

5G 业务无线承载方案探讨

Discussion on 5G Service Wireless Bearer Scheme

张斌¹, 郭华²(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司, 北京 100048; 2. 中国联通江西分公司, 江西 南昌 330029)
Zhang Bin¹, Guo Hua²(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China; 2. China Unicom Jiangxi Branch, Nanchang 330029, China)

摘要:

由于5G业务的多样性和网络的复杂性,传统的单独基于信道质量或基于负荷的无线承载策略并不能满足用户差异化的网络需求。因此5G网络需要智能无线承载策略,即以感知提升为目标,综合考虑业务需求、网络负荷、信道质量、终端能力等各种因素,将用户引导到最优目标频点,以实现网络资源与业务需求精确匹配,实现业务体验最优。

关键词:

无线;承载;业务;差异化

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.02.010

文章编号:1007-3043(2022)02-0056-04

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):



Abstract:

Due to the diversity of 5G services and the complexity of the network, the traditional wireless bearer strategy based on channel quality or load alone can not meet the differentiated network needs of users. Therefore, 5G network needs intelligent wireless bearer strategy, that is, taking the improvement of perception as the goal, comprehensively considering various factors such as service demand, network load, channel quality and terminal capacity, the users are guided to the optimal target frequency, so as to achieve accurate matching between network resources and service demand and optimal service experience.

Keywords:

Wireless; Bearing; Service; Differentiation

引用格式:张斌,郭华. 5G业务无线承载方案探讨[J]. 邮电设计技术, 2022(2): 56-59.

1 概述

5G时代万物互联,业务需求多样化、碎片化,eMBB业务、uRLLC业务及mMTC业务对网络速率、时延、移动性、可靠性的要求各不相同;另一方面,网络形态更加复杂,主要表现在3.5 GHz/2.1 GHz/800 MHz/900 MHz等高低频协同组网、TDD/FDD网络制式共存、4G/5G网络长期并存等方面。在此背景下如何将网络资源与业务需求精确匹配,实现业务体验最优,网络效益最大化是运营商迫切需要解决的问题。

本文首先探讨5G三大场景业务需求的不同,其次分析了5G各频段的容量、时延等方面的差异,然后从无线网业务承载策略方面开展研究,分析目前网络中各种无线承载策略的优缺点,探讨网络资源与业务需求精准匹配的方法,找到最优解决方案。

2 5G业务需求及各频段业务能力分析

2.1 5G业务需求对比

不同于2G/3G/4G网络只提供语音、短信、上网业务,5G网络的应用丰富多彩,3GPP规定了三大应用场景,三大应用场景业务需求各不相同。

eMBB场景主要为满足高速率、高移动性为代表

收稿日期:2021-12-16

的这一类应用场景的业务需求,典型的应用包括 AR/VR、4K/8K 高清视频、云端办公等等,主要关注的指标为上下行速率。

uRLLC 场景主要面向车联网、工业控制、远程医疗等高可靠、低时延的垂直行业应用,典型应用包括自动驾驶、智慧电网、远程自动控制、工业自动化等多个方面,主要关注的指标是时延和可靠性,对带宽要求不高。

mMTC 场景以 5G 强大的连接能力,可以促进人与物、物与物的互联互通,实现万物互联的愿景,典型应用包括智慧城市、智能家居、环境监测、可穿戴设备等,mMTC 场景对数据速率要求较低且时延不敏感,主要关注的指标是网络的连接能力。

三大场景业务的主要网络指标要求如表 1 所示,标黑的为该类场景重点关注的网络指标。

表 1 三大场景业务的网络指标要求

网络指标	eMBB 业务	uRLLC 业务	mMTC 业务
上/下行速率	50/300 Mbit/s	1 Mbit/s,最高 10 Mbit/s	1~100 kbit/s
端到端时延	20 ms	5 ms	毫秒到小时
可靠性	-	99.9999%	-
连接密度	25 000/km ²	100 000/km ²	1 000 000/km²
移动性/(km/h)	最高 60	按需:0~500	按需:0~500

