

LTE 多载波网络用户感知平衡策略研究

Research on User Perception Balance Strategy for LTE Multicarrier Network

谷俊江,杨福理,杜丘,许恒斌(中国联通江苏分公司,江苏南京 210000)
Gu Junjiang, Yang Fuli, Du Qiu, Xu Hengbin(China Unicom Jiangsu Branch, Nanjing 210000, China)

摘要:

LTE 多载波网采用面向网络的负载均衡配置策略,极易导致“表面看起来网络多载波之间负载是均衡的,而用户在不同载波上感知严重不平衡”的结果。从“用户实际感知”出发,以用户实际感知来评价并优化调整网络。通过对多载波区域的移动性负载均衡策略研究,探索出既能让载波间达到良好的分担效果,又能实现用户感知平衡的参数设置策略,最终实现“不论用户占用哪个网络载波,用户实际感知不变,所有载波上用户的使用感知相同”的目标,能有效提升用户实际感知。

关键词:

LTE; 多载波; 负载均衡; 用户感知平衡
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.01.004
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2019)01-0015-07

Abstract:

LTE multi-carrier network adopts a network-oriented load balancing configuration strategy, which can easily lead to the result that "load appears to be balanced between network multi-carriers, while users perceive serious imbalances on different carriers". Starting from the user's actual perception, the network is evaluated and optimized by referring to the user's actual perception. Through the study of the mobile load balancing strategy in multi-carrier area, it explores a parameter setting strategy that can not only achieve good sharing effect among carriers, but also achieve user perception balance. The goal that "no matter which network carrier the user occupies, the user's actual perception remains unchanged, and the user's perception on all carriers is the same" can be achieved, which can effectively promote the user's actual perception.

Keywords:

LTE; Multi-carrier networks; Mobility load balancing; User perception balance

引用格式: 谷俊江,杨福理,杜丘,等. LTE 多载波网络用户感知平衡策略研究[J]. 邮电设计技术, 2019(1): 15-21.

1 概述

中国联通落实聚焦创新合作战略,着力推进互联网化管理,降低资费水平,随着冰激凌和 212C 不限量业务的快速发展,数据流量爆发式增长,热点区域因负荷高导致用户感知恶化问题凸显,多载波扩容作为一种快速提升网络容量的重要手段被广泛采用。

多载波主要分为基础覆盖载波和容量载波 2 类,通常情况下用户在移动的过程中首先会从周边小区重选或切换至基础覆盖载波,载波间主要通过基于

“PRB 或用户数”的触发模式策略实现负载均衡 (MLB——Mobility Load Balancing)。

国家“提速降费”政策,特别是中国联通 212C 用户的快速增长,极大地促进了数据流量增长,当前网络主要面临两大挑战。

a) 数据流量激增,网络负荷快速增长,热点区域容量不足。数据流量爆发式增长,2018 年 3 月日均流量为 2 531 TB,同比增长 384%,无线资源利用率为 58.20%,与去年同期相比增长 156%,环比上月增幅 36.47%,热点区域负荷高,容量不足。

b) 基础覆盖载波和扩容载波间用户感知的极度不均衡。前期网络主要通过基于“PRB 或用户数”的负

收稿日期: 2018-10-23

载均衡(MLB)触发模式实现载波间策略,但一般情况下由于扩容载波同频干扰小,空口质量优于基础载波,导致扩容载波的单用户速率远高于基础覆盖载波,下行RTT时延和端到端业务优秀率等指标也优于基础覆盖载波,占用不同载波用户的使用差异很大,不同载波用户感知不平衡。

因此有必要从“用户实际感知”出发对移动性负载均衡参数进行研究,优化调整网络配置策略,最终实现“不论用户占用哪个载波,载波间用户实际感知相当”的目标。

2 多载波感知拟合及均衡研究思路

2.1 用户感知速率基线分析

2.1.1 视频高质量业务体验要求的终端侧初缓速率

用户对视频业务的时延非常敏感,正常用户可接受的内容加载时延为3s,考虑初缓准备时延和TCP慢启动过程,终端侧初缓速率=(初始缓冲包 Mbit/3s) × [(3s+0.75s)/3s]=(12/3) × [(3+0.75)/3]=5 Mbit/s 才能满足720P视频高质量业务体验。

