

بهینه‌سازی ترافیک پویای شبکه ابری با استفاده از معماری زنجیره تابع سرویس (SFC)

جابر تقی زاده^{۱*}، حمید رئیس زاده کاشانی^۲، فاطمه اکبری^۳

۱- دکتری مهندسی نرم افزار، پژوهشگر، استاد دانشگاه

jtaghizadeh@tvu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، مؤسسه آموزش عالی سینا

kashani.r.hamid@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، مؤسسه آموزش عالی سینا

Akbari.fa.98@gmail.com

چکیده

در سالهای اخیر با ظهور فناوری‌های پیشرفته برای پیاده‌سازی شبکه‌های رایانش ابری، چالش‌های جدیدی در خصوص حفظ پایداری شبکه و تعادل بار^۱ مطرح شده است. شبکه‌های اصلی هنوز عمدتاً از نظر فیزیکی مدیریت می‌شوند، در نتیجه با چالش‌هایی شامل وابستگی به توپولوژی فیزیکی، پیچیدگی زمان و کارایی مصرف منابع، ارائه مسیر ایستا و متعادل کردن بار مواجه می‌باشند و اپراتورهای شبکه در حال تلاش برای برطرف کردن ترافیک کاربر و شبکه هستند. رشد چشمگیری که در ترافیک کاربرها به دلیل رشد انفجاری دستگاه‌های تلفن همراه و همچنین ظهور پارادایم‌های جدید شبکه‌ای مانند اینترنت اشیا (IoT) به شدت نیاز به تخصیص منابع آزاد و خدمات بدون وقفه را در سرتاسر فضای ابرها را ضروری نموده است. [1]

در این میان افزایش کیفیت خدمات (QoS) و نیز کاهش هزینه‌های عملیاتی^۲ در کنار تکنولوژی نوپایی همچون NFV^۳ با استفاده از تعریف توابع سرویس زنجیره‌ای (SFC)^۴ بار ابرها را در سرتاسر جغرافیای شبکه، متعادل‌تر می‌سازد.

سرویس دهندگان خدمات ابر (CSPs)^۵، ارائه دهندگان سرویس‌های اپلیکیشن (ASPs)^۶ و ارائه دهندگان سرویس‌های اینترنتی (ISPs)^۷ به عنوان اپراتورهای شبکه به منظور اتخاذ تصمیمات و سیاست‌گذاری توزیع منابع مجازی منعطف با استفاده از توابع خدماتی زنجیره‌ای SFC قادر خواهند بود برای پاسخگویی به نیازهای پویای کاربران خود سرویس‌های منعطف و اقتصادی را برای زیرساخت‌های مجازی شده نرم‌افزارهای شبکه فراهم کنند. از این رو توجه به زیرساخت‌های موجود از جمله چالش‌های پیش روی فناوری‌های مرتبط به این حوزه است. این مقاله در ابتدا مجازی سازی NFV را توضیح داده و ارتباط آن را با معماری SFC تبیین می‌نماید و در ادامه با تعریف زنجیره سرویس (خدمات)، معرفی مشکلات و چالش‌های آن رویکردهای بهینه‌سازی را تشریح می‌نماید و در نهایت به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات می‌پردازد.

¹ Load balancing

² OPEX: operating expenses

³ NFV: Network Function Virtualization

⁴ SFC: Service Function Chaining

⁵ CSPs: Cloud Service Providers

⁶ ASPs: Application Service Providers

⁷ ISPs: Internet Service Providers

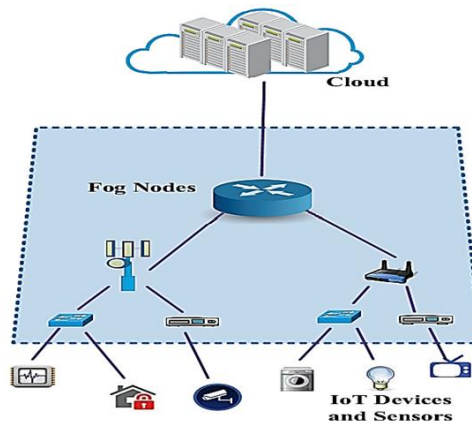
۱- مقدمه

با توسعه اینترنت اشیا (IoT)، افراد و اشیاء می توانند در هر زمان و مکانی وارد فضای اطلاعاتی شوند و باهم ارتباط برقرار کنند. [2] بر اساس برآورد و پیش بینی سیسکو بیش از ۵۰ بیلیون دستگاه در سال ۲۰۲۰ به اینترنت وصل خواهند شد و داده های ایجاد شده توسط مردم، ماشین ها، اشیاء و تعاملات آن ها به ۵۰۰ ترابایت خواهد رسید، در حالی که ۴۵٪ داده های ایجاد شده در سال ۲۰۱۹ توسط IoT، در لبه شبکه، پردازش، تحلیل و ذخیره خواهد شد. [3]

