



به نام خدا

سیستم VoIP و ارتباطات تلفن اینترنتی

محمد کریمی انصاری

محمدامین یگانه فرد

امیر عاملی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

baroon_143@yahoo.com

Amin101yeganeh@yahoo.com

kyan_sa@yahoo.com

چکیده - ارسال صوت به طور معمول از طریق شبکه های تلفن سوئیچی عادی یعنی *PSTN* انجام می گیرد ولی از طریق یک شبکه ی مبتنی بر *IP* (*Individual Packets*) می توان تمام مالتی مدیاها (فکس، دیتا، صوت و تصویر) را از طریق فقط یک کانال ارتباطی یعنی اینترنت ارسال نمود. ترکیب منابع صوتی، فکس و اطلاعاتی سبب ایجاد فرصتی برای افزایش کارایی این منابع و کاهش هزینه ی ارتباطی آنها می گردد. از طریق این شبکه می توان ارتباطات نامحدود راه دور را با هزینه ی یک ارتباط اینترنتی ساده برقرار کرد. پرتکل مرتبط با این شبکه، استاندارد *H.323* می باشد که شامل مجموعه ای از دستورالعمل ها جهت تعیین چگونگی ارسال اطلاعات می باشد و بیشتر شرکت های ارتباطی معتبر بین المللی این استاندارد را پذیرفته اند. ارتباط بین مکالمات با فرمت اینترنتی و فرمت تلفن عادی توسط رابط های *Gateway* برقرار می شود که یکی از اجزای شبکه های مبتنی بر استاندارد *H.323* می باشد. جهت برقراری امنیت اطلاعاتی از پرتکل *H.235* برای رمزگذاری استفاده می شود. کیفیت ارائه شده توسط این شبکه در مقایسه با شبکه های *PSTN* بسیار بالاتر می باشد به طوری که با استفاده از بافر بزرگی به نام *Jitter*، تأخیر بین دو نقطه ی انتهایی مسیر به کمترین مقدار خود می رسد.

کلید واژه - استاندارد *H.323*، *VoIP*¹، *PSTN*² و *Gateway*.

1- مقدمه

تلفن های معمولی، کامپیوترها و ترمینال های اختصاصی جهت ارسال اطلاعات مکالماتی از طریق اینترنت به وجود آید. مزیت اصلی تلفن های *IP*، قابلیت آنها برای کاهش قیمت مکالمات است که طرح بسیار جالبی برای شرکت های بزرگ می باشد. ترکیب منابع صوتی، فکس و اطلاعاتی، سبب ایجاد فرصتی برای افزایش کارایی این منابع و کاهش هزینه ی ارتباط آنها می گردد و این به کاربر اجازه می دهد که از مزیت پهنای باند اضافی در شبکه های باند وسیع اینترنتی استفاده کند. *IP* یک شبکه ی *packet-switched* (این شبکه، دیتاهای بزرگ را به بسته های بیتی کوچک برای ارسال تقسیم می کند و این بسته ها قبل از رسیدن به مقصد دوباره سرهم می شوند، به این ترتیب کانال ارتباطی فقط در مدت بسته بیت اشغال می شود) است که نیاز به برقراری ارتباط دائمی با شبکه ی اینترنت ندارد. *IP* ها می توانند به طور مجزا از طریق مسیرهای کاملاً مختلف

ارتباطات تلفن اینترنتی به سرویس هایی برمی گردد که به طور معمول توسط شبکه های تلفنی سوئیچی عادی (*PSTN*) که در آن ارتباط صوتی به خوبی فکس برقرار می شود با این تفاوت که انتقال اطلاعات از طریق اینترنت انجام می گیرد.

سیگنال های صوتی آنالوگ فشرده سازی شده پس از تبدیل به سیگنال دیجیتالی، به داخل *IP*³ منتقل شده و از طریق اینترنت به گیرنده ای ارسال می شود که در آن *IP* دیجیتالی دوباره به سیگنال آنالوگ تبدیل می گردد.

