

网络切片:构建可定制化的5G网络

Network Slicing: Building Customizable 5G Network

任驰/REN Chi
马瑞涛/MA Ruitao

(中国联通网络技术研究院,北京 100048)
(China Unicom Network Technology
Research Institute, Beijing 100048, China)

移动通信技术已经成为了当今社会数字化发展的强力催化剂。放眼未来,移动通信将进一步发展并触及各种垂直行业,如自动驾驶、制造业、后勤产业、能源行业,并在当前已有涉及但还未完全挖掘出移动业务潜力的金融业、健康护理等行业深入发挥作用。移动网络潜力的进一步挖掘就取决于这些商业模式提出的多样化的,甚至是互相冲突的需求,比如:运营商中的一个客户需要高可靠性的业务,而另一个客户可能需要超高带宽的通信业务。

但业务需求的多样性同样为运营商带来了巨大的挑战,如果运营商遵循传统网络的建设思路,仅通过一张网络来满足这些彼此之间差异巨大的业务需求,对于运营商来说将是一笔成本巨大但是同时效率低下的投资。

从功能的角度来看,最符合逻辑并且最有效率的做法应该是:在一个通用的物理平台之上构建多个专用的、虚拟化的、互相隔离的逻辑网络,来满足不同客户对网络能力的不同要求,而这正是网络切片技术的最典型的应用实例。

收稿日期:2017-12-13
网络出版日期:2018-01-06

中图分类号:TN929.5 文献标志码:A 文章编号:1009-6868(2018)01-0026-005

摘要: 通过对网络切片的逻辑组网、定制流程、生命周期管理等方面的介绍,提出了网络切片技术中目前尚未解决的一些问题,为未来的网络切片演进提供了参考。认为在未来的移动网络中,切片可定制化将是最重要的需求之一。通过在通用的物理平台上生成功能、性能不同,并且彼此隔离的多张逻辑专网,配合对第三方的网络能力开放,将使得运营商更有效率地运营网络,更加深入地挖掘自身网络的赢利点。

关键词: 5G;网络切片;定制化;垂直行业;网络功能虚拟化(NFV)

Abstract: The logical networking, customization procedure and life-cycle management of network slicing are introduced in this paper. Some problems that have not been solved in the network slicing technology are put forward, which provide references for the evolution of the future network slicing. It is believed that in future mobile networks, the customization of slicing will be one of the most important requirements. By generating the different functions and isolated multi logical private networks on the general physical platform, and opening the network capabilities functions to the third party, the operators can operate the network more efficiently and dig deeper into the profit points of their own network.

Keywords: 5G; network slicing; customization; vertical industry; network function virtualization (NFV)

由此,通过基于5G服务化架构的网络切片技术,运营商将能够最大程度地提升网络对外部环境、客户需求、业务场景的适应性,提升网络资源使用效率,最优化运营商的网络建设投资,构建智慧的、可定制化的5G网络。

1 行业趋势及挑战

5G网络将会逐步引发新兴行业前所未有的大规模发展。5G业务种类相比传统3G/4G网络将出现爆发式的增长,例如:增强/虚拟现实(AR/VR)、高清移动视频、数字医疗、车联网、智能家居、工业控制和环境监测等。这些业务同时也会促进5G网络的迅速发展,来自数百种垂直行业的数百亿设备将在这一过程中连接到

移动网络,从而真正实现“万物互联”的愿景^[1]。

5G业务对网络的要求也是多样化的,例如:智慧家居、智能电网、智能农业和智能秒表需要支撑额外大量的连接并且频繁传输小的数据包,智能车辆和工业控制要求毫秒级的延迟和接近100%的可靠性,AR/VR、高清视频等业务要求更大的移动带宽。上述这些要求表明:5G网络需要更加灵活、可定制化,以支撑不同环境下的大量连接。同时,运营商将逐步从管道服务转向垂直行业,这也将同时带来更多的挑战。

(1)服务多样化。在5G时代,预知的服务分为3个典型的情形:增强型移动带宽(eMBB)、超可靠低延迟通信(uRLLC)和大连接物联网

(mIoT)。eMBB 专注于高传输速率的服务,例如:高清视频、VR、AR;uRLLC 专注于延迟敏感的服务,如无人驾驶、远程手术。mIoT 专注于对连接密度有高要求的服务,典型的例子有智慧城市和智慧农业。每种服务要求完全不同的网络服务,这导致它们的要求完全不同,有时甚至是互相冲突的。

(2)快速部署。部署传统的无线网络是一个很长的过程,一个简单的服务更新周期可能会以月甚至年为单位。在业务发展日新月异的今天,这样的长周期更新将很难满足快速定制服务和垂直行业缩短上市时间的需求。

