

Galvenie videokonferenču kvalitātes ierobežojumi lokālo tīklu bāzē

Romans Taranovs, *Riga Technical University*, Kaspars Vilde, *Riga Technical University*, Armands Erinsh, *Riga Technical University*, Valery Zagursky, *Riga Technical University*

Kopsavilkums. Raksta ir apskatīts jautājums saistīts ar videokonferences realizēšanu lokālajos tīklos. Tiek apskatīta videokonferenču realizēšana bezvadu (802.11 b/g/n) un vadu (Ethernet) tīklos un analizētas vājas vietas, kā arī doti padomi par protokolu izvēli un video kodēšanas shēmām, kas piedāvā labāku video kvalitāti pie zemas datu pārraides kanāla utilitācijas. Tika veikts pētījums videokonferencei strādājot noslogotajā bezvadu lokālajā tīklā un piedāvāts risinājums kā nodrošināt mazāku aizskāvi starp pārsūtītām un saņemtām datu paketēm.

Atslēgas vārdi: videokonference, reāla laika datu pārraides protokols (RTP), QoS, kodeks.

I. IEVADS

Videokonferences tiek izmantotas priekš vairāku cilvēku attālas savstarpējas komunikācijas. Šī tehnoloģija ļauj konferences dalībniekiem apvienoties grupās vai brīvi izvēlēties komunikācijas partneri, t.i. šī tehnoloģija cenšas panākt videokonferencēšanas procesu par tādu pašu, kāds būtu starp cilvēkiem, kuri komunicē sēžot sarunas telpā klātienē. Attīstoties tīklu tehnoloģijai, it īpaši kanālu caurlaidspējai palielinoties dažas firmas, piemēram, firma Tandberg piedāvā videokonferencēšanas sistēmas [1], kuras ļauj nodrošināt videokonferenci starp cilvēkiem, kuri atrodas jebkura pasaules punktā. Protams, šādas sistēmas ir dārgas, bet viegli uzstādāmas un lietojamas, kā arī nodrošina augstu audio un video kvalitāti. Bet bieži vien nav nepieciešams nodrošināt videokonferenci izmantojot globālo tīmekli, jo videokonferenci ir jāveido starp cilvēkiem, kas atrodas vienā ēkā, vai kuri ir vienā lokālajā tīklā. Risinājums, kurš varētu piedāvāt videokonferences realizāciju lokālajā tīklā būs lētāks nekā augstāk minētas sistēmas. Šis darbs ir veltīts pētījumam, saistītam ar galvenajām videokonferences realizācijas problēmām.

II. GALVENO VIDEOKONFERENČU PROBLĒMU ANALĪZE

Viena no galvenajām problēmām, ar ko saskaras jebkurā video telekomunikācijas sistēmā, neatkarība no tās veida vai struktūras, ir tas, ka ir jāizvēlas starp dalībnieku skaitu un video telekomunikācijas kvalitāti, kas nozīmē to, ka vai nu būs daudz dalībnieku pie apmierinošas video telekomunikācijas kvalitātes, vai arī būs augsta video telekomunikācijas kvalitāte un minimāls dalībnieku skaits. Šī dilemma ir nodarbinājusi daudz zinātnisku un speciālistu prātus, tomēr vēl joprojām šī problēma nav pilnībā atrisināta, jo nav vēl izstrādāts universāls modelis, kas derēs jebkurā situācijā, uz jebkuras aparatūras, un jebkurā datu pārraides vidē. To ir grūti atrisināt, jo ir jāpēta kā

video telekomunikācija „uzvedīsies” uz noteiktiem datoriem vai aparatūras, izmantojot dažādus video un audio kodēšanas algoritmus, izmantojot dažādas datu pārraides vides, kur dalībnieku skaits un atrašanās vieta var katru reizi mainīties. Uzstādot jebkuru video telekomunikāciju noteiktam uzdevumam ir jāņem vērā daudz lietu – kādu tehnoloģiju izmantot, vai izmantot standartus vai citas tehnoloģijas, un kādas no tiem, kādus audio un video kodekus izmantot, kādu datu pārraides vidi izmantot, cik spēcīgu aparatūru izmantot, kāds būs maksimālais dalībnieku skaits, kādu uzstādījumus uzstādīt, lai video telekomunikācijai būtu maksimāla kvalitāte utt.

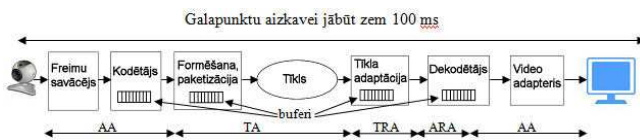
Tomēr pati svarīgākā problēma ir aizkaves, jo tās rodas jebkurā gadījumā – pareizi vai nepareizi uzstādītas video telekomunikācijas dēļ, kā arī aizkavju dēļ rodas uzreiz citas problēmas – pazūd audio vai video, rodas kropļojumi un traucējumi video telekomunikācijā, vai pat komunikācija tiek izjaukta pilnībā. Pats galvenais iemesls, kāpēc rodas aizkaves, ir tāpēc, ka pārsniedzot audio un video plūsmu skaitu, datora procesori nespēj laikā tik galā ar visām ieejošām, izejošām plūsmām, audio un video datu saspiešanu/atspiešanu, paketizāciju (packetization), multipleksēšanu, datu transportēšanu, plūsmu vadību utt. Vēl kāpēc rodas šīs aizkaves, ir dēļ tīkla joslas platuma, tīkla struktūras, datu pārraides vides, tīkla aparatūras utt. Bez tīkla video telekomunikācija nevar notikt, tāpēc, ja tur ir problēmas, tad arī visā video telekomunikācijā būs problēmas. Jo vairāk ir ieejošās/izejošās plūsmas, jo noslogotāks ir tīkls. Tiklīdz tiek sasniegts joslas platuma maksimums, rodas sastrēgumi, paketes tiek nomestas, rodas sadursmes un kļūdas, vai pat tīkls vispār „nobrauc”. Aizkavju lielums arī ir atkarīgs no tā, cik tīkla mezgliem plūsmai ir jāiet cauri un cik tālu atrodas gala sistēma. Jo vairāk mezgliem iet cauri, jo lielāka ir aizkave.

