

基于AI的无线网络乒乓切换问题 自动优化方法

AI Based Automatic Optimization Method for Wireless Network Ping-pong Handover Problem

王文哲¹, 安岗¹, 解解², 赵文东¹, 狄子翔¹ (1. 中国联通研究院, 北京 100048; 2. 中国联通北京分公司, 北京 100038)
Wang Wenzhe¹, An Gang¹, Xie Zhi², Zhao Wendong¹, Di Zixiang¹ (1. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China; 2. China Unicom Beijing Branch, Beijing 100038, China)

摘要:

提出了一种采用人工智能方法定位乒乓切换原因的方法,给出了一种乒乓切换原因定位决策树模型;通过该模型可以快速、准确地定位乒乓切换原因,同时可以摆脱人工定位乒乓切换原因对个人能力和工作经验的依赖性。最后通过实际应用,验证了该方法的实际效果。

关键词:

乒乓切换; 人工智能; 决策树; 网络优化

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.01.016

文章编号: 1007-3043(2022)01-0082-06

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:

It proposes a method for locating the cause of ping-pong handover using artificial intelligence, and gives a decision tree model for locating the cause of ping-pong handover, through this model, the cause of ping-pong handover can be quickly and accurately located, and at the same time it can get rid of dependence on personal ability and work experience when manually locating the cause of ping-pong handover. Finally, through practical application, the actual effect of the method is verified.

Keywords:

Ping-pong handover; Artificial intelligence; Decision tree algorithm; Network optimization

引用格式: 王文哲, 安岗, 解解, 等. 基于AI的无线网络乒乓切换问题自动优化方法[J]. 邮电设计技术, 2022(1): 82-87.

1 概述

随着5G网络逐步商用,5G行业移动类终端业务的乒乓切换问题需要重点解决使5G网络性能发挥到最优;另外4G VoLTE语音业务是面向5G网络及未来网络的IP化语音解决方案,如何利用高效、智能、自主、安全的方法定位并解决4G、5G无线通信网络VoLTE语音业务和5G行业移动终端业务的乒乓切换短板问题,对改善用户感知及4G、5G网络语音业务和

5G行业移动终端应用业务的AI智能自动运维标准化具有重要意义。本文提出的基于决策树模型的解决方案也是一种在5G网络实现基于人工智能的乒乓切换短板优化的自动运维的标准化雏形。

2 乒乓切换问题及其影响

乒乓切换概念:当用户在目标小区驻留时间较短,重新切换回源小区时,判断为乒乓切换。乒乓切换严重影响终端用户感知,会导致掉话、游戏卡顿、直播中断、视频网页浏览不畅等问题,容易引发投诉。

VoLTE语音业务乒乓切换或频繁切换会造成数据

收稿日期: 2021-11-25

丢包和时延变长进而影响语音MOS值,直观感受就是影响通信质量,降低用户端的体验感知。其本质原因是VoLTE语音是QCI1承载,3GPP TS 36.323有明确规定,已经发给RLC层的PDCP数据会丢弃,所以切换过程可能会引发RTP丢包,从而影响MOS语音感知。时延也是影响VoLTE语音通信质量的重要因素,由于单次切换会引入20~80 ms的时延,多次乒乓切换或频繁切换大大增加了VoLTE语音时延,造成语音感知下降。同理,对于5G行业移动终端类应用业务,乒乓切换也会造成业务体验感知下降。具体MOS值与用户感知对应关系、丢包率和时延与用户感受之间的关系如表1~表3所示。

表1 MOS分值和用户满意度关系

MOS	语音质量等级	影响	用户感知
>3.8	优秀	正常,未弱化	非常好,听得很清楚,无失真感,无延迟感
3.5~3.8	好	有轻微弱化,但是影响不大	基本都能听清楚,延迟小,有非常少的杂音
3.0~3.5	中等	有一定程度弱化	听不太清楚,有一定延迟,有杂音,个别字需要仔细认真去听
2.0~3.0	次等	明显弱化	有很大杂音,听不太清,大多数需要努力去听去识别
<2.0	差	无法接受	静音,完全听不清楚说啥,杂音噪声很大

