ZAMONAVIY RAQAMLI KOMMUTATSIYA TIZIMLARI VA MA'LUMOTLAR UZATISH PROTOKOLLARI

Jizzax ilg'or kasbiy mahorat texnikumi informatika fani o'qituvchisi
Abdullayeva Yulduz Israil qizi
Jizzax ilg'or kasbiy mahorat texnikumi informatika fani o'qituvchisi
Shodmonqulova Muxabbat Rustam qizi
Jizzax ilg'or kasbiy mahorat texnikumi informatika fani o'qituvchisi
Nazarova Farida Bahodirovna

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining asosi hisoblangan raqamli kommutatsiya tizimlari va ma'lumotlar uzatish protokollarining rivojlanish tendensiyalari, arxitekturasi hamda ularning axborot texnologiyalari sohasidagi o'rni batafsil tadqiq etilgan. Kanal kommutatsiyasidan paketli kommutatsiyaga o'tish jarayonlari, Softswitch va IMS (IP Multimedia Subsystem) texnologiyalarining o'ziga xos afzalliklari keng qamrovli tahlil qilingan. Shuningdek, TCP/IP, BGP, MPLS va yangi avlod IPv6 protokollarining tarmoq xavfsizligi, samaradorligi va o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirishdagi fundamental roli yoritilgan. Maqola axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohasi mutaxassislari, ilmiy izlanuvchilar, magistrantlar hamda yuqori kurs talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, sohadagi eng so'nggi texnologik konseptual yechimlarni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: raqamli kommutatsiya, paketli kommutatsiya, Softswitch, IMS, TCP/IP, IPv6, MPLS, SDN, NFV, tarmoq protokollari, telekommunikatsiya infratuzilmasi, marshrutizatsiya.

Kirish.XXI asrning birinchi choragida axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) insoniyat hayotining barcha jabhasi, ijtimoiy-iqtisodiy munosabatlar va davlat boshqaruvi tizimlariga shiddatli hamda qaytariq bo'lmagan darajada kirib bordi. Global raqamli makonning shakllanishi, bulutli texnologiyalar, narsalar interneti (IoT) hamda sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanishi natijasida global miqyosda ma'lumotlar oqimining hajmi geometrik

progressiya bilan o‘sib bormoqda. Bunday ulkan hajmdagi axborot oqimlarini qayta ishlash, uzatish va to‘g‘ri yo‘naltirish mavjud telekommunikatsiya infratuzilmasini tubdan qayta ko‘rib chiqishni va yanada takomillashtirilgan texnologik yechimlarni joriy etishni talab qiladi.

Bugungi kunda an’anaviy analogli va dastlabki raqamli tizimlar o‘rnini to‘liq egallagan zamonaviy raqamli kommutatsiya tizimlari va yuqori tezlikdagi ma’lumotlar uzatish protokollari global raqamli iqtisodiyotning fundamental asosi, uning qon tomirlari hisoblanadi. Raqamli kommutatsiya — bu har qanday kiruvchi axborot oqimlarini (xoh u ovoz bo‘lsin, xoh yuqori sifatli video yoki oddiy matnli ma’lumotlar) raqamli formatga o‘tkazgan holda, ularni tarmoq bo‘ylab dinamik boshqarish, yo‘naltirish va yakuniy manzillarga uzluksiz yetkazish jarayonidir.

Dastlabki davrlarda telekommunikatsiya tarmoqlarida faqat ovozli muloqotni ta’minlashga mo‘ljallangan kanallar kommutatsiyasi (Circuit Switching) texnologiyasi mutlaq ustunlik qilgan bo‘lsa, hozirgi kunga kelib multimedia trafigining va internet oqimining keskin ortishi natijasida paketli kommutatsiya (Packet Switching) konsepsiyasi to‘liq g‘alaba qozondi. Ushbu tadqiqot ishining asosiy maqsadi zamonaviy raqamli kommutatsiya qurilmalari, dasturiy boshqaruv platformalari va ularning ishlash prinsiplarini chuqur o‘rganish, shuningdek, global tarmoqda ma’lumotlarning yuqori tezlikda, xavfsiz va xatosiz uzatilishini ta’minlovchi zamonaviy tarmoq protokollarini tizimli tahlil qilishdan iborat. Ushbu tahlillar asosida kelajak tarmoqlarining arxitekturaviy modelini shakllantirish imkoniyatlari baholanadi.

