

中兴通讯对 SDN/NFV 的思考与应用实践

Thoughts and Practices on SDN/NFV by ZTE

范成法/FAN Chengfa
袁道洲/YUAN Daozhou
古渊/GU Yuan

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳
518057)
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057,
China)

效率提升一直是技术革命的主旋律, 软件定义网络(SDN)和网络功能虚拟化(NFV)是近期通过软件化、通用化提升效率的新兴手段, 在网络的各个方向经历过多角度尝试之后, 逐步在各领域生根发芽, 找到了自己的定位, 开始了面向实际的应用。

当通用的硬件能力足够强大, 可以满足大多数应用时, 软件化生产方式会带来更高的生产效率, 代表着更加先进的生产力, 这个就是 NFV 的方法; 当应用的需求继续飞速增长, 远远超出通用计算能力时, 专业优化的硬件需要继续发挥作用, 同时人们还希望其更加灵活, 如将控制面拿出来, 使其具备柔性扩展的能力, 这个就是 SDN 的方法。SDN 和 NFV 的有机结合可以构建面向未来的丰富多彩的网络。

基于 SDN 和 NFV 的核心技术, 中国电信 CTNet2025 给出了未来网络的新技术要求^[1], 中国移动直接牵头 Open-O 的开源研发^[2], AT&T 则提出

收稿时间: 2016-09-15
网络出版时间: 2016-10-31

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2016) 06-0044-004

摘要: 认为将软件定义网络(SDN)和网络功能虚拟化(NFV)有机结合, 能够在未来网络的建设中发挥重要作用。提出了对 SDN/NFV 技术的应用思考, 包括网络连接、虚拟化数据中心及建立在此基础上的业务等。同时, 结合中兴通讯的应用实践, 分析了相关平台和应用系统的构建方法, 并以校园云平台为例介绍了云化数据中心的应用。

关键词: SDN; NFV; 分析; 应用

Abstract: Combination of software defined network(SDN) and network function virtualization(NFV) is very important in building future network. The applications of SDN/NFV in some aspects, such as network connection, virtualized data center and SDN/NFV-based services are introduced in this paper. The relevant platforms and application approaches are analyzed from ZTE's perspective. Moreover, a campus cloud platform is introduced as an example of application for cloud data center.

Keywords: SDN; NFV; analysis; application

了网络设施向软件化转型的 Domain 2.0 倡议^[3]。

1 SDN/NFV 应用技术的实现与发展

未来 10 年, 由于 4K 以上视频、虚拟现实、5G 等应用的推动, 网络带宽增长的需求非常旺盛, IP 网络和光网络仍然要不断提升网络带宽能力, 这种发展速度超出了通用处理器的处理能力, 在网络汇聚层和核心层需要专用的转发设备来支撑。同时, 为了解决方案总体柔性的要求, 优化的专业设备应更具灵活性, 接受 SDN 控制器的管控。另外, 考虑到与现有网络的对接, 以及 SDN 控制器失效情况下的保护, 需要采取平滑演进策略, 在传统技术基础上, 逐步加载 SDN 集中控制平面, 实现网络控制的集中化和软件化, 从而使网络能力向上层应

用开放。在这个过程中, 对 IP 层的控制和对光层的控制可采用类似的技术, 实现 IP 层和光层的协同, 创造更多的实用价值。

IP 和光层广域大网提供了一个连接的基础, 而连接只有与业务节点结合在一起, 才能形成完整可销售的解决方案。当前, 业务节点已逐渐标准化, 就是数据中心(DC)。DC 的基础元素是大量的通用处理器、存储和安全单元, 这些基础元素通过大容量交换机扁平化地连接起来, 形成一个整体资源。这个资源可用来支持各类云业务、信息技术(IT)业务, 也可以用来支持电信层面的各类业务。为了在统一、通用的环境下有效地支撑各类业务, 需要对资源进行虚拟化, 划分出无数个计算、存储、网络和安全的小系统, 每个小系统可以支撑独立的业务。多个小系统上支撑的

