فناوری همراه

NO.۵

Fanavari Hamrah

■ فصلنامه‌ی خبری تحلیلی
■ بهار ۱۴۰۱ ■ شماره‌ی پنجم
■ قیمت: ۵۰ هزار تومان

مدیرمسئول: حمید بهروزی

سردبیر: وحید شاه‌منصوری

ناظر اجرایی: محمدمهدی قوچانی

ناظر تخصصی: محمد اسحاق میرزاپور

دبیران تخصصی: وحید عابدی فر و مهدی نوری

راهبر اجرایی: فرنوش مرتضوی

همکاران این شماره (به ترتیب الفبا):
آتنا ابراهیم‌خانی، فاطمه بهادری حسام رضایتی، محمد زرنقی‌نقش وحید عابدی فر، میثم عبدالهی، لیلا مجذوبی فرنوش مرتضوی، مهدی نوری

گرافیست اینفوگرافی و پوستر:
سید علی میرعلی مرتضایی

سرمقاله

نسل پنجم، موتور محرکه رشد اقتصاد ملی ۲
رادار فناوری ۸

Interview مصاحبه

مصاحبه با مهندس وحید محمدی، مدیرکل حقوقی و رگولاتوری همراه اول
توسعه نسل پنجم شبکه در پیچ و خم چالش‌های مالی، فنی و رگولاتوری ۱۰

Technology Scouting رصد فناوری

آیا تسلط تولیدکنندگان بزرگ بر فضای محصولات مخابراتی به پایان رسیده است؟ ۲۰
فناوری‌هایی برای بهبود عملکرد رابط رادیویی در 5G و فرا 5G ۲۶
نگاهی به شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) برای شبکه 5G ۳۲
بررسی شبکه‌های ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای ۳۶
آینده مخابرات بی‌سیم فوق پهن‌باند ۴۲
آنتن آرایه انتقالی، یک IBS پسیو کم هزینه و سلامت ۴۹
معماری سامانه‌های نسل آتی پشتیبان کسب و کار (NG-BOSS) با رویکرد استقرار شبکه های نسل پنجم (5G) ۵۲
ذخیره‌سازی ابری مسیری هموار برای توسعه 5G ۵۸

Technlology Insight بینش فناوری

گزارش پانل اقتصادی نشست 5G کوالکام ۲۰۲۲
رونمایی از قدرت تاثیر فناوری نسل پنجم مخابراتی بر اقتصاد جهان ۶۴
همکاری فناورانه اپراتور با استارتاپ‌ها ۷۲

Technology Tools ابزار فناوری

5G بیاموزیم ۸۲

Technology News اخبار فناوری

همکاری اریکسون و دویچه تلکام برای راه‌اندازی آزمایشی سایت‌های پایدار 5G ۸۶
راه‌اندازی تماس صوتی مبتنی بر 5G توسط اپراتور T-Mobile ۸۸
پیاده‌سازی 5G MEC در ژاپن توسط سافت‌بنک ۹۰
دسترسی بی‌سیم ثابت (FWA) رقیب سرسخت فیبر ۹۲
اینفوگرافی ۹۶

فصلنامه‌ی «فناوری همراه» یکی از خروجی‌های رصد فناوری با هدف به اشتراک‌گذاری محتوای مرز دانش حوزه‌ی صنعت تلکام است

نسل پنجم، موتور محرکه رشد اقتصاد ملی

ظهور هر نسل از شبکه ارتباطات سیار، موجب بروز تغییرات گسترده در ابعاد متفاوت اقتصادی، اجتماعی و زندگی روزمره مردم می‌شود. به‌عنوان مثال، در سال ۲۰۱۰، یک سال پس از پوشش گسترده 4G در آمریکا، واژه «اپ»، عنوان واژه سال را در این کشور از آن خود کرد. سال ۲۰۲۰ هم گرچه تا همیشه با کووید-۱۹ گره خورده است، اما در این سال با عمیاتی شدن توسعه و استقرار شبکه 5G، بخش‌های مختلف بازار و صنعت جهانی از جمله کاربران نهایی و کسب‌وکارها تحت تاثیر این فناوری تحول آفرین قرار گرفتند.

رشد بهره‌برداری و استفاده از سرویس‌های برخط، ظهور فناوری‌ها و سرویس‌های جدیدی مانند واقعیت مجازی و افزوده و متاورس که موجب ارتقای تجربه کاربران در تعامل با فضای مجازی می‌شوند و توسعه کاربردهای اینترنت اشیا و بلوغ کاربری‌های مبتنی بر تحلیل کلان‌داده‌های حاصل از این خدمات در حوزه‌های مختلف تجاری و سازمانی، 5G را به نقطه کلیدی و گلوگاه اصلی توسعه اقتصاد دیجیتال در سراسر دنیا تبدیل کرده است.

این در حالی است که به طور مشخص، شیوع بیماری کووید-۱۹ و اقبال عمومی به دورکاری و گذران اوقات فراغت با بهره‌گیری از پلتفرم‌های برخط در سراسر دنیا نیز به عنوان یک عامل محرک دیگر در راستای روند کلان ذکر شده عمل کرده و جهت‌دهی سرمایه‌گذاری اپراتورها را به‌طور گسترده به سمت تأمین زیرساخت‌های لازم برای اتصالات پهن‌باند خانگی سوق داده است. در این میان انتخاب سیاست‌گذاری درست برای استقرار سریع‌تر و بهینه فناوری 5G و بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های ساخته شده توسط این فناوری نیز اهمیت ویژه‌ای یافته است. از این رو، موضوع شبکه‌های مخابراتی نسل پنجم و توسعه آن به عنوان موضوع اصلی این شماره از مجله فناوری همراه انتخاب شده است. در این راستا، در ادامه این سرمقاله، این فناوری را از ابعاد سرمایه‌گذاری، تأثیر در اقتصاد دیجیتال، تعداد مشترکان و راهبرد توسعه این فناوری توسط اپراتورهای موبایل در سراسر جهان مورد بررسی قرار می‌دهیم.

تاثیر 5G بر اقتصاد دیجیتال

5G علاوه بر ارائه نسخه بهتر و به روزتری از امکانات 4G (مانند سرویس پخش ویدیو)، بهره‌برداری از فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، محاسبات لبه و اینترنت اشیاء را نیز در مقیاس گسترده ممکن ساخته و با امکان پشتیبانی از یک میلیون دستگاه در هر کیلومتر مربع در کنار قابلیت اطمینان بسیار بالاتر، به عنوان یک ابزار توانمندساز در حوزه اقتصاد دیجیتال عمل می‌کند.

طبق پیش‌بینی موسسه اکسنچر از سال ۲۰۲۱ تا سال ۲۰۲۵، فناوری نسل پنجم شبکه‌های مخابراتی فقط در ایالات متحده، ۲,۷ تریلیون دلار در رشد فروش موثر خواهد بود و موجب بهبود ۱,۵ تریلیون دلاری تولید ناخالص داخلی[1] این کشور می‌شود. همچنین، لازم به ذکر است که این فناوری منجر به تحولی نمایی در کل صنایع شده و توانایی ایجاد حدود ۱۶ میلیون شغل را

1- Gross Domestic Product (GDP)

در تمام صنایع دارد. به‌طور مثال، تخمین صورت گرفته، نشـــان می‌دهد که به ازای هر شغلی که 5G در صنعت ICT ایجاد می‌کند، ۱٫۸ شغل دیگر در اقتصاد ایجاد می‌شود [۱]. طبق گزارش ۲۰۲۰ کوالکام، 5G می‌تواند اکوسیســـتم موبایل را در صنایع مختلفی توســـعه داده و اقتصاد دیجیتال جهانی را تا سال ۲۰۳۵ به مقدار بیش از ۱۳ تریلیون دلار تقویت کند [۲] (شکل ۱).

در این میان، زیرساخت یکپارچه و مســـتحکم شبکه دیجیتال می‌تواند حامی برنامه‌های تحول دیجیتال کســـب‌وکارها باشد و امکانات و شـــرایطی را برای آن‌ها ایجاد کند که به ارائه خدمات جدید به مشتریان‌شان منجر شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که طی دو سال گذشـــته در نتیجه همه‌گیری کووید-۱۹، تولید و فروش روزافزون گوشی‌های هوشمند و دیجیتالی شدن جوامع و صنایع نیاز به ترافیک داده بالا بیش از پیش احساس شد. از طرفی، بیرون آمدن جهان از همه‌گیری کوویـــد-۱۹ نیز موجب احیای فعالیتهای اجتماعی و اقتصادی به‌طور گسترده شده و ارتباطات نقشی حیاتی در شیوه زندگی مردم و عملکرد کسب و کارها دارد. در نتیجه، برای پاسخ‌گویی به نیازهای شکل گرفته، سرویس‌های دیجیتالی که زیربنای شبکه‌های پرسرعت و کارایی بالا هستند، باید در دنیای پـــس از همه‌گیری یکپارچه‌تر شـــوند. که این امر نشان‌دهنده لزوم حرکت کشـــورها به سمت توسعه نسل پنجم شبکه است. در این زمینه، برای کمک به سرعت گرفتن توسعه ســـرویس‌ها، دولت‌ها و تنظیم‌کننده‌ها می‌توانند چارچوب‌های سیاستی ذیل را اجرا کنند:

- ســـرمایه‌گذاری فعال در آموزش مهارت‌های دیجیتال برای عموم مردم، به طـــوری که همه شـــهروندان بتوانند به خدمات دیجیتال ضروری دسترســـی داشته و از دســـتگاه‌های متصل استفاده کنند؛
- اســـتفاده از بودجه عمومی در حوزه ارتباطات برای تحریک تقاضا؛
- اتخاذ یک رویکرد متوازن برای کسب درآمد از طریق مالیات و کارمزد در بخش موبایل، بدون به خطر انداختن سرمایه‌گذاری میان مدت و رشد اقتصادی؛
- اولویت دادن به تحول دیجیتـــال در ارائه خدمات دولتی به طوری که همه شـــهروندان بتوانند به خدمات دولتی به صورت دیجیتال دسترسی داشته باشند؛
- اجتناب از محدودیت‌های پرهزینه در استفاده از طیف فراتر از موارد مورد نیاز برای مدیریت تداخل.

روند جهانی توسعه و به‌کارگیری 5G

طبق گزارشی از اریکسون، مجموع تعداد مشترکین 5G در فصل نخست سال جاری میلادی به حدود ۶۲۰ میلیون نفر رسید که طبق این روند انتظار می‌رود این رقم تا پایان سال از مرز ۱ میلیارد نفر نیز عبور کند. در حال حاضر شمال آمریکا و شمال‌شرقی آسیا بیشترین نرخ نفوذ 5G را در اختیار دارند. کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس - شامل عربستان، بحرین، امارت متحده عربی، قطر، عمان و کویت- و ســـپس کشـــورهای غربی اروپا در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. بررسی‌های شرکت اریکسون نشان می‌دهد تا سال ۲۰۲۷، کشورهای شـــمال آمریکا با ۹۰ درصد، بیشترین نرخ نفوذ 5G را در اختیار خواهند داشت. بر این اساس، انتظار می‌رود تعداد مشترکین 5G در جهان تا سال ۲۰۲۷ به بیش از ۴ میلیارد نفر برسد که این میزان حدود نیمی از کل مشترکین موبایل خواهد بود [۳].

طبق پیشـــبینی‌ها اپراتورهای تلفن همراه در سراسر جهان بین سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۵ بیش از ۶۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری

شکل ۱- میزان اثرگذاری 5G در صنایع مختلف تا سال ۲۰۲۵ [۲]

خواهند داشت که تقریباً ۸۵ درصد آن در شبکه‌های 5G خواهد بود.

در این میان، برای توسعه این فناوری اپراتورهای تلفن همراه با نیازهای متنوع و چالش‌های مختلفی مواجه هستند که این موضوع تا حد زیادی معلول هدف‌گذاری اصلی توسعه این فناوری است؛ به‌طور دقیق‌تر، توسعه فناوری 5G برای پاسخ به نیازهای متنوع حال و آینده زیست‌بوم اقتصاد دیجیتال در زمینه‌های افزایش پهنای باند و ارائه سرعت بالا (emBB)، کاهش تأخیر شبکه و فراهم نمودن ارتباطات فوق مطمئن (URLLC) و امکان برقراری اتصال تعداد بسیار زیادی از سنسورهای اینترنت اشیا (MMTC) انجام می‌شود. در نتیجه، با توجه به طیف وسیع امکاناتی که شبکه 5G فراهم می‌کند، اپراتورها تنها ذی‌نفع توسعه 5G نیستند و به همین دلیل، توسعه این فناوری مستلزم تعریف جایگاه بازیگران اثرگذار زیست‌بوم نوآوری و اقتصاد دیجیتال است. بنابراین، هدف‌گذاری‌های کلان و ملی در زمینه توسعه محتوا و ایجاد کاربری‌های مختلف نظیر بازی و سرگرمی، اینترنت اشیاء و اتوماسیون یا صرفاً توسعه سرانه پهنای باند در شکل‌گیری بازار 5G موثر بوده و عاملی تعیین‌کننده در راهبردهای کلان اپراتورها در توسعه این فناوری خواهد بود. از سوی دیگر، تعریف نیازهای زیست‌بوم اقتصاد دیجیتال عامل تأثیرگذار دیگر در زمینه توجه اپراتورها به توسعه این فناوری یا تمرکز بر لایه‌های دیگر زنجیره ارزش ارائه خدمات دیجیتال و هوشمند است.

تاکنون، رایج‌ترین خدمات 5G که اپراتورها برای مشتریان‌شان فراهم کرده‌اند، در دسته سرویس‌های emBB با بهبود پهنای باند و ارتقاء نرخ قرار می‌گیرد که این سرویس‌ها به‌طور کلی شامل برگزاری ویدیو کنفرانس‌ها و جلسات مجازی، بازی‌های مبتنی بر فناوری رایانش ابری و ارائه سرویس‌های AR/VR هستند. طبق گزارشی از Analysis Mayson، درآمد جهانی از فناوری 5G در سال ۲۰۲۱ بین ۱۵ تا ۲۰ میلیارد دلار تخمین زده شده است که ۸۶% این مقدار مربوط به سرویس‌های emBB است. لازم به ذکر است که اپراتورها تنها با استقرار شبکه 5G غیر مستقل (5G NSA) بدون نیاز به تغییر Core شبکه 4G می‌توانند انواع سرویس‌های emBB را برای مشتریان خود فراهم آورند [۴].

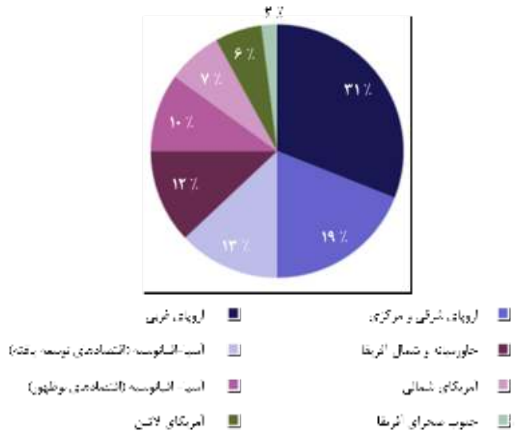
از طرفی توجه به این نکته حائز اهمیت است که سرویس‌های 5G تنها به ارائه سرعت بالا و خدمات B2C محدود نشده و بخش وسیعی از درآمدزایی در این فناوری از طریق همکاری با دیگر شرکت‌ها و ارائه‌دهندگان سرویس و ارائه خدمات به‌صورت B2B و B2B2C حاصل می‌شود. اگرچه درآمدزایی از این طریق پیچیده‌تر بوده و به دانش کارآفرینی، صنعتی و دولتی نیاز است تا بتوان اکوسیستمی از شرکا برای رفع نیازها توسعه داد.

در بحث استفاده از 5G در کسب‌وکارهای B2B، رایج‌ترین بخش‌ها مربوط به تولید (کارخانه‌های هوشمند)، حمل‌ونقل، بنادر و شهرهای هوشمند بوده است. برای توسعه سرویس‌ها و درآمدزایی هر چه بهتر از فناوری 5G، اپراتورهای مخابراتی همچنان به تلاش‌های خود برای تغییر و به کارگیری 5G ادامه داده و انتظار می‌رود تا پایان سال ۲۰۲۲ بیش از ۲۱۰ سرویس تجاری 5G در جهان ارائه شود. بر اساس گزارش اریکسون و نوکیا، درآمد حاصل از سرویس‌های فناوری 5G که به‌صورت B2B انجام می‌گیرد، مجموعاً بین ۲ و ۲,۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ بوده است که پیش‌بینی می‌شود این عدد به بیش از ۱۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۷ برسد.

در این میان، برای هموار کردن این مسیر و ممکن ساختن ویژگی‌های منحصر به‌فرد شبکه نظیر برش شبکه (Network Slicing) برای پاسخ‌گویی بهتر به طیف گسترده خدمات، به‌کارگیری شبکه‌های مستقل (SA) 5G نیز رو به افزایش است.

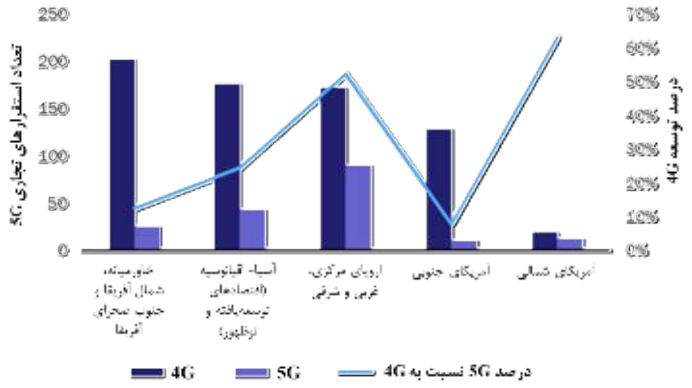
وضعیت اپراتورهای مخابراتی در استقرار 5G

در سال ۲۰۲۱، تعداد استقرار شبکه 5G توسط اپراتورهای تلفن همراه در سراسر جهان به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و برای سال ۲۰۲۲ نیز، راه‌اندازی‌های بیشتری برنامه‌ریزی شده و در حال اجراست که تعدادی از آن‌ها به صورت مستقل (SA) هستند. به‌طور دقیق‌تر، براساس گزارش Analysis Mason تعداد استقرار شبکه 5G در سراسر جهان از ۱۳۸ در ماه فوریه ۲۰۲۱ به ۱۸۰ در انتهای ماه اکتبر ۲۰۲۱ رسید. در این بازه، اروپا بیشترین شبکه را مستقر کرد. البته مناطق در حال توسعه آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا نیز پیشرفت‌هایی در این زمینه داشته‌اند. همان‌طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، غرب اروپا بیشترین میزان توسعه شبکه 5G را تا پایان ۲۰۲۱ داشته است.



شکل ۲ – سهم مناطق مختلف جهان در توسعه تجاری شبکه 5G تا پایان سال ۲۰۲۱ [۴]

الگوی منطقه‌ای استقرار 5G و نسبت آن با تعداد سایت‌های 4G استقرار یافته نیز متفاوت است. به‌عنوان مثال، در آمریکای شمالی تا آپریل ۲۰۲۲، نسبت شبکه 5G استقرار یافته به تعداد شبکه‌های 4G، ۶۰% بوده است. این در حالی است که در آمریکای جنوبی این نسبت برابر ۸% است. در شکل ۳ تعداد شبکه‌های 4G و 5G



شکل ۳- میزان استقرار شبکه‌های 4G و 5G و درصد استقرار 5G نسبت به 4G تا آپریل ۲۰۲۲ [۴]

جدول ۱- وضعیت استقرار 5G در پنج کشور پیشرو در این فناوری [۵]

	چین	کره جنوبی	ژاپن	ایالات متحده	اروپا
نحوه استقرار	NSA/SA	NSA/SA	NSA/SA	NSA	NSA/SA
تعداد تقریبی ایستگاه‌های پایه	۹۱۶،۰۰۰	۱۶۲،۰۰۰	۵۰،۰۰۰	۵۰،۰۰۰	۱۴۷،۳۰۸
جمعیت	۱،۴۰۲،۰۰۰،۰۰۰	۵۱،۷۸۰،۰۰۰	۱۲۵،۸۰۰،۰۰۰	۳۲۹،۵۰۰،۰۰۰	۴۴۷،۷۰۶،۰۰۰
جمعیت به ازای هر ایستگاه پایه	۱۵۳۱	۳۲۰	۲۵۱۶	۶۵۹۰	۳۰۳۹
تعداد مشترکان (میلیون نفر)	۳۵۷	۲۱	۱۴.۱۹	۷۹	۳۱

استقرار یافته در مناطق متفاوت و نسبت شبکه‌های 5G به 4G نشان داده شده است.

طبق گزارشی از 5G Observatory در جولای ۲۰۲۲، چین بیشترین تعداد کاربر 5G با ۱ میلیون ایستگاه پایه 5G فعال را دارد. که این تعداد ایستگاه پایه تقریبا ۸ برابر اروپا و ۱۸ برابر ایالات متحده است. در جدول ۱ نگاهی آماری به استقرار شبکه 5G در کشورهای پیشرو این فناوری ارائه شده است.

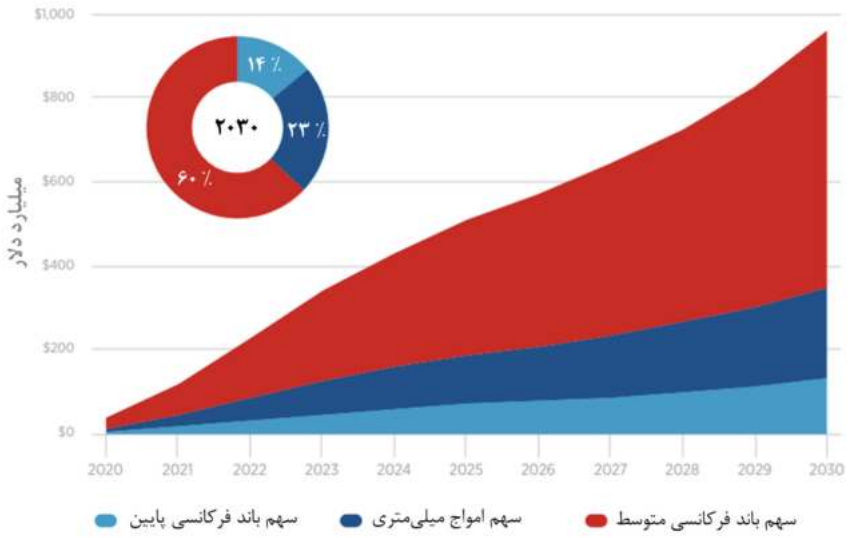
همانطور که از جدول برمی‌آید، کره جنوبی بیشترین تعداد ایستگاه پایه نسبت به جمعیت را دارا است. که این تعداد ۱۳ برابر اروپا و ۲۰ برابر ایالات متحده است.

از سوی دیگر اگر بخواهیم به وضعیت استقرار 5G را در جهان از نقطه نظر به کارگیری طیف فرکانسی بپردازیم، بررسی‌ها حاکی از آن است که طیف فرکانسی متوسط نسبت به طیف‌های فرکانسی پایین و بالا مورد اقبال بیشتری قرار گرفته است.

جدول ۲ نشان می‌دهد باند فرکانسی متوسط برای استقرار شبکه 5G از اهمیت بالایی در کشورهای پیشرو برخوردار بوده است.

جدول ۲- وضعیت استقرار 5G در پنج کشور پیشرو در این فناوری از منظر طیف فرکانسی [۵]

کشور	باند پایین (کمتر از ۱ گیگاهرتز)	باند میانی (۱ تا ۶ گیگاهرتز)	باند بالا (بیشتر از ۶ گیگاهرتز)
چین	۷۰۰ MHz	۲.۶ GHz ۲.۶ GHz ۴.۹ GHz	-
کره جنوبی	-	۲.۶ GHz	۲۸ GHz
ژاپن	-	۳.۶ GHz ۳.۷ GHz ۴ GHz ۴.۵ GHz	۲۸ GHz
ایالات متحده	۶۰۰ MHz	۲.۵ GHz ۳.۵۵-۳.۴۵ GHz ۳.۷-۳.۵ GHz ۳.۹۸-۳.۷ GHz	۲۴ GHz ۲۸ GHz ۳۹ GHz ۴۷ GHz
اروپا	۷۰۰ MHz	۳.۶ GHz	۲۶ GHz



شکل ۴- تاثیر سالیانه 5G روی GDP جهانی (در باندهای فرکانسی متفاوت)، ۲۰۲۰- ۲۰۳۰[۶]

GSMA در سال ۲۰۲۲ طی گزارشی پیش‌بینی کرد این باند فرکانسی در توسعه سرویس‌های متفاوت 5G از خدمات نیازمند پهنای باند بسیار بالا و دسترسی بی‌سیم ثابت گرفته تا کاربردهای اینترنت اشیاء عظیم و انقلاب صنعتی نسل ۴ نقش ویژه‌ای خواهد داشت.

همچنین براساس این گزارش، میزان تاثیر به‌کارگیری 5G در باندهای فرکانسی متفاوت روی تولید ناخالص داخلی جهانی را مورد مطالعه قرار داده است. طبق این گزارش، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ شبکه 5G روی باند فرکانسی متوسط[۲] تا ۶۱۰ میلیارد دلار به GDP جهانی بیفزاید. این عدد برای به‌کارگیری این فناوری در فرکانس‌های پایین[۳] و فرکانس‌های بالا[۴] به‌ترتیب ۱۳۰ و ۲۲۰ میلیارد دلار برآورد شده است [۶] (شکل ۴).

آغازی بر یک پایان: انتهای دوره انحصارگرایی بزرگان بازار تجهیزات

پیش از این، فروشندگان تجهیزات بزرگ، اپراتورها را به یک رویکرد تک فروشنده‌ای[۵] برای پیاده‌سازی معماری شبکه fronthaul محدود می‌کردند. معرفی و پیدایش open RAN با هدف عبور از این شیوه سنتی انجام گرفت. این فناوری در واقع با هدف یک مهاجرت ساختار یافته به سمت عبور از وضعیت محدود بودن به یک فروشنده و در نهایت خودمختاری اپراتورها معرفی شد. این نحوه استانداردسازی، فضای رقابتی و ارائه ایده‌های نوآورانه را هموار کرده و در عین حال به اپراتورها این امکان را می‌دهد تا به طور شفاف و مقرون‌به‌صرفه اجزاء مختلف fronthaul را با هم ترکیب و مطابقت دهند.

2- Mid-Band
3- Low-Band
4- High-Band
5- Single-vendor

در نتیجه موارد ذکر شده، فناوری Open RAN به ویژه در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه بوده است. انعطاف پذیری، مقیاس پذیری و تنوع فروشنده برخی از محرک های اصلی این نوآوری هستند. در این راستا، اپراتورهای زیادی در حال آزمایش طرح‌های استقرار Open RAN هستند. تلفونیکا که یکی از پنج اپراتور بزرگ اروپایی است، یادداشت تفاهمی را برای حمایت از Open RAN در ژانویه ۲۰۲۱ امضا کرد و هدف دارد تا سال ۲۰۲۵ به رشد ۵۰ درصدی شبکه رادیویی بر اساس Open RAN برسد.

اپراتور KDDI ژاپن و ودافون انگلستان نیز در حوزه Open RAN فعال بوده‌اند. KDDI در فوریه ۲۰۲۲ یک 5G SA Open RAN تجاری را در شهر کاوازاکی ژاپن مستقر کرد و ودافون انگلستان اولین سایت 5G Open RAN خود را در ژانویه ۲۰۲۲ در در این کشور راه‌اندازی کرد. در حالی که تجاری‌سازی این فناوری هنوز در مراحل اولیه خود قرار دارد، تعهد فزاینده‌ای از سوی مجموعه گسترده‌ای از سهامداران، از جمله دولت‌ها، برای تسریع پذیرش Open RAN وجود دارد:

دولت انگلستان بودجه پروژه‌های Open RAN را افزایش داده و اهدافی را برای اپراتورها تعیین کرده است که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۳۵ درصد از ترافیک شبکه تلفن همراه انگلستان را از طریق Open RAN اجرا کنند.

وزارت امور داخلی و ارتباطات ژاپن با اپراتورهای محلی برای آزمایش Open RAN در توکیو کار می کند. NTT Docomo و NEC همچنین آزمایش قابلیت همکاری 5G SA را با استفاده از یک واحد باند پایه مطابق با مشخصات Open RAN تکمیل کرده‌اند.

دولت آلمان پروژه هایی را برای دریافت پول نقد از صندوق ۳۰۰ میلیون یورویی که برای توسعه و آزمایش فناوری Open RAN ایجاد شده است، انتخاب کرده است. یکی از پروژه‌های برنده،

آزمایشگاه تست Open RAN اســت که توسط کنسرسیومی از شرکا، از جمله دویچه تلکام، ودافون و تلفونیکا اداره می‌شود.
در فرانسه، اپراتور اورنج مرکز یکپارچه سازی Open RAN خود را راه‌اندازی کرده است، اولین آزمایشگاهی که به فناوری Open RAN در کشور اختصاص دارد.
ودافون انگلستان اولین سایت Open RAN 5G خود را به عنوان بخشی از برنامه‌ریزی برای راه اندازی ۲۵۰۰ سایت Open RAN برای 4G و 5G در سراسر انگلستان تا سال ۲۰۲۷ فعال کرده است.
در خاورمیانه، اپراتورهای اتصالات، موبایلی، STC، زین و Du قطر یک توافقنامه همکاری برای پیشبرد اجرای Open RAN امضا کرده‌اند. این همکاری شامل به اشتراک گذاری دانش و استقرار Open RAN است [۴].

سخن آخر

در این سرمقاله به موضوع 5G از منظر تاثیر آن بر اقتصاد دیجیتال و روند سرمایه گذاری، اســتقرار و توسعه این فناوری و همچنین ویژگی‌های نسل جدید شبکه در ارائه سرویس‌های متنوع پرداخته شد. دیدیم که رشد و توســعه 5G با فراهم کردن سرویس‌های متعدد، نقطه کلیدی و گلوگاه اصلی توسعه اقتصاد دیجیتال در سراسر جهان خواهد بود. بنابراین، برای توسعه این فناوری لازم است هدف گذاری‌های کلان و ملی صورت گرفته و جایگاه بازیگران اثرگذار زیست‌بوم نوآوری و اقتصاد دیجیتال در کنار اپراتورهای مخابراتی تعریف شود.
از سوی دیگر، با توجه به قابلیت‌های فنی نسل پنجم که در انطباق با نیازمندی‌های اقتصاد دیجیتال توســعه یافته است، می توان 5G را ستون فقرات تحول دیجیتال نامید. با عملیاتی شدن نسل پنجم، علاوه بر افزایش پهنای باند و نرخ داده، امکان اتصال حجم وسیعی از سنسورهای IoT به شبکه سلولی فراهم شده و بسیاری از کاربردهای دقیق صنعتی خواهند توانست به شبکه ارائه شده توســط اپراتور مخابراتی در کاربردهای خــود اطمینان کنند. بنابراین، 5G عامل توانمندساز بسیاری از کسب‌وکارهای جدید و صنایع هوشمند خواهد بود تا سرویس‌ها و روش‌های جدید کسب درآمد را به بازار معرفی کنند. اما این تمام ماجرا نیست و راه‌اندازی شبکه 5G مستلزم سرمایه گذاری کلان اپراتورها است. بنابراین، با توجه به تاثیر گسترده‌ای که این فناوری در حوزه‌های مختلف -از ســبک زندگی تا روش‌های تصمیم‌گیری داده‌محور در سطوح کلان – دارد، بهره‌برداری بهینه از این فناوری نیازمند ترسیم خط مشی مناسب برای ســرمایه‌گذاری و همکاری نهادهای مختلف کشور است. همچنین لازم اســت انواع ابزارهای سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری به منظور تشــویق اپراتورها در راستای راه‌اندازی شبکه‌های 5G در لایه اول خط مشــی توسعه این فناوری به کار گرفته شود.
در مجموع، 5G آماده اوجگیری در آسمان اقتصاد جهان است. با عملیاتی شدن گسترده 5G در جهان، این فناوری به استانداردی

برای ارتباطات سیار تبدیل می‌شــود و عصر جدیدی از اتصال، سرعت و امکان را آغاز می‌کند. شــبکه‌های تلفن همراه تا ۱۰۰ برابر سریعتر و ۱۰۰۰ برابر بیشتر از ظرفیت امروزی کار خواهند کرد و کســب‌وکارها و مصرف کنندگان همه چیــز را هم‌زمان خواهند داشت: ظرفیت بالا، قابلیت اطمینان فوق العاده، تاخیر کم، کاهش مصرف انــرژی و اتصال فراگیر. رونــد اتصال افراد و فرآیندها در مقیاس عظیم به کمک نسل جدید مخابراتی، باعث شده اپراتورها به فکر ترسیم مدل‌های جدید کسب و کار باشند تا جریان درآمدی‌شان به قدرت تحول آفرینی اقتصادی 5G وصل شود. در واقع شرکت‌های مخابراتی باید با بازنویسی مدل معمول کسب و کار خود، جریان‌های درآمدی جدیدی را با مدل B2B2X[۶] ایجاد کنند تا علاوه بر کسب درآمد از شبکه، در طیف متنوعی از یوزکیس‌های 5G به کاربران نهایی، خدمات ارائه دهند.

منابع:

[1] The Impact of 5G on the United States Economy, 2021, Accenture.
[2] Intelligently connecting our world in the 5G era (Use Cases), 2020, Qualcomm.
[3] Ericsson Mobility Report, 2021, Ericsson.
[4] 5G deployment numbers are accelerating and operators are focusing on standalone architecture, 2021, Analysys Mayson.
[5] European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, "5G Observatory, Quarterly Report 16," July 2022.
[6] The Socio-Economic Benefits of Mid-Band 5G Services, February 2022, GSMA

6- business-to-business-to-X

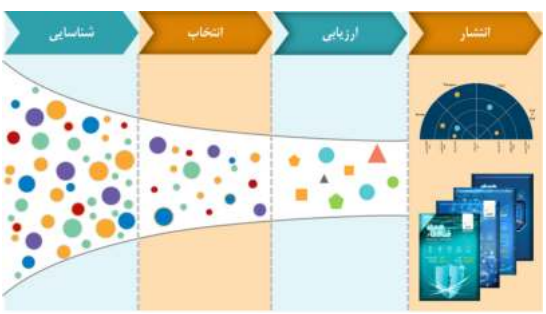
سرمقاله

رصد فناوری در یک نگاه

رادار فنـــــــاوری

محیط بیرونی شرکت‌های مخابراتی و اپراتورها با سرعت زیادی در حال تغییر و تکامل است. ورود رقبای جدید، تغییر در الزامات بازار و نیازهای مشتری و تحولات خیره‌کننده فناوری، همگی باعث شده شرکت‌های فعال در صنعت تلکام، در کنار نوآوری مداوم در پی راهبردهای فناورانه پابرجا(Robust Strategies) باشند. راهبردهایی که پاسخگوی تحولات حوزه فناوری بوده و با آگاهی از تغییرات آینده تدوین شده باشند. انجام رصد فناوری (Technology Scouting) به عنوان بخشی از هوشمندی فناوری (Technology Intelligence)، یک پیش‌نیاز مهم در تدوین راهبردهای فناورانه شرکت‌ها بوده و این هوشمندی در فرآیندهای دیگر مانند تدوین نقشه راه و اخذ تصمیمات راهبردی در حوزه نوآوری و انتقال فناوری نقش بسزایی ایفا می‌کند.

ما در کمیته اجرایی رصد فناوری، پس از مرور مقالات متعدد در این حوزه و بنچمارک فعالیت رصد فناوری در شرکت‌های تلکامی، به مدلی که در یکی از مقالات به عنوان روش به کار گرفته شده در سه شـــرکت مخابراتی معرفی شده و دو شرکت معتبر مخابراتی دویچه تلکام و سیسکو نیز بر اساس همان مدل، رصد فناوری خود را پی‌ریزی کرده‌اند، رسیدیم و آن را به عنوان مدل منتخب پذیرفتیم. شکل ۱ اقتباسی از این مدل چهار مرحله‌ای اســـت کـــه در ادامه به توضیـــح هر مرحله می‌پردازیم.



شکل ۱ - فرآیند رصد فناوری و خروجی‌های آن

شناســـایی: طبق این مدل، شـــبکه رصدگران فنـــاوری (از پژوهشگران مرکز تحقیق و توسعه، کارکنان و متخصصین همراه اول و شرکت‌های تابعه، و همچنین دانشگاهیان و شاغلین در کل صنعت ICT کشور)، فناوری‌های نو و روندهای فناورانه را شناسایی و در قالب گزارش‌های رصد فناوری برای ما ارسال می‌کنند.

انتخاب: در مرحله انتخاب، فهرستی از فناوری‌های منتخب و توضیحات کوتاهی پیرامون آن جهت ارزیابی بعدی تهیه می‌شود. معیار این انتخاب بر اساس جدید بودن فناوری، توسعه‌های اخیر آن، امکان تحول در فناوری‌های مکمل و درجه آگاهی‌بخشـــی گزارش فناوری صورت می‌گیرد.

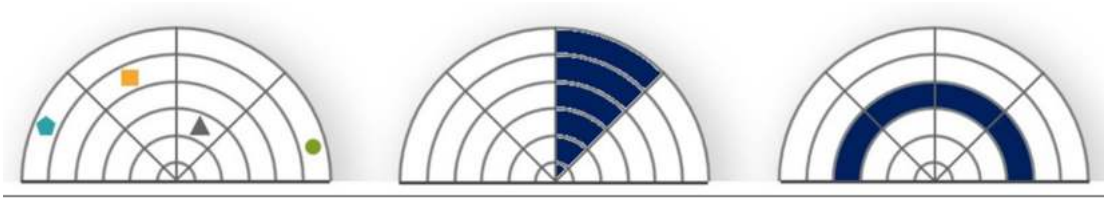
ارزیابی: در این مرحله جزئیات بیشتری از فناوری رصد شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد و مواردی همچون اطلاعات زمینه‌ای پیرامون فناوری، بلوغ فناوری، میزان تحول‌آفرینی فناوری، نیاز شـــرکت به فناوری و کاربست فناوری در مجموعه همراه اول مدنظر قرار می‌گیرد.

انتشـــار: خروجی‌هایی فرآیند رصد فناوری در قالب فصلنامه فناوری همراه و همچنین گـــزارش رادار در اختیـــار کارکنان، مهندسین فنی، مدیران رده بالای شـــرکت، مدیران پروژه‌های تحقیق و توسعه قرار گرفته و در سطح وسیعی در اکوسیستم ICT و تلکامی کشور توزیع و منتشر می‌شود.

از این شماره، از رصدگران خواســـته شد تا جدول ۱ را برای هر گزارش رصد تکمیل کنند. در این جـــدول اطلاعاتی پیرامون فناوری رصد شده در چهار بخش ارتباط فناوری با کسب و کار فعلی همراه اول، قابلیت فناوری در ایجاد تحول، فاز بلوغ و توسعه فناوری و اقدام پیشـــنهادی رصدگر برای همراه اول در موضوع فناوری رصد شده اخذ شده و در تکمیل رادار فناوری استفاده می‌شود.

جدول ۱ - ویژگی‌های فناوری رصد شده

ارتباط فناوری با فعالیت‌های فعلی همراه اول	کم ☐	متوسط ☐	زیاد ☐	کاملا منطبق ☐
قابلیت فناوری در ایجاد تحول در کسب‌وکار	کم ☐	متوسط ☐	زیاد ☐	متحول کننده ☐
فاز بلوغ فناوری	حضور کامل در بازار ☐	آماده‌سازی بازار ☐	محصول مفهومی و اولیه ☐	تحقیقات کاربردی و پایه ☐
اقدام پیشنهادی برای همراه اول	اصلا ورود نکند ☐	به رصد تحولات مربوطه بپردازد ☐	جهت ورود، آمادگی کسب کند ☐	نیاز به اقدام فوری است ☐



الف- بلوغ فناوری ب- حوزه فناوری ج- اهمیت فناوری

شکل ۲- سه جنبه از اطلاعات رادار فناوری

رادار فناوری چیست؟

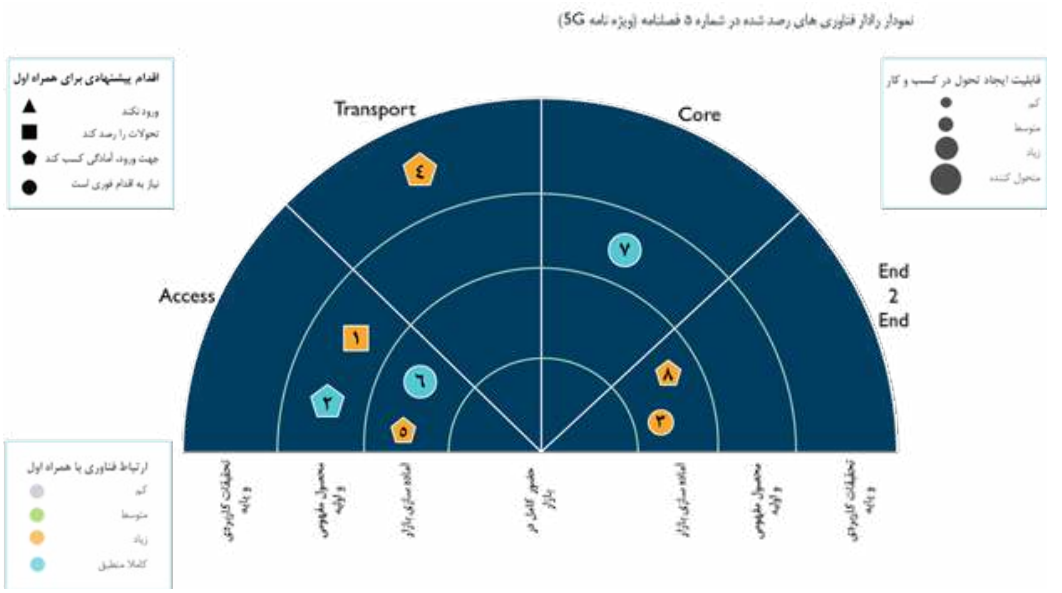
یکی از خروجی‌های بصری فرآیند رصد فناوری که در شرکت‌های فناورانه (tech-companies) مـــورد اقبال قرار گرفته، نموداری دایره یا نیم‌دایره شکل اســـت که رادار فناوری نام دارد. این رادار مانند داشبوردی راهنمای تصمیم‌گیرندگان و پژوهشگران حوزه فناوری‌های نو بوده و فرا-داده‌هایی از فناوری‌های رصد شده را در حداقل سه جنبه بلوغ فناوری، حوزه فناوری و اهمیت فناوری به تصویر می‌کشد (شکل ۲).

بلوغ فناوری در چهار سطح «تحقیقات پایه و کاربردی»، «محصول مفهومی و اولیه»، «در حال آماده‌سازی بازار» و «حضور کامل در بازار» دسته بندی شده و در شـــعاع رادار قرار می‌گیرد (شکل ۳-الف). فناوری‌های رصد شـــده به لحاظ بلوغ به صورت دایره‌ها یا نیم‌دایره‌های متحدالمرکز در رادار دسته‌بندی می‌شوند و به این ترتیب پیدا کردن فناوری‌ها و محصولات فناورانه قریب الوقوع در سمت مرکز رادار، محتمل خواهد بود.

حوزه فناوری که با توجه به موضوع هر شماره، دسته بندی می‌شـــود و روی قطاع‌های رادار قرار می‌گیرد (شکل ۳-ب). مثلا برای این شماره که ویژه‌نامه 5G است، با نظرات خبرگان این حوزه و با نگاهی به ادبیات آکادمیک، هر قطاع رادار به بخش‌های مختلف شبکه شامل دسترسی (Access)، انتقال (Transport)، هسته شبکه (Core) و راه‌کارهای End 2 End اختصاص داده شده است.

اهمیت فناوری نیز، به کمک آیکون‌هایی با اشکال هندسی، رنگ‌ها و اندازه‌های مختلف در رادار فناوری به تصویر کشیده شده است (شکل ۳-ج). این اطلاعات در ســـه بخش اقدام پیشنهادی رصدگر برای همراه اول در قبال این فناوری نو (با شکل هندسی)، ارتباط فناوری رصد شده با کســـب‌وکار فعلی همراه اول (با رنگ آیکون) و قابلیت فناوری در ایجاد تحول (بـــا اندازه آیکون) قابل نمایش است.

برای شماره حاضر که ویژه‌نامه 5G است، نمودار رادار فناوری در چهار بخش مختلف شبکه و برای هشت گزارش رصد که در فرآیند رصد فناوری، انتخاب و ارزیابی شده‌اند در شکل ۴ به نمایش در آمده است. اعداد ۱ تا ۸ نشان دهنده شماره هر یک مقالات بخش رصد فناوری بر اساس فهرست این شماره اســـت. آنچنان که در شکل مشخص است، این هشـــت فناوری همگی به رنگ‌های نارنجی و فیروزه‌ای بوده و در سطح تطابق زیاد و کامل با کســـب‌وکار فعلی همراه اول قرار دارند. همچنین در هر چهار حوزه 5G، فناوری‌هایی رصد شده که حوزه دسترسی شـــبکه (Access) بیشترین تعداد را از آن خود کرده است. به‌علاوه، به لحاظ تحول آفرینی فناوری، تمام این هشت فناوری در سطح زیاد و متحول کننده ارزیابی شده‌اند. از نقطه نظر اقدام پیشنهادی نیز، برای اکثر فناوری‌های رصد شده، کسب آمادگی جهت ورود و انجام اقدام فوری، از سوی رصدگران پیشنهاد شده است.



