

网络切片的演进及应用研究

Research on Evolution and Application of Network Slice

吴琼,任驰(中国联通研究院,北京 100048)

Wu Qiong, Ren Chi (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

首先介绍了国际标准中网络切片的研究进展,重点针对3GPP R16提出的网络切片增强关键技术4G/5G互操作和特定的鉴权流程进行了详细的分析和研究,最后结合R16的增强技术讨论了网络切片的实际部署问题,同时对网络切片的运营模式进行了探讨。

关键词:

5G;网络切片;NPN;NSSAA

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.09.013

文章编号:1007-3043(2021)09-0061-05

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:

It first introduces the progress of international standards on network slice. 4G / 5G interoperability and specific authentication process, the key technology of network slicing enhancement proposed by 3GPP R16, are analyzed and studied in detail. At last, combined with R16 enhancements technology, it analyzes the actual deployment of network slice, the operation mode of network slice is discussed.

Keywords:

5G; Network slice; NPN; NSSAA

引用格式:吴琼,任驰. 网络切片的演进及应用研究[J]. 邮电设计技术,2021(9):61-65.

0 引言

5G是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术,为了支持各行各业的业务,就需要灵活的网络资源分配,以满足不同业务的差异化需求。5G网络之所以能够支持这些应用场景,开展行业合作,网络切片发挥了重要的作用。

网络切片是指利用虚拟化编排等技术,在逻辑上由5G SA网络的网元和网络资源组成,一起提供所需的网络能力。计算资源、存储资源、传输网络带宽、网络功能资源和无线资源等可以由运营商根据需要进行专用分配或共享分配。例如,可以将网络功能资源进行专用分配,以避免其他网络服务功能受到拥塞或

故障的影响。

1 网络切片概述

2017年8月,3GPP在R15阶段首次提出了网络切片的概念。5G网络切片是指将网络资源灵活分配,网络能力按需组合,基于一个5G网络虚拟出多个具备不同特性的逻辑子网。每个端到端切片均由核心网、无线网、传输网子切片组合而成,并通过端到端切片管理系统进行统一管理。网络切片行业用户可以通过运营商提供的切片商城来创建和修改网络切片(见图1)。

GSMA的网络切片工作组考虑到识别关键垂直领域的需求并映射到切片属性中,制定了NG.116规范对切片的模板进行了定义,同时还有网络切片类型(Network Slice Type, NEST)。通用网络片模板(GST)是一

收稿日期:2021-08-02

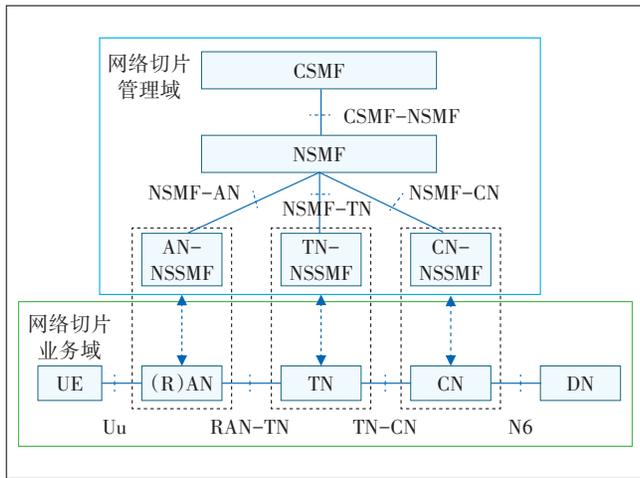


图1 端到端网络切片架构

组可以表征网络片/服务类型的属性。GST是通用的,不依赖于任何特定的网络部署。GSMA在NG.116中提出了网络切片的35类属性,基本涵盖了5G网络切片能够提供的各种网络特性的集合,切片行业用户可以选择进行组合以满足应用需求(见图2)。

