

5G-A 多频智选及 网络效能研究

Research on 5G-A Multi-frequency Selection and Network Performance

姚赛彬, 蒋振伟, 潘婷 (中国联通上海分公司, 上海 200080)

Yao Saibin, Jiang Zhenwei, Pan Ting (China Unicom Shanghai Branch, Shanghai 200080, China)

摘要:

运营商5G多频多层的网络结构,以及业务类型和业务QoS需求多样化,给网络运营带来了巨大挑战。重点论述了多频网络情况下,基于业务特征的用户群体区分方法和对应的体验最佳载波的选择方案,以及载波聚合场景下网络效能的提升建议。

关键词:

5G-A; 多频网; 业务特征; 网络效能

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2024.07.008

文章编号: 1007-3043(2024)07-0043-04

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:

5G multi-frequency and multi-layered network structure of operators, as well as the diversification of service types and QoS requirements, have brought huge challenges to network operations. It discusses in detail the user group differentiation method based on service characteristics and the corresponding optimal carrier selection scheme in multi frequency networks, and puts forward suggestions for improving network efficiency in carrier aggregation scenarios.

Keywords:

5G-A; Multi-band network; Service characteristics; Network efficiency

引用格式: 姚赛彬, 蒋振伟, 潘婷. 5G-A多频智选及网络效能研究[J]. 邮电设计技术, 2024(7): 43-46.

1 概述

5G-A提出了下行万兆的目标,多载波聚合是实现该目标的第1步,在此背景下5G网络引入了多频多层组网,为网络运营带来新的挑战^[1-5]。

传统的移动性方案通常采用基于RSRP/RSRQ判决的一刀切式的解决方案。在实际网络中,对于非载波聚合用户,此类切换判决可能并非最优解^[6]。因此本文提出一种新的切换解决方式——基于业务特征

为用户选择最合适的载波进行业务。

同时随着终端与网络的发展,网络中载波聚合用户的渗透率也逐渐提升^[7]。对于载波聚合用户,由于无线信道存在传播损耗和多径效应以及负荷差异,因此各载波的频谱效率也存在差异,本文针对如何在多个载波间协同调度、最大化发挥网络效能,提出了一些设想与建议。

2 网络现状分析

当前5G网络主要由TDD(3.5 GHz@200 MHz)、FDD(2.1 GHz@40 MHz)和FDD(900 MHz@10 MHz)组

收稿日期: 2024-05-30

成,受双工模式、频率、带宽、负载、站址分布等影响,3个频段的无线网络性能各不相同^[8]。

其中TDD(3.5 GHz@200 MHz)作为业务的主力承载层,基站部署最多,但由于频段原因,在网络边缘覆盖区域体验并不好;FDD(2.1 GHz@40 MHz/900 MHz@10 MHz)作为覆盖补充层,可为整体5G网络提供边缘覆盖^[9]。

TDD由于带宽资源多,因此在覆盖近点,上、下行体验皆为最佳,FDD网络在边缘覆盖区域,虽然带宽资源劣于TDD,但得益于低频的强绕射能力,可提供优于TDD的体验^[10]。

3 基于业务体验的高中低频智选策略

整体策略流程如图1所示。

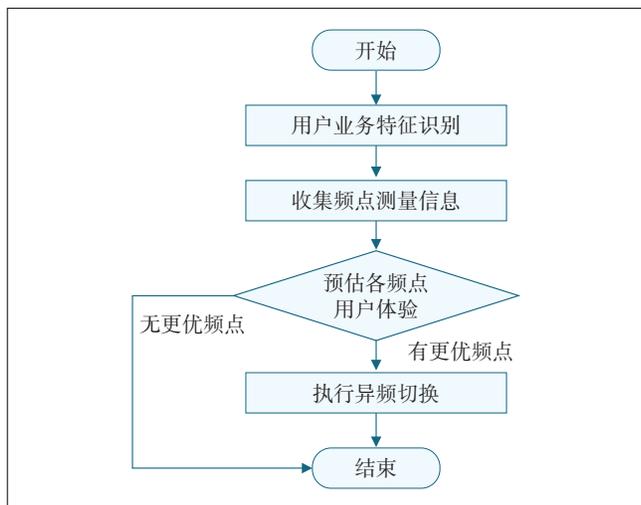


图1 高中低频智选流程

3.1 前置条件

如图2所示,服务基站需要与周边的基站已建立Xn链接,并能从链接中获取周边基站的无线资源使用情况等信息,用于用户体验预估。部分信息未在3GPP协议中定义,需要在Xn接口交互信息添加或者新增定

