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

MULTI-CLOUD INFRATUZILMALARDA TARMOQ RESURSLARINI SINXRON BOSHQARISH TEXNOLOGIYALARI

Usmonov Abror Zulfixor o‘g‘li
UMFT universiteti Raqamli texnologiyalar fakulteti magistranti

Ilmiy rahbar: **Boymanov R.J.**
PhD. O‘z RHX M universiteti AKT va HA instituti
Axborotlarni kriptografik himoyalash va maxfiylik rejimi
kafedrasi dotsenti
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20552535

Annotatsiya: Mazkur maqolada multi-cloud infratuzilmalarda tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalarining nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Multi-cloud muhitlarining shakllanish sabablari, ularning afzalliklari hamda tarmoq resurslarini boshqarishda yuzaga keladigan muammolar yoritilgan. Shuningdek, dasturiy ta’minot orqali boshqariladigan tarmoqlar (SDN), tarmoq funksiyalarini virtualizatsiyalash (NFV), konteyner orkestratsiyasi, Service Mesh, trafik muhandisligi, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari va sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv texnologiyalarining imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Multi-cloud infratuzilmalarida xizmat sifati, axborot xavfsizligi, yuklama balanslash va resurslardan samarali foydalanishni ta’minlashning zamonaviy usullari tahlil etilgan.
Kalit so‘zlar: multi-cloud, infratuzilma, tarmoq, resurs, sinxronizatsiya, SDN, NFV, orkestratsiya, virtualizatsiya, monitoring, telemetriya, trafik, marshrutlash, avtomatlashtirish, xavfsizlik.

KIRISH

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining tez sur’atlarda rivojlanishi bulutli hisoblash tizimlarini zamonaviy raqamli infratuzilmalarning asosiy tarkibiy qismiga aylantirdi. Dastlab tashkilotlar bitta bulutli platformadan foydalanish orqali resurslarni boshqarishga intilgan bo‘lsa, hozirgi kunda xizmatlar murakkablashuvi va yuqori ishonchlilikka bo‘lgan talab sababli multi-cloud yondashuvi keng qo‘llanilmoqda. Ushbu yondashuv bir nechta bulut provayderlari resurslaridan birgalikda foydalanish orqali tizimning barqarorligi va moslashuvchanligini oshiradi.

Multi-cloud infratuzilmalarining rivojlanishi tarmoq resurslarini samarali boshqarish masalasini dolzarb qilib qo‘ymoqda. Turli platformalar o‘rtasidagi ma’lumot almashinuvi, geografik taqsimlangan resurslar va o‘zgaruvchan trafik oqimi tarmoq boshqaruvida murakkabliklarni yuzaga keltiradi. Shu sababli kechikishlarni kamaytirish, yuklamani muvozanatlashtirish va xizmat sifatini ta’minlash uchun zamonaviy boshqaruv texnologiyalarini joriy etish zarur bo‘ladi.

Bugungi kunda SDN, NFV, konteyner orkestratsiyasi va sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari multi-cloud muhitlarda tarmoq resurslarini samarali tashkil etishda muhim rol o‘ynamoqda. Ushbu texnologiyalar resurslardan oqilona foydalanish, tizim barqarorligini oshirish va xizmatlarning uzluksiz ishlashini ta’minlashga xizmat qiladi. Shu jihatdan multi-cloud infratuzilmalarda tarmoq resurslarini boshqarish zamonaviy IT sohasining dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Multi-cloud infratuzilmalari bir nechta bulutli xizmat ko‘rsatuvchi provayderlarning resurslarini yagona ekotizim sifatida boshqarishga asoslangan zamonaviy axborot texnologiyalari arxitekturasi hisoblanadi. Ushbu model tashkilotlarga ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash va uzatishda yuqori moslashuvchanlik hamda ishonchlilikni ta’minlaydi. Biroq turli provayderlarning tarmoq siyosatlari, marshrutlash mexanizmlari va xavfsizlik standartlari o‘rtasidagi farqlar tarmoq resurslarini

muvofiqlashtirilgan holda boshqarishni murakkablashtiradi. Shu sababli multi-cloud muhitlarida tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalari muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biri sifatida shakllanmoqda.

