

5G 异网漫游部署方案研究

Research on 5G Inter-network Roaming Deployment Scheme


马泽芳,马瑞涛,李晨仪(中国联通研究院,北京 100048)

Ma Zefang, Ma Ruitao, Li Chenyi (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

5G 异网漫游能最大限度地推进网络的开放共享,加强资源复用,提升 5G 网络的整体发展效能。5G 异网漫游包括核心网漫游和接入网共享 2 种技术路线,在漫游区域,漫游运营商向本网用户和其他运营商的漫游用户提供语音、数据和短消息等业务,保证同等通信质量。当前 5G 异网漫游还存在诸多技术与合作机制方面的挑战,需要加快推进技术攻关、设备开发和测试验证。

关键词:

5G; 异网漫游; 共建共享; 4G/5G 互操作
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.09.014
文章编号: 1007-3043(2021)09-0066-05
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:

5G inter-network roaming can maximize the openness and sharing of networks, strengthen resource reuse, and enhance the overall development efficiency of 5G networks. 5G inter-network roaming includes core network roaming and access network sharing two technical routes. In the roaming area, roaming operators provide voice, data and short message services to users of this network and roaming users of other operators to ensure equal communication quality. At present, there are still many technical and cooperation mechanism challenges in 5G inter-network roaming, and it is necessary to accelerate the advancement of technology research, equipment development, and test verification.

Keywords:

5G; Inter-network roaming; Co-construction and sharing; 4G/5G interoperability

引用格式: 马泽芳,马瑞涛,李晨仪. 5G 异网漫游部署方案研究[J]. 邮电设计技术, 2021(9): 66-71.

0 引言

5G 异网漫游的实施对贯彻落实党中央关于加快我国 5G 新型基础设施建设,减少 5G 网络重复建设,集约高效地实现 5G 网络覆盖和业务发展的重大决策部署具有重要意义。

按照《工业和信息化部关于促进网络开放共享 推动 5G 异网漫游的实施意见》(工信部信管[2020]117 号)的相关要求,5G 异网漫游的推进计划如下。

2021 年推动落实 5G 异网漫游方案的技术攻关,

形成相关技术标准,制定相关测试标准,完成 5G 异网漫游实验室测试,组织开展现网试点工作。

2022 年底前,基本建成覆盖城乡、技术先进、品质优良、集约高效、安全可靠的 5G 网络,全面推广 5G 异网漫游,各企业在县级以上行政区(包含县城)建设的 5G 网络,均应具备异网漫游功能,最大限度地利用已建成的 5G 网络为更广泛的用户群体提供服务。

1 总体技术路线

5G 异网漫游包括核心网漫游和接入网共享 2 种技术实现方式。

1.1 5G 核心网漫游

收稿日期: 2021-07-26

5G核心网漫游是指一家企业建设完整5G网络(包括无线网和核心网),其他企业用户通过漫游方式接入该网络,使用移动通信业务。在5G独立组网架构下实现5G异网漫游,在双方协商一致的情况下,可提供非独立组网架构或4G网络异网漫游。

1.2 5G接入网共享

5G接入网共享是指2家企业独立建设核心网,共享无线接入网和回传承载网。在5G独立组网架构下实现5G接入网共享,必要时也可采用非独立组网共享作为过渡。

本文主要对5G独立组网架构下核心网漫游的技术方案和组网方案进行研究和探讨。

2 漫游场景和漫游架构

2.1 漫游场景

根据归属网络方在漫游区域是否存在无线信号,主要存在以下2种不同的漫游场景。

a) 漫游场景1:归属网络方在漫游区域内无任何无线信号,拜访网络有4G/5G信号,漫游用户只使用拜访网络的5G网络。对于漫出场景,当用户进入漫游区域,终端优先使用拜访5G网络提供的漫游服务。拜访网络的4G网络不提供漫游服务,不支持语音回落到拜访网络4G。对于漫回场景,当用户离开漫游区域,并搜索到任何归属网络信号时,终端回到归属网络。漫游场景1与5G SA国际漫游类似。

b) 漫游场景2:归属网络在漫游区域内有4G信号无5G信号,拜访网络有4G/5G信号,漫游用户优先使用拜访5G网络,在拜访网络5G覆盖不足的区域使用归属4G网络,拜访地5G网络和归属地4G网络有互操作。对于漫出场景,当用户进入漫游区域,终端优先使用拜访5G网络提供的漫游服务,当终端使用语音业务时,回落到归属网络4G网络。对于漫回场景,当用户离开漫游区域,并搜索到任何归属网络信号时,终端回到归属网络。漫游场景2更符合中国区域5G共建共享的实际需求,本文主要对场景2的组网架构和实现方案进行研究和探讨。

