



مدل بلوغ شبکه در ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی

تاریخ انتشار



عنوان گزارش: مدل بلوغ شبکه در ارائه‌دهندگان خدمات ارتباطی

کلمات کلیدی: شبکه نرم‌افزار محور (SDN)، مجازی‌سازی کارکرد شبکه (NFV)، مدل بلوغ شبکه

تهیه کنندگان: فرزین اعظمی قدیم، ناهید امانی

ناظر علمی: مجید یوسفی

نمایندگان کارگروه ارزیابی گزارشات رصدی: پدram حاجی پور، لیلا چهره قانی

گروه پژوهشی: مدیریت یکپارچه شبکه

تاریخ نشر: ۱۴۰۳

حقوق معنوی این اثر متعلق به پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است و استفاده از آن با ذکر ماخذ بلامانع است.

خلاصه مدیریتی

در طول ۲۰ سال گذشته، ارائه‌دهندگان سرویس چندین نسل فناوری را پشت سر گذاشته‌اند، و شبکه‌ها، و رویکردهای جدیدی را برای کسب و کار اصلی مورد نیاز بازتعریف کرده‌اند. گرچه با تکامل نیازهای مشتری، فناوری‌های جدیدی مورد نیاز است، اما مدل‌های سنتی خرید لوازم شبکه با بسته‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری که سرویس ثابت ارائه می‌دهند، در حال کاهش است. در حالی که ترافیک داده به طور نمایی رشد کرده و اپراتورها مجبور به سرمایه‌گذاری عظیم برای توسعه زیرساخت خود شده‌اند، میزان افزایش درآمد با رشد هزینه‌ها همگام نیست. این امر موجب کاهش حاشیه سود آنها شده است. افزایش هزینه‌های مدیریت ترافیک روزافزون شبکه موجب افزایش هزینه‌های ^۱ CAPEX و ^۲ OPEX شده است. ارائه سخت‌افزارهای اختصاصی توسط سازندگان تجهیزات، موجب وابستگی اپراتورها به این سازندگان برای تامین سامانه‌های مدیریتی این تجهیزات شده و عملاً ضمن افزایش هزینه‌های توسعه و به روزرسانی شبکه، امکان استفاده اپراتورها از تجهیزات دیگر سازندگان به دلیل مشکلات ناسازگاری محدود شده است. هم چنین برای ارائه یک خدمت جدید نیاز به تعامل بین سیلوهای سازمانی متعدد می‌باشد که زمان ارائه خدمت جدید را طولانی می‌کند. تخصیص منابع شبکه نیز عموماً ایستا هستند و امکان تغییر پویای منابع شبکه در شبکه وجود ندارد که موجب استفاده غیر بهینه از منابع شبکه می‌شوند.

شبکه‌های نرم افزار محور (SDN) و مجازی سازی توابع و کارکردهای شبکه (NFV) با راه حل‌های مقرون به صرفه، به ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهند تا به کسب و کارهای دیجیتالی تبدیل شوند. در حالی که انتقال امری دشوار است، تقریباً همه تأمین‌کنندگان تجهیزات مخابراتی قدیمی از یک مدل سخت‌افزاری به یک مدل مبتنی بر نرم‌افزار منتقل می‌شوند. مدل جدید مبتنی بر نرم‌افزار، تأمین‌کنندگان اکوسیستم را به چالش می‌کشد تا ضمن کاهش درآمدهای عمده از سخت افزار، حاشیه‌ها را حفظ کنند. این انتقال، تأمین‌کنندگان فعلی را مجبور می‌کند تا حوزه‌های جدیدی را برای حفظ درآمد خود از ارائه‌دهندگان سرویس شناسایی کنند. همچنین سعی خواهند کرد با نرم‌افزارها و سرویس‌های نوآورانه جدید، خدمات خود را متمایز و بهبود بخشند. در همین راستا، ارائه‌دهندگان سرویس موظفند هزینه‌ها و پیچیدگی ارائه سرویس را همزمان با تسریع زمان ورود به بازار کاهش دهند. در این خصوص، انجمن‌ها و کنسرسیوم‌های منبع باز، راه‌کارهایی‌های مقرون به صرفه و کارآمد برای ارائه راه حل‌های جدید به بازار و همچنین تاثیرگذاری بر جامعه فروشندگان چندکاره بشمار می‌رود.

مشارکت فروشندگان در جوامع منبع باز، سبب می‌شود تا در سودهای به بلوغ استانداردهایی را که اکثر ارائه‌دهندگان سرویس بر آنها تکیه می‌کنند، کمک کنند. فروشندگان می‌توانند با کمک به پیشبرد این استانداردها و

^۱ Capital expenditures

^۲ Operating expense

تطبیق پیشنهادات محصول با آنها، اطمینان حاصل کنند که راه حل‌های آنها الزامات^۱ RFP ارائه‌دهنده سرویس را برآورده می‌کند. تأثیر اکوسیستم داخلی این جوامع، هم به فروشندگان و هم ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهد تا نوآوری کرده و محصولات جدید را سریع‌تر به بازار عرضه کنند. با بالغ شدن راه حل‌ها، فروشندگان باید ساختار هزینه‌های سنتی را بازبینی کنند، زیرا سخت‌افزار و نرم‌افزار به طور فزاینده‌ای جدا و انتزاعی می‌شوند.

به طور خلاصه، مدل منبع باز به ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهد تا بازار خود را گسترش دهند، زمان را برای درآمد سرویس جدید تسریع کنند، به احتمال زیاد هزینه سرویس را کاهش دهند، از وابستگی بی قید و شرط فروشندگان اجتناب کنند و نرم‌افزارهای با استفاده مجدد را برای محیط منحصر به فرد خود ارائه دهند. بازیگران جدید اکوسیستم در حال ظهور هستند تا راه حل‌های حاصله را برای تحویل، استقرار، سفارشی‌سازی و پشتیبانی انحصاری کنند و از آن کسب درآمد کنند.

لذا، کلیدهای تحقق این تحول، سرمایه‌گذاری‌هایی است که هم ارائه‌دهندگان سرویس و هم شرکت‌کنندگان در اکوسیستم، برای سرعت بخشیدن به پذیرش SDN و NFV به شکل کارآمد و موثر انجام می‌دهند. SDN/NFV یک گام تکاملی برای شبکه‌ها است، و نه یک تحول. در نظر گرفتن مزایایی که فناوریهای SDN/NFV ارائه می‌دهند یا حتی شروع به استفاده از آن، به معنای کنار زدن شبکه سنتی که ما می‌شناسیم نیست. SDN/NFV جایگزینی برای شبکه‌های موجود نیست، بلکه برای افزودن ارزش به وضعیت فعلی است.

با توجه به وابستگی و اهمیت شبکه، ارائه‌دهندگان سرویس بدنبال یک فرایند پیاده‌سازی بسیار روشمند که با ریسک و تغییرات شبکه مقابله کند، هستند. رابط‌ها، پروتکل‌ها و سرویس قبل از اینکه با هرگونه "نوآوری" توسط فروشندگان معرفی شود، به سالها استانداردگذاری نیاز دارند.

مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس مخابراتی، چارچوبی را تعریف می‌کند تا براساس آن ارائه‌دهندگان سرویس بتوانند فعالیت‌هایشان را اولویت‌بندی و پیشرفت آنها را اندازه‌گیری کنند، و در مقایسه با پیشرفت‌های برتر دیگران خود را محک بزنند. مدل بلوغ، رویکردی را برای پذیرش گسترده فناوری‌های SDN و NFV در بازار ارائه می‌دهد. بلوغ SDN/NFV در محیط ارائه‌دهنده سرویس به پنج سطح اصلی بلوغ شبکه (NMM^۰-NMM^۱) تقسیم شده است. هدف این است که هر مرحله از نظر کیفی، سطح قابل توجهی از ارتقای مرحله قبلی را داشته باشد و از یک مانع بزرگ عبور کرده باشد.

^۱ Request For Proposal

فهرست مطالب

۱	مقدمه	۷
۲	شبکه SDN در مقایسه با شبکه سنتی	۸
۱-۲	شبکه SDN	۹
۲-۲	مقایسه شبکه های سنتی و SDN	۱۰
۲-۳	مجازی سازی توابع شبکه (NFV)	۱۳
۳	مدل بلوغ شبکه	۱۶
۱-۳	واقعیت های بازار برای ارائه دهندگان سرویس مخابراتی	۱۶
۱-۱-۳	انگیزه برای تحول شبکه های غیرقابل انعطاف	۱۶
۲-۱-۳	تغییر خواسته های مشتری	۱۶
۳-۱-۳	تغییر ساختار هزینه	۱۷
۴-۱-۳	جلوگیری از کالایی شدن	۱۷
۲-۳	چارچوبی برای ایجاد مدل بلوغ شبکه ارائه دهنده سرویس	۱۷
۱-۲-۳	انتخاب راه حل های منبع باز در مقابل راه حل های اختصاصی	۱۸
۲-۲-۳	اصول مورد استفاده در ایجاد مدل	۱۸
۳-۲-۳	خلاصه مدل بلوغ شبکه ارائه دهنده سرویس	۲۱
۴-۲-۳	پنج فاز مدل بلوغ شبکه	۲۱
۴	موانع مهاجرت به SDN و NFV	۲۹
۱-۴	موانع فناوری	۲۹
۲-۴	تغییرات در فرهنگ سازمانها	۳۰
۴-۳	به رسمیت شناختن مدل های تجاری جدید	۳۰
۴-۴	شکاف مهارتها	۳۱
۵	جمع بندی و پیشنهادات	۳۱

۳۴..... ۶ پیوست

۴۰..... ۷ مراجع

۱ مقدمه

به عنوان بخشی از یک استراتژی گسترده‌تر برای جلوگیری از افزایش رقابت بر سر منابع سنتی و رسیدن به وضعیت مطلوب، ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی تبدیل شدن به سازمان‌های تجاری/خدماتی نرم‌افزاری و دیجیتالی سرلوحه کار خود قرار داده‌اند. برای دستیابی به این هدف، شبکه ارائه‌دهندگان سرویس باید چابک‌تر، ساده‌تر، انعطاف‌پذیرتر و مقرون به صرفه‌تر شود، و این در حالی است که چرخه‌های نوآوری و استقرار سرویس جدید باید از بازه زمانی ماه به لحظه تغییر کند.

شبکه‌های تعریف شده توسط نرم‌افزار (SDN) و مجازی‌سازی کارکرد شبکه (NFV) نوید تحولی در صنعت را می‌دهند، اما راه حل‌های اختصاصی با مدل‌های تجاری قدیمی، برای حفظ منافع تأمین‌کنندگان تجهیزات و بدون قابلیت همکاری باز، ماهیت دگرگون‌کننده آنها را تهدید می‌کند. کلیدهای تحقق این تحول، سرمایه‌گذاری‌هایی است که هم ارائه‌دهندگان سرویس و هم شرکت‌کنندگان در اکوسیستم، برای سرعت بخشیدن به پذیرش SDN و NFV به شکل کارآمد و موثر انجام می‌دهند. در این محیط سریع و پویا، برخی از سوالات رایج بطور جدی از سوی ارائه‌دهندگان در این عرصه طرح می‌شود:

- ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی در بازه زمانی (۲۰۱۵-۲۰۲۰)، برای تحقق وعده SDN و NFV چه ابتکارهایی یا سرمایه‌گذاری‌هایی را باید انجام دهند؟
- برای موانعی که در پذیرش این فناوری‌ها با آنها روبرو هستیم، چه برنامه‌ریزی باید کرد؟
- اکوسیستم ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی و تأمین‌کنندگان آن چگونه تکامل خواهد یافت؟
- پیشرفت‌ها در مقایسه با رقبای دیگر چگونه است؟

این گزارش سعی می‌کند با ارائه مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس مخابراتی، چارچوبی را تعریف کند تا براساس آن ارائه‌دهندگان سرویس بتوانند فعالیت‌هایشان را اولویت‌بندی و پیشرفت آنها را اندازه‌گیری کنند، و در مقایسه با پیشرفت‌های برتر دیگران خود را محک بزنند. مدل بلوغ شبکه، نمای دقیقی از نحوه ارائه سرویس توسط SDN/NFV ارائه می‌دهد. این مدل مبتنی بر تجزیه و تحلیل نقاط عطف کلیدی و ارتقای فعالیت‌های پیشین است. ماهیت منحصر به فرد شبکه‌های مخابراتی که از فناوری SDN و NFV استفاده می‌کنند، انگیزه‌ها و روندهای صنعت در کنار چالش‌های منحصر به فرد ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی را نیز در نظر می‌گیرد.

محرك NFV، کاهش هزینه^۱ (CapEx/OpEx) و ایجاد سرویس برای درآمدزایی جدید است. گرچه ارائه‌دهندگان پیشرو سرویس مخابراتی (Deutsche Telekom, Vodafone, Telefonica, AT&T نظیر) برنامه‌ها را ابتدا بر کاهش CapEx به عنوان تمرکز اصلی خود طراحی کرده‌اند، ولیکن آنها باید ساختار سازمانی خود را تغییر دهند، مهارت‌های

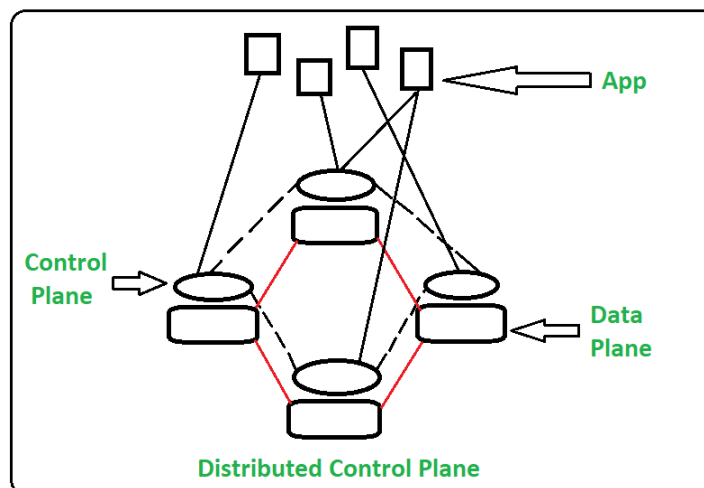
^۱ Capital Expenditure/Operational Expenditure

جدیدی را بدست آورند، حمایت مالی در سطح اجرایی را هماهنگ کنند، و اختیارات سازمانی را برای دستیابی موفقیت‌آمیز به تحول برای کاهش OpEx و در نهایت ایجاد درآمد جدید فراهم آورند.

