ارزیابی شبکه انتقال داده در دو تکنولوژی وایمکس (Wimax) و نسل پنجم (5G)

علی مولودیان[۱]، حسین مومن زاده حقیقی[*۲]

۱: گروه فناوری اطلاعات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران mowloodian66@yahoo.com

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

چکیده

شبکه 4G فعلی برای سلول‌های کوچک بی قاعده طراحی نشده بودند. بر اساس سیر تکاملی بلند مدت که وقفه زمان مخابره یک میلی ثانیه و پیشوند تناوبی حدود 5 میلی ثانیه است این امر باعث شده است. به علاوه رابط درون سلول به مقدار زیادی توسط آرایش طرح‌ریزی شده کنترل شده است.با توسعه سریع فناوریهای بیسیم، مفهوم نسل پنجم سیستمهای ارتباطی مطرح شد؛ که با این پیشرفت هر یک از مشترکان مخابراتی میتوانند با سرعت ۱۱هزار گیگابیت در ثانیه به اینترنت متصل شوند. در این بستر، سیستمی‌که برای پیاده سازی آن مورد استفاده قرار گرفته است، گره هایی که بسته های اطلاعاتی را جا به جا می‌کنند کاملاً هوشمند هستند و الگوریتم هوشمندسازی گره ها براساس مسیر و مقصد می‌باشد. این سیستم باعث می‌شود تا داده ها بسیار هوشمندانه مسیریابی شده و با سرعت و امنیت بالا منتقل شوند در این مقاله سعی شده است تا با اندازه گیری پارامترهای QoS در شبکه های Wimax و 5G به مقایسه آن دو پرداخته و کارایی شبکه های 5G در انتقال داده را مورد بررسی قرار دهیم.

واژه های کلیدی: ارزیابی شبکه، انتقال داده، نسل پنجم شبکه های موبایل، وایمکس.

۱-مقدمه

توسعه‌ی5G، نسل پنجم شبکه‌های مخابراتی موبایل با شتاب بالایی در حال انجام است. علی‌رغم اینکه هنوز بسیاری از کشورها شبکه‌ی ارتباطی خود را به طورکامل به 4G ارتقا نداده‌اند، اما نسل پنجم در حال توسعه است و دانشمندان با هیجان بالایی در مورد آن صحبت می‌کنند، چراکه 5G کاملا متفاوت خواهد بود. شبکه ارتباطات همراه 5G به منظور پوشش دادن تقاضای روز افزون برای نرخ بالای داده جهت تحویل محتوای چند رسانه ای به کاربران ارتباطات همراه پدیدار شده است. پهنای باند مورد نظر در صورتیکه باندهای موج میلی متری بطور کامل برای چنین سیستم های سلولی به کار گرفته شوند ، ممکن است قابل دسترسی باشد. پیاده‌سازی شبکه‌های مخابراتی 5G بدین معنا است که بستر مورد نیاز برای اتصال شهرهای هوشمند، انجام عمل‌های جراحی ریموت، استفاده از خودروهای هوشمند و اینترنت اشیا در دسترس خواهد بود. در اوایل ۲۰۱۲، اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) تحت نظر سازمان ملل برنامه‌ای را برای توسعه تیم ارتباطات بین‌المللی موبایلی (IMT) برای افق ۲۰۲۰ و فرای آن (IMT-2020) آغاز کرد. در نتیجه رسماً یک مسابقه جهانی برای تعیین نسل پنجم (5G) شبکه موبایل شروع شد. در سه سال بعدی تصویر سیستم این نسل بعدی شروع به شکل‌گیری کرد. یک پیشنهاد پیشنویس از سوی ITU-R درباره IMT-2020، سه کاربرد کلیدی در 5G را به عنوان موبایل پهن‌باند 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 4G فعلی برای سلولهای کوچک بی قاعده طراحی نشده بودند. بر اساس سیر تکاملی بلند مدت که وقفه زمان مخابره یک میلی ثانیه و پیشوند تناوبی حدود ۵ میلی ثانیه است این امر باعث شده است. همچنین، یک ایستگاه پایه سلول کوچک eNB (LTE) به شدت مشابه یک eNB سلول بزرگ بالغ در حوزه کاربردی است با این تفاوت که توان انتقالش کمتر است. به علاوه رابط درون سلول به مقدار زیادی توسط آرایش طرح‌ریزی شده کنترل شده است. در 5G ما پیش بینی می‌کنیم که آنها به دو نوع از گره‌ها با خصوصیات

مشخص و منحصر به فرد در عملکرد تکاملی تبدیل شوند. در این مقاله سعی شده است تا با اندازه گیری پارامترهای QoS در شبکه های Wimax و 5G به مقایسه آن دو پرداخته و کارایی شبکه های 5G در انتقال داده را مورد بررسی قرار دهیم

۱-۱-پژوهش های انجام شده در این حوزه

در خصوص ارزیابی شبکه های نسل پنجم تلفن همراه تا کنون تحقیق معتبری در ایران انجام نشده است اما در این مورد تحقیقاتی در سایر کشور ها انجام شده است که برخی از موارد قابل توجه آنها در ادامه بیان می‌شود. در ادامه کارهای انجام شده قبلی در جهان آورده شده است.

ژانفسکی [۹] ضمن بررسی اصول و مفاهیم شبکه های 5G به این شبکه ها به عنوان یک شبکه کاربر محور به جای اپراتور محور نگاه کرده و بیان می‌کند که در حالیکه در شبکه های قبلی نیازهای اپراتور ها به پاسخگویی به مخاطبان بیشتر بخش عمده ای از دلیل توسعه فناوری جدید بوده است اما در شبکه های نسل پنجم نیاز های کاربران این نیرو محرکه را فراهم می‌آورد. روست [۱۱] به بررسی نقش فناوری های مبتنی بر ابر در شبکه های 5G برای دسترسی به انعطاف پذیری بیشتر پرداخته و با مبنا قرار دادن دو اصل افزایش دستگاه ها و پیچیدگی سرویس ها، این دو اصل را دو نکته کلیدی در موفقیت و نیز ارزیابی شبکه های 5G بر می‌شمارند. در اینجا نیز نکته کلیدی پیچیدگی سرویس ها به خدمات جدید از جمله تقاضا برای سرویس های استریم در شبکه های جدید اشاره دارد. بنگرتر [۱۳] با بررسی پیش بینی ها در مورد تعداد کاربران شبکه های 4G در سال های 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 زیرساخت های جدید برای ارائه تجربه کاربری کاملا جدید را ضروری می‌دانند.

