

کاوش فرایندهای کلیدی شبکه مخابراتی بیسیم نسل آتی

حمید جعفرآباد، مجید فولادیان*^۲، سید محمد جلال رستگار فاطمی^۳
^۱ و ^۲ دانشکده مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران

چکیده

فرایند کاوی شبکه‌های مخابراتی بیسیم، تواناسازهای کلیدی، طرح‌های نوظهور یادگیری ماشین، فناوری‌های ارتباطی، فناوری‌های شبکه‌بندی و فناوری‌های محاسباتی در این مقاله برای بهینه‌سازی عملکرد اپراتورهای مخابراتی ارائه شده است. فرایند کاوی ترکیبی از تکنولوژی و روش‌هایی است که اجرای آن به مدیریت بهینه فرایندها در شبکه‌های ارتباطی و مخابراتی می‌انجامد. هدف اصلی این مقاله، فرایند کاوی و تحلیل وضعیت فعلی فرایندها و مشکلات احتمالی در شبکه‌های نسل پنجم و ششم بیسیم است. فرایند کاوی در شبکه‌های مخابراتی نسل بعدی از دو مرحله اصلی تشکیل شده است: مرحله اول، اولویت‌بندی و انتخاب فرایند است که در این مرحله اهداف شبکه مخابراتی برای بهبود مشخص می‌شود و بخش موردنظر برای ایجاد ارزش کسب‌وکار شناسایی می‌شود و اثر فرایندهای کلان بر ایجاد ارزش بررسی می‌شود و مرحله دوم که کسب و ضبط اطلاعات فرایندی که قصد بهبود آن و سپس ایجاد مدل فرایندی مطلوب موردنظر می‌باشد در اپراتورهای مخابراتی اجرایی گردد.

کلمات کلیدی: شبکه‌های مخابرات بیسیم نسل بعدی، نسل پنجم، نسل ششم، فرایند کاوی، هوش مصنوعی، تواناسازهای کلیدی.

Mining of Key Processes of the Next Generation Wireless Networks

Hamid Jafarabad¹, Majid Fooladian*², S.Mohammad Jalal Rastegarfatemi³

^{1,2,3} Department of Electrical Engineering at Islamic Azad University - Saveh Branch

Abstract

Wireless telecommunication network process mining, key enablers, emerging machine learning schemes, communication technologies, networking technologies and computing technologies are presented in this paper to optimize the performance of telecommunication operators. Process mining is a combination of technology and methods whose implementation leads to optimal process management in communication and telecommunication networks. The main purpose of this article is process mining and analysis of the current state of processes and possible problems in the fifth and sixth generation wireless networks. The next generation telecommunication networking process consists of two main stages: the first stage is process prioritization and selection, in which the telecommunication network goals for improvement are identified and the desired part to create business value is identified and the effect of macro processes on Value creation is examined and the second step is to obtain and record the information of the process that is intended to be improved and then to create the desired process model in the telecom operators.

Keywords: Next Generation Wireless, Telecommunication Networks, Fifth Generation, Sixth Generation, Process Mining, Artificial Intelligence, Machine Learning, Key Enabling Processes.

تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۴/۲۰

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

Keywords:

Next Generation Wireless
Telecommunication Networks
Fifth Generation
Sixth Generation
Process Mining
Artificial Intelligence
Machine Learning
Key Enabling Processes

*ایمیل نویسنده مسئول:

dr.hamid.jafarabad@gmail.com

۱ - مقدمه

فرایند کاوی^۱، روش و ابزاری برای بازسازی فرایندهای کسب و کار از رویدادهای ثبت شده در یک سیستم اطلاعاتی است. سیستم فرایند کاوی در سطوح و بخش های مختلف سامانه مخابرات بیسیم نسل بعدی کاربرد دارد [۱]، [۲] و [۳]. همچنین زمینه های استفاده از آن نیز بسیار متنوع و گسترده است. موضوعی که در فرایند کاوی به آن توجه زیادی می شود، بحث تنگناها است. تنگناها معمولاً در میان فرایندها پنهان می شوند. شناسایی و رفع این تنگناها و گره ها برای سامانه مخابرات بیسیم نسل بعدی اهمیت زیادی دارد. سیستم فرایند کاوی می تواند این گره های پنهان را رفع کند.

یکی دیگر از اهداف اصلی فرایند کاوی مربوط به استخراج است، به بیان دیگر، باید تصویری واضح از فرایند کسب و کار در سامانه مخابرات بیسیم نسل بعدی استخراج شود. همچنین فرایند کاوی ریشه انحرافات، خطاها و تغییراتی که در روند اجرا وجود دارد را بررسی می کند.

امروزه در بخش های مختلف یک کسب و کار، سیستم فرایند کاوی اجرا می شود. برای اجرای آن به اطلاعاتی نیاز داریم که به صورت پایه بررسی شود. به عنوان مثال، برخی شرکت ها محصولات خود را برای مناطق مختلف تولید کرده و اعلام می کنند این محصولات را سریع و به موقع به مشتریان می رسانند. اما در عمل دیده می شود که تحویل کالا به مشتریان در مناطق مختلف از لحاظ زمانی هماهنگ نیست. هر چند که اپراتور مخابراتی از این تفاوت ها با خبر است، اما ریشه این ناهماهنگی ها برای او نامشخص است.

