VoLTE 丢包分析与特性参数优化研究

舒培炼[1],刘正兴[2],史大军[1],张　敏[3]

(1.湖南省邮电规划设计院有限公司,湖南长沙 410001;
2.中国电信股份有限公司益阳分公司,湖南益阳 413000;
3.湖南邮电职业技术学院,湖南长沙 410015)

【摘要】在 VoLTE 通话中,影响语音质量的因素有丢包、时延、抖动等,而丢包是影响语音质量的主因之一。在分析高丢包小区时,重点需定位上、下行弱覆盖以及干扰、切换、CCE 等资源受限问题,从优化成本上考虑,应优先进行丢包特性参数优化,快速降低丢包率,改善语音感知。

【关键词】网络优化;VoLTE;丢包率;参数优化
【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2020.02.003】
【中图分类号】TN929.5　　【文献标识码】A　　【文章编号】2095-7661(2020)02-0008-05

Research on VoLTE Packet Loss Analysis and Characteristic Parameter Optimization

SHU Pei-lian[1], LIU Zheng-xing[2], SHI Da-jun[1], ZHANG Min[3]

(1.Hunan Posts and Telecommunications Planning and Design Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan,China 410001; 2. China Telecom Co., Ltd., Yiyang Branch, Yiyang, Hunan, China 413000; 3.Hunan Post and Telecommunication College, Changsha, Hunan, China 410015)

Abstract: In VoLTE calls, packet loss, delay and jitter are the main factors that affect voice quality. In the analysis of high packet loss cell, it is necessary to focus on the problem of weak coverage, interference, Handoff and CCE, etc. . Considering the optimization cost, we should give priority to the optimization of packet loss characteristic parameters to reduce the rate of packet loss quickly, improve speech perception.

Keywords: network optimization;VoLTE; packet loss rate; parameter optimization

文章主要介绍 A 市电信在 VoLTE 空口上、下行丢包等相关特性参数的优化调整，改善 PDCP、RLC 层等空口丢包,降低 VoLTE 质差,从而提升 VoLTE 语音 MOS 值与用户的感知,减少掉话与用户投诉[1-2]。

1 研究背景

A 市电信无线网络优化班在对日常 VoLTE 丢包分析处理过程中,发现现有网络参数配置主要基于数据业务在 L800M 与 L1.8G 的融合与分流进行设置,未针对 VoLTE 业务进行丢包特性参数优化。

目前 A 市电信城区主覆盖主要存在两张网,即 L800M 与 L1.8G。L2.1G 主要用在室分以及高热点区域。随着 LTE 用户增多,网络负荷加重,VoLTE 峰值用户增加,L800M 与 L1.8G 双层网 VoLTE 丢包有增加趋势。从 LTE 网管统计 PRS 系统平台取得 A 市电信 VoLTE 上、下行丢包率,如表 1 所示。

从丢包小区分析得知,全网 70%以上的高丢包小区主要集中在频带 5,即 L800M 的小区,所以处理好 L800M 的丢包,基本上就解决好了整网丢包的问题。

[收稿日期] 2020-04-09
[作者简介] 舒培炼(1982-),男,湖南长沙人,湖南省邮电规划设计院有限公司技术总监、注册咨询工程师,研究方向:移动通信、无线网络规划与优化。
[基金项目] 湖南省教育厅科学研究项目一般项目“基于 VoLTE 的视频业务优化研究”(项目编号:16c1189)。

