SCIENCE HUB REVIEW
2026
Volume 1
Issue 5
www.sciencehubreview.uz
ILMIY ELEKTRON JURNAL

BULUTLI INFRATUZILMA VA MULTIMEDIA ALOQA TARMOQLARIDA TRAFIKNI BOSHQARISH VA XIZMAT SIFATINI TA'MINLASH MEXANIZMLARI
TRAFFIC MANAGEMENT AND QUALITY OF SERVICE ASSURANCE MECHANISMS IN CLOUD INFRASTRUCTURE AND MULTIMEDIA COMMUNICATION NETWORKS

Baxromov Javlonbek

Farg'ona davlat texnika universiteti, Telekommunikatsiya texnologiyalari fakulteti

Turg'unaliyev Asrorbek

Farg'ona davlat texnika universiteti, Telekommunikatsiya texnologiyalari fakulteti

Tilavoldiyev Sarvarjon

Farg'ona davlat texnika universiteti, Telekommunikatsiya texnologiyalari fakulteti

Dalibekov Lochinbek

Ilmiy rahbar

Annotatsiya

Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarida yuqori aniqlikdagi video oqimlari, interaktiv konferensiyalar, bulutli o'yinlar hamda real vaqt rejimida ishlovchi raqamli xizmatlar ulushining ortishi tarmoq resurslariga tushadigan yuklamani keskin oshirdi. Mazkur tadqiqotda bulutli texnologiyalar va xizmatlar hamda multimedia aloqa tarmoqlari kesishmasida multimedia oqimlarini bulutli hisoblash tugunlariga taqsimlash, kechikish (latency), jitter va paketlar yo'qolishi kabi ko'rsatkichlarni me'yoriy chegarada saqlash mexanizmlari tahlil qilingan. Tarmoq chekkasidagi ko'p kirishli bulutli tugunlar (MEC), dasturiy ta'minot bilan boshqariluvchi tarmoqlar (SDN) va adaptiv oqim uzatish (ABR) protokollarining birgalikda ishlash arxitekturasi ko'rib chiqilib, xizmat sifatini (QoS) va foydalanuvchi tajribasini (QoE) oshirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar asoslab berilgan.

Kalit so'zlar

multimedia aloqa tarmoqlari, bulutli xizmatlar, MEC, xizmat sifati (QoS), kechikish, jitter, adaptiv oqim uzatish.

Abstract

The rapid growth of high-definition video streaming, interactive conferencing, cloud gaming, and real-time digital services in modern telecommunication networks has significantly increased the load on network resources. At the intersection of cloud technologies and multimedia communication networks, this paper analyzes mechanisms for distributing multimedia streams across cloud computing nodes while maintaining latency, jitter, and packet loss within normative thresholds. The joint operating architecture of Multi-access Edge Computing (MEC), Software-Defined Networking (SDN), and Adaptive Bitrate Streaming (ABR) protocols is examined, substantiating practical approaches for enhancing Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE).

Keywords

multimedia communication networks, cloud services, MEC, Quality of Service (QoS), latency, jitter, adaptive streaming.

1. Kirish

So‘nggi yillarda raqamli xizmatlar arxitekturasida markazlashgan ma’lumotlarni qayta ishlash markazlaridan (Data Center) foydalanuvchi qurilmalariga maksimal darajada yaqinlashtirilgan taqsimlangan bulutli muhitlarga o‘tish jarayoni jadallashmoqda. Shu bilan birga, global telekommunikatsiya trafigi tarkibida an’anaviy matn va statik fayllar o‘rnini yuqori aniqlikdagi (4K/8K) video oqimlari, jonli translyatsiyalar, bulutli grafik renderlash hamda real vaqtli audio-vizual aloqa xizmatlari egallamoqda.

