

TD-LTE R9定位技术研究

徐莹莹 延凤平 北京交通大学

【摘要】 文章对TD-LTE R9标准中三种定位技术（基于OTDoA、E-CID和A-GNSS的定位）的改进点进行了分析，结合Wi-Fi定位提出了物联网环境下的混合定位技术，并给出了混合定位的技术方案与定位流程。

【关键词】 TD-LTE R9 混合定位 Wi-Fi

TD-LTE R9规范中，定义了三种定位方式：（1）基于OTDoA的定位；（2）基于E-CID的定位；（3）基于A-GNSS的定位。运营商可根据小区半径、自适应天线技术、路损和定时估计精度等实际情况，来决定采用其中一种或几种定位方式。下面分别对这三种方式进行分析。

1 基于OTDoA的定位

OTDoA（Observed Time Difference of Arrival）定位的基本思想是：UE根据eNodeB的下行参考信号，测

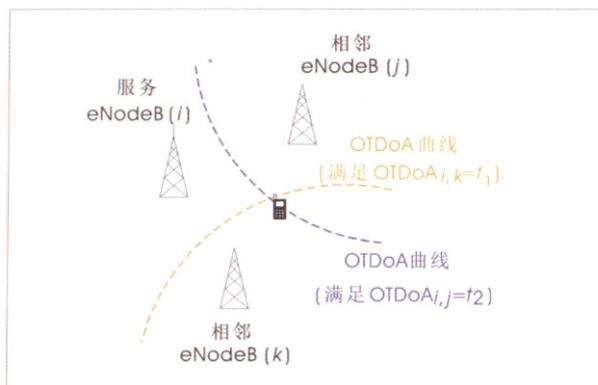


图1 OTDoA定位方法原理

量不同eNodeB的信号到达UE的时间差。根据UE测量结果，并结合eNodeB的坐标，采用合适的位置估算方法。一般位置估算方法至少需要考虑3个eNodeB定位的情况，见图1。UE测量的eNodeB的数据越多，测量精度越高，定位性能的改善也越明显。

1.1 引入新的定位参考信号

在R9中针对OTDoA定位需求，专门引入了一种新的参考信号——Positioning Reference Signal（PRS）^[1]，并在一个所谓的定位子帧（Positioning subframe）中占据中央 N_{RB}^{PRS} 个PRB。PRS可按较高功率率在一个固定的天线端口（Port6）发射，实现较大范围覆盖。UE基于每个小区的PRS，来测量该小区信号到达该UE的时刻。

R9规定正常子帧和MBSFN子帧都可用作定位子帧，而TDD制式下DwPTS不包含PRS。 N_{RB}^{PRS} 由高层指示，取值范围为{6, 15, 25, 50, 75, 100}RBs^[2]。另外，在包含PRS的PRB内，若PDSCH物理资源映射时，按目前参考文献[1]规范定义，会覆盖掉PRS。但是这种场景出现情况很少，因此如图2所示，在包含PRS的PRB内，一般不会再携带PDSCH，目的是降低PDSCH对邻区PRS的干扰，增加PRS的“hearability”^[3]。对于承载公共信道的PDSCH接收，UE可假设所分配的RB中不存在PRS，网络会避免将PRS分配在这些公共信道中，以保证这些公共信道的接收性能。

收稿日期：2012-06-09

责任编辑：左永君 zuoyongjun@mbcom.cn

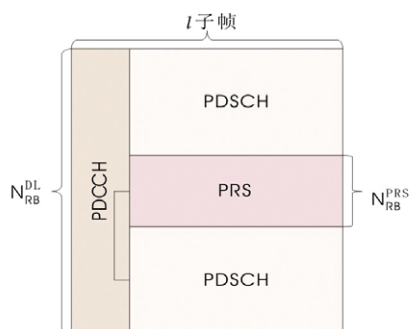


图2 PRS所占PRB位置示意图

1.2 PRS Pattern

R9中采用的PRS模式为“diagonal pattern with time-varying frequency shift”^[4-5]。PRS沿对角线方式映射，尽量覆盖整个PRS带宽，并跳过原先Cell-specific RS已占的OFDM符号。通过时域内插保持后，PRS频域密度可达1PRS/15kHz，对应时域窗为 $\pm 33.3 \mu s$ 。频域shift与Cell ID有关（频率复用系数等于6），用来降低小区间PRS相互干扰。当非MBSFN子帧包含PRS时，即使下行系统带宽不超过10个RB，PDCCH所占的符号也不会超过3个。图3为Positioning RS Pattern示例（PBCH 2发射天线端口、Normal CP模式）：

