

5G 核心网 SMF 和 UPF 拓扑增强技术研究*

邢燕霞, 聂衡

(中国电信股份有限公司研究院, 北京 102209)

摘要: 3GPP R15 版本存在不支持跨 SMF 服务区切换和归属地路由等问题, 为解决这些问题, R16 版本定义了 ETSUN 技术。主要介绍 ETSUN 的需求场景、技术方案以及通信流程, 提出了 ETSUN 的引入建议以及对 R15 版本网络的增强需求。研究内容将对相关工作者研究 ETSUN 技术方案以及对网络设备的技术要求有一定的帮助。

关键词: 跨 SMF 切换; 归属地路由

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200991

中文引用格式: 邢燕霞, 聂衡. 5G 核心网 SMF 和 UPF 拓扑增强技术研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(11): 45-47, 51.

英文引用格式: Xing Yanxia, Nie Heng. Research on 5G Core network ETSUN technologies[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(11): 45-47, 51.

Research on 5G Core network ETSUN technologies

Xing Yanxia, Nie Heng

(China Telecom Corporation Limited Research Institute, Beijing 102209, China)

Abstract: 3GPP R15 does not support handoff cross SMF service area and home routing. To solve this problem, ETSUN which is the one of new features of 3GPP Release 16 is introduced. In this paper, the application scenes, technical solutions and communication flows are introduced, and recommending about applying ETSUN and requirement of enhancing present R15 5G network are also proposed. This will be helpful to study ETSUN technical solutions and technical requirements of network equipment.

Key words: inter SMF handover; home routing

0 引言

3GPP R15 版本满足了 5G 增强移动宽带 (enhanced Mobile BroadBand, eMBB) 场景的基本通信需求, 3GPP R16 提出新的网络特性, 在进一步完善 eMBB 能力的同时, 也增强了对超可靠低延迟通信 (Ultra-reliable and Low Latency Communication, URLLC) 场景的支持, 提升和拓展了 5G 网络服务 2B 和 2C 的能力, 其中包括 5G 核心网的会话管理功能 (Session Management Function, SMF) 和用户面功能 (User Plane Function, UPF) 拓扑增强技术 (Enhancing Topology of SMF and UPF in 5G Networks, ETSUN) 特性。ETSUN 重点解决了 R15 版本存在的归属地路由问题、用户跨 SMF (会话管理功能) 服务区业务中断问题以及会话过程中的 IP 地址分配等问题。

本文将从 ETSUN 的需求出发, 分析 ETSUN 的技术方案和通信流程, 并提出 ETSUN 的引入建议和对当前 R15 版本的 5G 网络增强要求。

1 ETSUN 的需求分析

ETSUN 的提出主要解决以下 3 个问题^[1]:

(1) 在 R15 版本中, 一般的 2C 场景中, 用户流量采用本地疏导模式, 即流量从拜访地 UPF 出口到数据网络。但是对于一些 2B 场景, 出于业务安全等方面的考虑, 用户的业务处理需要回到归属地的 UPF 甚至是企业园区的 UPF, 然后与企业应用服务器通信, 完成业务处理。

(2) R15 存在 UE 跨 SMF 服务区切换不能保持业务的连续性的问题。R15 版本的网络架构基于一个协议数据单元 (Protocol Data Unit, PDU) 会话在一个公共陆地移动网络 (Public Land Mobile Network, PLMN) 中只有一个 SMF 服务的假设, 因此当用户移动出 SMF 的服务去后, 会话必须释放后重建, 以便选服务新区域的 SMF。

(3) R15 版本中, 一个 UPF 只接受一个 SMF 控制, 但是为了增强系统可靠性, SMF 和 UPF 可能存在 Full Mesh 的情况, 这时需要优化用户 IP 地址分配方案。

