



کیفیت سرویس در زیر سیستم چند رسانه‌ای IP (IMS)

مسعود هوشمند کفایشان / شرکت مخابرات استان خراسان رضوی

چکیده:

ارائه خدمات مختلف صوت، تصویر، پیام فوری، داده و سرویس‌های ترکیبی در میان شبکه‌های مختلف منجر به ابداع و طراحی یک معماری شبکه یکپارچه مبتنی بر پروتکل اینترنت (IP) شده است. در این معماری که زیرسامانه‌های چندرسانه‌ای آی پی^۱ (IMS) نامیده می‌شود، از یک هسته مشترک برای تمام فناوری‌های متفاوت ارتباطی موجود استفاده می‌شود. از سوی دیگر کیفیت سرویس در شبکه‌های ارتباطی به مفهومی کلیدی برای ارائه خدمات مطلوب و کارآمد تبدیل شده است. این مقاله به ملاحظات کیفیت سرویس در شبکه IMS می‌پردازد.

کلید واژه: زیرسامانه‌های چندرسانه‌ای آی پی (IMS)، معماری مبتنی بر سیاست‌گذاری، کیفیت سرویس، پروتکل SIP.

۱- مقدمه:

با وجود اینکه کیفیت سرویس اخیراً به مساله‌ای مهم در بین محققان شبکه تبدیل شده، هنوز هم ابهاماتی در شیوه فهم و تعریف آن وجود دارد. بطور کلی کیفیت سرویس به معنی توانایی شبکه ارتباطی در تأمین نیازهای سرویس ترافیک‌های مختلف و در نتیجه ارائه سطحی از اطمینان برای آن‌هاست. کیفیت سرویس را از دو دیدگاه می‌توان بررسی نمود: کاربران شبکه و تأمین‌کنندگان سرویس شبکه. هر یک از این دو دارای اهداف کیفیت سرویس متفاوتی هستند. آنچه که یک کاربر شبکه نیاز دارد،

دسترسی به حداکثر پهنای باند با کم‌ترین هزینه ممکن است. از طرف دیگر، هدف تأمین‌کننده شبکه به حداکثر رساندن کارایی شبکه همزمان با برطرف کردن نیازهای کیفیت سرویس همه کاربران به صورت همزمان است.

۲- شاخص‌های تعریف کیفیت سرویس

پارامترهای متداول کیفیت سرویس که برای توصیف کارایی شبکه بکار می‌روند عبارتند از:

۱- پهنای باند (گذردهی یا throughput): تعداد بایت‌هایی که در یک دوره تناوب خاص از طریق شبکه انتقال می‌یابند.

۲- تأخیر (delay): زمانی که طول می‌کشد تا یک بسته داده از مبدا خود به سمت مقصد حرکت کند. تأخیر شامل سه مؤلفه است: تأخیر انتقال (زمان لازم برای قرار دادن همه بیت‌های بسته در کانال که به سبب بسته و آهنگ بیت لینک وابسته است)، تأخیر انتشار (زمان لازم برای طی کردن کانال فیزیکی وابسته به طول کانال و سرعت انتشار) و تأخیر صف‌بندی (میزان زمان انتظار یک بسته در صف، قبل از ارسال به درگاه خروجی مناسب).

۳- نوسان تأخیر (jitter): واریانس تأخیری که یک بسته داده با آن مواجه است برابر با تفاوت بین حداکثر و حداقل تأخیر ممکن برای بسته، می‌باشد.

یکی دیگر از دلایل وقوع تغییرات تأخیر این است که بسته‌های متعلق به یک جریان ترافیکی ممکن است بعد از انجام عملیات مسیریابی از مسیرهای فیزیکی متفاوتی به سمت مقصد ارسال شوند که این مسئله باعث ایجاد تغییرات تأخیر در بسته‌های دریافتی در مقصد می‌شود.