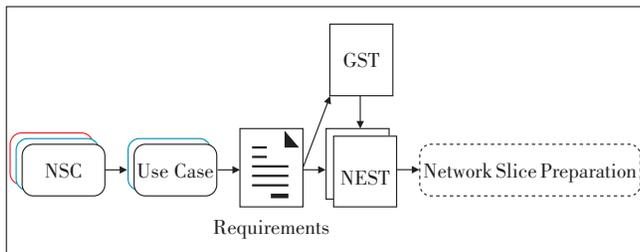


图2 网络切片生命周期上下文中的GST和NEST

2 网络切片的增强

虽然网络切片是为了5G的应用提出来的,但R15的解决方案只解决了5G系统内的切片部署问题。而在实际现网部署中4G网络和5G网络互连,存在互操作的问题。因此,需要考虑4G和5G的联动,研究网络切片的互操作。3GPP R16阶段提出了增强的网络切片(enhanced Network Slice, eNS),主要从切片的4G/5G互操作和二次鉴权2个方面对网络切片进行增强功能的研究。

2.1 网络切片的4G/5G互操作

3GPP R16完善了用户携带切片的4G/5G互操作流程,确保用户从不支持切片的网络移动到支持切片网络的业务连续性,尤其是终端同时具备多个切片的场景。3GPP R16版本对5GC网络切片与EPC网络互通做了如下增强。

a) 对于空闲态UE,当UE从EPS移动到5GS时,AMF推导出该PLMN的S-NSSAI并确定是否可以服务该UE。如果该AMF不能为该UE服务,会触发AMF重定向流程。对于每个PDU会话,AMF确定是否需要重新选择V-SMF,如果需要重新选择V-SMF,则会触发V-SMF重定向流程。

b) 对于连接态UE,当UE从EPS切换到5GS时,基于接收到的S-NSSAI,AMF提取该PLMN的S-NSSAI,如果需要则会重新选择目标AMF并触发AMF重定向流程。对于每个PDU会话,基于关联的S-NSSAI,如果V-SMF需要重定向时,最终的目标AMF会触发V-SMF重定向流程。

图3给出了4G到5G的切换信令流程。

a) 用户在4G EPC建立PDN的连接。

b) P-GW-C+SMF将PDU Session ID和相关的S-NSSAI发送给AMF。

c) 基于从PGW-C+SMF收到的S-NSSAI,初始AMF可以重新选择一个目标AMF。

d) 目标AMF向NG-RAN发送切换请求,包含允许的S-NSSAI。

e) 目标AMF向SMF发送一个Nsmf_PDUSession_UpdateSMContext Request消息,用于更新N3隧道信息。

f) 如果NG-RAN接受了N2切换,PGW-C+SMF将N3用户面的地址和NG-RAN的Tunnel ID指示给UPF进行N2切换的准备工作。

g) 目标AMF发送消息Forward Relocation Response给4G的MME。确认路径的变化和相应的资源分配。

h) 终端发起移动性注册流程,终端切换到5G网络。

2.2 网络切片特定的认证与授权

5G网络更多地为垂直行业提供服务,垂直行业也对5G网络提出了更多的要求,R16版本主要增加了网络切片特定鉴权与授权功能。对于某些特殊的网络切片,如车联网切片、智慧医疗切片、工业制造切片等场景,可能会需要在UE主鉴权完成后仍需网络切片特定鉴权与授权即二次认证才能使用。R16版本定义了该场景下UE和网络如何获知网络切片需要额外的鉴权与授权,以及特定鉴权授权如何触发和执行,从而提升对业务系统的保护。R16赋予了垂直行业客户灵活控制切片访问的权限,一是可以提升2B切片业务