业务结合起来,就形成了丰富多彩的业务支持集合。在这样的一个数据中心中,SDN 控制器再次发挥作用,集中实现对所有网络节点的转发控制,使计算、存储、安全资源被有效地串接起来。同时将一个物理的网络虚拟成多个逻辑小网络,经过这样的虚拟化处理,DC 内形成许多可调配伸缩的资源池。这些资源池可直接租给客户使用,提供基础服务;也可以在上面运行各类 IT 应用,提供 IT 增值服务;还可作为网络功能虚拟化基础设施(NFVI),给 NFV 的各类电信服务提供支撑;同时,如果构建了 NFV 和 IT 应用的基本组件,则可以提供平台给第三方进行开发,进一步提升使用率和增值能力,其可想象的空间是十分巨大的。

通过上述 SDN 化大网和虚拟化 DC 可以构建面向未来的信息通信技术(ICT)一体化应用基础设施,其衍生出的业务系统将是一个非常庞大的生态系统。基于这种新技术,基础网络领域原来比较难做的业务能得到较好的解决,比如政企客户服务方面,可以在原来专线业务基础上,增加更灵活的带宽调整能力,增加各类 IT 和通信技术(CT)应用套餐选项,改善企业客户应用感受。

基于 SDN 和 NFV 在大网、DC 和业务应用上起到的重要作用,中兴通讯开展了持续的实践。实践的基础是多层次构建平台。首先,未来仍需长期提供强大带宽的刚性网元,包括路由器、DC 交换机、光传送网(OTN)及分组传送网(PTN)设备等,在进行带宽提升改造,保证带宽能力领先的同时,全面进行 SDN 化改造,使其可以接受 SDN 控制器的有效控制;第二,与 OpenDaylight、OpenStack 等开源组织深度合作,以开源平台为基础构建 ZENIC 广域网、DC 控制器体系,以及 TECS 云平台体系;第三,以电信和政企行业多年的积累为基础,构建 ICT 平台即服务(PaaS)NFV 组件平台,并在其基础上构建多类 NFV 系

统;第四,遵循 ETSI 框架,参与 Open-O 建设,构建 ICT 软件即服务(SaaS)业务管理平台。

以这些平台为基础,回到实际需求层面,构建各个层次的应用系统。首先,大网是运营商最宝贵的资源之一,大网的 SDN 化是重要的一环。大网由于其涉及地域广泛、厂家众多、新老交错,多运营商对接和进度不一致,SDN 化改造的难度最大,方法也不能过于激进。从实施可能性的角度看还是需要采取演进策略,在保持原有设备能力的基础上,增加 SDN 的能力,在局部或者一个新建的网络中先实施 SDN 化,然后逐步扩大范围,最终实现全网的 SDN 化。目前我们在骨干、城域和移动回传多个层次以 IP 和光传送两个维度都进行了 SDN 化的尝试,取得了许多一手的经验。从实际的发展动力上看,随着 DC 的广泛部署,特别是众多边缘 DC 的部署,DC 之间通过 SDN 化的网络进行互联是非常有必要的。DC 之间的互联(DCI)具有一定的封闭性,流量有时段突发性,并且有局部快速增长的特点,非常适合一个基于 SDN 的大网来支撑。组成这个大网的元素仍然是路由器和 OTN 设备,路由器在保留原有的域内和域间协议的基础上,增加了与 SDN 控制器之间收集拓扑状态和计算路径执行等的扩展接口,并增加了流量状态采集接口,这样控制器基于这些全局信息就可以实现 DC 之间的最佳连接,并在流量需求和状态发生较大变化后进行有效的调度。如果这个 DCI 网络底层有 OTN 的支撑,则可以在路由器网络和光网络层面同时部署控制器,实现两者之间的协同,从而提升承载效率,带来更加稳定、可靠的收益。比如,路由层面的带宽调整常常牵涉到不相关路径的全局调整,有可能造成路由的调整期动荡。基于 IP 和光的协同,可以通过光层来调整 IP 接口的带宽能力,满足实际流量增长的需要。在此情况下,光层先给 IP 层提供

基本的带宽,当某个 IP 接口需要追加时,光层将预留的带宽追加给 IP 层,保证 IP 层得到增加,无需调整不相关路由,避免调整期动荡。同时,光层的调整可以是渐进式的,无需进行全局调整。

通过 ZENIC 系列广域网控制器及上层应用(APP),中兴通讯在广域网的各个位置,包括骨干、城域和接入都进行了相关的试点,实现了基于单槽位 400G 路由器和路径计算单元(PCE)统一计算的 DCI 骨干网和城域网解决方案,并开展了 IP 和光协同的尝试,这些解决方案已开始逐步服务于现网。