表 1　A 市电信 VoLTE 上、下行丢包率

日期	小区名称	QCI1 业务上行空口丢包率(%)	QCI1 业务下行空口丢包率(%)
2019-12-02	F_H_A 市农村局 D 桥 CA_1_W	5.2522	0.4538
2019-12-03	F_H_R_A 市 B 县神湾_3_WL	0.6545	5.6594
2019-12-04	F_H_R_A 市 B 县神湾_3_WL	0.9667	7.315
2019-12-04	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	1.5306	7.1559
2019-12-05	F_H_R_A 市 C 县拖木冲_1_WL	0.605	8.0245
2019-12-06	F_H_A 市 B 县 E 风景区_1_WL	1.9949	7.6532
2019-12-06	F_H_R_A 市 C 县七星房_2_WL	1.5997	7.6509
2019-12-06	F_H_A 市农村局师专移动_1_WL	73.1086	1.7597
2019-12-06	F_H_A 市农村局 D 桥 CA_1_W	5.256	0.4045
2019-12-07	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	1.3347	7.9807
2019-12-07	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_2_WL	5.8924	1.1847
2019-12-08	F_H_R_A 市 B 县神湾_3_WL	2.7118	8.4634
2019-12-08	F_H_A 市农村局师专移动_1_WL	63.1947	1.8351
…	…	…	…

2 VoLTE 丢包原因分析

2.1 VoLTE 丢包率的定义

QCI1 业务上行空口丢包率 = [小区 QCI 为 1 的 DRB 业务 PDCP SDU 上行丢弃的总包数]/ [小区 QCI 为 1 的 DRB 业务 PDCP SDU 上行期望收到的总包数]*100%

QCI1 业务下行空口丢包率 = [小区 QCI 为 1 的 DRB 业务 PDCP SDU 下行空口丢弃的总包数]/[小区 QCI 为 1 的 DRB 业务 PDCP SDU 下行空口发送的总包数]*100%

2.2 VoLTE 丢包带来的影响

空口丢包带来 VoLTE 的 RTP 包丢失，导致 VoLTE 业务出现吞字、断续、杂音等降低用户感知问题。

丢包对 VoLTE 语音质量的影响很大，当丢包率大于 10%时，用户感知差，在丢包率小于 5%时，感知基本上可以接收。因此 VoLTE 语音业务要求整体的丢包率小于 5%。VoLTE 丢包率是影响语音 MOS 值的重要因素。严重的丢包影响通话质量，比如出现单通、断续、掉话等，用户感知差。

通过对吞字断续的量化分析，可以直观反映出用户感知变差的情况：1 个字约占用 8 至 10 个 RTP 包，1 个 RTP 包时长约 20ms，因此 1 个字约占 200ms，如果丢包持续超过 1s，用户将会感觉到约 5 个字听不到。

2.3 VoLTE 丢包处理流程

VoLTE 丢包处理流程如图 1 所示。

图 1　VoLTE 丢包处理流程图

2.4 VoLTE 丢包原因的分析

VoLTE 高清语音编码速率为 23.85kbps，终端每 20ms 生成一个 VoLTE 语音包，使用 RTP 实时流媒体协议传输，再加上 UDP 包头、IP 包头，在应用层最终打包成 IP 包进行传输。在无线空口，按照协议 IP 包进一步被转换成 PDCP 包，PDCP 包就是空口传输的有效数据，PDCP 包在终端和基站间传输异常会导致应用层 RTP 包的丢失，从而引起语音感知差[3]。

用户面的 RTP 包在空口是承载在 PDCP 包中，终端或基站调度发出 PDCP 包后，由于空口质量问题导致在空口传输过程中丢失称为空口丢包，无线问题导致的丢包即 PDCP 的丢包。

上、下行丢包率统计略有差别：

1)VoLTE 上行空口丢包率统计过程：从 PDCP 层统计，基站根据收到终端上发的 PDCP SN 序列号判断上行空口丢包。例如终端发送了 PDCP SN 为

1/2/3/4/5 共 5 个包，而基站收到 PDCP SN 为 1/2/3/5 共 4 个包,那么基站侧统计的丢包率为 1/5=20%。

2)VoLTE 下行空口丢包统计过程:下行语音空口丢包较上行复杂，基站是根据 MAC 层反馈的 ACK/NACK 统计空口丢包。例如,一个 TBSize 初传反馈 NACK,第一次重传反馈 ACK,这个包不统计为丢包。[4]一个 TBSize 初传反馈 NACK,第一次、第二次…,直到最大重传次数都反馈 NACK，计为 1 次 MAC 丢包。因 RLC 层为 UM 透传模式,当 MAC 层 NACK 达到最大次且基站侧的 PDCP Discard 定时器超时后,基站会丢弃因 MAC 无法调度的 PDCP 下行包，因此基站侧的 PCDP 弃包为下行空口丢包。