شکل ۳- نمایی از رادار فناوری‌های رصد شده در این شماره از فصلنامه فناوری همراه

مصاحبه با مهندس وحید محمدی، مدیر کل حقوقی و رگولاتوری همراه اول

توسعه نسل پنجم شبکه
در پیچ و خم چالش‌های مالی، فنی و رگولاتوری

حدود دو سال از راه‌اندازی آزمایشی و محدود نسل پنجم اینترنت در کشور ما می‌گذرد. یکم مردادماه سال ۱۳۹۹، نخستین سایت آزمایشی 5G ایران، در محل پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات واقع در خیابان کارگر شمالی تهران راه‌اندازی شد. متعاقبا همراه اول با سرعت بخشیدن اقدامات خود در توسعه این شبکه، در چهارم اسفند ماه همان سال، حرم مطهر رضوی و همچنین کارخانه نوآوری مشهد را تحت پوشش تلفن همراه نسل پنجم و اینترنت پرسرعت 5G همراه اول قرار داد تا مشترکین همراه اول در مشهد نیز از این فناوری برخوردار شوند. هرچند تا کنون ده‌ها سایت 5G در کشور افتتاح شده یا آماده افتتاح است، اما هیچ کدام برای اپراتورها استفاده تجاری نداشته و همچنان توسعه این شبکه در کشور با کندی صورت گرفته است و به پوشش ملی نرسیده‌ایم. دلایل این کندی و چالش‌های پیش روی توسعه شبکه نسل پنجم مخابراتی را از مهندس وحید محمدی، مدیر کل حقوقی و رگولاتوری همراه اول جویا شده‌ایم.

به عنوان اولین سوال، لطفا اداره کل متبوعتان را برای خوانندگان این نشریه معرفی کنید.

در تیر ماه سال ۹۸ «اداره کل حقوقی و امور قراردادها» با «اداره کل تنظیم روابط با رگولاتوری» ادغام شد. بنابراین این اداره کل دو بخش مهم دارد: بخش رگولاتوری یا تنظیم گری و بخش حقوقی. در مجموع، اینجا یک اداره کل ستادی زیر نظر دفتر مدیرعامل است که از این منظر می‌توان وظیفه عمده آن را ایجاد هماهنگی یا اصطلاحا coordination ذکر کرد و در زنجیره ارزش شرکت در زمره ادارات کل پشتیبانی کننده قرار می‌گیرد. از بخش رگولاتوری شروع می‌کنم. مشهور است که بخش رگولاتوری در اپراتورهای در کلاس بین المللی بسیار مورد توجه است. ویژگی بارز این حوزه، لزوم بهره مندی از دانش و مهارت‌های بین حوزه‌ای است. داشتن تخصص‌های همزمان فنی، بازاریابی، و نیز اقتصادی در کنار مهارت‌های نرم خصوصا اصول و فنون مذاکره، مدیریت تعارض و کنترل استرس برای فعالیت موفق در این حوزه ضروری است. علاوه بر این ماهیت دانشی، کار در این اداره کل به شکلی است که تقریبا با تمامی ادارات کل همراه اول سر و کار داریم و هیچ اداره کلی نیست که ما با آن‌ها در ارتباط نباشیم. بنابراین لازم است از سرخط و رئوس فعالیت‌ها و برنامه‌های تمام ادارات کل هم آگاهی داشته باشیم تا تعامل خوب و دقیقی شکل گیرد. شاید به دلیل همین پیچیدگی‌هاست که در اپراتورهای پیشرو دنیا، بخش رگولاتوری بسیار مورد توجه و محل تمرکز است.

این اداره کل از منظر عملیاتی در چه حوزه‌های متمرکز است و چه ماموریت‌هایی را به ویژه در بحث توسعه 5G دنبال می‌کند؟

قبل از خصوصی‌سازی شرکت مخابرات ایران، امور مربوط به شبکه تلفن همراه ابتدا ذیل این شرکت و در سال ۸۳ در قالب شرکت ارتباطات سیار ایران به عنوان یک شرکت دولتی ادامه پیدا کرد. در سال ۸۸ و همزمان با نهایی شدن فرآیند خصوصی سازی، شرکت ارتباطات سیار ایران بعنوان یک شرکت خصوصی با سهامداری شرکت مخابرات ایران معرفی شد. قبل آن لازم بود تا پروانه فعالیت شرکت مخابرات ایران که در واقع بیانگر تعهدات متقابل شرکت و دولت و به نوعی قرارداد حاکم بین آن‌هاست اعطا شود که این امر در تیر ماه سال ۸۷ محقق شد. بنابراین همراه اول پروانه مستقلی از مخابرات ایران ندارد اما لازم بود تا تعهدات بخش سیار پروانه مخابرات ایران به خوبی و با دقت مدیریت شود. لذا در سال ۸۹ واحد مستقلی در چارت سازمانی شرکت ارتباطات سیار ایران بعنوان اداره کل تنظیم روابط با رگولاتوری که ایفا کننده این وظیفه بود شکل گرفت. عمده تعهدات هم به سه دسته تعهدات فنی، مالی و حقوقی، قابل تقسیم بندی است.

بنابر این تحولی که طی خصوصی‌سازی انجام شد ما را که پیش از این یک شرکت دولتی با بودجه سنواتی مصوب مجلس شورای اسلامی بودیم به یک شرکت خصوصی با تمام الزامات آن تبدیل کرد. حرکت خوب دیگری که همزمان اتفاق افتاد این بود که ما به سمت و سوی بازار بورس حرکت کردیم و همراه اول یک شرکت بورسی شد. کار رگولاتوری شروعش از همین موضوع پروانه آغاز می‌شود. چرا پروانه یا لایسنس میخواهیم؟ به دلیل اینکه یک سری تعهداتی ما به دولت داریم و یک سری تعهدات هم دولت به ما دارد. ما در چند بخش تعهد به دولت داریم، یکی تعهدات فنی است. مثلا یک بندی در پروانه ما وجود دارد که به مضمون می گوید جایی که سرویس می‌دهی یا اصطلاحا جایی که در زمان دولتی بودن شرکت BTS داشته‌ای ولی از آن درآمد چندانی به دست نمی‌آوری (مثلا در جاده‌ها یا روستاها)، نباید آن را جمع کنی و به جایی ببری که به منفعت خودت است. ببینید وقتی شرکت خصوصی می‌شود، بحث‌های درآمدی برایش اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. وقتی ما یک BTS داریم، یک سری هزینه‌های عملیاتی به آن مترتب می‌شود. باید پول اجاره، پول برق، هزینه نگهداری و تعمیرات بدهیم، هزینه لینک و از این قبیل را متحمل شویم. برخی سایت‌ها مثلا سایت‌های روستایی که مصرف دیتای محدودی دارند یا سایت‌های جاده‌ای و مواصلاتی صرفا جنبه پوششی را دارند، درآمدشان کفاف هزینه‌هایشان را نمی‌کند. طبق تعهدات پروانه‌ای ما نباید چنین سایت‌هایی را جمع کنیم و موظفیم برای جایی که قبلا پوشش داده‌ایم، همچنان پوشش‌دهی داشته باشیم. نه تنها در این تعهد موضوع حفظ خدمات مطرح شده، بلکه قید شده که در پوشش‌دهی حداقل سطح سیگنال و کیفیت باید به چه صورت باشد. اگر شرکت از این تعهد تخطی کند مشمول جریمه‌های سنگینی خواهد شد. بنابراین ما در بحث رگولاتوری باید مراقب این ابعاد فنی باشیم تا تخطی صورت نگیرد. همچنین باید به شکایت‌هایی که در این زمینه صورت می‌گیرد، رسیدگی کنیم. این بخش فنی است. بخش دیگری به عنوان بخش فرکانس هم داریم که به کشف و رفع تداخلات فرکانسی می‌پردازد تا کیفیت شبکه از این جهت افت نکند. موضوع دیگر در این بخش مدیریت توافق‌نامه‌هایی است که در بهره‌گیری از طیف فرکانس در مناطق مرزی با کشورهای همسایه داریم و باید معلوم کنیم این نفوذ سیگنال تا چه میزان از سمت ما و تا چه میزان از سمت آن‌ها قابل قبول است. از سوی دیگر ما بحث‌های تعرفه‌ای را هم در همین اداره کل دنبال می‌کنیم. شکایت‌هایی هم که از مراجع حقوقی واصل می‌شوند، متناسب با موضوع از سمت ما پیگیری می‌شود. در کل، عمده نقش این بخش، به عنوان واسط و هماهنگ کننده با محیط تعاملی بیرونی شرکت قابل تعریف است.

بخش حقوقی شرکت نیز از قدمت زیادی برخوردار است و به‌عنوان یک عنصر پشتیبانی کننده در زنجیره ارزش سازمان به ایفای

وظایف خود در زمینـــه تهیه و تنظیم قراردادهـــا، ارائه خدمات حقوقی، مشاوره حقوقی، دعاوی و وصول مطالبات می‌پردازد.
شـــکایت‌ها و دعاوی متعددی که چه از ســـمت همراه اول و چه علیه همراه اول از سمت مراجع حقیقی و حقوقی صورت گرفته و پرونده‌های حقوقی برای آن گشوده می‌شود مربوط به این بخش اســـت. بخش دیگر، اداره قراردادها اســـت که کلیه قراردادهای همراه اول که در هر زمینه‌ای که با شرکت‌ها بایستی منعقد گردد، اظهارنظرهای حقوقی و بحث‌های قراردادی فی مابین همگی در این اداره انجام می‌شود.
در خصوص اهم نقش و ماموریت‌هایی که این اداره کل در پیاده سازی نسل پنجم شبکه تلفن همراه و سرویس‌های تبعی آن بر عهده دارد هماهنگی با رگولاتوری تلکام برای اخذ مجوز راه‌اندازی تجاری و نیز اخذ منابـــع مورد نیاز خصوصا طیف فرکانســـی از باندهای قابل تخصیـــص و ظرفیت شـــماره‌گذاری خصوصا در سرویس IoT است. پاک بودن طیف فرکانس تخصیصی، توجه به ملاحظات رقابتی در این واگذاری، و عاری بودن آن از تداخلات منابع تداخلگر اهمیت دارند. هماهنگی‌های مربوط به ترخیص تجهیزات نسل ۵، تعرفه سرویس‌های مبتنی بر آن و غیره هم با تعامل با حوزه‌های مرتبط داخلی بایستی صورت گیرد.

اداره کل حقوقی و رگولاتوری به خصوص برای راه‌اندازی 5G، با چه سازمان‌هایی به جز سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی در تعامل است؟

شـــاید بتوان گفت ما به نحوی هاب تعاملی همراه اول با محیط بیرونی آن هستیم. شرکت ارتباطات سیار ایران با مجموعه‌ای از دستگاه‌ها از وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی به عنـــوان ذینفع‌های اصلی گرفته تا ســـازمان حمایت مصرف کنندگان و تولید کنندگان، معاونت پیشـــگیری از وقوع جرم قوه قضاییه، مرکز ملی فضای مجازی و شورای عالی فضای مجازی، ســـازمان انرژی اتمی، سازمان ملی اســـتاندارد و سازمان حفاظت از محیط زیســـت و بسیاری دیگر در تعامل اســـت و از تصمیم‌های آن‌ها تاثیـــر می‌پذیرد. این‌ها سازمان‌هایی هســـتند که ما به صورت مستمر در این اداره کل با آن‌ها در تعامل هستیم.
حالا که بحث انرژی اتمی مطرح شـــد، خوب است اشاره کنم در کنار پروانه‌ای که از رگولاتور ارتباطی کشور یعنی سازمان تنظیم مقررات داریم، یک پروانه اشـــتغالی هم از ســـازمان انرژی اتمی داریم. طبق قانون، متولی بحث استاندارد و آسیب‌های احتمالی تشعشعات و امواج در کشور، ســـازمان انرژی اتمی است. حتما شما هم از طریق رســـانه‌ها راجع به ضرر امواج موبایل و آنتن‌ها حرف‌های ضد و نقیضی شـــنیده‌اید. در این اداره کل ما تیمی به سرپرستی آقای دکتر سید موسوی داریم که مسئول پروانه ما از سازمان انرژی اتمی هستند. اگر جایی از ما شکایتی در این موضوع بشود، ما موظف هســـتیم برویم و اندازه‌گیری کنیم و اگر واقعا از میزان اشعه مورد توافق تخطی صورت گرفته باشد، با هماهنگی با بخش بهینه‌سازی آن را مرتفع کنیم. در بحث‌های تعرفه‌ای هم، شکایت مشترکین اگر به یک مرجع حقوقی رفته باشد، از طریق ما پیگیری می‌شود. حتی مواردی وجود دارد که نمایندگان مجلس درخواست و شکایتی را از سمت بخشی از مردم شهر یا روستای محل نمایندگی خود دنبال می‌کنند که این موارد هم به ما ارجاع می‌شود. به این ترتیب ما با حجم زیادی از مکاتبات سروکار داریم.

این حجم از تعامل و ارتباط با بیرون برای یک اداره کل خیلی زیاد است. اینطور نیست؟

علت ایـــن امر آن اســـت کـــه محیـــط پیرامونی همـــراه اول و پیچیدگی‌های آن نسبت به دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ شمسی خیلی تغییر کرده است، اما ساختار ما تغییری نداشته است. مثلا سازمان تنظیم در آن زمان فقط برای تهران و در حد ستاد بود. الان همین ســـازمان ۹ منطقه دارد و مثلا منطقه‌ای که ما به آن می گوییم جنوب غرب، استان‌های خوزســـتان و ایلام و لرستان را پوشش می‌دهد. تمام این ۹ منطقه مستقیما با اداره کل ما در ارتباطند. مضاف به اینکه بایستی مطالبات ادارات کل ارتباطات و فناوری اطلاعات استان‌ها به عنوان نمایندگان وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در هر استان هم مورد پاسخگویی قرار گیرند.

اختصاصا ســـراغ 5G برویم. نظر شـــما به‌عنوان یک متخصص خبـــره در خصوص نقش و جایـــگاه فناوری 5G چیســـت و چه چالش‌هایی به خصوص از نقطه نظر رگولاتوری در این مسیر وجود دارد؟

قبل از اینکه به 5G بپردازم، باید به مسیری اشاره کنم که به ناچار باید طی کنیم. همانطور که کشورهای پیشرفته و حتی کشورهای منطقه این مسیر را رفته یا دارند طی می‌کنند. آن هم مسیر اقتصاد دیجیتال و تحول دیجیتال است. اقتصاد دیجیتال به طور مختصر ی برای بهبود کیفیـــت زندگی و افزایش ســـطح رفاه اجتماعی به کمک فناوری‌های دیجیتال اســـت. بنابراین ما نیاز به اقتصاد دیجیتال داریم. این اقتصـــاد دیجیتال مدل‌های تجاری خودش را می‌طلبد تا محصولات و خدمات نوآورانه در حوزه فناوری‌های دیجیتال راهی بازار شوند. یکی از زمینه‌سازها و الزامات حصول به ایـــن فناوری‌های دیجیتال، همین بحث 5G اســـت. بنابراین این راهی است که حتما بایستی طی شـــود. سوال اینجاست که رگولاتوری کجای این مســـیر قرار می‌گیـــرد؟ در این بازارهای جدیدی که شکل می‌گیرد علاوه‌بر توانمندسازها به تنظیم‌گرهای بازار هم نیاز است. این دو امر خیلی مهم برای این که بازار درست هدایت شود، بسیار مهم هستند.
وقتی ایران می‌خواســـت وارد حوزه شـــبکه تلفن همراه شود، از همان ابتدا از نسل دو شـــروع کرد که خیلی اقدام خوبی بود و با پیشـــرفت‌های جهانی همپا بودیم. در واقع شروع خیلی خوبی داشتیم؛ ولی توسعه شبکه‌های تلفن همراه در ایران وقتی حدود

سال ۹۳ به نسل ۳ و ۴ رسید، این تغییر نسل با یک تاخیری نسبت به دنیا اتفاق افتاد. الان هم برای نسل ۵ هم یک مقدار از دنیا و حتی منطقه عقب هستیم. چند عامل در این تاخیر دخیل هستند. در توسعه شبکه 5G به جز ابعاد فنی که مهم‌ترین عامل آن فرکانس است، تامین منابع سرمایه گذاری بسیار حایز اهمیت است. واقعیت این است که شرایط تحریم در تامین مالی و خریدها به طور قابل توجهی اثرگذار است و اپراتورها در ایران باید به نحوی به این شرایط تحریمی فائق شوند. به همین دلیل شاید نتوانیم الگوهای رایج دنیا در توسعه 5G را به تمامی در ایران پیاده‌سازی کنیم. به هر حال تغییر نسل شبکه مستلزم هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری است و اپراتورها به دنبال منابع لازم برای این دست سرمایه‌گذاری‌ها هستند. از سوی دیگر خود حوزه 5G حوزه‌ای است که بسیار نیازمند سرمایه‌گذاری است و بازگشت سرمایه در آن شاید به راحتی اتفاق نیافتد و دوره بازگشت سرمایه آن در همه دنیا محل بحث است. بنابراین چالش اساسی در توسعه 5G در ایران بدون شک موضوع تامین سرمایه است و فائق آمدن بر آن دغدغه امروز اپراتورهای کشور است.

برویم سراغ بحث‌های فرکانسی. برای توسعه 5G در کشور چه چالش‌هایی از این حیث وجود دارد؟

در بحث 5G یکی از اقداماتی که وزارت ارتباطات انجام داده بود و ناقص ماند، پیشنهاد مزایده در باند فرکانسی ۳۵۰۰ بود. برگزاری مزایده، شاید بهترین روش تخصیص و واگذاری طیف در سایر کشورها خصوصا کشورهای اروپایی باشد، ولی در حال حاضر و با توجه به شرایط کشور و اپراتورها این روش را خیلی مناسب نمی‌دانم. بالابودن بسیار زیاد نرخ تسهیم درآمد، پایین بودن بسیار زیاد متوسط درآمد هر خط تلفن همراه در مقایسه با نرخ‌های جهانی، و عدم وجود بنگاه‌های مالی تامین کننده منابع لازم برای

سرمایه‌گذاری با نرخ معقول، خارج شدن بخشی از منابع در قالب مزایده را که می‌تواند در توسعه شبکه نسل پنج صرف شود، غیر موجه می‌کند. بنابراین ما در این زمینه هم پیشنهاد دادیم که این هزینه به اپراتورها تحمیل نشود و متناسب با ظرفیت اپراتور این واگذاری از سمت وزارت صورت گیرد و اپراتورها بتوانند هزینه‌های مزایده را در محل توسعه شبکه 5G خرج کنند. در واقع یکی از سیاست‌هایی که پیشنهاد می‌شود که بهتر است وزارت ارتباطات در پیش گیرد این است که پول صنعت ارتباطی و مخابراتی داخل همین بخش نگه داشته و هزینه شود. به هر حال هنوز پاسخی در این خصوص دریافت نکرده‌ایم.

در نمایشگاه کیتکس کیش که در اردیبهشت ۱۴۰۱ برگزار شد، رییس سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی اظهار امیدواری کرد وضعیت تعرفه‌ها که در سال‌های گذشته علیرغم افزایش هزینه‌ها ثابت مانده، بهتر شود تا منابع کافی برای سرمایه‌گذاری، بهبود کیفیت شبکه و توسعهٔ 5G در اختیار اپراتورها قرار گیرد. نظر شما درباره در این ارتباط چیست؟

به نظر من به عنوان یک کارشناس مخابرات سیاست‌های تعرفه‌ای خوبی در این زمینه در پیش گرفته نشد. در حالی که در سایر اقلام و خدمات عمومی مانند برق و آب و گاز، تعرفه‌ها چند برابری شده است، این تثبیت تعرفه‌ای باعث شده نه تنها در توسعه 5G بلکه در بهسازی و بهینه‌سازی شبکه فعلی هم اپراتورها دچار مشکل شوند. به این ترتیب قطعا لازم است در سیاست‌های تعرفه‌ای وزارتخانه تغییراتی صورت گیرد تا ما هم مانند سایر دستگاه‌های خدمت‌رسان بتوانیم درآمد خود را از محل تعدیل تعرفه‌ها افزایش دهیم.

آیا رگولاتوری 5G مشابه نسل‌های پیش است یا تفاوت‌هایی دارد؟

ما خیلی راه داریم تا به رگولاتوری نسل پنجم برسیم. در حالی که سیستم رگولیشن ما بسیار شدید است، رگولیشن نسل ۵ رفته رفته به سمت اوپن اینتری و باز بودن می‌رود، یعنی همه چیز اعم از تعرفه را به عرضه و تقاضای بازار می‌سپارد.

ITU همه ساله کشورها را از لحاظ رگولاتوری رتبه‌بندی می‌کند و نمره‌ای از ۱۰۰ می‌دهد. نمره ایران تا سال ۲۰۲۰ که این رتبه‌بندی مربوط به 3G و 4G بوده، حدود ۸۶ است که عدد قابل قبولی است. اما در سال ۲۰۲۱ که این رتبه‌بندی بر اساس 5G صورت گرفته نمره ایران حدود ۴۸ و در حدود کشورهایی مانند افغانستان و کمتر از کشور ترکیه با نمره ۶۶ بوده است. علت این امر را چه می‌دانید؟

برای بررسی این وضعیت باید ریشه‌ای موضوع را نگاه کرد. کشورها از لحاظ جایگاه نهادهای رگولاتور خود با هم متفاوتند. در حال حاضر، نهاد رگولاتوری ارتباطی کشور یک معاونت از وزارت ارتباطات است. در برخی کشورها نهاد رگولاتوری، منسجم و شامل طیف وسیعی از انواع خدمات یا حوزه هاست و از لحاظ ساختار سازمانی زیر نظر نهاد ریاست جمهوری هستند .این حالت، به نوعی به عملکرد مستقل تر این نهاد کمک می‌کند. در حالی که ما در کشور در بحث توسعه 5G با چندین

رگولاتور سر و کار داریم که همین مساله کار را سخت‌تر و پیچیده‌تر می‌کند. یعنی مثلا در بحث خدمات پولی و پرداخت، بانک مرکزی رگولاتور است، در بحث‌های مخابراتی، سازمان تنظیم مقررات، در بحث تشعشع، سازمان انرژی اتمی، و به همین ترتیب با انواع و اقسام رگولاتورها که هر یک مربوط به بخشی از دولت است روبرو هستیم. بنابراین وابستگی و استقلال نهاد رگولاتوری شکل‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که بر عملکرد این نهاد کاملا اثرگذار است. به نظرم هر قدر این نهاد از موضوعات غیر اختصاصی دور باشد و به جایگاه علمی و راهبردی خودش نزدیک شود، بهتر است و فناوری‌های نویی مانند 5G با سرعت بیشتری پیگیری می‌شود. مثلا نقشه راه 5G کشور، که از آذر ماه ۹۸ شروع شد و بعد از جلسات متعدد خروجی نقشه راه 5G حاصل شد، تا امروز آنطور که باید و شاید محقق نشده است.

آیا در تدوین نقشه راه 5G کشور همراه اول و اداره کل شما نقش داشتند؟

بله، ما و معاونت فنی و توسعه شبکه یعنی آقای مهندس طاهری بخش و همکارانشان در تدوین نقشه راه دخیل بودیم. آن زمان آقای دکتر نیکوفر به عنوان قائم مقام، موضوع را راهبری می‌کردند. از سایر اپراتورها هم در این ماجرا حضور داشتند و در زمستان سال ۹۸ نقشه راه آماده شد. در بحث فرکانس ۳۵۰۰ هم از سال ۹۹ موضوع مزایده مطرح شد که همچنان اتفاق نیفتاده و موضوع توزیع و تخصیص فرکانس کماکان مبهم است. بنابراین یکی از چالش‌ها همانطور که اشاره کردم کندی تصمیم‌گیری‌ها است.

در نمایشگاه کیتکس کیش دو سناریو مطرح شد، یکی از سمت سازمان تنظیم مقررات و موضوع مزایده جغرافیایی بود و سناریوی بعدی از سوی ایرانسل با موضوع فضای فرکانسی اشتراکی بین اپراتورها مطرح شد. نظر شما در مورد این دو سناریو چیست؟

الان فرکانس‌هایی که وجود دارد و می‌توان از آن استفاده کرد، فرکانس ۷۰۰ و ۸۰۰ است. این فرکانس‌ها سال‌هاست که برای broadcasting در اختیار صداوسیما است. قطعا برای واگذاری این بخش از فرکانس باید با لحاظ کردن منافع ذی نفعان و به صورت بردبرد و بر اساس مصالح عمومی و با نظارت وزارت ارتباطات و سازمان تنظیم و مقررات بین اپراتورها و صدا و سیما توافقی صورت گیرد. به هر حال فرکانس پایین برای اپراتور خیلی ارزشمند است چون وقتی فرکانس پایین‌تر باشد، تعداد سایت‌هایی که می‌زنیم قطعا کم‌تر خواهد بود و هزینه‌های کشور پایین‌تر می‌آید. در مورد مزایده جغرافیایی هم معتقدم این کار به لحاظ فنی و رقابتی نشدنی است. شاید روی کاغذ بتوان یک اپتیموم حالت ایجاد کرد، اما اتفاقی که روی ۳۵۰۰ افتاده این است که یک سری کنشگرانی وجود دارند که به صورت نامرتب چیده شده‌اند و جابجایی و واگذاری فرکانس آن‌ها هزینه‌بر است. به هر حال این پرونده از سال ۹۸ باز است و تخصیص‌هایی روی این فرکانس داده شده اما بخشی از آن آزاد است و باید زودتر تعیین تکلیف شود. در بحث امواج میلی‌متری هم که فرکانس‌های بالاتر است، اوضاع به همین منوال است. در موضوع درخواست فرکانس ما با ایرانسل همکاری خوبی داریم. اخیرا هم درخواستی با امضای هر دو اپراتور ارائه کردیم و خواستیم روی ۳۵۰۰ به هر کدام از ما ۱۰۰ مگاهرتز داده شود تا بتوانیم سفارش‌گذاری تجهیزات را داشته باشیم.

مشهور است که یک پارادوکس رگولاتوری و فناوری وجود دارد، به این ترتیب که ماهیت فناوری نیازمند فوریت و چابکی است و عمر فناوری‌ها نسل به نسل کوتاه‌تر می‌شود، در حالی که ذات رگولیشن و قانون‌گذاری نیازمند گذر زمان است تا رفته رفته به شکل بهینه و مناسب درآید. به نظر شما چطور می‌توان بر این پارادوکس فائق آمد؟

باز بر می‌گردیم به همان انواع شکل‌های رگولاتوری که در کشورهای مختلف هم امتحان شده است. همان‌طور که گفته شد چابکی و سرعت عمل و سرعت تصمیم‌گیری رگولاتوری‌ها در گرو استقلال آن‌هاست. هر قدر رگولاتوری به ماهیت علمی و تسهیل‌گری خود نزدیک شود، این اتفاق ممکن‌تر خواهد شد. جالب است بدانید در همسایگی ما در عراق هم، رگولاتوری از وزارت ارتباطات این کشور مستقل است.

به موضوع 5G برگردیم. در اداره کل شما برای توسعه این

فناوری در همراه اول چه اقداماتی صورت گرفته است؟

ما در ابعاد مختلف توسعه این فناوری در حال فعالیت و زمینه‌سازی هستیم. یکی بحث پیشـــنهادهایی اســـت که در این زمینه به وزارتخانه می‌دهیم. از جمله موضوع تســـهیم درآمدی. به‌علاوه ما این پیشنهاد را با مراکز تصمیم‌ساز کشور هم مطرح کردیم تا زمینه‌سازی صورت گیرد. این فعالیت‌ها در جهت تامین منابع بوده است. در بحث فرکانس هم به شدت پیگیر هستیم که زودتر تعیین تکلیف شود که کدام قطعه از ۳۵۰۰ متعلق به ماست. این تخصیص در سفارش تجهیزات موثر اســـت. تا وقتی ندانیم اصطلاحا کجا پوزیشن شده‌ایم، نمی‌توانیم سفارش‌گذاری درستی داشته باشیم.

بحث سوم هم بحث پیگیری بابت رسیدن به یک توافق بردبرد با صدا و سیما روی فرکانس ۷۰۰ و ۸۰۰ است. موضوع چهارم، بحث افزایش تعرفه است و به شدت پیگیر آن هستیم. چه در حوزه دیتا و چه در حوزه مکالمه. در موضوع خرید و ترخیص تجهیزات 5G، به جز بحث فرکانس‌ها بحث یوزکیس‌ها هم مطرح است و حتما باید مشخص شود روی چه یوزکیس‌هایی قرار است ورود کنیم. چون 5G عمدتا بر پایه یوزکیس اســـت و هر یوزکیسی الزامات فنی خود را می‌طلبد. ما هم باید رفته رفته از این تفکر سنتی که به دنبال بیزینس‌های B2C هستیم بیرون بیاییم و دنبال موارد استفاده B2B با امکان ارزش افزوده بیشتر باشیم. چون پوشش

گسترده 5G هم حداقل در کوتاه مدت و میان مدت اتفاق نمی افتد و نمی‌شود انتظاری که در توسعه همگن و یکنواخت 4G داشتیم را در 5G هم داشته باشیم.

پس در اداره کل شما هم این رویکرد B2B وجود دارد و آن را پیگیری می کنید؟

بله ما با حوزه بازاریابی که این نقاط را شناسایی می کند همکاری داریم. باید از این تفکر عمدتا B2C جدا شـــویم و به سمت تحول دیجیتال پوست اندازی کنیم. یعنی انتظار درآمدمان در حوزه 5G را بیشتر از B2B داشته باشیم و البته چالش‌هایش را هم بپذیریم و برایش آمادگی باشیم.

از جمله این چالش‌ها آن اســت که صرف نظر از رگولیشن‌های دیگری که در سایر صنعت‌ها وجود دارد، بعضا ورتیکال‌های این حوزه آمادگی پذیرش 5G را ندارند. یکی از این آمادگی‌ها بحث سرمایه‌گذاری است، به هرحال در حوزه B2B سرمایه‌گذاری‌ها باید دو طرفه صورت پذیرد. بنابراین حتما باید دنبال مدل‌هایی بگردیم که ســـرمایه‌گذاری و کارهای مشـــترک را بتوان برایش تعریف کرد. موضوع مهم دیگری که در این حوزه وجود دارد، بحث توانمندسازی اکوسیستم اســـت. خیلی مهم است که صنایع و بخش‌های دیگر را به نحوی توانمندساز کنیم که همپای ما بیایند.

با توجه به اهمیت FWA در توسعه فناوری 5G، پیشنهاد شـــما برای فعال‌ســـازی این ظرفیت در همـــراه اول چیست؟ آیا ما در بحث رگولاتوری FWA هم فعال هستیم؟

یکی از کارهایی که به نظرم لازم است در همراه اول انجام شود این است که مدل همکاری با مبین‌نت به عنوان دارنده پروانه WTTx را بازنگری کنیم. مزیتی که ایرانسل در این زمینه دارد این است که این دو پروانه موبایل و WTTx دارد که متعلق به یک مرجع حقوقی است. برای ما همانطور که اشاره کردم پروانه بخش موبایل ذیل مخابرات ایران است و در بخش پهن باند ثابت هم پروانه مبین نت را داریم که همراه اول سهامدار صد در صدی اش نیست بنابراین در بحث FWA کاری که باید در همراه اول اتفاق بیافتد وابسته به نحوه تعامل و همکاری با مبین‌نت اســـت. گرچه خوشبختانه در امور رگولاتوری هماهنگی خیلـــی خوب و تنگاتنگی با همکاران محترممان در مبین نت داریم.

با توجه به هزینه‌های بالای سرمایه‌ای در توسعه 5G، به نظر شما دولت چه تسهیل گری‌هایی را می تواند در این زمینه برای اپراتورها داشته باشد؟

در بحث هزینه اپراتورها قطعا یکی از بالاترین نرخ‌های تسهیم درآمد در دنیا مربوط به ماســـت. به جـــز تعهداتی که پیش از این به آن اشاره شد، ما به دولت یک ســـری تعهدات مالی هم داریم و باید هر ساله مقادیر قابل توجهی را به دولت بدهیم که سنگین‌ترینش Revenue Share یا تسهیم درآمد نام دارد. ما ۲۸,۱ درصد از درآمد عملیاتی‌مان را به عنوان تســـهیم درآمد به دولت می‌دهیم. این نرخ و درصد در مقایسه با متوسط دنیا، درصد بســـیار بالایی اســـت. هزینه‌های دیگری هم مانند حق فرکانس و غیره وجود دارد؛ ولی مهم‌ترین و سنگین‌ترین هزینه اپراتورهای موبایل کشور قطعا همین بحث تسهیم درآمد است.

یکی از پیشنهادات در بحث تامین سرمایه توسعه 5G این است که دولت از تمامی یا بخشی از این سهم حتی به صورت موقت و کوتاه مدت، بگذرد تا منابع لازم برای ســـرمایه‌گذاری اپراتور انجام شود. بنابراین کاهش نرخ تســـهیم درآمد به عنوان یک گزینه مناسب برای این تامین سرمایه است. ضمن آنکه به نظر بنده سیاست تثبیت نرخ تعرفه ارائه خدمات که از سوی وزارت ارتباطات طی سنوات گذشته در پیش گرفته شده، به وضعیت اقتصادی و فضای کسب و کار اپراتورها ضربه وارد آورده است. شما آمارهای اقتصادی منتشره از سوی بانک مرکزی و نیز مرکز آمار ایران را طی شش سال گذشته ملاحظه بفرمایید. کمترین تورم بخشـــی در تمامی بنگاه‌های خدماتی مربوط به صنعت ارتباطی است. آسیب این پدیده در کجاست؟ وقتی در کشور با جهش‌های متوالی نرخ ارز و تورم فزاینده در نرخ تمامی خدمات و کالاها مواجهید، نتیجه و پیامد ثابت نگه داشـــتن دستوری تعرفه، در صنعتی که عمده مخارج آن ارزی و عمده درآمدهای آن ریالی است، چیزی جز عدم توان ســـرمایه‌گذاری نخواهد بود و این یعنی نه تنها عدم امکان ظرفیت ســـازی جدید، بلکه سخت شدن حفظ وضع موجود. بنابراین انتظار می‌رود دولت و وزارتخانه محترم بیش از پیش و به ســـرعت برای این معضل چاره‌ای بیاندیشند.

یکی دیگر از تسهیل گری‌هایی که دولت محترم در خصوص توسعه نسل ۵ می‌تواند انجام دهد، معرفی و دسترس پذیر کردن منابع مالی حتی المقدور بدون بهره یا کم بهره نظیر اجازه برداشـــت از صندوق توسعه ملی می‌تواند باشد. ■

رصد فناوری

Technology Scouting

آیا تسلط تولیدکنندگان بزرگ بر فضای محصولات مخابراتی به پایان رسیده است ۲۰

فناوری‌هایی برای بهبود عملکرد رابط رادیویی در 5G و فرا 5G ۲۶

نگاهی به شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) برای شبکه 5G ۳۲

بررسی شبکه‌های ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای ۳۶

آینده مخابرات بی‌سیم فوق پهن‌باند ۴۲

آنتن آرایه انتقالی یک IBS پسیو کم هزینه و سلامت ۴۹

معماری سامانه‌های نسل آتی پشتیبان کسب و کار (NG-BOSS) با رویکرد استقرار شبکه‌های نسل پنجم (5G) ۵۲

ذخیره‌سازی ابری مسیری هموار برای توسعه 5G ۵۸

Open RAN
EUROPEAN FORUM

Open RAN نسل آتی شبکه های رادیوئی

آیا تسلط تولیدکنندگان بزرگ بر فضای محصولات مخابراتی به پایان رسیده است؟

لیلا مجذوبی
دکتری مهندسی برق مخابرات از دانشگاه تهران
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

گسترش استفاده از شبکه‌های مخابرات سلولی منجر به افزایش پیچیدگی این شبکه‌ها شده است. این موضوع به نوبه خود هزینه‌های اپراتورها را افزایش داده است. از جمله بخش‌هائی که راه‌اندزی و نگهداری آن هزینه‌های زیادی بر اپراتورها تحمیل می کند، بخش دسترسی رادیوئی شبکه (RAN) است. در حال حاضر بازار تجهیزات این بخش غیر رقابتی بوده و توسط تعداد محدودی فروشنده کنترل می‌شود. در سال‌های اخیر به منظور مقابله با این بازار غیررقابتی مفهوم open RAN مورد توجه قرار گفته است. ایده اصلی در این حوزه، استانداردسازی و باز نمودن واسط های بین بخش های مختلف RAN به نحوی است که اپراتورها امکان تامین بخش‌های مختلف شبکه (شامل نرم‌افزار و سخت‌افزار) از فروشندگان متفاوت را داشته باشند. از آنجا که عمده پردازش‌های مورد نیاز در RAN به صورت نرم‌افزاری قابل پیاده‌سازی است، توسعه نرم‌افزارهای متن باز برای RAN نیز در کنار استانداردسازی open RAN مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله به معرفی مفهوم open RAN و معماری آن، و نرم‌افزارهای متن باز توسعه داده شده برای آن پرداخته می‌شود.

مقدمه

شبکه‌های مخابرات سلولی در پنجاه سال گذشته دچار تحولات چشمگیری شده‌اند، به طوری که از ارائه سرویس صوت[1] در نسل اول، به ارائه سرویس‌های با نرخ بالا و تأخیر بسیار کم در کاربردهایی مانند بازی‌های برخط[2] و خودروهای خودران[3] در نسل پنجم ارتقا یافته‌اند. در طی این تحولات، پیچیدگی شبکه‌ها، و به دنبال آن هزینه‌های سرمایه‌ای (CAPEX[4]) و هزینه‌های عملیاتی (OPEX[5]) اپراتورها رشد قابل توجهی داشته است. به منظور حفظ حاشیه سود و همچنین ارائه سرویس‌های مقرون به صرفه به کاربران، اپراتورها به دنبال راه‌هایی هستند که هزینه‌های خود را تا حد ممکن کاهش دهند. مطابق آمار حدود ۷۰ درصد از هزینه‌های اپراتورها مربوط بـــه هزینه‌های راه‌اندازی، مدیریت و نگهداری شبکه دسترسی رادیوئی (RAN[6]) می‌شود [1]، بنابراین کاهش هزینه‌ها در RAN بسیار مورد توجه است. در شبکه‌های سلولی فعلی، واسط[7] بین اجزای مختلف گره‌های RAN[8] (به عنوان نمونه واسط بین BBU[9] و RRU[10] در eNB) توسط فروشـــندگان[11] و به صورت اختصاصی شده پیاده‌سازی می‌شود، در نتیجه لازم است همه اجزای گره‌ها توسط یک فروشنده تأمین شوند. همین مطلب در مورد مؤلفه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری نیز صادق است. به عبارت دیگر در شرایط موجود، اپراتورها ناگزیر از تامین تمام اجزای هر یک از گره‌های شبکه از یک فروشنده هستند. این موضوع سبب می‌شود که بازار RAN در اختیار تعداد محدودی فروشـــنده بوده و بنابراین غیر رقابتی باشد و اپراتورها در انتخاب اجزای شبکه آزادی عمل نداشته باشند.

در چند ســـال اخیر و به منظور مقابله با بازار غیر رقابتی مفهوم open RAN مورد توجه قرار گفته است. ایده اصلی این است که با استانداردسازی و باز نمودن واسط‌های بین اجزای مختلف RAN، این امکان برای اپراتورها فراهم شود که اجزای مختلف RAN را از فروشندگان متفاوت تهیه نمایند.

1- Voice
2- Online gaming
3- Autonomous car
4- Capital expenditures
5- Operational expenditure
6- Radio Access Network
7- interface
8- Nodes
9- Baseband Unit
10- Remote Radio Unit
11- Vendors

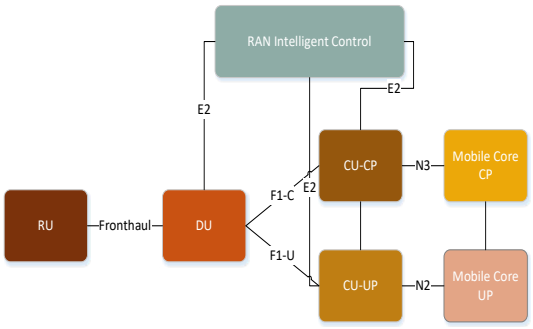
این روش منجر به ورود فروشندگان خرد به بازار شده، تنوع را برای اکوسیستم به ارمغان آورده، زمان ورود به بازار[12] را کم کرده، و در نهایت هزینه‌های اپراتور را کاهش می‌دهد. نکته قابل توجه این است که از پیش‌نیازهای بهره‌گیری مناسب از واسط‌های باز در شبکه، ماژولار بودن معماری شبکه است به نحوی که توابع مختلف به شکلی مناسب بین اجزای شبکه شکسته شده باشند.

در ادامه به اجزای شبکه دسترسی رادیوئی و شکست عملکردی[13] در RAN، معماری O-RAN، و نرم‌افزارهای متن باز توسعه داده شده در حوزه RAN پرداخته می‌شود.

کلمات کلید.
Open RAN، شکست عملکردی، اتحادیه O-RAN، نرم‌افزارهای متن باز

اجزاء شبکه دسترسی رادیوئی

لازمه بهره‌گیری مناسب از استانداردسازی واسط‌های باز در RAN، تفکیک توابع و ماژولار بودن ساختار گره‌های RAN است. در نسخه ۱۵ از استاندارد 3GPP، RAN به سه جزء واحد رادیوئی (RU[14])، واحد توزیع‌شده (DU[15]) و واحد متمرکز (CU[16])، مطابق شکل ۱، تقسیم‌بندی شده است [۲]. در حالت کلی تقسیم‌بندی وظایف بین این اجزا را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:



شکل ۱- معماری RAN [۲]

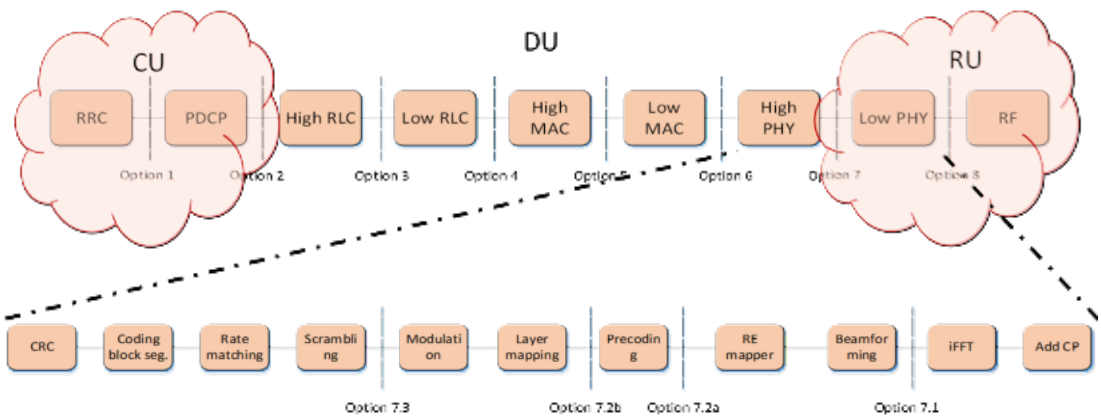
واحد رادیوئی: این بخش وظیفه دریافت (و ارسال) سیگنال رادیوئی از (به) تجهیزات کاربر و همچنین تقویت و دیجیتال (انالوگ) نمودن آن را برعهده دارد. RU در نزدیکی آنتن قرار دارد یا در آن ادغام شده است. همچنین ممکن است پردازش‌های زیرلایه‌های پایین لایه فیزیکی مانند IFFT (FFT) نیز در این واحد انجام گیرد.

واحد توزیع‌شده: پردازش‌های بخش‌های بالائی لایه فیزیکی و همچنین لایه‌های MAC[17] و RLC[18] از پشته پروتکلی در این واحد انجام می‌شود. هر DU می‌تواند ترافیک ورودی از چندین RU را ادغام و پردازش کند و ترافیک را بین چندین RU توزیع نماید. ارتباط RU و DU از طریق لینک fronthaul برقرار می‌شود.

واحد متمرکز: این بخش بین DU و شبکه هسته قرار دارد، و پردازش‌های لایه‌های بالای پشته پروتکلی شامل RRC[19]، PDCP[20] و SDAP[21] را انجام می‌دهد. همان طور که در شکل دیده می‌شود، در CU صفحه کنترلی (CP[22]) از صفحه کاربر

12- Time to market
13- Functional split
14- Radio Unit
15- Distributed Unit
16- Centralized Unit

17- Media Access Control
18- Radio link control
19- Radio Resource Control
20- Packet Data Convergence Protocol
21 Service Data Adaptation Protocol
22- Control Plane



شکل ۲- گزینه‌های مختلف در شکست توابع RAN بین DU، RU و CU [۳]

(UP[23]) تفکیک شـــده اســـت. هر CU می‌تواند با چندین DU از طریق لینک midhaul ارتباط داشـــته باشد. لینک ارتباطی بین CU و هسته شبکه نیز backhaul است.