تلفن اینترنتی، امکان انتقال سیگنال های صوتی و اطلاعاتی را به طور یکجا از طریق شبکه ی *packet* فراهم می کند (*VoIP*) بدون این که مشکلی در برقراری ارتباط بین

2-2- ارتباط PC با تلفن

در این حالت تماس گیرندگان توسط PC می‌توانند با کاربران تلفن‌های عادی (PSTN) ارتباط برقرارکنند که این عمل نیازمند سرویس‌های gateway است که وظیفه‌ی تبدیل مکالمات مابین فرمت اینترنتی و فرمت تلفن عادی را برعهده دارند. رابط‌های gateway باید تا حدّ ممکن در نزدیکی مشترک تماس‌گرفته‌شده (Callee) قرارگیرند تا هزینه‌ی ارتباط gateway با Callee به کمترین مقدار خود برسد. این سرویس به‌طور معمول توسط اپراتورهای gateway مانند iConnect ارائه می‌شود.

هزینه‌ی این مکالمه = هزینه‌ی پرداختی برای اپراتور gateway + هزینه‌ی اتصال به اینترنت.

هزینه‌ی پرداختی برای اپراتور، در حالت کلی براساس نرخ ارتباطی منطقه‌ای gateway با Callee تعیین می‌شود.

2-3- ارتباط تلفن به تلفن

اگر شخصی بخواهد تماس راه دوری داشته باشد اما نخواهد از طریق کامپیوتر ارتباط برقرار کند برای مثال اگر کسی از موبایل برای ارتباط خود استفاده کند مکالمه باید از دو gateway یعنی PSTN به اینترنت و اینترنت به PSTN عبور داده شود. این ارتباط به‌طور معمول توسط اپراتورهایی مانند AccessPower و DeltaThree اجرا می‌شود.

هزینه‌ی این مکالمه = هزینه‌ی پرداختی برای دو اپراتور + هزینه‌ی مکالمه‌ی محلی.

در این حالت نیز هزینه‌ی پرداختی برای اپراتور gateway نزدیک به مقصد به‌طور کلی بر اساس نرخ‌های ارتباطی محلی gateway به Callee تعیین می‌شود.

2-4- ارتباط تلفن با PC

این ارتباط جهت دسترسی به کاربران اینترنت توسط تلفن معمولی است. این نوع از ارتباط خیلی شبیه به ارتباط PC با تلفن است با این تفاوت که تماس‌گیرنده (Caller) به‌طور مستقیم به اینترنت متصل نمی‌شود و اپراتور Gateway این کار را انجام می‌دهد. این ارتباط در حال حاضر با نام

انتقال داده شده و تحت هر شرایطی به گیرنده برسند سپس آن‌ها با ترتیب مناسبی، مرتب می‌شوند. با این شرایط فرصت مناسبی برای ازبین رفتن packet به‌وجود می‌آید و از سوی دیگر، تراکم در پهنای باند محدود شبکه‌ی اینترنت باعث ایجاد تأخیر در دریافت packet ها می‌شود. بنابراین کیفیت صدا تا حدّ تلفن‌های معمولی کاهش می‌یابد. پروتکل مرتبط با این موضوع استاندارد H.323 می‌باشد که مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها است که چگونگی ارسال صوت، دیتا و ویدیو از طریق شبکه‌های محلی (LAN¹) مبتنی بر IP را تعیین می‌کند. مطالب استاندارد H.323، کیفیت صدا و کیفیت سرویس (QoS²) در زیر مورد بحث قرار خواهد گرفت.