Tarmoq resurslarini sinxron boshqarishning asosiy maqsadi turli bulut platformalarida joylashgan xizmatlar o‘rtasida ma’lumotlar oqimini optimal tashkil etish, tarmoq yuklamasini muvozanatlashtirish va xizmatlarning uzluksiz ishlashini ta’minlashdan iboratdir. Zamonaviy korporativ tizimlarda ma’lumotlar markazlari dunyoning turli hududlarida joylashgan bo‘lib, ular o‘rtasidagi aloqa samaradorligi tarmoq boshqaruvining sifatiga bog‘liq hisoblanadi. Agar tarmoq resurslari sinxron boshqarilmasa, ma’lumotlar uzatishda kechikishlar yuzaga keladi, paketlarning yo‘qolishi ortadi va xizmatlar sifati pasayadi. Natijada foydalanuvchilar uchun xizmatlardan foydalanish samaradorligi kamayadi hamda biznes jarayonlarida uzilishlar paydo bo‘lishi mumkin.

Multi-cloud infratuzilmalarida tarmoq boshqaruvini tashkil etishda dasturiy ta’minot orqali boshqariladigan tarmoqlar (Software Defined Networking – SDN) muhim o‘rin egallaydi. SDN texnologiyasi tarmoq boshqaruv funksiyalarini ma’lumotlarni uzatish qatlamidan ajratish orqali markazlashtirilgan boshqaruvni amalga oshirish imkonini beradi. Natijada tarmoq administratorlari butun infratuzilmani yagona boshqaruv markazi orqali nazorat qilishi mumkin bo‘ladi. SDN kontrollerlari tarmoqning joriy holatini real vaqt rejimida kuzatib boradi, trafik oqimlarini tahlil qiladi va optimal marshrutlarni avtomatik ravishda tanlaydi. Bu esa turli bulut platformalari o‘rtasidagi tarmoq resurslarini samarali taqsimlashga xizmat qiladi. Ayniqsa katta hajmdagi ma’lumotlar almashinuvi amalga oshiriladigan muhitlarda SDN texnologiyasi tarmoq yuklamasini sezilarli darajada kamaytirishga yordam beradi.

Tarmoq resurslarini sinxron boshqarishda Network Function Virtualization (NFV) texnologiyasi ham muhim rol o‘ynaydi. NFV yordamida marshrutizatorlar, xavfsizlik devorlari, yuklama balanslagichlari va boshqa tarmoq funksiyalari maxsus apparat vositalaridan ajratilib, virtual muhitda ishlatiladi. Bu esa tarmoq infratuzilmasini yanada moslashuvchan va kengaytiriladigan holga keltiradi. Multi-cloud muhitlarida NFV texnologiyasi yordamida zarur tarmoq xizmatlari kerakli hududlarda tezkor ishga tushiriladi va resurslar dinamik ravishda qayta taqsimlanadi. Natijada xizmatlarning uzluksizligi ta’minlanadi hamda yangi foydalanuvchi yuklamalariga tez moslashish imkoniyati yaratiladi.

Konteynerlashtirish va konteyner orkestratsiyasi texnologiyalari ham multi-cloud tarmoqlarining samarali ishlashida muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy ilovalar ko‘pincha mikroxizmatlar arxitekturasi asosida ishlab chiqiladi va konteynerlarda joylashtiriladi. Bunday yondashuv xizmatlarni turli bulut platformalari o‘rtasida erkin ko‘chirish imkonini beradi. Konteyner orkestratsiyasi tizimlari ilovalar holatini kuzatib boradi, resurslardan foydalanishni nazorat qiladi va zarurat tug‘ilganda yangi instansiyalarni avtomatik yaratadi. Shu tariqa tarmoq yuklamalari muvozanatlashtiriladi va xizmatlarning ishlash samaradorligi oshiriladi. Bundan tashqari, konteyner asosidagi boshqaruv mexanizmlari tarmoq konfiguratsiyalarini standartlashtirishga yordam beradi, bu esa turli bulut platformalari o‘rtasida integratsiyani soddalashtiradi.

Multi-cloud muhitlarida tarmoq resurslarini sinxron boshqarishda avtomatlashtirish texnologiyalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. An’anaviy qo‘lda boshqaruv usullari katta hajmdagi tarmoq infratuzilmalarida yetarli samaradorlikni ta’minlay olmaydi. Shu sababli avtomatlashtirilgan boshqaruv platformalari tarmoq holatini monitoring qilish, nosozliklarni aniqlash va konfiguratsiyalarni yangilash jarayonlarini mustaqil ravishda amalga oshiradi. Avtomatlashtirish natijasida inson omili bilan bog‘liq xatolar kamayadi, xizmatlarni joriy etish va boshqarish xarajatlari qisqaradi hamda tizimning umumiy barqarorligi ortadi.

Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish texnologiyalarining rivojlanishi multi-cloud infratuzilmalarida tarmoq resurslarini boshqarishning yangi bosqichini boshlab berdi. Intellektual algoritmlar tarmoqdagi trafik hajmini prognoz qilish, yuklamalarning o‘zgarishini oldindan aniqlash va

optimal resurs taqsimotini ishlab chiqish imkonini beradi. Mashinaviy o‘qitish modellari tarixiy ma’lumotlarni tahlil qilish asosida tarmoqning kelajakdagi holatini bashorat qiladi va zarur choralarni avtomatik ravishda tavsiya etadi. Bunday yondashuv tarmoq samaradorligini oshirish bilan birga, xizmat ko‘rsatish sifatini yuqori darajada saqlash imkonini ham yaratadi. Ayniqsa millionlab foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatuvchi yirik platformalarda sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari muhim strategik ahamiyat kasb etadi.

Multi-cloud infratuzilmalarida axborot xavfsizligini ta’minlash ham tarmoq resurslarini sinxron boshqarishning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Turli bulut platformalari o‘rtasida ma’lumotlar almashinuvi amalga oshirilayotganda maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik tamoyillariga qat’iy rioya qilinishi zarur. Shu maqsadda shifrlash texnologiyalari, virtual xususiy tarmoqlar, ko‘p bosqichli autentifikatsiya tizimlari va xavfsizlik monitoringi vositalaridan foydalaniladi. Tarmoq xavfsizligi mexanizmlarining markazlashtirilgan boshqaruvi potensial tahdidlarni tezkor aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi. Natijada ma’lumotlarning noqonuniy kirishlardan himoyalanish darajasi oshadi hamda xizmatlarning uzluksiz ishlashi kafolatlanadi.

Bugungi kunda 5G, IoT, Edge Computing va Big Data texnologiyalarining jadal rivojlanishi multi-cloud tarmoqlariga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda. Ushbu texnologiyalar katta hajmdagi ma’lumotlar oqimini hosil qilgani sababli tarmoq resurslarini sinxron boshqarish yanada murakkab vazifaga aylanmoqda. Shuning uchun zamonaviy boshqaruv texnologiyalari tarmoqning barcha qatlamlarini yagona tizim sifatida ko‘rib chiqishga va resurslarni real vaqt rejimida moslashtirishga qaratilgan. Kelajakda kvant hisoblash texnologiyalari, autonom tarmoqlar va yanada rivojlangan sun’iy intellekt algoritmlarining joriy etilishi multi-cloud infratuzilmalarining samaradorligini yangi bosqichga olib chiqishi kutilmoqda. Natijada tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalari raqamli iqtisodiyotning muhim tayanchlaridan biriga aylanishi prognoz qilinmoqda.

Multi-cloud infratuzilmalarida tarmoq resurslarini sinxron boshqarishning muhim yo‘nalishlaridan biri xizmatlararo bog‘liqliklarni boshqarish hisoblanadi. Zamonaviy korporativ axborot tizimlari ko‘plab o‘zaro integratsiyalashgan servislar va ilovalardan tashkil topgan bo‘lib, ularning ayrimlari bir bulut platformasida, boshqalari esa boshqa provayder muhitida joylashgan bo‘lishi mumkin. Bunday sharoitda ilovalar o‘rtasidagi uzluksiz ma’lumot almashinuvi tarmoqning samarali ishlashiga bevosita bog‘liq bo‘ladi. Xizmatlararo aloqalarni boshqarish texnologiyalari ma’lumotlar oqimining optimal yo‘nalishini aniqlash, tarmoqdagi ortiqcha yuklamalarni kamaytirish va xizmatlararo kechikishlarni minimallashtirish vazifalarini bajaradi. Ayniqsa, real vaqt rejimida ishlovchi moliyaviy tizimlar, elektron tijorat platformalari va telekommunikatsiya xizmatlarida bu jarayon katta ahamiyatga ega.