如果说大网是连接的基础,那么 DC 就是业务的基础,也是电信级网元 NFV 化的实现基础。经过几年的发展和探索,行业的认识逐步清晰。针对低带宽要求的 IT 应用,需要建设大型 DC,数目不用很多,走集约化的道路;针对高带宽低时延的 CT 应用,DC 位置不宜过高,这时候需要建设大量的边缘 DC,支撑电信需求的同时,也需要关注一些本地化的 IT 应用;还有一些应用,如客户云上多业务分类和加速,放在边缘 DC 也不合适,需要放到客户出口位置,这时候就需要在设备级实现虚拟化。

在技术实现上,集中的、IT 化要求的虚拟化数据中心(VDC)是基础。边缘 DC 的基础实际上是 NFVI,本质上是一个 VDC,针对电信级的需求进行各类功能扩充,就形成了中心机房(CO)重构的概念,分布式虚拟化则是一个简化的实现。

对于一个 VDC 体系来说,大量的通用服务器,存储被扁平化的 DC 交换机连成一体,外加安全设备和对大网的网关设备,最后各网络节点被 VDC 控制器在逻辑上统一管理起来。然后所有这些资源被 OpenStack 云平台统一分配,形成一个业务整体,对外提供计算、存储、网络综合服务。当把这些技术应用于 CT 边缘 DC 的时候,所有的技术能力得以保

留,但是要针对 CT 业务做一些相应的提升。

第一个提升就是要提供一个网关把广大的接入网、城域网和数据中心连接起来,这个网关的原型是宽带接入服务器/业务路由器(BRAS/SR)的合一体多业务边缘路由器(MSE)。如今,在新的技术要求下,这个网关的路由器功能需要保留以便连接核心路由器(CR),而 BRAS 的功能要进行虚拟化,保留转发面来终结客户拨号,同时需要新增连接数据中心的功能,提供业务链的起点。这个网关的超强转发能力是未来 4K 大视频等性能得到保证的基础,是 CO 重构图景下非常重要的一个网元。

第二个提升是设法保证 DC 内的网元性能,在保证通用性的前提下有更好的能耗比。在功能虚拟化完成之后,各类加速方法将会在 CT 要求的 DC 中出现和标准化。

中兴通讯是 VDC 早期主要的实践厂商之一,已经基于整套技术开通了商用局。目前,中兴通讯已开始了基于 VDC 技术的 CO 重构工作的试点,积极倡导并率先采用 C-U 分离加软硬分离技术,开创了 CO 重构的全新思路。同时,中兴通讯也积极探索分布式虚拟化技术,并将以上相关技术结合起来,更好地满足业务需求。

大网和 DC 都是基础,最终的价值要通过业务来展现。基于 CO 重构建设的 NFVI 可以开展各类电信级业务。基于 NFV 的业务组件平台 ICT PaaS 和服务组件平台 ICT SaaS 提供了庞大的 NFV 能力。

回到网络本身可提供的业务来看,目前针对政企客户的随选网络是一个重要的业务。随选网络是在原有大客户专线的基礎上,通过 SDN 和 NFV 技术实现提升和扩展的一种新型业务。原有的专线局限于同类网络,开通牵涉部门多,带宽调整也不灵活。通过 SDN Overlay 技术,可以实现跨异类网络的专线,按时间段提供按需带宽服务(BOD),实现更快速的

自助开通,使专线提供能力得到较大提升;同时通过 NFV 技术和 IT 能力集成技术,可以给客户提供应用层面的一站式套餐服务,或者进一步的增值服务。在云化越来越重要的未来,这些应用层面的服务并非可有可无。比如,当企业更多的业务迁到云上,从客户到云之间的连接本身将成为影响应用体验的瓶颈。如果不对多个应用和用户进行有效的分类疏导和加速,即使这条专线的带宽相对较大,应用体验也会随着业务间竞争而迅速恶化。此时在客户出口部署分类、疏导和加速应用,将会使用户感觉带宽像是提升了许多倍。

从发展进程来看,连接随选将可快速部署,应用随选的优势也将会被逐步认识到,最终会形成连接随选加应用随选综合部署的模式,这将是 SDN 和 NFV 紧密结合的一个非常生动的案例。中兴通讯采用多年积累的 SDN 和 NFV 技术,积极推动完整的随选网络方案的实现和落地,并坚信这个方案将会切切实实提升用户的工作效率和体验。

