

面向5G的无线侧网络切片

Development and Research of Network
Slice for 5G RAN

发展与研究

刘 珊,韩 潇,黄 蓉(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Liu Shan,Han Xiao,Huang Rong(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

摘 要:

网络切片作为5G移动通信系统中一个关键技术,就是为了使传统的无线网络能够支撑垂直行业差异化的业务。无线网作为移动网络中重要的接入部分,对于不同网络切片的感知及实现也至关重要。基于5G架构,研究了无线侧网络切片在标准中的进展,包括引入的重要参数及实现方式,同时考虑了无线切片与传输网、核心网的对接,最后就目前产业现状,探讨了运营商对于未来切片可能的管理方式及存在的问题。

Abstract:

As an important feature of 5G mobile communication systems, network slicing is to enable traditional wireless networks to support vertical industry differentiated services. 5G RAN is an important access part of the mobile network, so it is also crucial for the perception and implementation of different network slices. Based on the 5G architecture, it studies the current progress of RAN network slicing in the standard, including the important parameters introduced and the way to implement them, and considers the connection among RAN, transmission network and core network. Finally, based on the current situation of the industry, the possible management methods and existing problems of operators for future slicing are discussed.

Keywords:

5G; RAN; Network slice

关键词:

5G; 无线; 网络切片

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.01.009

文章编号: 1007-3043(2020)01-0045-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 刘珊,韩潇,黄蓉. 面向5G的无线侧网络切片发展与研究[J]. 邮电设计技术, 2020(1): 45-49.

0 引言

随着移动互联网业务的深入发展,传统用户对于移动网络的带宽、时延等性能要求越来越高,同时,伴随着技术的进步,各行各业也处于数字化转型的关键阶段。5G的设计不仅需要满足传统个人用户的需求,还将助力各种垂直行业,包括智能驾驶、智能制造、远程医疗、智能家居等,各个垂直行业对于移动通信的能力需求不尽相同。若5G时代运营商仍采用传统网络的建设方式即建设一张网络方式,不仅难以满足差异化明显的各类业务,同时对运营商来说,投资成本

较高且效率低下。

面对上述问题,网络切片逐步成为5G中值得期待的功能。网络切片,可以简单理解为在统一的基础网络设施上,建立多个专用的、虚拟化的、相互隔离的逻辑网络,用来满足不同垂直行业的不同需求。通过这种方式,运营商能够灵活地利用自身的资源,更好地满足业务特性,更好地服务于垂直行业模式,在5G时代产生更大的价值。

网络切片为端到端的概念,运营商若要实现网络切片功能,需要对网络的每一个环节进行切片的相关升级,3GPP也针对网络切片对整个移动网络进行了相关定义。无线接入网作为移动接入网重要的一环,其切片目前的进展情况、实现方式及运营商可能的管理

收稿日期: 2019-12-06

方式、存在问题都是本文探讨的内容。

1 标准进展

目前3GPP已完成5G的第1个版本标准Release 15,并正在制定Release16即第2版的标准。在R15中,针对网络切片,分别从架构、核心网、无线侧等方面定义了相关的特性,无线侧主要包括引入切片标识符(S-NSSAI——Single-network slice instance selection assistance information),增加相关的QoS保障等。随着5G标准向R16版本演进,网络切片也将针对现有的标准情况对无线侧进行增强。

1.1 切片标识符

不同的业务需求不同,为了识别不同类型的业务以保证相应的网络资源,无线侧引入了切片标识符的概念,即S-NASSAI,用以区分网络中不同的切片。S-NSSAI包括切片类型(SST——Slice/ServiceType)和切片区分(SD——Slice Differentiator)2个部分。SST占8 bit,取值范围为0~255,代表网络切片的功能和业务类型。SD占24 bit,用来辅助区分具有相同SST的多个网络切片。只有SST值是必须的,SD的值可以省略。目前的标准定义中SST与5G三大业务类型相关,即eMBB业务SST值为1,URLLC业务SST值为2,SD值目前没有定义,运营商未来可结合自身业务进行相应的调整及配置。

