Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

RAQAMLI TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARINI BOSHQARISHNI AVTOMATLASHTIRISHDA SUN'IY INTELLEKT ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI

Negmatov Ulug'bek Pirimkulovich
Vatan universiteti Raqamli texnologiyalar fakulteti,
Telekommunikatsiya injineringi mutaxasisligi magistranti
Akmuradov B.U.
Vatan universiteti "K va KT" kafedrasi mudiri
https://doi.org/10.5281/zenodo.24398716

Annotatsiya: Mazkur maqolada raqamli telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasida ma'lumotlar oqimining ortishi, foydalanuvchilar sonining ko'payishi, tarmoq yuklamasining o'zgaruvchanligi hamda xizmatlar sifatiga qo'yilayotgan talablarning kuchayishi boshqaruv jarayonlarini intellektuallashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Tadqiqotda mashinaviy o'qitish, chuqur o'qitish, qarorlar daraxti, neyron tarmoqlar va mustahkamlovchi o'qitish algoritmlarining imkoniyatlari qiyosiy o'rganilgan. Shuningdek, mazkur algoritmlarning tarmoq trafikini prognozlash, nosozliklarni aniqlash, resurslarni taqsimlash, axborot xavfsizligini ta'minlash va tarmoq samaradorligini oshirishdagi o'rni yoritilgan.
Kalit so'zlar: telekommunikatsiya, raqamlashtirish, sun'iy intellekt, avtomatlashtirish, algoritm, neyron tarmoq, mashinaviy o'qitish, chuqur o'qitish, trafik, monitoring, optimallashtirish, xavfsizlik.

KIRISH

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi telekommunikatsiya tarmoqlarining jamiyat va iqtisodiyotdagi ahamiyatini yanada oshirmoqda. Internet, mobil aloqa, bulutli hisoblash, narsalar interneti (IoT) va boshqa raqamli xizmatlarning keng tarqalishi natijasida aloqa tarmoqlariga tushadigan yuklama muntazam ortib bormoqda. Bunday sharoitda tarmoq resurslarini an'anaviy usullar asosida boshqarish, yuzaga keladigan nosozliklarni faqat inson ishtirokida aniqlash va bartaraf etish yetarli samaradorlikni ta'minlay olmaydi. Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishni avtomatlashtirishda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish ushbu muammolarning samarali yechimlaridan biri hisoblanadi. Sun'iy intellekt algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, mavjud holatni tahlil qilish, kelgusidagi o'zgarishlarni prognozlash va mustaqil boshqaruv qarorlarini shakllantirish imkonini beradi. Shu sababli turli algoritmlarning imkoniyatlarini o'rganish va ularni telekommunikatsiya tarmoqlarining muayyan vazifalariga mos ravishda tanlash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u tarmoq qurilmalarining ishlashini nazorat qilish, ma'lumotlar oqimini yo'naltirish, aloqa kanallaridan samarali foydalanish, xavfsizlikni ta'minlash va xizmat ko'rsatish sifatini nazorat qilish kabi vazifalarni qamrab oladi. An'anaviy boshqaruv tizimlarida ushbu vazifalarning katta qismi oldindan belgilangan qoidalar va parametrlar asosida amalga oshiriladi. Biroq zamonaviy tarmoqlarda trafik hajmi, foydalanuvchilar faolligi va texnik sharoitlar tez-tez o'zgarib turishi sababli statik boshqaruv mexanizmlari ayrim holatlarda samarasiz bo'lib qolmoqda. Sun'iy intellekt ushbu jarayonlarga moslashuvchanlik va prognozlash imkoniyatlarini olib kiradi. U tarmoqning turli nuqtalaridan kelib

tushadigan telemetriya ma’lumotlarini tahlil qilib, mavjud holatni baholaydi va tegishli boshqaruv choralarini taklif etadi. Masalan, ma’lum bir hududda internet trafikining keskin oshishi aniqlansa, algoritm tarmoq resurslarini qayta taqsimlash, ayrim oqimlarni boshqa kanallarga yo‘naltirish yoki qo‘shimcha resurslarni ishga tushirish bo‘yicha qaror ishlab chiqishi mumkin.