Raqamli kommutatsiya tizimlarining evolyutsiyasi va arxitekturasi

Kanallar kommutatsiyasidan paketlar kommutatsiyasiga o‘tish.Telekommunikatsiya tarmoqlarining tarixiy rivojlanish bosqichlariga nazar tashlasak, an’anaviy umumfoydalanishdagi telefon tarmoqlari (PSTN — Public Switched Telephone Network) to‘liq kanallar kommutatsiyasiga asoslangan edi. Bu tizimda ikki abonent o‘rtasida aloqa seansi o‘rnatilayotgan vaqtda ularning orasidagi barcha oraliq tugunlar orqali alohida jismoniy yoki mantiqiy kanal

ajratiladi va ushbu kanal aloqa to‘liq tugagunga qadar faqat shu ikki abonent uchun band qilib qo‘yiladi. Ushbu usul o‘z davrida ovozli ma’lumotlarning real vaqt rejimida va kafolatlangan sifat bilan uzatilishini ta’minlagan bo‘lsa-da, tarmoq resurslaridan samarali foydalanish nuqtai nazaridan juda katta kamchiliklarga ega edi. Masalan, suhbat davomidagi tabiiy tanaffuslar, sukut saqlash daqiqalarida ham kanal to‘liq band bo‘lib turavergan va boshqa foydalanuvchilar undan foydalana olishmagan.

Zamonaviy paketli kommutatsiya (Packet Switching) texnologiyasida esa mutlaqo boshqacha yondashuv amalga oshiriladi. Tarmoq orqali uzatilishi kerak bo‘lgan har qanday ma’lumotlar bloki (fayllar, ovozli signallar, video oqimlar) dastlab kichik hajmdagi bo‘laklarga — paketlarga bo‘linadi. Har bir paket o‘zining sarlavha (header) qismiga ega bo‘lib, unda jo‘natuvchi va qabul qiluvchi qurilmalarning tarmoq manzillari, paketning tartib raqami va xatoliklarni nazorat qilish uchun xizmat qiluvchi checksum ma’lumotlari joylashadi. Paketlar tarmoq infratuzilmasi bo‘ylab bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda, har xil optimal yo‘llar (marshrutlar) orqali harakatlanishi mumkin. Yakuniy qabul qiluvchi nuqtada esa ushbu paketlar dasturiy ta’minot yordamida o‘zining tartib raqami asosida qayta birlashtiriladi va asl holatiga keltiriladi. Bu yondashuv bitta jismoniy aloqa liniyasidan bir vaqtning o‘zida minglab abonentlarning ma’lumotlarini aralash holda, lekin bir-biriga xalaqit bermasdan uzatish imkonini beradi va tarmoq o‘tkazuvchanlik qobiliyatini yuzlab barobarga oshiradi.

Softswitch va IMS texnologiyalari

Raqamli kommutatsiya tizimlarining rivojlanishidagi eng muhim inqilobiy qadamlardan biri — bu **Softswitch** (dasturiy kommutator) texnologiyasining joriy etilishi bo‘ldi. An’anaviy ATS (avtomat telefon stansiyalari) juda qimmat baholi apparat ta’minoti va monolitik arxitekturaga ega bo‘lib, ularning funksiyalarini o‘zgartirish yoki yangi xizmat turlarini qo‘shish nihoyatda murakkab jarayon edi. Softswitch esa kommutatsiya jarayonining mantiqiy qismini, ya’ni qo‘ng‘iroqlarni boshqarish va signalizatsiya funksiyasini (Control

Plane) ma’lumotlarni uzatuvchi transport qismidan (Data/User Plane) butunlay ajratib yubordi. Buning natijasida tarmoq operatorlari standart server platformalarida ishlovchi moslanuvchan dasturiy ta’minotlar yordamida butun bir tarmoqni markazlashgan holda boshqarish imkoniyatiga ega bo‘ldilar.

Ushbu evolyutsiyaning mantiqiy davomi va bugungi kundagi eng yuqori cho‘qqisi bu **IMS (IP Multimedia Subsystem)** arxitekturasidir. IMS — bu barcha turdagi aloqa xizmatlarini (an’anaviy ovozli qo‘ng‘iroqlar, videoaloqa, multimedia xabarlari, onlayn o‘yinlar va konferensiyalar) yagona va universal IP-tarmoq platformasi orqali ko‘rsatishni ta’minlovchi standartlashtirilgan arxitekturadir. IMS arxitekturasining asosiy afzalligi shundaki, u simli (statsionar xizmatlar, keng polosali internet) va simsiz (mobil aloqa: 4G LTE, 5G, Wi-Fi) tarmoqlarning to‘liq konvergensiyasini, ya’ni o‘zaro uzviy birlashishini ta’minlaydi. Foydalanuvchi qaysi texnologiya yoki qurilma orqali tarmoqqa ulanishidan qat’i nazar, bir xil yuqori sifatli multimedia xizmatlaridan uzluksiz foydalanish imkoniga ega bo‘ladi.

