

SDN 的网络模型及北向接口

Network Model and Northbound Interface of SDN

李晨/LI Chen¹
陈俏钢/CHEN Qiaogang²
李凤凯/LI Fengkai³
吴波/WU Bo²

(1. 中国移动通信有限公司研究院, 北京 100058;
2. 中兴通讯股份有限公司, 江苏 南京 210012;
3. 华为技术有限公司, 广东 深圳 518129)
(1. China Mobile Research Institute, Beijing 100058, China;
2. ZTE Corporation, Nanjing 210012, China;
3. Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen 518129, China)

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2016) 06-0017-005

摘要: 网络模型及北向接口(NBI)是软件定义网络(SDN)中的关键问题。根据业界标准发展情况,提出了网络模型分为网络业务模型、网管模型、功能模型和网络设备模型,并指出了不同的模型对应了不同的需求。认为运营商、大型厂商等应定义统一的SDN模型和接口,能够推动产业链的成熟和统一。

关键词: 网络模型; 业务模型; 网管模型; 功能模型

Abstract: Network model and northbound interface (NBI) are the key issues in soft defined network (SDN). In this paper, network model is divided into service model, management model, function model and device model. And different needs corresponding to different models are also pointed out. Operators, large manufacturers and so on should define a unified SDN model and interface, so as to promote the maturity and unity of the industrial chain.

Keywords: network model; service model; network management model; functional model

1 网络模型定义和特征

1.1 多层次、多视角的网络需求

不同角色的网络用户,对网络的需求是不同的。比如对于一个公有云租户,或者一个运营商网络业务的设计者来说,更加关注的是网络业务相关的指标(模型和接口),如何帮助他们快速定义自己的云网络或者短时间内推出一个新业务,而不关注网络实现的细节。对于网络架构设计者和运维人员来说,如何快速定位故障,如何设计出更加稳定、灵活和可扩展的网络,进而具体选择哪种网络技术实现是更重要的问题。

因此,同一张网络对应不同的需求,在模型和接口上也需要有层次的划分,如图1所示。

1.2 网络的多层模型

网络模型是多层次的,可以分为

收稿时间: 2016-09-08
网络出版时间: 2016-11-02

网络业务模型、网管模型、功能模型和设备模型,如图2所示。

网络业务模型是网络业务、应用驱动,面向用户需求,与实现技术无关,与物理网络无关的抽象模型。网络业务模型主要包括逻辑网络之间相互交互、网络策略、业务服务等级(SLA)、业务调度策略等。

网管模型在软件定义网络(SDN)中,是专注于网络的运维(OAM),运维需求驱动,面向具体运维技术相关的抽象模型,如网管模型能够看到具体的交换机、路由器设备,以及端口信息。

网络功能模型是具体网络技术的功能模型抽象,如为了实现租户隔离,将采用第3层虚拟专用网络(L3 VPN)或第2层虚拟专用网络(L2 VPN)等具体技术。

网络设备模型指对各个厂家单台网络设备的抽象,如该设备路由表

项采用何种隧道以及封装、解封装描述,服务质量(QoS)队列描述,访问控制策略,以及转发协议采用OpenFlow、边界网关协议(BGP)等。

网络多层模型之间有着映射关系,业务模型中的具体指标会映射为网络功能模型中的具体技术,部分业务还需要读取网管模型中的监测控制及告警指标,触发调度策略生效。

1.3 网络模型和SDN北向接口

北向接口(NBI)是网络业务模型、网络功能模型和网管模型的一种使用方式。

在SDN网络中,控制器以上部分的接口称为NBI,通常以RESTful应用程序编程接口(API)方式与控制器交互。目前SDN的NBI主要分为基于意图的NBI和功能型NBI两大类。