Sun’iy intellekt asosidagi boshqaruvning yana bir muhim jihati nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyatidir. Tarmoq qurilmalarining harorat ko‘rsatkichlari, protsessor yuklamasi, paketlar yo‘qotilishi, kechikish va signal sifati kabi parametrlar muntazam tahlil qilinadi. Ushbu ko‘rsatkichlardagi noodatiy o‘zgarishlar texnik muammoning dastlabki belgisi sifatida baholanadi. Natijada nosozlik to‘liq yuzaga kelishidan oldin profilaktik choralarni amalga oshirish imkoniyati paydo bo‘ladi. Sun’iy intellektdan foydalanish tarmoq boshqaruvini inson ishtirokiga kamroq bog‘liq, tezkor va ma’lumotlarga asoslangan tizimga aylantirishga xizmat qiladi. Bunda algoritmning samaradorligi tanlangan model, ma’lumotlarning sifati, hisoblash resurslari va boshqaruv tizimining texnik imkoniyatlariga bevosita bog‘liq. Raqamli telekommunikatsiya tarmoqlarini avtomatlashtirishda bir nechta sun’iy intellekt algoritmlari keng qo‘llaniladi. Ularning har biri muayyan vazifalarni bajarishga moslashgan bo‘lib, ma’lumotlarni qayta ishlash usuli, o‘qitish mexanizmi va qaror qabul qilish imkoniyatlari bilan farqlanadi.

Mashinaviy o‘qitish. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari oldingi ma’lumotlar asosida qonuniyatlarni aniqlash va yangi vaziyatlar bo‘yicha prognozlar shakllantirishga xizmat qiladi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida ushbu usul trafik hajmini bashoratlash, foydalanuvchilar faolligini baholash, tarmoqdagi anomaliyalarni aniqlash va resurslarni rejalashtirishda qo‘llaniladi. Masalan, kunning muayyan vaqtlarida internetdan foydalanish faolligi oshishi oldingi statistik ma’lumotlar asosida aniqlanib, tarmoq quvvatini oldindan moslashtirish mumkin. Mashinaviy o‘qitishning asosiy afzalligi shundaki, u katta hajmdagi tarixiy ma’lumotlardan foydalanib, tarmoqdagi o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. Biroq modelning aniqligi o‘qitish uchun foydalaniladigan ma’lumotlarning sifati va reprezentativligiga bog‘liq.

Chuqur o‘qitish. Chuqur o‘qitish ko‘p qatlamli neyron tarmoqlariga asoslangan bo‘lib, murakkab va chiziqli bo‘lmagan bog‘lanishlarni aniqlashda samarali hisoblanadi. Ushbu algoritmlar katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, murakkab trafik shakllarini o‘rganish va xavfsizlik tahdidlarini aniqlashda qo‘llaniladi. Ayniqsa, LSTM (Long Short-Term Memory) va GRU kabi rekurrent neyron tarmoqlari vaqt qatorlarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega. Ular tarmoq trafikining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini o‘rganib, kelajakdagi yuklamani prognozlash imkonini beradi. Chuqur o‘qitishning afzalligi yuqori murakkablikdagi ma’lumotlar bilan ishlashida namoyon bo‘lsa, uning kamchiligi katta hisoblash quvvati va ko‘p miqdordagi o‘qitish ma’lumotlarini talab qilishidir.