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان دریافت که یکی از اساسی ترین قابلیت های اعلام شده و مورد نیاز شبکه های 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 نسل های پیشین می‌تواند معیاری برای ارزیابی موفقیت این نسل و مقایسه سودمندی آن نسبت به نسل های پیشین از نظر تجربه کاربری باشد.

۲- تاریخچه نسل چهارم و پنجم تلفن همراه

۲-۱- شبکه نسل چهارم

شبکه های نسل چهارم یا 4G، نامی‌است که به سیستم های موبایل مبتنی بر IP که دسترسی را از طریق یک مجموعه از واسطه های رادیویی تأمین می‌کنند، داده شده است. شبکه 4G برقراری بهترین سرویس اتصال، رومینگ و فراگشت بی سیم را ارائه میکند و از طرف دیگر چندین واسط دسترسی رادیویی مانند بلوتوث، HIPERLAN، WLAN و GPRS را به یک شبکه واحد که کاربر از آن استفاده می‌کند تبدیل خواهد کرد. همچنین 4G باید اجازه برقراری ارتباط بین هر فردی در هر جای زمین را فراهم نماید که شما در هر زمان بتوانید از سرویس های دلخواه و شبکه های دلخواه خود پشتیبانی بگیرید. LTE، برگرفته از عبارت Long Term Evolution و به معنای تکامل بلند مدت، جدید ترین فناوری باند وسیع سیار است که قادر خواهد بود تا بارگذاری اطلاعات OFDMA را با نرخ بیش از 300Mbps فراهم کرده و با بهره‌گیری از آخرین تکنیک های مخابراتی چون MIMO در لایهٔ دسترسی و ساختاری تماماً IP ، تجربهٔ جدیدی از سرعت و کیفیت دسترسی به اطلاعات را در اختیار کاربران قرار می‌دهد [۳].

۲-۲- شبکه نسل پنجم

انتظار می‌رود در شبکه های نسل پنجم سرعت آپلود و دانلود از مرز یک گیگابیت در ثانیه بگذرد. این رقم در شبکه های نسل چهارم معادل ۱۰۰ مگابیت در ثانیه تعریف شده است. این رقم که بسیار سریعتر از سرعت تبادل داده از طریق شبکه های اینترنت فعلی در بسیاری از کشورهای جهان است دسترسی به تمامی‌خدماتی را که فعال 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 ماهواره ای و اینترنتی با کیفیت عالی، بهره مندی از سرویسهای چندرسانه ای آموزش الکترونیک، بارگذاری ده ها گیگابایت اطلاعات در عرض چند دقیقه و غیره اشاره کرد .

سرعت تبادل داده در شبکه های مخابراتی با رشد بسیار سریعی مواجه بوده است. این رقم در شبکه های نسل اول تنها ۲,۱ کیلوبیت در ثانیه بود که در شبکه های نسل دوم به ۹,۶ کیلوبیت در ثانیه و در شبکه های نسل سوم به ۳۸۴ کیلوبیت در ثانیه و سپس بیش از دو مگابیت در ثانیه افزایش یافت. این رقم در شبکه های نسل چهارم ۱۰۰ مگابیت در ثانیه بود و در شبکه های 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 می‌شود.

۳- چالش ها و جهت توسعه

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

۳-۱- ارتباط ماشین با ماشین

علاوه بر تکامل شبکه، تحولات دستگاه ها که بیشتر و بیشتر قدرتمند می‌شوند مشاهده می‌شود،چشم اندازهای بیسیم در آینده نه تنها به کاربران تلفن همراه از طریق تلفنهای هوشمند، تبلت وکنسولهای بازی سرویس خواهند داد بلکه تعداد بسیار زیادی از هر دستگاه مانند ماشین، پایانه های شبکه هوشمند، دستگاه نظارت بر سلامت و لوازم خانوار است به زودی به اینترنت نیازخواهند داشت.

تخمین زده میشود که M2M ترافیک را ۲۴ برابر در بین سالهای ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ افزایش خواهد داد[۴]. 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 می‌دهد تا بحث درمان را بهبود و تسریع سازد و موجب کاهش هزینه های 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 می‌کند و گزارش ها را برای پزشک می‌فرستد، به زودی به واقعیت تبدیل می‌شود که بخش مهمی‌از نمونه نسل پنجم است. بنابراین به منظور ارائه خدمات الکترونیکی سلامت نسل پنجم به پهنای باند بالا نیاز دارد، دیدار با کیفیت بسیار بالا از سرویسQoS مورد نیاز مثال پوشش فوق العاده کم، فشرده سازی ویدیویی برای مقاصد پزشکی و پیاده سازی مکانیزم های امنیتی پیشرفته، علاوه بر این توسعه کار به مدیریت منابع رادیویی احتیاج خواهد داشت، با توجه به تنوع بالا در انواع ترافیک، اعم از گزارش دوره ای که توسط اندازه گیری اتصال ویدیوئی پزشکی که با کیفیت بالایی فرستاده می‌شود.

۳-۲- چالش ظرفیت

با سرویسهای پهنای باند جدید و تقاضای بالا برای داده های 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 طیف های 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. این فناوری هنوز کامل نشده است ولی متراکم سازی و توسعه سلول های کوچک و سناریوی ارتباط وسایل نقلیه توجه بیشتری می‌خواهد. همانند بیمارستان و هواپیما و به طور کلی پوشش داخلی به طور قابل توجهی پیشرفت می‌کند. به عنوان مثال ارتباطات می‌توانند 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 دادهای بالاتر را پشتیبانی می کند[۵].

باند طیف جدید به تنهایی برای برآوردن خواسته های ترافیک آینده کافی نخواهد بود. از این رو بهره وری طیفی باید افزایش قابل توجهی داشته باشد که طرح های دسترسی چندگانه مانند تکنیکهای چند آنتن پیشرفته تشکیل شعاع و ورودیوخروجی چندگانه عظیم همراه با طیف قابل اشتراک گذاری هستند که توانمندسازهای کلیدی برای دستیابی به بهره وری طیف بالاتر است. تکنیکهایی

مانند حامل ادغام و مختصات چند نقطه ی 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 حل های سلول کوچک و شبکه متراکم تر به عنوان یک مفهوم برای مقابله نمایی رشد ترافیک در سالهای آینده است. شبکه های ناهمگن که در آن سلولهای بزرگ جایگزین تعدادی از سلولهای کوچک می‌شود مانند metrocells و picocells و femtocells که قبل از این برای بالا بردن افزایش ظرفیت اثبات شده بود. ردیف کم توان گره ها به عنوان دسترسی محلی می‌تواند پوشش را به طور خیلی مهمی‌افزایش دهد و ظرفیت شبکه های تلفن همراه را بالا ببرد.