表2 丢包率对语音感知影响

丢包率	用户感受
0%	语音清晰
达到5%	可以接受
>10%	不可接受,听不清楚

表3 切换时延对语音感知影响

切换频次/(次/s)	时延/ms	用户感受
<2	<150	语音清晰
2~5	150~400	可以接受
>5	>400	不可接受,听不清楚

目前已有的VoLTE语音质量评估方法仅基于采用结合用户信息及用户位置的MOS分值进行评估,具体过程为:采集网络各接口处经过分光和汇聚后的语音和信令数据;对语音和信令数据进行解析,对解析得到的媒体流进行MOS值评估,得到语音质量评估数据;根据控制面数据在语音质量评估数据中添加用户信息和位置信息,生成语音质量评估文件;将语音质量评估文件存储至数据库服务器。通过在语音质量

评估数据中添加用户信息和位置信息后生成语音质量评估文件来评估VoLTE语音质量。

目前尚无针对影响VoLTE语音感知MOS值和5G行业移动终端业务感知的乒乓切换问题采用人工智能方法来自动智能定位及生成解决方案的优化方法。

为了定量验证频繁切换次数对语音质量的影响,分别从普通和高干扰2个场景选点进行实际测试,在切换带进行大量的数据采集,形成切换频次和MOS的散点图与MOS值随切换频次变化的趋势线。

普通场景选取某小区楼顶站的2个扇区互相切换,该场景区域为居民区,RSRP均值为-95 dBm,SINR均值为-1.9 dB左右,上行底噪为-114 dBm左右。实测结果:在普通场景下随切换频次增加,MOS值呈下降趋势,当切换频率达到250次/min,MOS值降至3.0左右(见图1)。

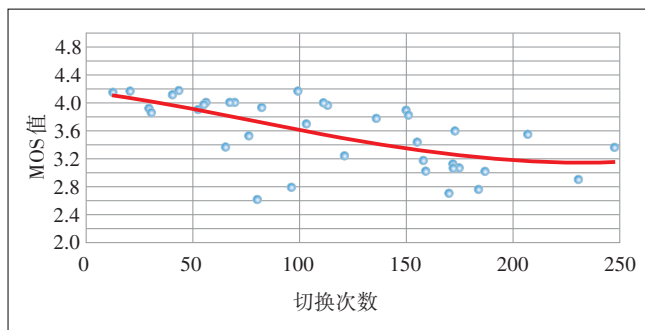


图1 普通场景切换次数与MOS关系

高干扰场景选取某站点2个扇区互切,该场景区域为城中村,RSRP均值为-85 dBm,SINR均值为8.6 dB,上行底噪为-80 dBm左右。在高干扰场景下随切换频次增加,MOS值呈下降趋势,当切换频率达到25次/min,MOS值降至3.0左右(见图2)。

3 现有乒乓切换定位优化方法与人工智能方法

现有的对4G、5G网络VoLTE业务、5G行业移动

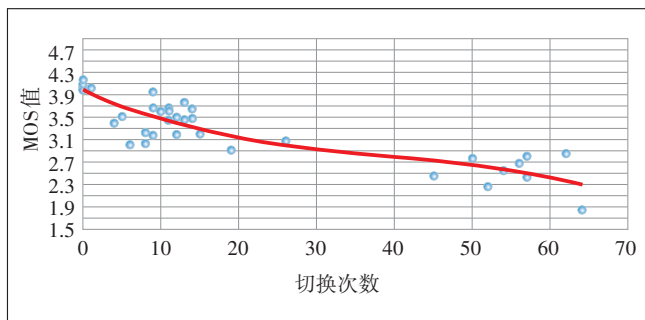


图2 高干扰场景切换次数与MOS关系

终端类业务的乒乓切换问题的定位分析、输出解决方案及短板问题情况可视化呈现等主要依靠运维人员手动的方式进行筛选维护,该方法主要基于LTE网络或5G网络的系统工参数据表、网络系统MR指标数据、两两切换话统指标数据表、后台KPI数据表及前台DT数据多张数据表格,通过人工方式将多张数据表按照关键的、相同的字段进行手动报表关联处理分析得到具体乒乓切换TOP问题小区及具体原因,然后依靠运维人员的人工优化经验制定相应的优化解决方案,最后也是通过人工方式对前文所述业务的乒乓切换TOP问题小区位置及方案进行地理化呈现。

