

面向云原生的5G核心网云化架构 和演进策略

5G Core Network Cloudification Architecture and Evolution Strategy Based on Cloud-native

杨文强,王友祥,唐雄燕,王立文(中国联通研究院,北京 100176)

Yang Wenqiang, Wang Youxiang, Tang Xiongyan, Wang Liwen (China Unicom Research Institute, Beijing 100176, China)

摘要:

云原生技术在云计算领域的应用日益广泛,并加速推动企业上云进程。伴随着5G商用,运营商正在积极推进网络转型,云原生技术将在网络云化建设中发挥引领作用。分析了云原生在5G核心网应用中的关键技术,提出了面向云原生的核心网云化架构和演进策略,并阐述了面临的关键问题。

关键词:

云原生;微服务;容器;网络云化;5G核心网
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.03.003
文章编号: 1007-3043(2021)03-0012-04
中图分类号: TN915
文献标识码: A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

Cloud-native technology is widely used in the field of cloud computing, and it accelerates the Enterprise cloud process. With the commercialization of 5G, operators are actively promoting network transformation, and cloud-native technologies will play a leading role in the construction of network cloudification. The key technologies of cloud-native in the application of 5G core network are analyzed, the core network cloudification architecture and evolution strategy based on cloud-native are proposed, and the key issues are expounded.

Keywords:

Cloud-native; Microservice; Container; Network cloudification; 5G core network

引用格式: 杨文强,王友祥,唐雄燕,等. 面向云原生的5G核心网云化架构和演进策略[J]. 邮电设计技术, 2021(3): 12-15.

0 引言

互联网业务和IT技术的快速发展,正改变消费者的理念和行为,并推动所有行业与企业的数字化进程,实时、按需提供、永远在线、自助服务等已逐渐成为数字时代新的用户体验标准^[1]。运营商作为通信服务提供的主体,其业务内容和服务对象也发生了深刻变化,构建以DC为核心的全云化网络以满足未来业务的发展诉求,已成为业界的广泛共识。

5G标准的完善和商用的加速推进,对网络提出了更高的要求。一方面,5G业务包含高速率、大连接和

低时延等场景,将使移动通信深入到行业领域,业务的不确定性要求网络架构具备差异化服务和灵活的资源调度能力;另一方面,IT技术的快速迭代驱动网络不断变革,5G系统架构借鉴IT领域“微服务”的设计理念,采用服务化架构(SBA)将网络功能拆解为独立的NF(Network Function),对外提供自包含、自管理、可重用的网络功能服务^[2],服务间在业务功能上解耦,并通过统一类型的服务化接口实现调用,使网络具备敏捷部署、弹性伸缩和灵活编排能力。

运营商正在进行5G网络建设,构筑敏捷、开放、弹性、灵活的全云化网络是运营成功的基础。云原生(Cloud Native)技术作为云计算的最新成果,必然成为网络云化过程中的核心理念。结合电信业务需求和

收稿日期: 2021-01-05

网络功能要求,探究云原生在网络中的应用方式和引入路径是电信领域面临的重大课题^[3]。

1 云原生和5G网络云化

1.1 云原生概述

云原生概念由 Matt Stine 首先提出,是一系列云计算技术体系和工程管理方法的集合,既包含实现云原生的关键技术,也包含工程实践的方法论。其在 2015 年《迁移到云原生架构》一书中定义了云原生架构的特征:12 因素、微服务、自服务、基于 API 协作、扛脆弱性等。随着容器、Kubernetes 的等技术在 IT 领域的广泛应用,以及 CNCF 等社区的不断完善,云原生逐渐走向成熟。通常认为,云原生架构包括容器、微服务、服务网格、DevOps 等关键技术^[4],如图 1 所示。

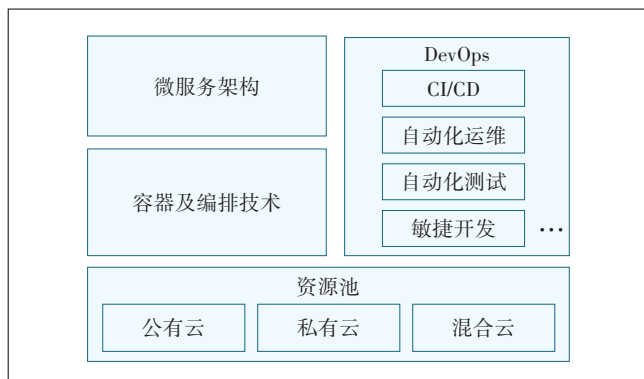


图1 云原生架构关键技术

云原生作为下一代云计算的核心特征获得了业界的广泛认同,并在云计算领域和企业的 IT 架构中加速落地。在电信领域,云原生给出的技术体系和工程方法是网络建设需要考虑的关键要素和方向指引。