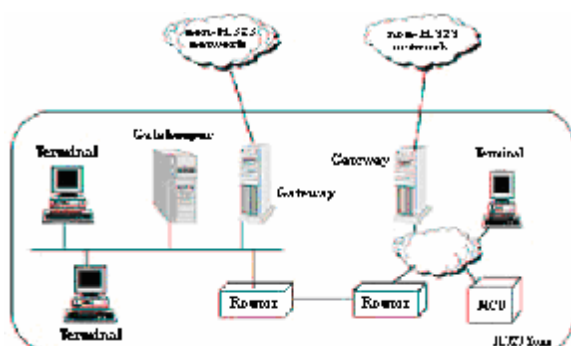
2- انواع ارتباطات تلفن اینترنتی

مکالمات تلفنی می‌توانند با استفاده از سخت‌افزارها و نرم‌افزارهایی که در اختیار کاربر قرار می‌گیرد به‌وجود آید. استفاده‌کنندگان از این خدمات می‌توانند از مزیت ارزانی ارتباط از طریق اینترنت‌های هم‌سطح، نسبت به PSTN ها در ارتباطات راه‌دور بهره‌جویند. کاربر با یک‌بار خرید نرم‌افزار مربوطه می‌تواند ارتباط نامحدود راه‌دور را به قیمت یک ارتباط اینترنتی ساده برقرار کند. اگر یک مشترک بخواهد با شخصی در خارج از کشور ارتباط برقرار کند در حالتی که هر دو طرف ارتباط، نرم‌افزار IP را در اختیار داشته باشند، می‌توانند به‌جای پرداخت هزینه‌ی گزاف به کاربرهای بین‌المللی، به‌آسانی واسطه‌های اضافی ازقبیل کاربرهای بین‌المللی و شرکت‌های تلفنی عادی را حذف‌کنند. تلفن‌های IP در چهار گونه‌ی مختلف دسته‌بندی می‌شوند که در زیر به بیان ویژگی‌های آن‌ها خواهیم پرداخت. [1]

1-2- ارتباط PC با PC (Caller- Callee)

همان‌طور که به‌طور خلاصه در بالا اشاره شد، جهت برقراری این ارتباط، کاربر نیازمند دسترسی به اینترنت و یک کامپیوتر با توانایی صوتی بالا است. در ارتباط PC با PC، سرویس IP می‌تواند از مزیت ترکیب با سرویس‌های اینترنتی دیگر نظیر www و E-mail و غیره بهره‌مند شود.

هزینه‌ی مکالمه = هزینه‌ی اتصال به اینترنت.



شکل 1- ساختار منطقه‌ای از شبکه‌ی تحت استاندارد H.323 [4].

4-2- ترمینال‌ها

برای برقراری یک ارتباط توسط VoIP تحت استاندارد H.323 ما به دو ترمینال نیاز داریم که بتوانند عمل Encode و Decode مکالمات را انجام دهند. این ترمینال‌ها می‌توانند PC یا سخت‌افزارهای اختصاصی باشند. ترمینال‌ها در حالت پایه باید کلیه‌ی سیگنال‌های صوتی را تحت پوشش قرار دهند ولی می‌توانند در حالت‌های پیشرفته‌تر، ارتباطات ویدیویی و دیتا را نیز برقرار کنند.

4-2-1 دیجیتال کردن و فشرده‌سازی اطلاعات

فاز اولیه‌ی دیجیتالی کردن نیازمند ورود یک سیگنال صوتی آنالوگ از طریق میکروفن می‌باشد این اطلاعات پس از انجام مدولاسیون PCM¹ روی آن‌ها، ذخیره می‌شوند. این نسخه‌ی کوانتیزه‌شده از سیگنال صوتی آنالوگ، در فرکانس و مقدار بیت مشخصی بسته به نوع کار، نمونه‌برداری می‌شود. فرکانس سیستم‌های PSTN در حدود 3.1 kHz می‌باشد و این برای مکالمات صوتی عادی، کافی می‌باشد و این مورد در استاندارد G.711 شرح داده شده است برای انتقال سیگنال‌های مختلف از طریق IP، ما باید بهترین کیفیت صوتی را در کمترین مقدار دیتا جهت کاهش پهنای باند، ارائه دهیم. برای دستیابی به این حالت ایده‌آل بایستی برخی از فشرده‌سازهای صوتی مورد استفاده قرار گیرند.