۲ شبکه SDN در مقایسه با شبکه سنتی

بنظر می‌رسد که شبکه SDN، انقلابی در شبکه‌های سنتی ایجاد خواهد کرد. گرچه بنظر برخی، SDN مسیر تکاملی شبکه‌های سنتی است. با اتخاذ خودکارسازی شبکه، زمان زیادی صرفه‌جویی شده و انعطاف‌پذیری شبکه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این بخش با آشنایی اولیه با هر یک از این شبکه‌ها، مقایسه اجمالی از آنها خواهیم داشت.

شبکه‌های سنتی، به روش معمول قدیمی شبکه اشاره دارد که از دستگاه‌های سخت‌افزاری ثابت و اختصاصی مانند مسیریاب‌ها و سوئیچ‌ها برای کنترل ترافیک شبکه استفاده می‌کند [۱]. ناتوانی در مقیاس‌بندی و امنیت شبکه و عملکرد، امروزه نگرانی اصلی در شرایط رو به رشد کسب و کار است. شکل ۱، معماری شبکه‌های سنتی را نشان می‌دهد.



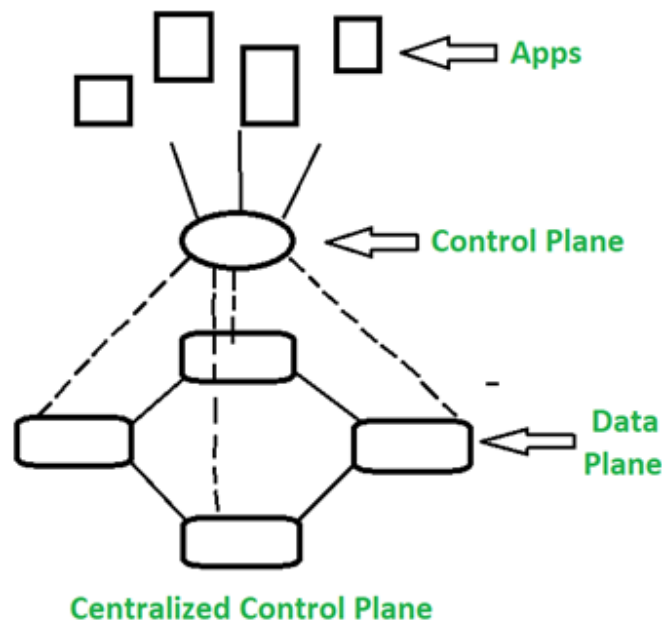
شکل ۱ مدل شبکه سنتی

ویژگی اصلی شبکه‌های سنتی این است که هر دستگاه دارای یک صفحه کنترل محلی، یک صفحه داده محلی، و همچنین هر دستگاه دارای سطوح مدیریتی خاص خود است. فرآیند ایجاد توپولوژی شبکه با استفاده از صفحه کنترل که به صورت محلی اجرا می‌شود، پیچیده است. این پیچیدگی ناشی از این است که هیچ دستگاهی کل شبکه را نمی‌شناسد. برای مدیریت هر دستگاه، باید هر تجهیز بطور جداگانه به صفحه داده خود متصل شود تا تغییرات پیکربندی یا به روزرسانی انجام شود، که این امر یک روش هوشمندانه نیست. صفحه کنترل جایی است که تصمیمات انتقال و مسیریابی گرفته می‌شود، در حالی که صفحه داده جایی است که دستورات صفحه کنترل اجرا می‌شود.

۱-۲ شبکه SDN

شبکه SDN رویکرد جدید معماری شبکه است که کنترل و مدیریت شبکه را با استفاده از برنامه‌های نرم‌افزاری امکان‌پذیر می‌کند. رفتار شبکه و دستگاه‌های آن به صورت کنترل شده مرکزی در کل شبکه، از طریق برنامه‌های نرم‌افزاری با استفاده از API^۱ های باز برنامه‌ریزی می‌شود.

شبکه تعریف شده توسط نرم‌افزار با مجازی‌سازی شبکه، عملکرد مجموعه را بهبود می‌بخشد. در نرم‌افزار SDN، برنامه‌های کاربردی یا API های کنترل شده به عنوان عنصر اصلی برای مدیریت کامل شبکه عمل می‌کنند، که ممکن است هدایت ترافیک در شبکه و یا برقراری ارتباط با زیرساخت‌های سخت‌افزاری اصلی برعهده داشته باشند. بنابراین به زبان ساده می‌توان گفت SDN می‌تواند شبکه مجازی ایجاد کند یا می‌تواند شبکه سنتی را با کمک نرم‌افزار کنترل کند. شکل ۲ معماری کلی شبکه‌های SDN را نشان می‌دهد.



شکل ۲ مدل شبکه SDN

عدم ارتباط بین نیازهای روزافزون از صنعت شبکه برای حمایت از کسب و کار، و قابلیت‌های شبکه سنتی فعلی، سبب شکل‌گیری مفهوم SDN شده است. اساس SDN مفهوم مجازی‌سازی است که در ساده‌ترین شکل خود به نرم‌افزار اجازه می‌دهد تا جدا از سخت‌افزار اصلی اجرا شود.

گرچه مجازی‌سازی به مراکز داده اجازه می‌دهد تا به سرعت و پویا، منابع IT^۲ را دقیقاً در جایی که مورد نیاز است تخصیص دهند؛ با این حال، برای نیل به سرعت و پیچیدگی پردازش بر حسب ثانیه، لازم است که شبکه نیز سازگارتر،

^۱ Application Program Interface

^۲ Information Technology

انعطاف‌پذیرتر و به طور خودکار پاسخگو شود. ایده مجازی‌سازی را می‌توان در شبکه نیز اعمال کرد، و عملکرد کنترل ترافیک را از سطح سخت‌افزاری شبکه اصلی به یک نهاد کنترل اطلاعات مبتنی بر شبکه متمرکز تقسیم کرد، که در نهایت منجر به معماری SDN می‌شود. بنابراین، SDN گام بعدی طبیعی در فرآیند تکاملی معماری شبکه است که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد. صنعت شبکه به تدریج شاهد تغییر عمده‌ای در پارادایم، از یک مدل ایستا و سخت‌افزار محور به یک مدل در حال توسعه و تعریف شده توسط نرم‌افزار خواهد بود.

۲-۲ مقایسه شبکه‌های سنتی و SDN

ظهور فناوری‌های جدید به عنوان مثال، دستگاه‌های تلفن همراه، مجازی‌سازی سرور و محتوا، و سرویس ابری از جمله نیروهای کلیدی هستند که امروزه صنعت شبکه را هدایت می‌کنند. این فناوری‌های جدید، صنعت شبکه را مجبور کرده است تا نگاهی تازه به معماری‌های سنتی شبکه‌ای فعلی بیندازد. بسیاری از شبکه‌های معمولی ماهیتی سلسله‌مراتبی دارند و با لایه‌هایی از سوئیچ‌های اینترنت ساخته شده‌اند که در ساختاری شبیه درخت قرار می‌گیرند. این طراحی سنتی، نیازهای زمانی را برآورده می‌کرد که ساختار سرویس‌گیرنده - سرویس‌دهنده غالب بود. با این حال، چنین معماری اولیه برای پاسخگویی به نیازهای محاسباتی و ذخیره‌سازی پویای مراکز داده امروزی و تغییر چشم‌اندازهای فنی، به دلیل تغییر نیازهای کسب و کار، به خوبی مجهز نیست. لازم به ذکر است که اشکالات شبکه‌های سنتی به ماهیت ثابت آنها در مقابل ماهیت پویای نیازهای امروز برمی‌گردد. پیچیدگی‌های شبکه‌های امروزی، استفاده از دسترسی‌های گوناگون را برای IT دشوار می‌کند؛ از این رو سیاست‌های سنتی، سازمان‌ها را در برابر نقض امنیت و مسائل نظارتی یا عدم رعایت آنها آسیب‌پذیر می‌کند. علاوه بر این، شبکه‌ها نیز باید گسترش پیدا کنند تا نیازهای صدها یا هزاران دستگاه تازه اضافه شده، با عملکرد و خدمات مختلف را برآورده کنند. ناتوانی در افزایش مقیاس برای برآوردن این خواسته‌ها، یک محدودیت عمده در شبکه‌های ایستای سنتی است. فقدان استانداردها در این زمینه و رابط‌های باز، اغلب توانایی اپراتورهای شبکه را برای سفارشی‌سازی شبکه بر روی محیط‌های خاص خود محدود می‌کند، زیرا تحت کنترل فروشندگان تجهیزات قرار می‌گیرند (جدول ۱).

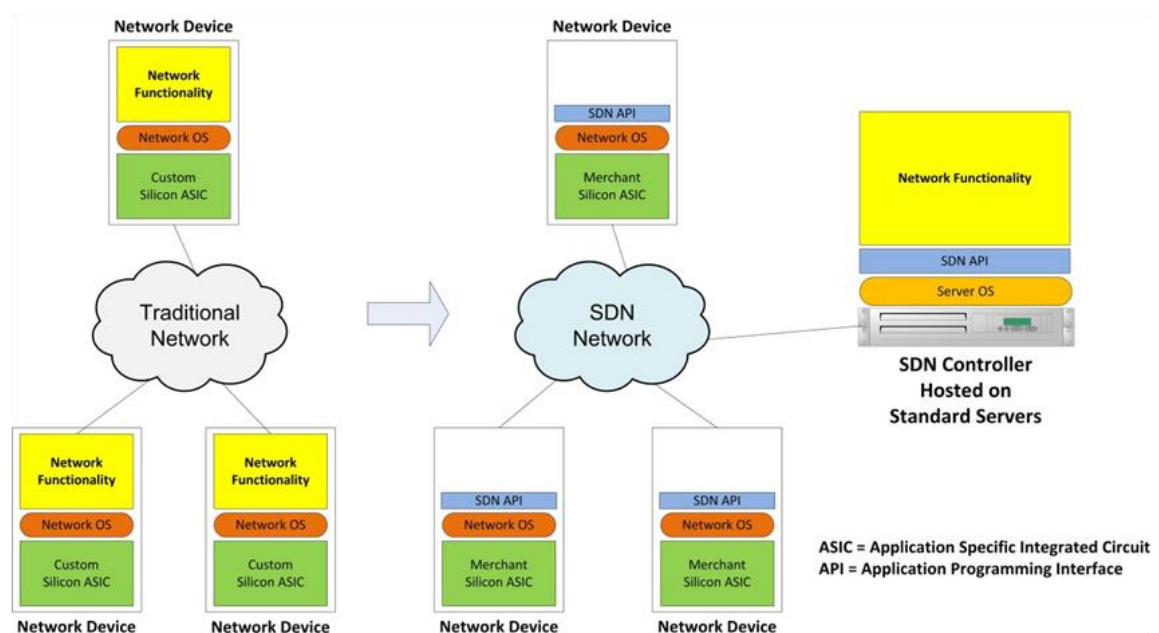
جدول ۱: اختلاف شبکه‌های سنتی و SDN

شماره	شبکه سنتی	شبکه SDN
۱	رویکرد شبکه‌سازی معمولی	رویکرد شبکه‌سازی مجازی
۲	دارای کنترل توزیع‌شده	دارای کنترل مرکزی
۳	غیرقابل برنامه‌ریزی	قابل برنامه‌ریزی
۴	حاوی واسط‌های بسته	حاوی واسط‌های باز
۵	قرارگیری صفحات کنترلی و داده روی یک صفحه	جداسازی صفحات کنترل و داده توسط نرم‌افزار
۶	پشتیبانی با پیکربندی ایستا/ دستی با اتلاف زمان بسیار	پشتیبانی از پیکربندی خودکار با اتلاف زمان کم
۷	هدایت تمامی بسته‌ها در مسیر مشابه بدون اولویت‌بندی	امکان اولویت‌بندی و ممانعت از بسته‌های شبکه‌ای خاص

۸	مشکل بودن برنامه‌ریزی مجدد و جایگزین کردن برنامه موجود برای هر کاربرد	سادگی برنامه‌ریزی در صورت نیاز
۹	هزینه بالا	هزینه پایین
۱۰	پیچیدگی ساختاری بالا	پیچیدگی ساختاری پایین
۱۱	قابلیت گسترش کم	قابلیت گسترش زیاد
۱۲	مشکل بودن عیب‌یابی و گزارش آن بخاطر کنترل توزیع‌شده	سادگی عیب‌یابی و گزارش آن بخاطر تمرکز کنترل
۱۳	هزینه نگهداری بالا	هزینه نگهداری پایین

SDN یک گام تکاملی برای شبکه‌ها است، و نه یک تحول [۲]. در نظر گرفتن مزایایی که فناوری SDN ارائه می‌دهد یا حتی شروع به استفاده از آن، به معنای کنار زدن شبکه سنتی که ما می‌شناسیم نیست. SDN جایگزینی برای شبکه‌های موجود نیست، بلکه برای افزودن ارزش به وضعیت فعلی است. از نظر مفهومی، اگر ایده‌ها و راه‌حل‌های سنتی شبکه‌ای را با خودکارسازی ادغام کنیم، در موقعیت خوبی برای بحث در مورد SDN ها قرار خواهیم گرفت. یکی از مهمترین مفاهیم در SDN جداسازی صفحات کنترل داده است. البته این موضوع چیز جدیدی نیست - سالهاست که معمولاً در سخت‌افزار شبکه سنتی استفاده می‌شود. مسیریاب‌های حامل، دارای کارت‌های کنترل جداگانه برای تصمیم‌گیری‌های مسیریابی و مجموعه‌ای از کارت‌های خط هستند تا ترافیک را بر اساس آنچه توسط کارت کنترل ارسال شده است، هدایت کنند (شکل ۳).

با این حال، SDN ها از این مفهوم به شکل تکامل یافته استفاده می‌کنند، به نحوی که یک کنترل‌کننده به عنوان یک نهاد جداگانه از راه دور نظارت، تصمیم‌گیری (زیرا شبکه را به طور کلی می‌بیند و بر اساس وضعیت کلی آن تصمیم‌گیری می‌کند)، و دستورالعمل‌ها را برای تجهیزات ارسال می‌کند.