Qarorlar daraxti. Qarorlar daraxti algoritmi ma’lumotlarni belgilangan mezonlar bo‘yicha ketma-ket tarmoqlarga ajratish orqali qaror qabul qiladi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida u nosozliklarning sabablarini aniqlash, tarmoq holatini tasniflash va xavfsizlik hodisalarini baholashda ishlatilishi mumkin. Ushbu algoritmning muhim ustunligi natijalarning tushunarli va izohlanishi osonligidir. Masalan, aloqa kanalida paketlar yo‘qotilishi, kechikish va signal kuchi ko‘rsatkichlari belgilangan chegaralardan chetga chiqsa, qarorlar daraxti ushbu holatni muayyan nosozlik turiga ajratishi mumkin. Biroq murakkab va juda katta hajmdagi ma’lumotlarda oddiy qarorlar daraxtining aniqligi cheklanishi mumkin.

K-means klasterlash algoritmi. Ushbu algoritm nazoratsiz o‘qitish usuliga mansub bo‘lib, o‘xshash xususiyatlarga ega ma’lumotlarni alohida guruhlarga ajratadi. Telekommunikatsiya tizimlarida foydalanuvchilar faolligini guruhlash, trafik turlarini tasniflash, tarmoqdagi noodatiy holatlarni aniqlash va xizmat ko‘rsatish hududlarini tahlil qilishda qo‘llaniladi. K-means algoritmining afzalligi oldindan belgilangan sinflar mavjud bo‘lmagan holatda ham ma’lumotlar tarkibidagi yashirin guruhlarni aniqlay olishidir. Shu bilan birga, klasterlar sonini oldindan tanlash zarurati va boshlang‘ich markazlarga sezgirligi uning ayrim cheklovlari hisoblanadi.

Mustahkamlovchi o‘qitish. Mustahkamlovchi o‘qitish algoritmlari muhit bilan o‘zaro ta’sir qilish orqali optimal qarorlarni o‘rganadi. Bunda algoritm muayyan harakatni amalga oshiradi va natijaga qarab mukofot yoki jarima oladi. Vaqt o‘tishi bilan u eng samarali boshqaruv strategiyasini shakllantiradi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida ushbu usul kanal resurslarini taqsimlash, trafikni yo‘naltirish, energiya sarfini optimallashtirish va 5G tarmoqlarida tarmoq resurslarini dinamik boshqarishda qo‘llanilishi mumkin. Ayniqsa, chuqur mustahkamlovchi o‘qitish (Deep Reinforcement Learning) murakkab tarmoq muhitlarida samarali qarorlar ishlab chiqish imkoniyatiga ega. Biroq algoritmni o‘qitish jarayoni murakkab bo‘lib, noto‘g‘ri mukofot funksiyasi kutilmagan boshqaruv qarorlariga olib kelishi mumkin.

Sun’iy intellekt algoritmlarining qiyosiy tahlili. Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishda algoritm tanlashda uning aniqligi, ishlash tezligi, hisoblash resurslariga bo‘lgan talabi, moslashuvchanligi va natijalarni izohlash imkoniyati asosiy mezonlar hisoblanadi. Har bir algoritmning samaradorligi bajarilayotgan vazifa va tarmoqning texnik xususiyatlariga qarab farqlanadi.

1-jadval. Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishda qo‘llaniladigan sun’iy intellekt algoritmlarining qiyosiy tavsifi

Algoritm turi	Asosiy qo‘llanilish sohasi	Afzalligi	Cheklovi
Mashinaviy o‘qitish	Trafikni prognozlash, tasniflash	Ma’lumotlardan qonuniyatlarni o‘rganadi	Sifatli o‘qitish ma’lumotlari zarur
Chuqur o‘qitish	Murakkab trafik va xavfsizlik tahlili	Murakkab bog‘lanishlarni aniqlaydi	Katta hisoblash quvvatini talab qiladi
Qarorlar daraxti	Nosozliklarni tasniflash	Tushunarli va izohlanadigan natija	Murakkab vaziyatlarda aniqligi pasayishi mumkin
K-means	Trafikni guruhlash va anomaliyalarni izlash	Belgilangan sinflarsiz ishlaydi	Klasterlar sonini tanlash talab etiladi
Mustahkamlovchi o‘qitish	Resurslarni dinamik taqsimlash	Muhitga moslashib optimal qaror izlaydi	O‘qitish jarayoni murakkab va resurs talabchan