برای اینکه اپراتور مخابراتی متوجه شود این تفاوت ها چرا و چطور اتفاق افتاده، نیاز است اطلاعات و داده های تحویل کالا به صورت دقیق بررسی و تجزیه و تحلیل شوند. در این زمینه فرایند داده کاوی قادر است عملکردهای مختلف را بررسی و آن ها را با هم مقایسه کند.

طبیعی است انحرافات، تغییرات و خطاهای زیادی در سامانه مخابرات بیسیم نسل بعدی بروز پیدا می کند [۱]. سیستم داده کاوی می تواند عملکردهای فردی را مدنظر قرار دهد، علت ناهماهنگی های ایجاد شده را بررسی کند و فرایندهای موجود را بهینه سازی کند. در واقع فرایند کاوی شامل کشف^۲، نظارت^۳ و بهبود فرایندهای حقیقی^۴ با استفاده از استخراج دانش از نگاره های رویداد^۵ سیستم های اطلاعاتی موجود در سامانه مخابرات بیسیم می باشد.

کشف فرایند: کشف فرایند از مرسوم ترین روش های فرایند کاوی است که در بسیاری از اپراتورهای مخابراتی مورد استفاده قرار می گیرد. در این تکنیک یک ورودی دریافت می شود که به آن نگاره می گویند. سپس این ورودی به یک خروجی تبدیل می شود. به شکلی که در این زمینه هیچ نوع اطلاعات قبلی وجود ندارد. سپس یک مدل موجود با فرایند مدل مقایسه شده و بررسی می شود که آیا نگاره با مدل فرایندی سازگار است یا نه.

نظارت بر فرایند: فرایند نظارت، نوعی بازنگری به حساب می آید. به خاطر داشته باشید که این مرحله به بخش قبلی مربوط است. به این صورت که لازم است فرایند کشف شده مورد نظارت و بازبینی قرار گیرد تا اشتباهات، نقاط ضعف و کمبودها مشخص شوند. می توانیم بگوییم بخش نظارت یکی از مهم ترین بخش هایی است که می تواند داده کاوی در کسب و کار را به شکل صریح و شفاف به انجام برساند.

بهبود فرایند: در این بخش با استفاده از اطلاعات موجود بهینه سازی صورت می گیرد. در واقع قرار است در این بخش نواقص و کاستی ها برطرف شوند. به صورتی که یک مدل نیازمند تغییر باشد یا برجسب زمان برای نگاره های یک رویداد نیاز به بررسی داشته باشد. اطلاعات موجود در راستای فرایندهای واقعی در حال اجرا که در نگاره ها ثبت شده اند، انتخاب می شوند. توجه داشته باشید که سطوح سرویس دهی، زمان کار و فرکانس رخداد در این بخش اهمیت زیادی دارد. عمده خدمات قابل ارائه در این بخش به شرح زیر است:

- شناخت و تحلیل دقیق وضع موجود فرایندهای سامانه مخابرات بیسیم نسل بعدی
- شناسایی گلوگاه های فرایند (آنالیز گلوگاه ها)
- شناسایی اقدامات مشابه و اضافی در فرایند
- شناسایی افراد و اقدامات کلیدی در فرایند
- بررسی میزان انطباق فرایندهای در حال اجرا با ساختار تعریف شده برای آن ها
- بهینه سازی فرایندهای موجود
- ارائه پیشنهادها در جهت بهبود فرایندها

علی رغم آنکه تاکنون چندین ابزار قدرتمند تجاری/متمن باز فرایند کاوی ارائه شده است، اما به هر حال، به منظور انجام فرایند کاوی در اپراتورهای مخابراتی، با چالش های مختلفی ممکن است مواجه شوید. در ذیل لیست برخی از مهم ترین چالش های که در انجام

⁴ Enhancement

⁵ Event logs

¹ Process Mining

² Discovery

³ Conformance checking

هوش لبه‌ای، رمزگذاری همومورفیک، بلاک‌چین، برش (لایه‌بندی) شبکه، هوش مصنوعی، رادیو شناختی مبتنی بر فوتونیک و شبکه یکپارچه فضا - هوا - زمین، تواناسازهای کلیدی شبکه‌های بی‌سیم مخابراتی هستند. اگرچه که برش شبکه به‌عنوان یک فناوری کلیدی تواناساز شبکه‌بندی در نسل پنجم پیشنهاد شده است، اما انتظار می‌رود که تحقق واقعی آن در نسل ششم اتفاق بیفتد. در برش شبکه مبتنی بر شبکه‌بندی نرم‌افزار محور (SDN)¹⁰ و مجازی‌سازی عملکرد شبکه (NFV)¹¹، از منابع فیزیکی مشترک برای تواناسازی برش‌های کاربردهای مختلف استفاده می‌شود [۵]. فرایند برش شبکه، شامل بهینه‌سازی انواع مختلف پارامترهای شبکه است. یک راه، مدل‌سازی آن‌ها با استفاده از مسئله بهینه‌سازی ریاضی است که می‌توان آن را با استفاده از طرح‌های مختلف مانند طرح‌های بهینه‌سازی محدب، نظریه بازی و طرح‌های تکراری حل کرد. باین‌حال، بیشتر این طرح‌ها پیچیده هستند؛ بنابراین، نیاز است که راه‌حل‌های جدیدی (مانند راه‌حل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین) با پیچیدگی کمتر پیشنهاد شوند [۱]. انتظار می‌رود که بیش از ۲۰۰۰ پارامتر قابل پیکره بندی در یک دستگاه هوشمند معمولی شبکه‌های نسل‌های آتی مخابرات بی‌سیم وجود داشته باشد؛ بنابراین، استفاده از دستگاه‌های هوشمند مبتنی بر طرح‌های مؤثر یادگیری ماشین، امری ضروری است. رادیو شناختی مبتنی بر فوتونیک با کمک یادگیری ماشین، باعث هوشمندسازی رادیوی 6G¹² شده و ویژگی‌هایی از قبیل مقیاس‌پذیری، قابلیت اطمینان بسیار بالا، تأخیر کم و باند بسیار پهن را دارد.