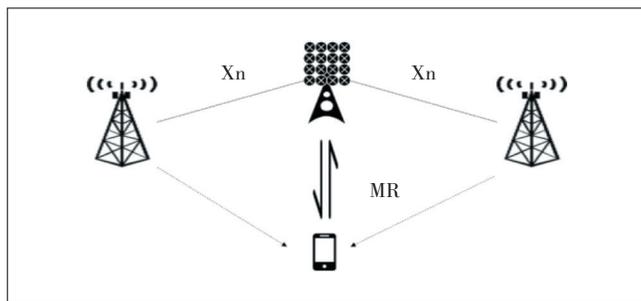


图2 基站通信示意

义(如小区的CCE建立成功率等)^[11-12]。

3.2 传统切换方式的不足分析

传统的切换判决方式主要基于RSRP/RSRQ,其目的是帮助终端选择无线环境最佳小区。通常由下行速率与RSRP/RSRQ进行拟合得出各个频段的速率临界点,再以此为依据作为多个频段之间的切换门限^[13]。

然而随着网络业务的发展,如视频直播类等以上行为主的业务也逐步涌现,此时仅考虑了下行速率与无线环境的关系的传统切换判决方式将有一定的局限性;同时由于双工模式的不同,TDD(3.5 GHz@200 MHz)与FDD(2.1 GHz@40 MHz/900 MHz@10 MHz)频段间上、下行业务的优势区间也并不一致。

如图3所示,在近点时,TDD小区上、下行均占优,远点时,FDD小区上、下行均占优,但在中间部分区域,TDD与FDD小区在上、下行上的表现各有优势,此区域即为本方案讨论的情况。

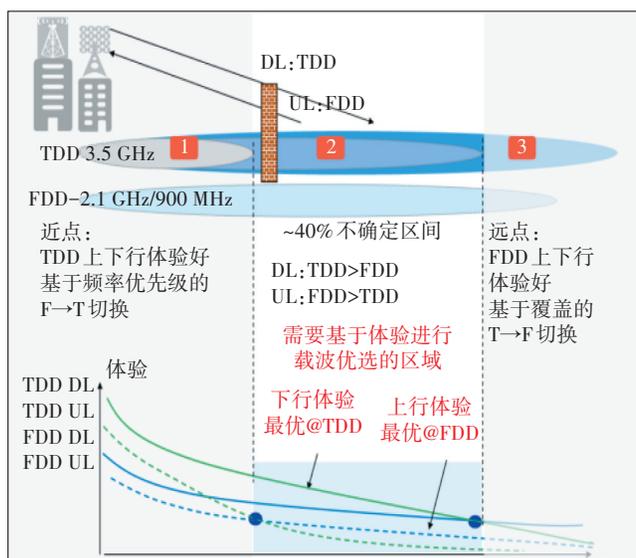


图3 TDD与FDD体验差异示意

因此在切换判决中,建议加入用户业务的特征识别,以便在中间区域根据不同的用户业务特征,为用户选择最优载波进行驻留。

3.3 用户业务特征识别及分类

考虑到无线基站的处理能力,建议将评估周期内用户的上、下行业务量组合作为用户的业务特征(见表1)。

其中,对于上、下行业务量均大的用户,根据上、下行业务比判断业务优先顺序,如两者业务比未达到

表1 业务特征与用户类型分类

业务特征		用户类型
上行业务量	下行业务量	
小	大	下行优先用户
大	小	上行优先用户
大	大	根据上、下行业务比判断
小	小	普通用户

设定门限,则以该小区的预设策略(考虑该处基站密度、各频段小区部署情况、基站业务量等)预先固化;对于上、下行业务量均小的用户,为减少不必要的切换,视作普通用户不进行特殊处理。

