

中国电信网络重构及关键技术分析

Network Reconstruction and Key Technologies of China Telecom

史凡/SHI Fan
赵慧玲/ZHAO Huiling

(中国电信股份有限公司北京研究院, 北京
102209)
(China Telecom Beijing Research Institute,
Beijing 102209, China)

以网络智能化为主题的网络重构工作成为各大电信运营商未来的重点举措之一,如AT&T提出的Domain 2.0、中国电信提出的CTNet 2025等,都是希望通过未来5~10年时间对现有的运营商网络进行一个根本性的、革命性的改造和提升,从而适应和引领电信网络的新发展,满足物联网、互联网+、人工智能等对网络的需求,实现网络即服务(NaaS)的效果。

从根本上来说,网络是电信运营商的基石,是形成连接的基础,也是构成电信级平台和业务的前提。所以,网络重构工作的成败将决定着电信运营商今后的竞争力和发展潜力,也是影响整个社会信息基础设施和国家信息战略实施的要点。为此,选择和攻关核心技术,服务于网络重构工作就显得尤为重要。

1 网络重构的目标

1.1 网络智能化目标

现有的电信网络长期追求高性能和高质量的保障,是由大量垂直一体化的专用硬件和专业网络构成的,

收稿日期: 2017-01-24
网络出版日期: 2017-02-27

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2017) 02-0002-04

摘要: 阐述了运营商网络重构的意义和目标,提出了以软件定义网络(SDN)、网络功能虚拟化(NFV)和云计算为核心技术开展网络架构重构工作的观点,其中SDN主要解决网络智能控制 and 能力开放的问题;NFV重点在网络功能和网元形态两方面着手降低资本性支出(CAPEX)和运营成本(OPEX);云计算则更多作为基础设施成为网络虚拟化和云化的前提。聚焦运营商需求,SDN技术中需要关注南北向接口和控制器等的标准化;NFV技术中需要关注管理和编排(MANO)规范和统一化网络功能虚拟化基础设施(NFVI);云计算需要关注虚拟化和开源技术。

关键词: 网络重构; SDN; NFV; 云计算

Abstract: In this paper, the value and target of the network reconstruction project for operators are demonstrated. It is proposed that key technologies in this project should be soft-defined network (SDN), network function virtualization (NFV) and cloud computing. SDN can provide the network intelligence control and ability openness, and NFV can reduce the capital expense (CAPEX) and operating expense (OPEX) both in network function and element type; cloud computing is the infrastructure of the virtualization of the telecom network. SDN needs to focus on the standardization of the north/south interface and the controller; NFV needs to pay attention to the management and orchestration (MANO) specification and the unified network functions virtualization infrastructure (NFVI); cloud computing needs to focus on virtualization and open source technology.

Keywords: network reconstruction; SDN; NFV; cloud computing

整个生态系统较为封闭,产业链更新相对缓慢,同时资本性支出(CAPEX)和运营成本(OPEX)高企,对业务的响应比较慢,已经越来越难以满足未来网络随选的要求,特别是对网络要能够自动适应业务和应用变化的智能化需求。智能化的未来网络应该具备以下4个特征^[1]:

(1)简洁。网络的层级、种类、类型等尽量减少,降低运营和维护的复杂性和成本,也有助于业务和应用的保障能力提升。比如:通过网络层级简化、业务路由等的优化,我们认为是在全国90%地区实现不大于30 ms的传输网时延,这对于时延敏

感型业务是非常有益的。

(2)敏捷。网络需要提供软件可编程的能力,具备资源弹性可伸缩的能力,这非常有助于网络业务的快速部署和扩缩容。比如:面向最终客户的“随选网络”可以提供分钟级的配套开通和调整能力,使得客户可以按需来实时调整网络连接。

(3)开放。网络需要形成更丰富和边界的开放能力,能不同类型的业务所调用,且不仅为自营业务所服务,更可以为第三方应用所使用。比如,互联网的通信平台,可以根据其不同应用对网络能力的不同要求(服务质量(QoS)、带宽、时延等)要求网

