

文章编号: 1001-893X(2011)04-0098-04

LTE SON 下的一种基站自规划机制*

任 丛, 汪 洋, 刘占军, 黄 琼

(重庆邮电大学 移动通信重点实验室, 重庆 400065)

摘 要:为适应 LTE SON 减少人工参与、降低运营成本(OPEX)的要求, 针对网络不能动态调整参数、自主规划基站位置的情况, 设计出了一种 LTE 下根据业务量的变化动态调整 eNB 参数的自规划流程, 并最终计算出新建 eNB 的位置坐标。通过仿真对其进行了衡量和分析, 结果表明在该坐标新建一个 eNB 不仅能够使业务量溢出的 eNB 得到极大的缓解, 还能使新建 eNB 附近的小区负载达到更加均衡的状态。

关键词: LTE 系统; 自组织网络; 自规划; eNB 自建立; 负载均衡

中图分类号: TN929.5 **文献标识码:** A doi: 10.3969/j.issn.1001-893x.2011.04.021

A Self-planning Mechanism for Base Station in LTE SON

REN Cong, WANG Yang, LIU Zhan-jun, HUANG Qiong

(Key Lab of Mobile Communication Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: To meet the requirements of reducing human intervention and operational expenditures(OPEX) of LTE SONs(Self-organizing Networks), and according to the situation that networks can't adjust the parameters dynamically and plan the location of base station automatically, a self-planning flow in LTE is designed which can adjust the parameters of eNB dynamically according to the changes of the traffic and the location of the new eNB can be calculated. This mechanism is measured and analysed by simulation and the results show that building a new eNB at the location calculated can not only ease the eNBs of which the traffic has overflowed, but also a more balanced state of the load of the cells near the new eNB can be achieved.

Key words: LTE system; self-organizing network; self-planing; self-establishment of eNB; load balancing

1 引 言

随着 LTE 的部署, 网络参数的数量变得越来越多, 结构也越来越复杂; 2G/3G 网络采用的是传统运维方式, 需要大量人员从事网络监控、维护和优化的工作, 如果 LTE 仍采用传统运维模式, 那么运营商必须付出更多的 OPEX(运营成本); 基站数量的迅速增加(尤其是 eNB)也需要用尽可能少的人力来进

行管理^[1]。文献[2]对这些新需求进行了规范, 即自组织网络(SON)。SON 的全称是自组织网络(Self-organizing Network), 是在 LTE 网络的标准化阶段由移动运营商主导提出的概念, 其主要思路是实现无线网络的一些自主功能, 减少人工参与, 降低运营成本^[3], 包括从前期的网络自规划到运营过程中的自配置、自优化、自愈合、自规划等一系列新技术^[4,5]。

在目前的网络规划中, 是否需要新建基站以及

* 收稿日期: 2010-12-06; 修回日期: 2011-02-23

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX03003-005); 国家自然科学基金资助项目(61001105)

Foundation Item: The National Science and Technology Major Projects of China(2008ZX03003-005); The National Natural Science Foundation of China(No.61001105)

基站建设的站点选取大都是靠人工手动选取,这种方法除了不够智能化以外,得出的基站位置也不够精确,而且运营成本较高,因此 SON 中的自规划功能希望这一过程能够由网络自动进行,减少人工参与,从而降低运营成本。现在关于自规划的研究尚处于起步阶段,还有很大的发展潜力和研究空间。本文提出一种根据业务量的变化动态地调整小区参数进而决策在何时何地新建一个基站的自规划机制,并通过仿真分析证明了该新建基站不仅能够消除网络中多余的业务量,还能达到负载均衡的效果。关于负载均衡的问题,已经有很多文献提出了各种解决方法^[6-7],但负载均衡不是本文的重点,只是自规划机制的一个附加优化参数。

2 eNB 自规划流程设计

2.1 小区之间协调流程图

eNB 对小区内的业务量状况进行实时监控。判断基站实时业务量 T_s 是否超过溢出门限值 T_{st} , 如果没有超出,则继续监控;如果超出,则判断源基站发射功率 P_s 是否达到功率最大门限 P_{st} , 如果没有到达,则调整发射功率来增大该基站业务量的上限;如果功率已经为最大门限值,则判断基站的天线仰角 A_s , 看 A_s 是否已经到达天线仰角最小门限 A_{st} , 如果没有则降低天线仰角从而使小区覆盖范围减小,最终减少小区业务量。如果基站功率和天线仰角都已经不可调,则向相邻基站求助,分析小区内哪些区域的业务量较大,向与这些区域相邻的小区发送请求分担业务量(Request to Share the Traffic, RST)信令。