رایانش ابر، روش مؤثری در پردازش داده ها به دلیل قدرت محاسبه بالا و قابلیت ذخیره سازی به شمار می آید. با توجه به این که الگوی رایانش ابر یک مدل محاسبه متمرکز است، اکثر محاسبات در ابر صورت می گیرد، سرعت پردازش داده افزایش قابل توجهی داشته اما متأسفانه پهنای باند شبکه به همان میزان افزایش پیدا نکرده است؛ بنابراین، پهنای باند شبکه یکی از مشکلات رایانش ابر است که می تواند تأخیر طولانی را به همراه بیاورد. در بعضی از برنامه های کاربردی IoT، سیستم ممکن است به زمان پاسخ بسیار کوتاه و جابجایی نیاز داشته باشد مانند سیستم چراغ قرمز در حمل و نقل هوشمند، شبکه های هوشمند، مراقبت سلامت هوشمند، واکنش های اورژانسی و برنامه های دیگر حساس به تأخیر. [4]

تأخیر ایجاد شده توسط انتقال داده قابل قبول نیست. علاوه، بعضی از تصمیمات را می توانیم به صورت محلی و بدون اجبار در انتقال به ابر بگیریم. حتی اگر نیاز باشد برخی از تصمیمات را در ابر بگیریم، ارسال تمامی داده ها به ابر و دسته بندی آن ها ضروری نیست زیرا تمامی داده ها برای تحلیل و تصمیم گیری مفید نخواهند بود. به عبارت دیگر، این چالش ها که تحت تأثیر رشد سریع IoT ایجاد شده اند و با پهنای باند شبکه، تأخیر، قابلیت اعتماد و امنیت ارتباط دارند نمی توانند بر اساس مدل ابر و به صورت مستقل برطرف شوند. برای حل این مسائل، استفاده از منابع رایانش در نزدیکی کاربران برای رسیدن به پردازش و ذخیره محلی و همچنین کاهش مقدار انتقال و تأخیر داده ها پیشنهاد شده است. [5]

معمولاً یک محیط رایانش مه از مؤلفه های شبکه بندی سنتی مانند مسیریاب ها، سویچ ها، دستگاه گیرنده دیجیتال، سرورهای پروکسی، پایگاه استقرار و غیره تشکیل شده است و همان گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است می تواند در مجاورت با دستگاه ها/حسگرهای IoT قرار گیرد. این مؤلفه ها می توانند اجرای برنامه های کاربردی سرویس را پشتیبانی کنند. در نتیجه مؤلفه های شبکه بندی، رایانش مه را برای ایجاد توزیع جغرافیایی سرویس های مبتنی بر ابر ممکن می سازند.



شکل ۱- محیط رایانش مه

همانطور که مشخص هست هرگونه تغییر در این زیر ساخت ها با توجه به عدم انعطاف پذیری و انطباق پذیری شبکه های سنتی نیازمند تغییر به صورت فیزیکی می باشد که علاوه بر افزایش سربار زمان و کار نیروی انسانی باعث تاخیر و کاهش پهنای باند و کاهش کیفیت خدمات می گردد.

مجازی سازی شبکه ها در ابتدا برای نیل به هدف مهم انعطاف پذیری ایجاد شد و با ظهور تکنولوژی SDN و NFV¹ برای مدیریت جعبه های میانی² در محاسبات مه در حال تکامل می باشد. [6]

حال با ظهور پارادایم های جدیدی مثل پیاده سازی کنترل کننده های اینترنتی بر روی ابزارهای خانگی و ماشین ها و همچنین حجم روز افزون و غیرقابل تصور ترافیک شبکه ها به شدت نیاز به تضمین پویایی و پایداری شبکه هایی ابری جهت پاسخ به این حجم از درخواستهای متنوع احساس می شود. [7]

مفهوم زنجیره (Chain) یا دنباله ای از سرویس ها در کنار فناوری های فوق، این سوال را پدید آورده که آیا مدت انتظار و کیفیت شبکه جوابگوی نیازها خواهد بود و این مهم که ابزارها و تجهیزات سخت افزاری کنونی چه جایگاهی در این میان دارند.

در ادامه ابتدا مباحث فنی مجازی سازی توابع شبکه (NFV) و زنجیره تابع سرویس (SFC) مطرح و پس از بررسی مشکلات زیر ساختی و چالش های موجود، رویکردهای بهینه سازی مطرح و نتیجه گیری خواهد شد.

۲- مجازی سازی توابع شبکه (NFV)

مجازی سازی عملکردهای شبکه یا به اختصار NFV اپراتورهای شبکه را قادر به پیاده سازی المان های شبکه به صورت مولفه های نرم افزاری مجازی می کند. هر یک از این مولفه ها در حالت سنتی به صورت یک دستگاه سخت افزاری مجزا پیاده سازی می شدند. مثلا در یک شبکه وجود تجهیزاتی از قبیل: فایروال، روتر، متوازن کننده بار و... به طور مجزا امری طبیعی بوده است. بدیهی است که وجود دستگاه های مجزا برای هر کاربرد بسیار هزینه بر است و پیچیدگی های مدیریتی بسیاری نیز در پی دارد.

با استفاده از SDN می توان به راحتی عملکردهای شبکه را مجازی نمود به طوری که هر یک از المان های شبکه را به عنوان اپلیکیشنی از کنترلر SDN تعریف می نماییم. مجازی سازی عملکردهای شبکه مکمل شبکه نرم افزاری تعریف شده است ولی بدان وابسته نیست لذا تکنولوژی NFV می تواند با استفاده از SDN پیاده سازی شود. مدل NFV توسط موسسه استاندارد ارتباطات اروپا ETSI³ معرفی شده و در حال انجام بررسی های تکمیلی به منظور استاندارد سازی می باشد.

