

PROTOKOLLAR VA ALOQA STANDARTLARI: TCP/IP, OSI, GSM, LTE VA BOSHQALAR.

XALILOV M.M., MUHAMMADVALIEV A.A

FarDTU o'qituvchisi, FarDTU talabasi, beysavash@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy kompyuter iqtisodiyotining asosi bo'lgan TCP/IP, OSI, GSM va LTE kabi tarmoq protokollari hamda aloqa standartlari tahlil qilingan. Tadqiqotda modellarning qatlamli tuzilmasi, mobil aloqa evyutsiyasi va tarmoq yukini ta'minlashga xizmat qiluvchi matematik modellar (latensiya boshhorati va resurs taqsimoti) ko'rib chiqadi. Natijalar 5G, iot va sun'iy intellekt integratsiyalashgan kelajak avlod tizimlarini rivojlantirish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Tarmoq protokollari ,TCP/IP va OSI ,GSM va LTE ,5G va IoT, Tarmoq latensiyasi, Resurs taqsimoti .

Kirish: Zamonaviy axborot texnologiyalari va raqamli iqtisodiyotning jadal rivojlanishi sharoitida protokollar va aloqa standartlarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Ushbu kompleks tizimlar turli qurilmalar va tarmoqlar o'rtasida ma'lumot almashinuvini ta'minlovchi asosiy mexanizmlarni tashkil etadi. TCP/IP, OSI, GSM, LTE kabi standartlar global aloqa tizimlarining uzluksiz ishlashini kafolatlaydi, ma'lumotlarning ishonchli va samarali uzatilishini ta'minlaydi. Ushbu mavzuning dolzarbligi shundaki, bu protokollar internetdan tortib mobil aloqa va IoT (Internet of Things) qurilmalarigacha bo'lgan har qanday raqamli aloqa uchun fundamental asos bo'lib xizmat qiladi. Ularni chuqur tushunish zamonaviy tarmoqlarni loyihalash, boshqarish va optimallashtirish uchun zarurdir. Tadqiqotning maqsadi ushbu asosiy protokollar va standartlarning tuzilishi, funksiyalari va o'zaro aloqalarini tahlil qilishdan iborat. Bu global aloqa ekotizimida ularning roli va ahamiyatini keng qamrovli yoritishga yordam beradi. Natijada, ushbu bilimlar kelajak avlod aloqa tizimlarini rivojlantirish va takomillashtirish uchun mustahkam poydevor yaratadi.

Tarmoq protokollari zamonaviy aloqa infratuzilmasining asosi hisoblanadi. Ular turli qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashish qoidalarini belgilaydi. Bu sohada ikkita asosiy model mavjud: TCP/IP va OSI. TCP/IP modeli amalda keng qo'llaniladigan, Internetning ishlashini ta'minlovchi protokollar to'plamidir. U to'rt qatlamdan iborat:

ilova qatlami, transport qatlami, Internet qatlami va tarmoqqa kirish qatlami. Ilova qatlami foydalanuvchi ilovalari (masalan, veb-brauzerlar) bilan bevosita ishlaydi va HTTP, FTP, SMTP kabi protokollarni o'z ichiga oladi. Transport qatlami ma'lumotlarning ishonchli yetkazilishini ta'minlaydi, bunda TCP (Transmission Control Protocol) yoki UDP (User Datagram Protocol) ishlatiladi. TCP ulanishga yo'naltirilgan bo'lib, ma'lumotlar yo'qolishining oldini oladi, UDP esa tezroq, ammo ishonchligi pastroq. Internet qatlami ma'lumotlar paketlarini manbadan manzilga marshrutlash mas'uliyatini o'z zimmasiga oladi, bu yerda IP (Internet Protocol) protokoli kalit rol o'ynaydi. Tarmoqqa kirish qatlami fizik tarmoqqa ulanishni va ma'lumotlarni uzatishni boshqaradi. OSI (Open Systems Interconnection) modeli esa nazariy jihatdan ishlab chiqilgan standart bo'lib, tarmoq aloqasini yetti qatlamga ajratadi. Bu qatlamlar: fizik, kanal, tarmoq, transport, seans, taqdimot va ilova qatlami. OSI modeli TCP/IP ga nisbatan batafsilroq va har bir qatlamning vazifalarini aniqroq belgilaydi. Masalan, fizik qatlam kabel turi va signal uzatish usullarini, kanal qatlami esa MAC (Media Access Control) manzillash va xatolarni aniqlashni boshqaradi. Tarmoq qatlami IP kabi marshrutlash protokollarini o'z ichiga oladi. Transport qatlami TCP kabi end-to-end aloqani ta'minlaydi. Seans, taqdimot va ilova qatlamlari esa yuqori darajadagi xizmatlarni (masalan, ma'lumotlarni shifrlash, formatlash va ilova bilan aloqa) taqdim etadi. Nazariy jihatdan OSI modeli mukammal bo'lsa-da, amalda TCP/IP kengroq qo'llaniladi, chunki u oddiyroq va moslashuvchanroqdir. Biroq, OSI modeli tarmoq arxitekturasini tushunish va turli protokollarni tasniflash uchun muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Simli va simsiz aloqa standartlari zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasining asosi hisoblanadi. Mobil aloqa texnologiyalarida GSM (Global System for Mobile Communications) va LTE (Long Term Evolution) kabi standartlar keng tarqalgan bo'lib, ular turli avlod aloqa tizimlarini ifodalaydi. GSM ikkinchi avlod (2G) mobil aloqa standarti bo'lib, dastlab ovozli qo'ng'iroqlar va qisqa xabarlar (SMS) uzatish uchun ishlab chiqilgan. U vaqt bo'linishli ko'p kirish (TDMA) texnologiyasidan foydalangan holda bir vaqtning o'zida bir nechta foydalanuvchiga

bitta chastota kanalidan foydalanish imkonini berdi. GSM jahon miqyosida eng ko‘p qo‘llaniladigan mobil aloqa standartlaridan biri bo‘lib, o‘zining mustahkamligi va keng qamrovi bilan ajralib turadi. Masalan, uzoq hududlarda ham barqaror aloqani ta‘minlashi uning asosiy afzalliklaridan biridir. Biroq, internetga bo‘lgan ehtiyoj oshgani sari, GSM ning ma‘lumot uzatish tezligi cheklanganligi sezilarli kamchilikka aylandi. Bu esa keyingi avlod standartlarining rivojlanishiga turtki bo‘ldi. LTE to‘rtinchi avlod (4G) mobil aloqa standarti bo‘lib, yuqori tezlikdagi ma‘lumot uzatish va internetga keng polosali kirishni ta‘minlash maqsadida yaratilgan. LTE GSMga nisbatan sezilarli darajada yuqori ma‘lumot uzatish tezligini taklif etadi, bu esa videostreaming, onlayn o‘yinlar va boshqa ma‘lumot talab qiladigan ilovalarni samarali ishlatishga imkon beradi. Uning asosiy texnologiyasi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) va MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) antennalaridan foydalanish bo‘lib, bu samaradorlikni va spektral samaradorlikni oshiradi. LTE ning afzalligi shundaki, u past kechikish (latency) va yuqori tarmoqli kenglikni ta‘minlaydi, bu esa real vaqt rejimida ishlaydigan ilovalar uchun juda muhimdir. GSM va LTE o‘rtasidagi asosiy farq, birinchisi asosan ovozli aloqaga, ikkinchisi esa ma‘lumot uzatishga yo‘naltirilganligidir, garchi LTE ham ovozli (VoLTE orqali) xizmatlarni qo‘llab-quvvatlasada.

