

云化时代运营商数据中心业务及网络演进研究

Research on Data Center Service and Network Evolution of Operators in Cloud Era

许鹏,张桂玉,马季春,赵岩,李胜光(中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

Xu Peng,Zhang Guiyu, Ma Jichun,Zhao Yan,Li Shengguang(China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd.,Beijing 100048,China)

摘要:

阐述了运营商数据中心(IDC)网络技术及服务现状,分析了云化时代企业上云及混合云组网新业务需求对运营商数据中心在网络架构、设备形态及服务模式的新要求,结合网络云化趋势,提出了基于虚拟路由的多租户共享CE设备接入技术及网络自动配置和业务自动开通的机制,并提出了业务自动化服务平台的建设构想,对其系统架构和功能架构进行详细阐述,为运营商数据中心业务及网络演进提供了参考。

Abstract:

It expounds current status of network technologies and services of IDC, analyzes the new requirements of the new business requirements of enterprise cloud and hybrid cloud networking in the cloud era on the network architecture, equipment form and service mode of the operator data center. Combined with the trend of network cloud, it puts forward the multi tenant shared CE equipment access technology based on virtual routing and the mechanism of network automatic configuration and service automatic opening, and puts forward the construction concept of service automation platform, and expounds its system architecture and functional architecture in detail, which provides a reference for operators' data center business and network evolution.

Keywords:

Internet data center; Network clouding; Virtual routing; Multi-tenant sharing

引用格式:许鹏,张桂玉,马季春,等. 云化时代运营商数据中心业务及网络演进研究[J]. 邮电设计技术,2021(6):52-58.

关键词:

IDC; SDN; 云化; 虚拟路由; 多租户共享

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.06.010

文章编号:1007-3043(2021)06-0052-07

中图分类号:TN91

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



1 概述

1.1 运营商数据中心业务需求变化

长期以来, IDC 主要为用户提供以服务器托管和数据传输接入为主的综合性业务,为企业租户提供广覆盖的、高速的、稳定的网络服务。

云计算产业的蓬勃发展带来应用上云需求的激增,同时基于系统安全性等考虑,企业混合云组网场景日益丰富。通过自建数据中心或者租赁运营商 IDC 资源,企业部署自己的私有云资源池,并通过租用运

营商专线实现企业总部及分支机构、数据中心云池和公有云池的组网和数据交换,从而实现混合云的部署。

同时随着软件定义网络(SDN)、网络云化等技术的发展,用户对于业务线上化订购和受理、即时弹性的网络服务以及网络和业务可视化也提出了新的需求。应对新的场景和业务需求,运营商数据中心在网络架构、设备形态以及业务服务模式等各方面的变革势在必行。

1.2 传统数据中心网络及业务开通情况

1.2.1 传统数据中心网络及业务现状

层次化模型设计的级联架构是目前运营商 IDC 网

收稿日期:2021-05-20

络广泛采用的解决方案。该架构设置接入层(Access Layer)、汇聚层(Aggregation Layer)和核心层(Core Layer),现网根据 IDC 规模、用户需求等因素综合考虑各层的规划和实施。级联架构的 IDC 网络如图 1 所示。