همان طور که در شـــکل ۱ دیده می‌شـــود علاوه بر اجزای فوق، بخش کنترل کننده هوشـــمند RAN (RIC[24]) در شبکه در نظر گرفته شده است. این بخش بستری برای میزبانی برنامه های نرم افزاری در کاربردهای همنواســـازی[25]، خودکارسازی، مدیریت و بهینه‌سازی RAN است.

براساس چگونگی تقســـیم توابع بین اجزاء مختلف، گزینه‌های هشت‌گانه‌ای برای شکست عملکرد مطابق شکل ۲ در استاندارد دیده شده است، که هریک نیازمندی‌های متفاوتی داشته و بسته به شـــرایطی مانند نرخ دیتا در fronthaul و تأخیر موردنیاز قابل پیاده‌سازی هستند.

در شرایطی که همه بخش‌های RAN توسط یک فروشنده ارائه شوند، معمولا تأمین کننده تجهیزات از واسط‌های اختصاصی خود برای برقراری ارتباط میان مولفه‌های مختلف استفاده می‌کند. اما در سناریوهایی که تجهیزات توسط چندین تولید کننده، توسعه داده شده‌اند، لازم است واسط‌های استاندارد بین اجزای مختلف پیاده‌سازی شود.

معماری O-RAN

شاید بتوان اتحادیه O-RAN[26] را به عنوان مهم‌ترین بازیگر عرصه open RAN معرفی نمود. این اتحادیه در سال ۲۰۱۸ با مشارکت پنج اپراتور مطرح شـــامل AT&T، China Mobile، Deutsche Telekom، NTT DOCOMO و Orange فرآیند استانداردسازی اجزای مختلف RAN و واسط‌های بین آن‌ها را با هدف باز نمودن و همچنین افزودن هوشـــمندی به RAN آغاز نمود. در کنار این هدف، و به منظور عملیاتی نمودن استانداردهای ارائه شده، این اتحادیه در زمینه تست و یکپارچه‌سازی نیز فعالیت‌هایی انجام می‌دهد و آزمایشگاه‌هایی را در برخی کشورها برای تست و تأیید تجهیزات راه‌اندازی نموده است. این اتحادیه در همکاری با بنیاد لینوکس در سال ۲۰۱۹ با تشـــکیل جامعه نرم‌افزاری O-RAN (O-RAN SC[27]) گام مهمی در توســـعه نرم‌افزارهای متن باز در حوزه RAN برداشته است.

در استانداردســـازی انجام شـــده در اتحادیه O-RAN، option 7.2 در تفکیک RU و DU، و option2 به عنوان نقطه شکســـت DU و CU در نظر گرفته شده اســـت. معماری ارائه شده توسط O-RAN در شکل ۳ نمایش داده شـــده است [۴]. شرح عملکرد اجـــزای O-DU، O-RU و O-CU مشـــابه موارد بیان شـــده در بخش قبل اســـت. پردازش‌های مورد نیاز در O-DU و O-CU به صورت نرم‌افزاری قابل پیاده‌ســـازی هستند و این اجزا به صورت نرم‌افزارهای مجازی‌سازی شده بر روی سخت‌افزارهای عمومی اجرا می‌شوند. بخش RIC شامل دو زیر بخش نزدیک بلادرنگ[28] و غیر بلادرنگ[29] است. RIC نزدیک بلادرنگ در لبه شبکه مستقر شده و حلقه های کنترلی با تناوب بین ۱۰ میلی ثانیه تا ۱ ثانیه را اجرا می کند. این بخش معمولاً بـــه چندین گره RAN مرتبط است و می تواند بر کیفیت ســـرویس صدها یا هزاران کاربر تأثیر بگذارد. RIC غیر بلادرنگ بخشی از چارچوب SMO[30] بوده و در بهینه‌سازی هوشمند RAN در حلقه‌های کنترلی با تناوب بیشتر از ۱ ثانیه مکمل RIC نزدیک بلادرنگ است. این واحد اطلاعات مورد نیاز در مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین در RIC نزدیک بلادرنگ را فراهم می‌آورد. در این معماری O-cloud پلتفرم رایانش ابری متشکل از مجموعه‌ای از گره‌های زیرساخت فیزیکی است که الزامات O-RAN برای میزبانی از توابع مربوطه، اجزای نرم‌افزار پشتیبانی، و توابع مدیریت و همنواسازی را برآورده می‌نماید. این بســـتر مجموعه‌ای از واحدهای پردازش، حافظه، ذخیره‌سازی و

23- User Plane
24- RAN Intelligent Control
25- orchestration
26- O-RAN Alliance
27- O-RAN Software Community
28- Near real time RIC
29- Non real time RIC
30- Service Management and Orchestration

مانند آن است. همه واسط‌های نشان داده شده در این معماری، مانند E2، O2، O1 و F1 توسط O-RAN استانداردسازی شده‌اند. همچنین در این معماری بین اجزای یک گره شبکه با گره‌های دیگر واسط‌هایی (مانند X2-C که بین CU-CP یک گره و CU-CP گره دیگر قرار دارد) وجود دارد که در این شکل نمایش داده نشده‌اند.

نرم‌افزارهای متن باز در حوزه RAN

در دنیای نرم‌افزار، استفاده از راهکارهای مبتنی بر نرم‌افزارهای متن باز سابقه نسبتاً طولانی دارد. استفاده از نرم‌افزارهای متن باز علاوه بر هزینه‌های پایین‌تر، آزادی عمل بیشتری برای توسعه‌دهندگان ایجاد کرده و انعطاف بیشتری در توسعه محصول نهایی به همراه دارد. به دلیل مشارکت گروه‌های مختلف در توسعه، این نرم‌افزارها کیفیت بالایی دارند. همچنین با توجه به فراهم بودن امکان دسترسی به متن، این نرم افزارها دارای شفافیت بالاتری هستند. در شبکه‌های مخابرات سلولی نیز گرایش روز افزونی به استفاده از نرم‌افزار های متن باز بوجود آمده است. در حوزه RAN و با توجه به گسترش مفهوم open RAN و امکان تامین بخش‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری از فروشندگان متفاوت، توسعه نرم‌افزارهای متن باز در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه به سه نمونه از پروژه‌های توسعه نرم‌افزارهای متن باز در این حوزه پرداخته می‌شود.

اتحادیه نرم‌افزار OpenAirInterface (OAI) [۵]: این اتحادیه یک کنسرسیوم متشکل از اعضای صنعتی و تحقیقاتی است که در سال ۲۰۰۹ توسط EURECOM برای توسعه نرم‌افزارهای متن باز مورد نیاز در شبکه‌های سلولی ایجاد شده است. توسعه نرم‌افزارها در این پروژه از نسخه ۸ استانداردهای 3GPP آغاز شده و همچنان ادامه دارد. در این پروژه به توسعه نرم‌افزار برای هر دو بخش هسته و رادیوی شبکه سلولی پرداخته شده است. نرم‌افزار توسعه داده شده قابلیت اجرا بر روی سخت‌افزارهای عمومی و همچنین اتصال به تجهیزات کاربری از طریق USRP[31] را دارد. در مقایسه با نسل چهارم (4G)، پیاده‌سازی استانداردهای نسل پنجم (5G) در مراحل اولیه است. در نقشه راه تعیین شده برای توسعه شبکه 5G، در فاز اول راه‌اندازی 5G NSA[32] در دستور کار قرار دارد. در ادامه با توسعه هسته 5G، شبکه به صورت 5G SA پیاده‌سازی خواهد شد. از نکات قابل توجه در پروژه OAI، انطباق آن با مستندات 3GPP، وجود برنامه بلند مدت در توسعه نرم‌افزار، و مستندسازی خوب است.

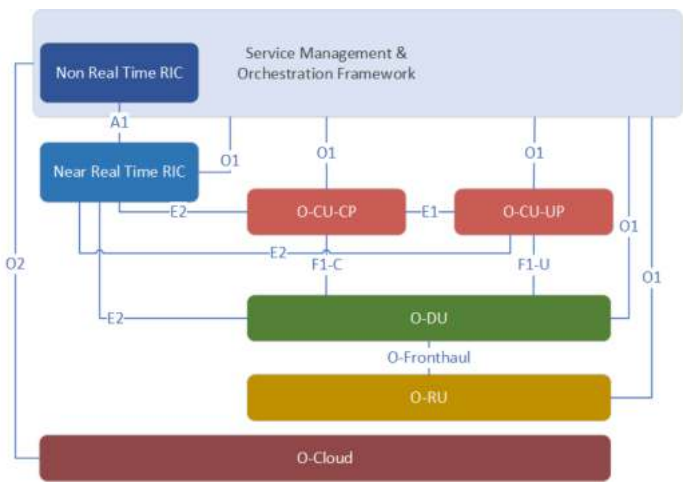
جامعه نرم‌افزاری O-RAN SC[33] [۶]: این جامعه در سال ۲۰۱۹ با هدف توسعه نرم‌افزارهای متن باز مبتنی بر استانداردهای O-RAN ایجاد شد. توسعه نرم‌افزار برای اجزای مختلف RAN و واسط‌های آن‌ها در پروژه‌های ۱۱ گانه‌ای انجام می‌شود، و هر شش ماه یکبار نسخه جدید نرم‌افزار منتشر می‌گردد. از مزایای این پروژه می‌توان به انطباق آن با استانداردهای O-RAN و مستندسازی مناسب نام برد. این پروژه محدود به بخش رادیوئی شبکه است. همچنین توسعه نرم‌افزار برای بخش O-CU در سال ۲۰۲۰ متوقف شده است.

پروژه srsRAN [۷]: این پروژه در ابتدا با نام srsLTE به توسعه نرم‌افزار برای 4G پرداخته است. با اضافه شدن توسعه نرم‌افزار بخش رادیوئی 5G نام پروژه به srsRAN تغییر کرد. پیاده‌سازی 5G در این پروژه در فازهای مقدماتی بوده و در حال حاضر به 5G NSA محدود است. همچنین همه لایه‌های پشته پروتکلی استاندارد شده توسط 3GPP در نرم‌افزار توسعه داده شده پیاده‌سازی نشده‌اند.

جمع‌بندی

با توجه به علاقه اپراتورها به کاهش هزینه‌ها از طریق رقابتی

31- Universal Software Radio Peripheral
32- Non-standalone
33- O-RAN Software Community



شکل ۳- معماری O-RAN [۴]

شدن بازار تجهیزات، در این مقاله به بررسی مفهوم open RAN به عنوان مولفه‌ای مهم در ورود فروشندگان خرد به بازار تجهیزات RAN پرداخته شد. ساختار ماژولار RAN برای پیاده‌سازی این مفهوم ارائه گردید. با توجه به فعالیت قابل توجه اتحادیه O-RAN در استانداردسازی و توسعه open RAN، معماری ارائه شده توسط این نهاد به اختصار مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که در open RAN امکان تامین بخش‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری از فروشندگان مختلف وجود دارد و با توجه به مزایای نرم‌افزارهای متن باز (مانند هزینه‌های کم و شفافیت بالا)، نمونه‌هایی از نرم‌افزارهای متن باز توسعه داده شده برای RAN نیز در این مقاله معرفی گردیدند.

منابع:

[1] J. Wang, H. Roy, C. Kelly, "Openran: The Next Generation of Radio Access Networks," Accenture strategy, 2019.
[2] L. M. Larsen, A. Checko, and H. L. Christiansen, "A survey of the functional splits proposed for 5g mobile crosshaul networks," IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2018.
[3] 3GPP, "5G; NG-RAN; Architecture description," TS 38.401 v. 15.2.0, July 2018.
[4] O-RAN Working Group 1, "O-RAN Architecture Description 6.00," ORAN. WG1.O-RAN- Architecture-Description-v05.00 Technical Specification, March 2022.
[5] https://openairinterface.org/
[6] https://wiki.o-ran-sc.org/
[7] https://www.srslte.com/

فناوری‌هایی برای بهبود عملکرد رابط رادیویی در 5G و فرا 5G

توسعه سیستم‌های IMT برای ســـال ۲۰۳۰ و پس از آن نیازمند بازنگری تکامل بخش هایی از رابط رادیویی در این سیستم‌ها می‌باشد. نقش ماژولار بودن و مکمل بودن راه‌حل‌های فناوری جدید به طور فزاینده‌ای در توسعه سیستم‌های پیچیده‌تر اهمیت پیدا می کند. استفاده از فناوری های جدید در لینک رادیویی، موجب می‌شود که نقش IMT-2030 و فراتر از آن، به‌عنوان یک سیستم همه‌منظوره فراگیر در نظر گرفت، به‌جای اینکه صرفاً یک فناوری توانمندساز باشد که منجر به وابستگی‌های فنی پیچیده می‌شود. در این مقاله، خلاصه ای از سیستم های کاربردی نوظهور برای لینک رادیویی بررسی می گردد.

کلید واژه ها: افزایش نرخ داده در 5G، 6G، ITU، IMT-2030، RAN

مهدی نوری

فوق دکتری مهندسی برق مخابرات از دانشگاه صنعتی شریف
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

مقدمه

نقش IMT تا سال ۲۰۳۰ و بعد از آن این است که بسیاری از دستگاه‌ها، فرآیندها و انسان‌ها را به صورت شناختی به یک شبکه اطلاعات جهانی متصل کند، و در نتیجه فرصت‌های جدیدی را بوجود می آورد. با توجه به چرخه های مختلف توسعه آن، روند به سمت نرخ داده بالاتر تا سال ۲۰۳۰ ادامه خواهد داشت، جایی که اوج نرخ داده ممکن است به نرخ‌های ترابیت در ثانیه در داخل خانه نزدیک شود، که به پهنای باند در دسترس زیادی نیاز دارد که منجر به ارتباطات (زیر) ترا هرتز می‌شود. در خدمات، روندها و فرصت های جدید بالقوه، سه سناریوی استفاده شرح داده شده در IMT-2020 عبارتند از eMBB، mMTC و URLLC همچنان مرتبط باقی خواهند ماند.

در نتیجه، فناوری‌های جدیدی میبایســـت به افزایش بهروری بیشتر شبکه RAN کمک کند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

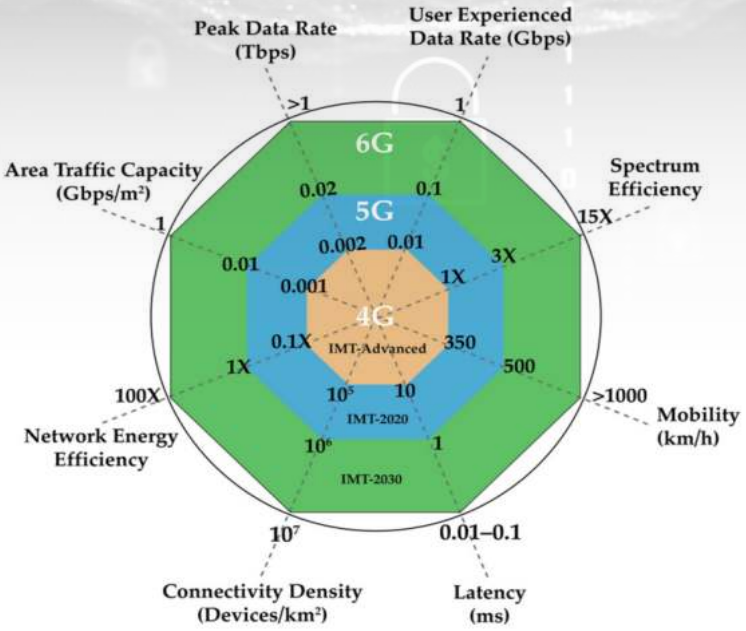
- طرح های مدولاسیون پیشرفته
- طرح های کدگذاری پیشرفته
- شکل موج های پیشرفته
- دسترسی چندگانه
- فناوری های پیشرفته آنتن دهی
- E-MIMO[1] با نوع جدیدی از آرایه های آنتن
- E-MIMO با مکانیزم توزیع شده
- سطح هوشمند قابل تنظیم مجدد (RIS)[2]

فناوری های جدید

طرح‌های مدولاسیون پیشرفته

مدولاسیون یکی از جنبه هایی است که می توان در IMT تا سال

1- Enhanced-MIMO
2- Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS)



شکل ۱ - تفاوت الزامات کارکردی نسل های مختلف از 4G تا 6G [۱]

۲۰۳۰ و بعد از آن تجدید نظر کرد. صورت فلکی مدولاسیون دامنه مربعی مرتبه بالا QAM برای بهبود بـــازده طیفی در موقعیت‌های سیگنال به نویز بالا استفاده شده است. با این حال، به دلیل غیر خطی بودن سخت افزار، مزایای به دست آمده در صورت فلکی QAM مرتبه بالاتر به تدریج کاهش می یابد. انتظار می رود قابلیت ارتباط با سرعت داده بالا یک IMT تا سال ۲۰۳۰ و پس از آن انتقال لینک حداقل ۱۰-۱۰۰ برابر IMT-۲۰۲۰ برای دستیابی به هدف ۱ ترابیت بر ثانیه بهبود یابد. پیاده سازی های رادیویی معمولاً در محدوده ۱۰٪ پهنای باند نسبی (BW) محدود هستند و بنابراین این بدان معنی است که حتی در ناحیه mmWave بالایی (۱۰۰-۳۰۰ گیگاهرتز)، یک فرستنده گیرنده RF تنها می تواند پهنای باند ۲۰-۳۰ گیگاهرتز را پشتیبانی کند، مشـــروط به خطی بودن اجزای رادیویی، ۱ ترابیت بر ثانیه از داده‌های رمزگذاری نشـــده به ۱ تراهرتز پهنای باند با مدولاسیون باینری نیاز دارد. مدولاسیون های مرتبه بالاتر با بازده طیفی بهتر، BW در محدوده ۱۷۰ گیگاهرتز برای ۶۴ QAM کاهش می یابد. با توجه به اینکه بالاترین باندهای RF مورد بررسی برای استفاده IMT-۲۰۲۰ در محدوده ۱۰۰ گیگاهرتز هستند، این هنوز بسیار چالش برانگیز به نظر می رسد، و حتی باندهای mmWave پایین تر که از حدود ۲۴ گیگاهرتز شروع می شوند، به تازگی به صورت تجاری افزایش می یابند. پیشنهاد شد که پهنای باند مورد نیاز برای ارتباطات ۱ ترابیت بر ثانیه باید حداقل به شش و ترجیحاً تعداد بیشتری از کانال های متعامد موازی و بدون تداخل متقابل تقسیم شود. به عنوان مثال، روش های مدولاســـیون جدید، طرح‌های مبتنی بر شـــکل دهی سیگنال، در سیستم‌های دیگر به کار گرفته شده‌اند و ثابت شده‌اند که در ارتباطات فیبر نوری یا سیستم پخش موثر هستند. تحقیقات گسترده‌ای برای طرح‌های مدولاسیون نسبت توان کم پیک به متوسط با عملکرد خوب برای فعال کردن اینترنت اشیا با دستگاه‌های کم‌هزینه، پوشش لبه در ارتباطات THz، برنامه‌های صنعتی-IoT با قابلیت اطمینان بالا و غیره مورد نیاز است. اگرچه گیرنده می تواند بیشترین جبران را بکند، نویز فاز باقیمانده همچنان بر عملکرد تاثیر می گذارد. بنابراین، یک طرح مدولاسیون جدید با قابلیت سرکوب فاز خوب نویز، یکی دیگر از جهت گیری های تکنولوژیکی حیاتی در باند THz است.

طرح های کدگذاری پیشرفته

علاوه بر مدولاســـیون جدید، کدهای جدید نیز باید طراحی شوند. برنامه‌های در حال ظهور به طرح‌هـــای کدگذاری کانال جدید نیاز دارند تا دو الزام را برطرف کنند: عملکرد فوق العاده و موارد استفاده متنوع. عملکرد فوق العاده شامل سرعت داده سریعتر، قابلیت اطمینان بیشتر، پیچیدگی کمتر و مصرف انرژی کمتر است. به عنوان مثال، AR/VR با وفاداری بالا به ســـرعت داده بالاتری نسبت به کدهای کانال IMT-۲۰۲۰ نیاز دارد. رانندگی خودکار نیاز به تأخیر و قابلیت اطمینان سرتاسری دارد، و درخواست طراحی کد کوتاه نزدیک به محدوده عملکردی با طول محدود است. تقاضاهای متنوع تر عمدتاً از شبکه های ناهمگن همگرا و ارتباطات نوع ماشینی ناشی می شود. این الزامات، یعنی توان عملیاتی (پیک/نرخ داده تضمینی)، بازده انرژی و هزینه، عمر باتری، تاخیر رابط هوا، قابلیت اطمینان و پوشش و غیره در مجموعه‌ای از KPI-tuples خلاصه می‌شوند که طرح‌های کدگذاری کانال آینده باید با آن‌ها مقابله کنند. توان عملیاتی یک رمزگشا در یک دستگاه آینده به صدها Gbit/s خواهد رسید. لینک‌های زیرساخت حتی بیشتر از این درخواست می کنند، زیرا توان عملیاتی کاربر را در یک سلول یا سلول مجازی جمع‌آوری می کنند، که انتظار می‌رود به دلیل چندگانه‌سازی فضایی افزایش یابد. با این حال، تنها با تکیه بر پیشرفت فناوری تولید مدار مجتمع ظرف ده سال، دستیابی به چنین توان عملیاتی بالایی دشـــوار خواهد بود. راه حل ها را باید در سمت الگوریتم نیز یافت.

برای توسعه بیشتر فناوری‌های IMT، طرح‌های کدگذاری پیشرفته، از جمله نسخه‌های پیشرفته کدگذاری قطبی، بررسی برابری با چگالی کم (LDPC) و سایر فناوری‌های کدگذاری نیاز به بررسی دارند. با

توجه به تقاضاهای متنوع، کدهای پیشرفته باید عملکرد برتر را در طیف وسیعی از طول ها و نرخ های کد نشان دهند، از انتخاب های انعطاف پذیر رمزگشاها پشتیبانی کنند و ترجیحاً در یک چارچوب واحد متحد شوند. برای دستیابی به توان عملیاتی بالاتر از سیستم‌های IMT قدیمی، هم طراحی کد و هم الگوریتم‌های کدگذاری/رمزگشایی مربوطه باید در نظر گرفته شوند تا پیچیدگی رمزگشایی کاهش یابد و موازی‌سازی رمزگشایی بهبود یابد. علاوه بر این، برای یک رمزگشای کدگذاری کانال، حفظ سطح مصرف انرژی معقول حیاتی است. با توجه به افزایش چشمگیر نیاز توان عملیاتی، مصرف انرژی در هر بیت باید حداقل ۱ تا ۲ مرتبه بزرگی کاهش یابد. طرح‌های سناریومحور کاربردی باید در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، برای سناریوی ترکیبی eMBB+URLLC، طراحی کد تصحیح خطای پیشرو (FEC) باید "نرخ کد بالاتر (برای سرعت داده بالاتر) + توانایی تصحیح خطا قوی تر (برای قابلیت اطمینان بیشتر) + خطای کمتر را در نظر بگیرد. طبقه (برای تأخیر کمتر به دلیل کاهش تعداد ارسال مجدد درخواست تکرار خودکار ترکیبی (HARQ). در آینده، طرح‌های کدگذاری کانال سناریویی با قابلیت اطمینان بالا باید «طبقه خطا» کمتر و عملکرد «آبشار» بهتری نسبت به IMT-۲۰۲۰ ارائه کنند. کدهای کوتاه و متوسط با عملکرد عالی باید در نظر گرفته شوند.

علاوه بر این، استراتژی‌های کدگذاری جدید باید هم تصحیح خطای رو به جلو و هم مکانیسم‌های جدید انتقال مجدد/بازخورد تکراری را در بر گیرند. این مورد به ویژه برای برنامه هایی که به بسته های کوتاه نیاز دارند، مانند سیستم های اینترنت اشیا، صادق است. کدهای LDPC و کدهای قطبی که طول بلوک کوتاهی دارند برای سیستم‌های IMT-۲۰۲۰ برای استفاده در ترافیک و کنترل کانال های UL/DL استفاده شده‌اند. از یک طرف، کدهایی با طول بلوک کوتاه کمتر قابل اعتماد هستند، به طوری که نمی توان به راحتی انتقال بدون خطا را تضمین کرد. افزایش احتمال خطا ممکن است نیاز به ارسال مجدد درخواست تکرار خودکار ARQ را افزایش دهد، که ممکن است برای برنامه های حساس به زمان که نیاز به تأخیر بسیار کم دارند مناسب نباشد. از سوی دیگر، کدهایی با طول بلوک های طولانی تر نیز حاکی از افزایش تاخیر هستند. برای این منظور، تعامل بین حداقل طول بلوک مورد نیاز و استحکام در برابر خطاهای انتقال باید بهینه شود. علاوه بر این، برنامه های کاربردی کم انرژی اغلب برای ARQ مناسب نیستند، زیرا این امر مستلزم رها کردن دستگاه در حالت غیر خواب برای مدت زمان طولانی است که منجر به افزایش مصرف انرژی می شود.

شکل موج های پیشرفته

در طول دهه گذشته، OFDM[3] تا حد زیادی به غالب ترین قالب مدولاسیون تبدیل شده است. در DL برای IMT-Advanced و IMT-۲۰۲۰ در حال استفاده است. برای برخی از برنامه های آینده، OFDM ممکن است همچنان به دلیل سازگاری باقی بماند. با این حال، برخی از اثرات OFDM مانند حساسیت به پراکندگی فرکانس، و PAPR[4] بالا، ممکن است در فرکانس های mmWave و THz حیاتی تر شوند. علاوه بر این، سیستم IMT آینده با سناریوهای ارتباطی پیچیده بی سابقه ای روبرو خواهد شد، که در آن طراحی شکل موج بهبود یافته ممکن است در سناریوهای خاص برای تضمین عملکرد مطلوب مفید باشد. به عنوان مثال، در سناریوهایی با تحرک بالا یا باندهای فرکانس بالا که دیگر به صورت متعامد بین زیر حامل ها حفظ نمی‌شود. همچنین، در سناریوهایی که به PAPR کم نیاز است، مانند دستگاه‌های کم‌هزینه یا برای کاهش ضربه به تقویت کننده قدرت در باند فرکانس بسیار بالا، طراحی شکل موج جدید نیز باید بررسی شود. DFTs OFDM گونه‌ای از OFDM است که PAPR پایینی را ارائه می کند و قبلاً در سیستم‌های IMT استفاده می شده و بنابراین باید به‌عنوان پایه برای شکل‌های موج PAPR پایین در سیستم‌های IMT آینده نیز در نظر گرفته شود.

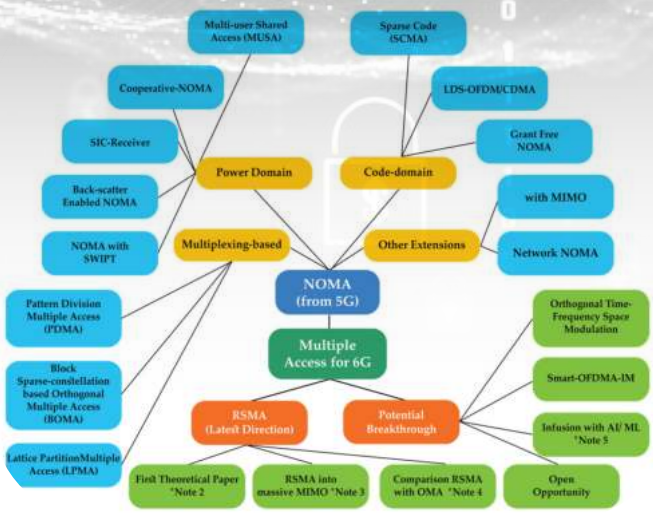
روش های مدولاسیون را می توان در دسته های متعامد، دو متعامد و غیر متعامد طبقه بندی کرد. علاوه بر مالتی پلکس تقسیم فرکانس متعامد کلاسیک OFDM، سایر تکنیک‌های متعامد شامل پسوند تهی OFDM، چند صدایی فیلتر شده FMT، چندحامل فیلتر شده جهانی UFMC، شبکه OFDM، بانک فیلتر OFDM و چند صدایی پلکانی FBMC است. در میان روش‌های دو متعامد، پیشوند چرخه‌ای OFDM، OFDM پنجره‌دار، و مالتی پلکسی تقسیم فرکانس دو متعامد FDM وجود دارد. برای طرح‌های غیر متعامد که نیاز به حذف تداخل بین نمادها از طریق گیرنده‌های پیچیده‌تر دارند، عبارتند از FDM تعمیم‌یافته GFDM و سیگنال دهی سریع‌تر از نرخ نایکوئیست. از نظر تاریخی، جابجایی فرکانس داپلر (یا اثرات دوگانه متغیر زمان آن) مدت‌هاست که به عنوان نوعی درجه آزادی برای ایجاد تنوع بیشتر در نظر گرفته می‌شود. طراحی شکل موج دامنه تبدیل شده، یعنی فضای فرکانس زمانی متعامد OTFS یک رویکرد موثر برای برداشت تنوع دامنه داپلر است، زمانی که شکل موج می تواند به اندازه کافی در زمان گسترش یابد تا وضوح داپلر به اندازه کافی کم شود. علاوه بر این، برای سناریوهای با سرعت بالا، OFDM با طراحی سیگنال های مرجع پیشرفته نیز قابلیت ردیابی کانال متغیر زمان را به دلیل اثر داپلر دارد. بنابراین، بهبود بیشتر بر اساس شکل موج OFDM نیز می تواند در آینده بررسی شود.

روش های دسترسی چندگانه

فناوری دسترسی چندگانه، فناوری کلیدی است که تعداد زیادی از کاربران را قادر می سازد تا منابع رادیویی کلی را به اشتراک بگذارند، که سنگ بنای تکامل استانداردهای بی سیم بوده است. می تواند ظرفیت سیستم را افزایش دهد و به کاربران مختلف امکان دسترسی به سیستم را به طور همزمان بدهد. به طور کلی، از طریق اشتراک منابع، دسترسی های چندگانه را می توان به عنوان دسترسی

3- Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM)

4- Peak to average power ratio (PAPR)



شکل ۲- روش های مستعد برای بکارگیری در نسل های 5G و 6G [۳] [۲]

چندگانه متعامد OMA و دسترسی چندگانه غیر متعامد (NOMA)[5] طبقه بندی کرد. دسترسی چندگانه متعامد طولانی ترین طرح دسترسی چندگانه از سیستم ارتباطات سلولی قبلی تا IMT-۲۰۲۰ بوده است. به عنوان یک شکل پیشرفته از FDMA، طرح دسترسی چندگانه تقسیم فرکانس متعامد OFDMA، در هر دو سیستم IMT-Advanced و IMT-۲۰۲۰ استفاده شده است. از سوی دیگر، NOMA همچنین به چندین دستگاه اجازه می دهد تا منابع فیزیکی و زمان و فرکانس یکسانی را به اشتراک بگذارند، در نتیجه تعداد زیادی از دستگاه‌های انتقال پراکنده را به طور موثر به هم متصل می کنند. با این حال، موفقیت این رویکرد در درجه اول به شناسایی کاربر و رمزگشایی داده ها در منابع مشترک بستگی دارد.

الزامات شبکه های آینده بسیار چالش برانگیز است و KPIها به طور قابل توجهی از برنامه ای به برنامه دیگر متفاوت هستند. تکنیک های دسترسی چندگانه نیاز به تفکر مجدد در IMT نسبت به سال ۲۰۳۰ و فراتر از آن دارند، به ویژه به دلیل ادغام اتصالات عظیم و برنامه های کاربردی بسیار کم انرژی. سیستم‌های کنونی از روش‌های دسترسی رقابتی و/یا روش‌های دسترسی بدون مناقشه مانند دسترسی چندگانه تقسیم زمان-فرکانس متعامد برای سیستم‌های سلولی استفاده می کنند. با این حال، این طرح‌های دسترسی چندگانه برای سناریوهایی که هزاران دستگاه یا بیشتر قصد دسترسی به یک BS را دارند، اما با چرخه کاری کم، به خوبی عمل نمی کنند. بنابراین، دسترسی چندگانه جدید باید بسیار پویا و کاربردی باشد، به عنوان مثال، ساختارهای جدیدی که امکان عملکرد بهتر و احتمالاً کاهش بیشتر تأخیر را فراهم می کند. انواع مختلفی از تکنیک های دسترسی چندگانه باید در زیر یک چتر همه جا استفاده شود. چندین نامزد امیدوار کننده برای آن وجود دارد.

دسترسی چندگانه از طریق Massive-MIMO می تواند دارای پتانسیل قوی باشد. این می تواند یک پرتو مستقیم برای هر دستگاه فراهم کند تا امکان مالتی پلکس شدن با تداخل بین پرتو بسیار کم را فراهم کند. با وجود معایب مرتبط مانند هزینه (به عنوان مثال، زنجیره های RF و پیچیدگی، پیشرفت اخیر در MIMO عظیم (به عنوان مثال، آرایه آنتن هولوگرافی یا لنز) از نظر تئوری ثابت می کند که می توان بر این چالش ها غلبه کرد. با این حال، Massive-MIMO یک اندازه مناسب برای همه موارد نیست. در واقع تعداد زیادی آنتن باعث می‌شود MIMO عظیم برای سناریوهای خاص مانند برنامه‌های IoT مناسب نباشد. برای این سناریوها، راه حل های امیدوار کننده دیگری NOMA مانند دسترسی مشترک چند کاربره (MUSA)، دسترسی چندگانه تقسیم الگو (PDMA)، دسترسی چندگانه کد پراکنده (SCMA)، دسترسی چندگانه تقسیم کد پیشوند چرخه ای (CP-CDMA) و غیره وجود دارد. جایی که هر کدام می توانند راه حل های بسیار کارآمد طیفی برای غلبه بر گلوگاه بلوک منابع در زیر ۶ گیگاهرتز ارائه دهند.

برای IMT در سال ۲۰۳۰ و بعد از آن، استفاده از NOMA در سناریوهای متنوع می تواند بیشتر مورد بررسی و شناسایی قرار گیرد تا عملکرد بهتری ارائه دهد. بازنگری اساسی در مورد فناوری‌های دسترسی چندگانه مرسوم به نفع طرح‌های بدون کمک هزینه مناسب برای دسترسی تصادفی گسترده مورد نیاز است. انتظار می‌رود توسعه بیشتر NOMA نیازمندی‌های آینده از جمله اتصال گسترده‌تر، راندمان طیفی بالاتر، تأخیر کم و پیچیدگی پیاده‌سازی کمتر و ارائه قابلیت‌های خدمات متمایز و غیره را برآورده کند. تکامل NOMA باید شناسایی سناریوهای کاربردی بالقوه‌ای را که می تواند منعکس کننده سود NOMA و تکامل خود فناوری NOMA باشد، در نظر بگیرد. بسته به نیازهای آتی و ویژگی های فناوری NOMA، سناریوهای کاربردی بالقوه ای که می توانند منعکس کننده سود NOMA باشند، به ویژه تحت اتصال عظیم باید شناسایی شوند. به عنوان مثال، در سناریوی برنامه های اتصال عظیم، توالی های بیشتری برای پشتیبانی از انتقال همزمان تعداد زیادی از پایانه ها باید تولید شوند. علاوه بر بحث بالا در مورد طرح های مختلف دسترسی چندگانه برای اشتراک منابع، از رویه دسترسی، دسترسی چندگانه را می توان به عنوان دسترسی چندگانه مبتنی بر اعطا و دسترسی چندگانه بدون کمک هزینه طبقه بندی کرد.

در دسترسی چندگانه مبتنی بر کمک هزینه، کاربران (یعنی فرستنده‌ها) قبل از ارسال ها توسط یک واحد مرکزی (یعنی یک AP یا

5- Non Orthogonal Multiple Access (NOMA)

یک BS) هماهنگ می شوند و به هر کاربر یک سیگنال/امضای منحصر به فرد اختصاص داده می شود که می تواند توسط گیرنده استفاده شود. برای انجام تشخیص دسترسی چندگانه مبتنی بر اعطا به پروتکل های دسترسی چندگانه اختصاصی برای هماهنگ کردن ارتباطات کاربران در دسترس در سیستم‌ها نیاز دارد. فناوری دسترسی چندگانه مبتنی بر اعطا به بلوغ رسیده است و توسط استانداردهای مختلف ارتباط بی سیم پذیرفته شده است. با این حال، فناوری دسترسی چندگانه مبتنی بر کمک هزینه، که برای شبکه‌های بی سیم انسان محور کنونی طراحی شده است، برای شبکه‌های بی سیم خودمختار اشیا محور آینده برای پشتیبانی از میلیون‌ها دستگاه در شبکه سلولی آینده مناسب نیست. از سوی دیگر، دسترسی های چندگانه بدون اعطا نیازی به انجام هماهنگی کافی بین کاربران ندارد و می تواند به طور کارآمدتری نیاز به تاخیر کم، کمبود اطلاعات زمان بندی، یا الگوی دسترسی انفجاری و تصادفی فعالیت کاربر و غیره را مدیریت کند. فناوری دسترسی چندگانه رایگان عمدتاً در دسترسی اولیه استفاده شده است و برای تحقق دسترسی چندگانه بدون کمک هزینه باید بر چندین چالش غلبه کرد. چالش‌ها عبارتند از محدودیت‌های عملکرد دستگاه‌های انفجاری عظیم که به طور همزمان بسته‌های کوتاه را ارسال می کنند، الزامات کدگذاری و طرح‌های مدولاسیون با پیچیدگی کم و کارآمد انرژی برای دسترسی گسترده، و روش‌های تشخیص کارآمد برای تعداد کمی از کاربران فعال با انتقال پراکنده. به عنوان مثال، گزارش شده است که دسترسی چندگانه URLLC، زمان‌بندی و پروتکل‌های کارآمد طیفی باید برای URLLC باند پهن ایجاد شود، و دسترسی چندگانه بدون کمک هزینه برای URLLC عظیم مورد نیاز است. خاطرنشان می‌شود که

- تکنیک‌های انتقال فوق باند با استفاده از فناوری جدید طیف یا آنتن باید در نظر گرفته شوند،
- پروتکل، کانال‌سازی و زمان‌بندی کارآمد طیفی باید برای تضمین QoS URLLC توسعه داده شود،
- طرح‌های دسترسی چندگانه که از هر دو بزرگ پشتیبانی می کنند. اتصال و تأخیر بسیار کم باید توسعه یابد.

علاوه بر این، برخورد بسته های متعدد در یک شکاف یکی از چالش های اصلی در تحقیقات NOMA است. برای حل این برخوردها و پشتیبانی از انتقال بدون کمک هزینه بارگذاری بالای کاربر، طراحی لایه فیزیکی غیر متعامد باید در نظر گرفته شود. NOMA به خوبی در طرح های مبتنی بر کمک هزینه تحقیق شده است. با این حال، در انتقال بدون کمک هزینه، نمی توان از کنترل جهانی توان، تخصیص منابع و پیکربندی استفاده کرد، که چالشی را برای مقابله با تداخل بین کاربر IUI ایجاد می کند. تبعیض یک بعدی حوزه قدرت ناشی از اثر نزدیک به دور انتقال بدون کمک هزینه برای مقابله با IUI شدید کافی نیست. بنابراین، حوزه‌های با ابعاد بالاتر مانند دامنه کد و حوزه فضایی باید در نظر گرفته شوند. در طرح‌های بدون اعطای دامنه کد، فرستنده‌ها کدهای گسترش غیرمتعامد خود را از پیش پیکربندی یا به‌طور تصادفی انتخاب می کنند. در سمت گیرنده، کدها شناسایی شده و برای کاهش IUI استفاده می شوند. دانش قبلی از ویژگی های آماری داده ها (به عنوان مثال، شکل صورت فلکی)، کتاب کد، و نتیجه CRC باید به طور کامل برای تشخیص پیشرفته کور استفاده شود.

دسترسی تصادفی مبتنی بر حسگر فشرده CS به عنوان یک فناوری پردازش سیگنال برای اتصال گسترده با دسترسی تصادفی بدون کمک هزینه یا بدون منبع دوباره ظهور کرده است. یک شبکه اینترنت اشیا معمولی شامل الگوهای ترافیکی پراکنده است زیرا تنها زیر مجموعه کوچکی از دستگاه‌ها در هر بازه زمانی فعال می‌شوند تا مصرف انرژی را به حداقل برسانند. با توجه به اینکه برخی از دستگاه‌های فعال ابتدا مقدمه‌های منحصر به فرد خود (فراداده) را قبل از ارسال مستقیم سیگنال‌های داده به ایستگاه پایه ارسال می کنند، در اینجا، CS می تواند به طور موثر برای شناسایی دستگاه‌های فعال و تخمین کانال‌های آن‌ها از ابرداده‌های ارسال شده توسط دستگاه‌های IoT اعمال شود. همچنین اشاره شده است که دسترسی تصادفی بدون کمک هزینه یا بدون منبع می تواند سربار سیگنالینگ را به قیمت پیچیدگی محاسباتی بالا در ایستگاه پایه کاهش دهد و همچنین کارایی انرژی را بهبود بخشد.

سطح هوشمند قابل تنظیم مجدد

به طور سنتی، محیط انتشار بین فرستنده و گیرنده به عنوان یک جزء غیر قابل کنترل از سیستم های بی سیم درک می شود. با این حال، RIS به‌سرعت به‌عنوان یک روند کلیدی فناوری بی‌سیم برای فراتر از سیستم‌های IMT-۲۰۲۰ در حال ظهور است، جایی که کنترل پویا بر محیط رادیویی را با تطبیق پارامترهای کانال مانند فاز، دامنه، فرکانس و قطبش از طریق پراکندگی قابل تنظیم امواج الکترومغناطیسی امکان‌پذیر می سازد. به طور خاص، به عنوان نوع جدیدی از آرایه آنتن با یا بدون عناصر فعال مورد استفاده در یک فرستنده گیرنده و/یا یک رله، RIS ها از تعداد زیادی سلول واحد کوچک با طول موج فرعی استفاده می کنند که ویژگی های انعکاس، شکست و جذب فردی آن‌ها را می توان برای ساختن کنترل کرد. محیط رادیویی هوشمند و قابل برنامه ریزی علاوه بر این، ارتباط با انرژی بسیار کارآمد می تواند به دست آید زیرا بدون رمزگشایی، رمزگذاری یا عملیات RF پیچیده عمل می کند.

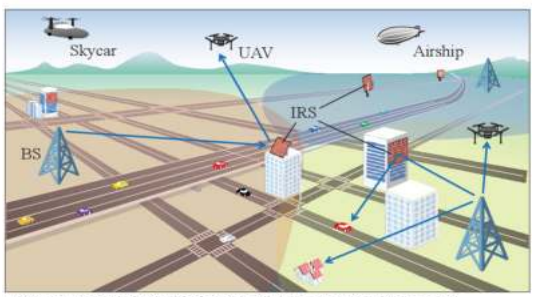


FIGURE 1. Proposed IRS-aided aerial cellular communication system.

شکل ۳- استفاده از سطوح هوشمند RIS در سطح شهر برای بهبود سیگنال رسانی در 6G

RIS ممکن است با استفاده از اجزای عمدتا غیرفعال بدون نیاز به اجزای فعال پرهزینه مانند تقویت کننده‌های توان و ADC و DAC اجرا شود که منجر به هزینه اجرا و مصرف انرژی پایین می‌شود. علاوه بر

این، هزینه های استقرار را کاهش می دهد و در نتیجه امکان استقرار در مناطق بزرگ را بهبود می بخشـــد. RIS تقریباً غیرفعال است و بعید است که قرار گرفتن در معرض میدان های الکترومغناطیسی را افزایش دهد. علاوه بر این، RIS می تواند از وضوح فضایی بالاتر نسبت به آرایه‌های آنتن سنتی پشتیبانی کند زیرا امواج الکترومغناطیسی را می‌توان در هر نقطه از سطح پیوسته خود بازسازی کرد. به دلیل توانایی آن‌ها برای گرفتن هر شکلی، آن‌ها می توانند با سناریوهای کاربردی مختلف سازگار شـــوند و با اشـــیاء موجود (به عنوان مثال، دیوارها، ساختمان ها، تیر چراغ ها و غیره) یکپارچه شوند. راندمان های طیفی بالاتر ممکن است از طریق معرفی RIS در هنگام کار غیرفعال به دست آید. دستاوردهای بازده طیف برای کانال های مایکروویو که در رتبه کامل کار می کنند قابل تحقق نیست. می توان سطوح فعال دیگری را نیز در نظر گرفت، اما این می تواند با استقرار سایت‌های جدیدتر BS قابل مقایسه باشد. سیستم هایی که در باندهای ۲۴-۷۱ گیگاهرتز یا در باندهای بیش از ۱۰۰ گیگاهرتز کار می کنند، IRS/RIS می توانند با ایجاد مسیرهای جایگزین برای شکل موج ارسالی، رتبه کلی کانال را افزایش دهند. RIS کنترل هوشمند محیط انتشار، بهبود قابلیت اطمینان انتقال و دستیابی به راندمان طیف بالاتر را ممکن می سازد. RIS می تواند برای سناریوهای زیر قابل اعمال باشد:

- تســـهیل افزایش رتبه کانال برای دستیابی به سود کامل مالتی پلکســـی در ســـناریوهای NLOS، که می تواند از ناحیه نقطه داغ پشتیبانی کند و ظرفیت سلول را افزایش دهد.
- گسترش پوشش شبکه از جمله پوشش DL در فضای باز و بهبود UL، پوشش فضای باز به داخل، و پوشش خطوط هوایی و غیره
- بهبود عملکرد لبه سلولی و کمک به کاهش تداخل کانال چند سلولی
- آرایه‌های آنتن فازی با استفاده از تنها یک ورودی RF برای هر آرایه و یک شبکه توزیع قابل برنامه‌ریزی برای تغییر دینامیکی جهت شکل دهی پرتو، و امکان MIMO بســـیار عظیم (هزاران عنصر) را با هزینه کم و توان کم
- بهبود موقعیت و عملکرد سنجش
- انتقال برق بی ســـیم و پراکندگی برگشتی برای کاهش مصرف انرژی برای دستگاه های باتری.

