

ارزیابی شبکه‌های نسل پنجم موبایل در ارائه خدمات Stream

علی مولودیان^۱، حسین مومن زاده حقیقی^{۲*}

۱: گروه فناوری اطلاعات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران mowlodan66@yahoo.com

۲: گروه فناوری اطلاعات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران momenzadeh.hossein@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۴

چکیده

اوایل ۲۰۱۲، ITU تحت نظر سازمان ملل برنامه‌ای را برای توسعه تیم ارتباطات بین‌المللی موبایلی (IMT) برای افق ۲۰۲۰ و فرای آن آغاز کرد. در نتیجه رسماً یک مسابقه جهانی برای تعیین نسل پنجم شبکه موبایل شروع شد. در سه سال بعدی تصویر سیستم این نسل بعدی شروع به شکل‌گیری کرد. یک پیشنهاد پیش نویس از سوی ITU-R درباره IMT-2020، سه کاربرد کلیدی در ۵G را به‌عنوان موبایل پهن باند افزایش یافته تعریف می‌کند، ارتباطات ماشینی سنگین، فوق قابل اطمینان و ارتباطات با نهفتگی کم. همچنین گزارش مشابهی به راهنمایی درباره ملزومات این سناریوها در زمینه شاخص‌های اجرایی مانند بازده طیف، نهفتگی، چگالی ارتباط، ظرفیت ترافیکی ناحیه اشاره می‌کند. شبکه مبتنی بر پروتکل اینترنت نشان دهنده همگرایی بین فناوری اطلاعات، ارتباطات از راه دور و انتشار است. این شبکه اشاره به سرویس تلویزیون دیجیتال و سرویسهای دیگر ویدیو و صدای منتقل شده از طریق شبکه‌های پهن باند دارد که یکی از بزرگترین مسایل ارائه دهندگان IPTV و سایر خدمات استریم، ارائه کیفیت تجربه QoE کافی به مشتریان آنها می‌باشد. QoE به عنوان عملکرد کلی از یک سیستم از نقطه نظر کاربران تعریف می‌شود و یک اندازه‌گیری انتها به انتها در سطح سرویس می‌باشد رضایت مخاطب در IPTV و سایر سرویس‌های استریم تحت تأثیر پارامترهای مختلف QoS است. در این پژوهش سعی شده است تا با اندازه‌گیری پارامترهای QoS در شبکه‌های LTE و ۵G به مقایسه آن دو پرداخته و کارایی شبکه‌های ۵G در انتقال داده‌های استریم را مورد بررسی قرار دهیم.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کارایی، خدمات استریم، سیستم‌های ارتباطی، کیفیت سرویس، نسل پنجم شبکه‌های موبایل.

۱-مقدمه

از وارد شدن گوشی‌های همراه آنالوگ در بازار چیزی در حدود ۳۳ سال می‌گذرد اما این پدیده با صنعت جذاب و با اهمیت با این که هنوز در اول راه خود قرار دارد، نسل‌ها را به دنبال خود کشانده است. نسل آنالوگ خیلی سریعتر از آن چه در ذهن افراد بود جای خود را به نسل دیجیتال داد و نسل دیجیتال هم بسیار سریع جای خود را به شبکه نسل سوم تلفن همراه داد. تفاوت دستگاه‌های نسل سوم با نسل قبلی خود در این بود که دستگاه‌های مبتنی بر این فناوری می‌توانستند علاوه بر صدا، تصاویر را هم هر چند با کیفیتهای پایین انتقال دهند. گوشی‌ها و سیم‌کارت‌های نسل سوم زمینه را برای تلفن‌های هوشمند فراهم کردند و در مدت زمان کمی همه فهمیدند که این فناوری هم نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای کاربران باشد. با ظهور فناوریهای موبایل، ارتباطات دیگر یک مورد ساکن و بی‌تغییر نیست. به علاوه، با توسعه تدریجی فناوری‌ها، نیاز به ارتباطات دیگر تنها منحصر به صدا نیست. اکنون ارتباطات موبایل شامل صدا، ویدئو و پخش زنده است حال آنکه میزبان در حال حرکت باشد. پژوهشهای مختلف رو به قانع کردن این نیازها به میزان قابل ملاحظه در حال حرکتند که می‌تواند تا حدودی رضایت بخش باشد. اخیراً، نسل چهارم جهت رسیدگی به کمبود فناوری‌های معاصر موبایل عرضه شده است. برای اصلاح و نوسازی مرحله پیش رو، مرحله توسعه بعدی به زودی شروع خواهد شد که نام غیررسمی آن نسل پنجم شبکه است.

بر طبق ادعایی که سامسونگ انجام داده بعد از این که این فناوری در دسترس همه قرار بگیرد، سرویس‌هایی نظیر سرویس‌های پزشکی از راه دور، می‌توانند بدون وجود هیچ گونه محدودیتی به همه بیماران در سراسر جهان خدمت رسانی کرده و پزشکان هم با آسودگی خاطر به معاینه و احیانا انجام عمل جراحی آنلاین روی بیماران خود در هر جایی که باشند، بپردازند.

۱-۱- پژوهش‌های انجام شده در این حوزه

در خصوص ارزیابی شبکه‌های نسل پنجم تلفن همراه تا کنون تحقیق معتبری در ایران انجام نشده است اما در این مورد تحقیقاتی در سایر کشورها انجام شده است که برخی از موارد قابل توجه آنها در ادامه بیان می‌شود. کارهای انجام شده قبلی در جهان به شرح زیر می‌باشد. ارزیابی کارایی و مقایسه بین فاکتورها در نسل‌های مختلف شبکه‌های تلفن همراه در سال‌های اخیر در مقالات زیادی مورد بحث قرار گرفته است. از جمله سانتی و همکاران [۱] به بررسی عملکرد شبکه‌های نسل چهارم و بهبودهای آن نسبت به شبکه‌های نسل سوم پرداخته و مفاهیم بنیادی مرتبط با شبکه‌ها، طیف‌ها، فناوری‌ها، استانداردها، پایانه‌ها و خدمات لازم در شبکه‌های 4G را مورد بررسی قرار داده‌اند و در پایان خاطر نشان می‌کنند که این شبکه‌ها در پاسخ به پهنای باند مورد نیاز در آینده ای نزدیک ناتوان خواهند بود.