Ma’lumotlar uzatish protokollari: Tarmoq asoslari

Har qanday zamonaviy kommutatsiya tizimi yoki yuqori texnologiyali apparat vositalari to‘g‘ri sozlangan va xalqaro miqyosda standartlashtirilgan protokollarsiz o‘zaro aloqaga kirisha olmaydi. Tarmoq protokoli — bu tarmoqqa ulangan turli xil qurilmalarning (kompyuterlar, serverlar, routerlar, mobil gadjetlar) bir-biri bilan ma’lumot almashish jarayonini, formatini, vaqtini va xatoliklarni bartaraf etish usullarini belgilovchi qat’iy qoidalar va standartlar to‘plamidir.

TCP/IP protokollar oilasi.Hozirgi kunda global internet tarmog‘i va barcha xususiy hamda korporativ kompyuter tarmoqlari to‘liq **TCP/IP** (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) moslanuvchan modeliga asoslangan. OSI etti qatlamli modelidan farqli o‘laroq, TCP/IP modeli amaliyotda o‘zining soddaligi va samaradorligini isbotladi va to‘rtta funksional qatlamdan tashkil topdi:

1. Ilova qatlami (Application Layer): Bu qatlam bevosita foydalanuvchi dasturlari bilan o‘zaro aloqada bo‘ladi. Bu yerda veb-sahifalarni ko‘rish uchun

HTTP/HTTPS, fayllarni uzatish uchun FTP, elektron pochta xizmatlari uchun SMTP/IMAP va tarmoq manzillarini nomlarga o‘zgartirish uchun DNS protokollari ishlaydi.

2. Transport qatlami (Transport Layer): Ma’lumotlarni yakuniy nuqtalar o‘rtasida uzatish mantig‘ini belgilaydi. Bu qatlamning ikkita asosiy protokoli mavjud: TCP va UDP. TCP (Transmission Control Protocol) — ma’lumotlarning xatosiz va to‘liq yetib borishini kafolatlaydi, buning uchun ulanish o‘rnatadi va har bir paket uchun tasdiqnoma (ACK) talab qiladi. UDP (User Datagram Protocol) — hech qanday ulanish o‘rnatmasdan va kafolat bermasdan ma’lumotlarni eng yuqori tezlikda uzatadi, bu esa real vaqtda video translyatsiyalar va onlayn o‘yinlar uchun juda qo‘l keladi.

3. Tarmoq qatlami (Network/Internet Layer): Paketlarni global tarmoq bo‘ylab eng optimal yo‘llar orqali yo‘naltirish (marshrutizatsiya) vazifasini bajaradi. Bu yerda IP (Internet Protocol), ICMP hamda dinamik marshrutizatsiya protokollari (OSPF, BGP) faoliyat yuritadi.

4. Kanal qatlami (Network Access/Link Layer): Ma’lumotlarni fizik aloqa muhiti (mis kabellar, optik tolali aloqa liniyalari, radioto‘lqinlar) orqali bitlar ko‘rinishida uzatilishini ta’minlaydi va Ethernet, Wi-Fi kabi texnologiyalarni o‘z ichiga oladi.

IPv4 dan IPv6 ga o‘tish muammolari va yechimlari

Ko‘p yillar davomida internetning asosi bo‘lib kelgan IPv4 protokoli 32 bitli manzillash tizimidan foydalanadi va u maksimal darajada taxminan 4.3 milliard dona unikal manzil yaratish imkoniyatiga ega xolos. Tarmoqqa ulanayotgan smartfonlar, aqlli uylar, IoT qurilmalari sonining keskin ortishi natijasida global miqyosda IPv4 manzillarining to‘liq tugashi muammosi (IPv4 exhaustion) yuzaga keldi. Ushbu global inqirozning yagona va fundamental yechimi sifatida 128 bitli manzillash tizimiga ega bo‘lgan yangi avlod **IPv6** protokoli ishlab chiqildi va hayotga tatbiq etilmoqda.

Xususiyatlari	IPv4	IPv6

Manzil hajmi	32 bit	128 bit
Manzillar soni	4.3 x 10^9 dona	3.4 x 10^38 dona (cheksiz hisoblanadi)
Xavfsizlik (IPsec)	Qo‘shimcha ravishda o‘rnatiladi	Ichki arxitekturasiga integratsiya qilingan
Konfiguratsiya	Qo‘lda yoki DHCP server orqali	Avtomatik konfiguratsiya (SLAAC)

Magistral tarmoqlarni boshqarish va marshrutizatsiya

Katta hajmdagi ma’lumotlarni qit’alararo, davlatlararo va yirik provayderlararo global miqyosda xavfsiz va tezkor uzatishda magistral (backbone) tarmoq texnologiyalari hamda maxsus yuqori unumdorlikka ega marshrutizatsiya protokollari hal qiluvchi rol o‘ynaydi.