شبکه های 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 داده ها 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 سلول های کوچک است.[۷]

از آن جائیکه LTE تعامل با هر دو 3GPP و فناوریهای 3GPP را پشتیبانی می‌کند بر اساس تکنولوژی و استاندارد 802.11 IEEE با برخی از اصلاحات خود را می‌تواند در شبکه های تلفن همراه را افزایش دهد و به تعادل ترافیک از طریق فن آوری کارآمد بارگذاری خاموش کمک کند. Cisco تخمین میزند که ۸۰۰ میلیون دستگاه WiFi جدید در هر سال وجود دارد. بارگذاری خاموش کمک کند. **Cisco** تخمین میزند که ۸۰۰ میلیون دستگاه **WiFi** جدید در هر سال وجود دارد.

۳-۴- معماری دسترسی شبکه رادیویی جدید

با افزایش ترافیک داده نیاز به ظرفیت بالاتر و نقشه های 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، این است که به تولید BS با کمترین هزینه با توجه به عواملی مانند خنک کننده، اجاره سایت و پردازش سیگنال می‌پردازد. تمرکز اصلی آن بر روی کاهش هزینه است.

۳-۵- خود سازمان دهی و شبکه های شناختی

با توجه به افزایش پیچیدگی شبکه با استانداردهای جدید، معماری شبکه را پیچیده کرده است و آن یکی از چالش های عمده در شبکه های تلفن همراه است. گرایش و یکی از تمرکزهای اصلی در نسخه LTE است به طور خودکار یکی از مهمترین روشهای مدیریت که باعث سریعتر شدن و کاهش هزینه های بهره برداری می‌شود. SON سه ویژگی متمایز دارد، مثال خود سازماندهی، خود بهینه سازی و خود سلامتی. تعدادی از الگوریتمهای مختلف می‌تواند تکمیل شود برای پشتیبانی رفتار SON ،به عنوان مثال کسانی که مسئول حفظ تعادل بار و یا بهینه سازی پوشش هستند. اگر بهره برداری 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، مثال 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 انجام شود. هنگامی‌که 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 BBUs 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 ویژه خود درمانی الهام گرفته است. معماری eDNA متشکل از یک تعداد واحد پردازش در اصطلاح سلول الکترونیکی می‌نامند. بنابر این هر سلول دارای یک کپی از یک برنامه است. به عنوان مسئول وظیفه دار SON است. در صورت شکست، قطعه ای از کد یک سلول معیوب به یکی از آنهایی که بیکار است نقشه پردازی می‌کند. این رفتارخود تعمیری سلول را راه اندازی می‌کند به طوریکه اجرا را می‌توان ادامه داد، که باعث افزایش استحکام سیستم و طول عمر آن است. این فناوری می‌تواند

بیشمار به کار برده شود، وبه طور وضوح نسل بعدی سناریوی ارتباط از راه دور یکی از آنهاست.
گام بعدی 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 گره های 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 رادیوئی بلکه در شبکه های اصلی CN که در آن رویکردهای جدید به طراحی شبکه مورد نیاز برای ارائه اتصال به رشد تعدادی کاربران و دستگاه ها 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 می‌بخشد. به عنوان یک نتیجه از عمل ساده تر، می‌توان استقرار پویاتر و سریعتر از ویژگی های شبکه های جدید انتظار داشت.

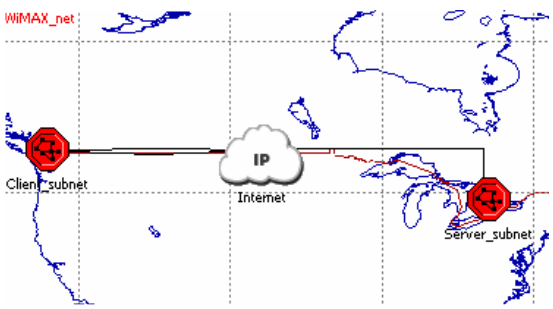
۴- ساختار شبیه سازی

ما در این مقاله با توجه به سازگاری بهتر شبکه های وایمکس (Wimax) با شبیه ساز OPNET از این شبیه ساز استفاده نمودیم و بدلیل اینکه این شبیه ساز (OPNET) ماژول های نسل پنجم (5G) را پشتیبانی نمی‌نمود و قادر به شبیه سازی این نسل از شبکه در این شبیه ساز نبودیم از شبیه ساز Ns2 برای شبیه سازی نسل پنجم استفاده نمودیم.

۴-۱- مدل کردن شبیه سازی Wimax در OPNET

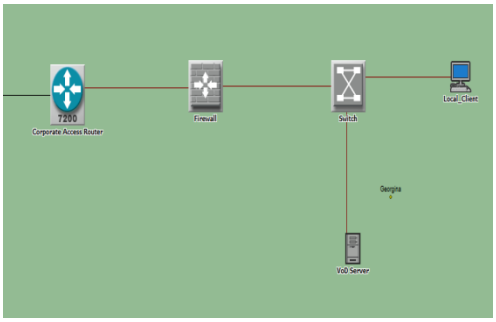
در این پژوهش ما از نرم افزار OPNET برای توسعه یک مدل شبیه سازی استفاده کرده ایم. در این پژوهش توپولوژی شبکه ای مشابه آنچه در شکل ۱ نشان داده شده است شامل کلاینت ها و خدمات زیر شبکه ای ویدیویی به صورت جغرافیایی مجزا شده ، برای شبیه سازی یک سناریوی جهان واقعی واقع گرایانه تر استفاده شده است.

خدمات زیر شبکه ای ویدیویی ، نشان داده شده در شکل۲، در شهر تورنتو واقع شده و یک سرور VoD با توانایی استریم سازی محتوای ویدیویی برای کلاینت های ویدیویی را فراهم می‌آورد. این زیرشبکه بازتابی از یک معماری پایه را ارائه می‌کند که در آن سرور ویدیویی در کنار یک شبکه اترنت 100Mbps و در پشت یک فایروال قرار دارد. واسط خارجی فایروال به یک مسیریاب دسترسی متصل به اینترنت از طریق یک لینک ۴۵ (WAN Wide Area Network (DS3) Digital Signal 3 Mbps) متصل است.

