

5G网络室内覆盖的测试分析与部署建议

冯飞扬 赵明杰 张海 江潇潇 吴中

上海工程技术大学 电子电气工程学院

[摘要] 5G改变社会, 实现万物互联。根据国家工业与信息化部统计, 截至2021年底我国已累计建成5G基站150万座, 占据全球5G移动基站总规模的70%。此外, 中国5G的连接用户数占据全球总连接数的80%以上。中国是当之无愧的5G网络建设和应用的全球领导者。为更好地服务于工业现代化和数字化, 5G网络要进入到室内场景并提供良好的信号覆盖, 如: 5G+医院(医疗)、5G+教育(学校)、5G+地铁、5G+商场、5G+工业制造等等。上海的5G网络在室外场景下已经实现了良好、连续的信号覆盖, 但是5G网络在室内的覆盖水平怎么样, 是否也可以为室内用户提供良好的覆盖和优质服务。本文以上海工程技术大学的室内场景为例, 测试现代交通工程中心大楼内的室内5G网络, 量化分析5G信号的覆盖分布, 并给出5G网络后续发展的解决方案建议。

[关键词] 5G网络; 测试; 建议

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1350

1 测试方案

1.1 测试场景

本文所做的5G测试区域位于上海工程技术大学现代交通工程中心的第7层和第9层。其中, 第七层是学校的人工智能产业研究院, 其每个实验室都部署了上海联通公司的室内5G小基站。第九层是学院教职工的办公室, 其与第七层有着相似的楼层布局, 但是第九层没有部署室内5G小基站。校园内部署有几处室外宏基站, 为整个校园的室外场景、教学楼、图书馆、实训楼等建筑提供5G信号覆盖。

本文所测试的5G网络为中国联通5G信号, 其频段为3500MHz-3600MHz。测试5G SSB(同步和广播信道, 没有功率

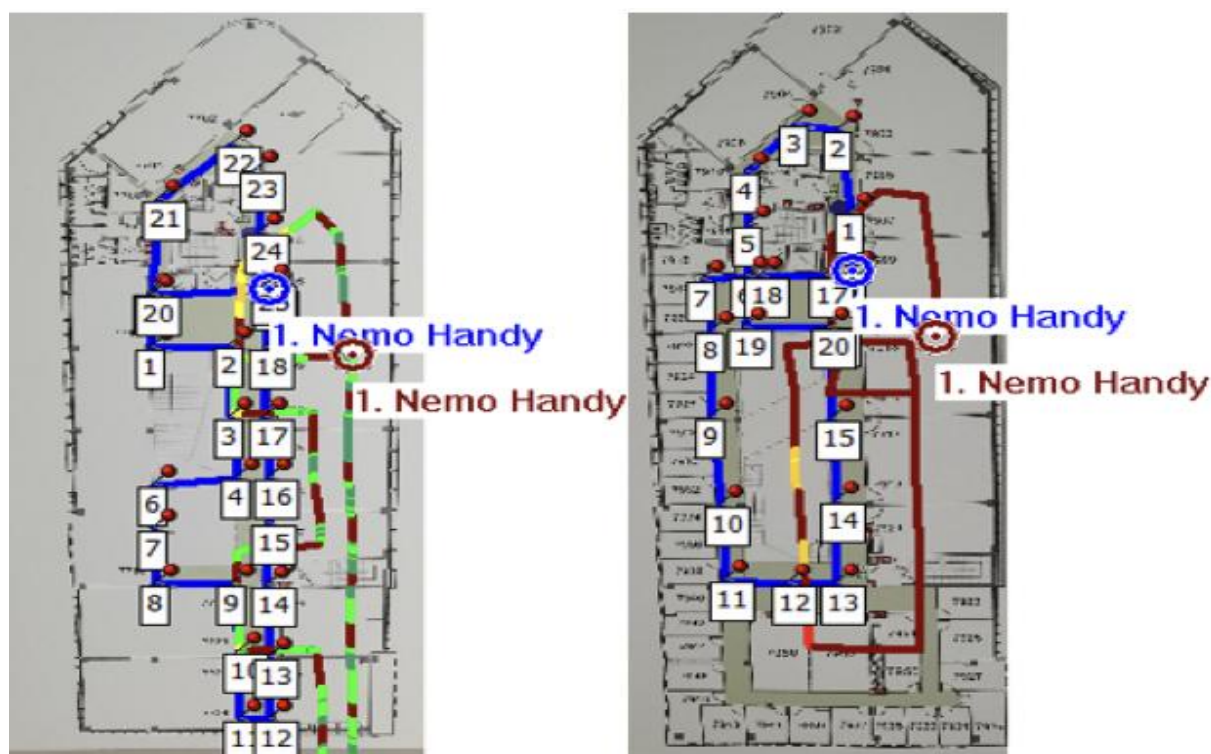
控制)信号的RSRP强度, 即测试终端接收到5G小基站发射的SSB信号的强度, 测试要分析对比该SSB信号在第7层和第9层楼上的分布。

1.2 测试工具

本文所使用的5G信号测试系统的软硬件采购自是德科技(Keysight)。其中, 手持式5G测量设备Nemo Handy完成对5G SSB信号的RSRP采集。Nemo Outdoor是数据后处理软件, 其完成对5G测试数据的分析处理。

