

راهکارهای سرزمین هوشمند

مستند فنی

کیفیت سرویس

Quality of Service

نسخه شماره ۱



Smart Land Solutions

کیفیت سرویس در شبکه‌های کامپیوتری و سایر شبکه‌های مبتنی بر سویچینگ بسته‌ای به مجموعه الزاماتی گفته می‌شود که باید توسط شبکه برای انتقال جریانی از بسته‌ها از مبدا به مقصد برآورده شود. در واقع کیفیت سرویس قرارداد یا تضمینی از سوی شبکه به کاربر است برای فراهم کردن مجموعه‌ای از مشخصه‌های از قبل تعیین شده و قابل اندازه‌گیری برای سرویس مورد استفاده کاربر. شاخص‌های اصلی که اکثر پروتکل‌های کیفیت سرویس به آن استناد می‌کنند عبارتند از:

- **پهنای باند** : حجمی از ترافیک (بر حسب بیت) که از یک نقطه شبکه در مدت زمان مشخصی (بر حسب ثانیه) می‌گذرد. با توجه به این تعریف واحد پهنای باند bit/sec است.
 - **تاخیر**: مدت زمانی که طول می‌کشد یک بسته داده از مبدا به مقصد برسد: ممکن است تاخیر به دلایل متفاوتی در شبکه ایجاد شود. به عنوان مثال به مدت زمانی که طول می‌کشد تا هر امان شبکه هدر بسته‌ها را پردازش کند و گام بعدی در مسیر یابی ترافیک را مشخص کند؛ تاخیر پردازشی گفته می‌شود. نمونه دیگری از تاخیر پردازشی مربوط به زمانی است که مقصد بسته‌های دریافتی را برای تصحیح خطا بررسی می‌کند. نوع دیگر تاخیر، تاخیر انتشار است. یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد بیت‌های یک بسته، محیط انتشار مانند سیم مسی و فیبر نوری را طی کنند. همچنین بسته‌های موجود در هر نود باید مدت زمانی را در صف‌های خروجی هر نود معطل بمانند تا محیط انتشار برای آن‌ها فراهم گردد. مبدا نیز به مدت زمانی نیاز دارد تا تمام بیت‌های یک بسته را به محیط انتشار وارد کند که این زمان نسبت مستقیم با نرخ بیت لینک دارد.
 - **جیتر (واریانس تاخیر)**: اختلاف در تاخیر بسته‌های مختلف یک جریان ترافیک که ممکن است به دلایل متفاوتی مانند ازدحام در شبکه و یا گذر از مسیرهای مختلف پیش بیاید.
 - **از دست رفتن بسته‌ها**: درصدی از بسته‌های ارسالی هیچگاه به مقصد نمی‌رسند. از دست رفتن بسته‌ها ممکن است به دلیل سرریز در صف باشد. یعنی هنگامی که بسته جدیدی به یک نود از شبکه می‌رسد صف پر باشد. همچنین ممکن است به علت موانعی که در محیط انتشار وجود دارد تعدادی از بسته‌های ارسالی تخریب شود. مثلاً در ارتباطات بیسیم تداخل، چند مسیری و متحرک بودن فرستنده یا گیرنده از جمله عواملی است که می‌تواند منجر به ایجاد یک محیط انتشار نامناسب و از دست رفتن بسته‌ها شود.
- امروزه کاربران شبکه اینترنت (بستر IP) از اپلیکیشن‌های متنوعی استفاده می‌کنند. برای اینکه سرویس ارائه شده از نظر کاربر مطبوع به نظر برسد؛ شبکه باید سطح خاصی از شاخص‌های معرفی شده را برآورده کند. جدول ۱ تعدادی از این اپلیکیشن‌ها و الزامات کیفیت سرویس مربوط به آن‌ها را بر حسب شاخص‌های معرفی شده، نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود VOIP نیاز به حداقل تاخیر و جیتر دارد تا صوت انتقالی از طریق بسته‌های IP از نظر کاربر طبیعی باشد. این در حالی است که انتقال VOIP پهنای باند بالایی احتیاج ندارد. ویدئو استریمینگ به پهنای باند بالا و حداقل جیتر نیاز دارد ولی نسبت به تاخیر حساسیت بالایی ندارد. کاربر اهمیتی نمی‌دهد تا شروع پخش ویدئو چند لحظه‌ای تأمل کند. البته به محض شروع ویدئو، انتظار دارد آن را روان و بدون وقفه ببیند. ویدئو محاوره‌ای مانند ویدئو کنفرانس علاوه بر اینکه پهنای باند بالایی می‌خواهد نیازمند کمترین تاخیر و جیتر است.
- ترافیک دیتا را می‌توان به دو دسته الاستیک و غیر الاستیک طبقه‌بندی کرد. ترافیک الاستیک می‌تواند نرخ خود را با تغییرات شبکه هماهنگ کند. این نوع ترافیک مربوط به اپلیکیشن‌هایی است که به تاخیر و پهنای باند (نرخ) حساس نیستند مانند ایمیل یا FTP. ترافیک غیر الاستیک (استریمینگ) مانند VOIP و ویدئو کنفرانس به تاخیر حساس است. این دو نوع ترافیک بترتیب با TCP و UDP منطبق هستند. TCP و UDP پروتکل‌هایی هستند که برای انتقال بسته‌های IP در شبکه مبتنی بر سویچینگ بسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. TCP به ازای هر بسته‌ای که به مقصد می‌رسد برای فرستنده تأییدیه ارسال می‌کند. مشخصه دیگر TCP این است که با کنترل نرخ ارسال بسته‌ها از وقوع ازدحام در شبکه جلوگیری می‌کند. مکانیزم ارسال TCP منجر به تاخیر غیر قابل تحمل برای اپلیکیشن‌های حساس به تاخیر می‌شود لذا برای ارسال این نوع ترافیک استفاده نمی‌شود.
- UDP پروتکل ارسال دیگری است که در شبکه‌های مبتنی بر IP استفاده می‌شود. در این پروتکل به ازای دریافت بسته‌ها تأییدیه ارسال نمی‌شود و ارسال دوباره برای بسته‌ها وجود ندارد. با توجه به مکانیزم ارسال، هیچ تضمینی برای تحویل بسته‌ها به مقصد وجود ندارد ولی در عوض منجر به تاخیر کمتری در ارسال می‌شود. اپلیکیشن‌های حساس به تاخیر از این پروتکل استفاده می‌کنند.
- برای تأمین کیفیت سرویس اپلیکیشن‌های مختلف روی بستر IP مکانیزم‌های متفاوتی پیشنهاد شده‌است. IntServ روی هر جریان از داده بصورت جداگانه تمرکز می‌کند. هر جریان سطح خاصی از سرویس را از شبکه توقع دارد. سطح سرویس درخواستی بر حسب حداقل ریت، ماکزیمم تاخیر قابل تحمل و حداقل از دست رفتن پکت‌ها سنجیده می‌شود. شبکه بر اساس منابع موجود و تضمینی که به بقیه سرویس‌ها داده شده است تصمیم می‌گیرد که جریان را قبول یا رد کند. در IntServ برای اپلیکیشن‌هایی که تضمین نیاز دارد مسیر و منابعی از شبکه رزرو می‌شود.
- در DiffServ و MPLS کیفیت سرویس برای هر پکت در نظر گرفته می‌شود و بسته‌ها در هنگام ورود به شبکه بر اساس کلاس‌های در نظر گرفته شده برای کیفیت سرویس برچسب زده می‌شوند. نودهای شبکه بسته‌هایی که متعلق به کلاس‌های خاصی هستند نسبت به کلاس‌های بسته‌های دیگر در اولویت قرار می‌دهند.