برخی از برنامه‌های کاربردی به تغییرات تأخیر حساسند. به عنوان مثال در کاربردهایی نظیر ارسال صوت و تصویر زنده بروی شبکه، پدیده تغییر تأخیر باعث کاهش کارایی سرویس می‌شود. البته برخی دیگر از برنامه‌های کاربردی TCP/IP وجود دارند که پدیده تغییرات تأخیر بروی آن‌ها چندانی اثری ندارد.

۴- درصد دور ریختن (Packet Loss): شانس دور ریخته شدن بسته

در شبکه می‌باشد. حالت‌هایی وجود دارند که منجر به دور ریخته شدن بسته‌ها می‌شوند (مانند سرریز شدن بافر در نودهای سوئیچ شبکه). سه عامل مهم باعث ایجاد اتلاف بسته‌ها می‌شوند:
الف- قطع شدن کانال ارتباطی که باعث از بین رفتن بسته‌ها می‌شود
ب- نویز کانال باعث خراب شدن برخی از فیلدهای بسته می‌شود.
نودهای شبکه با بررسی مجموع مقابله‌ای بسته متوجه خراب بودن آن می‌شوند و اقدام به حذف بسته می‌نمایند.
پ- تراکم در شبکه باعث لبریز شدن بافرنودها و از بین رفتن بسته‌ها می‌شود.

مشکل قطع شدن کانال ارتباطی به خاطر استفاده از کانال‌های ارتباطی ذخیره در شبکه و همچنین بهره‌گیری از شبکه‌های بی‌سیم، از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشد. همچنین باتوجه به گسترش کانال‌های ارتباطی مطمئن و بدون نویز نظیر فیبرنوری، احتمال خراب شدن بسته‌ها به خاطر وقوع نویز در کانال بسیار کم و قابل صرف‌نظر می‌باشد. بنابراین تنها عامل مهم خراب شدن بسته‌ها لبریزشدن بافر نودی شبکه به خاطر وقوع تراکم در شبکه می‌باشد. از آنجائیکه اکثر ترافیک‌های امروزی از نوع انفجاری می‌باشند، شدت بار لینک‌های شبکه ثابت نیست و از قبل قابل پیش‌بینی نمی‌باشد. چنانچه در نودهای شبکه تراکم به‌وجود آید، با حذف کردن بسته‌های ورودی از شدت تراکم کاسته می‌شود.

۳- مدل‌های کیفیت سرویس

مدل‌ها و مکانیزم‌های مختلفی برای تضمین کیفیت سرویس مورد تقاضای کاربران ارائه شده است.

مدل‌های عمده تضمین کیفیت سرویس در اینترنت عبارتند از:

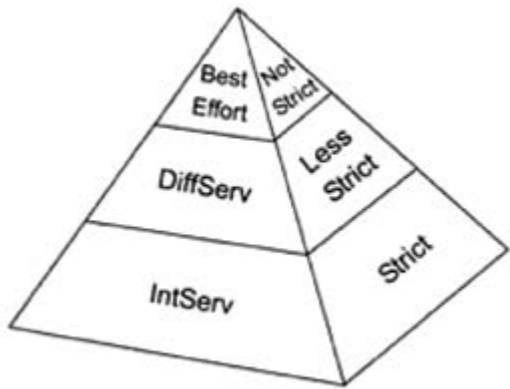
۱-۳- بهترین تلاش (Best Effort) در حقیقت QoS را برای شما فراهم نمی‌کند. در این مکانیزم، درخواست مجدد بسته‌ها صورت نمی‌گیرد. بهترین تلاش، از استراتژی‌های صف‌آرایی اولین ورودی-آخرین خروجی (First-in-First-out) استفاده می‌کند، که در آن، بسته‌ها به همان ترتیب که وارد صف شده‌اند (در فضاهای ذخیره مسیریاب قرار گرفته‌اند)، به همان ترتیب نیز از آن خارج می‌شوند. در حال حاضر شبکه جهانی اینترنت سرویس بهترین تلاش را به کاربران خود ارائه می‌دهد.

