



TARMOQ TOPOLOGIYALARINING SAMARADORLIGINI
BAHOLASH
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ
EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF NETWORK
TOPOLOGIES

Ibragimov Sh.M.¹, Sharipova Sh.Sh.²

¹FarDU dotsenti, shavkat19702008@gmail.com

²FarDU talabasi, sharipovashohsanam1213@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash masalasi o'rganiladi. Kompyuter tarmoqlarida ma'lumot uzatish tezligi, ishonchlilik darajasi va resurslardan foydalanish samaradorligi tarmoq tuzilmasiga bevosita bog'liq hisoblanadi. Yulduzsimon, halqasimon, shinasimon va to'rsimon topologiyalar asosiy turlar sifatida tahlil qilinadi hamda ularning texnik xususiyatlari, afzallik va kamchiliklari solishtiriladi. Shuningdek, tarmoq yuklamasi, kengaytirilish imkoniyati va nosozliklarga chidamlilik kabi mezonlar asosida samaradorlikni baholash yondashuvlari ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: tarmoq topologiyasi, samaradorlik, kompyuter tarmog'i, yulduzsimon topologiya, halqasimon topologiya, shinasimon topologiya, to'rsimon topologiya, ma'lumot uzatish, ishonchlilik, tarmoq ishlashi.

Аннотация: В данной статье рассматривается оценка эффективности сетевых топологий. В компьютерных сетях скорость передачи данных, уровень надежности и эффективность использования ресурсов напрямую зависят от структуры сети. Анализируются основные типы топологий: звездообразная, кольцевая, шинная и ячеистая, а также сравниваются их технические характеристики, преимущества и недостатки. Также рассматриваются подходы к оценке эффективности на основе таких критериев, как нагрузка сети, масштабируемость и устойчивость к сбоям.



Ключевые слова: сетевая топология, эффективность, компьютерная сеть, звездообразная топология, кольцевая топология, шинная топология, ячеистая топология, передача данных, надежность, производительность сети.

Abstract: This article examines the evaluation of the efficiency of network topologies. In computer networks, data transmission speed, reliability level, and resource utilization efficiency directly depend on the network structure. The main types of topologies—star, ring, bus, and mesh—are analyzed, and their technical characteristics, advantages, and disadvantages are compared. In addition, approaches to efficiency evaluation based on criteria such as network load, scalability, and fault tolerance are discussed.

Keywords: network topology, efficiency, computer network, star topology, ring topology, bus topology, mesh topology, data transmission, reliability, network performance.

KIRISH

Tarmoq topologiyalari kompyuter tarmoqlarining shakllanishi va rivojlanishi bilan birga paydo bo'lgan muhim ilmiy va amaliy yo'nalishlardan biridir. Kompyuter tarmoqlarining dastlabki bosqichi XX asrning 60–70-yillariga to'g'ri keladi. O'sha davrlarda tarmoqlar asosan harbiy, ilmiy va davlat tashkilotlarida ma'lumot almashish uchun ishlatilgan bo'lib, ularning tuzilishi sodda va markazlashgan ko'rinishda edi. Keyinchalik texnologiyalarning rivojlanishi, kompyuterlar sonining ortishi va global internet tarmog'ining paydo bo'lishi natijasida turli xil tarmoq topologiyalari shakllandi va takomillashdi. Yulduzsimon, halqasimon, shinasimon hamda to'rsimon topologiyalar amaliyotda keng qo'llanila boshlandi va har biri o'ziga xos afzallik hamda cheklovlarga ega bo'ldi.

