

文章编号:1001—893X(2010)03—0081—04

LTE 终端小区选择方案设计及实现^{*}

冯 川, 李小文

(重庆邮电大学 通信与信息工程学院, 重庆 400065)

摘 要:从 LTE 终端小区选择的高层协议入手,从适合小区和可接受小区驻留条件出发,分析了小区选择正常过程,并对条件不满足的后续小区选择深入研究,设计了解决方案,给出了相应的设计流程,并利用 SDL(规范说明与描述语言)和 TTCN(树表结合表示法)协议仿真,产生 MSC(消息顺序图)。仿真结果表明,该方案有效地完成了协议所要求的小区选择功能。

关键词:LTE 项目;小区选择;规范说明与描述语言;消息顺序图

中图分类号:TN929.5 **文献标识码:**A doi:10.3969/j.issn.1001—893x.2010.03.018

Schematic Design and Implementation of LTE Terminal Cell Selection

FENG Chuan, LI Xiao-wen

(College of Communications and Information Engineering, Chongqing University
of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: According to LTE high layer protocol of terminal cell selection and a suitable and acceptable cell condition, the normal process of cell selection is analyzed with focus on the subsequent cell selection process when the above condition is not satisfied. The corresponding design flow is given. And the MSC (Message Sequence Charts) is produced using SDL (Specification and Description Language) and TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) co-simulation. The simulation result shows that the design can effectively complete the required cell options by specification.

Key words: LTE project; cell selection; SDL; message sequence chart(MSC)

1 引 言

LTE 项目是近年来 3GPP 启动的最大的新技术研发项目,是未来移动通信发展的重要方向,凭着它所具有的低时延、高带宽、高质量服务,随着 3GPP LTE 标准的逐步成熟,其商用价值也会明显体现出来。而良好的小区选择策略,是实现上的一个难点,也是热点,对于终端来讲,显得尤为重要。只有选择了适合小区驻留方可接受小区的正常服务,接受系统消息得以获取系统配置,以及相应的跟

踪区信息,以便当网络向这个跟踪区内的小区发起寻呼时,终端发起 RRC(无线资源管理)连接,获得连接模式下的正常业务。所以如何有效、正确地选择小区驻留对于 LTE 终端研究及最终商用显得非常重要。基于这一点,本文从 LTE 终端小区选择的高层协议入手,从适合小区和可接受小区驻留条件出发,展开了对 LTE 终端小区选择过程的研究。

2 小区选择的两种基本过程

对于小区选择过程,分为两种情况:有先验信息

^{*} 收稿日期:2010—01—15;修回日期:2010—03—03

基金项目:国家重大专项(2009ZX03002—009)

Foundation Item: The National Major Special Project(No. 2009ZX03002—009)

的小区选择过程和没有先验信息的小区选择过程。这两个过程对应小区搜索范围不同,一个按照存储的信息,比如频点、物理小区 ID 等,加快小区的选择;一个是全频段盲搜,对应场景比如此时的 USIM 是一张新卡或者丢失覆盖等。如果根据先验信息没有发现适合小区,则进入没有先验信息的初始小区选择过程,继续选择适合小区或任意小区驻留。如果没有先验信息,则直接进入初始小区选择过程^[1]。

2.1 适合小区驻留条件

这两种小区选择判断小区正常驻留的条件相同,需满足以下 4 个条件:所选小区属于所选 PLMN(公众陆地移动电话网)或 NAS(非接入层)提供的其它被允许的 PLMN;所选小区不属于漫游被禁止的跟踪区;所选小区属于没有被 bar;所选小区满足小区选择 S 准则^[2]。以上 4 个条件依次通过接收到的 SIB1(系统消息 1)中 PLMN 标识列表 plmn-IdentityList、跟踪区编码 trackingAreaCode、小区被阻 cellBarred、小区选择参数 cellSelectionInfo^[3]等相关 IE 判断得出是否满足适合小区驻留。只有当以上 4 个条件同时满足方可认为选择的小区为适合小区,即正常驻留。其中小区选择的 S 准则^[1]定义如下:

$$S_{\text{rele}} = Q_{\text{rxlevmeas}} - (Q_{\text{rxlev min}} + Q_{\text{rxlev min offset}}) - P_{\text{compensation}}$$

