Conceitos e Tecnologias para Dispositivos Conectados (C115)

Prof. Samuel Baraldi Mafra

Inatel
Instituto Nacional de Telecomunicações

Virtualização de redes

Agenda

- Introdução a NFV e SDN
  - Contextualização;
  - Arquitetura;
  - Aplicações.

SDN X NFV

Source: NFV

- NFV: redefinição da arquitetura de equipamentos de rede
  - A NFV nasceu para atender às necessidades do Provedor de Serviços (SP):
  - Reduza o CAPEX reduzindo / eliminando hardware proprietário
  - Consolide várias funções de rede em plataformas padrão da indústria
- SDN: redefinição da arquitetura de rede
  - SDN vem do mundo da TI:
  - Separe as camadas de dados e de controle, enquanto centraliza o controle
  - Ofereça a capacidade de programar o comportamento da rede usando interfaces bem definidas

Virtualização de funções da rede (NFV)

Contextualização:Middleboxes

Um middlebox é definido como qualquer dispositivo intermediário que executa funções diferentes das funções padrão normais de um encaminhamento de datagrama entre um host de origem e um host de destino

O número de diferentes middleboxes é comparável ao número de roteadores em redes corporativas e de data center

Ciclo de desenvolvimento

Evolução para era definida por software:

Dificuldades:

- Gerência;
- Escalabilidade;
- Inovação e inclusão de novas funcionalidades;
- Custos operacionais e de manutenção;
- Ciclo de vida dos equipamentos;
- Alta dependência do fabricante.

ETSI Industry Specification Group for Network Functions Virtualization (ETSI ISG NFV)

- O ETSI grupo industrial de especificação para Network Functions Virtualization (ETSI ISG NFV), um grupo encarregado de desenvolver requisitos e arquitetura para virtualização para várias funções em redes de telecomunicações.
- O ETSI ISG NFV foi formado em 2012 quando reuniu sete operadoras de rede de telecomunicações líderes, incluindo AT&T, BT, Deutsche Telekom, Orange, Telecom Italia, Telefonica e Verizon.

Network Functions Virtualisation (NFV)

Network Operator Perspectives on Industry Progress

Virtualização de funções da rede (NFV)

A virtualização de funções de rede (NFV) é uma iniciativa para virtualizar os serviços de rede que agora estão sendo executados por hardware proprietário dedicado

Classical Network Appliance Approach

- Fragmented non-commodity hardware.
- Physical install per appliance per site.
- Hardware development large barrier to entry for new vendors, constraining innovation & competition.

Source: NFV

Network Virtualisation Approach

Objetivos

- Implantação de novos serviços de rede;
- Redução dos custos operacionais e despesas de capital;
- Reduzir a escala, a diversidade e o custo do hardware apenas para o necessário;
- Usar software para funções de rede;
- De modo que, se as necessidades de negócios mudarem. Os provedores podem facilmente atualizar o software em vez de todo o hardware do sistema.

applications
operating systems
hypervisors
compute infrastructure
network infrastructure
switching infrastructure
rack, cable,
power, cooling
applications
network functions
operating systems
hypervisors
compute infrastructure
switching infrastructure
rack, cable,
power, cooling

Benefícios:

- Flexibilidade - A implantação perfeita de novos serviços é um pré-requisito para as operadoras de telecomunicações. Os sistemas de rede de hoje precisam ser relativamente mais adaptáveis, com o benefício de instalação e provisionamento igualmente simples.
- Custo - as operadoras de telecomunicações devem garantir um preço ideal. Maior controle sobre os custos da rede.

Benefícios:

- Escalabilidade - À medida que as demandas do usuário mudam rapidamente, há uma necessidade de uma abordagem mais responsiva ao fornecimento de serviços.
- Segurança - A segurança diz respeito aos provedores de serviços diretos para buscar maior controle no gerenciamento de suas redes. Da mesma forma, isso concede aos consumidores a capacidade de executar um espaço virtual ao lado de firewalls dentro dessas redes.
- Eficiências de espaço, energia e refrigeração;
- Acesso a uma ampla comunidade de software independente, incluindo código aberto.