ژانفسکی و همکاران [۲] ضمن بررسی اصول و مفاهیم شبکه‌های 5G به این شبکه‌ها به عنوان یک شبکه کاربر محور به جای اپراتور محور نگاه کرده و بیان می‌کند که در حالیکه در شبکه‌های قبلی نیازهای اپراتورها به پاسخگویی به مخاطبان بیشتر بخش عمده‌ای از دلیل توسعه فناوری جدید بوده است اما در شبکه‌های نسل پنجم نیازهای کاربران این نیرو محرکه را فراهم می‌آورد. پروفیسور شکیل اختر [۳] به بررسی و مقایسه شبکه‌های تلفن همراه از نسل دوم تا نسل پنجم پرداخته و ضمن بررسی خدمات مختلف قابل ارائه یا ارائه شده در هر شبکه رشد هیجان انگیز و باور نکردنی تمایل کاربران به استفاده از ویدیوی آنلاین را یکی از دلایل اصلی توسعه و نیاز به نسل‌های بعدی بر می‌شمارد. ایشان همچنین با ارائه یک دیدگاه جدید بیان می‌کند که به 5G هم می‌توان به شکل یک شبکه تکامل یافته از نسل قبل تر و هم یک شبکه انقلابی و جدید نگاه کرد. از نگاه تکامل تدریجی به 5G این نسل توسعه ای از 4G است که با پشتیبانی از قابلیت (WWW) Wireless World Wide Web خدماتی مثل Dynamic Ad-hoc Wireless Network (DAWN) را فراهم می‌آورد. اما از نگاه یک فناوری انقلابی 5G یک فناوری هوشمند است که باید بتواند تمام دنیا را بدون هیچ محدودیتی به هم مرتبط کند. در این مقاله نیز چالش اصلی پیش روی فناوری 5G پاسخ به نیاز روز افزون پهنای باند برای کاربران می‌باشد.

وانگ و همکاران [۴] به بررسی عوامل کلیدی که جهت توسعه شبکه‌های نسل پنجم مورد نیاز است پرداخته و با اشاره به کمبودهایی که شبکه‌های نسل چهارم از پاسخگویی به آنها ناتوانند پیشنهاداتی را ارائه می‌کنند. در این مقاله یکی از مهمترین نکات کلیدی در طراحی نسل پنجم توانایی پاسخگویی به نرخ داده بالای مورد نیاز جهت خدمات استریم در شبکه عنوان شده است. روست و همکاران [۵] به بررسی نقش فناوری‌های مبتنی بر ابر در شبکه‌های 5G برای دسترسی به انعطاف پذیری بیشتر پرداخته و با مبنا قرار دادن دو اصل افزایش دستگاہ‌ها و پیچیدگی سرویس‌ها، این دو اصل را دو نکته کلیدی در موفقیت و نیز ارزیابی شبکه‌های و آموزش از یکدیگر می‌شوند که فرایند خود یادگیری را تسریع می‌کند و منجر به همگرایی سریعتر می‌شود. بر می‌شمارند. در اینجا نیز نکته کلیدی پیچیدگی سرویس‌ها به خدمات جدید از جمله تقاضا برای سرویس‌های استریم در شبکه‌های جدید اشاره دارد.

بوشان و همکاران [۶] نیز به بررسی زیر ساخت‌های لازم جهت ارائه پهنای باند مورد نیاز کاربران در شبکه‌های 5G پرداخته و با رویکردی مخابراتی این حیطه را مورد بررسی دقیق قرار داده‌اند.

بنگرت و همکاران [۷] با بررسی پیش بینی‌ها در مورد تعداد کاربران شبکه‌های 4G در سال‌های آتی و ارزیابی نیازهای آنان به ضرورت نیاز به توسعه 5G بر اساس رشد تقاضای خدمات استریم و پیچیدگی خدمات مورد تقاضای کاربران تاکید داشته و به ساده سازی و مقرون به صرفه کردن تجهیزات برای پایدار ماندن خدمات شبکه و صنایع وابسته به آن تاکید می‌کند و در این رابطه توسعه استانداردها و زیرساخت‌های جدید برای ارائه تجربه کاربری کاملا جدید را ضروری می‌دانند.

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان دریافت که یکی از اساسی‌ترین قابلیت‌های اعلام شده و مورد نیاز شبکه‌های 5G پاسخگویی به تقاضای روز افزون کاربران به پهنای باند بیشتر جهت دسترسی به خدمات استریم و مانند آن می‌باشد و از این نظر این مطلب یکی از مهمترین نکات مورد توجه و دقت پژوهشگران این حوزه می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد ارزیابی این نسل در ارائه خدمات مذکور از نظر کیفیت و بهبود نسبت به نسل‌های پیشین می‌تواند معیاری برای ارزیابی موفقیت این نسل و مقایسه سودمندی آن نسبت به نسل‌های پیشین از نظر تجربه کاربری باشد.

۲- تاریخچه نسل‌های تلفن همراه

۲-۱- اولین نسل ارتباطات

اولین نسل ارتباطات همراه که تماسها به صورت دستی و توسط اپراتور شرکت برقرار میشد. در این سیستم تنها امکان برقراری سه تماس به صورت همزمان وجود داشت. شرکت AT&T از سال ۱۹۶۵ با بهبود خدمات خود، امکان برقراری تعداد بیشتری تماس همزمان را فراهم کرد و مناطق بیشتری را تحت پوشش قرار داد. کاربران امکان یافتند که به جای تماس با اپراتور، از شماره گیر استفاده کنند. تکنولوژی سلولار برای ارتباط بهتر و وسیع تر تلفن‌های قابل حمل، در سال ۱۹۴۷ ابداع شد. از سال ۱۹۷۷ استفاده از این تکنولوژی در ارتباطات موبایل آغاز شد.

۲-۲- شبکه نسل اول

نسل اول کوتاه شده عبارت «نسل اول فناوری تلفن بیسیم» است. این استاندارد در سال ۱۹۸۰ مطرح شد و تا هنگام جایگزینی با تلفن‌های دیجیتال نسل دوم ادامه داشت. تفاوت اصلی بین دو سیستم تلفن همراه، نسل اول و نسل دوم این بود که شبکه‌های نسل اول از سیگنال‌های رادیویی آنالوگ استفاده میکردند در حالی که شبکه‌های نسل دوم از سیگنال‌های رادیویی دیجیتال استفاده می‌کنند.

۲-۳- شبکه نسل دوم

شبکه‌های تلفن قدیمی (شبکه‌های سلولی نسل دوم) مانند GSM، که فقط برای انتقال صوت مورد استفاده قرار می‌گیرند، ذاتاً دارای تکنولوژی سوئیچ مدار هستند. شبکه‌های نسل ۲.۵ مانند GPRS، مدل گسترش یافته شبکه‌های نسل دوم هستند که از تکنولوژی سوئیچ مدار برای انتقال صوت و از سوئیچ بسته‌ای برای تبادل داده استفاده می‌کنند.

۲-۴- نسل سوم شبکه‌ها

کلمه 3G توضیحی برای نسل سوم تکنولوژی ارتباطی سیار (سلولار آنالوگ برای نسل اول و دیجیتال PCS برای نسل دوم) است. شبکه‌های نسل سوم قصد داشتند مشکلات متعددی که نسل‌های ۲ و ۲.۵ با آن روبرو شده بودند را بر طرف کنند. از جمله این مشکلات می‌توان به سرعت پایین و وجود فناوری‌های ناهمخوان و سازگار ناپذیر در کشورهای مختلف اشاره کرد. نسل سوم شبکه‌ها، شبکه‌ای با فناوری سلولی است که علاوه بر تماسهای تلفنی و دسترسی به اینترنت پرسرعت واقعی، منطقه وسیعی را هم پوشش می‌دهد. از امکانات نسل سوم تلفن همراه می‌توان به نمایش تصویری و ویدیو کنفرانس، اینترنت پر سرعت روی موبایل، تماس و ارتباط صوتی، انتقال پیام، تشخیص موقعیت جغرافیایی، چت اشاره نمود.