Vēl viena problēma, kuru ir grūti paredzēt, ir tas, ka video plūsmas pārraides ātrums nav konstants, tas visu laiku palielinās un samazinās, jo video attēlā nav nekustīgi ķermeņi, bet gan cilvēki, kas runā un kustas. Un tiklīdz izdara kādu asu kustību, šo video freimu faila izmērs ievērojami palielinās. Šādus freimus saspiežot, ir nepieciešama lielāka procesora jauda, lai paspētu tajā pašā laikā saspiest datus kā pirms asās kustības. Tādā veidā var ātri noslogot procesoru, un sāks rasties papildus aizkaves.

Tomēr, lai cik lielas nebūtu aizkaves, tās nedrīkst pārsniegt reāla laika robežu – 100 ms, kas ir laiks, ko cilvēka maņu orgāni nevar atšķirt no reālas komunikācijas [2]. Dzīvā komunikācijā (aci pret aci) cilvēks ir pieradis uzreiz saņemt atbildes reakciju, pēc izdarītas darbības vai pateikta vārda,

tāpēc viņam būs diezgan viegli pateikt vai komunikācija ir vai nav reāla laika. Ja šo robežu nedaudz pārsniedz pa 100-350 ms, tad cilvēks var vēl pierast pie tādās aizkaves, bet ja aizkave ir vēl lielāka, tad komunikācija paliek apgrūtināša, un vērts sākt domāt vai šādā video telekomunikācija ir tiešām vajadzīga. Piemēram, sanāksmēs ir liels daudzums lietas, kuras ir jāpārrunā, un dalībnieki nevar atļauties tērēt laiku uz šīm aizkavēm, kā arī darbs nebūs tik produktīvs, kā strādājot tajā pašā telpā.

Aizkave īpašsistēmās parasti ir niecīgas tāpēc, ka firmas (Cisco, Tanberg, Polycom u.c.), kura veido šo sistēmu uzstāda pilnīgi visu, kas ir vajadzīgs video telekomunikācijai – aparatūru (MCU, termināļi, tīkls, tīkla kartes utt.), programmatūru, ierīces (tīmekļa kameras, monitori, televizori utt.) un visi uzstādījumi. Bet šādai sistēmai ir ierobežojumi – dalībnieku skaits un maksimāli pieejamā attēla un skaņas kvalitāte. Jo labāk ir video telekomunikācijas kvalitāte, jo vairāk naudas tā maksās.



1. att. Video telekomunikācijas sistēmas modelis, kur AA- apstrādes aizkave, TA- tīkla aizkave, TRA – tīkla resinhronizācijas aizkave, ARA – apstrādes resinhronizācijas aizkave. Mērķis = AA+TA+TRA+ARA+AA < 100 ms [2]

III. GALVENIE VIDEOKONFERENCES IEROBEŽOJUMI

Galvenie videokonferences ierobežojumi ir elastība, sakaru kvalitāte, mērogojamība, lietojamība un izmaksas.

A. Elastība

Videokonferences un video straumēšanas lietojumi var ciest no lieliem pakešu zudumiem IP vai bezvadu tīklos, kur tiek izmantots „best-effort” modelis. Pie tam arī bitu zudumi var negatīvi ietekmēt video kvalitāti. Ir izstrādāti daudzi pakešu zudumu un bitu kļūdu labošanas mehānismi, kas uzlabo reālā laika IP tīkla lietojumu kvalitāti. Kad mums ir darīšana ar pakešu zudumiem, ir ļoti vēlams, lai video kodēšanas shēma varētu elastīgi pretoties šiem zudumiem, Elastīga video kodēšanas shēma attēla „iesalšanas” vietā novedīs pie pakāpeniskas video kvalitātes samazināšanās, pieaugot tīkla pakešu zudumiem.

Pakešu zudumus izraisa pieejamās pārraides joslas pieejamības izmaiņas, kas ir parasta parādība IP un bezvadu tīklos. Bezvadu tīklos tām pievienojas arī zudumi daudzskārtējās atstarošanās, interferences un trokšņa dēļ. Šādā situācijā ir ļoti vēlams, lai video kompresijas shēma būtu spējīga pielāgoties caurlaides joslas neprognozējamām izmaiņām.

B. Sakaru kvalitāte

Sakaru kvalitāti videokonferences tīklos pārsvarā nosaka trīs faktori: aizture, kadru frekvence un izšķirtspēja.

Aizture noved pie ļoti nedabiska attēla. Pieņemamas video kvalitātes uzturēšana prasa turēšanos pie attiecīgi pieņemamiem aiztures lielumiem. Kopīgais aiztures laiks

summējas no tīkla aiztures – laika, kas vajadzīgs paketes nonākšanai no punkta A punktā B, un kompresijas aiztures, ko ienes video kodeks, izpildot oriģinālā videosignāla saspiešanas algoritmu. Kā rāda pieredze, kopējai pakešu aizturei nevajadzētu būt lielākai par 200 ms, kas ir viegli realizējams komunikācijā punkts-punkts, bet grūti sasniedzams ar šobrīd IP bāzēto videokonferenču aparatūru. Veikti daudzi alternatīvas pieejas video kodēšanai izpētes projekti ar mērķi maksimizēt video kvalitāti un minimizēt skaitļošanas resursus [3].

