

مجازی‌سازی قطعی کارکردهای شبکه



دانشکده مهندسی
کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پرهام الوانی

۶ دی ۱۳۹۹

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دکتر بهادر بخشی

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۴ مسالهی پیشنهادی

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۴ مسالهی پیشنهادی

۱. مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

شبکه‌های سنتی

- ◀ یک سرویس شبکه به صورت تعدادی **کارکرد مشخص** که ترافیک با **ترتیب مشخصی** از آن‌ها عبور می‌کند، تعریف می‌شود.
- ◀ کارکردهای شبکه به صورت سخت‌افزار و نرم‌افزار اختصاصی تهیه شده از سازندگان مختلف استفاده می‌شوند.
- ◀ کارکردها باید در **مکان** مناسب در شبکه قرار گیرند و ترافیک به سمت آن‌ها **هدایت** شود.

شبکه‌های سنتی

◀ افزایش نیازمندی به سرویس‌های **متنوع** با **عمر کوتاه** و **نرخ بالای ترافیک**

- خریداری، انبارداری و استقرار سخت‌افزارهای اختصاصی
- افزایش هزینه‌های خرید، آموزش و انبارداری
- کاهش فضای فیزیکی
- سربار آموزش کارکنان
- محدودیت نوآوری در سخت‌افزار و سرویس

Network Functions Virtualization

مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

شبکه‌های سنتی

- ◀ ترافیک کاربر باید از تعدادی کارکرد شبکه به ترتیب معینی عبور کند.
 - ◀ کارکردها به صورت سخت‌افزاری به یکدیگر متصل هستند و ترافیک با استفاده از جداول مسیریابی به سمت آن‌ها هدایت می‌شود.
 - ◀ نیاز به تغییر همبندی سریع و یا مکان کارکردها برای سرویس‌دهی بهتر
- استقرار و تغییر ترتیب کارکردها دشوار است
 - امکان رخدادن خطاهای متعدد

Service Function Chaining

زنجیره‌سازی کارکرد سرویس

معماری پیشنهادی

◀ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

- اواخر سال ۲۰۱۲، ETSI NFV ISG توسط هفت اپراتور جهانی شبکه تأسیس شد.
- اکنون بیش از ۲۵۰ سازمان با آن همکاری می‌کنند.
- اجرای کارکردها بر روی سرورهای استاندارد با توان بالا به وسیله مجازی‌سازی کارکردها
- کاهش نیاز به تجهیزات سخت‌افزاری خاص منظوره
- اشتراک گذاری منابع بین کارکردها
- کاهش هزینه‌های تجهیزات و مصرف انرژی از طریق
تجمیع کارکردها

معماری پیشنهادی

◀ زنجیره‌سازی کارکرد سرویس

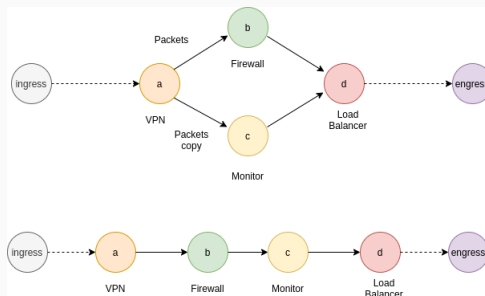
- امکان تعریف زنجیره کارکردها به صورت پویا و بدون تغییر در زیرساخت فیزیکی
- قابل اجرا بر بستر شبکه‌های سنتی یا نرم‌افزار بنیان RFC 7665

معماری پیشنهادی

◀ [۵]

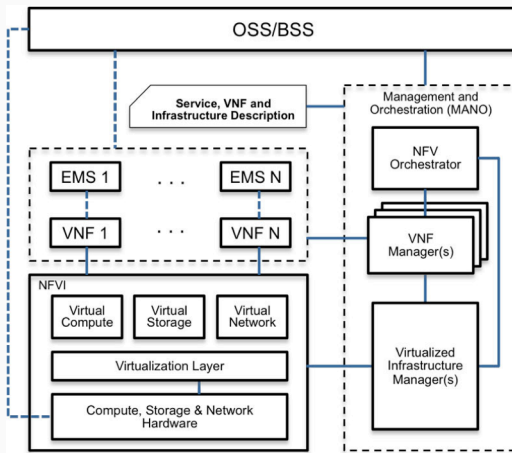
◀ زنجیره‌های مرتب تمام

◀ زنجیره‌های مرتب جزئی



شکل ۱: زنجیره‌های مرتب جزئی و کامل

معماری پیشنهادی



شکل ۲: معماری سطح بالای مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

معماری پیشنهادی

- ◀ NFVO وظیفه‌ی استقرار زنجیره‌های کارکرد سرویس را برعهده دارد.
- ◀ VNFM مسئول چرخه‌ی زندگی کارکردهای مجازی شبکه می‌باشد.