通过人工定位处理乒乓切换问题小区来改善前边所述业务用户感知存在以下缺点:采用传统人工方式进行乒乓问题小区筛选、匹配定位原因,工作量大,过程复杂繁琐,多张数据表格处理繁杂;手动筛选匹配问题场景效率低下;难以快速迭代更新,维护更新历时较长;对于数据量大的情况,需要将表分隔处理,耗时较长、效率更低。且对于乒乓切换问题点的可视化呈现无法做到动态更新显示等。而且该方法往往对工作人员的个人技术能力和经验依赖性较强,难以快速、准确独立地定位乒乓切换原因。

通过人工智能方法可以实现前述业务的乒乓切换问题小区的智能自动筛选定位优化,智能自动输出问题原因解决方案,智能自动进行动态可视化呈现乒乓切换问题点及其原因和处理方案(见图3)。其优势在于可以基于多数据源采用Python决策树算法智能匹配乒乓问题原因,并自动匹配输出优化建议,并将问题点动态可视化呈现。

智能优化平台具有以下优点。

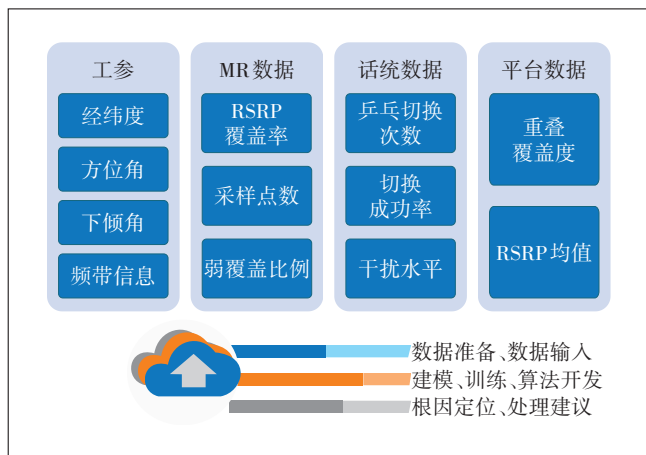


图3 智能自动处理工具逻辑

a) 智能平台自动整合方面。5维(网络系统工参数据、网络系统MR数据、网络话统数据、后台KPI数据及前台DT数据)12项数据(基站频带信息、基站经纬度、基站方位角、下倾角、RSRP覆盖率、MR采样点数、MR弱覆盖比例、两两切换次数、切换成功率、干扰水平、重叠覆盖率、RSRP均值)输入,算法能够多维度自动关联处理,对乒乓原因进行场景化构建并自动关联优化建议。

b) 乒乓切换问题处理效率提升方面。智能乒乓切换优化周期由传统人工处理方式的3天左右(数据量约5万个小区1周的数据,6万多行)缩减为数十分钟,更加高效智能。

4 乒乓切换问题人工智能解决方案实现思路

采用机器学习分类决策树算法实现智能自动定位并给出解决方案建议及对问题点和调整方案进行动态可视化地理呈现的平台可以实现乒乓切换优化智能自动化运维。决策树算法的实现过程可参考作者已授权专利文献^[1],本节仅给出实现思路。

如图4所示,乒乓切换AI智能分析定位优化系统包括六大模块。

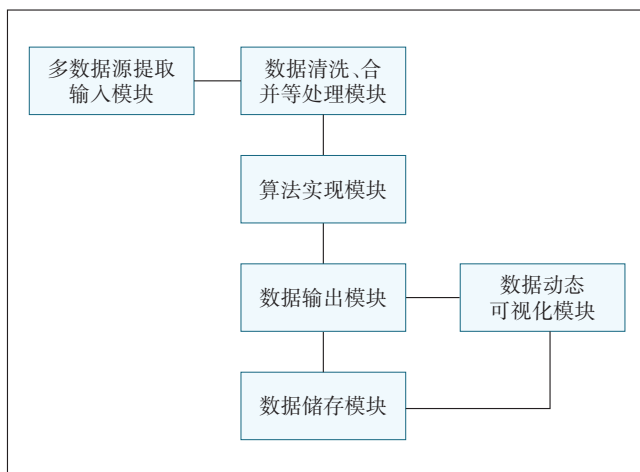


图4 乒乓切换AI智能分析定位优化系统

a) 多数据源提取输入模块。用于收集大数据智能定位优化乒乓切换问题需要输入的标准化数据,实现基于专业网管平台自动提取所要分析区域的所有基站小区工参、所有基站小区MR测量报告数据、所有基站小区后台两两切换话统数据、所有基站小区后台KPI数据及前台DT等数据。