هر لایه از شبکه در تضمین و فراهم آوری کیفیت سرویس نقش دارد. مثلا لایه فیزیکی^۱ با استفاده از کدهای تشخیص و تصحیح خطا، لایه پیوند داده^۲ با نوبت دهی کاربران^۳، سنکرون کردن بسته‌های ار سالی و چک کردن خطا، لایه شبکه^۴ با انتخاب بهترین مسیر برای بسته‌ها، لایه انتقال^۵ با اعمال مکانیزم‌هایی مانند کنترل نرخ و ارسال تاییدیه و لایه اپلیکیشن با اعمال مکانیزم‌های وفقی و تعامل با لایه‌های پایین تر در کیفیت سرویس نقش دارند.

تضمین کیفیت سرویس در شبکه‌های بیسیم/ سلولی نسبت به شبکه‌های سیمی کار پرچالشی است. کانال‌های شبکه‌های بیسیم متغیر با زمان هستند و منابع موجود در این شبکه‌ها مانند پهنای باند و توان محدود. از طرفی اپلیکیشن‌های متنوع مورد استفاده کاربران از نظر حساسیت به پهنای باند و تاخیر نیازمندی‌های متفاوتی دارد. به همین دلایل، پروتکل‌های شبکه‌های سیمی برای استفاده در محیط‌های بیسیم بهبود یافته‌اند. مثلا در لایه فیزیکی از مدولاسیون و روش‌های کدینگ وفقی استفاده می‌شود بدین ترتیب که با توجه به وضعیت کانال نرخ ار سال دیتا تنظیم می‌شود. TCP که در لایه انتقال استفاده می‌شود، نمی‌تواند تشخیص دهد از بین رفتن بسته‌ها بدلیل ازدحام در شبکه رخ می‌دهد و یا به دلیل وضعیت بد کانال؛ به همین دلیل ممکن است مکانیزم نادرستی را برای رفع مشکل فعال کند. WTCP پروتکل بهبود یافته‌ای است که در شبکه‌های بیسیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

طراحی بین لایه‌ای^۶ راهکار دیگری است که برای تضمین کیفیت سرویس در شبکه‌های بیسیم/سلولی مورد توجه قرار گرفته است. در مدل‌های OSI و TCP/IP پروتکل‌های لایه‌های مختلف مستقل از هم طراحی شده‌اند و لایه‌های مجاور از طریق واسط‌های از پیش تعیین شده با هم ارتباط دارند. در حالی که در طراحی بین لایه‌ای لایه‌های مجاور و غیرمجاور به صورت پویا با هم تعامل دارند و امکان دسترس‌ی یک لایه به اطلاعات لایه دیگر و آگاهی از تغییرات آن وجود دارد. این روش بستر مناسب و بهینه‌ای برای پیاده‌سازی مکانیزم‌های کیفیت سرویس فراهم می‌کند.

جدول ۱ الزامات کیفیت سرویس برای اپلیکیشن‌های مختلف

نوع	اپلیکیشن	پهنای باند	تاخیر	جیتر	از دست رفتن بسته‌ها
استریمینگ	VIOP	پایین	بالا	بالا	بالا
استریمینگ	ویدئو کنفرانس	بالا	بالا	بالا	متوسط
استریمینگ	VoD	بالا	متوسط	متوسط	متوسط
استریمینگ	Streaming audio	پایین	متوسط	متوسط	متوسط
الاستیک	ایمیل	پایین	پایین	پایین	بالا
الاستیک	FTP	متوسط	پایین	پایین	بالا

زیر نویس‌ها

- 1 Physical layer
- 2 Data link layer
- 3 Scheduling
- 4 Network layer
- 5 Transport Layer
- 6 Cross layer Design



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 پیاده‌سازی نرم‌افزارهای موبایلی، سیستم‌های 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