络资源进行差异化提供。

(4)集约。网络资源应该能够统一规划、部署和端到端运营,避免分散、非标准的网络服务。比如:业务平台全面实现云化,使得其支撑的所有网络服务的体验与地域无关。

1.2 未来网络架构

要实现上述目标,我们认为未来网络在架构上应分为图1所示的3个层面^[1]。

(1)基础设施层。基础设施层由虚拟资源和硬件资源组成,包括统一云化的虚拟资源池、可抽象的物理资源和专用的高性能硬件等,其目的是以通用化和标准化为目标提供基础设施的承载平台。其中,虚拟资源池一般基于云计算和虚拟化技术来提供,通过网络功能层中的云管理平台、虚拟网络功能管理器(VNFM)和控制器等进行管理;而难以虚拟化的专用硬件则靠现有的网元管理系统(EMS)/网络管理体系(NMS)来管理,部分物理资源借助抽象层的引入还能够被控制器等进行双向管理^[2]。

(2)网络功能层。网络功能层主要面向软件化的网络功能实现,结合虚拟资源和物理资源的管理系统/平台,实现逻辑功能和网元实体的分

离,便于资源的集约化调度管控。其中,云管理平台主要负责对虚拟化资源的管理协同,包括计算、存储和网络的统一管控;VNFM主要负责对基于网络功能虚拟化(NFV)实现的虚拟网络功能的管控,控制器实现基于软件定义网络(SDN)实现的基础设施的管控。为简化接口和协议要求,规避不同系统间信息模型不同带来的互通难度,我们不建议让这些系统和现有的EMS/NMS直接进行东西向互联,建议利用上层的网络协同和业务编排器进行疏通,完成端到端的网络和业务管理。

(3)协同编排层。主要提供对网络功能的协同和对业务能力的编排,结合信息技术(IT)系统和业务平台的能力化,共同实现网络能力开放。其中,网络协同和业务编排器主要负责向上对业务需求的网络语言翻译和能力封装,向下对网络功能层中的不同系统和网元进行协同,保障网络端到端打通;IT系统和业务平台则主要服务于网络资源的能力化和开放化封装,支持标准化的调用。

可以看出:这一未来网络架构与现有的电信网络架构相比,产生了3个非常大的根本性变化。

(1)设施的标准化和归一化。除

了少数必须采用专用硬件的设备或系统外,通信技术(CT)的硬件资源也像IT一样大量基于标准化、可云化部署的资源池来实现,通过一些虚拟化的技术手段还能够实现虚/实、新/老设备和系统的互通和统一管理,传统的封闭式、烟囱式等的网络体系被打破。

(2)功能的虚拟化和软件化。网络功能将不再依赖于独立的硬件体系;而是主要以软件的形式存在,与专用硬件解耦(基于通用的资源池),可以灵活部署和按需扩缩容。同时,网络资源甚至服务能力都可能进行软件编程,在资源调配和业务响应上非常便捷,不再受限于现有的“硬件-软件-业务”的程式化、按部就班的运作模式。

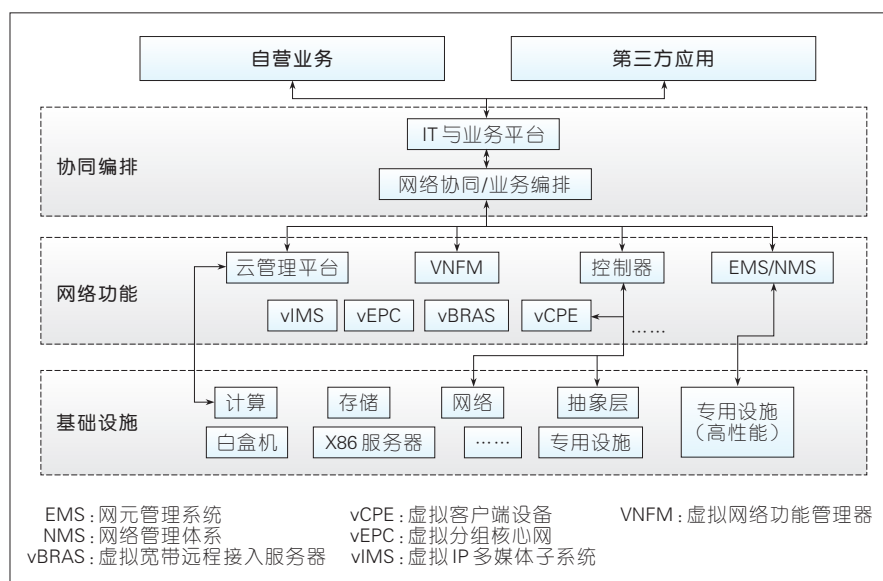
(3)IT能力的业务化和平台化。运营商的IT系统不再仅限于作为网络的指出系统,更多将能力打造成为服务平台,提供对外的能力开放,成为网络能力平台化的核心。同时,IT技术也不再局限于业务平台和软件系统,更多嵌入到网络功能和基础设施当中,成为不可分割的一部分。