2.2 漫游架构

5G核心网漫游优选归属地路由(home-routed)方式,由归属网络负责提供语音、数据和短消息业务,图1为基于服务接口架构的归属路由方式的5G SA核心网漫游架构,图2为基于参考点的归属路由方式的5G SA核心网漫游架构。

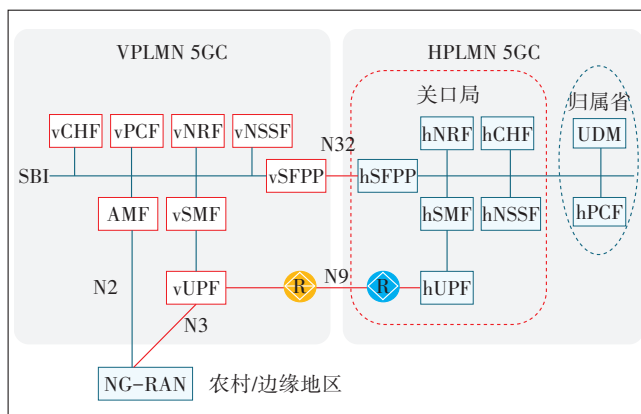


图1 5G SA核心网漫游架构-归属路由-基于服务接口的架构

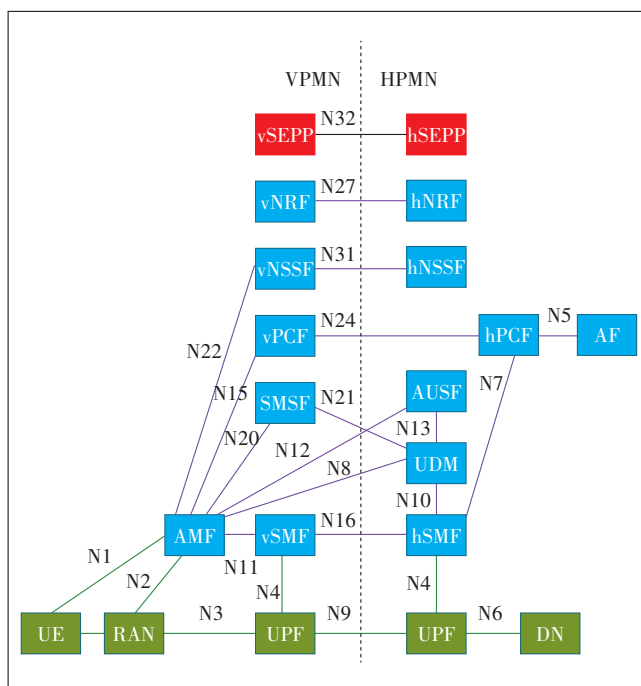


图2 5G SA核心网漫游架构-归属路由-基于参考点的架构

图1中各网元的关键功能要求如下。

a) AMF:为漫入用户提供拜访地接入能力;为漫游用户提供鉴权、签约信息获取功能;为漫入用户提供切片映射和切片管理功能;为漫游用户提供切换、4G/5G互操作、EPS回落等移动性管理功能;提供跨PLMN接入用户的识别,控制显示的网络名称,在漫游模式下支持同时显示归属运营商和漫游运营商标识,以提示用户处于异网漫游状态。在漫游区域内各归属网络分别采用新的共享PLMNID,并通过网络下发,设置拜访网络为EHPLMN。用户在归属网络接入时,AMF配置将5G的共享PLMNID作为EPLMN下发给UE,当UE移动到漫游区域的5G网络时,选择共享