其中0.75s为初始速率爬坡阶段的时长,包含初始窗口和初始交互时延,一般为700~750ms。

2.1.2 视频高质量业务体验要求的无线话统平均速率

对满足5 Mbit/s速率的用户占比与无线话统平均用户速率进行关联拟合分析,为保障80%用户的终端初缓速率达到5 Mbit/s,无线话统平均用户速率需达到10 Mbit/s(见图1)。

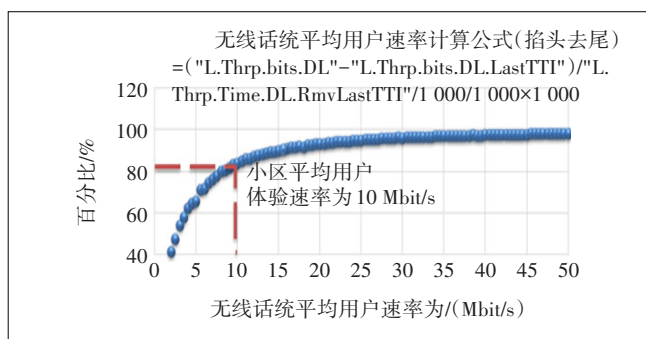


图1 视频高质量业务体验要求的无线话统平均用户速率

2.2 用户感知拐点拟合分析

对用户平均吞吐量、小区自忙时平均CQI和PRB利用率进行关联分析,CQI越高,编码效率越高,用户平均吞吐量越高;PRB利用率越高,空中接口物理资源利用率越高,用户平均吞吐量越低(见图2)。

单用户速率10 Mbit/s感知拐点:PRB利用为60%,

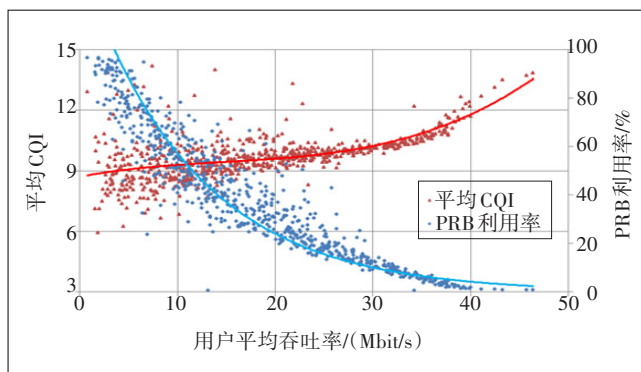


图2 感知拐点拟合

平均CQI为9.5。

单用户速率5 Mbit/s感知拐点:PRB利用为80%,平均CQI为9。

2.3 定义用户感知均衡评价标准

从下行单用户速率和下行平均RTT时延2个维度对多载波间用户感知是否均衡进行评价。根据对用户感知差异性的分析结果,感知平衡评价标准主要分为3个层次:均衡、相对均衡和严重不均衡(见表1)。

表1 感知均衡评估标准

感知均衡评估标准	单用户速率差值/(Mbit/s)	下行平均RTT时延差值/ms
均衡	0~3	0~20
相对均衡	3~7	20~50
严重不均衡	大于7	大于50

2.4 对某地(市)初步评价情况

通过对某地全网多载波扇区感知均衡现状进行评估,均衡扇区占比28.31%,相对均衡扇区占比39.76%,严重不均衡扇区31.93%,双载波用户感知平衡策略研究势在必行。