دو codec² مورد استفاده در استاندارد H.323 عبارتند از: G.723.1 و G.729A. این codec‌ها بسته به محدودیت‌های مختلف VoIP مانند پهنای باند، کیفیت سرویس، کیفیت صدا و غیره از روش‌های فشرده‌سازی مختلفی استفاده می‌کنند.

Interfon فعال می‌باشد.

هزینه‌ی این مکالمه = هزینه‌ی پرداختی برای اپراتور + هزینه‌ی مکالمه‌ی محلی.

3- استاندارد H.323

1-Local Area Network.

2-Quality of Service.

این استاندارد مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها می‌باشد که توسط اتحادیه‌ی ارتباطات راه‌دور بین‌المللی تعیین شده است. در این استاندارد چگونگی ساختار بندی و کنترل ارسال بدون تأخیر مالتی‌مدیا (فکس، دیتا، صوت و تصویر) از طریق یک شبکه‌ی مبتنی بر IP تعیین می‌شود. [2]

درحقیقت این استاندارد مجموعه‌ی گسترده‌ای است که جنبه‌های مختلف درک کامل یک سیستم ارتباطی مبتنی بر IP را پوشش می‌دهد. گستره‌ی وسیعی از ارتباطات از قبیل کنفرانس‌های ویدئویی، تبادل اطلاعات به صورت دیتا و مکالمات صوتی می‌توانند توسط VoIP ارسال شوند.

بیشتر شرکت‌های ارتباطی معتبر بین‌المللی این استاندارد را پذیرفته‌اند و اکثر سخت‌افزارها در جهت اجرای دستورالعمل‌های این استاندارد گسترش یافته‌اند.

این استاندارد یک مفهوم کلی از پرتکل‌های اینترنتی موجود و مدارات سوییچی تلفن‌های معمولی (PSTN) را شامل است و درواقع این استاندارد موجب فراهم شدن ترکیبی از این دو تکنولوژی قابل توسعه، می‌گردد. [3]

4- ساختار شبکه‌ی تحت استاندارد H.323

4-1- منطقه‌بندی

یک ناحیه‌ی H.323، مجموعه‌ای از تمام ترمینال‌ها، gateway‌ها و MCU‌ها است که توسط یک سیگنال از طرف gatekeeper کنترل می‌شود (شکل 1). بنابر دلایلی که بعداً ارایه خواهد شد هر منطقه فقط دارای یک gatekeeper است.

استاندارد H.323 می‌باشند. آن‌ها باید به‌وسیله‌ی یک gatekeeper شناسایی شده و پلی مابین شبکه‌های مختلف ایجاد کنند. Gateway ها، ارتباط بین شبکه‌های مبتنی بر استاندارد H.323 و شبکه‌های دیگر نظیر اینترنت و PSTN را برقرار می‌کند. Gateway وظیفه‌ی انتقال سیگنال‌های کنترلی، صوتی، تصویری، دیتا و راه‌اندازهای ارتباطی را برعهده دارد. اگر gateway مربوط به PSTN باشد آدرس‌های IP را بر اساس شماره تلفن‌ها مرتب می‌کند.

4-5- واحد کنترل ارتباطات چند نقطه‌ای (MCU¹)

این واحد کنترل، کنفرانس‌های چندطرفه ترمینال‌های استاندارد H.323 را مدیریت می‌کند. برای شرکت کردن در یک کنفرانس، تمامی ترمینال‌ها با MCU ارتباط برقرار می‌کنند. MCU پس از برقراری ارتباط با ترمینال‌ها مشخص می‌کند که سیگنال‌های صوتی (یا تصویر) کدام یک از ترمینال‌ها انتخاب شوند و از این طریق منابع کنفرانس را مدیریت می‌کند.

