



基于对等 PLMN 的 LTE 国际漫游优化方案

秦洁¹, 方琛¹, 刘海晨¹, 程文兵¹, 吴兵¹, 潘小志², 梁日明², 陈志华²

(1. 中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司 深圳 518048;

2. 中国移动通信集团香港有限公司 香港 999077)

摘要:随着 LTE 国际漫游业务的逐步开通,用户跨境漫游选网时延过长的的问题日益受到关注。研究了基于对等 PLMN 的 LTE 国际漫游优化方案,并通过在深圳、香港两地边境口岸的深圳移动和香港移动 LTE 网络联合部署对等 PLMN 技术,实现终端在两个地区运营商之间的跨境空闲状态小区重选以及连接状态重定向,进而达到低成本快速提升用户漫游感知的目标。优化方案实施后,深圳、香港两地漫游用户过境时平均通信中断时长由原来的 90 s 大幅缩短至 5.96 s,减少 93.4%,极大地改善了两地用户往来漫游感知。

关键词: LTE 国际漫游;对等 PLMN;网络选择

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015247

LTE International Roaming Optimization Scheme Based on Equivalent PLMN

Qin Jie¹, Fang Chen¹, Liu Haichen¹, Cheng Wenbing¹, Wu Bing¹,

Pan Xiaozhi², Liang Riming², Chen Zhihua²

(1. China Mobile Group, Guangdong Co., Ltd. Shenzhen Branch, Shenzhen 518048, China;

2. China Mobile Group, HongKong Co., Ltd., HongKong 999077, China)

Abstract: With the development of LTE international roaming, the long time delay for roaming network selection has recently attracted much attention. A LTE international roaming optimization scheme based on equivalent PLMN was investigated. By deploying the scheme in China Mobile Shenzhen Branch and HongKong Branch LTE networks at frontier ports area, UE can do reselection (in idle mode) and redirection (in connected mode) between cells from different operators across the boundary. The average no service time across the boundary shortened from 90 seconds to 5.96 seconds, the customer's international roaming perception was greatly improved.

Key words: LTE international roaming, equivalent PLMN, network selection

1 引言

随着中国移动 LTE 国际漫游业务的逐步开通,用户跨

境漫游选网时延过长的的问题日益受到关注。以边境城市深圳、香港为例,在过境时开通国际漫游业务的用户会从深圳移动 LTE 网络脱网,经历网络搜索、PLMN(public land

收稿日期:2015-04-03;修回日期:2015-09-30

论文引用格式:秦洁,方琛,刘海晨等. 基于对等 PLMN 的 LTE 国际漫游优化方案. 电信科学, 2015247

Qin J, Fang C, Liu H C, et al. LTE international roaming optimization scheme based on equivalent PLMN. Telecommunications Science, 2015247

mobile network, 公共陆地移动网络)选择等过程登录香港运营商网络, 网络无服务时间长达数十秒甚至数分钟, 影响客户感知。为此, 本文提出基于 EPLMN (equivalent PLMN, 对等 PLMN), 即与终端当前选择的 PLMN 处于同等地位的 PLMN) 的 LTE 国际漫游优化方案。该方案主要通过在深圳和香港两地边境口岸的 LTE 网络联合部署 EPLMN 技术, 实现两个地区运营商之间的跨境空闲状态小区重选以及连接状态重定向, 进而达到低成本快速提升用户漫游感知的目标。

2 国际漫游终端选网流程及 EPLMN 技术原理概述

当终端漫游出境时, 原驻留网络信号会逐渐减弱, 直至脱网, 随后终端将启动 PLMN 选择过程。根据 3GPP 协议 23.122, 当终端自动选择 PLMN 时, 需遵循以下优先级顺序选择并尝试注册:

(1) RPLMN (上次登录成功的 PLMN, 存储在 USIM/SIM 卡中) 或 EPLMN (如果 EPLMN 列表存在);

(2) HPLMN (用户归属的 PLMN, 包含在用户的号码中, IMSI 中的 MCC+MNC) 或 EHPLMN (等效归属 PLMN);

(3) 在 SIM 卡数据中按照 UPLMN (用户控制的 PLMN, 存储在 USIM/SIM 卡中) 优先级顺序选择;

