



多 PLMN EUTRAN 组网的移动性管理分析

熊尚坤¹, 李文苒¹, 赵 晔², 陈 洁¹, 王庆扬¹

(1. 中国电信股份有限公司广州研究院 广州 510630; 2. 中国电信集团公司 北京 100033)

摘 要: 对一个运营商 EUTRAN 组网时采用两个或多个 PLMN 的场景进行了描述, 并分场景重点分析了多 PLMN EUTRAN 组网中的移动管理流程。分析表明, 基于 3GPP 的标准协议, 一个运营商在多 PLMN EUTRAN 组网时可以实现正常的移动性管理, 保证用户业务体验的连续性。

关键词: 多 PLMN; 移动性管理; EUTRAN

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015276

Analysis on Mobility Management of Multiple PLMNs EUTRAN Networking

Xiong Shangkun¹, Li Wenyi¹, Zhao Ye², Chen Jie¹, Wang Qingyang¹

(1. Guangzhou Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China;

2. China Telecom Corporation, Beijing 100033, China)

Abstract: The use cases of two or multiple PLMNs for one operator were provided. And then, the procedures of mobility management of multiple-PLMN networking were analyzed for different use cases. As a conclusion, it was feasible for a operator to achieve normal mobility management and keep continuity of service when EUTRAN networking with multiple PLMNs.

Key words: multiple PLMNs, mobility management, EUTRAN

1 引言

多 PLMN 组网通常见于多个运营商共享网络, 在 3GPP 标准^[1]中, 包括两种典型的场景, 一种是只共享无线网络的场景, 即 MOCN (multi-operator core network) 模型, 此时, 一个无线网被共享接入多个不同运营商的核心网; 另外一种, 除共享无线网络以外, 核心网网关也被共享, 即 GWCN (gateway core network) 模型。这两种场景都需要共享无线网络, 在 eNode B 小区中广播多个 PLMN ID。

本文将基于 3GPP 的标准, 研究同一个运营商 EUTRAN 采用两个 PLMN 组网时的移动性管理流程, 相关流程可以很容易推广应用到一个运营商采用多个 PLMN 组网的场景。

2 场景分析

一个运营商只有一个核心网络, 不同的 eNode B 广播不同 PLMN, 比如 eNode B1 广播 PLMN1, eNode B2 广播 PLMN2, 两个基站接入同一个核心网。具体而言, 有两种场

收稿日期: 2015-06-16; 修回日期: 2015-10-13

论文引用格式: 熊尚坤, 李文苒, 赵晔等. 多 PLMN EUTRAN 组网的移动性管理分析. 电信科学, 2015276

Xiong S K, Li W Y, Zhao Y, *et al.* Analysis on mobility management of multiple PLMNs EUTRAN networking. Telecommunications Science, 2015276



景：两个基站接入同一个 MME 或者两个基站接入不同的 MME,分别如图 1 和图 2 所示。

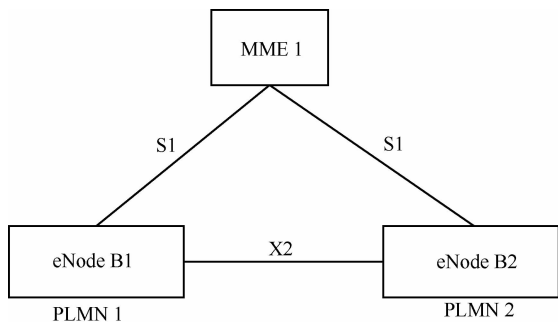


图 1 两个广播不同 PLMN 的基站接入同一个 MME

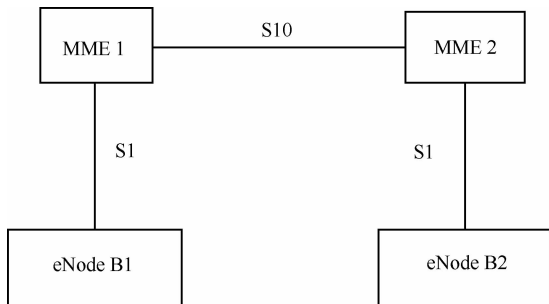


图 2 两个广播不同 PLMN 的基站接入不同的 MME

在图 1 和图 2 中,eNode B1 和 eNode B2 在小区系统信息广播中下发 PLMN ID list,在协议^[2]中的定义为:PLMN-identitylist。eNode B1 广播的 PLMN ID list 中只含有一个 PLMN ID,即 PLMN1;eNode B2 广播的 PLMN list 中也只含有一个 PLMN ID,即 PLMN2。

