

云网络:云网融合的新型网络发展趋势



Cloud Network: New Network Development Trend of Cloud Network Convergence

史凡/SHI Fan

(中国电信集团有限公司, 中国 北京 100033)
(China Telecom Co., Ltd., Beijing 100033, China)

DOI: 10.12142/ZTETJ.202201004

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20220217.1742.008.html>

网络出版日期: 2022-02-18

收稿日期: 2021-12-25

摘要: 云网融合已经成为信息基础设施的核心特征,其关键是打破云和网的边界,实现多个层面的一体化。在信息世界以云为核心的背景下,改变传统的网络组织模式,构建云网络的形态,将是必然选择。重点阐述了对云网络的需求、云网络的架构组成及关键技术,并分析了云网络的表现形式和未来发展前景。

关键词: 云网络; 云网融合; 软件定义广域网

Abstract: As cloud network convergence is the core feature of the information infrastructure, the key challenge is to break the border of cloud and network and bring them together on several levels. It is time for us to change the traditional networking mode, and build up the cloud network, as the core of the information world is cloud. The requirement, the architecture, and the key technologies of the cloud network are highlighted, as well as its existed service type and promising future.

Keywords: cloud network; cloud network convergence; software-defined wide area network

2021年10月18日,习近平总书记在主持中共中央政治局第三十四次集体学习时指出,要加快新型基础设施建设,加强战略布局,加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施。这标志着云网融合正式成为数字信息基础设施建设的重要内容。

云网融合的核心特征在于“融”,即打破现有云和网相对独立和隔离的局面,在基础架构、底层设施和资源调度等方面趋于一体化。该特征在反映到现实世界中时,将演变为“云网络”这一新型网络形态。这种网络形态将使得云和网的传统边界变得模糊,使云和网在连接层面率先实现融合。

1 云网络的产生背景

过去的网络组织形式,本质上是一种以基础网络和物理连接为核心的模式,即“先修路”。这种模式根据行政地域层级和人口分布,构建多层级、中心化的网络,然后再将对应的业务和应用资源挂接到网络上。在过去信息通信的源头和形态相对单一、通信流量和数据总量较少的情况下,这种组网形式是便于管理、行之有效的。但是随着互联网的兴起和发展,信息服务的内容逐渐变得丰富多样,网络流量和应用数据呈现爆发式增长。近年来,以云计算技术和云服务载

体为代表的新型业务占据主导。业务和应用所需的资源逐步集中到平台化的云上。原先的模式难以满足新形势的需求。以电信运营商为代表的基础网络服务商,虽然逐年提升网络带宽,但仍然难以满足业务流量动态变化(特别是云)的要求。这是因为,一方面现有网络的拥堵点难以消除,另一方面网络也无法结合应用的需求来提供相应合理的服务质量(QoS)/服务等级协议(SLA)。以互联网云商为代表的OTT(指互联网公司越过运营商开展业务)企业,虽然努力构建以Overlay网络为主的网络体系,但是由于其Underlay网络较为封闭,无法和Overlay网络形成高效的协同,因此无法提供与云资源动态弹性、按需服务、按量计费相匹配的网络能力。

在未来相当长的一段时间内,业务和应用所需的资源主要以云的形态存在,并且该形态是分布式的(在某些情况下甚至是去中心化的)、高频率动态变化的。传统的“先修路再部仓库”的组网模式必须适应新的变化。因此,网络的组织和构成模式需要调整为“随云而动、应云而生”,即需要构建一个云网络。这种云网络的本质特征主要有以下4个:

(1) 网络组织以云为核心。网络的布局和架构充分匹配云计算和云业务所需的灵活性,具有高度的弹性,能够提供不同等级应用的QoS。

(2) 网络资源云化部署。网络的节点、带宽、流量等打破了与地理位置和物理形态绑定的局面。以网元为主要载体可实现虚拟化、云化部署,能够实现按需提供和调整。

(3) 网络边界深入云内。网络连接的端点需要与云业务相关联,以实现信息传送的深度直达,即让信息的“包裹”能够送到用户手中。

(4) 网络服务与云融合。从最终用户的角度看,今后大量的应用直接调用的是数据和算力。承载这些数据和算力的载体是云计算和云资源。而网络是作为更加底层的连接支撑存在的。从感知的角度看,理想的网络模式应该是“见云不见网”。网络自动化可提供服务,但它“隐藏”在云的后面。

2 云网络的构成和关键技术

新型云网络的架构包括3个层面。

(1) 基础网络层。这一层的作用是构筑一个泛在的高速连接基础。它类似于我们日常生活中的高速公路,但需要具备一定的弹性能力和快速调整能力,能提供一定的差异化QoS和网络开放能力。基础网络层的布局要实现去行政区域化,并根据云资源的布局来设计。基础网络层主要解决网络组织以云为核心、网络资源云化部署的问题,需要从网络拓扑、路由组织、协议选择等维度更新传统网络的设计理念。从传统运营商的视角看,基础网络层又是Underlay网络层。