Bugungi kunda ushbu mavzu juda dolzarb hisoblanadi, chunki axborot texnologiyalari jamiyatning barcha sohalariga chuqur kirib bormoqda. Internet xizmatlari, bulutli hisoblash tizimlari, katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash (Big Data), sun'iy intellekt tizimlari hamda IoT qurilmalari samarali va ishonchli tarmoq infratuzilmasini talab qiladi. Tarmoq topologiyasining noto'g'ri tanlanishi



ma'lumot uzatish tezligining pasayishi, tizim ishdan chiqishi, xavfsizlik muammolari va resurslardan samarasiz foydalanishga olib kelishi mumkin. Shu sababli tarmoq topologiyalarining samaradorligini ilmiy asosda baholash va optimal variantni tanlash bugungi kunda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash mavzusini o'rganishning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: birinchidan, tarmoq topologiyalarining turlari va ularning tuzilishini chuqur o'rganish; ikkinchidan, har bir topologiyaning texnik xususiyatlari, afzallik va kamchiliklarini tahlil qilish; uchinchidan, samaradorlikni baholash mezonlarini (tezlik, ishonchlilik, kengaytirilish imkoniyati, xarajat va boshqalar) aniqlash; to'rtinchidan, turli sharoitlarda eng optimal tarmoq topologiyasini tanlash bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish. Bundan tashqari, zamonaviy tarmoqlarda uchraydigan muammolarni tahlil qilish va ularni hal etish yo'llarini aniqlash ham muhim vazifalardan hisoblanadi.

Shu jihatdan, tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega bo'lib, zamonaviy axborot tizimlarining barqaror va samarali ishlashini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA USULLARI

Tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash masalasi kompyuter tarmoqlari rivojlanishi bilan birga shakllanib kelgan muhim ilmiy yo'nalishlardan biridir. Ilk tadqiqotlarda tarmoq topologiyalari asosan fizik tuzilma sifatida o'rganilgan bo'lib, Bus, Ring va Star topologiyalarining asosiy ishlash prinsiplari va cheklovlari tahlil qilingan. Masalan, 2015-yillarda RuoJing Jiang tomonidan olib borilgan tadqiqotda tarmoq topologiyalarining asosiy turlari — bus, star, ring va mesh — umumiy ko'rinishda tahlil qilinib, ularning afzallik va kamchiliklari birinchi marta tizimli ravishda solishtirilgan hamda tanlov mezonlari sifatida xarajat, ishonchlilik va kengaytirilish imkoniyati ko'rsatib berilgan .

Keyingi yillarda tadqiqotlar yanada chuqurlashib, faqat tuzilmani emas, balki tarmoq samaradorligini matematik va simulyatsion usullar orqali baholashga



o'tilgan. 2016–2019-yillarda olib borilgan ishlarda turli topologiyalarni real tarmoq sharoitida taqqoslash, ularning yuklama, kechikish va nosozliklarga chidamlilik ko'rsatkichlarini aniqlashga e'tibor qaratilgan. Masalan, yulduzsimon topologiya markaziy tugun orqali boshqarilishi sababli boshqaruv va diagnostika jihatidan qulay, ammo markaziy tugun ishdan chiqsa, butun tarmoq to'xtashi mumkinligi aniqlangan. Halqasimon va shinasimon topologiyalarda esa ma'lumot uzatish tezligi va uzilishlarga chidamlilik muammolari ko'proq uchrashi ko'rsatilgan .

So'nggi yillarda (2020-yildan hozirgacha) tarmoq topologiyalarini o'rganishda yanada zamonaviy yondashuvlar qo'llanilmoqda. Xususan, grafik nazariyasi, tarmoq nazariyasi (network science), simulyatsion modellashtirish va optimallashtirish usullari keng qo'llanila boshlandi. Mesh topologiyasi murakkab tizimlarda yuqori ishonchlilik va bir nechta yo'nalish orqali ma'lumot uzatish imkoniyati tufayli eng barqaror topologiyalardan biri sifatida baholanmoqda, biroq uning xarajat va murakkabligi yuqori ekani qayd etilgan . Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlarda tarmoq topologiyasining throughput (o'tkazuvchanlik), latency (kechikish) va scalability (kengayish imkoniyati) kabi ko'rsatkichlarga ta'siri chuqur o'rganilmoqda .