2 支持 ETSUN 的网络架构

为了支持上述需求, 3GPP R16 优化了网络架构^[2], 提出了 ETSUN 方案, 如图 1 所示。

相比 R15 版本, 网络架构中增加了中间 SMF 网元 (Intermediate SMF, I-SMF) 以及相应的接口 N16a 和 N38。

* 基金项目: 国家科技重大专项课题 (2017ZX03001013-004)

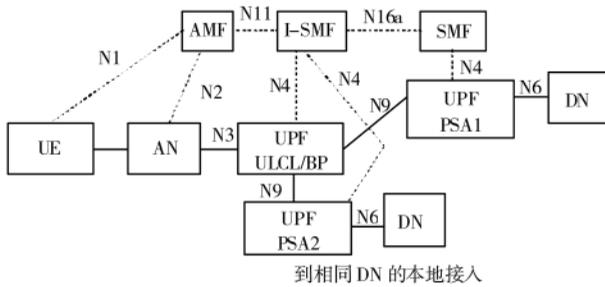


图2 I-SMF控制的UL CL/BP用户面架构

流规则、包检测规则以及流量统计等规则，I-SMF作为会话桥接功能配合SMF完成这些功能。在PDU会话建立期间或建立完成后用户发生移动时，I-SMF支持按需插入UL CL/BP的功能。I-SMF向SMF提供其支持的DNAI列表，SMF根据从I-SMF收到的DNAI列表信息，向I-SMF提供针对该PDU会话可使用的DNAI用于本地流量分流。I-SMF基于收到的PDU会话本地分流的DNAI以及UE位置判断选择哪个或哪些DNAI，并基于DNAI选择作为UL CL/BP的UPF和作为PDU会话锚点的UPF，并将对应的UPF插入到PDU会话的数据路径中。

I-SMF通过N4接口控制UL CL/BP和会话锚点的本地流量卸载的规则，包括包检测规则(Packet Detection Rule, PDR)、包转发规则(Forwarding Action Rule, FAR)、用量报告规则(Usage Reporting Rule, URR)和QoS执行规则(QoS Enforcement Rule, QER)等。这些规则由SMF生成，如果规则是针对本地PSA，那么SMF发送的N4接口信息应包含相关联的DNAI。I-SMF根据从SMF收到的N4信息生成针对UPF的规则，通过N4接口发送给UPF。当UPF向I-SMF上报流量使用信息时，I-SMF收到这些信息，会转发给SMF，由SMF汇总和构造发送给PCF和CHF的使用报告，I-SMF不直接与PCF和CHF交互。

4 跨省移动场景的实现

对于一般的2C业务，路由方式采用本地出网(Local Break Out, LBO)方式，即本地路由方式。下面介绍UE跨省移动时业务保持连续的方案。

假设用户初始从B省接入到5G网络中，流量从B省的UPF出口到数据网络。随着用户的移动用户进入A省，并可能随着用户移动再次返回B省。

当用户进入A省，如果当前会话没有I-SMF，A省AMF从原AMF获取SMF信息后，确认锚点SMF无法覆盖用户接入位置，AMF基于S-NSSAI/TAI选择A省的SMF作为I-SMF插入，如图3所示。

如果用户已经插入I-SMF后移动至A省(在进入A省前已经完成跨SMF的切换)，当前会话有I-SMF，A省AMF从原AMF获取锚点SMF和I-SMF信息后，确认二者均无法覆盖用户接入位置，AMF基于S-NSSAI/TAI选择当前省的SMF作为I-SMF，替换当前会话的I-SMF。

《电子技术应用》2020年第46卷第11期

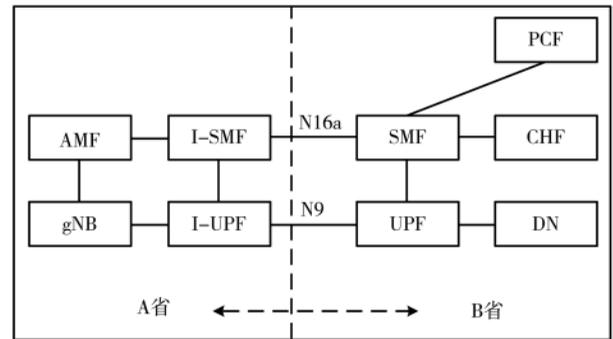


图3 用户跨省移动场景的逻辑架构

如果用户已经插入I-SMF后移动回B省，当前会话有I-SMF，用户移动回B省，B省AMF获取锚点SMF信息后，确认移动后锚点SMF可以覆盖用户接入位置，AMF删除当前会话的I-SMF^[3]。

