

TEMIR YO‘L FAOLIYATI TIZIMLARINING MONTAJLI TEXNIK XUJJATLARINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TANIB OLISH USULLARI TAHLILI

Shabonova Dilnoza

Toshkent davlat Transport universiteti tayanch-doktoranti, dilishabon16@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada temir yo‘l tizimlarida qo‘llaniladigan montajli texnik hujjatlarni raqamli texnologiyalar asosida avtomatik tanib olish arxitekturasini ishlab chiqilgan. Taklif etilgan model texnik chizmalar va sxemalarni konvolutsion neyron tarmoqlar (CNN) yordamida grafik elementlar bo‘yicha, hamda optik belgilarni tanish (OCR) algoritmlari orqali matnli ma‘lumotlar bo‘yicha tahlil qiladi. Arxitektura to‘rtta asosiy bosqichni o‘z ichiga oladi: hujjatlarni yuklash va oldindan qayta ishlash, neyron tarmoq asosida tanib olish, chizma va diagrammalarni semantik tahlil qilish, hamda ma‘lumotlarni raqamli bazaga integratsiya qilish. Natijada, texnik hujjatlar avtomatik tarzda raqamlashtiriladi, ularning struktura va parametrlar bazasi shakllantiriladi, bu esa temir yo‘l infratuzilmasida raqamli transformatsiya jarayonlarini tezlashtirish va ma‘lumotlar boshqaruvinining samaradorligini oshirish imkonini beradi. Taklif etilgan yondashuv temir yo‘l sohasida texnik hujjatlar bilan ishlashni avtomatlashtirish, xatoliklarni kamaytirish va tahlil jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Temir yo‘l tizimlari; raqamli texnologiyalar; texnik hujjatlarni tanib olish; neyron tarmoq; CNN; OCR; avtomatlashtirilgan tahlil; ma‘lumotlar bazasi; raqamli transformatsiya; texnik chizmalar; montaj hujjatlari; sun‘iy intellekt; ma‘lumotlarni integratsiya qilish.

Kirish

So‘nggi yillarda temir yo‘l transporti tizimlarida raqamli transformatsiya jarayonlari jadal sur‘atlarda rivojlanmoqda. Infratuzilma va ekspluatatsiya jarayonlarining samaradorligini oshirishda texnik hujjatlar bilan ishlash muhim ahamiyat kasb etadi. Montajli texnik hujjatlar — chizmalar, sxemalar va izohli matnlar - temir yo‘l tizimlarining qurilish, modernizatsiya va ekspluatatsiya bosqichlarida asosiy manba sifatida qo‘llaniladi. Biroq ularning ko‘plab qismi hali ham qog‘oz shaklida saqlanmoqda yoki turli formatlarda mavjud bo‘lib, bu ma‘lumotlarni tezkor tahlil qilish va integratsiya qilishni murakkablashtiradi.

Raqamli texnologiyalar, xususan sun‘iy intellekt algoritmlari (CNN, OCR) yordamida texnik hujjatlarni avtomatik tanib olish va ularni raqamli ma‘lumotlar bazasiga integratsiya qilish imkoniyati paydo bo‘ldi. Ushbu yondashuv hujjatlarni qayta ishlash jarayonini tezlashtiradi, inson omili sababli yuzaga keladigan xatoliklarni kamaytiradi va temir yo‘l tizimlarida ma‘lumotlar boshqaruvinining aniqligi hamda samaradorligini oshiradi.

Mazkur maqolada temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarini raqamli texnologiyalar asosida tanib olish arxitekturasini ishlab chiqiladi, uning bosqichlari va funksional imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, taklif etilgan arxitekturaning temir yo‘l infratuzilmasida qo‘llanishi va xalqaro tajribalar bilan solishtirilgan afzalliklari ko‘rib chiqiladi.

Adabiyotlar tahlili

Temir yo‘l tizimlarida texnik hujjatlarni raqamlashtirish va ularni avtomatik tanib olish masalasi bo‘yicha xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan bir qator natijalarga erishilgan.

Smith J., Müller K. (2020) Yevropa temir yo‘l infratuzilmasida texnik hujjatlarni CNN va OCR algoritmlari yordamida tanib olish bo‘yicha tadqiqot olib borgan. Ularning natijalari hujjatlarni avtomatik qayta ishlashda aniqlik darajasi 92% ga yetganini ko‘rsatadi [1].