Ziemeļamerikas televīzijas standarts (NTSC) definē kadru frekvenci 30 kadri sekundē (frames per second, fps), Eiropas PAL standarts nosaka 25 fps. Šie divi lielumi ir pazīstami kā reālā laika kadru frekvences un asociējas ar terminu „TV kvalitātes video”. Kadru frekvences, kas lielākas par 20 fps, vajadzīgas kustības kvalitātes saglabāšanai, lūpu kustību sinhronizācijai, zemas aiztures priekšrocību nodrošināšanai. Vispārējā gadījumā, kad pārējie parametri sakrīt, lielāka kadru frekvence prasa lielāku pārraides ātrumu vai pārraides joslu.

Pēdējos gados pieaugušās ciparu fotokameru popularitātes dēļ vairums cilvēku nav svešs jēdziens „izšķirtspēja” – 5 megapikseļu kamera ļauj iegūt labākas kvalitātes attēlus un lielāka izmēra izdrukas, nekā 1 megapikseļu kamera, kaut arī tam nepieciešama lielāka uzglabāšanas iekārtas vieta un pārraides josla transportēšanai. Šie pasi principi ir spēkā attiecībā uz video. Video komunikāciju vajadzībām ir noteiktas fiksētas attēla izšķirtspējas, lai nodrošinātu dažādu ražotāju sistēmu savstarpēju sadarbību.

Vairums videokonferenču sistēmu šodien izmanto SIF vai CIF, kamēr vairums portatīvo datoru uztur XGA ekrāna izšķirtspēju. Lielāka izšķirtspēja dod asāku attēlu ar labāku detalizāciju, ļauj izvadīt attēlu uz lielāka ekrāna, bet prasa lielākus skaitļošanas un tīkla caurlaides resursus, kas savukārt uzliek tālākas prasības tīkla elastībai un daudzpunktu komunikācijas efektivitātei.

C. Mērogojamība

Ar videokonferences mērogojamību jāsaprot iespēju darbināt konferences dalībnieku galda datorus ar dažādiem CPU un atmiņas resursiem un dažādām tīkla noslodzēm. Uztvērēj iekārtu heterogēnā daba rada grūtības video plūsmas piegādei ar pieņemamu kvalitāti.

Daudzpunktu komunikācija uzstāda papildus prasības izsaukuma stabilitātei un noturībai pret traucējumiem, jo daudzpunktu izsaukumi bieži savieno galapunktus ar ļoti dažādām veiktspējām vienā konferencē.

D. Lietojamība

Uzņēmumu darbiniekiem līdz pēdējam laikam bijušas grūtības ar videokonferenču sistēmu lietošanu – produkti nedeja iespēju uzturēt daudzpunktu konferences, izsaukumu pāradresāciju, gaidīšanu un pārslēgšanu, kā arī balss pasta funkcionalitāti. Pēdējos gados šajā virzienā notikušas pozitīvas izmaiņas, tādi vadošie ražotāji kā Avaya, IBM, Cisco Nortel, Microsoft un citi piedāvā unificētus komunikāciju produktus, kuri integrē video, balsi, datus un instant messaging vienā viegli lietojamā aplikācijā. No lietotāju puses, video čats tiek integrēts AOL, MSN, Yahoo un Google bezmaksas servisos,

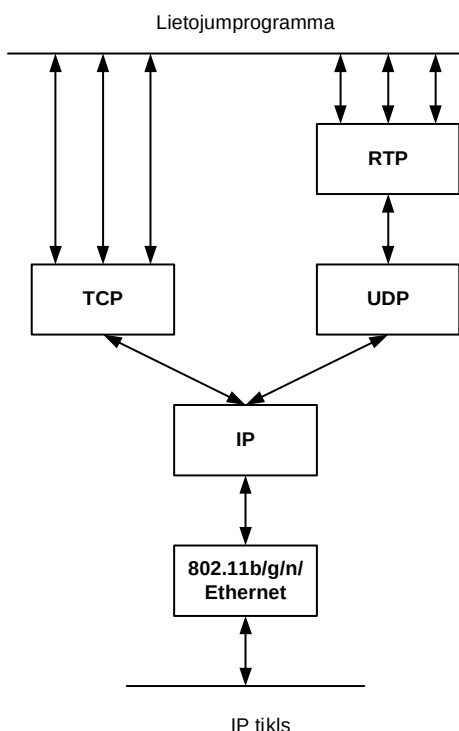
kamēr bezmaksas videokonferences servisi no Skype, SightSpeed, Glowpoint un citiem ir padarījuši video izsaukumus vieglākus kā jebkad. Videokonferences ir gatavas nākamajam kvalitātes lēcienam ar sistēmām, kuras optimizētas videopārraidei pa pakešu tīkliem.

E. Izmaksas

Izmaksas ir būtisks faktors modernu komunikācijas risinājumu ieviešanā. Ar augstas veiktspējas personālo datoru izplatību specializētu mikroshēmu izmantošana galda video sakaru realizācijai kļūst arvien mazāk pievilcīga. Video komunikācijām ieviešoties uzņēmumu IP-PBX sistēmās un Web konferenču lietojumos, daudzpunktu komunikāciju nodrošināšana ar pieņemamām izmaksām kļūst par svarīgu izaicinājumu. Pašreizējie daudzpunktu risinājumi, kas liek lietotājam izvēlēties starp dārgiem, bet iespējām bagātiem risinājumiem ar labiem video kvalitātes un aiztures rādītājiem un lētākiem, bet iespējām nabadzīgākiem risinājumiem ar zemāku video kvalitāti paver ceļu nākošās paaudzes risinājumiem, kas apvienos iespējas, veiktspēju un traucējumnoturīgu par daudz zemāku ieviešanas cenu.