SDN 和 NFV 作为新技术,正成为 ICT 融合趋势下的一种基本方法和能力。中兴通讯在网络的 SDN 化、VDC 和 CO 重构建设,以及相关新业务中,坚持以提升效率为目标,在注重网元的硬转发能力提升的基础上,全方位采用 SDN 和 NFV 技术,使网络刚柔相济,为客户提供面向未来的优质网络服务。

2 基于 SDN/NFV 的云化数据中心案例

某大学数据中心 IT 资源部署方式是按照每个应用进行物理的划分,主要业务包含校园网运维系统、一卡通系统、办公自动化(OA)系统、视频会议系统、校园网考试系统、选课系统等。这种按应用独立部署专用设备的方式存在以下问题:

- (1)资源利用率低;
- (2)运维成本高;

- (3)业务部署缓慢;
- (4)管理策略分散。

为解决这些问题,支撑智慧校园建设,提出了统一校园云平台的建设需求。如图 1 所示,校园云平台由中兴通讯建设,计算虚拟化底层采用 KVM 平台,网络虚拟化采用 SDN 方案并实现 NFV,云管理平台为基于 OpenStack 架构的中兴 iROS 系统。

关于校园云平台方案的具体说明如下:

- (1)组网采用 SDN 方案,SDN 控制器集中进行网络控制;
- (2)用户网络为基于虚拟可扩展局域网(VXLAN)的重叠网络;
- (3)M6000 路由器做 VXLAN 网关,实现虚拟路由器(vROUTER)和网络地址转换(NAT)功能;虚拟通道终端(VTEP)由运行在计算服务器上的 ZXDV5 虚拟交换机实现;
- (4)NFV 方案采用软硬件结合的方式,虚拟负载均衡器(vLB)采用 A10 硬件负载均衡设备实现,虚拟防火墙(vFW)则采用山石软件防火墙实现;