در واقع مجازی سازی توابع شبکه (NFV)، یک مفهوم معماری شبکه است که در داخل کلاس های توابع گره های شبکه می توانیم بلاک هایی که به هم متصل می شوند یا سرویس های ارتباطی را ایجاد می کنند را بسازیم.

پس از استقرار NFV بر روی سکوی ابری زیرساخت، امکان مجازی سازی توابع مختلف از جمله توابع مسیریابی⁴، سیستم حوزه نام⁵، متعادل کنند بار⁶، دیوار آتش⁷ و... وجود خواهد داشت.

در کنار NFV، ما VNF⁸ یا تابع شبکه مجازی سازی شده را داریم که شامل یک یا چندین ماشین مجازی است که نرم افزارها و فرآیندهای مختلفی را اجرا می کنند که می تواند روی سرورها، سوئیچ ها یا فضاهای ذخیره سازی باشد و حتی روی زیرساخت ابری قرار بگیرد.

¹ SDN: Software defined networking

² Middle-Boxes

³ ETSI: European Telecommunications Standards Institute

⁴ Routing

⁵ DNS

⁶ load balancing

⁷ Firewall

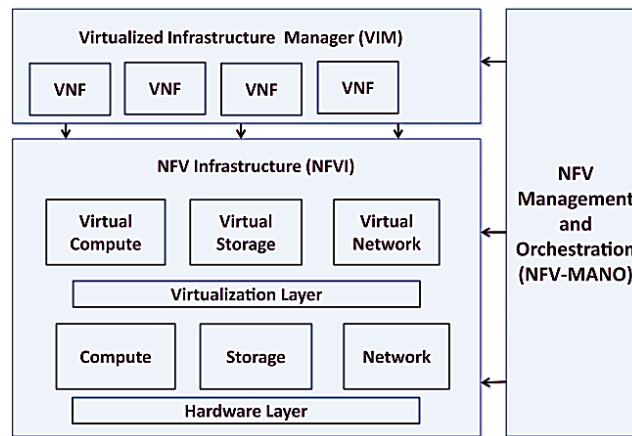
⁸ VFN: Virtual Network Function

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

معماری NFV به طور کلی از سه جز اساسی تشکیل شده است:

- توابع شبکه مجازی سازی شده
- پیاده سازی نرم افزاری توابع شبکه و سرویس ها را برعهده دارد.
- زیرساخت^۱ NFVI شامل منابع فیزیکی (مانند منابع محاسباتی، ذخیره سازی، شبکه و ...) و نمونه های مجازی سازی شده است.
- بخش مدیریت یا هماهنگ سازی^۲ MANO: شامل لایه مدیریتی و کنترلی است که به طور کلی بر روی چرخه حیات یک NFV و نیازی های آن متمرکز است. (شکل ۲).

همچنین تابع شبکه NF^۳ (معادل واژه Service Function) همان رفتاری است که در جعبه های میانی بر روی ترافیک ورودی انجام می گیرد. تابع شبکه می تواند در لایه های مختلف یک پشته پروتکلی عمل کند یعنی می تواند انواع عملیات و رفتارها بر روی ترافیک (بجز مسیریابی) را انجام دهد. در نگاهی تخصصی تر می توان گفت: تابع شبکه یک یا چند جزء قرار گرفته شده در یک سخت افزار است. لذا چندین تابع شبکه می توانند در یک دامنه و تحت یک مدیریت واحد قرار گیرند. این حجم از انعطاف در فناوری های محاسباتی متحرک لبه^۴ مورد توجه قرار گرفته است. [8]



شکل ۲- معماری NFV

مزایای استفاده از فناوری NFV نیز در چهار حوزه: هزینه سرمایه^۵، هزینه عملیات^۶، افزایش قدرت خرید سرویس های مختلف در بازار و افزایش سرعت راه اندازی سرویسها و انعطاف پذیری مورد بحث می باشد. [9]

با توجه به مقدمات بیان شده حال می توان در توضیح SFC چنین بیان نمود که با افزایش فزاینده حجم ترافیک شبکه ها و اقدامات مراکز داده، مصرف منابع بخاطر وابستگی به توپولوژی فیزیکی شبکه و مدل های ایستای آن بوجود خواهد آورد. اگر چه همانطور که گفتیم NFV در کنار SDN انعطاف پذیری خوبی برای ISP ها و CSP ها بوجود خواهد آورد، اما حذف یا اضافه کردن سفارش خاص یک سرویس و همپوشانی مجازی این توابع کار پیچیده ای است و بنابراین برای استقرار و

¹ NFV Infrastructure

² Management and Orchestration

³ NF: Network Function

⁴ Mobile Edge Computing

⁵ CAPEX: Capital expenditures

⁶ OPEX: operating expenses

مقیاس پذیری¹ NFV نیاز به مکانیسمهایی است که درخواستهای کاربران را از توابع پویا مختلف که به صورت خودکار در یک زنجیره قرار می گیرند، با کمترین خطا و هزینه عملیاتی هدایت نماید. با گذشت زمان، NFV شبکه هایی با کارایی بالا را با مقیاس پذیری، انعطاف پذیری و سازگاری بیشتر و کم هزینه نسبت به شبکه های ساخته شده از تجهیزات شبکه سنتی ارائه خواهد داد

۲- زنجیره تابع سرویس (SFC)

