ZAMONAVIY MOBIL TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TEMIR YO‘L MULTIMODAL ALOQA TARMOG‘IGA QO‘YILADIGAN TEXNIK VA FUNKSIYONAL TALABLAR TIZIMI

Odiljonov A.A

Ilmiy rahbar: t.f.d., professor Kurbanov J.F

Annotatsiya: Mazkur maqolada zamonaviy mobil aloqa texnologiyalari asosida temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘ini shakllantirishning asosiy texnik va funksional talablari ilmiy-amaliy jihatdan asoslangan. Harakat xavfsizligini ta’minlash, tarmoq ishonchliligi va uzluksizligi, past kechikishli real vaqt rejimida ma’lumot uzatish, keng polosali o‘tkazuvchanlik imkoniyatlari hamda trafik ustuvorligi (QoS) va kengayuvchanlik tamoyillari bo‘yicha ko‘p bosqichli boshqaruv modellari ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: multimodal aloqa, temir yo‘l transporti, harakat xavfsizligi, dinamik resurs taqsimoti, kengayuvchanlik, integratsiya.

KIRISH

Temir yo‘l transportida zamonaviy mobil aloqa texnologiyalaridan foydalanish masalasi faqat yuqori tezlikdagi ma’lumot uzatishni ta’minlash bilan cheklanmaydi. Temir yo‘l tizimi boshqa transport turlaridan farqli ravishda harakat xavfsizligi, uzluksiz boshqaruv, yuqori darajadagi ishonchlilik va real vaqt rejimida axborot almashinuvini talab qiladi. Shu sababli mobil aloqa tarmog‘ini shakllantirishda texnologiyaning shunchaki mavjudligi emas, balki uning temir yo‘l operatsiyalariga qo‘yiladigan aniq talablarni qay darajada bajarishi asosiy mezon hisoblanadi.

Temir yo‘l aloqa tizimlarining rivojlanishi natijasida ma’lumotlar almashinuvi faqatgina ovozli aloqa doirasidan chiqib, poyezdlar harakatini boshqarish, monitoring, diagnostika, videokuzatuv, multimedia va avtomatlashtirilgan xizmatlarni yagona axborot muhitida qo‘llab-quvvatlash darajasiga kelgan. Shuningdek, multimodal aloqa

tarmog‘ida turli texnologiyalarni yagona boshqaruv muhiti orqali birlashtirish hamda trafikni xizmatlarning muhimligiga qarab boshqarish zarurati yuzaga kelmoqda. Shu sababli ushbu imkoniyatlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan funksional va texnik talablarni aniqlash hamda model ko‘rinishida asoslash muhim masaladir.

Temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘ining funksional va texnik talablari o‘zaro bog‘langan holda shakllantiriladi.

1-rasm. Temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘iga qo‘yiladigan asosiy talablar tizimi

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda tizimli yondashuv, temir yo‘l aloqa oqimlarini tasniflash, statistik monitoring hamda xizmat ko‘rsatish sifatini boshqarish (QoS - Quality of Service) uslubiyotidan foydalanildi. Multimodal aloqa tarmog‘ining samaradorligi va xavfsizligini ta’minlash uchun ko‘p bosqichli texnik va funksional mezonlar tadqiq etildi.

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Harakat xavfsizligini ta’minlash talabi va ustuvor boshqaruv modeli

Temir yo‘l transportida aloqa tarmog‘ining xavfsizlikka qo‘yiladigan talablari oddiy axborot almashinuvi bilan cheklanmaydi. Tarmoq orqali uzatiladigan ayrim ma’lumotlar poyezdlar harakatini boshqarish, dispetcherlik nazorati, favqulodda vaziyatlar haqida tezkor xabar berish hamda temir yo‘l infratuzilmasining holatini kuzatish jarayonlarida ishtirok etadi. Shu sababli multimodal aloqa tarmog‘ida ma’lumotlarning ahamiyat darajasini aniqlash va unga mos xizmat ko‘rsatish mexanizmini shakllantirish muhim texnik talab hisoblanadi.mXavfsizlik nuqta’i nazaridan tarmoqdagi barcha ma’lumot oqimlariga bir xil ustuvorlik berish samarali yondashuv emas. Chunki bir vaqtda poyezdlarni boshqarishga oid ma’lumotlar, diagnostika signallari, videokuzatuv oqimlari va yo‘lovchilarning multimedia trafiklari uzatilishi mumkin.

2-rasm. Temir yo‘l aloqa tarmog‘ida xavfsizlikka oid axborotlarni ustuvor boshqarish modeli

Ushbu modelda tarmoqqa kiruvchi axborot oqimlari dastlab aniqlanadi va ularning xizmat turi hamda muhimlik darajasi belgilanadi. Keyingi bosqichda yuqori ustuvorlikka ega oqimlarga zarur tarmoq resurslari ajratiladi. Bunday yondashuv tarmoq yuklamasi oshgan holatlarda ham muhim axborotlarning uzatilish imkoniyatini saqlashga xizmat qiladi.

