

针对LTE-A中功耗控制的分析以及Energy Saving策略

Group 21

6/24, 2010

陈海波,

5070309708,F0703026

chenhaibo@sjtu.edu.cn

原梦钰,

5070309707,F0703026

whitney.my@gmail.com

Group Members: **原梦钰, 陈海波, 张冬生, 郑楠**

1. 背景介绍

3GPP长期演进技术（3GPP Long Term Evolution, LTE）为第三代合作伙伴计划（3GPP）标准，使用“正交频分复用”（OFDM）的射频接收技术，以及 2×2 和 4×4 MIMO的分集天线技术规格。同时支援FDD（频分双工）和TDD（时分双工）。LTE是GSM超越3G与HSDPA阶段迈向4G的进阶版本。LTE也被俗称为3.9G。LTE项目的主要性能目标包括：在20MHz频谱带宽能够提供下行100Mbit/s，上行50Mbit/s的峰值速率；改善小区边缘用户的性能；提高小区容量；降低系统延迟，用户平面内部单向传输时延低于5ms，控制平面从睡眠状态到激活状态迁移时间低于50ms，从驻留状态到激活状态的迁移时间 <100 ms；支持100km半径的小区覆盖；能够为350km/h高速移动用户提供 >100 kbit/s的接入服务；支持成对或非成对频谱，并可灵活配置1.25 20MHz多种带宽。

在最近的RAN3组会议中，为实现功耗控制目的的小区关闭机制被广泛讨论并且确定为一种可行的方案。并且倾向于基于无线网络层（RNL-based）的小区关闭机制：由无线网络控制器（RNC）收集信息并触发基站关闭小区。

2. 模型建立

- 多层次小区模型(HCS)

总结前几次会议中部分关于功率控制的提案，设想都建立在如图1，图2的基础模型之上。在该网络中校区被分为两种：微小区和宏小区。宏小区提供基础覆盖；而微小区的作用是增加系统容量。

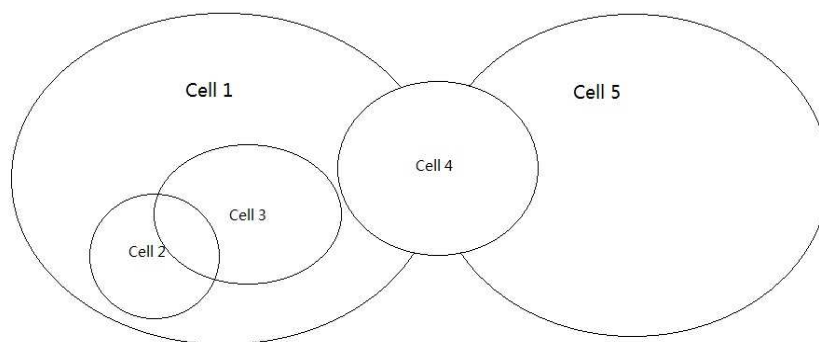


Figure 1: 基于宏小区-微小区表示的多层次网络

在上图中，可以假设cell1和cell5是宏小区，提供基础覆盖；cell2,cell3,cell4是微小区，增加系统容量。

在图2中，cell1为宏小区；cell2为微小区。

3. LTE-A功耗控制分析

- 基于图1的功耗分析

- (a)邻居小区定义

众所周知，在功耗中，一个微小区的开启和关闭会对整个通信系统造成影响，包括该小区本身。并且小区距离关闭的微小区越近，影响越大。因此为了便于分析这种因小区关闭而产生的影响，有必要为邻居小区下一个清晰的定义。让这些小区参与到微小区关闭的机制中去。

定义1: 对某一微小区来说, 邻近小区是指在距离其在某一确定范围内的其它微小区 及其所属的主小区。

例如, 在图1中, cell1可以作为cell2邻近小区; 若cell3相距cell2在一定范围内, cell3也是cell2的邻近小区。

(b)小区关闭决定权

在以往提案中, 关于微小区关闭决定权有三种方式:

- 小区自主监测并自主决定关闭时机。
 - 这种机制的好处就是简单易行, 但是其它小区无法接受释放的用户。
- 宏小区总控制, 拥有最终决定权。
 - 收集信息的种类和触发机制。
- 周边其它小区共享, 交互信息, 共同决策。
 - 这种机制可以有效避免乒乓效应和挂断现象, 但是信息交互带来的能量可能得不偿失。

建议1: 微小区的关闭由其自身和“邻近小区”决定, 在小区关闭操作前需要有请求和应答参数的传递。

以上建议旨在对整个通信系统的服务质量 (Qos) 的影响减到最低。

(c)小区关闭指标

在之前的会议中, 关于小区关闭的各种指标被提出。其中包括功率控制机会概率 (Energy Saving Opportunity Indicator), 用来表征临近的微小区是否可以接受大量的由关闭小区切换过来的用户。若其中一个邻近小区的指标为“No”, 那么关闭微小区的动作将被推迟。考虑到该机制带来的好处, 主要有待考虑的问题是邻近小区是否有能力接受关闭小区带来的用户。

建议2: 小区可以设置一个类似于“拥挤/空闲”的参数, 在某小区关闭前首先需要咨询“邻近小区”的该指标, 已决定由谁来接受刚释放的用户。

一个简单的例子如下, 基于了图1的拓扑结构。在图1中, 当cell3的负载低于其最低阈值时, 它首先向其邻近小区, 即cell1, cell2, cell4, 索要

“拥挤/空闲”的参数，若邻近小区传递回来的参数显示该小区在空闲状态，那么接下来需要关闭的小区就请求该邻近小区接受自己的用户。

这样，就可以有效避免给原本就繁忙的邻近小区增加负担。同时可以在保证网络服务质量的情况下节省能源。

(d)处在边界的小区关闭

小区关闭状态如图3所示：

基于无线网络层（RNL-based）的小区关闭机制中有一种方案是关于改变eNB的发射功率来进行功率控制。其中eNB涉及到了四种状态，如图4所示：

建议3：对于处在边界附近的微小区，可以采用逐渐减小发射功率的方法实现关闭过程，以期降低用户掉线的可能性和乒乓效应。

● 基于图2的功耗分析

(a)问题分析

当微小区进行关闭的时候，存在一种情况，即微小区刚进行关闭，此时的宏小区的负载若高于设定的阈值时，又将激活微小区，产生“乒乓效应”。

存在一个优化关闭的问题。即当多个微小区同时申请关闭的时候，宏小区如何根据自身负载以及各个申请关闭的微小区负载做出决策，使得资源节省达到相对最大化。当一个宏小区的负载离上限阈值还有一定余量的时候，尽可能多的关闭微小区可以更多的节省资源。但是如果按照以前的处理方式，一个微小区申请了关闭，宏小区仅根据自己负载来判断是否满足要求来做出决定，有时不能合理节省资源。比如在一段很短的时间内有多个微小区先后申请关闭，但是相对后面申请的微小区也许本身的负载更小，此时选择负载小的微小区更加具有优势。一来减少资源浪费，二来使宏小区可以相对关闭更多的微小区。但是一味的追求负载最小而一直等待也只会浪费时间，这里考虑的即是一个尽快关闭微小区和最优关闭微小区之间的一个权衡问题。

