استراتژی‌های نوآوری و طراحی محصول مبتنی بر فناوری 5G

(با نگاهی بر کشورهای موفق در این حوزه)

معاونت بررسی‌های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

تهیه و تنظیم:

محمد کاوه باغبادرانی

رضا احمدی

معاونت بررسی‌های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

مواضع این گزارش، الزاماً مواضع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.

بهمن ۱۴۰۲

از طریق پست الکرونیکی زیر می‌توانید پیشنهادها و نظرات اصلاحی خود را به واحد مربوطه منعکس نمایید:

economic_research@tccim.ir

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

فهرست مطالب

مقدمه ۷
تکامل از G۱ به G۵ ..... ۸
پارادایم‌های نوظهور G۵ و ویژگی‌های آن ۱۰
تشکیل استراتژی G۵ برای کشورهای در حال توسعه ۱۶
نمونه‌هایی از استراتژی‌های توسعه G۵ در کشورهای سرمایه گذاری اولیه ۱۸
طراحی سیاست توسعه G۵ برای کشورهای کم درآمد و متوسط ۲۰
شرکت‌های پیشگام ۲۹
مقررات‌گذاری و نوآوری در بازارهای G۵ ..... ۳۱
جمع‌بندی ۳۵
منابع ۳۶

مقدمه

با تکامل مداوم سیستم‌های ارتباطی تلفن همراه، فناوری 5G به یک محرک کلیدی برای اکوسیستم صنعت هوشمند تبدیل شده است. فناوری نسل پنجم ممکن است فرصت‌ها و تهدیدهایی را برای صنعت در بازار ایجاد کند و بنابراین شرکت‌هایی که فعالانه در فعالیت‌های نوآوری محصول شرکت نمی‌کنند، در نهایت از بازار حذف خواهند شد؛ زیرا محصولات آنها در روند رقابت صنعتی امروزی قرار نخواهد گرفت. اخیراً، در سه دهه، رشد سریعی در زمینه ارتباطات بی سیم در رابطه با انتقال G۱ به G۴ اتفاق افتاده است. فناوری G۵ به طور کلی؛ نرخ داده بالا، کیفیت خدمات بهبود یافته (QoS)، تأخیر کم، پوشش بالا، قابلیت اطمینان بالا و خدمات مقرون به صرفه را ارائه می‌دهد. خدماتی که G۵ ارائه می‌دهد را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

۱) پهنای وسیع باند تلفن همراه[1] (eMBB)

این یک معماری غیرمستقل است که اتصال به اینترنت پرسرعت، پهنای باند بیشتر، تأخیر متوسط، پخش ویدیوهای UltraHD، رسانه‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده (AR/VR) و بسیاری موارد دیگر را ارائه می‌دهد.

۲) ارتباطات گسترده مابین انواع ماشین‌ها و تکنولوژی‌های وابسته[2] (eMTC)

ارتباطات دوربرد و پهنای باند از نوع ماشینی را با قیمت بسیار مقرون به صرفه و مصرف برق کمتر فراهم می‌کند. eMTC یک سرویس نرخ داده بالا، توان کم، پوشش گسترده را از طریق پیچیدگی کمتر دستگاه از طریق حامل‌های تلفن همراه برای برنامه‌های IoT به ارمغان می‌آورد.

۳) ارتباطات با حداقل رکود و تأخیر و فوق‌العاده قابل اعتماد[3] (URLLC)

این فناوری با حداقل رکود و قابلیت اطمینان فوق‌العاده بالا، کیفیت خدمات غنی (QoS) ارائه می‌کند که با معماری سنتی شبکه تلفن همراه امکان‌پذیر نیست. URLLC برای تعامل در زمان واقعی درخواست[4] مانند جراحی از راه دور، ارتباط وسیله نقلیه به وسیله نقلیه دیگر (V2V)، شبکه‌های هوشمند، سیستم حمل و نقل هوشمند و غیره طراحی شده است.

[1] Extreme mobile broadband
[2] Massive machine type communication
[3] ultra-reliable low latency communication
[4] on-demand real-time interaction

تکامل از G۱ به G۵

نسل اول (G۱): تلفن همراه G۱ بین دهه ۱۹۷۰ و ۸۰ بر اساس فناوری آنالوگ عرضه شد که دقیقاً مانند تلفن ثابت کار می‌کند.

نسل دوم (G۲): در G۲، اولین سیستم دیجیتال در سال ۱۹۹۱ ارائه شد که ارتباطات صوتی تلفن همراه را از طریق G۱ بهبود بخشید. علاوه بر این، مفاهیم دسترسی چندگانه کد-تقسیم[5]و سیستم جهانی برای موبایل[6] نیز مورد بحث قرار گرفت. در G۲ حداکثر سرعت قابل دستیابی ۱ مگابایت بود.

نسل سوم (G۳): هنگامی که فناوری از چارچوب‌های ۲G GSM به چارچوب سیستم جهانی مخابرات سیار [7] ۳G وارد شد، کاربران با سرعت سیستم بالاتر و سرعت دانلود سریع‌تر در برقراری تماس‌های ویدیویی مداوم مواجه شدند. G۳ اولین سیستم پهن باند تلفن همراه بود که برای ارائه چند رسانه‌ای صدا به وجود آمد. فناوری G۳ دسترسی به بسته‌های پرسرعت[8]فراهم آورد. G۳ از MIMO برای چند برابر کردن توان شبکه بی سیم و همچنین از سوئیچینگ بسته برای انتقال سریع داده استفاده می‌کرد.

نسل چهارم (G۴): استاندارد پهنای باند تلفن همراه است. در ارتباطات دیجیتال سیار، نرخ اطلاعات مشاهده شد که از ۲۰ به ۶۰ مگابیت در ثانیه در G۴ ارتقا یافت. بر روی فناوری‌های LTE و WiMAX کار می‌کند و همچنین پهنای باند وسیع‌تری تا ۱۰۰ مگاهرتز فراهم می‌کند که در سال ۲۰۱۰ راه اندازی شد.

نسل چهارم LTE-A(G۴.۵): این یک نسخه پیشرفته از استاندارد ۴G LTE است. LTE-A از فناوری MIMO برای ترکیب چندین آنتن برای فرستنده و گیرنده استفاده می‌کند. با استفاده از MIMO، چندین سیگنال و چندین آنتن می‌توانند به طور همزمان کار کنند و LTE-A را سه برابر سریعتر از G۴ استاندارد می‌کند. LTE-A یک محدودیت سیستم بهبود یافته، کاهش تعویق در سرور برنامه، دسترسی به ترافیک سه گانه (داده، صدا و ویدئو) به صورت بی سیم در هر زمان در هر نقطه از جهان ارائه می‌دهد.

نسل پنجم (G۵): G۵ ستون تحول دیجیتال است. این یک پیشرفت واقعی در تمام شبکه‌های نسل قبلی تلفن همراه است. G۵ سه سرویس مختلف مانند پهنای باند تلفن همراه (eMBB) را برای کاربر نهایی به ارمغان می‌آورد. اتصال به اینترنت پرسرعت، پهنای باند بیشتر، تأخیر متوسط، پخش ویدیوهای UltraHD، رسانه واقعیت مجازی و واقعیت افزوده [9]و بسیاری موارد دیگر را ارائه می‌دهد. ارتباط نوع ماشین عظیم (eMTC)، ارتباطات دوربرد و پهنای باند از نوع ماشین را با قیمت بسیار مقرون به صرفه و مصرف انرژی کمتر فراهم می‌کند.eMTC خدمات سرعت داده بالا، توان کم، پوشش گسترده را از طریق پیچیدگی دستگاه کمتر از طریق حامل‌های تلفن همراه برای برنامه‌های IoT به ارمغان می‌آورد. ارتباطات با کمترین رکود و فوق‌العاده قابل اعتماد (URLLC) با

[5] CDMA
[6] GSM
[7] UMTS
[8] +HSPA/HSPA
[9] AR/VR

کیفیت خدمات غنی ارائه می‌کند که با معماری سنتی شبکه تلفن همراه امکان‌پذیر نیست. G۵ عمدتاً به دو بخش ۶ گیگاهرتز G۵ و موج میلی متری (mmWave) G۵ تقسیم می‌شود.

۶ گیگاهرتز یک باند فرکانس متوسط است که به عنوان نقطه میانی بین ظرفیت و پوشش کار می‌کند تا محیطی عالی برای اتصال G۵ ارائه دهد. طیف ۶ گیگاهرتز پهنای باند بالایی را با بهبود عملکرد شبکه فراهم می‌کند. این کانال‌های پیوسته را ارائه می‌کند که نیاز به تراکم شبکه را زمانی که طیف باند میانی در دسترس نیست کاهش می‌دهد و اتصال G۵ را در هر زمان و هر مکان برای همه مقرون به صرفه می‌کند.

mmWave یک فناوری ضروری شبکه G۵ است که شبکه‌ای با کارایی بالا ایجاد می‌کند. G mmWave۵ خدمات متنوعی را ارائه می‌دهد، به همین دلیل است که همه ارائه دهندگان شبکه باید این فناوری را در برنامه ریزی استقرار G۵ خود اضافه کنند. ارائه دهندگان خدمات زیادی وجود دارند که از G mmWave۵ استفاده کرده‌اند، و نتیجه شبیه سازی آنها نشان می‌دهد که G ۵ mmwave طیف بسیار کمتری استفاده می‌شود. این ارتباط بی سیم با سرعت بسیار بالایی را فراهم می‌کند و همچنین پهنای باند فوق العاده وسیعی را برای نسل بعدی شبکه تلفن همراه ارائه می‌دهد.

به طور خلاصه تکامل فن آوری های موبایل بی سیم در جدول زیر ارائه شده است.

نسل‌ها	تکنیک‌های دسترسی	تکنیک‌های انتقال	مکانیسم تصحیح خطا	نرخ داده	باند فرکانس	کاربرد
G۱	FDMA, AMPS	مدار سوئیچینگ (Circuit Switching)	NA	۲/۴ kbps	۸۰۰ مگاهرتز	صدا
G۲	GSM, TDMA, CDMA	مدار سوئیچینگ (Circuit Switching)	NA	۱۰ kbps	۸۰۰، ۹۰۰، ۱۸۰۰،۱۹۰۰ مگاهرتز	صدا و داده
G۳	WCDMA, UMTS, CDMA 2000, HSUPA/HSDPA	سوئیچینگ مدار و بسته (Circuit and Packet Switching)	Turbo Codes	۳۸۴ kbps to 5 Mbps	۸۰۰، ۸۵۰، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۱۹۰۰،۲۱۰۰ مگاهرتز	تماس صوتی، داده و تصویری
G۴	LTEA, OFDMA, SCFDMA, WIMAX	سوئیچینگ بسته (Packet switching)	Turbo Codes	۱۰۰ Mbps to 200 Mbps	در ابتدا ۲.۳ گیگاهرتز، ۲.۵ گیگاهرتز و ۳.۵ گیگاهرتز	صدا، داده، تماس تصویری، تلویزیون HD و بازی آنلاین.

G۵	BDMA, NOMA, FBMC	سوئیچینگ بسته Packet) (switching	LDPC	۱۰ Gbps to 50 Gbps	۱.۸ گیگاهرتز، ۲.۶ گیگاهرتز و ۳۰ تا ۳۰۰ گیگاهرتز	صدا، داده، تماس تصویری، ویدیوی Ultra HD، برنامه‌های واقعیت مجازی

پارادایم‌های نوظهور G۵ و ویژگی‌های آن

G۵ سرعت بسیار بالا، رکود کم و اتصال بسیار قابل اطمینان را بین چندین دستگاه و اینترنت اشیا در سراسر جهان فراهم می‌کند. G۵ یک مدل بسیار انعطاف‌پذیر برای توسعه نسل مدرن برنامه‌ها و اهداف صنعتی ارائه می‌کند. خدمات زیادی توسط معماری شبکه G۵ ارائه می‌شود که در ادامه بیان شده است:

- ارتباطات با رکود کم و بسیار قابل اعتماد (URLLC): این سرویس مدیریت بلادرنگ ماشین‌ها، اتصال خودرو به وسیله نقلیه با سرعت بالا، اتصال صنعتی و اصول امنیتی، و سیستم حمل و نقل بسیار ایمن، و چندین اقدام مستقل را ارائه می‌دهد. ارتباطات با رکود کم همچنین منطقه متفاوتی را که در آن مراقبت‌های پزشکی از راه دور، رویه‌ها و عملیات قابل دستیابی هستند، روشن می‌کند.
- پهنای باند موبایل پیشرفته: افزایش پهنای باند تلفن همراه یک مورد مهم استفاده از سیستم G۵ است که از آنتن عظیم MIMO، mmWave، تکنیک‌های شکل‌دهی پرتو برای ارائه اتصال با سرعت بسیار بالا در طیف وسیعی از مناطق استفاده می‌کند.
- برای جوامع بشری: G۵ یک اتصال اینترنتی بسیار منعطف بین بسیاری از ماشین‌ها برای ساخت خانه‌های هوشمند، مدارس هوشمند، آزمایشگاه‌های هوشمند، خودروهای ایمن‌تر و هوشمند، و مراکز مراقبت بهداشتی خوب فراهم می‌کند.
- برای مشاغل و صنعت: از آنجایی که G۵ روی طیف بالاتری از ۲۴ تا ۱۰۰ گیگاهرتز کار می‌کند. این محدوده فرکانس بالاتر، ارتباطات ایمن با تأخیر کم و اتصال بی‌سیم پرسرعت بین دستگاه‌های IoT و صنعت ۴.۰ را فراهم می‌کند، که بازاری را برای کاربران نهایی برای ارتقای مدل‌های تجاری خود باز می‌کند.
- فناوری‌های جدید و نوظهور: از آنجایی که G۵ با بسیاری از فناوری‌های جدید مانند شکل‌دهی پرتو، MIMO عظیم، mmWave، سلول‌های کوچک، NOMA، MEC و برش شبکه آمد، بسیاری از ویژگی‌های جدید را به بازار معرفی کرد. همانند واقعیت مجازی (VR)، کاربران می‌توانند حضور فیزیکی افرادی را که میلیون‌ها کیلومتر از آنها فاصله دارند،

تجربه کنند. بسیاری از فناوری‌های جدید مانند خانه‌های هوشمند، محل‌های کار هوشمند، مدارس هوشمند، آکادمی ورزشی هوشمند نیز با این مدل شبکه تلفن همراه G۵ وارد بازار شدند.

G۵، پخش جریانی و دانلود اینترنت پرسرعت را با قابلیت اطمینان بسیار بالا و تأخیر کم فراهم می‌کند. شبکه G۵ سبک کار شما را تغییر می‌دهد و فرصت‌های تجاری جدید را افزایش می‌دهد و نوآوری‌هایی را ارائه می‌دهد که حتی قابل تصور هم نیست. به طور کلی G۵ یا نسل پنجم بی سیم، جدیدترین فناوری سلولی است که برای افزایش چشمگیر سرعت و پاسخگویی شبکه‌های بی سیم طراحی شده است که این اجازه می‌دهد تا داده‌های منتقل شده از طریق اتصالات پهن باند بی سیم با سرعت چند گیگابیت، با حداکثر سرعت بالقوه تا ۲۰ گیگابیت در ثانیه 2 (Gbps) حرکت کنند. شبکه‌ها و خدمات G۵ طی چند سال آینده به صورت مرحله‌ای به کار گرفته می‌شوند تا اتکای فزاینده به دستگاه‌های موبایل و اینترنت را تأمین کنند. انتظار می‌رود که این فناوری انواع برنامه‌ها، کاربردها و موارد تجاری جدید را ایجاد کند.

