

5G 语音时延优化研究

Research on 5G Voice Delay Optimization

薛晓宇¹, 龙杰², 方东旭³, 方义成¹, 刘明健¹ (1. 中国移动通信集团设计院有限公司重庆分公司, 重庆 401121; 2. 中国铁塔股份有限公司永川分公司, 重庆 402160; 3. 中国移动通信集团重庆有限公司, 重庆 401121)

Xue Xiaoyu¹, Long Jie², Fang Dongxu³, Fang Yicheng¹, Liu Mingjian¹ (1. China Mobile Group Design Institute Co., Ltd. Chongqing Branch, Chongqing 401121, China; 2. China Tower Co., Ltd. Yongchuan Branch, Yongchuan 402160, China; 3. China Mobile Group Chongqing Co., Ltd., Chongqing 401121, China)

摘要:

5G网络部署初期采用EPS Fallback方案回落到4G,然后利用VoLTE提供语音服务。EPS Fallback涉及IMS、5GC、EPS等领域,流程长、时延大。主要研究如何通过网络优化来缩短5G语音呼叫建立时延。通过对“E2E呼叫建立时延”指标分析优化中所用的到主要方法进行提炼和总结,从信令流程和参数着手,借助信令跟踪信息进行全面优化来缩短呼叫建立时延,为后续5G语音时延优化提供指导意见。

Abstract:

At the initial stage, 5G network adopts EPS Fallback scheme to fall back to 4G, and then VoLTE is used to provide voice services. EPS Fallback involves IMS, 5GC, EPS and other fields, which has long process, long delay. It mainly studies how to shorten the 5G voice call establishment delay through network optimization. By refining and summarizing the main methods used in the analysis and optimization of the "E2E call establishment delay" index, starting from the signaling process and parameters, the overall optimization is carried out with the help of signaling tracking information to shorten the call establishment delay, which provides guidance for the subsequent 5G voice delay optimization.

Keywords:

EPS Fallback; Connection delay; Optimization

引用格式: 薛晓宇, 龙杰, 方东旭, 等. 5G 语音时延优化研究[J]. 邮电设计技术, 2022(10): 38-41.

关键词:

EPS Fallback; 接续时延; 优化

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.10.008

文章编号: 1007-3043(2022)10-0038-04

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):



0 引言

5G沿用4G的语音架构,基于IMS提供语音业务。语音解决方案主要有通过5G NR和IMS(IP Multimedia Subsystem)系统承载语音的VoNR(Voice over NR)方案和回落到4G网络提供语音服务的EPS Fallback(Evolved Packet System Fallback)方案。鉴于目前4G网络较5G NR网络更为成熟,覆盖更好,运营商普遍选择EPS Fallback方案作为5G初期的语音解决方案。

由于5G终端采用EPS Fallback方式进行语音业

务时,需要从5G回落到4G网络,涉及IMS、5GC(5G Core Network)、EPS(Evolved Packet)等领域不同网元之间大量的信令交互判决,导致语音业务呼叫建立时延(下文简称E2E时延)过长,影响客户实际业务感受和满意度。优化前某市移动的EPS Fallback的时延约为6.3 s,因此需要进行流程研究与参数优化以缩短语音业务建立时延,提升网络性能和用户的语音感知。

1 EPS FB原理和流程分析

1.1 基本架构

EPS Fallback需要5G网络和4G网络间的互操作完成语音业务,下面将介绍EPS Fallback方式回落到

收稿日期: 2022-09-13

4G 通过 VoLTE 完成语音业务的网络架构。如图 1 所示, 为了支持 5G 与 4G 间互操作, 需要 5GC (5G Core Network) 和 EPC (Evolved Packet Core) 部分网元进行融合改造, SMF+PGW-C、UPF+PGW-U、PCF+PCRF、