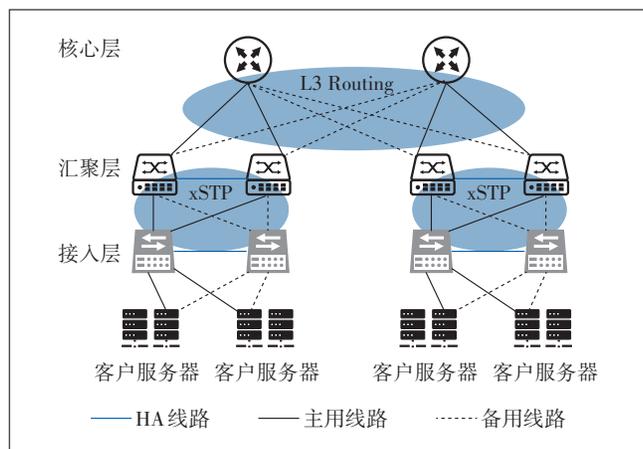


图 1 级联架构的 IDC 网络

接入层:位于网络最底层,负责终端设备接入,确保终端设备可通过网络进行数据包传递。

汇聚层:位于接入层和核心层之间,提供基于策略的连接,可通过访问控制列表(ACL)等过滤器来提供区域的定义,同时提供如防火墙、入侵检测在内的其他服务。

核心层:又称网络骨干,该层网络设备为所有数据包提供高速转发,通过 L3 路由网络将各个区域进行连接,确保各区域内部终端设备的路由可达。

当前数据中心主要的用户需求为互联网带宽租赁及服务器托管,网络流量以访问公众互联网流量为主,网络设备主要采用专用的交换机、路由器等通信设备。

租户接入网络的层级依据需求带宽(CIR——Committed Information Rate)设置,可以通过 IDC 的核心路由器、汇聚交换机、接入交换机进行网络接入。高 CIR 客户一般接入核心或汇聚层设备,以访问公众互联网流量为主,路由协议直接配置在对接设备上;低 CIR 客户一般与接入层对接,根据公众互联网和专网访问业务类型的不同,路由协议可能直接在接入层配置,也可能在汇聚及核心层配置。各层级设备配置由维护人员依据线下工单采用 Telnet/SSH 等方式手工完成。

1.2.2 新业务需求下传统数据中心存在局限性

随着企业混合云专线组网需求的激增及云化技

术的发展,级联的 IDC 网络架构、逐层手工配置的方式以及线下工单驱动的业务模式,无法满足云计算场景下弹性、自助的服务需求,在客户业务订购、资源配置、设备接入、配置变更、业务测试及维护等方面也暴露出诸多弊端。

结合现有网络架构及业务开通模式,目前有以下问题亟待解决。

a) 网络部署复杂,业务开通时效性差。专线业务开通需要维护人员手动配置各层网络设备,配置效率低,容错性差。

b) 租户接入成本高,接入设备需配置。租户接入 IDC 网络需自带专用设备(CE——Customer Edge),并对 CE 进行网络配置。

c) 运维手段缺乏,维护效率低。对于大部分 IDC 内的网络设备以及业务状态缺少采集和监测手段,不利于及时排障,影响网络维护和业务运营。

d) 业务受理开通均采用线下方式,可视可管不足。线下以人工的方式开通业务,业务施工进度、业务状态、开通情况等不可视,影响用户体验。

e) 不符合混合云的发展趋势,无法适应云原生环境下快速部署和弹性租用、在线服务、网络可视的业务模式。

鉴于此,本文提出了云化时代新型的运营商 IDC 网络架构、设备形态及业务服务模式,本文所提出的演进思路和技术方案可以更好地满足企业用户对运营商数据中心的需求,并改善传统的运营模式和业务模式,为云化时代运营商数据中心业务及网络演进提供有效借鉴。

2 网络技术及方案演进

2.1 关键技术

2.1.1 网络虚拟化技术

网络功能虚拟化(NFV)技术将传统通信网络设备功能软件化,并基于通用的计算、存储、网络硬件设备实现电信网络功能,将实现传统电信产业与 IT 产业的深度融合。NFV 在网络的规模应用,实现包括软件、操作系统、存储、网络 and 管理的虚拟化,打破用户和资源之间的约束,具备节能、自动化、虚拟化、整合以及业务连续性等优势,能够灵活、动态地满足业务发展需求。

NFV 技术的引入,使得传统网元实现软硬件分离,网元的上线部署直接变成了软件的部署,业务上

线时间(TTM——Time To Marketing)将从以月为单位,提升至以小时甚至分钟为单位,从而实现业务快速上线、功能高频敏捷迭代和市场需求的灵活及时响应。网络虚拟化成为了云网融合时期重要的技术趋势。

虚拟路由器(VR——vRouter)采用软件的方式实现传统硬件网络设备的三层路由功能,与标准的商用现货(COTS——Commercial Off-The-Shelf)硬件相比,VR可以在X86架构的通用平台上运行,将有效降低硬件成本,并且有助于实现硬件互操作性。

2.1.2 网络SDN技术

SDN网络技术的核心是在网络架构中增加的SDN控制器,把原来的分布式控制平面集中到一个SDN控制器上,从而实现网络集中控制。SDN网络架构具备3个基本特征:转控分离、集中控制、开放接口。

SDN网络具备快速网络创新能力,如果这个新业务有价值则保留,没有价值可以快速下线。传统网络中新业务上线需要经过需求提出、标准协议讨论和定义、标准开发、现网设备升级等环节,经过数年才能完成新业务交付。SDN技术对网络的赋能,使得新业务的上线周期从数年降低至几个月甚至更短。

