MULTIMEDIA UZATISH TEXNOLOGIYALARI (IPTV, VOIP, VIDEOKONFERENSIYALAR)

Tolipov Abdurahim
Farg‘ona Davlat Texnika Universiteti
ATT fakulteti 732-23 guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada multimedia ma'lumotlarini internet orqali uzatishning uchta asosiy texnologiyasi — IPTV (Internet Protocol Television), VoIP (Voice over IP) va videokonferensiyalar — batafsil ko‘rib chiqiladi. Har bir texnologiyaning texnik asoslari, ishlash tamoyillari, protokollari, afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi. Maqola telekommunikatsiya, tarmoq muhandisligi va axborot texnologiyalari sohasidagi mutaxassislar va talabalarga mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: multimedia uzatish texnologiyalari, IPTV, VoIP, videokonferensiya, RTP, SIP, WebRTC, H.264, H.265, QoS, UDP, streaming, IP tarmoqlar, audio uzatish.

Kirish

Taxminan 30 yil oldin telefon — faqat ovoz, televizor — faqat efir, va kompyuter — faqat matn uchun edi. Bugun esa bir xil optik tolali kabel orqali bir vaqtning o‘zida 4K kino, yuqori sifatli telefon qo‘ng‘iroqlari va bir necha mamlakatdagi odamlarni birlashtirgan videokonferensiya o‘tib turadi. Bu mo‘jiza — multimedia uzatish texnologiyalarining natijasidir.

Multimedia uzatish — bu ovoz, video va ma'lumotlarni IP-tarmoqlar orqali real vaqt rejimida yoki talab bo‘yicha yuborishdir. Bu texnologiya uchta asosiy soha — IPTV, VoIP va videokonferensiyalar — atrofida rivojlangan bo‘lib, har biri o‘ziga xos muammolarni hal qiladi va o‘ziga xos protokollar to‘plamini ishlatadi.

"Internet faqat ma'lumot uzatish vositasi emas — u endi telefon, televizor va kino zalining o‘rnini egallayapti." — Vint Serf, Internetning asoschisi

Cisco kompaniyasining 2023-yilgi hisobotiga ko‘ra, global internet trafigining 82 foizini video tashkil etadi. Bu raqam multimedia uzatish texnologiyalarini zamonaviy telekommunikatsiyaning yuragi ekanligini ko‘rsatadi.

IPTV: internet orqali televizion tarqatish

IPTV (Internet Protocol Television) — bu television kontentni an'anaviy efir, kabel yoki sun'iy yo‘ldosh o‘rniga IP-tarmoq orqali yetkazib berishdir. Oddiy qilib aytganda — bu televizorni internet orqali ko‘rish texnologiyasi.

An'anaviy kabel televideniyesida barcha kanallar bir vaqtda uzatiladi — tomoshabin faqat kerakli kanalni tanlaydi. IPTV esa farqli ishlaydi: faqat siz tomosha qilayotgan kanal yoki kontent sizga uzatiladi. Bu "unicast" (bir abonentga) yoki "multicast" (bir guruhga) rejimida amalga oshirilishi mumkin.

IPTV ARXITEKTURASI. *Kontent manbai (studiya/server) → Middleware (boshqaruv tizimi) → CDN (kontent tarqatish tarmog‘i) → Internet/MPLS → DSL/Fiber → Set-top box (STB) yoki Smart TV → Tomoshabin. Bu zanjirdagi har bir bo‘g‘in IPTV xizmatining sifatini belgilaydi.*

IPTV turlari

Live TV (Jonli efir): Real vaqt rejimida broadcasting. Futbol o‘yini, yangiliklar — bularning barchasi minimal kechikish bilan uzatiladi. Multicast protokoli yordamida bir xil kontent minglab foydalanuvchilarga bir vaqtda yuboriladi, tarmoq yukini tejaydi.

Time-shifted TV (Vaqt siljitilgan TV): Ko‘rsatuvlarni yozib, keyinroq tomosha qilish imkoniyati. "Catch-up TV" nomi bilan ham tanilgan. Oxirgi 7 kun ichidagi barcha transmissiyalar serverda saqlanadi.