۲-۵- شبکه نسل چهارم

شبکه نسل ۴ با نام LTE در دنیا شناخته می‌شود، مهمترین مزیت این شبکه‌ها نرخ داده با سرعت بالا است. در ارتباطات موبایل با جابجایی‌های بسیار بالا، شبکه‌های نسل چهارم می‌توانند سرعتی بالغ بر ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه را ارائه دهند و در شبکه‌های موبایلی که جابجایی آنها کم است یا حتی ثابت هستند این سرعت می‌تواند بالغ بر یک گیگابیت بر ثانیه هم باشد.

۲-۶- شبکه نسل پنجم

انتظار می‌رود در شبکه‌های نسل پنجم سرعت آپلود و دانلود از مرز یک گیگابیت بر ثانیه بگذرد. این رقم در شبکه‌های نسل چهارم معادل ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه تعریف شده است. این رقم که بسیار سریعتر از سرعت تبادل داده از طریق شبکه‌های اینترنت فعلی در بسیاری از کشورهای جهان است دسترسی به تمامی خدمات فعالی را که تنها از طریق شبکه اینترنت در دسترس است را ممکن میکند که از جمله آنها می‌توان به خدمات پیشرفته ویدیویی مانند ویدیو کنفرانس، تماشای هزاران شبکه تلویزیونی ماهواره‌ای و اینترنتی با کیفیت عالی، بهره‌مندی از سرویسهای چندرسانه‌ای آموزش الکترونیک، بارگذاری ده‌ها گیگابایت اطلاعات در عرض چند

دقیقه و ... اشاره کرد. سرعت تبادل داده در شبکه‌های مخابراتی با رشد بسیار سریعی مواجه بوده است. این رقم در شبکه‌های نسل اول تنها 2.1 کیلوبیت در ثانیه بود که در شبکه‌های نسل دوم به 9.6 کیلوبیت در ثانیه و در شبکه‌های نسل سوم به ۳۸۴ کیلوبیت در ثانیه و سپس بیش از دو مگابیت در ثانیه افزایش یافت. این رقم در شبکه‌های نسل چهارم ۱۰۰ مگابیت در ثانیه بود و در شبکه‌های نسل پنجم هم به یک گیگابیت در ثانیه خواهد رسید. باید توجه داشت که سازگاری این استاندارد با IPv6 یا پروتکل اینترنتی نسخه ۶ یکی از مهمترین مزایای آن محسوب می شود [۸].

۳- چالش‌ها و جهت توسعه

در این بخش پیرامون برخی چالش‌های موجود در توسعه شبکه تلفن همراه و همچنین مشخص کردن روند آینده و راه حل‌هایی که ممکن است به بهبود عملکرد شبکه کمک نماید، بحث خواهیم کرد.

۳-۱- ارتباط ماشین با ماشین

علاوه بر تکامل شبکه، تحولات دستگاه‌ها که بیشتر و بیشتر قدرتمند می شوند مشاهده می شود، چشم اندازهای بیسیم در آینده نه تنها به کاربران تلفن همراه از طریق تلفن‌های هوشمند، تبلت و کنسول‌های بازی سرویس خواهند داد بلکه تعداد بسیار زیادی از هر دستگاه مانند ماشین، پایانه‌های شبکه هوشمند، دستگاه نظارت بر سلامت و لوازم خانوار به زودی به اینترنت نیاز خواهند داشت. تخمین زده میشود که M2M ترافیک را ۲۴ برابر در بین سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ افزایش خواهد داد [۹]. ارتباط M2M در حال حاضر اغلب در نظارت ناوگان یا ردیابی وسایل نقلیه استفاده می‌شود. چنین حسگرهایی قابلیت نظارت مستمر پزشکان به رفتار و حالات بیمارانشان را می دهد تا بحث درمان را بهبود و تسریع سازد و موجب کاهش هزینه‌های درمان شود، که از راه دور بدون احتیاج به رفتن به بیمارستان با استفاده از شبکه ی بدن که در آن از تعدادی سنسور بیسیم، که از طریق پوست و هم از طریق کاشت، پارامترهای سلامت بیمار را ثبت می کند و گزارش‌ها را برای پزشک می فرستد، به زودی به واقعیت تبدیل می شود که بخش مهمی از نمونه نسل پنجم است. بنابراین به منظور ارائه خدمات الکترونیکی سلامت، نسل پنجم به پهنای باند بالا نیاز دارد.

۳-۲- چالش ظرفیت

با سرویس‌های پهنای باند جدید و تقاضای بالا برای داده‌های تلفن همراه، سیستم‌های بیسیم در آینده به ظرفیت بسیار بالاتر از چیزی که امروز ارائه میشود نیاز دارد. سه راه عمده افزایش ظرفیت یعنی استقرار متراکم، باندهای طیف‌های اضافی و راندمان اختصاصی بالا است. یکی از طرح‌های پیشنهادی شامل استفاده از باند نوری مرئی است که در آن ال ای دی ها می‌توانند هر دو منبع نور و کانون باشند [۱۰]. این فناوری هنوز کامل نشده است ولی متراکم سازی و توسعه سلول‌های کوچک و سناریوی ارتباط وسایل نقلیه توجه بیشتری می خواهد. همانند بیمارستان و هواپیما و به طور کلی پوشش داخلی به طور قابل توجهی پیشرفت می کند. به عنوان مثال ارتباطات می توانند استراق سمع شوند مگر اینکه مهاجم تماس تصویری با فرستنده داشته باشد. پتانسیل زیادی در باندهای طیف بسیار بالا به عنوان مثال ۲۸ یا ۶۰ گیگا هرتز موجود است که پهنای باند بالا را ارائه می‌دهد و نرخ‌های داده‌های بالاتر را پشتیبانی می کند.

باند طیف جدید به تنهایی برای برآوردن خواسته‌های ترافیک آینده کافی نخواهد بود. از این رو بهره‌وری طیفی باید افزایش قابل توجهی داشته باشد که طرح‌های دسترسی چندگانه مانند تکنیک‌های چند آنتن پیشرفته تشکیل شعاع و ورودی و خروجی چندگانه عظیم همراه با طیف قابل اشتراک گذاری هستند که توانمندسازهای کلیدی برای دستیابی به بهره‌وری طیف بالاتر است [۱۱]. تکنیک‌هایی مانند حامل ادغام و مختصات چند نقطه ظرفیت شبکه را افزایش میدهد ولی نیاز به هماهنگ سازی بسیار محکم و قطع طیف متعامد است.