شکل ۳ مقایسه شبکه‌های سنتی و SDN [۳]

با ظهور SDN در اوایل دهه ۲۰۱۰، امکان مدیریت برنامه‌های کاربردی، کنترل و بهینه‌سازی منابع شبکه با یک مدل جدید معماری شبکه فراهم شد. SDN پیکربندی شبکه و مهندسی ترافیک را از زیرساخت سخت‌افزار زیرین جدا می‌کند تا از کنترل کامل و سازگار با شبکه، با استفاده از API‌های باز اطمینان حاصل شود. اساساً، این راهی برای استفاده از پروتکل‌های باز مانند OpenFlow است، که می‌تواند کنترل نرم‌افزاری را در سطح جهانی برای دسترسی به سوئیچ‌ها و مسیرهای شبکه که معمولاً از سیستم عامل بسته و اختصاصی استفاده می‌کنند، اعمال کند. این معماری هزینه‌های عملیاتی را کاهش و زمان مورد نیاز برای ایجاد تغییرات یا ارائه سرویس جدید را کاهش می‌دهد. SDN همچنین این امکان را برای شبکه فراهم می‌آورد تا به طور مستقیم از طریق API به برنامه‌های کاربردی متصل شود، تا امنیت و عملکرد برنامه بهبود یابد. لازم به ذکر است که SDN یک معماری شبکه پویا و انعطاف‌پذیر ایجاد می‌کند که می‌تواند با تغییر نیازهای کسب و کار تغییر کند.

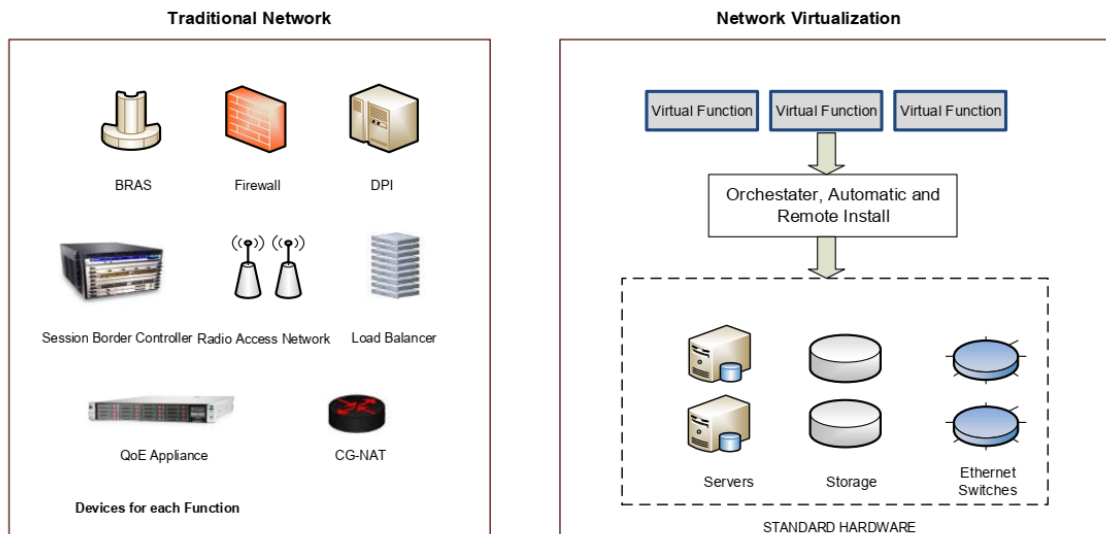
سه تفاوت مهم بین شبکه سنتی و SDN وجود دارد:

- ابتدا، کنترل‌کننده SDN دارای یک رابط با لایه بالایی است که از طریق رابط‌های برنامه‌نویسی (API) با برنامه‌های کاربردی ارتباط برقرار می‌کند. این امر به توسعه‌دهندگان برنامه این امکان را می‌دهد تا شبکه را مستقیماً برنامه‌ریزی کنند، در حالی که شبکه سنتی از پروتکل‌ها برای این کار استفاده می‌کند.
 - SDN یک شبکه مبتنی بر نرم‌افزار است، که به کاربران اجازه می‌دهد تا تخصیص منابع در سطح مجازی را از طریق مدیریت صفحه کنترل، تعیین مسیرهای شبکه، و پیکربندی سرویس شبکه را انجام دهند. در حالی که شبکه سنتی برای ایجاد ارتباطات و اجرای صحیح به زیرساخت‌های فیزیکی (مانند سوئیچ‌ها و مسیرهای) متکی است.
 - SDN توانایی بیشتری در برقراری ارتباط با دستگاه‌های سراسر شبکه نسبت به شبکه‌های سنتی دارد. SDN اجازه می‌دهد منابع از یک مکان متمرکز تهیه شود، و مدیران بتوانند جریان ترافیک را از طریق رابط کاربری متمرکز، با بررسی دقیق‌تر کنترل کنند. گرچه SDN کل شبکه را مجازی می‌کند و کنترل بیشتری بر قابلیت‌های شبکه به کاربران می‌دهد، برای شبکه‌های سنتی، صفحه کنترل در سوئیچ یا مسیرهای قرار دارد، که ناخوشایند است. مدیران نمی‌توانند به راحتی به آن دسترسی داشته باشند تا جریان ترافیک را تعیین کنند.
- همچنان که مراکز داده تغییر می‌کنند و شبکه‌های سنتی نمی‌توانند با محیط سازگار می‌شوند، فروشندگان به SDN روی می‌آورند، و برای اینکار چند دلیل ذکر می‌کنند:
- افزایش سرویس ابری بدین معناست که کاربران به دسترسی بدون محدودیت به زیرساخت‌ها، برنامه‌های کاربردی و منابع فناوری اطلاعات نیاز دارند، و این نیازمند ذخیره‌سازی بیشتر، پردازش و پهنای باند است.

- فناوری اطلاعات در حال تبدیل شدن به یک کالای مصرفی است که در آن روند^۱ BYOD (دستگاه خود را بیاورید) مستلزم انعطاف‌پذیری و امنیت کافی برای محافظت از داده‌ها، دارایی‌ها و همچنین رعایت مقررات و استانداردهای انطباق است. با این حال، شبکه‌های سنتی نمی‌توانند تقاضای روزافزون را برآورده کنند، زیرا باید به چرخه‌های محصول و رابط‌های اختصاصی معمولی در محیط‌های خاص فروشندگان پایبند باشد.
- اپراتورهای شبکه اغلب هنگام تلاش برای برنامه‌نویسی شبکه با موانعی مواجه می‌شوند. افزودن و جابجایی دستگاه‌ها یا ارتقای ظرفیت شبکه‌های سنتی پیچیده و زمان‌بر است، که نیازمند دسترسی دستی به دستگاه‌ها و کنسول‌های فردی است. دلیل اینکه SDN جایگزین شبکه‌های سنتی می‌شود این است که به مدیران اجازه می‌دهد منابع و پهنای باند را به صورت لحظه‌ای پیکربندی کرده و انعطاف‌پذیری، کارایی و تاب‌آوری را برای مرکز داده به ارمغان بیاورند. همچنین نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فیزیکی بیشتر را از بین می‌برد.

۲-۳ مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)

مجازی‌سازی توابع شبکه (NFV)، المانهای شبکه مانند دیواره آتش، NAT و ... را از تجهیزات اختصاصی سخت‌افزاری مستقل کرده و امکان پیاده‌سازی آن‌ها به‌عنوان نرم‌افزار را روی سخت‌افزارهای متداول^۲ فراهم می‌کند. در شکل ۴ ماهیت اجرای توابع شبکه در NFV نمایش داده شده است.

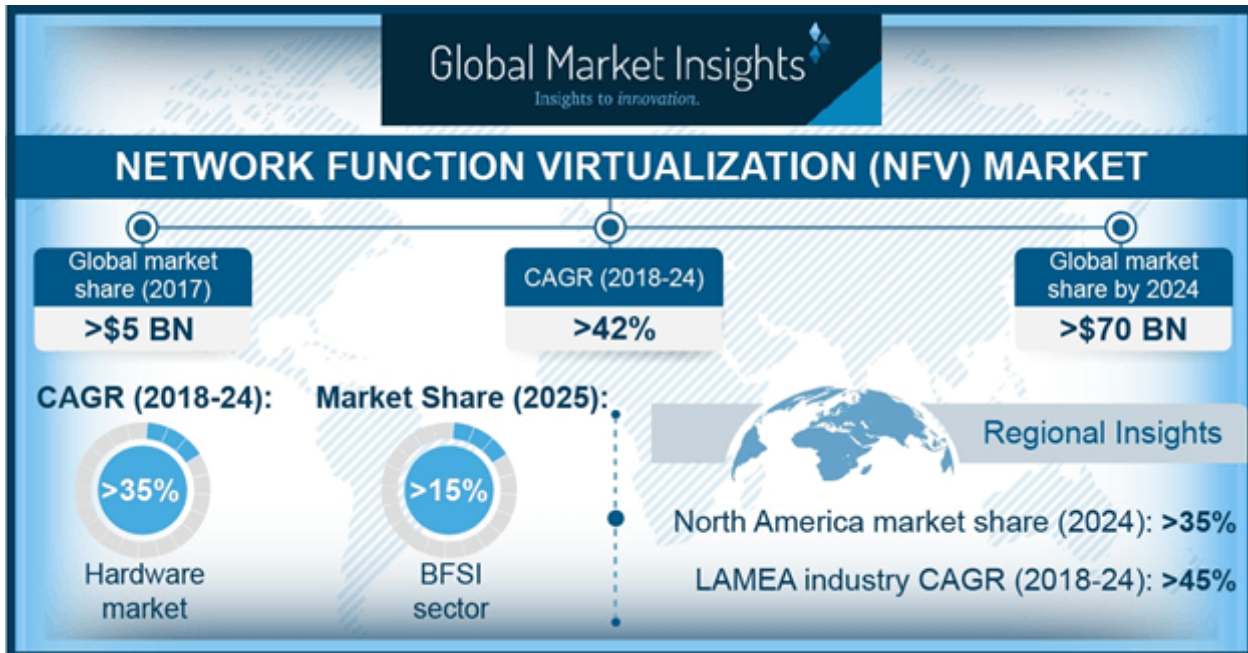


شکل ۴ توابع سنتی شبکه در برابر توابع مجازی‌سازی شده شبکه

^۱ Bring your own device

^۲ Commodity hardware

شکل ۵ اندازه بازار^۱ در حوزه فناوری NFV را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود از ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۴ پیش‌بینی شده است که بیش از ۴۲٪ نرخ رشد مرکب سالانه^۲ داشته باشد.



شکل ۵ روند رشد فناوری NFV [۴]

مزیت‌هایی که فناوری NFV به ارمغان می‌آورد عبارتست از:

- فناوری NFV با جداسازی توابع شبکه از سخت‌افزارهای اختصاصی گران قیمت و اجرای آنها به عنوان نرم‌افزار روی سخت‌افزارهای مشترک با هزینه کمتر امکان کاهش هزینه‌های CAPEX و OPEX را فراهم می‌کند.
- NFV امکان پیکربندی پویا و منعطف شبکه را فراهم می‌کند. زیرا با اجرای سرویس روی سرورهای استاندارد می‌توان ظرفیت سرور را بر مبنای نیاز لحظه‌ای افزایش یا کاهش داد و نیازی به تخصیص بیش از حد مراکز سرویس برای پاسخگویی به نیاز در پیک ترافیک وجود ندارد. همچنین می‌توان تعداد بیشتری سرور به یک سرویس اختصاص داد و این در جایی که امکان افزایش ظرفیت یک سرور ممکن نیست می‌تواند مفید باشد.
- NFV به اپراتورها امکان استقرار سرویس‌های جدید را به صورت سریعتر و ارزانتر می‌دهد.

^۱ Market size

^۲ CAGR

به طور کلی NFV یکی از راهکارهایی است که می‌تواند با ایجاد انعطاف در مدیریت منابع توسط استفاده از زیرساخت رایانش ابری، به توسعه سریع سرویس‌های جدید، بهبود کیفیت تجربه کاربران و افزایش درآمد اپراتورها منجر شود. با فناوری NFV توابع شبکه مثل دیوار آتش، متعادل‌کننده بار^۱ و .. که به طور سنتی روی سخت‌افزارهای مخصوص پیاده‌سازی می‌شوند، می‌توانند روی زیرساخت رایانش ابری پیاده‌سازی شوند. NFV یک راه‌حل هوشمند برای برطرف کردن چالش‌های شبکه‌های سنتی هستند و می‌تواند یک مدیریت شبکه خودکار، چابک، منعطف و مقیاس‌پذیر را فراهم کنند.

با توجه به مشکلات شناخته شده در مدیریت شبکه‌های سنتی و نیازمندی شبکه‌های NFV، بکارگیری روش‌ها و راهکارهای نوین در مدیریت منابع و خدمات می‌تواند کمک شایانی در رفع موانع موجود بنماید. از جمله این روش‌ها می‌توان به هم‌نوآوری^۲ توابع و منابع خدمات انتها به انتها و پیاده‌سازی مفاهیمی مانند خودمدیریتی^۳ و مدیریت خودمختار^۴ اشاره کرد.

هم‌نوآوری شبکه فرآیند خودکارسازی تعاملات بین انواع مختلف تجهیزات، دامنه‌ها و سایر سامانه‌هایی است که در ایجاد یک شبکه یا خدمت حضور دارند. منظور از دامنه، شبکه یا زیرساختی است که در تأمین خدمت انتها به انتها مشارکت دارند (مانند شبکه انتقال نوری، زیرساخت ابری، شبکه انتقال IP و ...). به طور کلی هم‌نوآوری فعالیت خودکارسازی فرآیندها و عکس‌العمل‌ها بر اساس سیاست‌ها و رخدادهای شبکه یا خدمت بدون دخالت نیروی انسانی است.

وابستگی به اینترنت برای انجام کسب و کارها که در حال افزایش قابل توجه ترافیک است و در این صورت تقاضا برای حفظ یا کاهش زمان پاسخگویی موجود، یک چالش اساسی خواهد بود. نیاز به سرعت بیشتر و محدودیت‌های اساسی مانند تأخیر، ممکن است موانعی را در مورد آنچه SDN عملاً می‌تواند به آن برسد، ایجاد کند.

فناوری اطلاعات طی دهه گذشته به طور قابل توجهی تغییر کرده است. ظهور محاسبات ابری، محاسبات تلفن همراه و سایر روندها مانند اینترنت اشیاء، فناوری اطلاعات را از محوریت سرویس‌دهنده به شبکه-محور تبدیل کرده است. به همین دلیل است که مدیران فناوری اطلاعات و کسب و کار باید شبکه را به عنوان یک دارایی استراتژیک

^۱ Load Balancer

^۲ Orchestration

^۳ Self-Management

^۴ Autonomic

در نظر بگیرند. در نتیجه، هر مشکلی که بر شبکه تأثیر بگذارد، مستقیماً بر کسب و کار تأثیر می‌گذارد که هزینه / زمان را در بر می‌گیرد.