Jadvaldan ko‘rinadiki, algoritmlarning barchasi telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishda muhim vazifalarni bajaradi, biroq ularning hech biri barcha muammolar uchun universal yechim hisoblanmaydi. Masalan, trafik hajmini oldindan prognozlashda mashinaviy o‘qitish va vaqt qatorlariga mo‘ljallangan neyron tarmoqlar samarali bo‘lsa, resurslarni real vaqt rejimida qayta taqsimlashda mustahkamlovchi o‘qitish algoritmlari ustunlikka ega. Qarorlar daraxti esa operator yoki texnik

mutaxassis uchun boshqaruv qarorining sabablarini tushuntirish zarur bo‘lgan holatlarda qulay hisoblanadi. K-means algoritmi esa tarmoqdagi odatiy va noodatiy faoliyat shakllarini dastlabki tasniflash uchun foydalidir.

Algoritmlarning samaradorligini faqat nazariy imkoniyatlar bilan baholash yetarli emas. Ularni amaliyotda qo‘llashda tarmoqning real yuklamasi, ma’lumotlar uzatish tezligi, kechikish darajasi, paketlar yo‘qotilishi va energiya sarfi kabi ko‘rsatkichlar hisobga olinishi lozim. Shu jihatdan qiyosiy tahlil algoritmni tanlashda texnik va iqtisodiy mezonlarni birgalikda baholashni talab etadi.

Sun’iy intellekt algoritmlarining telekommunikatsiya tarmoqlarini avtomatlashtirishdagi amaliy qo‘llanilishi. Sun’iy intellekt algoritmlarini telekommunikatsiya tarmoqlariga joriy etish birinchi navbatda monitoring va diagnostika jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qiladi. An’anaviy monitoring tizimlari ko‘pincha oldindan belgilangan chegaraviy qiymatlarga asoslanadi. Masalan, qurilma harorati yoki protsessor yuklamasi ma’lum chegaradan oshganda ogohlantirish shakllantiriladi. Sun’iy intellekt esa parametrlarning o‘zaro bog‘liqligini o‘rganib, nosozlik yuzaga kelishidan oldingi o‘zgarishlarni ham aniqlashi mumkin.

Ikkinchi muhim yo‘nalish trafikni boshqarish va prognozlash hisoblanadi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida foydalanuvchilarning internetdan foydalanish faolligi kun davomida bir xil bo‘lmaydi. Ayrim vaqtlarda trafik keskin oshib, aloqa tezligi pasayishi mumkin. Mashinaviy o‘qitish va neyron tarmoqlari yordamida bunday o‘zgarishlarni oldindan aniqlash hamda tarmoq resurslarini talabga mos ravishda taqsimlash mumkin. Bu xizmat ko‘rsatish sifatini barqaror saqlashga yordam beradi.

Uchinchi yo‘nalish axborot xavfsizligini ta’minlash bilan bog‘liq. Telekommunikatsiya tarmoqlariga qaratilgan kiberhujumlar, ruxsatsiz ulanishlar va zararli trafik oqimlarini an’anaviy vositalar yordamida har doim ham tez aniqlash mumkin emas. Chuqur o‘qitish va anomaliyalarni aniqlash algoritmlari tarmoqdagi odatiy faoliyatdan farq qiluvchi holatlarni aniqlash imkoniyatiga ega. Natijada shubhali trafikni cheklash, xavfsizlik xodimlarini ogohlantirish va tegishli himoya choralarini ishga tushirish jarayonlari avtomatlashtiriladi.