۳-۳- دسترسی محلی منطقه ای پیشرفته

راه حل‌های سلول کوچک و شبکه متراکم تر به عنوان یک مفهوم برای مقابله با رشد ترافیک در سالهای آینده است. شبکه‌های ناهمگن که در آن سلول‌های بزرگ جایگزین تعدادی از سلول‌های کوچک می شود مانند femtocells و picocells و metrocells که

قبل از این برای بالا بردن افزایش ظرفیت اثبات شده بود. ردیف کم توان گره‌ها به عنوان دسترسی محلی می‌تواند پوشش را به طور خیلی مهمی افزایش دهد و ظرفیت شبکه‌های تلفن همراه را بالا ببرد [۱۲]. شبکه‌های متراکم بزرگتر چالش‌های بیشماری به طور عمده از نظر تحرک مطرح می‌کند. مفهوم سلول حیاتی یکی از توانمندسازهای کلیدی بر کامل کردن هم ردیف شبکه و مقابله با چالش‌های پژوهش حاضر مربوط به تحرک است، آن به این موضوع که توسط جدا سازی داده‌ها و کنترل هواپیماها در سلول‌های کوچک می‌پردازد. مفهوم پیشنهادی با استفاده از باند فرکانس‌های مختلف برای ردیف سلول‌های مختلف (5.3 GHz و بالاتر برای سلول‌های کوچک)، به طوری که تداخل مشکلات می‌تواند در استقرار فوق العاده متراکم کاهش پیدا کند. علاوه بر این جهات شامل مطالعه ایده آل و همچنین راه حل غیر ایده آل برای سلول‌های کوچک است. از آن جاییکه LTE تعامل با هر دو 3GPP و فناوری‌های 3GPP را پشتیبانی می‌کند بر اساس تکنولوژی و استاندارد IEEE 802.11 با برخی از اصلاحات می‌تواند تعداد خود را در شبکه‌های تلفن همراه افزایش دهد و به تعادل ترافیک از طریق فن آوری کارآمد بارگذاری خاموش کمک کند. همچنین Cisco تخمین می‌زند که در هر سال ۸۰۰ میلیون دستگاه WiFi جدید اضافه می‌گردد [۱۳].

۴-۳- معماری دسترسی شبکه رادیویی جدید

با افزایش ترافیک داده نیاز به ظرفیت بالاتر و نقشه‌های صاف (فلت) به کاربران نهایی ارائه می‌شود، اپراتورها نیاز به جستجوی منفعت برای کاهش CAPEX و OPEX و برای کاهش هزینه در هر بیت دارند. در داخل شبکه تلفن همراه، تمرکز اصلی آن بر روی کاهش هزینه است که به تولید BS با کمترین هزینه با توجه به عواملی مانند خنک کننده، اجاره سایت و پردازش سیگنال می‌پردازد.

۵-۳- خود سازمان دهی و شبکه‌های شناختی

با توجه به افزایش پیچیدگی شبکه با استانداردهای جدید، معماری شبکه را پیچیده کرده است و آن یکی از چالش‌های عمده در شبکه‌های تلفن همراه است. SON گرایش و یکی از تمرکزهای اصلی در نسخه LTE و به طور خودکار یکی از مهمترین روش‌های مدیریت است که باعث افزایش سرعت و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود. SON سه ویژگی متمایز دارد، مثلاً خود سازماندهی، خود بهینه‌سازی و خود سلامتی. برای پشتیبانی رفتار SON تعدادی از الگوریتم‌های مختلف می‌تواند تکمیل شود، به عنوان مثال کسانی که مسئول حفظ تعادل بار و یا بهینه‌سازی پوشش هستند. اگر بهره‌برداری از منابع در یک سلول بالاتر از حد برود، این باعث تحویل برخی از اتصالات می‌شود تا که آنها را به سلول همسایه به حرکت وا میدارد، مثلاً اگر تداخل بیش از حد بالا باشد، BS ممکن است قدرت انتقال آن را تنظیم کند. این روش می‌تواند در تمام سلول منجر به توزیع ترافیک یکنواخت تر و بهبود پوشش شبکه شود. هنگامی که به بحث خود سلامتی مربوط می‌شود. عیب شبکه همانند پوشش سوراخ در نظر گرفته می‌شود، به هر حال خطاهای سخت افزاری به عنوان مثال در BBU است که در زیر ساخت‌های مخابراتی غیر معمول نیست.

تا کنون این نوع عیب نیاز به تعمیر دستی داشته که معمولاً گران و وقت گیر است. علل اتلاف وقت اپراتور به دلیل از کار افتادگی است. در پیشنهاد DNA الکترونیکی برای سخت افزار است که توسط خواص بیولوژیکی و فرآیندهایی به ویژه خود درمانی الهام گرفته است. معماری eDNA متشکل از یک تعداد واحد پردازش است که در اصطلاح سلول الکترونیکی می‌نامند. بنابر این هر سلول دارای یک کپی از یک برنامه است. SON به عنوان مسئول وظیفه دار است. در صورت شکست، قطعه‌ای از کد یک سلول معیوب به یکی از آنهایی که بیکار است نقشه پردازی می‌کند. این رفتار خود تعمیر سلول را راه اندازی می‌کند به طوری که اجرا را می‌توان ادامه داد، که باعث افزایش استحکام سیستم و طول عمر آن است. این فناوری می‌تواند بشمار به کار برده شود، و به طور وضوح نسل بعدی سناریوی ارتباط از راه دور یکی از آنهاست. گام بعدی که در خود سازماندهی معرفی می‌شود بوسیله رویکردهای شناختی، که در آن مدیریت اندازه گیری قادر به یادگیری بر اساس مشاهدات گذشته و حال معرفی شده است. این راه خود سازماندهی است که توسط الگوریتم از پیش تعریف شده محدود نیست و یک سیستم قادر به تنظیم به هر شرایط غیرمنتظره است. به تازگی یک رویکرد جدید معرفی شده است، که در آن گره‌های یک شبکه نیز توانایی تدریس را داشته باشد. با اجرای الگوریتم‌های یادگیری ماشین، آنها قادر به تبادل اطلاعات و آموزش از یکدیگر می‌شوند که فرایند خود یادگیری را تسریع می‌کند و منجر به همگرایی سریعتر می‌شود

۳-۶- مجازی سازی هسته شبکه

حرکت به سمت تغییرات نسل پنجم نه تنها در شبکه دسترسی رادیویی بلکه در شبکه‌های اصلی CN که در آن رویکردهای جدید به طراحی شبکه مورد نیاز برای ارائه اتصال به رشد تعدادی کاربران و دستگاه‌ها تحمیل می‌کند. روند این طور است که جدا کردن سخت افزار از نرم افزار و حرکت توابع شبکه به نسبت یک دوم است. نرم افزار تعریف شبکه SDN که توسط شبکه بنیاد گسترش استاندارد فرضیه جدایی سازی کنترل و داده صاف ارائه میشود. در نتیجه به لطف تمرکز و برنامه ریزی، تعمیرات تا حد زیادی خودکار می‌باشد. علاوه بر این تلاشهای استاندارد با هدف تعریف توابع شبکه مجازی سازی بر اساس شرکای صنعتی مختلف از جمله اپراتورهای شبکه و فروشندگان تجهیزات در ETSI انجام شده است. معرفی یک راه حل جدید مبتنی بر نرم افزار بسیار سریعتر از نصب یک دستگاه تخصصی اضافی با قابلیت خاص است. هر دو راه حل سازگاری شبکه را به راحتی بهبود می بخشد. به عنوان یک نتیجه از عمل ساده تر، می توان استقرار پویاتر و سریعتر از ویژگی های شبکه‌های جدید انتظار داشت.