برای اینکه RIS برای استقرار موفقیت آمیز تجاری آماده شود، چندین چالش تحقیقاتی باز باید مورد توجه قرار گیرد، از جمله:

- توســـعه مدل های دقیق الکترومغناطیسی دستگاه و مدل های کانال و اعتبارسنجی تجربی آن‌ها
- مطالعه محدودیت‌های اساسی و دستاوردهای بالقوه سیستم‌های ارتباطی به کمک RIS و در نتیجه شناسایی سناریوهایی که در آن استقرار RIS مزایایی نسبت به رله‌های سنتی و ساختارهای بازتابی غیرقابل تنظیم مجدد دارد.
- طراحی غیرفعال شکل دهی پرتو
- تخمین کانال جدید به دلیل عدم وجود زنجیره RF مورد نیاز است
- تحقیق و مطالعه مواد در مورد مسائل پیاده سازی سخت افزار
- پروتکل های کنترل بلادرنگ برای RIS
- چالش‌های بزرگی برای ادغام IRS/RISهای فعال به شبکه اصلی وجود دارد، زیرا یک پیوند اختصاصی برای سیگنال دهی کنترل بین BS و IRSs/RIS خود را به عنوان افزوده‌ای به شـــبکه حمل و نقل موجود با پهنای باند نامشخص و افزایش متعاقب آن نشان می‌دهد.

کنترل تاخیر هواپیما

- پهنای باند پیوندهای انتقال به RIS به تعداد عناصر در RIS/IRS، تعداد بیت‌های کنترلی در هر عنصر، نرخ تازه‌سازی آن‌ها و فواصل زمانی انتقال فریم داده بستگی دارد و همچنین با تعداد مقیاس‌بندی می‌شود. از UE ها در نتیجه، تعداد سطوح در هر بخش/سلول نامشخص است پیوندهای حمل و نقل نیز بر معماری شبکه تأثیر می گذارد که باید تجزیه و تحلیل شود.
- آسیب پذیری عناصر سطحی به دلیل آب و هوای نامساعد. منجر به خرابی پیکسل شود.

RIS ها محیط بی سیم را از یک عامل غیرفعال به یک بازیگر هوشمند تبدیل می کنند، بنابراین کانال قابل برنامه ریزی می شود. نکته مهم این است که با هزینه کم، مصرف انرژی کم و استقرار آسان مشخص می شود. بنابراین، این فناوری بنیادی جدید پارادایم‌های طراحی سیستم بی‌سیم پایه را به چالش می کشد، فرصت‌های نوآوری ایجاد می کند که ممکن است به تدریج بر تکامل معماری سیستم بی‌سیم، فناوری‌های دسترسی و پروتکل های شبکه در دهه آینده تأثیر بگذارد.

نتیجه گیری

این مقاله، روندهای پیشرفت های فناوری در سیستم‌های 5G و فرا 5G زمینی را توصیف می کند که برای بهبود نرخ ارسال و دریافت در رابط‌های رادیویی، پایانه‌های تلفن همراه و شبکه‌های دسترسی رادیویی با در نظر گرفتن بازه زمانی تا سال ۲۰۳۰ و فراتر از آن قابل اجرا هستند. این روندها شامل فناوری‌های نوظهور رادیویی و فناوری‌هایی برای بهبود عملکرد لینک رادیویی و همچنین شبکه رادیویی است. فناوری های شرح داده شده شامل مجموعه ای از توانمندسازهای فناوری بالقوه هستند که ممکن است در آینده به کار گرفته شوند از جمله تکامل IMT از طریق پیشرفت در فناوری و استقرار آن‌ها در لینگ رادیویی هستند. ■

منابع:

[1] Series, M. IMT Vision—Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. Recomm. ITU 2015, 2083, 1–19.
[2] O. Dizdar, Y. Mao and B. Clerckx, "Rate-Splitting Multiple Access to Mitigate the Curse of Mobility in (Massive) MIMO Networks," in IEEE Transactions on Communications, vol. 69, no. 10, pp. 6765-6780, Oct. 2021, doi: 10.1109/TCOMM.2021.3098695.
[3] Miscopein, B.; Doré, J.-B.; Strinati, E.; Kténas, D.; Barbarossa, S. Air Interface Challenges and Solutions for Future 6G Networks. 2019. Available online: https://hal.univ-brest.fr/DRT/cea-01986524v2 (accessed on 2 October 2021).
[4] Recommendation ITU-R M.1457
[5] Recommendation ITU-R M.2012
[6] Recommendation ITU-R M.2150

فناوری همراه
fanavari hamrah
فصلنامه‌ی خبری تحلیلی
بهار ۱۴۰۱ ■ شماره‌ی پنجم

رصد فناوری

وحید عابدی‌فر
دکتری مهندسی برق از دانشگاه شهید بهشتی
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

5G از آنچه فکر می‌کنید به شما نزدیک‌تر است

نگاهی به شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) برای شبکه 5G

مطابق برنامه‌ریزی‌های صورت‌گرفته برای راه‌اندازی شبکه 5G در مقیاس وسیع توسط اپراتورهای داخلی، لازم است به مقوله عملیات شبکه و تأمین کیفیت سرویس (QoS) مناسب برای ارائه سرویس‌های 5G به کاربران توجه شود. در این راستا، این مقاله درصدد است مروری بر شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) برای شبکه 5G به صورت انتها به انتها شامل بُرش شبکه، مبتنی بر جدیدترین استانداردهای 3GPP داشته باشد.

کلیدواژه: فناوری 5G، شاخص کلیدی عملکرد (KPI)، بهینه‌سازی و عملیات شبکه 5G، کیفیت سرویس 5G.

مقدمه:

امروزه روند شتابان راه‌اندازی شبکه 5G توسط اپراتورهای گوناگون در نقاط مختلف دنیا و سرعت روزافزون گرایش کاربران به استفاده از سرویس‌های 5G بر کسی پوشیده نیست. مطابق آمار مؤسسه GSA[1]، تا پایان ماه جولای ۲۰۲۲، تعداد ۲۱۸ اپراتور در ۸۷ کشور جهان، حداقل یکی از سرویس‌های 5G (موبایل یا FWA) را به صورت تجاری راه‌اندازی نموده‌اند. به استناد مراجع معتبر بین‌المللی از جمله اطلاعات منتشرشده توسط "رصدخانه 5G" در اتحادیه اروپا که نهادی برای پایش وضعیت پیاده‌سازی شبکه 5G در دنیا است و با پشتیبانی کمیسیون اروپا، به اطلاع‌رسانی در مورد موضوعات مرتبط با 5G می‌پردازد، می‌توان وضعیت برخی از کشورهای پیشرو در زمینه 5G را (تا جولای ۲۰۲۲) به صورت جدول ۱ خلاصه نمود.

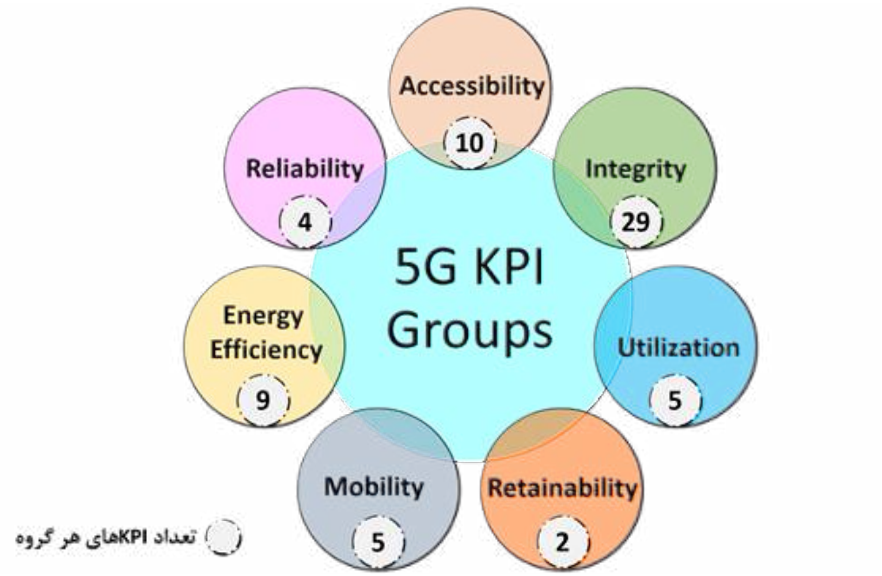
با افزایش نفوذ 5G، یکی از مهمترین وظایف اپراتورهای مخابراتی این است که با راه‌اندازی شبکه 5G مبتنی بر یک طراحی مناسب شبکه، در حین ارائه سرویس به کاربران نیز همواره به پایش وضعیت شبکه 5G بپردازند و با بکارگیری تکنیک‌های مختلف بهینه‌سازی در بخش‌های رادیویی، هسته و انتقال، در پی بهره‌برداری بهینه از منابع شبکه و ارائه QoS و QoE بهتر به کاربران خود باشند. در این راستا، رجوع به شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) به عنوان معیارهای مورد توافق بازیگران مختلف در حوزه فاوا، می‌تواند برای اپراتورها راهگشا باشد.

نهاد 3GPP فعالیت‌های گسترده‌ای برای تعیین KPIهای شبکه 5G به انجام رسانده است. بر اساس جدیدترین نسخه استاندارد [۲]، 3GPP TS 28.554، هفت گروه مختلف از KPIها مطابق شکل ۱ برای یک شبکه 5G انتها-به-انتها که شامل بُرش شبکه 5G نیز می‌باشد، در نظر گرفته شده است. این گروه‌ها عبارتند از Accessibility، Integrity، Utilization، Retainability، Energy Efficiency، Mobility و Reliability. شایان توجه است که KPIهای گروه Availability نیز به عنوان یک گروه جدید برای نسخه‌های آتی استاندارد مذکور، توسط 3GPP مد نظر قرار خواهند گرفت. تعاریفی از این گروه‌های KPI در استاندارد ITU-T E.۸۰۰

1- Global mobile Suppliers AssociationSuppliers Association

	اتحادیه اروپا	ایالات متحده	ژاپن	کره جنوبی	چین
حالت پیاده‌سازی	NSA/SA	NSA	NSA/SA	NSA/SA	NSA/SA
تعداد تقریبی ایستگاه‌های پایه 5G	۱۴۷,۳۰۸	۵۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰	۱۶۲,۰۰۰	۹۱۶,۰۰۰
جمعیت	۴۴۷,۷۰۶,۰۰۰	۳۲۹,۵۰۰,۰۰۰	۱۲۵,۸۰۰,۰۰۰	۵۱,۷۸۰,۰۰۰	۱,۴۰۲,۰۰۰,۰۰۰
تعداد ایستگاه پایه 5G به ازای هر یکصدهزار نفر	۳۳	۱۵	۴۰	۳۱۳	۶۵
تعداد مشترکان 5G (میلیون نفر)	۳۱	۷۹	۱۴,۱۹	۲۱	۳۵۷

جدول ۱: خلاصه وضعیت شبکه 5G در برخی کشورها، [۱].



شکل ۱: گروه‌های مختلف KPI و تعداد آن‌ها برای شبکه 5G مطابق استاندارد 3GPP

ارائه شده است، [۳].
لیست کاملی از KPIهایی که ذیل هر یک از گروه‌های هفتگانه شکل ۱ توسط 3GPP تعریف شده‌اند، در جداول ۲ تا ۸ ارائه شده‌اند. جزئیات مربوط به هریک از این KPIها از قبیل توصیف و فرمول محاسبه آن‌ها در استاندارد [۲]، 3GPP TS 28.554، و [۴]، 3GPP TS 28.552 ذکر شده است.

جدول ۲: لیست KPIهای گروه Accessibility برای شبکه 5G.

KPI Group	Accessibility
KPIs	1. Mean registered subscribers of network and network slice through AMF 2. Registered subscribers of network through UDM 3. Registration success rate of one single network slice 4. Partial DRB Accessibility for UE services 5. PDU session Establishment success rate of one network slice (S-NSSAI) 6. Maximum registered subscribers of network slice through AMF 7. Total DRB accessibility for UE services 8. Mean CM-Connected subscribers of network slice through AMF 9. Maximum on-line subscribers of network slice through AMF 10. PFCP session established success rate of one network and one network slice

HAMRAH-E-AVAL

جدول ۳: لیست KPIهای گروه Integrity برای شبکه 5G

KPI Group	Integrity
KPIs	1. Downlink latency in gNB-DU 2. Downlink delay in NG-RAN for a sub-network 3. Downlink delay in NG-RAN for a network slice subnet 4. Downlink delay in gNB-DU for a NRCellDU 5. Downlink delay in gNB-DU for a sub-network 6. Downlink delay in gNB-DU for a network slice subnet 7. Downlink delay in gNB-CU-UP 8. Downlink delay in gNB-CU-UP for a sub-network 9. Downlink delay in gNB-CU-UP for a network slice subnet 10. Uplink delay in gNB-DU for a NR cell 11. Uplink delay in gNB-DU for a sub-network 12. Uplink delay in gNB-DU for a network slice subnet 13. Uplink delay in gNB-CU-UP 14. Uplink delay in gNB-CU-UP for a sub-network 15. Uplink delay in gNB-CU-UP for a network slice subnet 16. Uplink delay in NG-RAN for a sub-network 17. Uplink delay in NG-RAN for a network slice subnet 18. Average e2e uplink delay for a network slice 19. Average e2e downlink delay for a network slice 20. Upstream throughput for network and Network Slice Instance 21. Downstream throughput for Single Network Slice Instance 22. Upstream Throughput at N3 interface 23. Downstream Throughput at N3 interface 24. DL RAN UE throughput for a NRCellDU 25. DL RAN UE throughput for a sub-network 26. DL RAN UE throughput for a network slice subnet 27. UL RAN UE throughput for a NRCellDU 28. UL RAN UE throughput for a sub-network 29. UL RAN UE throughput for a network slice subnet

جدول ۴: لیست KPIهای گروه Utilization برای شبکه 5G.

KPI Group	Utilization
KPIs	1. Mean number of PDU sessions of network and network Slice Instance 2. Virtualised Resource Utilization of Network Slice Instance 3. PDU session establishment time of network slice 4. Mean number of successful periodic registration updates of Single Network Slice 5. Maximum number of PDU sessions of network slice

جدول ۵: لیست KPIهای گروه Retainability برای شبکه 5G.

KPI Group	Retainability
KPIs	1. QoS flow Retainability 2. DRB Retainability

جدول ۶: لیست KPIهای گروه Mobility برای شبکه 5G.

KPI Group	Mobility
KPIs	1. NG-RAN handover success rate 2. Mean Time of Inter-gNB handover Execution of Network Slice 3. Successful rate of mobility registration updates of Single Network Slice 4. 5GS to EPS handover success rate 5. NG-RAN handover success rate for all handover types

جدول ۷: لیست KPIهای گروه Energy Efficiency برای شبکه 5G.

KPI Group	Energy Efficiency
KPIs	1. NG-RAN data Energy Efficiency (EE) 2. Network slice Energy Efficiency (EE) 3. Estimated Virtualized Network Function (VNF) energy consumption 4. Estimated Virtualized Network Function Component (VNFC) energy consumption 5. Estimated virtual compute resource instance energy consumption based on mean vCPU usage 6. Network Slice Energy Consumption (EC) 7. NG-RAN EC 8. gNB EC 9. Energy Efficiency of 5GC based on the useful output of 5GC user plane

جدول ۸: لیست KPIهای گروه Reliability برای شبکه 5G.

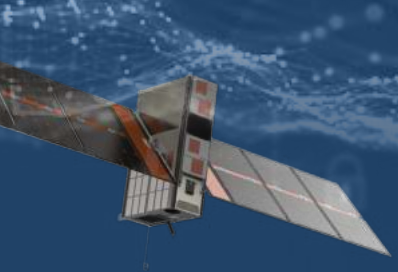
KPI Group	Reliability
KPIs	1. Packet transmission reliability KPI in DL on Uu 2. Packet transmission reliability KPI in UL on Uu 3. Packet transmission reliability KPI in DL on N3 4. Packet transmission reliability KPI in UL on N3

نتیجه‌گیری:

توجه به KPIهایی که در طراحی و بهینه‌سازی شبکه 5G مطرح شده‌اند، نقش مهمی در بهره‌برداری مناسب از منابع شبکه 5G و ارائه سرویس‌های مطلوب به کاربران 5G و تأمین QoS و QoE موردنظر آن‌ها دارد. در این مقاله به KPIهای شبکه 5G در قالب هفت گروه مختلف و مجموعاً شامل ۶۴ شاخص کلیدی عملکرد، مطابق استانداردهای 3GPP، پرداخته شد. ■

منابع:

[1] European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, "5G Observatory, Quarterly Report 16," July 2022.
[2] 3GPP TS 28.554, "5G end to end Key Performance Indicators (KPI)," V17.7.0 (2022-06).
[3] ITU-T E.800, "Definitions of terms related to quality of service," (2008-09).
[4] 3GPP TS 28.552, "5G performance measurements," V17.7.1 (2022-06).



نقش ماهواره‌ها و ارتباطات ماهواره‌ای در 5G

بررسی شبکه‌های ترکیبی زمینی–ماهواره‌ای

چکیده: استفاده از فناوری چند ورودی-چند خروجی عظیم (massive MIMO[1]) در انتشـــار امواج و تکنیک شکل‌دهی پرتو[2] در نسل پنجم ارتباطات (5G)، همچنین ارسال سیگنال در فرکانس امواج میلیمتری (mmWave[3]) و بهره‌گیری از سکوهای هوایی که امکان ارسال و دریافت سیگنال به زمین دارند نظیر UAV[4]-ها و HAP[5]-ها، موجب شده است تا بک‌هال بی‌ســـیم[6] بخش جدایی ناپذیر از شبکه‌های 5G محسوب شود.

1- Multiple-Input Multiple Output
2- Beamforming
3- millimeter Wave
4- Unmanned Aerial Vehicles
5- High Altitude Platforms
6- Wireless Backhaul

لذا، با این تکنیک‌های ارتباطی جدید و همچنین متراکم‌تر شدن شبکه‌ها استفاده از فیبر نوری برای ایجاد بک‌هال، دیگر مقرون به صرفه نیست. استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای، به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای ایجاد بک‌هال بی‌سیم در 5G مطرح شده است. از طرفی، پیش‌ران‌های اصلی 5G یعنی فناوری‌های SDN[1] و NFV[2]، این امکان را برای 5G فراهم می‌کنند تا به راحتی انواع شبکه‌ها با ساختارهای متفاوت بتوانند در کنار هم به صورت ترکیبی (هیبریدی) فعالیت کنند. شبکه‌های ماهواره‌ای نیز از این قاعده مستثنا نیستند و با استفاده از ویژگی‌های SDN/NFV

1- Software Defined Networking
2- Network Function Virtualization

آتنا ابراهیم‌خانی
دکتری مهندسی برق مخابرات از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

می توان شبکه‌های داده‌ی ماهواره‌ای را به شبکه‌های زمینی موجود متصل کرد و حتی از ارتباطات ماهواره‌ای می توان به عنوان بک‌هال ارتباطات زمینی استفاده نمود. بنابراین، در 5G شاهد شبکه‌های ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای خواهیم بود.

کلیدواژه

ارتباطات ماهواره‌ای، شبکه‌های ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای NFV، SDN، 5G، بک‌هال بی‌سیم.

مقدمه

ترکیب شبکه‌های زمینی و شبکه‌های ماهواره‌ای برای ایجاد یک شبکه یکپارچه مخابراتی و توسعه خدمات ارتباطی از گذشته‌های دور مورد بحث و بررسی بوده است ولی به علت گران بودن فناوری‌های فضایی، شبکه‌های ماهواره‌ای به اندازه‌ی شبکه‌های زمینی مورد استقبال قرار نگرفته بود. اما، با توجه به پیشرفت‌هایی حائز اهمیتی که در مورد صنعت فناوری ماهواره‌ها در دهه اخیر اتفاق افتاد، ارتباطات ماهواره‌ای مسیر و نقش خود را برای تکامل شبکه‌های 5G پیدا کرده است. از آنجا که ساختار شبکه‌های 5G به گونه‌ای است که از ترکیب فناوری‌های ارتباطی مختلف پشتیبانی می‌کند و اجازه ایجاد شبکه‌های ترکیبی (یا شبکه‌های ناهمگن[3]) را می‌دهد، پس شبکه‌های ارتباطی ماهواره‌ای نیز کاندیدی مناسب برای تکامل نسل پنجم مخابرات و فراتر از آن خواهد بود. از طرف دیگر، یکی از ویژگی های ارتباطات ماهواره ای در دسترس بودن آن است حتی در مناطق دوردست که امکان هیچ گونه ارائه خدمات تاکنون به آن مناطق نبوده است و یا زمان هایی که بلایای طبیعی شبکه های ارتباطی زمینی را دچار قطعی و بحران می کنند.

3 Heterogeneous Networks

شکل ۱- نمایش انواع بک‌هال‌های زمینی، ماهواره‌ای و هوایی [۲]

به علاوه امروزه سکوهای هوایی متحرک نظیر UAVها و HAPها که مانند دکل‌های زمینی به کاربـــران ارائه خدمات می کنند، به گونه‌ای بک‌هال هوایی برای شـــبکه های زمینی و کاربران ایجاد کرده اند. بنابراین، با ماهواره ها نیز می توان این بک‌هال را ایجاد نمود.

پیشرفت‌هایی که در صنعت ماهواره اتفاق افتاده، مانند ساخت ماهواره‌های پر توان (HTS[1]) با قابلیت استفاده مجدد از بیم‌ها و فرکانس‌ها و همچنین ساخت ماهواره‌های منظومه‌ای کوچک و ارزان قیمت‌تر و استفاده از فرکانس‌های امواج میلیمتری، نقش ارتباطات ماهواره‌ای را در ســـال‌های اخیر پُررنگ‌تر کرده است. از طرفی با معرفی SDN و NFV انعطاف پذیری بیشـــتری برای استفاده از اپراتورهای شبکه‌های ماهواره‌ای محقق شده است، به طوری که با شبکه‌های زمینی سازگار باشند.

در این گزارش ابتدا به بررسی نقش بک‌هال ارتباطات ماهواره‌ای در 5G می پردازیم و سپس به شـــکل گیری شبکه‌های زمینی- ماهواره‌ای با استفاده از فناوری‌های SDN و NFV می‌پردازیم.

خدمات بک‌هال ماهواره‌ای برای 4G/5G:

ایجاد ارتباط با استفاده از ماهواره، مفهوم جدیدی نیست و سالیان طولانی از ماهواره‌ها برای پخش ویدیو و صدا در مناطق وســـیع استفاده می‌شده است. در ارتباطات سلولی نیز ماهواره به عنوان عاملی برای ارائه خدمات به مناطق روستایی و دورافتاده بوده است. علاوه بر این، می‌توان از ماهواره‌ها برای بک‌هال شبکه‌های 4G و 5G استفاده کرد. از مزایای بک‌هال ماهواره‌ای، علاوه بر ایجاد دسترسی به شبکه موبایل برای نقاط دوردست، در زمان‌هایی که در شبکه ترافیک وجود دارد، می‌توان ترافیک را از روی لینک‌های بک‌هال زمینی (فیبر نوری، سیم مسی و مایکروویو) به بک‌هال ماهواره‌ای ســـرریز کرد و از ازدحام در لینک‌های زمینی پیش‌گیری نمود. بنابراین، ترافیک در گره‌های شبکه دسترسی رادیویی (RAN[2]) به صورت بهینه انتقال پیدا می کند. وقتی که ترافیک لینک‌های بک‌هال زمینی از یک میزان آســـتانه‌ای بیشتر شود، این ترافیک می‌تواند به بک‌هال ماهواره‌ای منتقل شـــود. بک‌هال ماهواره‌ای می‌تواند اتصال پشتیبان برای سلول‌های بحرانی باشد. اگر مکان برخی سلول‌ها زلزله خیز و بلاخیز باشد، بک‌هال ماهواره‌ای گزینه مناسب برای عدم قطع ارتباط این سلول است. به‌علاوه، سلول‌های کوچکی که در هواپیماها، قطارها، کشتی‌ها و سایر وسایل نقلیه ایجاد می‌شود، به علت متحرک بودن این سلول‌های کوچک بهترین گزینه ایجاد بک‌هال ماهواره‌ای برای این سلول‌ها است.

در شـــکل ۱ انواع بک‌هال‌های زمینی، هوایی و ماهواره‌ای برای کاربردهای مختلف نشان داده شده است. در این شکل، فلش‌های قرمزرنگ ارتباطات سیمی (با فیبرنوری یا سیم مسی) را نشان می‌دهد و فلش‌های آبی رنگ ارتباطات بی‌سیم را نمایش می‌دهد. دکل‌های سلول‌های اصلی یا سلول‌های ماکرو (MBS[3]) با بک‌هال فیبرنوری به هسته شبکه متصل شده‌اند. اما در شکل ۱، مثال بالا سمت چپ، سکوهای متحرک هوایی (UAVs) با کاربران، هسته شبکه و MBS-ها توسط بک‌هال بی‌سیم ارتباط برقرار می کنند. در صورت اســـتفاده از بک‌هال ماهواره‌ای مانند مثال بالا سمت راست در شـــکل ۱، ماهواره و تجهیزات زمینی آن موجب ایجاد ارتباط دکل‌های ســـلول‌های کوچک (SBS[4]) با هســـته شبکه می‌شود. در مثال پایین سمت راست، در شکل ۱، بک‌هال زمینی و ماهواره‌ای برای سرورهای پردازش لبه نشان داده شده است و در مثال پایین سمت راست، نحوه اتصال کاربران در مناطق دوردست

1- High Throughout Satellite

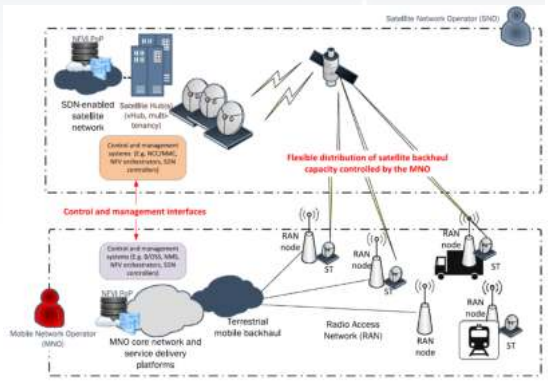
2- Radio Access Network
3- Macrocell Base Station
4- Small Base Station

به هسته شبکه را نشان می‌دهد.
چالشی که در زمان اســـتفاده از بک‌هال ماهواره‌ای با آن رو به رو هســـتیم، نحوه مدیریت و کنترل ظرفیت آن اســـت. در ادامه به نحوه مدیریت و کنترل بک‌هال ماهواره‌ای با اســـتفاده از اپراتورها می‌پردازیم.
در شکل ۲، به صورت ساده نحوه مدیریت بک‌هال ماهواره‌ای برای ســـرویس‌دهی به RANهایی که روی زمین داریم، نمایش داده شده است. فرض می‌شـــود، مالکیت ماهواره‌ها با اپراتور شبکه‌ی ماهواره‌ای (SNO[۵]) است و مالکیت شبکه‌ی زمینی نیز با اپراتور شبکه تلفن همراه زمینی (MNO[۶]) است. کنترل خدمات شبکه‌ی ماهواره‌ای برای بک‌هال شبکه تلفن همراه زمینی از طریق استقرار رابط‌های مدیریت و کنترل بین MNO و SNO صورت می‌گیرد. توجه شـــود که در این‌جا SNO توانایی اجـــرای NFV/ SDN را دارد. لذا نیاز اســـت MNO با SNO قرارداد منعقد کند و SNO با ماهواره‌هایی که در اختیار دارد بک‌هال MNO را ایجاد می‌کند.
در شـــکل ۲، در بخش اختیارات MNO، موارد زیر قابل مشاهده هســـتند: نقطه حضور زیرساخت مجازی ســـازی شبکه NFVI PoP[۷]، نودهای RAN که به پایانه‌های ارسال و دریافت سیگنال

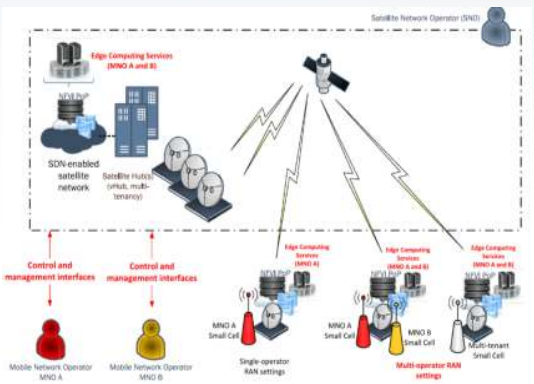
5- Satellite Network Operator
6- Mobile Network Operator
7- Network Function Virtualization Infrastructure

به ماهواره (ST[۸]) مجهز هســـتند، هسته شبکه، پلتفرم‌های ارائه خدمات و سیستم‌های کنترل و مدیریت MNO: نظیر کنترلرهای SDN، هماهنگ‌ساز NFV، سیستم پشتیبانی عملیات/کسب کار (B/OSS[۹])، سیستم مدیریت شبکه (NMS[۱۰]).
در بخش اختیـــارات SNO موارد زیر وجـــود دارند: نقطه NFVI PoP، هاب‌های ماهـــواره (گیت‌وی‌های ماهـــواره)، SDN برای شـــبکه ماهواره، خود ماهواره‌ها و سیستم‌های کنترل و مدیریت SNO، نظیر مرکز کنترل شبکه (NCC[۱۱])، مرکز مدیریت شبکه (NMC[۱۲])، هماهنگ‌ساز NFV و کنترلرهای SDN.
همان‌طور که از شکل ۲ پیداست، در صورتی که بخش مدیریت و کنترل در SNO بـــه MNO اجازه دهد تـــا از ظرفیت بک‌هال ماهواره‌ای بهره‌برداری نماید و این ظرفیت را با توجه به ظرفیت نودهای RAN مستقیما مدیریت کند، آن‌گاه بک‌هال ماهواره‌ای برای شبکه‌های زمینی ایجاد خواهد شد. توجه شود که قراردادهای کسب‌وکاری بین SNO و MNO نیز باید منعقد گردد.

Point of Presence
8- Satellite Terminal
9- Business/ Operations Support System
10- Network Management System
11- Network Control Center
12- Network Management Center



شکل ۲- نحوه مدیریت و کنترل یک‌هال ماهواره‌ای و سرویس‌دهی به شبکه‌های زمینی [۲]



شکل ۳- یک‌هال ماهواره‌ای با خدمات پردازش لبه و در عین حال همکاری اپراتور ماهواره‌ای با چندین اپراتور زمینی [۲]

همان‌طور که بالاتر نیز به آن اشاره شد، یکی دیگر از مواردی که از یک‌هال ماهواره‌ای استفاده می‌شود، توسعه خدمات پردازش لبه است. در دنیای امروز که بسیاری از امور در حال مجازی‌سازی شدن است، مفهوم یک‌هال صرفا برای ایجاد ارتباط استفاده نمی‌شود، بلکه در فناوری 5G، یکی از عوامل اصلی انتقال هوشمندانه داده به لبه‌ی شبکه‌ها است. ساختار لبه‌ای جدید قابلیت پردازش پویا نزدیک به کاربران را فراهم می‌کند. همان‌طور که در شکل ۳ نمایش داده شده است، می‌توان قابلیت‌های مجازی‌سازی در پردازش لبه موبایل (MEC[۱۳]) را سمت شبکه‌ی ماهواره قرار دارد. از آن‌جایی که پایانه‌های ارسال و دریافت سیگنال ماهواره یعنی STها با RAN-های شبکه همتا شده‌اند (در یک مکان قرار می‌گیرند و مکمل یکدیگر هستند) لذا شبکه‌ی ماهواره‌ای قادر به میزبانی برنامه‌های MEC و سایر VNF[۱۴]هایی که روی گره‌های RAN اجرا می‌شوند، خواهد بود. یکی از خدماتی که از این طریق می‌توان ارائه داد، خدمات اینترنت اشیاء است به گونه‌ای که داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرها می‌توانند سمت STها پردازش شوند و داده‌های خاص‌تر و برخی رویدادها با شبکه‌ی ماهواره‌ای به سرور منتقل گردد.

یکی دیگر از قابلیت‌های کلیدی که باید در نظر گرفته شود، این است که یک SNO می‌تواند چندین MNO را پشتیبانی کند و به صورت چند-اجاره‌ای در بحث‌های کسب و کاری عمل کند.

ارائه خدمات دسترسی توسط شبکه‌های ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای:

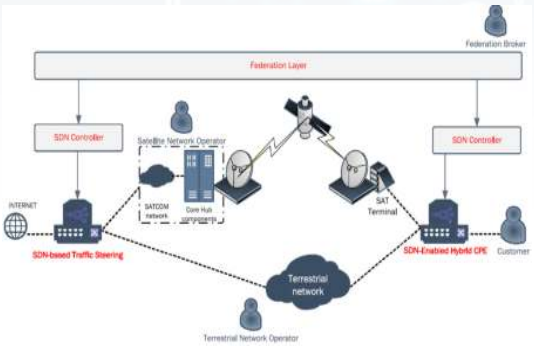
منظور از شبکه‌های دسترسی ترکیبی (هیبریدی) زمینی-ماهواره‌ای، شبکه‌هایی است که هم از اجزای شبکه‌های زمینی و هم از اجزای شبکه‌های ماهواره‌ای به صورت موازی تشکیل شده باشند و پیوندها (لینک‌ها)ی دسترسی ثابت/متحرک زمینی و همچنین لینک‌های ماهواره‌ای برای رسیدن به کیفیت سرویس بالاتر و تنوع ارائه خدمات بیشتر با یکدیگر ترکیب می‌شوند. این ترکیب در راستای چشم‌انداز 5G است که انواع شبکه‌های ناهمگن را در بر می‌گیرد.

یکی از رویکردهایی که در ترکیب شبکه‌های زمینی و ماهواره‌ای باید مدنظر قرار داده شود، مبحث مرکز تجمیع یا انجمن[۱۵] این شبکه‌ها است. مرکز تجمیع شبکه یا انجمن (فدراسیون) شبکه به نحوه ادغام منابع شبکه که متعلق به دو یا چند دامنه و فناوری مختلف هستند، اشاره دارد. به طوری که پس از ادغام، منابع شبکه بین همه دامنه‌ها توزیع شود و امکان کنترل منابع فراهم باشد. این انجمن می‌تواند روی کنترلرهای SDN انجام شود و یا می‌تواند روی هماهنگ‌سازهای NFV تشکیل شود. در شکل ۴، مرکز تجمیع برای مدیریت منابع بین شبکه‌های زمینی و ماهواره‌ای منعطف بر SDNها است. هدف از ایجاد لایه تجمیع روی SDNها، توسعه‌ی شبکه‌ی دسترسی پهن‌باند ماهواره‌ای برای رسیدن به رابط جهانی یک‌پارچه قابل مدیریت توسط شبکه‌های زمینی با استفاده از SDN است. هدایت پویای ترافیک با استفاده از تکنیک‌های SDN بین شبکه‌های ماهواره‌ای و زمینی منجر به عملکرد بهتر برنامه‌ها و در نتیجه بهینه شدن کسب و کار این حوزه می‌شود. کنترلرهای SDN می‌توانند جریان داده در شبکه را به گونه‌ای مدیریت کنند که هم مقرون به صرفه باشد و هم خللی در آن ایجاد نشود و این ارتباط تضمین شده باشد. بنابراین، اگر شبکه دسترسی شامل زمینی و ماهواره‌ای در مواقع مورد نیاز برای انتقال داده به درستی انتخاب شود شاهد ارائه کیفیت سرویس بالاتر خواهیم بود.

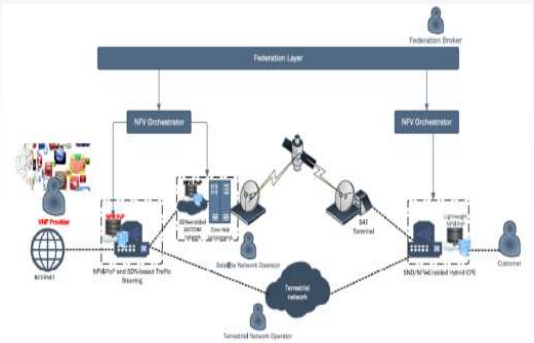
در شکل ۵، لایه تجمیع منعطف بر NFV برای توزیع بهینه‌ی

13- Mobile Edge Computing
14- Virtual Network Function

15- Federation



شکل ۴- نمایش ترکیب شبکه‌های زمینی و ماهواره‌ای بر اساس ایجاد لایه انجمن (تجمیع) منعطف بر روی SDN-ها [۲]



شکل ۵- توزیع رسانه در یک شبکه‌ی ترکیبی زمینی-ماهواره‌ای براساس ایجاد لایه انجمن (تجمیع) منعطف بر NFV [۲]

محتوا روی دامنه‌ی شبکه‌های زمینی و همچنین ماهواره‌ای تشکیل شده است. هدف از این تجمیع این است که SNO بتواند به مشتریان، خدمات مجازی (نظیر ذخیره‌سازی و پردازش رسانه، فایروال[۱۶]، فیلترهای کنترل ترافیک مجازی، متعادل کننده بار شبکه و ...) ارائه دهد. مثلا عملکردی مثل ایجاد فایروال برای داده‌های انتقالی می‌تواند روی هاب ماهواره (Satellite Gateway) انجام شود و داده‌های غیر ضرور همان‌جا بلوکه شوند و از ایجاد بار اضافی در شبکه‌ی ماهواره جلوگیری شود.

حال اگر لایه‌ی تجمیع شبکه‌های ماهواره‌ای و زمینی روی ترکیب هر دو تکنیک SDN و NFV صورت گیرد، بسیار ارزشمندتر خواهد بود. این انجمن بیشتر روی حل مشکلات ناشی از ادغام شبکه‌های ماهواره‌ای با شبکه‌های زمینی به صورت منعطف و پویا به عنوان یکی از رسالت‌های 5G برای حفظ کیفیت خدمات ارائه شده، تمرکز می‌کند. استفاده از SDN برای رصد، کنترل و نظارت بر شبکه مناسب است. بنابراین، هر شبکه می‌تواند به چندین زیر شبکه تقسیم بندی شود و هر زیر شبکه را برای داشتن کیفیت خدمات بالاتر می‌توان به چندین ارائه دهنده خدمات رسانه (MSP[۱۷]) متصل کرد. به علاوه، زیرشبکه‌ها برنامه‌پذیرتر هستند و MSP این اجازه را دارد که یک برنامه دلخواه برای SDN تعریف کند تا جریان رسانه[۱۸] از چندین مسیر به کاربر رسانده شود. نقش NFV در این‌جا این است که NFV اجازه می‌دهد در سمت MSP یا سمت کاربر، رسانه به صورت پویا کدگذاری شود تا با ازدحام مقابله شود و تامین رسانه درخواستی تسهیل شود و کیفیت مناسب ارائه خدمات حفظ شود.

16- Firewall
17- Media Service Provider
18- Media streaming

نتیجه‌گیری

در این گزارش، نقشی که ارتباطات ماهواره‌ای در زیست‌بوم 5G ایفا می‌کند، بررسی شده است. در کل تطبیق فناوری‌های SDN و NFV در دامنه‌ی شبکه‌های داده‌ی ماهواره‌ای، به عنوان یک کلید برای تسهیل ارتباط شبکه‌های زمینی و شبکه‌های ماهواره‌ای است. از آن‌جا که معماری شبکه‌های 5G به گونه‌ای است که قابلیت پشتیبانی از شبکه‌های ناهمگن را دارد، لذا از طریق این دو فناوری SDN و NFV در 5G، می‌توان شبکه‌های زمینی و ماهواره‌ای را نیز یک‌پارچه کرد. ■

منابع:

[1] B. Tezergil, and E. Onur, "Wireless backhaul in 5G and beyond: Issues, challenges and opportunities," IEEE Communications Survey & Tutorials, Early Access, 2022.

[2] R. Ferrus, and et al., "SDN/NFV-enabled satellite communications networks: Opportunities, scenarios and challenges," Physical Communication, ELSEVIER, vol. 18, pp. 95-112, 2016.

[3] Y. Turk, and E. Zeydan, "Satellite backhauling for next generation cellular networks: challenges and opportunities," IEEE Communications Magazine, vol. 57, no. 12, pp. 52-57, Dec. 2019.

[4] Q. Wang, H. Zhang, J.Wang, F. Yang, G. Li, "Joint Beamforming for Integrated Mmwave Satellite-Terrestrial Self-Backhauled Networks", IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no. 9, pp. 9103-9117, 2021.

[5] Z. Han, C. Xu, K. Liu, L. Yu, G. Zhao, S. Yu, "A Novel Mobile Core Network Architecture for Satellite-Terrestrial Integrated Network", 2021 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), pp. 01-06, 2021.

شبکه‌های LiFi؛ نسل پنجم ارتباطات بر بستر نور مرئی

آینده مخابرات بی‌سیم فوق پهن‌باند

فاطمه بهادری
کارشناس ارشد مهندسی برق مخابرات از دانشگاه شهید بهشتی
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

برقراری ارتباط با نرخ تبادل داده بسیار بالا در کنار ملزومات فنی و تجاری دیگر نظیر تضمین سطح بالای امنیت و مقرون‌به‌صرفه بودن برقراری ارتباط، از مشخصاتی هستند که نسل آینده مخابرات بی‌سیم را تعریف می‌کنند. فناوری LiFi از گزینه‌های عملیاتی اصلی برقراری ارتباط پهن‌باند با مشخصات یاد شده است که ضمن ارائه نرخ تبادل داده بالا، امکان استفاده از طیف فرکانسی بدون نیاز به مجوز و همچنین، تضمین امنیت مقاوم انتها به انتهای مورد نیاز در شبکه بی‌سیم نسل پنجم (5G) و پس از آن را فراهم می‌نماید. در این مقاله به معرفی این فناوری نوظهور در لایه فیزیکی سیستم‌های مخابرات بی‌سیم به‌عنوان مکمل شبکه مخابراتی RF پرداخته و ابعاد متفاوت این فناوری از جمله ویژگی‌های فنی، بازار LiFi، حوزه‌های کاربردی، بازیگران اصلی این حوزه و تجربه اپراتورهای مخابراتی در به‌کارگیری این فناوری بررسی شده است.

کلیدواژه: LiFi، 5G، طیف فرکانسی بدون مجوز، RF

مقدمه

تحول دیجیتال[1] و استفاده روزافزون از انواع تجهیزات هوشمند و خدمات پرسرعت پهن‌باند نظیر خدمات چندرسانه‌ای، واقعیت افزوده/مجازی[2] و افزایش برقراری تماس‌ها و کنفرانس‌های ویدیوئی به‌ویژه در دوره شیوع بیماری کووید-۱۹ در کنار کاربردهای دقیق و حرفه‌ای در صنایع تولیدی، منجر به افزایش فزاینده تقاضای برقراری ارتباط مداوم بر بستر شبکه‌های مخابراتی و در نتیجه، افزایش ترافیک داده در طیف فرکانسی موجود شده است.

تلاش برای پاسخ‌گویی به موارد ذکر شده، منجر به معرفی نسل پنجم مخابرات سلولی (5G) با هدف فراهم آوردن نرخ داده بالا و برقراری ارتباط پایدار و امن با تأخیر بسیار پایین شده است.

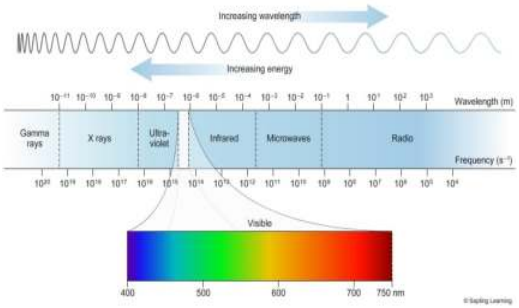
برآیند روندهای بالا در کنار بلوغ فناوری‌های کنونی نسل‌های مخابرات سلولی منجر به حرکت صنعت مخابرات بی‌سیم به سوی ارائه راهکارهایی از قبیل معماری شبکه جدید، استفاده از طیف فرکانسی بدون نیاز به مجوز و همچنین بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برقراری ارتباط در باندهای فرکانسی بالاتر و معرفی شبکه‌های مخابرات بی‌سیم نوری (OWC)[3] شده است.