1.3 测试方法

本文的测试方法为预先规划室内测量路线, 将测量路线所在的楼层平面图导入5G测试工程手机中(即Nemo



(a) 第7层

(b) 第9层

图1 5G室内测试的楼层平面图

Handy), 完成路径点的规划后以人工手持的方式使用测量设备在测试路线上进行SSB信号测量。在测量执行过程时, 测试设备一直保持在1.5米高度, 保持低速且匀速的步行, 以确保所测试到的5G信号沿测试路线的分布是均匀平稳的, 真实反映楼层的5G信号覆盖情况。

测试重复多次, 确保相关的5G信号统计数据是稳定的, 数据具有统计意义, 数据分析结论具有参考意义。

2 实测数据处理与分析

测试小组分别对现代交通工程中心大楼的第7层和第9层展开测试, 2个楼层的测试路线图基本一致。图1是Nemo Handy上显示的5G测试路线图, 以及5G信号沿测试路线的信号分布情况。

通过Nemo Outdoor后处理软件对采集到的5G信号进行统计分析, 可以得到第7层的楼面5G信号的覆盖比例为100%, 实现了5G网络的完全覆盖, 第9层仅有17.7%的区域可以获得5G网络覆盖。这反映出部署于7楼室内的多个5G小基站为第7层楼的公共区域提供了覆盖连续且信号良好的5G网络室内覆盖, 而位于第7层楼的5G小基站为上下楼层提供5G信号源, 实现部分区域的5G信号覆盖, 但是覆盖效果有限, 原因是5G信号在穿透楼层后快速衰减。

为进一步量化分析第7楼层和第9楼层的5G信号强度分布, 5G信号的强度被划分成4个阶梯: 优秀覆盖(SSB-RSRP>80dBm)、良好覆盖(SSB-RSRP>90dBm且SSB-RSRP<80dBm)、基本覆盖(SSB-RSRP>100dBm且SSB-RSRP<90dBm)、弱覆盖(SSB-RSRP<100dBm)。从统计数据可以看出:

1) 5G信号优秀覆盖情形下: 第7层5G网络覆盖比例达到28%, 而第9层只有1%。该数据反映出第7层的5G网络室内覆盖非常好, 而第9层的信号主要在中下阶梯, 甚至以弱信号为主。

2) 良好及以上的比例, 第7层已达到90%而第九层只有5%, 差异明显。该数据反映出第7层的5G室内覆盖全面而第9层缺少稳定覆盖。

3) 5G弱覆盖的比例, 第7层仅有约1%, 而第9层则有68%, 占据信号覆盖的大部分。该数据反映出第7层的5G室内覆盖几乎没有盲区而第9层5G信号覆盖效果差, 相关业务难以进行。

对以上差异的分析, 我们认为, 主要是7楼部署了室内5G小基站, 而9楼的5G网络是由7楼信号在穿越第8层和第9层楼衰减后的信号提供覆盖。由测试平面图可知, 7楼5G信号覆盖

较弱处多为墙壁交汇处, 9楼信号较好处为挑空结构附近, 近乎无严重阻挡, 远离挑空结构处信号渐弱及无覆盖。学校虽然部署了室外5G宏基站, 但其距离大楼较远且室外宏基站的信号要经历两层墙体(大楼外墙、走廊墙体)的严重衰减后才可以提供覆盖, 导致来自室外的5G信号几乎无法在室内接收到。另外5G小基站在第7层均匀部署到每个房间中, 所以在第7层测量接收到的5G信号覆盖稳定且较强, 信号波动较小。

3 5G室内覆盖建议

我国的2G、3G、4G网络主要是通过室外宏基站、室外或室内小基站、室内分布式系统三种方式协同部署来提供室内信号覆盖。5G宏基站能够进行广域覆盖, 其室内覆盖能力一般, 而5G小基站的室内覆盖能力强。5G时代数字化室内分布系统应该会继续担当重要的作用, 数字化室分系统主要由低功率的小基站提供。

5G室内覆盖主流方案有: 室外宏基站覆盖室内、数字化室分、对4G的DAS重复利用、数字化室分融合组网, 这几种方案可以相互协调、相互配合对室内场景进行覆盖, 以达到最好效果^[3]。如本文所测量场景为面积不大的单层室内场景且网络业务需求量不高, 在室外5G宏基站无法覆盖时适合使用5G小基站提供室内5G覆盖。在追求室内5G网络覆盖效果时也应结合实际情况, 综合考虑实际业务需求, 覆盖成本与回报、设备安全性、耐久度与建设难易度, 一方面要保证室内覆盖质量, 另外也要在完成建设后通过实地测量等方式进行检验, 确保5G信号良好覆盖。

本文通过对上海工程技术大学现代交通工程中心的室内5G网络覆盖测试, 以5G小基站为信号源进行了楼层间覆盖差异对比分析, 以测量数据对室内覆盖场景提出相应建议。希望本文的5G信号测试及结果分析可为相似室内场景提供参考依据。

参考文献

[1] 丁超, 姚利民. 5G时代室内覆盖解决方案研究[J]. 广东通信技术, 2019, 39(08): 25-29

[2] 尹军祖. 大型建筑内部5G信号的覆盖研究[J]. 科技风, 2021, (33): 1-3.

[3] 谢涵. 有源室分系统在高流高密场景中的优势[J]. 电子世界, 2019(01): 18-19.

致谢:

本文是在2021年上海工程技术大学大学生创新训练项目(NO. cx2102020)支持下完成的。