(5)通过引入集中的云运营管理平台 iROS,形成统一资源管理、统一生产调度的方式,实现“一点受理,全网服务”的 VDC 资源集约化服务。

该方案具有以下所述的优势。

(1)开放架构

基于 OpenStack 开放架构,方便集成业界领先的软硬件 NFV 产品,可以为客户提供丰富的 NFV 能力,避免封闭系统带来的各种技术和成本问题。

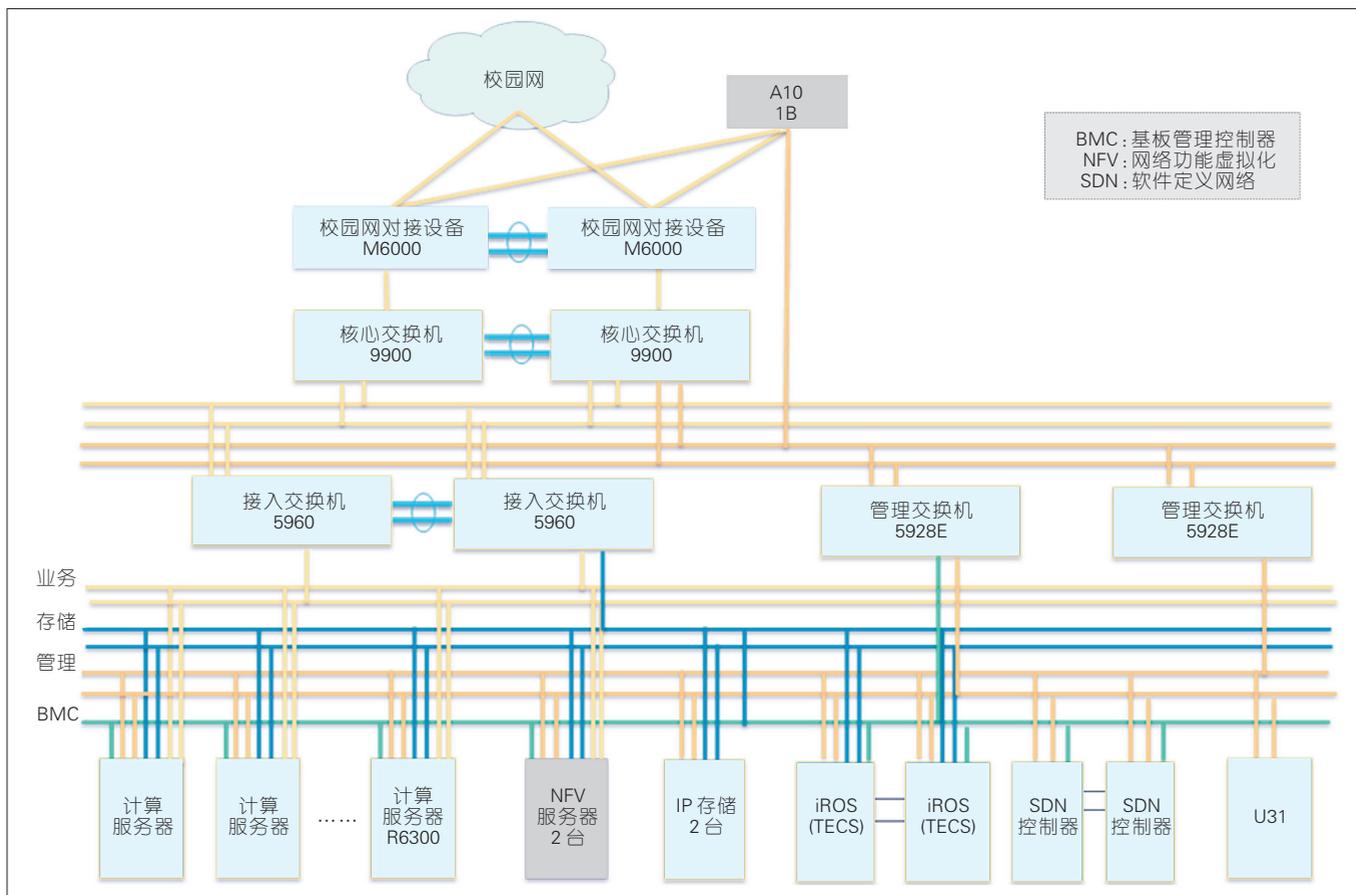
(2)智能高效

- 采用分布式路由方案,减少租户内部路由迂回,提升网络效率;
- vFW 采用透明方案,由 SDN 控制器实现自动引流,避免手工路由配置,避免对组网的干扰。

(3)安全可靠

NFV 基于 x86 架构,运行在中兴云平台虚拟机(VM)上,中兴云平台提供高可靠性、高性能保障:

- 通过虚拟机高可用性(HA)、虚



▲图1 校园云平台组成

机热迁移等技术保障NFV节点的高可靠性；

- 通过非统一内存访问（NUMA）、内存巨叶、虚拟中央处理器（vCPU）绑定物理核、DPDK、SR-IOV等的优化来实现硬件级别的性能保障。

(4) 按需使用

- 系统提供地址重叠和NAT功能，租户可以自定义用户网络，并可按需申请使用公网IP；

- 租户可按需申请vFW、vLB，并根据业务规模可调整vFW、vLB规格，实现资源按需申请、按需使用。

(5) 统一管理

在iROS云管理平台实现对vLB/vFW等NFV网元的集中管理和配置。

(6) 灵活编排

基于SDN控制器的集成策略控制，实现以租户为单位的安全业务链

自主编排。

3 结束语

SDN和NFV作为新技术，只有与实际应用需求相结合，才能获得长足发展。当前，在IT云和CT云基础设施、大网演进改造、新型政企业务等领域，SDN和NFV技术已经找到了切入点。围绕未来网络的各种新要求，中兴通讯在努力提升原有网络带宽能力的基础上，积极利用SDN和NFV技术，建立平台，推进应用，不断进行相关领域的探索和实践，以期对ICT融合技术和应用的发展做出应有的贡献。

参考文献

- [1] 中国电信CTNet-2025网络架构白皮书[R]. 北京: 中国电信, 2016
- [2] 中国移动Open-O技术架构研讨稿[R]. 北京: 中国移动, 2016
- [3] AT&T Domain 2.0 Vision White Paper[R]. USA: AT&T, 2013

作者简介



范成法，中兴通讯承载网产品线规划总工；主要从事数据通信领域研发、规划等相关工作。



袁道洲，中兴通讯VDC产品线规划系统工程师；主要从事核心网、云计算等领域规划和系统集成工作。



古渊，中兴通讯承载网标准总工、标准战略委员会成员；主要从事承载网领域研发、标准战略规划及实施推进等工作。