式中, $Q_{\text{rxlevmeas}}$ 表示接收信号的 RSRP(接收到的参考信号功率值); $Q_{\text{rxlev min}}$ 表示接收信号的最小功率值; $Q_{\text{rxlev min offset}}$ 表示当驻留在 VPLMN 下周期性地选择高优先级的 PLMN 时 Q_{rxlevmin} 的偏移量; $P_{\text{compensation}}$ 取值为 $\max(PEMAX - PUMAX, 0)$,其中 $PEMAX$ 表示终端进行上行传输时的最大发射功率等级, $PUMAX$ 表示终端最大射频输出功率。

从中可以看出,S 准则不仅考虑了终端能接收到网络发来的信号强度值,还考虑了网络能成功接收终端发给的信号功率值。

2.2 方案设计

无论是先验信息的小区选择过程还是没有先验信息的小区选择过程,要同时满足前面所述的 4 个条件,方可正常驻留。在实现时处理方法大致相同,当增强型的分组系统移动管理(EMM)发送激活请求信号给 RRC,RRC 请求物理层(PHY)进行测量,PHY 向 RRC 上报测量信息,之后 PHY 进行下行同步过程,读取系统消息主信息块(MIB),根据得出的系统帧号(SFN)完成帧同步过程。PHY 通过 MAC

(媒体接入控制)以透明模式将 SIB1 上报给 RRC^[3]。

结合上面方案,设计出小区选择的流程图,如图 1 所示。其中涉及到 NULL、SEL、IDL 3 个状态,分别表示空状态、小区选择状态,以及空闲状态,是在设计过程中根据状态机原理自行定义的;另外,涉及到的部分层间原语源于协议,是根据上下层交互的需要而定义的。在以下的具体叙述中,将一一说明。

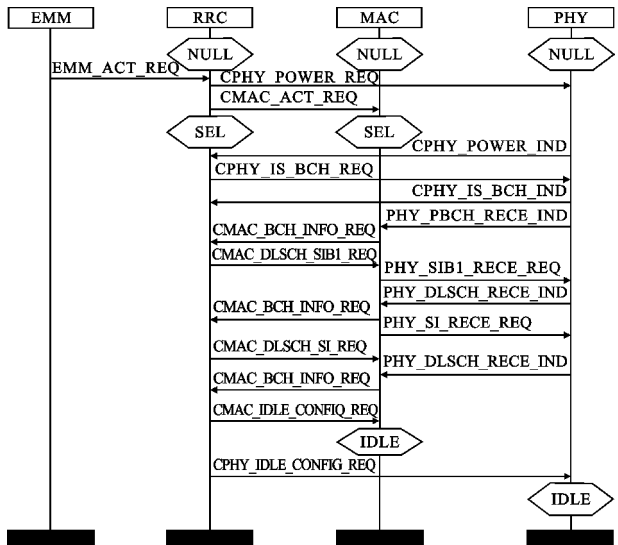


图 1 小区选择的正常流程

Fig. 1 The normal process of cell selection

EMM 发送请求信号 EMM- ACT- REQ 激活 RRC,在此根据是否有先验信息分为有先验信息的和没有先验信息的小区选择过程,可通过定义信号参数 cellNumber 判断。当 cellNumber=0,对应没有先验信息的小区选择过程;反之,则对应有先验信息的小区选择过程。之后,RRC 通过信号 CPHY- POWER- REQ,请求 PHY 进行 RSRP 的测量,同时通过信号 CMAC- ACT- REQ 激活 MAC,由状态 NULL 跳转到 SEL。PHY 将测量值及对应小区信息通过信号 CPHY- POWER- IND 一并上报给 RRC。RRC 将相应信息保存下来,根据 RSRP 大小,对小区排序,并请求 PHY 同步到最强小区(即 RSRP 最大小区),通过信号 CPHY- IS- BCH- REQ 请求 PHY 进行下行同步,接收系统消息。同步成功通过信号 CPHY- IS- BCH- IND 指示给 RRC,其中 MIB、SIB1 为固定调度^[4]。

3 问题研究及实现

如前所述,小区正常驻留需要同时满足 4 个条

件,然而当 4 个条件不能全部满足时,该怎么执行后面的小区选择过程,是不可回避的问题,尤其涉及到具体实现。根据网络环境的实际情况,下面就条件不满足的后续小区选择深入研究,设计解决方案并给出相应的设计流程,并利用 SDL 和 TTCN 协议仿真,产生 MSC 图,给出仿真结果。