(2) 业务网络层。在基础网络层上有一个业务网络层。业务网络层的作用是根据云计算的需要,实时建立或拆除网络连接,按需提供网络带宽和质量保障。同时这种连接是深入到应用和最终用户的,是真正端到端的连接。相对于基础网络层提供的连接能力,业务网络层实现的网络连接更加细粒度、精准化,并与日常生活中的物流快递类似,一般具有高并发、高时效性。业务网络层主要解决的是网络资源云化部署、网络边界深入云内的问题。简化网络的层级和拓扑、路由组织和接续,并且让网关等节点实现虚拟化甚至云化^[1],有助于实现按需扩(缩)容和随云部署。从传统运营商的视角看,业务网络层也被称为Overlay网络层。

(3) 网络导航层。除了上述两个网络层外,系统还需要一个集中控制的网络导航层。这一层的作用在于让云网连接的准确性和可靠性得到提升,使信息物流的效率达到最大。网络导航层主要解决的是网络服务与云融合的问题,可形成多维全域资源视图,为不同的应用和业务设计相应的网络策略,并结合实际资源效能形成最优的调度和配置。该层是新型网络的核心智能所在,具有统一调度和管理的职责。从传统运营商的视角看,网络导航层也可以被称为控制编排层。

上述不同的层面需要引入不同的技术来发挥各自的作用,

以实现各层的功能定位。

具体来说,基础网络层要实现比传统的Underlay网络更好的灵活性和差异化性能,就需要在协议层进一步简化,方便基础网络实现端到端的可管可控,改变过去“铁路警察各管一段”的协议跨域拼接状况。目前,最有代表性的是基于IPv6的段路由(SRv6)协议^[2]和以太网虚拟专用网(EVPN)技术。SRv6可以让广域网过去的多个协议简化为一个协议,有助于实现“高速路的一站直达”;EVPN技术可以让适合不同客户的L2虚拟专用网(VPN)和L3 VPN实现统一发放,大大简化网络的开通配置。同时,在该层面上还存在着光传输和互联网协议(IP)两个承载层。在现实网络中,出于不同质量、经济性、安全性的考虑,光传输和IP网络各有优势,两者将长期并存。但是目前最缺乏的是两者之间的高效协同,特别是在连接组织方面。人为的设定超出了光网络和IP网络的界限。从云网络承载的角度看,只有让IP+光传输成为一个整体网络,才能发挥网络最大价值。因此,业界争论多年的“彩光”技术将为IP和光网络的融合带来新的机遇。由于云资源的一大功能是实现对算力的承载,特别是考虑到未来大量应用需要同时使用存储和计算两种能力,因此基础网络层尤其需要匹配这一能力需求,需要能够形成“服务器(计算和存储)+传输+路由”的统一调度能力。

业务网络层拥有一端入云、另一端连接最终用户的海量信息分发能力。这是传统Underlay网络所不擅长的。此外,该层还需要具有面向应用的高度定制化能力和快速连接处理能力。为此,SRv6和快速用户数据报协议(UDP)网络连接(QUIC)协议^[4]可用来满足相关要求。其中,SRv6提供的是Overlay层面的精细化连接能力。与Underlay网络采用的SRv6协议不同,该层面可以根据网络端点的能力,采用进一步简化的SRv6协议栈,并通过开源方式来部署。如果诸如Sonic、FRRouting这样的开源项目能够满足需求的话,系统还需要专用的网络设备。这将大大降低SRv6部署到云内端点的要求。而随着基础网络质量的不断提升,传统的传输控制协议(TCP)3次握手过程的必要性已经很小,大量基于UDP的应用将应运而生。为此,QUIC协议的高效性愈发明显,将有助于入云数据“包裹”的及时送达。当然,需要指出的是,目前QUIC协议主要应用在Client-Server模式中,其对传统网络的潜在影响也是巨大的。由于不同网元还处在逐步云化的过程中,各个网络节点的传输层协议完全可以基于QUIC协议来简化和优化。比如,当基础网络层采用移动网络承载并遇到频繁跨区切换时,采用QUIC来构建业务网络层就能够规避TCP慢启动对业务和应用产生的问题。

网络导航层需要借助软件定义网络(SDN)、Telemetry

等技术来实现对各种网络资源信息的实时采集,并结合人工智能(AI)和大数据技术,利用机器学习等手段实现智能化的信息处理和闭环控制,让云网络真正具有大脑功能。需要指出的是,网络自动驾驶技术并非这一层面的最大挑战。在云计算领域中,相关的自治技术已经非常成熟,完全可以借鉴到网络中来。网络导航层的技术难点是如何引入语义化的信息交互和数据处理,以便让云网络更加开放,让使用者方便调用。对此,目前业界还没有现成的技术可用。