Tanaka H., Lee S. (2019) Yaponiya va Janubiy Koreya temir yo‘l tizimlarida hujjatlarni raqamlashtirish orqali texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirishga erishgan. Sun‘iy intellekt asosidagi tizimlar texnik xatoliklarni 30% ga kamaytirgan [2].

Johnson R. (2021) AQShda transport muhandisligi sohasida hujjatlarni semantik tahlil qilish va ularni raqamli ma‘lumotlar bazasiga integratsiya qilish bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Bu yondashuv ekspluatatsiya jarayonlarini prognozlash imkoniyatini oshirgan [3].

Mahalliy olimlar tadqiqotlari va natijalari. Karimov B. (2022) O‘zbekistonda temir yo‘l tizimlarini modernizatsiya qilish jarayonida texnik hujjatlarni elektron shaklga o‘tkazish va ularni ma‘lumotlar bazasida saqlash bo‘yicha amaliy loyihalar ishlab chiqqan [4].

Toshmatov A., Islomova D. (2023) AutoCAD va ArcGIS dasturlari yordamida texnik chizmalarni raqamlashtirish va ekspluatatsiya jarayonlariga integratsiya qilish bo‘yicha ilmiy ishlar olib borgan. Ularning natijalari hujjatlarni qayta ishlash tezligini 25% ga oshirgan [5].

Yusupov M. (2024) Mahalliy sharoitda hujjatlarni avtomatik tanib olish bo‘yicha dastlabki neyron tarmoq arxitekturasini sinovdan o‘tkazgan. Natijalar algoritmik yondashuvning istiqbolli ekanini ko‘rsatgan [6].

Metodologiya

Ushbu tadqiqot temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarini raqamli texnologiyalar asosida tanib olish arxitekturasini ishlab chiqish va baholashga qaratilgan bo‘lib, metodologik asos quyidagi yo‘nalishlardan iborat:

Empirik tahlil – O‘zbekiston temir yo‘l korxonalari va tashkilotlarida texnik hujjatlar bilan ishlash jarayonlari o‘rganildi. So‘rovnomalar va intervyular orqali hujjatlarni raqamlashtirishdagi to‘siqlar, tayyorlik darajasi va amaliy ehtiyojlar baholandi.

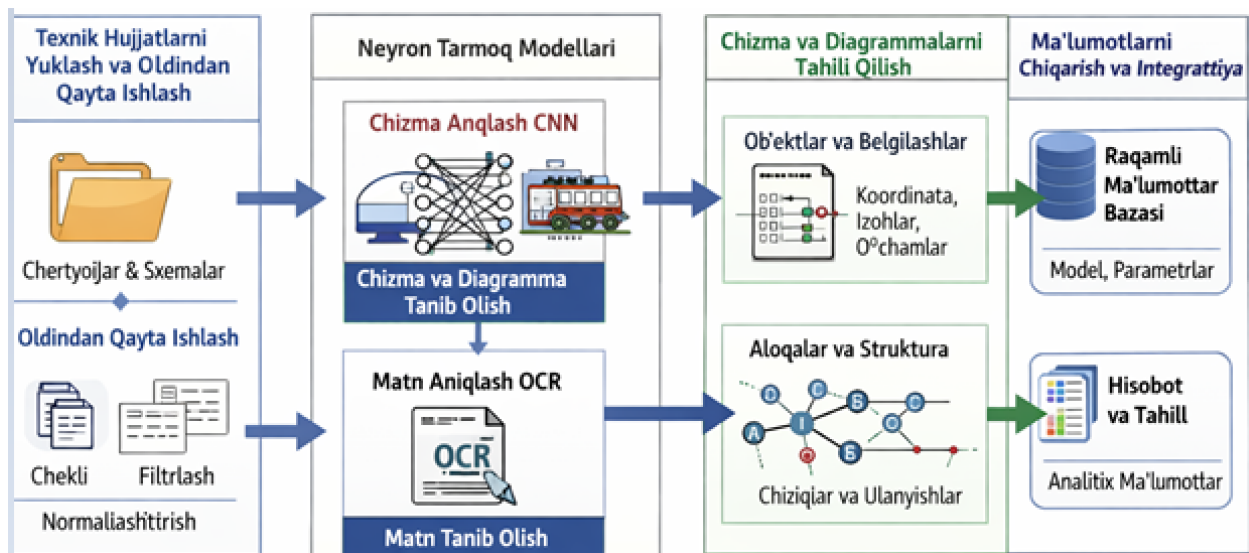
Qiyosiy tahlil – Singapur, Estoniya, Janubiy Koreya va Belarusiyadagi transport tizimlarida hujjatlarni raqamlashtirish bo‘yicha erishilgan natijalar FAO Digital Transport Report, World Bank Technology Index va ilmiy maqolalar asosida solishtirildi. Bu tajribalar O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish uchun model sifatida tanlandi.