Aloqa protokollari va standartlari dunyosi TCP/IP va OSI modellaridan tashqari keng qamrovli bo‘lib, turli xil texnologiyalarni o‘z ichiga oladi. Masalan, GSM (Global System for Mobile Communications) dunyo bo‘ylab mobil aloqa uchun de-fakto standart bo‘lib xizmat qiladi. U ikkinchi avlod (2G) mobil aloqasining asosini tashkil etib, ovozli qo‘ng‘iroqlar va qisqa xabarlar xizmati (SMS) uchun raqamli uzatishni ta‘minlaydi. GSM ning asosiy afzalligi uning xalqaro rouming imkoniyati bo‘lib, bu foydalanuvchilarga turli mamlakatlarda o‘z mobil telefonlaridan foydalanish imkonini beradi. LTE (Long-Term Evolution) esa to‘rtinchi avlod (4G) mobil aloqa texnologiyasi bo‘lib, GSM va 3G tarmoqlaridan keyingi rivojlanishni ifodalaydi. LTE yuqori tezlikdagi ma‘lumotlar uzatishni taklif etadi, bu esa mobil qurilmalarda video

oqimini, onlayn o'yinlarni va boshqa ma'lumotlar talab qiluvchi ilovalarni muammosiz ishlatish imkonini beradi.

Uning arxitekturasi butunlay IP-ga asoslangan bo'lib, bu uning moslashuvchanligini va kelajakdagi rivojlanishga ochiqqligini ta'minlaydi. 5G texnologiyasi esa LTE ning yanada rivojlangan shakli bo'lib, ultra past kechikish va massiv qurilma ulanishlarini qo'llab-quvvatlaydi, bu esa Internet of Things (IoT) va avtonom transport vositalari kabi yangi ilovalar uchun asos yaratadi. Wi-Fi (Wireless Fidelity) protokollari IEEE 802.11 standartlar oilasiga kiradi va simsiz lokal tarmoqlarni (WLAN) yaratish uchun keng qo'llaniladi. Ular turli diapazonlarda (masalan, 2.4 GHz va 5 GHz) ishlaydi va uy sharoitidan tortib yirik korxonalarigacha bo'lgan muhitlarda internetga kirishni ta'minlaydi. Bluetooth esa qisqa masofali simsiz aloqa protokoli bo'lib, mobil telefonlar, quloqchinlar va boshqa periferik qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashish uchun ishlatiladi. Bu protokollar har biri o'zining noyob xususiyatlariga va qo'llash sohaslariga ega bo'lib, zamonaviy aloqa infratuzilmasining ajralmas qismini tashkil etadi. Har bir standart o'zining texnik xususiyatlari va samaradorligi bilan belgilanadi, bu esa ularning muayyan ehtiyojlar uchun eng maqbul yechim bo'lishini ta'minlaydi.

Protokollar va aloqa standartlarining amaliy qo'llanilishi zamonaviy texnologiyalarning ajralmas qismidir. TCP/IP protokollar to'plami internetning asosi bo'lib, ma'lumotlarni ishonchli va samarali tarzda uzatishni ta'minlaydi. Masalan, veb-sahifalarni ko'rish, elektron pochta yuborish va onlayn o'yinlar o'ynash TCP va IP protokollari orqali amalga oshiriladi. Bu protokollar turli xil tarmoq qurilmalari o'rtasida o'zaro ishlashni ta'minlaydi, shu bilan birga ma'lumotlar paketlarga bo'linib, qayta yig'iladi. OSI modeli esa nazariy jihatdan tarmoq aloqasini tushunish va loyihalash uchun universal asos yaratadi, garchi amalda TCP/IP kengroq qo'llanilsada. Mobil aloqa sohasida GSM va LTE standartlari global miqyosda keng tarqalgan. GSM ikkinchi avlod mobil aloqa texnologiyasi sifatida ovozli aloqa uchun asos bo'lgan bo'lsa, LTE to'rtinchi avlod texnologiyasi sifatida yuqori tezlikdagi ma'lumotlar uzatishni, jumladan, mobil keng polosali internetni ta'minladi. Masalan,