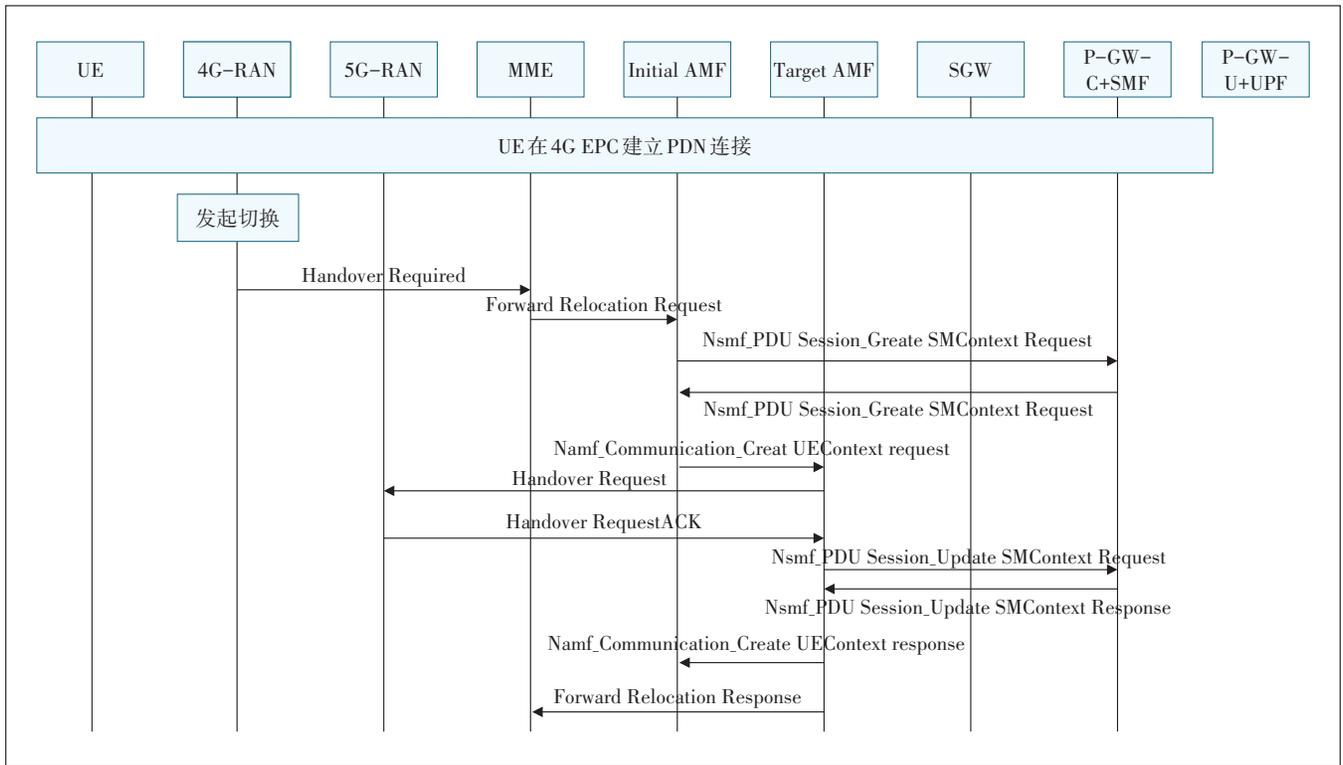


图3 4G到5G的切换信令流程

开展的灵活性,提升行业客户的业务规划自主性,二是避免由于行业客户业务变更,频繁修改运营商的签约数据。

网络可在以下3种场景针对UE发起网络切片特定的认证和授权(Network Slice-Specific Authentication and Authorization, NSSAA)流程。

a) UE注册到AMF,并且映射到Requested NSSAI的HPLMN的一个S-NSSAI需要进行网络切片的二次认证时,针对该S-NSSAI的网络切片进行特定的认证与授权,认证成功后,AMF将该S-NSSAI加入到Allowed NSSAI。

b) 网络切片特有的AAA服务器触发针对S-NSSAI的UE重鉴权和重认证。

c) AMF基于运营商策略或签约数据的变更,决定针对之前已授权的特定S-NSSAI发起网络切片的二次认证流程。

如图4所示,在网络切片二次认证流程中,AAA-S位于第三方或者行业客户的网络中。AMF扮演EAP认证者的角色,并通过NSSAAF与AAA-S通信。如果AAA-S属于第三方或者行业客户,NSSAAF通过AAA-P(AAA服务器代理)与AAA-S通信。NSSAAF和AAA-P同属于运营商网络,可以合设。图5给出了