3)导致 VoLTE 丢包的原因。导致 VoLTE 丢包的原因,可从 UE 侧、空口、基站侧三个方面分析。[3]UE 侧主要是 UE 的 PHR 受限、SR 漏检、DCI 漏检、RLC 分段过多、上行调度不及时,会导致 UE 的 PDCP 层丢包定时器超时后弃包。空口方面,主要是传输质量差,MAC 层多次传输错误后,失败导致丢包。基站侧主要是基站配置的 PDCP 层 DiscardTimer 过小,SR 周期过大存在 UE 得不到及时调度情况,导致 PDCP 超时丢包。

3 VoLTE 丢包特性参数优化研究

文章主要介绍 A 市电信从 VoLTE 丢包特性参数优化方面处理高丢包：基于 VoLTE 高丢包特性调整新功能应用，结合其它性能参数，改善或解决全网 VoLTE 的 TOPN 丢包问题,提升整体丢包指标。

3.1 VoLTE 特性参数

3.1.1 VoLTE 上行补偿调度

特性算法开关:CellUlschAlgo.UlEnhencedVoipSchSw 的子开关,UlVoipSchOptSwitch,配置为 1。特性相关参数配置:语音通话期和静默期的补偿调度最小间隔分别通过参数 CellUlschAlgo.UlCompenSchPeriodinSpurt(设置 20ms);CellUlschAlgo.UlCompenSchPeriodinSilence(设置 40ms)。

3.1.2 上行选阶优化

特性算法开关:UlExtVoLTESchSw 的子开关 UlVoLTERetransSchOptSwitch,配置为 1。特性相关参数配置:VoLTE 上行 NACK 反馈 SINR 调整量通过参数;UlVoLTEDeltaSinrForNack(设置 10)。

3.1.3 SR 业务与调度分离

特性相关参数配置:上行增强的 VoIP 调度开关 UlEnhencedVoipSchSw 的子开关 UlVoLTEDelaySchEnhancedSw-1,配置为 1。

3.1.4 语数并发特性

特性算法开关:UlEnhencedVoipSchSw 的子开关,UlVoipDelaySchSwitch&UlVoLTEDataSizeEstSwitch&UlMixVoLTEOptSwitch,配置为 1。特性相关参数配置:上行时延调度策略,UlDelaySchStrategy（设置 VOIP_AND_DATA_DELAYSCH)。

3.1.5 基于 SINR 的 AMRC

特性算法开关：上行速率控制模式通过参数 UlAmrcMode,配置为 ULAMRC_ENB_CONTROL(此功能需要 LICENSE 支持)。特性相关参数配置:语音速率控制 SINR 门限通过参数,SINRTHDFORVOLTERATECTRL(设置 -5)。

3.2 基础参数

3.2.1 PDCP 丢包定时器(QCI1)优化

特性算法开关:无。特性相关参数配置:PDCP 层丢弃定时器（QCI1）通过参数 DiscardTimer（设置 750)。

3.2.2 VoIP 上行最大 RLC 分段数调优

特性算法开关:无。特性相关参数配置:VoIP 上行最大 RLC 分段数通过参数;UlVoipRlcMaxSegNum(设置 3)。

3.3 功控参数

PUCCH-P0 规整。特性算法开关:UlExtVoLTESchSw 的子开关 UlVoLTERetransSchOptSwitch，配置为 1。特性相关参数配置:PUCCH 标称 P0 值通过参数 P0NominalPUCCH（设置 -115);Pucch 功控目标 SINR 偏置通过参数 PucchPcTargetSinrOffset(设置 3)。

