

中国联通 SDN 的思考和应用实例

SDN and Its Applications of China Unicom

程莹/CHENG Ying

(中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)
(China United Network Communications Corporation Limited, Beijing 100033, China)

软件定义网络(SDN)的应用,已逐步从最初的数据中心网络扩展至通信网络的多个领域。控制与转发相分离的核心思想,一方面通过控制器处理能力的提升和北向接口的开放使得网络更加智能化,另一方面电信级转发能力要求迅速实现硬件的标准化,从而降低建设成本。

对于传统电信运营商而言,SDN 的部署和应用不应是简单替代传统网络的“革命式”转型,而应在传统网络基础上,逐步演进^[1-3]。对新建网络可采用基于 SDN 技术的解决方案,对传统网络则可通过 SDN 控制器及编排器与网管系统相结合,逐步实现对网络的统一控制。

以中国联通的实际部署为例,SDN 的引入需根据业务和网络发展的实际需求以及对应技术的成熟程度,在不同域的网络逐步引入,不可一蹴而就。

1 电信级 SDN 网络目标部署架构

1.1 主要目标

以中国联通为例,运营商引入

收稿时间: 2016-09-13
网络出版时间: 2016-11-04

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2016) 06-0040-04

摘要: 通过对电信级软件定义网络(SDN)网络的主要设计目标、目标部署架构,以及引入 SDN 场景的介绍,认为 SDN 的引入需考虑业务和网络发展的实际需求以及对应技术的成熟程度,在不同域的网络逐步进行。网络重构并不意味着完全摒弃传统网络,而是需要渐进式地继续坚持 IP 基础技术体系,推动网络向 IT 化转型。

关键词: 软件定义网络; 云计算; 目标部署架构; 数据中心

Abstract: In this paper, the design objective, target deployment architecture, and scenarios of soft defined network (SDN) are introduced. We propose that SDN should be gradually used in different domains, the actual needs of the business and network development, and the maturity of the corresponding technologies should all be considered. Network reconfiguration does not mean the disuse of the traditional network, but the progressive using of IP-based technology system. In this way, IT transformation of the network can be promoted.

Keywords: SDN; cloud computing; target deployment architecture; data center

SDN 的主要目标为实现网络的智能化和自动化,打造以软件为核心,面向客户、业务和服务的网络^[4],具体内容包括:

(1)通过标准化的接口,进行网络能力的抽象;通过操作系统化的控制平面,将网络能力开放;提供网络可编程能力,实现快速的业务创新、管理创新;通过业务应用程序(APP),实现用户自主业务的开通以及调整。

(2)通过集中的控制平面,以全局视野,进行快速集中的路径计算,实现全局资源、路径、流量的高效调度、配置和优化;快速进行业务的发放和动态调整,缩短用户业务需求的响应时间。

(3)通过集中的控制平面,标准化的转发设备,灵活适应业务和资源的动态调整需求,灵活满足各种组合

型业务需求及部署。

(4)减少设备上协议及控制功能,降低设备成本。提高设备的标准化、互通兼容性,实现网络与供应商解耦,降低网络建设成本。通过灵活快速的资源调度以及优化,提升全网资源的利用率,从而降低网络服务的成本。

1.2 目标部署架构

传统电信运营商通常基础网络覆盖范围大,以中国联通为例,现网是按照地市、省内骨干、省际骨干 3 个层次组网和分域管理的。随着云计算和数据中心的发展,业务网络将逐步向以数据中心为核心,实现 3 级数据中心分层分域组网。SDN 控制平面、管理平面、编排协同平面与之相对应,宜采用分层分域的方式部署到各级数据中心中,从而保证网络的

可扩展性、可靠性、安全性。

依据前述演进策略,SDN的转发平面根据业务仍可保持现有网络的分层级设计,分为地市、省内/省际骨干2~3个层面,其中地市转发平面可根据网络节点的多少分为接入/汇聚/核心层。

传统运营商可能的SDN目标架构如图1所示。其中,分域、分层的SDN网络需要由不同的控制器来控制,并通过跨专业的编排协同层完成跨层编排和调度,这样的设计根据需要可能分为多级,从而实现端到端的服务。业务编排/协同器以面向客户和业务的管理控制为主,能够根据预定的业务模板,将用户录入的业务需求转化为针对不同域的控制命令,下发给各域控制器,实现相关业务的配置,从而能够实现多个不同域或不同专业、不同厂商之间控制器的协同。

运营支撑系统(OSS)内的工单、电子运维、客户管理等子系统需要与SDN的控制平面、编排协同平面和应用平面交互信息,这种信息交互通过外部接口实现。

SDN网络与传统网络相比,在专线业务提供等方面发生较大变化,如

将提供客户在线自助业务订购、自助带宽调整、临时带宽调整、带宽日历等实时新业务。需要业务支撑系统(BSS)在计费、出账、订购、确认、退订等方面进行改造,实现对业务开通实时性、业务需求实时变化、自助实时账单查询等功能的支持。