需要特别指出的是,这3个层面是逻辑功能的不同分工,在物理实现上,不是绝对隔离的,而是彼此嵌入的。以入云专线为例,在城域网范围内,基础网络层可以是无源光网络(PON)、光传输网(OTN),也可以是5G网络。为便于调度,可以在此层叠加一个软件定义广域网(SD-WAN)作为业务网络层,以方便客户侧与云资源池按需连接的建立和拆除。在骨干网范围内,可构建一个需要跨越不同网络域的数据中心互联(DCI)。从互联网数据中心(IDC)互联的角度看,该DCI属于一个基础网络;但是从云资源池互联和互通的角度看,该DCI又可以起到业务网络层的作用。与此同时,位于网络导航层的平台系统,比如编排和控制系统,可能需要连接上述不同网络域内的多个控制器、云管平台等,以实现端到端的协同和能力开放。

3 云网络的现状和发展前景

其实,从业界的应用部署来看,SD-WAN^[5]就是一种云网络形态。SD-WAN具备上述特征并包含上述3个层面。

从网络节点的形态来看,SD-WAN在局端和用户侧都可以采用云化部署的方式,不局限于传统的专用物理设备,它采用的组网拓扑和局端部署都呈现出典型的去中心化特征。同时,与云的结合是SD-WAN高速发展的一大驱动力,也是企业实现上云、云互联的重要手段。如果将云比作电商的平台,那么SD-WAN就像物流服务一样。SD-WAN与云的深度融合没有明确业务边界。近来,随着安全访问服务边缘(SASE)、软件定义分支(SD-Branch)的加持,SD-WAN被进一步应用在信息通信技术(ICT)服务中。换句话说,SD-WAN已经从单一的组网连接演变为综合性信息服务。因此,我们也可以认为它是新型云服务的一种。

SD-WAN在实际部署中,并不是一种新型的物理网络形态,而是基于各种现有的接入手段和城域网、骨干网衍生而来的。SD-WAN的Underlay部分可以是目前的互联网专线、互联网宽带,也可以是传输专线,甚至是5G无线接入。所以我们不能认为SD-WAN的网络带宽等同于互联网带宽。在SD-WAN的Overlay部分,通过在客户侧网关和服务侧的

网关建立安全封装后的隧道,可实现点到点、点到多点的灵活组网。结合SDN控制器和编排器,SD-WAN能够实时感知底层资源的变化,根据业务的QoS要求来智能选择最佳路径并实施差异化保障手段,使得业务的开通与变更以及服务保障更加灵活、更有性价比。相对于传统的专线,SD-WAN如果选择各种专线类技术,例如将OTN、多协议标签交换(MPLS)VPN作为其Underlay部分(也就是基础网络层),就可以实现很高的网络带宽和QoS保障。出于性价比和可靠性的综合考虑,在党政军和大企业应用中,SD-WAN的基础网络层经常出现专线+互联网互为备份的情况。

当然,除了SD-WAN以外,云网络还有不同的表现形式。比如,多家运营商推出的多云互联服务,多家OTT提供的多网接入服务。这些不同的表现形式在实现云网络的能力上存在一定的差异。

4 结束语

在云网融合的大势趋下,传统网络需要升级为云网络。这种云网络不仅是一种新型的网络形态或者云网载体,还是一种云网能力服务化的创新模式。在技术上,云网络本质上既打破了传统网络和业务的界限,又打破了传统通信技术(CT)和信息技术(IT)的界限,是云网融合能力和服务的供给侧结构性改革体现。当然,云网络的实现方案和可选技术是多样化的,相关的具体应用还处于比较初期的阶段。目前业界还没有找到绝对理想的标准方案和部署模式。正因为如此,业界同人需要共同关注,一起携手,才能解决相关问题,让云网络真正成为助推云网融合的新动能。

参考文献

- [1] 周家荣. 基于云网PoP的弹性边缘网络设计思路探讨[J]. 电信工程技术与标准化, 2021, 34(9): 31-38, 68. DOI: 10.13992/j.cnki.tetas.2021.09.006
- [2] 王巍, 王鹏, 赵晓宇, 等. 基于SRv6的云网融合承载方案[J]. 电信科学, 2021, 37(8): 111-121. DOI: 10.11959/j.issn.1000-0801.2021205
- [3] 黄光平, 史伟强, 谭斌. 基于SRv6的算力网络资源和服务编排调度[J]. 中兴通讯技术, 2021, 27(3): 23-28. DOI: 10.12142/ZTETJ.202103006
- [4] 李学兵, 陈阳, 周孟莹, 等. 互联网数据传输协议QUIC研究综述[J]. 计算机研究与发展, 2020, 57(9): 1864-1876. DOI: 10.7544/issn1000-1239.2020.20190693
- [5] 史凡. SD-WAN服务持续升级带来云网络新业态[J]. 通信世界, 2021(14): 36-38. DOI: 10.13571/j.cnki.cww.2021.14.013

作者简介



史凡, 中国电信集团有限公司科技创新部技术战略处处长, 高级工程师, 城域以太网论坛(MEF)中国工作组主席, 中国通信学会首届青年科技奖获得者; 从事电信网络技术科研工作20余年; 发布全球标准20余项, 拥有专利30余项, 出版专著4部。