

راهکارهای سرزمین هوشمند

مستند فنی

# Voice over IP

نسخه شماره ۱



*Smart Land Solutions*

VOIP یا تلفن IP به معنی انتقال صوت روی شبکه های مبتنی بر IP مانند اینترنت است. صوت به یک سیگنال دیجیتال تبدیل شده و سپس به صورت بسته های IP به مقصد ارسال می شود. VOIP به چندین صورت توسط کاربران قابل استفاده است: از طریق تلفن های IP، تلفن های معمولی که با یک آداپتور مخصوص به جک های تلفن و صل می شوند و همچنین تلفن های نرم افزاری یا همان اپلیکیشن هایی که روی کامپیوترها و تلفن های همراه هوشمند<sup>۲</sup> قابل نصب هستند.

مکالمات صوتی بطور متداول از طریق شبکه تلفنی سویچینگ PSTN<sup>۳</sup> بین مشترکین انجام می شود. شکل گیری این شبکه به سال ها پیش و ابداع اولین تلفن و انجام اولین مکالمات صوتی از طریق تلفن بر می گردد. در ابتدا هر دو تلفن از طریق سیم به هم متصل می شدند. ایده بعدی استفاده از یک مرکز سویچینگ بود. کاربران به مرکز سویچینگ متصل می شدند و در این مرکز بود که یک اپراتور بین دو کاربری که تقاضای تماس داشتند اتصال برقرار می کرد. بتدریج و با افزایش مشترکین تلفن ثابت ساختار شبکه تلفنی گسترش یافت و بصورت سلسله مراتبی و هوشمند در آمد. در این ساختار مراکز سویچینگ در سطوح مختلف قرار می گیرند. هر کاربر با یک زوج سیم مسی به یک مرکز سویچینگ محلی متصل می شود. این قسمت که به آن حلقه محلی<sup>۴</sup> گفته می شود تتهای قسمتی از PSTN است که امروزه بصورت آنالوگ باقی مانده است. چنانچه دو کاربری که قصد تماس دارند به یک مرکز سویچینگ محلی متصل باشند، تماس آنها در همین مرکز برقرار می شود و در غیر این صورت به مراکز سویچینگ که در سطح بالاتر قرار دارند ارسال می شود، شکل ۱.

در ساختار سلسله مراتبی لازم نیست که همه مراکز سویچینگ که در یک سطح قرار دارند به هم متصل باشند.

هر تماس تلفنی در PSTN شامل مراحل سیگنالینگ، برقراری و قطع مدار است. PSTN مبتنی بر سویچینگ مداری<sup>۵</sup> است. در سویچینگ مداری برای هر تماس مسیر و منابعی از شبکه مانند زمان، پهنای باند و ظرفیت سویچ ها رزوم می شود. این منابع حتی هنگامی که کاربران سکوت می کنند برای آنها در نظر گرفته شده و غیر قابل اشتراک با تماس های دیگر است. نکته قابل توجه این است که در تمام مدتی که یک کار بر صحبت می کند کاربر دیگر گوش می دهد و منابع شبکه برای ارسال سکوت هدر می رود.

امروزه PSTN را می توان شامل کلیه لینک های ارتباطی مبتنی بر سویچینگ مداری مانند خطوط تلفنی، کابل های فیبر نوری، خطوط انتقال مایکرو یو، شبکه های موبایل، مخابرات ماهواره ای و کابل های تلفنی بستر دریا دانست که توسط مرکز سویچینگ به هم متصل می شوند و این امکان را به وجود می آورند که کاربران در نقاط مختلف بتوانند با هم مکالمه داشته باشند.

در مقابل سویچینگ مداری، سویچینگ بسته ای مانند آنچه در شبکه اینترنت اتفاق می افتد قرار دارد. در شبکه اینترنت کاربران مانند آنهایی که از کامپیوتر استفاده می کنند می توانند با استفاده از پروتکل استاندارد TCP/IP از طریق روترها و دروازه ها<sup>۶</sup> با هم در ارتباط باشند. داده های هر کاربر بصورت دیجیتال در قالب بسته های IP به سوی مقصد ارسال می شود. هر بسته IP دارای یک هدر است که در آن آدرس IP مبدا و مقصد قرار دارد. بسته های متعلق به یک کاربر ممکن است مسیرهای مختلفی تا مقصد طی کنند و مسیر خاصی از قبل برای آن ها اختصاص داده نمی شود. همچنین منابع شبکه به صورت مشترک توسط بسته های مختلف استفاده می شود. وقتی بسته های مختلف به یک نود (روتر) از شبکه می رسند صف تشکیل می شود. هر بسته به نوبت پردازش می شود تا طبق آدرس مقصد موجود در هدر آن، نود بعدی مشخص شود.