在目前标准的定义中,不同的切片会选择不同的核心网网元AMF进行各自的业务,不同的AMF网元所支持的切片种类不同。5G基站gNB在初始与核心网AMF建立接口的时候,AMF会将自身支持的切片类型返回给gNB。终端用户在进行业务时,可以通过高层以明确指示的格式在空口信令上传送切片标识信息。初始RRC连接时候,MSG3消息携带切片标识,基站通过对标识的识别,选择对应的AMF建立链路的连接,流程如图1所示,通过不同的核心网网元锚点,保证不同切片的性能。此外,不同的业务建立不同的PDU会话,其建立/修改/删除过程,信令中也携带了切片标识符,可以对不同切片的会话选择不同的策略,比如调度及拥塞控制等,如图2所示。

1.2 QoS保障

4G对于QoS保障基于承载,粒度较粗,无法满足多样化业务的不同需求。因此,3GPP对于5G系统,定义了新的基于流实现的QoS保障,更细程度地实现不同业务对于服务质量需求。在无线侧,具有相同QoS

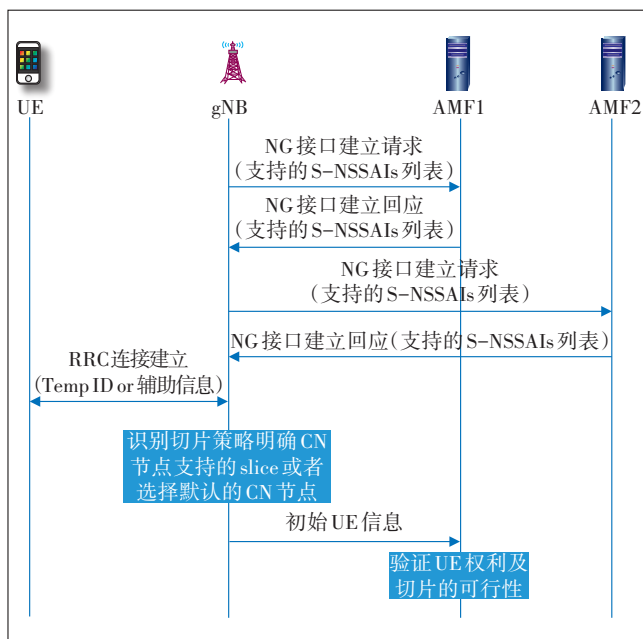


图1 通过切片标识选择AMF

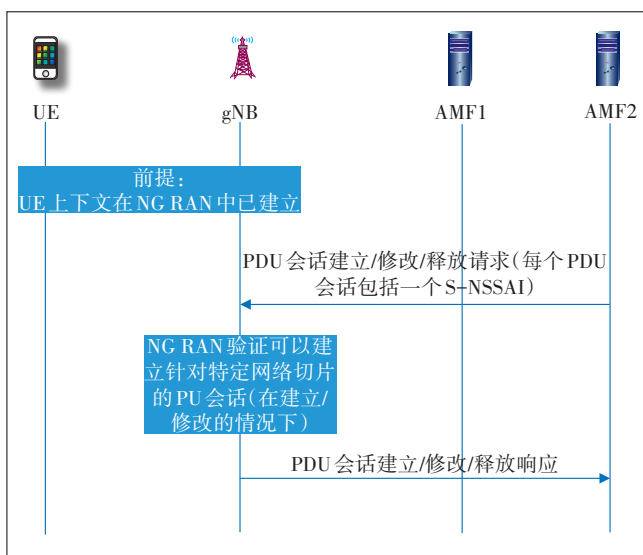


图2 基于切片感知的PDU会话建立/修改/释放

的数据流映射到同一个QoS flow,进一步映射到DRB,即所谓的两级映射。无线侧为了实现QoS flow到DRB的映射,在PDCP层之上引入新的协议层SDAP。对于切片来说,不同的切片与相应的PDU session对应,而每个PDU session包含多个DRB及QoS flow(见图3)。

