

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINARSKI RAD IZ PREDMETA SUSTAVI ZA
PRAĆENJE I VOĐENJE
PROCESA

VoIP

Student: Ana Pedišić
JMBAG: 0036375066

Zagreb, 5. Lipanj, 2005.

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Općenito o VoIP-u.....	4
3. Tehničko – ekonomski aspekti prelaska sa klasične telefonije na VoIP.....	5
4. Usporedba klasične telefonije i IP.....	6
5. Tri vrste VoIP scenarija.....	6
6. Protokoli i standardi.....	7
6.1 H.323 standardi.....	8
6.2 SIP (Session Initiation Protocol).....	9
7. Kvaliteta usluge.....	11
8. Područje primjene.....	14

1. Uvod

U telekomunikacijama, danas je trend zahtjev za multimedijalnim uslugama i komunikacijama, integracija zvuka, videa i prijenosa podataka. Želi se koristiti ista infrastruktura, ali i jednostavno sučelje za različite aplikacije. Upravo zato je VoIP (Voice over Internet Protocol) pobudio veliku pozornost u zadnjih par godina. Ipak, VoIP komunikacija danas još uvijek zauzima mali dio udjela u komunikacijama. Budućnost VoIP-a leži u mogućnostima novih i naprednijih aplikacija, gdje je glas samo jedna od informacija u aplikaciji. Upotreba VoIP-a za telefonski promet smanjuje troškova ali je upitna kvaliteta koja se može postići. U prilog širenju VoIP-a ide stalan razvoj tehnologije te popularizacija upotrebe kompjutera i Interneta među širokim masama ljudi, u poslovne i privatne svrhe.

2. Općenito o VoIP-u

VoIP je tehnologija koja omogućava prijenos glasa preko računalne mreže. Prvi pokušaji uvođenja su 70-tih godina. Upotrebom ovog standarda, uz uporabu računalne infrastrukture, dodatno sklopovlje i programsku podršku Internet postaje medij za prenošenje telefonskih poziva.. Prilikom poziva sa PC-a plaća se samo veza sa Internet providerom i nadoknada kompaniji koja omogućuje dotičnu uslugu po minuti razgovora. Funkciju centrala preuzimaju računala, poziv se inicira klikom miša, razgovori se mogu lako snimiti i organizirati. Sistem je moguće programirati za različite varijante automatske distribucije poziva, automatske telefonske sekretarice, faks uređaja i sl. Prednost nad klasičnim telefonskim sistemom je više nego očigledna. Konkretno, VoIP omogućava obavljanje telefonskog razgovora upotrebom već postojeće Internet veze, kao zamijena za standardnu telefoniju, kako u lokalnom i međugradskom prometu, tako i u međunarodnom. Sve veća popularnost u svijetu među telekomunikacijskim kompanijama nije slučajna. Velika prednost je mogućnost pozivanja mobilnih i fiksnih pretplatnika te ostvarivanje međunarodnih poziva po izuzetno povoljnim cijenama.

Javna telefonska mreža koristi Public Switched Telephone Network (PSTN) sustav koji primjenjuje tehnologiju komutacije kanala što znači da je predodređeni govorni kanal dodijeljen svakom pojedinačnom razgovoru. Ali telefonske mreže su na migracijskom putu prema VoIP-u (Voice over Internet Protokol). VoIP sustav obavlja digitalizaciju analognog signala, kodiranje i kompresiju, zatim segmentaciju u pakete i prijenos do odredišta. Takva komprimirana digitalna poruka ne zahtijeva govorni kanal. Umjesto toga, poruka može biti poslana preko istih podatkovnih linija koje se koriste za Internet te predodređeni kanal nije više potreban. Potrošači traže sve više od komunikacijskih tehnologija. Oni žele govor, podatke i slike, a to sve zahtijeva povećanje kapaciteta. Komunikacijske mreže koje nude takav povećani kapacitet postaju sve popularnije. IP telefon nudi tu pogodnost omogućavajući korisnicima telefonske pozive preko postojećih podatkovnih mreža i izbjegavanje velikih računa koje bi uobičajeno primili od svojih operatora. Dok je VoIP tehnologija bila u ranom razvoju bilo je dosta problema sa kvalitetom usluga u odnosu na analognu telefoniju, ali VoIP tehnologija ubrzano se poboljšava.