در اینجا چندین کاربرد فناوری G۵ آورده شده است:

- پخش ورزش: دوربین‌های مجهز به G۵ نیاز به استفاده از کابل را از بین می‌برند و پوشش ورزش‌هایی را که در یک منطقه وسیع انجام می‌شوند آسان‌تر می‌کنند. به عنوان مثال، Fox Sports 5G را در US Open گلف آزمایش کرده است و به تیم خود اجازه می‌دهد تا قسمت ۵ بیشتری را پوشش دهد.
- ساخت: شبکه‌های G۵ با استفاده از ارتباطات بسیار مطمئن و کم تأخیر (URLLC) از نظر تئوری می‌توانند تأخیر را تا یک میلی‌ثانیه کاهش دهند. این برای خطوط مونتاژ با دقت بالا که در آن همه ماشین‌ها و ربات‌ها کاملاً در زمان واقعی همگام هستند مفید است.
- ساخت و ساز: از شبکه‌های G۵ می‌توان برای توسعه فناوری ساخت و ساز و اتوماسیون استفاده کرد. به عنوان مثال، ربات‌های ساخت‌وساز مستقل را می‌توان برای انجام کار در سایت‌هایی با دسترسی محدود به انسان استفاده کرد.
- حفظ انرژی: پهپادهای متصل به G۵ یا وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین خودران (UAV) برای ارائه خدمات یا تولید می‌توانند از طریق به اشتراک‌گذاری داده‌های بلادرنگ به موقعیت‌های امداد رسانی در بلایا کمک کنند. آن‌ها همچنین می‌توانند در مأموریت‌های جستجو و نجات کمک کنند و کمک‌های پزشکی را ارائه دهند.
- ارتباطات: توانایی G۵ برای پخش جریانی بسته‌های داده با ظرفیت بالا در زمان واقعی، برنامه‌های تماس ویدیویی را شارژ می‌کند. همچنین امکان تبادل استریم های ویدیویی فول اچ دی، K۴ و حتی K۸ را بین دستگاه‌های واقعیت افزوده (AR) دارای G۵ و هدست های واقعیت مجازی 5 (VR) فراهم می‌کند.
- 5G-in-a-box: 5G صرفاً یک تغییر تکراری در فناوری شبکه موجود نیست. این یک تغییر مرحله‌ای از یک به روز رسانی است که فرصت‌های فراوانی را به خصوص برای بخش صنعتی امکان پذیر می‌کند. به عنوان مثال، Singte GENIE، اولین پلتفرم G۵ قابل حمل جهان را راه اندازی کرده است.
- اینترنت اشیا 5G :(IoT) می‌تواند از اینترنت اشیا پشتیبانی کند و اتصالات ایمن و فقط داده‌ای را امکان پذیر می‌کند. این می‌تواند برای ارتباط بین دستگاه‌ها در یک محیط IoT استفاده شود.

- وسایل نقلیه خودران: یک خودروی خودران می‌تواند به شبکه‌ای نیاز داشته باشد که اتصالات بسیار سریع و کم تأخیر را ارائه می‌دهد تا وسیله نقلیه بتواند در زمان واقعی حرکت کند.
- خدمات باند پهن بی‌سیم ثابت: خدمات پهن باند بی‌سیم ثابت G۵ دسترسی به اینترنت را به خانه‌ها و مشاغل بدون اتصال سیمی به محل ارائه می‌کند. این رویکرد نیاز به راه‌اندازی خطوط فیبر نوری در هر محله را از بین می‌برد.
- خدمات تلفن همراه: خدمات تلفن همراه G۵ دسترسی کاربر را به شبکه‌های سلولی G۵ اپراتورها فراهم می‌کند. این خدمات در سال ۲۰۱۹ زمانی که اولین دستگاه‌های مجهز به G۵ (یا سازگار) به صورت تجاری در دسترس قرار گرفتند، شروع به کار کردند.

این تنها چند نمونه از نحوه استفاده از G۵ است. همانطور که این فناوری به تکامل خود ادامه می‌دهد، می‌توانیم انتظار داشته باشیم که حتی برنامه‌های نوآورانه‌تری در ادامه شاهد باشیم. حال قصد داریم با نگاهی ریزبینانه تر بر عملکرد این سیستم، نقش پر رنگی که در زندگی ما ایفا می‌کند را واضح‌تر نشان دهیم این بخش پیشرفت‌های اخیر G Massive MIMO۵، G NOMA۵، موج میلی‌متری G۵، G IOT۵، G۵ با یادگیری ماشین، و رویکردهای مبتنی بر بهینه‌سازی G۵ را شرح می‌دهد.

۱) G5 Massive MIMO

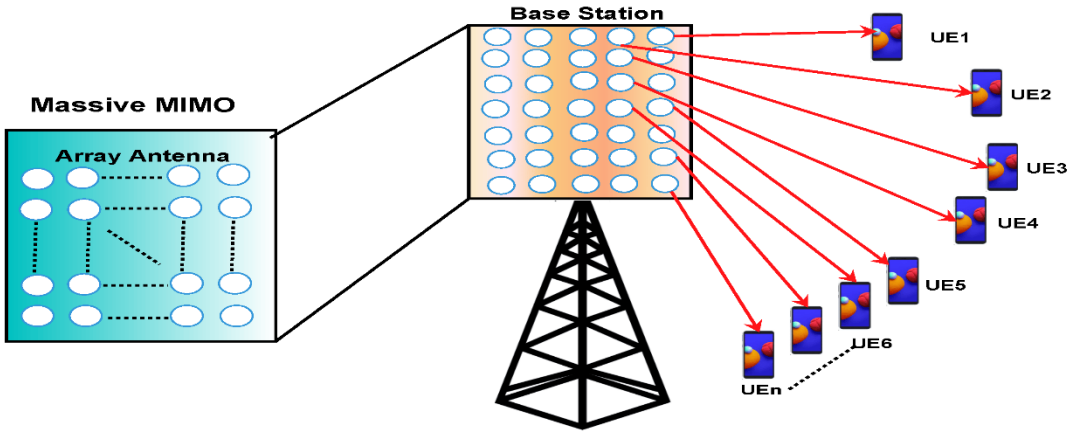
چند ورودی-چند خروجی (MIMO) یک فناوری بسیار مهم برای سیستم‌های بی سیم است. برای ارسال و دریافت چندین سیگنال به طور همزمان از طریق یک کانال رادیویی استفاده می‌شود. MIMO نقش بسیار مهمی در شبکه‌های WI-FI، G۳، G۴ و G ۴ LTE-A ایفا می‌کند. MIMO عمدتاً برای دستیابی به راندمان طیفی بالا و بهره وری انرژی استفاده می‌شود، اما در حدی نبود که MIMO توان عملیاتی کم و اتصال قابل اعتماد بسیار کم را ارائه می‌دهد. برای حل این مشکل، بسیاری از فناوری MIMO مانند MIMO تک کاربره (SU-MIMO)، MIMO چند کاربره (MU-MIMO) و MIMO شبکه استفاده شد. MIMO عظیم پیشرفت فناوری MIMO است که در شبکه G۵ استفاده می‌شود که در آن صدها و هزاران آنتن به ایستگاه‌های پایه متصل می‌شوند تا توان عملیاتی و راندمان طیفی را افزایش دهند. آنتن‌های چندگانه ارسال و دریافت در MIMO عظیم برای افزایش سرعت انتقال و بازده طیفی استفاده می‌شود. در سیستم‌های سنتی، جمع‌آوری داده‌ها از حسگرهای هوشمند یک کار پیچیده است زیرا تأخیر را افزایش می‌دهد، سرعت داده را کاهش می‌دهد و قابلیت اطمینان را کاهش می‌دهد. در حالی که MIMO عظیم با تکنیک‌های شکل دهی پرتو و چندگانه سازی عظیم می‌تواند داده‌های حسگرهای مختلف را با تأخیر کم، سرعت داده بالا و قابلیت اطمینان بالاتر حس کند. MIMO عظیم به انتقال داده‌های جمع‌آوری‌شده در زمان واقعی از حسگرهای مختلف به مکان‌های نظارت مرکزی برای برنامه‌های حسگر هوشمند مانند خودروهای خودران، مراکز مراقبت‌های بهداشتی، شبکه‌های هوشمند، شهرهای هوشمند، بزرگراه‌های هوشمند، خانه‌های هوشمند و شرکت‌های هوشمند کمک می‌کند.

نکات برجسته فناوری G Massive MIMO۵ به شرح زیر است:

۱. سرعت داده: MIMO عظیم به عنوان یکی از فناوری‌های غالب برای ارائه سرعت بالا و سرعت داده بالا در گیگابیت بر ثانیه توصیه می‌شود.

۲. رابطه بین فرکانس موج و اندازه آنتن: هر دو با یکدیگر نسبت معکوس دارند. این بدان معنی است که سیگنال‌های فرکانس پایین‌تر به آنتن بزرگتری نیاز دارند و بالعکس.

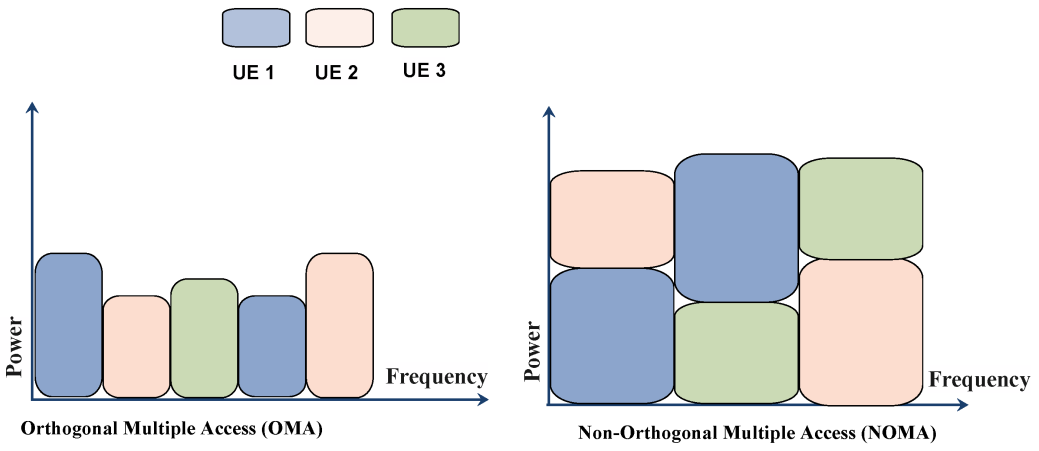
۳. تعداد کاربر: از فناوری G۱ تا G۴ یک سلول از ۱۰ آنتن تشکیل شده است. اما، در فناوری‌های G۵ یک سلول از بیش از ۱۰۰ آنتن تشکیل شده است. از این رو، یک سلول کوچک به طور همزمان می‌تواند چندین کاربر را مدیریت کند.



۴. نقش MIMO در 5G: MIMO عظیم نقش مهمی در استقرار ارتباطات سیار G۵ در آینده ایفا می‌کند زیرا می‌توان بهره وری بیشتر طیفی و انرژی را فعال کرد.

۲) G5 NOMA

NOMA یک فناوری دسترسی رادیویی بسیار مهم است که در نسل بعدی ارتباطات بی سیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه با تکنیک‌های دسترسی چندگانه متعامد قبلی، NOMA مزایای زیادی مانند راندمان طیف بالا، تأخیر کم با قابلیت اطمینان بالا و سرعت بالا را ارائه می‌دهد. NOMA عمدتاً روی یک خط مبنا کار می‌کند تا به چندین کاربر با منابع یکسان از نظر زمان، مکان و فرکانس خدمات ارائه دهد. NOMA عمدتاً به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود که یکی دامنه کد NOMA و دیگری دامنه قدرت NOMA است. دامنه کد NOMA می‌تواند کارایی طیفی mMIMO را بهبود بخشد، که باعث بهبود اتصال در ارتباطات بی سیم G۵ می‌شود. NOMA دامنه کد به چند تکنیک دسترسی چندگانه مانند دسترسی چندگانه کد پراکنده، دسترسی چندگانه پارتیشن شبکه، دسترسی مشترک چند کاربره و دسترسی چندگانه تقسیم الگو تقسیم شد. NOMA دامنه قدرت به طور گسترده‌ای در شبکه‌های بی سیم G۵ استفاده می‌شود، زیرا با تکنیک‌های مختلف ارتباط بی سیم مانند MIMO، شکل دهی پرتو، کدگذاری فضا-زمان، کدگذاری شبکه، ارتباطات فول دوبلکس و همکاری و غیره به خوبی عمل می‌کند. دسترسی چندگانه تقسیم فرکانس متعامد (OFDMA) که توسط GPP۳ در شبکه G LTE۴ استفاده می‌شود، زمانی که منابع پهنای باند به کاربرانی با اطلاعات وضعیت کانال پایین (CSI) تخصیص داده می‌شود، بازده طیفی بسیار پایینی را ارائه می‌کند.NOMA این مشکل را حل کرد زیرا کاربران را قادر می‌سازد تا به تمام کانال‌های حامل فرعی دسترسی داشته باشند، بنابراین منابع پهنای باند تخصیص داده شده به کاربران با CSI پایین همچنان می‌توانند توسط کاربران با CSI قوی قابل دسترسی باشند که کارایی طیفی را افزایش می‌دهد. شبکه G۵ از معماری ناهمگنی پشتیبانی می‌کند که در آن سلول‌های کوچک و ایستگاه‌های پایه ماکرو برای اشتراک طیف کار می‌کنند. NOMA یک فناوری کلیدی در سیستم بی سیم G۵ است که برای شبکه‌های ناهمگن بسیار مفید است زیرا چندین کاربر می‌توانند داده‌های خود را در یک سلول کوچک با استفاده از اصل NOMA به اشتراک بگذارند. NOMA در برنامه‌های مختلف مانند شبکه‌های فوق متراکم (UDN)، ماشینی مفید است. از آنجایی که NOMA ویژگی‌های زیادی را فراهم می‌کند، چالش‌هایی نیز دارد، از جمله اینکه NOMA برای اجرای الگوریتم‌های SIC به قدرت محاسباتی زیادی برای تعداد زیادی از کاربران با سرعت داده بالا نیاز دارد. دوم، زمانی که کاربران در حال حرکت از شبکه هستند، مدیریت بهینه سازی تخصیص توان برای NOMA یک کار چالش برانگیز است. هیبرید NOMA (HNOMA) ترکیبی از دامنه قدرت و دامنه کد NOMA است. HNOMA هم از



اختلاف توان و هم از منابع متعامد برای انتقال بین چندین کاربر استفاده می‌کند. از آنجایی که HNOMA از هر دو NOMA دامنه قدرت و NOMA دامنه کد استفاده می‌کند، می‌تواند بازده طیفی بالاتری نسبت به NOMA دامنه قدرت و NOMA دامنه کد به دست آورد. در HNOMA چندین گروه می‌توانند به طور همزمان سیگنال‌ها را ارسال کنند. از یک الگوریتم ارسال پیام (MPA) و تشخیص مبتنی بر لغو تداخل متوالی (SIC) در ایستگاه پایه برای این گروه‌ها استفاده می‌کند.

