

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2014.10.004

引用格式:丁美玲. LTE 系统中上行协同技术及其实践[J]. 电讯技术, 2014, 54(10):1335-1338. [DING Mei-ling. Technique and Practice of Uplink Coordination in LTE System[J]. Telecommunication Engineering, 2014, 54(10):1335-1338.]

# LTE 系统中上行协同技术及其实践\*

丁美玲\*\*

(中兴通讯股份有限公司 上海研发中心, 上海 201203)

**摘要:** LTE 系统中的上行协同主要基于软合并技术, 且适用于具备理想传输条件的小区, 因而在实际网络中部署受限。根据 TD-SCDMA 系统中的多小区联合检测原理提出了基于干扰抑制合并的上行协同技术, 并应用于不具备理想传输条件的小区。试验表明, 基于软合并的上行协同技术可以提升主测小区边缘用户的平均吞吐量达 89.9%, 而基于干扰抑制合并的上行协同技术则可提升 29.3%, 两者的有机结合可有效提升全网用户感知。

**关键词:** LTE; 上行协同; 用户感知; 云干扰抑制合并; 多小区联合检测

**中图分类号:** TN929.53      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-893X(2014)10-1335-04

## Technique and Practice of Uplink Coordination in LTE System

DING Mei-ling

(Shanghai R&D Center, ZTE Corporation, Shanghai 201203, China)

**Abstract:** The uplink coordination in LTE system is mainly based on soft combining, and is suitable for cells connected with ideal transport condition, but it is difficult to deploy. According to the principle of multi-cell joint detection in TD-SCDMA system, the technique of cloud interference rejection combining (Cloud IRC) is proposed, and it can be used between cells without ideal transport condition. According to test in commercial LTE network, the throughput of cell-edge users can be improved by 89.9% on average with the technique of soft combining, and 29.3% with the technique of Cloud IRC. With both of them, the quality of experience is improved in the whole network.

**Key words:** LTE; uplink coordination; quality of experience; cloud interference rejection combining; multi-cell detection

### 1 引言

边缘用户的业务质量保证一直是移动通信系统面临的一个重要问题, 为此需要引入对抗系统内外干扰的技术。2G 系统主要采用异频组网和跳频技术, 而 3G 系统则主要采用 CDMA 技术, 并且在 WCDMA 和 CDMA2000 系统中引入了软切换技术, 而 TD-SCDMA 系统中则引入了多小区联合检测技术。随着智能手机、平板电脑得到规模应用, 移动互联网也进入了新的阶段, 用户对于数据业务的感知要求

逐步提升, 而小区边缘用户的吞吐量就成为一个瓶颈。为此, 3GPP 在 LTE-A 标准中逐步引入协作多点 (Coordinated Multi-Point, CoMP) 技术<sup>[1]</sup>, 并假定小区间具备理想的传输条件。

根据 3GPP 对 CoMP 技术的分类, 上行 CoMP 技术主要是指联合接收<sup>[1-2]</sup> (Joint Reception, JR), 具体包括联合均衡和软合并两种技术, 其中联合均衡需要将邻小区的天线数据一起进行解调, 如对于 8 天线的系统而言, 意味着需要同时解调 16 天线的数

\* 收稿日期: 2014-05-05; 修回日期: 2014-07-25      Received date: 2014-05-05; Revised date: 2014-07-25

\*\* 通讯作者: dingml@163.com      Corresponding author: dingml@163.com

据,其复杂度导致基于现有的硬件难以实施,因此对于8天线的系统,业界主要采用基于软合并的上行协同技术<sup>[3]</sup>,文献[3]还提供了有关试验的情况。

我们也可以发现,现有的小区间协作研究主要基于具备理想传输条件的小区间<sup>[1-4]</sup>,但实际的网络绝大多数是基于分布式基站部署的,这也就意味着不同基站的小区间不具备JR的能力,为此本文研究了网络中任何小区间均可进行上行协同的方法,并进行了实践。