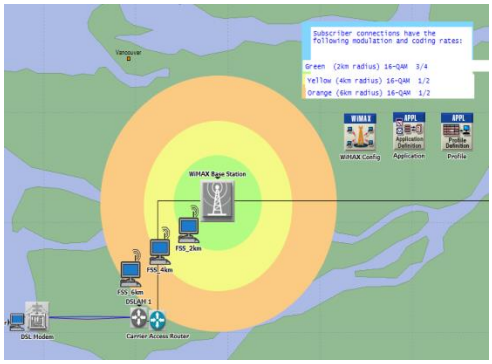


شکل ۱: توپولوژی شبکه مدل شبیه سازی

زیر شبکه ویدیویی نشان داده شده در شکل ۳، در ونکوور واقع شده و از چهار ایستگاه ویدیویی تشکیل شده است که به خدمات مشابه از سرویس VoD تورنتو دسترسی پیدا می‌کنند. در این زیر شبکه سه ایستگاه ثابت Wimax در فاصله ۲، ۴ و ۶ کیلومتری از ایستگاه وایمکس اصلی واقع شده اند. ایستگاه اصلی از طریق لینک DS3 WAN به اینترنت متصل شده است. چهارمین کلاینت ویدیویی یک ایستگاه ADSL است که در ۵ کیلومتری دفتر مرکزی اپراتور واقع شده و به عنوان یک مرجع پایه برای مقایسه با ایستگاه های Wimax استفاده می‌شود.



شکل ۱: زیر شبکه خدمات ویدیویی



شکل ۲: مدل شبیه سازی از زیر شبکه کلاینت ویدیویی

در این مدل ما سیستم مختصات geocentric شامل از طول و عرض را به کار برده ایم. با استفاده از سیستم موقعیت یابی جهانی عمومی یا GPS اطلاعات موقعیت بر اساس طراحی انتخاب شده برای سه ایستگاه وایمکس نسبت به ایستگاه مرکزی انتخاب شده است. سپس اطلاعات مربوط به طول و عرض در هر یک از اشیاء گره در مدل تنظیم شده است. هر دو زیر شبکه از طریق مدارهای DS3 Wan به اینترنت متصل شده اند: فاصله تقریبی بین دو زیر شبکه ۳,۳۴۲ کیلومتر است که تقریباً معادل تاخیر در انتشار ۱۳,۳ میلی ثانیه ای می‌باشد.

لینک های شبکه محلی و شبکه گسترده ط.وری تنظیم شده اند تا در دوره های زمانی ۳۰ دقیقه به صورت متناوب ۱۰ و ۲۰ درصد بهبود بخشی بارگذاری داشته باشند. ابر اینترنت با نرخ نادیده گرفتن بسته ای معادل ۰,۰۰۱ درصد پیکربندی شده که منجر می‌شود تا یک بسته در هر ۱۰۰,۰۰۰ بسته در اینترنت حذف (Drop) شود. همچنین اینترنت تاخیری یک میلی ثانیه ای را علاوه بر تاخیر انتشار در لینک های WAN ایجاد می‌کند. علاوه بر این همچنین به منظور نظارت بر کارایی ترافیک ویدیویی، سناریو در پشت صحنه به گونه ای تنظیم شده است که در هر ۳۰ دقیقه ۱۰ درصد افزایش داشته باشد.

۴-۲- تنظیمات وایمکس

کلاس های سرویس وایمکس نیازمندیهای Qos را ضبط می‌کند که در آن جریان سرویس یک جریان ترافیک بین ایستگاه پایه و ایستگاه مشترک (کاربر) را نمایش می‌دهد. جریان های خدمات از ایستگاه پایه به ایستگاه مشترک جریان های uplink نامیده می شوند. برای یک کلاس سرویس مفروض، پارامترها حداقل نرخ داده قابل تحمل (حداقل ضمانت شده روی نرخ OTA) و نوع زمانبند کنترل دسترسی به رسانه (MAC) می‌باشند که به وایمکس امکان بهره مندی از قابلیت های QoS را می‌دهد، و به این شکل از تاخیر

ترافیک های حساس مثل سرویس های صدا و ویدیو حمایت می‌کنند. چهار نوع زمانبندی وجود دارند: UGS، rtPS، nrtPS و BE. منابع پهنای باند در دسترس ابتدا به جریان UGS تخصیص داده می‌شوند، سپس به rtPS و nrtPS. در نهایت هر منبع باقی مانده به جریان های BE منتسب خواهد شد.

برای این پژوهش ما یک کلاس سرویس برای downlink با استفاده از زمانبندی BE و حداقل نرخ داده قابل تحمل ۳ مگابیت بر ثانیه ایجاد کرده ایم. کلاس سرویس دیگر با استفاده از زمانبندی BE و حداقل نرخ داده قابل تحمل ۶۴۰ کیلوبیت ایجاد شده است.

۴-۳- مدل کردن شبیه سازی 5G در NS2

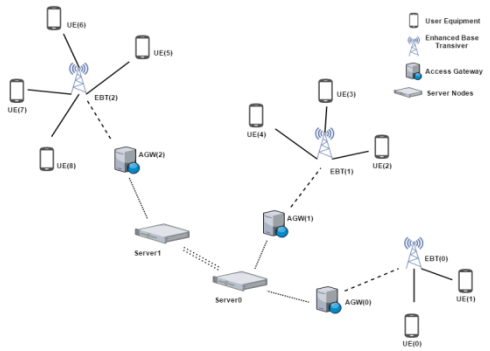
ما در این پژوهش برای شبیه سازی از نرم افزار NS ویرایش ۲,۳۳ استفاده کرده ایم. شبیه ساز NS2 یکی از محبوب ترین شبیه‌سازهای متن‌باز شبکه است. به منظور تحقیقات شبکه از NS استفاده می‌شود و یک شبیه‌ساز discrete event می‌باشد[۲۱].

به دلیل عدم وجود یک شبیه ساز استاندارد برای 5G و پشتیبانی شبیه ساز NS2 از LTE و انعطاف پذیری آن در تغییر پارامترهای مختلف شبکه، ما از آن برای شبیه سازی پروژه خود بهره برده ایم. شکل ۴ توپولوژی شبکه ما را نشان می‌دهد.

همه داده های شبیه سازی با استفاده از کلاس LossMonitor که از کلاس های درونی NS2 است جمع آوری شده است. کلاس LossMonitor می‌تواند 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. با استفاده از این متغییر ها ما قادر بودیم تا میزان خروجی، نرخ گم شدن بسته ها، تاخیر و بی ثباتی در شبیه سازی مان را محاسبه نماییم.

در این سناریو سعی کرده ایم با حذف برخی از مشخصات ویژه LTE که در 5G هنوز استاندارد سازی نشده اند و همچنین به حداقل رساندن تاخیر بین دستگاه های همراه و آنتن (جهت شبیه سازی نزدیک تر به مشخصات 5G) شبکه را برای ارسال و دریافت ویدئوی UHD-4K با رزولوشن افقی ۳۸۴۰ و رزولوشن عمودی ۲۱۶۰ و نسبت تناسب تصویری ۱,۸۷:۱ مورد بررسی قرار داده ایم.