۳ مدل بلوغ شبکه

مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس مخابراتی، چارچوبی را تعریف می‌کند تا براساس آن ارائه‌دهندگان سرویس بتوانند فعالیت‌هایشان را اولویت‌بندی و پیشرفت آنها را اندازه‌گیری کنند، و در مقایسه با پیشرفت‌های برتر دیگران خود را محک بزنند [۵].

قبل از ارائه این چارچوب، به واقعیت‌های بازار برای ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی می‌پردازیم و سپس اصول این چارچوب برای ایجاد مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس به همراه مراحل پیشرفت آن را بررسی خواهیم کرد.

۳-۱ واقعیت‌های بازار برای ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی

توجه به واقعیت‌های بازار برای ارائه‌دهندگان سرویس، انگیزه کافی برای طی مسیر تکامل بلوغ فراهم می‌کند. انگیزه برای تحول شبکه‌های غیرقابل انعطاف، به همراه تغییر خواسته‌های مشتری و تغییر ساختار هزینه، و مواجهه با کالایی شدن سرویس از جمله این واقعیت‌ها است.

۳-۱-۱ انگیزه برای تحول شبکه‌های غیرقابل انعطاف

ارزش اقتصادی ارائه‌دهنده سرویس مخابراتی بستگی به قابلیت اطمینان شبکه، مقیاس‌پذیری و در دسترس بودن آن برای ارائه سرویس دارد. شبکه‌ها با توجه به نیاز به ارائه سرویس مهم حاکمیتی و امنیت، با دقت مدیریت و آزمایش می‌شوند. با توجه به وابستگی و اهمیت شبکه، ارائه‌دهندگان سرویس بدنبال یک فرایند پیاده‌سازی بسیار روشمند که با ریسک و تغییرات شبکه مقابله کند، هستند. رابط‌ها، پروتکل‌ها و سرویس قبل از اینکه با هرگونه "نوآوری" توسط فروشندگان معرفی شود، به سالها استانداردگذاری نیاز دارند. به این ترتیب، پیاده‌سازی و معرفی سرویس جدید ممکن است چندین ماه طول بکشد.

۳-۱-۲ تغییر خواسته‌های مشتری

با توجه به معرفی گوشی‌های هوشمند، گسترش دستگاه‌های تلفن همراه و تقریباً همه‌گیر شدن دسترسی به شبکه، برنامه‌ها و سرویس جدید، به طور قابل ملاحظه‌ای تقاضا برای زیرساخت‌های شبکه را به سرعت افزایش می‌دهند.

۳-۱-۳ تغییر ساختار هزینه

ساختارهای هزینه‌ای شبکه سنتی برای ارائه‌دهندگان سرویس مطلوب نیستند، زیرا مخارج سرمایه‌ای زیادی (CapEx) را تحمیل می‌کند. از سوی دیگر وابستگی انحصاری به فروشندگان، توانایی ارائه‌دهندگان سرویس را در جهت تغییر ساختار هزینه کاهش می‌دهد. دگرگونی شبکه، فرصت‌هایی را برای ایجاد نوآوری و کاهش هزینه فروشنده به ارمغان می‌آورد، که به طور موثر سرمایه و هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد.

۳-۱-۴ جلوگیری از کالایی شدن

در محیطی که رقابت جدیدی از سوی بازیکنان^۱ OTT (مانند گوگل و آمازون) شکل گرفته، و تقاضا برای ظرفیت شبکه بیشتر از درآمد تولید شده است، هزینه‌های ثابت بسیار زیاد شده است. در این میان، سرعت نوآوری در بازار تجهیزات شبکه تحت تأثیر فروشندگان قرار گرفته است، و ارائه‌دهندگان سرویس برای جلوگیری از کالایی شدن سرویس در حال مبارزه هستند.

۳-۲ چارچوبی برای ایجاد مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس

مدل‌های بلوغ در انواع بازارهای جدید و در حال تحول استفاده می‌شود تا به سازمان‌ها در توسعه رویکرد برنامه‌ای کمک کند. از پذیرش آبری گرفته تا حفظ حریم خصوصی مصرف‌کننده، مدل‌های بلوغ چارچوبی را فراهم کرده‌اند که بر اساس آن سازمان‌ها می‌توانند پیشرفت خود را با معیارها بسنجند. سازمان‌ها مراحل زیر را برای توسعه رویکرد برنامه‌ای انجام می‌دهند:

- ارزیابی مرحله فعلی بلوغ .
- شناسایی مرحله بلوغ آتی که با اهداف و مقاصد کسب و کار مطابقت دارد.
- تهیه نقشه راه با فهرستی از ابتکارات، برای کاهش فاصله بین مرحله فعلی بلوغ و مرحله آتی بلوغ

در بازارهایی مانند NFV و SDN، مدل‌های بلوغ می‌توانند به ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی کمک کنند :

- درک ابعاد بلوغ پذیرش SDN/NFV .
- شناسایی و غلبه بر موانع پذیرش بازار و همکاری با اکوسیستم.
- تمرکز بر ابتکارات، جهت انتقال قابلیت‌های منتخب به اهداف مرحله بلوغ در زمان مناسب

^۱ Over The Top

مدل بلوغ، رویکردی را برای پذیرش گسترده فناوری‌های SDN و NFV در بازار ارائه می‌دهد. برای دستیابی به استقبال گسترده از بازار، راه حل انتخابی باید به مشخصه‌های بلوغ چون مقیاس‌پذیری، قابلیت استفاده مجدد، قابلیت تعویض، قابلیت اطمینان، امنیت و عملکرد رسیده باشد.

ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی در حال انجام آزمایشات و استقرار محدودی هستند که مراحل مختلف مدل بلوغ را شامل می‌شود. به عنوان مثال، اثبات مفاهیم و/یا آزمایشات "به صورت انتها به انتها" انجام شده است که شامل تعامل با ^۱OSS/BSS، هم‌نوآساز، ^۲VNFها و ^۳NFVI می‌شود. در حالی که این اقدامات برای پیشبرد بازار بسیار مهم است، اما نشان‌دهنده بلوغ نیست. به منظور دستیابی به زیرساخت‌های استقرار با مقیاس مطلوب، چند منظوره و قابل تعویض، باید ابتکارات پذیرش SDN/NFV با مراحل تعریف شده در مدل هم راستا باشد. تا زمانی که این اقدامات به نقاط عطف تعیین شده توسط مشخصه‌های بلوغ نرسیده باشد، بالغ بشمار نمی‌آید.

۳-۲-۱ انتخاب راه حل‌های منبع باز در مقابل راه حل‌های اختصاصی

در حالی که مدل بلوغ، بین راه حل‌های باز و استاندارد در مقایسه با راه حل‌های اختصاصی تمایز قائل نمی‌شود، معمولاً استفاده از راه حل‌های انحصاری فروشندگان (lock-in) یا اختصاصی، امکان دستیابی به بخش‌هایی از مدل‌های بلوغ را فراهم می‌کند. در حالی که ارائه‌دهندگان سرویس مایلند راه حل‌های اختصاصی را برای ورود سریع‌تر به بازار بپذیرند، اما تمایل نهایی آنها این است که در دام فروشندگان نیفتند. در راستای تامین اهداف آنها، مدل بلوغ پیشنهادی مراحل و نقاط عطف مربوط به نیازمندی‌های ارائه‌دهنده سرویس را در واسط‌های باز، استاندارد و اجزای قابل تعویض در نظر می‌گیرد.

۳-۲-۲ اصول مورد استفاده در ایجاد مدل

فراوانی "قطعات متحرک" در سراسر اکوسیستم ارائه‌دهنده سرویس SDN/NFV وجود دارد که بر مسیر بلوغ تأثیر می‌گذارد. به عنوان اصول راهنما، درک انگیزه‌های تحول شبکه، موانع پذیرش این فناوری‌ها، و تأثیر این تحولات بر سرویس نوآورانه موجود و جدید بسیار اساسی است. نکته آخر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، شبکه باید دسترسی بالایی داشته باشد و تجربه مشتری نمی‌تواند بر پذیرش فناوری‌های SDN/NFV تأثیر منفی بگذارد.

یکی دیگر از اصول راهنمای مورد استفاده در چارچوب مدل بلوغ این است که ارائه‌دهندگان سرویس نخست NFV را می‌پذیرند و SDN را به بعد موکول می‌کنند. این در حالی است که ارائه‌دهندگان سرویس ممکن

^۱ Operation Support System/Business Support System

^۲ Virtual Network Function

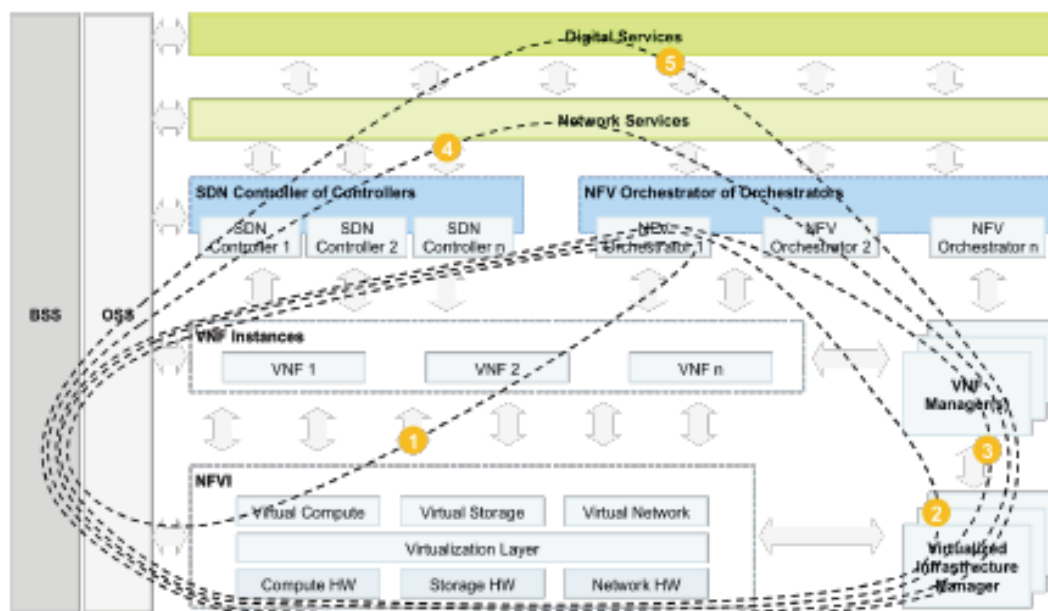
^۳ Network Function Virtualization Infrastructure

است SDN یا NFV را به عنوان نقطه شروع انتخاب کنند، ولی ارزیابی اکثر موارد استفاده از SDN/NFV نشان می‌دهد که ارائه‌دهندگان سرویس با NFV شروع می‌کنند.

عناصر تشکیل‌دهنده تضمین سرویس مشتری نهایی، توسط مشخصه‌های بلوغ شکل گرفته است. به طور خلاصه، شبکه نه تنها باید بسته‌ها را از نقطه A به نقطه B با توان و تأخیر قابل قبول هدایت کند، بلکه این کار را نیز به شکلی انجام می‌دهد که قابلیت اطمینان و امنیت مورد نیاز مشتریان و برنامه‌های کاربردی حفظ شود. دستیابی به مشخصه‌های بلوغ در دنیای مجازی چند لایه پیچیده‌تر می‌شود، جایی که قابلیت ارتجاعي، زنجیره سرویس، حوزه‌های ابر ترکیبی، و عناصر شبکه SDN مجازی، به سرعت در شبکه در حال گسترش نفوذ می‌کند.

موانع و ناشناخته‌های ذکر شده، تأثیر مستقیمی بر بلوغ تحول شبکه دارد. مقیاس‌بندی نیاز به خودکارسازی، خودکارسازی نیاز به برنامه‌ریزی، و قابلیت برنامه‌ریزی مستلزم جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل و واسطه‌های کنترل دارد تا تغییرات در زمان واقعی در شبکه انجام شود. در سطح بالایی از انتزاع، قابلیت اطمینان/ برنامه‌پذیری شبکه را می‌توان به عنوان چندین حلقه تو در تو "بازخورد و کنترل" تصور کرد.

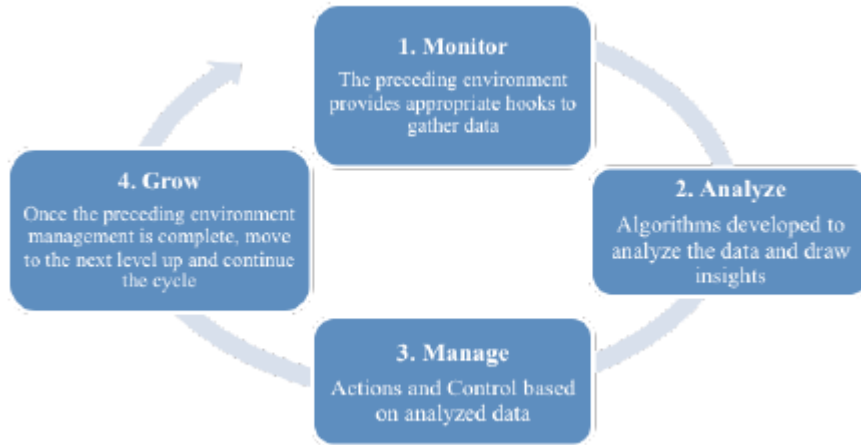
برای دستیابی به مزایای یک شبکه مجازی، باید یک پایگاه قوی در داخلی‌ترین حلقه کنترل ساخته شود، و به سمت خارج به حلقه‌های بزرگتر و بزرگتر گسترش یابد، البته این بدان معنا نیست که نباید روی حلقه‌ای بزرگتر تمرکز کرد. حلقه‌های بلوغ نشان داده شده در شکل ۶، در مدل بلوغ شبکه بیشتر توضیح داده خواهد شد.



شکل ۶ حلقه‌های بلوغ شبکه [۵]

هنگام تجزیه و تحلیل مدل، نیاز کلی تضمین سرویس که بر اساس نظارت، تجزیه و تحلیل، و مدیریت است، در نظر گرفته می‌شود. برای برنامه‌ریزی شبکه، باید از "هوش"ی که بر اساس یک چارچوب مشترک برای تجزیه و تحلیل

و سنجش از راه دور ساخته شده است، استفاده شود. به منظور ارائه تجزیه و تحلیل، گزارش به موقع داده‌های مربوطه باید به موتورهای تجزیه و تحلیل ارسال شود. (گزارش داده‌ها ← تجزیه و تحلیل ← برنامه نویسی). به این ترتیب، هر حلقه بازخورد و کنترل به شرح زیر به جلو می‌رود:



شکل ۷ فرآیندی که در آن حلقه‌های "بازخورد و کنترل" بسته می‌شوند [۵]

به عنوان مثال، حلقه‌ای که شامل عناصر NFVI، VNF، VNFM^۱ و VIM^۲ است، در نظر بگیرید. این عناصر باید به صورت حلقه بسته با هم کار کنند تا زمینه‌ای برای انتزاع مرتبه‌های بالاتر فراهم شود. برای دستیابی به این فرآیند حلقه بسته، مراحل مورد بحث در شکل ۷ باید همزمان انجام شود:

مرحله ۱: داده‌های VNF و NFVI جمع‌آوری می‌شوند تا نشان دهند که چگونه VNF و NFVI در یک استقرار واقعی رفتار می‌کنند.