3.1 小区驻留策略与方案设计

通过 SIB1 的解读可判断小区是否为适合小区。当 SIB1 正确解读,立刻判断该小区的 PLMN 标识和 NAS 选择的 PLMN 是否一致,是否为漫游被禁止的跟踪区,是否被 bar,根据小区选择参数计算的 S 值是否满足 $S>0$ 。下面针对这 4 个条件满足情况分别讨论。这里,首先对没有先验信息的情况进行讨论。

第一种情况:当 RSRP 最大,但该小区广播消息解读失败。这种条件对应初始小区选择过程。PHY 将测量各个小区 RSRP 报给 RRC,之后对最强小区(依据 RSRP 大小)解读小区广播消息时,出现连续 CRC 校验失败达最大次数,则放弃该小区,立刻选择次强小区驻留;如果该小区为适合小区,即小区选择成功,跃迁到 RRC IDL 状态;如果该小区不是适合小区,再一次解读后面的次强小区。

这种情况设计针对一旦小区广播消息无法解读,得不到网络任何信息时的处理。同时考虑到无线环境很糟糕,当所有小区广播消息均无法解读时的处理,保证终端后续动作有效完成。

第二种情况:当 RSRP 最大,小区没被 bar, $S>0$,但 PLMN 不允许或属于漫游被禁止的跟踪区。这种条件对应满足可接收小区驻留条件。当 PHY 同步到该小区,解读 SIB1 发现此小区的 PLMN 标志与 MM 送下来的 PLMN 标志不一致或属于漫游被禁止的跟踪区时,RRC 直接向 PHY 发送读取下一个小区的请求,不再解读其它系统消息。

这种处理是基于跟踪区、PLMN 范围远远超出了小区所属范围,当 PLMN 不是所选 PLMN 或 NAS 允许的其它 PLMN 或漫游被禁止的跟踪区时,此时系统消息中的邻近小区列表已无可价值。但要设置一个保存这类小区信息列表,即将可接受小区信息保存下来,这样做的好处是避免找不到适合小区可直接选择受限小区驻留,缩短小区选择过程。

第三种情况:当 RSRP 最大,但该小区被 bar 或 $S<0$ 。这种条件对应小区不允许驻留情况。将测量小区的 RSRP 保存下来,按值从大到小排序,得

到最大 RSRP 对应小区,然后进行如上所述的下行同步过程,完成 MIB、SIB1 的解读,判断该小区被 bar 或 $S<0$,即该小区不允许驻留。由于此时已经同步到该小区,解读出来 SIB1,那么等待 SIB3(系统消息 3)到 SIB8(系统消息 8)收完并立刻解读这些系统消息,得到邻近小区信息列表,在此需要和初始小区列表相比较,筛选出相同小区。再通过从开始保存下来的测量信息计算 S,找出 $S>0$ 的这些小区,并对 S 值从强到弱排队,然后,RRC 发送选择下一个小区的请求,要求 PHY 解读这个 S 值最大小区的广播消息,重新进入小区选择小区过程。如果筛选出来的邻近小区都不满足要求,则选择开始搜索中没有选择过的小区驻留。如果该小区选择成功,则 RRC 跃迁到 IDL 状态。

由于第三种较前两种情况复杂,下面给出相应的设计流程,如图 2 所示。

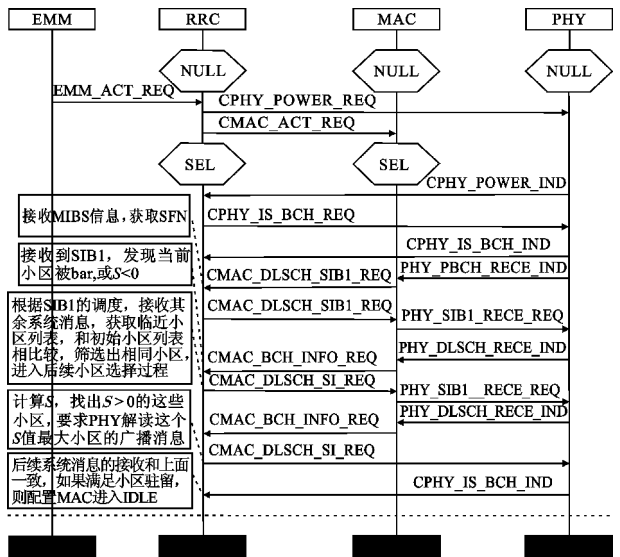


图 2 小区被 bar 或 $S<0$

Fig. 2 The design process when the cell is bar or $S<0$

这种方案处理是基于已经下行同步完成,系统消息能正确解码的考虑。明显可以看出,与直接放弃不允许驻留小区而去选择初搜时的下一个次强小区相比,不仅节约再次同步的时间,而且可通过当前小区判断临近小区是否满足 S 准则,通过 S 准则筛选小区,很大程度上提高了小区成功驻留的机会。