对于网元编码:eNode B1 的 Global eNode B ID 编码中的 PLMN identity 字段为 PLMN1,eNode B2 的 Global eNode B ID 编码中的 PLMN identity 字段为 PLMN2。对于 MME,MME1 的 GUMMEI 可标识为 PLMN1+MME ID1,MME2 的 GUMMEI 可标识为 PLMN2+MME ID2。

在 MME 的配置中,应配置 PLMN1 和 PLMN2 为等效的 PLMN,即对于 PLMN1,等效的 equivalent PLMN 中应包含 PLMN2,对于 PLMN2,等效的 equivalent PLMN 中应包含 PLMN1。

图 1 中,同一个 MME 下两个不同 PLMN 前缀编码的 eNode B 仍然可以正常建立 X2 接口^[3],如图 3 所示。

3 多 PLMN 组网中的移动性限制

在多 PLMN 组网中,移动性限制功能(mobility restriction functionality)^[4]在网络共享场景中可以帮助终

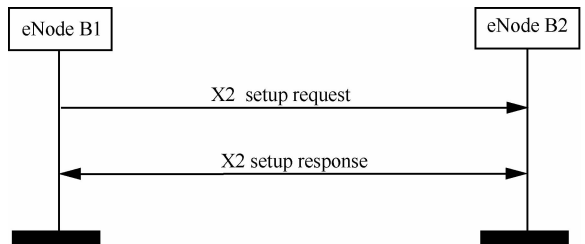


图 3 X2 成功建立流程

端和网络从多 PLMN 中确定唯一的目标 PLMN,该功能也适用于一个运营商采用两个或者多个 PLMN 组网,一个运营商的两个 PLMN 或多个 PLMN 应配置为 equivalent PLMN。

在 ECM-idle 的空闲状态下,移动性限制功能主要由终端执行,终端在 TAU 更新时会从核心网获得 equivalent PLMN 信息^[5],这样,终端在跨 PLMN 移动时,会依据 equivalent PLMN 来选择目标的 PLMN。

在 ECM-connected 的连接状态下,移动性限制功能主要由核心网络 and 无线网络执行,核心网络会为无线网络提供一个切换限制列表(handover restriction list)^[6],切换限制列表中,含有 equivalent PLMN 信息,无线网络会依据 handover restriction list 中的 equivalent PLMN 来决策切换后的目标的服务 PLMN。

本文将在终端初始网络选择和注册的流程基础上,针对 ECM-idle 和 ECM-connected 两种状态来详细分析两种场景下的移动性管理流程。

4 网络选择和注册

终端开机后,会进行网络选择^[7],使用 USIM 卡,会优先在 RPLMN(上次注册过的 PLMN)或 ePLMN(与上次注册的 PLMN 等效的 PLMN)尝试注册,如果注册失败,终端会按以下排列顺序的 PLMN 自动地尝试接入与注册。

- HPLMN(归属 PLMN):终端支持的所有 RAT(无线接入技术),但是从特定的 RAT 开始尝试。
- UPLMN:用户控制 PLMN 列表(使用特定的 RAT)。
- OPLMN:运营商控制 PLMN 列表(使用特定的 RAT)。
- 其他有更高接收信号质量的随机顺序的 PLMN。
- 其他按信号质量降序排列的 PLMN。

这过程中终端不会尝试接入“禁用 PLMN”列表中的 PLMN。

假定是运营商网络内的用户,用户的 IMSI 中的 PLMN

字段为 PLMN1,如果在 PLMN1 的覆盖区域,由于 PLMN1 为用户的 HPLMN,具有最高的网络选择优先级,因此将选择 PLMN1 的小区进行注册,终端会在 RRC connection setup complete 消息中上报 selected PLMN-identity 给 eNode B, eNode B 会根据终端上报的 selected PLMN-identity 为终端选择 MME,此时,对于图 1 的场景, PLMN1 和 PLMN2 共用同一个物理 MME (即 MME1), 不管终端是选择了 PLMN1 还是选择了 PLMN2, 所有 eNode B 都会映射选择 MME1 作为注册的 MME。对于图 2 的场景,终端如果选择了 PLMN1,则对应的 eNode B 会映射选择 MME1;终端如果选择了 PLMN2,则对应的 eNode B 会映射选择 MME2 作为注册的 MME。