مرحله ۲: این داده‌ها برای بدست آوردن بینش، با طرح سؤالاتی چند تجزیه و تحلیل می‌شوند: چگونه از زیرساخت‌ها استفاده می‌شود؟ آیا منابع مورد نیاز VNF با توافق‌نامه‌های سطح سرویس (SLA)^۳ آن سازگار است؟ آیا زیرساخت‌ها ظرفیت کافی برای اجرای VNF را که توسط SLA مشخص شده است، فراهم می‌کنند؟ آیا ترافیک برای پشتیبانی از SLA به VNF‌های بیشتری نیاز دارد؟

مرحله ۳: پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، می‌توان تصمیم‌گیری کرد. اکنون شبکه می‌تواند سطوح بالاتری از انتزاع را در چارچوب مدیریت و هم‌نوآوری^۴، تنظیم کند یا اطلاع دهد.

^۱ Virtual Network Function Manager

^۲ Virtual Infrastructure Manager

^۳ Service Level Agreement

^۴ Orchestration

مرحله ۴: اکنون که این حلقه بسته شده است و رفتار مناسبی دارد، و می‌توان بر بلوغ حلقه مرتبه بعدی، مانند سرویسی با چندین VNF تمرکز کرد.

۳-۲-۳ خلاصه مدل بلوغ شبکه ارائه‌دهنده سرویس

بلوغ SDN/NFV در محیط ارائه‌دهنده سرویس به پنج سطح اصلی بلوغ تقسیم شده است. هدف این است که هر مرحله از نظر کیفی، سطح قابل توجهی از ارتقای مرحله قبلی را داشته باشد و از یک مانع بزرگ عبور کرده باشد. این مراحل ۵ - NMM^۱ نامیده می‌شود، یعنی مدل بلوغ شبکه (NMM^۱) فاز ۱، ۲، ۳، ۴ و سپس ۵.

در مقیاسی بزرگتر، NMM^۱-۳ را می‌توان "بلوغ VNF ها" در نظر گرفت. در طی این مراحل است که VNF ها مدیریت پذیرتر، آگاه‌تر، و هماهنگ با الزامات توافق‌نامه‌های سطح سرویس (SLA)^۲ می‌شوند. NMM^۴ - NMM^۵ را می‌توان "بلوغ برنامه کاربردی/ سرویس شبکه" در نظر گرفت. در این مرحله ما شاهد ظهور برنامه‌های کاربردی و سرویس در سطح شبکه هستیم. به عنوان مثال، بهینه‌سازی قدرت مرکز داده و مهندسی ترافیک شبکه در طی این مراحل به دست می‌آید.

مدل بلوغ به پنج زمینه اصلی تقسیم شده است تا به ارائه‌دهندگان سرویس در همه جنبه‌های کسب و کار خود کمک کند:

- کسب و کار و سرویس - نحوه توسعه کسب و کار و سرویس مرتبط، برای استفاده از مزایای SDN/NFV
- فناوری - چگونگی پذیرش و استقرار فناوری در محیط ارائه‌دهنده سرویس
- سازماندهی - دیدگاه ارائه‌دهندگان سرویس از سازماندهی و حمایت از برنامه‌ها، جهت اطمینان از موفقیت
- حکمرانی - نحوه اداره اجزای مالی و عملیاتی راه حل جدید
- مشتری - نحوه تغییر تجربه مشتری با پذیرش NFV/SDN

۳-۲-۴ پنج فاز مدل بلوغ شبکه

🚦 فاز ۱: VNF های مستقل - تجاری سازی سرویس جداگانه. VNF های تکی که سرویس را تشکیل می‌دهند ممکن است از فروشندگان جداگانه باشند، اما با راه حل یک فروشنده واحد تنظیم شده‌اند.

🚦 فاز ۲: مدل‌های اطلاعاتی مشترک - فروشندگان VNF، کارکرد شبکه SLA را از طریق توصیف‌گرهای VNF با یک مدل اطلاعاتی مشترک مشخص کرده و ارائه می‌دهند.

^۱ Network Maturity Model

^۲ Service Level Agreement

فاز ۳: مقیاس‌بندی خودکار عملکرد شبکه – مقیاس‌بندی خودکار عملکرد شبکه، یا کشش تقاضا، به عنوان مقیاس‌پذیری افقی تعریف می‌شود. با گسترش ترافیک شبکه و قراردادهای مربوطه در زمان واقعی، ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند برای ظرفیت موجود مجدداً هدف‌گذاری کنند یا سخت‌افزار یا نرم‌افزار را به طور مستقل برای افزایش ظرفیت اضافه کنند.

فاز ۴: فدراسیون^۱ SDN – مدیریت برنامه‌های کاربردی/سرویس و بهره‌گیری از کل شبکه را بصورت انتها به انتها ممکن می‌سازد؛ از جمله وظایفی مانند بهینه‌سازی قدرت مرکز داده و مهندسی ترافیک شبکه.

فاز ۵: خودکارسازی کامل سرویس – حلقه تجزیه و تحلیل بسته است، و جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها، و برنامه‌ریزی مناسب شبکه ممکن خواهد بود. از سوی دیگر برنامه‌های کاربردی قادر به درخواست سرویس از شبکه هستند، که به طور خودکار برای برآوردن سطح سرویس جدید درخواست شده، تنظیم می‌شوند.

اولین دوره بلوغ، "بلوغ VNF‌ها" نامیده می‌شود که شامل مراحل زیر است:

- NMM^۱: VNF‌های مستقل
- NMM^۲: مدل‌های اطلاعاتی مشترک
- NMM^۳: مقیاس‌بندی خودکار عملکرد شبکه
- دوره پیشرفته بلوغ، "بلوغ برنامه‌های کاربردی و سرویس شبکه" نامیده می‌شود، که شامل مراحل زیر است:
- NMM^۴: فدراسیون SDN
- NMM^۵: خودکارسازی کامل ارائه سرویس

چند نکته مهم در مورد استفاده از مدل بلوغ:

- ارائه‌دهندگان سرویس ممکن است به یک مرحله بلوغ خاص اکتفا کنند، زیرا آن مرحله بلوغ خاص، با اهداف کسب و کارشان مطابقت دارد. در این شرایط، در حالی که هدف کسب و کار محقق می‌شود، مزایای کامل پذیرش SDN/NFV ممکن است محقق نشود.
 - انتظار می‌رود که ارائه‌دهندگان سرویس، بلوغ شبکه‌های VNF و سرویس شبکه مجازی را به طور مستقل در هر دامنه، از طریق اجرای مرحله NMM^۳ تکامل دهند، زیرا تکامل در دامنه‌های شبکه خاص رخ می‌دهد.
 - برای تحقق NMM^۴، نیاز به سرویس شبکه‌ای متعددی داریم (متشکل از VNF‌های متعدد)، که از طریق NMM^۳ ارتقاء یافته است، تا توسط کنترل‌کننده‌ها در چندین دامنه کنترل شود.
- برای روشن شدن ویژگی‌های هر یک از مراحل، آنها را به تفصیل بررسی می‌کنیم.

^۱ Federation

✚ مجازی‌سازی وجود ندارد (NMM^۰)

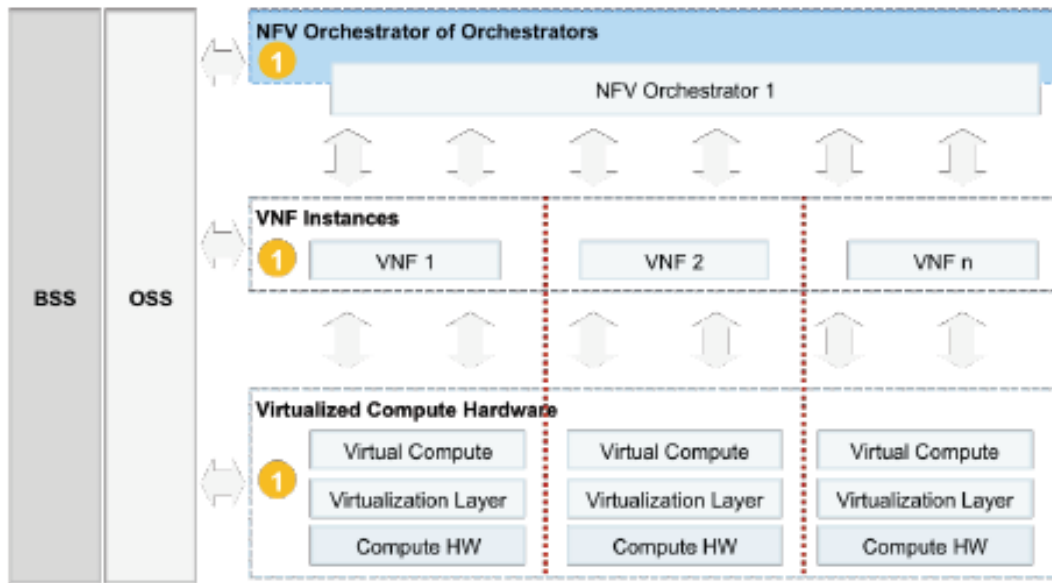
این مرحله را می‌توان قبل از معرفی SDN و NFV، به عنوان شبکه پایه بشمار آورد. این شبکه از طریق "جعبه‌هایی" اختصاصی شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار، با رابط خط فرمان (CLI^۱) یا سیستم‌های مدیریت عنصر اختصاصی (EMS^۲) شکل می‌گیرد. عمدتاً، هیچ تفکیک منطقی یا فیزیکی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری (بدون NFV) و جداسازی صفحه داده و صفحه کنترل (بدون SDN) وجود ندارد.

✚ VNF‌های مستقل (NMM^۱)

نتیجه کلیدی این مرحله بلوغ: تحویل "سرویس" مبتنی بر یک فروشنده، بر اساس یک محیط مجازی. مزیت اصلی این مرحله بلوغ: جداسازی عملکردهای نرم‌افزار شبکه از NFVI می‌باشد. حداقل وابستگی‌ها برای فعال کردن NMM^۱، شامل یک بستر سخت‌افزاری و اجزای نرم‌افزاری متداول، مانند سوئیچ مجازی (vSwitch)، سامانه مدیریت عنصر^۲، و سیستم عامل میزبان است که عملکرد کافی (توان، تأخیر) را برای VNF‌ها فراهم کند.

در این مرحله ارائه‌دهندگان سرویس، استقرار جداگانه‌ای از توابع شبکه مجازی را برای توسعه سرویس شبکه انجام می‌دهند. در این مرحله، عبارت "سرویس" برای توصیف سرویس به مشتریان نهایی استفاده نمی‌شود، بلکه از نقطه نظر VNF گرفته شده است. به عنوان مثال، یک سرویس CPE^۳ لبه یا شاخه مجازی ممکن است شامل توابع شبکه مجازی از جمله vRouter، vFirewall و vLoadBalancer باشد. سه عملکرد مجازی در این مثال ممکن است از فروشندگان مختلف باشد، اما هرگونه مدیریت منابع و هم‌نوآوری مورد نیاز توسط یک نهاد واحد انجام می‌شود (شکل ۸).

^۱ Control Line Interface
^۲ Element Management System
^۳ Customer Premises Equipment



شکل ۸ فاز ۱ مدل بلوغ شبکه [۵]

این استقرارها از یکدیگر جدا هستند، معمولاً هم‌نوا نمی‌شوند، و به بخش کوچکی از شبکه محدود می‌شوند. در این مرحله، کنترل در دامنه‌های خاص با کنترل‌کننده‌های درون دامنه اختصاصی، برای آن حوزه جدا شده است. به عنوان مثال، اگر ارائه‌دهنده سرویس دارای یک دامنه ^۱ vCPE و یک دامنه ^۲ vEPC باشد، آنها معمولاً هم‌نوا یا کنترل نمی‌شوند و با یکدیگر ارتباط برقرار نمی‌کنند.

در طول ^۱ NMM، توانایی اندازه‌گیری و تضمین حداکثر استفاده از منابع فیزیکی و مجازی از هر "سرویس" محدود می‌شود. به عنوان مثال، ارائه‌دهنده سرویس ممکن است ضمانت‌های مفصلی در مورد استفاده از منابع توسط عملکردهای VNF مربوط به vCPE در محیط استقرار یافته، نداشته باشد. به این ترتیب، هر سرویس بر روی NFVI اختصاصی خود قرار می‌گیرد. به بیان دیگر، ماشین‌های مجازی از دامنه vCPE و دامنه vEPC ممکن است در زیرساخت فیزیکی یکسانی قرار نگیرند، زیرا ممکن است زیرساخت‌های فیزیکی برای عملکردهای خاص، از عملکردهای تخصصی پشتیبانی کنند (برای مثال، برای پردازش vEPC در مقایسه با vCPE به قابلیت پردازش بیشتری نیاز است).

^۱ Virtual CPE

^۲ Engineering Procurement Construction

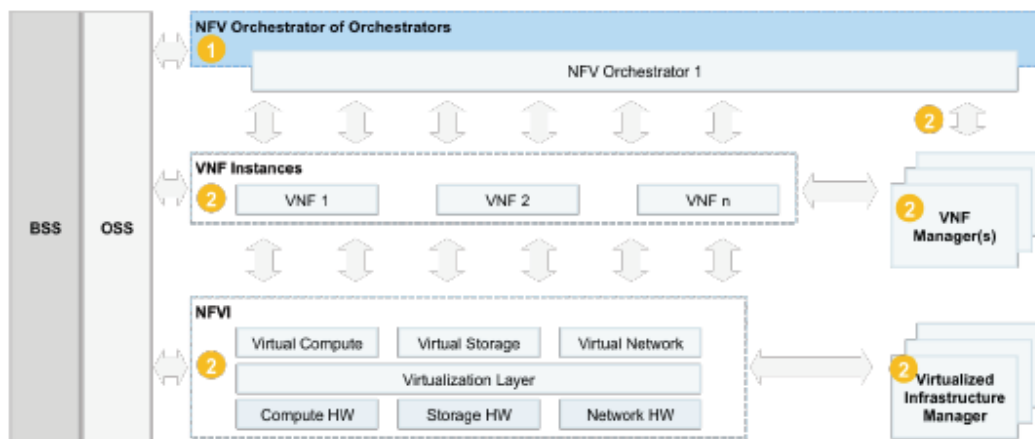
➤ مدل‌های اطلاعاتی مشترک (NMM^۲)

نتیجه کلیدی این مرحله بلوغ: تدارک محیط NFV مبتنی بر چند فروشنده که توسط VNF ها و راه حل‌های NFVI چندین فروشنده پشتیبانی می‌شود، و پشتیبانی از این محیط بر اساس مدل‌های اطلاعاتی مشترک در لایه‌های پشته (VNF، NFVI و سرویس شبکه).