امروزه شبکه های مدرن نیاز به متدهای چابکتری به منظور استقرار خدمات شبکه و تحویل آن ها دارند. زنجیره سرویس، یک اصطلاح عمومی است که الگوی جدیدی را برای استقرار سرویس در شبکه توصیف می کند و چندین نکته کلیدی شامل استقلال سرویس ها از توپولوژی و خاصیت کشسانی اجزای سرویس را به همراه دارد. زنجیره تابع سرویس، نشان دهنده سرویس هایی است که می توانند در سراسر شبکه بهم متصل شده و بصورت نرم افزاری کنترل بشوند. در واقع زنجیره تابع سرویس، به منظور ایجاد زنجیره ای از سرویس های شبکه (همچون IPS، Nat، Firewall) و متصل کردن آن ها بصورت یک زنجیره ای مجازی استفاده می شود و مزیت اصلی آن، ایجاد یک ارتباط مجازی به منظور اتصال جریان ها به توابع سرویس های مورد نیازشان می باشد.

سرویس دهنده های زنجیره ایی (SFC) به صورت دنباله ایی از توابع شبکه (NF) تعریف می شوند و به منظور ارائه خدمات گوناگون ترافیکی سیاستهای متفاوتی از هم برای تنظیم زنجیره سرویس بوجود می آید. برای مثال خدمات ترافیک ارتباطات ویدئویی ممکن است در بین سرورهای توزیع شده ایی در جریان باشد و یا یک سرویس HTTP نیاز به عبور از پروکسی ها و فایروال ها داشته باشد، اینجاست که دسته های گوناگون خدمات آنلاین برای مدیریت این زنجیره بخاطر NF های سنتی موجود در شبکه، تبدیل به چالش اختصاص منابع در سخت افزارها خواهند شد. با ورود مباحث NFV به این حوزه بسیاری از مشکلات تخصیص منابع مجازی برطرف شده است و حتی مقررات ترافیکی نسل پنجم شبکه های موبایل (5G) توسط سازمان ETSI برای NFV در حال تدوین هستند [10]. در این میان SFC چالش هایی همچون قراردادن مطلوب توابع سرویس برای کاهش تاخیر و یا کاهش ظرفیت شبکه مورد نیاز، تخصیص پویای نیازهای کاربر به توابع سرویس و مسیریابی ترافیک از طریق توابع مختلف با تمرکز در تخصیص منابع پیوسته به درخواستهای کاربر را برای سرویس های مختلف، با تشکیل زنجیره خدمات پویا راهبری می کند.

تصور کنید کاربری را که در حال سفر در یک ماشین در حال استفاده از خدمات است، که محدودیتهای تاخیر در سرویس ویدئویی اعمال می شود. در اینجا تشکیل SFC می تواند با کاهش تاخیر شبکه صرفه جویی قابل توجهی را ایجاد کند. [11] تعریف توابع زنجیره سرویس شامل سه مفهوم می باشد:

الف) سرویس شبکه (Network Service): خدمات شبکه ایی که توسط اپراتور ارائه می شود ممکن است از طریق یک یا چند تابع سرویس تحویل داده شوند. سرویس شبکه ممکن است شامل یک یا چند تابع مجازی سرویس برای یک فایروال، DPI و یا اسکنر ویروس باشد. [12]

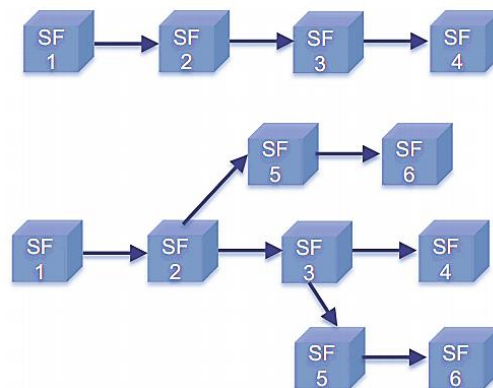
ب) تابع سرویس (Service Function): یک تابع سرویس می تواند به عنوان مسئول رفتار بسته های دریافت شده در لایه های مختلف یک پشته پروتکل عمل کند. (در لایه شبکه و سایر لایه های OSI) و همچنین به عنوان یک جزء منطقی، می تواند به مثابه یک عنصر مجازی بوده و یا در عناصر شبکه فیزیکی جاسازی شده باشد. [12]

ج) زنجیره خدمات عملکرد (Service Function chaining): زنجیره خدمات عملکرد مجموعه ایی از توابع سرویس انتزاعی و ترتیب قیود است که بسته به جریان انتخاب شده به واسطه یک نوع طبقه بندی برای فریم ها، بسته ها² بکار برده می شوند. [12]

¹ NFV Scalability

² Packets

شکل ۳ نمایی از دنباله‌ی زنجیره‌ای NF را نمایش می‌دهد که در آن خدمات سرویس (Service Functions) بسته به خدمات مورد نیاز کاربر، لبه‌های هر گره برای انتقال زنجیره خدمات انتخاب می‌شوند. [13]



شکل ۳ - خدمات در زنجیره توابع سرویس شبکه

۵- مشکلات زیرساختی SFC و چالشهای موجود

معماری SFC یک تکنولوژی نوپا و در حال توسعه است. تجهیزات زیرساختی مانع مهمی برای تامین مقیاس پذیری و پویایی خودکار ارائه سرویس ها می باشد، و بخاطر وجود عوامل ذیل مشکلاتی نیز وجود دارد: [14]