(4) 在 SIM 卡数据中按照 OPLMN (运营商控制的 PLMN, 存储在 USIM/SIM 卡中) 优先级顺序选择;

(5) 在其他的高信号质量小区 ($LTE\ RSRP \geq -110\text{ dBm}$, $UTRAN\ FDD\ RSCP \geq -95\text{ dBm}$, $UTRAN\ TDD\ RSCP \geq -84\text{ dBm}$, $GSM\ RSSI \geq -85\text{ dBm}$) 所属的 PLMN 和 ACT (接入技术) 组合中, 随机选择一个;

(6) 在其他的低信号质量小区所属的 PLMN 和 ACT 组合中, 按照信号质量从高到低排序, 选择信号质量最强的。

在未经优化的情况下, 终端在步骤 (5) 或步骤 (6) 才能完成选网, 处于网络无服务的时间长达数十秒甚至数分钟, 严重影响了客户感知。

为了解决该问题, 可采用 EPLMN 技术, 即在 LTE 网络 MME 中开启 EPLMN 功能, 把合作运营商 PLMN 加入 EPLMN 列表, 并以 TA (tracking area, 跟踪区域) 为单位下发。EPLMN 的作用是在跨 PLMN 漫游时, 终端优先选择签约注册网络推荐的 PLMN, 保护本运营商的利益。当终端在该 TA 发起 TAU 和 attach 时, 网络将 EPLMN 列表发送

给终端, 终端会将此 EPLMN 列表和发送此列表的 PLMN 共同存储在终端的 “equivalent PLMN” 表中, 在进行 PLMN 选择、小区选择、重选和切换时, “equivalent PLMN” 表中所有的 PLMN 都被认为是等同的。若在边境地区网络部署 EPLMN (具体为本国/地区的运营商将邻近国家/地区运营商网络的 PLMN ID 配置成本国/地区网络的 EPLMN), 那么在该区域的终端可在空闲状态从本国/地区的网络通过小区重选到邻近国家/地区网络, 在连接状态从本国/地区网络通过切换或重定向到邻近国家/地区网络, 不需要通过传统的脱网重搜机制实现漫游选网, 从而可大幅缩短用户过境脱网时间, 提升客户漫游体验。本文以中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司 (以下简称深圳移动) 与中国移动通信集团香港有限公司 (以下简称香港移动) 的 LTE 网络为例, 阐述 LTE 国际漫游 EPLMN 解决方案及实践效果。

3 LTE 国际漫游 EPLMN 解决方案

3.1 核心网方案

在核心网侧, 需在双方 MME 开启 EPLMN 功能, 在深圳移动 MME EPLMN 列表中添加香港移动 PLMN=454-12, 在香港移动 MME EPLMN 列表中添加中国移动 PLMN=460-00。EPLMN 列表以 TA 为单位下发, 为了避免边界附近的用户发生不必要的虚假国际漫游, 双方在过境区域规划一个小的 TA, 包含少量几个覆盖口岸的小区, EPLMN 列表仅在这个特殊的边界 TA 内下发, 如图 1 所示。

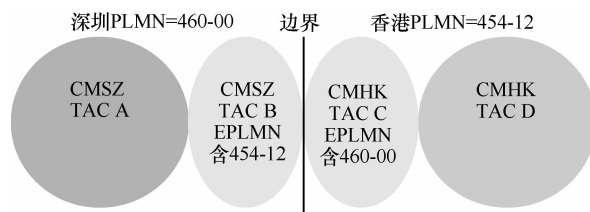


图 1 LTE 核心网配置 EPLMN

在广播 EPLMN 的 TA 中, 终端通过 TA 更新保存了 EPLMN 信息, 可在空闲状态从本国/地区的网络通过小区重选到邻近国家/地区网络, 在连接状态从本国/地区网络通过切换或重定向到邻近国家/地区网络, 容易造成虚假漫游, 导致用户产生不必要的漫游通信费用。因此, 需要严格控制 TA 中的小区数量及覆盖范围, 确保该 TA 仅在口岸区域小范围使用。