IV. VIDEOKONFERENCES NODROŠINĀJOŠO DATU PARRAIDES PROTOKOLU IZVĒLE

Videokonferences lokālajos tīklos nodrošināšanai var izmantot gan vadu, gan bezvadu tīklus (2. att).



2. att. Videokonferencē izmantojamo datu pārraides protokolu steks

A. Augstāku līmeņu protokolu izvēle

Visplašāk izmantojamais transporta līmeņa protokols ir TCP, bet, neskatoties uz to, ka TCP uztur dažādus sadalītus pielietojumus, tas neder reālā laika lietojumiem. Tas nav iespējams sekojošu iemeslu dēļ:

- Protokols atļauj uzstādīt savienojumu tikai starp diviem galapunktiem, tas nozīmē, ka tas neder daudzadrešu pārraidei;
- TCP paredz pazaudēto segmentu atkārtotu noraidīšanu, kuri var pienākt, kad reālā laika lietojums tos vairs negaida;
- TCP nav ērta sinhronizācijas informācijas piesaistes segmentiem mehānisma, kas ir obligāta prasība reāla laika lietojumos.

Citam plaši izmantojamam transporta līmeņa protokolam – UDP [4] – nepiemīt vairums TCP ierobežojumu, bet arī UDP neparedz kritisku sinhronizācijas informāciju. Šis uzdevums gulstas uz reālā laika protokolu – RTP, kurš garantē piegādi vienam vai vairākiem adresātiem ar aizturi uzdotās robežās, t.i., datus var atskaņot reālā laikā.

RTP protokols [5] paredzēts datu piegādei (piemēram, audio un video) reālā laikā. Šajā procesā tiek noteikts datu lauka tips, paketes tiek numurētas, tām piešķirtas laika iezīmes un monitorēta piegāde. Lietojumi parasti izmanto RTP virs UDP, lai izmantotu tā multipleksēšanas un summēšanas iespējas, bet RTP var izmantot arī virs jebkuras citas tīkla transporta vides. RTP uztur piegādi pēc daudzām adresēm, ja multiraidi uztur zemākesošais tīkla līmenis.

Jāatzīmē, ka pats par sevi RTP negarantē savlaicīgu piegādi un nenodrošina jebkādas QoS garantijas. Šis protokols tāpat nevar garantēt korektu datu piegādes kārtību. Pareizo informācijas secību var nodrošināt uztveroša puse ar uztveramo pakešu kārtas numuru palīdzību. Kārtas numuri ne tikai atālu uzstādīt pareizo fragmentu secību, bet arī noteikt pazaudēto pakešu skaitu.

Praksē RTP nav atdalāms no RTCP protokola, kurš nodrošina QoS un informācijas apmaiņas par sesijas dalībniekiem monitoringu.

Audiokonferences organizācijai katram dalībniekam vajadzīga adrese un divi porti, viens audio datiem, otrs RTCP vadības paketēm. Ja konferencē izmanto ne tikai skaņu, bet arī videoattēlu, tie tiek pārraidīti kā divas neatkarīgas plūsmas ar divu UDP portu pāriem. RTCP paketes sūta neatkarīgi katrai no abām sesijām. RTCP izpilda vairākas funkcijas:

- QoS nodrošināšana un kontrole un atgriezeniskā saite pārslodzes gadījumā;
- Nosūtītāja identifikācija;
- Seansa izmēru novērtēšana un mērogošana.

Tā kā konferences dalībnieki var pieslēgties un pamest konferenci pēc saviem ieskatiem, nepieciešamas zināt, kurš no viņiem ir tīklā dotajā brīdī un kā līdz viņiem nonāk pārraidāmie dati. Šim nolūkam katrs dalībnieks periodiski translē caur portu RTCP ziņojumu, kas satur dalībnieka vārdu un diagnostikas ziņojumu.

Mēdz būt gadījumi, kad kāds no konferences dalībniekiem pieslēgts pie tīkla pa lēnu kanālu. Lai visiem konferences dalībniekiem nebūtu jāpāriet uz lēnam kanālam atbilstošu kodējumu, pie šaurā kanāla var uzstādīt sajaucēju, kurš pārveido plūsmas tādā veidā, ka tās atbilst lēnā kanāla caurlaides spējai.

B. 802.11 standarta apkalpošanas kvalitātes ierobežojumi

Apkalpošanas kvalitāte ir jēdziens, kas apraksta īpašību kopumu kā joslas izmantošana, džiters, aizture, pakešu zudumi un caurlaides spēja. Tīkls, kurš spēj izpildīt konkrēta lietojuma prasības pēc QoS, tiek sasaukts par QoS atbalstošu tīklu. QoS prasības organizētas trīs tipos – joslas platums, aizture un pakešu zudumi.