PLMNID 接入。

b) vPCF: 控制漫入用户的 AM 策略, 通过本地控制或从 hPCF 获取 UE 策略、从 hPCF 获取 SM 策略。在 5G 异网漫游实施初期, vPCF 和 hPCF 之间不互通, SM Policy 由归属网络的 hPCF 下发给 h-SMF 执行, 不进行 UE Policy 控制, AM Policy 由漫游网络按需控制。

c) vSMF: 提供拜访地信令面会话管理功能和移动性管理功能。根据 3GPP TS 29.502, vSMF 可控制漫入用户在拜访地的 QoS 参数, vSMF 为漫游用户配置拜访地的 QoS 参数, 参与会话端到端的 QoS 协商, 当归属地为激活用户分配的带宽过高, vSMF 可以根据漫游策略, 拒绝 PDN 会话或者 QoS Flow。在 5G 异网漫游实施初期, 建议由运营商约定漫游用户的 QoS, 例如: 语音业务约定信令承载 5QI=9/QCI=9, 语音流 5QI=1/QCI=1, 视频流 5QI=2/QCI=2; 数据业务由运营商约定 Session-AMBR, V-SMF 根据 PLMN 配置对应的数据 QoS。

d) vCHF 和 hCHF: 提供漫游结算功能, vCHF 和 hCHF 产生漫入用户账单。

e) vUPF 和 hUPF: 其部署位置影响数据传输路径长短, 从而影响业务体验。hUPF 和 vUPF 采用分省对等建设方案, N9 传输路径最短。

f) vNRF 和 hNRF: 提供跨 PLMN 的服务发现、订阅、通知、token 分发等功能。

g) vSEPP 和 hSEPP: 负责 PLMN 之间拓扑隐藏和

信令集中转发。

基于参考点的 5G 核心网漫游互通接口见表 1。

表 1 基于参考点的 5G 核心网漫游互通接口

接口类型	接口位置	参考点名称	接口要求
信令面	AMF - UDM	N8	3GPP TS 29.503 3GPP TS 29.518
	AMF - AUSF	N12	3GPP TS 29.509
	vSMF - hSMF	N16	3GPP TS 29.502
	SMSF - UDM	N21	3GPP TS 29.503
	vPCF - hPCF	N24	3GPP TS 29.513
	vNRF - hNRF	N27	3GPP TS 29.510
	vNSSF - hNSSF	N31	3GPP TS 29.531
用户面	vSEPP - hSEPP	N32(N32-c, N32-f)	3GPP TS 29.573
	vUPF - hUPF	N9	3GPP TS 29.281

2.3 拜访地 5G 网络与归属地 4G 网络互操作架构

如图 3 所示, 在拜访 5G 信号覆盖不足区域和边缘区域回落到归属 4G 网络, 此时拜访 5G 网络与归属 4G 网络有互操作。数据业务漫游采用接入归属运营商网络的 4G/5G 融合网关的方案; 语音业务漫游采用 S8HR 的 VoLTE 漫游方案。