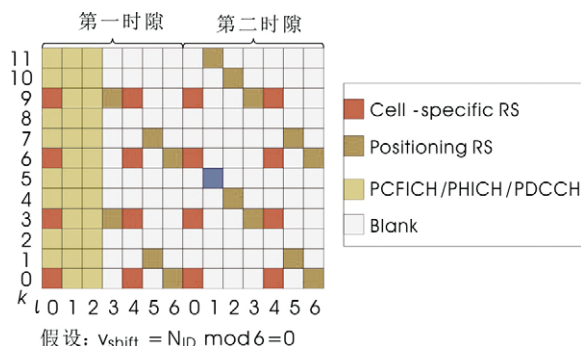


图3 Positioning RS Pattern示意图

2 基于E-CID的定位

E-CID中AoA（Angle of Arrival）+TA（Timing Advance）定位是已经在UTRA-TDD（TD-SCDMA）中采用的一种方法。在TDD系统中，当eNodeB采用小间隔天线阵列的智能天线时，可以估计出UE信号到达eNodeB的到达角度（AoA），因此可以估计出UE在小

区中所处的方位。同时，根据eNodeB和UE测量所得到的UE信号发射相对于其接收的时间提前量（TA），可以估计出UE与eNodeB之间的传播距离。这样，综合AoA和TA测量结果，基于单小区就可以进行UE定位，见图4：

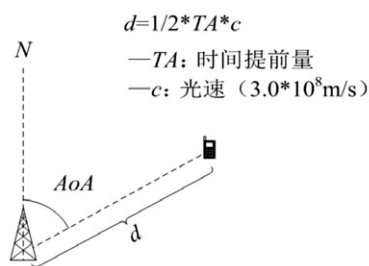


图4 AoA+TA测量

在E-UTRAN测量中，R9规范新增了eNodeB支持AoA测量的要求^[6]，即：eNodeB根据所接收到的上行信号，测量信号到达角度相对于地理正北方向的角度（取逆时针方向为正）。

R9分别针对eNodeB和UE新增了“Rx-Tx time difference”测量要求^[6]。在eNodeB侧的Rx-Tx time difference定义为：

$$\begin{aligned} \text{eNB Rx-Tx time difference} \\ = \text{TeNB-RX} - \text{TeNB-TX} \end{aligned} \quad (1)$$

其中，TeNB-RX为eNodeB接收到上行无线帧j的定时，定义为第一条检测到的路径到达时刻；而TeNB-TX为eNodeB发送下行无线帧j的定时。

类似地，在UE侧的Rx-Tx time difference定义为：

$$\begin{aligned} \text{UE Rx-Tx time difference} \\ = \text{TUE-RX} - \text{TUE-TX} \end{aligned} \quad (2)$$

其中，TUE-RX为UE从服务小区接收到下行无线帧j的定时，定义为第一条检测到的路径到达时刻；而TUE-TX为UE发送上行无线帧j的定时。要求最大支持100km半径小区，因此UE RX-TX time difference取值范围是0到约667 μs 。

eNodeB基于自身测量的Rx-Tx time difference，以及UE测量的Rx-Tx time difference，可进一步计算得到时间提前量（TADV，Timing Advance），R9标准中将TADV测量分为两种类型Type 1和Type 2^[6]。Type 1相比于Type 2类型的TADV测量，综合利用了eNodeB和UE

的Rx-Tx time difference测量结果，并且可以基于一般上行信道测量，因此精度相对较高。Type 2类型的TADV测量，虽然精度比Type 1低，而且只能基于PRACH信道测量；但是它无须UE上报Rx-Tx time difference测量结果，在R8版本情况下同样适用，因此具有R8后向兼容性。