云计算的蓬勃发展对网络的自动化、高性能等提出了更高的要求。而具备模块化、可编程、高弹性、可预测的智能SDN网络才能对齐业务意图,支撑业务需求,提供高稳定的SLA(Service Level Agreement)保障,使得网络具备弹性灵活的扩展特征。

2.2 基于SDN及NFV的网络技术解决方案

2.2.1 架构演进方案

本文从SDN和NFV技术引入、设备形态和网络架构3方面,提出了运营商数据中心网络的4种演进方案。

方案1:保持现有网络架构及设备不变,公众互联网访问和混合云访问合设,部署SDN控制系统,如图2所示。

方案2:引入新的出口路由器设备,实现公众互联网访问和混合云访问分离,并部署SDN控制系统,如图3所示。

方案3:引入专用网关设备,并调整网络层级,在实现公众互联网访问和混合云访问分离的基础上,提供一跳入云的解决方案,分别部署SDN控制系统,并在顶层进行协同编排,如图4所示。

方案4:引入基于NFV技术的专用云化网关,通过

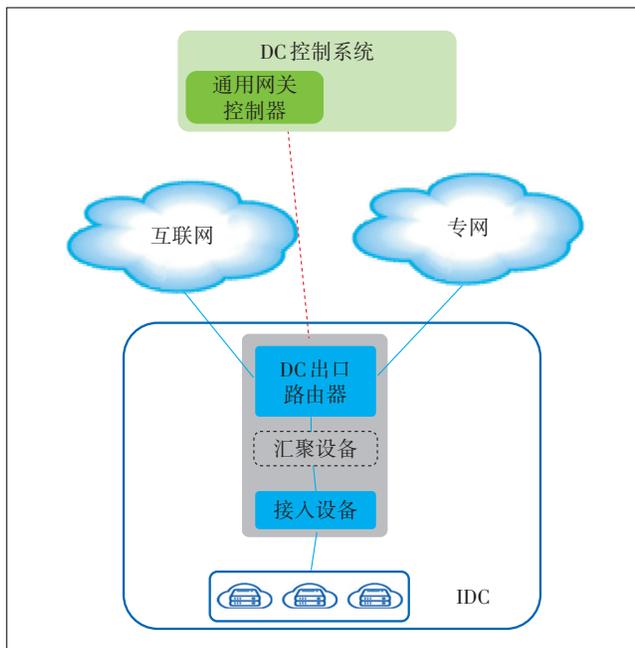


图2 数据中心网络架构演进方案1

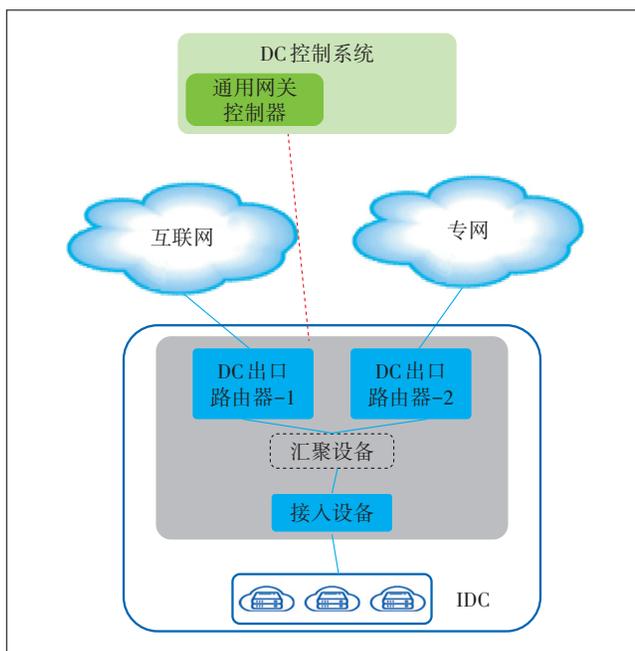


图3 数据中心网络架构演进方案2

VR为不同的租户提供接入vCE,在方案3的基础上,提供多用户共享的CE,分别部署SDN控制系统,并在顶层进行协同编排,降低用户CE成本,实现用户零配置一跳入云(见5所示)。云化网关的特性优势如下:

a) 用户隔离和高安全性。云化网关为每个用户提供独立的虚拟路由器,并通过配置VPN,实现用户和数据的完全隔离。

b) 适用于各类数据中心(DC)内的公有云、私有

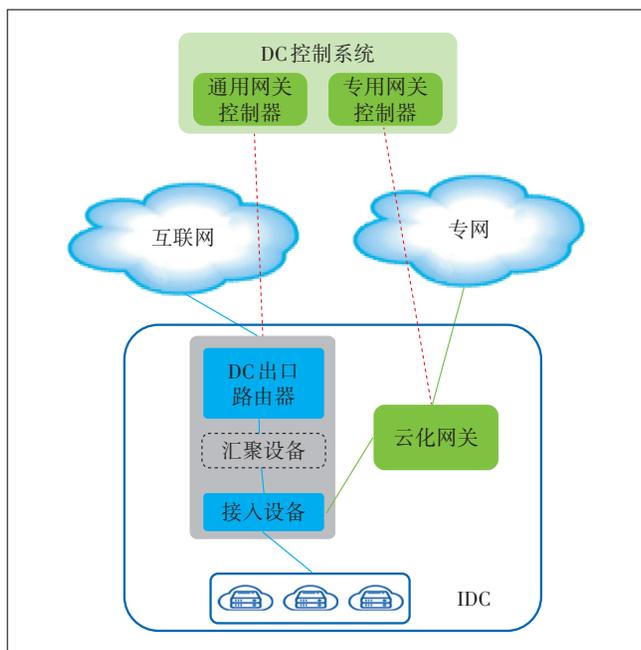


图4 数据中心网络架构演进方案3

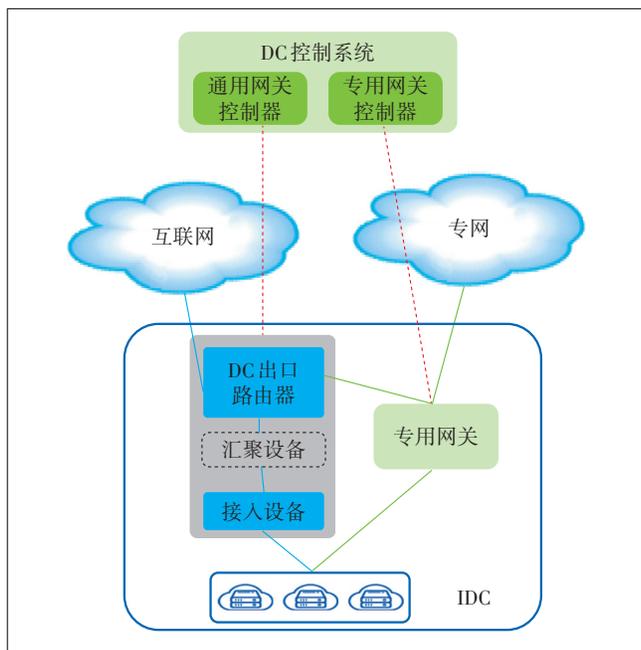


图5 数据中心网络架构演进方案4

云及混合云用户以及各类IDC服务提供商,向客户提供可自动配置、可视可管的VR。

c) 以标准的北向Restful API接口,与多业务平台对接,实现对云化网关整理的纳管。

该方案提出的采用多租户共享的云化网关的技术方案,通过NFV技术的引入,采用vCE替代传统网络中用户自带的CE,真正实现端到端自动化可控,并且能够在网络弹性、用户业务体验和节约成本方面实

现最优。

2.2.2 广域网业务接入方案

2.2.2.1 用户互联网接入方案

云化网关采用直连路由方式与中国联通China 169网的出口路由器进行互通,并通过网络地址转换(NAT—— Network Address Translation)方式进行互联网访问。云化网关VR接口与出口路由器设备采用公网IP进行直连,当收到互联网访问需求时,触发云化网关服务器中的VR进行私网转换公网地址NAT策略,私网地址转换为VR接口的公网IP,然后通过VR接口地址以直连路由方式进行路由发布至出口路由器设备,实现互联网访问。

2.2.2.2 混合云组网接入方案

MPLS L3 VPN技术被运营商广泛用于提供VPN专线服务。在MPLS网络中,对VPN的处理发生在运营商边缘路由器(PE—— Provider Edge)上,PE与CE建立邻居关系,CE把本站点的VPN路由发布给PE,继而通过BGP方式与其他PE交换VPN路由信息,实现VPN专线网络可达。

在混合云场景中,建议采用MPLS VPN技术实现广域网之间的通信,云化网关可采用BGP协议与专网的PE进行互通,并建立虚拟路由转发(VRF—— Virtual Routing Forwarding)与专网进行对接,其中云化网关的VR和专网的PE配置对应VRF,PE使用的VLAN子接口与相应的VRF对应,用来区分不同用户及其路由。专网的PE到另一端PE建立L3 VPN,专网控制系统控制PE设备,负责将VLAN导入到L3 VPN的隧道内,实现端到端互访。

