

Analysis of 5G Beamforming Scenario-based Application Strategy

Xiangyan Wang

Taishan University of Science and Technology, Taian, Shandong, 271000, China

Abstract

In the context of modern society, people's demand for high-speed mobile data is also constantly increasing. 5G has become the world's most concerned topic, its low latency, high-speed characteristics for people to bring unlimited possibilities, and promote the development of various industries, but also to create large-scale base stations. At present, more and more RF spectrum is available in urban environment, so it is necessary to make use of the utilization rate of base station transceiver data spectrum, so that people's demand for mobile communication quality can be met. MIMO technology can increase the rate of data transmission and is also the focus of modern research. MIMO technology can be realized by beamforming, so it is very important to study them.

Keywords

5G technology; beamforming; formalization scene

5G 波束赋形场景化应用策略分析

王相彦

泰山科技学院, 中国 · 山东 泰安 271000

摘 要

在现代社会背景下, 人们对于高速移动数据需求量也在不断提高。5G 已经成为全球最受关注的话题, 其低延迟、高速的特点为人们带来了无限可能, 并且促进了各行业的发展, 还创建了大规模的基站。目前城市环境中的可用 RF 频谱越来越多, 所以要利用基站收发数据频谱的使用率, 使人们对移动通信的质量要求得到满足。MIMO 技术能够使数据传输过程中的速率增加, 并且也是现代研究重点。MIMO 技术能够通过波束赋形实现, 所以对两者进行研究具有重要作用。

关键词

5G 技术; 波束赋形; 赋形场景化

1 引言

在 5G 进入规模部署过程中, 使用大规模天线阵列设计容量解决和覆盖解决方案。通过用户的位置、空间信道传输多径非相关性构成多层概念, 从而设计三维立体容量模型。所以, 在一定范围中, 5G 扩容也就是扩流, 能够使用户业务体验效果得到提高。另外, 天线阵列中的天线振子在用户的不同位置作用, 增强用户信号的跟踪覆盖性能。论文对 5G 波束赋形的场景应用进行分析, 对应用效果经验总结, 从而促进技术发展^[1]。

2 基础原理分析

2.1 波束赋形

波束赋形的信号在单一天线振子时属于同性衰减, 无法对方向进行选择。但是, 如果将同极化的方向振子设置到间隔中, 就能够使两列波存在干涉, 在对角度变化分析的时

候, 也会改变两列波之间所存在的相位差。要想使振幅增强, 可以使某个角度的两列波同相叠; 要想降低振幅, 就可以实现反向叠加。所以, 可以通过波束赋形对天线阵元加权系统进行控制, 从而增强期望信号, 降低非期望干扰。以此精准指向用户, 从而提高覆盖性能^[2]。

2.2 波束赋形实现技术

一般可以将波束赋形技术划分成三种, 分别为模拟波束赋形技术 ABF、数字波束赋形技术 DBF、混合波束赋形技术 HBF。能够在高频大规模天线中使用, 通过模拟对固定相位调整, 并且对数字幅度调整, 提高波束收益^[3]。

2.3 5G 波束赋形

如果使用矩形天线单元, 将电磁波辐射能量在中心区域中设计主瓣和旁瓣, 从而创建波束赋形。使波束更窄, 从而能够满足快速通信的需求, 并且使能量集中。通信系统中具有大量天线, 天线的规模大, 而且波束赋形具有良好的通信效果。随着 5G 通信技术的发展, 二维天线阵列也被广泛应用, 在波束赋形过程中要充分立体的多面布局, 逐渐发为 3D 波束赋形, 从而扩大了天线阵列的范围。如果用户

【作者简介】王相彦 (2004-), 男, 中国山东聊城人, 从事电子信息工程研究。

为手机端，那么手机的位置存在不确定性和可移动性。波束位就是正中间最大的波束赋形，垂直天线阵列传播，主波束的能量比较大。缺点就是在手机偏移的时候波束也无法移动，对手机信号进行接收^[4]。

2.4 5G 多场景波束权值的适应性

在城市中一般包括广场和高楼，高楼场景在设置无线信号的过程中具有较高的要求，通过垂直覆盖宽度能够提高垂直覆盖的范围。广场场景的接入信号良好，那么可以使用宽波束或者窄波束。