3.4 互操作参数

基于语音质量的异频,以及异系统切换功能。特性算法开关:VoLTEQualityHoAlgoSwitch 的子开关,GeranVoLTEQualityHoSwitch&InterFreqVoLTEQualityHoSwitch,配置为 1;MlbMatchOtherFeatureMode 的 HoAdmitSwitch,配置为 0。

3.5 网络基础结构优化

通过对邻区关系和邻区参数的优化,减少因邻区漏配和切换参数不合理导致的同频干扰,避免出现高电平质差问题：建议同频切换迟滞加偏置不大于 3dB;通过 RF 调整、PCI 调整解决重叠覆盖问题。

4 VoLTE 丢包特性参数结果验证

4.1 VoLTE 丢包指标前后对比

选取 A 市电信 MR 较好,非覆盖、非干扰、非高负荷的部分丢包小区进行丢包参数验证实验。同时对丢包小区优化前后指标对比观察。

4.1.1 验证 TOP 站点一

选取 A 市电信 L800M 长期丢包 TOP 小区：F_H_R_A 市 C 县老牛村 _1_WL 做为验证小区。该小区的 QCI1 业务上行空口丢包率与下行空口丢包率偏高。在经过参数优化调整后,VoLTE 上、下行空口丢包都明显下降。对比数据如表 2、表 3 所示。

表 2　F_H_R_A 市 C 县老牛村 _1_WL 优化前丢包指标

日期	小区名称	无线接通率(%)	VoLTE 语音无线接通率(%)	QCI1 业务上行空口丢包率(%)	QCI1 业务下行空口丢包率(%)
2019-12-01	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.78	99.78	1.13	2.49
2019-12-02	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.82	99.82	0.91	2.42
2019-12-03	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.67	99.79	0.81	1.14
2019-12-04	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	100.00	100.00	0.95	2.52
2019-12-05	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.83	99.83	0.82	1.30
2019-12-06	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.92	99.92	1.34	1.33
2019-12-07	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	100.00	100.00	1.50	1.68
2019-12-08	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.76	99.83	0.96	1.96

表 3　F_H_R_A 市 C 县老牛村 _1_WL 优化后丢包指标

日期	小区名称	无线接通率(%)	VoLTE 语音无线接通率(%)	QCI1 业务上行空口丢包率(%)	QCI1 业务下行空口丢包率(%)
2019-12-09	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.94	99.90	0.25	0.30
2019-12-10	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.96	99.89	0.26	0.30
2019-12-11	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	100.00	100.00	0.29	0.76
2019-12-12	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.95	99.87	0.18	0.14
2019-12-13	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.96	99.86	0.08	0.24
2019-12-14	F_H_R_A 市 C 县老牛村_1_WL	99.96	99.95	0.19	0.30

F_H_R_A 市 C 县老牛村 _1_WL 优化前后，VoLTE 上、下行空口丢包率趋势图如 2 所示。

图 2　站点一优化前后 VoLTE 上、下行丢包率变化趋势图

4.1.2 验证 TOP 站点二

选取 A 市电信 L800M 长期丢包 TOP 小区：F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号 _1_WL，做为验证小区。该小区在周末的 QCI1 业务上行空口丢包率与下行空口丢包率偏高。在经过参数优化调整后，VoLTE 上、下行空口丢包率都明显下降。对比数据见表 4、表 5 所示。

F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号 _1_WL 优化前后，VoLTE 上、下行空口丢包趋势图如 3 所示。

优化结果符合优化预期，达到减少丢包的目的，提高了 MOS 值，改善了 VoLTE 掉话问题，增加了 VoLTE 用户感知。同时优化后其它 KPI，如切换成功率、接通率、E-RAB 掉线率基本上都是在正常范围内[5]。