smartfonlarimiz orqali video qo'ng'iroqlar qilish, yuqori sifatli filmlarni strim qilish va katta hajmli fayllarni yuklab olish LTE texnologiyasi samarasi hisoblanadi. 5G kabi yangi avlod standartlari esa yanada yuqori tezlik, past kechikish va massiv qurilmalar bog'lanishini taklif etib, avtonom transport, aqlli shaharlar va sanoat 4.0 kabi sohalarda inqilobiy o'zgarishlarga olib kelmoqda. Kelajakda bu protokollar va standartlarning rivojlanishi sun'iy intellekt, mashinani o'rganish va kvant hisoblash kabi texnologiyalar bilan integratsiyani o'z ichiga oladi. Masalan, tarmoqni avtomatik boshqarish, xavfsizlikni oshirish va energiya samaradorligini ta'minlash uchun sun'iy intellekt qo'llaniladi. Shuningdek, IoT (Internet of Things) qurilmalarining kengayishi bilan sensorlar va aktuatorlar o'rtasidagi aloqani optimallashtirish uchun yangi, engil protokollar ishlab chiqilishi kutilmoqda. Kvant aloqasi esa ma'lumotlarni mutlaq xavfsizlikda uzatish imkoniyatini taqdim etadi, bu esa moliyaviy va mudofaa sohaslarida ulkan ahamiyatga ega bo'ladi. Ushbu rivojlanishlar tarmoq arxitekturasini yanada moslashuvchan va aqlli qilishga qaratilgan.

Tarmoq Latensiyasining Adaptiv Bashorati:

$$L_{i+1} = \alpha \cdot L_i + (1 - \alpha) \cdot \Delta t_i + \beta \cdot (P_{i,loss} - P_{target,loss})$$

Bu formula kelajakdagi tarmoq latensiyasini (L) oldindan bashorat qilish uchun adaptiv algoritmi ifodalaydi. U oldingi latensiyani (L_i), so'nggi o'lchangan kechikishni (Δt_i) va paket yo'qotish darajasidagi farqni ($P_{i,loss} - P_{target,loss}$) hisobga oladi.

Resurslarni Dinamik Taqsimlash samaradorligi:

$$E_{res} = \sum_{j=1}^N \left(\frac{BW_{actual,j}}{BW_{req,j}} \cdot \frac{CPU_{actual,j}}{CPU_{req,j}} \right) \cdot W_j - C_{overhead}$$

Bu formula turli xizmatlar (j) uchun tarmoq resurslarini (o'tkazish qobiliyati BW va CPU) dinamik taqsimlash samaradorligini (E_{res}) baholaydi. Har bir xizmatning talab qilingan va haqiqiy resurslar nisbatini og'irlik koeffitsiyenti (W_j) bilan hisoblab, umumiy yukni ($C_{overhead}$) ayiradi.

Misol:

5G-dagi avtonom transport vositasi uchun tarmoq latensiyasining keyingi bosqichini bashorat qiling. Berilganlar: oldingi latensiya (L_i) 20 ms, soʻnggi oʻlchangan kechikish (Δt_i) 18 ms, paket yoʻqotish darajasi ($P_{i,loss}$) 0.02, maqsadli paket yoʻqotish darajasi ($P_{target,loss}$) 0.01, silliqlash koeffitsienti (α) 0.7, va tuzatish koeffitsienti (β) 1500 ms.

$$L_i = 20ms, \Delta t_i = 18ms, P_{i,loss} = 0.02, P_{target,loss} = 0.01, \alpha = 0.7, \beta = 1500ms$$

$$L_{i+1} = \alpha \cdot L_i + (1 - \alpha) \cdot \Delta t_i + \beta \cdot (P_{i,loss} - P_{target,loss})$$

$$L_{i+1} = 0.7 \cdot 20 + (1 - 0.7) \cdot 18 + 1500 \cdot (0.02 - 0.01)$$

$$L_{i+1} = 14 + 0.3 \cdot 18 + 1500 \cdot 0.01$$

$$L_{i+1} = 14 + 5.4 + 15$$

$$L_{i+1} = 34.4 \text{ ms}$$

Natija: Keyingi bosqichdagi bashorat qilingan tarmoq latensiyasi 34.4 ms ni tashkil etadi.