结合SDN网络的层次架构,网络模型有相对应的抽象。基于意图的

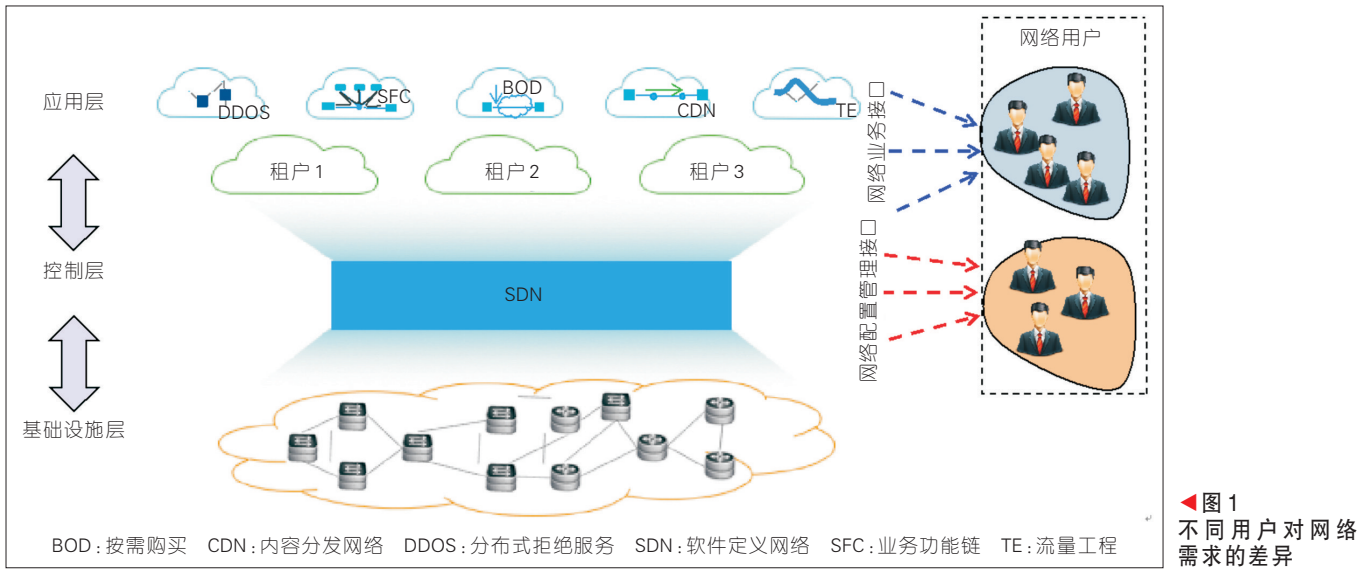


图1 不同用户对网络需求的差异

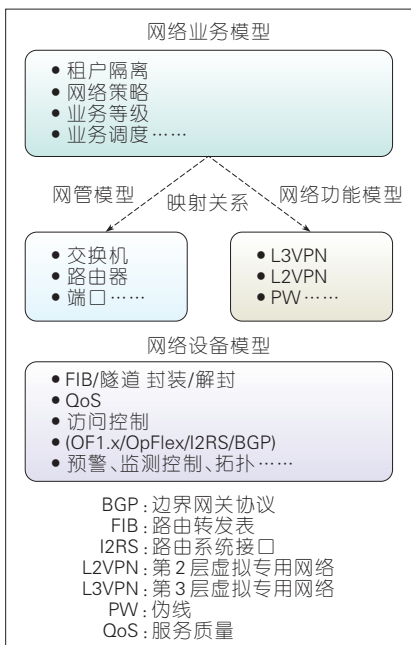


图2 网络多层模型

NBI 对应了网络业务模型,它主要用于描述SDN 网络使用者的需求,与技术无关,目前主要包括连接服务、资源需求、访问控制、流处理、策略逻辑等几部分内容,并且仍在完善中。功能型 NBI 对应了网络功能模型和网管模型,面向具体的网络功能,与网络技术方案相关的 NBI 接口。这部分 NBI 在每个场景和案例中都会有区别,所以应结合场景逐一分析,目前也在完善中,如图3 所示^[1]。