1.2 5G 网络云原生

当前运营商网络面临诸多方面的挑战:一是业务需求的变化,从面向人和人互联需求的语音、数据业务,到面向人和物、物和物互联的行业需求,业务需求多样化;二是网络建设巨大的投资需求和收益不均衡间的市场压力;三是云计算、人工智能、大数据等技术不断迭代演进,给网络带来的挑战和动力^[5]。在这种情况下,建设业务敏捷发放、资源高效利用、网络按需部署等具备云化特征的网络是网络转型的目标。

为满足 5G 业务需求,在 5G 架构设计之初(如图 2 所示),就体现了原生云的理念,包含以下关键特征。

a) 网络架构服务化。5G 核心网控制面采用服务

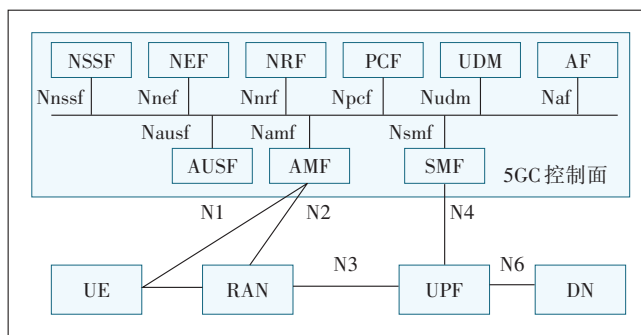


图2 5G 服务化系统架构

化架构设计,将网络功能进行模块化拆解,抽象为独立的 NF,各 NF 可独立扩容、独立演进、按需部署;NF 间通过服务化接口向其他调用者提供不同的网络功能服务(NFS),并实现服务的自发现、自治理。

b) 软件架构微服务化。每个 NF 定义为一种类型的能力,通常包含几个网络功能服务,网络功能服务间相对独立,通过一系列服务的调用可以完成一个完整的系统流程。5G 核心网软件可基于微服务架构实现业务敏捷和弹性,微服务间松耦合,具备独立发布、部署、升级、运维等特征;从产品实现角度,业务处理、数据处理、业务转发等可基于微服务解耦实现无状态设计,业务处理单元按需弹性伸缩。

通过网络架构服务化和软件微服务设计,5G 核心网天然具备了云原生的部署能力,基于云原生技术进行 5G 核心网建设,可以最大发挥 5G 网络优势。

1.3 网络云化演进趋势

网络云化的本质是通过网络重构把电信网络和 IT 技术深度融合,使得网络架构更加敏捷开放,网络运营更加集约自动化,网络部署更加灵活低成本^[6]。作为电信网络应用 IT 虚拟化和云计算技术的方案框架,NFV 本身也随着 IT 新引入而不断完善,NFV 发展的每个阶段都是 IT 技术在电信网络应用的体现。基于 IT 技术迭代的典型特征,网络云化的过程可分为以下 3 个阶段^[7]。

第 1 阶段:软硬解耦的虚拟化,基于软硬解耦方式,硬件采用通用 COTS 服务器,软件基于虚拟化方式并与硬件实现解耦。

第 2 阶段:统一云平台的资源池化,基于统一的云平台逐步实现 DC 内资源的统一调度和编排,具备云化网络的能力和特征。

第 3 阶段:基于云原生的功能组件化,通过微服务架构,为上层应用提供包含通用业务即服务(aPaaS)和

通用技术即服务(iPaaS)等的统一PaaS平台能力。

当前传统运营商的网络建设处在虚拟化到资源池化的优化阶段,从规划和部署情况看,仍面临多厂商烟囱式部署、统一云平台集成、网络自动化水平等多方面挑战,尚未充分发挥云化网络所带来的全部优势。基于网络云化目标和趋势,需要分析云原生在NFV应用的关键技术和引入路径。

2 基于云原生的5G核心网部署

2.1 5G核心网的云化部署要求

核心网的云化部署以NFV为基础,5G核心网的设计和架构设计除考虑5GC(5G Core)的网络功能外,还需要考虑已有业务上云的迁移要求、资源统一编排和调度能力、业务创新对平台支撑能力要求等,主要包括以下几个方面^[8]。