3. Tehničko – ekonomski aspekti prelaska sa klasične telefonije na VoIP

IP tehnologija nudi mnogostruku korist u odnosu na PBX (Private Branch Exchange) ili PSTN (Public Switched Telephone Network) telefoniju.

- **Poboljšana kvaliteta govora**
PSTN (i većina PBX-a) su ograničene na 3.1kHz (8 bita po uzorku). A IP telefoni će vjerojatno moći omogućiti kvalitetu CD-a, možda i stereo zvuka. Čak i kada nije moguće omogućiti dovoljno velik bandwidth za postizanje ove ekstremne kvalitete zvuka, uz upotrebu kodeka (kao što je npr. G.722 koji ima 7kHz bandwidth) moguće je ostvariti bolju kvalitetu zvuka, sličnu kvaliteti zvuka ostvarenoj konvencionalnom telefonijom.
- **Veća dostupnost**
Smanjenjem troškova će učiniti telefoniranje dostupnim i finansijski loše stojećim organizacijama. IP tehnologija može učiniti dostupnima prostore gdje tradicionalni telefoni nisu bili dostupni (npr. na fakultetima u studentskim laboratorijima). Mnogi fakulteti i tvrtke smatraju trošak instaliranja telefona dovoljno visokim da prisiljavaju svoje zaposlenike da međusobno dijele istu liniju u zajedničkom uredu.
- **Veća pokretljivost**
Jednostavno je premjestiti osobno ili prijenosno računalo u drugu sobu. Nema potrebe za podešavanjem portova na PBX-u ili promjene broja. Dovoljno je priključenje u ethernet priključak i korisnik je ponovno dostupan.
- **Poboljšana integracija raznih medija**
- **Nove usluge**
IP tehnologija se razvija i moguće je integrirati već postojeće ali i nove usluge. To su standardne usluge telefonskih centrala kao preusmjerenje poziva, direktno dolazno i odlazno biranje, prosljeđivanje poziva i slično. Zatim nove usluge kao jedinstveni pretinac, integracija sa webom (baze podataka, imenički servisi, “click and dial”) i zajedničko korištenje podataka.
- **Istraživanje**
Kako je već spomenuto, protokoli i standardi korišteni za IP tehnologiju su otvoreni i dostupni. To omogućava istraživačkim institucijama da unapređuju vlastite usluge i mogućnosti.
- **Proces u realnom vremenu**
Procesima koji se odvijaju u realnom vremenu, potrebna je garancija kvalitete a IP protokol nije savršen jer pruža najbolje što može u datom trenutku (best effort).
- **Prilagodavanje signala**

Potrebna je prilagoditi zvuk prijenosu preko računalne mreže i smanjiti zahtjeve za pojasnom širinom.

4. Usporedba klasične telefonije i IP

Klasična telefonija

- koristi javnu telefonsku mrežu (**Public Switched Telephone Network**)
- veza se uspostavlja unaprijed
- veza je stalno "zauzeta"
- zahtjeva fiksnih 64Kbps

VoIP

- koristi računalnu mrežu
- veza se ne uspostavlja unaprijed
- paketi se šalju samo kad se priča
- zahtjeva manju pojasnu širinu

5. Tri vrste VoIP scenarija

1) PC 2 PC

Za ostvariti PC to PC komunikaciju potrebna su dva računala sa zvučnom karticom, mikrofonom i zvučnicima. Zatim je potrebna programska podrška (Netmeeting, Skype, Phobe Dial, Hear me,...). Preduvjet je da su oba dva korisnika istovremeno na mreži. A uz korištenje kamere moguće je ostvariti i videokonferenciju. Dosta je često korišten od pojedinaca i fakultetskih ustanova.