شبکه تلفن همراه G۵ نقش مهمی در توسعه اینترنت اشیا (IoT) دارد. اینترنت اشیا بسیاری از چیزها را مانند لوازم خانگی، حسگرها، دستگاه‌ها، اشیاء و برنامه‌ها به اینترنت متصل می‌کند. این برنامه‌ها داده‌های زیادی را از دستگاه‌ها و حسگرهای مختلف جمع آوری می‌کنند. G۵ اتصال اینترنت با سرعت بسیار بالایی را برای جمع آوری، انتقال، کنترل و پردازش داده‌ها فراهم می‌کند. G۵ یک شبکه منعطف با در دسترس بودن طیف استفاده نشده است و استقرار بسیار کم هزینه را ارائه می‌دهد به همین دلیل کارآمدترین فناوری برای اینترنت اشیا است. در بسیاری از زمینه‌ها، G۵ مزایایی را برای اینترنت اشیاء فراهم می‌کند، و در زیر چند نمونه آورده شده است:

خانه‌های هوشمند: لوازم خانگی و محصولات هوشمند این روزها مورد تقاضا هستند. شبکه G۵ خانه‌های هوشمند را واقعی‌تر می‌کند زیرا اتصال و نظارت بر لوازم هوشمند را با سرعت بالا ارائه می‌دهد. لوازم خانگی هوشمند به راحتی از مکان‌های دور با استفاده از شبکه G۵ قابل دسترسی و پیکربندی هستند، زیرا ارتباطات با تأخیر کم سرعت بسیار بالا را ارائه می‌دهد.

شهرهای هوشمند: شبکه بی سیم G۵ همچنین به توسعه برنامه‌های شهرهای هوشمند مانند مدیریت ترافیک خودکار، به روز رسانی آب و هوا، پخش محلی، صرفه جویی در انرژی، منبع تغذیه کارآمد، سیستم روشنایی هوشمند، مدیریت منابع آب، مدیریت جمعیت، کنترل اضطراری و غیره کمک می‌کند.

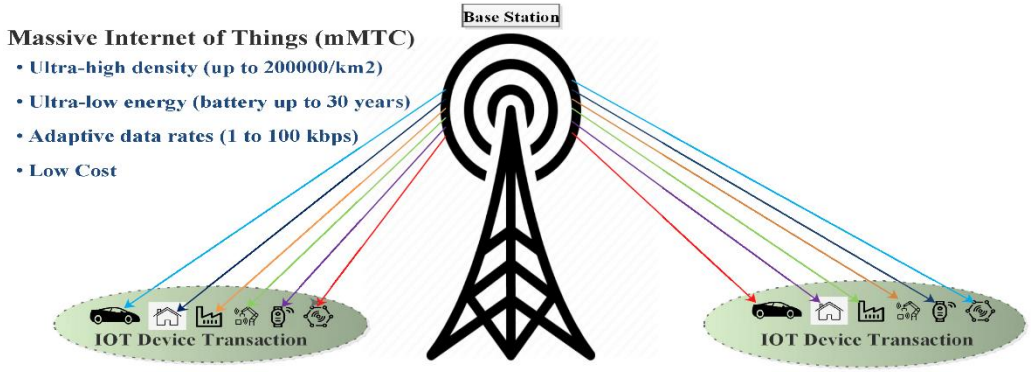
اینترنت اشیاء صنعتی: فناوری بی سیم G۵ ویژگی‌های زیادی را برای صنایع آینده مانند ایمنی، ردیابی فرآیند، بسته بندی هوشمند، حمل و نقل، بهره وری انرژی، اتوماسیون تجهیزات، تعمیر و نگهداری پیش بینی و تدارکات ارائه می‌دهد. فناوری حسگر هوشمند G۵ همچنین عملیات صنعتی هوشمندتر، ایمن‌تر، مقرون به صرفه‌تر و صرفه جویی در مصرف انرژی را برای اینترنت اشیاء صنعتی ارائه می‌دهد.

کشاورزی هوشمند: فناوری G۵ نقش مهمی برای کشاورزی و کشاورزی هوشمند خواهد داشت. حسگرهای G۵ و فناوری جی‌پی‌اس به کشاورزان کمک می‌کند تا حملات زنده به محصولات را ردیابی کرده و به سرعت آنها را مدیریت کنند. از این سنسورهای هوشمند می‌توان برای کنترل آبیاری، کنترل آفات، کنترل حشرات و کنترل برق نیز استفاده کرد.

رانندگی خودکار: شبکه بی سیم G۵ ارتباطات با سرعت بسیار پایین را با تأخیر بسیار کم ارائه می‌دهد که برای رانندگی خودران بسیار مهم است. این بدان معناست که خودروهای خودران به زودی با شبکه‌های بی سیم G۵ به زندگی واقعی می‌رسند. با استفاده از خودروهای خودران G۵ می‌توان به راحتی با علائم راهنمایی و رانندگی هوشمند، اشیاء و سایر وسایل نقلیه در حال حرکت در جاده ارتباط برقرار کرد. ویژگی تأخیر کم G۵ رانندگی خودران را واقعی‌تر می‌کند، زیرا هر میلی ثانیه برای وسایل نقلیه خودران مهم است، تصمیم گیری در میکرو ثانیه انجام می‌شود تا از تصادف جلوگیری شود.

نکات برجسته اینترنت اشیا G۵ به شرح زیر است:

- ✓ اینترنت اشیا به عنوان "Internet of Things" نامیده می‌شود. ارتباط ماشین به ماشین (M2M) را فراهم می‌کند و اطلاعات را بین دستگاه‌های ناهمگن بدون دخالت انسان به اشتراک می‌گذارد.
- ✓ G۵ با اینترنت اشیا یکی از ویژگی‌های جدید نسل بعدی ارتباطات سیار است که اتصال اینترنت پرسرعت را بین دستگاه‌های تعدیل شده فراهم می‌کند. اینترنت اشیا G۵ همچنین خانه‌های هوشمند، دستگاه‌های هوشمند، حسگرها، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، صنایع هوشمند و غیره را در اختیار کاربران نهایی قرار می‌دهد تا آنها را هوشمندتر کنند.
- ✓ اینترنت اشیا با دستگاه‌های متفاوتی سروکار دارد که از طریق اینترنت به هم متصل می‌شوند. رویکرد اینترنت اشیا باعث شده است که ارائه ابزارهای پوشیدنی، تلفن‌های هوشمند، حسگرها، سیستم‌های حمل و نقل هوشمند، دستگاه‌های هوشمند، ماشین لباسشویی، تبلت و غیره به یک سیستم مشترک مرتبط شوند.
- ✓ برنامه‌های مهم اینترنت اشیا شامل سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی خصوصی، مدیریت ترافیک، مدیریت صنعتی و



اینترنت لمسی و غیره است.

تشکیل استراتژی G۵ برای کشورهای در حال توسعه

پیشرفت سریع فناوری‌های رادیویی سلولی سیار، با برنامه‌های کاربردی که از اینترنت موبایل تغذیه می‌شوند، نویدهای تحول اقتصادی را از طریق بهبود بهره‌وری و کیفیت زندگی به ارمغان آورده است. منابع مختلف به تأثیرات عمده قبلی شبکه‌های رادیویی تلفن همراه بر اقتصادهای کم درآمد اشاره کرده‌اند. با استفاده از نسل جدیدی از ارتباطات داده پهن باند کم هزینه برای آموزش، انسجام اجتماعی، تبادل ایده، با دسترسی به اطلاعات جهانی، دانش و یادگیری، چنین اقتصادهایی ممکن است به سرعت پیشرفت کنند. این امر می‌تواند باعث کسب فناوری، شفافیت و نفوذ عمومی بر دولت‌ها شود. ارزش اجتماعی و تجاری تلفن همراه پهن باند برای زندگی روزمره اخیراً توسط مقرراتی به محدودیت قرنطینه در همه‌گیری ویروس تنفسی جهانی در سال ۲۰۲۰ تأکید شده است، جایی که یک پیوند اجتماعی حیاتی برای معاشرت و کار مبتنی بر ویدیو فراهم کرده است.

اما بهره‌برداری از پتانسیل اقتصادی ظاهری شبکه‌های سلولی تلفن همراه G۵ مشخص نیست، برای مثال اینکه آیا حرکت به سمت اقتصاد دیجیتال را تسریع می‌کند یا خیر. شواهد معتبر هنوز در دسترس نیست. با این حال، برای برنامه ریزی سرمایه گذاری، تصمیم گیری در مورد سرمایه گذاری G۵ به سرعت به یک اولویت استراتژیک برای سیاست گذاران در بسیاری از کشورها در دو سال گذشته تبدیل شده است، به ویژه برای اقتصادهای کم درآمد و با درآمد متوسط که بازده سرمایه گذاری برای آنها به مراتب کمتر قطعی است. علاوه بر این، اتخاذ هر تصمیمی توسط لابی‌های سنگین از طرف تأمین تجهیزات صنعت ارتباطات پیچیده‌تر می‌شود.

چالش واقعی G۵ در درک سطح تقاضای بازار در آینده است - بستگی به این دارد که آیا مدل‌های تجاری موفق با بازدهی کافی وجود دارد یا خیر. در نتیجه، برای سیاست گذاران، به ویژه در کشورهای با درآمد کم و متوسط، مهم است که درک عملگرایانه ای از شیوه‌های استقرار G۵ داشته باشند که کشورهای اولیه و با درآمد بالا دنبال کرده‌اند، اگر فقط از دام‌های احتمالی جلوگیری کنند. بنابراین سؤال کلیدی که باید به آن پاسخ دهد این است:

با توجه به مجموعه‌ای از ناشناخته‌های حیاتی که پیرامون این فناوری و مورد تجاری آن وجود دارد، چه سیاستی برای توسعه عملگرایانه G۵ برای یک اقتصاد ملی در نیمه پایین محدوده درآمد ناخالص ملی بهینه خواهد بود؟

این ناشناخته‌ها از تعاریف بازار و سطوح تقاضا، هزینه‌های کلی زیرساخت، چالش‌های زیرساخت متراکم استقرار و پیچیدگی فنی متغیر است. همه اینها باید در چارچوب کشور مورد نظر ما، که با چالش‌های پذیرش چنین فناوری پیشرفته‌ای مانند G۵ مشخص می‌شود، تحلیل شود. این‌ها ممکن است حداقل شامل برخی از موارد زیر باشد:

- نهادهای ضعیف‌تر
- زیرساخت‌های فنی ضعیف، از جمله اتصال پهن باند ملی
- نیروی کار با مهارت کمتر
- در دسترس بودن سرمایه کمتر، سطوح سرمایه گذاری و پس انداز
- بهره وری نیروی کار و سرمایه کمتر
- بیکاری بالاتر
- درآمد قابل تصرف حداقلی شهروندان
- شهرنشینی شتابزده با رشد سریع جمعیت
- تسلط چند بخش اولیه (مانند مواد معدنی، چوب، نفت و غیره) با بخش‌های خدماتی و صنعتی ضعیفتر
- اقتصاد غیررسمی و اقتصاد غیر پولی قابل توجه

اما این همیشه دولت‌ها را از ابتکار G۵ منصرف نمی‌کند. برعکس، اگر در نظر داشته باشند که سیاست سرمایه‌گذاری G۵ می‌تواند جذابیت اقتصاد را برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش دهد، ممکن است آنها را تشویق کند. این ممکن است به خوبی

سرمایه‌گذاری‌ها را تشویق کند، بنابراین ما نگران شناسایی مشکلات اساسی هستیم که چنین استراتژی «ویترینی» در شرایط «سیاست واقعی» با آن مواجه است.

یک عامل اضافی، نقش بخش خصوصی محلی در چنین کشورهایی است. اپراتورهای شبکه تلفن همراه (MNOs1)، به‌ویژه زمانی که به صورت خصوصی صحبت می‌کنند، به دلیل تعهدات سرمایه‌گذاری موجود و بازدهی نامعلوم از G۵، اغلب تمایلی به ادامه عرضه G۵ ندارند. آن‌ها می‌بینند که از اواخر دهه ۱۹۸۰، سه دهه رشد بی پایان بازار موبایل، در شرایط نسبتاً قوی مبتنی بر تقاضا، حدود ۶ میلیارد مشتری را تحویل داده است. اما برنامه‌های افزودنی با G۵ متفاوت هستند - گسترش ریسک بالاتر - و اعتماد به سرمایه گذاری نیاز به تشویق دارد. تقاضا برای این فناوری بسیار متفاوت کاملاً نامشخص است، بنابراین بدون حمایت دولت، MNO ها ممکن است به مراتب کمتر مطمئن باشند.

با این حال، در این زمینه، طرف عرضه تجهیزات هنوز باید بازار مخابرات را برای درآمدهای جدید متحول کند. بنابراین، G۵ را به‌عنوان گشایشی بزرگ برای «استفاده تجاری از رادیو» تبلیغ می‌کند، حتی اگر مشخص نباشد که آیا MNO ها واقعاً می‌خواهند (یا به آن نیاز دارند) یک فناوری تغییردهنده بازی که ساختار بازار فعلی و اکوسیستم آن را با G۵ به‌طور قابل‌توجهی اصلاح کند. مهم‌ترین چیز برای آنها از دست دادن کنترل مشتری از طریق کانال پهن باند تلفن همراه است. این امر حاد است زیرا G۵ تهدید می‌کند که قدرت بازار را از طریق «مالکیت» مصرف‌کننده به پلتفرم‌های خدمات وب آنلاین منتقل کند. این بازیکنان پلتفرم ممکن است به نوبه خود بازار گوشی‌های تلفن همراه و/یا بازار سیستم عامل/مرورگر گوشی را نیز کنترل کنند، اهرمی که G۵ به آنها کمک می‌کند بزرگتر شوند.

در نتیجه، در کشورهایی مانند چین، MNO ها قبلاً توافق کرده‌اند که هزینه‌های ساخت شبکه G۵ را برای کاهش ریسک مالی از طریق به اشتراک گذاشتن زیرساخت مشترک G۵، جمع‌آوری کنند تا به طور قابل‌توجهی از سرمایه خود بکاهند. علیرغم عدم تمایل MNO، و اغلب توسط دولت و همچنین تأمین کنندگان تجهیزات، از اواخر سال ۲۰۱۹، بیش از ۲۹۶ اپراتور تلفن همراه در بیش از ۱۰۰ کشور جهان در G۵ سرمایه گذاری کرده‌اند. از این تعداد، ۱۵۴ اپراتور در ۶۶ کشور سرمایه گذاری قابل توجهی انجام داده‌اند و آزمایشات میدانی فناوری‌های G۵ را آغاز کرده‌اند.

نمونه‌هایی از استراتژی‌های توسعه G۵ در کشورهای سرمایه گذاری اولیه

این بخش نکات مهم استراتژی‌های ملی و طرح‌های توسعه برای پنج کشور که سرمایه گذاری اولیه را انجام دادند، خلاصه می‌کند: جمهوری کره، آلمان، فنلاند، سوئیس و سنگاپور. همانطور که توضیح داده شد، G۵ با ترکیبی از عدم قطعیت موارد تجاری، سرمایه بالا و پیچیدگی فنی مشخص می‌شود. بنابراین، برای سیاستگذاران کشورهای کم درآمد و کشورهای با درآمد متوسط کم بسیار مفید است که درک عملی از انگیزه‌ها و رویکردهای اتخاذ شده توسط کشورهای سرمایه گذار اولیه G۵ داشته باشند، علیرغم اینکه در رده GNI بالا قرار دارند. علاوه بر این، کشورهای کم درآمد و متوسط ممکن است از G۵ به عنوان فرصتی برای پیشبرد اقتصادی برای عقب نشینی سطح رفاهی اجتماعی خود استفاده کنند

این پنج کشور به سه دلیل انتخاب شده‌اند. اولاً، آن‌ها از اولین کشورهایی هستند که از G۵ استقبال کردند. دوم، تجارب آنها متنوع است و برای کشورهای کم درآمد و متوسط بسیار قابل استفاده است. سوم، اطلاعات مربوط به فعالیت‌های G۵ آن‌ها مفصل و به‌روز است.