当微小区关闭后，如何重新激活设当的微小区，使得资源最优合理利用。并且微小区进入关闭状态时具体是怎样运作的也需要进一步讨论分析。

(b)方案讨论

– 变量定义及说明

$T_{interval}$: 宏小区每隔相应时间才对所有申请作出判断。

T_w : 当微小区的负载低于某一阈值时或者微小区申请关闭被拒绝时, 需要等待 T_w 时间后才能申请关闭或者再次申请关闭。

T_{sleep} : 微小区关闭申请成功后, 宏小区为微小区分配的时间参量, 用来定义微小区下个周期的睡眠时间。

L : 微小区关闭申请成功后, 宏小区为微小区分配的时间参量, 用来定义微小区每个睡眠周期中监听的时间

L_{low} : 小区负载最低阈值。

L_{high} : 小区负载最高阈值。

H : 宏小区负载最高阈值。

– 处理关闭申请机制

设定一定时间参量 $T_{interval}$, 即宏小区的响应时间间隔, 每经过这段时间后宏小区才在这段时间内所有申请中找到最合适关闭的小区, 即负载最小的微小区, 当关闭后宏小区仍可以继续接纳用户, 则关闭剩下的负载最小的微小区, 直到不能满足条件。而请求被拒绝的微小区, 必须等待 T_w 这么久的时间后, 若此时的负载还低于最低阈值, 才能再次申请关闭微小区。具体解决方式见图5。

– 关闭模式

当宏小区批准了微小区的关闭请求后, 会同时赋给微小区两个值, 即 T_{sleep} 和 L 。微小区即进入了关闭状态, 即睡眠状态。微小区在睡眠过程中被分成了一个周期, 每一个周期由两部分组成, 睡眠模式和监听模式, 睡眠的时候不允许有任何打扰, 而在监听的时候才可以被唤醒, 根据宏小区发来的唤醒信号。监听部分的时间为 L , 睡眠时间即为 T_{sleep} 。这里需要注意的是每次监听的时候宏小区都会根据各个小区的负载情况给睡眠的微小区不同的参数, 即下个周期睡眠时间和监听时间。需要开启的时候就在监听的时候提出唤醒请求, 微小区即被唤醒。

睡眠状态图如图6, 图7所示:

– 唤醒机制

当宏小区的负载高于阈值时, 应当开启相应的微小区。此时宏

小区只 可以检查哪个睡眠中的微小区正处于监听 状态，只有处于这个时候的微小区才可以 被唤醒。不过这样有一定的风险，即时延。在最坏的情况下宏小区需要等待一个微小区 一个周期的睡眠时间才能唤醒微小区。

– 节能机制流程

当把宏小区和微小区看做一个整体时，具体功率控制的流程图如图8所示：

4. 结论

如上分析，我们提出如下建议：

针对图1：

Proposal 1:微小区的关闭由其自身和“邻近小区”决定，在小区关闭操作前需要有请求和应答参数的传递。

Proposal 2:小区可以设置一个类似于“拥挤/空闲”的示数，在某小区关闭前首先需要咨询“邻近小区”的该示数，已决定由谁来接受刚释放的用户。

Proposal 3:对于处在边界附近的微小区，可以采用逐渐减小发射功率的方法实现关闭过程，以期降低用户掉线的可能性和乒乓效应。

针对图2：

Proposal 1: 增加参数Tinterval。将宏小区的响应时间分段，每段时长Tinterval，每经过一个时间段才对这段内的所有微小区关闭申请统一作出决策。

Proposal 2:增加参数Tw。微小区的申请关闭被拒绝后，需等待Tw后才能继续申请关闭。

Proposal 3:微小区关闭，即睡眠后，睡眠过程分为一个个周期，每个周期分为睡眠模式和监听模式。宏小区会在睡眠微小区的监听模式内根据各个微小区负载情况给该微小区赋值，即下个周期的睡眠模式时间和监听模式时

间，若有需要也应在监听模式时唤醒微小区。

References

- [1] R3-093103, "LTE energy saving solution proposal following discussions at RAN3 # 65 bis", Ericsson
- [2] R3-100423, "LTE energy saving solution proposal following discussions at RAN3 # 66", Ericsson
- [3] R3-100181, "Energy Savings in LTE", ZTE.
- [4] R3-100875, "Intra-LTE energy saving solution: Cell switch off in a collaborative network", Alcatel-Lucent.
- [5] R3-092786, "Energy Saving in UTRAN", Huawei, ZTE, China Unicom