如图 4 所示, 归属网络漫游节点建设方案如下。

a) 新建 i-UPF/GW-U、i-SMF/GW-C、i-NRF、i-PCF/PCRF、i-CGF 和 i-SCP。

b) 5G 漫出用户使用 5G SA 业务, 数据会话锚点建

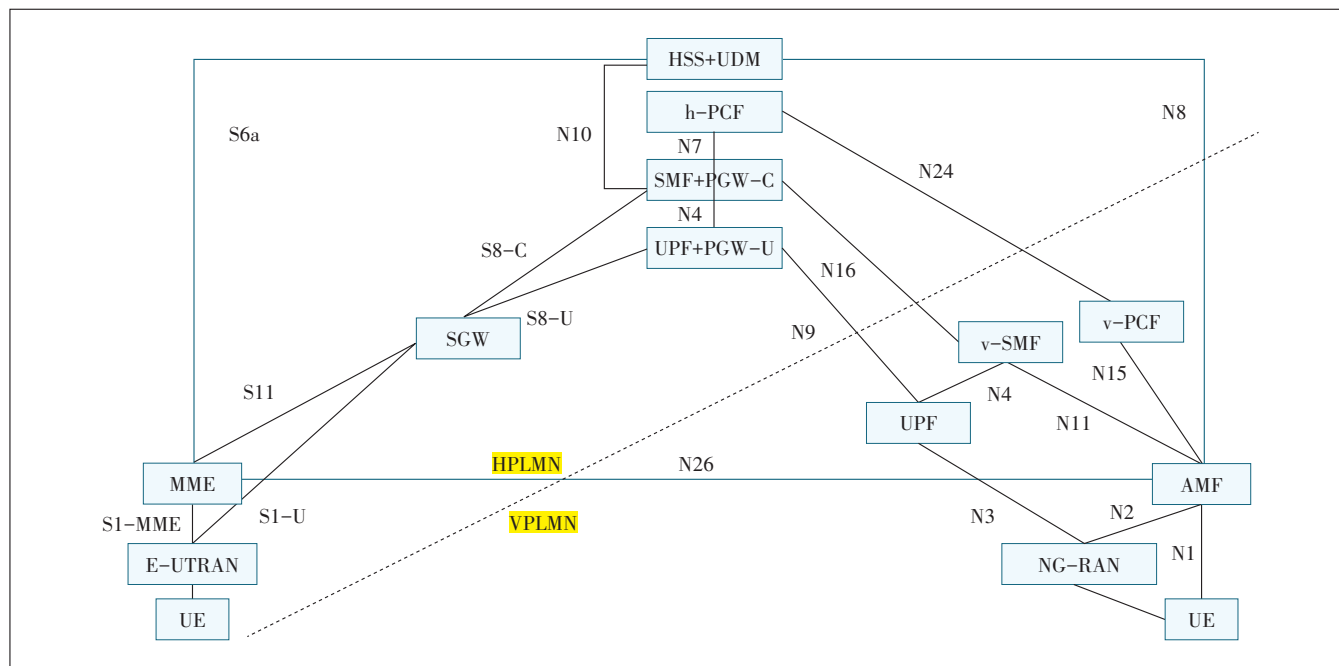


图 3 5G SA 核心网漫游拜访地 5G 和归属地 4G 互操作架构

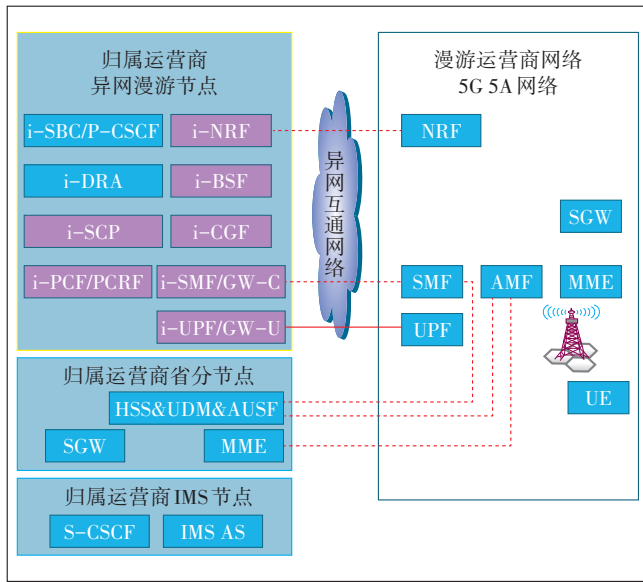


图4 5G SA核心网漫游归属运营商网元建设方案

立在i-SMF上,业务流锚定在i-UPF上。

c) 5G用户回到归属运营商4G网络,考虑N26互操作,包括EPS fallback语音异网回落到归属4G网络。

d) NRF用于SA异网漫游的i-SMF发现,与异网NRF互通。

e) CGF用于转发计费消息到i-SCP,i-SCP可以将计费信息转发给集团IT计费系统CHF,用于异网间计费结算。

3 关键能力和关键流程

3.1 跨PLMN的网元和服务发现流程

3.1.1 NRF的跨PLMN服务发现功能

NRF的跨PLMN服务发现功能如图5所示。

a) vNF基于用户SUPI获取用户归属PLMN信息,基于本地配置的NRF信息,发起服务发现请求。

b) L-NRF基于请求的用户PLMN信息,转发服务发现请求至vNRF。

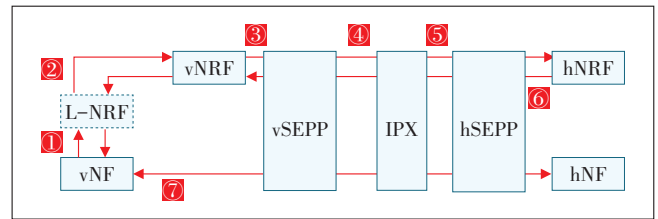


图5 NRF的跨PLMN的服务发现功能

c) vNRF基于PLMN信息,构造hNRF FQDN,基于本地配置的SEPP信息,将服务发现请求发送至vSEPP。

d) vSEPP基于请求的PLMN信息,匹配本地配置hSEPP信息和IPX信息,将请求发送至IPX网络,携带目的hSEPP的FQDN信息。

e) IPX解析hSEPP的FQDN,转发服务发现请求至对端hSEPP,hSEPP解析hNRF的FQDN信息,发送至hNRF。

f) hNRF返回hNF信息。

g) vNF基于发现结果经SEPP与hNF通信。

3.1.2 拜访网络网元发现流程

拜访网络网元发现流程如图6和表2所示。