اصول پشتیبان استراتژی ملی G۵ یک کشور را می‌توان با بررسی چهار عنصر اصلی ارزیابی کرد: انتخاب‌های استراتژیک (اهداف، موقعیت استراتژیک، و اصول راهنما)؛ اهداف کلیدی اقتصادی؛ اقدامات هماهنگی؛ و چالش‌های اصلی سیاست. با نگاهی به این روند، هر پنج کشور با درآمد بالا آرزوهای متفاوتی برای قرار گرفتن در خط مقدم توسعه G۵ دارند. در میان این پنج کشور، جمهوری کره جاه طلب ترین به نظر می‌رسد و پس از آن آلمان. کره در آرزوی تبدیل شدن به نیروگاه جهانی G۵ با استقبال از G۵ برای اقتصاد صادراتی خود است. برای کره، اهداف کلیدی شامل نرخ نفوذ G۵ (۵٪ در سال ۲۰۲۰ و ۹۰٪ تا سال ۲۰۲۶) و سهم بازار جهانی G۵ (۱۵٪ در سال ۲۰۲۶) است. اقدامات هماهنگی اتخاذ شده توسط کره از رویکرد سیاست صنعتی سنتی خود پیروی می‌کند، با حمایت بلندمدت قابل توجهی از صنایع و بخش‌هایی که به عنوان استراتژیک شناسایی شده‌اند، درست مانند ورود به بازار LTE برای قطعات نیمه هادی و گوشی‌های هوشمند در سال ۲۰۰۷.

در تخصیص طیف، کره جنوبی نه تنها فرکانس‌های باند میانی (۳.۴ تا ۳.۸ گیگاهرتز) بلکه پهنای باند قابل توجهی را نیز به حراج گذاشته است. فرکانس‌ها در محدوده باند بالا (۲۶ تا ۲۸ گیگاهرتز) در حراج‌های مدیریت‌شده در بین سه MNO. با این حال، این کشور شرایط نسبتاً مختصری را برای مدت‌زمان مجوز طیف به اپراتورها داده است: ۱۰ سال برای باندهای میانی و ۵ سال برای باندهای بالا. حداقل دو دلیل وجود دارد که استراتژی کره جنوبی و طرح تخصیص طیف را توضیح می‌دهد، که از یک دیدگاه قوی پیروی می‌کند و در بسیاری از کشورهایی که برای دنبال کردن توسعه سریع تلاش می‌کنند منعکس شده است.

اولاً، موفقیت برجسته اقتصادی کشور مدت‌ها متکی به هماهنگی مؤثر دولت در سیاست‌های صنعتی با اولویت کلیدی استفاده از فناوری در سطح ملی برای ایجاد ظرفیت نوآوری و مهارت ملی قبل از حرکت به سمت صادرات بوده است. دوم، این کشور یک اکوسیستم موبایل قوی برای صادرات ایجاد کرده است که در آن فروشندگان تجهیزات G۵ مانند سامسونگ، SK Hynix و LG از رهبران جهانی هستند. بخش‌های مخابراتی و نیمه‌هادی‌ها به‌صورت استراتژیک برای تبدیل شدن به رهبران فروش G۵، دوباره قطعاتی مانند صفحه‌نمایش‌ها و چیپ‌ست‌های OLED، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی گوشی‌های هوشمند، قرار گرفته‌اند. سرمایه گذاری ملی در شبکه‌های G۵ قرار است یک بستر آزمایشی در سراسر کشور ایجاد کند و از بازار داخلی برای تکمیل صادرات جهانی خود استفاده کند. از این رو، تکالیف طیف بلندمدت ممکن است نسبت به کوتاه مدت سود کمتری داشته باشد، زیرا باندها ممکن است برای مطابقت با انتخاب‌های بازار جهانی با تکامل فناوری‌های G RAN۵ تغییر کنند.

آلمان همچنین با جاه طلبی خود برای تبدیل شدن به بازار پیشرو برای G۵ برجسته است و تمرکز ویژه‌ای بر برنامه‌های نوآورانه دارد. این شرکت مقدار زیادی فرکانس باند میانی (۴۸۰ مگاهرتز) را به حراج گذاشته است و به اپراتورها یک دوره طولانی مدت حدود ۲۰ سال داده است. با این حال، تنظیم‌کننده‌های آن توسط MNO ها به دلیل عدم مشاوره مؤثر با صنعت، افزایش قیمت حراج و تحمیل طاقت‌فرسا اهداف پوشش مورد انتقاد قرار گرفتند. روند حراج نیز طولانی و دشوار بود.

فنلاند، سوئیس و سنگاپور نمونه‌هایی از کشورهای کوچک ارائه می‌دهند که به دلیل استراتژی‌های خردمندانه و هماهنگی، می‌توانند به عنوان پیشتاز ظاهر شوند. فنلاند قصد دارد در آزمایش، توسعه و معرفی G۵ یک رهبر جهانی باشد و تصمیم گرفته است تا حد امکان طیف ممکن را برای فناوری‌های تلفن همراه اختصاص دهد. فنلاند در اولین حراج خود فرکانس‌های باند متوسط ۳۹۰ مگاهرتز را به سه اپراتور تلفن همراه خود برای مدت ۱۵ سال و با قیمت پایین در مقایسه با قیمت‌های معیار بین المللی اعطا کرد. اقدامات هماهنگی فنلاند بیشتر بر تسهیل استقرار G۵ و ارتقای تقاضا برای آن متمرکز است. این کشور همچنین به پشتیبانی از پروژه‌های آزمایش و نوآوری G۵ اولویت می‌دهد. بار دیگر، حضور یک قهرمان ملی در G۵ در نوکیا سرعت را برای عرضه ملی تعیین می‌کند. درسی در اینجا نیز استفاده از قیمت گذاری کم طیف به عنوان یارانه برای حداکثر تحریک بازار است.

تمرکز اصلی سوئیس، پذیرش فرصت‌های G۵ برای بهبود رفاه ساکنان و رونق اقتصادش، با تمرکز ویژه بر ارتقای ظرفیت نوآوری و مدل‌های تجاری جدید است. در تلاش‌های هماهنگ، این کشور بر تقویت مبانی اساسی تحول دیجیتال، از جمله آموزش و پژوهش، زیرساخت‌ها و امنیت سایبری، و مشارکت عمومی و دولت دیجیتال متمرکز شده است. علاوه بر این، این کشور در در نظر گرفتن نظارت بر خطرات بالقوه سلامت ناشی از انتشار فرکانس G۵ به عنوان یک اولویت سیاست منحصر به فرد است. سوئیس از معدود کشورهایی است که نه تنها فرکانس‌های باند میانی بلکه باند پایین را برای مدت ۱۵ سال به سه اپراتور خود به حراج گذاشته است.

سنگاپور در مورد استقرار G۵ خود تصمیم نهایی نگرفته است، اما رایزنی‌های عمومی و پاسخ‌های قوی صنعت و مردم درس‌های ارزشمندی را برای آن به ارمغان آورده است. اول، این صنعت به اتفاق آرا از دیدگاه دولت برای قرار گرفتن در خط مقدم پیشرفت‌های G۵ و پیشرفت با G۵ حمایت می‌کند، و بر اهمیت پذیرش G۵ برای استفاده از نقاط قوت موجود سنگاپور، مانند لجستیک، مراقبت‌های بهداشتی، تولید پیشرفته و گردشگری، تاکید می‌کند. رشد دوم، دولت باید بتواند برنامه‌های اولیه خود را با صنعت در میان بگذارد، از آنها نظرات ارزیابی دقیق را بخواهد، و تمایل خود را برای انجام تنظیمات لازم به نفع کشور نشان دهد. سوم، نگرانی عمومی در مورد خطرات بالقوه سلامت ناشی از G۵ مستحق توجه استراتژیک توسط دولت است. از میان ۶۲ پاسخ به IMDA در مشاوره عمومی ۲۰۱۹، ۲۴ پاسخ، که همگی از اعضای عمومی بودند، نگرانی عمیقی را در مورد خطرات سلامتی ناشی از G۵ ابراز کردند.

طراحی سیاست توسعه G۵ برای کشورهای کم درآمد و متوسط

برخلاف LTE-A (4G)، که تکامل یافته از G۳ است، G۵ نیاز به تغییرات اساسی در استراتژی سرمایه گذاری و استقرار دارد. علاوه بر این، G۵ به هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه بسیار بالاتری نیاز دارد، به‌طورکلی هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های تجاری سازی موارد استفاده جدید به طور خاص، با عدم قطعیت بیشتری مواجه است. بنابراین، برای اینکه یک کشور برای در نظر گرفتن عرضه G۵ به بهترین وجه آماده شود، سیاست گذاران در کشورهای کم درآمد و متوسط باید برخی از عوامل اساسی را در تدوین استراتژی برای تشویق سرمایه گذاری‌های بخش خصوصی با مبالغ عمده برای استقرار در نظر بگیرند. این امر به ویژه برای کشورهایی که قصد دارند بخشی از یک زنجیره تأمین جهانی شوند، صادق است.

سرمایه‌گذاری اولیه در توسعه G۵، هم در اروپا، آسیا و جاهای دیگر، به دلیل پیچیدگی فناوری و بودجه طولانی‌مدت تحقیق و توسعه که از سال ۲۰۱۴ درگیر شده است، منجر به رویکرد «مستقیم‌تر» شده است. از برخی جهات، توسعه در اواخر دهه ۱۹۸۰ و عرضه آن با استانداردهای هماهنگ ETSI در سراسر اتحادیه اروپا و سپس در بسیاری از نقاط جهان، به اولین GSM 2G برمی‌گردد. G۵ از سال ۲۰۱۴ پشتیبانی مشابهی دریافت کرده است. حتی FCC در ایالات متحده مقرراتی را در حمایت از G۵ به صورت لمسی سبک منتشر کرده است.

این حرکت به سمت حمایت از صنعت برنامه ریزی شده توسط دولت در کشورهای با درآمد کم و متوسط مورد تاکید است زیرا به نظر می‌رسد بخش خصوصی در سرمایه گذاری‌های G۵ کمتر حضور دارد. این در تضاد با نسل‌های قبلی موبایل است که در آن تمایل به سرمایه‌گذاری توسط گروه‌های محلی و بین‌المللی کاملاً برعکس بود، زیرا مورد تجاری ثابت شده بود و ابتدا فناوری به خوبی تثبیت شده بود.

در مقابل G۵، به نظر می‌رسد که بخش خصوصی بی‌میلی محسوسی وجود دارد، احتمالاً زیرا موارد فناوری و کسب‌وکار اثبات‌نشده، پیچیده و بنابراین ارزیابی ریسک نادقیق است. این موضوع در تحقیقات اخیر در کشورهای با درآمد کم و متوسط تأیید شده است، به‌ویژه بررسی‌هایی که از جانب تنظیم‌کننده‌ها در مورد تمایل بخش خصوصی برای G۵ انجام شده است، این تردید را تأیید کرده است. این نگرانی هم در بخش MNO های ملی و هم در بخش‌های عمودی که ممکن است از فناوری G۵ در کاربردهای صنعتی استفاده کنند، نشان داده شده است. همه از قبل با استفاده از فناوری‌های امروزی سیستم‌های کار قوی دارند.

جامعه بین‌المللی که می‌تواند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را برای G۵ فراهم کند، به‌ویژه اپراتورهای مخابراتی بین‌المللی، از طریق هلدینگ‌های محلی به MNO های بومی علاقه نشان داده‌اند، اما از حمایت قوی برخوردار نیستند. هر دو گروه از دولت‌ها برای هماهنگی و سازماندهی ابتکارات G۵ چشم دوخته‌اند. فقط برخی از بازیکنان پلتفرم وب OTT علاقه خود به خودی اولیه را به سرمایه گذاری‌های سفته بازانه مستقل در کشورهای خاص نشان داده‌اند. اما آنها با احتیاط عمل می‌کنند زیرا طیفی از عوامل محلی دیگر برای آنها مهم است، به عنوان مثال در دسترس بودن منابع محلی مانند نیرو و سایت‌های مراکز داده، اتصال پهنای باند جهانی و حتی قوانین محلی در مورد داده‌های شخصی و نیروی کار تحصیل کرده و بازار مصرف کننده. تنها با مداخله دولت، از طریق آژانس‌های توسعه و تنظیم کننده‌ها، پیشرفت در سرمایه گذاری خصوصی در ابتکارات اولیه G۵ مشاهده شده است.

علاوه بر این، بخش قبل نقش سیاست صنعتی را در کشورهای پردرآمد امروزی که با استفاده از سرمایه‌گذاری‌های فناوری طی چهار دهه گذشته از طبقه کم درآمد مهاجرت کرده‌اند، برجسته کرد. آن‌ها از برنامه ریزی صنعتی بلند مدت در سطح ملی استفاده کرده‌اند (مثلاً جمهوری کره، تایوان، ویتنام - و مدت‌ها قبل از آنها، ژاپن با MITI). اما چگونه برنامه ریزی سیاست صنعتی برای سرمایه گذاری در G۵ را شروع کنیم؟

برای G۵، پارامتر کلیدی وضعیت فعلی توسعه زیرساخت‌های یک کشور و همچنین بلوغ فناوری نیروی کار و مؤسسات پشتیبانی مانند آموزش عالی و آموزش حرفه‌ای است. آن‌ها با هم می‌توانند یک "اکوسیستم" ملی برای ارتقاء مهارت، واردات، نصب، نگهداری و پشتیبانی تشکیل دهند که مکمل اکوسیستم جهانی است. با G۵، سه دسته اصلی از بازیکنان ملی در سطح جهانی ظهور کرده‌اند. از یک مطالعه استراتژی صنعتی پارلمان اروپا در مورد آنچه که "مسابقه به G۵" نامیده شده است (پارلمان اروپا، ۲۰۱۹) تحلیل بازار

G۵ و موقعیت بازیگران مختلف ملی، نشان می‌دهد که طبقه بندی کشورها و مناطق به عنوان مصرف کننده مفید است. از فناوری‌های G۵، یا به عنوان تولیدکنندگان فناوری G۵ (اغلب برای اجزا یا فرآیندهای خاص) - یا به عنوان هر دو. بنابراین اروپا منطقه‌ای در دسته «هر دو» است، ایالات متحده آمریکا و چین نیز در دسته «هر دو» هستند، اما استرالیا و سنگاپور در حال حاضر مصرف‌کنندگان بیشتری از فناوری G۵ از جاهای دیگر هستند، در حالی که کره جنوبی و تایوان در حال حاضر اقتصادهای تولیدکننده G۵ هستند. ویتنام ممکن است به عنوان یک مصرف کننده شروع کند اما به یک تولید کننده تبدیل شود. یک هم افزایی قوی بین سرمایه گذاری در شبکه G۵ و توانایی تولید برخی اجزای ارزش افزوده وجود دارد، خواه نرم افزار، سخت افزار یا خدمات، مانند نصب سلول‌های کوچک یا فرآیندهای تجاری جدید - به عنوان مثال تکنیک‌های سرویس موتور هواپیما.

در نتیجه G۵ ممکن است به عنوان بخشی از رقابت اقتصاد کلان فعلی در فناوری‌ها بین دولت‌ها در نظر گرفته شود - و در نتیجه مکانیسم حراج استاندارد ممکن است کنار گذاشته شود تا به عنوان کمکی برای عرضه G۵ عمل کند. به عنوان مثال ژاپن و چین طیف رایگان G۵ را اختصاص داده‌اند و کره جنوبی برای جبران هزینه‌های عرضه به MNO های خود معافیت‌های مالیاتی ارائه می‌دهد.