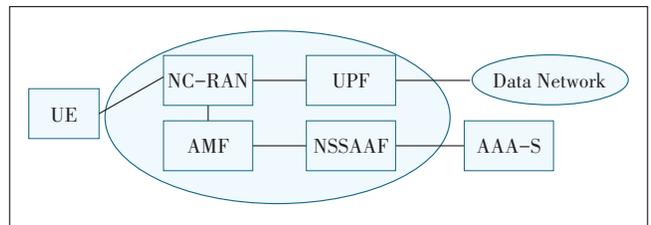


图4 网络切片二次授权认证组网架构

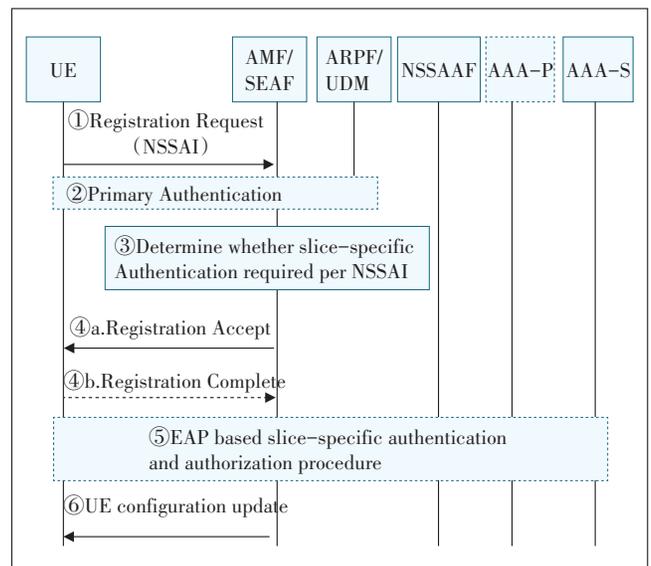


图5 5G网络主认证和NSSAA的关系

主认证与NSSAA的关系。

a) UE发送一个包含S-NSSAI列表的注册请求。UE不应包括正在进行NSSAA流程的S-NSSAI。

b) 对于初始注册请求,AMF应调用主认证流程。对于后续的注册请求,如果终端已经通过身份验证,且AMF具有有效的安全上下文,则可以跳过主身份验证。

c) AMF应根据本地存储或UDM提供的信息,确定每个S-NSSAI是否需要NSSAA。

d) AMF向终端发送注册接受消息。

e) 如果每个S-NSSAI都需要进行基于EAP的NSSAA认证,则AMF发送“UE Configuration Update”,根据NSSAA结果更新请求的S-NSSAI状态。