(3)网络隔离。与传统的电信业务不同,垂直行业倾向于定制专业网络功能(如专用路由、移动支持、定制流程处理和网络内处理等)。为在不损失运行效率的情况下处理上述多样化需求,运营商应使用有安全隔离保障的网络资源。

(4)能力开放。针对多样化的移动业务,需要第三方充分参与网络切片的生命周期管理,包括切片的设计、上线和运行管理,因此需要允许第三方应用通过可信而灵活的应用程序编程接口(API)对网络切片的某些方面进行运营商监管下的控制管理,以便提供针对第三方业务定制化的服务。

(5)自动化控制。灵活性和可扩展性是5G网络的重要特点,网络发展的趋势是不依靠人工管理,而是用全自动网络管理技术,例如:自我诊断、自我治愈和自动安装/即插即用,这也是获得动态业务控制的基础。随着自动网络管理技术的发展,管理应更具敏捷性和自适应性,以满足复杂商业生态下的业务需求。

如上所述,5G业务灵活性和多样性所带来的挑战是真实存在且不可忽视的,为了在克服这些挑战的同时满足业务需求,网络切片技术应运而生。通过网络切片,运营商只需要结

合垂直行业业务的具体需求,通过统一的虚拟化管理平台快速、动态地管理网络切片的具体配置,就可以在保证垂直行业业务竞争力的同时,从网络设计、部署、测试和运行这样的复杂考虑中解脱出来^[2-3]。

2 网络切片的概念

网络切片是5G网络最重要的技术之一,第3代合作伙伴计划(3GPP)、下一代移动网络(NGMN)、全球移动通信系统联盟(GSMA)等不同标准组织均对网络切片展开了深入的研究并取得了一定的成果。

总体来说,网络切片是一系列技术的集合,这些技术能够产生特殊的、专有的逻辑网络作为服务以支撑网络切片差异化并满足垂直行业的多样化需求。通过对功能、隔离机制和网络运行和维护服务进行灵活的定制设计,网络切片能够基于相同的基础设施提供逻辑专有网络。网络切片实例(NSI)是实现网络切片概念的核心,它是一个端到端的逻辑网络,包含了一系列的网络功能、资源和连接关系。一个NSI通常会横跨多个技术领域,包括终端、接入网、传输网、核心网以及管理垂直行业第三方应用的数据中心^[4]。

在一个公共陆地移动网络(PLMN)内,一个NSI由一个单切片选择辅助信息(S-NSSAI)唯一标识,一个S-NSSAI由切片/业务类型和切片区分标识两部分组成,其中切片类型表示在特性和业务方面期望的网络切片行为,切片区分标识用于在多个切片/业务类型相同的多个网络切片当中补充网络切片区分信息。现

阶段,在3GPP标准中定义了3种标准化切片/业务类型取值,具体如表1所示。

在网络切片的设计中,并不需要每一个切片都包含所有的网络功能,针对特定业务或垂直行业的网络切片只需要定制化地包含业务所必需的网络功能,而应尽量避免包含任何对业务来说非必要的网络功能,以最大程度地满足垂直行业业务的相关需求。

3 定制化网络切片

3.1 逻辑组网

5G移动网络可以根据不同业务的需求,提供通用或专有网络服务,形成不同的网络切片。在5G网络中,网元概念将被弱化,取而代之的是虚拟机中运行的各种网络功能(NF),这些网络功能是从原有网元功能中剥离出来并进行优化、增强后,通过网络功能虚拟化(NFV)技术实现。在通用的物理基础设施之上,不同的网络切片基于软件定义网络(SDN)/NFV技术,并根据业务和场景的需求上线不同的功能模块并部署在不同位置,在逻辑上生成彼此隔离的多张专网。以3GPP中标准的切片/业务类型定义的三大场景为例进行说明。

(1)mIoT场景将使终端连接到网络的连接数量急剧增长。与庞大的连接数量相比,物联网的终端所传输的数据非常有限,并且物联网终端的通信行为往往有着特定的规律,同时物联网终端经常被固定在某个地点,不具备移动性。因此,大连接物联网