终端发送 attach request 给选择的 MME,在 PLMN1 进行注册,此时网络在 attach accept 消息回复 equivalent PLMN 给终端, equivalent PLMN 应包含 PLMN2,此时终端获取 PLMN2 为 PLMN1 的等效 PLMN。在 attach 完成后,终端进入 EMM-registered 状态,注册的 PLMN 为 PLMN1,隐含在获得的 GUTI 中。

对于漫游用户或者 IMSI PLMN 为 PLMN2 的用户,网络选择和注册的流程是类似的。

5 ECM-idle 状态下的移动性管理

对于图 1 的场景,在 ECM-idle 状态,如果终端从 PLMN1 移动到 PLMN2 的覆盖区域,终端从小区广播消息中检测到 PLMN 发生改变,但如果两个 PLMN 下的 TAI 不属于同一个 TAI list,则终端需要发起 TA update 流程。实际组网中,对于图 1 的场景,如果 PLMN1 和 PLMN2 覆盖重叠地理区域,比如混合组网中,在同一地理位置,TD-LTE 基站广播 PLMN1,LTE FDD 基站广播 PLMN2,则也可以考虑将两个 PLMN 的 TAI 配置在同一个 TAI list,这样在跨 PLMN 间重选时,也不需要进行 TA update。

对于图 2 的场景,由于 PLMN1 和 PLMN2 一般属于不同的区域(如不同的省),广播 PLMN1 的基站和广播 PLMN2 的基站一般会设置为不同的 TAI list,此时,终端从 PLMN1 移动到 PLMN2 的覆盖区域时,会发生一次 TA update。

6 ECM-connected 状态下的移动性管理

ECM-connected 状态下的多 PLMN 的移动性限制,主要是由无线网络和核心网进行控制。终端在 MME1 下的

eNode B1 通过 service request 从 ECM-idle 转换为 ECM-connected 的过程中,如图 4 所示,核心网 MME1 会通过 initial context setup response 消息中将 handover restriction list IE 发给 eNode B1^[6],其中包含了 serving PLMN 和 equivalent PLMN 字段,serving PLMN 为 PLMN1, equivalent PLMN 包括 PLMN2。这个 handover restriction list IE 对于切换过程很关键,如果是基于 X2 接口的切换, handover restriction list IE 将在 X2 接口传递,帮助目标基站决定该 UE 的 serving PLMN。如果是基于 S1 接口的切换, handover restriction list IE 将由 MME 在切换过程中下发给目标 eNodeB。