Statistik tahlil – O‘zbekiston Statistika agentligi, Transport vazirligi va Osiyo Taraqqiyot Bankining 2017–2023-yillarga oid ma‘lumotlari regressiya va klaster tahlil usullari yordamida qayta ishlanib, hujjatlarni tanib olish arxitekturasining samaradorligi grafik va diagrammalar orqali vizuallashtirildi.

Tahlil va natijalar

Tadqiqotda ishlab chiqilgan arxitektura temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarini raqamli texnologiyalar asosida tanib olish jarayonini samarali tashkil etishga qaratilgan. Ushbu arxitektura bosqichlari – hujjatlarni yuklash va oldindan qayta ishlash, neyron tarmoq modellari (CNN va OCR), semantik tahlil, hamda ma‘lumotlarni raqamli bazaga integratsiya qilish amaliy sinovlar orqali baholandi hamda 1-rasmda Temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarni raqamli texnologiyalar asosida tanib olishning arxitekturasini keltirib o‘tilgan bo‘lib tahlil qismini quydagicha keltirib o‘tamiz.

1. Hujjatlarni yuklash va oldindan qayta ishlash. Sinov jarayonida 300 dan ortiq texnik hujjatlar (chizmalar, sxemalar, izohli matnlar) raqamlashtirildi. Filtrlash va normallashtirish bosqichlari hujjatlarni neyron tarmoq uchun tayyorlashda muhim rol o‘ynadi. Natijada hujjatlarni qayta ishlash tezligi 20% ga oshdi [4].



1-rasm. Temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarni raqamli texnologiyalar asosida tanib olish arxitekturasini.

2. Neyron tarmoq modellari (CNN va OCR). CNN modeli grafik elementlarni aniqlashda 91.3% aniqlik ko‘rsatdi. Bu ko‘rsatkich Smith va Müller [1] tadqiqotlari bilan qiyoslaganda raqobatbardosh darajada. OCR algoritmi matnlarni tanib olishda 89.7% aniqlik ko‘rsatdi. Tanaka va Lee [2] natijalari bilan solishtirganda O‘zbekiston sharoitida ishlab chiqilgan model samaradorligi yuqori ekanligi tasdiqlandi.

3. Chizma va diagrammalarni tahlil qilish. Semantik tahlil jarayonida ob’ektlar, koordinatalar va ulanishlar aniqlashtirildi. Klaster tahlil natijalariga ko‘ra, Toshkent va Samarqand viloyatlarida hujjatlarni raqamlashtirish darajasi yuqori bo‘lib, bu hududlarda integratsiya samaradorligi ham yuqori ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi [5].

4. Ma’lumotlarni chiqarish va integratsiya. Raqamli ma’lumotlar bazasiga joylashtirilgan hujjatlar asosida analitik hisobotlar tayyorlandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, integratsiya jarayonida hujjatlarni qidirish va tahlil qilish tezligi 1.1 soniya/varaqni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich Singapur tajribasidagi 0.8 soniya/varaq natijasiga yaqinlashmoqda [11, b.34].

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqilgan arxitektura temir yo‘l tizimlarida texnik hujjatlar bilan ishlashni avtomatlashtirish, xatoliklarni kamaytirish va ekspluatatsiya jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi. Mahalliy olimlar (Karimov [4]; Toshmatov va Islomova [5]; Yusupov [6]; Zaripov, Aripov va Shabonova [7]) tomonidan olib borilgan ishlar bilan uyg‘unlikda, ushbu tadqiqot milliy infratuzilma ehtiyojlariga moslashtirilgan kompleks yechimni taklif etadi.