云化网关提供多个VR作为vCE,每个VR与每个接入客户一对一映射,相当于客户的vCE提供用户到专网数据转发;云化网关中的交换机提供二层数据转发功能,交换机与专网的PE之间采用口字形连接。业务系统保存并管理交换机物理端口参数和虚拟端口参数,同时通过调用控制器北向API接口,实现在云化网关服务器上创建或者删除VR。

采用云化网关的混合云组网接入方案具有以下优势:

a) 网络架构精简:网关与PE建立网络预连接,确保从客户服务器到网络仅2跳路由。

b) 节省成本:按需分配云化网关规格,满足各类应用场景需求。

c) 灵活部署:云化网关提供SNAT和DNAT功能,

通过极简配置,快速下发,即开即用。

d) 运维简单:提供一体化网关模式,优化网络架构复杂度,降低排障难度。

2.2.3 设备形态选择方案

本文中的云化网关是以 VNF 自动部署为依托,结合 SDN 技术,提供独立、轻量级、可执行、灵活高效的网关能力,提供公有云、骨干网等网络对接功能,属于网络即服务(NaaS—— Network as a service)产品。云化网关架构如图6所示。

其主要功能组件包括:

a) SDN 控制器:基于 SDN/NFV 技术纳管各节点云化网关设备及云化网关软件,动态分配与统一管理虚拟网关服务的控制平台,实现多场景下业务编排与云化网关控制功能。