2 数据中心交换网络引入SDN场景

SDN技术最早应用于数据中心内和数据中心间的网络中,目前用于数据中心交换网络的SDN交换机技术较为成熟。因此,运营商引入SDN网络也常常是从数据中心的相关场景开始。

以中国联通为例,数据中心的布局包括骨干基地数据中心、区域中心数据中心、边缘数据中心3层架构,骨干基地数据中心和区域中心数据中心规模都比较大,数据中心内建有独立的交换网络,这些数据中心内的交换网络可按照一个域进行SDN改造,如图2场景1所示^[5]。边缘数据中心一般利用城域机房建设,利用多个城域机房的空

间组建数据中心(DC)资源池,满足业务发展的需要。边缘数据中心池多个机房间通过二层VXLAN网络将多个数据中心内的交换网络连通,数据中心资源池的所有交换网络设备也可以按照一个网络域进行SDN改造,如图2所示。

2.1 场景1:骨干和区域数据中心场景

骨干和区域中心数据中心一般可单域组网,每个数据中心内的交换网络按一个网络域组网,通过单域控制器进行控制。

2.2 场景2:城域数据中心资源池场景

城域数据中心则可采用多机房虚拟数据中心的方式,即多个机房虚拟成一个数据中心。多个数据中心局点的交换网络作为一个完整的网络域,可以通过一个单域控制器进行控制。在南向接口尚不规范和开放的情况下,需要每个厂商配套建设单域控制器,通过多域控制器实现对整个数据中心资源池中的交换网络的控制;当南向接口已经规范并开放后,则可采用单域控制器实现对数据中心资源池的所有交换设备的统一控制。

在向SDN网络演进过程中,新建

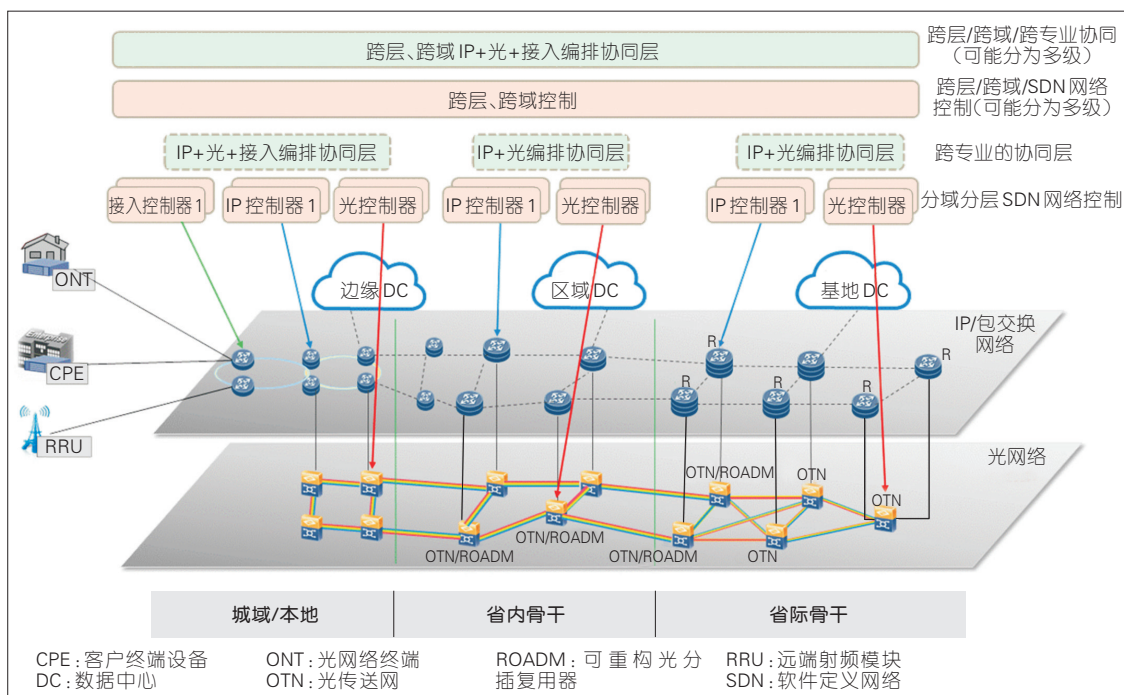
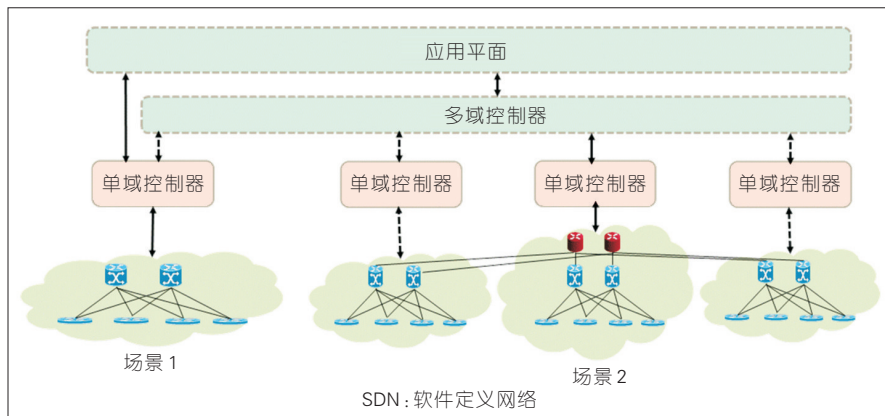