۴- مفهوم کیفیت سرویس

با وجود اینکه کیفیت سرویس اخیراً به مسئله ای مهم در بین محققان شبکه تبدیل شده ، هوز هم ابهاماتی در شیوه فهم و تعریف آن وجود دارد. بطور کلی کیفیت سرویس به معنی ارائه سرویس سازگار و قابل پیش بینی به منظور تامین نیازهای کاربردهای مختلف است. کیفیت سرویس را از دو دیدگاه می توان مشاهده نمود، کاربران شبکه و تأمین کنندگان 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 تأمین کننده شبکه به حداکثر رساندن کارایی شبکه همزمان با برطرف کردن نیازهای کیفیت سرویس همه کاربران به صورت همزمان است. پارامترهای متداول کیفیت سرویس که برای توصیف کارایی شبکه بکار می روند عبارتنداز، پهنای باند، تاخیر، واریانس تاخیر، درصد دور ریختن و بهره وری.

۵- ساختار شبیه سازی

ما در این پژوهش برای شبیه سازی از نرم افزار NS ویرایش ۲،۳۳ استفاده کرده ایم. شبیه ساز NS2 یکی از محبوب ترین شبیه سازهای متن باز شبکه است. به منظور تحقیقات شبکه از NS استفاده می‌شود و یک شبیه ساز discrete event می‌باشد [۱۴]. به دلیل پشتیبانی این شبیه ساز از LTE و انعطاف پذیری آن در تغییر پارامترهای مختلف شبکه، ما از آن برای شبیه سازی پروژه خود بهره برده ایم.

۵-۱- توپولوژی

۵-۱-۱- SERVER

سرورها زیر ساخت شبکه را تشکیل می دهند. در شبیه سازی ما این سرورها سرویس های لازم را فراهم آورده و به کاربران اجازه می دهند تا به اینترنت دسترسی داشته باشند. ارتباطات بر اساس پروتکل VoIP انجام می شود، داده ها به سرور ارسال شده و آن سرور تسهیلات لازم برای ارتباط دو یا چند کاربر از طریق اینترنت را فراهم می آورد.

۵-۱-۲- Access Gateway (AGW)

دروازه های دسترسی همتای آنالوگی برای مسیریاب ها در شبکه های WIFI می باشند. AGW انتقال داده را به گونه ای میسر می سازد که آنها می توانند به سرور ها دسترسی پیدا کنند. افزون بر این AGW ها همچنین می توانند خدمات با پهنای باند بالا را فراهم آورده و عملکردهای شبکه هسته (Core) را انجام دهند

۵-۱-۳- eNodeB

eNodeB ها سیستمهای پایه ارسال کننده و بهبود یافته ای هستند که واسط هوایی برای LTE را فراهم می کنند. اساساً eNodeB ها سیگنال هایی فراهم می آورند که دستگاه های موبایل مثل تلفن های هوشمند، در زمان تبادل اطلاعات با اینترنت می توانند از آنها استفاده نمایند.

۵-۱-۴- اتصالات LTE

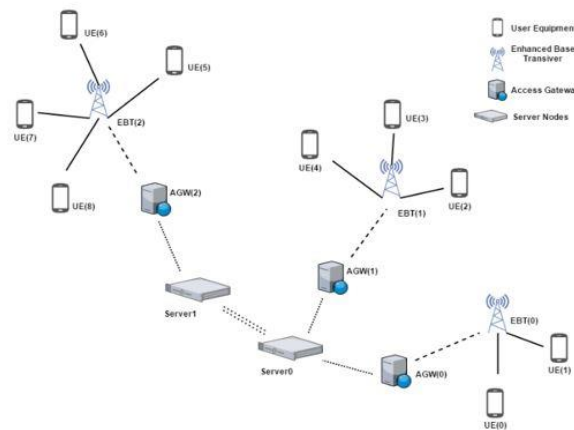
ما در این شبیه سازی برای شبیه سازی عملکردهای NS2 ماژولی که برای شبیه سازی LTE در NS2,33 طراحی شده و برای استفاده با نام LTESim در گیت هاب قرار دارد را نصب کرده و از آن استفاده نموده ایم. با استفاده از ماژول نصب شده ما قادر بودیم تا با استفاده از دو لینک simplex با صف های LTEQueue, AGW ها را به eNodeB ها متصل کنیم:

```
ns simplex-link $eNB $AGW2 5Gb 10ms LTEQueue/ULS1Queue$
ns simplex-link $AGW $eNB2 5Gb 10ms LTEQueue/DLS1Queue$
```

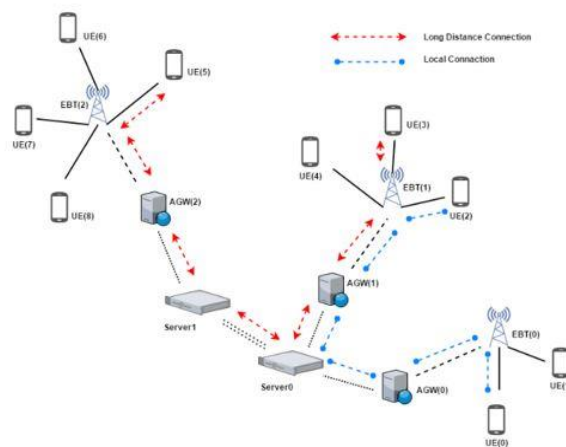
که در آن ULS1Queue برای آپلود کردن و DLS1Queue برای دانلود کردن می باشد. نودهای (User Equipment) UE با eNodeB با استفاده از لینک های simplex با ULAirQueue و DLAirQueue متصل شده اند تا ارتباطات بیسیم را شبیه سازی نمایند.

۵-۲- شبیه سازی

VoIP به معنی انتقال داده های صوتی روی شبکه های مبتنی بر IP می باشد. در این شبیه سازی ما VoIP را با پروتکل UDP پیاده سازی کرده ایم. ما عامل UDP را ضمیمه کرده و همه دستگاه های کاربران را برای ارسال و دریافت داده های صوتی با استفاده از آن هماهنگ کرده ایم. در شکل ۱ توپولوژی شبکه نشان داده شده است.