بنابراین، در حالی که در اینجا تمرکز بر کشورهای کم درآمد و درآمد متوسط است، برخی از پایه‌های صنعتی یک مزیت کلیدی است - و نه فقط برای عرضه. اگر توانایی ورود به بازار G۵ را نه تنها به عنوان مصرف کننده فناوری، بلکه با قصد ورود به زنجیره تأمین جهانی در مقطعی فراهم کند، کشور می‌تواند آرزوی حضور در رده "هر دو" را داشته باشد. اگر تخصص در فناوری از زنجیره تأمین به برنامه‌های محلی برای ایجاد یک اکوسیستم ملی گسترش یابد، تأثیرات G۵ می‌تواند بیشتر باشد.

به دنبال این طبقه بندی بازیگران جهانی بر اساس استراتژی صنعت ارتباطات آنها، به عنوان مثال، ورود جمهوری کره به بازار جهانی LTE، تمرکز بر پنج موضوع راهی برای بهره برداری از این فناوری فراهم می‌کند:

۱) تعیین اهداف بلند مدت روشن. برای مثال کره جنوبی از برنامه‌های ۵ ساله متحرک استفاده می‌کند
۲) انتخاب‌های استراتژیک درستی که صحنه را تنظیم می‌کند
۳) پرداختن به چالش‌های راه اندازی - عوامل اساسی، به عنوان مثال ارتقاء مهارت نیروی کار
۴) ایجاد هماهنگی مؤثر بین ابتکارات دولت و سرمایه گذاری بخش خصوصی، از طریق یک استراتژی صنعتی به خوبی تعریف شده، خواه برای راه اندازی شبکه، تولید قطعات، و/یا پروژه‌های جدید اینترنت اشیا و خدمات همراهی که از G۵ استفاده می‌کنند، برای ایجاد یک اکوسیستم.
۵) اصول عملکرد بازار G۵ و حفظ رقابت

این مسائل اساسی هر کدام در زیر بررسی می‌شوند:

۱) تعیین اهداف بلند مدت روشن

تعیین اهداف بلندمدت روشن نقش مهمی برای استقرار مؤثر G۵ ایفا می‌کند. چنین اهدافی باید فراتر از شاخص‌های عملیاتی مانند نرخ نفوذ، سرعت یا در دسترس بودن باشد تا بر نتایج نهایی مربوط به بهره‌وری، کیفیت زندگی، امنیت، انعطاف‌پذیری و سازگاری با محیط اقتصادی به سرعت در حال تغییر تمرکز کند. این به معنای اجتناب از کوتاه مدت است، زیرا G۵ ممکن است یک استراتژی ۵ تا ۱۵ ساله باشد. این اهداف بلندمدت، سیاستگذاران را قادر می‌سازد تا با صنعت و عموم مردم برای ایجاد اکوسیستم‌های فعال همکاری نزدیک داشته باشند. همچنین به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا از تعیین اهداف بلندپروازانه، کوتاه‌مدت و غیر استراتژیک برای توسعه G۵ در فاز اولیه خودداری کنند. به عنوان مثال، اجبار اپراتورهای تلفن همراه برای دستیابی به نرخ‌های نفوذ و پوشش معین در یک بازه زمانی کوتاه با G۵ ممکن است به سه دلیل اصلی گزینه مناسبی نباشد. اولاً، G۵ هنوز در انتظار موارد تجاری آزمایش شده و اقتصاد اثبات شده است. ممکن است چندین سال طول بکشد تا فناوری G۵ به طور قانع کننده‌ای برای مصرف کنندگان و کاربران تجاری جذاب شود. ثانیاً، از آنجایی که انتظار می‌رود بخش خصوصی در درازمدت از G۵ به طور قابل توجهی از برنامه‌های نوع صنعتی IoT بهره مند شود، بنابراین نظارت بر پیشرفت استقرار G۵ و برنامه‌های کاربردی در این بخش ممکن است شاخص‌های معناداری را ارائه دهد. در نهایت، LTE-A (4G) هنوز هم ممکن است انتخاب سرمایه‌گذاری بهتری از نظر هزینه و فواید اولیه برای بسیاری از کاربران طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده، به‌ویژه در خارج از محیط‌های شهری متراکم، برای خدمات ارتباطات سیار معمولی و به عنوان شبکه اصلی برای عرضه G۵ باشد.

علاوه بر این، برنامه‌های پیشرفته G۵ در زمان و اگر شروع به کار کنند ممکن است برای محیط اقتصادی و اجتماعی کشورهای کم درآمد و متوسط خاص باشد. بنابراین به جای وسایل نقلیه خودران و اینترنت اشیاء صنعتی برای کارخانه‌های خودکار، ممکن است از طریق پشتیبانی از «زیرساخت‌های نرم» و مؤسسات آن، بیشتر خدمات یک شهر هوشمند را شامل شوند. در نتیجه، آموزش، سلامت الکترونیک، دولت الکترونیک، بانکداری تلفن همراه و پرداخت‌ها با برنامه‌های تجاری مختلف برای طراحی لجستیک و مدیریت موجودی ممکن است به اندازه بخش سرگرمی مصرف‌کننده بیشتر مورد استقبال قرار گیرند.

۲) انتخاب‌های استراتژیک – سرعت ساخت، وزن تنظیم و شاخص‌های کیفیت

یک گام دشوار دیگر در مورد G۵، انجام انتخاب‌های استراتژیک متعادل برای تعیین میزان سود یک کشور است و اینکه تا چه حد می‌تواند در تحقق هر گونه بازگشت بالقوه G۵ پیش رود. این بخش به بررسی سه حوزه حیاتی برای اقتصادهای کم درآمد و متوسط می‌پردازد:

i. پذیرش G۵ در کاهش سریع سرمایه گذاری، شاید ریسک بالاتر، یا یک ابتکار آهسته‌تر و سبک‌تر
ii. تنظیم توسعه G۵ با رویکرد اقتصادی کلان یا خرد
iii. تمرکز بیشتر بر شاخص‌های سنتی یا نتایج تغییر یافته

(i) پذیرش G۵ در کاهش سریع سرمایه‌گذاری، شاید ریسک بالاتر، یا یک ابتکار آهسته‌تر و سبک‌تر

برای بسیاری از کشورها، پذیرش G۵ ممکن است یک اولویت استراتژیک باشد، اما با ادعاهای مختلف صنعت هنگام در نظر گرفتن گزینه‌های سرمایه‌گذاری برای پیشبرد اقتصادی دشوارتر می‌شود، زیرا فشارهای تبلیغاتی ممکن است نتایج واقعی را تار کند. تعیین موقعیت کشور برای سرمایه گذاری سریع یا تلاش‌های سنجیده‌تر، یک انتخاب خط مشی حیاتی است.

در حالی که انتخاب یک برنامه سرمایه گذاری سریع ممکن است به نظر مزیت‌هایی داشته باشد، حداقل سه خطر اساسی را به همراه دارد. اولین مورد، بازده ضعیف سرمایه گذاری‌های G۵ در سال‌های اولیه معرفی G۵ است. مطمئناً استقرار شبکه‌های G۵ مستلزم هزینه‌های سرمایه اولیه بسیار گران‌قیمت (CAPEX) است، بنابراین هزینه نه تنها زیاد است، بلکه در صورت تسریع در استقرار افزایش می‌یابد. علاوه بر این، موارد تجاری پیشرو وعده داده شده توسط G۵ هنوز در حال آزمایش هستند و به زمان نیاز دارند تا برای بازار آماده شوند. دومین خطر، فقدان فرصت برای یادگیری از کشورهای سرمایه‌گذار قبلی است. به عنوان یک حرکت اولیه، یک کشور باید تمام هزینه‌های آزمایش‌ها را متحمل شود و می‌تواند اشتباهات پرهزینه‌ای مرتکب شود. خطر سوم، از دست دادن شتاب است، اگر استقرار نابالغ G۵ در کشور منجر به پیشرفت‌های موفقیت آمیز آنطور که انتظار می‌رود، نشود، که عرضه سریع را توجیه می‌کند. بنابراین، توصیه می‌شود که کشورهای با درآمد کم و متوسط، خود را به‌عنوان یادگیرنده سریع قرار دهند تا افرادی که زودتر حرکت می‌کنند، در حالی که در داخل درگیر یادگیری از طریق آزمایش‌های مقیاس کوچک، به‌ویژه در بخش سازمانی و شبکه‌های خصوصی هستند.

همچنین توجه داشته باشید که استقرار G۵ در سال ۲۰۲۳ یا کمی بعد از آن نیز یک کشور را قادر می‌سازد تا از اقتصاد توسعه صنعتی و مقیاس تولید تجهیزات، نرم افزار و دستگاه‌ها بهره مند شود. نصب یک فناوری اثبات شده بسیار ارزان‌تر از اولین بودن است، زیرا از تحمل هزینه‌های بالای کار با نرم افزار و سخت افزار نمونه اولیه جلوگیری می‌شود، در حالی که قیمت هر واحد می‌تواند به طور قابل توجهی و ناگهانی پس از ۲ تا ۳ سال کاهش یابد. بسیاری از مشکلات عمده فناوری جدید توسط پیشگامان حل خواهد شد. از تجربیات گذشته G۲ و G۳، انتظار می‌رود که هزینه/ واحد طی چند سال آینده به طور قابل‌توجهی کاهش یابد، زیرا روند تولید افزایش می‌یابد و شیوه‌های عرضه دقیق هستند. بنابراین، تامین‌کنندگان نسخه‌های به‌روز شده‌ای را که در واقع مطابق با هدف کار می‌کنند - به شرکت‌های بعدی بازار می‌فروشند. این یک درس کلیدی برای عرضه موفقیت آمیز نسل‌های قبلی بوده است.

(ii) تنظیم توسعه G۵ با رویکرد اقتصادی کلان یا خرد

از آنجایی که اکوسیستم G۵ در مرحله جنینی قرار دارد، تدوین یک سیستم نظارتی پایدار برای نظارت بر توسعه دشوار است. در مواجهه با عدم قطعیت بالا، دولت‌ها ممکن است رویکردهای نظارتی بیش از حد را برای جلوگیری از خطرات منفی در نظر بگیرند. این رویکرد پیشگیرانه ممکن است برخی از نوآوری‌ها را منصرف کند یا برخی از بازیکنان را از مشارکت در اکوسیستم G۵ باز دارد. بنابراین ممکن است استفاده از یک رویکرد تنظیمی لمسی سبک‌تر در برخی مناطق مانند استقرار سلول‌های کوچک (SAWAP)

توصیه شود. یکی از حوزه‌های نظارتی کلیدی برای لمس سبک‌تر، پیش پا افتاده به نظر می‌رسد، اما حیاتی است – مجوزهای ساختمان و سایت برای ایستگاه‌های سلولی کوچک G۵، که در کد جدید ارتباطات الکترونیکی اروپا (EECC) «نقاط دسترسی بی‌سیم منطقه کوچک» یا «SAWAPs» نامیده می‌شوند. یک روش ساده و هزینه سبک برای استقرار SAWAP ضروری است، اگر قرار است اصلاً عرضه شود، زیرا تعداد و تراکم سایت‌ها شاید صد برابر ایستگاه‌های ماکروسل LTE-A باشد. دومی ممکن است برای شعاع ۲-۱۰ کیلومتری قرار گیرد، در حالی که SAWAP ها ممکن است هر ۲۰-۲۰۰ متر نصب شوند. در نتیجه، فرآیند مجوزهای قانونی و ساخت و ساز برای G۵ نیاز به بررسی دقیق دارد، همانطور که مطالعات اخیر تأکید می‌کند.

(iii) تمرکز بیشتر بر شاخص‌های سنتی یا نتایج تغییر یافته به عنوان شاخص‌های عملکرد

برخلاف نسل‌های قبلی موبایل، موفقیت G۵ بیشتر به موارد جدید تجاری متکی است تا بهبود عملکرد باند پهن. از این رو، برنامه‌های نوآورانه G۵ در بخش سازمانی و شبکه‌های بی‌سیم خصوصی نقش مهمی در توسعه اکوسیستم G۵ خواهند داشت.

در نتیجه، ترویج توسعه یک اکوسیستم G۵ (از واردات از طریق زنجیره تأمین شاید تا توسعه محصول و اجزای داخلی، با آموزش، و تا توزیع، نگهداری و نصب) مورد نیاز است. نظارت بر پیشرفت آن باید فراتر از ارزیابی معیارهای سنتی باشد، مانند پوشش و سرعت دانلود، که پیشرفت نسل‌های قبلی فناوری تلفن همراه را اندازه‌گیری می‌کرد.

بنابراین، اقدامات اضافی ممکن است به جای آن بر نظارت بر رشد در شاخص‌های اقتصادی حیاتی متمرکز شود که بر اساس اقدامات جدیدی مانند: درآمدهای G۵ فعال در هر بخش عمودی کلیدی، و تعداد تسهیلات فعال شده G۵ - کارخانه‌های هوشمند، بیمارستان‌های هوشمند، شبکه‌های خصوصی G۵ و غیره تمرکز دارند؛ حتی تعداد کل کلاس‌هایی که از راه دور در مدارس/دانشگاه‌ها تدریس می‌شوند، یا تعداد دستگاه‌های G۵ (مثلاً حسگرها و محرک‌ها) سرانه، قابلیت آموزش فناوری G۵ و سرانه ترافیک داده G۵. سطح آموزش نصب G۵ نیز یک معیار ممکن برای سلامت اکوسیستم است. برخی از شاخص‌های کلیدی کیفیت عملکرد که امنیت، قابلیت اطمینان و استحکام کل زیرساخت نصب‌شده G۵ را نشان می‌دهند، می‌توانند برای نظارت بر وضعیت و عملکرد اقتصادی آن به طور منظم اجرا شوند.

۳) پرداختن به چالش‌های اصلی برای عرضه

در استقبال از توسعه G۵، سیاست گذاران باید مسائل اصلی را در عرضه پیش بینی کنند که در صورت عدم توجه کافی ممکن است به موانع بزرگی تبدیل شوند.

یک چالش اصلی آسیب پذیری اقتصادی مورد تجاری G۵ و در نتیجه اکوسیستم آن است. موارد استفاده، فراتر از پهنای باند مصرفی برای پخش ویدئوهای سرگرمی، مانند برنامه‌های IoT برای خدمات شهری هوشمند و خودروهای بدون راننده، به سطوح بسیار بالایی از قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری و امنیت نیاز دارند. منابع تولید و نصب در اکوسیستم باید این کیفیت‌ها را به سطح بسیار

بالایی به شبکه G۵ برساند. طراحی دقیق سیستم‌های G۵، فراتر از استانداردهای «بهترین تلاش» G UMTS۳ و LTE برای غلبه بر آسیب‌پذیری اقتصادی حیاتی خواهد بود. طراحی مهندسی ابتدا باید با چالش کنار بیاید، اما این تحقق آنها در راه اندازی است که ممکن است در انتظار شکست باشد.

دومین مشکل اصلی فناوری G۵ جدید بودن آن است. استقرار اولیه و اجرای عملیات مستلزم وابستگی قوی‌تر به تأمین کنندگان آن است، زیرا همه چیز برای نیروی کار جدید است. بنابراین، یک حوزه هزینه اصلی آموزش نیروی کار است، چه در مهندسی شبکه و عملیات، چه آموزش به نصابان وابسته و مستقل، که باید با غلظت متراکم سلول‌های کوچک کنار بیایند. به عنوان مثال، یکی از چالش‌هایی که عرضه G۵ در چین با آن مواجه است، اندازه برنامه آموزشی نصب کننده G۵ است - یک تلاش بزرگ - که نیازمند دستورالعمل‌های آموزشی عالی است.