البته، توجه به این نکته حائز اهمیت است که فناوری OWC جایگزین شبکه‌های مخابراتی بی‌سیم RF نبوده و با توجه به نوع کاربرد و محیط مورد نظر می‌توان از آن‌ها به‌طور جداگانه یا به‌صورت ترکیبی در کنار یکدیگر بهره برد. در سیستم‌های مبتنی بر OWC، برقراری ارتباط از طریق انتشار امواج الکترومغناطیسی در محدوده طیف فرکانسی نور مرئی (VL)[4]، فروسرخ (IR)[5] و

1- Digital transformation
2- Augmented/Virtual Reality (AR/VR)

3- Optical Wireless Communication (OWC)
4- Visible Light (VL)
5- Infra-Red (IR)

فرابنفش (UV) [6] انجام می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱ - طیف فرکانسی امواج الکترومغناطیسی [۱]

فناوری‌های مبتنی بر OWC را می‌توان در گروه‌های فناوری‌های مخابرات نوری فضای باز (FSO) [7]، مخابرات نوری مبتنی بر دوربین (OCC) [8] و مخابرات مبتنی بر نور مرئی (LiFi) [9] دسته‌بندی نمود. مشخصات کلی این فناوری‌ها شامل فرستنده و گیرنده، طیف فرکانسی و محیط‌های قابل بهره‌برداری در شکل ۲ نمایش داده شده است.

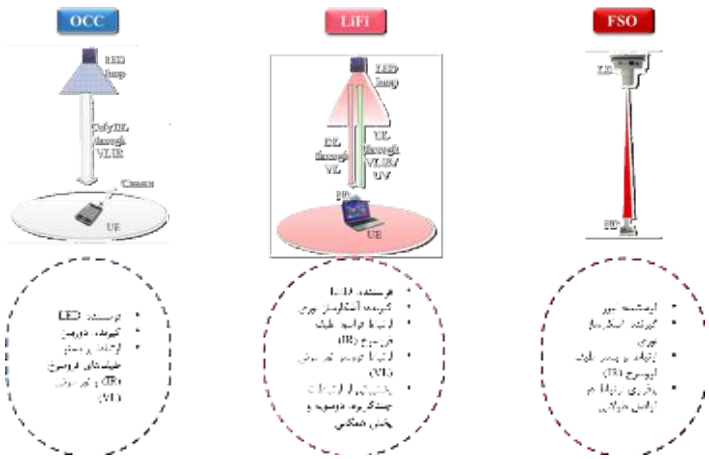
6- Ultra Violet (UV)
7- Free Space Optical Communication (FSO)
8- Optical Camera Communication (OCC)

در ادامه تمرکز این مقاله بر فناوری LiFi بوده و این فناوری را از منظر ویژگی‌های فنی، سهم بازار و کاربردها مورد مطالعه قرار می‌دهد.

۲. شبکه‌های LiFi از منظر فنی

در شبکه‌های مبتنی بر LiFi، ارتباط فروسو با پهنای باند بسیار بالا و به وسیله نور مرئی محقق می‌شود. این در حالی است که برای برقراری لینک فراسو علاوه بر طیف فروسرخ از راهکارهای ارتباطاتی دیگری مانند بلوتوث و یا «Wi-Fi» [10] نیز می‌توان استفاده نمود. سیستم‌های مخابراتی مبتنی بر فناوری LiFi، شامل ارتباطات «چندکاربره» [11]، «دوسویه» [12] و «پخش

9- Visible Light Communication (VLC)
10- Wireless Fidelity (Wi-Fi)
11- Multi User
12- Bidirectional



شکل ۲ - فناوری‌های مبتنی بر OWC [۱]

شکل ۳ - ویژگی‌های کلیدی فناوری LiFi [۲]

شکل ۴- اندازه بازار LiFi و بازیگران اصلی این حوزه [۳]

همگانی»[۱۳] بوده و به عنوان یک شبکه مخابرات بی‌سیم کامل شناخته می‌شوند. ویژگی‌های فناوری LiFi در شکل ۳ نمایش داده شده است.

اساس عملکرد مدولاسیون نوری به این صورت است که پیام دیجیتال با استفاده از تغییرات شدت نور ارسال می‌شود. با توجه به حمل اطلاعات توسط شدت نور، ویژگی‌های خاصی بر مدولاسیون نوری حاکم است. از آن‌جا که شدت نور ذاتاً کمیتی حقیقی و نامنفی است، نمیتوان در سیستم‌های OWC، مستقیماً از روش‌های مدولاسیون رایج در سیستم‌های RF، استفاده کرد. به‌عنوان مثال، بکارگیری OFDM در سیستم‌های LiFi با تغییرات خاصی در سمت فرستنده همراه بوده که به نسخه‌های ACO-OFDM و DCO-OFDM در این سیستم‌ها منجر شده است.

استاندارد این فناوری ذیل مجموعه استانداردهای IEEE 802.11 در حال توسعه است. یکی از نکات جالب توجه در این زمینه حضور نایب رئیس (VP) شرکت pureLiFi (از بازیگران اصلی حوزه LiFi) در گروه مطالعات مخابرات نوری IEEE به‌عنوان رئیس هیئت مدیره است.

بازار LiFi و حوزه‌های کاربردی مرتبط

بازار LiFi بسیار رقابتی بوده و از چندین بازیگر اصلی تشکیل شده است. از نظر سهم بازار، تعداد کمی از بازیگران اصلی در حال حاضر بر بازار تسلط دارند. از بازیگران اصلی کلیدی این حوزه می‌توان به مواردی همچون LVX، pureLiFi، Signify، oledcomm، Li-Fi و lucibel اشاره نمود. این بازیگران اصلی با سهام برجسته در بازار بر گسترش پایگاه مشتریان خود در کشورهای خارجی تمرکز دارند. این شرکت‌ها از طرح‌های مشترک استراتژیک برای افزایش سهم بازار و افزایش سودآوری خود استفاده می‌کنند. این شرکت‌ها، همچنین، برای تقویت قابلیت‌های محصول خود، استارت‌آپ‌هایی را نیز خریداری کرده که بر روی فناوری‌های LiFi کار می‌کنند. ارزش بازار LiFi در سال ۲۰۲۰ به ۲۹۵,۴ میلیون دلار رسید و انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۲۶ به بیش از ۴۱۰۰ میلیون دلار برسد. این فناوری می‌تواند بخش قابل توجهی از پتانسیل اقتصادی اینترنت اشیاء را محقق کرده، برنامه‌های انقلاب صنعتی نسل چهارم را هدایت کند و به خدمات نور به عنوان یک سرویس (LaaS) در صنعت روشنایی منجر شود.

از طرفی، ویژگی ذاتی فناوری LiFi مبنی بر استفاده از نور مرئی برای برقراری ارتباط پهن‌باند، این فناوری را به گزینه مناسبی برای بسیاری از کاربردهای داخل ساختمانی (indoor) و در فواصل نزدیک تبدیل کرده است. به طور مثال، این فناوری گزینه مناسبی برای پیاده‌سازی ساختمان‌های هوشمند با هدف ارتقاء تجربه زندگی و بهبود آسایش ساکنین است. این فناوری همچنین در کاربردهای مبتنی بر مکان مانند پارک هوشمند خودرو یا حوزه‌هایی مانند نظارت بر سلامت نقش مهمی ایفا خواهد نمود. در ادامه این بخش، برخی از حوزه‌های کاربردی کلیدی این فناوری را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

خانه هوشمند

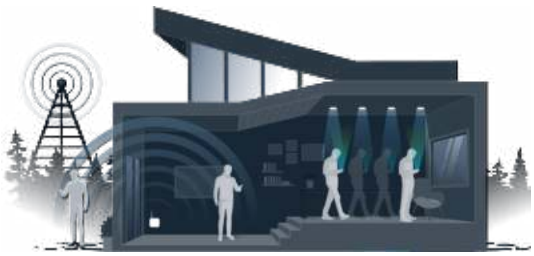
رشد روزافزون استفاده از لامپ‌های LED در ساختمان‌ها برای روشنایی، فرصت‌های زیادی را برای کاربردهای مبتنی بر LiFi با هدف برقراری ارتباط بی‌سیم ساده، قابل اعتماد و پرسرعت در حوزه کاربردی خانه هوشمند فراهم می‌کند. از آن‌جا که با بهره‌گیری از فناوری LiFi برقراری ارتباط داده بی‌سیم پرسرعت در کنار تأمین روشنایی محیط فراهم می‌شود، استفاده گسترده از این فناوری در ساختمان‌های هوشمند بسیار مقرون به صرفه است.

مزیت بهره‌گیری از این بستر ارتباطی در یک خانه هوشمند،

13- Broadcast

شکل ۷- کاربرد فناوری LiFi در حمل و نقل خودران

انتخاب ساده بهترین مکان‌های پوشش‌دهی با دیدن و دنبال کردن مسیر تابش نور به‌طور مستقیم است. همچنین با تنظیم زاویه تابش نور و استفاده از وسایل مورد استفاده در منزل مانند پرده یا مبلمان، امکان شنود و نفوذ به شبکه محلی تشکیل شده در یک خانه هوشمند با استفاده از راهکارهایی مانند man in the middle (که برای پوشش RF قابل انجام است)، به راحتی از بین می‌رود.



شکل ۵- کاربرد فناوری LiFi در خانه‌های هوشمند

در این راستا، شرکت Li-Fi VLNComm مستقر در شارلوتزویل از وزارت انرژی ایالات متحده و بنیاد ملی علوم پشتیبانی دریافت کرده و سه محصول Li-Fi شامل چراغ رومیزی، USB و پنل LED عرضه کرده است.

راه‌کارهای سازمانی

شبکه‌های LiFi برای کارهای روزانه، پخش کنفرانس، دسکتاپ از راه دور به‌همراه ویدئو، می‌توانند تجربه کاربری پیشرفته‌ای را با اطمینان از امنیت قوی ارائه دهند. جهت‌گیری انتشار نور می‌تواند به طور موثری تداخل در دفاتر پرجمعیت را کاهش دهد. همچنین، بارگذاری شبکه بی‌سیم به LiFi طیف را برای اتصال دستگاه‌های دیگر آزاد می‌کند.

شکل ۶- کاربرد فناوری LiFi در محیط‌های داخلی

در این راستا، شرکت PureLiFi مستقر در بریتانیا، با همکاری دانشگاه ادینبورگ، راه‌حل‌های LiFi خود را در مدرسه راهنمایی آکادمی Kyle به کار برد. این پروژه توسط اسکاتلندی فیوچرتراست که از استراتژی دیجیتال دولت اسکاتلند پشتیبانی می‌کند، نظارت می‌شود.

واقعیت مجازی / افزوده

LiFi سرعت‌های بالاتر، تأخیر کمتر و ارتباطات بی‌سیم بدون تداخل را ارائه می‌دهد که به غلبه بر چالش‌های فناوری کمک کرده و به محصولات AR و VR اجازه می‌دهد بدون نیاز به اتصال سیمی بتوانند تجربه کاربری بالایی را برای کاربر فراهم نمایند.

حمل و نقل خودران

با توجه به سرعت بالا، ویژگی‌های تأخیر کم LiFi و استفاده گسترده چراغ‌های LED در زیرساخت حمل‌ونقل، LiFi یک فناوری ایده‌آل برای تکمیل و تقویت فناوری‌های بی‌سیم فعلی است که برای حمل‌ونقل خودران و خودروها استفاده می‌شود.

حوزه سلامت

همه‌گیری کووید-۱۹ به طور قابل توجهی عملکرد روزانه سازمان‌های مختلف در صنایع را مختل کرده است. با رشد چشمگیر تعداد بیماران کووید-۱۹ در سراسر جهان در پیک‌های این بیماری، بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی با چالش جدی در درمان بیماران مواجه شدند. دراین میان، در آوریل ۲۰۲۰، موسسه " Nav Wireless Technology Pvt Ltd " فناوری LiFi را برای انتقال داده‌های مهم بیمار، مانند خواندن دستگاه تنفس مصنوعی و دما با استفاده از انتقال داده‌های بی‌سیم از طریق چراغ‌های LED به کار گرفت. این دستگاه یک چراغ LED plug-n-play با یک تراشه با قابلیت LiFi در داخل آن و یک دانگل USB است که می‌تواند به دستگاه متصل شود. از مزایای بهره‌گیری از این فناوری کاهش خطر عفونت برای پزشکان و کادر پزشکی است.

شبکه‌های مخابراتی LiFi و بازیگران حوزه تلکام

با توجه به پتانسیل‌های فناوری LiFi از منظر فنی و تجاری، این فناوری در راهبرد توسعه تعداد قابل توجهی از اپراتورهای مخابراتی

پیشرو در سراسر جهان قرار گرفته است. به عنوان نمونه، در ادامه این بخش روی برنامه Orange در خصوص بهره‌برداری از این فناوری تمرکز می‌نماییم.

اپراتور Orange قویاً به پتانسیل فناوری LiFi اعتقاد دارد. در گزارشی از این اپراتور عنوان شده است: با فعال کردن اتصال بی‌سیم سریع و پایدار بر اساس نور مرئی، LiFi آماده است تا نحوه برقراری ارتباطات مخابراتی در آینده را متحول کند. محققان و تیم‌های آزمایشگاه Orange با توجه به ظرفیت محدود طیف فرکانسی موجود، توجه خود را به نور معطوف کردند. به نقل از این تیم، انتقال داده‌ها به این وسیله قبلاً در سال ۱۸۸۰ توسط مخترع تلفن، گراهام بل، با موفقیت آزمایش شده بود. اما تا اواسط دهه ۲۰۰۰ و با ظهور لامپ های LED، پیشرفت های فناوری جدید در این زمینه امکان پذیر نشد.

محقق و مدیر پروژه نوآوری در آزمایشگاه Orange، معتقد است: فناوری LiFi در کنار مزیت بزرگ بهره‌گیری از فرکانس‌های رادیویی تازه، مزایای دیگری نیز مانند فراهم نمودن سرعت بالا (تقریباً بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ مگابیت بر ثانیه) برای کاربران خود به همراه دارد. همچنین، سیگنال منتشر شده توسط LiFi بسیار پایدار بوده و هیچ‌گونه تداخل الکترومغناطیسی با RF و WiFi ایجاد نمی‌کند. این امر به ویژه در بخش هوانوردی غیرنظامی و بیمارستان‌ها مورد توجه است. ارتش نیز از آن جا که LiFi تضمین‌های امنیتی بیشتری را ارائه می‌دهد، شروع به تجهیز خود به این فناوری کرده است. در این راستا، شرکت Purelifi با ارتش آمریکا برای برقراری ارتباط بر پایه نور و بهره‌گیری از امنیت بالای ارتباط LiFi همکاری می‌کند. به طور کلی، به اعتقاد Orange، Wi-Fi و LiFi در آینده بسیار نزدیک، مکمل یکدیگر خواهند بود. اپراتور Orange در تاریخ ۱۴ اکتبر ۲۰۲۱، در شهر لوکزامبورگ یک فروشگاه نمایندگی افتتاح نمود که برای اولین بار این فروشگاه مجهز به فناوری LiFi و OCC است.

نتیجه‌گیری

تکامل راه‌حل‌های ارائه شده مبتنی بر این فناوری و ظهور بازیگران قدرتمند در بازار توسعه فناوری LiFi موجب شده است که این فناوری به یکی از کاندیداهای مهم بهره‌برداری عملیاتی در شبکه‌های مخابراتی نسل پنجم و پس از آن تبدیل شود. در همین راستا، اپراتورهای مخابراتی پیشرو از طرح‌های نوآورانه مبتنی بر این فناوری استقبال کرده‌اند و با سرمایه‌گذاری در این فناوری، سعی در تبدیل آن به یکی از های دسترسی پهن‌باند در مقیاس داخل ساختمانی در بسیاری از کاربردهای شهر هوشمند و صنعتی دارند. در این راستا، توجه به روند توسعه این فناوری و همگامی با زیست‌بوم توسعه این فناوری زمینه را برای تحقق تحول دیجیتال و انقلاب صنعتی چهارم در حوزه‌های ارتباط با مشترکان حرفه‌ای، مشتریان سازمانی و بازیگران صنعتی ایجاد خواهد نمود. ■

اپراتور O۲ نیز با شرکت purelifi همکاری کرده و به‌دنبال بهره‌گیری از این فناوری با هدف استفاده در موضوعاتی چون خانه هوشمند است. به اعتقاد اپراتور O۲ با افزایش توجه به کاربردهای IoT، می‌توان با استفاده از فناوری LiFi مشکل افزایش ترافیک شبکه RF را حل نمود.

منابع:

[1] Ghassemlooy Z., Popoola W. and Rajbhandari S, Optical Wireless Communications: System and Channel Modelling with MATLAB, Second Edition, CRC Press, 2019.
[2] H. Haas, L. Yin, Y. Wang and C. Chen, "What is LiFi?," Journal of Lightwave Technology, vol. 34, no. 6, pp. 1533-1544, 2016.
[3] https://www.imarcgroup.com/li-fi-market
[4] H. Haas et al, "Introduction to indoor networking concepts and challenges in LiFi," Journal of Optical Communications and Networking, vol. 12, no. 2, pp. A190-A203, 2020.
[5] https://www.oledcomm.net/6-benefits-lifi/
[6] https://www.oledcomm.net/an-industrial-view-on-lifi-challenges-and-future/
[7] https://purelifi.com/lifi-technology/
[8]https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/visible-light-communication-market946.html?gclid=CjwKCAiAgvKQBhBbEiwAaPQw3Lg_OHXL8kOdALsyneRSWkPAUqa3GmrJULXFPMCgC-rmyFjrvFofYRoCTKYQAvD_BwE
[9] https://www.i-scoop.eu/lifi-market-ieee-lifi-standardization/
[10] https://www.orange.lu/en/business/blog/lifi-connectivity/

Li-Fi
Li-Fi
Li-Fi
Li-Fi
Li-Fi
Li-Fi

استفاده از آنتن‌های آرایه انتقالی برای پوشش دهی نقاط کور درون و بیرون ساختمان در ارتباطات سیار 5G و 6G

آنتن آرایه انتقالی، یک IBS پسیو کم‌هزینه و سلامت

حسام رضایتی
دکتری مهندسی مخابرات میدان از دانشگاه شاهد
کارشناس ارشد شرکت تلکام آرین

عدم پوشش مناسب برای اپراتورهای شبکه‌ی مخابرات سیار در محیط‌های انتشاری به عنوان یک چالش بزرگ محسوب می‌شود. این چالش در شهرهای متراکم به دلیل وجود ساختمان‌ها و اماکن پیچیده، بیش‌تر دیده می‌شود به طوری که امواج الکترومغناطیسی برای انتشار در این محیط‌ها با سختی بسیاری مواجه هستند و در مسیر انتشار با تلفات زیادی همراه هستند. به همین دلیل ارتباط رادیوئی در این نقاط غیرقابل کنترل خواهد بود و همچنین اپراتورهای شبکه نسبت به فرآیندهای ارتباطی دیگر در این اماکن که در باند فرکانسی مخابرات سیار عمل می‌کنند (هر نوع سیگنالی اعم از سنسورها، سیگنال‌های اخلال‌گر و...)، بی‌اطلاع خواهند بود. از این رو برای برطرف نمودن این چالش، راه‌حل‌های متعددی مطرح می‌شود که یکی از این راه‌حل‌ها استفاده از آنتن‌های آرایه انتقالی /انعکاسی می‌باشد که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است.

کلید واژه: پوشش دهی سیگنال موبایل، نسل 5G و 6G مخابرات، راه‌حل‌های درون ساختمانی، آنتن آرایه انتقالی / انعکاسی.

مقدمه

به کمک آنتن‌های آرایه انتقالی /انعکاسی می توان به یک محیط هوشمند پسیو دست پیدا کرد به طوری که پوشش‌دهی سیگنال در نقاط کور داخل ساختمان و یا حتی اماکن دیگر را تامین نماید. از این راه‌کار می توان در راه‌حل‌های درون ساختمانی (IBS)[1] بهره برد و با توجه به این موضوع که در نسل مخابراتی 5G، فرکانس کاری بالا می‌باشد بنابراین این نوع از آنتن‌ها می توانند در ابعادی مناسب عملکرد بهینه‌ای داشته باشند. به دلیل این که این آنتن‌ها غالباً از نوع پسیو محسوب می‌شوند از لحاظ سلامت و ایمنی افراد می توانند گزینه‌ی بسیار مناسبی باشند، همین طور اختلال در باند فرکانسی دیگر اپراتورها را نخواهند داشت و همچنین نگرانی افزایش RTWP[2] از سمت BTS به وجود نخواهد آمد. در واقع استفاده از این فناوری، چالش‌هایی که ریپیتر با خود به همراه دارد اعم از افزایش RTWP، اختلال در باند فرکانسی اپراتورهای دیگر، افزایش ناخواسته‌ی توان الکتریکی و امکان بروز صدمات جسمانی، پیچیدگی پیاده‌سازی IBS، هزینه‌ی بالا و... را تا حد امکان مرتفع می کند.

آنتن آرایه انتقالی در کاربرد IBS نسل 5G و 6G

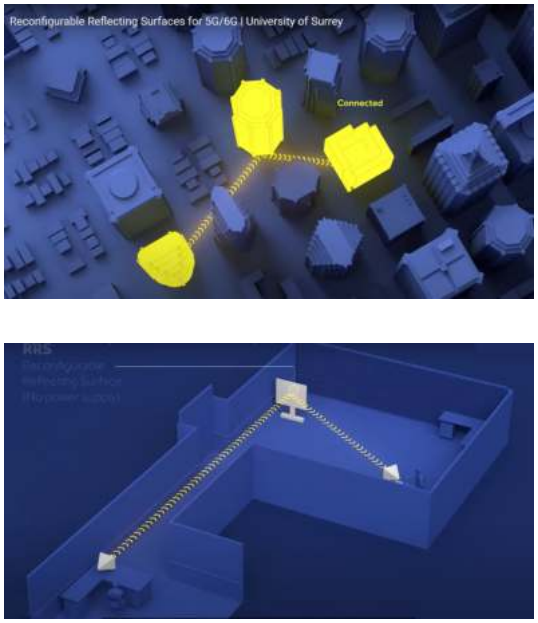
در سال ۱۹۸۶ برای اولین بار McGrath به معرفی ساختار لنز مایکروویو پرداخت. در این مقاله، یک ساختار ساده متشکل از دو آنتن چاپی متصل شده توسط رابط هادی معرفی گردید. در این ساختار بر قابلیت تمرکز و پویش تاکید شده است.

1- In-Building Solution
2- Received Total Wide Band Power

در نتیجه مفهوم جدیـــدی با نام آنتن آرایـــه انتقالی مورد توجه محققین قرار گرفت. این ساختار به طور معمول از چندین عنصر تشدیدگر به نام سلول واحد ساخته می‌شود که به‌صورت متناوب در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. برای پیاده‌سازی آرایه انتقالی معمولاً از تکنولوژی ساخت مدارات چاپی استفاده می‌شود. از این رو، علاوه بر پیاده‌سازی ساده‌تر، قابلیت یکپارچه شدن با مولفه‌های دیگر نیز فراهم گردید، از این رو این ساختارها می‌توانند با تکنولوژی صفحه‌ای (SMT)[3] به سادگی سازگار شده تا ابعاد نهایی ساختار کاهش یابد. با توجه به این که تغذیه‌ی این آنتن‌ها از قسمت آرایه مجزا است، بنابراین برای کاربردهایی که در آن‌ها نیاز به چرخش پرتو[4] باشد می‌توان از آنتن‌های مرسوم بهره برد. طراحی عناصر آرایه انتقالی به شکلی است که برای ایجاد شکل پرتو[5] مورد نظر باید فاز هر المان را بتوان تنظیم کرد بنابراین سلول‌های واحد باید در حدود ۳۶۰ درجه قابلیت جابجایی فاز را داشته باشند. هر سلول واحد در یک لایه، مستقل از شکل به کار رفته در آن حداکثر قادر است ۹۰ درجه جابجایی فاز را در محدوده پهنای باند ۳ دسی‌بل خود ایجاد نماید.

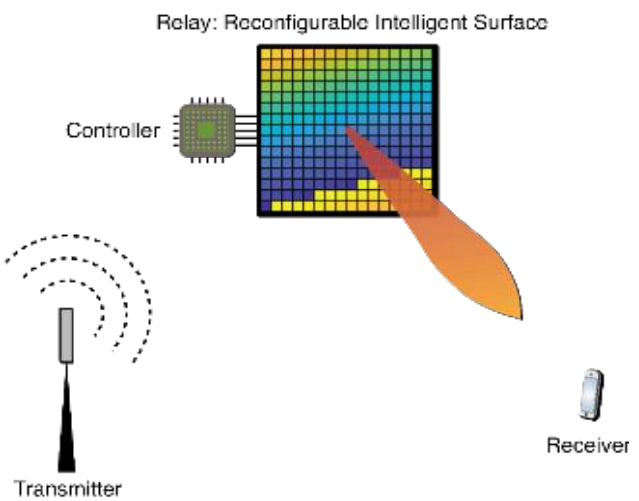
در این راســـتا با قرار دادن چند لایه در کنـــار یکدیگر می‌توان محدوده فاز را افزایش داد، همان گونه که بیان شـــد به این روش تشدید کننده‌های تزویج شده می‌گویند. آنتن‌های آرایه انتقالی به روش‌دیگری مانند روش موج هدایت شده نیز پیاده سازی شده‌اند. در این ساختارها معمولاً لایه‌ی اول و آخر نقش آنتن را ایفا می‌کنند به طوری که آنتن لایه اول وظیفه‌ی دریافت امواج را بر عهده دارد و آنتن لایه آخر نیز امواج را بار دیگر در محیط منتشـــر می‌کند. لایه‌های میانی در این ساختار عملیات تغییر فاز، امکان چرخش الگوی تشعشعی و حتی پیاده‌سازی یک فیلتر را فراهم می‌سازند. در روش اول به کمک تزویج بین لایه های مایکرواستریپی از طریق روزنه، امواج انتقال می یابند و در روش دوم از طریق تزویج روزنه به یک خط انتقال و ســـپس تزویج به لایه‌ی آخر، این کار صورت می‌پذیرد. روش‌های طراحی آرایه انتقالی به این دو دسته کلی قابل تقسیم هستند که هر یک از این روش‌ها نقاط قوت و ضعف خاصی دارند و متناسب با کاربرد مورد نظر ارائه می‌شوند.

3- Surface Mount Technology
4- Beam Steering
5- Beamforming



شکل ۲. آنتن آرایه انتقالی نسل 5G بین ساختمانی و درون ساختمانی

آنتن‌های قطبش دایروی این امکان را فراهم می‌ســـازند که اطلاعات در دو قطبش V یا H در محیط منتشـــر شـــوند، به طوری که اگر یک مولفه با تلفات همراه باشد آن‌گاه اطلاعات ســـیگنال در قطبش دیگر H یا V همچنان باقی مانده باشد و موج الکترومغناطیســـی با این قطبش در محیط منتشـــر شود. این مسئله به خصوص داخل اماکن مسکونی می‌تواند حائز اهمیت باشد به طوری که با توجه به قرار گیری مصالح



شکل ۱. آنتن آرایه انعکاسی [۸]

ساختمانی اعم از دیوار، ستون و... ممکن است امواج در مؤلفه‌ی H یا V با تلفات همراه شود و از این رو ارتباط کاربر در مسیر فروسو[6] و فراسو[7] با BTS دچار اختلال گردد. بر این اساس طراحی و ساخت آنتن‌های آرایه انتقالی با قابلیت تبدیل قطبش خطی به دایروی می‌تواند گزینه‌ی مناسبی باشد به‌طوری که امواج با قطبش خطی را از BTS در یافت نماید و با قطبش دایروی داخل ساختمان هدایت نماید. در سال‌های اخیر این نوع از آنتن‌های مخابراتی با ویژگی‌های چرخش و شکل دهی پرتو مناسب و میزان بهره‌ی بالا مورد توجه محققین قرار گرفته است که البته با توجه به چالش مخابرات سیار در زمینه‌ی راه‌حل‌های درون ساختمانی نیز می‌تواند پوشش‌دهی سیگنال مخابراتی درون ساختمان‌ها و اماکن کور را تامین کند. در این راستا به‌طور آزمایشگاهی تیمی متشکل از دانشجویان و اساتید ایرانی و هندی دانشگاه Surrey به دنبال پیاده‌سازی آنتن آرایه انتقالی در باند 5G و 6G به صورت تجاری هستند و نتایج اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که نتایج مناسبی برای این لینک مخابراتی به دست آمده است [۶]. همچنین در کشور ایران نیز نمونه‌های دانشگاهی و تحقیقاتی از این آنتن‌ها مورد بررسی و ساخت قرار گرفته است که برخی از آن‌ها مورد حمایت اپراتور همراه اول می‌باشد [۷].

نتیجه‌گیری

با توجه به این موضوع که پوشش‌دهی سیگنال مخابرات برای ارائه‌ی سرویس‌های صوت و دیتا درون ساختمان‌ها و اماکن کور با چالش همراه است از این رو راهکارهای متنوعی تحت عنوان راه‌حل‌های داخل ساختمانی (IBS) برای حل این موضوع پیشنهاد می‌شود. چالش اصلی راه‌حل‌های فوق، هزینه‌ی بالای راه اندازی آن‌ها می‌باشد یعنی نسبت هزینه‌های مالی به تعداد مشترکین در محیط انتشاری بسیار بالا است، بنابراین اپراتورهای شبکه با چالش مواجه خواهند شد و بعضاً به همین خاطر، راه‌اندازی چنین سیستمی توسط خود مشترکین انجام می‌شود.

با توجه به بالا بودن فرکانس در نسل مخابراتی 5G می‌توان طراحی آنتن آرایه‌ای را در ابعاد و وزن بهینه انجام داد به طوری که پهنای باند فرکانسی مورد نظر اپراتورهای شبکه را با بهره‌ی[8] بالایی تامین نماید.

برای راه‌اندازی آنتن آرایه‌ای، ابتدا باید آن را در مکانی از ساختمان قرار داد که سیگنال دهی مناسبی داشته باشد بنابراین سیگنال از آنتن BTS به سمت آنتن آرایه انتقالی و بالعکس (UL,DL) تابیده می‌شود در گام بعدی امواج الکترومغناطیسی را می‌توان به سمت نقاط کور داخل ساختمان هدایت نمود.

6- DownLink
7- UpLink
8- Gain

شرکت‌ها و استارت‌آپ‌های مرتبط

با توجه به چالش پوشش‌دهی سیگنال در نقاط کور، اپراتورها و شرکت‌های خصوصی بزرگ و کوچک در زمینه‌ی راه‌حل‌های درون ساختمانی یا همان IBS ورود کرده‌اند که از این شرکت‌ها می‌توان نمونه‌های داخلی و خارجی زیر را نام برد:

- شرکت نقش اول کیفیت (ناک)- همراه اول
- ایرانسل
- تلکام آرین با انجام پروژه‌های خارج و داخل ایران مانند پروژه ایرانمال، فرمانیه و...
- شرکت چشم انداز ارتباط
- شرکت zyxel
- شرکت Huaptec
- شرکت Action
- شرکت Nextivity
- شرکت Kathrein Nokia

منابع:

[1] Mei P, Pedersen GF, Zhang S. A broadband and FSS-based transmitarray antenna for 5G millimeter-wave applications. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2020 Dec 3;20(1):103-7.

[2] Song C, Pan L, Jiao Y, Jia J. A high-performance transmitarray antenna with thin metasurface for 5G communication based on PSO (particle swarm optimization). Sensors. 2020 Jan;20(16):4460.

[3] Matos SA, Teixeira JP, Costa JR, Fernandes CA, Nachabe N, Luxey C, Titz D, Gianesello F, Del Rio C, Arboleya A, Garnero JP. 3-D-Printed Transmit-Array Antenna for Broadband Backhaul 5G Links at V-Band. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2020 Apr 6;19(6):977-81.

[4] Prather DW, Shi S, Schneider GJ, Yao P, Schuetz C, Murakowski J, Deroba JC, Wang F, Konkol MR, Ross DD. Optically upconverted, spatially coherent phased-array-antenna feed networks for beam-space MIMO in 5G cellular communications. IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 2017 Aug 3;65(12):6432-43.

[5] D. McGrath, "Planar Three-Dimensional Constrained Lenses," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 34, no. 1, pp. 46–50, Jan 1986.

[6] Reconfigurable Reflecting Surfaces for 5G/6G | University of Surrey - YouTube

[7] H. Rezayati, "Design, analysis, and optimization of transmit array antenna with wide axial ratio bandwidth based on linear to circular polarizer implemented by non-resonant frequency selector surfaces," Ph.D. Thesis, University of Shahed, Jul. 2022.

[8] RECONFIGURABLE INTELLIGENT SURFACES: THE RESURRECTION OF RELAYING. 2020. https://ma-mimo.ellintech.se/2020/06/08/reconfigurable-intelligent-surfaces-the-resurrection-of-relaying/

معماری سامانه‌های نسل آتی
پشتیبان کسب و کار (NG-BOSS)
با رویکرد استقرار شبکه های نسل پنجم (5G)

میثم عبداللهی
دکتری مهندسی کامپیوتر از دانشگاه تهران
مشاور اداره کل معماری معاونت فناوری اطلاعات همراه اول

با توجه به رویکرد مهاجرت اغلب ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی به سمت ارائه‌دهندگان خدمات دیجیتالی نیازمندی‌های جدیدی از منظر خدمات زیرساختی و نیز فناوری اتفاق می‌افتد. ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی که تاکنون زیرساخت ارتباطی را فراهم می‌ساختند مجبور خواهند بود که به جهت حفظ منافع اقتصادی خود در رقابت با سایر رقبا، خدمات دیجیتالی مورد نیاز نسل‌های آتی را نیز فراهم آورند. یکی از اثرات جانبی این شیفت فناوری، تغییر در ساختار سامانه‌های پشتیبان کسب و کار و عملیات خواهد بود. در این گزارش سعی بر آن داریم تا مهمترین چالش‌های پیش رو در جهت مهاجرت به نسل‌های آتی معماری دیجیتال سامانه‌های پیشتیبان کسب و کار و عملیات را مطرح نماییم. در ادامه به مهمترین ویژگی‌های این معماری اشاره خواهیم کرد و نیز الگوی

بررسی بلوغ دیجیتال را در سازمان‌ها تشریح خواهیم نمود. در پایان نیز به مهمترین ریسک‌های موجود در زمینه‌ی مهاجرت به معماری‌های نسل آتی اشاره خواهیم کرد.

کلیدواژه‌ها: ارائه‌دهنده خدمات دیجیتالی، نسل آتی سامانه‌های پشتیبان کسب و کار و عملیات، مدل بلوغ دیجیتال، نسل پنجم، مدیریت ریسک

مقدمه

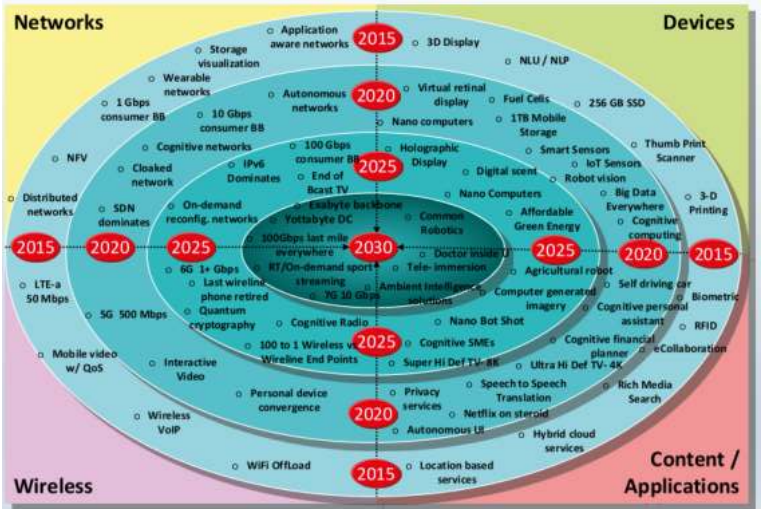
با توجه به گسترش نیازمندی‌های خدمات دیجیتال، فراهم‌کنندگان خدمات ارتباطی (CSP[1]) تا سال ۲۰۳۰ میلادی در چهار حوزه ی ادوات[2]، شبکه‌های ارتباطی[3]، تولید محتوا و برنامه‌های کاربردی[4] و ارسال بی سیم اطلاعات[5] و همگرایی کاربردی حوزه‌های اشاره شده، ناگزیر به ارائه‌ی خدمات هستند و به این ترتیب در بستر سنتی خود قادر به ادامه ی فعالیت نخواهند بود. بدین ترتیب فراهم کنندگان خدمات ارتباطی عملا مبدل به تامین کنندگان خدمات دیجیتال (DSP[6]) خواهند شد (شکل ۱).

در این راستا مجموعه خدماتی که توسط DSPها قابل عرضه خواهد بود باید به دقت شناسایی و در جهت تحقق آن‌ها گام‌های موثری برداشته شود. از سوی دیگر معماری دیجیتالی نسل آتی بر اساس استانداردهای موجود از سوی فراهم کنندگان خدمات شناسایی و طی یک برنامه‌ی مشخص مهاجرت به این معماری جهت رشد و بلوغ سازمانی انجام خواهد پذیرفت. در این راستا توجه به ابعاد مختلف این معماری و رصد سازمانی جهت بلوغ دیجیتال واجب به نظر می‌رسد. در نهایت تصمیم‌سازان این حوزه با توجه به فرصت‌ها و تهدیدهای موجود قادر خواهند بود زمان‌بندی لازم جهت مهاجرت تدریجی به نسل آتی سامانه‌های پشتیبان کسب و کار و عملیات را به انجام رسانند.

1- Communication Service Provider
2- Devices
3- Networks
4- Content/Applications

5- Wireless Communication
6- Digital Service Provider

HAMRAH-E-AVAL



شکل ۱- خدمات قابل ارائه توسط DSP های نسل آتی [۱]

شکل ۲- نقش DSPها ارائه خدمات [۲]

نقش تامین کنندگان سرویس‌های دیجیتال

همانطور که در شکل ۲ می‌توان مشاهده نمود، تامین کنندگان سرویس های دیجیتال ۴ نقش عمده را در ارائه‌ی خدمات به مشتریان ایفا خواهند نمود که در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

ایجاد بستر ارتباطی: در نسل آتی شبکه‌های بی سیم (5G[۷])، اپراتورها محصولاتی از جنس ارتباطات استاندارد 5G را (به صورت ثابت یا سیار) به تمامی کسب و کارها عرضه خواهند نمود. این

7- 5th Generation

شکل ۲- چشم‌انداز نقش آفرینی اپراتور Vodafone برای سال ۲۰۲۵ [۳]

شکل ۳- مقایسه ویژگی‌های سامانه‌های پشتیبان کسب و کار سنتی و نسل آتی [۴]

خدمت همانند خدمتی است که CSPها در حال حاضر عرضه می‌نمایند.

ارتباطات به عنوان سرویس:[۸] اپراتور راهکارهای ارتباطی شخصی سازی شده‌ای را در قالب برش‌های شبکه 5G[۹] به سازمان‌های بزرگ و ارائه‌دهندگان خدمات شخص ثالث[۱۰] عرضه می‌نماید. این سرویس‌ها به طور کامل توسط های دیجیتالی خودکار قابل تنظیم و منعطف هستند.

سکو:[۱۱] اپراتورها در مدل کسب و کار مبتنی بر سکو به عنوان صاحب امتیاز و متولی عرضه‌ی آن به بازار و یا به عنوان شریک تجاری مشارکت خواهند داشت. در واقع به جز سرویس‌های مبتنی بر ارتباطات، اپراتورها قادر خواهند بود که برخی قابلیت ها مانند سیستم فروش، سرویس‌های مبتنی بر موقعیت، تحلیل‌های شبکه، میزبانی و یا امنیت را از طریق این مدل خدمت فعال نمایند.

سرویس های انتها به انتها:[۱۲] در این مدل خدمت، اپراتورها متولی ارائه‌ی خدمات انتها به انتها هستند که اغلب این امر به کمک شرکای تجاری[۱۳] قابل انجام است.

طبق بررسی‌های انجام شده اغلب اپراتورها در چشم انداز میان مدت و بلند مدت خود قادر به فعالیت در ۴ حوزه‌ی اشاره شده خواهند بود. برای مثال طبق آخرین گزارش‌های منتشر شده از اپراتور Vodafone چشم انداز این اپراتور برای سال ۲۰۲۵ به قرار شکل ۳ خواهد بود.

ویژگی‌های سامانه‌های نسل آتی پشتیبان کسب‌وکار و عملیات (NG-BOSS[14])

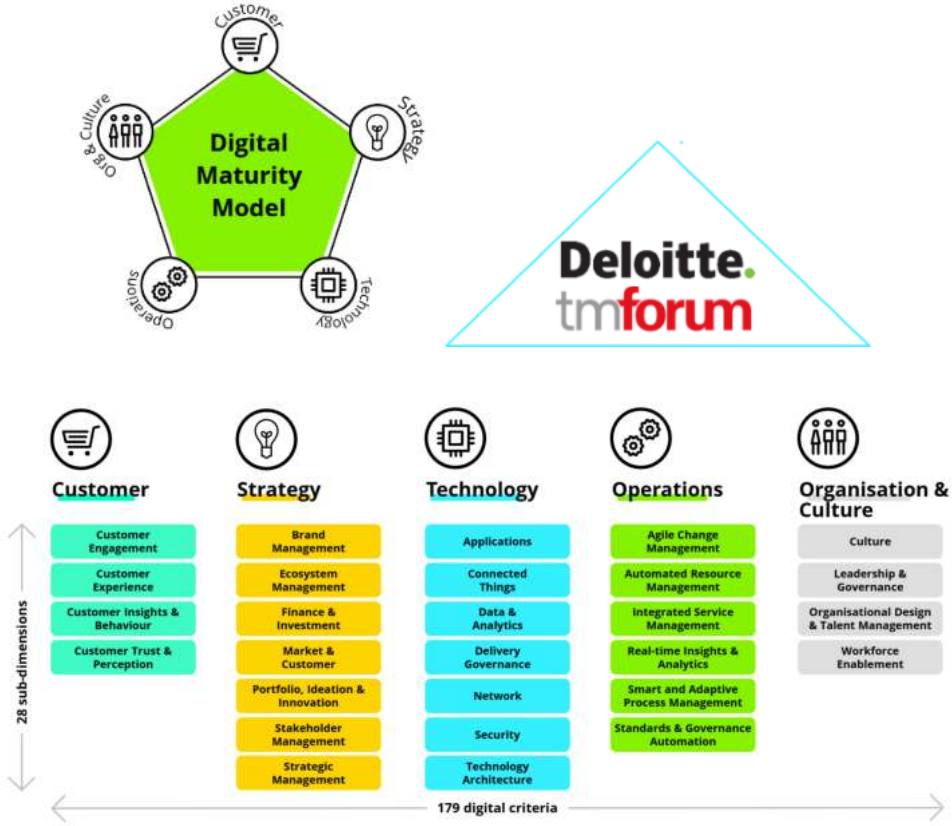
با توجه به مواردی که اشاره شد سامانه‌های نسل آتی پشتیبان کسب و کار و عملیات با توجه به رویکرد ارائه دیجیتالی خدمات از استانداردهای باز و بین المللی مانند ODA[۱۵]/ODF[۱۶] که توسط TM-Forum و شرکای آن در سال ۲۰۱۸ عرضه شده است تبعیت خواهند کرد. مهمترین ویژگی‌های معماری این سیستم‌ها در مقایسه با معماری‌های نسل گذشته در شکل ۳ توسط شرکت Netcracker (ارائه دهنده خدمات NG-BOSS) ارائه شده است و در ادامه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

معماری سامانه: معماری سامانه‌های نسل آتی مبتنی بر ریزسرویس ها[۱۷] و کانتینرها[۱۸] خواهد بود در حالیکه در نسل گذشته عموما معماری به صورت یکپارچه[۱۹] عرضه می‌شده است. از سوی دیگر در نسل گذشته طراحی‌ها برای بیشینه‌ی بار کاری پیش بینی شده و آماده برای کار در ابر[۲۰] پیش بینی شده بود در حالی که در نسل آینده معماری سامانه‌های کسب و کار مقیاس پذیر[۲۱] و ابر بومی[۲۲] خواهد بود. همچنین معماری‌های نسل گذشته برای هر کسب و کار به صورت سیلویی شده[۲۳] و مجزا عرضه می‌شده است و این در حالی است که معماری‌های نسل آتی به صورت چند-اجاره ای[۲۴] عرضه خواهند شد. معماری‌های نسل گذشته با واسط‌های کاربری خاص منظوره و طراحی شده عرضه می‌شده است و این در حالی است که به جهت استانداردسازی و یکپارچگی در نسل آینده از واسط‌های OpenAPI بهره گرفته خواهد شد.

سبد محصولات:[۲۵] در روش سنتی ارائه سبد محصولات تماما توسط اپراتور انجام می‌شده است در حالی که در معماری نسل آتی این امر مبتنی بر یک اکوسیستمی از شرکای تجاری انجام خواهد شد.

8- Connectivity as a Service
9- Network Slice
10- Third Party
11- Platform
12- End-to-End Services
13- Partner
14- Next Generation- Business Operation Supporting System

15- Open Digital Architecture
16- Open Digital Platform
17- Microservice
18- Container
19- Monolithic
20- Cloud-Ready
21- Elastic Scalability
22- Cloud-Native
23- Siloed
24- Multi-Tenant
25- Product Portfolio



شکل ۴- اولین مدل استاندارد صنعتی بلوغ دیجیتال [۵]

زمان عرضه سرویس:[۲۶] زمان عرضه‌ی سرویس در معماری‌های نسل آتی با توجه به ویژگی‌های ذکر شده در بخش معماری این محصولات از چندین ماه به چندین روز تقلیل خواهد یافت.