2.1.1 5GC功能

5G核心网功能建设,支持网络服务化架构和软件微服务能力,引入容器技术。

2.1.2 现网业务迁移上云

a) 网关控制承载分离(CUPS)形态的EPC功能虚拟化(vEPC)。

b) vIMS语音业务功能。

c) 边缘及汇聚网络设备,如vBNG/vBRAS、vSBC等。

2.1.3 资源统一编排和调度能力

核心网云化平台支持包括容器、虚机等在内的虚拟化资源的统一编排和调度,未来考虑引入FPGA/GPU/AI等虚拟化技术,支持多形态计算单元共资源池能力,更好地实现全网络范围内的资源共享和弹性部署。

2.1.4 业务创新的PaaS能力

5G的价值将更多地体现在赋能千行百业的2B场景,面临的最大挑战是业务不确定性和灵活部署要求,核心网云化平台需考虑构筑统一的PaaS平台,为上层应用的开放、创新提供一个统一集约的支撑平台。

核心网云化部署应以NFV/SDN定义的架构为基础,综合考虑上述业务部署和创新需求,构筑统一的资源调度平台和上层应用支撑平台。

2.2 5G核心网云化部署架构

基于以上分析,以NFV定义的框架为基础,构建网络云原生能力为牵引,支撑上层业务灵活部署和弹性为目标,提出5G核心网云化部署总体架构如图3所示。架构关键点如下。

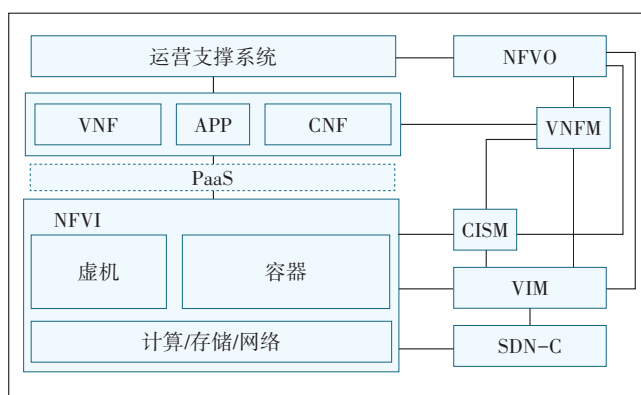


图3 5G核心网云化部署架构

a) 构建基础设施资源能力,支持虚机和容器(基于虚机或裸机)类型的虚拟化资源,虚机和容器共享硬件资源,按需调整服务规模,上层网元/应用依据部署形态选择对应的虚拟资源。

b) 统一资源管理和编排能力,引入容器基础设施服务管理(CISM)实现容器对象的管理和调度,可部署于VIM中,也可以独立存在;同时与MANO各组件互通,实现资源的统一编排和调度。

c) 在核心网云化平台上构筑统一的PaaS能力,将业务层通用能力以组件或通用API的形态沉淀至相对独立的PaaS层,并提供统一注册、能力发布等PaaS管理功能,为业务应用提供敏捷、开放的运行环境。

2.3 核心网云化建设现状及挑战

传统运营商在NFV商用部署上大多采取相对稳健的做法,NFV初期建设以软硬解耦为主,底层IDC设施依赖厂商自上而下构建,在统一资源管理、规范成熟度和开放创新方面尚存在以下不足^[9]。

a) 统一资源管理平台。NFV软硬解耦部署下,虚拟层平台未实现与上层应用解耦,I层资源基于VNF厂商单独分配,造成资源被独占且难以被共享,不利于基于业务需求统一规划资源池建设,发挥资源统一调度的优势。

b) 实施依赖规范和组件成熟度。电信网络的建设需依赖标准规范的制定,ETSI IFA029、IFA040等相关规范定义了容器技术栈引入NFV架构标准化工作,相关的标准和接口仍需要完善;核心网云化平台引入GPU/FPGA/AI等虚拟化技术,需要依赖OpenStack和Kubernetes相关管理组件的商用成熟度。

c) 开放创新能力亟待加强。5G核心网服务化能力通过NF定义网络功能实现,网络开放功能着眼于基于5G标准规范实现,难以满足上层业务对网络层以

及运营相关能力的服务化调用,构筑开放、敏捷的应用运行和开发环境任重道远。

3 5G核心网云化演进策略

3.1 5G核心网云化架构演进步骤

5G核心网云化架构应以云原生理念为牵引,基于5GC部署和业务创新要求,充分考虑网络云资源池的建设现状和技术成熟度,完善相关标准规范,逐步推动面向云原生的核心网云化架构部署,核心网云化架构演进步骤,如图4所示。