2.2 5G 各频段业务能力对比

2.2.1 5G 各频段容量对比

在 3.5 GHz 频段,中国联通与中国电信各有 100 MHz 的带宽,根据中国联通和中国电信 2.1 GHz 重耕计划,2.1 GHz 频段中国联通和中国电信双方有 40 MHz 带宽可以用于 5G 重耕,与 3.5 GHz 频段的带宽差距较大,且 3.5 GHz 支持 Massive MIMO 技术,导致了 3.5 GHz 和 2.1 GHz 的小区容量有较大差异。

由仿真可知,在密集城区场景,3.5 GHz 小区下行吞吐量为 2.1 GHz 小区的 6 倍,上行吞吐量为 2.1 GHz 的 3.6 倍;在一般城区场景,3.5 GHz 小区下行吞吐量为 2.1 GHz 小区的 4.8 倍,上行吞吐量为 2.1 GHz 的 3 倍;在乡镇场景,3.5 GHz 小区下行吞吐量为 2.1 GHz 小区的 3.5 倍,上行吞吐量为 2.1 GHz 的 2.6 倍,具体的仿真结果如表 2 所示。

根据仿真结果可知,3.5 GHz 频段对于大带宽业务有更好的支持,因此,eMBB 业务承载在 3.5 GHz 频段会给用户带来更好的业务体验。

2.2.2 5G 各频段空口时延对比

时延也是 5G 网络的一个关键指标,特别是对于

表 2 3.5 GHz 与 2.1 GHz 小区吞吐量仿真对比

场景	设备配置	小区仿真吞吐量/(Mbit/s)	
		下行	上行
密集城区 (站距 350 m)	2.1 GHz 40 MHz 4TR	136	77
	3.5 GHz 100 MHz 32TR	625	223
	3.5 GHz 100 MHz 64TR	821	274
一般城区 (站距 500 m)	2.1 GHz 40 MHz 4TR	116	64
	3.5 GHz 100 MHz 32TR	443	169
	3.5 GHz 100 MHz 64TR	551	190
乡镇 (站距 1 000 m)	2.1 GHz 40 MHz 4TR	97	53
	3.5 GHz 100 MHz 32TR	284	125
	3.5 GHz 100 MHz 64TR	340	137

注:此处仿真 3.5 GHz 基站功率配置为 160 W,3.5 GHz 终端最大发射功率为 26 dBm,2.1 GHz 基站功率配置为 4×80 W,2.1 GHz 终端最大发射功率为 23 dBm。

uRLLC 业务,中国联通和中国电信 3.5 GHz 频段为 TDD 制式,2.1 GHz 频段为 FDD 制式,2 种制式下 5G 空口时延差距较大。

对于 TDD 制式,上下行数据必须等待在相应的上下行时隙才能进行数据的发送,以中国联通和中国电信 5G 现网 2.5 ms 双周期的帧结构为例,在上行方向最大等待时间为 4 个时隙时长(T_{slot}),在下行方向最大等待时间为 $2 T_{slot}$,对于 TDD 制式,上下行时隙倒换间隔为影响空口时延的关键因素,如图 1 所示。

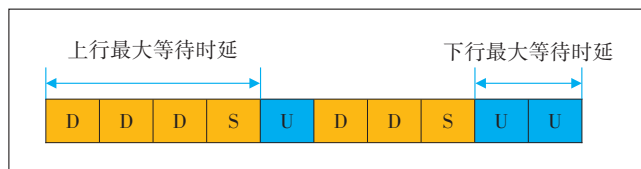


图 1 TDD 制式下上下行的最大等待时延

虽然 3GPP 为了降低空口时延,提出了智能预调度、上行免调度、下行抢占机制、Mini-slot 技术、特殊帧结构等一系列优化调度或减少时间间隔的技术,但受限于 TDD 制式的上下行时隙倒换,这些技术应用在 TDD 网络上效果会大打折扣,FDD 制式在空口时延方面具有天然的优势,因此,对于 uRLLC 业务,承载在 2.1 GHz 频段上是更优的选择。