To‘rtinchi yo‘nalish energiya samaradorligini oshirishdan iborat. Telekommunikatsiya operatorlari ko‘plab baza stansiyalari, serverlar va tarmoq qurilmalarining uzluksiz ishlashini ta’minlashi kerak. Bunda energiya sarfi muhim iqtisodiy ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Sun’iy intellekt algoritmlari tarmoq yuklamasini tahlil qilib, foydalanilmayotgan yoki kam yuklangan resurslarni vaqtincha energiya tejash rejimiga o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishi mumkin.

Beshinchi yo‘nalish 5G va istiqboldagi 6G tarmoqlarini boshqarish bilan bog‘liq. Ushbu texnologiyalarda yuqori tezlik, past kechikish, ko‘p sonli qurilmalarni bir vaqtning o‘zida ulash va tarmoq resurslarini dinamik boshqarish muhim talablar hisoblanadi. Sun’iy intellekt algoritmlari tarmoq segmentatsiyasi, radiochastota resurslarini taqsimlash, trafikni ustuvorlik asosida yo‘naltirish va foydalanuvchi talablariga mos xizmat ko‘rsatishda muhim rol o‘ynaydi.

Sun’iy intellekt asosidagi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish muammolari va takomillashtirish yo‘llari. Sun’iy intellekt algoritmlarining imkoniyatlari keng bo‘lishiga qaramasdan, ularni telekommunikatsiya tarmoqlariga joriy etish bir qator texnik, tashkiliy va iqtisodiy muammolar bilan bog‘liq. Birinchi navbatda, algoritmlarni o‘qitish uchun zarur bo‘lgan ma’lumotlarning sifati va yetarliligi muhim ahamiyatga ega. Noto‘g‘ri, to‘liq bo‘lmagan yoki bir-biriga mos kelmaydigan ma’lumotlar asosida shakllantirilgan model noto‘g‘ri prognoz va boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishi mumkin.

Ikkinchi muammo hisoblash resurslari bilan bog‘liq. Ayniqsa, chuqur o‘qitish va mustahkamlovchi o‘qitish algoritmlari katta hajmdagi hisoblash quvvatini talab qiladi. Bunday

tizimlarni real vaqt rejimida ishlatish uchun yuqori unumdor serverlar, tezkor ma’lumot almashinuvi va samarali dasturiy infratuzilma zarur.

Uchinchi muammo axborot xavfsizligi va shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish masalasidir. Telekommunikatsiya tarmoqlari orqali katta hajmdagi foydalanuvchi ma’lumotlari uzatiladi. Sun’iy intellekt tizimlarida ushbu ma’lumotlardan foydalanish jarayonida maxfiylik, ma’lumotlarni himoyalash va ruxsatsiz foydalanishning oldini olish talablariga rioya etilishi lozim.

Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun, avvalo, tarmoq ma’lumotlarini yig‘ish va qayta ishlashning yagona mexanizmini shakllantirish zarur. Shuningdek, algoritmlarni bosqichma-bosqich joriy etish, ularning natijalarini muntazam baholash va texnik mutaxassislar nazoratini saqlab qolish maqsadga muvofiq. Dastlab trafikni prognozlash va nosozliklarni aniqlash kabi alohida vazifalarni avtomatlashtirish, keyinchalik esa resurslarni mustaqil boshqarish imkoniyatiga ega kompleks tizimlarga o‘tish mumkin. Bundan tashqari, turli algoritmlarni birlashtirish orqali gibrid boshqaruv modellarini yaratish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Masalan, neyron tarmoq trafik hajmini prognozlaydi, qarorlar daraxti yuzaga kelgan muammoning turini aniqlaydi, mustahkamlovchi o‘qitish algoritmi esa mavjud resurslarni optimal taqsimlash bo‘yicha qaror ishlab chiqadi. Bunday yondashuv har bir algoritmning kuchli jihatlaridan kompleks foydalanish imkonini beradi.