4G时代,RAN侧对业务QoS的保障最小粒度即承载,而5G则是比承载更细粒度的QoS flow,不同的QoS flow会通过相关的策略和机制进行优先管理,依据为不同的QoS flow中所携带的5QI等参数,通过对此类参数的提取确定切片内数据流的优先级,进而通过对

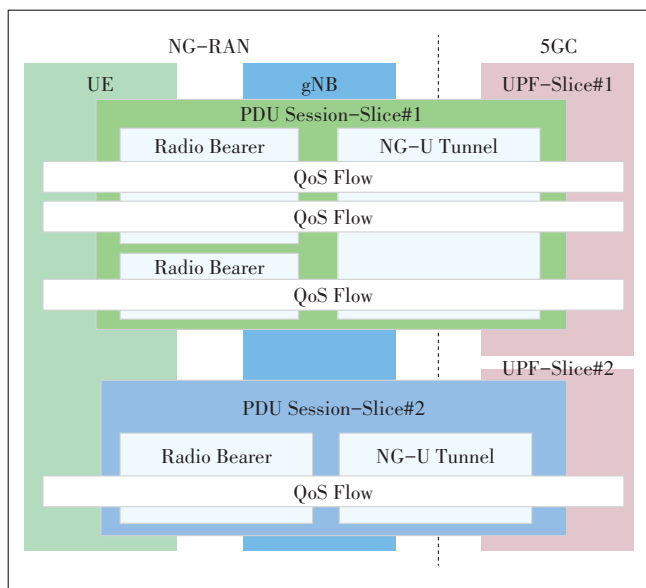


图3 切片中的QoS映射方案

无线侧资源的划分实现不同的保障,通过更细粒度的划分,更能保证资源的高效性及业务的可靠性。具体的调度策略可通过不同的算法实现,举例来说,不同切片的上下行保障资源、上/下行最大资源以及最大用户数可作为参考依据,保障资源相当于切片需求商的最低要求,而最大资源则是对某个切片进行限制,避免因某些切片优先级高导致影响到其他切片分配资源过少的情况,接入用户数则是根据切片需求方提供给运营商该网络的目标用户数。结合上述参数,可在保障每个切片性能的同时增加运营商网络资源的灵活性。

1.3 切片移动性感知

存在网络切片的5G系统,在终端发生移动的时候,无线侧也应该有相关的优化方案。图4展示了跨NG口(5G基站与AMF之间接口)的切换流程。携带多个切片以及PDU会话的终端向gNB上报测量信息,gNB将切换请求报给核心网网元AMF。AMF向目标gNB发送切换请求,目标gNB返回支持的切片标识ID以及PDU列表,进行AMF对源gNB的切换请求,源gNB会将目的gNB相关信息发送给UE,即接收的PDU会话列表以及切片标识,最终实现切换。