تخصیص منابع

◀ جایگذاری کارکردهای مجازی شبکه به همراه مسیریابی ترافیک

VPTR: VNF Placement and Traffic Routing

◀ جایگذاری کارکردهای مجازی شبکه

VNFP: VNF Placement

◀ مسیریابی ترافیک

TRR: Traffic Routing

◀ بازاستقرار و تثبیت کارکردهای مجازی شبکه

VRC: VNF Redeployment and Consolidation

اهداف

◀ هزینه

- مسالهای پایه‌ای در بحث تخصیص منابع
- وجود جواب با برآورده شدن محدودیت‌های نودها و لینک‌ها
- NP-Hard

◀ کیفیت سرویس

• تاخیر

- انتشار
- انتقال
- صف
- پردازش

- دسترسی پذیری

اهمیت تاخیر

- ◀ کیفیت سرویس انتها به انتها یک زنجیره در واقع معیار کارآیی است که توسط کاربران احساس می‌شود.
- ◀ ظهور اینترنت اشیا و شبکه‌های نسل پنجم
 - Tactile Internet
 - شبکه‌های باتاخیر بسیار کم

مدل‌سازی تاخیر

- ◀ برای محاسبه تاخیر نیاز به مدل‌سازی می‌باشد.
- ◀ می‌توان تاخیر را ثابت فرض کرده یا آن را به صورت معین در نظر گرفت.
- ◀ تاخیر تصادفی
 - تئوری صف: حالت میانه را پیدا می‌کند.
 - Network Calculus

فهرست

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۴ مسالهی پیشنهادی

۲. شبکه‌های قطعی

مقدمه

- ◀ حضور کاربردهای بلادرنگ بسیار حساس به تاخیر و خرابی
 - مهاجرت از شبکه‌های خاص منظوره به شبکه‌های IP
 - تاخیر قطعی در مقابل تاخیر احتمالی

- ◀ عدم قطعیت ذاتی شبکه‌های فعلی
 - الگوریتم‌های زمان‌بندی
 - ازدحام
 - خرابی
 - ...

- ◀ نیاز به ایجاد قطعیت در معماری شبکه

شبکه‌سازی حساس به زمان (Time Sensitive Networking)

- ◀ کارگروه IEEE 802.1 TSN
- ◀ تمرکز بر لایه پیوند داده
- ◀ جریان TSN: یک ارتباط شبکه‌ای تک‌پخشی یا چندپخشی از یک ایستگاه انتهایی به یک ایستگاه انتهایی دیگر
 - Flow Concept
 - Flow Synchronization
 - Flow Management
 - Flow Control
 - Flow Integrity

شبکه‌سازی قطعی (Deterministic Networking)

- ◀ کارگروه IETF DetNet
- ◀ تمرکز بر لایه شبکه
- ◀ جریان‌های DetNet بر اساس کلاس‌های کیفیت سرویس مشخص می‌شوند.
- ◀ اهداف
 - کران معین برای تاخیر
 - کران معین تغییرات تاخیر
 - کمترین میزان از دست رفتن بسته

معماری شبکه‌سازی قطعی

◀ کیفیت سرویس در شبکه‌های قطعی:

- کران بالا و پایین برای تاخیر انتها به انتها از مبدا به مقصد،
تغییرات تاخیر کران‌دار، ارسال زمان‌دار
- نسبت از دست رفتن بسته‌ها تحت فرض‌های مختلف
- کران بالا برای بسته‌های خارج از ترتیب

◀ تنها دغدغه در شبکه‌سازی قطعی بدترین حالت‌ها می‌باشند.

◀ اینجا حالت‌های میانگین و ... از اهمیت کمی برخوردار هستند.

◀ تکنیک‌های برآورده ساختن نیازمندی‌های کیفیت سرویس

- تخصیص منابع
- حفاظت از سرویس
- مسیرهای صریح

معماری شبکه‌سازی قطعی

◀ تخصیص منابع

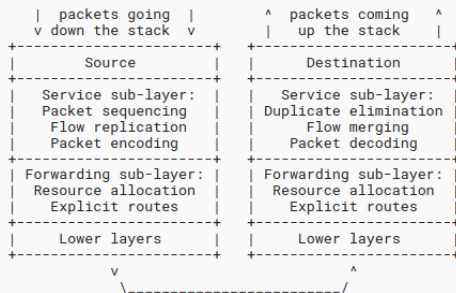
- بدست آوردن کیفیت سرویس با از بین بردن یا کاهش اثر از دست رفتن بسته‌ها در اثر ازدحام
- کاهش تغییرات تاخیر

◀ حافظت از سرویس با تحمل یا از بین بردن از دست رفتن بسته‌ها در اثر خرابی تجهیزات

- ارسال به ترتیب بسته‌ها
- تکرار بسته‌ها
- کد کردن بسته‌ها

◀ مسیرهای صریح در اثر تغییرات بلافاصله تغییر نمی‌کند و تلاش می‌کند تا حد امکان تغییر نکند.

معماری شبکه‌سازی قطعی



شکل ۳: معماری پشته شبکه‌های قطعی

آشنایی با Network Calculus

◀ دیود $(R \cup +\infty, \wedge, +)$

◀ جمع تبدیل به محاسبه‌ی infimum می‌شود.

