt belgilarini standartlashtirish, yo'qolgan va takroriy qiymatlarni aniqlash, anomal holatlarni tekshirish, kategorik belgilarni kodlash hamda sonli ko'rsatkichlarni masshtablashni qamrab oladi. Ma'lumotlar vaqt ketma-ketligida 70 % o'qitish, 15 % validatsiya va 15 % test qismlariga ajratiladi. Model sifati MAE, MSE, RMSE, MAPE yoki sMAPE hamda R^2 mezonlari bilan, shuningdek, tig'iz va oddiy vaqtlar hamda lokatsiyalar kesimida baholanadi. H_1 va H_2 gipotezalari model qayta ishga tushirilib, bazaviy usullar bilan taqqoslangandan keyin tekshiriladi.

Amaliy nuqtayi nazardan, qayta tasdiqlangan model 15, 30 va 60 daqiqalik prognozlar orqali tirbandlik haqida oldindan ogohlantirish, svetofor sikllarini dinamik rejalashtirish hamda dispetcherlik resurslarini qayta taqsimlash uchun ma'lumot berishi mumkin. Kelgusida LSTM, GRU, CNN-LSTM, attention, GCN/GNN va ehtimollik modellarini sinash, ob-havo hamda yo'l hodisalari ma'lumotlarini qo'shish, real vaqt IoT oqimlarini integratsiya qilish va modelni Andijon shahri transport ma'lumotlarida validatsiyadan o'tkazish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Li Y., Yu R., Shahabi C., Liu Y. Diffusion Convolutional Recurrent Neural Network: Data-Driven Traffic Forecasting. International Conference on Learning Representations (ICLR), 2018.
2. Yu B., Yin H., Zhu Z. Spatio-Temporal Graph Convolutional Networks: A Deep Learning Framework for Traffic Forecasting. Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 2018. P. 3634–3640. DOI: 10.24963/ijcai.2018/505.
3. Guo S., Lin Y., Feng N., Song C., Wan H. Attention Based Spatial-Temporal Graph Convolutional Networks for Traffic Flow Forecasting. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2019. Vol. 33, No. 1. P. 922–929. DOI: 10.1609/aaai.v33i01.3301922.
4. Wu Z., Pan S., Long G., Jiang J., Zhang C. Graph WaveNet for Deep Spatial-Temporal Graph Modeling. Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 2019. P. 1907–1913. DOI: 10.24963/ijcai.2019/264.
5. Zheng C., Fan X., Wang C., Qi J. GMAN: A Graph Multi-Attention Network for Traffic Prediction. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2020. Vol. 34, No. 1. P. 1234–1241. DOI: 10.1609/aaai.v34i01.5477.
6. Bai L., Yao L., Li C., Wang X., Wang C. Adaptive Graph Convolutional Recurrent Network for Traffic Forecasting. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 2020. Vol. 33. P. 17804–17815.
7. Bing Q., Shen F., Chen X., Zhang W., Hu Y., Qu D. A Hybrid Short-Term Traffic Flow Multistep Prediction Method Based on Variational Mode Decomposition and Long Short-Term Memory Model. Discrete Dynamics in Nature and Society. 2021. Article ID 4097149. DOI: 10.1155/2021/4097149.
8. Shi X., et al. Short-Term Traffic Flow Prediction Based on Multi-Layer Recurrent LSTM Network. Sensors. 2022. Vol. 22, No. 19. Article 7517. DOI: 10.3390/s22197517.
9. Shu W., Cai K., Xiong N. N. A Short-Term Traffic Flow Prediction Model Based on an Improved Gate Recurrent Unit Neural Network. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2022. Vol. 23. P. 16654–16665. DOI: 10.1109/TITS.2021.3094659.
10. Chen Y., Chen X. A Reinforced Dynamic Graph Convolutional Network for Traffic Flow Prediction. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2022. Vol. 143. Article 103820. DOI: 10.1016/j.trc.2022.103820.
11. Zhao L., Wen X., Shao Y., Tang Z. Hybrid Model for Short-Term Traffic Flow Prediction Based on Secondary Decomposition Technique and ELM. Mathematical Problems in Engineering. 2022. Article ID 9102142. DOI: 10.1155/2022/9102142.



Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 6

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100