结合SDN 的3层架构,可以对基于意图的NBI、功能型NBI 与网络模型、SDN 应用程序(APP)、SDN 控制器以及网管的关系总结如下,具体如图4 所示。

(1)基于意图的NBI是网络业务模型所需要的输入消息。业务模型可以在SDN APP 内部实现(图4 中绿色区域),也可以在控制器上实现(图4 中黄色区域)。对应地,业务模型向功能模型的映射也分为在APP 完成或控制器完成两种方式,基于意图的NBI 也会终结在APP 或控制器上^[2]。

(2)功能型NBI是网管模型+网络功能模型所需要的输入消息。网络功能模型主要在控制器上实现,网管模型主要在运营支撑系统(OSS)网管上实现。其中控制器和OSS 网

管从目前的实现看,有完全独立、互相重叠、完全包含3种方式。从近期看,控制器侧重于业务下发和流量统计,网管侧重于告警、性能监测控制和日志统计,将会继续并存。

1.4 网络模型和NBI 的描述形式

网络模型主要用数据模型和协议的组合来描述,和网络模型描述有关的协议和数据模型主要包括4种。

- NETCONF 协议:网络设备配置协议(RFC6241),包括消息层、操作层、内容层等。

- YANG 数据模型:数据模型,为NETCONF 提供通用数据格式,可以用统一建模语言(UML)、压缩树的方式展现。

- RESTful 协议:基于HTTP 协议,

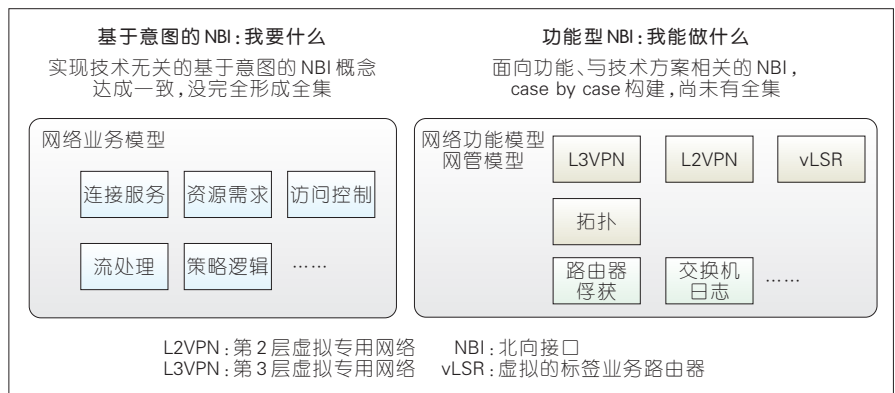
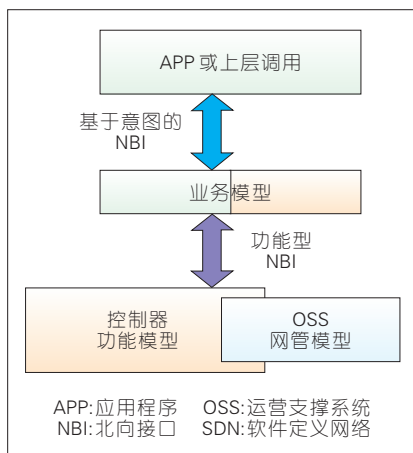


图3 基于意图的NBI 和功能型NBI 对比



▲图4 SDN架构下的网络模型和NBI

包括 post、put、delete、get 等消息。

• RESTCONF 协议:用 RESTful 方式访问 YANG 数据。

网络模型的描述形式目前主要采用 YANG 数据模型或一系列 API 消息来描述。NBI 所采用的协议主要为 RESTCONF 或 RESTful API。

2 业务/网管/功能模型

2.1 网络业务模型

网络业务模型可以用对象、操作、结果(OOR)来描述,如图5中所示,这种描述的方式也充分体现了业务描述与网络细节无关的思想。图5中业务模型表述的意思是:用户在某个上下文环境中基于意图的表述。