2 网络重构三大关键技术

2.1 SDN

SDN是将网络的控制平面与数据转发平面进行分离,采用集中控制替代原有分布式控制,并通过开放和可编程接口实现“软件定义”的网络架构。SDN是IT化的网络,具有开放的生态链,其核心是网络的“软化”,基于软件实现网络的敏捷、开放以及智能。

对于网络重构而言,SDN的核心价值在于将传统分散的网络智能统一起来,如图2左图所示。传统网络基于分散的单一化的控制和转发,网管主要面向配置管理,业务能力有限;而SDN(如图2右图所示)则将主要用于网络配置的网管能力转换为智能调度和网络能力封装,不仅改善



▲ 图1 未来网络架构(示意)

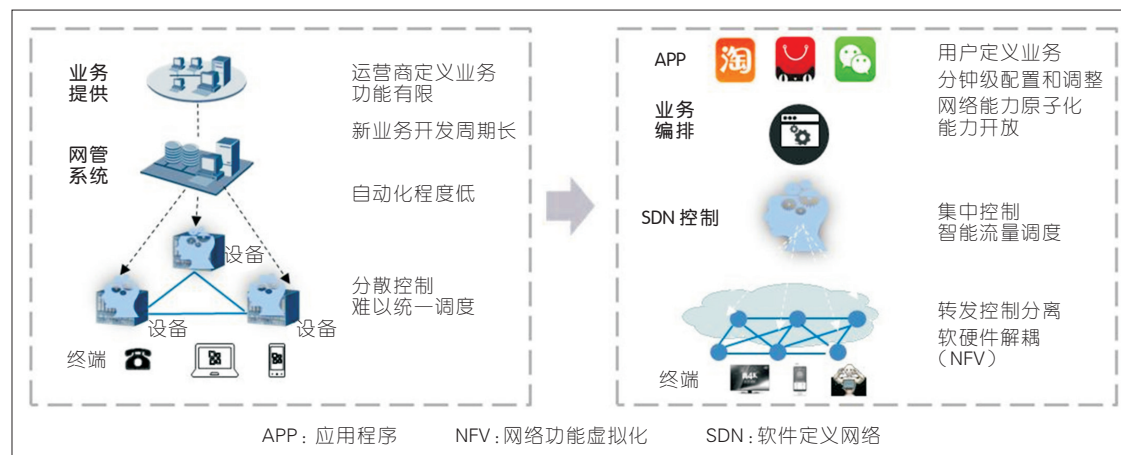


图2
SDN驱动网络敏捷和智能开放

了自身资源的管控,还能真正实现对上层业务甚至千变万化的应用的按需适配。

2.2 NFV

NFV是指利用虚拟化技术,采用标准化的通用IT设备(x86服务器、存储和交换设备等)来实现各种网络功能,目标是替代通信网中私有、专用和封闭的网元,实现统一的硬件平台+业务逻辑软件的开放架构。基于NFV可以实现网络的简洁、灵活和低成本。通过软硬件解耦合和硬件标准化,网络资源可以根据业务需求变化而弹性伸缩,支持新业务的快速加载和上线。网络基础设施实现了NFV以后,就可以像使用和管理IT云资源池那样使用和管理网络,实现网络的“云化”。

对于网络重构而言,NFV的核心价值在于在网络设备的技术实现方

式上进行了彻底的改良,如图3左图所示。现有专用硬件形态的网元架构封闭、成本高企、难以扩展,引入如图3右图所示的NFV方案后,运营商网络中不需要单纯依赖于“压价”来降低CAPEX,同时通过归一化的硬件基础设施为统一集约运营提供了基础,长期将降低OPEX。