یکی از معایب اصلی سرویس فوق، این است که با وجود اینکه مسیریاب‌های شبکه به‌خوبی قادر به دریافت و پردازش بسته‌های ورودی می‌باشند، ولی هیچ‌گونه تضمینی در مورد سالم رسیدن بسته‌ها به مقصد وجود ندارد. با توجه به رشد روز افزون استفاده از اینترنت و به‌خصوص با توجه به اهمیت اینترنت به‌عنوان ابزاری برای گسترش تجارت جهانی، تلاش‌های زیادی جهت حفظ کیفیت سرویس در اینترنت در حال انجام می‌باشد. در این راستا در حال حاضر کلاس‌های سرویس متنوعی مورد بحث و توسعه می‌باشند. یکی از کلاس‌های سرویس فوق، به شرکت‌ها و مراکز ارائه سرویس وب که نیاز به ارائه سرویس سریع و مطمئن به کاربران خود دارند، اختصاص دارد. این نوع کلاس سرویس خود به زیر کلاس‌های دیگری که به ترتیب کیفیت با نام‌های سرویس طلایی، نقره‌ای و برنزی شناخته می‌شوند، تقسیم‌بندی می‌شود. یکی دیگر از کلاس‌های سرویس جدید در اینترنت، به سرویسی که نیاز به تأخیر و تغییرات تأخیر کمی دارند، اختصاص دارد. سرویسی مانند تلفن اینترنتی و کنفرانس‌های ویدئویی اینترنتی نمونه‌هایی از این کلاس سرویس می‌باشند.

۲-۳- سرویس‌های مجتمع (Integrated Service-IntServ) که اغلب از آن به عنوان HardQoS یاد می‌شود، به ذخیره‌سازی پهنای باند می‌پردازد. IntServ از علامت‌دهی بین وسایل شبکه، جهت ذخیره‌سازی پهنای باند استفاده می‌کند. در مدل سرویس‌های مجتمع برای کاربردهای زمان حقیقی قبل از ارسال هرگونه داده، ابتدا باید با کمک پروتکل سیگنالینگ یک مسیر اولیه بین مبداء و مقصد برقرار شود و منابع لازم در صورت وجود در مسیر فوق رزرو گردد. پروتکل ذخیره‌سازی منابع (RVS)، نمونه‌ای از روش‌های IntServ در جهت QoS می‌باشد. از آنجا که IntServ باید بر روی تمام مسیریاب‌های موجود در میسر بسته، پیگیربندی شود، اولین پیامد منفی IntSetrv، عدم توسعه‌پذیری آن است.

۲-۳- سرویس‌های متمایز (Differentiated Services - DiffServ) همان‌طور که از نامش پیداست، بین جریان بسته‌های متفاوت، تمایز قائل می‌شود. به بیان دقیق‌تر، بسته‌ها علامت‌گذاری شده‌اند و مسیریاب‌ها و سوئیچ‌ها می‌توانند بر اساس علامت روی بسته‌ها تصمیم‌گیری کنند. (مثلا در اتخاذ تصمیمات ارسال یا دور انداختن بسته). از آنجا که DiffServ یک ذخیره‌سازی قطعی و مشخص انجام نمی‌دهد، به آن Soft QoS گفته می‌شود. در مدل سرویس‌های متمایز شده، جهت ارائه سرویس‌های متمایز به کاربران، بسته‌های کاربران در لبه ورودی شبکه کلاس‌بندی می‌شود و بدین ترتیب کلاس‌های سرویس متنوعی به کاربران ارائه می‌گردد.

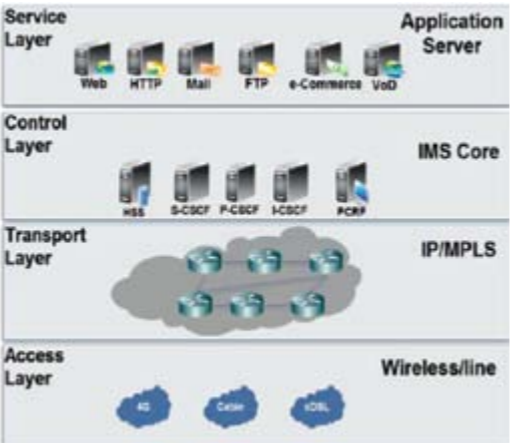
شکل زیر جایگاه سه مدل فوق را در قیاس با یکدیگر نشان می‌دهد:



۴- کیفیت سرویس در IMS

۱-۴ مقدمه

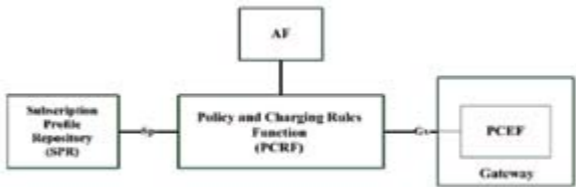
معماری IMS توسط موسسات 3GPP و ETSI در استانداردها شرح شده است. استاندارد 3GPP TS23.228 مشخصات فنی IMS و استاندارد 3GPP TS33.203 معماری امنیتی IMS را شرح می‌نماید. معماری IMS یک معماری مبتنی بر IP است و سرویس‌های چند رسانه‌ای را بر اساس فناوری IP برقرار می‌نماید. معماری کارکردی در IMS شامل لایه‌های ۱- دسترسی (Access)، ۲- انتقال (Transport)، ۳- کنترل و ۴- سرویس یا کاربرد (Appli-cation) می‌باشد که سیگنالینگ SIP در لایه کنترل آن قرار می‌گیرد و ارتباط همه کاربران از طریق IP با این سیگنالینگ با IMS برقرار می‌شود. CSCF یا سرویس‌دهنده عملیاتی کنترل نشست‌ها (شامل سرورهای P-CSCF، I-CSCF، S-CSCF) و HSS یا سرور اطلاعات مشترکین دو بخش مهم تشکیل‌دهنده این لایه هستند. شکل زیر این لایه‌بندی‌ها را در معماری IMS نشان می‌دهد.



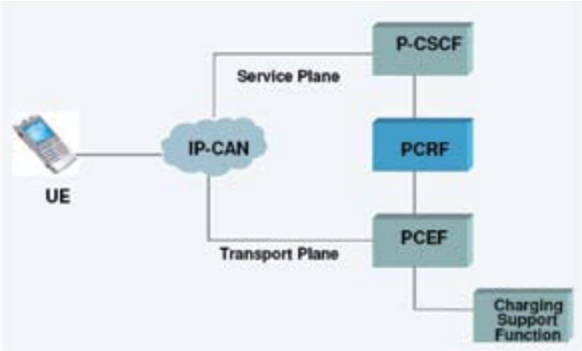
IMS می‌تواند تجربه ارتباطات چندرسانه‌ای متنوعی را فراهم کند اما تضمین کیفیت سرویس در رسانه‌های مختلف نیازمند توجه دقیق به زیرساخت است. در حال حاضر موسسات استاندارد کننده IMS از معماری مبتنی بر سیاست‌گذاری (policy-based) برای تضمین کیفیت استفاده می‌کنند. این سیاست‌ها توسط اپراتورهای شبکه و بر اساس نوع کسب و کار و نیازمندی‌های سرویس لایه کاربرد تعیین می‌شوند و از آن‌ها برای مدیریت منابع و بهبود کیفیت استفاده می‌شود. مکانیزم کنترل سیاست وابسته به سرویس، امکان کنترل پویا QoS را فراهم می‌آورد و نقش مهمی در تضمین کیفیت بر اساس شاخص‌هایی همچون پهنای باند، تأخیر انتها به انتها، نوسان تأخیر، آهنگ داده و آهنگ خطای بیت و غیره بازی می‌کند. لایه نشست IMS مستقیماً تخصیص منابع لایه حامل (bearer layer) را کنترل نمی‌کند. بنابراین لازم است مکانیزمی تعاملی بین لایه نشست و لایه حامل برای مدیریت QoS داده‌ها تعریف کرد. به منظور حصول کنترل QoS مبتنی بر سیاست‌گذاری به واحدی برای اخذ تصمیمات مربوط به سیاست‌گذاری و واحدی برای به اجرا درآوردن آن‌ها نیاز است. IMS چند مدل انتها-به-انتهای QoS را پشتیبانی می‌کند که در استاندارد 3GPP 23.207 تشریح شده است. ررمینال‌ها می‌توانند از پروتکل‌های رزرو منابع لایه پیوند (-link-layer er) (همچون RSVP (Resource ReS-ervation Protocol) یا کدهای DiffServ مستقیماً استفاده کنند. شبکه‌ها می‌توانند از DiffServ یا RSVP استفاده کنند. توسط استاندارد RFC-2205 توصیف شده است و پروتکلی جهت رزرو نمودن منابع است که برای سرویس‌های مجتمع شده (In-tServ) در شبکه طراحی شده است).