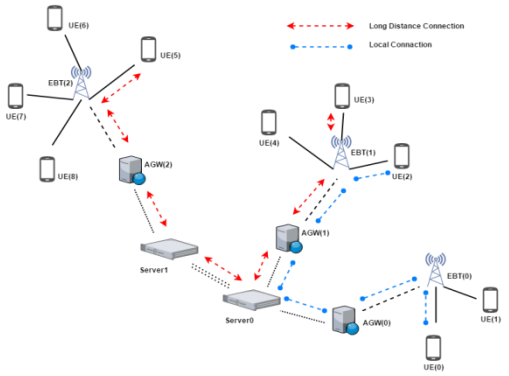
همچنین برای شبیه سازی پردازش موازی صف ها، تاخیر ناشی از صف ها که در ماژول شبیه سازی LTE وجود دارد را به حداقل میزان ممکن کاهش داده ایم.



شکل ۴: توپولوژی شبکه 5G

۴-۳-۱- تماس یک به یک

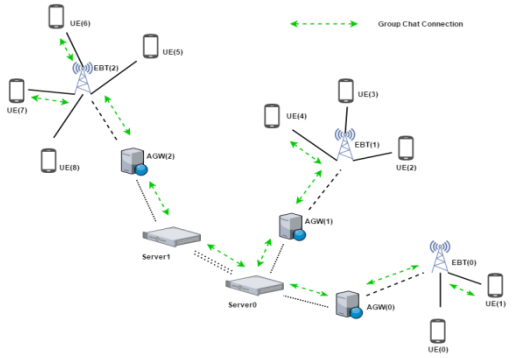
ما در ابتدا کار را با تماس های راه دور با تبادل داده های صوتی بین دو نود کاربری متعلق به دو سرور متفاوت آغاز کرده ایم. ما UE(3) را به UE(5) متصل کرده ایم. همچنین یک تماس محلی را با تبادل داده های صوتی بین UE(0)و UE(2) که هر دو متعلق به یک سرور هستند پیاده سازی نموده ایم. شبیه سازی برای تماس های یک به یک در ثانیه ۱,۰ شروع شده و در ثانیه ۱۴,۰ خاتمه می‌یابد (شکل۵).



شکل ۳: تماس یک به یک

۴-۳-۲- 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 (شکل۶).



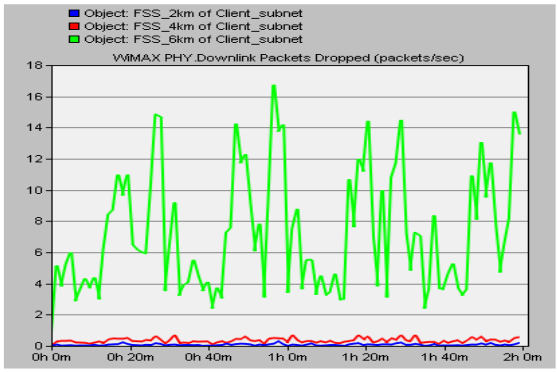
شکل ۴: مکالمه گروهی

۵- نتایج شبیه سازی

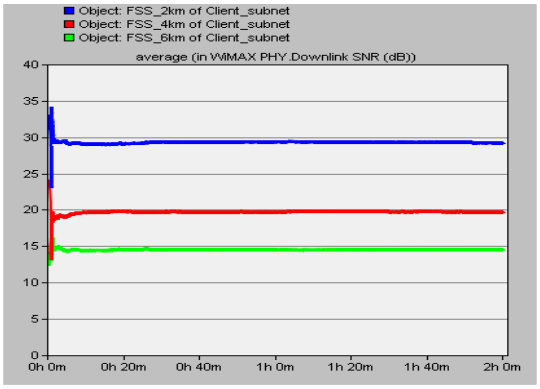
۵-۱- تاخیر، گم شدن بسته و تاخیر بی ثباتی در Wimax

تمامی‌شبیه سازی ها ۲ ساعت به طول می‌انجامد. آمار ضبط شده از لایه فیزیکی راهنمایی برای ارزیابی کارایی شبکه دسترسی به صورت وایمکس است. نرخ حذف بسته (Drop) توسط لایه فیزیکی برای سه ایستگاه وایمکس در شکل ۷ نشان داده شده است. ایستگاه وایمکس در فاصله ۶ کیلومتری (ناحیه سبز رنگ) نرخ گم شدن بسته بالاتری نسبت به ایستگاه های در فاصله ۲ و ۴ کیلومتری در بازه زمانی ۲ ساعته نشان می‌دهد. میزان SNR برای سه ایستگاه وایمکس در شکل ۸ نشان داده شده است. نکته قابل توجه آنست که ایستگاه در فاصله ۶ کیلومتری میزان SNR مربوط به downlink پایین تری نسبت به حداقل سطح لازم برای 16-QAM با کدینگ ½ را نشان می‌دهد. این نرخ پایین SNR برای ایستگاه در فاصله ۶ کیلومتری یک عامل موثر در نرخ بالای گم شدن بسته ها می‌باشد.

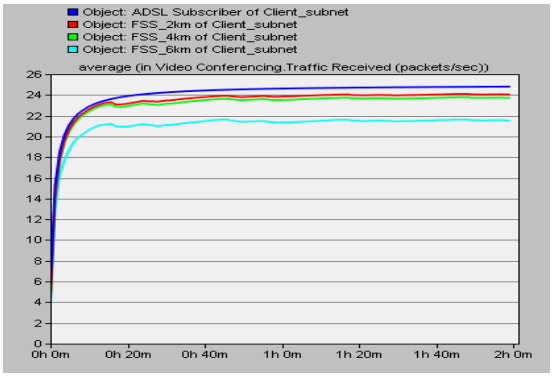
نرخ گم شدن بسته های ویدیویی حاصل روی هر چهار مشترک مورد بررسی قرار گرفته است. OPNET Modeler آماری برای گم شدن بسته ها در لایه کاربرد ویدیویی فراهم نمی‌آورد و از این رو نرخ گم شدن بسته های نشان داده شده در شکل ۹ به عنوان منحنی انحراف از موقعیت ۲۵ بسته بر ثانیه روی یک محور عمودی نمایش داده شده است. همه چهار نمودار به صورت میانگین از بین ۲ ساعت پخش ویدیویی حاصل شده اند. نمودار مشترک ADSL (بالا) به نرخ دریافت بسته ای نزدیک می‌شود که با نرخ ارسال VoD از ۲۵ بسته بر ثانیه مطابقت دارد. ایستگاه های وایمکس انحرافی از انرخ کدگذاری نشان می‌دهند که با افزایش فاصله از ایستگاه پایه افزایش می‌یابد (شکل۱۰).