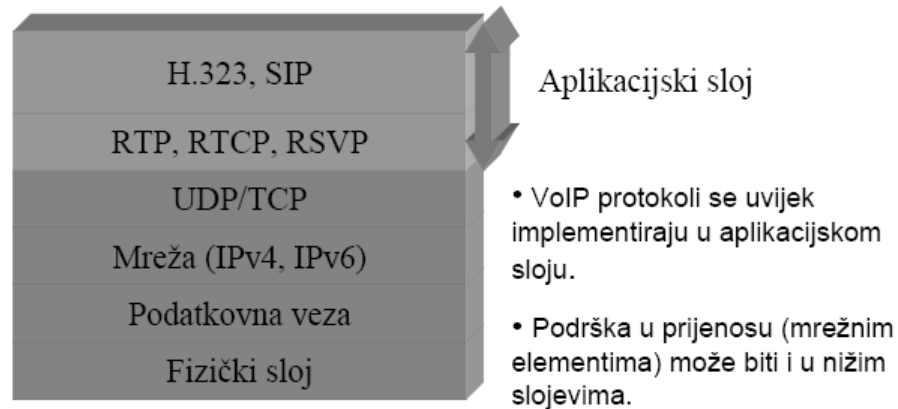
2) PC 2 Phone

Preduvjet za ovu vrstu komunikacije je gateway koji vrši prevođenje signala iz IP mreže u PSTN i obrnuto. Klijenti ovih usluga su korisnici POTS-a (Plain Old Telephone Service), mobiteli, IP telefoni, osobna računala.

3) Phone to Phone

Veza se odvija preko dva računala. Naziva se i IP telefonija i zahtjeva dva gateway-a.

6. Protokoli i standardi



Slika 1.

Kako bi se osigurala kompatibilnost opreme raznih proizvođača, standardizacijska tijela donijela su više standarda za VoIP komunikacije. Najpoznatiji i najrasprostranjeniji su ITU-T-ov H.323 standard i IETF-ov Session Initiation Protocol (SIP).

Bitno je naglasiti da se implementacija protokola za prijenos govora i slike preko IP protokola uvijek provodi u aplikacijskom sloju Internet referentnog modela, kako je to prikazano na Slici 1.

Protokoli za prijenos govora i slike imaju više funkcija koje transportni protokoli UDP (User Datagram Protocol) i TCP (Transmission Control Protocol) nemaju, tako da se tu nadopunjuju te omogućavaju ovakvu vrstu komunikacije. U prvom redu tu treba spomenuti RTP i RTCP koji se, kako se vidi na slici, nalaze odmah iznad transportnog sloja. Prijenos govora ili slike uvijek se provodi UDPom. Ova činjenica može izgledati čudno obzirom da UDP ne garantira da će isporučiti paket na odredište niti da će paketi stići u pravom redoslijedu. Međutim, ako analiziramo prirodu informacije koju prenosimo tada postaje jasno da jednostavno nema “vremena” za retransmisije paketa koji nisu stigli na odredište. Kod prijenosa u realnom vremenu bolje je i ispustiti jedan paket nego čekati na njegovo ponovno slanje (što bi se desilo u slučaju prijenosa govora ili slike TCPom). Kada bismo čekali retransmisije tada bi govor postao isprekidan i nerazumljiv. Svrha RTP-a je da iznad UDP doda kontrolu izgubljenih paketa i redoslijeda paketa tako da aplikacija iznad njega može raditi eventualne korekcije.