2 无线侧切片实现

2.1 与传输网、核心网的对接

第1章节介绍了无线接入网在标准层面针对网络切片所定义的相关功能,网络切片的端到端实现不仅

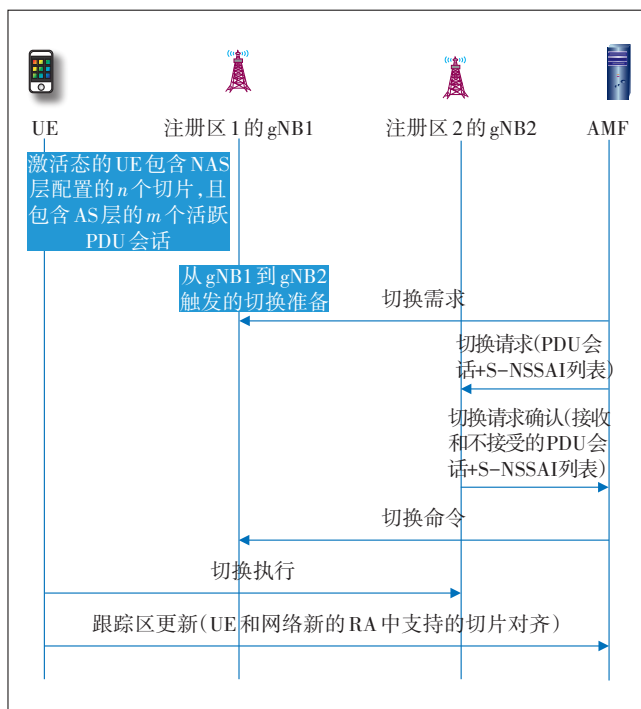


图4 基于切片标识的移动性方案

涉及到无线网,还包括传输网和核心网。想要真正提供网络切片业务给租户,无线侧要完成与传输网及核心网的对接,打通端到端链路才能保证业务的正常运行。与传输网的切片进行对接,更多的是基于具体的部署实现。对于无线侧来说,不同的切片通过S-NSSAI来标识,同时要保障不同切片QoS,传输网需要为不同的切片提供对应的传输资源,为了保证资源分配的合理性及高效性,需要以无线侧提供的切片信息作为参考,包括切片标识以及性能需求,进而可以通过VLAN的方式,编排出传输资源与切片的关系,实现无线侧与传输侧切片的对接。

实现方式可简单描述为,gNB侧将不同的切片映射到不同的VLAN子接口,不同切片根据不同的下一跳地址分配VLAN。切片的区分基于不同的VLAN子接口(对应不同的IP网段),传输网内部会同时维护VLAN ID与VPN或其他隔离路径的映射。

与核心网的对接则是根据协议,通过NSSAI/Temp ID来选择AMF。gNB会向自己所连接的AMF请求NG接口建立,包含自身支持的S-NSSAI列表,AMF会返回自身支持的N-SSAI列表。在UE与gNB建立连接时,会在信令中添加Temp ID及其他辅助信息,gNB根据两边接收到的信息,选择该UE连接的AMF,实现与核心网的对接,如图2中所提到的方式。

2.2 不同切片的需求保证

切片之所以在提出之后就备受关注,是因为它可以通过网络细分的方式满足多种业务,对于垂直行业及运营商都是转型的大好机会。划分多少切片以及切片的粒度是部署过程中不能回避的复杂问题。切片粒度过粗容易导致灵活性不够,不能很好地满足差异化服务的要求;切片粒度过细会极大地提升管理和部署复杂度,也会降低网络资源的利用率。

5G三大业务类型的需求各不相同,eMBB需要高的数据速率,uRLLC需要极低的端到端业务时延,而mMTC需要超高的连接密度,每一类业务又可以细分为具体的业务,导致切片的种类繁多,需求多种多样。对于整个系统架构而言,由于核心网的不断虚拟化、软件化,可以通过不同网元灵活地部署来匹配三大业务的基本性能。而就无线侧来说,同样需要合理地分配无线资源才能保证每个切片性能以及不同切片之间的调度优先级。

无线侧包含了一系列协议栈配置以及物理层时频域资源,不同的切片间可以通过固定分配时频资源或者共享的方式完成资源的使用,固定分配的方式即硬切,能够更好地实现切片之间的隔离,保证不同切片间互不影响,有一定的安全性。而共享资源的方式即软切,可以提高资源的利用率,引入更多的切片以及用户,具体如图5所示。

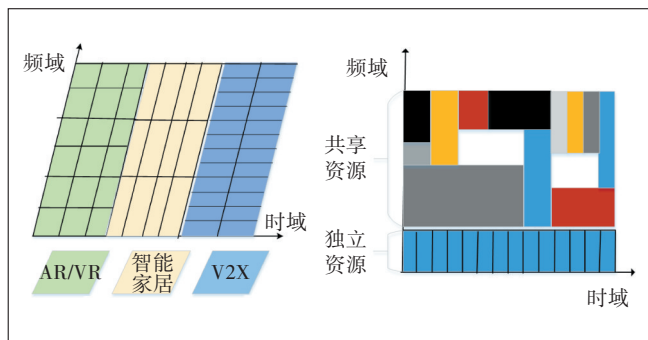


图5 无线侧切片资源分配方式(固定分配及共享资源)