5- راه اندازی و کنترل مکالمات بر اساس استاندارد H.323

استاندارد H.323 از سه پرتکل H.225، H.225RAS و H.245 برای کنترل عملکرد مکالمات استفاده می‌کند. برای راه‌اندازی یک ارتباط بین مبدأ و مقصد بر اساس استاندارد H.323، پرتکل H.225 نیازمند است. H.225 برای راه‌اندازی مکالمه، قرارداد سیگنالی کردن یعنی قرارداد Q.931 را مورد استفاده قرار می‌دهد. همچنین H.225 ارتباطی با پرتکل کنترل ارسال (TCP)² و IP جهت به‌کاربردن پرتکل‌های انتقال صدا و کنترل پژواک (RTP⁴/RCP³) و ارسال مناسب و سنکرون با سیگنال اصلی برقرار می‌کند. پرتکل H.225RAS⁵ در ارتباط ترمینال‌ها با gatekeeper ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و اگر gatekeeper وجود نداشته باشد نیاز به این پرتکل نیست. این قرارداد برای کار با شبکه‌های نامطمئن طراحی شده است. یک ترمینال با استفاده از H.225RAS می‌تواند موقعیت gatekeeper را توسط ارسال یک سیگنال GRQ⁶ پیدا کند. gateway ها از مسیر یاب‌ها جهت تعیین این‌که packet ها از کجا و به کجا ارسال

در استفاده از پهنای باند، فشرده‌ساز G.723.1 دارای کارایی و راندمان نسبتاً بیشتری نسبت به G.729A است به‌طوری که G.723.1 نیازمند 6.3^{kbps} ولی G.729A نیازمند 7.9^{kbps} پهنای باند می‌باشد در عوض G.729A کیفیت صدایی بهتری را ارائه می‌دهد. [5]

یکی از تکنیک‌های فشرده‌سازی استفاده‌شده در این مرحله، ADPCM³ می‌باشد. ADPCM به جای کوانتیزه کردن سیگنال به‌طور مستقیم، سعی بر پیش‌بینی نمونه‌های بعدی سیگنال مکالمه می‌کند. اگر این پیش‌بینی صحیح باشد به

1-Pulse Code Modulation.

2-Encoder & Decoder.

پرهیز کنیم. ADPCM می‌تواند 16 بیت صوتی را به کمتر از 4 بیت با کیفیت صوتی مناسب فشرده کند. به دلیل حذف برخی از بیت‌های میانی در سیگنال اصلی با استفاده از این روش کیفیت سیگنال به‌طور کامل، مشابه سیگنال اصلی نخواهد بود و به همین دلیل امکان دارد در زمان decode کردن صدا تا اندازه‌ای تغییر کند و یا شامل اصوات ساختگی جدیدی که در سیگنال اصلی وجود ندارد، گردد که البته این تغییرات ایجاد شده به قدری نیستند که گوش انسان قادر به تشخیص آن‌ها باشد. [6]

4-3- Gatekeeper

Gatekeeper ها برای تعیین چگونگی کنترل ارتباطات صوتی توسط IP کاملاً لازم و ضروری هستند برای مثال ارتباط بین یک آدرس از LAN و آدرسی از IP توسط gatekeeper ها با امنیت بالا (بدون دستیابی فرد دیگر به اطلاعات) برقرار می‌شود همچنین این gatekeeper ها برای استفاده در سرویس‌هایی با مسیرهای عادی (نامن) مبتنی بر استاندارد H.323 در شبکه‌های محلی مناسب هستند. Gatekeeper، تمام مشترکان در ابتدا و انتهای مسیر و اجزای داخلی ناحیه که شامل ترمینال‌های H.323، gateway و MCU ها می‌باشد را کنترل می‌کند. به همین دلیل وجود یک gatekeeper برای هر ناحیه کافی است. اگر بیشتر از یک gatekeeper در یک ناحیه وجود داشته باشد باید یکی از gatekeeper ها عمل مدیریتی خود را لغو کند تا از اختلالات احتمالی جلوگیری شود.

4-4- Gateway

Gateway از اجزای اختیاری در شبکه‌های مبتنی بر

از پهنای باند در دسترس است زیرا در PSTN امکان راه اندازی یک مسیر اختصاصی بین دو کاربر وجود ندارد. [9]

VoIP، از نظر هزینه برای کاربران مزایایی از قبیل ارسال ترکیبی صدا و دیتا عرضه کرده است و احتمال اریه‌ی مزایا و کاربردهای جدید این سرویس در آینده وجود دارد.