۴-۲- ساختار کیفیت سرویس در IMS در استانداردهای 3GPP

3GPP یک معماری مبتنی بر سیاست‌گذاری (policy-based) برای QoS و شارژینگ تعریف می‌کند. معماری کنترل شارژینگ و سیاست‌گذاری IMS (IMS Policy and Charging Control) که در استاندارد 3GPP, TS 23.203 تعریف شده است شامل توابع سطح بالا هم برای شارژینگ و هم برای QoS است. این معماری در شکل زیر نشان داده شده است:



PCRF (Policy and Charging Rules Functions) بخشی است که مسوول تصمیم‌گیری (تصمیمات سیاست کنترل) و کارکردهای شارژینگ مبتنی بر جریان (flow-based) است. این بخش تعیین می‌کند که چگونه با جریان داده‌های سرویس مشخصی رفتار شود و منابع QoS را مجوزدهی می‌کند. تصمیماتی که PCRF می‌گیرد به بخش PCEF (Policy and Charging Enforcement Function) منتقل می‌شود که مسوول اعمال سیاست، مدیریت QoS، اندازه‌گیری جریان داده سرویس و سایر کارکردهای شارژینگ است. بین PCEF و PCRF نقطه مرجع (واسط) Gx قرار می‌گیرد و امکان سیگنالینگ تصمیمات PCC (Policy and Charging Control) را فراهم می‌کند. رر شبکه‌های IMS، P-CSCF، کارکردAF(-Application Func-tion) را به انجام می‌رساند. این تابع اولین نقطه اتصال کاربر به شبکه IMS و سرویس‌های آن می‌باشد و با دریافت پروفایل کاربر از HSS توسط واسط Cx تشخیص می‌دهد که آیا یک کاربر اجازه استفاده از سرویسی خاص را دارا می‌باشد یا نه. مجازشناسی منابع کاربران، ارتباطات اضطراری، کنترل کیفیت سرویس، مونتورینگ، فشرده‌سازی هدرها و شناسایی I-CSCF جزو وظایف این بخش است و وظیفه دریافت و ارسال پیام‌های سیگنالینگ را از / به کاربر IMS بر عهده دارد. این بخش کاربری‌هایی را عرضه می‌کند که نیازمند سیاست پویا و کنترل شارژینگ است. همچنین این بخش برخی اطلاعات مرتبط با نشست که برای تصمیم‌گیری‌ها مورد نیاز PCRF است را فراهم می‌کند. شکل زیر ارتباط میان این بخش‌ها را به تصویر می‌کشد:



در این شکل IP-CAN (IP Connectivity Access Network) نمایانگر شبکه دسترسی به هسته IMS است و تکنولوژی‌های مربوط به آن شامل UMTS یا CDMA1x، GSM(3GPP) یا 3GPP2) EVDO، اینترنت کابلی، Wi-Fi، Wi-MAX، DSL و تکنولوژی‌های آینده می‌شود.

SPR (Subscription Profile Repository) دیتابیس، حاوی تمام اطلاعات مربوط به مشترک و اشتراک او است و این اطلاعات مورد نیاز PCRF است. SPR از نقطه مرجع (واسط) Sp برای ارتباط با PCRF استفاده می‌کند. Sp امکان درخواست اطلاعات لازم مربوط به مشترک را به PCRF می‌دهد.