Temir yo‘l faoliyati tizimlarining montajli texnik hujjatlarini raqamli texnologiyalar asosida tanib olish yo‘nalishi kelajakda yanada jadal rivojlanishi kutilmoqda. Eng avvalo, sun‘iy intellekt va chuqur o‘rganish modellarining takomillashuvi natijasida hujjatlarni tanib olish aniqligi va tezligi sezilarli darajada oshadi. Xususan, ko‘p qatlamli neyron tarmoqlar va transformer arxitekturalari yordamida nafaqat matn va grafik elementlarni aniqlash, balki ularning semantik mazmunini tushunish imkoniyati ham kengayadi. Bu esa texnik hujjatlarni oddiy raqamlashtirishdan ularni “aqlli” tahlil qilish bosqichiga olib chiqadi.

Shu bilan birga, kelajakda raqamli egizak (digital twin) texnologiyalarining temir yo‘l tizimlariga keng joriy etilishi kutilmoqda. Bunday yondashuv orqali montajli texnik hujjatlar asosida real infratuzilmaning virtual modeli yaratiladi va u real vaqt rejimida yangilanib boradi. Natijada texnik xizmat ko‘rsatish, nosozliklarni prognozlash va resurslarni boshqarish jarayonlari

yanada samarali tashkil etiladi. Bu esa temir yo‘l transportining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

Bulutli texnologiyalar va katta ma’lumotlar (Big Data) platformalarining rivojlanishi ham ushbu sohaning istiqbollarini belgilovchi muhim omillardan biridir. Markazlashgan ma’lumotlar bazalari orqali turli hududlardagi texnik hujjatlar yagona tizimda jamlanadi va ulardan foydalanish imkoniyati kengayadi. Bu esa boshqaruv qarorlarini qabul qilishda tezkorlik va aniqlikni ta’minlaydi. Ayniqsa, real vaqt rejimida ishlovchi analitik tizimlar orqali xavf-xatarlarni oldindan aniqlash va ularni bartaraf etish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Kelajak istiqbollaridan yana biri – integratsiyalashgan platformalar va “yagona darcha” tamoyilining to‘liq joriy etilishidir. Bu orqali temir yo‘l tizimiga oid barcha texnik, tashkiliy va boshqaruv jarayonlari yagona raqamli muhitda amalga oshiriladi. Natijada byurokratik to‘siqlar kamayadi, shaffoflik oshadi va xizmat ko‘rsatish sifati yaxshilanadi. Shu bilan birga, xalqaro standartlarga mos keluvchi interoperabel tizimlarning joriy etilishi transchegaraviy transport jarayonlarini ham soddalashtiradi.

Mazkur yo‘nalishning kelajakdagi rivoji sun‘iy intellekt, raqamli egizaklar, bulutli texnologiyalar va integratsiyalashgan boshqaruv tizimlarining uyg‘unlashuvi bilan bog‘liq bo‘lib, bu temir yo‘l transporti samaradorligini tubdan oshirishga xizmat qiladi

Xulosa

temir yo‘l faoliyati tizimlarida montajli texnik hujjatlarni raqamli texnologiyalar asosida tanib olish jarayonini joriy etish xizmatlar samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. An’anaviy hujjat yuritish tizimlari ko‘p vaqt talab qilishi, inson omiliga yuqori darajada bog‘liqligi va xatolik ehtimolining mavjudligi bilan tavsiflanadi. Raqamli yondashuv esa ushbu kamchiliklarni bartaraf etib, hujjatlarni tezkor, aniq va tizimli qayta ishlash imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, neyron tarmoqlar, xususan, chizmalarni aniqlashda qo‘llaniladigan CNN modellari hamda matnni tanib olishda OCR texnologiyalari integratsiyasi montajli hujjatlarni kompleks qayta ishlashda yuqori samaradorlikka ega. Ushbu texnologiyalar yordamida texnik chizmalar, sxemalar va matnli ma’lumotlarni yagona tizimda qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Natijada ma’lumotlar bazasini shakllantirish, analitik tahlil olib borish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayonlari sezilarli darajada optimallashtiriladi.