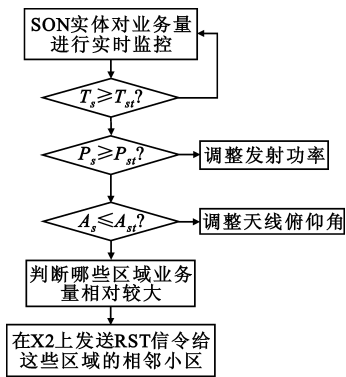


图1 小区之间协调流程
Fig.1 Coordination flow between cells

2.2 小区接收到 RST 信令的处理流程

基站接收到相邻小区发送的 RST 信令,判断小

区内现有业务量 T_t 是否超出分担门限值 T''_u , 该门限值应小于小区业务量溢出门限。如果超出,则发送不予以分担(Not Sharing the Traffic, NST)信令给源小区;如果没有超出,判断如果予以分担,则分担之后的业务量 $T = T_t + T_{ss}$ (T_{ss} 为源小区要求目标小区分担的业务量大小)是否超出小区业务量溢出门限值 T_u ; 如果超出,同样是发送不予以分担(NST)信令给源小区;如果没有超出,则判断与源小区相邻的扇区的功率 P_t 和天线倾角 A_t 是否已调整至极值点 P_u 和 A_u , 如果没有则调整功率、天线倾角等参数,扩大小区覆盖范围来分担源小区的业务。如果已调整至极值点,则发送不予以分担(NST)信令给源小区。

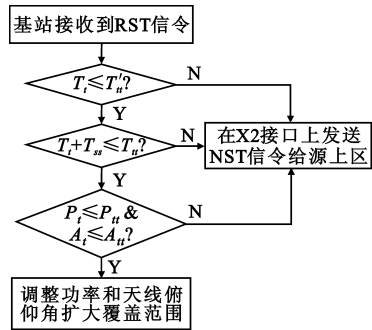


图2 基站应答 RST 信令的处理流程
Fig.2 Processing flow of ENB responding the RST signaling

2.3 基站接收到 NST 信令后的处理流程

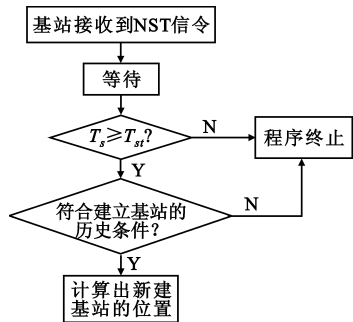


图3 基站应答 NST 信令的处理流程
Fig.3 Processing flow of ENB responding the NST signaling

基站接收到相邻小区发送的不予以分担(NST)信令,由于小区覆盖范围的调整需要一定的时间,因此需要一定的时间来等待调整的完成。等待过后,判断基站总体业务量 T_s 是否仍然超出其门限值 T_{st} , 若没有超出,则表明已经有相邻小区分担了该小区的部分业务或者该小区自身业务量迅速缩减至小于基站溢出门限值的范围之内,则无需建立新的基站,至此程序终止。若此时业务量仍然溢出,那么再通

过历史信息判断是否符合建立新的基站的条件,如果历史信息表明业务量是逐步增大直到溢出的,则说明业务量是稳步上升的,一般会在短期内迅速缩减,因此符合建立一个新的基站的历史条件;如果历史信息表明业务量是迅速增大至某一溢出值的,则说明它可能也会在短期内就迅速缩减至溢出门限值以内的范围,因此不符合新建一个基站的历史条件。若符合历史条件,则根据业务量的分布计算出新建基站的位置。

3 性能评估

3.1 评估方案

根据以上流程,假定某地区由于人口迁移或者其它原因导致业务量持续上升,超出了基站的预定负荷,需要用新建基站的方法来解决。设新建基站的坐标为 (x, y) ,其周围基站的坐标为 (x_i, y_i) ,则其之间的距离可表示为 $\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$,我们把两个相邻基站之间的距离的一半 L 归一化,则其它基站与新建基站之间的距离可表示为

$$(x, y) = \arg \min_{\substack{x = x_1, x_2, \dots, x_n \\ y = y_1, y_2, \dots, y_n}} \left\{ \sum_{i=1}^N \left\{ q_i - A_1 \left[\pi/2 - \arctan(\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} / L / a_1 + b_1) \right] - Q'_i \right\}^2 + \sum_{j=1}^K \left\{ q_j - A_2 \left[\pi/2 - \arctan(\sqrt{(x - x_j)^2 + (y - y_j)^2} / L / a_2 + b_2) \right] - Q'_j \right\}^2 \right\} \quad (4)$$