首先对于对象来说,包括节点、连接和流信息,这些对象将作为网络模型所描述的主体。

其次操作分为条件、动作和限制。在满足带宽、时延等网络条件下,在匹配哪些节点之间不可互通等限制下,执行标记优先级,实现转发的操作。

最后对于结果,包括期待结果和避免结果两类,如预期保证带宽利用率大于80%,或避免端到端时延大于100ms等。

关于网络业务模型,我们可采用3个例子加以描述。

例1:银行多站点间基于意图的

需求

(1)各分支站点可以访问位于总部站点的网络服务器,不可以访问位于总部站点的户数据库。

(a)目标:各分支、总部站点网络服务器,总部站点用户数据库等;

(b)操作:可以访问,或者不可以访问。

(2)各站点间的带宽利用率保持大于80%。

(a)目标:各站点间的带宽资源;

(b)结果:期待大于80%。

例2:企业站点间视频会议服务、数据传输基于意图的需求

(1)站点间视频会议优先保证语音流畅,数据备份优先级低传输。

(a)目标:站点间的视频数据流、数据备份数据流;

(b)操作:设定优先级。

(2)数据备份的数据内容进行日志记录和安全识别。

(a)目标:数据备份数据流;

(b)操作:logging和流清处理。

例3:云计算中心网络应用场景中的几个需求描述

(1)需要构建2层、3层网络。

(a) CREATE Node l2_network Type l2-group Contain h1,h2;

(b) CREATE Node l3_network Type l3-group Contain n1,n2。

(2)链接虚拟机。

CREATE Connection c1 Type p2p Endnodes n1, n2 Property bandwidth: 1024。

(3)定义业务数据流。

(a) CREATE Flow f1 Match src-ip: 10.0.1.0/24, dst- ip: 10.0.2.0/24, dst-port: 80;

(b) CREATE Flow f2 Match src-ip: 10.0.5.0/24, dst- ip: 10.0.6.0/24, dst-port: 80。

(4)部署访问控制列表(ACL)访问控制策略。

(a) CREATE Operation o1 Priority 1 Target f1 Action drop;

(b) CREATE Operation o1 Priority 1 Target f1 Action allow。

(5)部署 QoS 策略。

(a) CREATE Operation o3 Priority 1 Target c1 Action qos- bandwidth: 4096。

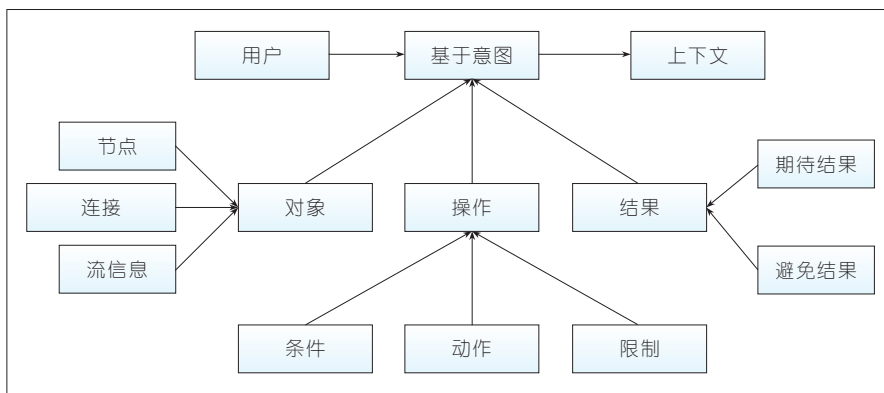
2.2 网管通用模型描述

根据电信国际电信联盟电信管理网(ITU-T TMN)的定义,网管模型定义了标准q接口,对现有网络中业务,如VPN、多协议标签交换传送应用(MPLS-TP)、网络拓扑、资源(单板、网元)等进行管理,并分为故障管理、配置管理、计费管理、性能管理和安全性管理5类功能,如图6所示。