3 基于A-GNSS的定位

GNSS (Global Navigation Satellite System) 泛指全球导航卫星系统，包括了GPS (北美)、GLONASS (俄罗斯)、Galileo (欧盟) 等卫星系统。基于GNSS的定位方式，就是基于UE所接收到的若干卫星信号进行相关测量，然后进行UE定位^[8]。图5是A-GNSS定位的示意图：

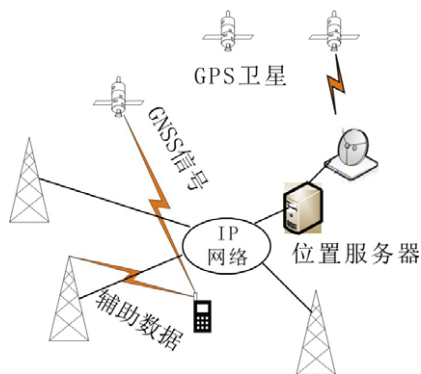


图5 A-GNSS定位示意图

在R9标准中，为了辅助GNSS定位，针对UE新增了“UE GNSS code measurements”测量，即要求UE测量第*n*个GNSS卫星信号扩频码的GNSS code phase。由于该测量与E-UTRAN/UTRAN/GSM信号无关，因此与UE所处的RRC状态也无关^[6,8]。

R9还分别针对eNodeB和UE新增了“GNSS Timing of Cell Frames for UE positioning”测量，即当某个指定E-UTRAN事件（由SFN指示的特定无线帧开始发送）发生时，要求eNodeB（或UE）测量该事件发生时对应的GNSS时间^[8]。

4 物联网环境下的混合定位技术

无线技术的蓬勃发展，带动了物联网的兴起，越来越多的服务都添加了无线定位的应用。无线定位是物

网中一项重要的技术，基于位置服务（LBS, Location Based Service）在物联网时代将有着广阔的应用前景。目前手机中可以嵌入多种低成本、低功耗的短距离通信技术，市面上很多手机都具有蓝牙、Wi-Fi、GPS功能。如何利用这些新型的手机并结合LTE定位技术OTDoA、E-CID、A-GNSS构成混合定位技术，从而提高定位的精度，是一个非常值得探讨的问题^[9-10]。

E-CID定位易于实现，建设成本低，定位响应时间短（1~2s），有很好的覆盖性能和可靠性；但是其定位精度较低，并且依赖于基站覆盖区域的大小，所以在基站分布较少的地方，如郊区和农村难以获得理想的定位精度。

OTDoA的定位精度比E-CID高，但是对时间的基准要求较高，易受多径干扰的影响，反应时间比E-CID长（3~6s）。其适用于较开阔的地区，如郊区、乡村等，所以综合使用OTDoA和E-CID可以在农村和密集城区获得较好的定位。

A-GNSS定位精度比较高，通过接收若干卫星信号，它在室内外都可以用于精确的定位。但是当室内定位信号较弱时会影响定位精度，并且其对移动终端的要求较高，因此成本较大。

Wi-Fi定位是根据各个地方的Wi-Fi热点发出的信号强度和全球唯一的MAC地址进行定位的。移动终端在开启Wi-Fi的情况下，即可扫描并收集周围的接入点（AP, Access Point）信号获取MAC地址。移动终端将这些能够标识AP的数据发送到位置服务器，通过统一的“位置信息云服务器”（例如谷歌的相关服务器）检索出每一个AP的地理位置。该服务器结合已有的参考位置信息，分析处理获得的诸多位置信息，计算出该移动终端的位置信息，实现精确定位。Wi-Fi定位适用于AP较多的地方，例如城市中心、校园等。

结合上述定位方法的优缺点，本文提出了一种混合定位方式，其技术方案见图6。当一个用户需要进行定位的时候，优先使用Wi-Fi定位方式；如果周围没有合适的AP接入点，则使用基站定位的方法。如果该用户处在基站较多的地区（如城区），则选择E-CID定位方式；反之，则选择OTDoA进行定位。如果以上方法都无法获得较理想的定位结果，那么使用A-GNSS进行定位。混