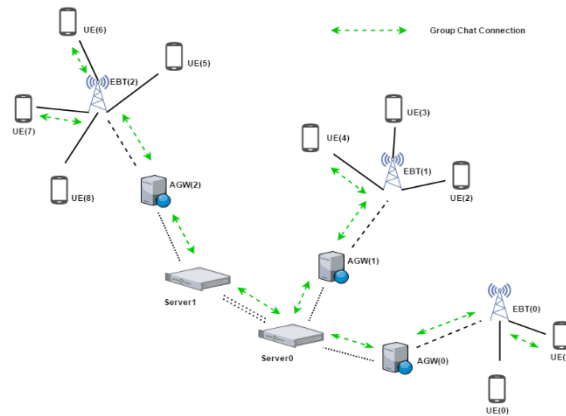


شکل ۱: توپولوژی شبکه



شکل ۲: تماس یک به یک

تماس یک به یک ما در ابتدا کار را با تماس های راه دور با تبادل داده های صوتی بین دو نود کاربری متعلق به دو سرور متفاوت آغاز کرده ایم. ما UE(3) را به UE(5) متصل کرده ایم. همچنین یک تماس محلی را با تبادل داده های صوتی بین UE(0) و UE(2) که هر دو متعلق به یک سرور هستند پیاده سازی نموده ایم. شبیه سازی برای تماس های یک به یک در ثانیه ۱۰٫۰ شروع شده و در ثانیه ۱۴٫۰ خاتمه می یابد. مکالمه گروهی ما شبیه سازی مکالمه گروهی را بین ثانیه های ۱۵٫۰ تا ۳۰٫۰ انجام داده ایم. در این حالت ما داده های صوتی را بین UE(1)، UE(6)، UE(4) و UE(7) مبادله نموده ایم.



شکل ۳: مکالمه گروهی

اتصالات 5G به منظور شبیه سازی اتصالات 5G توان شبکه را 4 برابر کرده ایم به این معنا که تاخیر های زمانی موجود بین انواع مختلف نودها را به یک چهارم رسانده و همزمان پهنای باند را 4 برابر کرده ایم.

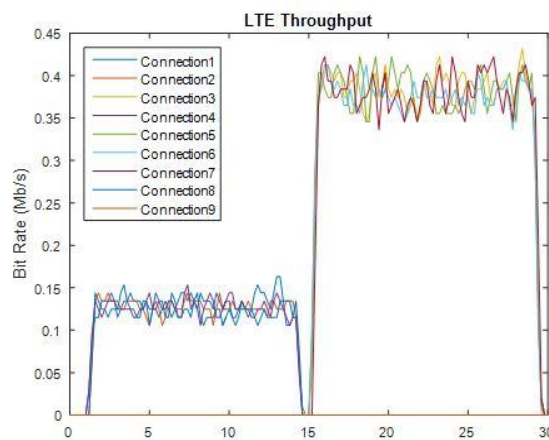
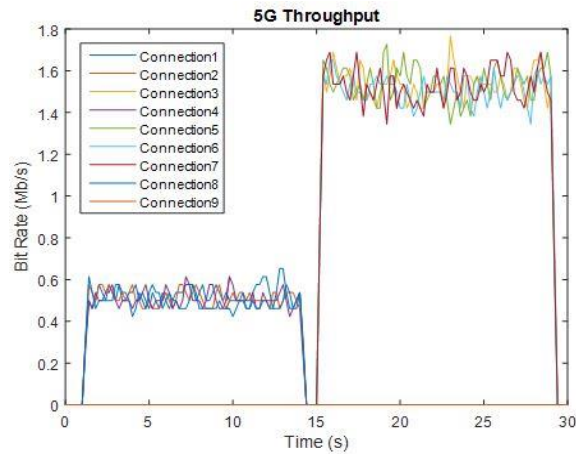
۵-۳- جزئیات شبیه سازی

همه داده های شبیه سازی با استفاده از کلاس LossMonitor که از کلاس های درونی NS2 است جمع آوری شده. کلاس LossMonitor می تواند به یک سینک (SINK) ضمیمه شود تا زمان رسیدن آخرین بسته ها، تعداد بسته ها، تعداد بسته های گم شده و تعداد بایت های رسیده برای آن سینک خاص را بازیابی نماید. همه داده های بازیابی شده از LossMonitor در متغیر هایی ذخیره شده اند و با استفاده از این متغیر ها ما قادر بودیم تا میزان خروجی، نرخ گم شدن بسته ها، تاخیر و بی ثباتی در شبیه سازی مان را محاسبه نماییم.

۶- تحلیل نتایج شبیه سازی

۶-۱- میزان خروجی (Throughput)

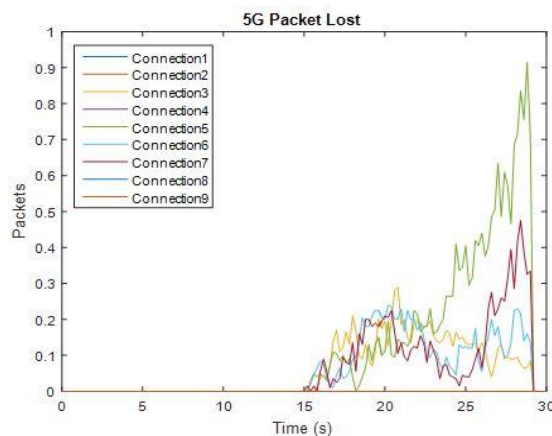
همانگونه که در شکل 4 دیده می شود، دو سطح متفاوت در گراف وجود دارد. این نتیجه با شبیه سازی ما سازگار است چرا که در ابتدا تنها تماسهای منفرد (محلی یا بین المللی) وجود دارد. اما پس از 15 ثانیه گراف به سطح کاملاً بالاتری منتقل می شود. این سطح بطور آشکارا مربوط به افزایش تعداد بسته های داده ای است که در مکالمات گروهی مبادله می شود که خود از نودهای بسیاری تشکیل شده که اطلاعات را به یکدیگر ارسال و یا از هم دریافت می نمایند. همچنین مشاهده می شود که رفتار کلی در شبکه 5G همانند شبکه LTE می باشد با این تفاوت که سطح خروجی بسیار بالاتر است. که این امر با توجه به پهنای باند بالا و تاخیر انتشار کمتر در شبکه 5G منطقی و قابل قبول می باشد.