بلاک‌چین یک روش توزیع شده است که باعث تبادل ایمن و مقاوم داده میان شهروندان هوشمند خواهد شد؛ بنابراین می‌توان آن را به‌عنوان یکی از فناوری‌های کلیدی برای شبکه‌های نسل‌های آتی مخابرات بی‌سیم به منظور فراهم کردن امکان زنجیره‌های تأمین هوشمند، شبکه‌های هوشمند و مراقبت‌های بهداشتی هوشمند در نظر گرفت. اگرچه که بلاک‌چین به‌عنوان یکی از فناوری‌های تواناساز کلیدی برای سامانه‌های بی‌سیم نسل جدید در نظر گرفته شده است، اما چالش‌هایی هم دارد. عمده این چالش‌ها عبارت‌اند از مقیاس‌پذیری و قابلیت اطمینان هم‌زمان، تأخیر زیاد و مصرف انرژی بالا برای اجرای الگوریتم‌های اجماع است. سامانه‌های بی‌سیم نسل جدید عمدتاً برای فراهم کردن تأخیر بسیار پایین (مثلاً کمتر از ۱ میلی‌ثانیه)، مصرف انرژی کم (مثلاً ۱ پیکو ژول بر بیت) و قابلیت اطمینان در نظر گرفته شده‌اند؛ بنابراین برای گنجاندن

بسیاری از پروژه‌های فرایندکاوی ممکن است با آنها مواجه شوید، ذکر شده است:

پیش‌پردازش و تمیز سازی داده‌ها: یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین بخش‌های هر پروژه فرایند کاوی، پیش‌پردازش داده‌ها و تهیه داده‌های مناسب و استاندارد می‌باشد. وجود داده‌های نویز، داده‌های ناکامل و اطلاعات ثبت شده اشتباه و ناقص بخشی از مشکلاتی است که پیش از آغاز عملیات اصلی فرایندکاوی باید آنها را حل نمود.

درشت دانگی متفاوت داده‌ها: نگاره‌های رویداد ممکن است حاوی اطلاعاتی با سطوح مختلف درشت دانگی باشد.

وجود رانش مفهومی در نگاره‌ها: اصطلاح شیفت یا رانش مفهومی به مواردی اشاره دارد که فرایند در حالی که تحت تحلیل است، تغییر کند فرایندها ممکن است که به علت تغییرات دوره‌ای/ فصلی و یا به دلیل تغییر شرایط تغییر کنند. این تغییرات بر روی فرایندها تأثیر می‌گذارد و شناسایی و تحلیل آن‌ها حیاتی است.

وجود نگاره‌های رویداد پیچیده^۸: نگاره‌های رویداد ممکن است که ویژگی‌های خیلی متنوعی داشته باشند. بعضی از نگاره‌های ممکن است که آن‌چنان بزرگ باشند که آنالیز و تحلیل آن‌ها دشوار باشد و بعضی از آن‌ها ممکن است آن‌قدر کوچک باشند که نتایج قابل‌اطمینانی از آن‌ها استحصال کرد. ابزارهای موجود در مواجه با داده‌های با ابعاد پتابایت دشواری‌هایی دارند. در کنار تعداد رکوردهای رویدادهای ذخیره شده ویژگی‌های دیگری نظیر متوسط تعداد رویدادها در هر حالت، شباهت میان حالت‌ها، تعداد رویدادهای منحصر به فرد و تعداد مسیرهای واحد نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

تحلیل نمودارهای متنوع فرایندکاوی: امروزه چندین ابزار قدرتمند در حوزه فرایند کاوی تولید شده است. به‌عنوان مثال، ابزار متن باز PROM^۹ دارای بیش از ۲۰۰۰ ماژول فرایندکاوی می‌باشد. این ابزارها نمودارها و مدل‌های بسیار متنوعی را تولید می‌نمایند. تحلیل این مدل‌ها، آمارها و نمودارهای تولید شده نیاز به تخصص بالایی در فرایند کاوی و مدیریت فرایندهای کسب‌وکار دارد.

۲ - تواناسازهای کلیدی

یک سامانه مخابرات بی‌سیم نسل ششم برای ارائه کاربردهای هوشمند و جدید مختلف، از انواع مختلف فناوری‌های محاسباتی، ارتباطی، شبکه‌بندی و سنجشی استفاده خواهد کرد [۴]، [۲].