O‘zbekiston telekommunikatsiya infratuzilmasida ham sun’iy intellekt texnologiyalarini bosqichma-bosqich joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda mobil aloqa operatorlari, internet provayderlari, ilmiy-tadqiqot muassasalari va oliy ta’lim tashkilotlari o‘rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish, mahalliy sharoitga mos algoritmlarni ishlab chiqish va malakali mutaxassislar tayyorlash zarur. Ayniqsa, tarmoq monitoringi, trafikni prognozlash va texnik nosozliklarni oldindan aniqlashga yo‘naltirilgan mahalliy dasturiy yechimlarni ishlab chiqish amaliy samaradorlikni oshirishi mumkin.

XULOSA

O‘tkazilgan qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt algoritmlari raqamli telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishni avtomatlashtirishda muhim imkoniyatlarga ega. Mashinaviy o‘qitish trafikni prognozlashda, chuqur o‘qitish murakkab ma’lumotlarni tahlil qilishda, qarorlar daraxti nosozliklarni tasniflashda, K-means guruhlashda, mustahkamlovchi o‘qitish esa resurslarni dinamik boshqarishda samarali hisoblanadi.

Telekommunikatsiya tarmoqlarining barqarorligi va samaradorligini oshirish uchun alohida algoritmlardan foydalanish bilan cheklanmasdan, ularni yagona avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimiga integratsiyalash maqsadga muvofiq. Buning uchun sifatli ma’lumotlar bazasi, zamonaviy hisoblash infratuzilmasi, axborot xavfsizligi va malakali mutaxassislar tayyorgarligiga alohida e’tibor qaratish lozim. Kelgusida sun’iy intellekt asosidagi intellektual boshqaruv tizimlari telekommunikatsiya tarmoqlarining mustaqil ishlash darajasini oshirish va raqamli xizmatlar sifatini yaxshilashning muhim omiliga aylanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Maxkamov B.Sh., Zaynidinov X.N., Nurmurodov J.N. Sun’iy intellekt asoslari. – Toshkent: Javohir Ilm Nashr, 2024. – 264 b.
2. Nazarov F., Yarmatov Sh. Sun’iy intellekt asoslari. – Samarqand: Samarqand davlat universiteti, 2025. – 179 b.
3. Madraximov Sh. Sun’iy intellekt tizimlari. – Toshkent: Metodist nashriyoti, 2023. – 54 b.
4. Fayziyeva M. Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt. – Darslik. – 194 b.
5. Qodirov F., Polvanxonova Z. Sun’iy intellekt va tarmoq texnologiyalarining uyg‘unligi // Ilm-fan va innovatsiya. – 2025. – Jild 3, 7-son.
6. Narzullayev Sh. Telekommunikatsiya tarmoqlarini monitoring va nazorat qilish dasturiy vositalari // Science Research. – 2025.

7. Rasulov A., Dalibekov L. 5G va 6G tarmoqlarida resurslarni boshqarish va tarmoq samaradorligini oshirishda sun'iy intellektning o'rni va qo'llanilishi // Yosh olimlar. – 2026. – Jild 4, 31-son. – B. 50–52.

8. Jo'rayev N.M., Nabiyeva Z.A. TeleTwin AI: Sun'iy intellekt asosida telekommunikatsiya tarmoqlarini monitoring qilish va nosozliklarni oldindan aniqlash modeli // Aniq fanlar, texnika va axborot texnologiyalari. – 2026. – Jild 5, 33-son. – B. 59–61.

9. Abduxalilov O.U. Data Science texnologiyalari asosida telekommunikatsiya tarmoqlarining samaradorligini baholash // Yosh olimlar. – 2026. – Jild 4, 62-son. – B. 80–87.

10. Abdullayev U.M., Axmedov B.I. Telekommunikatsiya tarmoqlarining ahamiyati va rivojlanishi // Raqamli iqtisodiyot. – 2025. – 12-son.