高楼场景主要包括高层、中层、低层的楼宇场景；广场场景包括空旷和聚集的场景。以不同的典型场景业务类型，水平波瓣宽度、宏站间距、波束权值等各有不同。通过设置波束能够在不同场景中利用高层楼宇测试，在不同场景中要设置不同基础波束^[5]。

3 5G 波束赋形的室内场景化应用

3.1 分布式 MIMO 可部署场景

分布式 MIMO 指的是在不同地理位置中分布天线，利用光纤连接天线从而构成 MIMO 系统，使用户和天线的距离缩短，避免线损从而使发射功率得到降低，还能够避免不同小区中用户数量的重复应用，使系统性能得到提高。

MIMO 在室内场景中应用的主要特点就是组网更加灵活，对模块化无线形态进行考虑，可以部署不同的场景。在办公室中部署大规模的天线子阵列，要对各个方面子阵列集中处理后创建大规模天线，或者对跨房间集中处理进行考虑。在商场等公共区域中实现天线子阵列的部署；能够在体育场中央显示屏四周部署大规模的天线振子阵列^[6]。

3.2 数字室分的实现方式

数字室分 DIS 指的是利用共同频段相同的射频模块，对不同小区进行连续覆盖并且合并，使小区边界进行消除，使小区之间的干扰得到降低。如果用户交叠，那么多个头端就是同个用户服务，使干扰信号损耗着有用信号进行转变，避免出现干扰。利用室分天线能够校正互异性，使单用户性能得到提高^[7]。

3.3 传统室分的实现方式

传统室分 DAS 能够通过一台或者多台 RRU 联合收发节点创建多维度收发系统，从而使覆盖区域的峰值速率得到提高。和现网 DAS 建设方式结合，主要实现方法包括：

①楼层相同。使同个楼层中的不同区域划分成系统，

不同支路系统的发射信号在 MIMO 区域中覆盖，使区域用户峰值速率得到提高。

②楼层不同。指的是相邻的楼层和相应区域中的分布系统覆盖，使其能够成为分布式通道。不同楼层的信号能够 and 相邻的楼层构成分布式 MIMO 区域，使用户的峰值速率得到提高^[8]。

4 可行性分析和效果

4.1 仿真测试

将某区域作为试验场景，包括中高层与低层。低层为 20m 以下，高层为 40m 以上，20~40m 为中层。中高层在选择垂直波宽的时候，使原本覆盖模式转变：

①中高层。针对相应区域开展 3D 仿真，实现 50 层切片刀的设定，每层 3m，垂直波宽设置 25°。

②低层。实现设定区域的 3D 仿真，切片为 30 层，水平波宽设置 25°，每层 3m，表 1 为具体仿真数据。

通过仿真数据分析，中高层场景 RSRP 有所提升，能够改善覆盖效果。在实际测试过程中，能够明显地提高 RSRP 水平。在底层场景仿真过程中，也能够提高 RSRP。针对高层楼宇，垂直波宽在增加过程中，能够使楼宇覆盖效果得到提高。低层楼宇的高度比较低，但是楼宇宽度比较大，能够使垂直波宽降低，使覆盖效率提高^[9]。

4.2 商业区仿真

在核心区域开展测试，此区域为市民中心的附近路段，周边有高档住宅区、商业中心、写字楼等。此区域站点的上站比较困难，以此开展试验。

①试验前测试。针对此区域开展摸底拉网测试，主要问题为弱覆盖。

②工具寻优后调整。以试验前测试结果，修改覆盖区域站点，对不同波束场景进行修改，表 2 为小区波束的调整结果。

③用户垂直分布。将地面和楼道窗口的垂直方向中设置七个点，从而能够区分用户垂直的角度，表 3 为垂直波束验证结果。在波束增多水平与垂直角度能够精准打到指定位置 UE 中，测试位置用户在 3 楼垂直角度偏高的地方，在设置垂直角度过程中，要对 RSRP 进行改善，从而使增益得到提高；在对第 2 个位置进行测试的过程中，1 楼的垂直角度配置七波束时能够对 RSRP 增益进行改善。其他的测试位置四波束能够调整七波束，主要是因为 UE 实际位置和四波束配置角度接近^[10]。