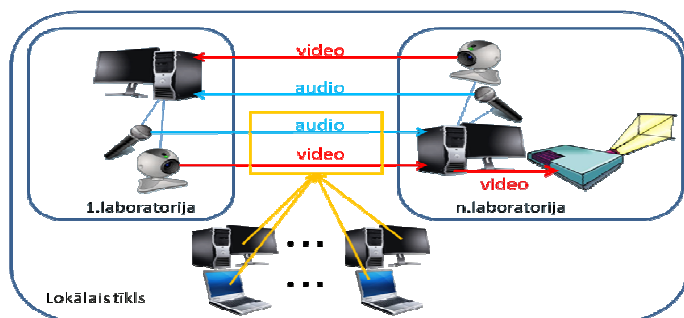
- Joslas platums – datu daudzums, ko var pārraidīt noteikta laika perioda laikā. Šis parametrs ir kritisks lietojumiem, kuriem vajadzīgs pastāvīgs datu pārraides ātrums un jebkuras joslas platuma izmaiņas var izraisīt datu zudumu vai nevēlamas aiztures. Šādu lietojumu piemēri ir internet telefonija un video konferences;
- Datu zudumi. Elastīgi lietojumi, kā e-mail, WEB lapas un failu pārraide nav jūtīgi pret joslas platuma izmaiņām un aizturēm, bet kritiski pret datu zudumiem. Multimediju lietojumi pieļauj datu zudumu, bet līdz zināmai robežai;
- Aizture: multimediju lietojumi ir jūtīgi pret aizturēm. Tādējādi, tādiem lietojumiem kā videokonferences un internet telefonija jānodrošina nepieciešamie joslas platuma un aiztures lielumi.

802.11 standarts darbojas kā „best-effort” modelis. Visi datu tipi tiek pārraidīti pienākšanas secībā, neatkarīgi no to QoS prasībām. Lai risinātu šo problēmu, izstrādāts 802.11e standarts.

V. VIDEOKONFERENCES KVALITĀTES PARAMETRU NOVĒRTĒJUMS

A. Videokonferences kvalitātes parametru novērtējums vadu lokālajos tīklos

Novērtējumā tiek izmantots 100 Mbit Ethernet lokālais tīkls, projektori un personālie datori gan ar vienkodola, gan ar divkodola Intel procesoriem, kā arī Windows Server 2003, XP, 7 operētājsistēmas. Tīkla statistikas pētīšanai tika izmantots Network Instruments Observer 10 versija, Tamosoft Commview 6.0 versija un Wireshark 1.2.5 versija.



3.att Videokonference starp 2 laboratorijām lokālajā tīklā.

Izveidota reāla laika videokonference starp 2 laboratorijām pa lokālo vadu tīklu, pievienojot iespēju citiem klientiem pieslēgties un skatīties 1.laboratorijas audio un video plūsmu (3. att).

Šā testēšanas scenārijā tika izmantota lietojumprogramma VideoLan Client Media Player, kura ļauj nodrošināt video un audio datu straumēšanu lokālajā tīklā un ir bezmaksas lietojums, kas piedāvā iespējas nokonfigurēt datu plūsmu, tajā skaitā izmantotus datu pārraides protokolu un izmantotu kodēku.

Testējot VLC MP IP adresēšanas veidus tādus, kā uniraīdi, apraidi un multiraīdi, tik noskaidrots, ka audio un video kvalitātes visos 3 IP adresēšanas veidos ir vienāda, tāpēc video kodeku kvalitātes testēšanai tikai izmantota uniraīde. Testa rezultātos tika noskaidrots, ka VLC vislabākā attēla kvalitāte ir ar WMV video kodeku. Lai ar šo kodeku varētu straumēt konstantu video plūsmu ar izšķirtspēju 640x480 un maksimālo kvalitāti, nepieciešamais bitu plūsmas ātrums ir jābūt 1300-1500 kbit/s. Ja bitu plūsma ir 1000 kbit/s, attēlam ir apmierinoša kvalitāte, t.i. attēls ik pa brīdim izplūst. Ar WMV kodeku pie 640x480 attēla izšķirtspējas, minimālā datu plūsma ir jābūt 600 kbit/s tāpēc, ka samazinot bitu plūsmu vēl vairāk attēlā būs redzami tikai kropļojumi. WMV kodeks ir labāks par visiem citiem video kodekiem, ko piedāvā VLC MP, video datu straumēšanai ir tāpēc, ka ar šo kodeku pie minimāliem bitu plūsmas ātrumiem (600 kbit/s) attēlā var vēl visu saskatīt. Izmantojot citus VLC MP piedāvātos video kodekus, pie šāda bitu plūsmas ātruma (600 kbit/s), attēlā vairs nav saskatāmi objekti.

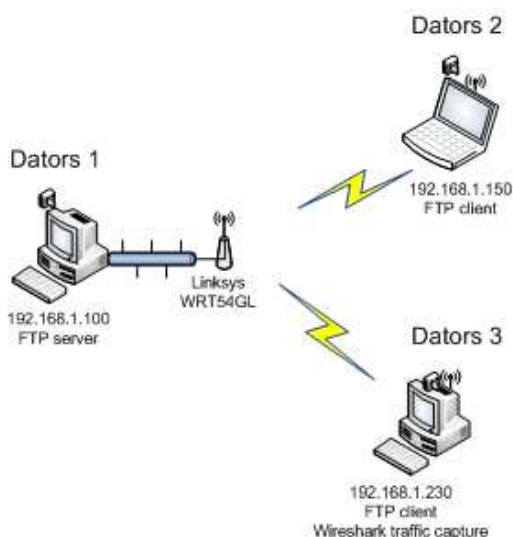
Salīdzinot MPEG-4 Part 2 kodeku ar WMV kodeku [6] pēc tīkla noslodzes pie dažādiem bitu plūsmas ātrumiem tika noskaidrots, ka WMV kodeks ne tikai piedāvā labāku kvalitāti pie zemākiem bitu plūsmas ātrumiem, bet arī mazāk noslogo tīklu. WMV kodeks pie 640x480 attēla izšķirtspējas un 500 kbit/s bitu plūsmas ātruma, izmanto tikai 0,4 % tīkla kopēja joslas platuma, bet MPEG-4 Part 2 pie tiem pašiem uzstādījumiem aizņem 0,5 %. Starpība ir niecīga, bet tiklīdz palielina bitu plūsmas ātrumu MPEG-4 Part 2 kodeks aizņem daudz vairāk joslas platumu nekā WMV kodeks, un jau pie 1300 kbit/s bitu plūsmas ātruma šī starpība jau sasniedz 0,7 % - MPEG-4 Part2 kodeks aizņem 1,6 %, bet WMV kodeks tikai 0,9 %. Tīkla josla platuma noslodze attiecībā pret bitu plūsmas ātrumu, WMV kodekam aug vairāk lineāri, bet MPEG-4 Part 2 kodekam tas aug vairāk eksponenciāli, tāpēc turpmākajos scenārijos tiks apskatīts tikai WMV video kodeks.