Requisitos da plataforma NFV:

- Alto desempenho de 100 Gbps e superior
- Alta confiabilidade - tempo de atividade de 99,999%
- Escalabilidade para milhões de usuários
- Entrega de aplicações em tempo real com baixa latência
- Capacidade de integração com arquiteturas de rede legadas e conexão com sistemas operacionais e de faturamento existentes.

Mercado global

Source: BlueWeave Consulting

Amdocs NFV partner ecosystem

160+ virtual network functions from leading industry vendors

- Em abril de 2021: a Microsoft adquiriu a Affirmed Networks, fornecedora líder de redes móveis virtualizadas, por um valor não revelado.
- A tecnologia da Affirmed Networks permite que as operadoras móveis virtualizem suas funções de rede, como roteamento, segurança e gerenciamento de tráfego, e as executem em hardware de servidor padrão.
- A Microsoft integra a tecnologia da Affirmed Networks em sua plataforma de nuvem Azure para fornecer uma solução mais completa para empresas de telecomunicações que buscam implantar funções de rede virtualizadas na nuvem.

Arquitetura

A arquitetura típica do NFV consiste em três camadas distintas:

- Infraestrutura de virtualização de funções de rede (NFVi) - a plataforma de hardware e software de infraestrutura necessária para executar aplicativos de rede.
- Funções de rede virtual (VNFs) - aplicativos de software que fornecem funções de rede específicas, como roteamento, segurança, núcleo móvel, subsistemas multimídia IP, vídeo, etc.
- Gerenciamento, automação e orquestração de rede (MANO) - a estrutura para gerenciamento e orquestração de NFVi e vários VNFs.

Bloco NFVI

- O bloco NFVI constitui a fundação da arquitetura NFV geral. Nesse bloco estão agrupados o hardware que hospeda as máquinas virtuais (VMs), o software utilizado na virtualização e os recursos virtualizados.

Funções de rede virtual (VNFs)

- O bloco VNF, composto por um conjunto de VNFs, utiliza as VMs oferecidas pela NFVI para o desempenho dessas VNFs, adicionando para isso o software necessário.
- As VNFs podem ser criadas como entidades isoladas ou como agrupamentos de VNFs. Por outro lado, uma VNF pode ser composta por componentes internos múltiplos.

Funções de rede virtual (VNFs)

- Os softwares na forma de VNFs construídos para diferentes funções de rede podem funcionar individualmente ou combinados, permitindo que os provedores de serviços desenvolvam e implantem rapidamente novos serviços;

Essas VNFs desempenham, respectivamente, as funções Firewall (FW), Network Address Translation (NAT) e Reliable Transaction Router (RTR).

Gerenciamento, automação e orquestração de rede (MANO)

- O bloco MANO é definido como um bloco separado na arquitetura NFV, que interage tanto com o bloco NFVI quanto com o bloco VNF.
- O bloco MANO é responsável pelo gerenciamento de todos os recursos envolvidos na parte operacional da arquitetura NFV geral.
- Esse bloco cria e deleta recursos operacionais na rede e gerencia a alocação das VNFs.
- MANO inclui três gerenciadores:
  - Virtualized Infrastructure Manager (VIM).
  - VNF Manager (VNFM).
  - NFV Orchestrator (VNFO).

Virtualized Infrastructure Manager (VIM):

- O VIM gerencia recursos NFVI em "um domínio";
- Pode haver vários VIMs em uma arquitetura NFV, cada uma gerenciando seu respectivo domínio de infraestrutura NFV (NFVI);
- Funções:
  - Gerencia o ciclo de vida de recursos virtuais em um domínio NFVI. Ou seja, ele cria, mantém e desmonta máquinas virtuais (VMs) de recursos físicos em um domínio NFVI.
  - Mantém o inventário de máquinas virtuais (VMs) associadas a recursos físicos.
  - Gerenciamento de desempenho e falhas de hardware, software e recursos virtuais.