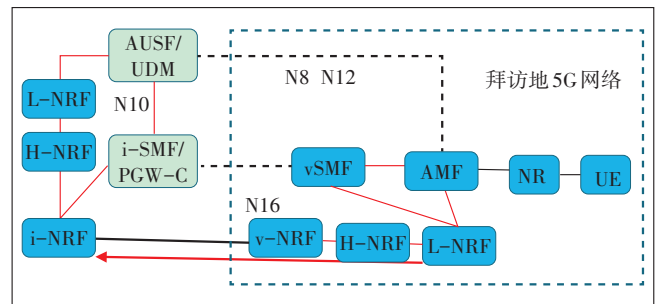


图6 拜访网络网元发现流程

3.1.3 归属网络网元发现流程

拜访网络网元发现流程如图7所示。H-SMF通过本地配置发现i-CGi-CG和i-CHF;根据IMS DNN,H-SMF通过i-NRF发现i-PCF;根据SUPI,H-SMF通

表2 拜访网络网元发现流程

网元发现	关键标识	拜访地L-NRF	拜访地H-NRF	拜访地V-NRF	归属地i-NRF	归属地H-NRF	归属地L-NRF
AMF发现AUSF/UDM	SUPI和路由指示符+PLMN	根据PLMN转发查询消息到骨干H-NRF	根据PLMN转发查询消息到v-NRF	根据PLMN转发消息到归属i-NRF	根据号段和路由指示符转发消息到H-NRF	根据号段和路由指示符转发消息到归属省L-NRF	返回本地注册UDM/AUSF信息
AMF发现归属i-SMF	DNN+切片+PLMN	根据PLMN转发查询消息到骨干H-NRF	根据PLMN转发查询消息到v-NRF	根据PLMN转发消息到归属i-NRF	根据DNN和切片选择本地注册的i-SMF	-	-
AMF发现本地V-SMF	TAI+切片	返回本地注册的SMF	-	-	-	-	-
V-SMF发现本地V-UPF	TAI+切片的网元配置信息	-	-	-	-	-	-

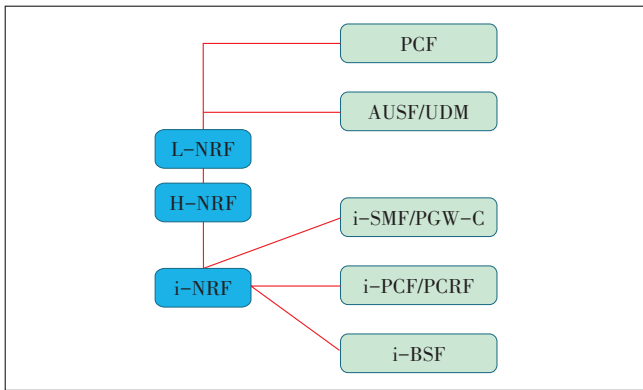


图7 归属网络网元发现流程

过i-NRF发现用户归属地PCF;根据SUPI, H-SMF通过i-NRF发现用户归属地UDM;根据本地配置, H-SMF发现本地的A-UPF;H-PCF根据IP地址段通过i-NRF发现i-BSF;i-DRA根据配置发现i-BSF。

3.2 切片映射和切片漫游功能

3.2.1 NSSF的功能

5G核心网漫游实施初期,建议拜访网络和归属网络统一采用标准切片,先开展基于eMBB标准切片的数据和语音业务异网漫游,择机开展其他类型的切片漫游。

NSSF的功能如图8所示。

- a) AMF通过NRF跨PLMN寻址UDM。
- b) AMF通过归属地UDM获取签约切片。
- c) 初期只开通标准切片漫游,所有归属的切片全部映射为标准切片,提供基础互通能力,无需NSSF跨