未来无线侧基站架构变为CU-DU组网方式, CU部署非实时无线功能,包括RRC以及PDCP层, DU部署实时功能,包括PHY、MAC、RLC层。CU逐渐向虚拟化方向发展,这就使得CU侧协议栈功能的配置更加灵活,对于切片而言,不同的QoS需求可以通过协议栈的差别来辅助实现。对于智能抄表等mMTC类业务,不存在终端移动性的情况,可以将RRC移动性管理等功能设置为可选,同时数据量较小,PDCP层头压

缩功能也可变为可选。对于uRLLC业务,需要较低时延和较高可靠性,PDCP复制功能以及更短的TTI调度可以通过无线侧配置。此外,如上文提到的,5G保障QoS的粒度变为IP flow级别,不同切片内部的无线承载包含多个QoS flow,不同切片之间的调度以及优先级策略也可以用来作为切片需求的实现方式,具体的策略依赖于不同设备厂家的算法实现,如基于每个切片的保障用户速率以及最大用户数。

2.3 无线侧对切片管理的支持

对于不同的5G应用场景的切片,网络需要提供端到端切片管理能力,即接入网、传输网、核心网。目前3GPP已经定义的切片的管理架构如图6所示,其中CSMF模块的功能是面向租户的切片订购管理、服务质量监控,即客户通过此功能完成对切片需求的订购,同时依靠数据来观察是否实现切片的要求,即实现网络跟租户的接口。NSMF模块提供网络内部的切片整体设计、部署及指标监控,同时,NSMF完成对切片设计后,可以将指标分配到无线侧、传输侧以及核心网侧,因此每一部分都有对应的网络切片管理系统,即RAN NSSMF、BN NSSMF、CN NSSMF,本节主要关注无线侧管理功能。

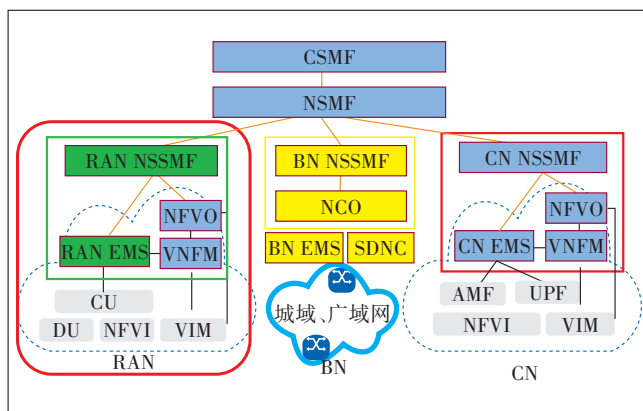


图6 网络切片管理系统

RAN NSSMF主要负责无线侧子切片的切片管理以及指标监控,未来5G无线侧的CU-DU架构以及CU虚拟化的趋势,使得无线侧原本的一套网管系统EMS变为EMS加NFVO 2套互相配合的管理编排系统。NFVO主要针对通用化的CU设备。因此,无线侧根据分配的指标,与无线侧网管系统EMS以及NFVO对接,进而通过网络调度优先级以及无线资源分配实现,同时将不同切片呈现出来的无线侧性能上报给NSSMF,实现最终切片指标呈现以及监控,这正是垂直行业租

户希望看到的。无线侧通过自己单独管理再上报的方式,更好地确保切片功能的实现。

3 产业现状及面临的问题

垂直行业数字化转型的过程中,需要无线网提供更高更稳定的性能,5G的设计也希望为各行各业需求提供保障。根据相关调研,工业、医疗、教育等行业对于5G网络的诉求非常强烈,但行业客户也希望在保障自身业务性能的同时,与其他业务具有一定的隔离度,5G网络切片功能的实现就是为了解决这个问题。此外,对于运营商而言,传统的业务模式已经不能满足自身转型以及盈利的需求,网络切片作为很好的突破口,可以拓展更多的商业客户以及新的商业模式。