2.5 主要感知场景选择

分别选取扩容20 MHz、15 MHz、10 MHz和5 MHz带宽进行参数配置试验,探索不同扩容带宽场景下的配置策略(见图3)。

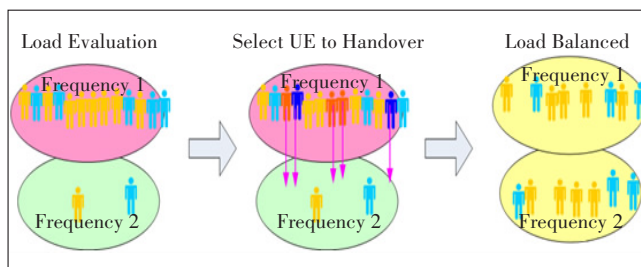


图3 MLB原理

2.6 作用参数选取策略

同覆盖扇区载波扩容场景,同扇区小区的方位

角、下倾角、参考信号功率配置一致,采用盲MLB负载均衡策略,公共基础参数配置如表2所示。

表2 公共参数设置

命令	参数ID	参数名称	VALUE
EUTRANINTERNFREQ	MlbTargetInd	负载均衡目标频点标识	ALLOWED
CELLALGOSWITCH	InterFreqMlbSwitch	异频负载均衡开关	1
CELLALGOSWITCH	InterFreqBlindMlbSwitch	盲负载均衡开关	0
CELLALGOSWITCH	InterFreqMlbBlindHo	异频负载均衡盲切换方式	1
CELLMLB	InterFreqLoadEvalPrd	异频负载均衡评估周期	30
CELLMLB	MlbTriggerMode	负载均衡触发模式	PRB_OR_UE_NUMBER
CELLMLB	InterFreqMlbThd	异频负载均衡门限	45(根据实际情况调整)
CELLMLB	LoadOffset	负载偏置	8
CELLMLB	MlbUeNumOffset	负载均衡用户数偏置	20
CELLMLB	MlbMaxUeNum	负载均衡最大选择用户数	5
CELLMLB	InterFreqUeTrsfType	异频负载均衡转移UE类型	SynchronizedUE-1&IdleUE-1
EUTRANINTERFREQNCCELL	OverlapInd	重叠覆盖标识	YES
EUTRANINTERFREQNCCELL	BlindHoPriority	盲切换优先级	1

本次对空闲态和业务态2个方面4条参数进行修改验证,期望达到平衡小区单用户速率的目的(见表3)。

表3 感知平衡研究参数

参数类别	命令	参数ID	参数名称
空闲态	CELLRESEL	CELLRESELPRIORITY	小区重选优先级
	EUTRANINTERNFREQ	CELLRESELPRIORITY	异频频点小区重选优先级
业务态	CELLMLB	InterFreqMlbUeNumThd	异频负载均衡用户数门限
	CELLMLB	CellCapacityScaleFactor	小区能力缩放因子
CA	CAGROUPCELL	PREFERREDPCCELLPRIORITY	优先驻留主小区优先级

a) 本小区的“小区重选优先级”和邻小区配置的本小区“异频频点小区重选优先级”保持一致。

b) “异频负载均衡用户数门限”参数表示触发异频负载均衡算法时上行同步态的用户数门限。负载均衡算法触发模式为“用户数模式”或“PRB模式或用户数模式”时,当上行同步态用户数大于等于异频负载均衡用户数门限与负载均衡用户数偏置之和时,触发负载均衡。当上行同步态用户数小于异频负载均衡用户数门限时,退出负载均衡。

c) “小区能力缩放因子”参数表示小区负载均衡能力的缩放因子,用于调整用户数触发的负载均衡特性的收敛目标。小区能力乘以小区能力缩放因子用来表征小区负载均衡能力,负载均衡特性的收敛目标为单位小区能力中的负载相当。

d) “优先驻留主小区优先级”参数含义:该参数设置得越高,表示该小区的优先驻留主小区优先级越高,该参数设置得越低,表示该小区的优先驻留主小区优先级越低。

3 多载波用户感知均衡研究过程

目前现网中主要存在“多载波插花”和“多载波连片”2种多载波覆盖场景,接下来分别对这2种场景进行用户感知平衡研究。

3.1 “多载波插花”场景参数设置研究

3.1.1 扩容20 MHz 小区场景

以XZ_QS_泉山区雨润新城38#楼机房_FLD_A_1为例,目前L1800与L2100小区用户数均衡,由于L2100同频干扰小,空口质量好,单用户速率及流量较高(见表4)。

表4 XZ_QS_泉山区雨润新城38#楼指标

载波	用户数占比/%	PRB利用率/%	流量占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800	49.69	78.94	34.59	47.06	10.16	5.33
L2100	50.81	60.34	65.41	80.92	11.83	15.69

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子和重选优先级,提高扩容载波L2100承载的用户数,降低L1800负荷和提升用户速率(见表5)。