UDM+HSS; SMF+PGW-C 和 UPF+PGW-U 作为锚定点, 保证互操作时的 IP 地址连续性; AMF 与 MME 间需要支持 N26 接口。

1.2 基本流程

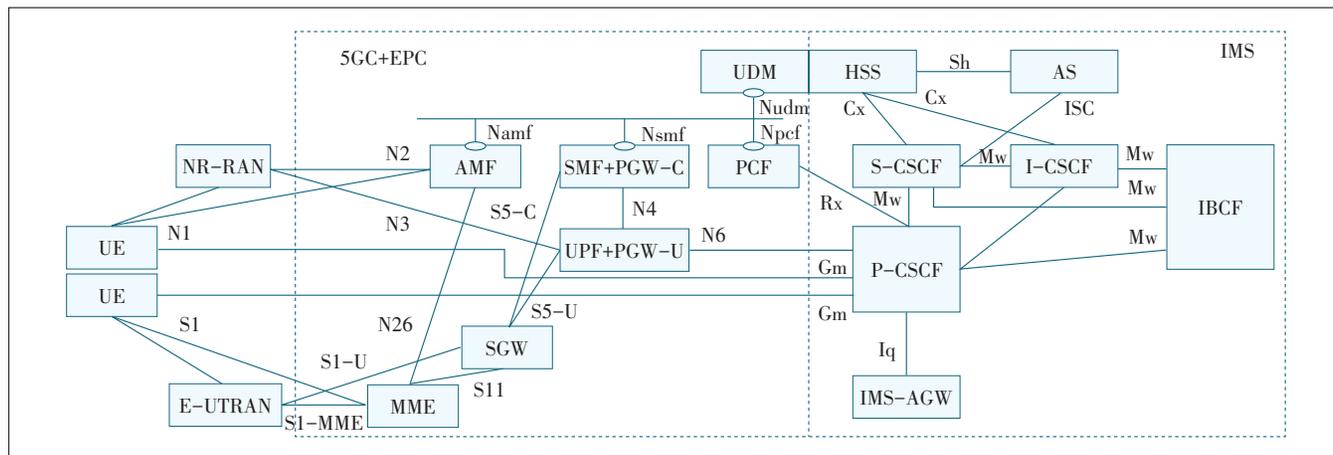


图1 EPS FB的典型组网架构

5G 用户呼叫 5G 用户, 接入时延的优化主要是通过主被叫的无线侧和核心网侧联合端到端优化来提升。EPS Fallback 有基于重定向和切换多种无线侧信令流程, 以下以基于切换的 EPS Fallback 为例介绍 EPS Fallback 业务的基本信令流程。首先终端相关 UE Radio 能力上报和协商, 完成相关 UE 与网络 NAS 能力上报与协商 (注册和 NG 接口); 然后网络端到端建立 2 个 PDU Session 中的数据 flow 和 IMS flow, 尝试在承载多媒体的 PDU session 中建立语音 flow 5QI=1, 触发 gNB 发送针对 4G 的测控消息给 UE, UE 上报 MR 后启动 4G 小区的切换流程。切换流程将 2 个 PDU Session 中已经建立的 flow 中继到 4G 网络, 最后在 4G 建立 QCI=1 的语音 bearer 打通呼叫流程, 详细协议如图 2 所示。

2 无线侧流程优化

无线侧聚焦与空口强相关的寻呼、EPS FB 测量等阶段, 通过寻呼周期优化、EPS FB 提前测量及 TTI 优化、信令缓存优化等 3 个方面降低 E2E 接续时延, 全网改善 350 ms 左右。