式中, q_i 和 q_j 分别为相邻基站和次相邻基站原来的负载量, Q'_i 和 Q'_j 为基站设计负载量,该效益函数表明网络中基站的实际负载量越接近基站设计负载量效益越高。这样就可以使得基站的负载既不至于过重,又不会过轻,从而能够达到整个网络的负载均衡的状态。

3.2 结果分析

为了分析 SON 基站自规划算法的性能,我们考虑如图 4 所示的一个区域,该区域有 12 个小区,每个小区都是一个 $L = 1\,000\text{ m}$ 的正六边形,该区域的业务量分布如图 5 所示,具体业务量大小见表 1。

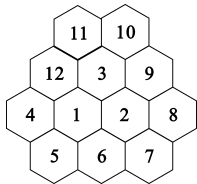


图 4 小区编号
Fig.4 Cell number

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} / L \quad (1)$$

引进一个新的 eNB 后,理论上会对整个网络的业务分配有所影响,其中对相邻基站的业务量影响最大,对次相邻基站的影响次之,对更远一些的基站的影响更小,当距离趋近于无穷远时,影响也最终减小到无穷小。其中距离的计算并不仅仅与实际的空間距离有关,还跟基站的数量、基站的分布情况、当地的地形等都可能有关。鉴于其它因素的不固定性和复杂性,我们只考虑距离 d 一个参数。另外,由实验表明,一个新建的基站只对它相邻的基站影响较大,对次相邻的基站也有一定的影响,对再远的基站的影响很小,可以忽略,因此我们在评估时只考虑对与新建基站相邻基站以及次相邻基站的影响。

我们把对于相邻基站所分的业务量表示为

$$Q_i = A_1 [\pi/2 - \arctan(d_i/a_1 + b_1)] \quad (2)$$

对于次相邻基站所分的业务量表示为

$$Q_j = A_2 [\pi/2 - \arctan(d_j/a_2 + b_2)] \quad (3)$$

式中, $A_1, a_1, b_1, A_2, a_2, b_2$ 为系数。根据下面的效益函数对该区域内的所有坐标点进行查找计算,效益最高的那个点就是新建基站的位置所在。

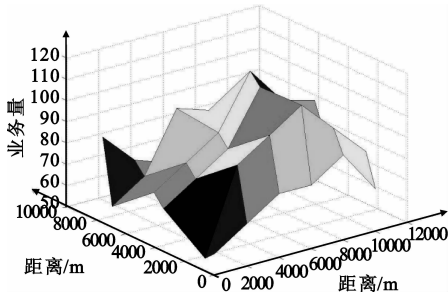


图 5 新建基站之前的业务分部图
Fig.5 Distribution of traffic before the establishment of new eNB

效益函数中的参数值为: $A_1 = 50, A_2 = 8, a_1 = 2.357, a_2 = 0.817, b_1 = 0.6, b_2 = -1.84, L = 1\,000$, 且归一化为 1, 另外,为简便起见,我们设 $Q'_i = Q'_j = 94$ 。1 号基站的坐标为 $(5.000, 1.732)$, 2 号基站的坐标为 $(7.000, 1.732)$, 其它基站坐标可依照正六边形依次算出。设基站的溢出门限值 $T_{st} = 110$, 则基站 2 和 3 业务量溢出,假定基站 2 和 3 符合新建基站的所有条件,即基站 2 和 3 都运行到上述流程的最后一步。很容易确定与基站 2 相邻的基站中 1 和 3 的

负载较重,与基站 3 相邻的基站中 1 和 2 的负载较重,因此新建基站的位置应该在基站 1、2、3 之间,基站 1~3 为新建基站的相邻基站,基站 2~12 为新建基站的次相邻基站,且 $N = 3, K = 9$ 。对该区域内所有的坐标点进行扫描计算,每个点都计算出其对应的效益函数值,其中效益最大的坐标点就是新建基站的位置所在。实验得出新建基站的坐标为(6.4,2.772),新建基站之后的业务分布图如图 6 所示。

