

摘 要

第五代移动通信技术 (the 5 th Generation Communication Technology, 5G) 将于 2020 年前后开始商用, 相比于第四代移动通信技术 (the 4th Generation Communication Technology, 4G), 5G 网络的容量需求将有 1000 倍的增长。超密集组网 (Ultra Dense Networks, UDNs) 在区域面积内放置了更多的基站, 这是能够提供巨大容量增益一种十分可靠的技术^[1]。通过在宏基站 (Macro Base Station, MBS) 的热点区域放置小的微基站 (Small Base Station, SBS), 也可以实现在小区内的任何地点都可以流畅通信的愿景。但超密集组网使得基站之间的距离更近, 随之带来的 SBS 之间干扰问题越发明显。超密集组网场景中, 由于 SBS 之间的距离较近, 因此 SBS 和用户的信道状态信息 (Channel State Information, CSI) 易于汇总到控制端, 再由控制端控制 SBS 进行数据的发送, 达到 SBS 之间协作的目的。由于协作的 SBS 的天线之间的距离远远大于天线的相关距离 (Coherence Distance), 因此协作的 SBS 可以构成一个分布式的多输入多输出 (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) 系统, 协作的 SBS 所服务的用户可以通过波束成型 (Beamforming, BF) 的方法将用户的接收信号向量在空域上相互正交, 达到干扰消除的目的。

首先, 本文对基于格的基站部署方法, 包括环形的基站部署方法和方格点的基站部署方法, 对上述两种基站部署方法的拓扑结构进行了介绍, 并对性能进行了分析。对于环形的基站部署方法, 讨论了环的半径 R 和基站的个数 N 对整个网络的性能的影响。对于方格点的基站部署方法, 讨论了 SBS 之间的横向间距 l_1 和 SBS 的纵向间距 l_2 对网络的性能的影响。

接着, 本文对基于 PPP 的基站部署的性能进行了研究, 并假设用户的分布为混合二维高斯分布以反映网络中的用户的不均匀性和聚集性。提出了一种简单可行的办法计算该场景下的覆盖率和单位面积频谱效率等性能指标, 并讨论了影响网络性能的相关参量。

本文最后对网络中用户的接收信干比 (Signal Interference Ratio, SIR) 性能做进一步的优化。优化的过程分为两步, 第一步出于对网络的同步性和复杂度要求的考虑本文提出了基于深度优先搜索和以用户为中心的基站分簇算法, 第二步对簇内采用基于 SBS 间协作的分布式迫零预编码 (Zero-Forcing Beamforming, ZFBF) 技术优化网络中用户的接收 SIR。应用仿真分析的方法讨论了优化后的网络的性能。

关键词: 超密集组网; 无线网络建模; 随机几何; 分簇; 联合传输;