

LTE-A 提案

基于中继的均衡优先 Energy Saving 方案

提案人：翁鹏飞 学号：5070309582

■ 引言

3GPP RAN1 目前正在进行 LTE-Advanced 的标准化工作，作为未来 LTE-A 网络中的先进技术，中继技术可以提升小区的吞吐量、扩大小区覆盖范围，因而在最近的 3GPP 会议中被广泛的讨论。

RAN3#66bis 和 RAN3#67 会议讨论了 LTE 中 Energy Saving 的机制问题，形成了如下结论：

1. The approach to achieve energy savings is by switching off/on capacity booster cells, i.e. a HCS deployment is assumed;
2. RNL-based triggers should be used;
3. The mechanism to be used should maintain the peer-to-peer nature of the X2 interface and should not introduce a master-slave approach.

本文基于以上的基本框架，提出一种以均衡优先的 Energy Saving 方案，希望做到 Energy Saving 和主动均衡的良好兼顾，并同时避免“乒乓”效应的发生。

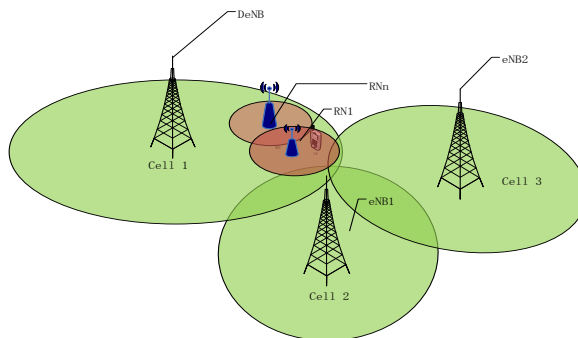


图 1 中继系统的示意图

■ 问题引入

LTE-A 系统运行过程中，小区可能会出现两种不平衡状态：小区过载（即 Cell 小区的负载高于某个阈值）和小区欠载（即 Cell 小区的负载低于某个阈值）；在以前的讨论中，应对方法是：eNB 用某种负载均衡技术调节小区过载情况，而用某种节能技术处理小区欠载情况。

但是，当小区过载时才采用负载均衡技术进行调节，这其实是一种事后的补救措施，缺乏 LTE-A 自适应和自优化的特点。同时，对于一些相对空闲的中继节点，系统并没有加以利用。

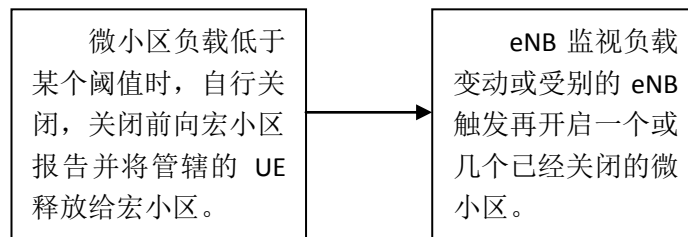
对于另一种不平衡状态——小区欠载，一般首先想到的是节能，但相对空闲的中继节点

也可视之作为一种能用于均衡其它小区出现或可能出现过载情况的资源。在通信系统中 Energy Saving 固然重要,但均衡负载为用户提供更好的 QoS 才是通信系统的本旨。所以在本提案中,对于相对空闲的中继节点,我们优先考虑用它去均衡过载或者有过载隐患的中继,之后再考虑关闭节点以实现 Energy Saving。

本方案中的均衡不是基于 eNB 监视各个中继是否有过载发生而进行的均衡,而是在某中继小区出现欠载时由该小区触发的均衡其他小区的方案,故是一种主动式均衡。

■ 解决方案

之前的方案是当微小区伏在地狱某个阈值时,微小区将自行关闭,并在关闭前向宏小区报告,将管辖的 UE 释放给宏小区。而在虹小区中,eNB 将监视负载变动,在需要的时候再次开启一个或几个已经关闭的微小区。如下图:



但是,现行方案对于未达到释放阈值,却已经相对空闲的微小区没有做任何操作,浪费了均衡负载的可用资源,这也是需要改进的地方。

本文给出的方案:

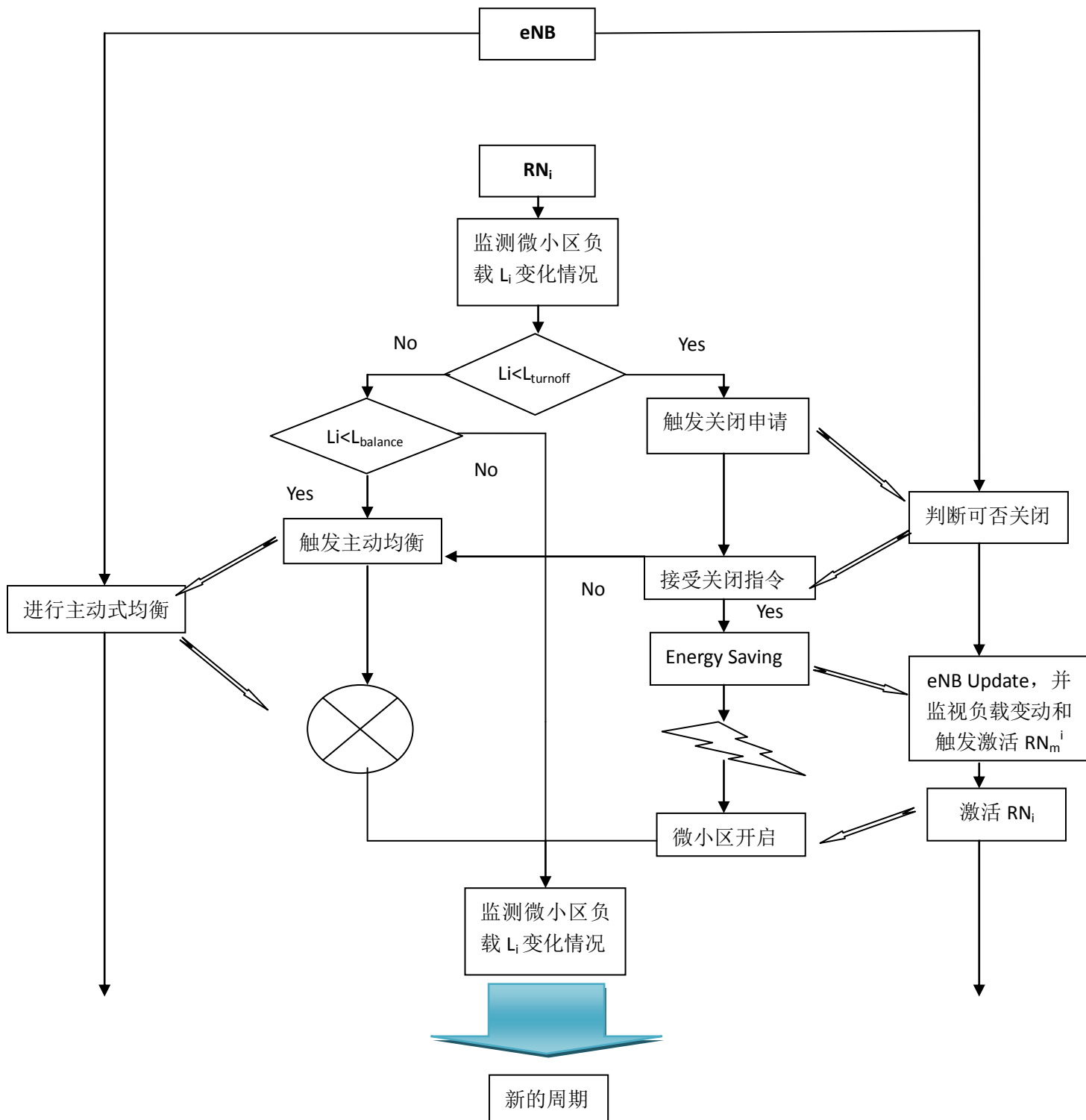
对于每个 Relay 可以设立两个阈值:可均衡阈值 $L_{Balance}$ 和可关闭阈值 $L_{turnoff}$,其中 $L_{Balance} > L_{turnoff}$ 。当中继管辖的 UE 数目低于任意一个阈值时,Relay 将向 eNB 汇报自己的情况以及管辖的 UE 数目,由 eNB 来决定究竟是用来均衡负载还是用来关闭。