试验结果:当L2100小区承载用户数占比达到85%时,2个载波之间速率差值2.33 Mbit/s,下行RTT时延差值6.71 ms,感知均衡效果良好(见表6)。

表5 感知平衡参数设置性能指标

方案	L1800(20 MHz)			L2100(20 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	35	10	6	65	10	6
方案1	35	10	6	80	80	7
方案2	35	10	6	100	80	7
方案3	30	10	6	120	80	7

表6 不同配置下的网络指标对比

配置方案	用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800	49.69	108.42
	L2100	50.81	181.39
方案1	L1800	27.05	121.73
	L2100	72.95	164.83
方案2	L1800	17.58	128.11
	L2100	82.42	156.07
方案3	L1800	14.04	119.35
	L2100	85.96	126.06

3.1.2 扩容15 MHz小区场景

以XZ_YL_云龙区金山福地机房_FL_A_1为例,该扇区扩容了带宽为15 MHz的L2100载波,L2100(带宽为15 MHz)小区同频干扰小,单用户速率优于L1800(带宽为20 MHz)基础覆盖小区(见表7)。

表7 XZ_YL_云龙区金山福地机房指标

载波	用户数占比/%	PRB利用率/%	流量占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800	58.25	18.67	38.47	40.16	9.97	14.68
L2100	41.75	6.98	61.53	88.06	12.78	23.61

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子和重选优先级,提高扩容载波L2100承载的用户数,降低L1800负荷和提升用户速率(见表8)。

表8 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)			L2100(15 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	50	10	6	40	10	6
方案1	30	10	6	40	80	6
方案2	30	10	6	40	80	7
方案3	30	10	6	90	80	7

试验结果:当扩容载波承载用户占比达到75%时,2个载波之间速率相差2.05 Mbit/s,下行RTT时延相差7.4 ms,感知均衡效果良好(见表9)。

表9 不同配置下的网络指标对比

配置方案	用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800	58.25	88.23
	L2100	41.75	71.74
方案1	L1800	53.13	91.47
	L2100	46.87	64.17
方案2	L1800	44.39	83.69
	L2100	55.61	77.12
方案3	L1800	23.28	82.31
	L2100	76.72	74.91

3.1.3 扩容10 MHz小区场景

以XZ_QS_矿大南湖校区竹苑机房_FL_C_1为例,该扇区扩容带宽为10 MHz的L1800带内小区,扩容载波的同频干扰小,空口质量好且用户较少,单用户速率高(见表10)。

表10 XZ_QS_矿大南湖校区竹苑机房指标

载波	用户数占比/%	PRB利用率/%	流量占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800 20 MHz	66.15	56.62	53.97	35.88	10.07	11.53
L1800 10 MHz	33.85	16.17	46.03	98.76	14.39	22.65

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子、重选优先级,提高扩容载波L1800 10 MHz承载的用户数,降低L1800 20 MHz小区负荷以提升小区用户速率(见表11)。

表11 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)			L1800(10 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	50	10	6	70	10	6
方案1	50	10	6	70	80	6
方案2	50	10	6	70	80	7

试验结果:当扩容的L1800 10 MHz小区载波用户数占比达到70%左右时,2个载波之间感知均衡效果良好,单用户速率相差1.58 Mbit/s,时延相差4.24 ms,感知均衡效果良好(见表12)。

3.1.4 扩容5 MHz小区场景

以XZ_YL_云龙区东甸子移动网机房_FL_B_1为例,该扇区扩容了带宽为5 MHz的L1800带内小区,扩容小区带宽较小,用户数、流量和单用户速率均低于20 MHz小区(见表13)。

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子和重选优先

表 12 不同配置下的网络指标对比

配置方案		用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800 20 MHz	66.15	67.97	11.53
	L1800 10 MHz	33.85	99.17	22.65
方案 1	L1800 20 MHz	51.49	63.93	13.17
	L1800 10 MHz	45.51	81.84	23.90
方案 2	L1800 20 MHz	29.31	68.15	18.83
	L1800 10 MHz	70.69	72.39	20.41

表 13 XZ_YL_云龙区东甸子移动网机房指标

载波	用户数占比/%	PRB利用率/%	流量占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800 20 MHz	77.54	30.19	95.39	44.78	10.13	13.26
L1800 5 MHz	22.46	8.32	4.61	87.15	11.78	5.48