图1 SDN网络的目标部署架构



▲图2 城域SDN数据中心网络架构

机房可直接采用支持SDN的交换设备。已有数据中心可以根据业务发展情况(机架出租型、云数据中心等)和需求,逐步采用SDN的设备进行替换升级。

3 本地综合承载传送网引入SDN场景

本地综合承载传送网(UTN)属于本地层面的网络,基于IP/多协议标签交换(MPLS)技术标准体系,并且支持MPLS-TP标准协议,对运营商网络具有普遍的适用性。中国联通自2012年起已在全国300多个本地网中大规模开展了UTN的建设,主要定位于承载2G、3G以及长期演进(LTE)等移动回传业务,核心汇聚层主要定位于边缘流量的汇聚和转发,接入层位于网络边缘,用于提供灵活的业务接入^[6]。

在UTN领域引入SDN,可促进运维简化,实现全网虚拟化,集中控制路由策略,便于跨层、跨域互通。UTN引入SDN宜以本地网为单位,是一个支持SDN功能的转发设备与现有UTN网络共同组网逐步演进的过程。其中,新增网元可以采用支持SDN相关规范和功能的产品,现有网元应通过对网元和网管系统的南、北向接口进行功能升级和扩展,将网络能力开放给单域控制器或多域控制器,实现SDN控制器对新老网元的统一控制。

UTN引入SDN技术的网络架构如图3所示。

3.1 实验性部署阶段

在初期实验性部署阶段,管理平面和单域控制器都在本地部署,通过多域控制器实现多域网络协同控制。这个阶段又分为2个过程:第1个过程是针对新型采用SDN技术的UTN设备组建试验网进行试验验证,控制器仅对新增的SDN-UTN设备实现控制,并通过迭代开发实现功能完善;第2个过程是进行现网UTN网络网管功能和设备功能的升级和扩展,