معماری QoS که توسط 3GPP تعریف شده است، جایجایی (-roaming) از [شبکه] خانه به یک شبکه بازدید شده (Visited Network) را پشتیبانی می‌کند (شکل زیر).

هنگامی که UEها (User-Equipments) به درون VPLMN (Visited Public Land Mobile Network) جابجا می‌شوند، V-PCRF (یک

نشست برای اخذ منابعی که قبلا به نشست دیگری با اولویت کمتر تخصیص یافته‌اند و PEV نیز به صورت آسیب‌پذیری یک نشست برای آنکه اجازه دهد پارامترهای PEC و PEV مقادیر "yes" و یا "no" را می‌توانند اختیار کنند.

پ (GBR/non-GBR): این پارامتر حاکی از آن است که آیا یک نشست منابع آهنگ بیت رزرو کرده است یا نه و به مشخصه نوع منبع QCI وابسته است.

(ت) MBR:

این پارامتر حاکی از ماکزیمم آهنگ بیت مجاز برای یک نشست است.

۴-۴- طبقه‌بندی کیفیت سرویس برای شبکه‌های انتقال

مدل QoS تعریف شده برای لایه انتقال رسانه IMS، مدل DiffServ است بنابراین باید ارتباطی بین پارامترهای DiffServ و پارامترهای سطح سرویس QoS تعریف شده در بخش قبلی معرفی شود. به منظور تعریف این ارتباط، 3GPP در مفهوم QoS و مشخصات معماری، کلاس‌های QoS برای شبکه‌های UMTS گنجانده است که در استاندارد 3GPP TS 23.10 ارائه گردیده است.

چهار کلاس QoS UMTS وجود دارد: مکالمه‌ای (conversational)، رریانی (streaming)، تعاملی (interactive) و پس‌زمینه‌ای (back-ground). مهمترین تفاوت میان این کلاس‌ها حساسیت به تاخیر است که کلاس مکالمه‌ای بیشترین حساسیت و کلاس پس‌زمینه‌ای کمترین حساسیت را داراست. بدین ترتیب، حساسیت تاخیر برای طبقه‌بندی سرویس‌ها در کلاس‌های QoS بنا به شرایط مشخصان به کار می‌رود.

بی‌نوشت

1. IP Multimedia Subsystem
2. Packet Delay Budget
3. Packet Error Loss Rate
4. Pre-Emption Capability

مراجع

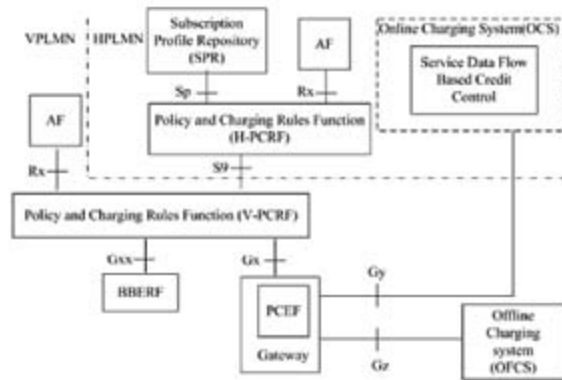
- 1) محمد حسین یغمایی مقدم، "شبکه‌های کامپیوتری و اینترنت"، نشر: دانشگاه فردوسی (مشهد)، بهار ۱۳۸۸
- 2) Navarro, M.; Donoso, Y.; Rodriguez, V., "An IMS architecture with QoS parameters for flexible convergent services," Computers and Communications (ISCC), 2010 IEEE Symposium on , vol., no., pp.640,645, 22-25 June 2010
- 3) Saika, A.; El Kouch, R.; Bellafkih, M.; Raouyane, B., "Functioning and management of MPLS/QoS in the IMS architecture," Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2011 International Conference on , vol., no., pp.1,6, 7-9 April 2011
- 4) El Barachi, M.; Glioth, R.; Dssouli, R., "Control-level call differentiation in IMS-based 3G core networks," Network, IEEE , vol.25, no.1, pp.20,28, January-February 2011
- 5) Bo Yu ; Dong Yu ; Junying Jia ; Jinghua Lin, "A Review of the Policy-Based QoS Architecture in IMS", Pervasive Computing Signal Processing and Applications (PCSPA), 2010 First International Conference on , pp.189 - 192 , 17-19 Sept. 2010