VoD (Video on Demand): Talab bo‘yicha video. Netflix, YouTube, Kinopoisk — bularning barchasi VoD xizmati. Foydalanuvchi xohlagan vaqtda, xohlagan kontentni tanlaydi.

IPTV texnik protokollari va standartlari

IPTV tizimida bir necha muhim protokol birgalikda ishlaydi. Video siqish uchun MPEG-2 (eski standart, 3-6 Mbps/kanal), H.264/AVC (zamonaviy, 1-4 Mbps/kanal) va H.265/HEVC (4K uchun, 15-25 Mbps) ishlatiladi.

Transport uchun asosan UDP (User Datagram Protocol) ishlatiladi — chunki real vaqt uzatishda bir oz ma'lumot yo‘qolishi, kechikishdan yaxshiroqdir. RTP (Real-

time Transport Protocol) esa vaqt tamg‘asi va ketma-ketlik raqamlarini qo‘shib, paketlarni to‘g‘ri tartibda birlashtirish imkonini beradi.

QIZIQARLI FAKT: IPTV vs. OTT. *IPTV va OTT (Over-the-Top) ni chalkashtirib yubormaslik kerak. IPTV internet-provayderning nazoratli tarmog‘ida ishlaydi va kafolatlangan QoS (xizmat sifati) ta'minlanadi. OTT esa ochiq internetda ishlaydi — Netflix, YouTube shular jumlasidan. IPTV sifati odatda yuqori, lekin faqat muayyan provayderning abonentlari foydalanishi mumkin.*

Adaptiv bitrate streaming (ABR)

Zamonaviy IPTV va OTT tizimlarida adaptiv bitrate streaming (ABR) texnologiyasi qo‘llaniladi. Bu texnologiya foydalanuvchining internet tezligini doimiy ravishda kuzatib, video sifatini avtomatik moslaydi. Tarmoq sekinlashsa — sifat pasayadi, tezlashsa — yana ko‘tariladi. Netflix, YouTube va boshqalar HLS (HTTP Live Streaming) yoki MPEG-DASH protokollaridan foydalanadi.

VoIP: internet orqali ovozli aloqa

VoIP (Voice over Internet Protocol) — ovoz signalini raqamli paketlarga aylantirish va IP-tarmoq orqali uzatish texnologiyasi. Bu texnologiya an'anaviy telefon tarmog‘ini (PSTN) internet bilan almashtirishga harakat qildi va muvaffaqiyatga erishdi.

1995-yilda VocalTec kompaniyasi birinchi tijorat VoIP dasturini — Internet Phone ni — chiqardi. U paytdagi dial-up internet tezligi (28.8 Kbps) bilan sifat juda past edi. Ammo g‘oya to‘g‘ri edi. 2003-yilda Skype dunyo sahnasiga chiqdi va hammaning ovoz aloqasini tushunishini o‘zgartirdi.

"VoIP an'anaviy telefon kompaniyalarini yo‘q qilmadi — u ularni o‘zgartirib, yangi dunyoga olib kirdi." — Jeff Pulver, VoIP pioner

VoIP qanday ishlaydi?

VoIP jarayoni bir necha bosqichdan iborat:

1. Analog-Raqamli aylantirish: Mikrofon ovozni analog signalga aylantiradi. ADC (Analog-to-Digital Converter) bu signalni raqamli namunalarga o‘tkazadi. Odatda 8000 Hz (G.711) yoki 16000 Hz (wideband) chastotada namuna olinadi.

2. Siqish (Kodek): Raqamli ovoz kodek yordamida siqiladi. G.711 — 64 Kbps (yuqori sifat, ko‘p o‘tkazuvchanlik), G.729 — 8 Kbps (past o‘tkazuvchanlik, yaxshi sifat), Opus — 6-510 Kbps (zamonaviy, adaptiv).

3. Paketlash va uzatish: Siqilgan ovoz RTP paketlariga joylashtiriladi. UDP orqali uzatiladi. Har bir paket 20-30 ms ovozni tashiydi.