در یک محیط شهری متراکم، یافتن مکان‌های کافی در فضای باز با backhaul و در برخی تنظیمات، fronthaul سومین مشکل اصلی است. سایت‌ها باید دارای یک ISD بر اساس فاصله انتشار (شاید ۵۰ تا ۲۵۰ متر) برای چگالی مشخص شده، با منابع تغذیه و ارتینگ و همچنین اتصال با سرعت پهنای باند به سرورهای لبه و یک شبکه اصلی. G BTS۵ ممکن است بر روی دیوارها، سقف‌ها یا تیرهای چراغ و غیره نصب شود. حفاظت فیزیکی از سرورهای محلی، به عنوان مثال، در کابینت‌های کنار جاده، یک نگرانی عمده است. مدیریت دسترسی به مبلمان خیابانی (و هزینه آن) یکی از اجزای کلیدی فرآیند عرضه است. ظاهر بصری ممکن است چالش دیگری باشد. مجوزهای محلی ساختمان، نصب و راه اندازی باید دریافت شود، که عرضه را به تأخیر می‌اندازد و بنابراین اتحادیه اروپا و ایالات متحده سعی کرده‌اند چارچوب‌های قانونی جدیدی را برای گسترش سریع شبکه‌های G۵ با چگالی بالا بر اساس مشخصات استاندارد واحدهای BTS اعمال کنند. چارچوب قانونی می‌تواند پیچیده باشد. این اغلب مستلزم هماهنگی نزدیک با مقامات محلی و نه فقط سازمان‌های دولتی مرکزی است.

امروز ممکن است مشکلی دور از دسترس به نظر برسد، اما چهارمی ممکن است بسیار مخرب باشد - این مسئله امنیت سایبری آینده است. شبکه‌های G۵ به دلیل سرعت بالای داده، حجم بسیار بالاتری از انتقال داده خواهند داشت. بنابراین هدف اصلی برای حملات تهاجمی و هجوم بدافزار خواهد بود، به ویژه اگر برای برنامه‌های زیرساختی حیاتی (مدیریت انرژی، خدمات اضطراری، کانال اصلی بانکی و غیره) استفاده شود. معماری آن باید امنیت را به عنوان اصل طراحی اولیه خود داشته باشد. با این حال، این بعداً توسط کمیته‌های GPP۳ در استانداردسازی اضافه شد. اینکه چقدر استقرارهای عمده ایمن خواهند بود هنوز قابل حدس و گمان است.

چالش اصلی دیگر شامل نگرانی‌های مربوط به سلامتی G۵ است. بخشی از جمعیت در بسیاری از کشورها نگران اثرات نامطلوب پرتوهای RF مرتبط با G۵ بر سلامت هستند. محدوده ۳۰۰ گیگاهرتز، که شامل تمام فرکانس‌های مورد استفاده G۵ است، ۱۵ که در اواخر سال ۲۰۲۰ توسط ICNIRP به روز می‌شود. برای رسیدگی به چنین نگرانی‌هایی، مهم است که دولت‌ها به دقت بر کل موضوع نظارت کنند، اعتراض را نادیده نگیرند، بلکه به شیوه‌ای شفاف و مسئولانه پاسخ دهند.

۴) تخصیص طیف: طیف بازارها را می‌سازد

دو عامل نظارتی نقش خاصی در تعیین توسعه G۵ دارند. این‌ها سیاست تخصیص طیف و رقابت برای بازار G۵ است. توجه داشته باشید که مانند همه بازارهای تلفن همراه، تخصیص طیف، تخصیص به MNO ها و رقابت ذاتاً در یک موجودیت واحد به هم مرتبط هستند زیرا حقوق طیف اجازه ورود به بازار تلفن همراه را می‌دهد. طیف بازارها را می‌سازد.

تخصیص طیف برای شبکه‌های G۵ بر اساس ترکیبی از سه محدوده فرکانسی ساخته شده است: طیف باند پایین شامل فرکانس‌های زیر ۱ گیگاهرتز است. باند میانی (اغلب ترجیح داده شده) دارای فرکانس‌هایی از ۱ تا ۶ گیگاهرتز است. و باند بالا شامل فرکانس‌های بالای ۶ گیگاهرتز تا ۱۰۰ گیگاهرتز است که گاهی اوقات mmWave نیز نامیده می‌شود. از آنجایی که این سه باند از نظر ویژگی‌های انتشار مشخصه و سرعت داده کاملاً متفاوت هستند، تمایل دارند از انواع مختلفی از برنامه‌های G۵ پشتیبانی کنند.

فرکانس‌های باند پایین‌تر ممکن است سرعت داده‌های آهسته‌تری (بسته به اجرای کدگذاری) داشته باشند، اما دارای مطلوب‌ترین ویژگی‌های انتشار هستند، که داده‌ها را قادر می‌سازد تا بیشتر حرکت کنند، پیروی از قانون مربع معکوس، و از طریق موانع فیزیکی از جمله سازه‌های بتنی فرو با عملکرد آب و هوای نامطلوب بهتر. این یک نسبت قانون مربع معکوس بین ظرفیت شبکه و فرکانس را دیکته می‌کند. در نتیجه، محدوده فرکانس پایین‌تر می‌تواند برای پشتیبانی از داده‌های سرعت پایین‌تر، به عنوان مثال، استفاده شود. برای کاربردهای عظیم اینترنت اشیا که ممکن است به گزارش ساعتی یا حتی روزانه نیاز داشته باشند، مانند صنعت آب. همچنین، محدوده فرکانس پایین‌تر با مناطق دورافتاده، روستایی، با استقرار FWA، که در آن نصب شبکه‌های فیبر نوری گسترده از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست، بهتر مطابقت دارد.

محدوده طیف متوسط و باند بالا از نظر سرعت و تأخیر داده برتر هستند اما به سرعت در خواص انتشار ضعیف می‌شوند. امواج در این نوار مسافت‌های طولانی را طی نمی‌کنند - (در نوارهای میلی متری بالایی، دامنه ممکن است سانتی متر یا میلی متر باشد) و بعید است که به دیوارها، موانع فیزیکی، باران یا شاخ و برگ مرطوب نفوذ کند. از این رو یک شبکه G۵ در فرکانس‌های سانتی‌متری بالا (مثلاً ۲۴ تا ۳۰ گیگاهرتز) و میلی‌متری (۳۰ تا ۳۰۰ گیگاهرتز) برای پشتیبانی از کاربران خود به سرمایه‌گذاری قابل توجهی در تراکم سلولی نیاز دارد. طیف فرکانس بالا ممکن است برای موارد استفاده جاه‌طلبانه‌تر از G۵ استفاده شود، که هنوز ثابت نشده است، به عنوان مثال - وسایل نقلیه متصل، روباتیک صنعتی، اتوماسیون با دقت بالا با داده‌های حجم بالا، دستکاری میکرو اجسام از راه دور، به عنوان مثال جراحی، و آموزش همه جانبه تجربیات.

طیف فرکانس میانی ("باند میانی") دارای یک معاوضه از محدوده و پوشش نزدیک به باند فرکانس پایین و مزایای محدود فرکانس بالاتر، از جمله داده‌های سرعت بالاتر و تأخیر کمتر است. برای باند اصلی مرحله اول استقرار G۵ در اکثر کشورها ترجیح داده شده است.

ملاحظات دقیق توسط تنظیم کننده‌ها در مورد شرایط مجوز طیف - که باید شامل وضعیت معافیت از مجوز برای G۵ و الگوریتم‌های دسترسی مشترک باشد - باید شامل سه موضوع خط مشی طیف باشد:

i. باندهای فرکانسی اولویتی اختصاص داده شده برای شبکه‌های G۵

ii. مکانیسم‌های تخصیص طیف، از جمله بازارهای طیف با استفاده از حراج‌ها و مکانیسم‌های جایگزین، مانند جوایز بر اساس شایستگی‌های مختلف (یا «مسابقه‌های زیبایی»)
iii. قیمت گذاری طیف، با مجوز یا شرایط عملیاتی، به ویژه مدت مجوز

۵) اصول حاکم بر عملکرد بازار G۵ و حفظ رقابت

برای رشد سریع بازار G۵ و اکوسیستم آن، توسعه به اصول حاکم مناسب بستگی دارد. سه اصل کلیدی هسته اصلی این امر هستند - رقابت مؤثر، امنیت از طریق طراحی و بی طرفی فناوری. همه مستحق توجه تنظیم کننده‌ها هستند:

رقابت: تضمین اثربخشی با انعطاف پذیری برای مدل‌های مشارکتی

تقویت رقابت یک اهرم استراتژیک برای تنظیم کننده‌ها است تا اطمینان حاصل شود که اپراتورها مقرون به صرفه بودن، عملکرد و پوشش شبکه‌های تلفن همراه و نوآوری در خدمات را بهبود می‌بخشند. بنابراین در اکثر کشورها، اکثر خدمات تلفن همراه به صورت رقابتی توسط حداقل سه اپراتور ارائه می‌شود، در حالی که چهار اپراتور قیمت گذاری بهتری دارند. این مورد در مورد خدمات G ۵ نیز صادق است. همانطور که در بخش ۴ ارائه شد، همه کشورهایی که استقرار G ۵را آغاز کرده‌اند، طیف G ۵را به حداقل سه اپراتور اعطا کرده‌اند. با این حال، ساخت یک بازار G ۵و اکوسیستم آن ممکن است به دلیل هزینه‌های هنگفت، عدم قطعیت پرونده تجاری و پیچیدگی به شرایط خاصی نیاز داشته باشد. بنابراین به اشتراک گذاری زیرساخت‌ها ممکن است ضروری باشد تا از نظر مالی مقرون به صرفه باشد، یعنی حرکت به اشکال مختلف همکاری در بازار. به عنوان مثال، اشتراک زیرساخت‌های غیرفعال (مانند کانال‌ها، قطب‌ها، برج‌ها و کابینت‌ها) می‌تواند به کاهش قابل توجه هزینه‌های استقرار G ۵و تأخیر کمک کند.

یک زیرساخت مشترک G۵ به بازیکنان غیر MNO این امکان را می‌دهد تا پیشنهادات G۵ خود را بسازند، از جمله شبکه‌های خصوصی فیزیکی و VPN. این امر شرکت را قادر می‌سازد تا عملیات سایت صنعتی یا خدمات بهداشتی را در یک مجتمع بیمارستانی برای استفاده خود راه اندازی کند. برای استفاده از یک سایت، مجوزهای طیف ممکن است مناسب نباشند زیرا مدت زمان باید دائمی باشد و هزینه باید حداقل باشد - احتمالاً یک مجوز قابل تجدید برای استفاده دائمی توسط تجارت. برد بسیار کوتاه انتشار G۵ می‌تواند عملکرد سایت‌های ایزوله را به یک پیشنهاد عملی تبدیل کند.

برای ترویج اصل "رقابت مشارکتی"، پیشنهادهای جالبی از صنعت ارائه شده است. استدلال بر آن است که این رویکرد توسعه یک اکوسیستم طیف متعادل را تقویت می‌کند تا سرمایه‌گذاری را با استفاده کارآمد از طیف تشویق کند، در حالی که رقابت برای بهبود تجربه مشتری را ترویج می‌کند.

امنیت با طراحی با انعطاف پذیری در طراحی

از آنجایی که امنیت و انعطاف پذیری برای عملکرد روان اکوسیستم G۵ بسیار مهم است، این الزامات باید به عنوان یک اصل اساسی حاکم در نظر گرفته شود. برای برآورده کردن الزامات امنیتی بر اساس طراحی، انتظار می‌رود معماری شبکه G۵ و عملکرد آن حداقل

با استانداردهای بین المللی و بهترین شیوه‌ها مطابقت داشته باشد. با این حال، معماری فعلی G۵ از GPP۳ مبتنی بر افزودن اقدامات امنیتی در بالای اجزای عملیاتی آن است. این ممکن است در آینده منجر به مشکلاتی شود زیرا مشکلات امنیتی G۵ ممکن است تا حد زیادی دست کم گرفته شده باشد و اکنون توسط آژانس‌های امنیتی مختلف مانند آژانس امنیت ملی ایالات متحده که به ویژه نگران پیاده سازی اینترنت اشیا با استفاده از G۵ است؛ در حال بررسی است. برای الزام انعطاف‌پذیری به طراحی، برنامه‌های G۵ که توسط G۴ پشتیبانی نمی‌شوند، مانند وسایل نقلیه خودران و دستکاری اشیاء از راه دور ممکن است به اقدامات اضافی و انعطاف‌پذیری جداگانه نیاز داشته باشند.

بی طرفی فناوری

یک اکوسیستم قوی G۵ و استانداردهای آن به چندین فناوری اجازه می‌دهد تا با هم کار کنند (مخصوصاً با Wi-Fi و شبکه‌های رادیویی صنعتی در باندهای بدون مجوز) و باید MNO ها و هر صاحب یا اپراتور دیگری را قادر به استقرار فناوری و خدمات پیشرفته کند. به شیوه‌ای منعطف تا به بهترین نحو نیاز بازار را برآورده کند. بنابراین، تنظیم‌کننده‌ها باید اصل «خنثی فناوری» را برای تمام طیف‌هایی که به MNO اختصاص داده‌اند، نه تنها برای G۵، بلکه برای نسل‌های قبلی فناوری تلفن همراه، بپذیرند. از آنجایی که G۵ برای سال‌های متمادی به شبکه اصلی LTE-A وابسته خواهد بود، این اصل باعث می‌شود که طیف G۵ ابتدا برای LTE-A در آینده نزدیک مورد استفاده قرار گیرد و سپس با بلوغ فناوری G۵ و همچنین سقوط به تدریج G RAN۵ در قیمت ایجاد شود. این اصل نه تنها MNO ها را قادر می‌سازد تا منابع را برای استقرار اولیه G۵ به بهترین شکل بهینه کنند، بلکه انعطاف‌پذیری را برای تکامل آینده فناوری‌های شبکه فراهم می‌کند و تغییرات ساختاری و نوآوری‌ها را تسهیل می‌کند.

یکی از موارد کلیدی استفاده از اصل بی‌طرفی فناوری و خدمات این است که به MNO ها اجازه دهیم در تصمیم‌گیری برای اتخاذ نسخه G۵ غیر مستقل (NSA) با شبکه اصلی LTE-A یا مستقل (SA) انعطاف‌پذیر باشند. این یک موضوع کلیدی است که توسط IMDA سنگاپور در مشاوره عمومی خود با صنعت مطرح شده است.IMDA (۲۰۱۹) در گزارش مشاوره خود قصد الزام MNO ها را برای اتخاذ استاندارد SA به عنوان بخشی از استراتژی خود برای این کشور برای جهش از دیگران، برای تبدیل شدن به یک پیشرو جهانی در زیرساخت‌های G۵ مشخص می‌کند.