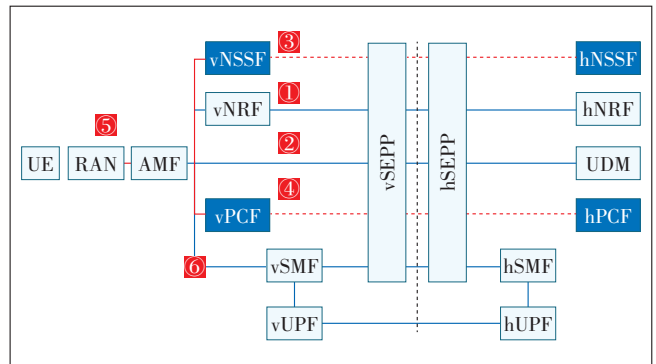


图8 NSSF功能

PLMN互通。

d) 初期用户使用单切片,AMF找vPCF获取接入策略即可,无需PCF跨PLMN互通。

e) NSSF为用户下发vPLMN切片和映射的hPLMN切片。

f) UE发起会话建立请求,AMF基于vPLMN切片选择vSMF/vUPF,基于hPLMN切片选择hSMF/hUPF。

3.2.2 切片漫游场景注册流程中切片映射和AMF重选

如图9所示,切片漫游场景中,注册流程中漫游用户切片映射和切片选择分为2步。

步骤1:对于漫游用户,Initial AMF获取切片签约后,如果本地没有切片映射信息或无法提供映射后vPLMN切片服务,则查询NSSF完成切片映射和重选,否则无需查询NSSF;AMF本地切片映射信息指用户上下文保存的切片映射信息,包括Configured NSSAI、AI-

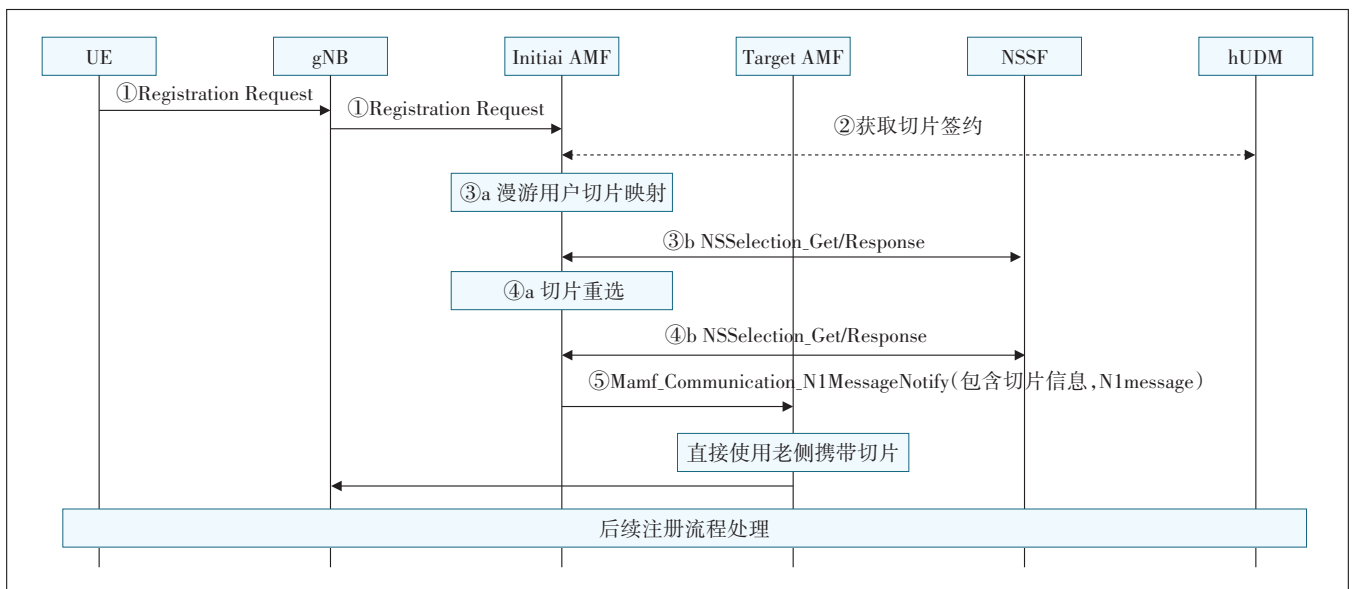


图9 注册流程中切片映射和AMF重选

lowed NSSAI 或 Requested NSSAI,因此需要 NSSF 提供切片映射功能。

步骤2:AMF重路由时将NSSF返回的切片信息、注册请求消息携带给新侧AMF,新侧AMF判断是重路由消息则直接使用老侧携带的切片,无需再查询NSSF,避免AMF乒乓。重路由老侧AMF携带的切片信息包括 Allowed Nssai、Configured Nssai 和 Rejected Nssai。