¹⁰ Software-defined networking

¹¹ Network Function Virtualization

¹² sixth-generation

⁶ Different Granularity

⁷ Concept Drift

⁸ Complexity

⁹ <https://www.promtools.org>

^{۱۷}(mURLLC)، خدمات انسان محور، اینترنت اشیا زیستی ^{۱۸}(B-IoT)، اینترنت اشیا نانویی ^{۱۹}(N-IoT) و ارتباطات تأخیر پایین با قابلیت اطمینان بالای باند پهن سیار، خدمات شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم جدید هستند. موارد استفاده جدید نسل ششم در زیر آورده شده است:

۳-۱-۱ URLLC عظیم: mURLLC نشان دهنده کاربردهای اینترنت اشیا بر پایه مقیاس بندی مبتنی بر کاربرد URLLC کلاسیک است. mURLLC بر پایه ادغام ارتباطات عظیم نوع ماشینی و نسل پنجم URLLC خواهد بود. این مورد استفاده، حفظ تعادلی بین قابلیت اطمینان، مقیاس پذیری و تأخیر خواهد بود. کارخانه های هوشمند و شبکه های هوشمند، مثال هایی از mURLLC هستند که به ارتباطات با قابلیت اطمینان بالا و تأخیر کم نیاز دارند. علاوه بر این، ما انتظار تعداد بسیار بالایی (بیش از ۱۰۶ بر کیلومتر مربع) از گره ها برای شبکه های هوشمند و کارخانه های هوشمند توانا شده با سیستم فیزیکی سایبری در آینده را داریم. بنابراین، باید نسل پنجم URLLC کلاسیک را برای برآورده کردن الزامات این کاربردهای جدید، به یک URLLC عظیم مقیاس دهی کنیم.

۳-۲-۱ خدمات انسان - محور: اگرچه که نسل پنجم مزایای بی شماری از قبیل خدمات واقعیت مجازی و افزوده، پخش ویدئو با کیفیت بالا و تلویزیون پروتکل اینترنتی را در میان سایر موارد دارد، اما باید خدماتی پیشنهاد شوند که به میزان بیشتری انسان - محور باشند. در مقابل موارد استفاده نسل پنجم، موارد استفاده خدمات انسان - محور نمایانگر خدماتی هستند که برای برآورده کردن معیارهای جدید کاربر - محور (یا همان کیفیت تجربه فیزیکی) در نظر گرفته شده اند. رابط مغز رایانه، مثال متداولی در این زمینه است که می توان عملکرد آن را با فیزیولوژی انسانی اندازه گیری کرد.

۳-۳-۱ ارتباطات لمسی: این ارتباطات که نوعی از ارتباطات غیرکلامی هستند، با تواناسازی حس لامسه از یک مکان دور از دسترس، سروکار دارند. باین حال، فرایند کاوی این نوع از تجربه تعاملی زمان حقیقی با استفاده از شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم، به تلاش های زیادی در زمینه طراحی نیاز دارد.

۳-۴-۱ خدمات مبتنی بر ارتباطات هولوگرافیک: این مورد استفاده، مبتنی بر یک ارتباط از راه دور با دقت بسیار بالا است. ارتباطات هولوگرافیک بر پایه ارتباطات تصویر دوربین چندنمایی

بلاک چین در 6G، به تلاش های قابل توجهی در طراحی آن با تأخیر کم و قابلیت اطمینان و مقیاس پذیری بسیار بالا وجود دارد. از طرف دیگر، سنسج همه جاگاه، شامل بینایی ماشین و تصویربرداری دامنه سه بعدی با استفاده از اطلاعات ثبت شده ویدئویی برای انجام خودکارسازی سنسجی و تصمیم گیری هوشمند است.

سنسج همه جاگاه به عنوان یک فناوری کلیدی سامانه های سایبری - فیزیکی هوشمند برای فرایند کاوی کاربردهای نوین شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم عمل خواهد کرد. شبکه یکپارچه فضا-هوا - زمین (SAGIN)^{۱۳} شامل شبکه های ارتباطی زمینی، شبکه های هوایی و شبکه های ماهواره ای است که می توان آن را به عنوان یکی از تواناسازهای کلیدی نسل ششم در نظر گرفت. یکی از مزایای بسیار SAGIN، تأمین پوشش مناطق با زیرساخت های کمتر، توسط ایستگاه های پایه مبتنی بر پهپادها است. تاب آوری قدرتمند، توان عملیاتی بالا و پوشش گسترده، دیگر مزایای SAGIN هستند. اگرچه که SAGIN مزایای زیادی دارد، اما با چالش هایی هم روبرو است؛ مانند چگونگی انجام مؤثر مدیریت کیفیت خدمات انتها به انتها، مدیریت جنبش، متعادل سازی بار، کنترل توان و تخصیص طیف بین تمامی بخش های شبکه. بنابراین، باید طرح های نوینی برای 6G توانمند شده با SAGIN، به منظور فراهم کردن امکان عملکرد انتها به انتهای بهینه میان تمام بخش های شبکه، طراحی شوند.