Tarmoq resurslarini sinxron boshqarishda trafik muhandisligi (Traffic Engineering) texnologiyalaridan keng foydalaniladi. Trafik muhandisligi tarmoq bo‘ylab harakatlanayotgan ma’lumot paketlarining oqimini tahlil qilish va boshqarishga qaratilgan. Mazkur texnologiya yordamida tarmoqning ayrim segmentlarida yuzaga keladigan ortiqcha yuklama aniqlanadi va trafik alternativ marshrutlar orqali qayta yo‘naltiriladi. Natijada tarmoq resurslaridan foydalanish samaradorligi oshadi hamda uzatish kanallarining o‘tkazuvchanlik qobiliyati maksimal darajada ishlatiladi. Multi-cloud muhitlarida trafik muhandisligi nafaqat tarmoqning ichki segmentlarida, balki turli bulutli platformalar o‘rtasidagi aloqa kanallarida ham qo‘llanilib, ma’lumotlar uzatish sifatini yaxshilaydi.

Geografik jihatdan taqsimlangan ma’lumotlar markazlari bilan ishlash jarayonida tarmoq sinxronizatsiyasi alohida ahamiyat kasb etadi. Ko‘plab xalqaro kompaniyalar ma’lumotlarni bir nechta mintaqalarda joylashgan markazlarda saqlaydi. Bunda foydalanuvchiga eng yaqin joylashgan server orqali xizmat ko‘rsatish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalari foydalanuvchi so‘rovlarini avtomatik ravishda optimal markazga yo‘naltiradi. Shu bilan birga, ma’lumotlarning nusxalari turli hududlar o‘rtasida sinxronlashtirilib boriladi. Bu yondashuv

tizimning uzluksizligini ta’minlaydi, favqulodda holatlarda ma’lumotlar yo‘qolishining oldini oladi hamda xizmat ko‘rsatish tezligini oshiradi.

Tarmoq monitoringi va telemetriya tizimlari multi-cloud infratuzilmalarida boshqaruv samaradorligini oshirishning muhim vositalaridan hisoblanadi. Zamonaviy monitoring platformalari tarmoqdagi minglab qurilmalar va virtual komponentlardan ma’lumotlarni yig‘adi hamda ularni markazlashtirilgan tahlil tizimlariga uzatadi. Telemetriya texnologiyalari yordamida paketlar oqimi, kechikish darajasi, tarmoq yuklamasi, kanal holati va boshqa ko‘rsatkichlar real vaqt rejimida kuzatib boriladi. Olingan ma’lumotlar asosida tarmoq administratorlari yoki avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari tezkor qarorlar qabul qiladi. Bu esa muammolarni foydalanuvchilar sezmasidan oldin aniqlash va bartaraf etish imkonini yaratadi.

Multi-cloud tarmoqlarida xizmat sifati ko‘rsatkichlarini boshqarish ham dolzarb vazifalardan biridir. Xizmat sifati (Quality of Service – QoS) foydalanuvchilarga taqdim etilayotgan tarmoq xizmatlarining ishonchliligi, tezkorligi va barqarorligini ifodalaydi. Turli turdagi ma’lumotlar oqimlari bir xil darajadagi ustuvorlikka ega bo‘lmagani sababli ularga turlicha xizmat ko‘rsatish siyosatlari qo‘llaniladi. Masalan, videoaloqa va onlayn konferensiyalar uchun kechikishning minimal bo‘lishi talab etiladi, fayllarni yuklash jarayonlarida esa o‘tkazuvchanlik qobiliyati ustuvor hisoblanadi. Tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalari ushbu talablarni hisobga olgan holda resurslarni taqsimlaydi va xizmat sifati ko‘rsatkichlarining belgilangan darajada saqlanishini ta’minlaydi.

So‘nggi yillarda xizmatlar tarmog‘i (Service Mesh) konsepsiyasi ham multi-cloud infratuzilmalarida keng qo‘llanila boshladi. Ushbu yondashuv mikroxizmatlar o‘rtasidagi tarmoq aloqalarini boshqarishni soddalashtiradi va markazlashtiradi. Service Mesh platformalari xizmatlararo autentifikatsiya, trafik boshqaruvi, yuklama balanslash va monitoring kabi funksiyalarni avtomatik ravishda bajaradi. Natijada dasturchilar ilovalarning biznes mantiqiga e’tibor qaratishi, tarmoq boshqaruvi esa maxsus platformalar tomonidan amalga oshirilishi mumkin bo‘ladi. Bu esa murakkab multi-cloud ekotizimlarida boshqaruv samaradorligini sezilarli ravishda oshiradi.