Multimedia trafigi klassik ma’lumotlar almashinuvidan o‘zining vaqtinchalik va o‘tkazuvchanlik talablari bilan tubdan farqlanadi. Ushbu turdagi oqimlar nafaqat keng o‘tkazish polosasini talab etadi, balki paketlarning yetib kelish vaqtidagi kichik og‘ishlarga ham o‘ta sezgir hisoblanadi. Agar bulutli server yoki transkodlash tuguni yakuniy foydalanuvchidan geografik va topologik jihatdan uzoqda joylashgan bo‘lsa yoxud transport kanali o‘tkazuvchanligi beqaror bo‘lsa, abonent tomonida tasvirning qotib qolishi, kadrlar yo‘qolishi, audio hamda video sinxronligining buzilishi va interaktiv javob vaqtining sezilarli kechikishi yuzaga keladi. Shu nuqtai nazardan, multimedia aloqa tarmoqlarini bulutli xizmatlar infratuzilmasi bilan samarali integratsiya qilish zamonaviy telekommunikatsiya muhandisligining eng muhim ilmiy-amaliy masalalaridan biri sanaladi.

2. Multimedia trafigi va bulutli xizmatlarning o‘zaro bog‘liqligi

Multimedia aloqa tarmoqlarida uzatiladigan axborot oqimlarining uzluksizligi va sifat ko‘rsatkichlari bir nechta fizik, kanal va transport darajasidagi parametrlarga bevosita

bog‘liq. Tarmoq samaradorligini baholashda quyidagi to‘rtta asosiy mezon hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi:

– **Kechikish (End-to-End Latency):** Axborot paketining manba tugundan qabul qiluvchi terminalgacha yetib borishiga sarflanadigan umumiy vaqt. Real vaqtli interaktiv tizimlarda (videokonferensiyalar, masofaviy boshqaruv, bulutli o‘yinlar) kechikishning 100–150 ms dan oshishi muloqot tabiiyligini keskin pasaytiradi.

– **Jitter (Kechikish variatsiyasi):** Ketma-ket yuborilgan paketlarning qabul qilish nuqtasiga yetib kelish vaqti orasidagi statistik tafovut. Qabul qiluvchi qurilmadagi dejitter buferlari ushbu tebranishni ma’lum darajada tekislasa-da, haddan tashqari katta bufer o‘lchami umumiy tizim kechikishini sun’iy ravishda ko‘paytiradi.

– **Paketlar yo‘qolishi (Packet Loss Ratio):** Aloqa kanalidagi elektromagnit shovqinlar, marshrutizator buferlarining to‘lib ketishi (congestion) yoki marshrutlash jadvallaridagi uzilishlar oqibatida paketlarning manzilga yetib bormasligi. Multimedia oqimlarida bu holat tasvirda blokli artefaktlar va ovoz uzilishlariga olib keladi.

– **O‘tkazish qobiliyati (Available Bandwidth):** Tanlangan video va audio kodeklarning joriy bit tezligini (bitrate) uzluksiz ta’minlay oladigan barqaror kanal sig‘imi.

Bulutli texnologiyalar ushbu muammolarni hal etishda bir vaqtning o‘zida ham keng imkoniyatlar, ham o‘ziga xos tarmoq cheklovlarini yuzaga keltiradi. Bir tomondan, bulutli hisoblash klasterlari video oqimlarni ko‘p formatli transkodlash, intellektual tahlil qilish, taqsimlangan saqlash hamda abonentlar soni keskin ortgan davrlarda hisoblash resurslarini avtomatik kengaytirish (auto-scaling) imkonini beradi. Boshqa tomondan esa, barcha multimedia oqimlarini uzoq masofada joylashgan markaziy ma’lumot markazlariga yo‘naltirish magistral transport tarmoqlaridagi yuklamani orttiradi va signallarning tarqalish kechikishini ko‘paytiradi. Markaziy bulutli yondashuv va chekka bulutli (MEC) arxitekturalarning qiyosiy tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Markaziy bulut va chekka bulutli (MEC) multimedia arxitekturalarining qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich / Tarmoq mezoni	Markaziy bulutli model (Centralized Cloud)	Chekka bulutli + adaptiv oqim modeli (MEC + ABR)
Hisoblash va keshlash tugunlarining joylashuvi	Asosan yirik markaziy ma’lumot markazlarida	Kirish va agregatsiya tarmog‘i chegarasidagi tugunlarda
Umumiy transport kechikishi (Latency)	Nisbatan yuqori (oraliq marshrutizatorlar va masofaga bog‘liq)	Past (oqimning asosiy qismi mahalliy tugunda qayta ishlanadi)
Magistral kanal yuklamasi	Yuqori (barcha kiruvchi va chiquvchi oqimlar yadro orqali o‘tadi)	Past (magistral orqali faqat nazorat va umumiy resurslar o‘tadi)
Kanal o‘zgarishiga tezkor moslashuv	Cheklangan (server tomonida kechiktirilgan qayta aloqa)	Yuqori (oqim tezligi va tugun tanlovi real vaqtda moslashadi)
Resurslarni masshtablash qobiliyati	Markazlashgan va yuqori hisoblash sig‘imiga ega	Mahalliy tezkorlik va markaziy bulut zaxirasi uyg‘unligi