级,提高扩容载波承载的用户数,降低 L1800 20 MHz 基础覆盖小区的负荷和提升用户速率(见表 14)。

表 14 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)			L1800(5 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	50	10	6	20	10	6
方案 1	30	10	6	50	80	6
方案 2	30	10	6	50	80	7

试验结果:5 MHz 扩容小区初始用户数较少,随着负荷均衡用户数门限及小区能力缩放因子的提高,承载用户数略有增多,业务增长,单用户速率有所提升,但随着小区优先级的继续提高,5 MHz 小区用户过多后单用户速率开始下降,因此扩容 5 MHz 小区不宜承担过多用户,建议作为 CA 辅载波使用(见表 15)。

表 15 不同配置下的网络指标对比

配置方案		用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800 5 MHz	22.46	96.42	13.26
	L1800 20 MHz	77.54	83.11	6.76
方案 1	L1800 5 MHz	35.55	101.50	14.99
	L1800 20 MHz	64.45	89.53	7.23
方案 2	L1800 5 MHz	72.82	125.97	13.98
	L1800 20 MHz	27.19	74.52	5.19

3.2 “多载波连片”场景参数设置研究

3.2.1 连片扩容 20 MHz 小区场景

以 NJ_QX_HW_仙林南师 2_FL_A_1 为例,周边区域均扩容了带宽为 20 MHz 的 L2100 载波,L1800 与 L2100 小区的用户数和业务流量基本均衡,L2100 的单

用户速率与 L1800 比仍高,感知不平衡(见表 16)。

表 16 NJ_QX_HW_仙林南师 2 指标

载波	总流量占比/%	PRB利用率/%	用户占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800	51.37	69.64	49.24	72.96	11.48	16.28
L2100	48.63	30.36	50.76	86.98	12.67	46.66

调整小区负荷均衡用户数门限、能力缩放因子和重选优先级,提高 L2100 小区承载的用户数,提升 L1800 小区用户速率(见表 17)。

表 17 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)			L2100(20 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	50	10	6	50	10	6
方案 1	50	10	6	50	80	6
方案 2	50	10	6	150	80	6
方案 3	50	10	6	150	80	7

试验结果:当 L2100 小区用户数占比达到 85% 时,2 个载波间速率较为均衡,2 个载波的单用户速率均高于 20 Mbit/s,下行 RTT 时延差值 7.98 ms,感知平衡良好(见表 18)。

表 18 不同配置下的网络指标对比

配置方案		用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800	49.24	64.14	16.27
	L2100	50.76	31.87	46.66
方案 1	L1800	48.74	65.46	19.82
	L2100	51.26	33.18	43.68
方案 2	L1800	33.75	59.75	23.88
	L2100	66.25	37.95	35.72
方案 3	L1800	14.14	55.76	26.76
	L2100	85.86	35.99	23.22

3.2.2 连片扩容 15 MHz 小区场景

以 NJ_JN_HW_东南梅园_FLW_C_1 为例,该扇区用户较多,L1800 与 L2100 小区的用户数相比较,业务流量基本均衡,L1800 的单用户速率比 L2100 低(见表 19)。

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子、重选优先级和优先驻留主小区优先级,提高 L2100 小区承载的

表 19 NJ_JN_HW_东南梅园_FLW 指标

载波	流量占比/%	PRB利用率/%	用户占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800	53.50	65.08	62.16	30.20	8.71	5.18
L2100	46.50	34.92	37.84	69.80	11.02	16.01

用户数,提升L1800小区用户速率(见表20)。

表20 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)				L2100(15 MHz)			
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	优先驻留小区优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级	优先驻留小区优先级
初始值	80	10	6	0	80	10	7	0
方案1	80	10	6	0	80	80	7	0
方案2	80	10	6	0	200	80	7	0
方案3	80	10	6	0	200	80	7	1
方案4	60	10	6	0	190	80	7	1

试验结果:修改L2100(15 MHz)小区的小区能力缩放因子后,用户数及数据流量无明显变化,感知速率差异依旧较大;进一步修改L2100(15 MHz)小区的异频负载均衡用户数门限和优先驻留主小区优先级后,L2100(15 MHz)小区承载用户比例增高。当L2100(15 MHz)小区用户数占比达到80%时,2个载波之间的单用户速率差值1.78 Mbit/s,下行RTT时延差值17.22 ms,感知速率良好(见表21)。