۲ - کاربردهای فرایند کاوی در 6G

اگرچه که شبکه های بی سیم نسل پنجم برای ارائه انواع مختلف خدمات هوشمند در نظر گرفته شده اند، اما چندین سرویس وجود دارند که چشم انداز طراحی نسل پنجم را مختل کرده اند. موارد استفاده نسل پنجم عموماً سه کلاس عمده دارند: ^{۱۴}URLLC، باند پهن سیار بهبود یافته ^{۱۵}(eMBB) و ارتباطات عظیم نوع ماشینی ^{۱۶}(uMTC). باین حال، چندین کاربرد جدید وجود دارند که چشم انداز موارد استفاده نسل پنجم را مختل می کنند؛ از این رو به موارد استفاده جدیدی نیاز داریم. مثلاً XR (یا همان ترکیب واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و واقعیت ترکیبی) و رابط مغز کامپیوتر را در نظر بگیرید که به قابلیت اطمینان بالا، تأخیر پایین و نرخ داده های بالای نسل پنجم eMBB نیاز دارد. بنابراین، باید موارد استفاده جدیدی برای این کاربردهای نوظهور تعریف کنیم. دستگاه های لمسی، خودروهای متصل خودکار، URLLC عظیم

¹⁷ Massive-URLLC

¹⁸ Internet of Things (IoT) on bio-technology

¹⁹ Internet of Nano-Things

¹³ Space-Air-Ground Integrated Network

¹⁴ ultra-reliable low latency communications

¹⁵ Enhanced Mobile Broadband

¹⁶ Unlicensed Massive Machine Type Communications

چندین برنامه کاربردی هوشمند به خود جلب کرده است. انتظار می رود که یادگیری ماشین در شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم، نه تنها بتواند کاربردهای هوشمند را توانا کند، بلکه همچنین طرح های کنترل دسترسی محیط هوشمند را هم فراهم سازد. بنابراین ML می تواند یکی از ارکان اصلی شبکه های بی سیم نسل ششم باشد. به طور کلی، می توانیم ML را به چندین نوع تقسیم بندی کنیم: یادگیری ماشین سنتی، یادگیری مشارکتی، فرا یادگیری و یادگیری ماشین کوانتومی. یادگیری ماشین سنتی، مبتنی بر انتقال داده ها از دستگاه های انتهایی به یک سرور مرکزی برای آموزش مدل یادگیری ماشین است. با این حال، این رویکرد مشکلاتی از قبیل نگرانی های امنیتی و اورهد زیاد در انتقال داده ها به یک سرور مرکزی دارد. علاوه بر این، یادگیری ماشین متمرکز عموماً مشکلاتی از قبیل مصرف توان زیاد در حین فرایند آموزش برای مجموعه داده های بزرگ دارد. برای مقابله با این مشکل، می توان از یادگیری ماشین توزیع شده استفاده کرد. یادگیری ماشین توزیع شده می تواند با فراهم کردن امکان محاسبه موازی مدل های یادگیری ماشین در مکان های توزیع شده، منجر به محاسبات با کارایی بالا شود. برای توزیع وظایف یادگیری ماشین، دو روش احتمالی از قبیل رویکرد داده موازی و رویکرد مدل موازی وجود دارد. رویکرد داده موازی، مبتنی بر تقسیم داده ها میان گره ها است که همه این گره ها، یک مدل یادگیری ماشین را اجرا می کنند. در طرف دیگر، رویکرد مدل موازی، مبتنی بر بخش های آموزشی از مدل یادگیری ماشین است که در بین تعداد زیادی گره توزیع شده است و هر گره، یک کپی دقیق از داده ها را دارد. با این حال، این رویکرد ممکن است برای بسیاری از مدل های یادگیری ماشین عملی نباشد؛ مدلهایی که نتوان آن ها را به بخش هایی تقسیم بندی کرد.

برای استقرار مدل های یادگیری ماشین با استفاده از رویکرد داده موازی، روش های زیادی وجود دارد. این روش ها شامل رویکردهای متمرکز، غیرمتمرکز مبتنی بر درخت، غیرمتمرکز مبتنی بر سرور پارامتری و کاملاً توزیع شده است. در یک یادگیری متمرکز توزیع شده مبتنی بر مجموعه، از یک روش جمع بندی دقیق در یک مکان مرکزی استفاده می شود. یادگیری غیرمتمرکز مبتنی بر درخت، امکان تجمع میانی در گره های نوزاد را قبل از اینکه یک تجمع مرکزی صورت گیرد، فراهم می کند. یادگیری غیرمتمرکز مبتنی بر سرور پارامتری، مبتنی بر ذخیره سازی تمام به روزسانی های مشتری در یک سرور پارامتری مشترک است. در حالت کاملاً توزیع شده، تمامی گره ها به منظور اشتراک گذاری مدل،

خواهند بود که نیازمند نرخ داده های بسیار بالایی (ترا بیت بر ثانیه) است.

۳-۵- حرکت بدون سرنشین: این مورد استفاده، با خودروهای متصل خودکار سروکار دارد که امکان حرکت کاملاً بدون سرنشین، رانندگی ایمن، سرگرمی رسانه ای هوشمند و مدیریت ترافیک پیشرفته را فراهم می کنند.