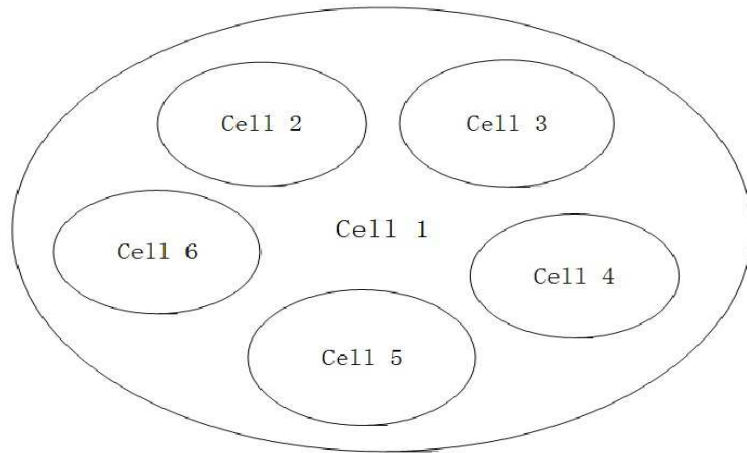


Figure 2: 小区基本模型

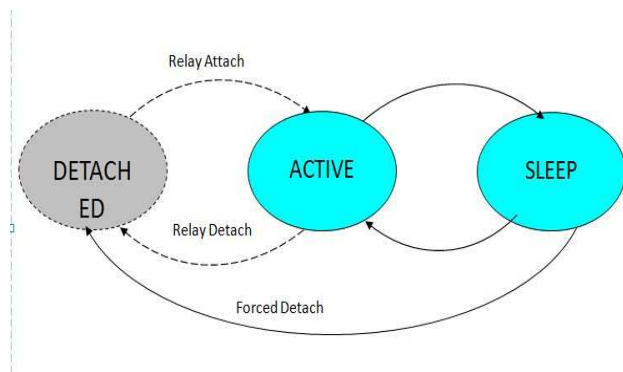


Figure 3: 小区关闭状态

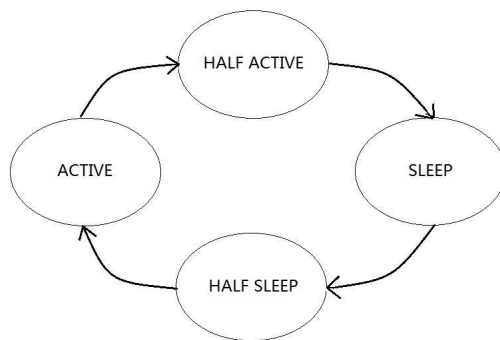


Figure 4: 功耗控制的eNB状态机表示

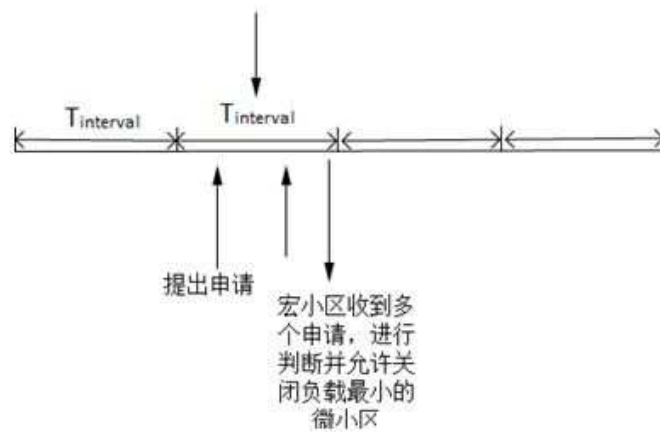