فاکتورهای اصلی که با آن کیفیت سرویس ارائه شده با VoIP، تخمین زده می‌شود عبارتند از: کیفیت مکالمه، تأخیر ارسال و دسترسی به سرویس که در زیر به اختصار آن‌ها را بررسی می‌کنیم. [10]

7-1- دسترسی و قابلیت دستیابی به

سرویس VoIP

در حال حاضر PSTN دارای تجهیزات در دسترس زیادی می‌باشد به طوری که توقع وانتظار از دسترسی به PSTN، 99.99 درصد می‌باشد. بنابه تراکم موجود در شبکه‌ی اینترنت به علت ترافیک سنگین در پهنای باند محدود این شبکه این اندازه امکان دسترسی به VoIP وجود ندارد. تا زمانی که PSTN به آسانی قابل دستیابی است، دستیابی به تکنولوژی VoIP بسیار محدود خواهد بود. [11]

7-2- کیفیت مکالمات

IP، طوری طراحی شده است که در هنگام از بین رفتن بیت‌های packet های ارسالی، ارسال مجدد و بدون کاهش کارایی انجام می‌گیرد. Packet ها از مسیرهای مختلفی ارسال می‌شوند و ممکن است به صورت غیر قابل استفاده به مقصد برسند. به همین دلیل IP جهت ارسال مجدد اطلاعات طراحی شده است. این ارسال از مسیرهای مختلف، برای دیتاها قابل قبول هستند اما به طور نامطلوب در کیفیت صدا در گیرنده تأثیر می‌گذارد. از آنجایی که مکالمات در ارسال‌های مستقیم و زنده به طور ایده‌آل است امکان دریافت packet ها به صورت نامرتب و یا از بین رفتن و غیر قابل استفاده بودن آن‌ها وجود دارد و ارسال دوباره موثر خواهد بود. [12]

7-3- تأخیر بین دو نقطه‌ی انتهایی مسیر

تأخیر فاکتوری است که به شدت می‌تواند در کیفیت سرویس ارایه شده توسط VoIP تأثیر داشته باشد.

می‌شوند، استفاده می‌کنند. زمانی که اولین ارتباط بین دو انتهای مسیر برقرار می‌شود پرتکل H.245 به دو نقطه‌ی انتهایی مسیر یعنی مبدأ و مقصد کمک می‌کند تا ارتباط برقرار شده و اطلاعات ارسال شود. [12]

زمانی که یک ارتباط بین دو نقطه‌ی انتهایی مسیر برقرار می‌شود تمام مقادیر نظیر مقدار بیت ارسالی، نوع اطلاعات ارسالی و codec آن در دسترس بوده و توسط این قرارداد تصمیم‌گیری می‌شود که کدام یک از این مقادیر در ارسال مورد استفاده قرار گیرند. همچنین H.245 برای باز و بسته کردن کانال‌های ارتباطی برای مدیاهای اضافی استفاده

1-Multipoint Control Units.

2-Transmission Control Protocol.

4-Reverberation Transmission Protocol.

5-Registration, Admissi

در حالت کلی پرتکل H.245، جریان ارسال اطلاعات را کنترل می‌کند و به مبدأ و مقصد کمک می‌کند که هنگام بروز مشکل همدیگر را مطلع نمایند.