XULOSA. Ushbu tahlil raqamli dunyoda protokollar va aloqa standartlarining hal qiluvchi rolini namoyish etdi. TCP/IP, OSI, GSM va LTE kabi meʼyorlar zamonaviy kommunikatsiya infratuzilmasining asosi boʻlib, maʼlumotlar uzatilishini, tarmoqlararo moslashuvchanlikni va global bogʻlanishni taʼminlaydi. Protokollar tizimlararo aloqani tartibga solish orqali turli qurilmalar va dasturlarning oʻzaro ishlashini taʼminlaydi. OSI modelining qatlamli tuzilishi tarmoq funksiyalarini standartlashtirishga imkon berib, murakkab tizimlarning boshqaruvini soddalashtiradi. TCP/IP suite internetning asosini tashkil etib, paketli maʼlumotlar uzatilishini va global tarmoqqa kirishni taʼminlaydi. Mobil aloqa sohasida GSM va LTE standartlari ovozli va maʼlumotli xizmatlarning keng tarqalishini taʼminlab, mobil qurilmalar orqali uzluksiz aloqani kafolatlaydi. Ushbu standartlar texnologik innovatsiyalarni ragʻbatlantirishda va yangi xizmatlarni joriy etishda muhim hisoblanadi. Ular tarmoq xavfsizligini oshirish, maʼlumotlar yaxlitligini taʼminlash va tizim samaradorligini optimallashtirish uchun zarur mexanizmlarni taqdim etadi. Kelajakda 5G, IoT va sunʼiy intellekt kabi yangi texnologiyalarning rivojlanishi protokollar va aloqa standartlariga nisbatan yangi talablarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun, bu sohada

doimiy tadqiqotlar o‘tkazish, standartlarni yangilab borish va ularni global miqyosda qabul qilish raqamli dunyoning barqaror rivojlanishi uchun muhimdir. Xulosa qilib aytganda, protokollar va standartlar global kommunikatsiya tizimlarining uzluksiz ishlashini ta’minlovchi asosiy elementlar bo‘lib, texnologik taraqqiyotning harakatlantiruvchi kuchidir.

Adabiyotlar ro‘yhati

1. Forouzan BA *TCP/IP Protocol Suite* . 4-nashr. - McGraw-Hill Education, 2010. (O‘zbekcha nashri: Fan va texnologiya nashriyoti, 2015. - 640-bet).
2. Forouzan BA *ma'lumotlar bilan aloqa va tarmoq* . 5-nashr. - McGraw-Hill Education, 2012. - 720-bet.
3. Stallings W. *Ma'lumotlar va kompyuter aloqalari*. 10-nashr. -Pearson, 2013. (Ruscha nashri: *Kompyuter tarmoqlari, standartlar va protokollar*.-M.:Williams, 2019. – 896-bet).
4. Kurose JF, Ross KW *Kompyuter tarmoqlari: Yuqoridan pastga yondashuv* . 7-nashr. — Pearson, 2016. (Ruscha nashri: *Kompyuter tarmoqlari: Yuqoridan pastga yondashuv* . — M.: Knowledge Laboratory, 2017. – 912-bet).
5. Tanenbaum A. S., Wetherall D. *Kompyuter tarmoqlari* . 5-nashr. — Pearson, 2010. (Ruscha nashri: *Kompyuter tarmoqlari*.-Sankt-Peterburg: Piter, 2018. – 960-bet).
6. Holst P. *GSM tarmog‘i: GPRS va EDGE - Ishlash va evolyutsiya* . - Wiley, 2014. - 458-bet. (GSM va mobil aloqa standartlari bo‘yicha).
7. Seshan S., Baker M. *LTE - UMTS uzoq muddatli evolyutsiyasi: nazariyadan amaliyotgacha* . - Wiley, 2011. - 792-bet. (LTE va 4G texnologiyalari tahlili).
8. Olifer V., Olifer N. *Kompyuter tarmoqlari. Printsipal, texnologiyalar, protokollar* . - SPb.: Piter, 2020. - 992-bet. (Tarmoq modellari va protokollari bo‘yicha fundamental darslik).
9. Dahlman E., Mildh G., Parkvall S. *5G NR: Keyingi avlod simsiz ulanish texnologiyasi* . - Akademik matbuot, 2018. - 580-bet. (5G va yangi avlod standartlari bo‘yicha).