3. Xizmat sifatini ta’minlash mexanizmlari va amaliy arxitektura tahlili

Multimedia xizmatlarining bulutli muhitda yuqori ishonchlilik bilan ishlashini ta’minlash uchun tarmoqning turli qatlamlarida ishlovchi uchta asosiy texnologik mexanizmni yaxlit arxitektura doirasida birlashtirish talab etiladi.

3.1. Chekka bulutli hisoblash (Multi-access Edge Computing — MEC)

MEC konsepsiyasi bulutli hisoblash va ma’lumotlarni saqlash imkoniyatlarini tayanch stansiyalar, optik kirish tugunlari yoki hududiy agregatsiya markazlariga olib chiqishni nazarda tutadi. Ushbu yondashuvda ommabop video kontentni keshlash, jonli oqimlarni mijoz qurilmasi ekraniga moslab transkodlash hamda intellektual video tahlil jarayonlari bevosita kirish tarmog‘i chegarasida amalga oshiriladi. Natijada foydalanuvchi terminali va hisoblash resursi o‘rtasidagi fizik masofa hamda oraliq tranzit tugunlar soni qisqaradi, paketlarning aylanma yurish vaqti (RTT) minimal darajaga tushadi va magistral aloqa kanallarining yuklamasi sezilarli darajada yengillashadi.

3.2. Adaptiv oqim uzatish (ABR) va bufer boshqaruvi

Simsiz va ko‘p foydalanuvchili tarmoqlarda kanalning o‘tkazish qobiliyati tashqi shovqinlar va yuklama o‘zgarishi hisobiga doimiy tebranib turadi. Bunday sharoitda o‘zgarmas bit tezligida (CBR) multimedia uzatish bufer bo‘shab qolishiga (rebuffering)

olib keladi. Zamonaviy adaptiv uzatish algoritmlari (MPEG-DASH, HLS) mijoz tomonidagi bufer to‘lganlik darajasi va kanal o‘tkazuvchanligining joriy bahosiga tayangan holda video segmentlarining sifat profilini (aniqlik va bit tezligini) dinamik ravishda o‘zgartiradi. Biroq real vaqtli xizmatlarda bufer hajmini optimallashtirish alohida e’tibor talab qiladi: haddan tashqari katta bufer qisqa muddatli paket yo‘qolishlarini yashirsa-da, jonli translyatsiya va interaktiv muloqotlarda kechikishni kuchaytiradi.

3.3. Dasturiy boshqariluvchi tarmoqlar (SDN) asosida QoS tabaqalashtirish

Bitta jismoniy tarmoq infratuzilmasida kechikishga befarq fon trafigi (masalan, bulutli zaxiralash, dasturiy yangilanishlar) hamda kechikishga o‘ta sezgir multimedia oqimlari bir vaqtda uzatiladi. Dasturiy ta’minot bilan boshqariluvchi tarmoqlar (SDN) kontrolleri tarmoqning global topologiyasi va yuklama holatini markazlashgan holda kuzatib boradi. DiffServ (Differentiated Services) mexanizmlari va ustuvor navbat algoritmlari (WFQ, LLQ) yordamida multimedia paketlariga yuqori ustuvorlik beriladi, tirbandlik yuzaga kelgan uchastkalarda esa oqimlar avtomatik tarzda kam yuklangan zaxira marshrutlarga yo‘naltiriladi.