- وابستگی‌های توپولوژیکی
- با توجه به اینکه توابع خدمات باید در سطح سخت‌افزارهایی مانند دیواره آتش ، متعادل کننده بار تشکیل زنجیره سرویس بدهند و بتوانند به موقع در این زنجیره حذف یا اضافه شوند و با در نظر گرفتن این موضوع که هرگونه تغییر در توپولوژی فیزیکی شبکه نیازمند مهندسی اینترنت است، حذف و اضافه این توابع نیازمند برقراری نظام بسیار پیچیده ای است که می‌تواند باعث عدم امکان استفاده اپراتورهای شبکه از منابع شود.
- پیچیدگی پیکربندی:
- وابستگی به توپولوژی فیزیکی منجر به استقرار خدمات ایستا می‌گردد. که بدین سبب انجام خدمات ساده‌ایی مانند تغییر سفارش سرویس ممکن است تغییرات در توپولوژی فیزیکی را به همراه داشته باشد که بسیار پیچیده و وقت گیر هستند. این امر مسبب کاهش سرعت ارائه خدمات و تنظیمات نادرست سرویس‌ها و در نتیجه استفاده کمتر از حد مطلوب منابع خواهد بود.
- مشکل در تحویل خدمات پویا:
- وابستگی‌های فوق منجر به انعطاف‌پذیری کمتری در ارائه خدمات می‌شود، چرا که ممکن است تغییرات قابل توجهی در تنظیمات شبکه ایجاد کند. اپراتورهای شبکه هیچ راه سازگار برای تایید و قرار دادن توابع سرویس ندارند. در رابطه با معماری فوق چالشهایی از قبیل امنیت، تعادل بار پویا ، قرارداد سطح خدمات پویا^۱ ، دسترس‌پذیری بالا^۲ ، QoS و همچنین هدایت ترافیکی پویا^۳ و تخصیص منابع پویا از مسائل و چالشهای مطرح می‌باشند که ذیلاً بدانها اشاره گردیده است: [15]
- تخصیص منابع بهینه:
- از آنجاییکه سروکار SFC با منابع توزیع شده در سرتاسر گستره جغرافیایی فضای ابرهای مختلف می‌باشد، لذا این شرایط محدودیت بیشتری را بوجود می‌آورد و بیشتر سناریوها ، برای منابع داخل یک ابر کاربرد دارد.

¹ SLA: Service Level Agreement

² High availability

³ dynamic traffic steering

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

- هدایت ترافیکی پویا:
مدیریت ترافیک شبکه در مدل SFC باید پویا باشد. به عنوان مثال انتخاب مسیر ترافیکی بسته به عملکرد هدف ممکن است حتی برای درخواستهای مشابه دو کاربر متفاوت باشد.
- مدیریت نگاشت:
در حال حاضر راه حل پیشنهادی برای مدیریت نگاشت^۱ منابع مورد نیاز زنجیره سرویس با تغییر و به روزرسانی اطلاعات عنوان بسته های ارسالی کاربران وجود ندارد.
- خط مشی های ترافیکی:
محققان در مورد اهمیت سیاستهای^۲ سرویس دهی و اجزاء مربوط به آنها در محیط های چند ابری ابراز نگرانی کرده اند. مادامیکه توافقات (قراردادهای) میان محیط های چند ابر مطمئن نباشد به سبب ایجاد زنجیره سرویس میان ISP ها و یا CSP های مختلف نیاز به هماهنگی و رضایت عمومی دارد. خط مشی های ترافیکی اتصال بین گره ها را از طریق فایروال و توابع تشخیص نفوذ مشخص می کنند، لذا هر سیاست نیازمند شناخت دستورالعملها^۳ در این حوزه است.
- مسائل امنیتی:
امنیت یکی دیگر از دغدغه های این مدل است. با توجه به اینکه چارچوب های NFV هنوز امنیت قابل اطمینانی ندارد لذا ممکن است حتی این مدل (SFC) در اثر حملات انکار سرویس^۴ دچار شکست گردد.
- قابلیت اعتماد و دسترسی به سرویس:
خدماتی که از جانب ASP ها ارائه می شود باید همواره در دسترس کاربران نهایی باشد. افزودن و یا حذف تابع سرویس باید بدون وقفه در خدمات به سایر سرویسها قابل انجام باشد. و با توجه به اینکه پیشنهادهای ارائه شده توسط اتحادیه ITUT^۵ برای مدل های ایستا است، مدل SFC نیاز به توسعه دارد.
- قابلیت گسترش:
با پیدایش مفاهیم NFV و SFC مساله گسترش پویای زنجیره توابع باعث بسط ادبیات این حوزه گردیده است. به ویژه در خصوص مفهوم اینترنت اشیاء سازندگان و طراحان این حوزه سعی دارند الگوریتم هایی را در خصوص مدیریت منابع و محدودیت فاصله بین گره ها را برای رسیدن به نقطه بهینه بکار گیرند.
- نظارت، مدیریت و برقراری هماهنگی:
تعداد قابل توجهی از امور توسط ETSI برای هماهنگی انجام شده و در نتیجه فریم ورک NFV-MANO توسعه یافته است و در نتیجه VFNم با همکاری سایر بلوک های عملکردی چهارچوب فوق می باشد. ولی طرح جامعی برای این نظارت و همکاری ارائه نشده است.