b) 数据清洗、合并等处理模块。用于对无效数据的删除及删除后数据和空缺数据的填充,对有关联数

据的关联合并。

c) 算法实现模块。用于VoLTE业务、5G行业移动终端业务的乒乓切换问题点定位及自动生成解决方案的机器学习分类决策树算法实现。

d) 数据输出模块。用于实现乒乓切换TOP小区场景化智能定位问题原因并自动输出优化处理建议的汇总分析统计。

e) 数据存储模块。用于存储输出的分析统计数据及详细数据原表。

f) 数据动态可视化模块。用于将运行结果通过BI以报表、地理化方式直观展示乒乓切换TOP问题点小区及对应的智能解决方案,利于监控。

以VoLTE乒乓切换为例,智能优化具体步骤可以分为以下几步。

a) VoLTE乒乓切换会造成语音丢包及时延变长从而影响VoLTE用户感知,因此需要通过测试找到保障用户感知的频繁切换的容忍临界切换次数门限。如第2章的频繁切换次数对语音质量的影响测试结果所示:普通无干扰场景当切换频率达到250次/min,

MOS值降至3.0左右(MOS 3.0为语音感知最低保障),高干扰场景下当切换频率达到25次/min, MOS值降至3.0左右。

b) 从专业网管提取评估区域所有基站小区两两切换话统指标,小区工参、所有基站小区MR测量报告数据、所有基站小区后台KPI数据等。设定乒乓切换小区判断原则:以话统中两两切换次数作为判断乒乓切换小区依据,选取一周内切换次数大于800次(也可严格按步骤a)中的250次容忍频繁切换次数取值)的小区作为乒乓切换问题评估备选小区。根据切换成功率进一步筛选,选取切换成功率小于95%的小区作为TOP乒乓切换小区。按照该原则利用图5中的①~②进行初步处理。

c) 利用图5中的③、④、⑤、⑥、⑦步进行进一步的乒乓切换原因定位判断并智能给出对应解决方案。根据图6中乒乓切换智能判断逻辑及处理措施分类算法,如果小区乒乓切换原因是室内弱覆盖,则根据图6中的算法自动给出相应处理乒乓切换问题的解决方案。同理,利用图6中的分类算法,依此类推进行图5