3 无线网业务承载策略

3.1 基于信道质量的无线承载

在多层网络叠加的区域,传统的基于信道质量和频点优先级的切换或重选在 5G 时代仍然适用,这是基础的移动性策略。考虑到 5G 优先以及 5G 各频段之间

的较大的带宽差异,一般建议5G频点优先级高于4G,在5G各频段间,频段越高带宽越大,频点优先级也越高,即:NR 3.5 GHz > NR 2.1 GHz > NR 800 MHz/900 MHz > LTE。

在空闲态,小区选择与重选策略一般基于信号电平(RSRP)进行,也可以叠加考虑信号质量(RSRQ)。

在连接态,切换一般默认基于信号电平(RSRP),也可以考虑叠加信号电平和信道质量联合判决,即“RSRP+RSRQ”或“RSRP+SINR”。基于覆盖的切换优先切换到高优先级频段,其次是低优先级频段,在没有5G覆盖的区域才会考虑切换到4G。

基于信道质量的无线承载优点是可以保证网络优先驻留在5G网络,驻留在高优先级频点,保证eMBB用户的良好速率体验;但是,也存在明显的缺点,主要表现在无法将业务承载在合适的频段上,比如对于低时延类业务,承载在TDD网络并不是最优的选择,此外,还会造成各频段业务负荷不均衡的问题。

公共频点优先级设置如图2所示。

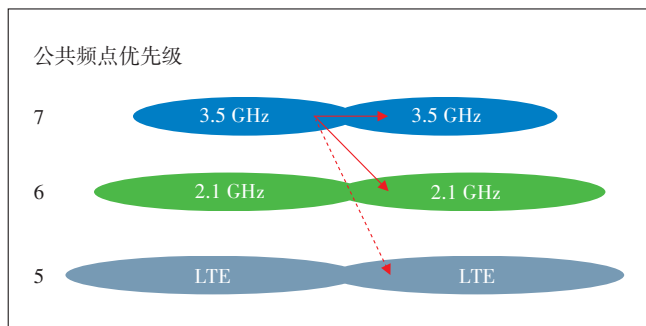


图2 公共频点优先级设置

3.2 基于负荷的无线承载

对于在多层网重叠覆盖区域,由于频点优先级的不同,业务优先驻留在高优先级频点,因此可能出现业务负荷不均衡的问题,基于小区负荷的切换机制主要为解决各频段间的负载均衡问题,提升整体的网络资源使用效率和用户感知。

基于负荷的切换机制主要工作原理是基站周期性评估服务小区和邻区的负荷,如上下行PRB利用率、RRC用户数,当满足负荷均衡条件时,如服务小区的PRB利用率 \geq 门限1且邻小区的PRB利用率 $<$ 门限2,则将一些UE从高负荷频层迁移到低负荷频层。

5G系统内站间邻区的负荷可通过Xn接口的标准消息进行周期性交互,但是对于异系统邻区,目前3GPP标准不支持SA 5G&4G站间直接的信令接口,因

此无法获取4G邻区的负荷信息。

目标频段需要启动防乒乓策略,如在RRC释放消息中配置专用频点优先级,降低高负荷频段的优先级,让用户释放之后驻留在低负荷频层或LTE,防止UE再切回原小区。

基于负荷的无线承载的优点是可以避免忙闲不均,保证各频段负荷的相对均衡;缺点是没有预判机制,无法根据小区负荷选择主要驻留小区,只能当服务小区负荷到达一定程度后才启动负荷均衡,且无法根据业务类型选择拟迁移的终端。