H.323 je skup protokola koji definira video konferencijsku komunikaciju na LAN-u pod pretpostavkom da nema zajamčene kvalitete usluge (QoS). Prva verzija je izašla 1996, a druga u siječnju 1998. Izvorno je standard bio razvijen za video konferencije na LAN-u, a kasnije je doraden za VoIP. Zagovornici SIP protokola tvrde da H.323 nije pogodan za kontrolu VoIP sustava jer je dizajniran s ATM i ISDN signalizacijom na umu. SIP koristi veći dio polja u zaglavlju, načina kodiranja, kodova pogreški te princip autorizacije kao u HTTP-u, što ga čini pogodnim za uporabu na Internetu. Pored toga SIP je protokol bez stanja (stateless) što ga čini lakšim za implementaciju. Ako govorimo o sigurnosti i kontroli pristupa tad je H.323 bolji, jer su unutar standarda podržani i specijalni protokoli za autorizaciju, kontrolu pristupa te

registraciju. Čime je i bolja platforma za kontrolu troškova.

Oba protokola se danas koriste i većina proizvođača u svoju opremu ugrađuje podršku kako za H.323 tako i za SIP. Također se dosta radi i na razvoju međudjelovanja ovih standarda, s idejom da se omogući komunikacija između dva terminala koji podržavaju samo H.323 ili SIP.

6.1 H.323 standard

Svojstva H.323:

- standardna kompresija/dekompresija,
- povezivanje različite opreme,
- neovisnost o mreži,
- neovisnost o opremi i aplikaciji,
- podrška za konferencijsku vezu,
- nadzor mreže,
- podrška za komunikaciju s više krajnjih točaka.

H.323 komponente:

- terminal
- gateway
- gatekeeper
- (MCU - Multipoint Control Unit).

Standard na ovom području je nužan, prije svega zato da osigura kompatibilnost opreme različitih proizvođača, ali i zbog kompleksnosti problema. H.323 kao najkompleksniji ali i najpotpuniji standard za video konferencije obuhvaća široko područje ovog multidisciplinarnog problema.

Kategorije koje standard obrađuje:

- transport govora i slike u realnom vremenu,
- transport tekstualnih poruka,
- kontrole kvalitete veze,
- kompresiju govora i slike,
- potiskivanje tišine,
- uspostavu veze, autorizacija, registracija,
- definiciju međudjelovanja mreža.

Primjene izvedbe standarda se provodi kako unutar mreže (na mrežnim elementima) tako i na njenom rubu (terminali).

Protokoli koje specificira H.323:

- audio codec;
- video codec;
- H.225 Registration, Admission and Status (RAS) – regulira prijavu, pristup i status, a koristi se za komunikaciju terminala I H.323 gatekeepera;
- H.225 Call Signaling *Signaling* za signalizaciju kod uspostave veze kroz kontrolni kanal. Signalizacija ovog tipa odvija se između krajnjih točaka tj. H.323 terminala.;
- H.245 Control Signaling Poruke po H.245 također se razmjenjuju između krajnjih točaka (razmjena mogućnosti, otvaranje logičkih kanala, itd.);
- Real-time Transport Protocol (RTP) definiran RFC standardom;
- Real-time Control Protocol (RTCP) također definiran RFC standardom.

Često se griješi nazivajući H.323 protokolom, jer je on ITU-T standard koji se poziva na više drugih standarda.

6.2 SIP (Session Initiation Protocol), RFC 2543

Svojstva SIP-a:

- Kontrolni protokol u aplikacijskom sloju;
- Namjena: kreiranje, modifikacija i raskidanje sesija između dva ili više sudionika;
- Ugrađena podrška za razmjenu mogućnosti;
- Podržana mobilnost korisnika;
- Jednostavna implementacija;
- Neovisnost o transportnom mediju;

SIP je kontrolni protokol koji se implementira u aplikacijskom sloju referentnog OSI modela. Namjena mu je uspostava, održavanje, modificiranje i raskid multimedijских sesija. Sudionici u sesijama mogu komunicirati posredstvom multicast, unicast ili kombiniranih veza.