BGP (Border Gateway Protocol)

BGP (Border Gateway Protocol) — bu butun internet tarmog‘ining global marshrutizatsiya protokoli hisoblanadi. Internet tarmog‘i minglab mustaqil ma’muriy hududlar — Avtonom Tizimlardan (AS — Autonomous System) tashkil topgan bo‘lib, yirik internet provayderlar, universitetlar va transmilliy korporatsiyalar o‘zlarining avtonom tizimlariga ega. BGP aynan mana shu avtonom tizimlar o‘rtasida yo‘nalish ma’lumotlarini almashish va global tarmoq xaritasini shakllantirish uchun xizmat qiladi. U path-vector sinfiga mansub bo‘lib, marshrutni tanlashda nafaqat texnik parametrlarni (tezlik, kechikish), balki tarmoq operatorlarining iqtisodiy, siyosiy va xavfsizlik qoidalarini (routing policies) ham hisobga oladi. BGP protokolisiz global internet yaxlit tizim sifatida ishlay olmaydi.

MPLS (Multiprotocol Label Switching)

Provayderlarning ichki magistral tarmoqlarida trafikni boshqarish samaradorligini oshirish maqsadida **MPLS (Multiprotocol Label Switching)** texnologiyasi keng qo‘llaniladi. An’anaviy routerlar har bir paketni qabul qilganda uning sarlavhasidagi IP-manzilni o‘qiydi va yirik marshrutizatsiya jadvallari bilan solishtiradi, bu esa katta hisoblash resurslarini va vaqtni talab etadi. MPLS tizimida

esa paket tarmoqqa kirish nuqtasida qisqa va qat’iy belgilangan hajmdagi maxsus 'yorliq' (label) bilan markalanadi. Tarmoq ichidagi barcha oraliq kommutatorlar paketning murakkab IP-manziliga emas, balki faqat shu oddiy yorlig‘iga qarab uni juda tezkorlik bilan yo‘naltiradi. Bu kanallar kommutatsiyasining yuqori tezligi bilan paketlar kommutatsiyasining moslanuvchanligini o‘zida ajoyib tarzda birlashtiradi. MPLS yordamida tarmoq operatorlari trafikni muhandislik asosida boshqarishi (Traffic Engineering), ya’ni tarmoq yuklamasini turli kanallar bo‘ylab teng taqsimlashi va yuqori darajadagi xavfsiz VPN (Virtual Private Network) tarmoqlarini qurishi mumkin.

Zamonaviy tarmoq trendlari: SDN va NFV

Raqamli kommutatsiya tizimlari va ma’lumotlar uzatish infratuzilmasining bugungi kundagi rivojlanish trendlari apparat darajasidagi monopoliyadan butunlay voz kechib, dasturiy ta’minot orqali boshqariladigan moslanuvchan tizimlarga o‘tish bilan xarakterlanadi. Bu borada eng yetakchi konsepsiyalar **SDN** va **NFV** hisoblanadi.

SDN (Software-Defined Networking — Dasturiy boshqariladigan tarmoqlar): Bu texnologiya an’anaviy tarmoq qurilmalarining ichki arxitekturasini ikkiga ajratadi: ma’lumotlarni uzatuvchi qism (Data Plane) apparat darajasida qoladi, lekin qurilmani boshqarish va qaror qabul qilish intellekti (Control Plane) markazlashtirilgan dasturiy kontrollerga (SDN Controller) yuklanadi. Buning natijasida butun boshli tarmoq bitta markazdan turib dasturiy kodlar orqali dinamik boshqariladi, yangi konfiguratsiyalar soniyalar ichida joriy etiladi.

NFV (Network Functions Virtualization — Tarmoq funksiyalarini virtualizatsiyalash): Ushbu yondashuv an’anaviy, maxsus ishlab chiqilgan qimmatbaho tarmoq qurilmalari (masalan, apparatli brandmauerlar, yuklama taqsimlagichlar, chuqur tahlil tizimlari) funksiyalarini standart va arzon x86 serverlarida virtual mashina yoki konteynerlar ko‘rinishida ishga tushirish

imkonini beradi. NFV tarmoq operatorlariga kapital xarajatlarni (CAPEX) va ekspluatatsiya xarajatlarini (OPEX) keskin kamaytirish imkonini taqdim etadi.