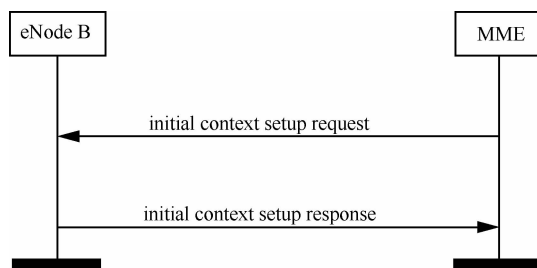
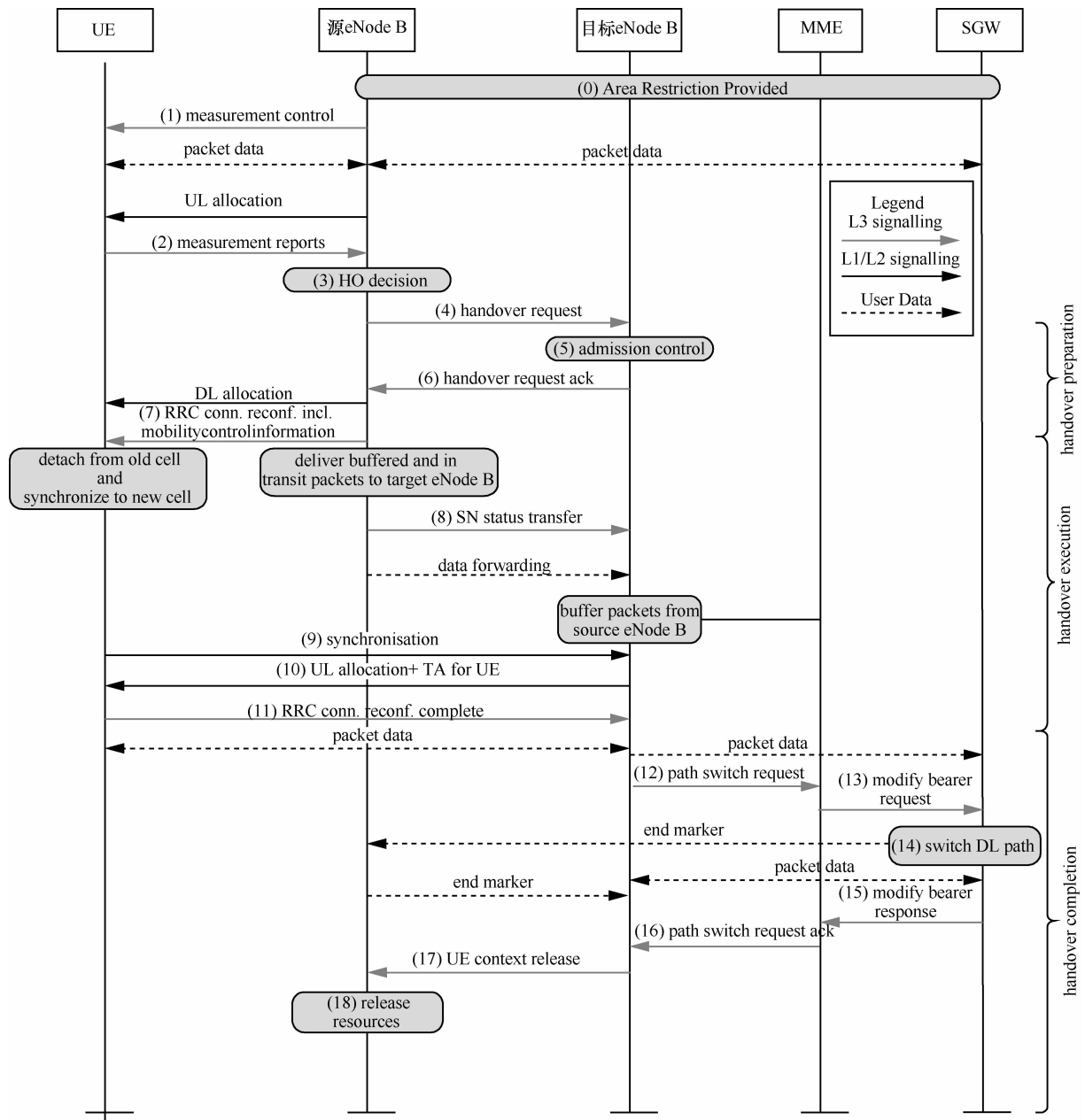


图 4 成功的 S1 接口上下文建立流程

在 ECM-connected 状态,分图 1 和图 2 两个场景来分析 eNode B1 和 eNode B2 间的切换过程。

对于图 1 的场景,系统一般采用基于 X2 接口的切换方式,切换流程如图 5 所示,eNode B1 可对应图 1 中的源 eNode B,eNode B2 可对应图 1 中的目标 eNode B。

终端如上所述在 MME1 下通过 attach 或者 TA 更新获取 PLMN2 是 PLMN1 的等效 PLMN。进入 ECM-connected 状态后,当终端测量满足某个事件(如 A4 事件)时,会在测量报告(measurement report)中,将 eNode B2 目标小区的 PCI 上报到源 eNode B1,源 eNode B1 可以在后台配置的邻区列表中找到目标小区 PCI 及关联的目标小区 ECGI (其中包含目标小区 PLMN2 字段),此时,源 eNode B1 可以获悉目标小区是 PLMN2,但是与源小区 PLMN1 等效 PLMN,因此,在 eNode B1 向 eNode B2 发起的 handover request 消息中,eNode B1 将在消息的 handover restriction list 中的 serving PLMN 字段设定为 PLMN2,将 equivalent PLMN 字段设定为 PLMN1,这样,服务 PLMN 和等效 PLMN 的关系在这种切换中得以传播。在切换完成后,eNode B2 会将该 UE 的 serving PLMN (包含在 TAI 字段:PLMN2+TAC) 在 path switch request 消息中上报给 MME,因此,UE 切换后到目标小区后,在 ECM-connected 状态下,UE 的 serving PLMN 为