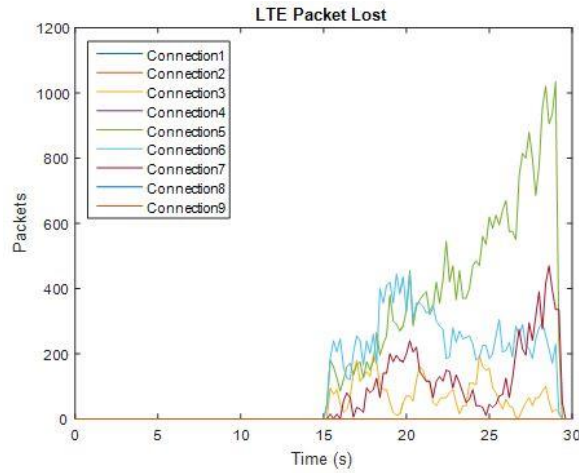


شکل ۱: توان خروجی

۶-۲- نرخ گم شدن بسته ها (Packet Lost)

همانگونه که در شکل ۵ نشان داده شده است ، نرخ بسیار بالایی از گم شدن بسته ها در هنگام شروع جلسات مربوط به مکالمه گروهی اتفاق می افتد. این نتایج با شبیه سازی های ما سازگار است زیرا هنگامیکه جلسات مکالمات گروهی رخ می دهد، بطور آشکار استرس بسیار بیشتری روی هردوی لینکهای سیمی و بیسیم برای ارسال بسته ها بوجود می آید. همچنین در حالت کلی رفتار 5G مشابه LTE می باشد اما در اینجا به دلیل استفاده از صفهای مربوط به LTE در این شبیه سازی نرخ بالای گم شدن بسته ها قابل توجهی می باشد. در صورت استفاده از مسیریابهای با پردازش موازی و بوجود آمدن امکان پردازش همزمان چندین صف، می توان نتایج واقعی تری انتظار داشت.

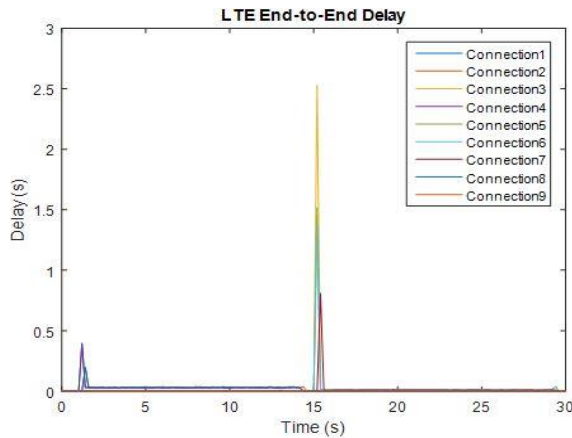
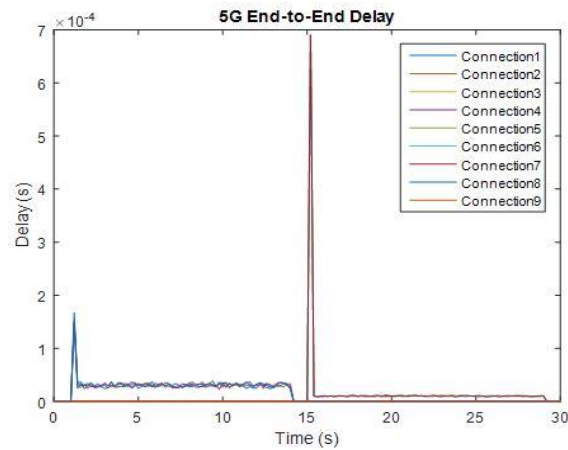




شکل ۲: نرخ گم شدن بسته ها

۳-۶- تاخیر انتها به انتها (End-to-End Delay)

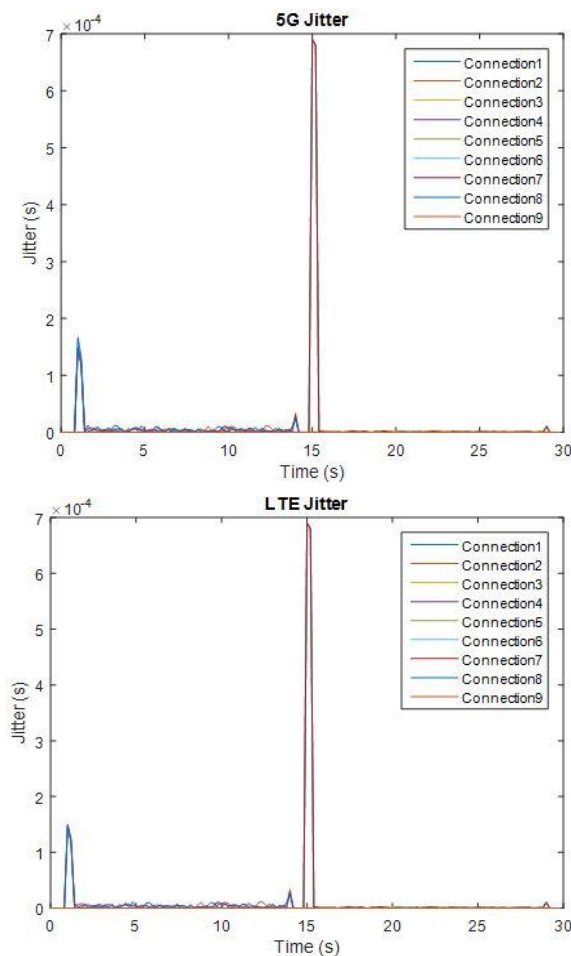
نتایج مربوط به تاخیر انتها به انتها در شکل ۶ نشان داده شده است. جهش های ناگهانی و نوسان شدید در گراف مربوط به زمان صرف شده برای تنظیم پنجره ارتباط است. نکته قابل توجه آنست که در مکالمات گروهی میزان تاخیر به دلیل ماهیت همه پخشی بسته ها کمتر از مکالمات فرد به فرد می باشد. در مورد 5G تنظیم پنجره ارتباط در زمان بسیار کوتاهتری صورت می پذیرد و در مجموع نرخ تاخیر انتها به انتها بسیار کمتر از LTE می باشد.



شکل ۳: تاخیر انتها به انتها

۴-۶- بی ثباتی (Jitter)

Jitter یا نرخ بی ثباتی تفاوت در تاخیر بسته های دریافتی می باشد. به منظور محاسبه بی ثباتی هر سینک ما به سادگی فایل های مربوط به تاخیر را که قبلا بدست آورده ایم در برنامه متلب وارد کرده و تفاوت بین هر سطر از زمانهای تاخیر را محاسبه نموده ایم. همانگونه که در تصویر مشخص است نرخ بی ثباتی در ۵G به مراتب کمتر از LTE می باشد که با توجه به محاسبه نرخ بی ثباتی از تاخیر انتها به انتها، این نتیجه منطقی و قابل قبول می باشد. در شکل ۷ نوسان های شدید در تاخیر در ابتدای شروع مکالمه مربوط به زمان صرف شده برای تنظیم پنجره ارتباط می باشد. نکته مهم در این نمودار آن است که از آنجا که بخش مهمی از تاخیر ناشی از زمان انتظار در صف می باشد، و با توجه به اینکه ما سیستم صف بندی LTE را تغییر نداده ایم، به همین دلیل در میزان بی ثباتی بین ۵G و LTE تفاوت معناداری مشاهده نمی شود.