通过上述过程，可以保障用户在跨省过程中用户数据始终锚定在初始的UPF上，用户IP地址不变，可以保持业务的连续性。

5 归属地路由的实现

在一些场景下，当用户漫游时，需要回到归属地UPF才能访问企业应用，如图4所示，下面介绍具体的逻辑流程。

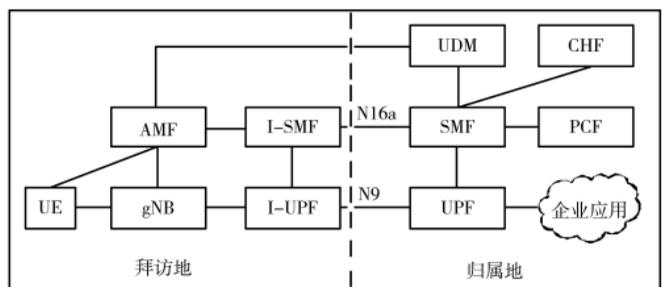


图4 漫游用户业务回归归属地的网络

首先用户需要在归属地签约专用DNN。当用户在拜访地接入时，用户通过拜访地的gNB接入拜访地的AMF。AMF通过从归属地统一数据管理功能(Unified Data Management, UDM)中获取用户签约信息，AMF基于签约信息和用户接入信息的组合TAI/DNN/S-NSSAI向NRF查询SMF信息。如果NRF可以发现合适的SMF，则返回支持TAI/DNN/S-NSSAI的SMF信息；如果NRF范围内没有支持TAI/DNN/S-NSSAI的SMF，NRF需要转发至上一级的NRF，归属省的NRF返回特定的SMF信息，而这个SMF只满足DNN和S-NSSAI，不支持用户所在TAI，这个SMF将被用作锚点SMF。

AMF再基于TAI和S-NSSAI信息发现拜访地SMF作为I-SMF。AMF发送会话创建请求至I-SMF，并携带锚点SMF地址，I-SMF选择本省UPF做I-UPF，转发会

(下转第51页)

程度上避免业务损失。

第二,网元以网元集合的形式部署不仅可以配合 SCP 卸载传统网元的交换功能,也可以在一定程度上卸载存储功能。由于网元集合内各实例共享上下文,因此存储上下文的部分完全可以独立出来。上下文类的动态数据由于需要频繁地读取或更新,一般以非结构化的数据形式存储在内存或缓存中。当网元间网络足够可靠,那么这些非结构化的数据就可以统一存储在非结构化数据存储功能(Unstructured Data Storage Function, UDSF)中。上下文的读取和修改将以消息交互的形式发生在各网元与 UDSF 之间,网元实例本身将成为无状态化的专注于计算的功能实体,因而当某个网元实例发生故障时,其他实例可以快速承接其业务。

然而,当前有些功能的实现依然需要一些特定条件约束。例如基于网元集合的会话迁移,需要在 UE 处于空闲态时才能触发。这是由于当前机制下,网元集合间的上下文还未共享,会话需要先删后建,上下文需要以消息的形式传递,也就导致如果连接态也采用此种方式,用户的业务一定会中断。