3.2 无线网方案

深圳移动与香港移动经过讨论评估,选取罗湖口岸、福田口岸以及深圳湾口岸 3 个过境人数较高的口岸部署 EPLMN 无线侧方案,包括以下环节。

(1)无线环境勘察

选取边境小区与对方信号衔接,调整衔接处信号强度;通过 RF 调整、参数设置等手段使得衔接小区有较稳定的主导效果,数量尽可能少,降低不希望过境的本运营商用户产生虚假漫游的风险,割接选定的衔接小区至对等网专用 TA。各口岸无线勘察情况如图 2 所示。

(2)深圳至香港方向空闲状态重选参数设置

在深圳移动网络配置香港移动的 LTE 测量频点为 F1、F2、F3,由于香港移动频点与深圳移动网内的 2G/3G/4G 重选及重定向采用同一套判决门限,而深圳移动网内邻区频点较多,为了保证 EPLMN 小区连续覆盖,将香港移动的 LTE 频点优先级设置为最高。根据衔接处双方信号强度调整合适的重选门限,当香港移动信号强于门限值时启动重选。

(3)香港至深圳方向空闲状态重选参数设置

在香港移动网络配置深圳移动的 LTE 测量频点 F4、F5、F6,由于香港移动网内信号覆盖控制较好,配置深圳移动 LTE 频点优先级低于香港移动 LTE 频点,但是高于香港移动 3G 和 2G 频点优先级。根据衔接处双方信号强度

调整合适的重选门限,当香港移动信号弱于门限值时启动重选。

(4)深圳至香港方向连接状态重定向参数设置

在深圳移动 LTE 网络配置香港移动 LTE 小区为深圳移动的邻区,由于深圳移动网内 2G/3G/4G 邻区信号较多,为了保证 EPLMN 小区连续覆盖,将香港移动邻区优先级设置为最高。根据香港移动 LTE 频点覆盖范围,差异化设置其 3 个 LTE 频点的优先级。根据衔接处双方信号强度调整合适的重定向门限,当深圳移动信号低于该门限时启动 A2 盲重定向;调整深圳移动网内异频、异系统切换门限,使其低于上述重定向门限,避免在重定向前切换至其他 LTE 小区。

(5)香港至深圳方向连接状态重定向参数设置

根据衔接处双方小区信号强度个性化选取事件类型及门限,在罗湖口岸双方信号强度相近,采用 A3 事件触发重定向;在福田及深圳湾口岸,采用 A5 事件,当深圳移动信号高于门限,同时香港移动信号低于门限时,触发重定向。

深圳移动和香港移动 EPLMN 小区及主要相关参数配置示例见表 1 和表 2。

4 深圳和香港 LTE EPLMN 方案部署实践

以罗湖口岸为例,在部署 EPLMN 前,深圳至香港方向



图 2 深港口岸无线环境勘察及 EPLMN 重选位置

表 1 深圳移动 EPLMN 小区参数设置示例

口岸名称	小区	测量香港频点	空闲状态参数		连接状态参数		
			重选优先级	重选触发门限/dBm	触发事件	盲切换优先级	盲重定向门限/dBm
罗湖口岸	cell 1	F1/F2/F3	7	-100	A2 盲重定向	16/15/14	-115
深圳湾口岸	cell 2	F1/F2/F3	7	-100	A2 盲重定向	16/15/14	-106

表 2 香港移动 EPLMN 小区参数设置示例

口岸名称	ECGI	测量深圳频点	空闲状态参数		连接状态参数			
			重选优先级	重选触发门限/dBm	触发事件	A3 偏移/dBm	A5 本小区门限/dBm	A5 目标小区门限/dBm
罗湖口岸	cell 3	F4/F5/F6	3	-120	A3	5	不涉及	不涉及
深圳湾口岸	cell 4	F4/F5/F6	3	-116	A5	不涉及	-116	-105