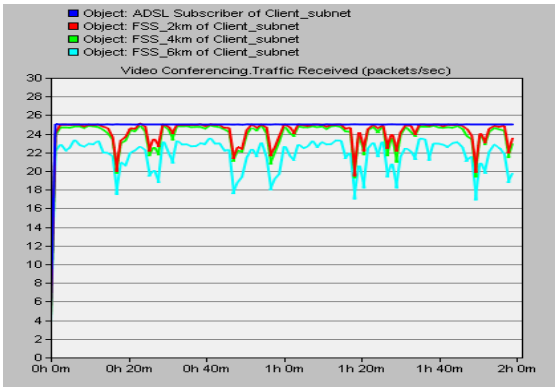
شکل ۷: نرخ گم شدن بسته



شکل ۸: SNR

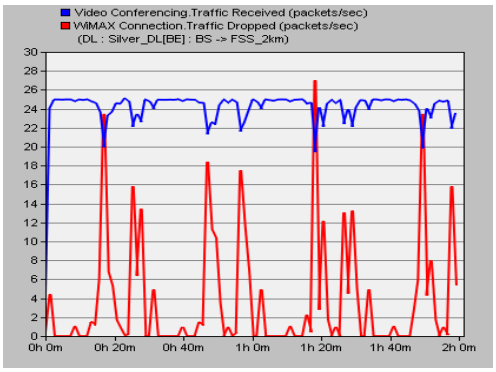


شکل ۹: نرخ میانگین دریافت بسته بر ثانیه

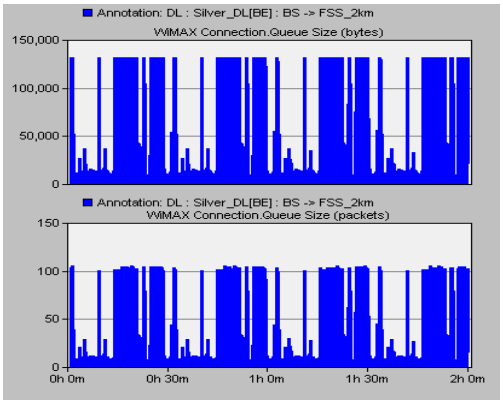


شکل ۱۰: نرخ آنی دریافت بسته بر ثانیه

ما به منظور فهم نرخ بالای گم شدن بسته ها در ایستگاه های وایمکس به کاوش بیشترو بررسی خصوصیات گم شدن بسته ها ادامه دادیم. نرخ گم شدن بسته ها در ایستگاه وایمکس واقع در ۲ کیلومتری در کنار آمار نرخ حذف کردن بسته ها از لایه MAC از ایستگاه پایه در شکل ۱۱ نشان داده شده است. لایه MAC در ایستگاه پایه تعداد قابل توجهی از بسته ها را از دست می‌دهند زیرا همانگونه که در شکل ۱۲ نشان داده شده است، بافر ۱۲۸ کیلو بایتی ایستگاه پایه پر شده بوده است. این رفتار به دلیل اندازه متغیر فریمهای ویدیویی در MPEG-4 می‌باشد. رفتار مشابه با ایستگاه های وایمکس ۴ و ۶ کیلومتری مشاهده شده است.

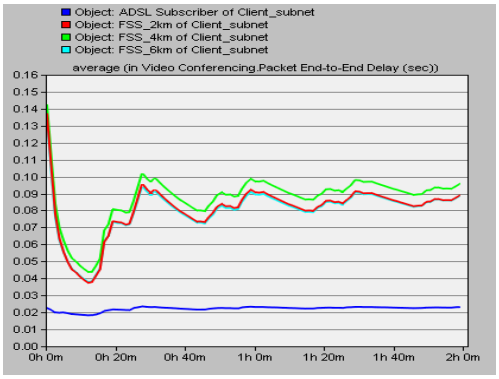


شکل ۱۱: کارایی downlink - نرخ دریافت و گم شدن بسته در ایستگاه وایمکس در فاصله ۲ کیلومتری



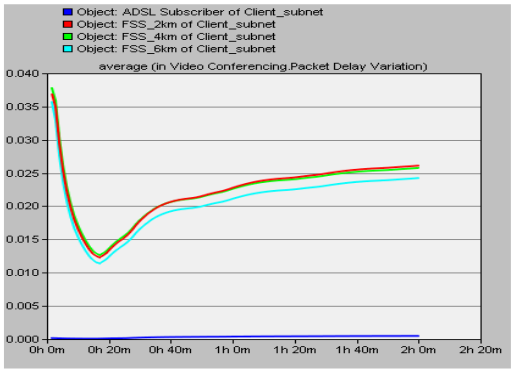
شکل ۱۲: کارایی downlink - صف downlink ایستگاه پایه

تاخیر انتها به انتهای شبیه سازی شده در شکل ۱۳ نشان داده شده است. برای چهار مشترک ویدیویی منحنی ها در طول ۲ ساعت پخش ویدیو رسم شده اند. این نتایج نشان می‌دهد که مشترک ADSL به تاخیر ایده آل ۱۰ میلی ثانیه نزدیک می‌شود.هر سه ایستگاه مشترک وایمکس به طور نزدیکی یکدیگر را دنبال می‌کنند.