شبکه اینترنت از دو پروتکل TCP و UDP برای ارسال بسته های کاربران استفاده می کند. پروتکل TCP در ازای دریافت هر بسته برای فرستنده تایید می فرستد و چنانچه بسته ای به مقصد نرسد فرستنده دوباره آن را ارسال می کند. علاوه بر این TCP مکانیزم هایی برای تنظیم نرخ ارسال و کنترل ازدحام در شبکه دارد. HTTP، Email و FTP از این پروتکل استفاده می کنند. اپلیکیشن هایی که به تاخیر حساس هستند مانند VOIP و media streaming از پروتکل UDP استفاده می کنند. این پروتکل راهکاری برای بازیابی بسته های از دست رفته و کنترل تراکم در شبکه در نظر نمی گیرد.

VOIP در ابتدا به منظور کاهش هزینه های مربوط به پیاده سازی زیرساخت در شرکت های تجاری مورد توجه قرار گرفت. از نظر اقتصادی به صرفه بود تا از شبکه دیتا برای انتقال صوت و دیتا استفاده شود تا اینکه یک شبکه جداگانه مشابه برای انتقال صوت در نظر گرفته شود. استفاده از VOIP محدود به همان شرکت و اتصال با PSTN از طریق IPBX<sup>۷</sup> صورت می گرفت. اسکایپ در زمره اولین شرکت هایی بود که انتقال صوت روی بستر اینترنت را به کاربران عرضه کرد. در حالیکه تماس های بین دو کاربر اسکایپ بدون هزینه بود تماس از اسکایپ با PSTN هزینه اندکی در بر داشت.

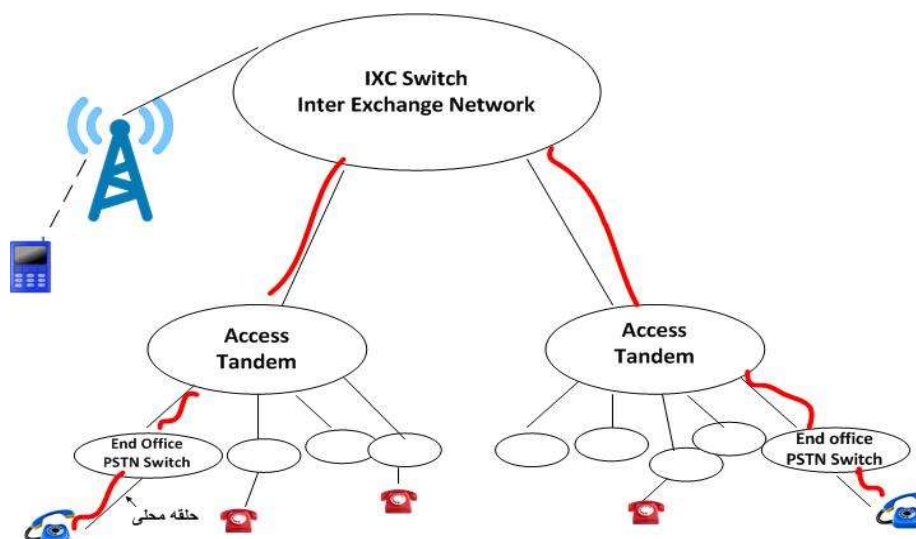
صوت یک موج اکوستیک است که توسط یک میکروفن به یک سیگنال الکتریکی آنالوگ تبدیل می شود. در PSTN این سیگنال به همان صورت آنالوگ توسط زوج سیم مسی به مرکز سویچینگ منتقل می شود. در VOIP، سیگنال آنالوگ توسط یک کدک (کد کننده-دیکد کننده) دیجیتال شده و به دنباله ای از صفر و یک تبدیل می شود. PCM یک نمونه از کدک های صوت است که صوت را به یک سیگنال دیجیتال با نرخ 64kb/s تبدیل می کند. PCM کدکی است که در PSTN نیز استفاده می شود. قابل ذکر است در PSTN انتقال دیتا و صوت بین مراکز سویچینگ بصورت دیجیتال صورت می گیرد. کدک های مختلفی برای دیجیتال کردن صوت پیاده سازی شده است. داده های صوتی دیجیتال شده مانند سایر انواع داده ها در قالب بسته های IP وارد شبکه می شود. در سمت گیرنده بسته های دریافتی جمع شده و یک کدک با انجام عکس عملیاتی که در کدک فرستنده صورت گرفته سیگنال آنالوگ صوتی را تحویل گیرنده می دهد.