4. Natijalar va muhokama

O‘tkazilgan tizimli tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, bulutli xizmatlar va multimedia aloqa tarmoqlarini samarali uyg‘unlashtirish faqatgina server klasterlarining hisoblash quvvatini oshirish bilan hal bo‘lmaydi. Agar kirish va transport tarmog‘i darajasida kechikish hamda jitter nazorat qilinmasa, eng yuqori unumdorlikka ega bulutli infratuzilma ham foydalanuvchi tomonidan qabul qilinadigan yakuniy sifat ko‘rsatkichini (QoE) kafolatlay olmaydi.

Aksincha, bulutli platformalarning elastik masshtablanish imkoniyatlari (konteynerlashtirilgan mikroxizmatlar orkestratsiyasi) tarmoq chekkasidagi tezkor ishlov berish (MEC) hamda SDN/QoS asosidagi intellektual trafik boshqaruvi bilan birgalikda qo‘llanilganda quyidagi texnik samaradorlikka erishiladi: birinchidan, hisoblash tugunlarining abonentga yaqinlashuvi hisobiga tarmoq kechikishi va jitter ko‘rsatkichlari barqarorlashadi; ikkinchidan, aloqa kanali o‘tkazuvchanligi vaqtincha pasaygan holatlarda ham video oqim uzilib qolmasdan, silliq tarzda moslashuvchan sifat rejimiga

o‘tadi; uchinchidan, magistral kanallar va markaziy ma’lumot markazlari ortiqcha yuklamadan himoyalanadi.

Shu bilan birga, mazkur arxitekturani keng miqyosda joriy etishda bir qator muhandislik masalalari dolzarbligicha qolmoqda. Xususan, chekka tugunlarning hisoblash va xotira resurslari markaziy bulutga nisbatan cheklanganligi sababli yuklamani chekka va markaziy bulut o‘rtasida optimal taqsimlash (offloading) algoritmlarini takomillashtirish talab etiladi. Bundan tashqari, mobil abonentlarning tayanch stansiyalararo harakatlanishi (handover) jarayonida faol multimedia sessiyasini bir MEC tugunidan ikkinchisiga uzluksiz ko‘chirish (service migration) hamda barcha qatlamlarda axborot xavfsizligini ta’minlash keyingi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish hisoblanadi.

5. Xulosa

Bulutli texnologiyalar va multimedia aloqa tarmoqlari zamonaviy raqamli telekommunikatsiya infratuzilmasining o‘zaro uzviy bog‘liq ikki tayanch yo‘nalishidir. Multimedia oqimlarining vaqt va o‘tkazish qobiliyatiga qo‘yadigan qat’iy talablarini inobatga olgan holda, hisoblash resurslarini tarmoq chekkasiga yaqinlashtirish, adaptiv oqim uzatish protokollarini joriy etish va SDN/QoS mexanizmlari asosida trafikni ustuvor boshqarish xizmat sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Kelgusidagi ilmiy izlanishlarda dinamik o‘zgaruvchan tarmoq yuklamasi sharoitida chekka va markaziy bulut resurslarini avtomatik balanslash hamda real vaqtli multimedia oqimlari uchun sun’iy intellektga asoslangan bashoratli trafik boshqaruvi modellarini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shi W., Cao J., Zhang Q., Li Y., Xu L. Edge Computing: Vision and Challenges // IEEE Internet of Things Journal. – 2016. – Vol. 3, No. 5. – P. 637–646.

2. Taleb T., Samdanis K., Mada B., Flinck H., Dutta S., Sabella D. On Multi-Access Edge Computing: A Survey of the Emerging 5G Network Edge Cloud Architecture and Orchestration // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2017. – Vol. 19, No. 3. – P. 1657–1681.

3. Bentaleb A., Taani B., Begen A. C., Timmerer C., Zimmermann R. A Survey on Bitrate Adaptation Schemes for Streaming Media Over HTTP // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2019. – Vol. 21, No. 1. – P. 562–585.

4. Karakus M., Durresi A. Quality of Service (QoS) in Software Defined Networking (SDN): A Survey // Journal of Network and Computer Applications. – 2017. – Vol. 80. – P. 200–218.

5. ITU-T Recommendation G.1010. End-user multimedia QoS categories. – International Telecommunication Union, Geneva.

6. Dalibekov L. va boshq. Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarida multimedia xizmatlari va bulutli texnologiyalar integratsiyasi masalalari // Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy to‘plami. – Farg‘ona, 2025.