▼表1 3GPP定义的标准化切片/业务类型取值

切片/业务类型	SST 取值	特性
eMBB	1	切片适用于处理5G增强型移动宽带,不限于一般消费空间移动宽带应用,包括高质量视频流、快速大文件传输等
uRLLC	2	支持用于包括工业自动化(远程)控制系统在内的高可靠低时延通信
mIoT	3	支持大量和高密度的物联网设备

eMBB:增强型移动宽带 mIoT:大连接物联网 SST:切片/业务类型 uRLLC:超可靠低时延通信

场景下的网络切片不一定具有用户面连接,其控制面的部署位置也可以相对较高。

(2)uRLLC主要应用领域之一是车联网,它需要终端在快速移动的情况下,仍具有带宽和时延保障,并具有可靠的传输能力,因此低时延、高可靠场景下的网络切片控制面和用户面应分开部署,控制面部署位置不宜过高,用户面部署位置则必须很低,尽量靠近终端侧,尽量减少终端访问服务器的时延。

在网络切片的部署中,可通过多级数据中心的云化形成用户层、控制层、能力开放层等几个主要层次。用户层专注于用户数据包的传送;控制层实现无线接入网(RAN)侧控制功能的云化集中,用户数据和策略信息的集中存放以及不同的控制功能模块的实现;能力开放层则提供对于第三方的信息开放并提供API接口供第三方进行合法的网络能力调用以及网络功能的实现。详细的逻辑组网如图1所示^[5]。

3.2 切片按需定制

网络切片能够通过第三方按需定制是未来5G网络能力开放的重要组成部分。结合SDN/NFV技术,用户可以在运营商提供好的基础切片蓝图(模板)上进行需求匹配、部件选择、拓扑管理、转发流图定制等步骤,按需实例化切片相关的描述文件,并通过管理编排系统和运营支撑系统对切片进行上线操作。

网络切片按需定制的流程如图2所示。

网络切片按需定制的各步骤说明如下:

(1)基础切片蓝图。网络切片的设计复杂,需要的相关实例化文件很多,因此需要定义好各种网络切片基础模板,帮助定制者基于该模板进行相关修改,切片基础模板主要按三大场景分为eMBB、uRLLC、mIoT3种,用户根据需要进行选择。

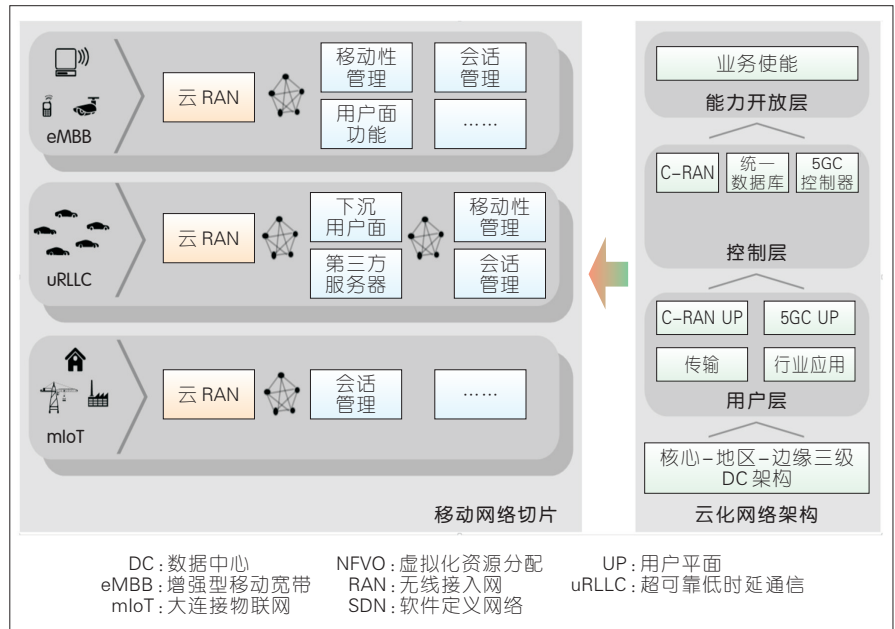
(2)需求匹配。主要目的在于将业务需求转化成网络能力需求,选择网络需要承载的用户数、带宽、高可靠性等,将这些需求映射到具体需要的网络资源上。

(3)部件选择。该步骤需要用户对具体需要的部件进行选择或更改。未来的5G网络中,原本的移动性实体(MME)管理、服务网关(SGW)、共用数据网网关(PGW)等按固定拓扑、固定接口连接的网元功能将被IT化的服务化架构的网络功能代替,形成可按需调用网络功能和