Eksperimentos atrastā minimālā aizkave VLC MP ir aptuveni 700-800 ms, kura tika dabūta, mainot buferus dažādos datu apstrādes un straumēšanas posmos (video kodeka algoritma aizkave, multiplexēšanas un demultiplexēšanas aizkave, paketizācijas un sinhronizācijas aizkaves u.c.). VLC pēc noklusējuma aizkave straumējot ar UDP vai RTP+UDP protokolu ir aptuveni 1,5-2 s, jo VLC MP uzstādījumos buferis UDP ienākošo un izejošo pakešu savākšanai ir uzstādīta 600(300+300) ms, kā arī displeja buferis (savāc dekodētos video datus, un tad tos attēlu uz monitora displeja) ir uzstādīts uz 100 ms, kas kopā sanāk pusotra sekunde ar minimālo aizkavi. Pēc eksperimentiem tika pārbaudīts, ka UDP pakešu savākšanai nav vajadzīgi tik lieli buferi, un tos var uzstādīt uz 10 ms, jo tīkls ir pietiekami ātrs, lai paspētu laikā pārraidīt paketes, kā arī displeja buferi arī var uzstādīt uz 10 ms, jo video plūsma tāpat bija konstanta un nepārtraukta. Arī

izmantojot RTP protokolu, tam ir uzstādīts pēc noklusējuma 1 s pret trīces buferis, kas arī nav vajadzīgs tik liels, jo lokālā tīklā trīces praktiski nav, tāpēc šo buferi arī var uzstādīt uz 10 ms, līdz ar to aizkave būs nevis 2 s, bet 1 s RTP izmantošanas gadījumā. 700 -1100 ms aizkavi var samazināt līdz 30-40 ms, kas nozīmē, ka aizkave vairs nebūs 1,5-2 s, bet gan tikai 700-800 ms. Diemžēl tālāk vēl samazināt aizkavi var tikai par 50-100, jo šīs 700-800 aizņem kodeka algoritmu aizkaves un MPEG-TS komunikācijas protokola aizkaves. Kodeku algoritma aizkaves, kas ir laiks, kas vajadzīgs, lai datora procesors nokodētu video datus, nav maināms, tāpēc vienīgā vieta, kur vēl var ietaupīt ms ir MPEG-TS. MPEG-TS kopējo aizkavi 670 ms sastāda dekodēšanas laiks (DTS), prezentēšanas laiks (PTS) un pakešu formēšanas aizkaves, kas ir vajadzīgi datu plūsmu sinhronizēšanai. Ja šīs aizkaves sāk mainīt, straumēšana vai nu pārstāj strādāt vispār vai arī attēls vai skaņa pazūd un parādās ik pēc pāris sekundēm, kas ir nepieļaujami video komunikācijā. Tāpēc šos lielumus mainīt nav ieteicams, jo savādāk video komunikāciju sabojās vēl vairāk, nekā nemainot neko MPEG-TS uzstādījumos. Tomēr 700-800 ms aizkave ir pa daudz, un video telekomunikācijas dalībniekiem var sagādāt grūtības sarunājoties.

B. Videokonferences kvalitātes parametru novērtējums bezvadu lokālajos tīklos

Lai novērtētu dažādu MAC shēmu veikspēju, izveidota sekojoša eksperimenta shēma.



4. att. Eksperimenta shēma

Izejas dati: Dators 1: Windows 2000, FTP server FileZilla; Dators 2: Windows XP SP2, FTP client FileZilla; Dators 3: Windows XP SP2, FTP client FileZilla, Wireshark network protocol analyzer v. 1.2.4; Piekļuves punkts (Access point): Linksys WRT-54GL, Firmware DD-WRT v24-sp2 (10/10/09) mini with 802.11e QoS support. Videopārraides parametri: izšķirtspēja: QCIF 176x144; Kadru frekvence: 25 Fps; Videokodeks: H.264; Datu pārraides protokols: RTP+UDP. Trafika parametru kontrolei ar Wireshark analizētas RTP

pakešu plūsmas virzienos no Datora 1 uz Datoru 3 un no Datora 2 uz Datoru 3.

Testa shēma sastāv no viena datora vadu tīklā un un diviem datoriem bezvadu tīklā. Vadu un bezvadu tīkli savienoti ar Linksys WRT54GL piekļuves punkta palīdzību. Video trafika ģenerēšanai visiem datoriem ieslēgtas vebkameras. Trafika analīzei izmantota Wireshark programmatūra, kura darbojas uz viena no datoriem bezvadu tīklā. Uz tā paša datora darbojas FTP serveris, uz abiem pārējiem datoriem – FTP klienti.

FTP servera un klientu mērķis ir maksimāli noslogot bezvadu piekļuves punktu, paralēli videopārraidei lejupielādējot liela izmēra failus. Augstāk aprakstītā scenārija mērķis ir likt augstas prioritātes videotrafikam un zemas prioritātes FTP trafikam kopīgi izmantot bezvadu pārraides vidi. Šādā veidā tiek izvērtēta dažādu MAC shēmu veikspēja.