网管模型主要由类和对象视图构成,要管理的物理或者逻辑模块抽象成对象类,网管实现成对象实例。

2.3 网络功能模型

网络功能模型是具体问题具体分析,目前没有统一定义。以L3



▲图5 网络业务模型

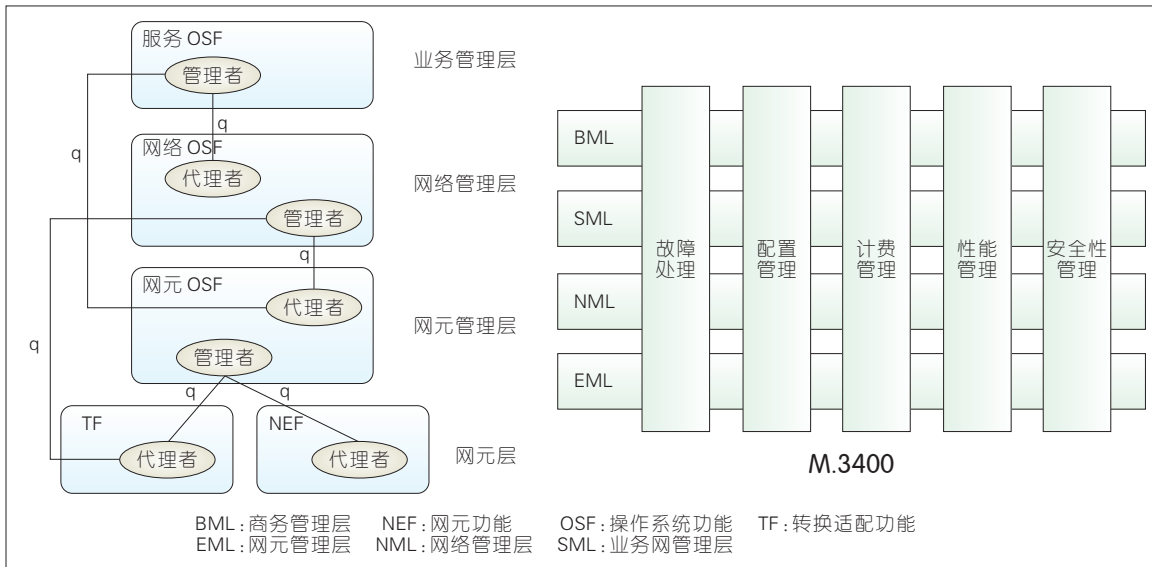


图6 网管模型

VPN 为例,功能模型包括:

- 基本信息,如名称、类型、接口
- 接口信息,如接口状态、IP 地址、多媒体接入控制(MAC)地址、接口 role、链路类型、虚拟局域网(VLAN)、proto 等。

2.4 网络业务模型和网管模型的关系

网络业务模型的操作专注业务需求,网络功能模型专注于具体技术的配置、开通,网管模型的操作专注运维。

随着网络演进,业务灵活性的增加以及SDN的逐步部署,网管模型中和业务控制管理关系密切的模型,如业务配置、业务性能、业务故障以及部分网络配置等管理,会由SDN控制器支持的NBI实现。如在业务功能丰富的数据中心网络中,SDN网管将逐渐侧重于运维,更多利于业务控制和对时间敏感的传统网管功能模型会通过SDN功能型NBI来实现。而广域网(WAN)承载了各种复杂业务,仍有大量的传统设备。

3 数据中心场景下的网络模型

数据中心场景是目前模型和NBI相对完善的领域。在该场景下,云租户或业务系统利用网络模型订购虚

拟私有云服务,包括路由器、子网、安全组策略、弹性公网IP等基础资源,以及防火墙(FW)、负载均衡(LB)、VPN等增值网络服务资源。数据中心网络模型如图7所示。

数据中心场景下基于意图的API实例为:

- (1)创建路由器API。
Post /v2.0/routers/{routerID}。
- (2)创建子网API。
(a) Post /v2.0/networks;
(b) Post /v2.0/subnets, 包括了地址段、掩码、网关、动态主机配置协议(DHCP)使能等参数。
- (3)路由器绑定子网。
Put /v2.0/routers/{routerID}/add_router_interface。

数据中心网络功能模型基于

OpenStack Neutron,采用SDN plugin方式实现,如图8所示。

功能型API实例为:

- (1)租户内2层网络隔离,使用vNet(不同VXLAN或VLAN ID)。
- (2)租户间3层网络隔离,除非明确配置,数据中心内不允许跨租户的流量访问(即租户间互访流量建议通过广域互通)。
 - (a)采用软件方案时,使用虚拟路由器实现在路由层面的租户隔离,每个租户使用单独的虚拟路由器;
 - (b)采用硬件方案时,使用VPN路由和转发(VRF)实现在路由层面的租户隔离。
- (3)安全组隔离:通过虚拟交换机(vSW)上流表实现。
- (4)FW/LB功能。

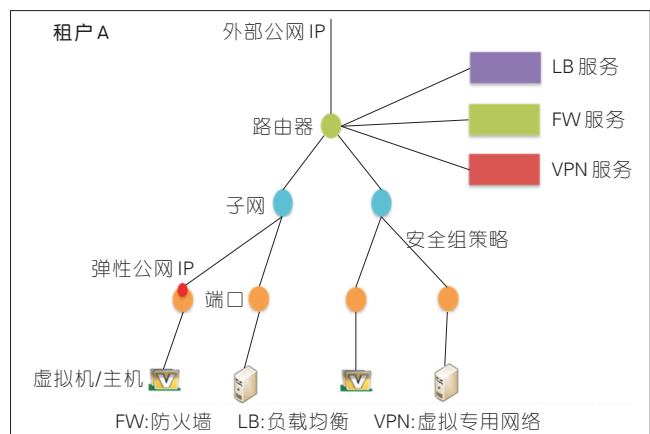
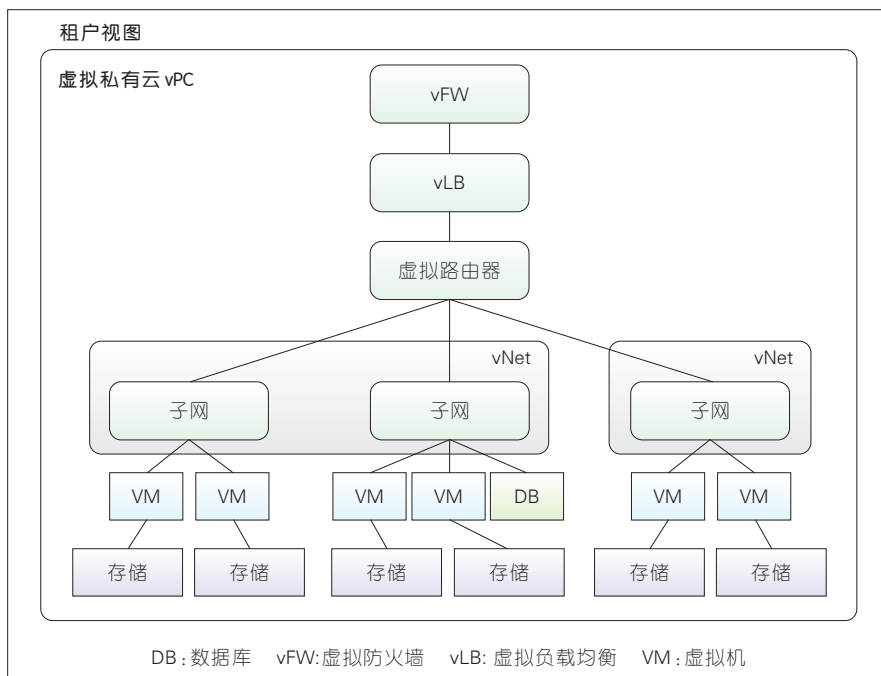