## 2 上行协同技术研究

CoMP的基本原理如图1所示,即多个小区同时对特定的用户进行收发,原理上和WCDMA系统的软切换技术具有相似性。

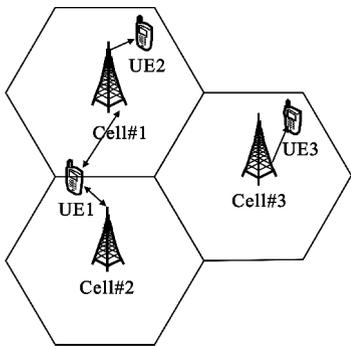


图1 CoMP原理图  
Fig. 1 Schematic diagram of CoMP

JR是指协作集内的小区将本小区和邻小区用户依据MU-MIMO的方式统一进行联合均衡处理,然后将邻小区用户的软信息传递到邻小区用于软合并的过程,此时,邻小区也会进行对等的操作,如图2所示。通过这一过程,目标用户从联合均衡和软合并中获得了干扰消除增益和接收分集增益<sup>[2,4]</sup>。特别地,协作的各小区可分别进行各自的上行调度,并不受JR的影响。

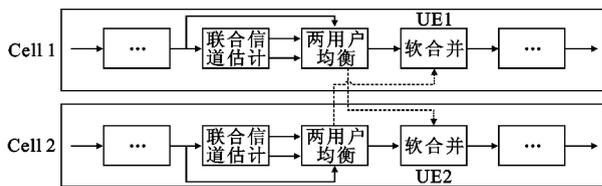


图2 上行协同技术原理图  
Fig. 2 Schematic diagram of uplink coordination

信息,这就必然对小区间的传输带宽和时延提出了要求。一个基站内的小区间可视为具备理想的传输条件,而不同基站的小区间则只能通过现有的传输网络进行信息交互。计算表明,JR需要的传输带宽在100 Mb/s以上,时延则要求在0.1 ms量级,这对于通过传输互联的不同基站而言是难以具备的。

如果在JR过程中省去软信息传递和合并的过程,即可在并行获得本小区和邻小区用户的信道估计结果后进行多用户的联合均衡得到本小区用户的信号,我们称该技术为Cloud干扰抑制合并(Interference Rejection Combining, IRC),此时小区间仅需进行少量的信令交互。通过对比可以发现,这一过程与TD-SCDMA系统中的多小区联合检测相似,和传统IRC的不同之处在于邻小区用户的信息对本区而言是显性的。另一方面,由于用户的上行调度时刻是在用户实际发送上行数据之前的4 ms,因此邻小区具备1 ms级别的时延用于通知本区有关信令。

假定目标小区接收到的本小区和邻小区用户功率相等,且两用户占用相同的子载波资源并具备随机的相位关系,从图3的链路仿真来看,在中国移动广泛采用的双极化8天线,基于软合并的JR相比IRC增益达3.5 dB左右,而Cloud IRC相比IRC也能够获得1 dB左右的增益。

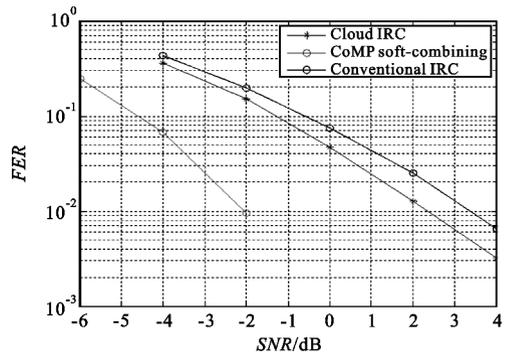


图3 上行协同技术的仿真曲线  
Fig. 3 Simulation curves of uplink coordination

上述研究表明,在基站内的小区间可使用软合并的JR技术,而不同基站的小区间可使用Cloud IRC技术,这样就使得全网的邻小区间均具备上行协同的能力。

## 3 上行协同技术实践

在与广东移动基于试验网进行技术验证的基础

上,中兴通讯与福建移动进一步开展了基于商用网的技术试验,交叉推进上行协同技术的验证和商用。所选定的测试区域位于泉州市华侨大学内,并基于现有的分布式基站和传输部署。对上述测试区域内基站间的传输时延摸底情况如图 4 所示,测试结果表明站间 IP 传输时延在 2 ms 以内,能够满足 Cloud IRC 的要求,而站内的小区则可以直接使用 JR 技术。