۳-۶- اینترنت اشیا نانوئی: N-IoT از نانو ابزارها برای ایجاد ارتباط در یک سیستم استفاده می کند. برای مثال می توان از نانو ارتباطات در یک کارخانه هوشمند برای نظارت بر انتشار کربن، کیفیت آب، دوده های گازی و رطوبت استفاده کرد. از آنجایی که N-IoT عمدتاً از ارتباطات مولکولی استفاده می کند، به نظر می رسد که فرایند کاوی آن با نسل پنجم امر دشواری باشد. ما باید برای N-IoT مبتنی بر ارتباطات مولکولی، 6G را در نظر داشته باشیم. شبکه های نانوئی، برای داشتن عملکرد بهتر از باند ترا هرتزی استفاده می کنند که در حوزه نسل ششم قرار دارد. از این رو می توانیم بگوییم که N-IoT با استفاده از 6G به شیوهی بهتری به دست می آید. الزامات اصلی برای N-IoT باید بر اساس شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم مشخص شوند؛

زیرا N-IoT هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد. N-IoT چندین چالش در پیاده سازی دارد؛ مانند طرح های لایه فیزیکی برای ارتباطات مولکولی مقیاس ماکرو و میکرو (یا همان تشخیص و تخمین کانال)، استانداردسازی معماری لایه ای، طراحی نانو اشیا و توسعهی بسترهای آزمایشی با محوریت کاربردی.

۳-۷- اینترنت اشیا زیستی: B-IoT مبتنی بر ارتباطات بین دستگاه های زیستی (دستگاه های نانو بیولوژیکی) با استفاده از IoT است. این مورد استفاده نمایانگر انواع برنامه های کاربردی مراقبت سلامت هوشمند با استفاده از ارتباطات زیستی است. مشابه N-IoT، الزامات عملکردی کلیدی برای B-IoT هم باید مشخص شوند. در اخیر از باند ترا هرتزی استفاده شده که یکی از تواناسازهای کلیدی 6G است. بنابراین، می توانیم بگوییم که B-IoT به طور مؤثری می تواند با نسل ششم توانا شود.

۴- کاوش فرایندهای نوظهور یادگیری ماشین در شبکه های مخابراتی نسل آتی

یادگیری ماشین ^{۲۰}(ML) یکی از درایورهای اصلی 6G محسوب می شود. اخیراً یادگیری ماشین، توجهات زیادی را در فرایند کاوی

کرد. ارتباطات سه بعدی در مقابل ارتباطات دوبعدی (زمینی)، به خاطر اضافه شدن بعد ارتفاع ماهیت بسیار قابل توجهی دارند؛ بنابراین باید از طرح های جدیدی برای تخصیص منابع و کنترل تحرک برای شبکه های ارتباطی سه بعدی استفاده شود. ارتباطات مقیاس نانو، یک فناوری ارتباطی جدید است که از یک طول موج بسیار کوتاه برای برقراری ارتباط استفاده می کند و برای فواصل در حد یک متر یا سانتیمتر مناسب است. طراحی ترنسیورهای در مقیاس نانو و مدل سازی کانال، چالش های اصلی در حوزه ارتباطات مقیاس نانو هستند.

می توان از ارتباطات نور مرئی برای تواناسازی چندین برنامه کاربردی شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم با استفاده از طیف نور مرئی که در دامنه ۴۳۰ تا ۷۹۰ تراهرتز قرار دارد، بهره برد. مزیت اصلی ارتباطات نور مرئی، استفاده از منابع روشنایی برای ایجاد روشنایی و برقراری ارتباط است. علاوه بر این، ارتباطات نور مرئی، یک پهنای باند بسیار بزرگ و ارتباطات بدون تداخل از امواج فرکانس رادیویی را فراهم می کند. با این حال، برای ارتباطات نور مرئی با دامنه کم (که به عنوان منابع روشنایی و منابع ارتباطی عمل می کنند)، باید ترنسیورهای جدیدی برای فرایند کاوی برنامه های کاربردی مختلف مبتنی بر ارتباطات نور مرئی طراحی شوند. علاوه بر این، چندین چالش دیگر هم باید برای فرایند کاوی نسل ششم با ارتباطات نور مرئی حل شوند. اتصال دیود ساطع کننده نور به اینترنت، تداخل بین سلولی، تحرک و پوشش در میان موارد دیگر، از جمله این چالش ها هستند.

برای فرایند کاوی شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم با ظرفیت بالا، می توان از دیودهای ساطع کننده نور برای ایجاد ارتباط نور مرئی با تراکم بالا استفاده کرد. با این حال، روش مذکور مشکل تداخل بین سلولی دارد که باید به آن توجه کافی شود. برای فراهم کردن امکان اتصال یکپارچه برای کاربران با استفاده از ارتباطات نور مرئی، رسیدگی به مسئله تحرک امری ضروری است. در یک سلول ارتباطی نور مرئی معمولی، تغییرات قابل توجهی در نسبت سیگنال به تداخل وجود دارد. ارتباطات کوانتومی، ویژگی ذاتی امنیت بالا را دارد که باعث ارجحیت استفاده از آن در ارتباطات کوانتومی شده است؛ بنابراین باید برای فراهم کردن امکان ارتباطات راه دور ایمن با نرخ داده بالا باید از تکرارکننده ها استفاده شود. با این حال، نمی توان از تکرارکننده های موجود استفاده کرد و باید تکرارکننده های جدیدی طراحی شوند.