کیفیت سرویس، مهمترین چالشی است که VOIP با آن مواجه است. کیفیت مکالمات صوتی در مقایسه با مکالمات PSTN مطلوب نیست. مهمترین دلیل این امر تاخیر و جیتری<sup>۸</sup> است که بسته های IP در شبکه اینترنت تجربه می کنند. همچنین ممکن است بعضی بسته ها به مقصد نرسند. تاخیر ممکن است

بدلایل متفاوتی ایجاد شود. مثلاً هر روتر باید هر بسته IP را کامل دریافت کرده، آن را پردازش کند تا بر اساس آدرس گیرنده موجود در هدر بسته گام بعدی را برای بسته تعیین کند. همچنین زمانیکه چند بسته با هم به یک نود می‌رسند صف ایجاد می‌شود و هر بسته برای سرویس گرفتن باید منتظر بماند. تضمین کیفیت سرویس در VOIP نیازمند حداقل تاخیر، جیتر و از دست رفتن بسته هاست.

برآوردن این نیاز مندی‌ها روی بستر IP ساده بنظر نمی‌رسد. شبکه اینترنت با بسته‌ها اطلاعاتی مستقل از محتوایی که حمل می‌کنند برخورد می‌کند Diffserv (RFC 3260) پروتکلی است که برای حل مشکل پیشنهاد شده است. بر اساس این پروتکل بسته‌های IP بر اساس ترافیکی که حمل می‌کنند طبقه بندی می‌شوند و این طبقه بندی در هدر هر بسته مشخص می‌شود. هر نود ترافیک اپلیکیشن‌هایی که به تاخیر حساس هستند را برای سرویس دهی در اولویت قرار می‌دهد.

کیفیت سرویس VOIP از نظر تحقیقاتی و پیاده سازی فنی مبحث مهمی است و تلاش عمده ای را می‌طلبید. قابل ذکر است نسل چهارم شبکه‌های سلولی بستر IP و سویچینگ بسته ای را انتخاب کرده است. فمتو سل‌ها هم برای انتقال ترافیک کاربران به شبکه اپراتور خود از خطوط واسط DSL استفاده می‌کنند. همچنین در شبکه‌های بیسیم مانند Wi-Fi با توجه به محیط تداخلی بحث کیفیت سرویس اهمیت ویژه ای دارد.



شکل ۱: هر چند مرکز سویچینگ در یک سطح به یک مرکز سویچینگ در سطح بالاتر متصل می‌شود.

## مراجع

[1] "RFC 3260," [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/pdf/rfc3260.pdf>

## زیرنویس

- <sup>1</sup>Voice over IP
- <sup>2</sup>Smart Phone
- <sup>3</sup>Public Switching Telephony Network
- <sup>4</sup>Local Loop
- <sup>5</sup>Circuit Switching
- <sup>6</sup>Gateway
- <sup>7</sup>IP Private Branch Exchange
- <sup>8</sup>Jitter



راهکار سرزمین هوشمند یک شرکت پیشرو در حوزه فن آوری اطلاعات است. عمده فعالیت این شرکت دانش بنیان صنعتی در بخش backend موبایلی، خدمات ارزش افزوده موبایلی، طراحی و پیاده سازی نرم افزارهای موبایلی، سیستم های اطلاعاتی، امنیت مجازی پایش و پالایش اخبار متمرکز است.

تهران خیابان کارگر شمالی، پارک علم و فن آوری دانشگاه تهران، ساختمان شماره ۳ - ۸۸۷۲۰۱۱ - [www.sls.ir](http://www.sls.ir)