5 总结

随着网络 VoLTE 用户的增长，现网用户已经出现了语音断续、单通、音质差等一系列通话质量问题，VoLTE 语音质量类投诉占比逐步增多。现阶段通过一系列丢包率优化研究并将成果落地执行，[6]特别是一些新功能、新特性参数的应用，VoLTE 丢包率得到改善，同时为后续优化积累了经验。

表 4 F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号 _1_WL 优化前丢包指标表

日期	小区名称	无线接通率(%)	VoLTE 语音无线接通率(%)	QCI1 业务上行空口丢包率(%)	QCI1 业务下行空口丢包率(%)
2019-12-01	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.55	100.00	4.06	11.66
2019-12-02	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	98.54	100.00	2.19	4.65
2019-12-03	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	98.90	98.90	1.42	4.34
2019-12-04	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.38	99.38	1.53	7.16
2019-12-05	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	100.00	100.00	4.00	2.65
2019-12-06	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	98.64	98.64	1.80	3.74
2019-12-07	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.43	99.43	1.33	7.98
2019-12-08	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.01	99.01	1.44	1.74
2019-12-09	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	100.00	100.00	2.22	5.59

表 5 F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号 _1_WL 优化后丢包指标表

日期	小区名称	无线接通率(%)	VoLTE 语音无线接通率(%)	QCI1 业务上行空口丢包率(%)	QCI1 业务下行空口丢包率(%)
2019-12-10	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.94	99.93	0.08	0.20
2019-12-11	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	98.94	99.94	0.31	0.36
2019-12-12	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	98.95	99.94	0.38	0.27
2019-12-13	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.95	99.94	0.39	0.25
2019-12-14	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.96	100.00	0.44	0.22
2019-12-15	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	100.00	100.00	0.38	0.78
2019-12-16	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.95	99.94	0.33	0.41
2019-12-17	F_H_R_A 市 C 县新挖塘村二号_1_WL	99.97	99.95	0.36	0.39

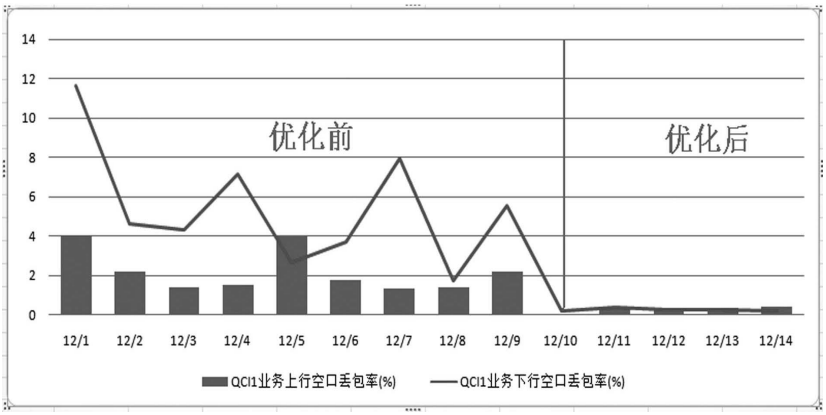

图 3 站点二优化前后 VoLTE 上、下行丢包率变化趋势图

【参考文献】

[1]华为技术有限公司.VoLTE 端到端感知提升思考与现网实践[Z].2019.

[2]华为技术有限公司.BTS3900 V100R011C10SPC210 MML 命令参考[Z].2019.

[3]江林华.LTE 语音业务及 VoLTE 技术详解[M].北京：电子工业出版社，2017.

[4]潘锋.VoLTE 丢包弃包的分析方法及应用[J].电脑迷,2018(31):264-265.

[5]张阳.网络优化实践进阶与关键技术[M].北京：机械工业出版社，2017.

[6]谭利平.VoLTE 丢包率优化研究[J].信息与电脑,2017(14)：186-191.