图5 MME内eNode B间基于X2接口切换流程^[7]

PLMN1,而MME为该UE选择的serving PLMN是PLMN2。

如果切换前后的小区TAI(PLMN+TAC)不在同一个TAI list里,则在ECM-connected状态下会触发TA update,MME可以将TAU accept消息中将新的GUTI(PLMN2+MMEGI+MMECode+M-TMSI)下发给UE,其中,包含了新的serving PLMN即PLMN2;如果切换前后小区的TAI在同一个TAI list中,则需等到UE进行周期性TAU时,MME可以在TAU accept消息中将新的GUTI(PLMN2+MMEGI+MMECode+M-TMSI)下发给UE,其中包含了新的serving

PLMN,即PLMN2。

对于图2的场景,eNode B1和eNode B2应划分为不同的TAI list。切换的流程涉及MME间S10切换,切换流程如图6所示,eNode B1/MME1对应图6中的源eNode B/源MME,eNode B2/MME2对应图6中的目标eNode B/目标MME。在切换流程中,MME2会由handover request消息将handover restriction list IE下发给eNode B2,指示eNode B2该UE切换后的serving PLMN应为PLMN2,等效的PLMN为PLMN1。

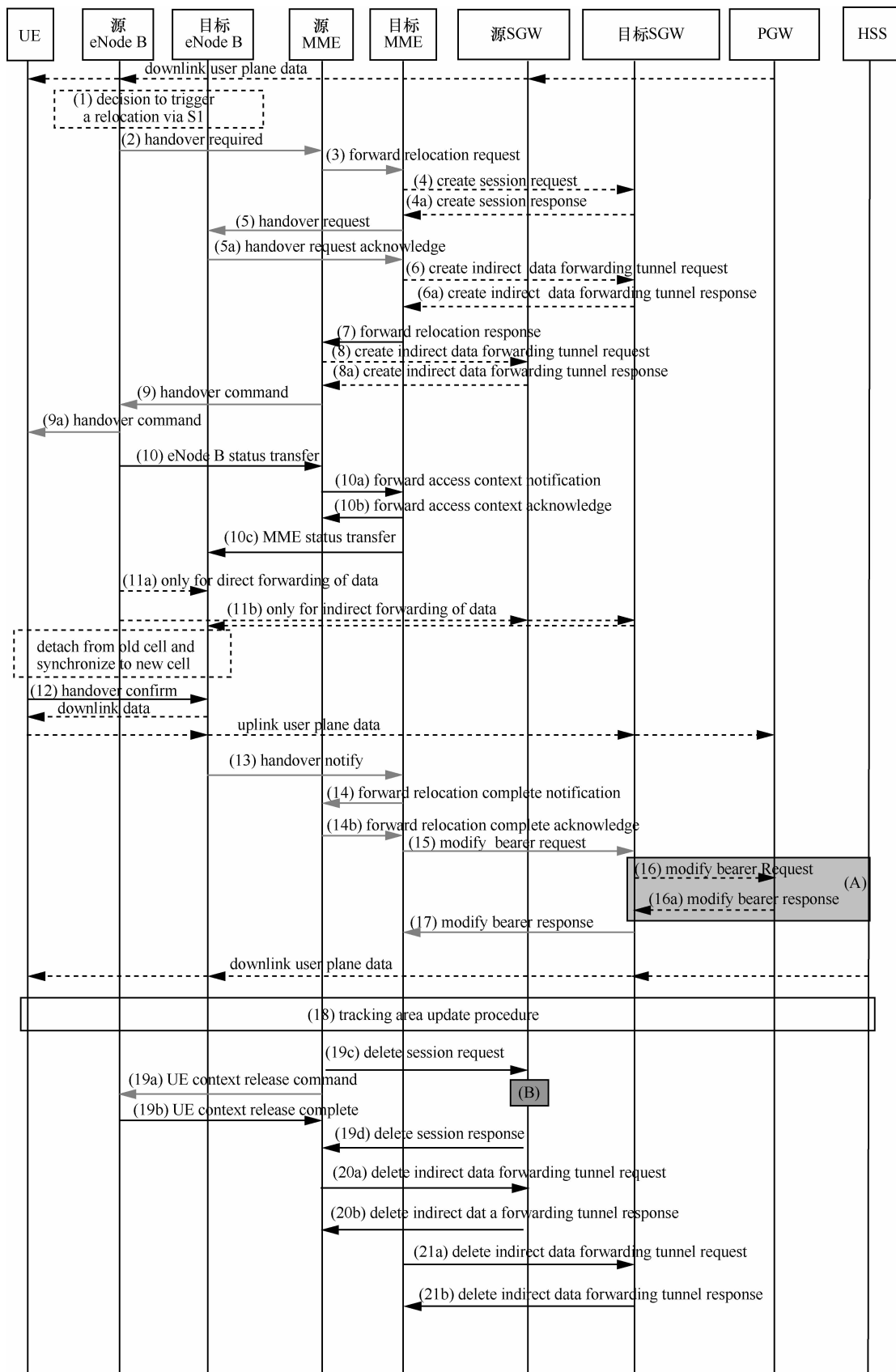


图 6 跨 MME 的切换流程^[4]



由于跨 MME,eNode B1 和 eNode B2 应划分为不同的 TAI list,从 eNode B1 切换到 eNode B2 后,随即会发起一次 TAU,MME2 在 TAU accept 消息中将新的 GUTI (PLMN2+MMEGI+MMECode+M-TMSI)下发给 UE,其中包含了新的 serving PLMN,即 PLMN2。

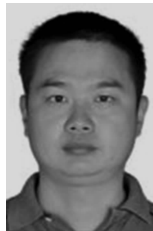
7 结束语

一般情况下,多 PLMN 组网应用在多个运营商共享网络的场景下,本文对一个运营商的多 PLMN 组网的场景和配置以及移动性管理流程进行了分析,基于 3GPP 已有的协议,也可以实现一个运营商多 PLMN 组网,组网中可以实现正常的移动性管理,保证用户体验和业务的连续性。

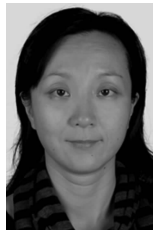
参考文献

- 1 3GPP TS 23.251 V13.0.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and System Aspects, Network Sharing, Architecture and Functional Description (Release 13), 2014
- 2 3GPP TS 36.331 V12.3.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA), Radio Resource Control (RRC), Protocol Specification (Release 12), 2014