该特征仅表征该用户在评测周期内的分类,同一用户在不同评测周期可判断为不同类型的用户(见图4)。

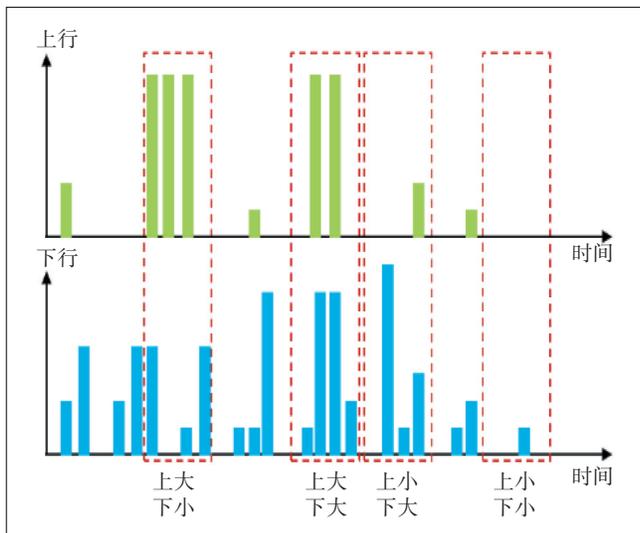


图4 周期性用户特征判断示意

3.4 频点信息收集及用户体验预估

在确定用户需要进行基于业务体验的切换后,基站将根据终端支持能力下发需要测量的异频频点,终端逐个测量后将测量结果上报给基站。其后基站对上报的候选小区通过Xn口获取如下信息进行用户体验预估。

a) 下行优先用户的考虑因素。对于下行优先用户,需要考虑候选载波或候选载波组的下行空口能力。各载波的下行空口能力需要结合如下2个因素来计算评估:

(a) 小区下行等效带宽。根据小区下行带宽、UE支持的下行带宽能力以及时隙配比等因素进行折算。

(b) 下行负载因子。根据每秒下行待调度用户数

进行折算。

对于多载波(载波聚合)用户,候选载波组的下行空口能力等于各载波下行空口能力之和。

b) 上行优先用户的考虑因素。对于上行优先用户,需要考虑候选载波或候选载波组的上行空口能力。各载波的上行空口能力需要结合如下2个因素来计算评估:

(a) 用户级上行频谱效率。根据用户所在服务小区的上行频谱效率,结合服务小区和候选小区的路损差异、干扰差异以及上行接收天线数差异,折算用户在异频候选小区的上行频谱效率。

(b) 小区级上行剩余可用RB数量。根据小区PUSCH信道每秒的剩余RB数量累计值计算。

对于多载波用户,候选载波组的上行空口能力等于各载波上行空口能力之和。

c) 公共考虑因素。主要包括如下2个因素:

(a) 小区等效带宽。根据小区带宽、UE支持的带宽能力以及时隙配比等因素进行折算。

(b) CCE分配失败率。根据CCE分配总次数和成功次数进行计算。过高的CCE分配失败率同时影响上、下行业务体验,当小区CCE分配失败率过高(通常上行以20%,下行以8%为门限)时,建议将该小区剔除出候选小区信息。

4 网络效能提升研究

4.1 传统载波聚合调度方式的不足

对于载波聚合场景,基站会根据载波承载的用户情况、各自的业务需求进行空口资源调度。目前的调度方式一般分为时域维度或者频域维度的编排,最大化信道资源利用率^[14-15]。

实际场景中,对于载波聚合用户,同一时刻不同频点的频谱效率存在着差异,当前的调度方法没有将同一时段内不同用户无线环境的差异造成的频谱效率差异进行综合考量,可能造成数据传输效能的浪费。

4.2 时域频域联合编排调度

如上所述,针对传统调度方式的不足,建议在调度时以用户平均感知时间最短为目标,在时域和频域2个维度管理用户的调度优先级以及载波聚合用户在每个小区上的调度数据量分配,提升用户下行平均吞吐率。该调度策略具体如下。