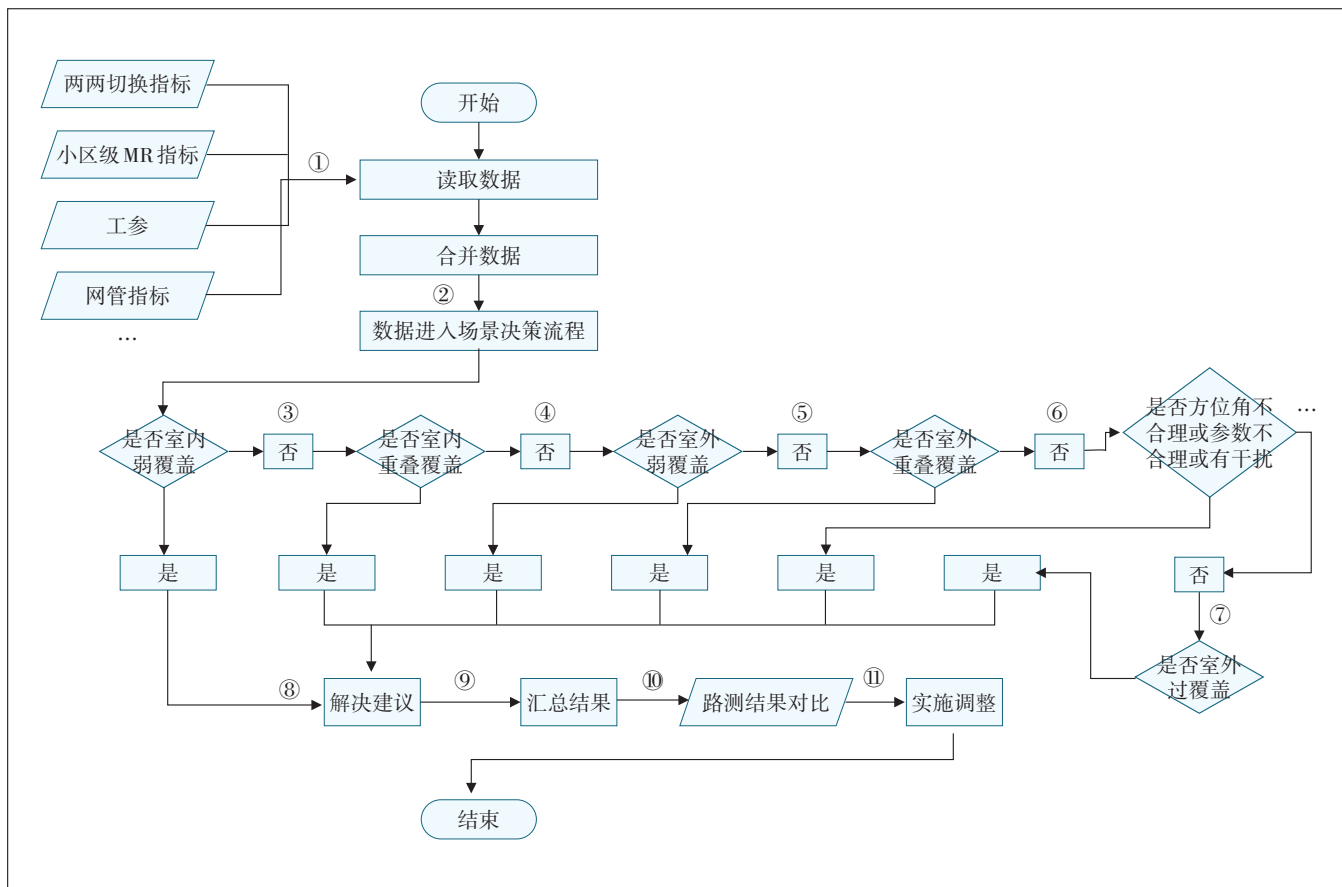


图5 乒乓切换问题智能定位优化方法流程

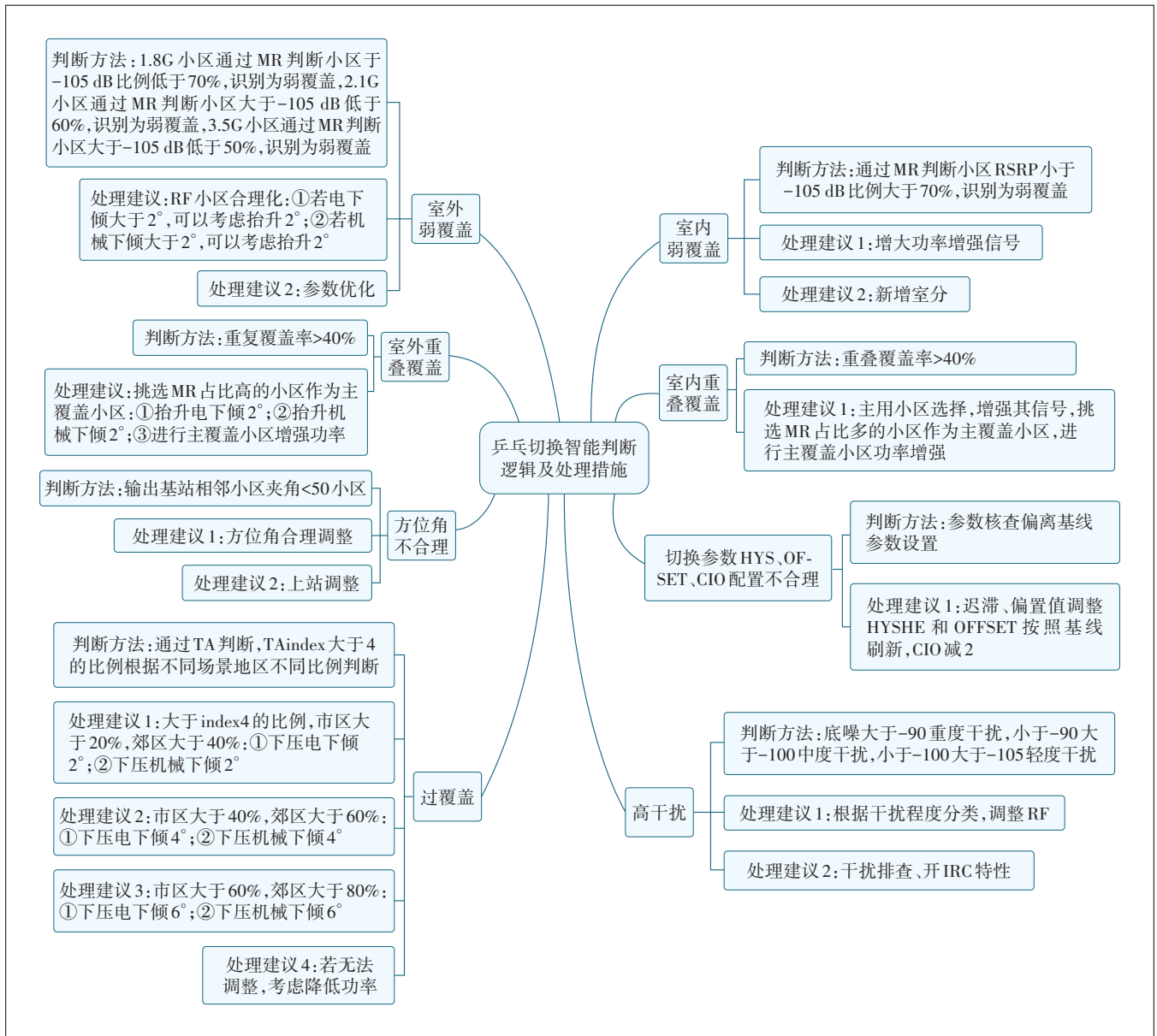


图6 乒乓切换智能判断逻辑及处理措施分类算法

中③、④、⑤、⑥、⑦步的乒乓切换原因智能定位并自动给出处理措施, 不再赘述。

d) 将步骤 c) 得到的乒乓切换原因定位及解决建议进行汇总, 形成智能分析详表输出和存储。

e) 将前一步 VoLTE 乒乓切换智能定位优化汇总分析结果与路测数据进行对比, 验证智能优化分析结果的准确性。

f) 通过 BI 读取步骤 d) 所得到的智能定位及优化建议分析结果, 以地理可视化的方式动态展示 VoLTE 乒乓切换短板问题的位置及相应的优化处理措施建议。

5 实现成果及实际应用案例效果

采用本文提出的智能优化平台对某地乒乓切换问题进行了分析统计, 并根据平台自动呈现的乒乓切换 TOP 问题小区地理化直观展示以及对应处理方案建议挑选了其中 2 个小区进行了验证。

对挑选的 2 个频繁切换的小区根据智能优化建议进行参数调整后, 切换出次数由 3.7 万次下降至 1.2 次; 乒乓切换次数由 1.1 万次下降至 187 次; 乒乓切换占比由 31.76% 下降至 1.55%, 实验最终显示优化效果较好(见图 7)。