تعامل با مشتری:[۲۷] در مدل سنتی تعامل با مشتری، ارتباطات بعضا به صورت برون خط[۲۸] و از طریق کانال‌های مختلفی انجام می‌شده است، درحالی که در نسل آتی این ارتباط به صورت بلادرنگ[۲۹]، شخصی‌سازی شده و در قالب مجموعه‌ای از کانال‌های ارتباطی همه جانبه[۳۰] انجام می‌پذیرد.

مدیریت پویش:[۳۱] در گذشته، مدیریت پویش‌ها به صورت برون خط و مبتنی بر پارامتر ARPU[۳۲] (که نگاهی بر متوسط درآمد گذشته‌ی اپراتورها از کاربران دارد) بوده است، در حالی که برای نسل آتی، بلادرنگ بودن ارتباط، وفاداری[۳۳] مشتریان و درآمد آتی اپراتورها به واسطه حفظ مشتریان فعلی و افزایش مشتریان جدید از طریق محاسبه پارامتر CLV[۳۴] به کمک روش‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مورد نظر خواهد بود.

مدیریت تراکنش ها: تراکنش‌ها در سامانه‌های نسل گذشته به صورت برون خط و دسته‌ای عرضه می شد و این در حالی است که در نسل آتی به صورت بلادرنگ، مبتنی بر برش‌های شبکه و بر اساس سناریوهای شارژینگ MEC[۳۵] عرضه خواهد شد.

تحلیل ها: انجام تحلیل‌های مورد نیاز در روش سنتی به صورت برون خط و از طریق گزارش گیری انجام می شد در حالی که در آینده تحلیل‌ها به صورت هوشمند و ترکیبی از روش‌های تصمیم گیری بلادرنگ و اتوماسیون مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین خواهد بود.

ارائه خدمات:[۳۶] چرخه ارائه خدمات از ایده تا بازار در گذشته به صورت مدل آبشاری[۳۷] انجام می‌شده است که با این روش ماه‌ها و بعضا سال‌ها طول می کشید تا نتایج حاصل از کسب و کار نمایان شود، در حالی که در سامانه‌های نسل آتی با بهره‌گیری از سازوکارهای DevOps[۳۸] و CI/CD[۳۹] علاوه بر بهره گیری از مزایای چابکی سامانه، سرعت ارائه‌ی محصولات و خدمات به طور محسوسی افزایش خواهد یافت.

مدل بلوغ دیجیتال

با توجه به مطالب گفته شده و تلاش سازمان‌ها جهت توسعه محصولات دیجیتالی خود، مدل‌های مختلفی جهت بررسی بلوغ دیجیتالی سازمان‌ها پیشنهاد شده است که اولین و یکی از مهمترین آن‌ها توسط شرکت Deloitte به همراه انجمن صنعتی

26- Time to Market
27- Customer Management
28- Offline
29- Real-Time
30- Omni-Channel
31- Campaign Management
32- Average Revenue Per User
33- Loyalty
34- Customer Lifetime Value

35- Multi-access Edge Computing
36- Service Delivery
37- Waterfall
38- Development/Operation
39- Continuous Integration/Continuous Delivery, and Continuous Deployment

جهانی TM-Forum عرضه شده است. در این مدل که از ۵ محور اصلی، ۲۸ زیرمحور و ۱۷۹ شاخص دیجیتالی تشکیل شده است بلوغ سازمان از منظر پارامترهای مختلف بررسی می شود و به این ترتیب سازمان ها با شناسایی نقاط قوت و ضعف خود در صدد رفع موانع و تقویت نقاط ضعف برخواهند آمد. با بهره گیری از مدل بلوغ دیجیتال، کسب و کارها در راستای تغییر نقش از CSP به DSP توانمند خواهند شد.

مدیریت ریسک در مهاجرت به نسل آتی

با توجه به مطالبی که گفته شد مهاجرت از نسل گذشته به نسل آتی سامانه‌های پشتیبان کسب و کار و عملیات در آینده نه چندان دور امری بدیهی و گریزناپذیر برای اپراتورها و شرکت‌های مخابراتی خواهد بود. در این راستا مهم‌ترین چالش مدیران، مدیریت مخاطرات[40] احتمالی و برخورد صحیح با آن‌ها خواهد بود. TM-Forum مهمترین این چالش‌ها را در سه حوزه‌ی عملیات، مالی و اقتصادی و نیز اثرات احتمالی بر مشتریان بررسی نموده است که می تواند راهگشای سازمان‌ها در جهت بررسی دقیق تر مشکلات احتمالی و رفع موانع باشد. به نظر می‌رسد که در این رابطه سازمان‌ها با شناخت دقیق‌تر پتانسیل‌ها و منابع و نیز مشکلات خود، قادر خواهند بود سفر ایمن‌تری به سوی دیجیتالی شدن سازمان داشته باشند. شکل ۵ مخاطرات پیش‌بینی شده توسط TM-Forum حوزه های مربوط به آن‌ها را دسته‌بندی نموده است.

نتیجه‌گیری

استقرار شبکه 5G نیازمندی‌هایی را به همراه دارد که یکی از آن‌ها مربوط به حوزه‌ی سامانه‌های پشتیبانی کسب و کار و عملیات است. در این گزارش در ابتدا به بررسی نقش‌های اپراتورها به عنوان DSP پرداختیم و در ادامه به ویژگی‌های سامانه‌های نسل آینده پشتیبانی کسب و کار و عملیات اشاره کردیم و با ویژگی‌های نسل گذشته مقایسه نمودیم. سپس به یک مدل بلوغ سازمانی اشاره‌ای داشتیم که برطبق آن پارامترهای پایش مهاجرت دیجیتال سازمان‌ها بررسی و ارزیابی می گردد و میزان بلوغ دیجیتالی سازمان به این ترتیب مشخص خواهد شد. در نهایت در انتهای این گزارش به موضوع مدیریت ریسک در خصوص مهاجرت از شیوه ی سنتی ارائه خدمات به شیوه‌ی مدرن و مبتنی بر خدمات دیجیتالی پرداختیم. در نهایت می توان اشاره کرد که فرآیند مهاجرت از نسل قدیم به نسل آتی سامانه‌های پشتیبانی کسب و کار و عملیات یک فرآیند طولانی و چالش برانگیز است که باید مبتنی بر استانداردهای بین المللی و با برنامه ریزی دقیق و مدیریت ریسک انجام پذیرد.

منابع:

[1] K.Hushyar et al., Telecom Extreme Transformation: The Road to a Digital Service Provider, 2021.
[2] M.Newman, 5G Future: Business Models for Monetization, 2019.
[3] M. Newman, Next-generation BSS architectures: The Telefonica way, 2021.
[4] M. Banerjee, BSS Evolution Unlocks 5G Opportunities, 2021.
[5] Deloitte White Paper, Digital Maturity Model: Achieving Digital Maturity to Drive Growth, 2018.
[6] How to Reduce Risk in BSS Transformation, 2020.

40- Risk Management

tmforum

Risks of unsuccessful transformation activities

شکل ۵- ریسک های مهاجرت ناموفق از CSP به DSP برای اپراتورها [۶]

ذخیره‌سازی ابری
مسیری هموار برای توسعه 5G

وقتی به یک شرکت مخابراتی فکر می‌کنیم، تصور ما زیرساخت‌های سنگین متشکل از برج‌ها، فرستنده‌ها، مراکز داده، کابل‌ها و سیم‌ها و غیره است اما شاید شنیده باشید که ودافون، راکوتن و دویچه تلکام بخش‌هایی از زیرساخت خود را به ابر عمومی منتقل کرده‌اند و این روند قرار است تا سال‌های آتی ادامه یابد. رایانش ابری در مخابرات پتانسیل بالایی دارد و با توجه به نتایج نظرسنجی سالانه توسط وبسایت Telecoms.com سه حوزه فناورانه 5G، ابر و تحول دیجیتال جزو اولویت‌های اصلی شرکت‌های مخابراتی برای سرمایه‌گذاری در سال‌های آتی خواهد بود (شکل ۱).

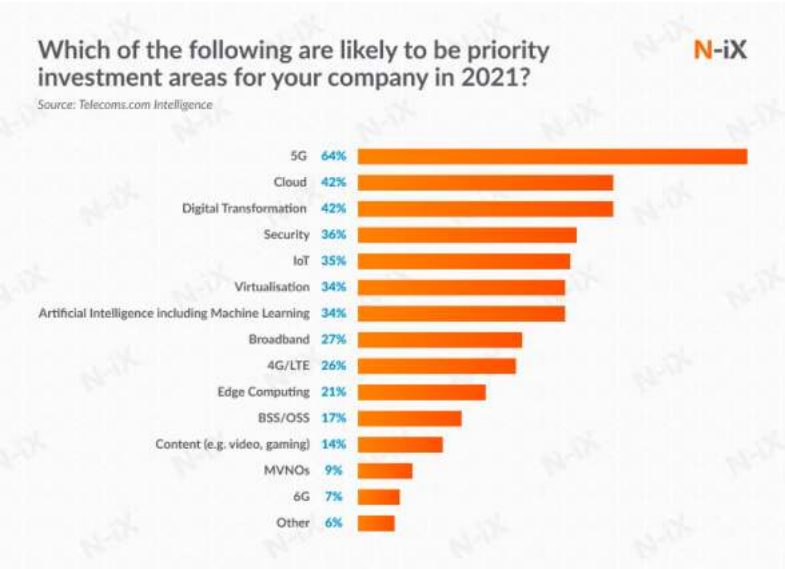
محمدزرنقی نقش
کارشناسی ارشد مهندسی برق مخابرات از دانشگاه شاهد
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

تاثیر محاسبات ابری در صنعت مخابرات بی‌مانند وقدرتمند است. اپراتورها و ارائه‌دهندگان خدمات مخابراتی می‌توانند داده‌های مشتری را ذخیره و محاسبه کنند، انبارهای داده ابری ایجاد کنند، داده‌های ابری را انتقال دهند، با سایر خدمات ابری مخابراتی تعامل داشته باشند، به طور مستقل از طریق ابر به هر سرویس تلفنی دسترسی داشته باشند و غیره.

سال ۲۰۲۲، سال مخابرات ابری

از چند سال قبل، تحلیل گران سال ۲۰۲۲ را سال «ابر در صنعت مخابرات» اعلام کرده بودند. صرفنظر از چگونگی اعطای این عنوان، ابر عملا تمام جنبه‌های IT و کسب‌وکار را متحول می‌کند. یکی از بخش‌هایی که متأثر از ابر در حال تغییر است، صنعت مخابرات است. دنیای ابری فرصت‌های جدید و درنتیجه جریان‌های درآمدی را برای اپراتورهای مخابراتی باز کرده است. یکی از راه‌های جدید کسب درآمد، ارائه زیرساخت‌های ابری و خدمات ذخیره‌سازی، ایجاد یک ترکیب قدرتمند برمبنای ابر و مخابرات است. یک ابر مخابراتی بر ایجاد یک زیرساخت مجازی مشترک برای مدیریت عملکردهای مختلف شبکه‌ی مورد نیاز برای ارائه خدمات ارتباطی متمرکز است. از آنجایی که مشتریان فقط برای خدمات یا برنامه‌هایی که استفاده می‌کنند پول می‌پردازند، ایجاد یک محیط ارتباطی مقرون‌به‌صرفه‌تر و مطمئن‌تر، یکی از اهداف اصلی اپراتورهای جهان برای کاهش هزینه‌ها و بهبود سودآوری است. بیایید نگاهی دقیق‌تر بیاندازیم که چگونه ابر به اپراتورهای مخابراتی کمک می‌کند تا کارایی عملیاتی را بهبود بخشند، هزینه‌ی کل را کاهش دهند و جریان‌های درآمد جدیدی ایجاد کنند.

ابر بعنوان یک عامل کلیدی برای تحول در مقیاس بزرگ در مخابرات



شکل ۱ – فهرست حوزه های فناورانه مورد توجه شرکت‌های تلکامی بر اساس میزان سرمایه گذاری [۲]

موفقیت یک تجارت مخابراتی به‌طور مستقیم به تعداد مشتریان فعال آن بستگی دارد. بنابراین چالش اصلی شرکت‌های مخابراتی جذب و حمایت از یک پایگاه بزرگ مشتریان است. امروزه شرکت‌های مخابراتی با راه حل‌های ارتباطی مبتنی بر ابر مانند واتساپ و اسکایپ برای سهم بازار رقابت می‌کنند. اما زیرساخت‌های قدیمی فناوری اطلاعات مخابراتی نمی‌توانند از نظر مقیاس‌پذیری، چابکی و کارآمدی در مقابل این رقابت بایستند. بنابراین، امروزه شرکت‌های مخابراتی بیشتری تصمیم می‌گیرند که دستخوش تحول دیجیتالی شوند و تحت زیرساخت‌های مبتنی بر ابر حرکت کنند. با استفاده از فضای ابری، شرکت‌های مخابراتی تک محصولی می‌توانند سبد خدمات خود را افزایش دهند و با سرعتی که بازار امروز نیاز دارد گسترش پیدا کنند. و این دقیقا همان کاری است که Lebara در سال ۲۰۱۴ شروع به انجام آن کرد.

رایانش ابری در مخابرات: داستان یک موفقیت

Lebara یکی از سریع‌ترین اپراتورهای شبکه مجازی تلفن همراه در حال رشد است که سیم‌کارت‌های تلفن همراه و سایر محصولات و خدمات مرتبط را برای مهاجرین ارائه می‌دهد. از نظر تحول دیجیتال، این شرکت مرکز داده مستقر در لندن خود را تعطیل کرد و تصمیم گرفت رویکرد چند ابری را با ترکیب Azure و AWS اتخاذ کند. مجموعه N-iX، تحول ابری Lebara و توسعه راه حل‌های ابری مقیاس‌پذیر، نگهداری آسان و مقرون به صرفه را رهبری کرده است. برای Lebara، مانند هر مجموعه مخابراتی دیگری، زمان ورود به بازار و مقیاس‌پذیری براساس تقاضا بسیار مهم است. پیاده‌سازی میکروسرویس‌های AWS +80 و Azure امکان ادغام شش اپلیکیشن را برای همه کشورها فراهم کرد و به Lebara این امکان را داد تا بازارها و عملیات تجاری خود را سریع و به نحو کارآمد گسترش دهد. به لطف معرفی بهترین شیوه‌های DevOps، همه تغییرات جدید از طریق فرآیند CI/CD با استقرار خودکار منتشر می‌شوند.

مزایای استفاده از رایانش ابری در اپراتورها

مقیاس‌پذیری منعطف: شرکت‌های مخابراتی که مسیر خود را به سمت فضای ابری پی گرفته‌اند، می‌توانند به راحتی افزایش مقیاس‌پذیری را انجام داده و پس از کاهش تقاضا برای سرویسهای مخابراتی به حالت عادی، مقیاس ارائه خدمات را کاهش دهند.

ضمانت انعطاف‌پذیری: رایانش ابری به شرکت‌های مخابراتی کمک می‌کند تا به سرعت از موقعیت‌های استرس‌زا مانند حملات هکرها، خرابی‌های سخت‌افزاری و غیره رهایی یابند. رویکرد مبتنی بر معماری مناسب، امکان خود اصلاحگری به‌موقع را برای یک سیستم فراهم می‌کند.

بازیابی سریع پس از بلایا: هر چیزی از قطع برق در مرکز داده گرفته تا نقض امنیتی ممکن است باعث از دست رفتن داده شود. ذخیره نسخه پشتیبان از پایگاه‌های داده در فضای ابری، به بازیابی سریع تمامی داده‌ها کمک می‌کند.

کاهش زمان ارائه به بازار: با رایانش ابری، شرکت‌های مخابراتی می‌توانند محصولات و خدمات خود را سریع‌تر ارائه دهند، زیرا دیگر نیازی به تهیه قطعات جداگانه سخت‌افزاری برای هر عملکرد شبکه ندارند. آن‌ها می‌توانند توابع شبکه را از ابتدا به عنوان نرم‌افزار توسعه دهند و آن‌ها را بر روی سرورهایی که در محیط ابری میزبانی می‌شوند اجرا کنند.

کاهش هزینه‌ها: از نظر اقتصادی، ابری سازی، هزینه‌های عملیاتی

یک شرکت را برای راه‌اندازی و مدیریت مرکز داده کاهش می‌دهد. این هزینه‌ها شامل موضوعات مختلف مرتبط با سخت‌افزار، نرم‌افزار، سرورها، صورت‌حساب‌های انرژی، کارشناسان فناوری اطلاعات و غیره می‌شود. با زیرساخت ابری، یک شرکت مخابراتی تنها به ازای خدماتی که استفاده می‌کند، هزینه می‌پردازد.

بهبود تجربه مشتری: رایانش ابری به اپراتورهای مخابراتی کمک می‌کند تا تاخیر را به حداقل برسانند، امنیت را تقویت کنند، پشتیبانی خودکار به مشتریان ارائه دهند، ترجیحات مشتری را پیش‌بینی کنند و تجربیات دیجیتال جدیدی را ارائه دهند.

فعال کردن اتوماسیون شبکه: ابر به خودکارسازی فرآیندهای سنتی امروزی در دو بخش طراحی و آزمایش اجزای جدید شبکه کمک می‌کند. به کمک یک پارچه‌سازی، آزمایشو استقرار مداوم، سازمان‌دهی و نظارت بر شبکهممکن می‌شود. شبکه‌های مدرن قادر به تجزیه و تحلیل عملکرد خود و پاسخگویی به مسائل در زمان واقعی هستند که این امر منجر به افزایش رضایت مشتری می‌شود.

استفاده از داده‌ها: شرکت‌های مخابراتی حجم عظیمی از داده‌های مشتری را پردازش می‌کنند. ابر اپراتورها را قادر می‌سازد تا با کمک علم داده و تجزیه و تحلیل داده، بینش ارزشمندی را از این داده‌ها به‌دست آورند. در نتیجه، شرکت‌های مخابراتی می‌توانند از این بینش‌ها برای بهبود عملیات خود استفاده کنند. برای مثال، در طول همه‌گیری کووید-۱۹، اپراتورهای مخابراتی داده‌هایی را با هدف آگاهی از نحوه‌ی انتشار ویروس توسط مردم ارائه کردند.

ایجاد جریان‌های درآمدی جدید: اپراتورهای مخابراتی می‌توانند از زیرساخت‌های فیزیکی خود با مشارکت ارائه دهندگان خدمات ابری کسب درآمد کنند. همکاری اپراتورها و ارائه دهندگان پلتفرم‌های ابری مقیاس پذیر[1] منجر به رشد بیشتر بازار شده و شرکت‌های مخابراتی می‌توانند زیرساخت‌های خود را به ارائه‌دهندگان ابری ارائه دهند تا با راه‌اندازی راهکارهای پلتفرمی اختصاص یافته به زیرساخت‌های مخابراتی و ادغام مستقیم با شبکه‌های 5G، به آن‌ها کمک کنند تا به مشتریان در لبه نزدیک‌تر شوند. جدیدترین این راه حل‌ها شامل Wavelength از AWS، Azure Edge Zones از Microsoft و Anthos برای Telecom از گوگل کلاود است. اخیرا گوگل کلاود و AT&T همکاری مشترکی را برای کمک به شرکت‌ها برای استفاده از فناوریها و قابلیت‌های گوگل کلاود با استفاده از اتصال شبکه AT&T در لبه، از جمله 5G اعلام کرده‌اند.

ترکیب 5G، رایانش ابری و محاسبات لبه الگوی جدیدی است که پتانسیل تغییر در هر صنعتی را دارد و صنایع مختلف می‌توانند از 5G و رایانش ابری برای تغییر و بهینه‌سازی نحوه‌ی تولید محصولات استفاده کنند. خرده‌فروشان هم می‌توانند از این فناوری برای بهینه‌سازی زنجیره‌ی تامین، تدارکات و بهبود تجربه مشتری بهره‌مند شوند. بخش حمل و نقل هم با بهره‌گیری از زیر ساخت متصل، در نهایت می‌تواند زمینه را برای وسایل نقلیه خودران فراهم کند. بهره‌گیری از این امکانات، الهام‌بخش و بی‌پایان هستند.

نقش ذخیره‌سازی ابری در 5G

یکی از مباحثی که در فناوری 5G مطرح می‌شود، مفهوم اتصال همه‌چیز است. در دهه گذشته شاهد انفجار داده‌ها، عمدتاً توسط محاسبات تلفن همراه و اینترنت اشیاء بوده‌ایم. ابر جزئی ضروری بود زیرا دستگاه‌ها قدرت محاسباتی لازم برای انجام وظایف سطح بالا را نداشتند. به همین خاطر محاسبات لبه ابداع شد تا وضعیت را تغییر دهد و قدرت را در لبه فراهم کند. بیشتر داده‌ها همچنان در نهایت به ابر ختم می‌شوند، جایی که می‌توان هوش مصنوعی و یادگیری ماشین را اعمال کرد. تجزیه و تحلیل داده و برنامه‌های امنیتی می‌توانند کل سیستم را نظارت و محافظت کنند.

1- hyperscalers

فناوری ابر در دو بخش در اپراتورها حیاتی خواهد بود:

- فعال کردن شبکه‌های 5G CSP
- استفاده از 5G Edge سازمانی
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری
- کاهش زمان آزمایش و ارائه سرویس‌های جدید
- افزایش ظرفیت شبکه به‌صورت مقرون به صرفه

به عنوان مثال، Google Cloud با اپراتورهای متعددی کار می‌کند تا از طریق تکنیک‌هایی مانند CNF[2] زیرساخت نرم‌افزاری تعریف شده و برش شبکه[3] به قدرت نفوذ ابر به شبکه‌های آن‌ها کمک کند. این موضوع اغلب تحت عنوان ابری شدن شبکه‌های مخابراتی شناخته می‌شود. آخرین همکاری گوگل کلاود با اپراتور بِل در کانادا برای 5G Core نمونه‌ای از این ماجراست.

علاوه بر نقاط قوت رایانش ابری نظیر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، تجزیه و تحلیل داده، ذخیره‌سازی، امنیت محاسبات و غیره، ابر در عملکرد محاسبات لبه در ترکیب با 5G دارای اهمیت بسیار است. اپراتورها با ISV ها و CSP ها در سراسر جهان، AT&T، Verizon، Orange، TELUS، JIO، Bell Canada و دیگران در GDC Edge شریک شده‌اند و به سرعت در حال تبدیل پتانسیل‌های خود در فناوری لبه به نقاط قوت هستند. مثلا اپراتور ورایزون واحد Verizon 5G Edge را با GDC Edge ترکیب کرده تا صنایع، خرده‌فروشی‌ها و کارخانجات را قادر سازد تا با بهره‌گیری از قدرت 5G و محاسبات لبه موبایل کارایی عملیاتی، سطوح بالاتر امنیت و قابلیت اطمینان و بهره‌وری خود را بهبود بخشد.

در ادامه به برخی ویژگی‌های 5G Edge و نحوه اجرا یا اعمال آن‌ها اشاره می‌شود.

جراحی روباتیک

از آن‌جا که جراحی از راه دور روباتیک باید بتواند تا سرعت چهار گیگابیت در ثانیه را با تأخیر کمتر از ۵/۵ میلی ثانیه در فواصل طولانی را پشتیبانی کند، ارتباط فعلی 4G LTE نمی‌تواند اتصال مناسبی برای این امر باشد. WiFi نیز اگرچه می‌تواند از نظر فنی از این الزامات پشتیبانی کند، اما در فاصله‌ای که برای جراحی از راه دور نیاز است، کارآیی آن کاهش می‌یابد. فناوری 5G، با ارائه سرعت بالا به ویژه در باندهای فرکانسی امواج میلیمتری و همچنین کاهش تأخیر ذاتی URLLC، جراحی از راه دور روباتیک را امکان‌پذیر می‌کند.

از دیگر کاربردهای 5G در حوزه سلامت، استفاده از شبکه‌های خصوصی است. برخلاف نسل‌های قبلی شبکه‌های سلولی، 5G می‌تواند شبکه‌های امنی را جدای از زیرساخت‌های عمومی راه‌اندازی کند. برای مثال تصور کنید که در یک بیمارستان بزرگ، باندهای طیف پایین 5G برای داده‌های بلادرنگ بیمار (مانند علائم حیاتی)، و باندهای متوسط و بالاتر برای برقراری ارتباطات پرسرعت، جهت استفاده از قابلیت‌های URLLC، MEC و eMBB برای ارتباط میان دستگاه‌ها و ابر تنظیم شود و یا از فناوری 5G و محاسبات لبه برای انتقال داده‌ها از آمبولانس‌های میدانی به پزشکان منتظر در بیمارستان استفاده شود.

کارخانجات تولیدی.

یکی از حوزه‌هایی که ترکیب 5G، محاسبات لبه و ابر، می‌توانند بالقوّه وارد عمل شوند، در بخش تولید است. اتصال فیزیکی و دیجیتال، بزرگ‌ترین و بهترین مورد استفاده از 5G در تولید خواهد بود. اگرچه مفهوم Industry4.0 چندین سال است که معرفی شده است، اما ویژگی‌های تعیین‌کننده آن مانند دیجیتالی‌سازی، اتوماسیون هوشمند و اتصال به یکدیگر، تنها به کمک 5G قابل بهره‌برداری خواهد بود. به عنوان مثال، بهره‌گیری از 5G و ابر در کاربردهای صنعتی دقیق، عملیات ذخیره، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها را به‌صورت بلادرنگ ممکن ساخته و ویژگی URLLC را به صورت بهینه عملیاتی می‌کند. از طرفی، ارائه شبکه خصوصی 5G در محیط یک کارخانه با فراهم کردن امکانات MEC، URLLC و mMTC در فضای ابری، موجب افزایش کارایی و بهره‌وری فرآیندها با استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌شود.

2- Containerized Network Functions
3- Network Slicing

منابع:

[1] cloud.google.com
[2] www.n-ix.com
[3] appinventiv.com
[4] thefastmode.com
[5] www.vmware.com
[6] intellias.com
[7] www.aimprosoft.com
[8] www.redhat.com
[9] www.rcrwireless.com
[10] www.ibm.com

5G

بینش فناوری

Technlology Insight

رونمایی از قدرت تاثیر فناوری نسل پنجم مخابراتی بر اقتصاد جهان
۶۴

همکاری فناورانه اپراتور با استارتاپ‌ها
۷۲

گزارش پانل اقتصادی نشست 5G کوالکام ۲۰۲۲

رونمایی از قدرت تاثیر فناوری نسل پنجم مخابراتی بر اقتصاد جهان

اردیبهشت‌ماه، هتل اینتر کنتینانتال سان‌دیگو در کالیفرنیا، شاهد حضور متخصصین و سرآمدان صنعت تلکام دنیا در یکی از معتبرترین رویدادهای این صنعت، «نشست 5G کوالکام» بود.

یکی از پانل‌های این نشست با حضور کرتی گوپتا (رئیس بخش اقتصادی کوالکام)، فدریکو آنیالتو (اقتصاددان ارشد GSMA) و هیلول روی (مدیر شبکه‌ها، فناوری‌ها و نوآوری‌های ابری موسسه اکسنچر، با موضوع نقش کلیدی 5G در تحول دیجیتال صنایع و افزایش درآمد ناخالص ملی کشورها برگزار شد که در ادامه گزارشی از این پانل برای مخاطبین فصلنامه فناوری همراه، آورده شده است.

دبیر پانل (کرتی گوپتا، رئیس بخش اقتصادی کوالکام): امروز اینجا هستیم تا 5G را فراتر از گوشی هوشمند، اینترنت اشیا و غیره بررسی کنیم و در واقع یک گام به عقب برداریم و ببینیم چگونه یک تغییر در جریان مسلط فناوری[1] می‌تواند یک جهان کاملا متصل بیافریند و تاثیر شگرفی بر کل اقتصاد بر جای گذارد. همه شما می‌دانید که 5G بر خلاف سایر نسل‌ها فقط یک فناوری برای اتصال بهتر مردم نیست و به نحوی طراحی شده که امکان اتصال هر کس را در هر کجا فراهم کند و هنگامی که آن را مدل می‌کنیم، می‌توان حتی به موضوعاتی مثل زیرساخت آینده متصل مثلا برای راه آهن، راه‌های هوایی و یا آبی فکر کرد، به جهان متصلی که به عنوان یک اقتصاددان دوست دارم بدانم چرا این فناوری با ظهورش اینچنین جهان را زیر و رو خواهد کرد. همه شما می‌دانید که رشد اقتصادی و بهره‌وری متاثر از فناوری است، اما اجازه دهید این موضوع را اندکی برایتان بشکافم. در دهه ۱۹۸۰، روبرت سولو، یکی از برندگان نوبل اقتصاد ثابت کرد که ۸۰ درصد رشد اقتصادی ناشی از شوک‌های فناورانه است، نه ناشی از نیروی انسانی، نه ناشی از سرمایه و نه سایر عوامل مهم در تولید. چون تمام ورودی‌های تولید به صورت خطی عمل می‌کنند و مقیاس را افزایش می‌دهند. اما وقتی شما شوک‌های فناورانه را به این مخلوط اضافه می‌کنید، جهان را متحول خواهید کرد. ما از انقلاب صنعتی شاهد چنین رشدهای اقتصادی ناشی از شوک‌های فناورانه هستیم. در واقع از این تاریخ به بعد معادله بهره‌وری تغییر کرد و فناوری به عنوان یک ضریب روی سایر ورودی‌های تولید اثر گذاشت. البته فناوری‌های انگشت‌شماری در بین تمام صنایع وجود دارند که این خاصیت ضریب را داشته باشند. به برق فکر کنید، به اینترنت فکر کنید... اینها فناوری‌های همه منظوره (اصطلاحی که اقتصاددانان به کار می‌برند) هستند که شاید برای هر نسل جمعیت یک بار اتفاق بیافتد.

همانطور که می‌دانید مدتی است اقتصاددانان از اینکه جهان در تله بهره‌وری گیر افتاده است، ابراز نگرانی می‌کنند. چراکه طی دو دهه اخیر نرخ بهره‌وری در جهان با مقیاس‌های اندازه‌گیری کاهشی بوده است. مساله‌ای که همه ما به نحوی نگرانش هستیم این است که آیا طی سال‌های آتی شاهد یک اقتصاد پایدار و شکوفا خواهیم بود یا نه؛ و 5G دقیقا در بحبوحه همین نگرانی‌ها ظهور یافت و به عنوان یکی از آن دسته فناوری‌های واقعی که آن قدرت ضریب را در بهره‌وری تمام صنایع دارد، معرفی شد.

1- Technological Paradigm Shift

ما در این پانل دوستانی داریم که هم به موضوع تاثیر 5G در صنایع دیگر کمک می‌کنند و هم در اندیشه موضوعاتی از این دست هستند. مهمان ما هیلول روی، مدیر شبکه‌ها، فناوری‌ها و نوآوری‌های ابری موسسه اکسنچر، مطالعه‌ای درباره تاثیر ضریب گونه 5G در صنایع مختلف از تولید، تا بهداشت و درمان را در دستور کار خود دارد و مهمان دیگر ما، فدریکو آنیالتو اقتصاددان ارشد از GSMA پیرامون تاثیر اجتماعی و محیط زیستی این فناوری تحقیق می‌کند.

هیلول، با شما شروع می‌کنم، می‌دانم که شما درباره 5G و تاثیرات اقتصادی آن کار کرده‌اید و گزارش‌هایی داشته‌اید. موسسه شما، اکسنچر، از صنایع مختلفی شریک تحقیقاتی دارد تا تخمین دقیقی از تاثیر دگرگون کننده 5G بر صنایع به دست آورد. پس لطفا از آنچه خودتان و شرکایتان به آن رسیدید، برای ما بگویید.

هیلول روی: بله حتما. ما مطالعه‌ای انجام دادیم و در آن صنایع مختلف را از دریچه فلسفه و امکانات 5G نگریستیم. ما روی پنج صنعت تولید، خرده‌فروشی، اتومبیل‌سازی، خدمات عمومی شهری (برق و گاز و...) و بهداشت و درمان تمرکز کردیم و با برون‌یابی این مطالعه تلاش کردیم تا نتایج آن را به سایر صنایع تعمیم دهیم و تاثیر مستقیم و غیرمستقیم و القایی آن را پیدا کنیم. در مجموع رقم ضریب را حدود ۱.۸ و تاثیر روی GDP ایالات متحده را حدود ۱.۵ تریلیون دلار برای بازه ۵ ساله تخمین زدیم. همچنین ۱۶ میلیون شغل جدید ناشی از فناوری 5G ایجاد می‌شوند یا تغییر شکل می‌یابند.

خیلی ممنون. شما از اثر مستقیم، غیرمستقیم و القایی فناوری روی بهره‌وری صنایع صحبت کردید. فدریکو، ما می‌دانیم GSMA تحلیل مشابهی را درباره تغییر شکل صنایع از طریق 5G انجام داده‌اید. لطفا به ما بگویید کدام صنایع، زودتر و یا بیشتر دچار این دگرگونی و تغییر شکل خواهند شد؟ و روندهای این تغییر به چه صورت خواهد بود؟

فدریکو آنیالتو: ما یک تیم اقتصاددان در بخش هوش مصنوعی GSMA داریم و به شدت پیگیر این تحولات صنعت ناشی از فناوری در سرتاسر جهان هستیم. در این نشست هم ارائه‌های بسیاری با همین موضوع شاهد بودیم و می‌دانیم دنیا در حال تحول است و همه‌گیری کرونا هم این روند را سرعت بخشیده است. من نمی‌خواهم در پاسخ به شما فقط به یک بخش یا صنعت اشاره کنم، چون حقیقتا تمام بخش‌های اقتصاد تحت این فناوری در حال تغییر شکل است. البته در تیم ما هیچکس برنده جایزه نوبل نبوده ولی تلاش می‌کنیم که به صورت کمی و محاسباتی، این تغییر شکل را پیش‌بینی و تخمین بزنیم. با این همه به نظر می‌رسد بخش تولید، بیشترین منفعت را از این تغییر پارادایم فناوری ببرد، هرچند این منفعت ممکن است بیشتر ناشی از بزرگتر بودن این بخش باشد. بخش‌های درمان، آموزش و خرده‌فروشی در مقام‌های بعدی قرار دارند. همچنین بخش برق و سایر خدمات عمومی شهری هم از فناوری 5G بی‌بهره نخواهد بود. بنابراین همانگونه که اشاره شد نه فقط یک بخش، بلکه تمام اقتصاد از این فناوری متاثر خواهد بود و به اصطلاح بازی در تمام عرصه‌ها عوض

خواهد شد.

هیلول، آن تریلیون‌ها دلاری که اشاره کردی ناشی از همین تغییر بازی است. اما در یکی از نشست‌های امروز گفته شد که 5G مانند پلی بین اتصال، محاسبات و هوشمندی است، هوشمندی محاسبات لبه را ارتقا می‌بخشد و بلیط ورود ما به متاورس است. حالا می‌خواهم از شما بپرسم 5G چگونه فناوری‌های متفاوت را ممکن و بالفعل می‌کند تا این آینده متصل به وجود آید؟ لطفا چند مورد استفاده (Use-case) که در این تغییر شکل صنایع در گزارش شما وجود دارد برای ما نام ببرید.

هیلول روی: با نگاه به 5G، به نوعی به محـــل تلاقی فناوری‌های مختلف می‌نگریم. بنابراین از یک منظر، 5G فراهم کننده ارتباطات پرســـرعت اســـت، از طرف دیگر شـــما فناوری Edge را دارید که فراهم کننده محاسبات در مکانی اســـت که می‌خواهید محاسبه و ذخیره انجام شـــود، از طرف دیگر، فناوری ابر را می‌بینید که اساس صرفه‌های اقتصادی در توسعه اپلیکیشن‌های جدید است. علاوه بر موارد گفته شده، فناوری‌های دیگری همچون بلاکچین، AI/ML و AR/VR هم هستند که در 5G کنار هم قرار می‌گیرند.

ما اخیرا برای یکی از مشـــتریان ســـازمانی‌مان در بخش تولید، به صورت آزمایشی با استفاده از اتصال سرعت بالای 5G و محسبات لبه مایکروسافت، یک یوزکیس ساختیم. در این یوزکیس وقتی جعبه‌های بسته‌بندی روی هم چیده می‌شود، بررسی می‌شود که آیا جعبه‌های سنگین بالاتر گذاشته شده یا جعبه‌های سبک‌تر و ضمن تشخیص اتوماتیک آن را اصلاح می‌کند. ما در برزیـــل یوزکیس دیگری را به صورت آزمایشی انجام دادیم و توانستیم 5G، فناوری Edge و تحلیل ویدیویی را در کنار هم قرار دهیم. POC این یوزکیس اینطور است که همچنانکه خودروها در طول خط تولید حرکت می‌کنند، از تحلیل ویدیویی برای کنترل کیفیت بلادرنگ استفاده می‌شود و دیگر خودرو از نمایندگی برگشت نمی‌خورد. چرا که مرجوع شدن و تعمیر و تعویض خودش فرایند هزینه‌بری است. اتفاقی که در این یوزکیس می‌افتد این است که دوربین ویدیویی به شما داده‌هایی را می‌دهد، سپس با بهره‌گیری از 5G و محاسبات لبه نتیجه بلافاصله به شما می‌رسد. به این ترتیب خط تولید می‌تواند به صورت بلادرنگ تصمیم‌گیری کند.

در مجموع می‌توان گفت این شیفت در پارادایم فناوری هم در بخش راهکارهای مبتنی بر سخت‌افزار و هم نرم‌افزارها صورت پذیرفته است.

هیلول، ممکن است کمی برای ما روشن کنید که چرا این اتفاق توسط 5G ممکن می‌شود، نه 4G و نه وایفای؟ آن نکته کلیدی که در 5G وجود دارد و در نسل قبلی نیست و نیاز یوزکیس‌های جدید را تامین می‌کند، چیست؟

هیلول روی: من برای دخترم یک لباس خریدم و خب فقط تصور کنید پدری که خودش برای دخترش لباس خریده و به او هدیه داده و طبق قانون مرفی (قانون اتفاق افتادن بدترین حالت، درست وقتی می‌خواهیم بهترین وضعیت رخ دهد)، دختر از تمام اجزای آن لباس بدش آمده است. او به دقت برای برایم توضیح داد چرا انتخاب این رنگ اشتباه است، چرا مدل این لباس مناسب او نیست و الی آخر. حالا این بحث‌های کیفی به کنار، اشکالات کمی هم از هدیه من گرفت! گفت من ۱۱ سال دارم و لاغر هستم. سایز لباس‌ها یا ۸ تا ۱۰ سال است یا ۱۰ تا ۱۲ سال. و تقریبا لباس‌های هر دو سایز برای من مناسب است اما از آنجا که تو مهندس هستی، سراغ سایز ۱۰ تا ۱۲ سال رفتی، چرا که با خودت گفتی بچه در حال رشد است و بالاخره اندازه‌اش خواهد شد. علت اینکه به این موضوع اشاره کردم این بود که 5G و کل این پلتفرم را مانند یک کودک رو به رشد در نظر بگیرید. قرار نیست چیزی که امروز در جایی به کار گماشته‌اید، تا سال بعد یا چند سال بعد، همچنان در همان وضعیت بماند. 5G یک فناوری رو به تکامل است.

وقتی از 5G حرف می‌زنیم، معمولا از پهنای باند، تاخیر کمتر، اینترنت اشـــیای انبوه و امثال اینها صحبت به میان می‌آید. اما این فناوری ویژگی‌های دیگری هم دارد که کمتر از آن حرفی گفته می‌شود و بسیار مهم هستند. ساده‌ترین مثال آن دسترسی و بکهال یکپارچه است.

این ویژگی، و ویژگی‌های دیگر 5G مانند ۴۵ درصد پوشش بهتر نسبت به 4G، همه و همه مواردی هستند که نه تنها به حل مشکلات فعلی

کمک می کند و رنگ و بوی بهتری به یوزکیس‌های کنونی می‌دهد، بلکه در تکامل خود 5G هم موثر است.

فدریکو، در زمینه ویژگی‌های 5G شما چه تجاربی دارید؟

فدریکو آنیالتو: موارد دیگری که می‌خواستم به بحث دسترسی و بکهال یکپارچه اضافه کنم شامل شبکه‌های بی‌سیم و خصوصی، دوربین‌های رزولوشن بالای ۳۶۰ درجه، طیف mmWave و سایر مواردی است که کلید توسعه اقتصادی به کمک 5G هستند. چراکه پهنای باند عظیمی برای تمام این یوزکیس‌ها نیاز است از جمله همین دسترسی و بکهال یکپارچه که خودش نیازمند طیف برای دسترسی و بکهال است. همچنین در یوزکیس‌های مختلفی ما به دوربین‌های متعدد و در نتیجه الزامات فراسو و mmWave احتیاج داریم.

خیلی خوب شد که بحث mmWave را به میان کشیدی. چون ما در کوالکام امواج میلی متری را به عنوان جادوی بزرگ مهندسی می‌بینیم. یکی از فناوری‌های بنیادی که ما بسیار به آن مفتخریم که برای اولین بار توانستیم این طیف حقیقتا فرکانس بالا را برای ارتباطات سلولی بی‌سیم مهار کنیم. همانطور که می‌دانید این امر امکانات متعددی را از نقطه نظر مهندسی به ما می‌دهد. اما لطفا به ما بگویید mmWave چه چیزی را برای مصرف کنندگان، صنایع و تمام جهان به ارمغان می‌آورد؟

فدریکو آنیالتو: باید بگویم تماما زیبایی! برای مشتریان سرعت بالا، یوزکیس‌های IoT، برقراری ارتباطات پهن‌باند، مثال‌هایی مانند استادیوم‌های هوشمند و فراهم نمودن ویدیوهای ۳۶۰ درجه‌ای شخصی‌سازی شده برای افراد حاضر در استادیوم با قابلیت‌های بلادرنگ مانند ترجمه در لحظه. در این میان فناوری دیگری که بسیار مهم بوده و قابلیت‌های گسترده‌ای برای کاربران فراهم می کند و باید به آن توجه شود، ارتباطات بی‌سیم ثابت (FWA) است. ارائه خدمات پهن‌باند ثابت که تحت عنوان فیبر بی‌سیم نیز شناخته می‌شود. در این فناوری طیف فرکانسی mmWave با ارائه سرویس‌های پرسرعت گیگابیتی به‌صورت ثابت (خانه یا شرکت‌ها) نقش مهمی را ایفا می کند. و این همان چیزی است که مشتریان از 5G انتظار دارند.

اجازه بدهید کمی فراتر برویم. می‌دانم که GSMA آمار و ارقامی در این زمینه دارد که هنوز گزارش نکرده است. لطفا این موارد را با ما به اشتراک بگذارید و بیش از این ما را در انتظار نگه ندارید.

فدریکو آنیالتو: بله، طیف mmWave اقتصاد دنیا را تا سال ۲۰۳۰ (در حدود ۱ تریلیون دلار) متحول خواهد کرد. عددی که به ما میزان اهمیت این فناوری را در کل بخش‌های اقتصاد نشان می‌دهد. اینکه چگونه این فناوری یا به‌طور کلی طیف mmWave با ارائه کاربردهای مختلف در حوزه‌های eMBB، MIoT، URLLC و FWA، در اقتصاد جهان اثر گذار خواهد بود.

لطفا در موضوع دسترسی بی سیم ثابت یا FWA بخصوص در مورد تاثیرات اجتماعی این فناوری در جوامع، کمی توضیح بدهید. ما می‌دانیم که ارتباطات زندگی مردم جهان را طی دهه‌های اخیر متحول کرده است. من داستانی دارم که احتمالا برای همه به نحوی اتفاق افتاده است. هفته گذشته در یک سفر کاری بودم و ناگهان موبایلم را گم کردم و برای یک شب یا حدودا ۲۰ ساعت، در وحشت از دست رفتن موبایلم گذراندم. این دستگاه‌های کوچک تمام بخش اتصال و محاسبات زندگی ما را در اختیار دارند. حالا تصور کنید این اتصال نه فقط با گوشی موبایل، بلکه با تمام شئونات زندگی و کل خانه و خودرو و درمان مجازی و آموزش از راه دور و سایر موارد صورت پذیرد و عملا در یک اقتصاد کاملا متصل قرار بگیریم که تا همین امروز هم بخشی از آن محقق شده است، هرچند که موضوع شکاف دیجیتال[2] همچنان وجود دارد. حالا اگر آنطور که پیش‌بینی شده با کمک فناوری فیبر بی‌سیم پیش‌بینی ۸۵۰ میلیون دسترسی به اینترنت خانگی برای نخستین بار و افزایش ۳,۳ تریلیون دلاری GDP جهانی تا سال ۲۰۳۲ محقق شود، این شکاف دیجیتال تا حد بسیاری پر خواهد شد.