۶- رویکردهای بهینه سازی در SFC

راه حل های مختلفی تاکنون در مورد استانداردسازی مورد بحث قرار گرفته است و با توجه به چالشهای مطرح شده قرار دادن توابع مجازی و خدمات شبکه به منظور به حداقل رساندن تاخیر شبکه برای کاربران نهایی با توجه به محدودیت های SLA و QoS حائز اهمیت است.

¹ mapping

² Policy

³ Protocol

⁴ DDoS attacks

⁵ ITUT: International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector

هر چند راهکارهای کنونی بطور مستقیم برای مدل SFC ارائه نشده ولی می تواند برای بهبود عملکرد توابع زنجیره سرویس بکار برده شود. [16] در ادامه به تفکیک به تشریح موارد خواهیم پرداخت:

▪ به حداقل رساندن تاخیر شبکه:

تأخیر زمانی یک عامل مهم در محاسبه عملکرد شبکه است. در هر نوع شبکه و از جمله معماری SFC تأخیر در کل شبکه باید حداقل باشد. کاربران مختلف می توانند مقادیر مختلف تأخیر را تحمل کنند و ASPها باید از طبقه بندی کاربران آگاه باشند. بکاربردن چندین نمونه از VNFها بسته به مکان و میزان پراکندگی یک راه برای به حداقل رساندن تأخیر در شبکه است. روشهای الگوریتمی مانند Min K-Center و L-Greedy برای کاهش پیچیدگی های محاسباتی و زمان اجرا در بالا بردن کیفیت استفاده می شود.

یکی دیگر از پیشنهادات این حوزه تقسیم شبکه های بزرگتر به شبکه کوچکتر است تا دامنه پخش عمومی¹ در شبکه کمتر شده و کنترل ترافیک منجر به کاهش تأخیر گردد. ولی بهرحال مدل برنامه ریزی خطی (ILP) نیاز به اصلاحی هم دارد.

طرح انتخاب سرور بر اساس مسیریابی مطلوب² روش دیگری برای کاهش زمان پاسخ یا کل تأخیر است. و کارهای دیگری نیز مانند کار بروی کل مسیر بجای در نظر گرفتن کوتاه ترین فاصله همواره معیار انتخاب است. بر اساس فرمول (1) سعی شده تابع هزینه به حداقل رسانده شود. یعنی مجموع تأخیر (Dij) بین نودهای i و j جایی که ظرفیت لینک معادل Cij و تأخیر انتشار و پردازش dij و تعداد دیتا روی لینک Fij است:

$$D_{ij} = \frac{F_{ij}}{C_{ij} - F_{ij}} + d_{ij} \times F_{ij} \quad (1)$$

این روش برای حل مشکل مسیریابی بهینه در شبکه های CDN است و در شبکه های زنجیره عملکرد سرویس علاوه بر شناسایی مکانهای کنترل کننده و رویه تخصیص³، باید همپوشانی⁴ بین نمونه های خدمات شبکه و تأثیر آن بر SLA مورد توجه قرار گیرد. و همچنین قابلیت های مراکز داده و تقاضاهای خدمات داخلی⁵ می تواند بر توزیع خدمات شبکه در ابرها تأثیر بگذارد.

▪ بهینه سازی استفاده از منابع:

از آنجایی که منابع ابری همواره گران هستند، SFC هم از این چهارچوب مستثنا نیست. خواسته های کاربران در دوره معاصر با انفجار استفاده از تلفن های همراه تغییرات مکرر را تخصیص منابع می طلبد. در نتیجه تخصیص منابع پویای ماشین های مجازی VM⁶ اهمیت اساسی دارد. لذا تخصیص منابع برای برنامه ریزی کارایی ماشین های مجازی طرح اصلی موضوع منابع آگاه شبکه می باشد. از طرفی هم برنامه ریزی VM بر روی پردازنده ها حائز اهمیت است. پیشنهاد دیگر یک رویکرد تجزیه و تحلیل تصمیمی چند معیاره توزیع شده است که عوامل گره که با ماشین های فیزیکی مرتبط هستند، کار پیکربندی را انجام دهند. در اینجا هر گره منابع محلی ماشین فیزیکی را مشاهده می کند و در سه مرحله جانمایی، گزینش و مهاجرت فرآیند پویای تخصیص VM به ماشین های فیزیکی با حفظ توزیع منابع برای نیازهای داخلی به عنوان یک ساز و کار توزیع شده توسط عوامل گره در سیستم مدل سازی می شود. این رویکرد به کم کردن استفاده از منابع کمک می کند و رویکرد توزیع شده برای دستیابی به مقیاس پذیری کاربرد دارد. طراحی، پیاده سازی و ارزیابی سیستم های مدیریت منابع بر اساس مجموعه ای از ابزارهای نرم افزاری برای ساخت و مدیریت سکو رایانش ابری برای ابرهای عمومی و خصوصی است.