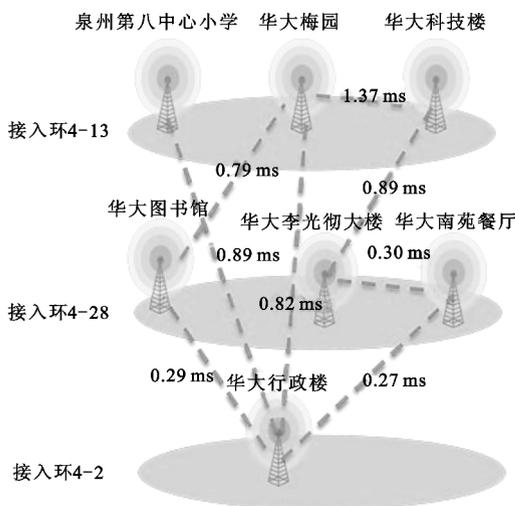


图 4 不同基站间的时延  
Fig. 4 Time delay between different sites

### 3.1 站内上行协同技术验证

为验证 JR 技术的增益,构建如图 5 所示的站内验证场景,其中主测小区 A 接入 9 个 UE,按照信号好中差点的放置比例为 4 : 3 : 2。主测小区有两个邻区分别为 B 和 C,这两个小区各放置 1 个中心 UE 和 1 个与主测小区相邻的边缘 UE。为示区别,在图 5 中主测小区 A 的 UE 垂直摆放,其他小区的 UE 倾斜摆放,与 UE 在实测试中的摆放状态无关。

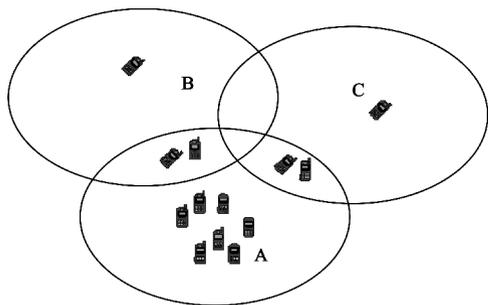


图 5 站内协作场景中终端放置示意图  
Fig. 5 Schematic diagram of UEs' positions in intra-site scene

上传业务,构造本小区和邻区上行链路均满负荷的极限场景。首先关闭上行协同并记录用户 15 min 的平均吞吐量,然后打开上行协同并进行相同的操作,记录的边缘用户平均吞吐量(单位 Mb/s)对比如图 6 所示。

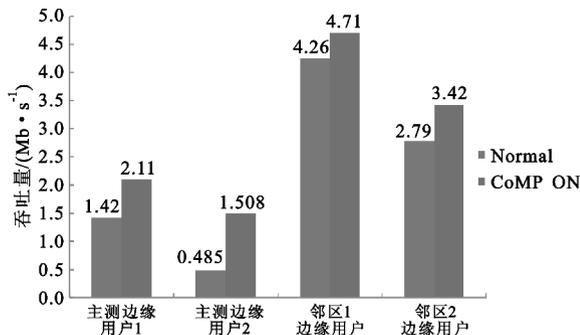


图 6 站内协作场景中边缘用户在上行协同开启前后的吞吐量  
Fig. 6 Throughput of cell-edge UEs with and without JR in intra-site scene

此外,在开启上行协同之后,所有小区总吞吐量由 49.65 Mb/s 变为 52.98 Mb/s。通过对测试数据的分析,我们可以得到如下结果:

- (1) 边缘用户吞吐量最高提升 210.9%, 主测小区边缘用户吞吐量提升 89.9% ;
- (2) 部分小区边缘用户上行增益较低,但所有边缘用户吞吐量仍提升 31.2% ;
- (3) 所有小区总吞吐量提升 6.7%。

进一步分析表明,上行协同对于边缘用户吞吐量的增益与如下两个因素有关:

- (1) 未采用上行协同时的用户吞吐量越低则相对增益越高;
- (2) 终端目前仅支持单发双收,在下行方向看到两个小区的路损差并不代表上行单天线到两个小区的路损差,如果选择的测试点其上行天线相对下行两天线到邻区的路损越小则邻区 JR 的贡献越大,相对吞吐量的增益越高。

### 3.2 站间上行协同技术验证

为验证 Cloud IRC 技术的增益,构建如图 7 所示的站间验证场景,其中主测小区 A 接入 1 个边缘 UE 和 1 个中心 UE,其中边缘用户 RSRP 小于 -110 dBm,而辅测小区 B 和 C 分别接入 1 个中心 UE。为示区别,在图 7 中主测小区 A 的 UE 垂直摆放,其他小区的 UE 倾斜摆放,与 UE 的实际摆放状态无关。

