

文章编号: 2095-2163(2020)07-0192-03

中图分类号: TN929.5

文献标志码: A

5G 网络室外场景传播模型的匹配与校正

吴传根, 祝广强, 夏 瑞, 宋 裕, 吴 中

(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 201620)

摘要: 中国正在加速 5G 网络在全国范围内的大规模部署。5G 移动通信网络将极大地提升个人用户的移动互联网体验, 更会为实现工业物联网发挥无可替代的巨大作用。5G 在室外环境下的传播特性会制约 5G 网络的规划与部署, 直接影响宽带数据业务的覆盖, 也影响工业物联网的发展。因此, 5G 在室外场景下的传播模型建设显得无比重要。本文针对 3.5 GHz 频段下的 5G 室外场景, 实测了无线电波的路径损耗, 通过对传播模型的匹配与校正, 得出了符合 3.5GHz 无线电波在当下户外场景下的路径损耗模型。

关键词: 5G; 传播模型; 实测; 路径损耗

5G Propagation Model Calibration in Outdoor Scenarios

WU CHuangen, ZHU Guangqiang, XIA Rui, SONG Yu, WU Zhong

(School of Electronic and Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] 5G network is being massively deployed in China nationwide. 5G communication technology will greatly promote users' experience, and value added for industry internet of things. The 5G propagation characteristics in outdoor scenarios will restrict its planning and deployment, and hence impacting the coverage of broadband data service and the development of industry application. Therefore, the modelling of 5G propagation in outdoor scenarios is of great importance. This paper focuses on 5G outdoor scenarios and analyzes the path loss of the 5G signals experienced at frequency 3.5 GHz. The propagation models for 3.5 GHz is calibrated and discussed.

[Key words] 5G; propagation model; drive test; pathloss

0 引言

随着当代社会信息爆炸式的增长, 社会发展对通信业务的需求日益高涨, 对移动网络的利用将会涉及各行各业。2020 年, 中国开启了 5G 网络在全国范围内的大规模部署计划。随着全国各地 5G 的组网建成, 5G 网络性能提供显得尤为重要。

IMT-2020 对 5G 网络未来在 eMBB、eMTC、uRLLC 三大场景中的通信速率、连接数、时延等方面有着高要求, 5G 网络的速率将是 4G 网络的百倍以上, 时延将会降低至 1ms 以内, 万物互联时代即将到来。中国在 5G 网络初级阶段聚焦在 Sub-6GHz 频段上, 其兼具容量、覆盖两大特点, 对比更高频率的频段具有更高的研究意义^[1]。

2019 年 3 月 15 日, 上海工程技术大学建设成为全国首个 5G 高校, 具备研究 3.5GHz 频段下 5G 信号传播特性的条件。本文依托校园内实际部署的

现网对 5G 在 3.5GHz 无线电波的室外路径损耗进行实测与数据分析, 同时对比 3GPP 协议 38.901 中的损耗模型, 最后得出了最符合当下室外场景下的路径损耗模型^[2], 可为以后相似场景下 5G 信号的部署提供数据参考。

1 室外无线电波路径损耗模型

1.1 自由空间传播特性与模型

中国移动、中国联通、中国电信在 5G 部署的初级阶段聚焦在 3.3~3.5GHz 和 4.8~5GHz 两个频段。相较于 3G 和 4G, 5G 的频率更高, 频段更宽, 传输速率更快。相应的 5G 信号在空间中传输的衰减也越大。基于电磁波的特点, 频率越高, 波长越短, 绕射能力越差, 更趋于一条直线传播^[3]。本文探讨在 3.5GHz 频段下, 5G 信号在室外场景下的传播特性。

根据电磁学原理, 电磁波的强度随着传输距离的增加而降低, 有公式(1):

基金项目: 2019 年上海市大学生创新项目(CS1902002)。

作者简介: 吴传根(1998-), 男, 本科生, 主要研究方向: 电子信息工程; 祝广强(1998-), 男, 本科生, 主要研究方向: 电子信息工程; 夏 瑞(1997-), 男, 本科生, 主要研究方向: 电子信息工程; 宋 裕(1999-), 男, 本科生, 主要研究方向: 电子信息工程; 吴 中(1973-), 男, 博士, 高级工程师, 主要研究方向: 5G 网络规划、频谱中长期演进、非线性电磁波传播。