假设场景如下:UE1、UE2、UE3处在小区的不同

位置,对于这3个用户,频点 F1 与 F2 的频谱效率关系如图5所示。

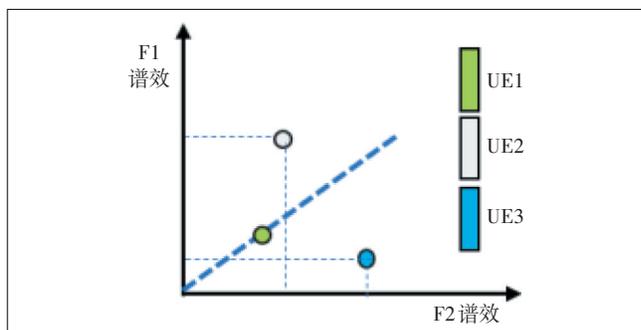


图5 三终端频谱效率示意

由于谱效不同,同样数据量,不同用户在不同载波上调度时,所需要的TTI也不同(见图6)。

a) 当使用传统调度仅考虑时域编排时,整体感知时长为 $2+9+10=21$ TTI。

b) 当使用传统调度仅考虑频域编排时,整体感知时长为 $2+9+9=20$ TTI。

c) 当进行时频域联合编排时,整体感知时长为 $2+8+9=19$ TTI。

从以上示例可知,时频域联合编排时的整体感知时长更短,占用网络资源也最小,网络整体效能也得到了提升。

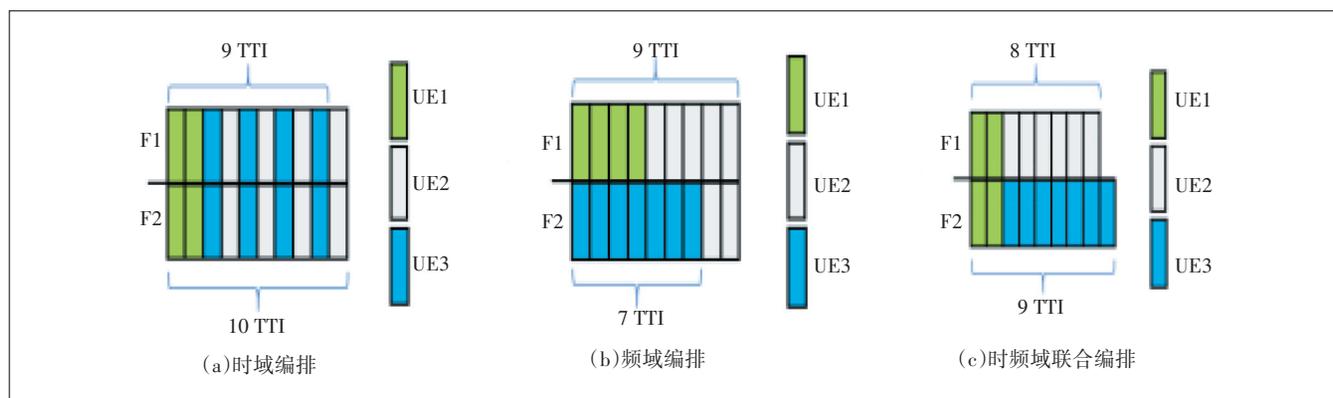


图6 不同编排方式所需的TTI

5 结束语

随着网络与终端的演进,网络拓扑结构将变得更加复杂,终端对载波聚合的支持率也将上升。在此背景下,运营商在保持网络基本指标的同时,还需要进一步考虑如何提升用户感知和网络效能,从而进一步提升网络运营能力。

参考文献:

[1] 翟瑞霞,赵瑞胜. 5G发展背景下的无线规划及建设方案探索[J]. 内蒙古科技与经济, 2020(13): 78+101.
[2] 詹勇,顾军,唐雪. 面向5G的智能网络编排方案[J]. 信息通信技术, 2021, 15(5): 46-51.
[3] 李军. 5G多频协同组网策略研究[J]. 电信快报, 2024(2): 25-30.
[4] 李晓凤,戚文敏,李莉. 通过多频智选与站间CA提升NR用户上、下行速率实验浅析[J]. 山东通信技术, 2022, 42(4): 11-15.
[5] 程磊,冯延钊,刘大伟,等. 基于频段协同的体验提升的方案研究[J]. 长江信息通信, 2022, 35(8): 185-187.
[6] 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.
[7] 张琪璇,毛剑慧,李洲,等. 5G网络精细化扩容标准体系研究[C]//

2022年5G网络创新研讨会论文集. 2022:195-198.

[8] 王申,孟繁丽,王韬,等. 5G室外微站性能及规划策略探讨[C]// 2021年5G网络创新研讨会论文集. 2021:179-184.
[9] 李军. 面向5G演进的场景化频率规划策略研究[J]. 互联网天地, 2022, (10): 34-39.
[10] 刘春宇,司春波,王力,等. 云计算技术下的5G移动通信网络优化路径研究[J]. 长江信息通信, 2024, 37(3): 209-211.
[11] 李海生,胡一霄,王晓军,等. 基于网络优化提升5G分流比的研究[J]. 长江信息通信, 2023, 36(10): 165-168.
[12] 苏翰,耿鲁静,张斌,等. 5G双层网互操作策略优化研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2023, 36(8): 69-74.
[13] 刁兆坤,杨丽,王振章. 5G-A 3CC网络部署及载波聚合能力分析[J]. 通信世界, 2024(6): 45-47.
[14] 王磊,狄文远,赵栋,等. 5G网络2.6 GHz+4.9 GHz上行载波聚合组网方案研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2022, 35(12): 79-81.
[15] 高飞,边海龙. 面向5G网络的无线资源分配优化策略分析[J]. 集成电路应用, 2024, 41(1): 398-399.

作者简介:

姚赛彬,高级工程师,硕士,主要从事无线网前沿技术研究及管理工作;蒋振伟,高级工程师,硕士,主要从事无线网络优化及5G-A相关技术研究工作;潘婷,工程师,学士,主要从事无线网络优化及频率技术研究工作。