需要说明的是:当负载低于 $L_{turnoff}$ 时,说明中继的利用率极低,除非 eNB 整体的负载很大或者周围有过载中继,否则应该优先考虑关闭 Relay 以实现 Energy Saving;当负载仅仅是低于 $L_{Balance}$ 时,说明此中继相对空闲,应该优先考虑用它来实现 Load Balance。

另外,在释放 UE 和接受 UE 时,最先考虑的应该是周围的中继小区,其次是 eNB 管辖的用户,最后才是其他的微小区中的用户(对于非相邻小区的用户,要通过中继协同来实现负载转接,代价较高)。

方案的流程图如下:

- 下标(i): 某 eNB 中 RN 编号;
- L_i : 中继 RN_i 的负载;
- \otimes : 中继配合均衡过程的执行;
- ⚡ : 中继处于节能关闭状态;
- Energy Saving: 中继自行关闭,关闭前向 eNB 报告并将管辖的 UE 释放给宏小区。
- 激活 RN_i : eNB 激活 RN_i 的触发



对流程图的两点说明：

1. 进行主动式均衡时，相关参数的选择应当比常规均衡略微宽松一点，以免随后因可能的小区关闭而产生的释放 UE 行为引发“乒乓效应”。
2. 在具体实施时，必须考虑负载均衡与 Energy Saving 之间开销与和收益的折中问题，这事关相关参数宽松多少为好。宽松冗余度小，对节能有益；宽松冗余度大，对均衡有益。

■ 结论

现行讨论的 Energy Saving 机制正好为本方案可行提供了基本条件，而本方案则能够有效避免 Energy Saving 机制的“乒乓效应”发生，同时尽量做到 Load Balance 和 Energy Saving 的统一。在整个平衡过程中也充分体现了自由化的思想。

另外，主动式均衡比常规均衡有三个优点：一是对系统而言，时限比较宽裕（因为多数情况下此时还未出现过载），可以提前进行均衡处理；二是对用户而言，能够保证尽量高的 QoS（若出现过载将会影响用户通信）；三是对过载而言，能够减少过载发生的次数（预先试图均衡从而减少了过载发生的可能性）。

需要说明的是，主动均衡并不与常规均衡相矛盾。主动均衡是在中继节点出现空余时进行的，而常规均衡是在某中继过载时进行的，两者的触发条件不同。

有待进一步研究的问题：

1. 主动式均衡的触发机制问题：初步设想是扩展 X2 接口的 Load Management 功能，利用 Load Indication Procedure 来实现；或者是通过 Backhaul 链路上行控制信道来实现。
2. 主动式均衡相关技术的研究：相关参数的设置问题，如冗余度选多少为好，是应静态配置还是应动态配置，若动态配置则应怎样动态配置等。

Reference

- [1] 3GPP TS36.423 v9.1.0, “Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 application protocol (X2AP) (Release 9)”.
- [2] R3-101232, “RNL-based energy saving solution”, CR 0356 to TS 36.423, Ericsson, Samsung, Orange, NTT DOCOMO, Huawei, Vodafone Group, Deutsche Telekom, TNO.
- [3] R3-101046, “LTE energy saving solution proposal following discussions at RAN3#66bis,” Ericsson, Samsung, Orange, NTT DOCOMO, Vodafone Group, Huawei, Deutsche Telekom, TNO.
- [4] IMT-A_LTE+_10247, “均衡优先的 Energy Saving 方案 V1”, 西安电子科技大学, 27-28 April, 2010