6- H.235 و برقراری امنیّت اطلاعاتی در H.323

پرتکل H.323 از پرتکل H.235 برای رمزگذاری اطلاعات در یک منطقه استفاده می‌کند هر چند اقدامات امنیتی انحصاری نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. سه اقدام امنیتی به کار گرفته شده عبارتند از: دریافت تأیید از gatekeeper، چک کردن درستی data و رمزگذاری محرمانه. [7]

مراحل ارتباطی H.235، H.225 و H.245 نیز می‌تواند جهت افزایش امنیّت، رمزگذاری شوند. [8]

7- کیفیت سرویس

بیشتر ارتقادهندگان نرم‌افزارها، نرم‌افزار تلفن کامپیوتری را عرضه کرده‌اند و سرورهای gateway را به عنوان رابط‌های بین PSTN و اینترنت تعیین کرده‌اند که ارتباط تلفن با PC و تلفن با تلفن را به خوبی ارتباط PC به PC برقرار می‌کنند به طوری که استفاده از VoIP در حال افزایش است.

دلیل اصلی برای استفاده از VoIP کاهش هزینه‌ی مکالمات در مقایسه با PSTN است. با استفاده از تکنولوژی VoIP، هزینه‌ی مکالمات راه دور کاهش یافته و در این مکالمات از ترافیک زیاد سیگنال صوتی در اینترنت جلوگیری می‌شود. فاکتور دیگر کاهش دهنده‌ی این هزینه‌ها، افزایش استفاده

- [6] www.stanford.edu/dept/itss/projects/voip/
- [7] www.protocols.com/pbook/h323.html
- [8] www.imtc.org/h323.html
- [9] www.openh323.org/standards.html
- [10] www.packetizer.com/iptel/h323/why_h323.html
- [11] www.cis.ohio-state.edu/jain/cis788-99/h323/

- Books

- [12] Voice-over IP (The future of communications)
Written by Gerard J. Waldron and Rachel Welch .

Packet ها در یک مقدار ثابت فشرده می‌شوند و به‌طور ایده‌آل در یک مقدار ثابت به مقصد رسیده و توسط الگوریتمی از حالت فشرده خارج می‌شوند. بنا به دلایلی که قبلاً توضیح داده شد تلفات packet و دریافت مکالمات در گیرنده به‌طور نامرتب همیشه اتفاق نمی‌افتد یک راه ساده برای حل این مشکل استفاده از بافر بزرگی به نام Jitter است که packet ها را در خود ذخیره کرده و مقادیر از بین رفته و یا نامطلوب را دوباره جهت افزایش کیفیت ارسال می‌کند. این روش درحالی که سبب افزایش کیفیت سیگنال صوتی می‌شود، تأخیر را نیز افزایش می‌دهد. زمانی که تأخیر بیشتر از 250^{msec} گردد، در مکالمات تأثیرگذار خواهد بود. یک سیگنال صوتی ارسال شده توسط PSTN دارای تأخیری در حدود 25^{msec} است و بیشترین تأخیر در ارتباط یک‌طرفه با کیفیت صدایی بالا در حدود 150^{msec} ذکر شده است اما در ارسال از طریق اینترنت این تأخیر کمتر از این مقدار خواهد بود.

8- نتیجه‌گیری

با توجه به مزایای VoIP، استفاده از آن درحال افزایش است ولی شرکت‌های بسیار کمی، VoIP را خارج از آزمایشگاه، اجرا می‌کنند و فقط درصد بسیار کمی از سیگنال‌های صوتی از طریق IP منتقل می‌شوند و دلیل اصلی آن دراین است که در حال حاضر، کیفیت سرویس عرضه شده توسط سیستم VoIP با سرویس ارائه‌شده به کاربران از طریق PSTN منطبق نیست و قدرت دستیابی و توانایی اجرای این سرویس با استفاده از PSTN ضعیف است. بنا به اهمیت این سرویس و نیاز به مزایای آن، پیاده‌سازی آن به‌طور گسترده از اولویت‌های مراکز ارتباطی و مخابراتی بین‌المللی می‌باشد.

سپاسگزاری

با تشکر و سپاس فراوان از استاد ارجمندمان، آقای دکتر موسوی‌نیا.

فهرست مراجع

- URLs

- [1] www.pt.com/tutorials/iptelephony/
- [2] www.iec.org/online/tutorials/vfoip/
- [3] www.iec.org/online/tutorials/h323/
- [4] www.nwfusion.com/research/voip.html
- [5] www.iptel.org/info/