Xavfsizlikka oid trafikni ustuvorlashtirish bilan bir qatorda, uning uzatilishi davomida barqarorligini nazorat qilish ham talab etiladi. Bunda paketlarning yo‘qolishi, kechikishning o‘zgarishi, aloqa kanalining mavjudligi va tarmoq yuklamasi kabi ko‘rsatkichlar monitoring qilinadi. Monitoring natijasida tarmoq holatida salbiy o‘zgarish aniqlansa, tegishli resurslarni qayta taqsimlash yoki alternativ aloqa yo‘nalishidan foydalanish mexanizmi ishga tushirilishi mumkin.

Shuningdek, xavfsizlik bilan bog‘liq axborotlarning ustuvor uzatilishi markaziy boshqaruv darajasida ham nazorat qilinishi kerak. Dispetcherlik markazi tarmoqdagi xizmatlarning holatini kuzatib borishi, muhim trafikning uzatilish sifatini baholashi va zarur hollarda resurslarni qayta taqsimlash imkoniyatiga ega bo‘lishi lozim. Shu orqali aloqa tarmog‘i faqat ma’lumot uzatuvchi vosita sifatida emas, balki transport jarayonining xavfsizligini qo‘llab-quvvatlovchi boshqariladigan axborot infratuzilmasiga aylanadi.

Tarmoq ishonchliligi va uzluksizligi talabi

Harakat xavfsizligini ta’minlash bilan bir qatorda, temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘ining doimiy va barqaror ishlashi ham asosiy texnik talablardan biri hisoblanadi. Poyezd harakati davomida aloqa tarmog‘i bir vaqtning o‘zida bir nechta xizmatlarni qo‘llab-quvvatlaydi va ushbu xizmatlarning ayrimlari doimiy ulanishni talab qiladi. Shu sababli tarmoqdagi alohida qurilma, aloqa kanali yoki tarmoq segmentining vaqtincha ishlamay qolishi butun xizmatning to‘xtab qolishiga olib

kelmasligi kerak. Tarmoq ishonchliligi deganda uning belgilangan sharoitlarda o‘z funksiyalarini barqaror bajarish qobiliyati tushuniladi. Uzluksizlik esa poyezd harakati davomida aloqa xizmatining uzilmasdan davom etishini anglatadi.

Temir yo‘l aloqa tarmog‘ida ishonchlilikni ta’minlashning birinchi sharti - qamrovning uzluksizligi. Poyezd marshrut bo‘ylab harakatlanganda aloqa zonalari ketma-ket almashinadi. Shu sababli alohida baza stansiyasining qamrov hududi yetarli bo‘lishi bilan birga, qo‘shni qamrov zonalari o‘rtasida uzluksiz o‘tish imkoniyati ham ta’minlanishi kerak. Aks holda poyezd bir qamrov zonasidan boshqasiga o‘tayotgan vaqtda aloqa sessiyasining buzilishi yoki xizmat sifatining vaqtincha pasayishi yuz berishi mumkin. Bunda tarmoqning samaradorligi faqat baza stansiyalarining soni bilan baholanmaydi; asosiy e’tibor marshrut bo‘ylab xizmatning amalda saqlanib qolishiga qaratiladi.

Past kechikish va real vaqt rejimidagi aloqa talabi

Temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘ida ma’lumotlarni o‘z vaqtida yetkazish uning funksional samaradorligini belgilovchi muhim ko‘rsatkichdir. Ayrim xizmatlar uchun ma’lumot belgilangan vaqt chegarasi ichida yetib borishi, uzatish jarayonida kechikishning keskin o‘zgarib ketmasligi va paketlarning yo‘qolishi minimal darajada bo‘lishi talab etiladi.

Shu sababli tarmoqda faqat “qaysi ma’lumot muhim?” degan emas, balki “ushbu ma’lumot qancha vaqt ichida yetkazilishi kerak?” degan talab ham hisobga olinadi.

3-rasm. Temir yo‘l tarmog‘ida real vaqt ma’lumotlarini uzatish sifatini boshqarish modeli

Ushbu modelda real vaqtga yaqin xizmatlardan hosil bo‘lgan ma’lumotlar tarmoqqa kiritiladi va ularning uzatilish jarayoni bir necha ketma-ket bosqichlarda nazorat qilinadi. Dastlab ma’lumot oqimining xizmat turi va vaqtga sezgirligi aniqlanadi. Shundan so‘ng tegishli QoS talablari belgilanib, ma’lumotni uzatish uchun

zarur tarmoq resurslari tanlanadi. Kechikish, jitter yoki paket yo‘qotilishida chetlanish kuzatilsa, resurslar dinamik qayta taqsimlanadi.