合定位流程如图7所示。

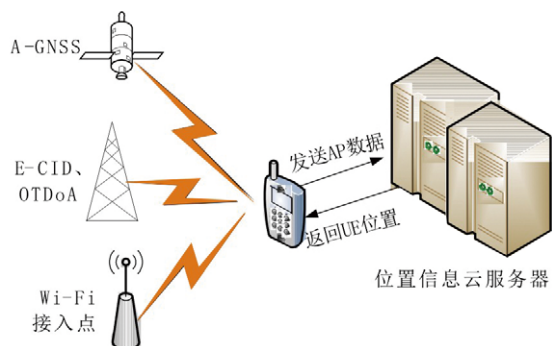


图6 混合定位技术方案架构图

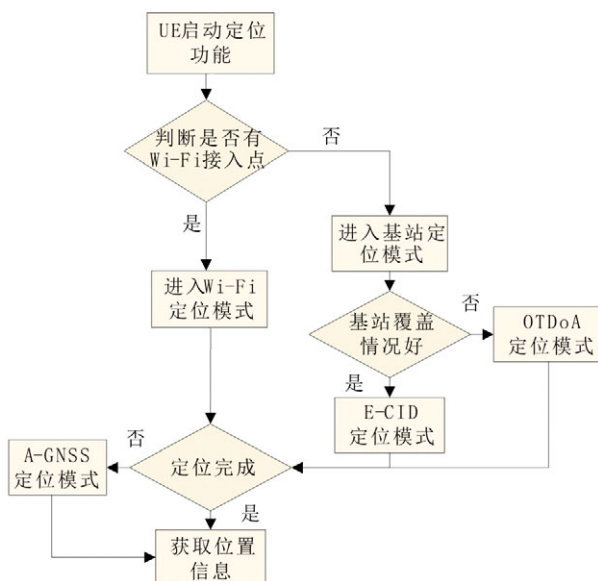


图7 混合定位流程图

要实现混合定位的技术难点是需要建设一个混合定位的平台，设定多种定位模式，如OTDoA、E-CID、A-GNSS和Wi-Fi等。不同定位方式的定位精度不同、收费标准不同，用户可以按需选择。

5 总结

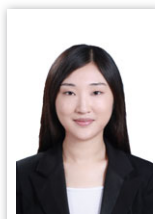
本文主要对TD-LTE R9标准中定位技术的改进点进行了研究总结，分析了TD-LTE R9中新增的专用参考信号、定位子帧、PRS Pattern和多种测量要求。LTE R9中多种定位技术（OTDoA、E-CID、A-GNSS）

和Wi-Fi技术的融合，可以解决单一定位技术的缺陷，从而能够满足各种定位需求。移动网络定位技术结合Wi-Fi等短距离定位技术的混合定位方式，将成为未来定位技术的发展方向。

参考文献：

- [1] R1-093406. Positioning subframe muting for OTDoA measurements[S].
- [2] 3GPP TS 36.211 V9.1.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Channel and Modulation(Release 9)[S].
- [3] R1-093024. Discussion on PDSCH in PRS subframe[S].
- [4] R1-092008. Comparison of PRS patterns[S].
- [5] R1-092354. Consideration on PRS pattern design[S].
- [6] 3GPP TS 36.214 V9.2.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical layer-Measurements[S].
- [7] 3GPP TS 36.355 V9.7.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); LTE Positioning Protocol(LPP)(Release 9)[S].
- [8] 罗枝花,王晓平. 混合定位技术与应用的探讨[J]. 数据通信, 2011(4).
- [9] 孙文虎,封雷鸣. 混合定位技术研究[J]. 电脑与电信, 2009(2).
- [10] 3GPP TS 36.133 V9.2.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Requirements for support of radio resource management[S].

作者简介



徐莹莹：北京交通大学电子信息工程学院硕士研究生，主要研究方向为无线通信、光通信。

延凤平：北京交通大学电子信息工程学院教授、博导，主要研究方向为光通信、全光网络、新型特种光纤及光纤器件、光纤传感、无线通信等。