6) 3GPP, "Policy and 3GPP, "Policy and charging control architecture", TS 23.203 <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/htmlinfo/23203.htm>

7) 3GPP, "Quality of Service (QoS) concept and architecture", TS 23.10. <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23107.htm>

8) 3GPP, "End-to-end Quality of Service (QoS) concept and architecture", TS 23.203 <http://www.3gpp.org/DynaReport/23207.htm>

PCRF در VPLMN) و PCEF در شبکه دسترسی بازدید شده، سرویس لازم برای قابلیت اتصال QoS را فراهم می‌کنند. V-PCRF برای بازبانی اطلاعات سرویس، قواعد سیاست‌گذاری تعریف شده توسط اپراتور و اطلاعات اشتراک، با استفاده از نقطه مرجع (واسط) S9 به H-PCRF متصل می‌شود. بدین ترتیب UE‌ها می‌توانند از همان QoS مربوط به شبکه دسترسی خانگی خود بهره‌مند گردند.



۴-۳- پارامترهای QoS در سطح سرویس در IMS

معماری PCC شامل مشخصه‌های چهار پارامتر QoS سطح سرویس است:

• ARP (Allocation and Retention Priority) (QoS Class Identifier) QCI

• MBR (Maximum Bit Rate) (Guaranteed Bit Rate) GBR.

(الف) QCI:

QCI یک عدد اسکالر است و به یک المان شبکه مرتبط است که برای تشریح رفتار ارسال رو به جلوی بسته بر حسب مشخصه‌های کارایی به کار می‌رود. 3GPP چهار مشخصه را استاندارد کرده است: نوع منبع، اولویت، بودجه تاخیر بسته (PDB²) و آهنگ از دست دادن خطای بسته (PELR³).

۱. نوع منبع: تعیین می‌کند که آیا یک نشست دارای پارامتر یک آهنگ بیت تضمین شده (GBR) در شبکه انتقال است و یا یک آهنگ بیت تضمین نشده (non-GBR)

۲. اولویت (Priority): این مشخصه به هر QCI مربوط است و به ازای بالاترین اولویت مقدار ۱ می‌گیرد و از آن برای تمایز میان نشست‌هایی که وارد شبکه می‌شوند یا نشست‌هایی که از قبل فعال شده‌اند (چه از یک کاربر و چه از چند کاربر) به کار می‌رود.

۳. PDP (بودجه تاخیر بسته): این مشخصه یک کران بالا برای تاخیر یک بسته بین UE و PCEF را تعیین می‌کند. PDP را می‌توان به عنوان ماکزیمم تاخیر با سطح اطمینان ۹۸ درصد تعریف کرد و معمولاً بر حسب میلی ثانیه بیان می‌شود.

۴. PELR (آهنگ تلف خطای بسته): این مشخصه یک کران بالا برای آهنگ تلفات بسته نامرتبط با تراکم تعریف می‌کند.

(ب) ARP

پارامتر ARP حاوی اطلاعاتی در خصوص سطح اولویت، قابلیت‌های حق تقدم (PEC⁴) و آسیب‌پذیری حق تقدم (PEV) می‌باشد. سطح اولویت می‌تواند مقداری بین ۱ تا ۱۵ داشته باشد که در آن ۱ بالاترین مقدار است. مقادیر بین ۱ تا ۸ برای سرویس‌هایی که در شبکه دارای اولویت‌بندی هستند به کار می‌روند و مقادیر ۹ تا ۱۵ برای سرویس‌های رومینگ. PEC چنین تعرف می‌شود: قابلیت یک