4. Qabul va rekonstruktsiya: Paketlar yig‘iladi, ketma-ketlik tiklanadi, jitter bufer ishlatiladi, dekodlanadi va DAC orqali analog ovozga aylantiriladi.

VoIP SIFATIGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR. *Kechikish (Latency): < 150 ms bo‘lishi shart (ITU-T G.114 standarti). 150-400 ms — seziladi, lekin maqbul. > 400 ms — suhbat qiyin. | Jitter (Beqarorlik): Paketlar turli vaqtda yetib kelishi. Jitter bufer bu muammoni bartaraf etadi. | Paket yo‘qolishi: < 1% — sezilmaydi. 1-5% — sifat pasayadi. > 5% — suhbat qiyin. | Echo (Aks-sado): Speakerphone va mikrofon birgalikda ishlasa yuzaga keladi. AEC (Acoustic Echo Cancellation) algoritmi hal qiladi.*

VoIP protokollari

SIP (Session Initiation Protocol): Bugungi VoIP ning asosiy signaling protokoli. 1999-yilda IETF tomonidan standartlashtirildi. SIP qo‘ng‘iroqlarni boshlash, ulash va tugatishni boshqaradi. URI formatida ishlaydi: sip:user@domain.com — oddiy elektron pochta manzili kabi.

H.323: ITU-T tomonidan ishlab chiqilgan eski standart. Murakkab, lekin ishonchli. Korporativ PBX (ofis telefon tizimlari) da hali ham keng qo‘llaniladi.

WebRTC: Google tomonidan 2011-yilda ishlab chiqilgan ochiq standart. Brauzerda plugin-siz ishlaydi. Google Meet, Discord, Amazon Chime shu asosda qurilgan.

VoIPning iqtisodiy va ijtimoiy ta'siri

VoIP xalqaro qo‘ng‘iroqlar narxini dramatik tarzda kamaytirdi. 1990-yillarda AQSHdan Hindistonga 1 daqiqa qo‘ng‘iroq 2-3 dollar turgan bo‘lsa, bugun WhatsApp yoki Skype orqali bepul amalga oshiriladi. Bu texnologiya ko‘plab mamlakatlarda an'anaviy telefon kompaniyalarining daromadini 70-80% ga kamaytirdi.

Videokonferensiyalar: masofadagi yuz ko‘rishish

Tarix va evolyutsiya. Videokonferensiya g‘oyasi 1927-yilga borib taqaladi — AT&T Bell Labs o‘sha yili birinchi vizuofon (picturephone) namoyishini o‘tkazdi. Ammo bu texnologiya uzoq vaqt qimmat va noqulay bo‘lib qoldi. 1980-yillarda maxsus ISDN liniyalari orqali ishlaydigan videokonferensiya tizimlari korporatsiyalarda paydo bo‘la boshladi — narxi 100 000 dollardan oshiq edi.

Internet va raqamli video siqish algoritmlarining rivojlanishi bilan narx tushib, sifat ko‘tarildi. 2020-yildagi COVID-19 pandemiyasi esa videokonferensiyalarni global ko‘lamda ommalashtirdi. Zoom ilovasi 2020-yilning mart oyida kunlik foydalanuvchilar sonini 10 milliondan 200 millionga — 20 barobar — oshirdi.

COVID PANDEMIYASI VA VIDEOKONFERENSIYA INQILOBI. *2020-yil martida dunyo bo‘yicha ommaviy karantin e'lon qilindi. Bir hafta ichida Zoom aksiyasining narxi 3 barobar oshdi. Microsoft Teams kunlik foydalanuvchi soni 32 milliondan 75 millionga yetdi. Google Meet bepul bo‘lib, 100 million foydalanuvchiga ega bo‘ldi. Bu voqea nafaqat texnologiya, balki ish yuritish, ta'lim va ijtimoiy hayot madaniyatini butunlay o‘zgartirdi.*

Videokonferensiya texnik asoslari

Zamonaviy videokonferensiya tizimi bir necha murakkab texnologiyani birlashtirib ishlaydi:

Video kodlash: H.264/AVC — hozirgi universal standart (Zoom, Teams, Meet hammasi ishlatadi). H.265/HEVC — 4K konferensiyalar uchun, H.264 dan 50% samaraliroq. VP8/VP9 — Google ochiq standarti, WebRTC asosi. AV1 — kelajak standarti, eng samarali siqish.