SIP poziv koristi se za kreiranje sesije i definiciju njenih parametara. Ovi parametri omogućavaju sudionicima da se prilagode tipu medija koji se u toj sesiji koristi. Mobilnost korisnika podržana je kroz proxy i redirect poslužitelje, preusmjeravanjem poziva na trenutnu lokaciju korisnika. Korisnici mogu na jednostavan način registrirati svoje nove lokacije, koje se bilježe na SIP poslužiteljima.

Protokol je koncipiran neovisno o transportnom mediju tako da se jednostavno može implementirati na bilo kojoj vrsti mreže. Ipak isključivo se koristi na IP protokol složaju, a u transportnom sloju može koristiti ravnopravno TCP ili češće UDP.

SIP koristi RSVP za rezervaciju mrežnih resursa, RTP/RTCP/RTSP za prijenos podataka u realnom vremenu, SAP (Session Announcement Protocol) za reklamiranje

multimedijalnih sesija i SDP (Session Description Protocol) za opis multimedijalnih sesija.

Implementacija SIP protokola je jednostavna. Temelji se na dobro razrađenom HTTP-u, te kao i on ima tekstualnu reprezentaciju poruka. Ova činjenica ga čini jednostavnim za otklanjanje pogrešaka kao i za analizu ispravnosti rada kod razvoja.

SIP komponente:

- SIP klijent;
- SIP poslužitelji:
 - Proxy poslužitelj
 - Registrar poslužitelj
 - Redirect poslužitelj
 - Location poslužitelj

SIP kao i ITU-T-ov H.323, definiran je kroz mrežne komponente i njihovu funkcionalnost. SIP je izgrađen oko dvije osnovne komponente: korisničkog agenta (User Agent – UA) i mrežnog poslužitelja. UA se nalazi u krajnjim točkama i on se uvijek dijeli na dva segmenta: korisnički agent klijent (User Agent Client – UAC) i korisnički agent poslužitelj (User Agent Server – UAS). UAC je odgovoran za generiranje zahtjeva, a UAS za odgovore na zahtjeve.

SIP poslužitelji nisu neophodni za uspostavu veze između dvaju terminala, međutim oni nude dodatnu funkcionalnost i u stvarnim mrežama uvijek se koriste. Naavedeni poslužitelji obuhvaćaju funkcionalnost gatekeeper-a u H.323 standardu. Ovakva razdioba poslužiteljskih funkcija na više cjelina nije mana nego upravo prednost SIP standarda. Na ovaj način postignuta je preglednost i olakšana parcijalna implementacija standarda.

Najvažnija funkcija proxy poslužitelja je pronalaženja korisnika i prevođenje adresa (alias – transport). Proxy poslužitelj može generirati zahtjeve drugim poslužiteljima ili klijentima.

Redirect poslužitelj prihvaća zahtjeve i na njih odgovara s 0 ili više mogućih adresa za uspostavljanje veze. Za razliku od proxy poslužitelja on ne može poslati zahtjev niti kao UA uspostaviti vezu.

Registrar poslužitelj prihvaća register zahtjeve i najčešće se postavlja skupa s redirect ili proxy poslužiteljem.

SIP adresiranje:

- SIP koristi adresiranje slično mail i telnet aplikacijama;
- Objekt adresiranja je korisnik na računalu pa se prema tome adresa tvori od korisničkog imena i imena računala;
- Primjeri SIP adresa (SIP URL):
 - sip:username@ime.racunala.domena
 - sip:katarina@161.53.19.34
 - sip:+1-212-1212@racunalo.domena?subjekt=pitanje

Korisnički dio adrese je ime korisnika ili telefonski broj u slučaju komunikacije s gateway-em. Host je naziv domene ili numerička adresa računala na kojem se korisnik nalazi. U većini slučajeva korisnički dio adrese se može pretpostaviti iz email adrese ili imena korisnika.

Ako se korisnik odluči za adresu koja se može pretpostaviti na temelju imena korisnika, tad se zaštita od neželjenih poziva može provesti na najnižem klijentskom sloju jednostavnom listom adresa/skupine adresa odnosno brojeva s kojih su dozvoljeni pozivi.