Keng polosali uzatish va o‘tkazuvchanlik talabi

Poyezdlar harakati, dispetcherlik boshqaruvi, videokuzatuv, texnik diagnostika, telemetriya va yo‘lovchilarga mo‘ljallangan multimedia xizmatlari bir xil tarmoq infratuzilmasidan foydalanadi. Shu sababli tarmoqning umumiy o‘tkazuvchanlik qobiliyati bir vaqtning o‘zida shakllanadigan barcha trafik oqimlarining umumiy yuklamasiga mos bo‘lishi kerak.

Tarmoqni loyihalashda faqat o‘rtacha trafik hajmini emas, balki pik (yuqori) yuklama sharoitlarini ham hisobga olish talab etiladi. O‘tkazuvchanlik resurslarini faqat statik taqsimlash yetarli emas; trafik hajmi o‘zgarib borishi sababli resurslar dinamik ravishda qayta taqsimlanishi zarur.

4-rasm. Temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘ida trafik yuklamasi va resurslarni dinamik taqsimlash modeli

Ushbu modelda turli xizmatlardan hosil bo‘ladigan axborot oqimlari tarmoqqa kirib keladi, ularning hajmi va joriy yuklamasi baholanadi. Yuqori ustuvorlikdagi xizmatlar uchun zarur resurslar avvalo saqlab qolinadi, yuqori hajmli, biroq nisbatan past ustuvorlikdagi trafiklar esa mavjud qolgan resurslar doirasida boshqariladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Temir yo‘l multimodal aloqa tarmog‘iga qo‘yiladigan texnik va funksional talablar tizimi faqatgina yuqori tezlikdagi axborot uzatish bilan cheklanmay, **harakat xavfsizligi, yuqori ishonchlilik, uzluksizlik hamda real vaqt rejimida boshqaruv** tamoyillariga to‘liq asoslanishi lozimligi isbotlandi.

Harakat xavfsizligini ta’minlash uchun ishlab chiqilgan **ustuvor boshqaruv va zaxiralash modellari** pik yuklama va favqulodda vaziyatlar sharoitida ham poyezdlarni boshqarish, dispetcherlik va diagnostikaga oid kritik ma’lumotlarning kafolatlangan holda yetkazilishini ta’minlaydi.

Real vaqt rejimida ma’lumot uzatishda **Latency (kechikish), Jitter (o‘zgaruvchanlik) va Packet Loss (paket yo‘qolishi)** ko‘rsatkichlarini doimiy nazorat qilish hamda **Edge computing** yondashuvini qo‘llash orqali apparat kechikishlarini minimal darajagacha pasaytirish mumkinligi asoslandi.

Taklif etilgan **resurslarni dinamik taqsimlash va 6 bosqichli QoS boshqaruv mexanizmi** tarmoqning umumiy o‘tkazuvchanlik imkoniyatlaridan oqilona foydalanish va turli turdagi xizmatlar (videokuzatuv, telemetriya, yo‘lovchi servislari) sifati barqarorligini kafolatlaydi.

Kengayuvchanlik (scalability) va ochiq interfeysli integratsiya modellari kelajakda tarmoq arxitekturasini tubdan o‘zgartirmagan holda yangi temir yo‘l uchastkalari, qo‘shimcha abonentlar hamda istiqbolli raqamli texnologiyalarni bosqichma-bosqich ulab borish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Temir yo‘l multimodal aloqa tizimlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilish bo‘yicha me’yoriy hujjatlar hamda texnik standartlar.
2. International Union of Railways (UIC). FRMCS (Future Railway Mobile Communication System): Overall Architecture and Requirements. - Paris: UIC, 2023.
3. 3GPP TS 22.289. Support for V2X services; Stage 1. - 3rd Generation Partnership Project (3GPP), 2024.
4. ETSI TS 103 300-1. Intelligent Transport Systems (ITS); Vulnerable Road Users (VRU) awareness; Part 1: Requirements. - ETSI, 2022.
5. Odiljonov A. Zamonaviy mobil texnologiyalar asosida temir yo‘l multimodal aloqa tarmoqlarini shakllantirish masalalari // Toshkent davlat transport universiteti ilmiy axborotnomasi. - Toshkent, 2025. - B. 112-118.
6. Xodjayev J.Q., va boshqalar. Temir yo‘l transportida axborot-kommunikatsiya

tarmoqlari va ularning xavfsizligini ta’minlash. Monografiya. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2024.

7. Stallings W. Data and Computer Communications. 10th Edition. - Pearson, 2021.
8. Tanenbaum A.S., Wetherall D.J. Computer Networks. 6th Edition. - Pearson, 2022.
9. Recommendations, Specifications and Standards for Railway Telecommunications (UIC / ETSI / 3GPP / FRMCS).
10. Zamonaviy mobil va simsiz aloqa texnologiyalarini transport tizimlarida qo‘llash bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari hamda monografiyalar.