Ovoz qayta ishlash: Fon shovqinini yo‘q qilish (Noise Cancellation) — masalan, Krisp yoki RTX Voice AI algoritmlari. Aks-sado yo‘q qilish (AEC). Avtomatik darajani sozlash (AGC). Bir necha mikrofon birlashtirib ishlash (Beamforming).

Tarmoq moslashishi: Simulcast — bir video oqimni turli sifatlarda parallel uzatish. SVC (Scalable Video Coding) — bir oqim ichida sifat darajalari. Bandwidth estimation — mavjud tarmoq tezligini baholash va moslashish.

Ko‘p tomonlama videokonferensiya (MCU va SFU)

5 va undan ko‘p ishtirokchili konferensiyalarda maxsus server arxitekturasi kerak bo‘ladi:

MCU (Multipoint Control Unit): Eski yondashuv. Har bir ishtirokchidan video olinadi, server hammani bitta ekranda birlashtiradi va hammaga bir xil oqim yuboradi. Server yuklanishi — yuqori. Sifat — past. Bugun deyarli ishlatilmaydi.

SFU (Selective Forwarding Unit): Zamonaviy yondashuv. Zoom, Teams, Google Meet hammasi SFU ishlatadi. Har bir ishtirokchi o‘z videosini serverga yuboradi. Server faqat yo‘naltiradi — qayta kodlamaydi. Har bir ishtirokchi o‘zi ko‘rmoqchi bo‘lgan oqimni tanlaydi. Server yuklanishi — past, sifat — yuqori.

100 KISHILIK ZOOM KONFERENSIYASIDA NIMA BO‘LADI?. *Har bir ishtirokchi o‘z videosini yuboradi: ~1 Mbps × 100 = 100 Mbps Zoom serveriga keladi. SFU har bir ishtirokchiga faqat ko‘rinadigan videolarni yuboradi: spiker ~1 Mbps + thumbnail'lar ~2 Mbps = ~3 Mbps. 100 ta ishtirokchiga jami: 300 Mbps chiquvchi. Agar MCU bo‘lganda: 100 Mbps kiruvchi + 100 × 1 Mbps = 100 Mbps chiquvchi, lekin kodlash uchun katta protsessor kuchi kerak edi.*

Asosiy protokollar va standartlar

Quyidagi jadval multimedia uzatishda ishlatiladigan eng muhim protokollar va standartlarni jamlaydi:

Protokol / Standart	Vazifast	Qo‘llanilishi
RTP (Real-time Transport Protocol)	Multimedia ma'lumotlarini vaqt tamg‘asi bilan uzatadi	Audio/video oqimi uchun asos
RTCP (RTP Control Protocol)	RTP oqimini boshqaradi, sifatni nazorat qiladi	Kechikish va yo‘qotishni o‘lchaydi
SIP (Session Initiation Protocol)	VoIP va video aloqa seanslarini boshqaradi	Telefon raqami o‘rniga URI ishlatadi
IGMP (Internet Group Mgmt)	IP-multicast guruhlarini boshqaradi	IPTV kanallarini samarali tarqatadi
RTSP (Real Time Streaming)	Media serverdan oqim boshqaruvi	Play, pause, seek imkoniyatlari
WebRTC	Brauzerda real vaqt aloqasi	Plugin-siz videokonferensiya
HLS (HTTP Live Streaming)	HTTP orqali adaptiv oqim	Netflix, YouTube asosi

H.265/HEVC	Yuqori samarali video siqish	4K/8K uzatish uchun standart

Solishtirma tahlil: IPTV, VoIP VA videokonferensiya

Uchta texnologiyaning asosiy texnik parametrlarini quyidagi jadvalda ko‘rishingiz mumkin:

Xususiyat	IPTV	VoIP	Videokonferensiya
Uzatish turi	Bir tomonlama (broadcast)	Ikki tomonlama (audio)	Ikki tomonlama (audio+video)
Asosiy protokol	IGMP, RTP, UDP	SIP, H.323, RTP	WebRTC, H.264, H.265
Kechikish talabi	< 2 sekund	< 150 ms (sezilmas)	< 150 ms (sezilmas)
O‘tkazuvchanlik	2-20 Mbps/kanal	8-64 Kbps/qo‘ng‘iroq	0.5-8 Mbps/ishtirokchi
Siqish formati	MPEG-2, H.264, HEVC	G.711, G.729, Opus	H.264, H.265, VP8/VP9
Xizmat turi	Netflix, Kinopoisk, OTT	Skype, WhatsApp, Zoom	Zoom, Teams, Google Meet
QoS talabi	O‘rta	Yuqori (jitter < 30ms)	Juda yuqori
Ishonchlilik	UDP (yo‘qotish mumkin)	UDP + RTCP boshqaruv	UDP/TCP gibrid

QoS — xizmat sifati kafolati

QoS (Quality of Service — Xizmat Sifati) — tarmoqdagi ma'lumot paketlariga prioritet belgilash va multimedia uzatish uchun zarur resurslarni kafolatlash mexanizmidir. Oddiy veb-sayt yuklashda 1 soniya kechikish sezilmaydi. Lekin VoIP qo‘ng‘iroqda 300 ms kechikish — allaqachon muammo, 500 ms — suhbat deyarli imkonsiz.

Jitter buferlash: Paketlar turli vaqtda yetib kelsa, jitter bufer ularni biroz ushlab turib, tekis oqimni ta'minlaydi. Odatda 50-150 ms bufer ishlatiladi.

DSCP belgilash: Tarmoq paketlariga prioritet tamg‘asi qo‘yiladi. Ovoz va video paketlari EF (Expedited Forwarding) klassi bilan belgilanadi — tarmoq qurilmalari ularni birinchi navbatda o‘tkazadi.

Trafik shakllash: Bir foydalanuvchining juda ko‘p o‘tkazuvchanlik sarflashining oldini oladi, qolganlar uchun sifatni saqlab qoladi.

MOS — Ovoz sifatini baholash

ITU-T P.800 standarti MOS (Mean Opinion Score) tizimini belgilaydi — 1 dan 5 gacha ball. 5 — mukammal, 4 — yaxshi, 3 — qoniqarli, 2 — yomon, 1 — juda yomon. G.711 kodeki 4.4 MOS beradi, G.729 — 3.92, va zamonaviy Opus kodeki — 4.5 MOS gacha erishishi mumkin.

O‘zbekistonda multimedia uzatish texnologiyalari

O‘zbekiston so‘nggi yillarda telekommunikatsiya sohasida jadal rivojlanmoqda. 2023-yil ma'lumotlariga ko‘ra, mamlakatda 4G LTE tarmoqlari 90% aholini qoplaydi, optik tolali tarmoq ko‘lami sezilarli darajada kengaydi.

IPTV sohasida: UzTelecom, Beeline, Ucell va boshqa provayderlar IPTV xizmatini taqdim etmoqda. Mahalliy OTT platformalar ham rivojlanib bormoqda.

VoIP sohasida: WhatsApp, Telegram va boshqa messenjerlar orqali VoIP qo‘ng‘iroqlari ommaviy bo‘lib ketdi. Korporativ sektorda Cisco, Avaya, Yealink qurilmalari keng ishlatiladi.

Videokonferensiya sohasida: COVID pandemiyasidan so‘ng ta'lim, biznes va davlat sektorida Zoom, Microsoft Teams va Google Meet faol qo‘llanilmoqda. O‘zbekiston hukumati ham elektron hukumat dasturlari doirasida videokonferensiya infratuzilmasini rivojlantirmoqda.