2.3 云计算

云计算是在虚拟化技术、分布式技术的基础上发展而来的新型的IT服务提供模式和解决方案,是对传统IT的“软件定义”,带来相关部署、运维和业务发放模式的变革。云计算的引入将大大降低人工参与和手工操作的需要,提供自动化的能力,并且使得统一的资源可以为更多的租户所使用,获得更多的效益;同时,云计算提供开放的高级持续性威胁(APT)接口,也非常有利于基于软件

来定义业务,便于能力开放。

对于网络重构而言,云计算相关技术是SDN/NFV的基础条件,如NFV中所需的网络功能虚拟化基础设施(NFVI)解决方案资源池就需要基于云计算的方式来部署,基于云化的资源池是SDN控制器、编排器和NFV的管理和编排(MANO)等的基础平台。

3 三大关键技术的关注点

从运营商网络重构的角度,上述三大技术构成了未来网络的技术核心,重点是需要服务于网络能力的提升和网络的可持续发展。由于相关技术的发展阶段不同,所以各自的关注点也有所区别^[2]。

(1)SDN应关注南北向接口和控制器、编排器标准化。从硬件设备、控制和编排器软件、应用业务模型几个层面来看,SDN产业的成熟度不一,仍在快速迭代发展中,全面成熟

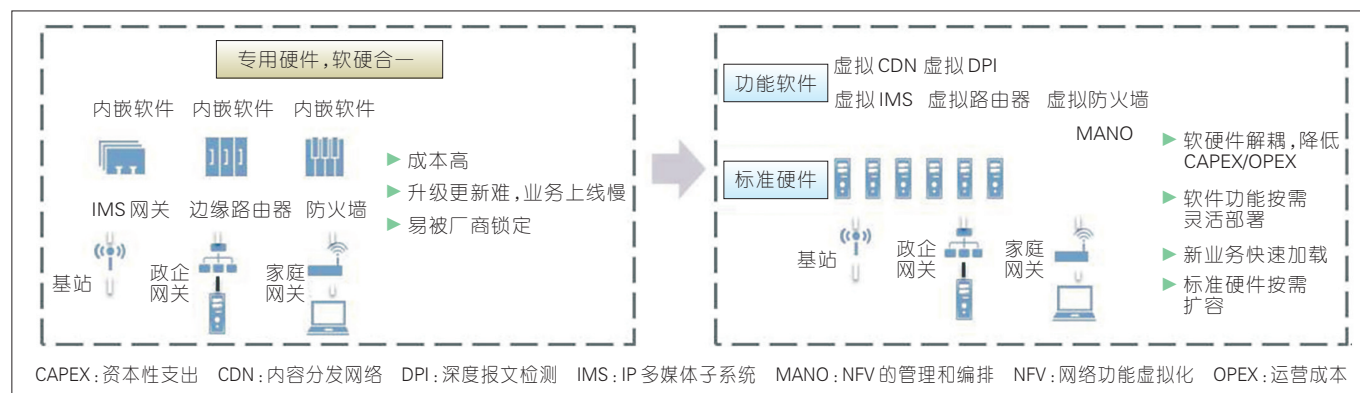


图3 NFV实现网络简洁灵活和低成本

有待时日。SDN 技术重点在南/北向接口标准化,目前在结合业务场景实现跨厂家的互通,以及相应接口和系统的性能和可靠性等方面仍存在问题,一系列传统的协议(如 Internet 工程任务组(IETF)的路径计算元件通信协议(PCEP)等)和新兴的协议(如 OpenFlow、Netconf 等)本质上已经在南向接口上自成体系,在需要尽快加以统一,避免形成各自发力、分散割据的局面;同时在北向接口方面,以 Resful 为代表又定义得非常简陋,难以满足业务模块化和原子化的需求。根据技术和产业链的成熟程度,近期运营商将逐步考虑在 IP 骨干网、互联网数据中心(IDC)网络等数据网中应用 SDN,并择机扩大到其他 IP 网和传输、接入等其他专业网络,为此急需在 SDN 接口的标准上形成统一。随着 SDN 标准的逐步完善,以及软件自主开发能力的增强,后续运营商还要考虑实现跨厂家、跨专业的控制层打通,做到 SDN 端到端网络能力调度和业务编排。长远来看:今后还会在 SDN 控制器和编排器系统中应用大数据分析和人工智能的技术,最终实现网络的智能化。