شبکه بندی نانویی، شبکه بندی زیستی، شبکه بندی نوری و شبکه بندی سه بعدی، فناوری های شبکه بندی جدید برای 6G

به طور مستقیم با یکدیگر در ارتباط هستند. در طرف دیگر، می توان یادگیری مشارکتی را به عنوان نوع خاصی از یادگیری ماشین توزیع شده در نظر گرفت. اخیراً برای غلبه بر این چالش های جدی در زمینه یادگیری ماشین سنتی، از یادگیری مشارکتی در شبکه های لبه ای استفاده شده است. یادگیری مشارکتی، امکان یادگیری ماشین به یک طریق توزیع شده را با تواناسازی یادگیری ماشین روی دستگاه بدون انتقال داده از دستگاه های انتهایی به سرور لبه ای / ابری را فراهم می کند. با این حال، یادگیری مشارکتی هم چالش های ذاتی خود را دارد؛ از قبیل: بهینه سازی منابع محاسباتی و ارتباطی، طراحی مکانیسم انگیزشی و طراحی الگوریتم یادگیری دستگاه محلی. در یادگیری ماشین کوانتومی، فیزیک کوانتوم و یادگیری ماشین با همدیگر ترکیب می شوند تا امکان آموزش سریع مدل های یادگیری ماشین فراهم شود. فرا یادگیری امکان یادگیری مدل های یادگیری ماشین را فراهم می سازد؛ اما به خاطر اینکه مدل های مختلف یادگیری ماشین ماهیت های مختلفی دارند، طراحی پیچیده ای دارد.

سامانه مخابرات بیسیم نسل ششم، از فناوری های ارتباطی نوینی برای فرایند کاوی برنامه های کاربردی نوین هوشمند استفاده خواهد کرد. ارتباطات تراهرتزی، ارتباطات کوانتومی، ارتباطات بی سیم سه بعدی، ارتباطات نور مرئی، ارتباطات مقیاس نانو و ارتباطات هولوگرافیک، از جمله این فناوری های ارتباطی هستند. اخیراً، T3GPP²¹ یک فناوری جدید دسترسی رادیویی توسعه داده است؛ یعنی، رادیویی جدید نسل پنجم با استفاده از باندهای زیر ۶ گیگاهرتز و باندهای امواج میلی متری برای تواناسازی نرخ داده های بسیار بالا. شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم برای فراهم کردن امکان نرخ داده های بالاتر، از باندهای تراهرتزی علاوه بر باندهای امواج میلی متری استفاده خواهد کرد. عموماً، در ارتباطات تراهرتزی از فرکانس های بین ۰/۱ تا ۱۰ تراهرتز استفاده می شود و مشخصه های آن عبارت است از برد کوتاه، مصرف توان متوسط، امنیت بالا و مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی. ارتباطات تراهرتزی چندین مزیت دارند؛ اما چالش هایی هم وجود دارند که برای فرایند کاوی استفاده از آن در شبکه های نسل های آتی مخابرات بیسیم باید حل شوند. طراحی ترنسیورهای مؤثر با فناوری های آرایه تطبیقی پیشرفته به منظور افزایش دامنه آن، یکی از این چالش ها است. یکی دیگر از جنبه های مهم 6G، استفاده از ارتباطات سه بعدی بوده که شامل تلفیق شبکه های زمینی و هوایی است. می توان از وسایل نقلیه هوایی غیر مسلح و ماهواره های مدار پایین، به عنوان ایستگاه های پایه برای ارتباطات سه بعدی استفاده

²¹ The 3rd Generation Partnership Project

شده است و فرایندهای کلیدی آن بر اساس پارامترهای مختلف را مورد کنکاش قرار گرفته است و در کنار راهنمایی‌های مهم، چندین چالش باز تحقیقاتی نیز ارائه گردید. فرایند کاوی و هوش مصنوعی بخش جدایی‌ناپذیری از شبکه‌های بی‌سیم مخابراتی خواهد بود تا بتواند مسائل بهینه‌سازی شبکه‌های پیچیده را حل کند. امروزه برترین اپراتورهای مخابراتی دنیا در حال حرکت برای استفاده از فرایند کاوی برای شناخت بهتر و بهینه‌سازی فرایندهای خود هستند.

۵- منابع

- [1] J. Kaur, M. A. Khan, M. Iftikhar, M. Imran and Q. Emad Ul Haq, "Machine Learning Techniques for 5G and Beyond," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 23472-23488, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3051557.
- [2] C. De Lima et al., "Convergent Communication, Sensing and Localization in 6G Systems: An Overview of Technologies, Opportunities and Challenges," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 26902-26925, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3053486.
- [3] N. Promwongsa et al., "A Comprehensive Survey of the Tactile Internet: State-of-the-Art and Research Directions," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 23, no. 1, pp. 472-523, Firstquarter 2021.
- [4] L. U. Khan, I. Yaqoob, M. Imran, Z. Han and C. S. Hong, "6G Wireless Systems: A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 147029-147044, 2020
- [5] M.M. Nazari Z. , M. Borhani, "An Advanced LTE Architecture for Multimedia CDN", *International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol.9, No.3, March 2020.