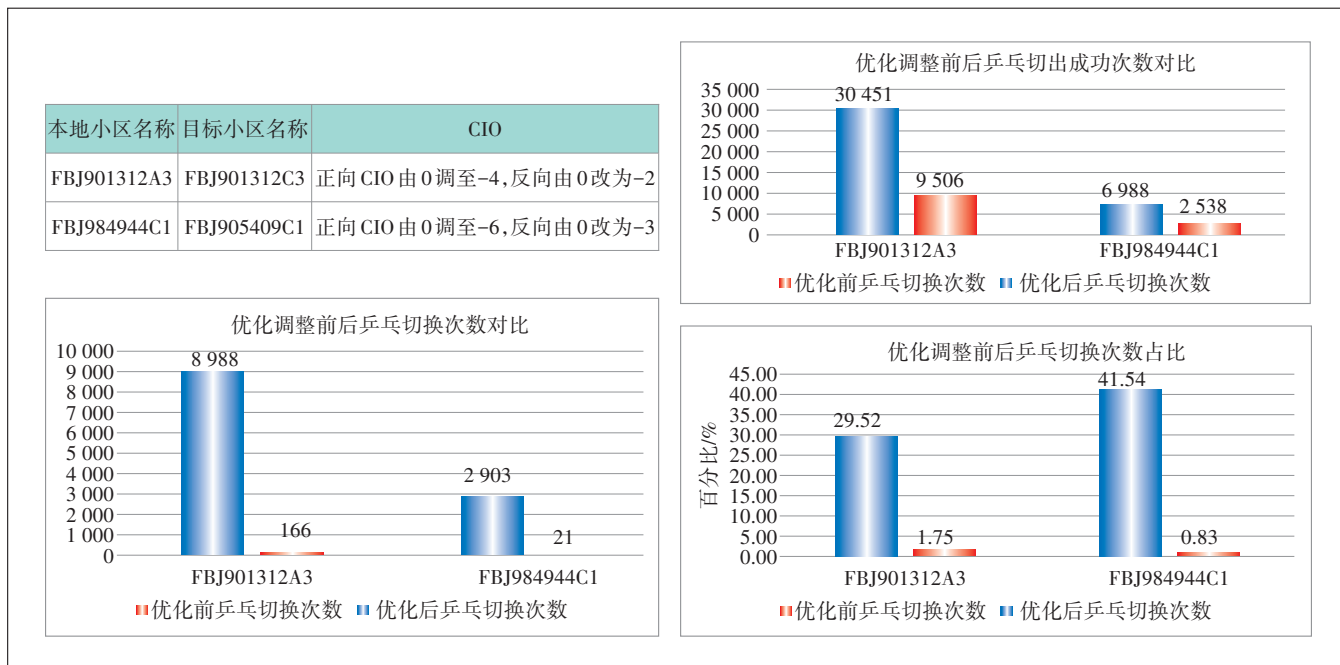


图7 乒乓切换智能参数调整建议优化效果

6 结束语

本文提出的基于人工智能算法优化乒乓切换问题的方案,可作为网络智能优化调整的策略依据,且同步可对乒乓切换短板问题点位置和智能方案进行动态可视化展示。建立了基于多维度大数据机器学习实现4G、5G网络乒乓切换问题定位、解决、优化实施、动态可视化呈现的智能评估体系,面向决策层、管理层及生产层对网络 and 用户感知进行智能综合评价,实现了自动精准关联问题原因及方案,可快速智能定位优化网络短板问题。

参考文献:

[1] 王文哲,王尧,安岗,等. 面向演进网络的人工智能乒乓切换原因定位方法及装置:CN110650506B[P]. 2021-08-06.
 [2] 辛建国,刘洪波,王浩. VoLTE语音质量(MOS)提升研究[J]. 山东通信技术,2021,41(1):40-45.
 [3] 肖衡,梁加明,冯璐. 基于BATMAN的无线自组网系统中乒乓切换的研究[J]. 汽车实用技术,2021,46(2):20-21,27.
 [4] 胡田立. GSM-R网络乒乓切换优化[J]. 铁路通信信号工程技术,2020,17(12):100-104.
 [5] 徐彤,朱长国. LTE无线网络优化中乒乓切换解决方案的研究[J]. 信息通信,2018(8):171-173.
 [6] 唐华松,姚耀文. 数据挖掘中决策树算法的探讨[J]. 计算机应用研究,2001,18(8):18-19.
 [7] 王联英,慈玉鹏. 基于决策树算法在人力资源推荐技术中的应用

[J]. 现代电子技术,2021,44(3):105-110.
 [8] 肖铮. 常用的三种分类算法及其比较分析[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版),2020,22(5):101-106.
 [9] BAKHSHIPOUR A, ZAREIFOROUGH H, BAGHERI I. Application of decision trees and fuzzy inference system for quality classification and modeling of black and green tea based on visual features [J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2020, 14: 1402-1416.
 [10] BEAULAC C, ROSENTHAL J S. BEST: a decision tree algorithm that handles missing values [J]. Computational Statistics, 2020, 35: 1001-1026.
 [11] 姚奇峰,杨连贺. 数据挖掘经典分类聚类算法的研究综述[J]. 现代信息科技,2019,3(24):86-88.
 [12] 刘维. 数据挖掘中聚类算法综述[J]. 江苏商论,2018(7):120-125.
 [13] 杨静,张楠男,李建,等. 决策树算法的研究与应用[J]. 计算机技术与发展,2010,20(2):114-116,120.
 [14] 张桀,曹健. 面向大数据分析的决策树算法[J]. 计算机科学,2016,43(z1):374-379,383.
 [15] 谢妞妞. 决策树算法综述[J]. 软件导刊,2015,14(11):63-65.

作者简介:

王文哲,工程师,硕士,主要从事5G+工业互联网研发相关工作;安岗,中国联通研究院融合创新中心总监,硕士,主要从事5G、工业互联网技术/标准/咨询/产品规划及研发等相关工作;解解,北京联通网络优化中心优化管理中心经理,博士,主要从事3G/4G/5G无线网络优化相关工作;赵文东,硕士,主要从事5G、工业互联网技术/标准/咨询/产品规划及研发等相关工作;狄子翔,工程师,硕士,主要从事5G网络智能化运营等相关工作。