b) 接入及交换组件:云化网关节点的统一接入与数据交换设备。

c) VR 组件:以软件的形式部署在 X86 服务器实现网关服务云化,并通过控制器统一调度硬件资源,动态下发业务需求,灵活实现不同业务场景下的网关服务。

各组件详细功能架构图如图7所示。

SDN 控制器作为核心组件,分为6个部分。

a) 北向接口模块:云化网关控制器提供标准北向

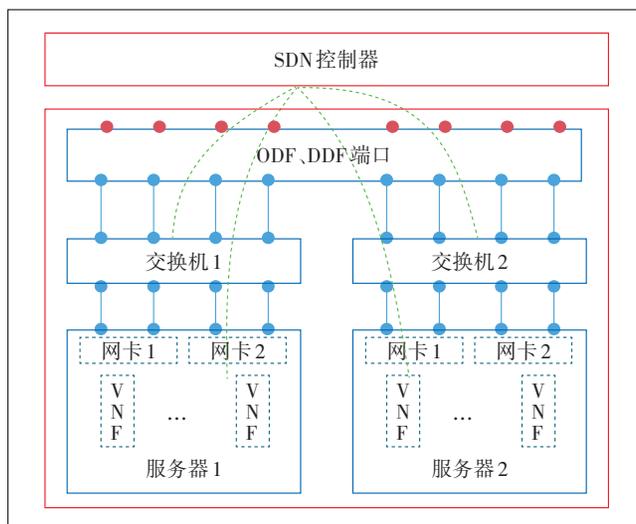


图6 云化网关架构

Restful API接口,开放云化网关架构网络能力,包括接入及交换设备和VR组件的配置能力和监控告警能力,实现与多业务系统对接,实现网关能力需求。

b) 全局配置管理模块:用于对业务系统网络能力需求、资源信息采集需求分析,将需求信息下发给各个模块处理,并向上层系统提供全局网关流量分析、网关状态告警等服务。

c) 接入交换配置模块:用于接入交换组件配置命令的下发,包括VLAN等基础网络配置。

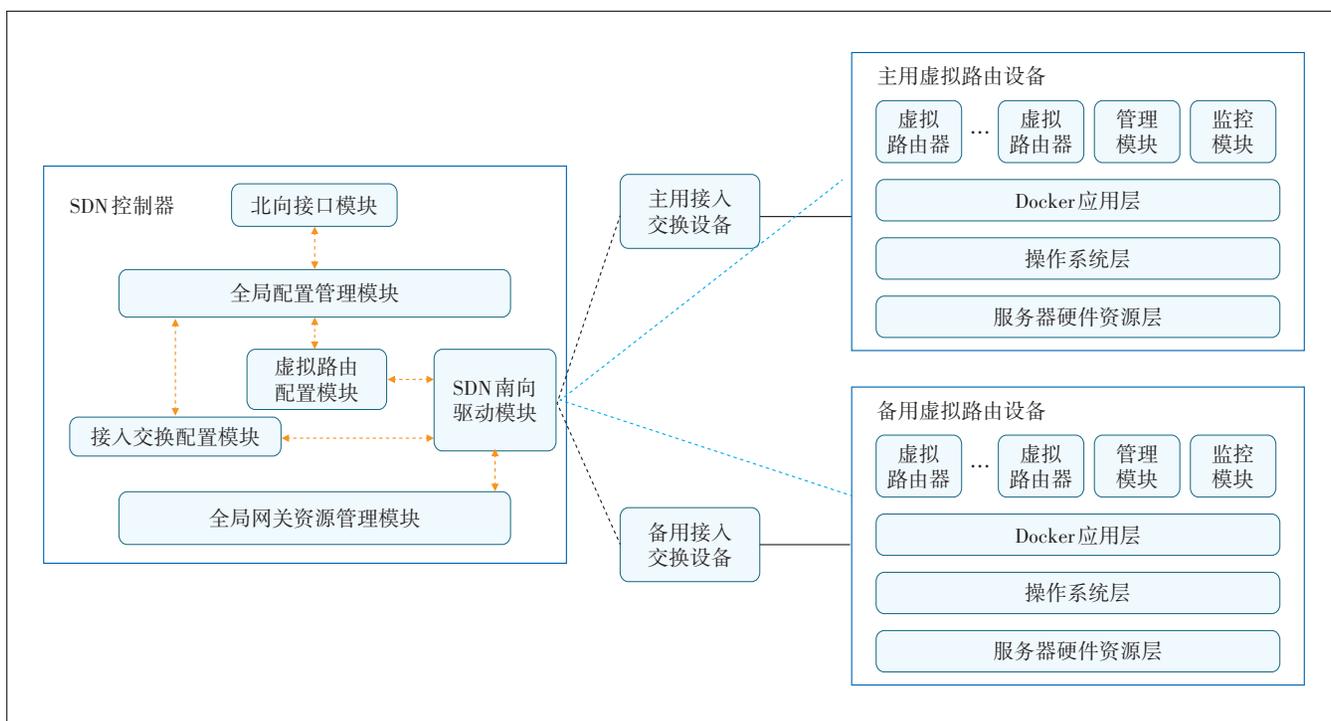


图7 云化网关SDN控制器架构图

d) 虚拟路由配置模块:用于VR组件配置命令下发,包括端口IP、路由、NAT策略、Qos策略、ACL策略、生命周期策略。

e) 全局配置管理模块:用于业务系统资源信息采集需求分析,并向业务系统提供全局网关流量分析、网关状态告警等服务。

f) SDN南向驱动模块:与接入及交换组件和VR组件建立SDN管理链路,提供Netconf、Restconf、SNMP等多种配置和获取设备的访问方式。

VR组件基于X86通用硬件实现能力虚拟化,同样分为6个部分。

a) 服务器硬件资源层,用于虚拟路由器虚拟化资源的物理硬件承载。

b) 操作系统层,用于服务器操作系统部署,如centos系统,Ubuntu系统,并通过操作系统对服务器硬件资源层资源的灵活调度。

c) Docker应用层,用于对操作系统层的轻量级虚拟化,定义了一套容器构建、分发和执行的标准体系,极大地提高了虚拟化功能软件的部署。

d) 虚拟路由器,用于为接入用户提供虚拟化网关服务,采用精简化容器技术部署的虚拟路由器软件,占用磁盘空间较小并以共享的方式使用服务器的内存、CPU、硬盘、网卡等资源,降低了虚拟机资源分配不合理而造成的资源浪费。

e) 管理模块,用于对虚拟路由器的生命周期管理和配置命令下发。

f) 监控模块,用于对服务器硬件、虚拟路由器软件等资源采集和状态监控。

云化网关以软件的形式部署在X86服务器上,随着需求的转变可适应不断变化的网络服务优先级,虚拟云化网关设备以容器的方式自动创建,并实现虚拟路由器(VR——Virtual Router)自动部署,为用户提供专属的网关设备并实现自动化配置,免除客户CE配置工作,降低客户入网的设备成本以及人力成本,将会成为设备形态最常用的形式。