表21 不同配置下的网络指标对比

配置方案	用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800	62.16	91.43
	L2100	37.84	58.97
方案1	L1800	61.68	84.89
	L2100	38.32	63.46
方案2	L1800	42.41	79.87
	L2100	57.59	74.18
方案3	L1800	22.88	64.18
	L2100	77.12	81.40
方案4	L1800	19.47	10.37
	L2100	80.53	12.17

3.2.3 连片扩容10 MHz小区场景

选取NJ_YH_HW_雨花商厦_FL_A_1小区进行试点,该扇区为L1800带内20+10 MHz带宽配置,L1800_1650(带宽20 MHz)比L1800_1506(带宽10 MHz)小区的用户数和业务流量高,单用户速率较L1800_1506(带宽10 MHz)低,感知速率不平衡(见表22)。

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子和异频重选优先级,提高L1800_1506(带宽10 MHz)小区承载的用户数,提升L1800_1650(带宽20 MHz)小区用户速率(见表23)。

试验结果:当L1800_1500频点小区用户数占比达到55%时,2个载波间的单用户速率差值2.20 Mbit/s,

表22 NJ_YH_HW_雨花商厦_FL指标

载波	流量占比/%	PRB利用率/%	用户占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800_1650	69.41	67.21	68.81	42.24	11.59	13.18
L1800_1500	30.59	32.79	31.19	57.76	13.27	22.71

表23 感知平衡参数设置

方案	L1800_1650(20 MHz)			L1800_1500(10 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	异频重选优先级	用户数门限	缩放因子	异频重选优先级
初始值	80	10	6	40	10	6
方案1	40	10	6	80	80	6
方案2	40	10	6	80	80	7
方案3	40	10	6	80	80	7

下行RTT时延差值10.07 ms,感知较为平衡(见表24)。

表24 不同配置下的网络指标对比

配置方案	用户数占比/%	下行RTT时延/ms	下行单用户速率/(Mbit/s)
初始值	L1800_1650	68.81	155.52
	L1800_1500	31.19	103.45
方案1	L1800_1650	63.92	152.18
	L1800_1500	36.08	107.93
方案2	L1800_1650	50.92	134.23
	L1800_1500	49.08	112.54
方案3	L1800_1650	45.22	118.55
	L1800_1500	54.78	128.62

3.2.4 连片扩容5 MHz小区场景

以XZ_QS_丁楼技校学生宿舍1号楼_FL_A_1小区为例,该扇区扩容L1800带内5 MHz载波,2个载波下行单用户速率均较低(见表25)。

表25 XZ_QS_丁楼技校学生宿舍1号楼指标

载波	用户占比/%	PRB利用率/%	流量占比/%	64QAM占比/%	平均CQI	下行单用户速率/(Mbit/s)
L1800(20 MHz)	73.14	84.19	84.81	49.41	10.05	6.98
L1800(5 MHz)	26.86	71.24	15.19	89.28	12.17	4.46

调整负荷均衡用户数门限、缩放因子和重选优先级,提升用户速率(见表26)。

表26 感知平衡参数设置

方案	L1800(20 MHz)			L1800(5 MHz)		
	用户数门限	缩放因子	重选优先级	用户数门限	缩放因子	重选优先级
初始值	50	10	6	20	10	6
方案1	30	10	6	50	80	6
方案2	30	10	6	70	80	7

试验结果:随着扩容小区异频负载均衡用户数门限、缩放因子及重选优先级的提高,5 MHz 小区承载的业务量上升,但单用户速率和下行 RTT 时延下降明显,如果 5 MHz 小区承载过多的用户,用户的感知反而下降(见表 27)。

表 27 不同配置下的网络指标对比

配置方案		用户数占比/%	下行 RTT 时延/ ms	下行单用户速率/ (Mbit/s)
初始值	L1800(20 MHz)	73.14	108.97	6.98
	L1800(5 MHz)	26.86	99.18	4.46
方案 1	L1800(20 MHz)	58.39	91.58	8.13
	L1800(5 MHz)	41.61	110.37	2.18
方案 2	L1800(20 MHz)	44.97	80.69	8.97
	L1800(5 MHz)	55.03	128.31	1.36