شرکت‌های پیشگام

با وجود بررسی‌های انجام شده بهتر است با شرکت‌هایی که در این فناوری پیش گام بودند آشنا شویم و برای پیشبرد هر چه بهتر اطلاعات و داده‌ها، روند پیشرفت آنها را مورد بررسی قرار دهیم:

- **اریکسون (Ericsson)**: اریکسون یک شرکت سوئدی چند ملیتی شبکه و مخابرات است که حدود ۲۵.۶۲ میلیارد دلار در شبکه G۵ سرمایه گذاری کرده است که آن را به بزرگترین شرکت مخابراتی تبدیل می‌کند. این شرکت ادعا می‌کند که تنها شرکتی است که در تمام قاره‌ها کار می‌کند تا شبکه G۵ را به استاندارد جهانی برای نسل بعدی ارتباطات بی سیم تبدیل کند. اریکسون اولین نمونه اولیه رادیویی G۵ را توسعه داد که اپراتورها را قادر می‌سازد آزمایش‌های میدانی زنده را

در شبکه خود راه‌اندازی کنند، که به اپراتورها کمک می‌کند تا نحوه واکنش G۵ را درک کنند. نقش مهمی در توسعه سخت افزار G۵ ایفا می‌کند. در حال حاضر خدمات G۵ را در بیش از ۲۷ کشور با ارائه دهندگان محتوا مانند China Mobile، GCI، LGU+، AT&T، Rogers و بسیاری دیگر ارائه می‌کند. تا سال ۲۰۲۰ دارای ۱۰۰ قرارداد تجاری با اپراتورهای مختلف است.

- **وریزون (Verizon)**: این شرکت مخابراتی چندملیتی آمریکایی است که در سال ۱۹۸۳ تأسیس شد. وریزون ارائه خدمات G۵ را در آوریل ۲۰۲۰ آغاز کرد و تا دسامبر ۲۰۲۰، به طور فعال خدمات G۵ را در ۳۰ شهر ایالات متحده ارائه کرد. آن‌ها برنامه ریزی کردند که تا پایان سال ۲۰۲۱، G۵ را در ۳۰ شهر جدید دیگر مستقر کنند. Verizon یک شبکه G۵ را بر روی mmWave، یک طیف باند بسیار بالا بین ۳۰ تا ۳۰۰ گیگاهرتز مستقر کرد. از آنجایی که این طیف به طور قابل توجهی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، ارتباطات بی سیم با سرعت بسیار بالایی را فراهم می‌کند. MmWave پهنای باند فوق العاده وسیعی را برای شبکه‌های تلفن همراه نسل بعدی ارائه می‌دهد. MmWave یک طیف سریعتر و باند بالا است که محدوده محدودی دارد. Verizon قصد دارد تا سال ۲۰۲۰ تعداد سلول‌های G۵ خود را تا ۵۰۰ درصد افزایش دهد. وریزون همچنین دارای یک سرویس پرچمدار G۵ با باند فوق العاده است که بهترین سرویس G۵ است که قیمت بازار Verizon را افزایش می‌دهد.
- **نوکیا (Nokia)**: نوکیا یک شرکت فنلاندی مخابراتی چندملیتی است که در سال ۱۸۶۵ تأسیس شد. نوکیا یکی از شرکت‌هایی است که فناوری G۵ را خیلی زود به کار گرفت. این شرکت در حال توسعه، تحقیق و ایجاد مشارکت با رندرهای مختلف G۵ برای ارائه ارتباطات G۵ در اسرع وقت است. نوکیا با Deutsche Telekom و اداره بندر هامبورگ همکاری کرد و زمینی به وسعت ۸۰۰۰ هکتار را برای پروژه G Monarch۵ خود در اختیار آنها قرار داد. نوکیا تنها شرکتی است که فناوری G۵ را به همه اپراتورهای کشورهای مختلف مانند AT&T، Sprint، T-Mobile US و Verizon در ایالات متحده، Korea Telecom، LG U+و SK Telecom در کره جنوبی و NTT DOCOMO، KDDI و SoftBank عرضه می‌کند. در ژاپن. در حال حاضر، نوکیا بیش از ۱۵۰ قرارداد و ۲۹ شبکه زنده در سراسر جهان دارد. نوکیا به طور مداوم روی فناوری G۵ کار می‌کند تا شبکه‌های G۵ را در سراسر جهان گسترش دهد.
- **AT&T**: AT&T یک شرکت چندملیتی آمریکایی است که برای اولین بار در سال ۲۰۱۸ یک شبکه G۵ را در واقعیت راه اندازی کرد. آن‌ها برای دستیابی به این هدف یک اتصال شبکه G۵ گیگابیتی در Waco، TX، Kalamazoo، MI و South Bend ایجاد کردند. این اولین شرکتی است که در سال ۲۰۱۹ سرعت ۱ تا ۲ گیگابیت بر ثانیه را بایگانی می‌کند. AT&T ادعا می‌کند که با استفاده از باند طیف ۶ گیگاهرتز، اتصال شبکه G۵ را بین ۲۲۵ میلیون نفر در سراسر جهان فراهم می‌کند.
- **T-Mobile US (TMUS)**: T-Mobile یک اپراتور شبکه بی سیم آمریکایی است که اولین ارائه دهنده خدماتی بود که یک شبکه G۵ واقعی را در سراسر کشور ارائه داد. این شرکت می‌دانست که G۵ باند بالا در سراسر کشور امکان پذیر نیست، بنابراین آنها از طیف ۶۰۰ مگاهرتز برای ساخت بخش قابل توجهی از شبکه G۵ خود استفاده کردند. TMUS در نظر دارد تا سال ۲۰۲۴ ظرفیت کل دو برابر و ظرفیت کامل G T-Mobile۵ و Sprint را سه برابر کند. خرید اسپرینت به T-Mobile کمک می‌کند تا قیمت فعلی بازار این شرکت را به ۱۲۹.۹۸ دلار افزایش دهد.

- **سامسونگ (Samsung)**: سامسونگ تحقیقات خود را در زمینه فناوری G۵ در سال ۲۰۱۱ آغاز کرد. در سال ۲۰۱۳، سامسونگ با موفقیت اولین فناوری فرستنده گیرنده آرایه تطبیقی در جهان را توسعه داد که در باندهای Ka موج میلی متری برای ارتباطات سلولی کار می‌کرد. سامسونگ چندین صد برابر سریع‌تر از G۴ استاندارد برای سیستم‌های ارتباطی تلفن همراه G۵ انتقال داده را ارائه می‌کند. این شرکت در نسل بعدی فناوری به موفقیت‌های زیادی دست یافت و یکی از شرکت‌های پیشرو در حوزه G۵ محسوب می‌شود.
- **کوالکام (Qualcomm)**: کوالکام یک شرکت چند ملیتی آمریکایی در سن دیگو، کالیفرنیا است. همچنین یکی از شرکت‌های پیشرو است که روی تراشه G۵ کار می‌کند. اولین تراشه مودم G۵ کوالکام در اکتبر ۲۰۱۶ معرفی شد و نمونه اولیه آن در اکتبر ۲۰۱۷ به نمایش گذاشته شد. کوالکام عمدتاً روی ساخت محصولات تمرکز دارد در حالی که سایر شرکت‌ها در مورد G۵ صحبت می‌کنند. کوالکام در حال ساخت فناوری‌ها است. طبق یک مجله، کوالکام روی سه حوزه اصلی شبکه‌های G۵ کار می‌کرد. اولاً، رادیوهایی که از پهنای باند هر شبکه‌ای که به آن دسترسی دارد استفاده می‌کنند. ثانیاً، ایجاد طیف وسیع‌تری از طیف با ترکیب قطعات کوچکتر. و سوم، مجموعه‌ای از خدمات برای برنامه‌های کاربردی اینترنتی.
- **ZTE Corporation:** ZTE Corporation در سال ۱۹۸۵ تأسیس شد. این یک شرکت فناوری نیمه دولتی چینی است که در زمینه مخابرات کار می‌کند. این یک شرکت پیشرو بود که روی G LTE۴ کار می‌کرد و هنوز هم ارزش خود را حفظ کرده و در حال انجام تحقیقات و آزمایشات روی G۵ است. این اولین شرکتی است که فناوری Pre5G را با چند سری راه حل پیشنهاد کرد.
- **NEC Corporation:** NEC Corporation یک شرکت چندملیتی ژاپنی در زمینه فناوری اطلاعات و الکترونیک است که دفتر مرکزی آن در میناتو، توکیو قرار دارد. ZTE همچنین تحقیقات خود را در مورد G۵ آغاز کرد و آنها یک مفهوم تجاری جدید را معرفی کردند. هدف اصلی NEC توسعه G NR۵ برای سیستم جهانی موبایل و ایجاد فناوری‌های ایمن و هوشمند برای تحقق خدمات G۵ است.
- **سیسکو (Cisco)**: سیسکو یک شرکت سخت افزاری شبکه‌ای در ایالات متحده است که برای شبکه G۵ نیز آماده است. تمرکز اصلی سیسکو پشتیبانی از G۵ به سه روش است: سرویس-سرویس‌های G۵ را سریع‌تر فعال کنید تا همه ارائه‌دهندگان خدمات بتوانند تجارت خود را افزایش دهند. زیرساخت - ساخت زیرساخت G۵ محور برای اجرای سریعتر G. ۵اتوماسیون – ایجاد یک شبکه G۵ مقیاس پذیرتر، انعطاف پذیرتر و قابل اعتمادتر. این شرکت‌ها اهمیت G۵ را می‌دانند و می‌خواهند در چند سال آینده بیش از ۳۰ میلیارد دستگاه را به هم متصل کنند. سیسکو قصد دارد روی سخت‌سازی شبکه کار کند زیرا بخش مهمی از شبکه G۵ است. سیسکو از هوش مصنوعی با یادگیری عمیق برای توسعه معماری امنیتی G۵ استفاده کرد که امکان تبدیل شبکه ایمن را فراهم می‌کرد.

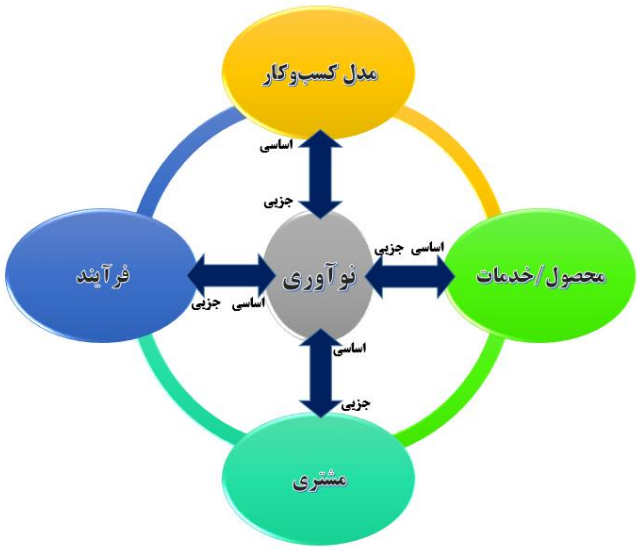
مقررات‌گذاری و نوآوری در بازارهای G۵

شبکه‌های بی سیم نسل پنجم (G۵)، نسل ششم (G۶) و نوظهور زیر تراهرتز طیف وسیعی از خدمات و برنامه‌های کاربردی نوآورانه را امکان پذیر می‌کنند. در حالی که نسل‌های قبلی خدمات بی سیم عمدتاً بازار مصرف کننده انبوه را هدف قرار می‌دادند، بسیاری از

مزایای پیش بینی شده خدمات بی سیم پیشرفته با موارد استفاده تجاری و صنعتی مرتبط خواهد بود. بسیاری از کشورها به دنبال ارتقای نوآوری و سرمایه گذاری در حال بررسی و تطبیق رویکردهای خط مشی خود با G۵ هستند. نوآوری به عنوان یک اکتشاف تجربی از فضایی از فرصت‌های تکنولوژیکی و اقتصادی که فقط تا حدی شناخته شده است، مفهوم‌سازی می‌شود. مقررات بر عملکرد این بازارهای وابسته به هم تأثیر می‌گذارد و تصمیمات و استراتژی‌های شرکت‌ها را برای کشف فضای فرصت نوآوری شکل می‌دهد. اگرچه سایر سیاست‌های عمومی، از جمله خط‌مشی طیف و سیاست‌های صنعتی، برای بازارهای G۵ نیز مرتبط هستند، این مقاله بر جنبه‌های منتخب مقرراتی تمرکز می‌کند که بر روابط تجاری افقی و عمودی بین بازیگران تأثیر می‌گذارد.

در سیستم‌های پویا از نظر فناوری، مانند G۵، چندین صورت فلکی سیاست پایدار امکان‌پذیر است، اما احتمالاً نتایج متفاوتی را به دنبال خواهد داشت. برای مثال، مدل‌های سیاست جایگزین ممکن است بر جهت نوآوری یا برابری استقرار زیرساخت تأثیر متفاوتی بگذارد. طراحی خط مشی خوب چارچوب قانونی و نظارتی را با ویژگی‌های فنی و اقتصادی بخش و دیدگاه‌های اجتماعی گسترده‌تر مرتبط با فناوری‌های جدید همسو می‌کند. دو مجموعه اصلی ملاحظات بر بحث‌های جاری در مورد سیاست G۵ تأثیر می‌گذارد. از یک سو، سیاست به دنبال محدود کردن قدرت بازیگران کلیدی برای دستکاری بازارها و تضعیف رقابت است. اگرچه ارزیابی قدرت بازار قابل توجه بخشی از ابزار استاندارد نظارتی است، وابستگی متقابل بین بازیگران در اکوسیستم G۵ چالش‌های جدید و منحصربه‌فردی را ایجاد می‌کند، مانند نحوه ترسیم بازارهای مربوطه و نحوه برخورد با شرکت‌های حاضر در چندین بازار مرتبط. سیاست همچنین به دنبال انتخاب طرح‌های بازار است که پتانسیل نوآورانه فناوری G۵ را ارتقا می‌دهد.

از آنجایی که توسعه آینده فناوری و بازارهای G۵ بی پایان است، سیاست باید با دانش ناقص و در شرایط عدم اطمینان تدوین شود. این شکاف‌ها در دانش معمولاً با ترکیبی از تصاویر قدرتمند از آینده G۵ فراوان و شیوه‌های مداوم گذشته پر می‌شوند. به طور عمدی یا ضمنی، آن‌ها به طرح‌هایی تبدیل می‌شوند که مقررات فناوری‌های نوظهور را در مراحل شکل‌گیری آن‌ها به اطلاع می‌رسانند. با این حال، شواهدی وجود دارد که اتکا به رویکردهای رایج می‌تواند منجر به حفظ سیاست‌های نامناسب شود. تجربه با تنظیم نسل‌های



5G

قبلی فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات به هم وابسته (ICT)، مانند اینترنت یا پلت‌فرم‌های دیجیتال، نشان می‌دهد که بیشتر مداخلات نظارتی تأثیرات متفاوتی بر بازیکنان دارند (به عنوان مثال، بائر، ۲۰۱۰). این تأثیرات در سیستم نوآوری G۵ در حال ظهور و بسیار وابسته به یکدیگر تقویت شده است و باید در طراحی مقررات در نظر گرفته شود. این امر مستلزم تغییر تمرکز از اثرات موضعی و جزئی به بررسی مقررات در یک چارچوب گسترده‌تر است که همه تنظیمات توسط بازیکنان را در پاسخ به یک مداخله در نظر می‌گیرد. به عبارت دیگر، ممکن است نیاز به مفهوم سازی مجدد مقررات در یک چارچوب تعادل عمومی به جای در رویکرد تعادل جزئی غالب داشته باشد.