هستند. عملکرد N-IoT، مبتنی بر ارتباطات مولکولی است. می‌توان برای ساخت دستگاه‌های در محدوده نانو، از مواد مختلفی مانند گرافن و متا ماده استفاده کرد. برای ارتباطات IoT، از B-IoT با استفاده از سلول‌های زیستی بهره گرفته شده است. B-IoT و N-IoT ظاهراً اجزای لاینفکی از دستگاه‌های هوشمند آتی شبکه‌های نسل‌های آتی مخابرات بیسیم هستند؛ اما چندین چالش در پیاده‌سازی آن‌ها وجود دارد. طراحی فناوری‌های لایه فیزیکی برای ارتباطات مولکولی، یک کار چالش‌برانگیز است. جدای از روش‌های لایه فیزیکی، باید از طرح‌های مسیریابی جدید به‌خاطر ماهیت کاملاً متفاوت B-IoT و N-IoT در مقایسه با IoT سنتی استفاده شود. باید دستگاه‌های نانویی و دستگاه‌های زیستی مؤثری برای N-IoT و B-IoT توسعه داده شوند؛ به‌خاطر اینکه در مراحل ابتدایی خود قرار دارند. با این حال در شبکه‌های سه‌بعدی، از دستگاه‌های کاربری مبتنی بر پهنپاد و ایستگاه‌های پایه مبتنی بر پهنپاد برای فرایند کاوی شبکه‌های ارتباطی استفاده می‌شود؛ بنابراین باید مدل‌های جدیدی برای یک شبکه ارتباطی سه‌بعدی، به‌خاطر ماهیت کاملاً متفاوت آن در مقایسه با یک شبکه دوبعدی در نظر گرفته شوند.

یک سامانه مخابرات بیسیم نسل ششم شامل طیف گسترده‌ای از منابع مربوط به کاربردهای هوشمند مختلف است که مقدار بسیار زیادی داده تولید می‌کند. باید برای تحلیل داده‌های هوشمند، از محاسبات با کارایی بالا و محاسبات کوانتومی استفاده شود. انتظار می‌رود که محاسبات کوانتومی بتواند با ایجاد سرعت‌های بالاتری که کاربران هیچ‌گاه تاکنون تجربه نکرده‌اند، انقلابی در زمینه محاسبات به وجود آورد. کانال‌های ایمن، ویژگی اصلی ارتباطات کوانتومی است که در آن هر کانال پروتکل‌های امنیتی متمایز خود را که روی داده‌های رمزگذاری شده ایجاد شده است، حمل می‌کند. داشتن این ویژگی‌های امنیتی در کنار سرعت بسیار بالا باعث ارجحیت محاسبات کوانتومی برای کاربردهای هوشمند و ایمن نسل ششم شده است. به غیر از محاسبات کوانتومی، محاسبات لبه‌ای هوشمند هم برای شبکه‌های نسل‌های آتی مخابرات بیسیم به منظور فراهم کردن محاسبات هوشمند مبتنی بر تقاضا و قابلیت‌های ذخیره‌سازی مبتنی بر تقاضا با تأخیر بسیار کم برای گره‌های انتهایی، مورد نیاز است.

۴- نتیجه‌گیری و پژوهش‌های آتی

در این مقاله فرایند کاوی، اهداف، مزایا و شاخه‌های اصلی آن در شبکه‌های مخابراتی به‌عنوان مجموعه‌ای از روش‌های جدید است که برای رقابت در بازار امروز مطرح گردید. پیشرفت‌های اخیر که در زمینه فرایند کاوی شبکه‌های بی‌سیم مخابراتی در این مقاله ارائه

روش ارجاع: . جعفرآباد، م. فولادیان، م. ج. رستگار فاطمی
کاوش فرایندهای کلیدی شبکه مخابراتی بیسیم نسل آتی.
صلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده ، سال چهارم، شماره
اول، شماره پیاپی ۷، صفحه ۱۱۲ تا ۱۱۹، سال ۱۴۰۰

How to cite: Hamid Jafarabad, Majid Fooladian,
S.Mohammad Jalal Rastegarfatemi , Journal of
Distributed Computing and Systems(JDACS), Vol 4,
Issue 1, Page 112-119.2022.



حمید جعفرآباد مدرک کارشناسی خود را در
رشته مهندسی برق گرایش مخابرات در سال
۱۳۸۸ از دانشگاه شاهد و مدرک کارشناسی
ارشد خود را در رشته برق گرایش مخابرات
میدان در سال از دانشگاه آزاد واحد شهرری
اخذ کرده است. ایشان در حال حاضر به عنوان دانشجوی دکترا
گرایش مخابرات در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه مشغول به
تحصیل هستند. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان عبارتند از:



مجید فولادیان مدرک کارشناسی ارشد
خود را در رشته مهندسی مخابرات در سال
۱۳۸۷ از دانشگاه صنعتی اصفهان و مدرک
دکتری را در همین رشته در سال ۱۳۹۵
از دانشکده برق و الکترونیک دانشگاه آزاد
اسلامی علوم و تحقیقات تهران اخذ کرده اند. ایشان در حال حاضر
به عنوان عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه مشغول
به پژوهش و تدریس می باشند. زمینه فعالیت مورد علاقه ایشان
عبارتند از:



سید محمد جلال رستگار فاطمی مدرک
کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق
گرایش قدرت در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه آزاد
اسلامی واحد ساوه، مدرک کارشناسی ارشد
خود را در سال ۱۳۸۵ از دانشگاه آزاد اسلامی
واحد اراک و مدرک دکترای را در سال ۱۳۹۱
از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران اخذ کرده اند.
ایشان از سال ۱۳۸۶ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد ساوه
می باشند. زمینه پژوهشی مورد علاقه ایشان عبارت است از طراحی
و شبیه سازی اینورتر با استفاده از شبکه عصبی .