 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i5.10521

Research and Application of Optimization Method for Word Discontinuity Problem in Voice Service

Xinchao An

China Telecom Corporation Limited Hebei Branch, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

As VoLTE and VoNR become mainstream voice technologies, intermittent audio and one-way speech during calls severely impact user perception and require urgent optimization. Traditional call ticket analysis cannot capture such transient degradation events, making problem retrospective analysis difficult. Therefore, this paper builds an analysis model for voice clipping, intermittent audio, and one-way speech based on the transmission characteristics of RTP/RTCP packets. Using a big data platform, it achieves problem demarcation and localization. Subsequently, it conducts systematic investigations from multiple dimensions including coverage, interference suppression, neighbor cell configuration, re-establishment mechanisms, and parameter settings, with each step further broken down. Finally, it establishes a standardized handling process and optimization measures, forming a complete solution for intermittent audio and one-way speech issues.

Keywords

voice service; choppy and intermittent speech; key performance indicators

语音业务吞字断续问题的优化方法研究与应用

安新朝

中国电信股份有限公司河北分公司，中国 · 河北省 石家庄 050000

摘要

随着VoLTE和VoNR成为主流语音技术，通话中的断续、单通问题严重影响用户感知，亟需优化。传统话单分析无法记录此类瞬态劣化事件，导致问题回溯困难。为此，本文基于RTP/RTCP包传输特征，构建了吞字、断续、单通的分析模型，利用大数据平台实现问题定界与定位.随后从覆盖,干扰,邻区,重建机制,参数等多维度系统排查,并拆解各步骤.最终形成标准化处理流程与优化措施，构建了完整的解决方案。

关键词

语音业务；吞字断续；关联指标

1 引言

语音吞字,断续等质差问题具有高度的主观性与瞬态特征，难以像接通率、掉话率等传统KPI那样通过明确的统计指标进行量化定位。传统KPI往往可以通过阈值和公式直接反映网络性能,而吞字类问题更多依赖用户的听觉感知,不同个体对同一段语音的体验差异较大,难以统一度量.同时,由于缺乏统一的根因判定标准,这些问题很难从纷繁复杂的网络参数中精准锁定有效的优化方向和抓手,其分析过程往往依赖人工经验反复排查,导致复杂度显著升高，整体排查及解决效率低下。

【作者简介】安新朝（1981–），男，中国河北石家庄人，本科，高级工程师，从事无线网络优化及数字化转型研究。

2 吞字断续定义

2.1 吞字的定义

为量化语音断续问题，本文引入基于RTP包的滑窗检测机制：以20个包为窗口，若丢包超过12个（丢包率>60%），则判定为一次“吞字”事件。

正常语速下每秒约6个字，每个字对应8－10个RTP包。连续丢包达3个以上时,用户开始感知字词丢失;丢失7个时,破坏范围超过单字并波及相邻音节,导致音调音色畸变,影响通话自然度和可懂度.连续丢包达10个左右,已明显影响一个完整字词的听辨;连续丢32个包时,则显著存在吞字现象,用户可明确感知语句中存在字词缺失或语音断续.该机制为吞字问题提供了可量化的判定依据。

2.2 断续的定义

本文引入基于RTP包的滑窗扫描机制，量化定义“断续”

事件。该机制通过解析RTP包序列号连续性识别丢包，设定窗口大小为50个包，若丢包超过30个（丢包率>60%），则计为一次“断续”事件,用于捕捉突发性传输中断.相较于固定采样周期的统计方法,滑窗机制能够实时追踪丢包的时间聚集程度,避免因长时间平均掩盖短时高丢包现象.该判定阈值兼顾了感知敏感度与误报控制,确保识别出的断续事件与用户实际听到的语音卡顿,时断时续体验高度吻合，为后续根因定位与优化提供明确的事件依据。

3 影响因素分析

语音质量涉及无线、传输、核心网及终端等多个环节,受限于终端发射功率,上行调度及干扰复杂性,上行更易引发丢包与断续.相比下行,上行链路可用的功率余量有限,且受制于网络资源分配策略和邻区干扰波动,突发性丢包概率显著增高。