图7 数据中心网络模型



▲图8 网络功能模型

(a) 采用软件方案时,使用虚拟防火墙(vFW)或虚拟负载均衡(vLB)虚拟机实现;

(b) 采用硬件方案时,使用硬件设备虚拟出多实例实现。

4 业界标准化和开源社区进展

目前关注网络模型及NBI的标准化组织主要包括开放网络基金会(ONF)、国际互联网工程任务组(IETF)和城域以太网论坛(MEF)。ONF作为SDN领域领先的标准组织,从2013年起就开始成立北向工作组,并通过几次重组,现在在信息模型工程(IMP)工作组制定功能型NBI。同时,ONF在OSSDN中成立了BOULDER项目,专注于模型和基于意图的NBI设计,目前主要在讨论基于角色的业务模型。

IETF前期定义了大量的网络设备模型,和网络业务模型、功能模型无关。目前IETF正在L3SM工作组制订网络业务模型相关的内容,并在网络移动(NEMO)工作组商讨基于意图的模型立项的可行性。

MEF正在开展业务需求分析,主要针对2层以太网业务的YANG模型定义,尚未开展具体业务信息模型的标准化。

除了标准化组织,各个开源社区也在积极实现和推动NBI,争取形成事实标准,加速产业成熟。其中,OpenDaylight正在网络意图组成(NIC)、NEMO等项目中快速推进基于意图的NBI;OpenStack的Congress项目以及ONOS都从自己的角度定义了北向接口。

5 展望

SDN正如其定义软件定义网络,其核心价值在于软件。一方面在基础设施层面,需要软件化的控制器将网络的控制权集中,实现全局的调度,优化并提升网络利用率。更重要的是基于这个基础设施层,利用网络的开放能力,定义各种各样的网络APP,挖掘网络价值,能够更加紧密地贴合业务的需求。从这个角度讲,网络更耦合于业务。

要做到这一点,标准的网络模型和北向接口将成为重中之重。从业

界格局看,标准化组织和开源组织在并行定义自己的模型和接口,但是各自又存在着不足。比如标准化组织流程长,定义出来的东西可能无法赶上越来越快的现网部署节奏;而开源组织短平快的方式缺少全局考虑,在新版本中经常发生变化的情况屡见不鲜。因此在这个时间点上,运营商、大型厂商等应联合标准化和开源力量定义统一的模型和接口,推动产业链的成熟和统一。

参考文献

- [1] ONF. Intent Definition and Principles [R]. ONF, 2016
- [2] ONF. NBI-North Bound Interface Framework: ONF2014.071.22 [R]. ONF, 2014

作者简介



李晨,中国移动通信有限公司研究院网络技术研究所SDN项目经理;主要从事IP网络、数据中心组网以及SDN和NFV方面的研究;负责中国标准化协会研究课题2项;牵头制订中国通信行业标准11篇,已发表论文10篇。



陈俏钢,中兴通讯股份有限公司有线研究院网管平台系统部工程师;主要从事网络管接口和信息模型的研究;负责ITU-T标准等多篇国际标准的编辑工作,并参与了多项中国通信行业标准的撰写。



李凤凯,华为技术有限公司IP技术研究部高级研究工程师;主要从事IP网络技术、SDN、NFV下一代网络关键技术研究,以及相关标准的制订和推动;持有多项国家和海外授权专利,完成ITU-T SG 11、ONF、CCSA等多项标准撰写和推动。



吴波,中兴通讯股份有限公司有线研究院预研标准部标准工程师;主要从事数据通信以及SDN和NFV方面的研究,负责宽带接入网、数据中心网络相关标准和技术的跟踪、研究以及标准制订;已主持并参与MPLS组播等中国通信行业标准7项,已发表论文2篇。