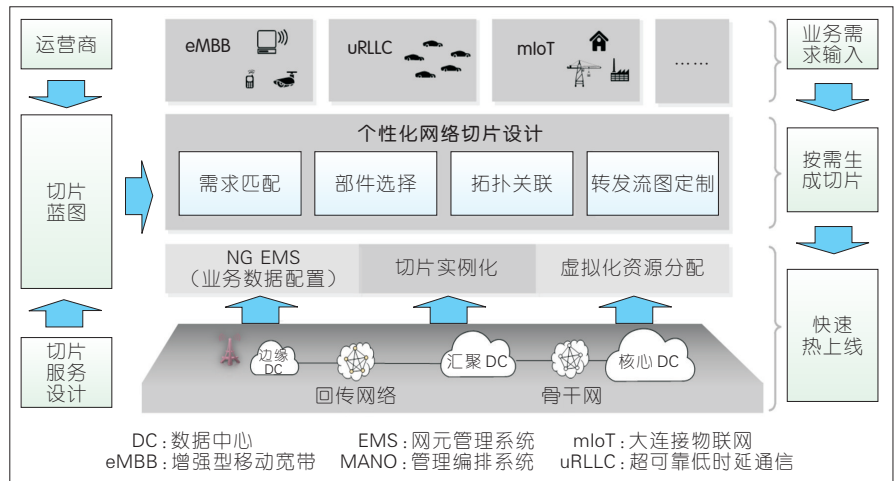
网络服务的新型网络架构,从而能够给予用户最大限度的自由定制的可能性^[6]。

(4)拓扑关联。选择好的各功能模块需要进行拓扑关联,确定相关的连接关系。由于未来5G网络将是基于业务化的架构模式,所有的模块之间均可通过轻量级协议(如HTTP、JSON或RESTful等)进行连接,模块之间的功能可以互相调用,形成弹性化的网络能力。

(5)转发流图定制。该步骤中确定网络切片中控制层、用户层、能力



▲图1 网络切片逻辑组网



▲图2 网络切片按需定制流程

开放层、第三方业务服务器等各模块之间的消息交互模式,按需实现灵活的轻量级切片能力。

网络切片的按需定制能力克服了冰冷的NFV、SDN等纯技术概念,通过软件交互界面的方式,给予客户更直接、更简便的按需定制方法,呈现出一种全新的业务形式。

3.3 生命周期管理

网络切片具备逻辑隔离和独立的生命周期管理,提供开放的接口给运营方,以便切片运营方按照自己的特殊要求开发自己特定的运维功能。网络切片需要支持模块化设计,并支持各自独立按需、敏捷高效的部署和弹性伸缩,其生命周期包含设计、购买、上线、运营、下线等5个阶段。网络切片的生命周期具体如图3所示。

其中,切片的应用重点集中在上线阶段和运营阶段两个主要阶段。

切片上线的过程实际上是切片模板的实例化过程,切片所包含的功能可以部署在特定的物理资源上,也可以部署在虚拟化的逻辑资源上。如果切片功能部署在虚拟化的逻辑资源上,则切片管理器通过与MANO

之间的接口,完成切片功能对应的软件包的下发,切片功能实例化过程中所需要的资源模板的下发以及切片功能相关的基础配置的下发,然后触发MANO进行切片网络的实例化。MANO进行切片实例化过程中,切片服务器通过和MANO之间的接口,查看切片实例化的进展。MANO完成切片的实例化后,如果仍有部分切片功能需要进行特定的配置,则切片管理器通过与实例化完成之后的切片之间的接口完成这些特定的配置。最后切片服务器通过和切片之间的接口触发切片的连通性测试,确认切片的可用性。

在运营阶段中,切片运营方可在切片上完成自己制定的切片运营策略、切片用户发放、切片的维护、切片的监测控制等工作,这些均通过切片管理器与切片之间的接口完成。网络侧也可提供开放的运维接口给运营方,以便切片运营方进行二次开发,按照自己的特殊要求开发自己特定的运维功能。如切片运营方因为某些原因不再运营切片,则可进行切片的下线。在切片运维过程中,可根据需要对切片的进行动态修改,切片的动态修改包括:切片的动态伸缩,

如切片内局部拥塞需要进行局部扩容;在原切片的基础上进行子功能的动态增加或者删除(如原切片无安全功能,因业务发展的需要正在运行的切片中增加安全功能);切片功能的版本升级等。