用户发起NSSAA流程如图6所示。

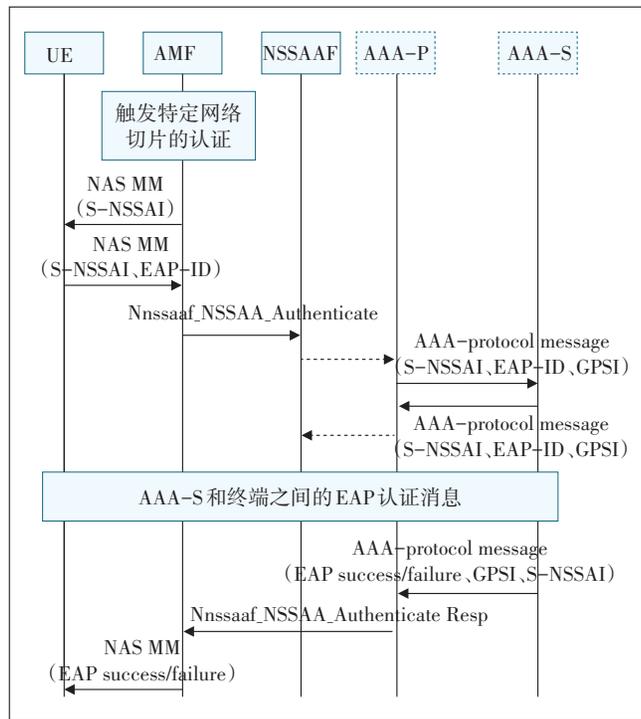


图6 网络切片特定认证和授权流程

a) 对于需要NSSAA的S-NSSAI,基于订阅信息的变化,或由AAA-S触发的,AMF可能触发NSSAA流程。

b) AMF为包含S-NSSAI的NAS MM传输消息中的S-NSSAI请求UE用户ID进行EAP认证(EAP ID)。

c) UE向AMF发送的NAS MM传输消息中包含S-NSSAI以及EAP ID。

d) AMF通过Nnssaaf_NSSAA_Authenticate请求将EAP ID发送给AAA接口所在的NSSAAF。

e) 如果存在AAA-P,NSSAAF将EAP ID Response消息转发给AAA-P,否则,NSSAAF将消息直接转发给AAA-S。

f) AAA-S和终端进行EAP交互。

g) EAP认证完成。EAP-Success/Failure消息与GPSI和S-NSSAI一起发送给NSSAAF/AAA-P。

h) NSSAAF将Nnssaaf_NSSAA_Authenticate响应(EAP-Success/Failure,S-NSSAI,GPSI)发送给AMF。

i) AMF向终端发送NAS MM传输消息(EAP-Success/Failure)。

j) 基于特定Slice的认证结果(EAP-Success/Failure),如果需要下发新的允许的NSSAI或拒绝的NSSAI,或者需要重新分配AMF,AMF将启动终端配置更新过程。

3 网络切片的创新应用

3.1 网络切片和NPN的联合应用

3GPP R16提出了NPN(Non-Public Network)、5G LAN等一系列增强的新技术。网络切片可以和NPN结合起来,联合提供接入控制和逻辑上的资源隔离(见图7)。对于签约NPN的行业用户,可以统一分配专用的网络切片。对于5G LAN的用户来说,可以基于用户组进行网络切片的分配。

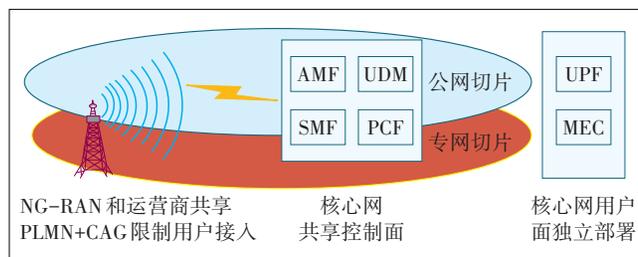


图7 网络切片和NPN的联合部署

NPN,包括专网专用和公网专用,本质是用户分类接入控制,是针对5G切片无法独立精准区分行业用户而提出的5G专用网络架构。基于公网实现的PNI-NPN可以和网络切片配合使用,建立端到端的专网网络。PNI-NPN基于CAG标识实现对行业用户的接入控制,即对于PNI-NPN小区只允许支持CAG标识的用户接入。CAG标识和切片标识没有必然的对应关系,CAG标识是接入层面,切片标识是会话层面。一个CAG标识可以对应一个S-NSSAI,也可以对应多个S-NSSAI。

从5G网络的发展和厂家设备的支持情况来看,在

SA 建网初期,主要还是基于网络切片的方案来实现专网的部署,但是网络切片的虚拟专网的方式无法实现部分专网用户独享基站的要求。当PNI-NPN成熟后,可以和网络切片联合进行部署实现端到端的专网专用。

3.2 共建共享的网络切片

在实际的5G网络部署中存在无线网络共建共享的场景。在共建共享的场景下,每个PLMN都应定义和支持共享网络下的网络切片(见图8)。一个网络切

片可以在整个PLMN下可用的,也可以是在一个PLMN下的跟踪区可用。共建共享场景下存在5G共享网络的建设方和5G共享网络的共享方,其中网络切片的提供商可以是5G共享网络的承建方也可以是5G共享网络的共享方,双方需要共同进行无线和承载切片的统一规划和统一编排,双方划分管理和查看的权限,核心网切片则双方独立建设并分别管理。在共建共享的网络场景下,切片整个生命周期的管理会比较复杂,而且运营商之间的沟通协调尤为重要。