Gerenciador de função de rede virtual (VNFM)

- O VNFM gerencia VNFs.
- Funções:
- O VNFM gerencia o ciclo de vida dos VNFs. Ou seja, ele cria, mantém e encerra instâncias de VNF. (Que são instalados nas máquinas virtuais (VMs) que o VIM cria e gerencia)
- É responsável pelos FCAPs de VNFs (ou seja, gerencismento de falha, configuração, contabilidade, desempenho e segurança de VNFs).
- Ele aumenta / diminui VNFs, o que resulta na expansão e redução do uso da CPU.

- O NFV Orchestrator é responsável pela orquestração e gerenciamento da infraestrutura NFV, recursos de software e realização de serviços de rede no NFVI.
- Ele é responsável pelo gerenciamento do ciclo de vida e integração de VNFs e Serviços de Rede. Possui duas funcionalidades principais:
  - 1. Orquestração de recursos
  - 2. Orquestração de serviço

- Orquestração de serviço que é usada para gerenciar o ciclo de vida de serviços de rede e VNFs. Ele fornece as funcionalidades abaixo:
  - Integração de serviços de rede, VNFs
  - Gerenciamento de Topologia de Serviços de Rede (VNF Forwarding Graphs)
  - Instanciação de serviços de rede e VNFs
  - Dimensionamento de VNFs e serviços de rede
  - Rescisão de serviços de rede e VNFs
  - Atualizar e / ou atualizar serviços de rede e VNFs
  - Monitoramento e autocura de VNFs
- Orquestração de recursos coordena, autoriza, libera e envolve recursos NFVI em diferentes localizações ou dentro do mesmo Data Center.

Aplicações NFV:

NFV Infrastructure as a Service (NFVIaaS):

- fornecer a capacidade de entregar um ambiente no qual funções de rede virtualizada (VNF) podem ser executadas;
- Exemplo: Um operador não precisa necessariamente montar toda a rede em uma nova localidade onde vai ofertar o serviço, ele pode contratar uma empresa que forneça a infraestrutura e rodar o seu sistema em cima desta rede.

Virtual network function as a service:

- Aquisição e manutenção de seus próprios dispositivos de serviço de rede dedicada podem ser muito caros para algumas pequenas empresas.
- O NFV permite que elas comprem funções quando e onde for necessário como um modelo pague conforme o uso.

Virtual network Platform as a Service (PaaS):

- O provedor de serviços hoje já oferece vários serviços de rede privada virtual aos seus clientes.
- As empresas precisam implantar uma rede virtual para conectar seus escritórios remotos e funcionários de maneira contínua.
- Com o NFV, a plataforma de rede virtual inclui não apenas o equipamento de roteamento e comutação, mas também várias funções de rede, que podem fornecer segurança adicional e QoS para a rede corporativa.

Virtualization of mobile base stations

- Nos últimos anos, a virtualização da rede de acesso de rádio foi proposta e recebeu atenção significativa.
- Depois de virtualizar as estações base, vários provedores de serviço podem compartilhar o mesmo recurso físico para que a cobertura e a utilização de recursos sejam aumentadas.

Vodafone em parceria com VMware:

- 82 sites desenvolvidos com redes virtuais;
- 900 funções virtuais de rede desenvolvidas para voz, dados e serviços da Vodafone;
- 50% do tráfego de voz e dados roda em infraestrutura virtual;
- Redução de 40% no tempo de desenvolvimento;
- Redução de 50% nos custos;

`https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/images/microsites/telco/vmw-infographic-vodafone-digital-network.jpg`

China Mobile

- A China Mobile construiu uma rede NFV colossal abrangendo 178.000 servidores, suportando mais de 370 milhões de usuários 5G e 270 milhões de usuários IMS (Subsistema Multimídia IP).
- A empresa começou a pesquisar NFV em 2012, testou-o em 2015 e lançou-o comercialmente em 2018. Ao longo de quatro anos, a China Mobile virtualizou mais de 40 tipos de funções de rede, representando mais de 85% de todas as funções de rede de telecomunicações.
- Ela também estabeleceu mais de 300 nós no lado da nuvem de ponta para aplicativos de TI de terceiros.
- A joia da coroa de sua conquista reside na confiabilidade incomparável de nível de telecomunicações, atingindo impressionantes 99,999%.