表 3 深圳和香港口岸 EPLMN 配置前后脱网时间对比

地点	过境方向	未配置 EPLMN 脱网时间/s	配置 EPLMN-连接状态脱网时间/s	配置 EPLMN-空闲状态脱网时间/s	配置 EPLMN 平均脱网时间/s	平均改善比例
罗湖口岸	深圳—香港	38	4.45	5.46	4.96	87.0%
罗湖口岸	香港—深圳	200	6.49	5.57	6.03	97.0%
	罗湖口岸平均	119	5.47	5.52	5.49	95.4%
福田口岸	深圳—香港	62	1.23	6.54	3.89	93.7%
福田口岸	香港—深圳	18	5.54	7.19	6.37	64.6%
	福田口岸平均	40	3.39	6.87	5.13	87.2%
深圳湾口岸	深圳—香港	79	6.63	6.02	6.33	92.0%
深圳湾口岸	香港—深圳	143	6.59	9.76	8.18	94.3%
	深圳湾口岸平均	111	6.61	7.89	7.25	93.5%
	3 个口岸总体平均	90	5.16	6.76	5.96	93.4%

脱网时间为 38 s,香港至深圳方向脱网时间为 200 s。部署 EPLMN 后,终端在连接状态下由深圳至香港方向脱网时间约为 4.45 s,由香港至深圳方向脱网时间约为 6.49 s,终端在空闲状态下由深圳至香港方向脱网时间约为 5.46 s,由深圳至香港方向脱网时间约为 5.57 s。相比部署 EPLMN 前,平均脱网时长缩短 95.4%。福田口岸、深圳湾口岸测试情况与罗湖口岸相似,本文不再展开赘述,总体统计数据见表 3。优化方案实施后,深港两地漫游用户过境时平均通信中断时长由原来的 90 s 大幅缩短至 5.96 s,减少了 93.4%。

5 结束语

本文研究了基于对等 PLMN 的 LTE 国际漫游优化方案,并通过在深港两地边境口岸的深圳移动和香港移动 LTE 网络联合部署对等 PLMN 技术,实现终端在两个地区运营商之间的跨境空闲状态小区重选以及连接状态重定向,进而达到低成本快速提升用户漫游感知的目标。

本文研究成果是国内首次将 EPLMN 技术应用于跨境 LTE 漫游场景,创新性强,兼容性好,实施效果显著,且对现网设备无硬件升级改造要求,仅需开启功能、配置参数,成本投入低。优化方案实施后,深港两地漫游用户过境时平均通信中断时长由原来的 90 s 大幅缩短至 5.96 s,减少了 93.4%,极大地改善了两地用户往来漫游感知,提升中国移动通信集团公司 LTE 网络的国际品牌形象和竞争力,取得良好的社会效益,并为该方案在全球其他地区的推广起到了示范作用。

参考文献

1 3GPP TS 24.301. Non-Access-Stratum (NAS) Protocol for Evolved Packet System (EPS), 2014

2 3GPP TS 23.122. Non-Access-Stratum (NAS) Functions Related to Mobile Station (MS) in Idle Mode, 2014

3 3GPP TS 31.102. Characteristics of the Universal Subscriber Identity Module (USIM) Application, 2014

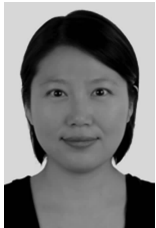
4 3GPP TS 22.011. Service Accessibility, 2014

5 3GPP TS 36.304. User Equipment (UE) Procedures in Idle Mode, 2014



6 3GPP TS25.304. User Equipment (UE) Procedures in Idle Mode and Procedures for Cell Reselection in Connected Mode, 2014

[作者简介]



秦洁,女,中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司无线优化中心中级网优技术主管,主要研究方向为无线网络优化。



方琛,男,中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司无线优化中心省级专家,主要研究方向为无线网络优化。



刘海晨,男,中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司工程管理中心高级无线网项目专业主管,主要研究方向为无线网络工程建设。



程文兵,男,中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司无线优化中心省级专家,主要研究方向为无线网络优化。



吴兵,男,中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司无线优化中心部门经理,主要研究方向为无线网络优化。

潘小志,男,中国移动通信集团香港有限公司无线网络部经理,主要研究方向为无线网络优化。

梁日明,男,中国移动通信集团香港有限公司无线网络部助理经理,主要研究方向为无线网络优化。

陈志华,男,中国移动通信集团香港有限公司无线网络部高级工程师,主要研究方向为无线网络优化。