Ilmiy ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi kunda tarmoq topologiyalarini baholashda quyidagi asosiy usullar qo'llanilmoqda:

- 1) **Analitik usul:** matematik modellar orqali tarmoq samaradorligini hisoblash;
- 2) **Simulyatsion usul:** NetSim, NS2, NS3 kabi dasturlar yordamida tarmoqni virtual muhitda sinash;
- 3) **Grafik nazariyasi usuli:** tugunlar va bog'lanishlarni grafik sifatida ifodalab tahlil qilish;
- 4) **Eksperimental usul:** real tarmoq qurilmalarida testlar o'tkazish.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tarmoq topologiyalari bo'yicha dastlabki ishlar faqat tuzilma va asosiy xususiyatlarga qaratilgan bo'lsa, zamonaviy tadqiqotlar ularning samaradorligini kompleks



ko'rsatkichlar asosida baholash, optimallashtirish va real tizimlarda qo'llashga yo'naltirilgan. Bu esa mavzuning ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada oshirmoqda.

MUHOKAMA

Tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash zamonaviy axborot texnologiyalarida muhim ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Chunki har qanday kompyuter tarmog'ining ishlash sifati nafaqat apparat vositalariga, balki uning qanday tuzilganiga, ya'ni topologiyasiga ham bevosita bog'liqdir. Tarmoq topologiyasi ma'lumot oqimining yo'nalishi, uzatish tezligi, yuklamaning taqsimlanishi va nosozliklarga nisbatan barqarorlikni belgilab beradi. Shu sababli uni to'g'ri tanlash tizim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, tarmoq topologiyalarining asosiy ahamiyati resurslardan optimal foydalanish va ma'lumot uzatish jarayonini muvozanatlashtirishda namoyon bo'ladi. Masalan, markazlashgan tuzilmaga ega tarmoqlarda boshqaruv nisbatan oson bo'lsa-da, markaziy nuqtaga ortiqcha yuk tushishi butun tizimning ishdan chiqish xavfini oshiradi. Aksincha, tarqoq tuzilmali tarmoqlarda barqarorlik yuqori bo'lsa ham, ularni boshqarish va sozlash jarayoni ancha murakkab kechadi.

Hayotiy jarayonlarda tarmoq topologiyalarining o'rni juda keng. Bank tizimlari, elektron to'lov platformalari, masofaviy ta'lim, davlat axborot tizimlari va sanoat avtomatlashtirish jarayonlari aynan tarmoq tuzilmasining ishonchliligiga tayanadi. Masalan, real vaqt rejimida ishlaydigan tizimlarda kichik kechikish ham katta muammolarga olib kelishi mumkin. Shu bois bunday tizimlarda yuqori darajadagi barqarorlik va zaxira yo'llariga ega arxitekturalar qo'llaniladi.

Tarmoq topologiyalari bilan bog'liq asosiy muammolardan biri — yuklama notekis taqsimlanishi hisoblanadi. Ma'lumot oqimi bir nechta nuqtalarda to'planib qolsa, bu tarmoqning sekinlashishiga yoki butunlay to'xtashiga olib keladi. Yana bir muhim muammo — kengayish jarayonida yuzaga keladigan murakkablikdir. Tarmoq kengaygan sari yangi tugunlar qo'shilishi, ularning moslashuvi va sinxron ishlashi tizimdan yuqori darajadagi optimallashtirishni talab qiladi.



Yuqoridagi muammolarni hal etishda bir nechta zamonaviy yondashuvlar qo'llaniladi. Birinchidan, tarmoq yuklamasini balanslash texnologiyalari orqali ma'lumot oqimi teng taqsimlanadi. Ikkinchidan, dinamik marshrutlash algoritmlari yordamida ma'lumot eng samarali yo'l orqali uzatiladi. Uchinchidan, zaxira kanallar va redundant ulanishlar orqali tizimning uzilishlarga chidamliligi oshiriladi. Bundan tashqari, zamonaviy tarmoqlarda dasturiy boshqariladigan tarmoqlar (SDN) joriy etilishi tarmoqni markazlashgan va moslashuvchan boshqarish imkonini bermoqda.