测试过程中,所有的 UE 均进行满 buffer 的 FTP

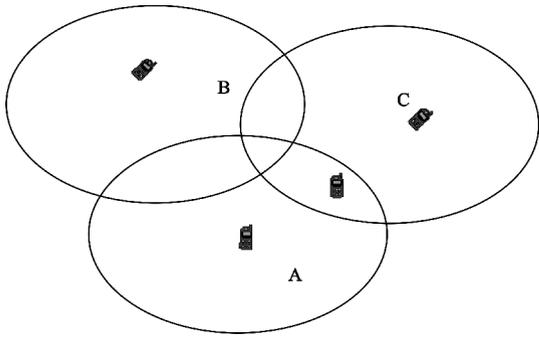


图 7 站间场景中终端放置示意图

Fig. 7 Schematic diagram of UEs' positions in inter-sites scene

所有的 UE 均进行满 buffer 的 FTP 上传和下载业务,构造本小区和邻区均满负荷的极限场景。测试过程中,首先关闭上行协同并记录用户 15 min 的平均吞吐量,然后打开上行协同并进行相同的操作。记录显示关闭上行协同时,边缘用户吞吐量为 0.536 Mb/s,所有小区总吞吐量 57.62 Mb/s;而开启上行协同时,边缘用户吞吐量为 0.693 Mb/s,所有小区总吞吐量 58.41 Mb/s。

通过对测试数据的分析,我们可以得到如下结果:

- (1) 边缘用户上行吞吐量提升 29.3% ;
- (2) 其余中心用户的吞吐量基本保持不变。

#### 4 结束语

LTE 系统中的上行协同主要是指 JR,并需要小区间具备理想的传输条件。本文根据网络的实际情况,提出了不具备理想传输条件的小区间协同技术 Cloud IRC,而基于软合并的 JR 和 Cloud IRC 分别可类比于 WCDMA 系统中的软切换和 TD-SCDMA 系统中的多小区联合检测技术。

本文以现有的基站和传输部署为基础,对上行协同技术进行了研究和验证,使得全网的同频邻区

间均可进行上行协同。在有关试验中,基于软合并的站内上行协同技术可以提升主测小区边缘用户的平均吞吐量达 89.9%,而基于干扰抑制合并的站间上行协同技术则可提升 29.3%,结果表明上行协同技术可以有效提升边缘用户的上行吞吐量,为 LTE 网络的质量提升提供了可部署的方案,并即将展开规模应用。

#### 参考文献:

- [1] 3GPP TR 36.819 v11.1.0, Coordinated multi-point operation for LTE physical layer aspects [S].
- [2] Mamoru S, Yoshihisa K, Akihito M, et al. Coordinated Multipoint Transmission/Reception Techniques for LTE-Advanced [J]. IEEE Wireless Communications, 2010, 19(2):26-30.
- [3] 王启星,何丽峰,郑毅,等. LTE 网络上行 CoMP 方案研究与外场试验 [J]. 电信科学,2013,29(5):51-56.  
WANG Qi-xing, HE Li-feng, ZHENG Yi, et al. Research and Field Trial of Uplink Coordinated Multipoint Processing in LTE Network [J]. Telecommunications Science, 2013, 29(5):51-56. (in Chinese)
- [4] 卢宪祺,周文安,朱超平,等. 一种基于 CoMP 的随机接入方案 [J]. 电讯技术,2012,52(5):619-623.  
LU Xian-qi, ZHOU Wen-an, ZHU Chao-ping, et al. A Random Access Scheme Based on CoMP [J]. Telecommunication Engineering, 2012, 52(5):619-623. (in Chinese)

#### 作者简介:



丁美玲(1975—),男,江西新建人,2002 年于浙江大学获博士学位,现为高级工程师,主要研究方向为移动通信、移动互联网。

DING Mei-ling was born in Xinjian, Jiangxi Province, in 1975. He received the Ph. D. degree from Zhejiang University in 2002. He is now a senior engineer. His research concerns mobile communication and mobile Internet.

Email:dingml@163.com