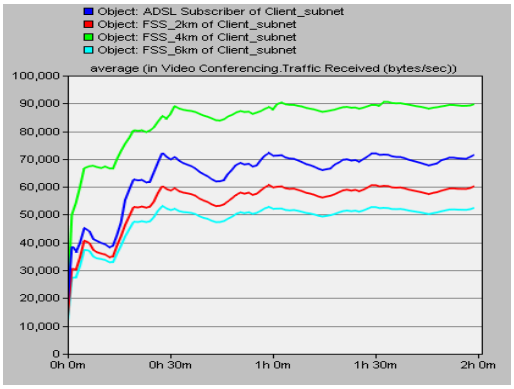


شکل ۱۳: تاخیر بسته انتها به انتها

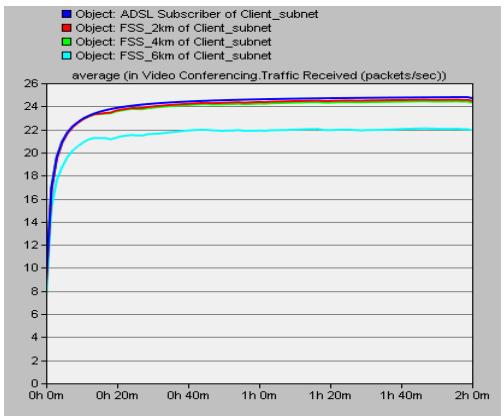
نرخ تاخیر بسته و خروجی محاسبه شده در اجرای شبیه سازی به ترتیب در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده است. این نتایج که در شکل ۱۶ نشان داده شده است مشخص می‌کند که مشترک ADSL کارایی بالاتری نسبت به میزان ایده آل ۲۰ میلی ثانیه داشته است. نمودارهای مربوط به ایستگاه های وایمکس برای پخش فیلم با تاخیر بسته ۲۵ میلی ثانیه ای به طور نزدیکی یکدیگر را دنبال می‌کنند که این نتایج نیز به مقدار ایده آل ۲۵ میلی ثانیه نزدیک می‌شود. همه چهار نمودار نشان داده شده در شکل ۱۷مطابق انتظار یکدیگر را دنبال می‌کنند. توجه شود که خروجی ایستگاه در ۴ کیلومتری از ایستگاه ADSL هنگامی‌که در بایت بر ثانیه محاسبات انجام شود، برتری دارد. خروجی مشاهده شده از دامنه ۰,۴۰ مگابیتی تا دامنه ۰,۷۲ مگابیتی با توجه به واحد سنجش متریک و منتناظر با نرخ میانگین ترافیک محتوای MPEG-4 مشخص شده است.



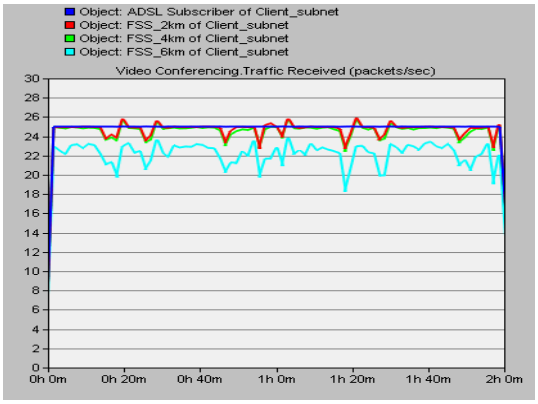
شکل ۱۴: تاخیر در بسته های ویدیویی



شکل ۱۵: حداقل خروجی



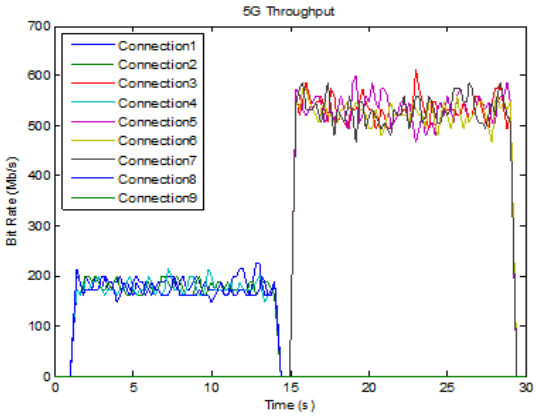
شکل ۱۶: نرخ میانگین دریافت بسته ها



شکل ۱۷: نرخ آنی دریافت بسته ها

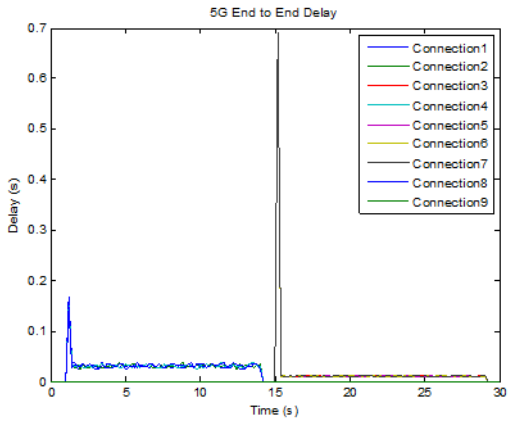
۵-۲- توان خروجی ، تاخیر ، میزان گم شدن بسته ها و نرخ بی ثباتی در 5G

همانگونه که در شکل ۱۸ دیده می‌شود، 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 ۱۵ ثانیه گراف به سطح کاملا بالاتری منتقل می‌شود. این سطح بطور آشکارا مربوط به افزایش تعداد بسته های داده ای است که در مکالمات گروهی مبادله می‌شود که خود از نودهای بسیاری تشکیل شده که اطلاعات را به یکدیگر ارسال و یا از هم دریافت می‌نمایند. توان خروجی در این سناریو به عددی در حدود ۶۰۰ مگابیت بر ثانیه می‌رسد که این عدد تقریباً ۶۰٪ از پهنای باند اسمی5G را شامل می‌شود.

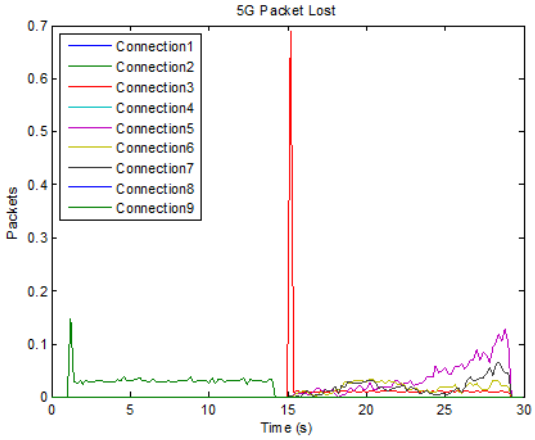


شکل ۱۸: توان خروجی در 5G

جهش های ناگهانی و نوسان شدید در گراف در شکل ۱۹ 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 می‌باشد. در شکل ۲۰ می‌بینیم که نرخ گم شدن بسته ها در شبکه 5G نسبت به شبکه Wimax فوق العاده پایین تر می‌باشد. در شکل ۲۱ نوسان های شدید در تاخیر در ابتدای شروع مکالمه مربوط به زمان صرف شده برای تنظیم پنجره ارتباط می‌باشد. با توجه به اینکه این پارامتر مستقیماً از تاخیر انتها به انتها ناشی می‌شود، بنابراین طبیعی است که با تغییر نمودار مربوط به تاخیر انتها به انتها در این بخش نیز با تاخیر مواجه شویم.

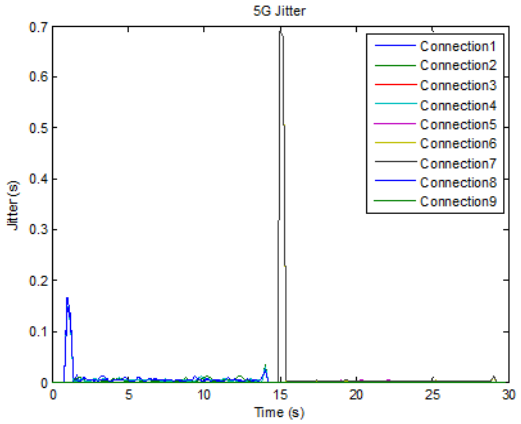


شکل ۱۹: تاخیر در 5G



شکل ۲۰: میزان گم شدن بسته ها در 5G

آنچه در این قسمت بیانش لازم و ضروری می‌باشد این مطلب است که به دلیل استفاده از ویدئوی 4K که از حجم (و البته کیفیت) بالاتری برخوردار است، میزان نرخ بی ثباتی در سطح معینی تثبیت می‌شود که این نتیجه با توجه به نسبت حجم و کیفیت محتوا در برابر پهنای باند نتیجه ای منطقی به نظر میرسد.