云化网关的以上特征,将为IDC客户带来成本和服务上的巨大价值。

a) 云化网关软件(虚拟路由器软件、控制器软件)在进行服务创新更新时,可以远程快捷地提供换代更新。

b) 具有较高的灵活性和经济性:云化网关软件以轻量级、独立的、可执行的容器环境,以虚拟化方式部

署于X86通用服务器上,具有较高的可操作性。

c) 提供便捷的远程维护管理手段:包括设备的监测告警以及ping、traceroute运维功能。

d) 零等待交付:VR组件及其控制器,可以作为单独的应用,远程完成软件部署、调测,当天即可投入生产。

e) 多IaaS支持:云平台在统一资源池管理的基础上,支持多个IaaS平台承载,满足不同业务场景的云计算需求;同时支持多个IaaS平台(openstack、k8s)的资源分配、回收、调整,提高资源使用率。

2.2.4 业务服务提供演进方案

为了进一步满足用户线上化、可视化及自动化配置下发的业务需求,可以考虑建设一套基于网络演进架构的业务平台,融合云化网关、安全及感知分析等各项产品功能,全面满足DC用户的业务需求,为DC内用户提供自动化上互联网、入云及DC互联服务;同时为用户提供感知分析、安全等增值服务。业务服务提供方案及主要功能模块如图8所示。

业务系统:提供自服务门户,满足客户自助下单需求。该系统支持全流程业务快速开通,网络资源配置和配置资源弹性按需调整,提供支持全网资源可视可管化,简化企业运维技术要求,支持自动化网络配置下发的同时,还具备智能故障定位功能。

控制器:以标准API向业务系统提供能力,采用Netconf/CLI等方式实现对网络配置自动化、资源管理及性能监控等功能。

该方案可以为DC用户在以下场景提供多种服务,实现一站式服务的目标。

a) 网络业务自动开通:面向DC业务,向客户提供自服务功能,支持各类DC内的公有云、行业云以及混合云用户端到端组网互访以及入云访问。

b) 业务感知分析:基于网络采集日志,通过大数据集群分析,为IDC客户提供业务感知、网络展示服务。提供自动化数据统一采集和深度报文检测感知分析,能力可覆盖全国IDC。

c) 流量智能引导:用户按需选择流量出口点。根据物理路径最优就近选择流量出口,实现就近访问及缩短业务故障时间,且用户可以通过智能引导进行路由备份,保障服务不受影响。