Energiya samaradorligini ta’minlash masalasi ham multi-cloud tarmoq infratuzilmalarining rivojlanishida muhim o‘rin tutadi. Ma’lumotlar markazlarining soni ortib borishi bilan energiya iste’moli ham keskin ko‘paymoqda. Tarmoq resurslarini sinxron boshqarish algoritmlari serverlar va tarmoq qurilmalarining yuklanish darajasini hisobga olib, resurslarni optimal taqsimlash orqali energiya sarfini kamaytirishga yordam beradi. Kam yuklama davrlarida ayrim virtual resurslar birlashtiriladi yoki vaqtinchalik o‘chirib qo‘yiladi. Natijada infratuzilmaning ekspluatatsion xarajatlari kamayadi va ekologik barqarorlikka erishiladi. Shuningdek, multi-cloud infratuzilmalarida siyosatga asoslangan boshqaruv (Policy-Based Management) texnologiyalarining ahamiyati ortib bormoqda. Ushbu yondashuvda tarmoq resurslaridan foydalanish qoidalari oldindan belgilab qo‘yiladi va tizim barcha boshqaruv qarorlarini aynan shu siyosatlarga asoslangan holda qabul qiladi. Masalan, ma’lum turdagi ma’lumotlar faqat ma’lum hududdagi serverlarda saqlanishi yoki ayrim xizmatlarga yuqori ustuvorlik berilishi mumkin. Siyosatga asoslangan boshqaruv inson aralashuvini kamaytiradi, boshqaruvning yagona standart asosida amalga oshirilishini ta’minlaydi hamda murakkab infratuzilmalarni nazorat qilishni yengillashtiradi.

Raqamli iqtisodiyotning rivojlanishi, sun’iy intellekt tizimlari, katta ma’lumotlar tahlili va milliardlab IoT qurilmalarining tarmoqqa ulanishi natijasida multi-cloud infratuzilmalarining roli yanada ortib bormoqda. Shu sababli tarmoq resurslarini sinxron boshqarish texnologiyalari nafaqat mavjud tizimlarning samaradorligini oshirish, balki kelajak avlod raqamli xizmatlari uchun mustahkam texnologik poydevor yaratishda ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bunday texnologiyalar yordamida tarmoqlarning moslashuvchanligi, xavfsizligi, ishonchliligi va boshqaruv darajasi sezilarli ravishda yaxshilanadi, bu esa zamonaviy axborot makonining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, multi-cloud infratuzilmalarda tarmoq resurslarini sinxron boshqarish zamonaviy axborot tizimlarining samaradorligi va barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Turli bulut platformalari o‘rtasida resurslarni muvofiqlashtirilgan holda boshqarish xizmatlar uzluksizligi va tarmoq ishlash sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. SDN, NFV, konteyner orkestratsiyasi va avtomatlashtirilgan boshqaruv texnologiyalari ushbu jarayonni optimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Ular yordamida tarmoq yuklamasi muvozanatlashtiriladi, xizmat sifati oshadi va boshqaruv jarayonlari soddalashadi. Umuman olganda, multi-cloud muhitlarida resurslarni samarali boshqarish kelajakda raqamli infratuzilmalarning rivojlanishida asosiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qosimov S. S. Kompyuter tarmoqlari va telekommunikatsiya asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston, 2020. – 312 b.
2. Abduqodirov A. A. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 286 b.
3. Mamatov M. M. Bulutli texnologiyalar va ularning amaliy qo‘llanilishi. – Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti, 2022. – 248 b.
4. Yuldashev U. O., Ismoilov B. T. Zamonaviy kompyuter tarmoqlari. – Toshkent: Tafakkur, 2019. – 336 b.
5. Alimuhamedov R. R. Raqamli iqtisodiyotda bulutli hisoblash texnologiyalarining o‘rni // Axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya muammolari. – 2023. – №2. – B. 45–52.
6. Tanenbaum A. S., Wetherall D. J. Computer Networks. – Boston: Pearson Education, 2019. – 960 b.
7. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. – 8th ed. – New York: Pearson, 2021. – 864 b.
8. Stallings W. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT and Cloud. – Boston: Addison-Wesley, 2016. – 592 b.