شکل ۴: نرخ بی ثباتی

۷- نتیجه گیری

به منظور تدوین این گزارش ما دو شبیه سازی از انتقال داده VoIP توسط نرم افزار SKYPE را در نرم افزار ns2.33 شبیه سازی کرده ایم. و به طور موفقیت آمیزی داده های مربوط به توپولوژی های LTE و ۵G را جمع آوری نمودیم. بر اساس داده های بدست آمده مشخص می شود که رفتار هر دو فناوری در توان خروجی، تاخیر و بی ثباتی مشابه یکدیگر می باشد. اما تفاوت فاحش کارایی در انتقال بسته های استریم از تفاوت در میزان تاخیر و بی ثباتی مربوط به دو فناوری قابل مشاهده است. آنچه که در نهایت می توان استنباط کرد اینست که هر پیاده سازی واقعی از ۵G در بدترین حالت باید چندین برابر نسبت به LTE از نظر کارایی در ارسال جریان استریم، بهتر و موثرتر باشد و با توجه به اینکه با چهار برابر کردن پهنای باند در این شبیه سازی، تغییر قابل توجهی در کارایی شبکه در انتقال استریم به وجود آمد می توان نتیجه گرفت که بدترین پیاده سازی ۵G به مراتب کارایی بالاتری نسبت به LTE خواهد

داشت. همچنین در مورد نرخ بی ثباتی هر دو فناوری تقریباً رفتاری مشابه دارند. این امر به دلیل استفاده از یک نوع سیستم مدیریت صف در مورد هر دو فناوری می باشد. به نظر می رسد در صورتیکه از صفهای چندگانه یا سیستم پردازش موازی برای صف بندی استفاده شود، در این بخش نیز تفاوت کارایی قابل توجهی را مشاهده خواهیم کرد. به صورت خلاصه می توان گفت با توجه به اینکه فناوری LTE و 5G به جز در مورد پهنای باند تقریباً در سایر موارد ساختاری مشابه دارند، بنابراین به شرط حذف گلوگاه هایی مثل سیستم صف بندی می توان انتظار داشت که کارایی 5G نسبت به LTE رفتاری خطی و متناسب با افزایش پهنای باند را دنبال خواهد کرد.

مراجع

- [1] K.Santhi, V.Srivastava, G.SenthilKumaran, & A. Butare, "Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)," in proc. Vehicular Technology Conference, 2003. VTC 2003-Fall. 2003 IEEE 58th., 2003, pp. 2317 - 2321
- [2] T.Janevski, "5G Mobile Phone Concept," in proc. Consumer Communications and Networking Conference, 2009. CCNC 2009. 6th IEEE, 2009, pp.1-2.
- [3] S. Akhtar, "2G-5G Networks: Evolution of Technologies, Standards, and Deployment," Clayton: Information Technolgy Department Clayton State University, 2009.
- [4] Cheng-Xiang F. WangHaider, X.Gao, X.-H You, Y.Yang, D.Yuan, H. Aggoune, E.Hepsaydir, "Cellular Architecture and Key Technologies for 5G Wireless Communication Networks," IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 2, pp.122-130, 2014.
- [5] P.Rost, C.Bernardos, A.Domenico, M.Girolamo, M.Lalam, A.Maeder, D.Wübben, "Cloud technologies for flexible 5G radio access networks," IEEE Communications Magazine, vol.52 , no.5 ,pp. 68-76, 2014.
- [6] N.Bhushan, J.Li, D.Malladi, R.Gilmore, D.Brenner, A.Damjanovic, S.Geirhofer, "Network densification: the dominant theme for wireless evolution into 5G," IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 2, pp.82-89, 2014.
- [7] B.Bangerter, S. Talwar, R.Arefi, & K.Stewart, "Networks and devices for the 5G era," IEEE Communications Magazine, vol.52, no.2, pp.90-96, 2014.
- [8] J. Kempf, "Moving the Mobile Evolved Packet Core to the Cloud", in proc 2012 IEEE 8th Int'l. Conf. Wireless and Mobile Computing Networking and Commun, 2012, pp. 784-91.
- [9] A. Shokrollahi, "Raptor codes," IEEE Transaction Information Theory, vol. 52, no. 6, , pp. 2551-2567, Jun. 2006.
- [10] M. Afgani, H. Haas, H. Elgala, and D. Knipp, "Visible Light Communication using OFDM," in Proc. of the 2nd International Conference on Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities (TRIDENTCOM), Barcelona, Spain, March. 2006, pp. 129-134.
- [11] X. Wang, "Cache in the Air: Exploiting Content Caching and Delivery Techniques for 5G Systems," IEEE Commun. Mag. vol. 52, no. 2, pp. 131-39, February. 2014.
- [12] V. Chandrasekhar, J. G. Andrews, and A. Gatherer, "Femtocell networks," A survey, IEEE Communications Magazine, vol. 46, no. 9, pp. 59-67, September. 2008.
- [13] "Cisco visual network index: Global mobile traffic forecast update", [online] Available: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html, 2012.
- [14] G. A. Abed, M. Ismail, and K. Jumari, "A Realistic Model and Simulation Parameters of LTE-Advanced Networks," Faculty of Engineering and Built Environment, National University of Malaysia, Selangor, Rep. ISSN:2278-1021, Aug. 2012.
- [15] Y. Andreopoulos, N.Mastrorarde, M.Van Der Schaar , "Cross-Layer Optimized Video Streaming over Wireless Multi-Hop Mesh Networks," IEEE JSAC, vol. 24, no.11, pp. 2104-2115, 2014.
- [16] Q. C. Li, "5G Network Capacity: Key Elements and Technologies," IEEE Vehicle Techology Magazine, vol. 9, no. 1, pp. 71-78, March. 2014.
- [17] J. B.Andrews, "What Will 5G Be?," IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, vol. 32, no. 6, pp.1065-1082, June. 2014

Assessment of 5G mobile networks in stream service

Ali Movloodian¹, Hossein Momenzadeh Haghighi^{2*}

Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran

1: mowlloodian66@yahoo.com

2*: momenzadeh.hossein@gmail.com

ABSTRACT:

In early 2012, the International Telecommunication Union (ITU) under the United Nations program for the development of international mobile telecommunications (IMT) for Horizon 2020 and beyond (IMT-2020) began. As a result of a race is officially the world for the fifth-generation (5G) Mobile Network began. In the next three years, this next-generation system image began to take shape. A draft proposal by the ITU-R on IMT-2020, three applications of mobile broadband as the key to increase defines 5G, heavy machine communications, ultra-reliable and low latency communications. A similar reporting requirements of the scenarios also help with administrative measures such as spectrum efficiency, latency, connection density, traffic capacity refers area. Internet Protocol-based network represents the convergence between information technology, telecommunications and publishing. It refers to digital TV services and other services transmitted video and voice over broadband networks, one of the biggest issues IPTV and other services Providers stream, providing adequate quality of experience QoE to their clients. In this study, we tried to measure the QoS parameters in LTE networks and network performance 5G to compare them and to examine the data stream.

KEYWORDS: Performance evaluation, streaming services, communication systems, quality of service (QoS), the fifth generation (5G) mobile networks