d) 网络安全增值服务:为IDC客户提供包括网络攻击监测、流量清洗、流量封堵、攻击溯源的专业安全服务,基于运营商骨干网络对进入客户网络的互联网

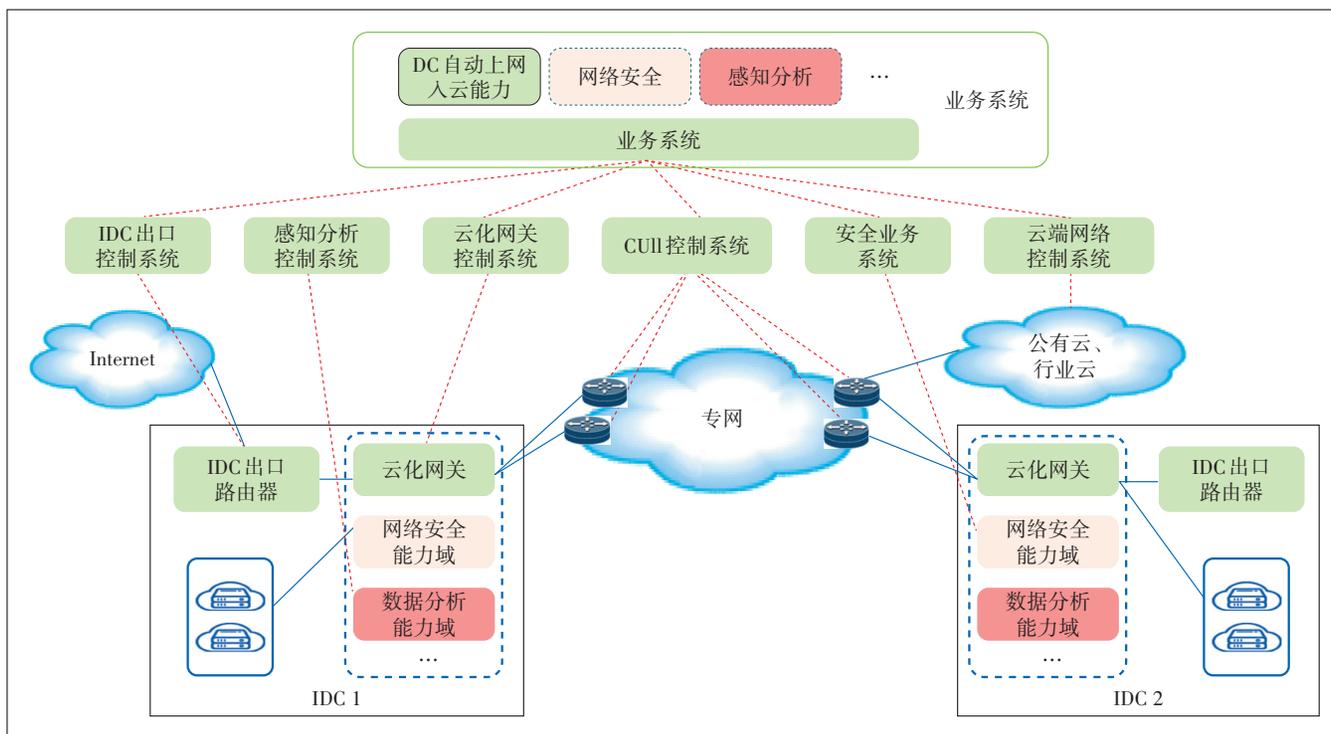


图8 业务服务提供方案

流量持续监控,实时发现DDoS攻击,客户根据业务需求对攻击流量进行流量清洗或封堵。

3 结束语

本文通过对数据中心新的业务需求及新的技术趋势的分析,提出了采用SDN及VR技术建设MPLS VPN的极简网络、云化网关及端到端自动化的业务系统,提升业务开通部署效率,满足混合云组网业务需求,从而完成运营商数据中心网络及业务演进,为云化时代运营商数据中心的业务及网络演进提供参考。

参考文献:

[1] 郭海峰. 现代化IDC数据机房的结构设计要点及发展趋势[J]. 门窗, 2019(23):135+137.
[2] 佚名. 46.2亿 IDC发布最新《中国视频云市场跟踪(2019下半年)》报告[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(8):6.
[3] 黄平. IDC数据中心浅析[J]. 山西电子技术, 2021(2):70-71.
[4] 于洋. 新型数据中心组网架构及关键技术研究[D]. 北京:北京交通大学, 2018.
[5] 李永芳. 基于BGP MPLS VPN企业跨域组网仿真设计[J]. 实验室研究与探索, 2021(3):121-128.
[6] 王劲,曾杰麟. 运营商IDC发展趋势预测[J]. 通信世界, 2017(4):50-51.
[7] 邱凯义,沈磊,刘朝龙. 浅析SDN网络技术的发展前景与应用问

题[J]. 今日财富, 2021(6):52-53.

[8] 房桢敦,吕辉. SDN/NFV技术对电信网络架构意义及有关技术探讨[J]. 网络安全技术与应用, 2020(10):13-15.
[9] 黄孙亮. SDN的应用场景[J]. 通信世界, 2013(24):40.
[10] 袁竟乘. 某运营商云专线解决方案分析[J]. 电子技术与软件工程, 2020(20):12-13.
[11] 罗定福,龙望晨,孔繁华. 软件定义网络技术发展探究[J]. 科技创新与应用, 2020(14):66-68.
[12] 孙泓光. 基于NFV和SDN的无线网络虚拟化关键技术[J]. 中国新通信, 2020(14):71.
[13] 穆域博,柴瑶琳. SDN/NFV技术演进趋势分析[J]. 信息通信技术与政策, 2021(3):12-18.
[14] 陈碧红. 基于SDN虚拟网络的路由技术[D]. 成都:电子科技大学, 2017.
[15] 殷波,张云勇,王志军,等. 基于SDN的数据中心网络技术研究[J]. 信息通信技术, 2015,9(1):29-33.
[16] 李家京,郭丙峰,杨彪. SDN&NFV的接入网技术及应用场景探析[J]. 邮电设计技术, 2020(11):80-84.

作者简介:

许鹏,工程师,硕士,主要从事智能云网技术研究和产品开发工作;张桂玉,高级工程师,学士,长期从事IP网络、SDN及云网一体技术研究和产品研发工作;马季春,教授级高级工程师,硕士,长期负责中国联通全国互联网的规划、设计、咨询和研发工作;赵岩,助理工程师,硕士,主要从事智能云网技术研究和产品开发工作;李胜光,助理工程师,硕士,主要从事智能云网技术研究和产品开发工作。