Videokonferences organizācijai uz visiem datoriem izmantota programmatūra VLC media player v. 1.0.3. Goldeneye. Komunikācija organizēta pēc principa „katrs ar katru”.

Tika analizēti 3 videokonferences gadījumi:

1. Bez ieslēgta QoS;
2. Bez ieslēgta QoS, ar nolūku maksimāli noslogot bezvadu piekļuves punktu darbojas FTP klienti uz datoriem 2 un 3 (faila lejupielāde no datora 1);
3. Tas pats, kas p. 2, bet ar ieslēgtu 802.11e QoS piekļuves punktā.

Katram gadījumam rezultāts vērtēts pēc sekojošiem kritērijiem:

1. Delta (starpība starp n un n-1 RTP paketes pienākšanas laikiem);
2. Džiters jeb pakešu aiztures laika variācija.

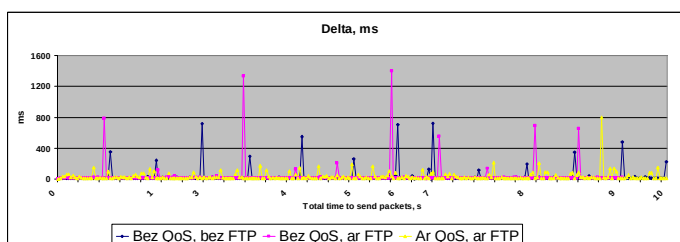
Džiters izsaka pakešu aiztures laika nevienmērību (ja paketes pienāk ar vienādiem laika intervāliem, džiters ir 0).

Džiteru divām paketēm (i,j) aprēķina pēc formulas:

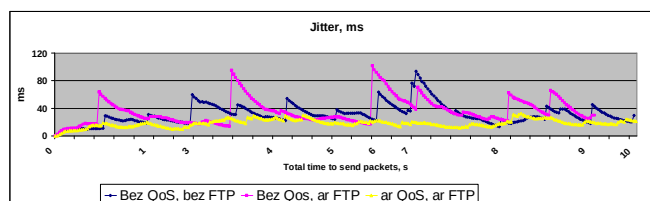
$$D(i,j) = (R_j - R_i) - (S_j - S_i) = (R_j - S_j) - (R_i - S_i),$$

kur S_i – RTP laika iezīme paketei i, R_i – paketes i pienākšanas laiks.

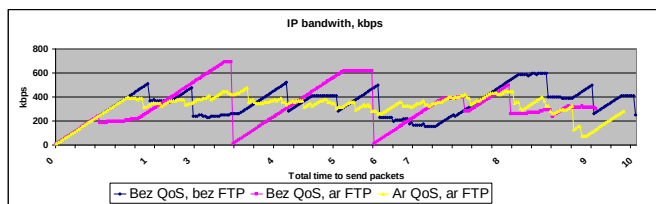
Trafika novērtējuma eksperimentu rezultāti pārraidot videokonferences datus no Datora 1 uz Datoru 3:



5. att. Delta salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem

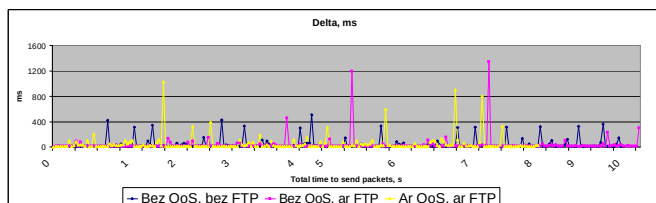


6. att. Džitera salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem

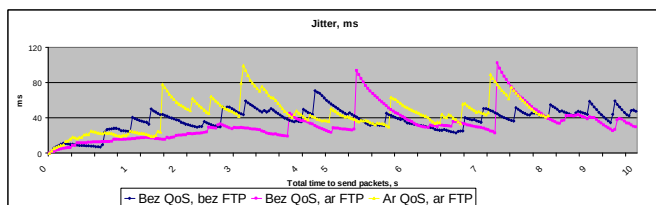


7. att. IP pārraides ātruma salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem

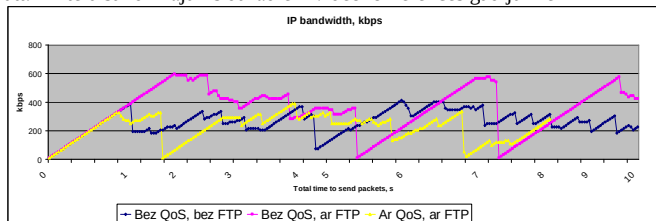
Trafika novērtējuma eksperimentu rezultāti pārraidot videokonferences datus no Datora 2 uz Datoru 3:



8. att. Delta salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem



9. att. Džitera salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem



10. att. IP pārraides ātruma salīdzinājums dažādiem videokonferences gadījumiem

VI. SECINĀJUMI

Vienīgā no apskatītajām bezmaksas lietojumprogrammām, ar kuru ir iespējams realizēt videokonferenci lokālajā tīklā, ir VLC Media Player, kas atļauj straumēt datus izmantojot IP multiraidi un apraidi, kas ļauj straumēt audio un video datus visiem pārējiem lietotājiem. Savukārt ar IP uniraidi katram lietotājam ir jāstraumē dati atkārtoti, kas nozīmē, ka, lai, piemēram, 5 lietotājiem straumētu datus ar bitu plūsmas ātrumu 1 Mbits/s, ar uniraidi vajadzēs 5 Mbit/s no joslas platuma, bet ar IP multiraidi vai apraidi vajadzēs tikai 1 Mbit/s, turklāt straumētajiem IP apraides vai multiraides datiem, var piekļūt jebkurš no lokālā tīkla jebkurā laikā, kad

dati tiek straumēti. Pārējiem bezmaksas lietojumiem ir tāds trūkums, ka aizkaves neiekļaujas normās, turklāt ar izmantotajām tīmekļa kamerām, nav iespējams panākt tādu attēla kvalitāti, lai ar video telekomunikāciju nepasliktinātu studiju kvalitāti.