مزیت اصلی این مرحله بلوغ: استقرار تولیدات VNF و NFVI از چندین فروشنده.

مدل‌های اطلاعاتی مشترک، VNF های سوار بر محیط‌های هم‌نوا ساز مستقل از فروشنده، برای قرار دادن هوشمندانه حجم کار، مدیریت چرخه عمر VNF و تضمین سرویس (نظارت/کنترل) را در سراسر NFVI فعال می‌کند. فروشندگان VNF با توصیف یک مدل اطلاعاتی مشترک، کارکرد شبکه SLA را از طریق توصیف‌گرهای VNF ارائه می‌دهند. از سوی دیگر یک مدل اطلاعاتی مشترک راجع منابع نیز برای انتزاع قابلیت‌ها و ویژگی‌های زیرساخت زیرین NFVI استفاده می‌شود. این مدل‌ها از لایه‌های VNF و NFVI، زیربنای لازم برای مدیریت چند فروشنده‌گی و محیط سازماندهی شده فراهم می‌کنند، تا استقرار VNF، مدیریت چرخه عمر و تضمین سرویس را ارائه دهند.

سپس ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند VNF و NFVI را به طور مستقل (ضروری برای پیوند شبکه/ فناوری اطلاعات (IaaS)) در محیط استقرار یافته نظارت کنند - به عنوان مثال، داده‌های سنجش از راه دور برای ارائه‌دهنده سرویس در دسترس است، تا زیرساخت‌های فیزیکی و زیرساخت‌های مجازی را به طور مستقل برای عملکرد مطلوب تنظیم کند شکل ۹.



شکل ۹ فاز ۲ مدل بلوغ شبکه [۵]

➤ عملکرد شبکه با مقیاس پذیری خودکار (NMM^۳)

نتیجه کلیدی این مرحله بلوغ: زیرساخت‌های فیزیکی و مجازی انعطاف‌پذیر، VNF حلقه بسته، و مدیریت چرخه عمر NFVI.

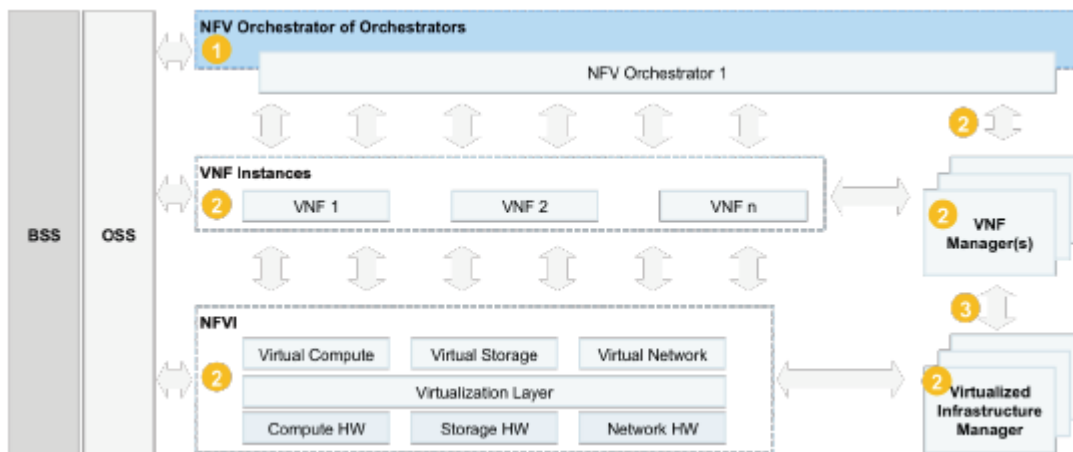
مزیت کلیدی این مرحله بلوغ: دستیابی به بازپیکربندی شبکه در زمان واقعی، با استفاده کارآمد و قابلیت انعطاف‌پذیری خودکار.

با افزایش قراردادهای و گسترش شبکه در زمان واقعی، ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند سخت‌افزاری را برای افزایش ظرفیت کل شبکه (با گسترش زیرساخت فیزیکی) و مجوزهای نرم‌افزاری VNF برای پشتیبانی مشترکین (با گسترش زیرساخت مجازی) اضافه کنند.

در این مرحله، تصمیمات مقیاس‌بندی خودکار بر اساس ترافیک شبکه و KPIها گرفته می‌شود. VNFها به طور خودکار بر اساس ظرفیت و در دسترس بودن ایجاد، حذف، و تقویت می‌شوند. به طور مشابه، زیرساخت‌های فیزیکی که به VNFها خدمت می‌کنند، باید بتوانند به صورت پویا برای استفاده از منابع موجود NFVI مقیاس‌پذیر شوند. این محیط پویا، پیامدهای مستقیمی برای OSS/BSS خواهد داشت و بنابراین، نیاز به ارتباطات مناسب با سیستم Billing برای صدور صورتحساب دارد. به منظور دستیابی به این قابلیت ارتجاعی، نیاز به قابلیت همکاری در لایه‌های کنترل‌کننده VIM/MANO و SDN داریم. استقرار سریع تعدادی از VNFها (اضافه و حذف پویا) نیاز به پیکربندی مجدد شبکه در زمان واقعی دارد.

در این مرحله وجود معیارها، و تجزیه و تحلیل انجام شده در مرحله قبلی (NMM^۲) با ویژگی "پیش‌بینی‌کننده"، به برنامه‌ریزی ظرفیت و افزایش اندازه مناسب شبکه و مرکز داده بطور خودکار کمک می‌کند. ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند حجم کار شبکه را به منظور پیش‌بینی عملکرد و مصرف منابع یک عملکرد ارائه دهند (شکل ۱۰).

البته کنترل‌کننده‌های خاص دامنه (به عنوان مثال، vCPE، vEPC، Gi-LAN Controller) تا مرحله NMM^۴ جدا عمل می‌کنند.



شکل ۱۰ فاز ۳ مدل بلوغ شبکه [۵]

فدراسیون^۱ SDN^۲ (NMM^۴)

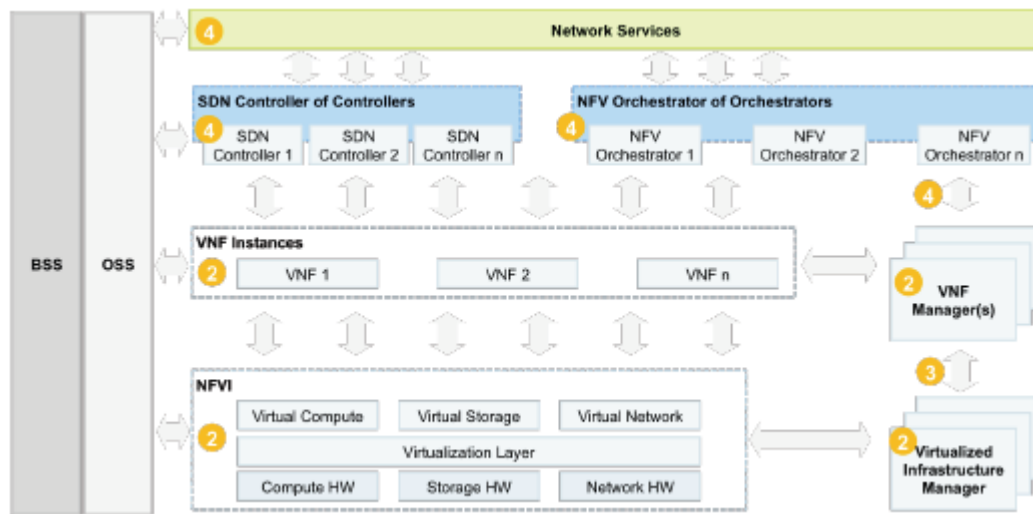
نتیجه کلیدی این مرحله بلوغ : تجمیع کنترل‌کننده‌ها و هم‌نواها به صورت عمودی.

مزیت اصلی این مرحله بلوغ : امکان هم‌نواسازی شبکه توسط نمای شبکه‌ای VNF بصورت انتها به انتها.

نکته کلیدی در این مرحله، نمای شبکه‌ای انتها به انتها است که شامل دورگشت^۳ (Backhaul) می‌شود. موفقیت در این مرحله به برنامه‌های کاربردی/ سرویس اجازه می‌دهد تا از کل شبکه، از جمله وظایفی مانند بهینه‌سازی قدرت مرکز داده و مهندسی شبکه استفاده کنند.

کنترل‌کننده‌ها و هم‌نواها هم‌نواها (یعنی CMP^۳) قابلیت مشاهده و کنترل کنترل‌کننده‌های دامنه‌ای که یکبار جدا شده است را خواهند داشت (لازم به ذکر است که در مراحل قبلی (۳-۱) NMM کنترل‌کننده‌های دامنه جدا شده بودند). به دلیل جدایی کنترل‌کننده‌های دامنه، نمای شبکه‌ای انتها به انتها یا کنترل کامل کل شبکه امکان‌پذیر نبود. ویژگی مشخصه NMM^۴، هم‌نواسازی هر دامنه با دامنه‌های دیگر در کل شبکه است (شکل ۱۱).

نظارت و هشدارهای KPI^۴ در سراسر شبکه در دسترس است، اما دستکاری حلقه بسته تا NMM^۵ به تأخیر می‌افتد.



شکل ۱۱ فاز ۴ مدل بلوغ شبکه [۵]

^۱ Federation

^۲ برقراری ارتباط میان دو نقطه نزدیک به هم، با انتقال شدآمد به نقطه‌ای واسط و دور دست و سپس انتقال آن به مقصد

^۳ Connection Management Protocol

^۴ Key Performance Indicator

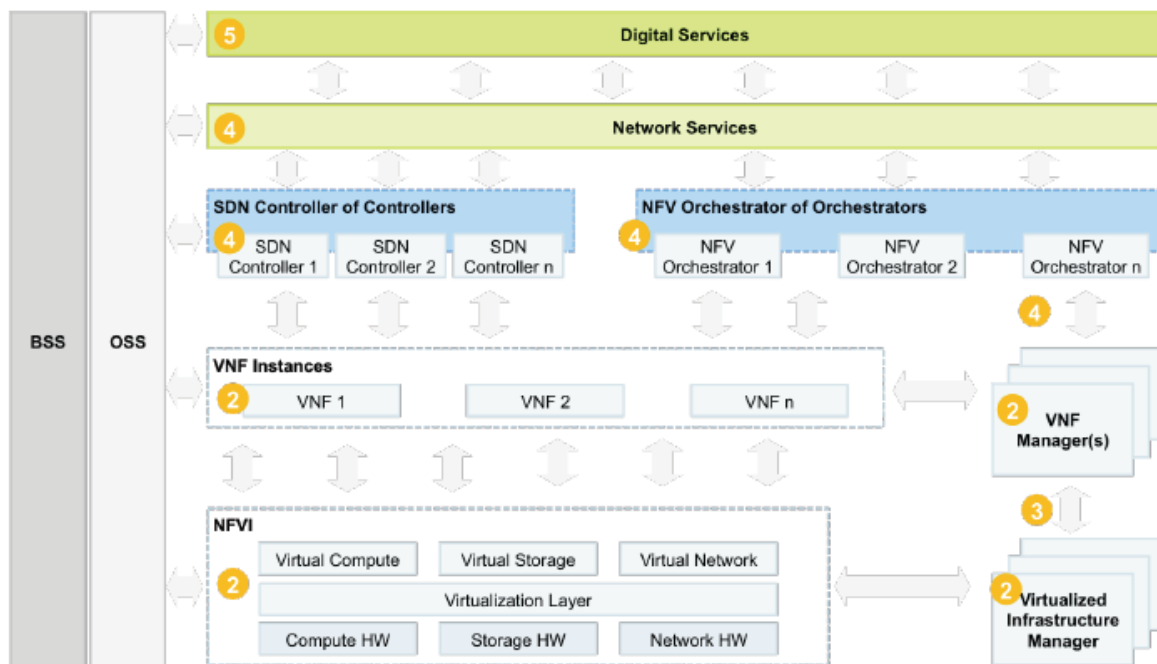
✚ خودکارسازی کامل سرویس (NMM^o)

نتیجه کلیدی این مرحله بلوغ : کنترل حلقه بسته در "کنترل کنترل کننده". شبکه می‌تواند اقدامات خودکار را برای تامین KPI به همراه هم‌نوآوری سرویس انجام دهد.

مزیت کلیدی این مرحله بلوغ : هم‌نوآوری انتها به انتهای سرویس.

در این مرحله، کنترل کنترل کننده‌ها می‌تواند داده‌ها را جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل، و شبکه را به طور مناسب برنامه‌ریزی کند. توصیف کننده‌های سرویس استاندارد با قابلیت دسترسی، به برنامه‌های کاربردی لایه بالا اجازه می‌دهند از شبکه درخواست سرویس کنند، که این سرویس به طور خودکار برای انجام تغییرات در مراحل سرویس تنظیم می‌شود. الگوریتم‌های قابل دسترسی با زنجیره‌ای از سرویس در سراسر شبکه (در دامنه یک اپراتور و دامنه بین اپراتورها) می‌تواند با زنجیر کردن چندین VNF به بهترین نحو، به عملکرد مورد نظر برسد.