开发网管与控制器的接口,更好地实现控制器对现有网络和新建设备的统一控制。

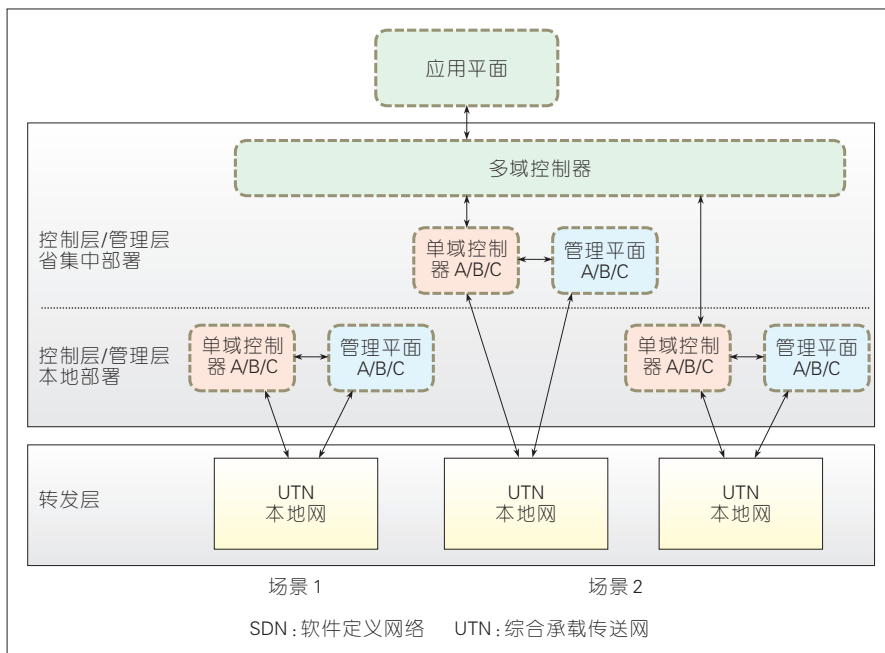
3.2 规模部署阶段

在规模部署阶段,单域控制器和网管可根据各省具体情况,按地市部署或按省集中部署,通过多域控制器实现对每个本地网的统一控制。

跨本地网的业务,需要经过IP承载网,这需要待IP承载网采用SDN技术升级后,由编排协同器实现对跨UTN、IP承载网的相关业务的统一协同控制。

4 结束语

在传统电信网络日渐式微的今天,全球主流运营商纷纷加入了IT化、软件化的转型。SDN/NFV等网络技术正逐渐成为构建新兴网络基础设施的主要技术选择,云计算、物联网等业务的逐步成熟也促进了电信网络重构。然而,网络重构并不意味着完全摒弃传统网络,长期以来传统架构的网络技术和运营模式势必保持相当长时期的惯性,渐进式地继续坚持IP基础技术体系的同时,推动网



▲图3 SDN-UTN网络架构

络向 IT 化转型是更为稳健的一种方式^[7-9]。

在变革转型的过程中,新的网络架构势必对运营商的传统管理模式以及运营策略产生较大的冲击,主要表现在:

(1)网络运营模式正在从以设备为中心向以软件为中心转型。随着控制和转发的分离,网络硬件资源正在逐步通用化,软件功能也在逐步定制化。软件功能从硬件中剥离后,采购模式将从纵向的软硬件一体的标准化网元采购,转变为横向的通用基础硬件、通用基础软件和定制化软件的独立采购。与此同时,与采购配套的售后技术服务也将随之改变,软件和硬件的维护和升级能够实现独立进行。

(2)在基础的标准框架基础上,快速迭代的需求必将使得开源生态越来越繁荣。新时期的标准化和开源将互相渗透影响,代码事实标准将逐渐成为新的业态,越来越多的大型应用系统将基于开源搭建。

(3)业务开发和运营向一体化(DevOps)方向转型。传统的电信业

务从需求到上线需要经过需求分析、标准定制、开发验证、测试采购、部署交付、维护优化等一系列繁复流程,且整个过程所需要的职能分散在运营商的不同部门,需要大量时间用于跨部门、厂商的协同。由于 SDN、NFV、云计算等基础技术为屏蔽硬件差异化提供了可能,业务上线和运营的小版本敏捷迭代需求将应运而生,开发和运营的环境将逐步能够融为一体。

基于上述分析,运营商在向新的网络架构和运营模式转型的过程中,从以 SDN 为代表的支撑技术中获取了控制承载分离、软硬件解耦等优势的角度分析,也势必需要为新的业务形态进行全盘配套考虑。

参考文献

- [1] 赵慧玲,史凡. SDN/NFV的发展与挑战[J]. 电信科学, 2014, 30(8):13-18. DOI:10.3969/j.issn.1000-0801.2014.08.002
- [2] 李晨,段晓东,陈炜,等. SDN 和 NFV 的思考和实践[J]. 电信科学, 2014, 30(8):23-27. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.08.004
- [3] MCKEOWN N, ANDERSON T, BALAKRISHNAL, et al. OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks [J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, 38(2):69-74

- [4] ITU-T. Framework of Software-Defined Networking: Recommendation ITU-T Y.3300 [S/OL]. (2014-06-12)[2016-09-12]. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.3300-201406-11!PDF-E&type=items
- [5] 中国联通. 中国联通 SDN 技术体制规范[S]. 北京:中国联通, 2016
- [6] 曹畅,庞冉,张贺,等. SDN 在中国联通本地综合承载网的应用研究[J]. 邮电设计技术, 2015, (7): 59-63. DOI:10.16463/j.cnki.issn1007-3043.2015.08.013
- [7] 程伟强,李晨. 电信级 SDN 在运营商网络中的应用研究[J]. 电信技术, 2016, (3): 52-55. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1247.2016.03.012
- [8] AT&T. AT&T Network on Demand [EB/OL]. (2016-01-08)[2016-09-22]. <http://about.att.com/innovation/showcase/networkondemand>
- [9] Domain 2.0 White Paper [EB/OL]. (2016-01-08) [2016-09-22]. https://www.att.com/Common/about_us/pdf/AT&T%20Domain%202.0%20Vision%20White%20Paper.pdf

作者简介



程莹, 中国联通集团技术部标准管理处高级工程师, 同时担任 ITU-T SG11 Q4 报告人和 ITU-T JCA-SDN 副主席; 长期从事云计算及下一代互联网新技术预研和标准化工作, 主要研究方向为云网络、SDN、NFV 等。