اینطور که من می‌فهمم فناوری دسترسی ثابت بی سیم به

2- Digital Divide

نحوی یک مکمل حیاتی و اقتصادی در موضوع فیبر است. چگونه این فناوری کار می‌کند و به چه شکل قادر به چنین اثرگذاری عظیمی است؟

فدریکو آنیالتو: همانطور که اشـــاره شـــد ما در روزهای گذشته این نشست، درباره موضوع شـــکاف دیجیتال و تفاوت سرعت‌های دسترسی و غیره بسیار صحبت کردیم. می‌دانیم در جهان حدود ۳ میلیارد نفر صرفا در سایه شبکه موبایل، ارتباطات خود را پی می‌گیرند ولی اینترنت ندارند یا با سرعت بسیار کم دارند. وقتی شما قرار است از خانه کار کنید یا درس بخوانید فقط بحث دسترسی مطرح نیست، بلکه موضوع سرعت هم به شدت مطرح است. حالا فیبر مهم‌تر است یا FWA؟ اولا سرعت هر دو فناوری با هم قابل قیاس است. اما از نظر زمانی، گسترش آن و امکان دسترسی به این فناوری سریع‌تر است. پیاده‌سازی و استقرار FWA حدود یک سال و فیبر حدود چهار سال به طول می‌انجامـــد. در مجموع این فناوری، گزینه بســـیار مقرون به‌صرفه‌تری برای فراهم آوردن اینترنت به‌ویژه در مناطق حومه شهر و روستایی است و در هزینه‌ها صرفه‌جویی ۸۰ درصدی نسبت به فیبر دارد. این موضوع فقط مربوط به اقتصاد نمی‌شود، بلکه ابعاد اجتماعی بسیار مهمی دارد و کلید اصلی رفع شکاف دیجیتال و همچنین رفع شکاف سرعتی است.

به هر حال این فناوری همین حالا هم از سوی اپراتورهای مختلفی مانند ورایـــزون، تی-موبایل، AT&T و برخی دیگـــر در آمریکا ارائه می‌شود و میلیون‌ها خانه از این طریق به اینترنت پرسرعت دسترسی پیدا کرده‌اند.

خب ما راجع به مزایای FWA بسیار شنیدیم، اما آیا آنطور که گفته شده برای مصرف کننده حدود ۳۰ درصد ارزان‌تر تمام می‌شود؟

فدریکو آنیالتو: بستگی دارد.

این جواب هوشمندانه‌ای است که اقتصاددان‌ها در پاسخ به سوالاتی که نمی‌خواهند جواب دهند، می‌گویند.

فدریکو آنیالتو: حقیقتا بستگی دارد. بستگی به آن کشور، به آن منطقه (شهری یا روستایی)، و به خیلی از عوامل دیگر دارد. اما آنچه مشخص است این است که هزینه‌های استقرار آن چیزی حدود ۸۰ درصد از کابل کشی و فیبر که نیازمند کندن و ساختن و داکت کشی و غیره است، ارزان‌تر تمام می‌شود. در واقع هزینه‌های زیرساختی فیبر که بخش اعظم هزینه‌های این فناوری است، در FWA بسیار کاهش یافته است.

بله. واقعا موضوع هزینه بسیار با اهمیت است و یکی از عواملی که باعث اثرگذاری یک فناوری در ابعـــاد اقتصاد جهانی می‌شود، ارزان بودن و همه‌گیر شدن سریع آن است. هلیلول، می‌توانیم نظر شما را در این موضوع بدانیم؟

هیلول روی: چندین نکته وجود دارد که مایلم به آن‌ها اشاره کنم. یکی اینکه IIJA (حرکت برای زیرساخت و سرمایه‌گذاری شغلی در آمریکا) حدود ۶۰ میلیارد دلار برای افراد و دسته‌های جمعیتی کمتر بهره‌مند یا غیربهره‌مند از خدمات در نظر گرفته که بخش اعظم آن به مناطق غیر بهره‌مند (با سرعت دانلود حداکثر ۲۵ mbps و ۳ mbps آپلود) و مناطق کمتر بهره‌مند (با حداکثر ۱۰۰ mbps سرعت دانلود و ۲۰ mbps برای آپلود) اختصاص خواهد یافت. همانطور که فدریکو توضیح داد، حتما بخش مهمی از ایـــن کار به کمک فناوری FWA خواهد بود. آنچنانکه اشاره شد، مدت زمان انتظار و صبر برای پهنای باند نمی‌تواند چندان هم طولانی باشد. پهنای باند حق مردم است، نه یک گزینه اضافه و لوکس.

بله از دیدگاه اجتماعی این یک حق بزرگ به حساب می‌آید که شکاف دیجیتالی در جامعه پر شده و مردم از اتصال خوب و مناسبی بهره‌مند شوند که دسترسی آن‌ها را به آموزش، مهارت، شغل و غیره را فراهم کند. با این همه گاهی لازم است به خاطرات تاثیرات ســـوء اجتماعی که یک فناوری ممکن است داشته باشد، دست به عصا تر پیش برویم و شاهد آنچه در تغییر دسترسی برخی جوامع از 1G به 4G بودیم، نباشیم. اگر این تاثیرات اجتماعی را همزمان با توسعه فناوری ارزیابی نکنیم، دیگر هرگز نخواهیم دانست به کدام سمت می‌رویم

و چه آینده‌ای پیش روی جامعه قرار می‌دهیم. پس موضوع پایداری چه از حیث زیست‌محیطی و چه اجتماعی بسیار بااهمیت است. ما سال گذشته در تیم اقتصاد و برنامه‌ریزی کوالکام، یک گزارش درباره 5G و پایداری تهیه و منتشر کردیم و به اعداد جالبی رسیدیم. مثلا فهمیدیم این فناوری می‌تواند تا سال ۲۰۲۵ حدود ۳۷۰ میلیون تن از انتشار گازهای گلخانه‌ای بکاهد یا مصرف آب را تا سالیانه ۴۱۰ میلیارد گالن کاهش دهد. اعدادی که در صورت به‌کارگیری 5G در یوزکیس‌های متعدد صنعت محقق می‌شود. دوست دارم بدانم تحلیل‌های شما در این زمینه چگونه بوده و چه اعدادی رسیده‌اید؟

هیلول روی: بلومبرگ تخمین زده که به کمک فناوری‌هایی که وارد صنعت کشاورزی می‌شوند، بدون اضافه کردن زمین زراعی می‌توان دو برابر غذا تولید کرد، و همزمان تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد. اما من می‌خواهم روی اثر فناوری بر جلوگیری از هدررفت غذا تاکید کنم. در حال حاضر در جهان برای حدود ۱۰ میلیارد نفر غذا تولید می‌شود ولی خودتان می‌دانید که چه اتفاقی برای ایـــن میزان مواد غذایی می‌افتد. به لحاظ کالری حدود ۲۵ درصد این میزان هدر می‌شـــود و به لحاظ وزنی، نیمی از این تولیـــدات از بین می‌رود. این هدررفت در کشورهای در حال توسعه بیشـــتر در مزرعه و در حمل و نقل رخ می‌دهد، و در کشورهای توســـعه‌یافته در سایر بخش‌های زنجیره تامین موادغذایی از سوی مصرف‌کننده یا خرده‌فروش هدر می‌رود. اینجاست که 5G می‌تواند اثرگذار باشـــد. به پهبادی فکر کنید که وضعیت محصول شما را زیر نظر دارد. به زمین و مزرعه کاری نداریم، در مورد مرحله نهایی برداشت صحبت می‌کنم. پهبادی که برداشت کنندگان مزرعه را راهنمایی می‌کند تا محصول را در زمان مناسب و کاملا به وقت برداشت کنند. من از کشوری هستم که محصول اصلی آن انبه است و مثلا در مورد این میوه فاصله زمانی خوشمزگی تا خرابی آن حدود ۱۲ ساعت است. فناوری تحلیل ویدیوی 5G، در کنار اتصال سرعت بالا می‌تواند پاسخی به این نیاز باشد. در بخش خرده‌فروشی هم زیرساخت دوربین و پردازشگر لبه و اتصال 5G می‌تواند مدیریت قفسه‌های فروشگاه را با الگوریتم AI/ML انجام دهد و معلوم کند چقدر کالا فروخته شده، چقدر مانده، تاریخ انقضای آن‌ها چه زمانی است و بدون دخالت انسانی میزان سفارش بعدی از یک کالا را تخمین زده و بر عهده گیرد. اینها چند تا از یوزکیس‌هایی بودند که به صورت پایلوت انجام شده‌اند و امیدواریم با توسعه آن‌ها بتوانیم از هدررفت مواد غذایی جلوگیری کنیم و با همین میزان تولیدات کشاورزی، رقم روزانه ۸۰۰ میلیون گرسنه در جهان را به طرز چشمگیری کاهش دهیم.

مثال‌هایی که گفتید را بسیار دوست داشتم، چون به جز اینکه ویژگی‌های 5G مانند سرعت بالا، تاخیر کم و اعتمادپذیری را بیان می‌کرد، به موضوع محاسبات لبه که یوزکیس‌های 5G را امکان‌پذیر می‌سازد، اشاره داشت. مالتوس، یکی از اقتصاددانان شهیر انگلیسی در دهه ۱۸۰۰ پیش‌بینی کرده بوده جمعیت کره‌زمین با چنان سرعت نمایی رو به افزایش است که به زودی جنگ‌هایی بر سر غذا شکل خواهد گرفت و جنگ و قحطی نیمی از جمعیت را از بین خواهد برد. خرسندیم که بگوییم مالتوس اشتباه کرد و دلیل اشتباهش فقط این بود که نتوانسته بود تغییرات فناورانه‌ای را که بهره‌وری را افزایش داده، پیش‌بینی کند. حالا شما به ما اطلاع دادید که به اندازه نیاز دو برابر جمعیت جهان در حال تولید غذا هستیم و فقط لازم است به کمک فناوری از هدررفت این میزان جلوگیری کنیم تا پدیده گرسنگی ریشه‌کن شود. فدریکو، شما از سمت GSMA چه چیزی برای اضافه کردن به این داستان دارید؟

فدریکو آنیالتو: بله ما هم همه‌ساله گزارش اهداف توسعه پایدار را منتشـــر می‌کنیم و به این موضوع می‌پردازیم که چگونه 5G و به طور کلی فناوری‌های موبایل به هدف نهم توسعه پایدار یعنی بحث تامین اتصال کمک می‌کند. یا در مورد هدف اول توسعه پایدار که رفع گرسنگی است، یا در مورد هدف هجدهم که رشد اقتصادی است، این فناوری‌ها چگونه موثر واقع می‌شوند.

فرصت زیادی باقی نمانده. دوست دارم در این فرصت پایانی از

هر دو شما بخواهم یک یوزکیس 5G را که مورد علاقه خودتان است و تصور می کنید می تواند صنایع را متحول کند، برایمان معرفی کنید. هیلول، با شما شروع می کنیم.

هیلول روی: من کل موضوع بازی‌ها و تجربه AR/VR را خواهم گفت. چراکه به نظرم این فناوری کاملا بنیادین است. از نگاه مصرف کننده خانگی، فرزند نوجوانش در خانه با آن وسیله عجیب و غریب روی صورتش، به معنای واقعی در عالم خودش سیر می کند و اصلا به حرف‌های والدین وقعی نمی گذارد! از دیدگاه کلان‌تر، این فناوری یکی از آن ممکن‌سازهایی است که می‌تواند هر صنعتی را دگرگون کند. به خصوص در موضوع آموزش، اینکه شما از خانه یا محل کار بدون طی مسافت طولانی بتوانید از نهایت تجربه آموزش در هر نقطه از دنیا بهره‌مند شوید، واقعا هیجان‌انگیز است. روز گذشته در یکی از ارائه‌های این نشست، ما با این فناوری در استادیوم‌های ورزشی آشنا شدیم. اینکه هر کس بتواند از هر زاویه‌ای که خواست یک بازی را تماشا کند و حتی با دیگران تعامل داشته باشد، بسیار جالب است.

شما چطور فدریکو؟

فدریکو آنیالتو: به جز موضوع فناوری‌های کشاورزی[3] که بسیار دوست دارم و FWA که موضوع ارائه فردای من خواهد بود، به هر ترکیبی از 5G با محاسبات لبه و یادگیری ماشین و هوش مصنوعی علاقمندم. مثلا محصولی با این ترکیب که در ورایزون لب[4] توسعه یافته، وارد لیگ بسکتبال امریکا (NBA) شده و عملکرد بازیکنان و کیفیت بازی‌ها را دگرگون کرده است. بسیار امیدوارم این فناوری وارد فوتبال ایتالیا شود و به‌خصوص تیم مورد علاقه‌ام اینتر میلان واقعا به هر کمکی نیازمند است تا قهرمان شود!

هیلول، به نظر شما چالش‌های توسعه 5G در صنایع چیست؟ چه اقداماتی باید صورت گیرد و چه فراخوان‌هایی باید داده شود؟

هیلول روی: چالش‌ها و فرصت‌ها همیشه به صورت توامان عمل می‌کنند و یکی به دیگری معنا می‌دهد. بنابراین باید همیشه در بررسی چالش‌ها این را هم در نظر داشته باشیم که چه فرصت‌هایی بعد از این چالش پیش روی ماست. خب، حالا برگردیم به صنایع. در بررسی صنایع باید در نظر داشت که هر صنعت، خودش از چندین صنعت تشکیل شده است. مثلا صنعت خرده‌فروشی، صنایع انبارداری، حمل و نقل و غیره را هم در بر می‌گیرد. هر کدام از اجزای یک صنعت هم مختص به خودش نیستند و باز در گیر صنایع دیگر هستند. با توجه به چنین وضعیت پیچیده‌ای، برای توسعه 5G باید چهار بخش اصلی را در نظر گرفت: اول، عملیات دیجیتال، یعنی چگونگی استفاده از سنسورها، پردازشگر لبه، یادگیری ماشین و غیره به شکل موثر برای بهبود عملیات. بخش دوم، جمع‌آوری داده بدون اصطکاک است که باعث رشد تحلیل‌ها می‌شود. اینکه بتوانیم داده بیشتری را از تمام بخش‌های کسب‌وکار جمع‌آوری کنیم. این بخش ممکن است به سادگی تهیه تبلت برای کارکنان قابل انجام بوده و

3- Agri-Tech
4- Verizon Lab

میلیون‌ها داده‌ای که پیش از این در سیستم کاغذی از دست می‌رفت به کمک یک تبلت قابل ثبت و استفاده باشد. نکته سوم در اشاعه فناوری 5G، بحث امنیت است. و موضوع چهارم چگونگی استفاده موثرتر از شبکه بی‌سیم به عنوان یک پلتفرم برای اتصال بهتر است.

ما در اکسنچر با توجه به این چهار ملاحظه، یک مطالعه با حضور ۲۵۰۰ مدیر عامل صنایع مختلف از ۱۷ کشور جهان ترتیب دادیم و نتیجه‌ای که به دست آمد این بود که آن‌ها از 5G فقط اتصال یا سرعت را نمی‌خواهند، بلکه به دنبال بهبود نتایج کسب و کار خود به کمک 5G هستند. به قول یکی از ارائه‌دهندگان این نشست، 5G یک فرصت تجاری نیست، بلکه راهی به سوی فرصت‌های تجاری بیشتر و بهتر است. در این زمینه چهار چالش در این مطالعه شناسایی شد: اول معرفی و شناسایی مزایای 5G، چالش بعدی به‌کارگیری و آموزش و پرداخت دستمزد به نیروهای زبده‌ای است که کار با این فناوری را بدانند و متعاقبا بحث‌های فرهنگ‌سازمانی و تغییر دیدگاه کارکنان فعلی که این موارد هم نیازمند هزینه و سرمایه‌گذاری است. چالش بعدی موضوع امنیت و تغییر مقررات است. ممکن است یک فناوری و تجهیز واحد که در دو صنعت مختلف مثلا پزشکی و معدن به کار گرفته شده، قوانین و مقررات کاملا متفاوتی را در هر صنعت ایجاب کند. به همین شکل تفاوت جغرافیای به‌کارگیری یک فناوری ممکن است باعث الزامات حقوقی مختلفی در کشورهای متفاوت شود. چالش آخر، بحث تغییر رابطه با وندور از شکل تامین‌کننده به شکل شریک تجاری است. شریکی که با هم به توسعه فناوری و ارائه راهکار دیجیتال می‌پردازید.

سوال پایانی من این است: بسیار کوتاه، دوست دارید مخاطبین و حاضران در این نشست، با چه جمله‌ای از شما اینجا را ترک کنند؟

هیلول روی: وقتی شما با سرپرست یک معدن صحبت می‌کنید، می‌خواهند روزهای انتظارشان برای دسترسی به 5G کوتاه‌تر شود، وقتی با کشاورزان صحبت می‌کنید آن‌ها هم می‌خواهند هرچه زودتر به مزایای 5G که باعث بهتر شدن محصولاتشان می‌شود، دست یابند. خلاصه همه منتظرند سوار قطار سریع‌السیر 5G شوند، و ما وظیفه داریم به آن‌ها نشان دهیم چطور می‌توانند سوار آن شوند. یکی از نکات خوب این کنفرانس، حضور انواع کنشگران اکوسیستم در آن بود. از وندورها و اپراتورها، تا صنایع مختلف. یکی از راه‌های تسهیل دسترسی، ارائه پلتفرم به عنوان سرویس، امنیت به عنوان سرویس، یا حتی کشاورزی به عنوان سرویس به این اکوسیستم مشتاق است تا صنایع فقط بخش بهره‌برداری و عملیاتی کردن را بر عهده داشته باشند. ایجاد مدل‌های جدید کسب‌وکار و شراکت‌های راهبردی بین صنایع مختلف، از جمله دیگر اقدامات کلیدی برای توسعه این فناوری است.

فدریکو. نوبت شماست. مثل هیلول نباش. واقعا در یک جمله جوابت را بگو.

فدریکو آنیالتو: فقط می‌گویم فردا در ارائه FWA من حاضر شوید یا آن را در یوتیوب دنبال کنید!

فرنوش مرتضوی
دانشجوی DBA تحول دیجیتال دانشگاه تهران و دکتری آینده‌پژوهی دانشگاه امیرکبیر
کارشناس مرکز تحقیق و توسعه همراه اول

راهی برای توسعه یوزکیس‌های نسل پنج

همکاری فناورانه اپراتور با استارتاپ‌ها

در سال‌های اخیر با رقابتی شدن فضای کسب‌وکار، کوتاه شدن چرخه عمر و تخصصی شدن فناوری‌ها، بسیاری از شرکت‌ها به سمت تحقیق و توسعه و خلق ارزش از طریق نوآوری، رهنمون شدند. از سوی دیگر، با توجه به تخصصی شدن حوزه‌های دانشی و توزیع نابرابر منابع، بسیاری از شـــرکت‌ها به همکاری فناورانه با یکدیگر روی آورده‌اند. همکاری‌هایی که در چارچوب نوآوری باز، به معنای استفاده از منابع بیرون از شرکت برای نوآوری، تعریف می‌شوند.

در این میان، همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها مورد توجه بسیاری از شرکت‌های بزرگ دنیا قرار گرفته است. چراکه در حالی که شـــرکت‌های بزرگ معمولاً در شناسایی و درک فرصت‌های تجاری و فناورانه سرعت کافی ندارند، اســـتارتاپ‌ها دقیقا برعکس هستند. نوآوری و تخریب رویه‌های معمول در ذات این شـــرکت‌ها است، بنابراین آن‌ها در ایجاد مجدد هنجارها و توسعه فناوری‌های جدید به سرعت پیشـــروی می‌کنند. تجربه این قبیل همکاری‌ها نشان می‌دهد که این رویکرد برای هر دو طرف این همکاری، مفید و موثر است.

از سوی دیگر، در فناوری متحول‌ساز 5G که مصرف‌کنندگان را با قابلیت‌های اتصال سریع، قابل اطمینان بالا و تاخیر ناچیز، روبرو می‌کند، اپراتورها و ارائه‌دهندگان این شـــبکه، نقشی کلیدی در گسترش گزینه‌های مصرف و افزایش جریان‌های درآمدی خواهند داشت. آن‌ها باید شروع به کشـــف این فرصت‌های جدید کرده و ضمن کار بر روی مرزهای دانش و فناوری، با شـــرکا و بازیگران

زیست‌بوم همکاری فناورانه داشته باشند. همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها نوعی از این دست همکاری‌هاست که طی پنج سال گذشته از سوی اپراتورها و وندورهای جهانی پیش گرفته شده تا به تولید محصولات نوآورانه و ایجاد ارزش برای مصرف کنندگان 5G و در نهایت توسعه کسب و کار مشترک منجر شود.

در این مطلب، ضمن بیان مفهوم همکاری‌های فناورانه شرکت‌ها و استارتاپ‌ها، مدل‌های همکاری و چالش‌ها و راهکارهای این امر در ایران، به مرور چند تجربه موفق جهانی از همکاری فناورانه اپراتورها و شرکت‌های مخابراتی جهان با استارتاپ‌ها در حوزه فناوری 5G پرداخته شده است.

همکاری فناورانه شرکتی استارتاپی چیست؟

شرکت‌های بزرگ معمولاً به دلیل مدل‌های کسب‌وکاری مستحکم و مستقر خود، به سختی می‌توانند با نیازهای در حال تغییر مشتریان و آخرین روندهای فناوری همراهی کنند. کسب‌وکارهای موفق تشخیص داده‌اند که راه حل، نوآوری باز است. هدف نوآوری باز استفاده از منابع داخلی و خارجی برای ارائه فرصت‌ها و راه‌حل‌های جدید تجاری است. به عبارت دیگر، این راهبرد نوآوری می‌خواهد از مرزهای داخلی شرکت فراتر رود تا فرصت‌های سرمایه‌گذاری جدید را کشف کند. فرصت‌هایی که عمدتاً از هم‌افزایی بین شرکت‌کنندگان داخلی و خارجی شرکت در فرآیند نوآوری سرچشمه می‌گیرد.

در این میان، دو دسته از شرکت‌ها، یعنی شرکت‌های بزرگ و شرکت‌های نوپا یا استارتاپ‌ها به واسطه ویژگی‌ها، قابلیت‌ها و منابعی که در اختیار دارند، تمایل بیشتری به همکاری با یکدیگر دارند. شرکت‌های استارتاپی از انعطاف‌پذیری برخوردارند و معمولاً از نظر دانشی به روز هستند، اما منابع مالی و دسترسی به شبکه‌های توزیع محدودتری دارند. در مقابل، شرکت‌های بزرگ با وجود دسترسی به منابع مالی و شبکه‌های توزیع، انعطاف‌پذیری لازم برای پاسخگویی سریع و به موقع به نیازهای بازار را ندارند. در مجموع به نظر می‌رسد این دو دسته شرکت، نیازمند همکاری نامتقارن با یکدیگر هستند. همکاری نامتقارن به معنی همکاری‌هایی است که طرفین همکاری از نظر منابع، اندازه و تجربه کسب و کار با یکدیگر برابر نیستند.

بر اساس مرور ادبیات، انواع قراردادهای شامل قرارداد تحقیق و توسعه مشترک، قرارداد مبادله فناوری و دیگر جریان‌های فناوری از قبیل اعطای لیسانس را می‌توان همکاری فناورانه نامید. در تعریف دیگری منظور از همکاری فناورانه آن دسته از همکاری‌هایی است که حداقل بخشی از آن شامل فعالیت‌های نوآورانه یا انتقال فناوری است و شامل مدل‌هایی مانند سرمایه‌گذاری مشترک، تحقیق و توسعه مشترک، سرمایه‌گذاری حداقلی سهام، اتحادهای استراتژیک شامل اعطای لیسانس و قراردادهای تحقیق و توسعه است.

پنج مدل معروف همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها از دیدگاه شرکت‌های بزرگ بر اساس توصیه‌های سال ۲۰۱۸ مجمع اقتصاد جهانی (WEF) وجود دارد [۱]:

۱- همکاری مستقیم: فرایند همکاری در این مدل، بدین صورت است:

- یک استارتاپ با طرحی نوآورانه و یا ایده‌ای جدید، برای همکاری با شرکت بزرگ پیش قدم می‌شود. البته عکس این حالت هم وجود دارد و ممکن است که یک شرکت بزرگ با توجه به نیاز خود، باب همکاری با یک استارتاپ فعال در آن حوزه را باز کند؛
- دو طرف با استفاده از منابع شرکت بزرگ، مهارت، دانش و قابلیت‌های فناورانه استارتاپ، بر ایجاد ارزش تجاری مستقیم، تمرکز می‌کنند؛
- شرکت بزرگ در مجموعه فرآیندهای داخلی کسب‌وکار خود، از محصول و نوآوری توسعه‌یافته در استارتاپ استفاده کرده یا مجدداً آن را به فروش می‌رساند.

موفقیت در همکاری مستقیم، نه‌تنها به مدیران توانمند برای ریسک و ایجاد انگیزه نیاز دارد، بلکه به سطح مناسبی از دانش و قابلیت‌های فناورانه در شرکت بزرگ هم وابسته است. اینجا است که مدل «واحد نوآوری داخلی»، به عنوان دومین مدل همکاری فناورانه مطرح می‌شود. این مدل، به‌طور خاص سعی دارد تا محدودیت ناشی از کمبود دانش فناورانه را رفع کند.

۲- ایجاد واحد نوآوری داخلی: هدف از این اقدام، در درجه اول همگام کردن کلیه فعالیت‌های نوآوری در سطح شرکت و تضمین جلب سرمایه داخلی و سپس ایجاد یک مجرای مجزا و یکپارچه برای هدایت همکاری‌های فناورانه با استارتاپ‌ها و شرکت‌های نوآور است.

واحد نوآوری، از کانال‌های مختلفی برای جذب استارتاپ‌های مناسب استفاده می‌کند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- تعامل با شتاب‌دهنده‌ها و مراکز رشد مستقل برای شناسایی استارتاپ‌ها؛
- گردآوری اطلاعات از فرآیند سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر شرکت؛
- رویدادها و نمایشگاه‌های صنعتی برگزار شده به‌ویژه با موضوعات فناورانه؛
- مراودات شفاهی و غیررسمی.

واحد نوآوری تأسیس شده، بر نیازمندی فناورانه مطرح بین یکی از بخش‌های شرکت و ایده نوآورانه استارتاپ به‌عنوان دو طرف همکاری مشترک نظارت کرده و آن را به سمت واحدهای کسب‌وکار مناسب هدایت می‌کند، تا ادغام فنی آن تسهیل شده و تجاری‌سازی ایده در کوتاه‌ترین زمان ممکن انجام شود.

۳- مرکز رشد شرکتی: مراکز رشد، نهادهایی متخصص در حوزه نوآوری و توسعه فناوری محسوب می‌شوند که با حمایت از استارتاپ‌ها و صاحبان ایده، فرآیند راه‌اندازی کسب‌وکار و توسعه آن را تسریع می‌کنند.

این مفهوم، عموماً به مجموعه نهادهای وابسته به دولت (مانند پارک‌های علم و فناوری) اطلاق می‌شود. اما با توجه به کارکرد مراکز رشد و در توسعه و تجاری‌سازی ایده‌های فناورانه، یک شرکت فناور بزرگ نیز می‌تواند اقدام به راه‌اندازی مرکزی تحت عنوان مرکز رشد فناوری کرده و پشتیبانی و حمایت مالی از ایده‌های نو را بر عهده گیرد. بر این اساس:

- شرکت بزرگ فناور، یک مرکز رشد شرکتی را به‌عنوان نهادی مجزا تأسیس کرده و آن را تحت حمایت مالی قرار می‌دهد؛
- مرکز رشد، استارتاپ‌هایی را که فناوری‌های آن‌ها به صورت گسترده‌ای با راهبردهای کسب‌وکار شرکت تطابق دارد شناسایی و جذب می‌کند و مجموعه‌ای از منابع و امکانات شامل فضای اداری، منابع محاسباتی و عملیاتی، مربی‌گری و آموزش و تأمین مالی را برای آن‌ها فراهم می‌کند؛
- در صورتی که یکی از استارتاپ‌های پذیرش شده، نوآوری خاصی را توسعه دهد که برای ادغام در فعالیت‌های تجاری موجود یا آتی شرکت به اندازه کافی توجیه داشته باشد، شرکت مشتری آن خواهد شد.

۴- شرکت تابعه: مدل دیگر همکاری فناورانه بین شرکت‌های بزرگ و استارت‌آپ‌ها، تأسیس یک شرکت زیرمجموعه از سوی شرکت بزرگ است که به توسعه نوآوری‌های مدنظر شرکت مادر می‌پردازد. در این حالت:

- مدل‌های کسب‌وکار جدیدی که با فناوری‌های فعلی شرکت امکان اجرا و پیاده‌سازی ندارند، شناسایی و برای نمونه‌سازی سریع و ایجاد یک نمونه اولیه یا حداقل محصول پذیرفتنی (MVP)، به شرکت تابعه محول می‌شود.
- در مرحله بعدی، شرکت تابعه خود یک استارتاپ خارجی را به‌عنوان بهترین شریک شناسایی نموده و به کمک این استارتاپ، حداقل محصول پذیرفتنی را توسعه می‌دهد. البته شرکت تأسیس شده، وظیفه شناسایی استارتاپ‌های نوظهور با مدل کسب‌وکار جدید که می‌توانند از دسترسی به منابع شرکت بزرگ فناور، سودآوری دوجانبه برای خود و شرکت بزرگ داشته باشند را نیز بر عهده دارد.

۵- همکاری مشترک کارآفرینانه: شاید این مدل را بتوان نقطه بلوغ فعالیت‌های همکاری فناورانه در شرکت‌های فناور دانست. در این حالت:

- شرکت بزرگ فناور اقدام به راه‌اندازی یک هیئت مشترک متشکل از قهرمانان نوآوری داخل شرکت، نماینده‌های هیئت‌مدیره شرکت و کارآفرینان خارجی می‌کند. این هیئت، یک تحلیل راهبردی سریع انجام داده و فرصت‌ها و تهدیدهایی را که شرکت نمی‌تواند با ساختار کنونی خود به آن‌ها دست یافته و نیازمند نوآوری جدیدی (مثلاً یک نوآوری دیجیتالی قابل‌ملاحظه) است شناسایی می‌کند.
- پس از شناسایی فرصت‌ها، شرکت با استفاده از بودجه نوآوری و تحقیق و توسعه خود، به سرعت (بین ۶ تا ۱۲ هفته) مناسب بودن برای رشد و توسعه مدل کسب‌وکار، همسویی راهبردی و نیازمندی‌های سرمایه‌ای این نوآوری‌ها را ارزیابی می‌کند. در

کنار این موضوع، امکان‌پذیری فنی و جذابیت اولیه نوآوری برای مشتریان شرکت نیز، مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، تصمیم گرفته می‌شود که این نوآوری توسعه پیدا کند یا خیر.

در گام بعدی، برای هر یک از نوآوری‌هایی که یک تصمیم به ساخت و توسعه برای آن‌ها حاصل شـــده باشد، شرکت به همراه کارآفرینان باتجربه، یک نهاد قانونی خارجی ایجاد نموده که وظیفه توسعه، تجاری‌ســـازی و عرضه نوآوری به بازار را بر عهده خواهد داشت. شرکت با تبدیل‌شـــدن به تنها سرمایه‌گذار نهاد جدید یا همراه با ســـرمایه‌گذاران دیگر، بودجه مورد نیاز شرکت جدید را تأمین می‌کند.

باید دقت داشت که حمایت و پشتیبانی از شرکت جدید، تنها در قالب سرمایه‌گذار و تأمین مالی خلاصه نشده و شرکت بزرگ فناور، همراه با مشاوران کارآفرین باتجربه و از طریق یک هیئت‌مدیره فعال، از شـــرکت زایشـــی جدید حمایت می‌کند. پس از توسعه نوآوری و عرضه آن به بازار که با ســـودآوری همراه است، شرکت بزرگ فناور اقدام به بازخرید سهام متعلق به کارآفرینان نموده و طی یک فرمول از پیش تعیین‌شده، نوآوری در عملیات موجود یا جدید شرکت، ادغام می‌شود.

با توجه به ریســـک شکســـت کســـب‌وکار زایشـــی و نیـــاز به ســـرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه، این مدل تنها برای شرکت‌هایی قابل‌اجرا است که درآمدهای سالیانه زیاد (یک تخمین منطقی برای این قضیه، ۵۰ میلیون یورو است) یا ابزارهای سرمایه‌ای دیگر داشته و می‌توانند بر روی مجموعه‌ای از کسب‌وکارهای مختلف و به صورت هم‌زمان، سرمایه‌گذاری کنند.

روند جهانی همکاری‌های فناورانه با استارتاپ‌ها

طی چند سال گذشته، نه تنها شـــرکت‌های فناوری محور مانند مایکروســـافت و گوگل، بلکه شـــرکت‌هایی که تمرکز فناورانه کمتری دارند مانند کوکاکولا و یونیلیور برنامه‌هایی را برای رصد سیستماتیک، جذب و همکاری با شرکت‌های فناور و استارتاپی راه‌اندازی کرده‌اند. با این حال، همکاری با اســـتارتاپ‌ها مختص شرکت‌های بزرگ نیست. شرکت‌های متوسط نیز از فرصت‌های همکاری با استارتاپ‌ها استفاده می‌کنند.

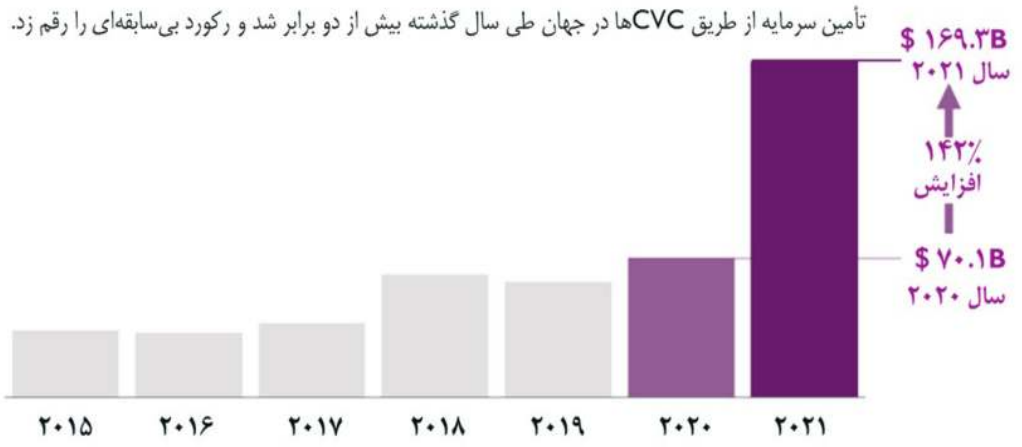
پارادایمی که شـــرکت‌ها را تشـــویق می‌کند از ایده‌های خارج از شرکت، علاوه بر ایده‌های داخلی استفاده کرده و مسیرهای داخلی و خارجی به بازار را پیدا کند، اخیرا بـــر ادبیات مدیریت نوآوری مسلط شده و از آن تحت عنوان «نوآوری باز» یاد می‌شود. شواهد نشان می‌دهد برای بسیاری از شـــرکت‌هایی که سابقا متکی بر تحقیق و توسعه داخلی بودند، اتخاذ این رویکرد منجر به اجرای سریع‌تر پروژه، عملکرد فنی بهتر و درآمدهای بالاتر می‌شود. نکته مهم این است که نوآوری باز در جهان به طور فزاینده‌ای در حال پیگیری از طریق تعامل رسمی با استارتاپ‌ها است. در نظرسنجی ســـال ۲۰۱۴ توســـط KPMG، ۸۸ درصد از پاســـخ دهندگان همکاری با استارتاپ‌ها را برای استراتژی نوآوری خودشان ضروری می‌دانستند [۲].

تحقیقات نشان می‌دهد که کسب‌وکارها به صورت روزافزون در حال ایجاد برنامه‌های ساختاریافته از تشکیل شتاب‌دهنده‌های شرکتی تا بازوهای سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز برای همکاری با استارتاپ‌ها هستند.

چند روند کلیدی حاکم بر این موضوع به شرح زیر است:

شتاب‌دهنده‌های شـــرکتی روز به روز محبوب‌تر می‌شوند. تحقیقات سال ۲۰۱۶ نشان داد که تقریبا یک سوم (۳۲ از ۱۰۳) شـــتاب دهنده‌های اروپایی توسط شـــرکت‌های بزرگ اداره یا پشتیبانی می‌شوند؛ عددی که به سرعت در حال رشد است [۲].

سرمایه‌گذاری خطرپذیر شرکتی (CVC) نیز در حال رونق است: فعالیت‌های سرمایه‌گذاری CVC در سال ۲۰۲۱ رکوردها را



شکل ۱- گزارش State of CVC سال ۲۰۲۲ [۳]

شکست، سرمایه‌گذاری با پشتوانه CVC با افزایش ۱۴۲ درصدی طی یک سال به رقم بی‌سابقه ۱۶۹,۳ میلیارد دلار رسید (شکل ۱) [۳].

- خرید استارتاپ‌ها، به ویژه توسط کسب و کارهای بزرگ با تمرکز بر فناوری‌های دیجیتال نیز به سرعت در حال رشد است. تحلیل‌ها از بیش از ۱۳۰ شرکت بزرگ در اروپا نشان می‌دهد ۸۰ درصد خرید استارتاپ‌ها توسط شرکت‌ها در حوزه دیجیتال و فناوری اطلاعات و ارتباطات انجام شده است؛ بخش‌هایی که به‌جای بازیگران تثبیت‌شده بازار، بر استارتاپ‌ها متمرکز هستند [۲].

همکاری فناورانه شرکت‌های بزرگ با استارتاپ‌ها در ایران

در پژوهشی که در سال ۱۳۹۹ تحت عنوان «مدل‌های نوآورانه کسب‌وکار در سطح جهانی و چالش‌ها و ملاحظات پیاده‌سازی آن‌ها در ایران» با حمایت معاونت فناوری اطلاعات و ارتباطات مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت ریاست جمهوری انجام گرفت، چالش‌هایی همکاری شرکت‌های بزرگ و استارتاپ‌ها در زیست‌بوم استارتاپی ایران، براساس مصاحبه با فعالان این حوزه استخراج و بررسی شد. آن‌گونه که یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، مشکلات متعددی بر سر راه توسعه همکاری استارتاپ‌ها و شرکت‌های بزرگ وجود دارد. موارد زیر به عنوان موانع اصلی همکاری استارتاپ‌ها و شرکت‌های بزرگ کشور در نتایج این پژوهش آمده است [۴]:

- در اولویت نبودن همکاری با استارتاپ‌ها برای شرکت‌های بزرگ
- وابستگی شرکت‌های بزرگ زیست‌بوم به نفت و دولت
- حضور ضعیف شرکت‌های چندملیتی در زیست‌بوم
- ضعف تجربه و تخصص تعامل شرکت‌های بزرگ و استارتاپ‌ها
- مقاومت نسبت به نوآوری بیرونی
- محافظه‌کاری مدیران دولتی شرکت‌های بزرگ
- بی‌ثباتی و عدم حمایت مدیریت ارشد
- غیرواقعی بودن نیاز شرکت‌های بزرگ برای همکاری
- عدم توجه شرکت‌های بزرگ به توانمندی استارتاپ‌ها
- عدم اختصاص واحد مشخص برای همکاری
- عدم حضور نهاد واسط
- چالش‌های فرهنگی
- مسائل قانونی

بخشی از این چالش‌ها به فضای داخلی شرکت‌ها و استارتاپ‌ها برمی‌گردد و اغلب از مسائل فرهنگی ناشی می‌شود. چنین چالش‌هایی با اقدامات آموزشی و فرهنگی می‌تواند بهبود یابد. برخی دیگر از چالش‌ها نیز نیازمند تدابیری در داخل شرکت‌های بزرگ است تا برای مثال با ایجاد واحدی در شرکت یا تعیین پاداش برای خلاقیت و نوآوری، فرهنگ و انگیزه همکاری در شرکت ارتقا یابد و زمینه همکاری با استارتاپ‌ها را فراهم شود. از سوی دیگر ایجاد علاقه در استارتاپ‌ها و تغییر نگرش و باور آن‌ها نسبت به همکاری و استفاده از تجارب موفق نیز باید توسط فعالان رسانه‌ای زیست‌بوم انجام گیرد. در همین

پژوهش، راهکارهای ذیل جهت رفع چالش‌ها و موانع پیشنهاد شده است:

- مشارکت شرکت‌های بزرگ در برنامه‌های استارتاپی
- ارائه پاداش به راه‌حل‌های خالقانه از سوی شرکت‌های بزرگ
- تعیین واحد اختصاصی برای تعامل با استارتاپ‌ها در شرکت‌های بزرگ
- راه‌اندازی نهادهای واسط
- فرهنگسازی
- اختصاص بخشی از بودجه R&D شرکت‌های بزرگ به همکاری با استارتاپ‌ها
- پایش همکاری‌های در زیست‌بوم
- اعطای اعتبار مالی به شرکت‌های بزرگ برای سرمایه‌گذاری بر روی استارتاپ‌ها
- تسهیل ورود شرکت‌های چندملیتی.

نمونه‌هایی از همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها در توسعه نسل پنجم شبکه

اپراتورها و شرکت‌های بزرگ مخابراتی در توسعه 5G ناگزیر از نوآوری در خدمات هستند. در واقع آن‌ها با ارائه خدمات ارزش افزوده جدید، می‌توانند تجربه مشتری را در 5G متفاوت و در نهایت رفتار استفاده و تقاضا برای اتصال تلفن همراه را شکل دهند. همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها می‌تواند سرآغاز خوبی برای ایجاد و شکل‌دهی بازار 5G از سوی اپراتورها باشد. در ادامه به چند نمونه موفق از این همکاری‌ها اشاره می‌شود.

برنامه استارتاپ 5G اریکسون

یکی از معروف‌ترین برنامه‌های همکاری با استارتاپ‌ها در حوزه 5G، برنامه استارتاپ 5G اریکسون است که یک برنامه جهانی منحصر به فرد برای کمک به ارائه دهندگان خدمات ارتباطی (CSPها) در تسریع تجاری‌سازی موفق و کسب درآمد از 5G با معرفی آن‌ها به استارتاپ‌های مناسب به عنوان شرکای نوآوری به شمار می‌آید. این برنامه علاوه بر اعضای اپراتور، شامل استارتاپ‌هایی است که به عضویت این برنامه در آمده‌اند. این برنامه به استارتاپ‌ها کمک می‌کند تا کسب‌وکار خود را با اتصال به اپراتورها در سراسر جهان، قرار گرفتن در معرض رویدادهای مهم فناوری و به اشتراک گذاشتن دانش فنی و راهبردی‌شان توسعه دهند. استارتاپ‌ها همچنین از آزمایش برنامه‌های کاربردی خود در مقیاس مصرف‌کنندگان جهانی بهره برده و به ۲۵ سال بینش ناشی از پلتفرم تحلیلی ConsumerLab شرکت اریکسون و تحقیقات حوزه مصرف‌کنندگان این شرکت دسترسی پیدا می‌کنند. به‌علاوه، تحقیقات مفصل شرکت اریکسون در حوزه مصرف‌کننده در سطح جهانی و نقشه راه بازار 5G این شرکت می‌تواند راهنمای خوبی برای اپراتورهای در جستجوی خدمات جدید در حوزه‌های سرگرمی، بازی، ورزش، آموزش الکترونیکی و شهر هوشمند باشد. تا کنون اپراتورهای AT&T، تلسترا، اتصالات، راجرز کانادا، تری ایرلند و چند اپراتور دیگر به این برنامه پیوسته‌اند.

در واقع فرآیند استارتاپ 5G اریکسون، اپراتورها را در معرض آخرین بینش بازار جهانی 5G قرار داده و به کمک ابزارهای مختلف

HAMRAH-E-AVAL

و همکاری نزدیک با اپراتورها آن‌ها را یاری می کند تا یوزکیس‌های کلیدی 5G را شناسایی کرده و فرصت‌های کسب درآمد را در اولویت قرار دهند. در نهایت این فرآیند، اپراتورها را به یک شبکه جهانی از نوآوران متصل کرده و تعاملات تجاری، نمایشگاهی و تهیه PoC در اپراتورها را پشتیبانی می کند[۵].

هوبروم دویچه تلکام

همه می‌دانیم 5G با ارائه پهنای باند فوق العاده، اتصال با تأخیر کم و گسترش اینترنت اشیا، زندگی، تجارت و جامعه ما را متحول خواهد کرد. از سوی دیگر، موتور محرک 5Gیوزکیس‌های آن هستند – و سه دسته اصلی از شبکه‌ها را شامل می‌شود: (۱) پهنای باند فوق‌العاده برای مصرف کننده خدمات دیجیتال مانند رسانه‌های فراگیر، (۲) ارتباطات انبوه ماشینی برای برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا و (۳) ارتباطات ماشینی ماموریت محور با تأخیر کم و قابلیت اطمینان بالا مثلا برای رباتیک صنعتی.

دویچه تلکام برای تعامل مستقیم خود با توسعه‌دهندگان اپلیکیشن و نوآوران در هر سه بخش فوق، زیرساختی به نام هوبروم را پدید آورده که در زبان آلمانی به معنای جانمایی و استقرار است. هوبروم مرکز رشد فناوری‌های حوزه 5G در دویچه‌تلکام است. این مرکز رشد با گرد هم آوردن استارتاپ‌های در مراحل اولیه و شرکت‌های مخابراتی پیشرو در اروپا، به انتقال نوآوری در فناوری 5G، هوش مصنوعی و IoT کمک کرده و فرصت‌های تجاری جدیدی را برای هر دو طرف ایجاد می کند. هوبروم از سال ۲۰۱۲ از طریق اکوسیستم دیجیتال خود در برلین، کراکوف و تل‌آویو، استارتاپ‌ها و سهامداران را به هم متصل کرده و ضمن راهنمایی و سرمایه‌گذاری در استارتاپ‌ها، امکان دسترسی منحصر به فرد آن‌ها به شبکه‌ها، مشتریان و فناوری‌های دویچه تلکام و فضای همکاری رایگان در برلین و کراکوف را فراهم آورده است.