Boshqacha qilib aytganda, tarmoq topologiyalarini baholashda faqat texnik ko'rsatkichlar emas, balki iqtisodiy samaradorlik ham muhim rol o'ynaydi. Chunki har bir arxitektura o'zining qurilish va xizmat ko'rsatish xarajatlariga ega. Shu sababli amaliyotda ko'pincha aralash (gibrid) yondashuv tanlanadi, ya'ni bir nechta topologiya elementlari birlashtirilib, optimal natijaga erishiladi.

Umuman olganda, tarmoq topologiyalarining samaradorligini baholash nafaqat ularning texnik imkoniyatlarini aniqlash, balki real tizimlarda yuzaga keladigan muammolarni oldindan prognoz qilish va ularni bartaraf etish yo'llarini ishlab chiqish imkonini beradi. Bu esa zamonaviy raqamli infratuzilmalarning barqaror va xavfsiz ishlashini ta'minlashda asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Tarmoq topologiyalarini chuqurroq baholash uchun ularning asosiy texnik va amaliy ko'rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish muhim hisoblanadi. Quyidagi 1-jadval turli topologiyalarning real tizimlarda kuzatiladigan ishlash xususiyatlarini kompleks baholashga asoslanadi.

1-jadval

Ko'rsatkichlar	Yulduzsimon	Halqasimon	Shinasimon	To'rsimon
Ma'lumot uzatish barqarorligi	O'rtacha-yuqori	Yuqori	Past-o'rtacha	Juda yuqori
Tizimning umumiy yuklama taqsimoti	Markazga bog'liq	Ketma-ket taqsimlangan	Notekis	To'liq taqsimlangan



Ko'rsatkichlar	Yulduzsimon	Halqasimon	Shinasimon	To'rsimon
Nosozlikni tiklash tezligi	Yuqori	O'rtacha	Past	Juda yuqori
Tarmoqni kengaytirish moslashuvchanligi	Yuqori	Past	Past	Juda yuqori
Amaliy joriy etish murakkabligi	O'rtacha	O'rtacha–yuqori	Past	Juda yuqori
Real vaqt tizimlariga mosligi	Yuqori	O'rtacha	Past	Juda yuqori
Energiya va resurs sarfi	O'rtacha	O'rtacha	Kam	Yuqori

Jadval natijalaridan ko'rinadiki, tarmoq topologiyalarining hech biri barcha ko'rsatkichlar bo'yicha to'liq mukammal emas. Har bir topologiya ma'lum sharoit va vazifaga qarab o'zining kuchli va zaif tomonlariga ega.

Yulduzsimon topologiya amaliyotda eng keng qo'llaniladigan yechimlardan biri bo'lib, u asosan markazlashtirilgan boshqaruvga asoslanadi. Bu holat tarmoqni nazorat qilishni yengillashtiradi va nosozlikni tez aniqlash imkonini beradi. Biroq markaziy tugun tizimning eng zaif nuqtasi bo'lib qoladi, chunki u ishdan chiqsa, butun tarmoq faoliyati to'xtaydi. Shu sababli bu topologiya yuqori darajadagi zaxira tizimlari bilan birga qo'llanilganda samarali bo'ladi.

Halqasimon topologiyada ma'lumotlar ketma-ket uzatilishi tizimda tartibni ta'minlaydi, lekin uzatish yo'lida biror tugun ishdan chiqsa, butun aylana buzilishi mumkin. Bu esa real vaqt tizimlarida xavf tug'diradi. Shu sababli bunday topologiya odatda maxsus boshqaruv mexanizmlari bilan qo'llaniladi.