表 1 小区业务量变化
Table 1 Changes of the cells' traffic

小区编号	新建基站之前的业务量	新建基站之后的业务量
1	114	95
2	110	103
3	115	104
4	90	88
5	85	83
6	85	82
7	90	87
8	95	90
9	97	80
10	92	82
11	90	85
12	90	86
新建 eNB	0	88

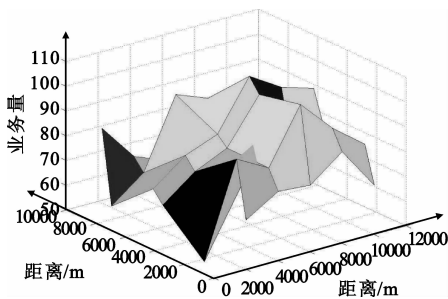


图 6 新建基站之后的业务分部图

Fig.6 Distribution of traffic after the establishment of new eNB

由图 5 图 6 可以看出,新建基站使得该区域的业务量分布平缓很多。从表 1 可以看出,基站 2 和 3 的业务量溢出的问题也得到解决。新建基站之前的效益 $u = 123.174\ 2$,新建基站之后的效益减小到 33.359,由此可见在该点新建一个基站不仅能够解决业务量溢出的问题,而且还可以使该地区的负载达到更均衡的状态。

本文考虑的是业务量溢出和新建基站的情况,在下一步的研究中将考虑负载过轻和撤销基站的情况。

参考文献:

[1] Hamalainen Seppo. Self-Organizing Networks in 3GPP LTE [C]//Proceedings of 2009 International Conference on Ve-

hicular Technology. Anchorage, AK: IEEE, 2009: 1-2.
[2] 3GPP TR 32.500, Telecommunication management; Self-Organizing Networks(SON); Concepts and requirement V10.0.0[S].
[3] 吕骥,练成栋. LTE 的规划和应用[J]. 电信科学, 2010 (1):64-68.
LV Ji, LIAN Cheng-dong. Planning and application of LTE[J]. Telecommunications Science, 2010(1):64-68. (in Chinese)
[4] 3GPP TS 32.541, Telecommunication management; Self-Organizing Networks (SON); Self-healing concepts and requirements[S].
[5] 3GPP TS 32.501, Telecommunication management; Self-configuration of network elements; Concepts and requirements[S].
[6] 甄岩,武穆清,吴大鹏,等. MANET 多路径负载均衡方法[J]. 北京邮电大学学报, 2010(2):64-68.
ZHEN Yan, WU Mu-qing, WU Da-peng, et al. A Multi-path Load Balancing Mechanism for MANET[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunication, 2010 (2):64-68. (in Chinese)
[7] 史琰,刘增基,盛敏. 一种保证负载均衡的网络资源分配算法[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版), 2005 (6):885-889.
SHI Yan, LIU Zeng-ji, SHENG Min. A novel network resource allocation algorithm with load balance guarantees[J]. Journal of Xidian University(Science & Technology Edition), 2005(6):885-889. (in Chinese)

作者简介:

任丛(1987—),女,河北石家庄人,2009 年于西南民族大学获学士学位,现为重庆邮电大学硕士研究生,主要研究方向为移动通信技术;

REN Cong was born in Shijiazhuang, Hebei Province, in 1987. She received the B.S. degree in Southwest University for Nationalities in 2009. She is now a graduate student. Her research direction is mobile communication technology.

Email: xiaocongkuail@163.com

汪洋(1989—),男,山东临沂人,2010 年于重庆邮电大学获学士学位,现为重庆邮电大学硕士研究生,主要研究方向为移动通信技术;

WANG Yang was born in Linyi, Shandong Province, in 1989. He received the B.S. degree in Chongqing University of Posts and Telecommunication in 2010. He is now a graduate student. His research direction is mobile communication technology.

刘占军(1975—),男,河北保定人,2004 年于重庆邮电大学获硕士学位,现为重庆邮电大学讲师、重庆大学博士研究生,主要研究方向无线网络;

LIU Zhan-jun was born in Baoding, Hebei Province, in 1975. He received the M.S. degree in 2004. He is now a lecturer and currently working toward the Ph.D. degree. His research direction is wireless communication network.

黄琼(1971—),女,四川西昌人,2003 年于重庆邮电大学获硕士学位,现为重庆邮电大学副教授,主要研究方向为个人通信、光互联网及交换技术。

HUANG Qiong was born in Xichang, Sichuan Province, in 1971. She received the M.S. degree in Chongqing University of Posts and Telecommunication in 2003. She is now an associate professor. Her research interests include personal communications, optical Internet, switching technology.