Ma’lumotlar uzatishda xavfsizlik va QoS (Xizmat ko‘rsatish sifati)

QoS (Quality of Service)

Paketli kommutatsiya tarmoqlarida har xil xarakterga ega bo‘lgan trafik turlari (masalan, kechikishga juda sezgir bo‘lgan IP-telefoniya, jonli video konferensiyalar hamda kechikishga unchalik sezgir bo‘lmagan elektron pochta, oddiy fayl yuklab olish oqimlari) yagona umumiy kanal orqali harakatlanadi. Agar tarmoqda yuklama ortib ketsa, paketlarning yo‘qolishi yoki kechikishi kuzatiladi, bu esa ovoz va video sifatining keskin yomonlashishiga olib keladi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun tarmoqlarda **QoS (Quality of Service)** mexanizmlari qo‘llaniladi. QoS yordamida paketlar klassifikatsiya qilinadi va muhim multimedia paketlariga tarmoq bo‘ylab harakatlanishda yuqori ustuvorlik (prioritet) beriladi, natijada tarmoq resurslari cheklangan holatda ham aloqa sifati yuqori darajada saqlab qolinadi.

Tarmoq xavfsizligi protokollari

Kiberhujumlar, ma’lumotlarni yashirincha o‘g‘irlash yoki o‘zgartirish xavfi global miqyosda yuqori bo‘lgan hozirgi davrda axborot xavfsizligini ta’minlash tarmoq arxitektorlarining birlamchi vazifasidir. Buning uchun ma’lumotlar uzatishning har bir qatlamida maxsus xavfsizlik va shifrlash protokollari qo‘llaniladi:

- TLS/SSL (Transport Layer Security): Transport va amaliy qatlamlar o‘rtasida maxfiy, shifrlangan aloqa kanalini o‘rnatadi. Bugungi kunda deyarli barcha xavfsiz veb-saytlar (HTTPS) ushbu protokol asosida ishlaydi.

- IPsec (Internet Protocol Security): Tarmoq qatlamida ma’lumotlar paketlarini paket darajasida to‘liq shifrlash va autentifikatsiya qilishni ta’minlaydi. U asosan korxonalar o‘rtasida xavfsiz virtual maxfiy tarmoqlarni (VPN) qurishda qo‘llaniladi.

- SSH (Secure Shell): Tarmoq qurilmalari va serverlarini masofadan turib xavfsiz, kriptografik himoyalangan kanallar orqali boshqarish va buyruqlar berish imkonini beruvchi standart protokoldir.

Xulosa

Xulosa o‘rnida ta’kidlash lozimki, zamonaviy raqamli kommutatsiya tizimlari va ma’lumotlar uzatish protokollari oddiy texnik aloqa vositalaridan murakkab, yuqori intellektga ega global ekotizimga aylandi. An’anaviy mexanik va apparatli kommutatsiya tizimlaridan to‘liq moslanuvchan Softswitch, IMS va dasturiy boshqariladigan SDN/NFV tarmoq modellariga o‘tilishi telekommunikatsiya operatorlariga infratuzilmani kengaytirish xarajatlarini tubdan kamaytirish va iste’molchilarga yangi avlod xizmatlarini juda qisqa muddatlarda taqdim etish imkonini berdi.

IPv6 protokolining global miqyosda keng joriy etilishi milliardlab yangi intellektual qurilmalarni tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash imkonini yaratib, narsalar interneti (IoT) rivojiga kuchli turtki bo‘lmoqda. Shu bilan birga, MPLS va BGP protokollarining takomillashtirilishi global magistral tarmoqlarning yuqori barqarorligi va tezkorligini kafolatlamoqda. Kelajakda 5G va 6G mobil aloqa tarmoqlarining kengayishi, sun’iy intellekt va mashinali o‘rganish algoritmlarining tarmoq trafigini bashorat qilish hamda boshqarish tizimlariga integratsiya qilinishi ushbu sohada yangi texnologik inqilobni amalga oshirishi shubhasizdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). Computer Networks (5th ed.). Prentice Hall.
2. Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). Computer Networking: A Top-Down Approach (7th ed.). Pearson.
3. Stallings, W. (2014). Data and Computer Communications (10th ed.). Pearson.
4. Aliyev, T. A. (2020). Raqamli kommutatsiya tizimlari va tarmoqlari. Toshkent: Aloqa.

5. Xalilov, M. M. (2022). Ma’lumotlar uzatish protokollari va magistral tarmoqlar. O‘quv qo‘llanma. TUIT.
6. RFC 2460 - Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. IETF. Standard Document.