有先验信息时的小区选择与没有先验信息的小区选择过程,只是对应小区搜索范围不同,设计方案大同小异,在此由于篇幅有限,不再一一说明。

3.2 仿真结果

对于上述的讨论,可以发现的小区选择方案中,第三种情况具有典型性,在此采用 Telelogic AB Tau 的产品 SDL and TCN Suite 3.4 作为开发工具,给出相应的仿真结果,以便方案设计的有效性得到进一步证实。SDL and TCN Suite 3.4 是一个集仿真、开发、测试于一体的软件工具,完全满足 LTE 终端协议开发和一致性测试的需求。利用 SDL 和 TTCN 协议仿真触发信号流程,从 SDL 的 MSC 跟踪图中可以看出协议的执行过程。仿真结果如图 3 所示。

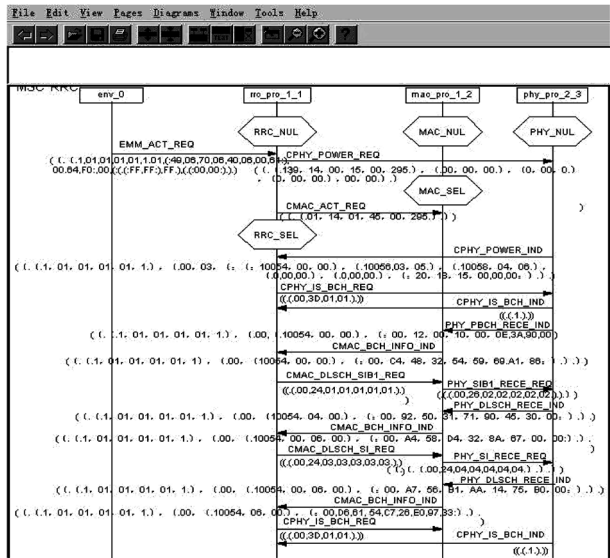


图 3 RSRP 最大小区不允许驻留时的 MSC 图

Fig. 3 The MSC diagram when the largest RSRP cell does not allow

利用 TTCN 和 SDL 协议仿真,触发信号流程,由图 3 看出,协议的执行过程以及状态的跃迁直观地表现在 MSC 图上,与前面的方案设计情况一致。同时,对消息序列和数据流分析,协议一致性得到了验证。从仿真结果来看,有效地完成了协议所要求的小区选择功能。

4 结 论

小区选择过程涉及问题较多也较复杂,而一个商用的终端必须可以适应各种复杂的地理条件。本文以 3GPP LTE 协议为基础,对小区选择过程中涉

及的典型问题进行了研究,包括异常情况下的小区选择,并给出了相应的解决方案及仿真结果。从仿真结果来看,该方案有效地完成了协议所要求的小区选择的功能,这也对 LTE 的商用化具有一定的参考价值。同时,随着 3GPP LTE 协议的逐步成熟, LTE 广阔的研究与应用前景会进一步体现。

参考文献:

- [1] 3GPP. TS36. 304 V9. 0. 0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) procedures in idle mode[S].
- [2] 李小文, 李贵勇, 陈贤亮, 等. TD-SCDMA 第三代移动通信系统、信令及实现[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 77-79.
LI Xiao-wen, LI Gui-yong, CHEN Xian-liang, et al. The 3rd Generation Mobile Communication System, Signaling and Implementation[M]. Beijing: People's Posts & Telecommunications Press, 2003. (in Chinese)
- [3] 3GPP. TS36. 321 V9. 0. 0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification[S].
- [4] 3GPP. TS36. 331 V9. 0. 0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control(RRC)[S].

作者简介：

冯川(1984—),男,山东济宁人,硕士研究生,主要研究方向为LTE协议栈;

FENG Chuan (male) was born in Jining, Shandong Province, in 1984. He is now a graduate student. His research direction is LTE protocol stack.

Email: fengchuan2008@126.com

李小文(1955—),男,重庆人,研究员,主要研究方向为移动通信。

LI Xiao-wen(male) was born in Chongqing, in 1955. He is now a professor of senior engineering. His research direction is mobile communication.

Email:lixiaowen@cqcyit.com