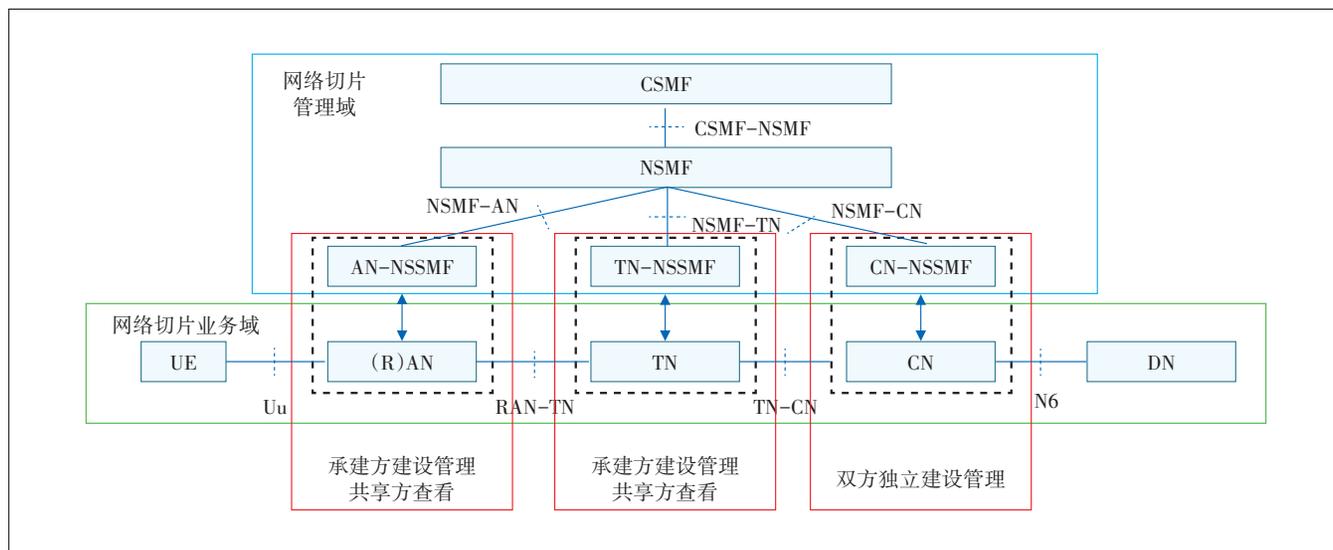


图8 共建共享下的网络切片

4 总结

网络切片的标准正在日趋发展完善。网络切片的管理,4G和5G的切片互操作,行业客户的特殊安全认证和切片模板等问题已经有了初步的解决方案。5G网络切片为运营商深入垂直行业开创了新的运营和收费模式,也是运营商赋能垂直行业的切入点。目前制约网络切片发展的主要因素集中在现网部署过程中出现的切片规划、自动配置、自动编排下发等亟待解决的实际问题,需要更加动态地完成服务的创建、实现和收费。

参考文献:

[1] 5G; System architecture for the 5G system: 3GPP TS 23.501[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
[2] 5G; Procedures for the 5G System: 3GPP TS 23.502[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
[3] 5G; Security architecture and procedures for 5G System: 3GPP TS

33.501[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
[4] Technical specification group services and system aspects; General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access: 3GPP TS 23.401[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
[5] 5G; Service requirements for next generation new services and markets: 3GPP TS 22.261[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
[6] Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS): 3GPP TS 24.301[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.

作者简介:

吴琼,毕业于西安电子科技大学,硕士,主要从事移动核心网技术、5G核心网架构等相关研究工作;任驰,毕业于北京邮电大学,学士,主要从事移动核心网技术、5G核心网架构等相关研究工作。