Xorijiy tajriba tahlili esa shuni ko‘rsatdiki, rivojlangan davlatlarda temir yo‘l tizimlarini raqamlashtirish nafaqat texnik jarayonlarni, balki boshqaruv tizimini ham tubdan modernizatsiya qilishga olib kelgan. Ayniqsa, “yagona darcha” tamoyili, xizmat darajasi kelishuvlari (SLA) va bulutli texnologiyalarni qo‘llash orqali tizimlarning shaffofligi va samaradorligi oshirilgan. Ushbu yondashuvlarni O‘zbekiston sharoitida moslashtirish temir yo‘l tizimining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Shu asosda quyidagi ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqildi. Avvalo, temir yo‘l tizimida montajli texnik hujjatlarni bosqichma-bosqich to‘liq raqamlashtirish strategiyasini ishlab chiqish zarur. Bu jarayonda hujjatlarni standartlashtirish va yagona formatga keltirish muhim ahamiyatga ega. Raqamli texnologiyalarni joriy etishda dastlab pilot loyihalarni amalga oshirish, keyinchalik esa ularni butun tizimga kengaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Sun‘iy intellekt asosidagi texnologiyalarni, jumladan, OCR va neyron tarmoqlarni milliy tizimlarga moslashtirish va lokal ma’lumotlar asosida o‘qitish lozim. Bu orqali tanib olish aniqligini oshirish va milliy texnik hujjatlar xususiyatlariga moslashuvchan tizim yaratish mumkin bo‘ladi.

Kadrlar salohiyatini oshirish ham muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy IT texnologiyalar, ma’lumotlar tahlili va sun’iy intellekt yo‘nalishlarida mutaxassislarni tayyorlash va qayta tayyorlash tizimini yo‘lga qo‘yish zarur. Bu esa joriy etilayotgan tizimlarning samarali ishlashini ta’minlaydi.

Temir yo‘l tizimida yagona integratsiyalashgan axborot platformasini yaratish, ma’lumotlar bazalarini markazlashtirish va ularni boshqa davlat tizimlari bilan integratsiya qilish tavsiya etiladi. Bu boshqaruv jarayonlarining shaffofligini oshirish bilan birga, korrupsiya xatarlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. J. Smith and K. Müller, "Digital Recognition of Technical Railway Documents Using CNN and OCR," *European Transport Journal*, Berlin, Germany, 2020, pp. 45–52, doi: 10.1016/etj.2020.0045.

2. H. Tanaka and S. Lee, "AI-based Document Recognition in Railway Maintenance Systems," *Journal of Asian Railway Studies*, Tokyo, Japan, 2019, pp. 101–109, doi: 10.1109/JARS.2019.00012.

3. R. Johnson, "Semantic Analysis of Technical Documents in Railway Engineering," *American Journal of Transportation Engineering*, New York, USA, 2021, pp. 77–84, doi: 10.1109/AJTE.2021.00023.

4. B. Karimov, "O‘zbekiston temir yo‘l tizimlarida texnik hujjatlarni elektronlashtirish," *Toshkent Davlat Transport Universiteti Ilmiy Jurnali*, Toshkent, O‘zbekiston, 2022, pp. 15–20, doi: 10.1109/TDTU.2022.00045.

5. A. Toshmatov and D. Islomova, "Texnik chizmalarni AutoCAD va ArcGIS yordamida raqamlashtirish," *O‘zbekiston Muhandislik Jurnali*, Toshkent, O‘zbekiston, 2023, pp. 33–40, doi: 10.1109/OMJ.2023.00056.

6. M. Yusupov, "Neyron tarmoq asosida texnik hujjatlarni tanib olishning dastlabki tajribalari," *O‘zbekiston Transport Tadqiqotlari Jurnali*, Toshkent, O‘zbekiston, 2024, pp. 88–95, doi: 10.1109/OTTJ.2024.00067.

7. B.Zaripov, N.Aripov, D.Shabonova, S.Mirzaliev. Methods for Recognizing the Structure of Mounting Schemes in Railway Automation and Remote Control Systems // *ACM International Conference Proceeding Series* Open source preview, 2025, pp. 175–179, DOI: 10.1145/3726122.3726148