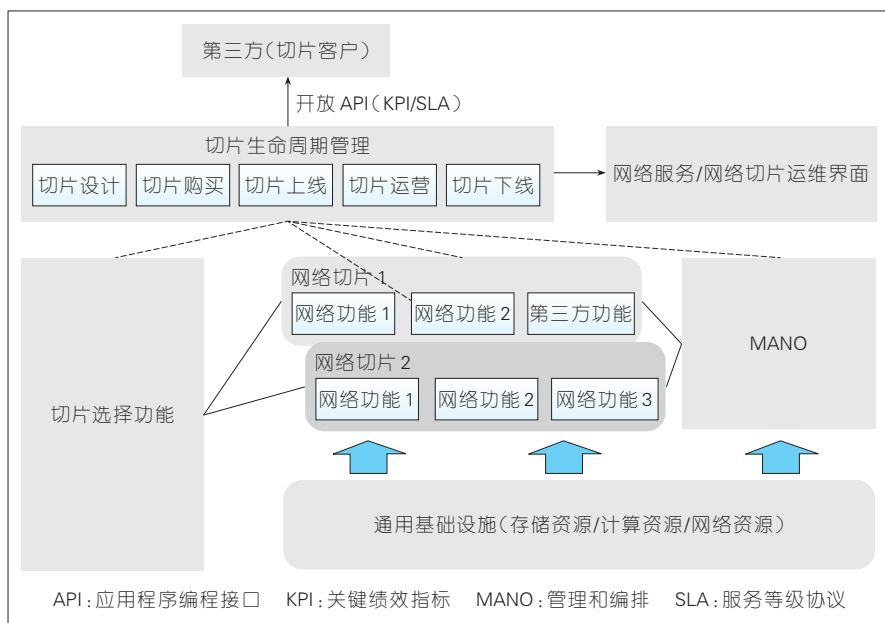
4 网络切片技术的思考

网络切片技术在带来可定制化网络,满足万千行业需求的同时,对网络运营商和设备制造商来说,也带来了一些亟待明确和解决的问题:

- 垂直行业需求对接。目前垂直行业和通信产业彼此之间还存在一定程度的隔阂,垂直行业对通信产业能够提供的服务和资源并不明确,在一定程度上造成需求和实现方案之间难以对接的情况。因此,在未来,相关技术的研究、讨论、标准化等一系列工作中,通信产业应积极同典型垂直行业进行接触,以打通通信产业能力和垂直行业需求之间的对接通道。

- SDN/NFV设备统一的管理编排。在未来SDN/NFV技术的应用中,随着各个层面和功能部件的进一步解耦,如何实现对网络中不同层面、不同厂家的网络功能进行统一管理、编排和控制还需要在后续的研究和试验中进行验证。同时,不仅限于核心网部分,以及接入网、传输网部分,同样应支持基于SDN/NFV的系统架构,以支持端到端的网络切片管理,如何推动整个产业的虚拟化改造进程也是需要考虑的一个问题。

- 统一架构开放API。对第三方业务提供商来说,如果针对每个运营商的切片应用都要开发一套专用的适配架构,将使得网络切片的商业吸引力大大下降。因此在网络切片的能力开放方面,如果要达到第三方自主进行切片配置及管理的效果,则必须构建标准化统一架构的开放API接口,使第三方业务提供商可以通过同一套标准化的接口架构同所有合作伙伴对接。目前,诸如3GPP SA6



▲图3 网络切片生命周期管理

等标准化工作组已经在进行相关的研究,并取得了一定的成果。

5 结束语

SDN/NFV 技术使得未来的移动网络架构更加灵活、弹性化,同时也使得网络切片技术成为可能。随着网络技术的不断发展,以及网络业务的不断创新,在未来的移动网络中,可定制化将是最重要的需求之一。通过在通用的物理平台上生成功能、性能不同,并且彼此隔离的多张逻辑专网,配合对第三方的网络能力开放,将使得运营商更有效率地运营网络,并能够更加深入地挖掘自身网络的赢利点。同时,第三方公司将通过灵活的网络切片运营使用户获得更

快、更好、更安全的业务体验,最终实现双赢。

参考文献

- [1] Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers – Network Operation; Stage 1: 3GPP TS 22.864[S/OL]. (2017–9–30)[2017–12–13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs>
- [2] Study on Architecture for Next Generation System:3GPP TR 23.799[S/OL].(2016–12–16)[2017–12–13].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs>
- [3] System Architecture for the 5G System: 3GPP TS 23.501[S].(2017–9–28)[2017–12–13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs>
- [4] Service Capability Exposure Functionality over Nt Reference Point:3GPP TS 29.154[S]. (2016–04–26)[2017–12–13].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>
- [5] General Packet Radio Service(GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network(E-UTRAN)Access:3GPP TS 23.401[S].(2017–09–18)[2017–12–13]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>

- [6] Study on Dedicated Core Network Enhancements:3GPP TR 23.711[S].(2016–09–26)[2017–12–13]. <ftp://ftp.3gpp.org/>

作者简介



任驰,中国联通网络技术研究院工程师;主要从事移动核心网技术、5G核心网架构等研究工作。



马瑞涛,中国联通网络技术研究院高级工程师;主要从事移动核心网技术、5G核心网架构技术及网络演进规划等研究工作。