目前,第1版本的5G标准已经完成,设备商均已开发基于R15标准的5G核心网以及基站设备,可以支持对应的切片功能,无线侧即对切片感知,在信令携带切片ID,并选择与之对应的核心网AMF设备。基于R15终端的产品规划要比网络侧晚一些,可以上报业务的切片ID。但目前标准中只定义了切片ID的首位与三大业务有关,具体详细的业务种类及ID标识需要运营商及产业后续的需求来逐步确定,而对于终端而言应用层的业务如何与切片ID进行映射取决于终端厂家的实现,而终端侧的切片ID如何与不同运营商网络侧的ID保持性能上的统一,还有待继续研究及产业进一步的标准化。

切片实现涉及整个端到端网络,而不同层级的网络设备提供商往往是不同的,因此运营商侧统一的切片管理系统需要能与异厂家实现真正的对接,顺利完成各类参数的提取上报。尽管第1版标准已经完成,但是管理域规范仍然不完善,尤其是无线侧对于网络切片的实现目前主要集中在切片的感知,但管理以及对租户性能的呈现也是非常重要的一方面。运营商需要建设统一的切片管理系统,RAN侧需要详细的管理模块NSSMF与NSMF接口以及参数的标准。因此就目前管理域的标准制定情况而言,还存在较多待确定的功能,切片真正实现的时间不会太快,需要5G网建设后,基于初步的试验不断进行探索及完善。

此外,与现有的传统用户模式不同,网络切片面向的用户来自各行各业,对于网络有着完全不同的需求,对于运营商的网络灵活性要求大大提高。过于灵活的切片可能会提升网络管理方面的成本与风险,毕竟稳定性与可靠性也是网络重要的考量指标。同时

切片租户对各自切片的性能及用户情况较为关心,运营商网络具有对数据较强的提取及分析能力,尤其对于无线侧而言,原本的架构及协议使得大量数据无法取得。

综上,各行各业及运营商都在希望网络切片能够为自身行业带来变革,但目前关于网络切片的研究及积累仍是不够的,新业务的发布不会是一蹴而就的,需要大量的商业准备和分析,因此产业界仍需不断推动5G网络的建设以及网络切片技术的成熟。

4 结束语

5G在商用的路上就已经广受关注,而网络切片则是5G中最值得期待的技术之一。无线侧作为通信系统中最具技术含量的接入层,需要为未来网络切片的实现打好基础 and 准备。运营商、设备商乃至产业界都对网络切片进行了包括标准、初步的实现方案、运营及管理模式的初步探索,但由于其涉及到方方面面,所涉及技术比较复杂,前期相关的探索实现较少,因此目前网络切片仍然处在相对初步的阶段。未来结合5G网络的商用部署,运营商需加大与垂直行业的合作,合力进行网络切片的相关试点,推动网络切片的成熟以及商用,合作共赢,共同助力双方的发展与转型。

参考文献:

- [1] Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies; 3GPP TR 38.913 [S / OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.
- [2] Study on New Radio Access Technology: Radio Access Architecture and Interfaces; 3GPP TR 38.801 [S / OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.
- [3] NR; Overall description; Stage-2; 3GPP TS 38.300 [S/OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.
- [4] NR; Medium Access Control (MAC) protocol specification; 3GPP TS 38.321 [S/OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.
- [5] NR; Radio Resource Control (RRC) protocol specification; 3GPP TS 38.331 [S/OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.
- [6] System Architecture for the 5G System; Stage 2; 3GPP TS 23.501 [S/OL]. [2019-06-14]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.

作者简介:

刘珊,毕业于北京交通大学,硕士,主要从事5G移动通信系统及网络架构研究;韩潇,毕业于北京邮电大学,硕士,主要从事5G物理层标准相关研究工作;黄蓉,毕业于北京邮电大学,高级工程师,博士,主要从事移动通信相关技术研究及标准化工作。