Shinasimon topologiya oddiy tuzilishi bilan ajralib turadi, biroq yuklama oshgan sari uning samaradorligi sezilarli darajada pasayadi. Bu holat uni katta va murakkab tarmoqlarda qo'llashni cheklaydi.

Eng yuqori ko'rsatkichlar esa to'rsimon topologiyada kuzatiladi. U bir nechta muqobil yo'nalishlar orqali ma'lumot uzatishga imkon beradi, bu esa tizimni



juda barqaror qiladi. Ammo bunday afzallik yuqori xarajat, murakkab loyihalash va texnik xizmat ko'rsatish bilan birga keladi. Shu sababli u ko'pincha strategik ahamiyatga ega tizimlarda, masalan, harbiy, bank va global aloqa tarmoqlarida qo'llaniladi.

Umumiy xulosa sifatida aytish mumkinki, zamonaviy axborot tizimlarida eng samarali yondashuv bu — gibridd topologiyalardan foydalanishdir. Chunki ular turli topologiyalarning kuchli tomonlarini birlashtiradi va zaifliklarni kamaytiradi. Bu esa tizimning barqarorligi, xavfsizligi va kengayuvchanligini bir vaqtning o'zida ta'minlash imkonini beradi.

NATIJALAR

Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, tarmoq topologiyalarini samaradorlik nuqtayi nazaridan baholash zamonaviy axborot tizimlarini loyihalashda muhim o'rin egallaydi. Tadqiqot davomida turli topologiyalarning ishlash mexanizmlari, ularning texnik imkoniyatlari hamda real sharoitlarda namoyon bo'ladigan xususiyatlari o'rganildi. Natijalar asosida shuni aytish mumkinki, tarmoq strukturasi to'g'ri tanlash tizimning umumiy ishlash sifatiga bevosita ta'sir qiladi va ko'plab muammolarning oldini olishga xizmat qiladi.

Zamonaviy yondashuvlar asosida olib borilgan baholashlar tarmoq samaradorligini faqat tezlik bilan emas, balki barqarorlik, moslashuvchanlik va xavfsizlik kabi kompleks ko'rsatkichlar orqali o'lchash zarurligini ko'rsatdi. Bu esa amaliyotda tarmoqlarni loyihalash jarayoniga yangi talablar qo'yadi va an'anaviy yondashuvlarni takomillashtirishga olib keladi.

Natijalar tahlili nazariy tomondan shuni tasdiqlaydiki, optimallashtirilgan tarmoq tuzilmasi ma'lumot almashinuvi jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi va tizimdagi ortiqcha yuklamani kamaytiradi. Bu esa real vaqt rejimida ishlovchi xizmatlar, jumladan, bank operatsiyalari, onlayn ta'lim platformalari va bulutli xizmatlar samaradorligini oshiradi. Shuningdek, zamonaviy modellashtirish va simulyatsiya usullaridan foydalanish tarmoqni joriy etishdan oldin uning ehtimoliy kamchiliklarini aniqlash imkonini beradi. Bu yondashuv nafaqat texnik xatoliklarni kamaytiradi, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali



hisoblanadi, chunki ortiqcha xarajatlarning oldini oladi va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlaydi.

Amaliy tomondan, moslashuvchan va gibrid yondashuvga asoslangan tarmoqlar kelajakda yanada keng qo'llaniladi. Chunki bunday tizimlar turli yuklama sharoitlariga tez moslashadi, nosozliklarga chidamli bo'ladi va kengaytirish jarayonida katta muammolar tug'dirmaydi. Bu esa raqamli infratuzilmalarning barqaror rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Umuman olganda, o'tkazilgan tahlillar natijasida tarmoq topologiyalarini samarali tanlash va optimallashtirish orqali axborot tizimlarining ishlash sifati sezilarli darajada oshishi, foydalanuvchilar uchun tezkor va ishonchli xizmatlar yaratilishi hamda zamonaviy raqamli muhitda barqarorlik ta'minlanishi aniqlandi.