3.3 基于业务的无线承载

由第2章的分析可知,5G各频段业务能力差异巨大,因此在多层网区域,理想的业务承载方案是业务特性与网络能力匹配,如eMBB业务承载在NR 3.5 GHz频段,uRLLC业务承载在NR 2.1 GHz频段,语音业务承载在NR 2.1 GHz或LTE上。

在2G/3G/4G网络,终端在驻留网络过程中,尚未发起业务,不能做出业务与频段的关联,且终端可能会有业务并发的场景,因此,基于业务的无线承载无法实现。但是在5G终端附着网络过程中,需要和网络交互所支持的切片信息,具体的流程如图3所示,根据Allowed S-NSSAI,可以预判终端后续发起的业务类型,因此在基站返回附着成功消息时,可以携带期待的频点信息,终端可以根据期望的频点信息选择驻留的频点。

对于Allowed S-NSSAI不唯一的情况,可以在切片优先级的基础上综合考虑不同业务类型的网络需求,给出期望的网络频点。

基于业务的无线承载的优点是业务承载在合适的频段上,网络资源精准匹配用户需求,充分保证了用户的感知;缺点是在做频段选择时没有考虑信道质量和各频段的业务负荷。

3.4 感知提升导向的智能无线承载选择

由以上的分析可知,在5G时代,由于业务的多样性和网络的复杂性,传统的单独基于信道质量或基于负荷的无线承载策略并不能满足用户差异化的网络需求。因此5G网络需要智能无线承载策略,即以感知提升为目标,综合考虑业务需求、网络负荷、信道质量、终端能力等各种因素,将用户引导到最优目标频点。智能承载的公式为: $F=f(S,L,Q,T)$,输出F为目标频点,即终端期望驻留的频点。其变量因子S为业务,包括业务类型、数据量大小等;L为各频点负荷;Q