Pronalaženje SIP poslužitelja može se provesti na dva načina. Pokušajem direktne uspostave veze na temelju host dijela adrese (koja može biti numerička ili alfabetska u kojem slučaju se koristi DNS) ili prosljeđivanju zahtijeva na prvi registrirani proxy poslužitelj bez obzira na vrijednost polja Request-URI.

Zahtjev se prosljeđuje poslužitelju na port naveden u Request-URI polju, ako port nije naveden tad se koristi port 5060. Također, uvijek se koristi specificiran protokol UDP ili TCP, ako protokol nije specificiran veza se pokušava uspostaviti posredstvom UDP-a. Ako u posljednjem slučaju uspostava veze ne uspije tad klijent automatski pokušava uspostaviti vezu TCP protokolom.

Klijent treba pratiti i interpretirati ICMP poruke, koje vraćaju informacije o raspoloživosti poslužitelja, prije nego se oslanjati isključivo na vremenske brojače (timeout counter).

Standard propisuje konvenciju nazivanja poslužitelja na principu sip.domainname (npr. sip.tel.fer.hr), ova konvencija bitno olakšava pronalaženje poslužitelja.

SIP poruke

- SIP poruke su tekstualne ISO10646 UTF-8 kodirane.
- Osnovna podjela poruka:
 - zahtjevi
 - odzivi
- Zahtjevi i odzivi koriste generički oblik poruke koji se sastoji od: početne linije, jednog ili više zaglavlja, prazne linije za odvajanje zaglavlja poruke i opcionalnog tijela poruke.

SIP se temelji na tekstualnim porukama koje se kodiraju po standardu ISO10646 UTF-8. Klijenti moraju završavati linije s CR (Carriage Return) i LF (Line Feed), a poslužitelji ovu sekvencu specijalnih znakova moraju interpretirati kao kraj linije.

Izuzev navedene razlike u kodiranju sintaksa SIP-a gotovo je identična sintaksi HTTP/1.1. Ipak treba naglasiti da SIP nije proširenje HTTP protokola već protokol koji se temelji na principima HTTP-a. Za razliku od HTTP-a SIP može koristiti UDP.

Kad SIP radi na UDP ili TCP protokolu moguće je multipleksirati više transakcija u jednu TCP konekciju ili u jedan UDP datagram. Uvijek treba paziti da UDP datagrami, zajedno sa svim zaglavlja, ne pređu maksimalnu transmisijsku jedinicu (MTU) jer će to dovesti do IP fragmentacije.

7. Kvaliteta usluge

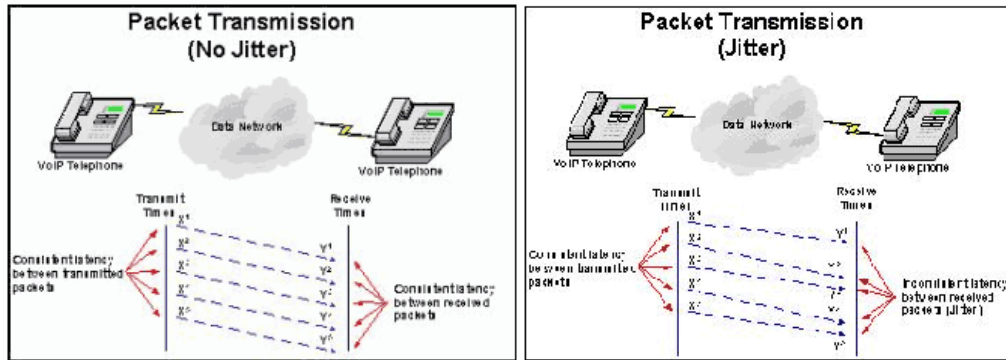
Pitanje kvalitete usluge (Quality of Service) se odnosi na sve paketno orijentirane tehnologije, i omogućuje korisnicima da procijene kvalitetu signala koji primaju. U IP mrežama se primjenjuju brojne napredne metode za procijenu kvalitete.