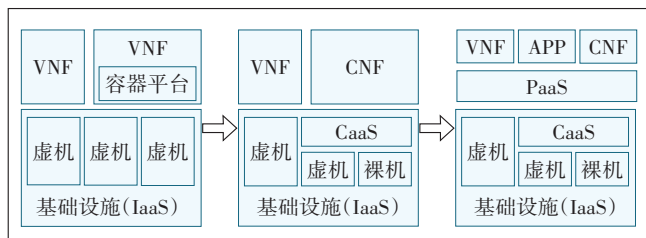


图4 5G核心网云化架构演进步骤

阶段1:支持5G规模商用部署。5G商用初期,聚焦5GC基础功能的实现。基于NFV建设现状,5GC采用虚拟机或虚拟机容器形态。虚拟机容器形态下,容器架构为虚拟化VNF内部实现,容器层对外不可见,利于网元实现微服务架构。

阶段2:引入容器平台层(CaaS)。5G商用发展阶段,依据云原生NFV架构,引入容器平台层,5GC基于容器实现,容器平台层对外可见,增加NFVO/VNFM和CaaS层间的接口,实现对容器化网元的资源管理和编排功能。

阶段3:构筑开放PaaS能力平台。5G商用成熟期,构筑统一、开放的PaaS平台层,使核心网具备灵活的功能重构的能力,实现从资源为核心到应用为核心的转变。

3.2 核心网云化关键问题探讨

从云原生的技术内涵看,平台建设和软件工程能力是关键,在核心网云化建设的过程中,需要重点考虑以下2方面的问题。

a) 平台的自主可控。从建设历程看,当前核心网云化部署依据厂商自上而下分割,没有形成统一的资源能力管理能力。从核心网云化平台的需求和目标看,运营商间高度一致,基于开源、合作模式来建设是值得探索的有效方向。

b) 软件工程能力。5G面向千行百业,运营商要想成为云服务的提供者,云时代的运营者,软件自研

的能力至关重要。电信网络的网络功能由厂商提供,而网络运营由运营商负责,开发和运营天然分割,尚未形成一个有效的全生命周期DevOps流程。5G时代业务的不确定性和差异化运营,也要求运营商具备一定的软件开发和服务能力。因此加快培养自主研发支撑力量,提升软件工程能力,是运营商面对的一个重要课题。

4 结束语

面对5G的机遇和挑战,在网络建设中引入云原生技术,探索5G核心网云化平台的部署架构和应用方式,规划合理可实施的演进路径,直面自主创新的时代要求,将为实现网络云化和企业数字化转型打下坚实基础。

参考文献:

- [1] 中国联通. 中国联通通信云架构白皮书[EB/OL]. [2020-11-11]. <https://www.txrjy.com/forum.php?mod=viewthread&tid=1036752>.
- [2] 苏坚. 基于云原生计算的5G网络演进策略[J]. 电信科学, 2018(6):147-152.
- [3] 陆钢,杨新章,何震苇,等. 电信运营商对容器技术的探索和思考[J]. 电信科学, 2016(8):159-163.
- [4] CNCF Cloud Native Definition v1.0 [EB / OL]. [2020-11-11]. <https://github.com/cncf/toc/blob/master/DEFINITION.md>.
- [5] 刁兴玲. 中国联通唐雄燕:网络云化包含三层含义 2020年40%的网络实现云化[J]. 通信世界, 2018(16):43.
- [6] 史凡,赵慧玲. 中国电信网络重构及关键技术分析[J]. 中兴通讯技术, 2017(2):2-5.
- [7] SDNLAB君. NFV WorkShop 回眸: NFV发展的4个阶段[EB/OL]. [2020-12-17]. <https://www.sdnlab.com/12746.html>.
- [8] IMT-2020(5G)推进组. 5G核心网云化部署需求与关键技术白皮书[EB/OL]. [2020-12-17]. http://cabling.qianjia.com/html/2019-10/8_351712.html.
- [9] 赫昱,苗杰,童俊杰. 5G核心网技术演进及挑战[J]. 中兴通讯技术, 2020(3):23-26.

作者简介:

杨文强,硕士,主要从事NFV、5G核心网相关技术研究工作;王友祥,博士,主要从事5G新技术研究及试验工作;唐雄燕,教授级高级工程师,博士,中国联通研究院首席科学家,中国联通智能网络中心总架构师,“新世纪百千万人才工程”国家级人选,北京邮电大学兼职教授、博士生导师,工业和信息化部通信科技委委员,中国通信学会信息通信网络技术委员会副主任,中国通信标准化协会物联网技术委员会副主席,中国光学工程学会光通信与信息网络专家委员会主任,中国互联网协会标准工作委员会副主任,主持了企业许多重大技术工作,还担任过多个国家级科研课题的负责人,研究方向为宽带通信、互联网/物联网、新一代网络等;王立文,博士,主要从事无线核心网相关技术研究及标准化工作。