表 1 具体仿真数据

中高层	调整前 RSRP (dBm)	调整后 RSRP (dBm)	变化值 RSRP (dBm)
低层	-108.52	-104.65	3.85
中层	-106.54	-105.74	1.05
高层	-107.65	-105.68	2.6
总体	-108.65	-106.45	2.05
低层	调整前 RSRP (dBm)	调整后 RSRP (dBm)	变化值 RSRP (dBm)
总体	-113.57	-109.85	4.58

表 2 小区波束的调整结果

基站名称	小区名称	PCI	初始波束场景	波束调整后场景
大楼 1	大楼 1_1	110	0	12
大楼 2	大楼 2_1	109	0	3
东区 1	东区 1_1	115	0	3
东区 2	东区 2_1	116	0	2
西区	西区_1	305	0	2
计生所	计生所_0	176	0	8
会展中心	会展中心_1	52	0	6
电信枢纽大厦	电信枢纽大厦_1	35	0	2

表 3 垂直波束验证结果

楼层	水平 7 波束			2221 波束			2212 波束		
	左	中	右	左	中	右	左	中	右
16 楼	-110	-115	-91	-98	-87	-78	-97	-86	-8690
14 楼	-105	-102	-88	-95	-85	-84	-95	-87	-96
12	-100	-92	-85	-90	-91	-80	-92	-90	-84
10	-97	-35	-86	-88	-80	-78	-85	-81	-80
8	-93	-100	-88	-88	-85	-83	-82	-82	-85
6	-93	-94	-84	-90	-80	-80	-94	-96	-80
4	-96	-91	-80	-90	-74	-80	-92	-84	-80
2	-72	-92	-88	-90	-81	-76	-97	-84	-80

5 结语

现代 5G 网络覆盖的优化重点为波束优化，从而使用户覆盖更加合理，能够降低干扰的发生率。在规划不同场景波束时，要求能够满足不同的场景需求。不同场景中存在不同的波束，从而提高覆盖范围和效率，在此过程中还要实现水平和垂直方向的半功率角设置。在应用过程中实现立体覆盖，在商业广场、高层楼宇等场景中覆盖。利用波束赋形技术提高容量和范围，以不同场景对波束配置优化，使通信企业站址紧张、覆盖和建站困难等问题得到解决。

参考文献

[1] 涂淦明.5G波束配置优化提升策略分析[J].通讯世界,2022,29(9): 153-155.

[2] 李志勇,陆南昌,吴宝栋.5GPattern寻优增强场景化覆盖方案研究[J].广东通信技术,2023,43(2):11-16+28.

[3] 孙怡婷,丁杰,范凌.5G建网初期SSB波束设置策略[J].移动通信, 2022,46(2):85-88+100.

[4] 张颀,杨迎春,李里.多用户MISO场景的3D波束赋形和IRS反射优化设计[J].通信技术,2023,56(1):1-9.

[5] 李翠然,张泽鹏,谢健骊.基于LSTM动态波束赋形的高速列车越区切换算法[J].铁道学报,2023,45(10):78-86.

[6] 侯文娟.基于自定义波束的5G覆盖动态优化应用研究[J].电信工程技术与标准化,2023,36(10):40-44.

[7] 胡静雯,戴跃伟,刘光杰,等.无人机辅助场景下基于波束成形的LPD通信性能分析[J].重庆理工大学学报(自然科学版),2022, 36(3):152-163.

[8] 梁军利,涂宇,马云红,等.任务驱动的组织蜂群柔性阵列波束赋形算法研究[J].雷达学报,2022,11(4):517-529.

[9] 陆杨,熊轲,高博,等.可见光无线信能同传网络中能量有效的波束赋形设计[J].电子与信息学报,2022,44(8):2611-2618.

[10] 张本思,彭德义,李云.星地融合网络中基于速率分割的非正交多播和单播传输波束赋形[J].天地一体化信息网络,2022,3(4): 75-82.