2.1 回落策略优化

EPS FB 语音业务根据测量阶段不同和切换阶段不同, 回落策略主要有基于切换、测量重定向、盲重定向 3 种方式。

基于数据切换方式的 EPS Fallback 回落, 终端的

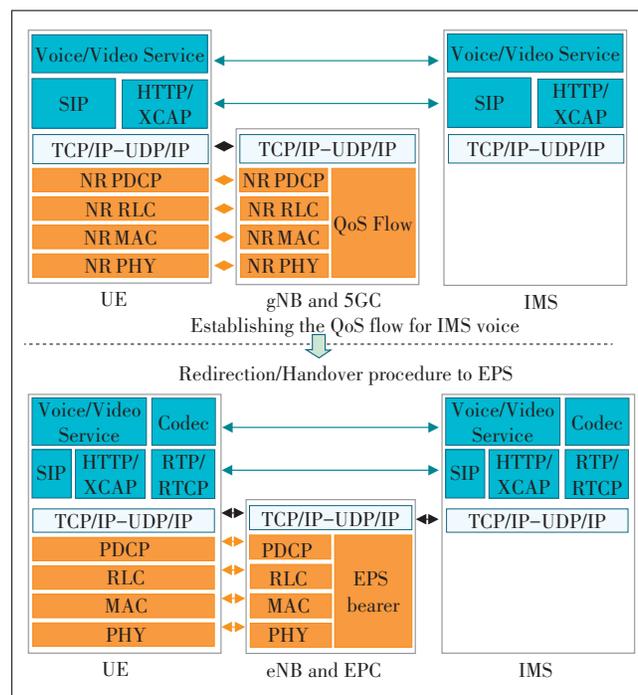


图2 EPS Fallback 协议栈图

语音业务与数据业务 (如果存在) 一起切换至 LTE 侧, 语音建立时延与数据业务中断时延相对较短。基于重定向方式的 EPS Fallback 回落, 终端回落到 LTE 之后需要读取 4G 侧系统消息, 然后再建立 VoLTE 业务; 并且如果在 EPS Fallback 之前有数据业务, 也需要在 LTE 侧重新建立承载以恢复数据业务。表 1 给出了 EPS FB 不同回落策略的测试时延, 从表 1 可以看出,

表1 EPS FB不同回落策略测试时延

区域	测试次数	基于PSHO呼叫时延均值/ms	基于测量重定向呼叫时延均值/ms	基于盲重定向呼叫时延均值/ms
1	20	5 423	6 221	5 515
2	20	5 508	6 065	5 502
3	20	5 881	6 091	5 808
4	20	5 665	6 122	5 660
5	20	5 562	5 577	4 601
6	20	5 730	6 319	5 495
7	20	5 609	5 959	5 096
8	20	5 732	6 448	5 643
9	20	5 618	6 189	5 386
10	20	5 412	6 335	5 703
均值		5 614	6 133	5 441

基于盲重定向的EPS Fallback呼叫时延最低,基于测量重定向的EPS Fallback呼叫时延最高。

由于基于切换EPS Fallback回落需准确配置LTE频点邻区,建议在5G NR连续覆盖区域部署切换策略,在5G不连续覆盖区域部署盲重定向策略,以缩短EPS Fallback时延。

2.2 寻呼周期优化

在无线通信系统中,终端无法预测何时会收到被叫业务,只能持续监听网络侧下发的寻呼。而监听寻呼需要消耗终端电量,因此引入了寻呼周期机制。寻呼机制在一个无线帧周期中设定一部分无线帧作为寻呼帧,并在寻呼帧中配置寻呼时刻,只有在寻呼时刻,网络才会下发寻呼。

对于EPS Fallback业务,当主叫发起呼叫后,网络根据被叫所在的TAC,在被叫终端的寻呼时刻下发寻呼消息,当寻呼周期变化时,等待寻呼时刻的时间也会同步变化。因此,当寻呼周期配置的较小时,网络对被叫终端下发寻呼消息的等待时间越短,平均呼叫建立时延越低。

目前某市移动全网寻呼周期设置为RF128,终端在空口下发寻呼消息的等待时间相对较长,建议将寻呼周期修改为RF32,减少终端等待时间,从而降低EPS Fallback时延。根据现场验证测试结果,优化后E2E时延可减少350 ms左右,效果及参数见表2。

2.3 测量时间优化

EPS Fallback回落过程中测量阶段消耗时延较长,分析测量阶段信令流程共找到可优化的参数有4类。分别是EPS Fallback提前下发B1测量功能和缩短EPS Fallback B1时间迟滞(Time To Trigger)、预调度