¹ Broadcast

² optimal routing

³ allocation scheme

⁴ interconnection

⁵ inline service demands

⁶ Virtual Machines

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

به عنوان نمونه کاربران با استفاده از OpenStack، به مدیریت سریع محیط ابر(ماشین های مجازی، سرورها) می پردازند و بطور مداوم فعالیت ماشین های مجازی بر اساس مهاجرت زنده¹ منطبق² می شود. با OpenStack می توان مقایسه پذیری افقی³ Horizontal Scaling را تسهیل کنید. به این معنی که وظایفی که در یک زمان انجام می شوند می توانند به تعداد زیاد یا تعداد کمی از کاربران سرویس دهی کنند (با تنظیم Instance). مثلاً یک نرم افزار موبایل که نیاز به برقراری ارتباط با یک سرور راه دور دارد، می تواند وظیفه ارتباط با کاربران مختلف را بین Instance ها تقسیم کند. همه آنها باهم در ارتباط هستند و وقتی کاربران بیشتری از این نرم افزار استفاده می کنند می توان مقایسه پذیری را به سرعت و به راحتی انجام داد.

مهم تر از همه این که OpenStack یک نرم افزار متن باز Open Source است. یعنی هر کسی بخواهد می تواند به کد اصلی برنامه دسترسی داشته باشد، آن را تغییر داده یا اصلاح کند، و این اصلاحات را به دیگران هم عرضه کند. این خاصیت همچنین به این معنی است که OpenStack هزاران توسعه دهنده در سراسر دنیا دارد که تلاش می کنند تا محصولی امن و مقاوم در برابر خطا ارائه دهند.[17]

■ کاهش هزینه:

معماری SFC مبتنی بر تکثیر است یعنی باید در آن چند کپی از توابع سرویس در سرتاسر آن اعمال شود. انتخاب سرورها و تعداد و قدرت پردازشی ماشین های میزبان برای استقرار توابع سرویس یک امر مهم است. لذا به منظور کاهش هزینه ها، مدل های اولویت بندی ایجاد صف در مراکز داده به ترتیب برنامه ریزی، محاسبه و انتقال را پوشش می دهند. در این خصوص افزایش سرعت برنامه ریزی و سرعت محاسبات برای نرخ انتقال باید مورد توجه قرار گیرد.

■ بهینه سازی بر مبنای سودمندی SLA:

ارائه خدمات سرویس شبکه بستگی به سودآوری SLA دارد و یک فاکتور ارزیابی مهم برای مدیران شبکه است. بدین سبب جلب رضایت کاربران در میزان موفقیت این تکنولوژی از یک طرف و کاهش هزینه های عملیاتی باعث بهینه شدن سود SLA می گردد. با توجه به محدودیت های SLA تمرکز بر مشکل میزبانی ماشین مجازی که چشم انداز اجرای عملی را دارد ممکن است در آینده ارائه دهندگان خدمات شبکه را برای رسیدن به سود حداکثری به سمت مدل SFC رهمون سازد.

■ بهینه سازی بر مبنای QoS:

نمی توان از اهمیت QoS در شبکه ها چشم پوشی کرد و این مورد ارتباط تنگاتنگی با SLA دارد. بنابراین قدرت پردازشی CPU سرورها مرد توجه قرار گرفته است. هر دسته از مراکز داده بر اساس کیفیت خدمات خوشه بندی می شوند. مراکز داده ای که می توانند منابع متعدد درخواستها را فراهم کنند گزینش شده و پس از اتمام سرویس مجدداً به دسته بندی این مدل اضافه می شوند.

با استفاده از شبیه سازی در قیاس با یک الگوریتم استاندارد، ۳۰٪ کاهش منابع بواسطه مدل فوق مشهود است. مدلهایی نیز برای اختصاص منابع به ماشین های مجازی در مدل بهینه سازی تصادفی وجود دارد و اثبات شده که این مدل ها برای رسیدن به افزایش سود بیشتر به لحاظ نظری قابل پیاده سازی می باشد.

■ سایر رویکردهای بهینه سازی:

¹ live-migration

² adaptation

³ Horizontal Scaling

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

از جمله موارد دیگر در رویکردهای بهینه سازی برای تخصیص منابع مبتنی بر حراجی^۱، مبتنی بر شایعات^۲ و بر اساس مدل مبتنی بر معاملات^۳ وجود دارد.

در روش مبتنی بر حراجی برای تخصیص منابع در ابرها CSPها پیشنهادات کاربران را جمع آوری می کنند و توزیع منابع بین کاندید برتر (K-highest) انجام می شود.

در روش مبتنی بر معاملات، ماشین های مجازی برای تخصیص انتخاب می شوند. در این کار مکانیزم توزیع شده ای برای تخصیص منابع در محیط های بزرگ ابر توسعه یافته است.

همچنین رویکرد مبتنی بر شایعات برای محیط های چند ابری پیشنهاد شده است که در آن خواسته ها برای منابع و پاسخ ها از سمت ارائه دهندگان منابع در شبکه با برخی احتمالات ارسال می شوند.

با تمرکز بر رویکرد حراجی ارائه کنندگان و مصرف کنندگان سرویس منابع، بطور خودکار مذاکره می کنند، لذا ارائه دهندگان متعددی می توانند برای برآوردن نیازهای مصرف کننده پیشنهاد شوند. محققان در این بخش اصطلاح «استراتژی مذاکره خریدار^۴» و «استراتژی مذاکره فروشنده^۵» را برای عملکرد بهتر پیشنهاد می کنند.

مدل دیگری، تخصیص مجدد منابع متعدد منصفانه مشترک^۶ را در نظر می گیرد که ممکن است در بهینه سازی NFV کاربرد داشته باشد.