در این مرحله، ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند به توسعه برنامه‌های کاربردی با ارزش افزوده بپردازند، که از رابط‌ها در سطوح مختلف معماری SDN/NFV متناسب با نیازها و تجربیات مشتری استفاده می‌کنند. برای مثال، یک برنامه کاربردی مهندسی ترافیک که باید از توپولوژی شبکه و سیاست‌های اپراتور شبکه اطلاعات کافی داشته باشد، احتمالاً بیشتر در مرحله کنترل کنترل کننده‌ها قرار دارد و از وضعیت دقیق شبکه اطلاع حاصل می‌کند. این وضعیت را با یک برنامه کاربردی عرضه پهنای باند مقایسه کنید که در آن مشتریان می‌توانند در مواقع مورد نیاز یا زمانی که ارائه‌دهنده سرویس ظرفیت اضافی دارد، پهنای باند اضافی خریداری کنند. این رابط برنامه‌ریزی به دانش دقیق توپولوژی شبکه ندارد و می‌تواند از طریق پیام‌های معمولی از جمله "درخواست سرویس" و "به رسمیت شناختن سرویس" با کنترل کنترل کننده‌ها ارتباط برقرار کند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ فاز ۵ مدل بلوغ شبکه [۵]

در این مرحله، ظهور برنامه‌های کاربردی و سرویس شبکه بخوبی رشد می‌کند، و این امر به ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهد تا از مزایای کامل فناوری‌های SDN/NFV برخوردار شوند. با برنامه‌های کاربردی مجازی‌سازی شبکه (موجود در ^۱NMM)، حرکت به سمت کنترل‌کننده‌های خاص دامنه (برجسته‌تر در ^۳NMM)، و در نهایت به برنامه‌های کاربردی و سرویس‌های واقعی شبکه می‌رسیم، که فرض می‌کنند شبکه و مراکز داده از طریق واسطه‌های شناخته شده قابل برنامه‌ریزی هستند و می‌توانند به کل شبکه تعمیم پیدا کنند.

نقطه عطف کلیدی برای این مرحله بلوغ "حلقه بسته" است، تا شبکه بتواند خود را برای پایبندی به SLAها آماده و اصلاح کند. پیداست که این نقطه عطف، مکان برنامه‌ها و پروتکل ارتباطی بین برنامه کاربردی و شبکه نیست. منافع کلی تحول، با مجازی‌سازی منابع مرکز داده از طریق بستر مدیریت ابر افزایش می‌یابد. از آنجا که VNF در ^۱WAN با SDN، ذخیره‌سازی، و محاسبه در مرکز داده یکپارچه می‌شود، ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند به سرویس برنامه‌های کاربردی/تجاری با تمرکز بر توسعه انتها به انتها و قابلیت برنامه نویسی دست پیدا کنند. این امر باعث افزایش کارایی و چابکی فوق‌العاده در شبکه ارائه‌دهنده سرویس می‌شود.

در پیوست انتهایی گزارش، جدولی از فازهای بلوغ شبکه ارائه‌دهندگان سرویس در حوزه‌های مختلف و قابلیت‌های هر یک از فازها بطور خلاصه آورده شده است (جدول ۲).

۴ موانع مهاجرت به SDN و NFV

در حالی که ارائه‌دهندگان سرویس به مزایای فناوری‌های مجازی‌سازی اذعان می‌کنند، موانعی برای استقرار، مدیریت، عملکرد و تحقق سرویس وجود دارد [۵]. با توجه به فرهنگ صنعت و الزامات حیاتی برخی تکالیف (FCAPS^۲) در شبکه، مهاجرت به راه‌حل‌های مبتنی بر نرم‌افزار، مستلزم تغییر در روش ارائه سرویس سنتی است. علاوه بر فناوری، هنوز موانع مهمی برای تغییر فرهنگ مورد نیاز، به رسمیت شناختن مدل‌های کسب و کار جدید، و توسعه مهارت‌های جدید وجود دارد.

۴-۱ موانع فناوری

در حالی که در چند سال گذشته حرکت قابل توجهی از نظر علاقه و ارائه راه‌حل‌های NFV روی داده است، فقدان راه‌حل‌های کامل و بالغ از طرف فروشندگان قدیمی و استارت‌آپ‌های زیرک، مانع پذیرش می‌شود. برخی از موانع فنی برای پذیرش سرویس‌دهنده NFV شامل موارد زیر است:

^۱ Wide Area Network

^۲ Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security

- با راه حل‌های موجود در تولید (مانند FCAPS، در دسترس بودن، و قابلیت اطمینان) همتراز نیست.
- عدم قابلیت همکاری در حوزه‌های فناوری (به عنوان مثال، فیزیکی، مجازی، سنتی)
- عدم توانایی برآوردن نیازهای کسب و کار (به عنوان مثال، SLAها، مجوزدهی، ادغام OSS/BSS)

علاوه بر این، SDN و NFV سبب اختلال راه حل‌های موجود OSS/BSS می‌شود، و ممکن است نیاز به نوسازی یا ارتقاء راه حل‌های موجود باشد. انتظار می‌رود که OSS/BSS تکامل یابد تا از تغییر شبکه پشتیبانی کند، زیرا قابلیت‌های شبکه اصلی بهبود می‌یابد. ادغام OSS/BSS با عناصر NFV/SDN بدون شک چالش برانگیزترین راه برای دستیابی به آن است، با این حال فراهم کردن امکان سازماندهی و خودکارسازی سرویس بصورت انتها به انتها، امری کلیدی است. این موانع در حالی که مهم است، با تمرکز مناسب و مشارکت اکوسیستم SDN/NFV برطرف می‌شود.

۴-۲ تغییرات در فرهنگ سازمان‌ها

سازمان‌ها باید از سیلوهای سنتی که به نفع تیم‌های چند منظوره (فناوری اطلاعات، شبکه و محصول) ایجاد شده است، فراتر روند. در حالی که SDN و NFV در درجه اول بر روی شبکه متمرکز هستند، برای دستیابی به یک همسویی سرویس کسب و کار بصورت انتها به انتها با زیرساخت‌ها، به همکاری با تیم‌های شبکه، محاسبه و ذخیره‌سازی نیاز دارند.

علاوه بر این، برای بهبود پاسخگویی، چابکی عملیاتی (به عنوان مثال، روش‌های DevOps) و کیفیت راه حل‌ها، نیاز به روش‌های جدیدی که از قدرت ترکیبی این تیم‌های چند منظوره استفاده می‌کند، داریم. این تیم‌ها تشویق می‌شوند که دائماً نوآوری کنند، به طور مداوم قابلیت استفاده از راه حل‌ها را ارزیابی کرده و پروژه‌ها را با استفاده از تجزیه و تحلیل مدیریت کنند. این امر به تیم‌ها اجازه می‌دهد سریع‌تر حرکت کنند، ابتکار عمل بیشتری داشته باشند و در صورت لزوم، سریع به شکست عکس‌العمل نشان دهند.

فرهنگ‌های جدید به مدل‌های حکمرانی جدید و نقش‌های رهبری جدید نیاز دارند. به منظور دستیابی به این تغییر فرهنگی، سازمان‌هایی توسط رهبران بصیر، ادغام نقش‌های سنتی (به عنوان مثال، CTO^۱ و CIO^۲ به CTIO^۳) برای حذف روش‌های سنتی، چابک‌تر شدن و برآورده ساختن بهتر اهداف کسب و کار را آغاز کرده‌اند.

۴-۳ به رسمیت شناختن مدل‌های تجاری جدید

با دور شدن فروشندگان TEM^۴ از روش‌های تحویل سنتی، ارائه‌دهندگان سرویس باید آماده ارزیابی مدل‌های

^۱ Chief Technology Officer

^۲ Chief Information Officer

^۳ Chief Technology & Information Officer

^۴ Telecommunication Equipment Manufacturer

جدید و نوظهور کسب و کار باشند که با این انتقال همراه خواهد بود :

- جدا کردن تصمیمات خرید سخت‌افزار و نرم افزار، زیرا فروشندگان از لوازم یکپارچه فاصله می‌گیرند.
- مدل‌های قیمت‌گذاری / پرداخت به ازای استفاده نرم‌افزاری.
- ارائه سرویس مدیریت شده توسط فروشندگان سنتی که تمرکز کمتری بر روی محصولات و بیشتر بر روی سرویس خواهند داشت.

لازم به ذکر است که اگرچه این انتقال‌ها ممکن است بیش از آنچه که ارائه‌دهندگان سرویس می‌خواهند طول بکشد، اما فروشندگان به همراه اکوسیستم بزرگتر در این مسیر حرکت می‌کنند، و ارائه‌دهندگان سرویس باید پیامدهای این موضوع را بر کسب و کار خود درک کنند.

۴-۴ شکاف مهارت‌ها

انتقال به NFV، ارائه‌دهندگان سرویس را ملزم می‌کند تا نیروی کار خود را با مجموعه مهارت‌های لازم آموزش دهند. این مسئله یک تلاش زمان‌بر و مهم برای طی این گذار است. ارائه‌دهندگان سرویس مخابراتی که در طول سالیان دراز متکی به فروشندگان بوده‌اند تا هم متخصص حوزه و هم متخصص واحدهای عملکردی باشند، در حال حاضر باید به تجربیات، دانش و تخصص جمعی برای پوشش همه جنبه‌های ناشی از جدایی "بستر" از تامین‌کنندگان عملکرد شبکه تکیه کنند. این موضوع راه را برای فرصت‌های درآمدی جدید برای یکپارچه‌سازان سیستم باز می‌کند تا چنین تخصصی را در حوزه و عملکرد واحد ارائه دهند.

۵ جمع‌بندی و پیشنهادات

در طول ۲۰ سال گذشته، ارائه‌دهندگان سرویس؛ چندین نسل فناوری را پشت سر گذاشته‌اند و شبکه‌ها، و رویکردهای جدیدی را برای کسب و کار اصلی مورد نیاز بازتعریف کرده‌اند [۵]. گرچه با تکامل نیازهای مشتری، فناوری‌های جدیدی مورد نیاز است، اما مدل‌های سنتی خرید لوازم شبکه با بسته‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری که سرویس ثابت ارائه می‌دهند، در حال کاهش است. SDN و NFV وعده مجازی‌سازی شبکه نظیر آنچه که برای مرکز داده انجام شده است را می‌دهند و با راه حل‌های مقرون به صرفه، به ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهند تا به کسب و کارهای دیجیتالی تبدیل شوند.

در حالی که انتقال، امری دشوار است. تقریباً همه تأمین‌کنندگان تجهیزات مخابراتی قدیمی از یک مدل سخت‌افزاری به یک مدل مبتنی بر نرم‌افزار منتقل می‌شوند. مدل جدید مبتنی بر نرم‌افزار، تأمین‌کنندگان اکوسیستم را به چالش می‌کشد تا ضمن کاهش درآمدهای عمده از سخت افزار، حاشیه‌ها را حفظ کنند. این انتقال، تأمین‌کنندگان فعلی را مجبور می‌کند تا حوزه‌های جدیدی را برای حفظ درآمد خود از ارائه‌دهندگان سرویس، حتی بدون رشد هم

شناسایی کنند. این تأمین‌کنندگان سعی خواهند کرد با نرم‌افزارها و سرویس نوآورانه جدید، سرویس خود را متمایز و افزایش دهند.

ارائه‌دهندگان سرویس موظفند هزینه‌ها و پیچیدگی ارائه سرویس را همزمان با تسریع زمان ورود به بازار کاهش دهند. انجمن‌ها و کنسرسیوم‌های منبع باز، وسیله‌ای را در اختیار ارائه‌دهندگان سرویس می‌گذارند تا با کمک نرم‌افزاری مستقیم به اکوسیستم، استانداردهای سنتی مرتبط را افزایش دهند. مدل منبع باز، وسیله‌ای مقرون به صرفه و کارآمد برای ارائه راه حل‌های جدید به بازار و همچنین تاثیرگذاری بر جامعه فروشندگان چندکاره بشمار می‌رود.

مشارکت فروشندگان در جوامع منبع باز، سبب می‌شود تا در سودهی به بلوغ استانداردهایی را که اکثر ارائه‌دهندگان سرویس بر آنها تکیه می‌کنند، کمک کنند. فروشندگان می‌توانند با کمک به پیشبرد این استانداردها و تطبیق پیشنهادات محصول با آنها، اطمینان حاصل کنند که راه حل‌های آنها الزامات^۱ RFP ارائه‌دهنده سرویس را برآورده می‌کند. تأثیر اکوسیستم داخلی این جوامع، هم به فروشندگان و هم ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهد تا نوآوری کرده و محصولات جدید را سریع‌تر به بازار عرضه کنند. با بالغ شدن راه حل‌ها، فروشندگان باید ساختار هزینه‌های سنتی را بازبینی کنند، زیرا سخت‌افزار و نرم‌افزار به طور فزاینده‌ای جدا و انتزاعی می‌شوند.

مشارکت در جوامع منبع باز، به ارائه‌دهندگان سرویس اجازه می‌دهد تا تأثیر مستقیمی بر ابتکارات منبع باز داشته باشند. در جوامع منبع باز، لازم است تا شرکت‌کنندگان در آن به طور فعال با ارائه کدهای برنامه نرم‌افزاری در تلاش‌های انجمن مشارکت داشته باشند. ارائه‌دهندگان سرویس می‌توانند بدین وسیله به منظور افزایش استانداردهای سنتی، از طریق کدنویسی جهت رسیدگی به مشکلاتی که ممکن است در محیط آنها منحصر به فرد باشد، اقدام کنند. همکاری ارائه‌دهندگان سرویس و فروشندگان که به عنوان مشارکت‌کننده در یک پروژه اجتماعی کار می‌کنند، به موازات تلاش‌های استاندارد، سبب اعتبار طراحی راه حل از طریق روش‌شناسی‌های چابک و "شکست سریع"^۲ می‌شود. این روش بعنوان پایه‌ای اساسی از فناوری قابل استفاده، برای تسریع راه حل‌های داخلی ارائه شده توسط فروشنده یا ارائه‌دهنده سرویس بکار می‌آید. این رویکرد جهت تجاری‌سازی فناوری‌های منبع باز، به منظور ایجاد اکوسیستم مورد نیاز برای نوآوری و پذیرش وسیع فناوری‌های مجازی‌سازی که از نرم‌افزار منبع باز و سخت‌افزار استاندارد صنعت استفاده می‌کند، بسیار مهم است.

اگر این جوامع به درستی هدایت شوند، وسیله‌ای نیز برای کمک به کاهش وابستگی شدید به فروشندگان را فراهم می‌کند. به طور سنتی، راه حل‌های اختصاصی منجر به هزینه قابل توجهی برای ویژگی‌های جدید می‌شود و بر

^۱ Request For Proposal

^۲ Fail fast

اساس چرخه تحویل ارائه‌دهنده تجهیزات تحویل داده می‌شود. هیچ یک از این عوامل، از انتقال به مدل ارائه سرویس سریع مورد نظر پشتیبانی نمی‌کند. ابتکارات منبع باز که منجر به مشارکت واقعی در کد برنامه می‌شود، مکانیزمی را برای ارائه‌دهندگان سرویس برای کاهش وابستگی به راه حل‌های اختصاصی، و تسريع در ارائه ویژگی‌های جدید فراهم می‌کند.