هوبروم علاوه بر فناوری‌های خاص شبکه 5G در سه بخش دیگر هم به جذب استارتاپ‌ها مشغول است:

اتصال آینده: هوبروم در این بخش به دنبال استارتاپ‌هایی است که با اتصال به پهن‌باند انبوه 5G با تأخیر بسیار کم(Edge)، شبکه‌های خصوصی، فناوری باند باریک هوشمند (LTEM, NBIoT) کار کرده یا راهکارهای خاص خود را با هوش مصنوعی بهبود می‌بخشند.

کار و زندگی متصل: هوبروم در این بخش با استارتاپ‌هایی در زمینه‌های خانه هوشمند، صداسازی ، سرگرمی، واقعیت مجازی/واقعی، اینترنت اشیاء مصرف‌کننده (ردیابی و رهگیری، پوشیدنی‌ها) و اینترنت اشیا صنعتی (تولید کارآمد، لوجستیک، ساختمان‌های هوشمند) کار می کند.

بعد تر از بعد: فناوری‌های جدید متحول کننده که با قدرت بالقوه خود ساختار فعلی کسب و کار اپراتور را به هم می‌زنند، موضوع همکاری هوبروم با استارتاپ‌های فعال در این بخش است. نوآوری‌هایی در حوزه بلاکچین، مواد و علوم اعصاب، رابط‌های انسانی ماشین و محاسبات کوانتومی همگی در این بخش قرار دارند [۶].

مرکز رشد 5G در اپراتور روسی، MTS 5G

سال ۲۰۱۹، بزرگترین اپراتور مخابراتی روسیه و ارائه دهنده خدمات دیجیتال، یک پلتفرم نوآوری را برای توسعه و آزمایش راهکارهای دیجیتال و دیوایس‌های عملیاتی در شبکه 5G در محل مجتمع آموزشی نوآورانه "تکنوگراد" راه‌اندازی کرد. این مرکز رشد امکان تحقیق در سناریوهای استفاده از شبکه نسل جدید و توسعه تجهیزات آن را به طور توامان فراهم کرده است. اعضای مرکز از MTS و شرکای پروژه، پشتیبانی تخصصی دریافت کرده و به توسعه دهندگان بهترین راهکارها کمک هزینه اعطا می‌شود. تمام استارتاپ‌هایی که راه‌حل‌های مبتنی بر شبکه نسل پنجم را توسعه می‌دهند، می‌توانند برای عضویت در مرکز MTS 5G اقدام کنند، و غربالگری آن‌ها توسط تیم متخصص انجام می‌شود. در مرحله اول فراخوان این مرکز، ۹ استارتاپ انتخاب شده از حدود ۱۰۰ برنامه دریافت شده، وارد این مرکز شدند که نام این استارتاپ‌ها و فناوری ارائه شده آنان به شرح زیر است:

شرکت Tsuru با سیستم کنترل پهپاد با استفاده از فناوری 5G (از شبکه نسل جدید برای انتقال داده‌ها از پهپادها به ایستگاه کنترل زمینی (تلمتری) و همگام سازی پهپادها با یکدیگر استفاده

می‌شود.)؛

- شرکت VoltBro با سیستم حضور از راه دور رباتیک مبتنی بر کلاه ایمنی مجازی داخلی، پلت فرم متحرک و انتقال داده در 5G؛
- استارتاپ BID Technolog سیستم کنترل کیفیت خودکار تولید صنعتی (سریالی) با استفاده از فناوری هوش مصنوعی؛
- استارتاپ Visorcam با سرویس پخش ورزشی اول شخص (از نگاه ورزشکار یا داور) با استفاده از دوربین‌های تعبیه شده در تجهیزات ورزشی؛
- استارتاپ Ariellium با پلتفرم ابری برای توسعه، تولید و تحویل محتوای AR که زمان اجرای راه‌کارهای AR را در کسب‌وکار مشتری را کاهش می‌دهد؛
- استارتاپ LoudPlay با پلتفرم پخش بازی و برنامه ابر برای همه دستگاه‌ها؛
- استارتاپ RobotsCity (هلند) با پلتفرم ابر جهانی برای مدیریت ربات‌ها؛
- استارتاپ Null Real پلتفرمی برای یافتن موقعیت مکانی دقیق کاربر داخل واقعیت افزوده؛
- استارتاپ Doubleme (بریتانیا) با سیستم ارتباطی هولوگرافیک که در AR کار می‌کند.

اعضای مرکز علاوه بر راهنمایی و پشتیبانی فنی، به زیرساخت MTS Cloud دسترسی خواهند داشت. هاب استارتاپی MTS بر عملکرد این مرکز نظارت کرده و در صورت لزوم آن‌ها را به کارشناسان و مشتریان کسب‌وکار از بخش‌های مختلف MTS، از جمله واحدهای فنی و فناوری اطلاعات، مرکز هوش مصنوعی، مرکز کلان داده و سایرین مرتبط می‌کند. در روز دمو، بر اساس نتایجی که MTS به دنبال آن بوده، کمک‌های نقدی تا ۴٫۵ میلیون روبل به تیم‌های موفق برای توسعه بیشتر و ارائه کیس اعطا می‌شود. همکاری نهایی اعضای مرکز و MTS به یکی از این چهار مدل پیگیری می‌شود: راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت با واحدهای MTS و توسعه آن‌ها از طریق عقد قرارداد، مشارکت استراتژیک با MTS، سرمایه‌گذاری از صندوق سرمایه‌گذاری شرکتی و یا خرید توسط هاب استارتاپی MTS.

از جمله شرکای فناوری این پلتفرم نوآوری، نوکیا است که یک راهکار جامع Nokia AirScale 5G را در مرکز نصب کرد و همچنین سونی، سامسونگ و کوالکام هم امکان تست تلفن‌های هوشمند 5G را به این مرکز ارائه کردند [۷].

MTS STARTUP HUB

نتیجه

تعامل رسمی و قوی بین شرکت‌های آینده نگر و استارتاپ‌ها، پتانسیل ایجاد ارزش قابل توجهی را برای همه طرف‌های درگیر دارد. برنامه‌های مشخص و هدفمند همکاری فناورانه با استارتاپ‌ها، مزایای بسیاری برای هر دو بخش داشته و همکاری‌ها را کارآمدتر و مقرون به صرفه‌تر می‌کند. چنین برنامه‌هایی، تعهد شرکت را برای حمایت از نوآوری نشان داده و آن را به عنوان یک شرکت آینده نگر در سطح اکوسیستم مطرح می‌کند؛ شرکتی که سیگنال‌های قوی تشویق به نوآوری را به کارکنان داخلی و خارجی و همچنین شرکا، مشتریان و کارمندان آینده ارسال می‌کند. به‌علاوه، به همان اندازه که برنامه همکاری فناورانه برای شرکت‌ها مهم است، برای جامعه استارتاپ‌ها هم وجود چنین برنامه‌هایی از سوی شرکت‌ها، قابل توجه بوده و تعامل آن‌ها با شرکت‌ها را آسان‌تر می‌کند. همچنین، همکاری فناورانه قوی‌تر بین شرکت‌های بزرگ و استارتاپ‌ها، زیست‌بوم کشور را که در آن استارتاپ‌ها می‌توانند به اصطلاح افزایش مقیاس کنند و به کسب‌وکارهای بزرگ و پایدار تبدیل شوند، تقویت می‌کند.

لزوم و اهمیت چنین همکاری‌های فناورانه‌ای وقتی نوبت به فناوری‌های متحول‌سازی مانند 5G می‌رسد، دوچندان می‌شود. به ویژه آنکه اپراتورها به عنوان ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی نسل پنجم، به کمک این همکاری‌ها می‌توانند ضمن شکل‌دهی به بازار و سرمایه‌گذاری در فرصت‌های بی‌نظیری که این فناوری برای کسب‌وکارهای مختلف به وجود می‌آورد، به شکل اثربخشی متناسب با نیازهای مصرف‌کننده به توسعه این فناوری اقدام کرده و از هدررفت هزینه جلوگیری کنند.

منابع:

[1] WEF. 2018. Collaboration between Startups and Corporates A Practical Guide for Mutual Understanding. WEF

[2] Nesta. 2015. WINNING TOGETHER A GUIDE TO SUCCESSFUL CORPORATE–STARTUP COLLABORATIONS. Nesta

[3] CBinsight. 2022. State of CVC 2021 Report. CBinsight.

[۴] پژوهشکده مطالعات فناوری. ۱۳۹۹. بررسی مدل‌های نوآورانه کسب و کار در سطح جهانی و چالش‌ها و ملاحظات پیاده سازی آن‌ها در ایران

[5] Ericsson 5G Startup. https://www.ericsson.com/en/reportsandpapers/consumerlab/startup5g

[6] Hub:raum. https://www.hubraum.com/

[7] MTS Startup Hub. https://startup.mts.ru/

ابزار فناوری
Technology Tools

5G

بیاموزیم

۸۲

مروری بر کورس‌های آنلاین
در حوزه نسل پنجم شبکه

5G بیاموزیم

کافی است سه کلمه free، 5G و training را سرچ کنید. گوگل به سرعت شما را به سمت وبسایت free5gtraining.com هدایت می‌کند. این وبسایت با شعار «رساندن 5G به مردم» مجموعه‌ای از آخرین محتواهای آموزشی از سراسر دنیا را با موضوع نسل پنجم شبکه ارتباطی گردهم آورده است. در این وبسایت، ویدیوها در پنج بخش مجزای مبانی فناوری موبایل، 5G برای تازه‌کارها، آموزش 5G، کاربردهای 5G، و تبلیغات 5G پیش روی مخاطبین قرار داده شده است.

به جز مراجعه به این وبسایت می‌توانید با هشتگ #Free5Gtraining در شبکه‌های اجتماعی یوتیوب و لینکدین هم به این محتواها دسترسی داشته باشید. همچنین وبسایت free6gtraining.com از همین مجموعه، ویدیوهای آموزشی با موضوع 6G را در اختیار علاقمندان قرار می‌دهد.

اگر به دنبال آموزش‌های تخصصی‌تر در حوزه 5G هستید، پیشنهاد ما وبسایت 5GWorldPro.com است. این وبسایت متعلق به موسسه‌ای با همین نام است که به عنوان یک مجموعه آموزشی و مشاوره‌ای، خدماتی در این حوزه به شرکت‌های مخابراتی در سرتاسر دنیا ارائه می‌دهد. به جز دوره‌های آموزشی که به ادعای این وبسایت می‌تواند صد در صد با نیازهای افراد و شرکت‌ها هماهنگ شود، آخرین اخبار حوزه 5G نیز در این آدرس در اختیار مخاطبین قرار گرفته است.

۱۷ دوره آموزشی این موسسه در حوزه 5G به شرح زیر است:

- طراحی رادیویی 5G در محیط‌های سرپوشیده
- شبکه خصوصی 5G
- هسته شبکه 5G و 5G Slicing
- 5G Open RAN
- شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPI)، بهینه‌سازی و عیب‌یابی در شبکه‌های 5G
- طراحی 5G NR RF
- 5G NR پیشرفته
- 5G برای کسب و کار
- 5G برای همه
- امنیت 5G
- سرویس‌های صوتی مبتنی بر 5G
- سوال و جواب مصاحبه شغلی در حوزه 5G
- IoT در 4G و 5G
- مدیریت اجرایی 5G
- 5G PDU و 5G QOS
- به اشتراک گذاری 5G RAN
- کارگاه آموزشی فنی 5G mMIMO

کامران اعتماد را می‌شناسید؟ دانش‌آموخته برق دانشگاه شریف که مقاطع تحصیلات تکمیلی خود را دانشگاه مریلند گذرانده، بیش از ۹ سال است که به عنوان مشاور ارشد فناوری در کمیسیون فدرال ارتباطات ایالات متحده (FCC) مشغول به کار است. وی که پیش از این نیز مدیریت R&D شرکت اینتل را بر عهده داشته در کنار مدیران دیگر تحقیق و توسعه حوزه مخابرات، در وبسایت 5G-courses.com آموزش‌های آنلاین را تحت عنوان کورس‌های آموزشی 5G NR ارائه می‌دهد.

محتواهای آموزشی این وبسایت هم در قالب ویدیوهای با سرعت قابل تنظیم، مباحثات تعاملی، چت زنده، تمرین و آزمون و پشتیبانی ۲۴ ساعته به صورت کاملا آنلاین ارائه می‌شود.

دوره‌های ارائه شده در این وبسایت به شرح زیر است:

- مبانی 5G NR Air Interface (بیش از ۱۰۰ اسلاید و ۸ ساعت آموزش)
- آمـــوزش پیشـــرفته 5G NR Air Interface (بیش از ۳۵۰ اسلاید و بالغ بر ۲۰ ساعت آموزش)
- روند تکاملی 5G NR نســـخه ۱۶ و فراتر از آن (بیش از ۱۰۰ اسلاید و ۸ ساعت محتوای سنگین آموزشی)
- اصول و مبانی برنامه‌ریـــزی رادیویی 5G NR (بیش از ۱۰۰ اسلاید و ۴ ساعت ویدیوی آموزشی)

دانشگاه RMIT ملبورن استرالیا، بخشـــی به نام RMIT online دارد که در آن واحدهای آموزشـــی متنوعـــی در قالب دوره‌های کوتاه‌مدت، تک دوره‌ها، اعتبارنامه‌هـــای تخصصی و دوره کامل مقطع کارشناســـی را ارائه می‌دهد. در حوزه 5G، یک دوره یک هفته‌ای با موضوع «5G برای کسب‌وکار»، و یک دوره ۶ هفته‌ای «راهبرد IoT برای عصر 5G» در اختیـــار علاقمندان قرار گرفته است. این آموزش‌ها به صورت دوره‌های کوتاه‌مدت و با همکاری شرکت IBM برگزار می‌شود.

RMIT Online

ادکس، پلتفرم نام آشنای آموزش آنلاین هم در موضوع نسل پنجم مخابرات سیار، بی‌کار ننشســـته و چهار دوره را در این حوزه تعریف کرده اســـت. این وبســـایت یک دوره حرفه‌ای و چهار ماهه با عنوان «راهبرد 5G برای رهبران کسب‌وکارها» که مخاطبین آن مدیران هستند، در کنار سه دوره رایگان با عناوین «ملاحظات کسب و کار برای 5G با لبه، اینترنت اشیا، و هوش مصنوعی»، «منبع باز و گذار به 5G» و «ملاحظات کسب‌وکار برای محاسبات لبه» به علاقمندان این حوزه ارائه می‌شود.

edX

کورســـرا، دیگر پلتفرم آموزش آنلاین نیز چندین دوره رایگان و یا با هزینه کم را در حوزه 5G با همکاری دانشگاه‌ها یا صنایع معتبر ارائه کرده است. دوره رایگان «5G برای همه»، دوره ۱۴ ساعته‌ای است که برای مخاطبین مبتدی این حوزه با همکاری آکادمی وایرلس کوالکام، شاخه آموزشی شرکت معتبر مخابراتی کوالکام ارائه می‌شود. دوره دیگری را آکادمی شبکه اینتل با عنوان «تغییر شکل شبکه» ترتیب داده است. همچنین در موضوعات مربوط به ورتیکال‌های 5G، دوره «فناوری‌های نوظهور اینترنت اشیا و محاســـبات ابری» در این وبسایت موجود است. یک دوره تحصیلات تکمیلی نیز با موضوع «فناوری 5G و اینترنت اشیا» برای کسانی که مایلند در این حوزه مدرکی کسب کنند، از سوی دانشگاه هندی IITRoorkee در کورسرا ارائه شده است. ■

coursera

5G

اخبار فناوری

technology news

همکاری اریکسون و دویچه تلکام برای راه‌اندازی آزمایشی سایت‌های پایدار 5G
۸۶

راه‌اندازی تماس صوتی مبتنی بر 5G توسط اپراتور T-Mobile
۸۸

پیاده‌سازی 5G MEC در ژاپن توسط سافت‌بنک
۹۰

دسترسی بی‌سیم ثابت (FWA) رقیب سرسخت فیبر
۹۲

اینفوگرافی
۹۶

ERICSSON

همکاری اریکسون و دویچه تلکام
برای راه‌اندازی آزمایشی سایت‌های پایدار 5G

شرکت‌های اریکسون و DT نیز در راستای این هدف، با همکاری یکدیگر یک سایت رادیویی پایدار ۵G که در آن از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شود به صورت آزمایشی در دیتنهایم راه‌اندازی نمودند.

Deutsche Telekom

پیش از این، بخشی از انرژی مصرفی این سایت که بیش از یک سال از زمان افتتاح آن می‌گذرد، از طریق پنل‌های خورشیدی تأمین می‌شد. این سایت دارای ۱۲ متر مربع پنل خورشیدی است که یک توربین بادی که قادر به تولید حداکثر پنج کیلووات برق اضافی است، نیز به آن اضافه شده است. تا در شرایط متفاوت آب و هوایی، دسترسی کامل سایت به انرژی‌های تجدیدپذیر برقرار باشد.

اخیراً اریکسون یک راه‌حل فناورانه جهت مدیریت بهینه

مصرف انرژی طراحی کرده است تا در سایت 5G مورد نظر به‌صورت حداکثری از پتانسیل انرژی خورشیدی و بادی بهره‌گیری شود. این سیستم از نظر تئوری سایت را قادر می‌سازد تا به صورت مستقل بدون استفاده از اتصال کابلی به شبکه برق کار کند.

لیف هیتزر، معاون راهنمای فناوری و اقتصاد در DT، اظهار داشت: اطمینان از مدیریت یکپارچه منابع انرژی پاک، کارآمد و قابل اعتماد و استفاده از آن، کلیدی برای عملکرد پایدار سایت‌های موبایل است. در این راستا، اپراتور DT در آزمایش‌هایی بررسی می‌کند که چگونه می‌توان راه‌حل‌ها و قابلیت‌های هوشمند را برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در سایت‌های موبایل به‌کار گرفت. اریکسون و DT ادعا کرده‌اند که در روزهای بادخیز، میزان انرژی تجدیدپذیر تولیدی از انرژی مصرف شده در سایت بیشتر می‌شود. با این حال، از یک دیزل ژنراتور نیز به عنوان پشتیبان منبع انرژی سایت برای مواقع اضطراری استفاده می‌شود. ■

منابع:

https://www.telecomstechnews.com/news/2022/may/23/ericsson-and-deutsche-telekom-trial-sustainable-5g-sites/

راه‌اندازی تماس صوتی مبتنی بر 5G توسط اپراتور T-Mobile

اپراتور T-Mobile سرویس تماس صوتی مبتنی بر 5G NR (VoNR) را در ایالات متحده راه‌اندازی کرده است. که در این سرویس، تماس‌های صوتی از طریق اتصال 5G برقرار می‌شود. استقرار گسترده این فناوری موجب بهره‌برداری حداکثری از امکانات شبکه 5G و در مقابل کاهش اتکا به شبکه 4G می‌شود.

انتظار می‌رود این سرویس در سال آینده در مناطق بیشتری از طریق شبکه 5G مستقل [1](SA) T-Mobile در دسترس باشد و در گوشی‌های هوشمند بیشتری به غیر از Samsung Galaxy نیز قابل دسترسی باشد.

با راه‌اندازی سرویس VoNR پتانسیل کامل شبکه 5G SA برآورده شده و اپراتورها دیگر نیازی به حفظ شبکه LTE به‌صورت موازی نخواهند داشت. با توجه به این امر که راه‌اندازی شبکه‌های 5G در سراسر جهان در مرحله اول به‌صورت غیر مستقل (NSA) صورت گرفته است، اپراتورها برای بهره‌برداری از سرویس VoNR ابتدا لازم است شبکه‌های خود را به حالت SA ارتقاء داده و از هسته 5G (5GC)[2] بهره‌مند شود. هسته شبکه 5G مبتنی بر ابر است و

1- Stand Alone

2- 5G Core

قابلیت‌هایی مانند پردازش لبه[3] و برش شـــبکه[4] با استفاده از آن فراهم می‌شود. که این قابلیت‌ها برای ارائه ویژگی‌های کلیدی 5G نظیر سرعت بالا و تأخیر بسیار پایین حیاتی هستند.

مزایای برقراری تماس صوتی از طریق 5G چیست؟

با انتقال ترافیک صوتی به شـــبکه 5G SA به‌جای شبکه LTE، دســـتگاه‌ها نیازی به تعویض فناوری‌های شبکه در طول تماس ندارند، به این معنی که مشتریان می‌توانند بدون وقفه از 5G بهره ببرند.

همچنین به گزارش T-Mobile، زمان تنظیم تماس کمی سریع‌تر می‌شـــود، به این معنی که تأخیر کمتری بین زمان گرفتن یک شماره و زمانی که تلفن شروع به زنگ زدن می‌کند، وجود خواهد داشت.

در این راستا، جود باکلی، معاون اجرایی Mobile Experience در Samsung Electronics America افزود: «در سامسونگ، ما می‌خواهیم بهترین تجربه ممکن از 5G را در هر دستگاهی به کاربران خود ارائه دهیم. با پشتیبانی از یکپارچه‌سازی و آزمایش گسترده و همکاری در کنار یک اپراتور پیشرو مانند T-Mobile، ما با کمک دستگاه های Samsung Galaxy خود، تمام مزایای فناوری 5G را زنده می‌کنیم.

3- Edge Computing
4- Network Slicing

منابع:

https://www.techradar.com/news/t-mobile-now-offers-voice-calls-over-5g-in-the-us
https://telecoms.com/515658/t-mobile-us-launches-voice-over-5g/

پیاده‌سازی 5G MEC در ژاپن توسط سافت‌بنک

SoftBank اعلام کرده است که یک سایت 5G MEC (5G Multiple-access Edge Computing) را در منطقه «کانتو» راه‌اندازی کرده و استقرار سراسری سرورهای MEC در ژاپن را از می ۲۰۲۲ آغاز کرده است. سافت‌بنک پیش از این در اکتبر ۲۰۲۱ از شبکه 5G SA بهره‌برداری کرد و در ادامه، SoftBank 5G MEC را با بهره‌گیری از قابلیت‌های شبکه 5G SA ارائه می‌نماید که تجربه خدماتی با تأخیر بسیار کم، کیفیت بالا و با سطح امنیتی بالاتر را ارائه می‌کند.

عدم بهره‌گیری از قابلیت پردازش لبه در شبکه موجب می‌شود، برای دسترسی کاربر به یک برنامه یا سرویس یک مسیر ارتباطی از دستگاه کاربر به یک سرور برنامه که در فاصله نسبتاً دوری واقع شده است، برقرار شود. این امر موجب تأخیر در ارائه خدمات می‌شود. این در حالی است که SoftBank 5G MEC تجربه خدمات پرسرعت با تأخیر بسیار کم را از طریق استقرار برنامه‌های کاربردی نزدیک به دستگاه‌های کاربر در شبکه مستقل 5G برای مشتریان امکان‌پذیر می‌کند، که این امر به‌طور قابل توجهی باعث کاهش زمان دسترسی کاربر به سرور و در نتیجه کاهش قابل توجه تأخیر در ارائه خدمات می‌شود.

در سایت‌های 5G MEC، تمامی عملکردها از جمله استقرار و توزیع برنامه‌ها، به‌صورت خودکار انجام می‌شود. چنین ویژگی‌هایی برنامه‌های کاربردی در پلتفرم 5G MEC را نسبت به خطا مقاوم کرده و ارائه خدمات سریع‌تر را با پیچیدگی کمتر، برای توسعه‌دهندگان برنامه‌ها و ارائه‌دهندگان برنامه (مانند ارائه‌دهندگان SaaS) ممکن می‌سازند. بهره‌گیری از این قابلیت همچنین موجب بهبود انواع خدمات صنعتی مانند اعلان‌های اضطراری (برای مثال در صورت وقوع بلایای طبیعی)، استقرار شبکه مبتنی بر اینترنت اشیا در ساختمان، اتوماسیون کارخانه، بازی‌های شبکه چند کاربره و رانندگی خودکار می‌شود.

در این راستا، Keiichi Makizono، مدیر ارشد اطلاعات شرکت SoftBank گفته است: استقرار 5G MEC نقطه عطفی برای SoftBank است. سازگاری آن با برش شبکه[1]، همراه با اتوماسیون عملیات، آن را در سراسر صنعت منحصر به فرد کرده است. ■

SoftBank

منابع:

https://www.5gworldpro.com/blog/2022/06/10/softbank-will-start-deployment-of-5g-mec-in-japan/

1- Network slicing

دسترسی بی‌سیم ثابت (FWA)

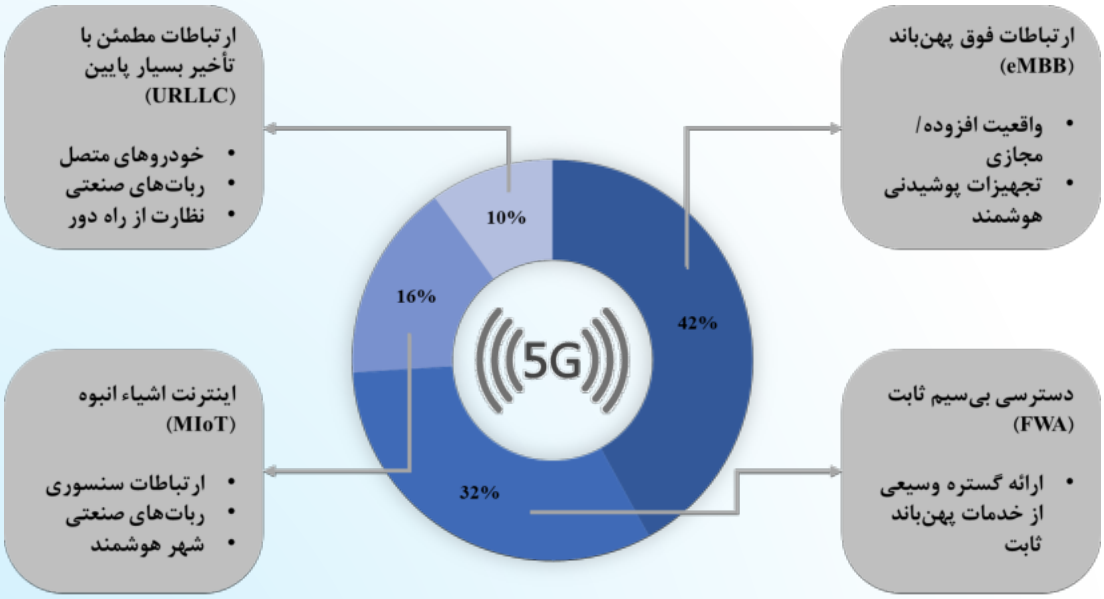
رقیب سرسخت فیبر

دسترسی بی‌سیم ثابت (FWA) سرویس ارائه خدمات پهن‌باند بی‌سیم به‌صورت ثابت است. FWA با ارائه سرویس‌های پهن‌باند پرسرعت و همچنین حذف نیاز به کابل و فیبر نوری، مهم‌ترین رقیب روش‌های سنتی ارائه اینترنت پهن‌باند مانند فیبر و DSL به‌ویژه در مواردی که زیرساخت ارائه خدمات پهن‌باند سیمی از طریق مس، فیبر یا راه‌حل‌های ترکیبی وجود ندارد است که به روشی مقرون به صرفه اتصال بی‌سیم «آخرین مایل» را فراهم می‌کند. در این میان، سرویس FWA مبتنی بر نسل پنجم مخابرات بی‌سیم (5G) با ارائه ۱۰ تا ۱۰۰ برابر ظرفیت بیشتر نسبت به 4G، این پتانسیل را دارد که راه‌حل‌های مقرون به صرفه FWA را در مقیاس وسیع فعال کند. از این رو، اپراتورهای مخابراتی به‌طور گسترده در حال توسعه و بهره‌برداری از آن هستند.

سرویس FWA شبکه 5G به اپراتورهای شبکه این امکان را می دهد که پهنای باند فوق العاده پرسرعت را در مناطق حومه شهر و مناطق کم تراکم فراهم نمایند و از برنامه های خانگی و تجاری پشتیبانی کنند.

این امر به جوامع بیشتری امکان می‌دهد از طریق یک اتصال فوق سریع و قابل اعتماد به اینترنت متصل شده و برنامه‌هایی مانند پزشکی از راه دور و آموزش از راه دور را برای افراد بیشتری به ارمغان بیاورند. بر اساس گزارش GSMA که در فوریه ۲۰۲۲ منتشر شده است، در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۳۰ یک سوم کاربردهای 5G در حوزه FWA خواهد بود (شکل ۱).

در جدول زیر قابلیت بهره‌برداری هر یک از سرویس‌های MIoT، URLLC، FWA و eMBB در شبکه 5G در کاربردهای متنوع با امتیازدهی متخصصان GSMA مشخص شده است. نحوه امتیازدهی از ۰ تا ۶ به این صورت است که هر چه فناوری مورد نظر در ارائه سرویس موثرتر باشد امتیاز بیشتری به آن فناوری تعلق می گیرد. به‌طور مثال اهمیت URLLC در بخش کشاورزی بسیار پایین است این در حالی است که در کاربردهای صنعتی نظیر ربات‌های صنعتی که در آن، پارامتر پایین بودن تأخیر بسیار مهم است، امتیاز بالاتری دارد.



شکل ۱- سهم سرویس‌های ۵G در بازار در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۳۰ (GSMA)

با توجه به جدول ۱ می‌توان نتیجه گرفت که از FWA در گستره وسیعی از کاربردهای 5G می‌توان بهره گرفت.
در ادامه، به ویژگی‌های کلیدی و تحول‌آفرین FWA مبتنی بر 5G در بازار ارائه دسترسی پهن‌باند می‌پردازیم.

جایگزین روش‌های سنتی موجود، نه مکمل

اگرچه سیاست‌گذاران و فروشندگان کابل معتقدند که FWA مکملی برای روش‌های سنتی ارائه اینترنت سیمی پهن‌باند است، FWA با افزایش ظرفیت و ارائه قیمت‌های رقابتی، توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. در این راستا، در حال حاضر حدود ۷ میلیون ارتباط FWA در ایالات متحده مستقر است. T-Mobile فقط یک سال پس از راه‌اندازی، در سه ماهه اول سال ۲۰۲۲، ۱ میلیون مشتری FWA را گزارش کرد. Verizon نیز در این بازه زمانی، ۱۹۴ هزار اشتراک FWA را ثبت نمود که ۲,۵ برابر

حوزه سرویس‌دهی	eMBB	FWA	MIoT	URLLC
کشاورزی	۵	۵	۴	۱
خدمات رفاهی	۳	۳	۳	۴
حمل‌ونقل	۴	۲	۴	۴
تحصیل	۶	۶	۰	۴
سلامت	۵	۵	۲	۴
سرگرمی	۶	۶	۰	۰
ساخت و ساز و املاک	۳	۳	۳	۲
خدمات اقامتی و غذایی	۵	۵	۲	۰
خدمات مالی و بیمه	۵	۵	۰	۴

جدول ۱- میزان بهره‌برداری از سرویس‌های ۵G در بخش‌های مختلف (GSMA)

سطح سه ماهه چهارم ۲۰۲۱ است. AT&T نیم میلیون مشتری FWA دارد. انتظار می‌رود که FWA بـــه زودی ۱۰ درصد از تمام اتصالات پهن باند ایالات متحده را تشکیل دهد.

طیف فرکانسی

برای برقراری ارتباطات FWA می‌توان از فرکانس‌های رادیویی متنوعی بهره گرفت. اما عرضه این فناوری به شـــرایط اپراتورها از نظر دسترسی به فرکانس‌ها و خدمات بی‌سیم موجود وابسته است. فرکانس‌های مورد استفاده در FWA در حال حاضر، شامل باندهای ۸۰۰ مگاهرتز، ۱٫۸ گیگاهرتز و ۲٫۱ گیگاهرتز برای مناطق روستایی و برون شـــهری و ۲٫۳ گیگاهرتز و ۲٫۶ گیگاهرتز برای مناطق شهری است.

سرویس‌های FWA و اینترنت اشیاء

اگرچه مورد اســـتفاده کنونی FWA ارائه سرویس‌های پهن‌باند خانگی و اداری اســـت (ویدیـــو کنفرانس، جلســـات تصویری زنده و رسانه‌های اجتماعی)، اما این ســـرویس 5G قابلیت ارائه سرویس‌های پر سرعت، با اطمینان بالا، امن و تأخیر کم را داراست. این بدان معنی است که می‌توان از این فناوری در کاربردهایی نظیر پزشکی از راه دور پیشرفته، وسایل نقلیه خودران، واقعیت افزوده/مجازی، و بخش‌های تولید و انرژی بهره گرفت.

ویژگی رقابتی با خدمات مبتنی بر کابل

ظهور و تکامل فناوری‌های بی‌سیم منجر به کاهش قیمت در ارائه سرویس‌های پهن‌باند می‌شـــود. قیمت فناوری‌های بی سیم در شش سال گذشته تا ۴۲ درصد کاهش یافته است. در کشورهایی که از DSL اســـتفاده می کنند مانند آلمان و بریتانیا از FWA به عنوان "قاتل مس" یاد می‌شود زیرا ارائه سرویس پهن‌باند بی‌سیم با سرعت بالا نسبت به شبکه‌های DSL موجود مقرون به صرفه‌تر است. AT&T اخیراً اعلام کرده است که ردپای مس خود را تا سال ۲۰۲۵ به نصف کاهش می‌دهد و Verizon تاکنون ۴٫۵ میلیون مدار در شبکه خود را از مس ارتقا داده است. نروژ نیز در حال از کار انداختن تمام شبکه‌های DSL است. ■

در کشورهایی که از DSL استفاده می کنند مانند آلمان و بریتانیا از FWA به عنوان "قاتل مس" یاد می‌شود زیرا ارائه سرویس پهن‌باند بی‌سیم با سرعت بالا نسبت به شبکه‌های DSL موجود مقرون به صرفه‌تر است. AT&T اخیراً اعلام کرده است که ردپای مس خود را تا سال ۲۰۲۵ به نصف کاهش می‌دهد و Verizon تاکنون ۴٫۵ میلیون مدار در شبکه خود را از مس ارتقا داده است. نروژ نیز در حال از کار انداختن تمام شبکه‌های DSL است.

منابع:

https://www.forbes.com/sites/roslynlayton/2022/04/24/five-things-about-fixed-wireless-access-fwa-the-future-of-broadband/?sh=737b037c9310
GSMA, 'The Socio-Economic Benefits of Mid-Band 5G Services', February 2022.

هایلایت فناوری 5G در سال ۲۰۲۲ بر اساس گزارش اریکسون و GSA

سیاست‌گذاری‌ها و الزامات جهانی

گسترش سریع دسته‌بندی‌های محصولات 5G چالش‌های جدیدی را برای برآوردن الزامات ایمنی، امنیت، اتصال و قابلیت همکاری و عملکرد ایجاد می‌کند.

بهره‌گیری از واقعیت افزوده

کاربران 5G در مقایسه با کاربران 4G هفته‌ای دو ساعت بیشتر از بازی‌های ابری و یک ساعت بیشتر در برنامه‌های واقعیت افزوده صرف می‌کنند

گسترش پذیرش جهانی

بیش از ۷۰ درصد کشورها/مناطق از اکتبر ۲۰۲۱ در فناوری 5G سرمایه‌گذاری کرده‌اند

افزایش تنوع دستگاه‌های 5G

تعداد دستگاه‌های 5G در حال افزایش بوده و در سه ماهه آخر سال ۲۰۲۱، ۲۴/۲ درصد رشد داشته است

شبکه آینده

۶۰ درصد از جمعیت جهان در سال ۲۰۲۶ از 5G استفاده خواهند کرد و نیمی از ترافیک گوشی‌های هوشمند از طریق این فناوری مبادله خواهد شد

GSA 5G INFOGRAPHIC-AUGUST 2022

- اروپا، خاورمیانه و افریقا، ۲۴۵سرمایه گذاری و ۱۳۵ استقرار
- آسیا-اقیانوسیه ، ۱۰۸سرمایه‌گذاری و ۴۸ استقرار
- آمریکا ، ۱۴۶ سرمایه‌گذاری و ۳۸ استقرار

- سرمایه گذاری ۴۹۹ اپراتور در سراسر جهان در 5G
- ۲۲۱ استقرار تجاری 5G در سراسر جهان

- حداقل ۷۹ پردازش‌گر و مودم 5G
- سرمایه گذاری ۱۱۱ اپراتور در سراسر جهان در 5G SA
- معرفی حدود ۱۰۷۱ دستگاه با قابلیت پشتیبانی از 5G SA

- ۱۹۶ وندور در حال تولید یا برنامه‌ریزی تولید تجهیزات 5G
- معرفی بیش از ۱۴۸۵ نوع دستگاه با قابلیت پشتیبانی از 5G
- ورود حداقل ۱۱۳۵ نوع دستگاه با قابلیت پشتیبانی از 5G به بازار

- صرف بیش از ۱۳۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ روی مزایده و تخصیص طیف
- برنامه‌ریزی بیش از ۵۰ کشور و منطقه در جهان در خصوص تخصیص طیف تا پایان سال ۲۰۲۳

گزارش The Mobile Economy- MENA ۲۰۲۲

پیش‌بینی سهم نسل‌های متفاوت مخابرات سلولی بدون در نظر گرفتن سهم اینترنت اشیا سلولی در ایران

نفوذ مشترکین شبکه موبایل

میزان انطباق گوشی‌های هوشمند با شبکه

راهنمای مطالب ارسالی به فصلنامه فناوری همراه

نشـــریه فناوری همراه، مطالب دریافتی را در چهار بخش رصد فناوری، فناوری، اخبار فناوری و بینش فناوری پذیرش کرده و منتشر می‌کند. انتظار می‌رود در بخش **رصد فناوری**، مقالات و گزارش‌های ترویجی پیرامون فناوری‌های نوظهور، کاربست‌ها، ورتیکال‌ها و رهیافت‌های نوین فناورانه دریافت شود.

در بخش **فناوری** به معرفی نهادها، کنفرانس‌ها، نمایشگاه‌ها، وبسایت‌های آموزشی و... پرداخته می‌شود.

در بخش **اخبار فناوری** آخرین اخبار و تحلیل‌های مربوط به صنعت ICT جهان در حوزه سرمایه‌گذاری‌ها، توسعه محصولات، لانچ‌ها و... به چاپ خواهد رسید. بخش **بینش فناوری** نیز به معرفی و تحلیل فرآیندهایی مانند جریان‌های تحقیق و توسعه فناوری، انتقال فناوری، همکاری‌های فناورانه و برنامه‌ریزی‌های راهبردی در حوزه فناوری‌های جدید تلکام می‌پردازد.

ویژگی‌های مطلب ارسالی

- به ازای هر ۵۰۰ کلمه یک سوتیتر مناسب ارائه شود (۳۰ الی ۸۰ کلمه)؛
- برای هر گـــزارش حداقل ۳ منبع به روز (بعد از ۲۰۱۹) اســـتفاده شـــود (در صورتی که منبعی اعتبار بالایی داشته باشد با تأیید دبیر کمیته تخصصی یک منبع کافی است؛ همچنین اگر منبعی از اعتبار بالا برخوردار بوده ولی مربوط به قبل از ۲۰۱۹ باشد، قابل قبول است)؛
- بازه زمانی اخبار و تحلیل حداکثر برای ۱ ماه گذشته باشد؛

ترتیب عناوین مقالات و گزارش‌ها

مقالات به طور دقیق شامل این عناوین باشد: چکیده، کلیدواژه‌ها، مقدمه، بدنه اصلی، نتیجه‌گیری، معرفی منابع.

- چکیده فارسی شامل گزیده‌ای از مطلب بوده و به روند مقاله از ابتدا تا نتایج اشاره دارد. چکیده مقاله، نباید کمتر از ۱۵۰ کلمه و بیشتر از ۲۵۰ کلمه باشد.
- در قسمت کلیدواژه‌ها باید حداقل ۳ و حداکثر ۵ واژه بوده که با کاما (،) از هم جدا شده و در یک خط و به ترتیب اهمیت‌شان آورده شود.
- در قسمت مقدمه به صورت کوتاه به موضوع و اهمیت آن اشاره کرده و ذهن خواننده را برای ورود به بدنه اصلی گزارش آماده کنید.
- در قسمت بدنه اصلی گزارش نتیجه رصد فناوری که در حوزه تخصصی خود انجام داده‌اید را با لحنی ساده و روان ارائه دهید.
- در قسمت نتیجه‌گیری، نتیجه گزارش از زبان نویسنده بیان گردد (۱۰۰ الی ۲۰۰ کلمه).
- منابع به ترتیب حروف الفبا و بر اساس یکی از سبک‌های معتبر رفرنس‌دهی در پایان گزارش ارائه شود.

ترتیب مطلب اخبار، و تحلیل‌ها

این نوع از مطالب به طور دقیق شامل این تیترها باشد: بدنه اصلی و منابع.

- در قسمت بدنه اصلی متن را با لحنی ساده و روان ارائه دهید.
- منابع به ترتیب حروف الفبا و بر اساس یکی از سبک‌های معتبر رفرنس‌دهی در پایان ارائه شود.

فونت

متن اصلی به صورت تک‌ستونی با قلم (فونت) B Mitra و اندازهٔ pt. ۱۴ و عناوین بخش‌ها با همین قلم و به صورت بولد تایپ شود.

حجم

- حجم مقالات بین ۱۴۰۰ الی ۲۰۰۰ کلمه باشد؛ (شامل چکیده ۱۵۰ الی ۲۵۰؛ سوتیتر ۳۰ الی ۸۰؛ نتیجه‌گیری ۱۰۰ الی ۲۰۰ و بقیه بدنه اصلی گزارش)
- حجم اخبار، و تحلیل‌ها بین ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ کلمه باشد.

تصاویر و جداول

لازم است تصاویر مرتبط با مطلب با کیفیت بالا ارائه شده و به ترتیب به صورت شکل ۱، شکل ۲ و... شماره‌گذاری شوند.

همچنین لازم است جداول به زبان فارسی بوده و از گذاشتن جداول به صورت عکس و با زبان انگلیسی خودداری شود. جداول باید به ترتیب به صورت جدول ۱، جدول ۲ و... شماره‌گذاری شده و در نخستین مکان ممکن پس از اولین اشاره در متن قرار گیرند.

ارزیابی محتواهای ارسالی از منظر ۳ پارامتر زیر انجام خواهد شد:

- کیفیت کلی محتوا (بروز بودن، رعایت رویکرد دیده‌بانی، جذابیت و...)؛
- رعایت اصول نگارشی فصلنامه (داشـــتن بخش چکیده و نتیجه‌گیری، رعایت اســـتاندارد ۱۴۰۰ الی ۲۰۰۰ کلمه، رعایت فونت‌ها، نکات ویرایشـــی، فوت‌نوت و...)؛
- کیفیت ترجمه (سلیس و روان بودن با رعایت امانت در انتقال محتوا)؛
- امتیاز نهایی پس از داوری ارزیابان فنی محتواها، عددی بین ۰ تا ۱۰۰ خواهد بود که در قالب جدول زیر انجام می‌شود:

ردیف	بازه امتیازات	سطح	وضعیت
۱	۷۶ الی ۱۰۰	A	تأیید برای انتشار
۲	۵۱ الی ۷۵	B	تأیید برای انتشار
۳	۲۱ الی ۵۰	C	رد و انتشار در صورت وجود ظرفیت
۴	۰ الی ۲۰	D	رد

لازم است جداول زیر برای مقالات ارسالی بخش رصد فناوری تکمیل شود.

نام و نام خانوادگی:

رشته تحصیلی: مدرک تحصیلی:

دانشگاه: شغل:

جایگاه سازمانی:

سابقه‌ای کوتاه (رزومه علمی و تخصصی):

محل درج تصویر

جدول ۱- مشخصات نویسنده

ارتباط موضوع با فعالیت‌های فعلی همراه اول

☐ کم ☐ متوسط ☐ زیاد ☐ کاملا منطبق

قابلیت فناوری در ایجاد تحول در کسب‌وکار

☐ کم ☐ متوسط ☐ زیاد ☐ متحول کننده

فاز توسعه فناوری

☐ حضور کامل در بازار ☐ آماده‌سازی بازار

☐ محصول مفهومی و اولیه ☐ تحقیقات کاربردی و پایه

اقدام پیشنهادی برای همراه اول

☐ اصلا ورود نکند

☐ به رصد تحولات مربوطه بپردازد

☐ جهت ورود، آمادگی کسب کند

☐ نیاز به اقدام فوری است

جدول ۲- مشخصات فناوری رصد شده

مرکز تحقیق و توسعه
همراه اول

همراه اول

فـراخـوان رصـد فناوری

مـزایـای شـرکت در فـراخـوان

چاپ محتوای ارسالی در فصلنامه «فناوری همراه»
اعطای جوایز نقدی

جهت ثبت‌نام و کسب اطلاعـات بیشتر
به سایت RD.MCI.ir بخش اکوسیستم نوآوری/ رصد فناوری و آینده پژوهی مراجعه نمایید

اسکن کنید

5G