Figure 5: 处理关闭申请机制

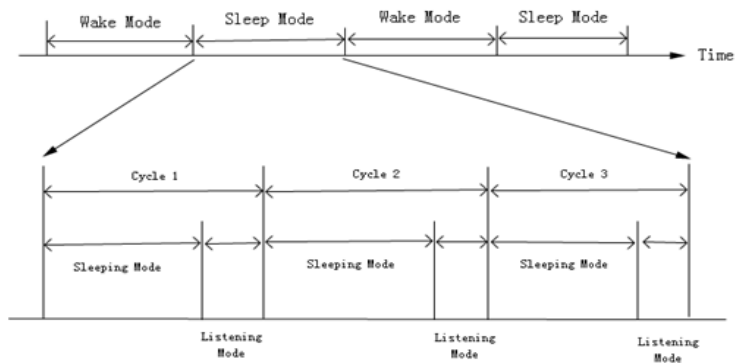


Figure 6: 睡眠模式示意图1

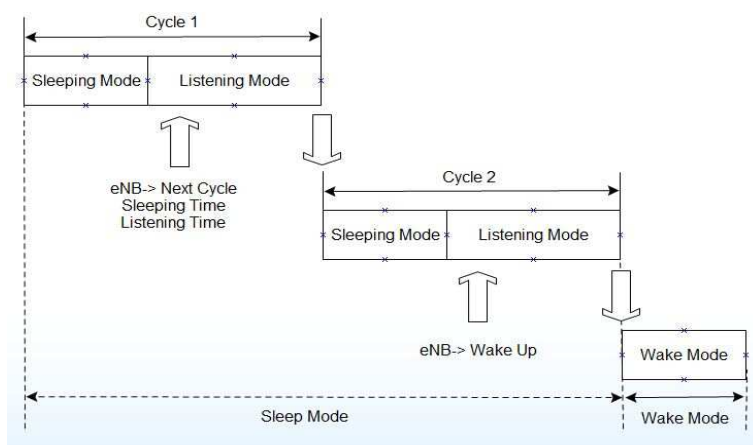


Figure 7: 睡眠模式示意图2

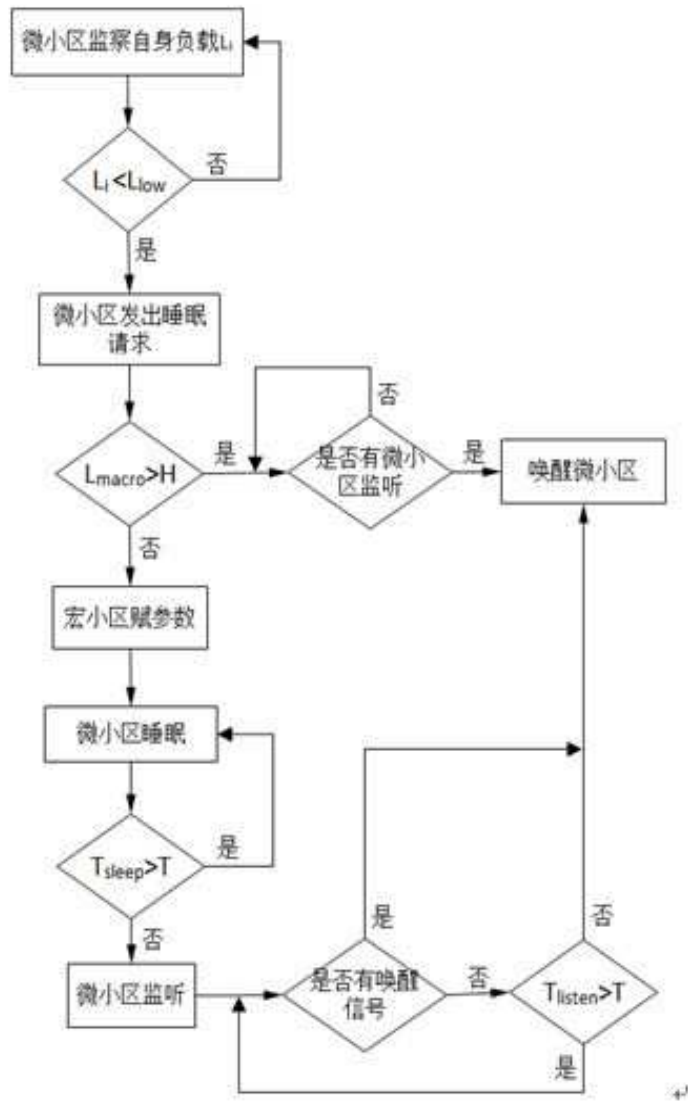


Figure 8: 功率控制流程图



Figure 9: 原梦钰



Figure 10: 陈海波