◀ ضرب به جمع تبدیل می‌شود.

$$(3 \wedge 4) + 5 = (3 + 5) \wedge (4 + 5) = 8 \wedge 9 = 8$$

◀ پیچیش کمینه - جمع

$$(f \otimes g)(t) = \int_0^t f(t-s)g(s)ds$$

آشنایی با Network Calculus

◀ **منحنی ورودی**، جریان R با $\alpha(\cdot)$ محدود شده است.

$$R(t) - R(s) \leq \alpha(t - s)$$

◀ **منحنی سرویس** برای جریان ورودی R و جریان خروجی R^* برابر با b :

$$R^* \geq R \otimes b$$

فهرست

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۴ مسالهی پیشنهادی

۳. مرور ادبیات

مرجع [۱]

- ◀ مساله‌ی زمان‌بندی سرویس‌های شبکه
- ◀ سرویس‌های شبکه در قالب تعداد کارکرد مجازی با عمر محدود
- ◀ کارکردهای مجازی شبکه به صورت store-and-forward عمل می‌کنند.
- ◀ تاخیر انتقال و تاخیر پردازش
- ◀ این مقاله محدودیت پردازش برای نودها و ظرفیت برای لینک‌ها را در نظر گرفته است.
- ◀ کارکردها می‌توانند میزان جریان عبوری را تغییر دهند. مثلاً دیوار آتش می‌تواند بسته‌ها را عبور ندهد.

مرجع [۲]

- ◀ ارائه‌ی یک چهارچوب مدیریتی براساس مدل تاخیر ارائه شده
- ◀ تاخیر پردازش برای تعداد مشخصی نمونه از کارکرد
- ◀ دسته‌بندی کارکردها
 - وابسته به اندازه بسته (exponential)
 - مستقل از اندازه بسته (deterministic)

مرجع [۴]

- ◀ تاخیر انتقال و تاخیر پردازش
- ◀ در نظر گرفتن زنجیره‌های مرتب جزئی و تاثیر آنها بر تاخیر
- ◀ قطعه قطعه کردن زنجیره‌های مرتب جزئی برای تبدیل آنها به تعدادی زنجیره مرتب کامل

مرجع [۳]

- ◀ تاخیر انتقال ثابت در نظر گرفته شده است.
- ◀ زنجیره‌ها نیازمندی تاخیر انتها به انتها دارند.
- ◀ مسالهی بهینه‌سازی چند دوره‌ای
- ◀ به اشتراک گذاری نمونه‌ها
- ◀ گسترش عرضی و طولی
- ◀ عدم توانایی در نظر گرفتن همه این شرایط در مسالهی بهینه‌سازی

فهرست

۱ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

۲ شبکه‌های قطعی

۳ مرور ادبیات

۴ مسالهی پیشنهادی

۴. مسالهی پیشنهادی

مسالهی پیشنهادی

- ◀ نیازمندی‌های شبکه‌های قطعی
- ◀ کران بالای پارامترهای غیرقطعی
- ◀ مجازی‌سازی کارکردهای شبکه

مسالهی پیشنهادی

جایگذاری زنجیره‌هایی با کارکردهای قطعی در زیرساخت مجازی‌سازی شبکه

مراجع ۱

- [1] Long Qu, Chadi Assi, and Khaled Shaban. "Delay-Aware Scheduling and Resource Optimization With Network Function Virtualization". In: *IEEE Transactions on Communications* 64.9 (Sept. 2016), pp. 3746–3758. DOI: 10.1109/tcomm.2016.2580150. URL: <https://doi.org/10.1109/tcomm.2016.2580150>.
- [2] Qing Li et al. "Quokka: Latency-Aware Middlebox Scheduling with dynamic resource allocation". In: *Journal of Network and Computer Applications* 78 (Jan. 2017), pp. 253–266. DOI: 10.1016/j.jnca.2016.10.021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.10.021>.

مراجع ۲

- [3] Meitian Huang et al. “Maximizing Throughput of Delay-Sensitive NFV-Enabled Request Admissions via Virtualized Network Function Placement”. In: *IEEE Transactions on Cloud Computing* (2019), pp. 1–1. DOI: 10.1109/tcc.2019.2915835. URL: <https://doi.org/10.1109/tcc.2019.2915835>.
- [4] Song Yang et al. “Delay-Sensitive and Availability-Aware Virtual Network Function Scheduling for NFV”. In: *IEEE Transactions on Services Computing* (2019), pp. 1–1. DOI: 10.1109/tsc.2019.2927339. URL: <https://doi.org/10.1109/tsc.2019.2927339>.

مراجع ۳

- [5] Song Yang et al. "Recent Advances of Resource Allocation in Network Function Virtualization". In: *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems* 32.2 (Feb. 2021), pp. 295–314. DOI: 10.1109/tpds.2020.3017001. URL: <https://doi.org/10.1109/tpds.2020.3017001>.