Redes definidas por software (SDN)

Histórico:

- O termo SDN (Software-Defined Networking) foi originalmente cunhado para representar as ideias e o trabalho relacionado ao projeto OpenFlow, em Stanford.

Problemática

- Inclusão de novas funcionalidade;
- A internet teve um enorme sucesso que ocasionou um engessamento dos protocolos e padrões para os equipamentos de rede;
- Mudanças nos layers 2 e 3 deveriam ser feitas em toda rede e não eram bem vindas;
- "Em time vencedor não se mexe."

Origens do SDN

- 1. Necessidade de tratar o encaminhamento de pacotes de forma personalizada. Ex: rotear um grupo de pacotes por um caminho, outro grupo por outro caminho. Como testar novos protocolos de roteamento na prática? As funções de roteamento eram gravadas em hardware.
- 2. A rede é um enorme sistema distribuído. A maioria dos protocolos são distribuídos. Isso não é eficiente para gerenciar redes com equipamentos próximos e em grande quantidade: data centers.
- 3. Link cair ou mudança ocorrer: tempo para convergência da rede elevado. Nesse período, as tabelas de encaminhamento são atualizadas.

Um switch é tradicionalmente composto de três partes/planos:

- 1. Plano de dados (data plane)
- 2. Plano de controle (control plane)
- 3. Plano de gerência (management plane)

Plano de Dados

- O plano de dados faz o processamento dos datagramas realizado através de cabo, fibra, ou em meios sem fio por meio de uma série de operações a nível de link que recebem o datagrama e executam as checagens básicas.

Plano de Controle

- O plano de controle torna possível estabelecer o conjunto de dados locais utilizados para a criação das entradas referentes à tabela de encaminhamento, os quais são utilizados pelo plano de dados com a finalidade de encaminhar o tráfego entre inserção e as portas saída em um plano de gestão.

Plano de gerência

- O plano de gerência é a interface do switch com o operador da rede. Operadores são capazes de configurar e monitorar estatísticas do switch por meio deste plano. Este plano é então capaz de alterar o estado dos outros dois planos apresentados (control/data).

Evolução dos Switches

- 1980 - 1990: Início da Internet, switches realizavam o roteamento de pacotes por meio de software. Poder computacional limitado com evolução de tecnologia de comunicação causou mudança para o próximo período.
- 1990 - presente: Desenvolvimento de ICs para realizar table lookups com aceleração em hardware.
- 2007 - presente: Necessidade em adicionar mais lógica nas tabelas de encaminhamento, refinar o controle: início do SDN.

Originalmente, a tecnologia SDN se concentrava apenas na separação do plano de controle de rede do plano de dados. Enquanto o plano de controle toma decisões sobre como os pacotes devem fluir através da rede, o plano de dados realmente move os pacotes de um lugar para outro.

- A definição do termo, entretanto, expandiu muito desde então, incluindo uma variedade muito maior de tecnologias.
- O objetivo que precede a criação das redes definidas por software (SDN) era criar uma rede de computadores programáveis, permitindo a inovação no gerenciamento das redes e diminuindo a barreira, então existente, para criar novos serviços para a rede;
- Arquitetura dinâmica, gerenciável, rentável e adaptável, que nos entrega a flexibilidade desejada, assim como o baixo custo.

- SDN é uma abordagem para arquiteturas de rede focada em oferecer maior controle e personalização na estruturação das redes, definindo processos centralizados e inteligentes por meio de softwares.
- Empresas e provedores de serviços respondam rapidamente aos requisitos de negócios em constante mudança;
- Integração a serviços de NFV.

- A Rede Definida por Software é uma nova arquitetura que oportuniza redes mais ágeis e rentáveis, e é composta por três camadas distintas que são acessíveis através de APIs abertas:
  - A camada de aplicação é composta pelas aplicações de negócio do usuário final que consumir os serviços de comunicações SDN. A fronteira entre o Camada de Aplicação e a camada de controle é atravessado pela northbound API.
  - A camada de controle oportuniza o controle consolidado que supervisiona o comportamento de encaminhamento de rede através de uma interface aberta.
  - A camada de infraestrutura consiste de elementos de rede (NE) e dispositivos que proporcionam comutação e encaminhamento de pacotes.