表2 寻呼周期优化参数及效果

参数	寻呼周期	PF中PO个数	EPS FB拨打EPS FB始呼接通时延/ms
现网值	RF128	1	5 910
优化值	RF32	1	5 559

功能和延迟查询UE能力信息功能。

针对主叫Idle态和Inactive态语音用户提前下发测量异系统B1事件测量,如图3(a)所示。gNodeB根据RRC Setup Request原因值MO-VoiceCall和网络侧配置及UE能力识别出EPS Fallback语音回落用户,gNodeB给核心网回复初始上下文建立响应消息后提前下发4G B1测量,从而缩短E2E语音呼叫时延。在终端测量环节,周边4G小区信号持续时间迟滞(Time To Trigger)达到B1门限才会上报测量报告,如图3(b)所示,缩短B1测量时间迟滞可以减少EPS Fallback回落时延。EPS Fallback呼叫流程中,SIP信令的收发及时性对时延影响很大,综合考虑资源效率和预调度效果,可以在下行SIP消息后直接触发上行预调度。在初始上下文建立过程中不对NAS消息进行缓存,直接下发也可以缩短E2E时延。延迟查询UE能力信息,识别语音用户后上下文建立先查EUTRAN能力,其他能力(NR/LTE-NR/G/U)推迟到180Ringing后查询。

现网试点的结果如表3所示,小区EPS Fallback测量对应的B1事件Time To Trigger由320 ms调整为256 ms后,E2E时延改善了330 ms左右;EPS Fallback提前下发B1测量功能开启后,E2E时延改善了120 ms左右;小区5QCI5预调度开关开启后,E2E时延改善了180 ms左右;延迟查询UE能力信息功能开启后,E2E时延改善了40 ms左右。

2.4 邻区优化

定期实施5G-4G邻区优化,避免因PCI混淆、外部定义错误、邻区定义错误导致的切换失败转重定向回落,增加E2E呼叫时延。检查基站配置的EPS Fallback切换策略,均开启“EPS Fallback最强邻区重定向开关”,当基站检测到UE测报的最强小区未被配置邻区,会直接发起重定向回落流程。针对此特性,可通过点对点补充、完善5G-4G邻区关系来缩短E2E时延。