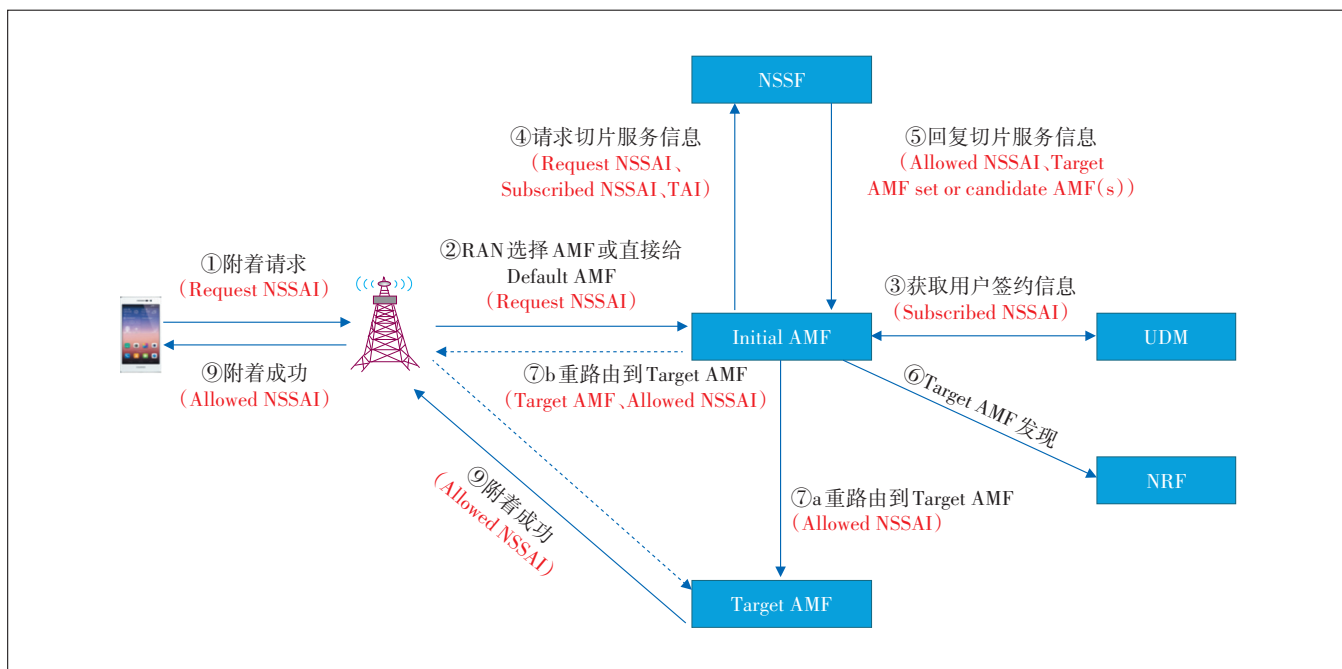


图3 网络切片接入流程

为各频点的信道质量; T 为终端能力, 包括 CA/DC 能力、频点支持能力等。

空闲态, UE 综合考量服务小区的上下行信道质量 (UL SINR、DL RSRQ/SINR)、网络允许的切片 ID (Allowed NSSAI)、终端能力, 并通过 Xn 口和 4G/5G 站间接口的信息交互, 判断邻区负荷, 选择目标频点和小区, 适时发起重选流程。

连接态, UE 综合考量服务小区的上下行信道质量 (UL SINR、DL RSRQ/SINR)、PDU 会话中的切片 ID、来包数量、终端能力, 并通过 Xn 口和 4G/5G 站间接口的信息交互, 判断邻区负荷, 选择目标频点和小区, 适时发起切换流程。

4 结束语

5G 时代, 业务需求多样, 网络结构复杂, 传统的一刀切式的无线承载方案很难满足 5G 业务差异化的需求, 因此, 本文提出了智能无线承载策略, 即综合业务、网络、终端等各种因素, 将用户引导到最优目标频点上, 实现网络资源和业务体验最优匹配。经过多期建设, 目前 5G 网络已经初具规模, 5G 终端渗透率也在稳步提升, 5G 网络既要建好, 也要优好用好, 发挥 5G 网络的最大效益, 本文只在无线承载方面做了初步的探讨, 打造 5G 精品网络是个系统性工作, 需要运营商及合作伙伴持续努力。

参考文献:

- [1] 项弘禹, 肖扬文, 张贤, 等. 5G 边缘计算和网络切片技术[J]. 电信科学, 2017, 33(6): 54-63.
- [2] 夏洪伟, 尹霞, 邓巍. 5G 网络切片技术研究[J]. 邮电设计技术, 2020(3): 54-59.
- [3] 宋熠, 杜诗雨. 5G 网络切片对业务场景的支持与发展现状[J]. 软件, 2018, 39(8): 156-161.
- [4] 宋谱, 孙震强, 李英奇. LTE 无线网络 QoS 业务承载能力分析[J]. 电信技术, 2015(2): 32-36.
- [5] 郭兴军, 侯建民, 黄帅. 5G 驻留配置参数的优化研究与应用[J]. 数字通信世界, 2021(4): 22-23+14.
- [6] 刘湘梅, 熊力, 段潇君, 等. 4G/5G 多网协同与互操作研究[J]. 移动通信, 2019, 43(12): 42-47.
- [7] 孙璇, 尧文彬, 毛剑慧, 等. 5G 多频协同技术研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2021, 34(3): 75-81.
- [8] 周俊, 权笑, 马建辉. 5G 无线优化面临的挑战及应对策略[J]. 电信科学, 2020, 36(1): 8.
- [9] 郑中伟. 5G 无线网络规划与设计探讨[J]. 通讯世界, 2020, 27(1): 2.

作者简介:

张斌, 毕业于北京邮电大学, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动通信新技术研究、无线网络规划设计工作; 郭华, 毕业于武汉大学, 工程师, 硕士, 主要从事通信网络和基础设施的规划及建设管理工作。