De acordo com este modelo, uma arquitetura SDN possui três características principais:

- Inteligência Logicamente Centralizada.
- Programabilidade.
- Abstração

Mercado SDN:
Estima-se que o tamanho global do mercado de redes definidas por software alcance a marca de US$ 101,23 bilhões até 2025, devido à crescente demanda por soluções de rede dinâmicas e com bom custo-benefício.

Pesquisas do Google por SDN

Companies in the SDN Sector
WCP
Software Defined Network
Applications
Orchestration / Controller
Physical / Virtual Network Element
Mobility / Management
Service
Edge
Software Defined Storage
Storage / Backup and Recovery
WOODSIDE CAPITAL PARTNERS

- Em uma rede definida por software, um engenheiro de rede ou administrador pode moldar o tráfego de um console de controle centralizado sem ter que tocar em interruptores individuais na rede.
- O controlador SDN centralizado direciona os switches para fornecer serviços de rede onde quer que sejam necessários, independentemente das conexões específicas entre um servidor e dispositivos.
- Este processo é um afastamento da arquitetura de rede tradicional, na qual dispositivos de rede individuais tomam decisões de tráfego com base em suas tabelas de roteamento configuradas.

- Flow (fluxo) é uma sequência de pacotes enviadas de um endpoint a outro.
- Os dispositivos SDN contém as tabelas de flow e dados que são usados para determinar a ação a ser tomada no recebimento de determinado pacote.

- Benefícios da rede definida por software - SDN Com o SDN, um administrador pode alterar as regras de qualquer switch de rede quando necessário.
- Priorizando, deixando de lado, ou até mesmo bloqueando tipos específicos de pacotes com um nível granular de controle e segurança.
- Para este controle, é especialmente útil em uma arquitetura de multilocal de computação em nuvem. Sobretudo, porque permite que o administrador gerencie cargas de tráfego de maneira flexível e mais eficiente. Essencialmente, isso permite que o administrador use switches de commodities menos caros. E além disso, tenha mais controle sobre o fluxo de tráfego de rede do que nunca.

- Outros benefícios do SDN são o gerenciamento de rede e a visibilidade de ponta a ponta. Um administrador de rede só precisa lidar com um controlador centralizado para distribuir políticas aos switches conectados. Em vez de configurar vários dispositivos individuais.
- Do mesmo modo, esse recurso também é uma vantagem de segurança porque o controlador pode monitorar o tráfego e implantar políticas de segurança. Se o controlador considerar o tráfego suspeito, por exemplo, ele poderá redirecionar ou descartar os pacotes.

SDN e network slicing

- O network slicing permite a criação de múltiplas redes autônomas lógicas sobre uma plataforma de infraestrutura física comum.

Challenges to software-defined network adoption

Enterprises need to address multiple challenges beyond upfront investments that inhibit SDN adoption

Culture: SDN requires significant cultural change, and many may resist adoption if a fairly new technology unless driven to do so by the business

Security: Security risks are high due to the centralized nature of the control plane in SDN

Interoperability: Interoperability is challenge for enterprise environments with significant legacy networks

Scalability: The centralized nature of the SDN controller limits data flow, creating a bottleneck when processing large networking request volumes

Performance: The separate control and data plane can introduce latency in the network, especially in very large networks

Reliability: With a centralized controller, given its networked nature, a failure can collapse the entire network .

Everest Group® Cloud and Infrastructure Services

Referências:

- https://www.ciena.com.br/insights/what-is/What-is-SDN_pt_BR.html
- https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/software-defined-networking/overview.html
- https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2015_2/SDN/index.html
- Marschke, Doug, Jeff Doyle, and Pete Moyer. Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow Volume I. Vol. 1. Lulu. com, 2015.
- Goransson, Paul, Chuck Black, and Timothy Culver. Software defined networks: a comprehensive approach. Morgan Kaufmann, 2016.
- William Stallings, Foundations of modern networking : SDN, NFV, QoE, IoT, and cloud, Pearson Education, ISBN 978-0-13-417539-3.