در محیط پویا خدمات G۵، در نظر گرفتن اثرات مستقیم، غیرمستقیم و سیستمی سیاست و مقررات مهم خواهد بود. ارزیابی اثرات کلی این نیروهای اغلب متقابل، مثبت و منفی بر سرمایه گذاری و نوآوری G۵ دشوار است. سعی بر این است که تجزیه و تحلیل دقیقی از اثرات بالقوه مداخلات نظارتی انتخاب شده که در حال حاضر در محل یا در نظر گرفته شده است ارائه شود. برخلاف تحقیقات قبلی، بحث در اینجا بر رویکردی الهام گرفته از اقتصاد نوآوری تکیه دارد که مکمل‌های قوی بین شبکه‌ها، برنامه‌ها و خدمات را به‌صراحت در نظر می‌گیرد. نوآوری به عنوان یک اکتشاف تجربی از فضایی از فرصت‌های تکنولوژیکی و اقتصادی که فقط تا حدی شناخته شده است، مفهوم سازی می‌شود. بازیکنان در کل سیستم ارزشی درگیر فعالیت‌هایی برای کشف و ایجاد مشترک برنامه‌ها و خدمات جدید هستند. اپراتورهای شبکه غیر نزدیک‌بین و بازیگران در لایه‌های بالاتر سیستم ارزش، این مکمل‌ها را تشخیص می‌دهند و آن‌ها را در تصمیم‌های تجاری خود جای می‌دهند، اما بازیگران نزدیک‌بین ممکن است رقابت را به روش‌های نامطلوبی دستکاری کنند. تعهدات و مداخلات نظارتی بر این تصمیم‌ها تأثیر می‌گذارد و از این رو بر میزان و جهت نوآوری و سرمایه‌گذاری شرکت‌ها و بخش تأثیر می‌گذارد.

نشان داده شد که رویکردهای سنتی و نظارتی که بر اثرات مستقیم مقررات بر نهادهای تحت نظارت تمرکز دارند، ممکن است منجر به طراحی بازار G۵ شود که پتانسیل نوآورانه کامل آن را پشتیبانی نمی‌کند. در عوض، اتخاذ دیدگاه گسترده‌تری که در گام اول، مرتبط بودن اثرات غیرمستقیم و سیستمی را ارزیابی می‌کند، ضروری خواهد بود. اگر نتوان آنها را نادیده گرفت، سیاست باید با اتخاذ ابزارهای تحلیلی مناسب، مانند مدل‌های دینامیکی، رویکردهای تعادل عمومی به جای جزئی و روش‌های محاسباتی پاسخ دهد. علاوه بر این، قوانین سطح بالاتری که به آن نظم یا قانون اساسی بازارهای G۵ گفته می‌شود، باید به گونه‌ای طراحی شوند که نرده‌های محافظ برای بازیکنان در بازار G۵ فراهم کنند. این یک انحراف رادیکال‌تر از رویه‌های کنونی است، اما یک گزینه برتر است که بهتر با شرایط جدید فناوری و اقتصادی G۵ همسو می‌شود. این نرده‌های محافظ باید انعطاف‌پذیری کارآفرینی را فراهم کند و در عین حال تدابیری را در برابر تبعیض‌های ناروا فراهم کند. تنوع رویکردهای طراحی بازار نظارتی G۵ در سراسر اروپا و ایالات متحده را می‌توان به عنوان یک آزمایشگاه واقعی برای کشف رویکردهای قابل اجرا و غیرقابل اجرا در نظر گرفت. با در دسترس قرار گرفتن مشاهدات تجربی بیشتر، ارزیابی نتایج این آزمایش‌ها و درس گرفتن از موفقیت‌ها و شکست‌ها مهم خواهد بود.

روند و الگوی استقرار شبکه‌های G۵ برای کشورهای کم درآمد و با درآمد متوسط احتمالاً تا حدودی با کشورهای پردرآمد متفاوت است. در انتخاب خط مشی G۵، ملاحظات برنامه ریزی اولیه باید بر اساس شرایط محلی معمولی، مانند کمبود FDI و درآمد قابل

تصرف کمتر باشد. این می‌تواند منجر به مدل‌های تجاری کاملاً متمایز G۵ شود. نتیجه یک تأکید سیاست نسبتاً متفاوت در مقایسه با سرانه GNI بالا است.

ابتدا باید متوجه شد که سطح تقاضای بازار G۵ که در کشورهای با درآمد بالا مشاهده می‌شود ممکن است اغلب به عنوان یک عامل تعیین کننده در اقتصادهای کم درآمد وجود نداشته باشد. به طور معمول، آگاهی و درک عمومی از G۵ حداقل است یا وجود ندارد. بنابراین درک مزایای G۵ نسبت به فناوری فعلی تلفن همراه ضعیف است. همچنین، سرمایه‌گذاران بالقوه در یک کسب‌وکار G۵ هنوز در تلاشند تا بفهمند که چگونه می‌توانند درآمد داشته باشند و سرمایه اصلی را در یک مرحله راه‌اندازی طولانی از دست ندهند، قبل از هر گونه بلور شدن قابل توجهی. در نتیجه، برای این کشورها، باید یک نیاز ملی برای دنبال کردن سرمایه‌گذاری G۵ وجود داشته باشد. نمایش کشور به‌عنوان یک «اقتصاد دیجیتال» از طریق G۵ برای جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اغلب انگیزه اصلی سرمایه‌گذاری‌های G۵ در سطوح عالی دولت است.

در این شرایط کشش کنونی بازار پایین، نقش آژانس‌های توسعه شهرستان اعم از ملی و بین المللی در برنامه ریزی و تسهیل بیشتر است. بنابراین، ابتکار برنامه‌ریزی ممکن است از طریق آژانسی آغاز شود که بتواند برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری، مدیریت برنامه و احتمالاً قراردادهای اولیه را با تحقیق و توسعه برای اثبات پروژه‌های مفهومی (مدل IMDA سنگاپور) برای ترسیم اهداف و چارچوب‌های زمانی سطح بالا، به عنوان یک طرح اصلی، هماهنگ کند. برنامه‌ریزی مالی برای منبع‌یابی سرمایه‌گذاری - که ممکن است شامل تأمین مالی بین‌المللی باشد - از جمله سهامداران بخش خصوصی، برای دستیابی به برآوردهای سرمایه‌گذاری مورد نیاز و بازده مورد انتظار در شرایط محرک اقتصادی ضروری است. این ممکن است ناشی از آرزوهایی باشد که به عنوان بخشی از "اقتصاد دیجیتال" در حال ظهور در نظر گرفته شود. در این شرایط، اهداف سرمایه‌گذاری در G۵ بیشتر نشان دادن کشور به عنوان مقصد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، جذب در بسیاری از بخش‌ها، خواه ذاتاً فناوری بالا، مانند زنجیره تأمین خودروهای متصل، یا نیاز به زیرساخت‌های فناوری بالا باشد.

برای پیاده‌سازی عملی در سطح برنامه‌ریزی دقیق‌تر، عرضه به مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها برای زیرساخت G۵ نیاز دارد که برخی از آنها شامل NRA هستند، زیرا جنبه‌های نظارتی مهم هستند، برخی از آنها عبارتند از:

- اقتصاد شبکه‌های G۵ با فرکانس استفاده شده تعیین می‌شود. که با تنظیم محدوده و QoS و در نتیجه فاصله بین سایت (ISD) برای BTS و بنابراین تعداد سلول‌های مورد نیاز برای پوشش، کل هزینه شبکه را دیکته می‌کند. ممکن است لازم باشد فرکانس‌ها برای استفاده توسط شبکه‌های G۵ اصلاح شوند.
- تراکم G۵ پوشش BTS، با برد کوتاه آن، به میزان محدودی با تراکم جمعیت در شهرهای بزرگ و کوچکتر مطابقت دارد. تنظیمات ملی روستایی و حومه شهر ممکن است توسط زیرساخت موبایل LTE-A موجود، با شبکه اصلی آن، بهتر مورد استفاده قرار گیرد، زیرا استقرار G۵ ممکن است بسیار گران باشد و برای تنظیم چگالی کم مورد نیاز نباشد. این ترکیب می‌تواند از یکی از ویژگی‌های فنی اصلی استانداردهای G NR۵ بهره‌برداری کند – G RAN۵ می‌تواند به شبکه هسته برد بلند LTE-A برای backhaul متصل شود. این اختلاط نسل‌های شبکه امکان استفاده مجدد از دارایی‌های نصب‌شده و اثبات‌شده موجود را فراهم می‌آورد، در صورتی که ظرفیت توان عملیاتی موجود و پشتیبانی مناسب باشد، Capex را کاهش می‌دهد.

- به اشتراک گذاری یک شبکه G۵ واحد بین اپراتورها از همه نوع، به جای داشتن رقابت زیرساختی، ممکن است عرضه سریعتر و کاملتر با کیفیت بالاتر را ارائه دهد.
- استفاده از شبکه‌های تجاری خصوصی بخش عمودی بر اساس معافیت از مجوز برای ساختمان‌های کارخانه‌ای مجزا یا محوطه‌های دانشگاه برای عملکردهای اینترنت اشیا، یک مدل تجاری بالقوه بیشتر است.

ظهور فن‌آوری‌های جدید، سیاست‌گذاران را مجبور می‌کند تصمیم بگیرند که آیا چارچوب قانونی و نظارتی موجود مناسب است یا اینکه رویکرد متفاوت ممکن است مزایای بالقوه آنها را برای جامعه بهتر درک کند. در حالی که توافق گسترده‌ای در مورد مطلوبیت رقابت در بازارهای آینده G۵ وجود دارد، مدل‌های ملی و منطقه‌ای به طور گسترده‌ای در مورد نقش پیش بینی شده سیاست‌ها و مقررات متفاوت هستند. این مقاله دلایل منطقی، قوت و ضعف سیاست‌های خاصی را که در حال حاضر مورد بحث قرار گرفته‌اند، را مورد بررسی قرار داد. اثرات این گزینه‌های نظارتی بر سرمایه‌گذاری و نوآوری را در یک چارچوب نظری ارزیابی می‌شود که وابستگی‌های متقابل و مکمل‌های قوی بین بازیکنان در سیستم ارزش G۵ را به صراحت در نظر می‌گیرد. این امر وجود اشکال سنتی شکست بازار و امکان موارد جدید مرتبط با الزامات هماهنگی فناوری‌های پیشرفته بی سیم را آشکار می‌کند. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که تعادل‌های سیاستی متعددی وجود دارد که هر کدام مربوط به مجموعه خاصی از سیاست‌های G۵ است که با مسیرهای مختلف نوآوری و سرمایه گذاری در این بخش مرتبط است.

جمع‌بندی

استراتژی‌های نوآوری در زمینه فناوری G۵ بر استفاده از اتصال پیشرفته و قابلیت‌های تاخیر کم شبکه‌های G۵ برای پیشبرد توسعه محصول و ارتقای خدمات موجود تمرکز دارند. انواع مختلفی از استراتژی های نوآوری وجود دارد که شرکت ها اتخاذ می کنند، که مهمترین آنها به صورت خلاصه عبارتند از:

- تقویت تحقیق و توسعه: این استراتژی بر تسلط بر فناوری کلیدی، با تمرکز بر سهم بازار و تصویر برند، عمدتاً شرکت های سازنده برند اصلی (OBM) را هدف قرار می دهد. این یک رویکرد متنوع به نوآوری را تشویق می کند، مایل به آزمایش انواع مختلف نوآوری است.

- جستجوی فرصت ها: این استراتژی حول محور تحقیق و توسعه فناوری و نوآوری محصول است، با هدف کاهش هزینه های تولید و آسان کردن تولید محصولات. معمولاً شرکت‌های سازنده دستگاه اصلی (ODM) را هدف قرار می‌دهد و بر بهبود فعال محصولات تمرکز می‌کند.

- واکنش سریع: این استراتژی با تأکید شدید بر تحقیق و توسعه محصول و رهبری فناوری مشخص می شود. این شامل پیشرفت های فعال و پاسخ های انعطاف پذیر به تغییرات بازار است که اغلب شامل شرکت های OBM می شود. گرایش استراتژی طراحی مرتبط با این رویکرد «رهبری فناوری» است.

طراحی محصول مبتنی بر فناوری G۵ به دنبال ادغام مزایای اتصال G۵ در محصولات مختلف است و آنها را قادر می سازد کارآمدتر عمل کنند و ویژگی های پیشرفته ای را ارائه دهند. به عنوان مثال، G۵ می تواند ارتباطات بلادرنگ، کنترل از راه دور و انتقال داده را فعال کند و منجر به توسعه دستگاه های هوشمندتر و متصل تر شود.

کشورهایی مانند چین در پذیرش فناوری G۵ و ادغام آن در طراحی محصولات خود پیشتاز بوده اند. به عنوان مثال، شرکت‌های چینی لوازم خانگی، فناوری G۵ را در محصولات خود گنجانده‌اند که در نتیجه راه‌حل‌های نوآورانه‌ای ارائه می‌کنند که از قابلیت‌های منحصربه‌فرد G۵ بهره می‌برد. این شرکت‌ها در به کارگیری استراتژی‌های نوآوری که با ویژگی‌های فناوری G۵ همسو هستند، مانند جستجوی فرصت‌هایی برای نوآوری محصول و پاسخ سریع به تقاضاهای بازار، موفق بوده‌اند.

علاوه بر این، اتحادیه اروپا پتانسیل G۵ برای حمایت از تحول دیجیتال را به رسمیت می شناسد و نقشه راهی به نام "دهه دیجیتال G۵" ارائه کرده است که مجموعه ای از ابتکارات را برای استفاده از پتانسیل کامل G۵ در بخش های مختلف ترسیم می کند. این نشان می‌دهد که چگونه سیاست‌های دولت می‌توانند نقش مهمی در هدایت استراتژی‌های نوآوری و طراحی محصول بر اساس فناوری G۵ ایفا کنند.

در نتیجه، استراتژی‌های نوآوری و طراحی محصول مبتنی بر فناوری G۵ شامل ترکیبی از تسلط بر فناوری، پاسخگویی به بازار و تمرکز بر افزایش عملکرد محصول از طریق ادغام اتصال G۵ است. پذیرش موفقیت‌آمیز این استراتژی‌ها در کشورهایی مانند چین مشاهده شده است، جایی که شرکت‌ها با موفقیت G۵ را در سبد محصولات خود ادغام کرده‌اند و پتانسیل تحول‌آفرین فناوری G۵ را نشان می‌دهند.

منابع

1. Bauer, J. M., & Bohlin, E. (2022). Regulation and innovation in 5G markets. *Telecommunications Policy*, *46*(4), 102260.
2. Forge, S., & Vu, K. (2020). Forming a 5G strategy for developing countries: A note for policy makers. *Telecommunications Policy*, *44*(7), 101975.
3. Lu, H., Cao, X., & Hsu, Y. (2022). Product Innovation and Design Strategies for 5G Technology in China’s Home Appliance Companies. *Sustainability*, *14*(22), 14781.
4. Bruer, A., & Brake, D. (2021). *Mapping the international 5G standards landscape and how it impacts US strategy and policy*. Information Technology and Innovation Foundation.
5. Khanh, Q.V.; Hoai, N.V.; Manh, L.D.; Le, A.N.; Jeon, G. Wireless Communication Technologies for IoT in 5G: Vision, Applications, and Challenges. Wirel. Commun. Mob. Comput. 2022, 2022, 3229294.
6. Zhao, X.; Askari, H.; Chen, J. Nanogenerators for smart cities in the era of 5G and Internet of Things. Joule 2021, 5, 1391–1431.
7. Hsu, Y. Linking design, marketing, and innovation: Managing the connection for competitive advantage. Int. J. Bus. Res. Manag. 2012, 3, 333–346.

8. An, J.; Le Gall, F.; Kim, J.; Yun, J.; Hwang, J.; Bauer, M.; Zhao, M.; Song, J. Toward global IoT-enabled smart cities interworking using adaptive semantic adapter. IEEE Internet Things J. 2019, 6, 5753–5765.

۹. سعیدی مطلق ,کریمی شاد. (۲۰۲۲). نوآوری باز از دریچه صنعت لوازم خانگی .*فصلنامه زیست بوم نوآوری*.52-37 ,(4)*2*