总之,网元集合概念的引入使得网元业务逻辑部分趋于无状态化和微服务化,不仅提高了网元自身的灵活性和可靠性,也有利于网元软件的迭代、灰度发布等。

3 结论

未来,5G 将赋能千行百业,5G 核心网的系统架构势

必是灵活易变、稳定可靠的。SBA 架构及其演进的方向使得未来的 5G 核心网将根据行业与客户需求,以多种形式灵活地出现和部署。从架构角度看,各网元功能趋于细化独立,计算、存储、转发边界清晰。从软件角度看,网元集合的机制进一步提高了系统的可靠性与可扩展性。5G 核心网将不仅具备传统通信网络迅速、准确、安全、方便等特征,还同时具备互联网技术使能迭代快、灵活定制、高度自动化等向智能网络发展的特点。

参考文献

- [1] 李海民,何珂.持续演进的 5G 服务化网络架构[J].邮电设计技术,2018(11):29-34.
- [2] 3GPP TS 23.501 v16.5.1.System architecture for the 5G system; stage 2[S].2020.
- [3] 3GPP TS 23.502 v16.4.0.Procedures for the 5G system; stage 2[S].2020.
- [4] 刘耀,金跃辉,崔毅东.发布订阅系统中高效消息投递机制的研究[J].网络新媒体技术,2015,4(1):15-23.
- [5] 郝庭毅,吴恒,吴国全,等.面向微服务架构的容器级弹性资源供给方法[J].计算机研究与发展,2017,54(3):597-608.

(收稿日期:2020-09-18)

作者简介:

王恒(1993-),男,双硕士,工程师,主要研究方向:5G 核心网、网络功能虚拟化。

(上接第 47 页)

话请求至锚点 SMF,锚点 SMF 选择本省 UPF 做用户面的锚点。通过 I-SMF 和 UPF 的插入,就实现了用户在拜访地接入建立 PDU 会话时,用户流量回归归属地的目的^[3]。

6 结论

在 R15 版本的网络上支持 ETSUN 功能,对网络架构没有影响,只需要对 R15 版本的 AMF、SMF 和 UPF 以及彼此之间的接口进行功能增强。AMF 需要根据从 NRF 或其他 AMF 上获取的 SMF 信息,判断是否需要插入 I-SMF,进而发起 I-SMF 发现流程。AMF 与 SMF/I-SMF 之间的 N11 接口需要区分是发给 I-SMF,还是发给锚点 SMF;同时发送至 I-SMF 的激活消息中,需要携带锚点 SMF 的 URI 信息。SMF 功能增强包括在 I-SMF 可被插入、移除或重定位的场景中,作为 I-SMF 服务 PDU 会话,支持 N16a 接口、N38 接口和 N4 接口增强,管理从 UPF 或从外部数据网络获取的 UE IP 地址。I-SMF 管理的 UPF 功能也要加强,包括响应 SMF 的请求,为用户分配 UE IP 地址或 IPv6 前缀。在会话建立时和 TA 发生改变时,作为中间 UPF 被插入。中间 UPF 应支持通过 N3/N9 接口分别连接 RAN 和锚点 UPF,完成数据传输和数据

缓存。

随着 5G 网络的商用,5G 应用场景变得越来越丰富,用户回归属地路由和连续跨区切换的场景越来越多。例如车联网场景中,高速公路上的汽车很容易发生连续跨 SMF 区域的切换;而企业生产数据远程访问和远程办公的需求也越来越普遍。因此,基于 R15 版本引入 ETSUN 非常必要。

参考文献

- [1] 3GPP TS 23.726 V16.0.0.Study on enhancing Topology of SMF and UPF in 5G networks(release 16)[S].3GPP.2018.
- [2] 3GPP TS 23.501 V16.5.1.System architecture for the 5G system;stage 2(release 16)[S].3GPP.2020.
- [3] 3GPP TS 23.502.V16.5.0.Procedures for the 5G system; stage 2(release 16)[S].3GPP.2020.

(收稿日期:2020-10-10)

作者简介:

邢燕霞(1972-),女,硕士,高级工程师,主要研究方向:移动通信网络架构和关键技术、网络运营与管理。

聂衡(1976-),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:移动通信网络架构和技术及其标准化、网络发展规划。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所