NSSF切片映射涉及到的流程还包括初始注册、移动注册、周期注册;初始注册/移动注册包含4G到5G注册、5G到4G注册。

3.3 语音业务流程

根据上述归属运营商的漫游节点建设方案、网元和服务的发现流程等,语音业务的实现流程分为以下2个关键步骤。

步骤1:UE进入漫游区域的漫游运营商的5G SA网络,发起注册流程。

a) UE向AMF发送Registration Request,AMF为漫游用户通过NRF选择归属地hSMF,并选择本地vSMF,建立N16和N9连接。

b) 漫游用户的数据业务路由回漫游局i-UPF。

c) i-UPF为漫游用户选择归属地运营商的IMS节点i-SBC/P-CSCF。

d) UE向P-CSCF发起SIP Register注册请求进行IMS注册。

步骤2:UE发起呼叫过程。

a) UE向P-CSCF发起SIP INVITE呼叫请求,专有承载建立时,AMF转发收到的会话修改失败消息给SMF,原因是与正在回落到EPS语音。

b) 拜访地运营商NR发起到归属地运营商的重定向或切换。

c) 用户回落归属地4G网络,现网MME根据FQDN查询DNS,通过i-DNS获取锚点SMF/PGW-C和UPF/PGW-U,通过现网SGW与漫游节点完成PDN连接建立。

d) UE完成后续语音业务接续流程,后续流程与本网相同。

4 挑战和建议

综上所述,为落实《工业和信息化部关于促进网络开放共享 推动5G异网漫游的实施意见》的通知要求,网络设备和终端支持5G异网漫游应具备如下能

力。

a) 应支持独立组网架构的5G异网漫游,支持自动选网模式,支持5G网络优先的选网策略,在漫游模式下支持同时显示2家运营商标识。

b) 在漫游区域,漫游运营商向本网用户和其他运营商的漫游用户提供语音、数据和短消息等业务,保证同等通信质量。5G语音以VoNR为目标解决方案,根据双方网络能力,支持回落/切换到4G网络进行通话。

现阶段5G异网漫游的实施仍存在如下挑战。

a) 无国际先例和可供参考的国际标准,设备和终端能力不成熟,包括对异网漫游组网至关重要的SEPP设备尚无可供测试的产品,NSSF设备不支持切片映射等。建议加快推进技术攻关、标准制定和测试验证工作,推进设备开发和产业链成熟。

b) 国内电信行业失衡问题依然存在,在市场份额、网络覆盖不对等的条件下,可以预见国内基础运营企业就5G异网漫游的技术方案、异网漫游结算价格等达成共识的可能性非常小。建议监管部门主导确定技术路线和互联互通方案、制定统一的异网漫游结算价格。

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] IP Multimedia Subsystem (IMS) emergency sessions; 3GPP TS 23.167[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
- [4] 文旭桦,吕振华,李雪馨. 5G国际漫游网络实现方案研究[J]. 移动通信,2018,42(10):100-105.
- [5] 5G System; Policy and charging control signalling flows and QoS parameter mapping; 3GPP TS 29.513[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Spec>.
- [6] 5G System; Network slice selection services; 3GPP TS 29.531[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Spec>.
- [7] 5G System; Public Land Mobile Network (PLMN) Interconnection; 3GPP TS 29.573[S/OL]. [2021-05-15]. <https://www.3gpp.org/ftp/Spec>.

作者简介:

马泽芳,教授级高级工程师,硕士,主要从事核心网架构及新技术研究工作;马瑞涛,高级工程师,硕士,主要从事网络总体架构研究及新技术跟踪工作;李晨仪,工程师,硕士,主要从事网络总体架构研究及新技术跟踪工作。