یک چالش یا مقاومت رایج در کار با تلاش‌های رهبری جامعه باز این است که نتیجه و جهت مطلوب پروژه در کنترل تنها یک نهاد نیست. در نتیجه، پروژه‌های منبع باز می‌توانند منجر به مشارکت شبکه‌ای شوند که عملکرد، کیفیت، قابلیت اطمینان و مقیاس در سطح کسب و کار را در نظر نمی‌گیرند. شبیه به بازارهای سازمانی و آبری، این چالش فرصتی را برای بازیگران جدید اکوسیستم فراهم می‌آورد تا از پیشنهادات ارائه‌دهندگان منبع باز استقبال کنند، و بدین وسیله قابلیت اطمینان و مقیاس مورد نیاز برای ارائه‌دهندگان شبکه‌های مخابراتی را فراهم کنند.

به طور خلاصه، مدل منبع باز به ارائه‌دهندگان سرویس این امکان را می‌دهد تا بازار خود را گسترش دهند، زمان را برای درآمد سرویس جدید تسريع کنند، به احتمال زیاد هزینه سرویس را کاهش دهند، از وابستگی بی قید و شرط فروشنده اجتناب کنند و نرم‌افزارهای با استفاده مجدد را برای محیط منحصر به فرد خود ارائه دهند. بازیگران جدید اکوسیستم در حال ظهور هستند تا راه حل‌های حاصله را برای تحویل، استقرار، سفارشی‌سازی و پشتیبانی انحصاری کنند و از آن کسب درآمد کنند.

نیروی مخرب SDN و NFV منجر به نوآوری قابل توجهی در بازار تجهیزات مخابراتی می‌شود. در حالی که احتمالاً فروشندگان سنتی قادر خواهند بود به طور موثرتر از بازارهای قدیمی به SDN و NFV منتقل شوند، بازارهای جدیدی ظهور می‌کند و کلاس جدیدی را برای فروشندگان و OEM^۱ها ایجاد می‌کند. برای جلوگیری از خطر کالایی شدن، فروشندگان باید سهم خود را در استفاده مجدد، مقیاس‌پذیری و قابلیت تعویض به دقت مدیریت کنند.

فروشندگان باید آماده باشند تا بر چهار فرصت کلیدی تمرکز کنند تا از این تغییر استفاده کنند :

۱. ایجاد تمایز در فناوری‌های NVF و SDN با بهبود عملکرد راه حل (FCAPS)

۲. بهبود مدل‌های کسب و کار نرم‌افزار و سرویس

۳. بهبود یکپارچگی با اکوسیستم وسیع‌تر حاوی راه حل‌های انتها به انتها بیشتر

۴. تمرکز بر ارزش افزوده توسعه نرم‌افزار از طریق برنامه‌های کاربردی لایه بالا

در حالی که چالش‌های کوتاه‌مدتی در مدل کسب و کار وجود دارد که باید بر آنها غلبه کرد، اما فروشندگان این فرصت را دارند که مشاغل خود را در درازمدت متحول کنند که سبب ایجاد مزیت رقابتی اضافی، درآمدزایی بلندمدت و حاشیه سود بیشتر می‌شود.

^۱ Original Equipment Manufacturer

۶ پیوست

در جدول زیر خلاصه فازهای بلوغ شبکه ارائه‌دهندگان سرویس در نواحی مختلف و با قابلیت‌های خاص هر

فاز آورده شده است.

جدول ۲: فازهای بلوغ شبکه

ناحیه	قابلیت	فاز ۰	فاز ۱	فاز ۲	فاز ۳	فاز ۴	فاز ۵
کسب و کار و سرویس	پیکربندی سرویس / زمان ورود به بازار	* تغییرات در سرویسهای موجود فقط در طول پنجره‌های تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود. * ارائه سرویس جدید ممکن است هفته‌ها یا ماهها طول بکشد تا وارد بازار شود. * برنامه‌ریزی و ارائه فرآیندهای زیرساختی برای وسایل اختصاصی از جمله راه‌اندازی سرویس معمولاً ۱۸-۱۲ ماه طول می‌کشد، که منجر به خرید بیش از حد برای رسیدگی به خواسته‌های غیر منتظره آینده میشود. * سرورهای IT بدون مجازی‌سازی موجود است (COTS)	* در ارتقاء سرویس به VNF های مستقل می‌تواند به صورت پویا و بدون وقفه در سرویس انجام شود. * فروشندگان برای هرگونه قابلیت جدید یا پیشرفت، هزینه‌ها را تغییر می‌دهند.	* سوار شدن سریعتر VNF ها با کنترل متمرکز برای ارائه سریع سرویس * بهبود نظارت بر سرویس، افزایش سرعت و راه حل‌های سخت شده‌تر برای بازار. * راه حل‌های ابتکاری‌تر	* قابلیت مشاهده و تجزیه و تحلیل شبکه و سرویس که مقیاس پذیری پویا و قابلیت ارتجاعی شبکه را امکان‌پذیر می‌کند.	* ایجاد سرویس در عرض چند ثانیه/ روز به جای هفته/ ماه * همراه با سخت‌افزارهای قابل استفاده مجدد، بستر واقعی "نوآوری" را فعال می‌کند که انتظار می‌رود اکثر آزمایشات سرویس جدید در بازار شکست بخورد. برخلاف توسعه محصولات کلاسیک Telco که معمولاً منتظر می‌مانند تا نیاز بازار و فرصت با توجه به ساختار هزینه ثابت شود.	* استفاده بهینه از منابع، بهینه سازی شبکه و حفاظت از سرمایه- گذاری از طریق تهیه بهتر و هماهنگی بیشتر با SLA ها
	نمونه	* Telco سنتی: ارائه سرویس دیجیتال محدود	* موارد استفاده اولیه/ احتمالی در حال توسعه و آزمایش است.	* مجموعه‌ای محدود از سرویس دیجیتال مصرف‌کننده و سازمانی.	* سرویس‌های دیجیتالی قابل نمایش از با استفاده از موارد پیاده- سازی شده.	* برنامه‌ها/ سرویس‌هایی برای توسعه، که از مزایای بهینه‌سازی سرویس/ شبکه در سراسر مرکز	* نسل جدید سرویس با سرویس مشتری، و تمرکز بر جذب مشتری.

فناوری	امنیت			* داده‌های تله‌متری در دسترس، برای توانمندسازی نسل بعدی سرویس دیجیتالی.	* منافع درآمد به صورت کمی تعیین شده است.	داده و ترافیک شبکه استفاده می- کنند. * لایه‌های زیرین MANO/ VIM/ SDN به اندازه کافی پایدار هستند که برنامه‌ها و سرویس گسترده در سراسر شبکه را ممکن می‌سازد.
		* حداقل چارچوب سیاست امنیتی شبکه از انتها به انتها * سیاست های امنیتی متمرکز بر زیرساخت های فیزیکی	* VNF های منفرد ایمن * حداقل چارچوب سیاست مقیاس پذیر * حداقل اصلاح مجاز مقیاس پذیر یا جبران	* جداسازی منابع سیستم VNF/DMZ * VM به ترافیک امن VM	* محیط امن VNF (ها) در سراسر سرویس شبکه.	* امنیت کنترل کننده-امنیت دامنه‌های منفرد و ارتباط امن دامنه کنترل متقابل.
	پلتفرم باز و API یکپارچگی سرویس / زمان، ورود به بازار	* شبکه از طریق "جعبه- ها"ی اختصاصی عمودی (سخت‌افزاری و نرم‌افزاری) که برای پشتیبانی از عملکرد شبکه استفاده می‌شود، تحویل داده می- شود.	* اجزای نرم‌افزاری رایج (مانند vSwitch، سیستم عامل میزبان، hypervisor و غیره) که عملکرد کافی شبکه را برای KPI ها ارائه می‌دهد، از جمله: توان، تأخیر، jitter * نرم افزار و تست سرویس/روش برای اطمینان از SLA سرویس شبکه.	* مدل‌های اطلاعاتی رایج که استفاده از VNF های چند منظوره را امکان پذیر می‌کند. * SLA سازگار با فروشندگان VNF، بر اساس مدل اطلاعات رایج از طریق توصیف‌گرهای VNF ارائه می‌شود.	* با استفاده از قابلیت اتصال بین لایه‌های کنترل VIM/MANO و SDN، انتخاب بهتری ارائه شده است * پشتیبانی از عملکرد مجازی "پیچیده" که از طریق زنجیره‌ای بیش از یک VNF از چندین فروشنده ایجاد می‌شود. * انتزاع سرویس از زیرساخت‌های لوازم فیزیکی موجود برای دستیابی به سازماندهی خودکار سرویس.	* تأمین خودکار با ادغام برنامه‌های کاربردی لایه بالا به شبکه، برای ارائه قابلیت شبکه جهت تنظیم خودکار تغییرات سطح سرویس.

		* عدم تفکیک منطقی یا فیزیکی سخت افزار و نرم-افزار شبکه (توانایی محدود در پشتیبانی از VNF) * عدم تفکیک داده و صفحه کنترل (بدون SDN).	* انتزاع سخت افزار شبکه از جعبه های ساخته شده تا کالای سخت افزاری. * ماشینهای مجازی از حوزه vCPE و vEPC در زیرساخت فیزیکی یکسانی قرار ندارند. * VNF ها روی سیستم عامل-های COTS x86 قرار دارند.	* مقیاس پذیری افقی - سخت افزار به طور کامل مجازی شده است، و اجازه قابلیت ارتجاعی به زیرساخت-های فیزیکی می دهد.	* تجزیه و تحلیل اجازه می دهد تا برنامه ریزی ظرفیت بهبود یابد و اندازه مناسب سخت افزار شبکه و مرکز داده بطور خودکار ایجاد شود.	* API محدود شرقی/غربی کنترل کننده ها را فعال می کند. * تمام سخت افزارهای شبکه ای کاملاً مجازی، خودکار، مقیاس پذیر، با قابلیت خود-تشخیص/ خود-یادگیر و قابلیت های خود-ترمیم.
	سرپرست، تنظیم کننده و کنترل کننده	* بدون نظارت، کنترل-کننده یا همواساز.	* معرفی یک سرپرست نوع ۲ برای تأمین منابع VNF. * استقرارهای جداگانه، که معمولاً همنا نشده اند، و محدود به بخش کوچکی از شبکه هستند. * عملکردهای شبکه مجازی که توسط یک همواساز از یک فروشنده واحد تنظیم شده است. * کنترل از دامنه های خاص با کنترل کننده های اختصاصی درون دامنه جدا شده است.	* قابلیت ارتجاعی زیرساخت های مجازی با افزودن مجوزهای نرم-افزاری. * محیط های سازماندهی مستقل از فروشنده برای استقرار بار کاری هوشمند. * مدیریت چرخه عمر VNF و تضمین سرویس (نظارت/ کنترل) در سراسر NFVI. * کنترل کننده ها، جدا شده باقی می ماند. * فروشندگان VNF ویژگی شبکه SLA را از طریق توصیفگرهای VNF، با یک مدل اطلاعات مشترک توصیف و ارائه می دهند.	* سرپرست، یک نسخه پیشرفته از نوع ۲ یا بیشتر است. * ترافیک شبکه و KPI، مقیاس-بندی VNF ها را تعیین می کند. * همواسازی مقیاس پذیر و با قابلیت ارتجاعی شده است. و توسط فروشندگان بکار گرفته می شود. * کنترل کننده های دامنه، جدا باقی می ماند.	* همواساز همواسازها و کنترل کنترل کننده ها، دارای دید و کنترل دامنه های زمانی جدا شده می باشند. * مقیاس بندی خودکار شده است، و مجازی سازی گسترش می یابد. * همواساز کاملاً چالشگر است و در بین راه حل ها و برنامه های فروشنده کار می کند. * کنترل کنترل کننده، داده ها را جمع آوری و تجزیه و تحلیل می کند تا شبکه انتها به انتها را بطور مناسب برنامه ریزی کند.

حکمرانی	حکمرانی	نقشه‌ها و مسئولیت‌های حکمرانی سنتی	* مجوز اجزای شبکه. * بدون چارچوب سیاست مقیاس‌پذیر * بدون اصلاح مجاز مقیاس-پذیر یا جبران. * اندازه‌گیری تخصصی عملکرد.	* چارچوب سیاست‌گذاری، اجتماعی و تجمیع شده است . * نظارت و گزارش‌گیری بر KPIها و SLAها.	* خودکارسازی تغییر خط‌مشی (خود- تغییرات سرویس). * اصلاح مجاز و جبران فعال شده است.	* چارچوب خط‌مشی برای کنترل‌کننده‌ها و هم‌واسازها در محیط کار می‌کند.	* اجرای سیاست از طریق توانایی اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی هر حلقه بازخورد/کنترل منفرد.
مشتری	تجربه مشتری	* رویکرد واکنشی به تجربه مشتری	* شفافیت سرویس - مشتریان نمی‌توانند بین VNF و سرویس سنتی ارائه شده تمایز قائل شوند.	* استفاده از داده‌ها درک و توانایی مشتری را در توسعه سرویس هدفمند بهبود می‌بخشد.	* قابلیت ارتجاعي و تجزیه و تحلیل، پیش‌بینی تجربه کاربر ثابت را تضمین می‌کند	* داده‌های وارد شده در حلقه بازخورد رویدادهای مهم، به بهبود تجربه مشتری کمک می‌کند . * تجزیه و تحلیل بهبود یافته، XaaS را از جمله پرداخت هرچه زودتر، پرداختن به هنگام رشد مدل و هماهنگ‌سازی با نیازهای مشتری، ممکن می‌سازد.	* مقیاس‌پذیری و قابلیت اطمینان باعث می‌شود که SPها از رقابت‌های سنتی در طول رویدادهای مهم پیشی بگیرند. * پیشنهادات سرویس خود-سرویس یکپارچه برای مشتریان، امکان ارائه سرویس قابل تنظیم را فراهم می‌آورد.

۷ مراجع

[۱] Difference between Software Defined Network and Traditional Network. .[online]. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/>.

[۲] SDN vs Traditional Networking: Which Leads the Way?. .[online]. Available at: <http://www.chinacablesbuy.com/>.

[۳] Á. L. V. Caraguay, L. J. G. Villalba, “Monitoring and Discovery for Self-Organized Network Management in Virtualized and Software Defined Networks”, Sensors, Vol. ۱۷, ۲۰۱۷.[۴] Global market insight, Jul ۲۰۱۸.

[۵] A White Paper from Intel Corporation, Service Provider Network Maturity Model.[online]. Available at: NMM@intel.com.



نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه
ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت پژوهش و
توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