Kvalitetu usluge određuju sljedeći parametri:

- **Kompozitno kašnjenje** koje nastaje zbog obrade signala ili prijenosa računalnom mrežom. Za razliku od broadcast aplikacija, dvosmjerna komunikacija je iznimno osjetljiva na kašnjenja. Većina korisnika će u razgovoru osjetiti kašnjenja s kraja na kraj (round-trip delay) veća od 250 ms, što ostavlja budžet od oko 150 ms kašnjenja na jednu stranu. Spomenuta veličina je standardizirana ITU-T G.114 preporukom, koja propisuje ovo kašnjenje kao maksimalno za dobru kvalitetu govora. Za usporedbu, tipično kašnjenje generirano kroz postojeće sustave preko geostacionarnih satelita reda je 150ms-500ms.

Dva osnovna problema koja su prouzročena kašnjenjem su odjek i preklapanje govora. Odjek se pojavljuje već kod malih kašnjenja s kraja na kraj (round-trip delay) od 50 ms. Obzirom da odjek bitno utječe na kvalitetu komunikacije, kod njegove pojave obavezno se koriste potiskivači odjeka. Preklapanje govora (kad jedan korisnik sustava progovori u istom trenutku kad mu počinje stizati govor od sugovornika) postaje značajnije kod kašnjenja u jednom smjeru većeg od 250 ms. Kašnjenje se uzrokuje na više segmenata komunikacije, ipak po nastanku ga možemo podijeliti na kašnjenje u mreži i kašnjenje na terminalima. Ako govorimo o kašnjenju na predajnom terminalu tada su to kašnjenja zbog kompresije (reda 20-45ms) zatim kašnjenja zbog procesiranja (reda 10ms) te paketizacijsko kašnjenje (reda 20ms). Kašnjenja u mreži teško se mogu predvidjeti, jer ovise o trenutnom opterećenju čvorova kao i o performansama, a kako su ti parametri nepoznati tako se ni kašnjenje u mreži ne može točno izračunati.

- **Jitter ili varijacija kašnjenja** javlja se kao posljedica nejednakih vremena posluživanja za sve pakete u toku, kao i zbog prolaska paketa različitim putovima do odredišta. Jitter kao pojava više otežava implementaciju VoIP aplikacija nego samo kašnjenje. Ukoliko se ne primjenjuje niti jedan algoritam za izgladjivanje jittera to se manifestira kratkim prekidima u govornom toku, što je iritantno i otežava komunikaciju. Na Slici 2. se vidi razlika.



Slika 2.

Varijacija kašnjenja se izgladuje tako da se na prijemnoj strani ili gatewayu postavljaju spremnici koji primaju pakete ali ih ne prosleđuju odmah na “zvučnik”. Paketi ostaju neko “dovoljno” vrijeme u spremniku nakon čega se puštaju na zvučnike. Jasno, dovoljno vrijeme nije lako odrediti. Naime, ista aplikacija treba dobro raditi i na brzim mrežama kako i na sporim, što znači da vrijeme zadržavanja ne smije biti fiksno, već se treba prilagoditi uvjetima u mreži. Dobre implementacije će čak izvršavati prilagodbu jitter spremnika i za vrijeme trajanja jedne sesije.

Najčešće se primjenjuju prediktorski algoritmi koji predviđaju kako će se kašnjenje u mreži mijenjati u budućnosti na temelju do “sada” primljenih paketa. Odmah se vidi da ovakav postupak unosi dodatno kašnjenje u komunikaciji. Zbog toga je važno odrediti optimalnu dimenziju jitter spremnika, tako da se na brzim mrežama na kojima nije izražen jitter ne unosi nepotrebno dodatno kašnjenje.

Navedena metoda se koristi kako na terminalskim stranama tako i u novijim mrežnim elementima (VoIP usmjernicima).