通讯作者: 吴 中 Email: stevenwuzhong@sues.edu.cn

收稿日期: 2020-03-22

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (1)$$

其中, d 是收发天线间的距离, $P_r(d)$ 是接收功率, 是 d 的函数, P_t 是发射功率, G_t 和 G_r 分别是发射机和接收机的增益, λ 是电磁波的波长。

把 $PL = \frac{(4\pi)^2 d^2}{\lambda^2}$ 称作路径损耗, 该公式可以转化

化为式(2):

$$PL(dB) = 32.44 + 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) \quad (2)$$

该公式是无线电波在自由空间传播的路径损耗, 无线电波在自由空间传播的路径损耗模型是最理想的路径损耗模型, 而实际的无线传播模型非常复杂, 因存在建筑, 植被, 山岭, 水面等不同地貌, 所以路径损耗一般无法通过公式的推导获得准确的表达, 通常的做法是根据实际的测试结果总结出一些经验公式^[4]。

1.2 参考模型

信道模型需要以一种可重复和经济有效的方式来模拟传播, 并用于精确地设计和比较无线电空中接口和系统部署。常见的无线信道模型参数包括载频、带宽、发射机(TX)和接收机(RX)之间的2-D或3-D距离、环境影响以及构建全球标准化设备和系统所需的其他要求。5G信道模型的最终挑战是提供一个基本的物理基础, 同时要灵活和准确, 尤其是如在0.5-100GHz宽频率下运行。

3GPP TR38.901提出了公式(3)所示的室外NLOS路径损耗。

$$PL = 13.54 + 39.08 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) - 0.6(h_{UE} - 1.5) \quad (3)$$

其中, d_{3D} 为5G基站的发射天线与接收终端之间的3D距离, 单位为m; f_c 为中心频率, 单位为GHz; h_{UE} 为接收端高度, 单位为m。

2 实测系统与实测环境

2.1 实测系统

本文所需测量设备均由诺基亚贝尔上海公司提供, 包括数据处理软件、接收端天线等, 图1为测量设备, 表1为测量系统参数。

测量时, 接收端天线始终手持于1.5米高度位置, 选此高度是为模拟便携式移动设备的通常高度。

2.2 实测环境

本文实测地点位于上海工程技术大学图书馆与实训楼之间的广场中进行, 5G信号来自于上海联通公司部署在校内的5G基站。信号基站天线位于实训楼32m高的楼顶, 因受复杂地形和树木遮挡的影

响, 测试的距离选在50~200m, 且此场景为NLOS场景。



图1 5G室外测量设备

Fig. 1 5G outdoor measurement equipment

表1 测量系统参数

Tab. 1 Parameters of measurement system

参数	取值
中心频率/MHz	3550
带宽/MHz	100
发射天线	MassiveMIMO
接收天线	全向天线
发射功率	15 dBm
收/发端高度/m	32 m/1.5 m
接收端天线增益	0 dBi
发射端天线增益	14 dBi

本文的测试方法为预先打点在测试路线上, 手持测试设备在测试路线上进行信号测试。在本次路径损耗测试中, 没有采用传统的搭建发射机和接收机的测试方法, 而是基于现有的商用网络进行测试, 通过专业的数据软件处理后, 将5G信号强度显示在平面地图上。测试数据点由GPS定位, 将所测的各数据点上的信号强度绘制在软件的平面地图上, 如图2所示。红圈内为基站天线所在位置, 蓝绿点为沿测试路线的测试信号电平分布。

3 实测数据处理与分析

根据实测数据, 路径损耗的计算公式(4)为:

$$PL = P_t - P_r + G_t + G_r \quad (4)$$

其中, P_t 表示发射功率; P_r 表示接收功率; G_t 表示发射天线增益; G_r 表示接收天线增益。在本文中, P_t 为15 dBm; G_t 为14 dBi; G_r 为0 dBi。各实测数据点如图2所示。

(下转第198页)