- 3 3GPP TS 36.423 V12.3.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), X2 Application Protocol (X2AP) (Release 12), 2014
- 4 3GPP TS 23.401 V13.1.0 (2014-12). 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and System Aspects, General Packet Radio Service(GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network(E-UTRAN) Access(Release 13), 2014
- 5 3GPP TS 24.301 V13.0.0. Non-Access-Stratum (NAS) Protocol for Evolved Packet System (EPS), Stage 3 (Release 13), 2014
- 6 3GPP TS 36.413 V12.3.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), S1 Application Protocol (S1AP) (Release 12), 2014
- 7 3GPP TS 25.304 V12.4.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, User Equipment (UE) Procedures in Idle Mode and Procedures for Cell Reselection in Connected Mode (Release 12), 2014
- 8 3GPP TS 36.300 V12.3.0. 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), Overall Description, Stage 2 (Release 12), 2014

[作者简介]



熊尚坤,男,博士,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要研究方向为无线通信新技术、通信信号处理。



李文苒,女,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要研究方向为移动核心网络新技术。



赵晔,男,中国电信集团公司技术部高级工程师,主要研究方向为移动通信无线新技术研究、科研管理。

陈洁,女,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要研究方向为移动核心网络新技术。

王庆扬,男,博士,中国电信股份有限公司广州研究院移动通信研究所所长、高级工程师,主要研究方向为移动通信系统、移动互联网的关键技术及应用。