(2) NFV 应关注 NFVI 统一和 MANO 标准化。国际标准组织欧洲电信标准化协会(ETSI)定义的 NFV 网络通用架构包括硬件资源层、虚拟资源层和网元功能层,分层解耦,由管理编排模块 MANO 统一管理,而硬件资源层和虚拟资源层共同组成了虚拟化网络的基础设施 NFVI。目前,VNF 的部署方式还存在多种方案,基于 x86 架构的硬件资源层转发性能与现有专用设备相比差距很大,管理编排模块 MANO 还缺少经过大

规模商用验证的产品,而且运营商也缺乏对此进行集成和运营的经验。NFVI 是未来网络的基础设施,它是承载网络功能 VNF 的云资源池,如同 IT 系统中的 IT 云资源池,目前各厂商 NFV 设备的 NFVI 各不相同。如果运营商不能尽早定义和搭建统一标准的 NFVI,而是草率地引入各厂商的 NFV 方案,将会继续形成众多与厂家绑定的烟囱系统,不能达到资源高效共享和新业务快速加载的目的。为此,可以借助相关网络工程的建设,研究制订 NFVI 的标准和部署方案,明确 NFVI 与现有云资源池的关系,并开展小范围部署。同时,必须尽快确定运营商内跨专业的 MANO 规范,包括各个组成部分间的关系(如 VNFM 与 VIM 间的管理模式等),用于指导工程采购和自主研发。

(3) 云计算应关注虚拟化新技术和开源技术。作为云计算的基石,服务器虚拟化计算包括了中央处理器(CPU)、内存、输入输出(IO)虚拟化等,是处于硬件和 Guest OS 之间的新型软件技术,可以为各种 Guest OS 提供与实际硬件无异的模拟硬件环境,实现在同一个平台上运行多个 OS,有助于安全性和效率。目前虚拟化技术对于满足 SDN/NFV 引入部署,特别是统一的 NFVI 部署方面,在功能上已经基本可以满足,包括非统一内存访问(NUMA)绑定、内存巨页、数据平面开发包(DPDK)等的支持,但是在可靠性方面,尤其是系统、网元、虚拟化/操作系统、基础设施硬件见协同方面还有很多空白,将产生大量虚拟化技术新的改良空间。同时,以 OpenStack+KVM 为代表的开源技术在 NFVI 和 MANO 中也逐步开始体现出

价值,特别是在实现三层解耦方面作用很大,但是目前能提供电信级商用能力的系统几乎还不存在,这将成为云计算基础设施部署的一个困难。

4 结束语

综上所述,以智能化为核心的网络重构电信运营商网络发展的大势所趋,SDN/NFV/Cloud 则是其中最为关键的技术,具有各自不可替代的重大价值。但是在具体技术,尤其是和现网应用部署相结合方面,还有很多值得关注的要点和难点,可以成为今后我们进行重点攻关的领域,应该成为技术研发的主要课题。

参考文献

- [1] CTNet2025 网络架构白皮书[R]. 北京:中国电信, 2016
- [2] 赵慧玲. 网络重构及其挑战[C]//北京: 2016 全球网络技术大会, 2016

作者简介



史凡, 中国电信股份有限公司北京研究院 CTNet2025 开放实验室运营中心副主任, 高级工程师, 同时担任 MEF 中国工作组主席、CCSA TC3 SVN 研究组组长、SDN 产业联盟集成与测试工作组副组长等职务; 长期从事 IP/MPLS/PN 技术研发, 现主要负责 SDN/NFV 等新技术研究和网络架构设计。



赵慧玲, 中国通信学会常务理事, 中国通信学会信息网络技术专业委员会主任委员, 中国通信学会北京通信学会副理事长, 中国通信标准协会网络与业务能力技术工作委员会主席, 工信部科技委员, 中国电信科技委常委兼核心网组负责人, 国际标准组织 MEF 顾问董事, SDN、NFV 产业联盟技术委员会副主任; 长期从事电信网络领域技术和标准工作; 曾获多个国家和省部级科技进步奖项; 发表技术文章 100 余篇, 技术专著 12 部。