FTP protokola darbība kopā ar video, kad nedarbojas QoS, ļoti jūtami ietekmē video plūsmas pārraides kvalitāti – pieaug pakešu aiztures nevienmērība un pārraides joslas izmantošanas nevienmērība.

802.11e QoS ieslēgšana un trafika prioritizēšana pēc apkalpošanas klasēm ievērojami uzlabo video plūsmas pārraides kvalitāti

Lai varētu veiksmīgi izmantot videokonferenci lokālajā tīklā ir pašam jāizveido sava programmatūra, ar kuru varētu panākt vēlamu aizkavju normu. Lai uzlabotu attēla kvalitāti un izšķirtspēju video telekomunikācijā, ir jāizvēlas profesionālākas kameras, kurām ar augstāku kvalitāte nekā darbā apskatītajām tīmekļa kamerām.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] TANDBERG Profile 8000 MXP / Internets. - Skatīts:[2010.05.13] <http://www.ivci.com/videoconferencing-tandberg-profile-8000-mxp.html>
- [2] Mario Baldi *End-to-end Delay of Videoconferencing over Packet Switched Networks*, New York: IBM T.J. Watson Research Center, 1998. – 9 lpp.
- [3] Bouras Ch., Gkamas A., Kapoulas V. u.c. *Evaluation of teleteaching services over ATM and IP networks*, Athenes:Pergamon, 2003 – 18 lpp.
- [4] RFC 768 - User Datagram Protocol / Internets. – Skatīts:[2010.05.13] - <http://tools.ietf.org/search/rfc768>
- [5] RFC 1889 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications / Internets – Skatīts:[2010.05.13] - <http://tools.ietf.org/search/rfc1889>
- [6] On2 TrueMotion VP7 Video Codec White Paper, New York: On2 Technologies Inc, 2005 – 13 lpp.

Romans Taranovs holds master degree in computer science. Now phd student in Riga Technical university, Institute of computer control, automation and computer technics, Department of computer networks and system technology.
Email: romans.taranovs@rtu.lv

Kaspars Vilde holds bachelor degree in computer science. (Year 2010, Riga Technical university, Institute of computer control, automation and computer technics, Department of computer networks and system technology)

Armands Erinsh holds master degree in computer science. (Riga Technical university, Institute of computer control, automation and computer technics, Department of computer networks and system technology)

Valery Zagursky is Dr. habil. Sc. comp (1990), profesor at Riga Technical university, Institute of computer control, automation and computer technics, Head of department of computer networks and system technology.

Romans Taranovs, Kaspars Vilde, Armands Erinsh, Valery Zagursky. Main quality limitations for based on local network videoconferencing

In this paper problems with videoconferencing implementation in local networks are discussed. There is discussed videoconference implementation in wireless (802.11 b/g/n) local networks as well as in wire (Ethernet) local networks. In the paper limitations of streamed videoconference data in local networks are discussed, as well as suggestions on videoconference data transmission protocols' and video coding algorithm selection are proposed. In practice part of the paper two videoconferencing scenarios where investigated. The first one is videoconferencing in wireless local area network (802.11g), and the second one is videoconferencing in wire local area network (100 Mb Ethernet). In the scenario, when videoconferencing was done using wireless medium three computers where used to imitate videoconference data transmission between users. These three computers generate video traffic and send it over the network, and one of them uses FTP server to send data to two others, which have installed this data demanded FTP clients, thus imitation of videoconference usage over intensively used communication channel. As merit of received video information rating two criteria where used. The first one is a delta time – time between two (n and n+1) received RTP packets and the second one is jitter in three cases: without enabled QoS support, without enabled QoS support but over intensively used communication channel and with enabled QoS support (802.11e), sending videoconference data over intensively used communication channel. In the second scenario videoconference data was streamed between laboratories, which are in one wire local area network. An ability of cheap hardware and freeware usage to obtain a videoconference with good quality.

Роман Таранов, Каспарс Вилде, Армандс Эриньш, Валерий Загурский. Главные ограничения качества видеоконференций на основе локальной сети

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с реализацией видеоконференций в локальных сетях. Описаны возможности реализации видеоконференции как в беспроводных сетях стандарта 802.11 b/g/n, так и в проводных (Ethernet) сетях. Анализируются проблемы, связанные с передачей данных видеоконференции в локальных сетях, определены слабые места, а также предложены советы и примеры по выбору протоколов передачи данных и алгоритмам кодирования видеоинформации, которые обеспечивают лучшее качество передаваемой информации при меньшей утилизации канала передачи данных. В практической части работы исследовались два сценария работы видеоконференций: в локальной беспроводной сети (802.11g) и в локальной проводной сети (100 Mb Ethernet). В сценарии работы видеоконференции в беспроводной сети использовались три компьютера, генерирующие видео трафик, а также на одном из них был установлен FTP сервер, а на двух других FTP клиенты, которые запрашивали информацию от сервера (имитация работы видеоконференции в загруженной беспроводной сети). Как оценка качества видеоконференции использовались критерии измерения разницы времени приёма последующих пакетов (дельта) и измерение джитера, в трёх случаях: без QoS, с QoS, в случае загрузки канала и с включенной поддержкой QoS (802.11e). В сценарии работы видеоконференции в проводной локальной сети исследовалась возможность качественной передачи видеоинформации между лабораториями при использовании бесплатных программных средств, а также не дорогой аппаратуры.