本文聚焦上行通话断续,将语音吞字断续因素归为网络传输,终端处理,配置参数及使用环境四类.分析优化时需结合场景分层分级分析,例如先区分是空口丢包还是核心网侧抖动,再逐层细化排查,识别主导因素,避免多因素交织导致定位困难，从而实现根因定位与有效治理。

3.1 网络传输因素

3.1.1 时延超标

语音业务对实时性要求极高.通常当端到端延迟超过40 ms时，接收端缓冲区无法按时重组语音流，解码器输出断流,用户听觉上表现为语句卡顿,尾音丢失,严重时语义断裂.若延迟进一步上升,缓冲区将频繁空载,导致语音出现周期性中断。

3.1.2 丢包与抖动

无线链路干扰或核心网拥堵是语音吞字的核心诱因.通常当RTP丢包率超过1%或抖动超过20ms时，解码器无法有效修复,造成语音片段缺失.突发连续丢包下,即使平均丢包率未超1%，也可能触发严重感知劣化。实际网络中，丢包往往呈现突发特征，在短时间内连续丢失多个RTP包，用户会清晰感知到语句中出现明显“空洞”。

3.1.3 切换异常

移动性管理是保障语音连续性的关键.终端跨基站移动时,若切换失败或延迟过高,将导致传输路径中断,形成语音空白区,听觉上表现为“断续”或“瞬间静音”.对于VoLTE/VoNR业务，通常切换中断时间若超过200ms，用户即可明确感知到声音间断。

3.1.4 覆盖薄弱

通常情况下，在信号强度低于-110dBm的边缘区域（如地下车库、电梯井等），上行同步能力下降，MCS被迫降低，导致误码率上升、无线链路失败，从而频繁触发吞字、断续,成为投诉高发区域.此时语音包往往需要多次重传才能成功到达基站，进一步加剧播放缓冲区的不稳定。

3.2 终端处理因素

3.2.1 硬件性能不足

通常情况下，当CPU或内存占用率持续超过80%时，编解码进程多无法获得足够资源，造成RTP包封装延迟或缓冲区饥饿,表现为音节延迟,卡顿甚至中断.低端终端或多任务场景下,语音处理线程可能被频繁抢占,形成周期性卡顿。

3.2.2 编码适配问题

若终端与网络侧编码能力集不匹配,将导致编码参数解析错误或状态紊乱,表现为音节模糊,音质劣化,有时被误判为吞字问题.例如编码模式切换过程中协商不一致,可能产生断续声或白噪声。

3.2.3 硬件故障

麦克风老化或异物堵塞导致声电转换不完整;扬声器老化或振膜破损造成播放失真与卡顿,需通过终端诊断区分定位。麦克风类故障的特点是上行出现吞字而下行正常,扬声器类故障则表现为收听对方语音时出现断续,但本端发送语音正常。

3.2.4 系统与APP干扰

后台高优先级APP抢占带宽或CPU资源，可能导致语音进程调度延迟,表现为偶发性断续或卡顿,增加问题定界复杂度.此类干扰往往具有较强的时间随机性和场景依赖性，给现网问题复现带来困难。

3.3 参数配置因素

3.3.1 QoS配置不当

若承载层未将语音业务设为最高优先级或未有效保障GBR，则网络拥塞时非实时业务挤占带宽，导致语音包排队延迟或丢弃,引发吞字,断续.共享载波场景下,语音包在队列中被数据包抢占位置，引入额外排队延迟。

3.3.2 网络参数优化不足

基站侧:切换门限设置不当可能导致无线链路失败;资源分配策略不合理影响语音包传输效率。例如A2事件门限设置过低,终端在信号已明显恶化时仍未启动测量,造成大量上行丢包。

核心网侧：SIP定时器设置与无线环境不匹配，可能导致信令中断，触发会话释放或重建。

3.3.3 终端配置错误

功能开关误触:用户可能误关闭高清语音功能,导致通话回落到低速率编解码，相同丢包率下音质劣化加重。

增强功能冲突:终端语音增强算法与网络侧功能叠加处理，可能产生音频失真。

版本兼容性：未更新至认证版本可能存在语音处理bug。

3.4 使用环境因素

3.4.1 外部干扰

电磁干扰,多用户密集场景的网络拥塞,会加剧传输波动.外部干扰往往呈现区域性特征,例如临近工业设备时上行底噪突增,基站解调性能下降,表现为持续性的高丢包和严重吞字。