شکل ۲۱: نرخ بی ثباتی در 5G

۵-۳- مزایا و معایب 5G نسبت به Wimax

از مزایای آن می توان به قابلیت حجم بالای آپلود و دانلود، سرعت تبادل داده در شبکه های مخابراتی،مسیریابی هوشمندانه برای دستیابی به سرعت و امنیت، سازگاری با پروتکل اینترنتی نسخه ۶، تعمیرات خودکار، اشاره کرد. معایب آن هزینه بالای راه اندازی، تعمیر وقت گیر می باشد.

۶- نتیجه گیری

به منظور تدوین این گزارش ما دو شبیه سازی از انتقال داده توسط نرم افزار OPNET (برای Wimax) و NS2 (برای 5G) را شبیه سازی کردیم. و به طور موفقیت آمیزی داده های مربوط به توپولوژی های Wimax و 5G را جمع آوری نمودیم. بر اساس داده های بدست آمده مشخص می‌شود که رفتار شبکه 5G در توان خروجی، تاخیر، نرخ گم شدن بسته ها و بی ثباتی به مراتب خیلی بهتر از شبکه Wimax می‌باشد. آنچه که در نهایت می‌توان استنباط کرد اینست که هر پیاده سازی واقعی از 5G در بدترین حالت باید چندین برابر نسبت به Wimax از نظر انتقال داده، بهتر و موثرتر باشد و با توجه به اینکه ما در این شبیه سازی به دلیل عدم وجود یک شبیه ساز استاندارد برای 5G از ماژول تغییر یافته LTE در NS2 استفاده نمودیم می‌توان نتیجه گرفت که بدترین پیاده سازی 5G به مراتب کارایی بالاتری نسبت به Wimax خواهد داشت.

مراجع

[1] A. Zakrzewska, S.Ruepp, M.S. Berger, “Towards converged 5G mobile networks-challenges and current trends,” in proc. Proceedings of the 2014 ITU kaleidoscope academic conference: Living in a converged world - Impossible without standards?, June 2014.

[2] G. P. Fettweis, “A 5G Wireless Communications Vision,” Microwave J, Dec. 2012.

[3] Amdocs Smart NetSolution, http://www.amdocs.com/Products/OSS/Pages/small-cell-solution.aspx, visited on 17 Apr. 2014.\.

[4] L.C Wang, “A Survey on Green 5G Cellular Networks,” in proc. 2012 International Conference on Signal Processing and Communications (SPCOM), July 2012.

[5] C.Cho, I. Han, Y. Jun, H.Lee, “Improvement of channel zapping time in IPTV services using the adjacent groups join-leave method,” in proc. The 6th International Conference on Advanced Communication Technology, 2004, pp. 971-975.

[6] Y. Kim, J.K.Park, H.J. Choi, S. Lee, H.Park, J.Kim, Z.Lee, K. Ko, “Reducing IPTV Channel Zapping Time Based on Viewer’s Surfing Behavior and Preference,” in proc. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 2008.

[7] S.Akhtar, “Evolution of Technologies, Standards, and Deployment of 2G-5G Networks,” Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking, Second Edition, pp. 522-532, 2009.

[8] 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.

[9] T.Janevski, “5G Mobile Phone Concept,” in proc. Consumer Communications and Networking Conference, 2009. CCNC 2009. 6th IEEE, 2009, pp.1-2.

[10] F.Cheng-Xiang 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, pp. 122-130, 2014.

[11] 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, 68-76, 2014.

[12] N.Bhushan, J.Li, D.Malladi, R.Gilmore, D.Brenner, A.Damnjanovic, S.Geirhofer, “Network densification: the dominant theme for wireless evolution into 5G,” IEEE Communications Magazine, pp.82-89, 2014

[13] B.Bangerter, S.Talwar, R.Arefi, & K.Stewart, “Networks and devices for the 5G era. IEEE Communications Magazine, pp. 90-96, 2014.

[14] J. Kempf, “Moving the Mobile Evolved Packet Core to the Cloud,” 2012 IEEE 8th Int'l. Conf. Wireless and Mobile Computing Networking and Commun, pp. 784-91, 2012.

[15] A. Shokrollahi, “Raptor codes,” IEEE Transaction Information Theory, vol. 52, no. 6, Jun. 2006, pp. 2551-2567

[16] 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 1-3 2006, pp. 129-134.

[17] 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.

[18] V. Chandrasekhar, J. G. Andrews, and A. Gatherer, Femtocell, “networks: A survey,” IEEE Communications Magazine, vol. 46, no. 9, pp. 59-67, September 2008.

[19] “Cisco visual network index: Global mobile traffic forecast update,” 2012, [online] Available: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html.

[20] 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.

Assessment data transmission network in WiMAX technology (Wimax) and fifth-generation (5G)

Ali Movloodian[1], Hossein Momenzadeh Haghighi[2*]

Isalamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran
1: mowloodian66@yahoo.com
2*: momenzadeh.hossein@gmail.com

ABSTRACT:

Current 4G networks were not designed for small cells promiscuous. Based on long-term evolution of the transmission time interval of about 5 milliseconds is a cyclic prefix milliseconds and this has caused. Also, a small cell base station (LTE) eNB is highly similar to a large cell eNB mature in functional areas, with the ability to move less. In addition, the interface cell is controlled to a large amount planned by arrangement With the rapid development of wireless technologies, the concept was introduced the fifth-generation communication systems; that with the progress of each telecom subscribers can connect to the Internet at a speed of 11 thousand Gbps. This makes the system very intelligent routing and data transfer with high speed and security. It is the process of separating hardware from software and the networking functions than a second. Software Defined Networking Foundation Network SDN by the standard theory of separation of control and data becomes smoother. As a result, thanks to the focus and planning, maintenance is largely automated. In this context, a system that is used to implement it, the nodes that are pasted packets are quite smart and intelligent algorithm based on the route and the destination node. This makes the system very intelligent routing and data transfer with high speed and security. In this article, we have tried to measure the QoS parameters in WiMAX networks and network performance 5G to compare them and examine the data transfer.

KEYWORDS: Network assessment, data transmission, 5G mobile networks, WiMAX