RAQAMLI O‘ZBEKISTON — 2030. *O‘zbekiston Respublikasining "Raqamli O‘zbekiston — 2030" strategiyasi multimedia texnologiyalarining rivojlanishiga alohida e'tibor qaratadi. Optik tolali internet barcha qishloqlarga yetkazilishi, ta'limda masofaviy o‘qitish platformalari kengaytirilishi va e-sog‘liqni saqlashda telemeditsina xizmatlarini joriy etish rejalashtirilgan. Bu maqsadlar bevosita IPTV, VoIP va videokonferensiya texnologiyalarining keng tatbiqini talab qiladi.*

Kelajak tendensiyalari

Multimedia uzatish texnologiyalari tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Bir necha muhim yo‘nalish keyingi o‘n yillarga shakllanmoqda:

5G va Edge Computing: 5G tarmoqlari 1 ms dan kam kechikish va 10 Gbps tezlik va'da qiladi. Bu holda to‘liq immersiv 8K videokonferensiyalar va haqiqiy real vaqt XR (Extended Reality) tajribalari mumkin bo‘ladi. Edge computing media qayta ishlashni foydalanuvchiga yaqin serverlarda bajarib, kechikishni yanada kamaytiradi.

AI-kuchaytirilgan multimedia: Suniy intellekt allaqachon Zoom va Teams'da fon xiralatish, shovqin yo‘q qilish va avtomatik tarjimada ishlatilmoqda. Kelajakda real vaqt rejimida yuqori sifatli video super-resolution, ifoda tahlili va holografik avatar texnologiyalari kutilmoqda.

Metaverse va XR aloqa: Meta (Facebook), Apple va boshqa kompaniyalar virtual va kengaytirilgan haqiqat qurilmalarini rivojlantirmoqda. Bu qurilmalar uchun yangi multimedia protokollari va yanada past kechikish talablari paydo bo‘ladi.

AV1 va neyral video siqish: AV1 ochiq kodeki H.265 dan 30-50% samaraliroq ishlaydi. Neyral tarmoqlar asosida ishlaydigann yangi avlod video siqish algoritmlari bunga qo‘shimcha 2-3 barobar samaradorlikni va'da qilmoqda.

"5G, sun'iy intellekt va cloud hisoblashning birlashuvi multimedia aloqasini telepatiyaga yaqinlashtiradi." — Masayoshi Son, SoftBank asoschilaridan biri

Xulosa

IPTV, VoIP va videokonferensiyalar — bu uchta texnologiya zamonaviy raqamli kommunikatsiyaning asosini tashkil qiladi. Har biri turli muammolarga — kontentni tarqatish, ovozli aloqa va visual aloqa — turlicha yechimlar taklif qiladi, lekin barchasi umumiy IP-infratuzilma asosida ishlaydi.

Bu texnologiyalar mamlakatlarning iqtisodiy rivojlanishiga, ta'lim va tibbiyotga, biznes va madaniy hayotga chuqur ta'sir ko‘rsatmoqda. COVID pandemiyasi esa bu ta'sirni yanada tezlashtirdi va multimedia uzatishni zamonaviy hayotning ajralmas qismiga aylantirdi.

Kelajakda 5G, sun'iy intellekt va yangi siqish algoritmlarining birlashuvi bu texnologiyalarni yangi bosqichga olib chiqadi. Bugun Zoom orqali ko‘rishadigan talaba va o‘qituvchi ertaga holografik avatarlar ko‘rinishida bir xil virtual muhitda bo‘lishi mumkin. Bu kelajak uzoq emas.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Stallings, W. (2021). Data and Computer Communications (11th ed.). Pearson Education.

2. Tanenbaum, A.S., & Wetherall, D. (2011). Computer Networks (5th ed.). Pearson Prentice Hall.

3. ITU-T G.114 (2003). One-way transmission time. International Telecommunication Union.

4. RFC 3261 (2002). SIP: Session Initiation Protocol. Internet Engineering Task Force (IETF).

5. Cisco Annual Internet Report (2018-2023). Cisco Systems, Inc.

6. Perkins, C. (2003). RTP: Audio and Video for the Internet. Addison-Wesley Professional.

7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-97-son Farmoni. "Raqamli O‘zbekiston — 2030" strategiyasi. 2020-yil.

8. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers. W3C Recommendation, 2021.