3.4.2 场景特性

高速移动时切换频繁,易触发切换异常;封闭空间信号衰

减快,覆盖不足问题凸显.高速场景下切换间隔可能压缩至数秒一次,每次切换都伴随着中断窗口.封闭空间除信号衰减外,还常伴随多径效应，进一步加剧语音断续。

3.4.3 网络侧与终端侧相互影响

网络传输异常会加重终端处理负担,终端编码适配差会降低网络容错能力.这种相互影响可能形成恶性循环:网络丢包触发解码器错误隐藏,消耗额外CPU资源;终端编码参数选择不合理,在网络边缘更容易发生解码失败.根因分析需站在端到端视角，避免单侧定位的片面性。

4 解决措施

4.1 吞字断续原因分析

通过无线空口性能与吞字断续的关联分析,总结出来不同问题的相关判定规则，原因分类及指标判定阈值如下：

容量问题:上下行PRB利用率>60%；

下行弱覆盖:RSRP<=-105比例大于20%；

上行弱覆盖:PUSCH RSRP<-130比例大于30%；

上行质差:上行PUSCH SINR<-1比例大于25%；

下行质差:下行SINR<0比例大于20%；

上行干扰:上行干扰>-102dBm；

远端干扰:符号GAP干扰>-95dBm；

越区覆盖:TA>1km比例大于25%；

邻区问题:系统内/系统间无邻区次数>4000次/天；

CCE受限:上行CCE分配成功率<70%/下行CCE分配成功率<80%;

邻小区干扰:MCS均值<15/MCS小于10比例>25%；

误码率高:5QI1上行Ibler>10%。

4.2 吞字断续解决方案

根据语音质量的的影响程度设置优先级如下：

故障>下行弱覆盖>上行弱覆盖>VONR远点用户>SRS干扰>上行干扰>远端干扰>重叠覆盖>CCE受限>邻区> >高误码>上行质差>下行质差>过覆盖>容量问题。

基于以上的问题原因进行相关问题的处理,不同的问题处理的基本方案如下：

表1 问题原因及优化方案

原因分类	优化方案	原因分类	优化方案
下行弱覆盖	RF优化、覆盖补盲	上行弱覆盖	RF优化、功率调整
远点用户	覆盖、接入半径优化	SRS干扰	参数调整、PCI/覆盖优化
上行干扰	干扰排查、覆盖优化	远端干扰	大气波导优化、RF优化
重叠覆盖	波束调优、RF优化	CCE受限	CCE资源优化、负载均衡
邻区问题	邻区优化、ANR	高误码	参数优化、干扰处理
上行质差	干扰排查、RF优化	下行质差	RF优化、功率调整
过覆盖	RF优化、功率调整	容量问题	负载均衡、扩容

4.3 吞字断续优化案例

吞字质差小区数据统计分析，A小区吞字断续次数平均天134次左右，无字单通率4.5%左右。

KPI指标统计分析，A小区MR测量下行RSRP高于-105 dBm的比例85.39%,下行弱覆盖且上行质差,覆盖较远且边缘弱覆盖，需要控制覆盖。

综合分析，A小区最终采取以下优化方案：

下倾角由3° 调至6° ；

A3事件的A1A2门限(-95,-99)调至(-90,-95)。

调整后对比吞字单通数由134个降至37个以下，优化效果显著。

5 结语

通过对吞字,断续问题的系统分析,形成了一套完整的优化理论与实操方案.优化人员可依据常规指标经验,实现质差小区的快速根因定位,自动分拣与精准优化,显著提升问题处理效率，有效保障用户语音体验。

参考文献

[1] 祝海亮,周奕昕,于洋,等.VoNR语音吞字断续问题的处理方法研究[J].江苏通信,2024,40(03):15-19.

[2] 魏俊峰.VoNR语音RTP丢包自顶向下自动化分析工具的研究及实现[J].电信快报,2022,(04):29-31.

[3] 段建宇.VoLTE无线侧语音质量优化方法研究[D].中北大学,2024.