4 配置策略汇总

多载波组网场景,可依据空口质量和感知速率等指标详细情况,调整小区重选优先级、负载均衡用户数门限、小区能力缩放因子和优先驻留主小区优先级,将用户和数据流量在载波间迁移,最终实现多载波用户感知平衡的结果。

汇总典型参数配置建议如表 28 所示。

5 结束语

本次通过对多载波区域的移动性负载均衡策略研究,探索实现用户感知平衡的参数设置策略,该优化成果既可以有效评价全网多载波网络的均衡性,又能分层次对网络进行策略调整指导,在推动全网用户

表 28 感知平衡典型参数配置建议

场景	扩容带宽/ MHz	重选优先级		负载均衡用户数门限		小区能力缩放因子		优先驻留主小区优先级	
		基础覆盖载波	扩容载波	基础覆盖载波	扩容载波	基础覆盖载波	扩容载波	基础覆盖载波	扩容载波
多载波 插花	20	6	7	扇区用户数×15%	扇区用户数×85%	10	80	1	1
	15	6	7	扇区用户数×25%	扇区用户数×75%	10	80	1	1
	10	6	7	扇区用户数×30%	扇区用户数×70%	10	80	1	1
	5	6	6	扇区用户数×70%	扇区用户数×30%	10	10	1	0
多载波 连片	20	6	7	扇区用户数×25%	扇区用户数×75%	10	80	1	1
	15	6	7	扇区用户数×25%	扇区用户数×75%	10	80	1	1
	10	6	7	扇区用户数×33%	扇区用户数×67%	10	80	1	1
	5	6	6	扇区用户数×70%	扇区用户数×30%	10	10	1	0

第 2 载波扩容为 5 MHz 的载波,不建议作为容量层,建议只用于 CA 辅载波。

感知平衡的基础上,有效提高频谱效率、网络资源利用率,降低网络投资。

参考文献:

[1] 龙湛,杨龙,杨芳,等. LTE 多载波负载均衡策略研究[J]. 移动通信,2017(11).

[2] 王振世. LTE 轻松进阶[M]. 北京:电子工业出版社,2015.

[3] 朱明程,王霄峻. 网络规划与优化技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2016.

[4] 李明欣,徐健,袁静. LTE 无线网络优化实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2016.

[5] 范波勇. LTE 移动通信技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.

[6] 肖清华. 基于综合指标的 LTE 负载均衡算法[J]. 数字通信,2014,41(5):18-23.

[7] 陈其铭,毛剑慧. TD-LTE 负载均衡技术初探[J]. 移动通信,2015(8):48-50.

[8] 姚志华,郑国惠. LTE 异频负载均衡算法在高负荷场景的应用分析[J]. 信息通信,2017(6):218-220.

[9] 张政雄. LTE 网络负载均衡技术及参数优化[J]. 信息通信,2018

(4).

[10] 黄妙娜,冯穗力,陈军,等. LTE 网络中多目标优化的动态负载均衡算法[J]. 电子与信息学报,2014,36(9):2152-2157.

[11] 许娟娟,刘伊莎,唐伦,等. LTE-Advanced 异构网络中负载均衡研究进展及展望[J]. 电信科学,2014,30(10):116-128.

[12] 李丽,薛真真. LTE 系统移动负载均衡研究[J]. 无线电通信技术,2015(6):23-26.

[13] 管俊波. LTE 系统中负载均衡技术的研究与应用[D]. 武汉:武汉理工大学,2014.

[14] 谢静,王梅,王刚. LTE 移动性负载均衡策略验证和应用[J]. 通信技术,2016(6):89-93.

[15] 雷鹏英,彭凌峰. LTE 中一种结合负载均衡和自适应门限的切换算法[J]. 广东通信技术,2015,35(1):27-31.

作者简介:

谷俊江,毕业于河海大学,主要从事移动通信网络优化工作;杨福理,毕业于西安电子科技大学,中国联通江苏分公司网优中心部门总经理,主要从事移动通信网络优化相关管理工作;杜丘,毕业于南京邮电大学,主要从事移动通信网络优化工作;许恒斌,毕业于东南大学,主要从事移动通信网络优化工作。