3 核心网侧流程优化

5G采用云化组网架构,呼叫接续流程涉及省内网元、大区网元。经分析核心网侧主要可以通过路由寻

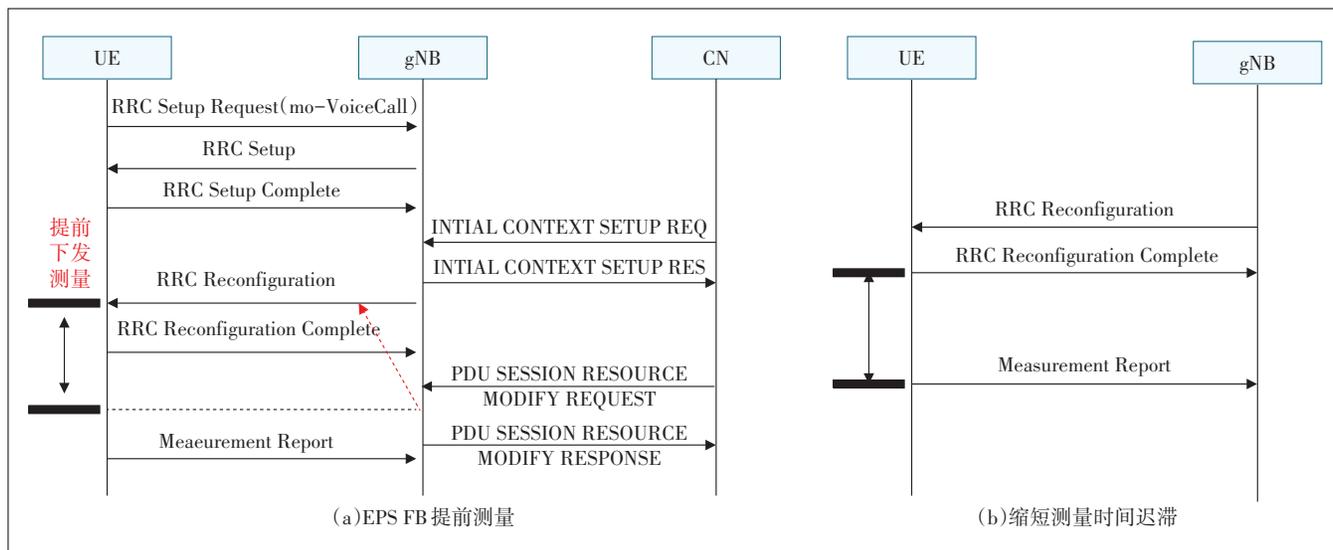


图3 测量时间优化效果对比

表3 测量参数优化效果对比

参数	默认值	修改值	时延改善值/ms
EPS FB的B1时间TTT	320 ms	128 ms	330
EPS FB提前下发测量开关	close	open	120
5QCI5预调度开关	close	open	180
延迟查询UE能力信息	close	open	40

优和信令交互流程优化2个方面缩短E2E接续时延。具体措施包括SCPAS两次UDR转一次UDR、SCP本大区优选、EPS Fallback TAU过程不鉴权、EPS Fallback鉴权设置为系统判断、183并行方案和CSCF缓存SIP消息机制优化等措施进行优化。

4 总结

EPS FB语音建立时延是影响5G语音用户业务感知的重要指标,信令流程中影响时延的所有流程和节点都是优化重点。通过对EPS Fallback端到端信令流程分析,精准判定超时分段以及涉及网元,为EPS Fallback时延优化提供了指导。流程和参数优化策略实施后,某市EPS FB时延已经稳定缩短到4s以内,5G客户语音感知有了明显提升。

参考文献:

[1] 3GPP. Procedures for the 5G system (5GS): 3GPP TS 23.502 [S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).
 [2] 3GPP. NR; Medium Access Control (MAC) protocol specification: 3GPP TS 38.321[S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).
 [3] 3GPP. NR; physical layer procedures for data: 3GPP TS 38.214[S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).

[4] 3GPP. NR; NR and NG-RAN overall description; stage-2: 3GPP TS 38.300[S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).
 [5] 3GPP. NR; Radio Resource Control (RRC); protocol specification: 3GPP TS 38.331[S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).
 [6] 3GPP. NR; physical channels and modulation: 3GPP TS 38.211[S/OL]. [2022-07-20]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs/](http://ftp.3gpp.org/Specs/).
 [7] 王丹,孙滔,段晓东,等.面向垂直行业的5G核心网关键技术演进分析[J].移动通信,2020,44(1):8-13.
 [8] 杜鹏,王刚.5G语音连续性方案研究[J].移动通信,2020,44(10):34-37,72.
 [9] 唐昊,赵永强,李源.5G NR覆盖性能研究[J].邮电设计技术,2020(4):41-45.
 [10] 黄宇红,孙奇,贾民丽,等.智简5G无线网络技术初探[J].电信科学,2021,37(5):1-8.
 [11] 覃道满,何棱,邓闻韬,等.5G SA EPS Fallback语音时延优化探讨[C]//5G网络创新研讨会(2020)论文集.北京:《移动通信》编辑部,2020:215-218.
 [12] 严锋云,武红然.VoLTE接续时延分析与优化实践[J].邮电设计技术,2021(2):31-36.
 [13] 王耀祖,张洪伟,吴磊.5G NR语音解决方案分析[J].邮电设计技术,2019(10):66-70.
 [14] 邱明哲.CSFB呼叫时延优化研究[J].信息通信,2017(10):256-257.
 [15] 黄智瀛,白锡添,杜安静.5G SA语音端到端信令面分析与优化方法[J].通信技术,2021,54(4):878-884.

作者简介:

薛晓宇,工程师,学士,主要从事无线网络业务相关咨询设计工作;龙杰,工程师,学士,主要从事移动通信无线网络规划、建设相关工作;方东旭,高级工程师,硕士,主要从事移动通信无线网络业务优化工作;方义成,工程师,学士,主要从事无线网络业务优化工作;刘明健,工程师,学士,主要从事无线网络优化工作。