چهار اصل پیشنهاد شده برای رعایت عدالت در تخصیص منابع متعدد مشترک به شرح ذیل است:

- ۱- تخصیص منابع بدون تاخیر، یعنی عدالت بدون صف
- ۲- تخصیص منصفانه منابع متعدد با تمرکز بر روی انواع مختلفی از منابع
- ۳- برابر کردن مقدار کلی توانایی پردازشی و پهنای باند برای همه کاربران منجر به برقراری عدالت نخواهد شد.
- ۴- عدالت وقتی برقرار خواهد شد که تمامی درخواستهای خدمات کاربران بدون برگشت منابع اختصاص یابد، هرچند منابع اختصاص یافته متعادل نباشند.

مشاهده می کنیم رویکرد بهینه سازی SFC به عنوان یک توانمند ساز معماری NFV به پایان نرسیده و از اینرو مقایسه ای بین راه حل های بهینه و رویکردهای اکتشافی برای مدل های SFC وجود ندارد. و برای ایجاد یک مدل مطالعه تحلیلی رفتار SFC باید بهینه سازی مشکلات مربوط به آن را با توجه به سیاستهای تحمیل شده (مانند صف بندی) حل نمائیم.

۷- نتیجه گیری

با تقاضای رو به رشد ابرها و خدمات ابری SFC و NFV محبوبیت زیادی به دست آورده اند و می توان گفت SFC امکان فعالیت NFV را در فضای چند ابری بوجود آورده است.

SFC فناوری نو پایی است که با توجه مشکلات تکنولوژیکی تجهیزات و منابع شبکه ها و ایستایی آنها، بیشتر از آن که در عمل مشهود باشد در دیدگاه های نظری مورد بحث قرار گرفته است.

همانطور که در مقدمه نیز اشاره شده ظهور پارادایم های جدید فناوری مبتنی بر شبکه های ابری مانند IoT و شبکه های 5G موبایل، باعث شده که به شدت به حوزه مدیریت منابع مجازی ابرها و در دسترس بودن و کیفیت خدمات توجه شود و پی در پی راهکارهای بهینه سازی آن ارائه می شود. و از جمله موضوعات باز این حوزه هستند.

¹ auction based

² gossip-based

³ broker-based

⁴ buyer's negotiation strategy

⁵ seller's negotiation strategy

⁶ fair joint multiple resource

در جهت گسترش خدمات توابع زنجیره سرویس، استراتژی تجزیه و تجميع توابع خدمات، مدل سازی خدمات و زبانهای توصیف، مقیاس پذیری و اصلاح زنجیره پویا، مدیریت ترافیک پویا و چابک، آگاهی و سیاست گذاری های مختلف خدمات در بخش SLA و QoS و امنیت زنجیره خدمات از جمله مواردی هستند که بسیار جای کار و پیشرفت دارند. در این مقاله سعی شده با توجه به عدم فراوانی اطلاعات این موضوع در محیط های عملیاتی سرویس دهندگان اینترنتی و مراکز داده داخلی و تنها به استناد منابع موجود در مقالات بین المللی، با بررسی مشکلات و راهکاری بهره برداری از این معماری نوپا گامی هرچند اندک در جهت روش شدن افق محققان این حوزه در آینده برداشته شود.

۸- مراجع

- [1]. BOTTA, A. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. **Future Generation Computer Systems** **56**, p. 684, 2016.
- [2]. HU, P. . D. S. . N. H. A. Q. T. Survey on fog computing: architecture, key technologies, applications and open issues. **Journal of Network and Computer Applications**, 2017.
- [3]. DASTJERDI, A. V. A. B. R. Fog computing: Helping the Internet of Things realize its potential. [S.I.]: [s.n.], 2016. p. 112-116.
- [4]. CHIANG, M. A. Z. T. Fog and IoT: An overview of research opportunities. **IEEE Internet of Things Journal**, p. pp.854-864, 2016.
- [5]. SKARLAT, O. . N. M. . S. S. A. D. S. **Towards qos-aware fog service placement. In Fog and Edge Computing (ICFEC)**. IEEE 1st International Conference on. [S.I.]: [s.n.]. 2017.
- [6]. TAJIKI, M. M. Software defined service function chaining with failure consideration for fog computing. **Concurrency Computat Pract Exper**. **2018**;e4953., p. 1, 2018.
- [7]. HAN, B. Network Function Virtualization:Challenges and Opportunities for Innovations. **IEEE**, p. 90, 2015.
- [8]. LEIVADEAS, A. VNF Placement Optimization at the Edge and Cloud+. **Future Internet** **2019**, p. 1, 2019.
- [9]. BOTTA, A. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. **Future Generation Computer Systems** **56**, p. 687, 2016.
- [10]. WANG, L. Joint Optimization of Service Function Chaining and Resource Allocation in Network Function Virtualization, p. 8084-8085, 2016.
- [11]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 140, 2016.
- [12]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 142, 2016.
- [13]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 146, 2016.
- [14]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 143, 2016.
- [15]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 150-153, 2016.
- [16]. BHAMARE, D. A survey on service function chaining. **Journal of Network and Computer Applications**, p. 147-150, 2016.
- [17]. OPENSTACK. **pardisco.ir**. resources: SaaS, Open Source, OpenStack Foundation, OpenStack Swift, OpenStack, PaaS, IaaS, رایانش ابری, Public Cloud, Private Cloud.