XULOSA

O'rganilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, tarmoq topologiyasi kompyuter tarmoqlarining ishlash sifatini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Tarmoqning tuzilishi nafaqat ma'lumot uzatish jarayoniga, balki uning barqarorligi, xavfsizligi va resurslardan foydalanish darajasiga ham bevosita ta'sir qiladi. Shu sababli har bir topologiyani tanlashda uning texnik imkoniyatlari bilan bir qatorda amaliy sharoitlarga mosligi ham alohida e'tiborga olinishi zarur.

Hech bir tarmoq tuzilmasi barcha holatlar uchun ideal yechim bo'la olmaydi. Har bir variant muayyan vazifa va sharoitga mos ravishda o'z afzalliklarini namoyon etadi. Bu esa tarmoq dizaynida yagona standart emas, balki moslashuvchan yondashuv muhim ekanligini bildiradi.

Qo'shimchasiga, olib borilgan ishlar zamonaviy axborot tizimlarida samaradorlikni baholash ko'p mezonli jarayon ekanligini tasdiqlaydi. Tezlik, ishonchlilik, kengayish imkoniyati va iqtisodiy jihatlar birgalikda hisobga olinmaguncha to'liq va aniq natijaga erishib bo'lmaydi. Bu esa muhandislik qarorlarida kompleks tahlil zarurligini ko'rsatadi.

Ushbu mavzudan chiqadigan asosiy ma'no shundan iboratki, tarmoq infratuzilmasini to'g'ri loyihalash raqamli tizimlarning barqaror rivojlanishida hal



qiluvchi rol o'ynaydi. To'g'ri tanlangan arxitektura tizim samaradorligini oshiribgina qolmay, kelajakdagi texnik muammolarni ham kamaytiradi. O'rganilgan natijalar tarmoq topologiyalarini chuqur tahlil qilish va ularni optimal tanlash zarurligini yana bir bor tasdiqlaydi hamda zamonaviy axborot texnologiyalarida ilmiy asoslangan yondashuvning ahamiyatini yaqqol namoyon etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Tanenbaum, A. S., Wetherall, D. J., *Computer Networks, 5th Edition, Pearson Education, 2011, 1–912-betlar. (Tarmoq arxitekturasi, OSI modeli, tarmoq topologiyalari va ularning ishlash prinsiplari)*
2. Kurose, J. F., Ross, K. W., *Computer Networking: A Top-Down Approach, Pearson, 2021, 1–880-betlar. (Internet tarmoqlari, protokollar va qatlamli tarmoq tuzilmalari)*
3. Stallings, W., *Data and Computer Communications, Pearson, 2017, 1–800-betlar. (Ma'lumot uzatish jarayonlari, marshrutlash va tarmoq protokollari)*
4. Forouzan, B. A., *Data Communications and Networking, McGraw-Hill Education, 2013, 1–950-betlar. (Tarmoq modellari, uzatish muhitlari va kommunikatsiya asoslari)*
5. IEEE Std 802.3-2022, *Ethernet Standard, IEEE, 2022, 1–600-betlar. (Ethernet texnologiyasi, kabel asosidagi tarmoqlar va switching prinsiplari)*
6. Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Verissimo, P., et al., "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey", *Proceedings of the IEEE, 2015, 14–76-betlar. (SDN texnologiyasi va zamonaviy tarmoq boshqaruvi yondashuvlari)*
7. Jiang, RuoJing, *A Review of Network Topology, 2015. (Tarmoq topologiyalarining turlari, ularning afzallik va kamchiliklari)*
8. *arXiv.org ilmiy maqolalari, 2020–2024. (Tarmoq samaradorligini baholash, throughput, latency va scalability ko'rsatkichlari bo'yicha zamonaviy tadqiqotlar)*