- **Izgubljeni paketi** su normalna pojava u mrežama. Do gubitaka paketa može doći zbog preopterećenja linka, prečestih kolizija na LAN-u ili pak zbog fizičkog oštećenja medija. TCP protokol ima ugrađen mehanizam kojim posredstvom retransmisija može popraviti ovakve slučajeve. Kako se za prijenos govora koristi nepouzdan UDP, o izgubljenim paketima mora brinuti aplikacija.

Ukoliko je postotak izgubljenih paketa mali, reda 1%, nisu potrebne nikakve akcije, jer svaki paket nosi 20 ms pa gubitak govornog signala u tom trajanju jedva je primjetljiv. Gubitak paketa do 10% još uvijek se da ispraviti na prijemnoj strani, preko toga smatra se da je veza neupotrebljiva za prijenos govora. Problem izgubljenih paketa rješava se u sklopu codeca. Postoji više različitih algoritama za ublažavanje efekta izgubljenih paketa, a neki od njih su:

- kako je rečeno ignorirati izgubljene pakete ako je riječ o malim postotcima,
- kod većih postotaka možemo ponoviti prethodno primljeni paket, što u većini slučajeva može zadovoljiti ali je daleko od dobrog rješenja,
- izgubljene pakete možemo interpolirati nekom od prediktorskih metoda.

Prediktor se “navikava” na visinu i boju glasa u toku normalne konverzacije a u slučaju gubitka paketa pokušava predvidjeti kakav je sadržaj nosio taj paket.

- **Jeka i poništavanje jeka**

- **Primjena različitih audio i video kodeka.** Postoje razne vrste algoritama za kompresiju podataka. U Tablici 1. i Tablici 2. su navedeni standardi za kodiranje za audio i video signale.

Standard	Algoritam	(Kbit/s)	Tipično kašnjenje bez kašnjenja kanala (ms)	Kvaliteta glasa
G.711	PCM	48, 56, 64	<<1	Izvrсна
G.723.1	MPE/ACELP	5.3, 6.3	67-97	Dobra(6.3), Zadovoljavajuće(5.3)
H.728	LD-CELP	16	<<2	Dobra
G.729	CS-ACELP	8	25-35	Dobra
G.729 annex A	CS-ACELP	8	25-35	Dobra
G.722	Sub-band ADPCM	48, 56, 64	<<2	Dobra
G.726	ADPCM	16,24,32,40	60	Dobra (40), Zadovoljavajuće(24)
G.727	AEDPCM	16, 24, 32, 40	60	Dobra (40), Zadovoljavajuće (24)

Tablica 1. Audio kodiranje

Standard	Algorithm	(Kbit/s)	Kvaliteta slike
<u>H.261</u>	Diskretna kosinusna transformacija (DCT) sa kompenzacijom pokreta	px64 (p=broj ISDN B kanala)	Loša
<u>H.263</u>	Poboljšana verzija H.261	Varira	Srednja

Tablica 2. Video kodiranje

- **Tehnike definiranja prioriteta usluga u realnom vremenu nad ostalim uslugama**

8. Područje primjene

Implementacija VoIP-a je prikladna za organizacije i kompanije koje su smještene na nekoliko lokacija, a međusobno spojene IP mrežom na kojima telefonija nije dovoljno dobro organizirana. Organizacije smještene u više zemalja ili kontinenata, Zatim u novim zgradama i zgradama gdje treba mijenjati telefonsku opremu. Firme koje su velike i imaju mnogo zaposlenika. U svijetu se VoIP primjenjuje kod proizvođača opreme, u akademskim ustanovama za istraživačke potrebe, u školama i telekomunikacijskim operaterima.

9. Literatura

- <http://www.tel.fer.hr>
- <http://pvprm.zesoi.fer.hr/>
- Telecommunications Essentials, Lillian Goleniewski, izdavač Addison Wesley, 2001
- <http://www.protocols.com/>