

一种基于MR数据修正无线传播模型的方法

于仰源, 孙宜军, 王磊, 罗海港

(中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司, 河南 郑州 450052)

【摘要】 无线传播模型修正的传统方法是依赖于CW测试, CW模测工作十分复杂且难以实施, 而且高质量CW数据也较难获得, 影响了模型修正的准确度。通过本方法处理后的MR数据可以有效地替代CW数据进行传播模型修正。使处理后的海量MR数据满足李氏定理, 再准确过滤部分极端数据后, 导入软件得到修正的传播模型。本方法具有准确度高、可操作性强、时效性好等优点, 另外, 精准、高效的无线传播模型修正对5G网络规划有重要意义, 此方法应具有很大的应用前景。

【关键词】 MR; LTE; 传播模型修正; CW; 5G网络规划

doi:10.3969/j.issn.1006-1010.2019.03.017 中图分类号: TN929.53

文献标志码: A 文章编号: 1006-1010(2019)03-0093-04

引用格式: 于仰源, 孙宜军, 王磊, 等. 一种基于MR数据修正无线传播模型的方法[J]. 移动通信, 2019, 43(3): 93-96.

OSID:



扫描二维码
与作者交流

A Method of Wireless Propagation Model Correction Based on MR Data

YU Yangyuan, SUN Yijun, WANG Lei, LUO Haigang

(China International Telecommunication Construction Group Design Institute Co., Ltd., The Fourth Branch, Zhengzhou 450052, China)

[Abstract] The traditional method of wireless propagation model correction is dependent on CW test. Usually, CW modeling and testing work is too complex to be implemented. Furthermore, the high-quality CW data is also difficult to be obtained so that the accuracy of the corrected model is affected. The MR data processed by the proposed method can effectively replace CW data to correct propagation model. The corrected propagation model can be obtained by processing massive MR to meet the Lee theorem, accurately filtering some extreme data and importing into software. The method has the advantages of high accuracy, strong operability and good timeliness. In addition, the accurate and efficient wireless propagation model correction is important for 5G network planning. This method has great application prospects.

[Key words] MR; LTE; propagation model correction; CW; 5G network planning

1 引言

无线传播模型修正是无线网络规划需要优先重点研究的问题, 传播模型的准确度将直接影响无线网络规划的准确度, 包括链路预算、基站规模估算、站址分布、仿真结果等。随着高频载波在移动通信尤其是5G技术中应用广泛, 这一个问题将更加突出。传统的

校正方法是通过模型测试数据来校正, 模型校正的准确度取决于模测数据的质量, 而高质量的模测数据往往较难获取, 因此本文接下来将提出一种基于MR数据修正无线传播模型的方法。

2 传播模型介绍

2.1 无线信号传播特性

无线信号在自由空间传播, 其衰落由三部分组

收稿日期: 2018-09-06

成：自由空间衰落、慢衰落、快衰落。自由空间衰落容易理解，表征的是信号在空间的扩散效果。慢衰落、快衰落则相对复杂，慢衰落是由于传播空间存在的山体、树木、建筑物等物体遮挡了信号的传播，引起了阴影衰落效应。快衰落则是信号由于多径效应叠加而引起的抖动，快衰落在时域上的变化尺度远远快于慢衰落。传播模型研究对象实际上就是准确地描述特定区域的慢衰落效应，而不同地区、不同城市内的地物地貌、地类人文等特征存在较大差异，理论上每个区域应映射不同的传播模型（类似人的指纹）。

2.2 基于统计的传播模型

传播模型大体分为两类：一类是基于无线电传播理论的理论分析方法，例如Volcano模型、WaveSight模型、WinProp模型等；另一类是建立在大量测试数据和经验公式基础上的实测统计方法，例如Okumura-Hata模型、COST231-Hata模型、Keenan-Motley模型、SPM（标准传播模型）等。工程中常用统计模型，SPM模型是以Okumura模型、COST231-Hata模型为基础发展而来，是一种应用广泛的通用模型，是本文研究的重点。其计算公式如下：

$$P_{loss}=K_1+K_2lg(d)+K_3(H_{ms})+K_4L_{Diffraction}+K_5lg(H_{eff})lg(d)+K_6lg(H_{meff})+K_7(f_{Clutter})$$
 (1)

SPM模型变量参数如表1所示：

表1 SPM模型变量参数	
SPM模型参数	说明
d/m	发射点到接收点的有效距离
H _{eff} /m	天线有效高度
L _{Diffraction}	衍射损耗
H _{meff} /m	移动台有效高度
f _{Clutter}	地貌修正因子

SPM模型K₁~K₇系数具体含义如表2所示。
修正传播模型，实际上就是对K₁~K₇值的修正。

3 基于MR数据修正传播模型方法

3.1 MR数据的预处理

MR是指基站或终端基于一定周期或事件触发上报生成的报告文件，包含RSRP、RSRQ、用户数、当前

表2 SPM模型K ₁ ~K ₇ 系数具体含义		
SPM模型系数	说明	默认值
K ₁	与频率相关因子	23.5
K ₂	距离衰减因子	44.9
K ₃	有效天线高度增益	5.83
K ₄	衍射计算修正因子	1
K ₅	奥村哈塔乘性修正因子	-6.55
K ₆	移动台高度修正因子	0
K ₇	移动台所处的地物损耗	1

服务小区等几十种字段信息，可以真实全面地记录网络现状。MR数据信息非常全面、数据量非常大，使用MR数据取代CW（Continuous Wave，连续波）测试数据进行模型修正，首先需对海量的MR数据进行预处理。

(1) MR数据收集

MR原始数据一般包含几十种字段，用于校正的数据必须包含RSRP、经度、纬度、当前服务小区等字段。

(2) MR数据栅格化解析

通过MR数据的频段信息确定波长。假设用户终端使用的是电信LTE-4G网络，若其载频为800 MHz，波长为0.38 m，40倍波长约为15 m，则栅格的边长要小于等于15 m。将MR数据以一定单位长度（40倍波长）栅格进行算数平均处理，并统计MR数据上报次数，如表3所示：

表3 MR数据栅格化处理						
频率/GHz	波长/m	40倍波长/m	采样数	采样间隔	采样数	采样间隔
1.8	0.17	6.67	30	0.22	50	0.13
0.8	0.38	15.00	30	0.50	50	0.30
2.1	0.14	5.71	30	0.19	50	0.11
2.6	0.12	4.62	30	0.15	50	0.09

考虑后续步骤中需要满足李氏定理门限以上的数据密度，所以数据记录时长选择1周时间以上。例如1 km²区域内估计用户数量为30个，MR数据上报周期选择480 ms，数据密度门限需要满足38个/平方米，则数据记录时长应为T=38×1000000/（30×24×60×

$60 \times 0.48 = 7.03$ 日, 故数据记录时长优选1周时间以上。

(3) 筛选30次以上的栅格数据, 以满足李氏定理。根据李氏定理, 在进行无线传播模型修正的测试时, 要保证在40个波长的间隔内, 记录的测试点不能少于30个, 以有效消除快衰落、保留慢衰落。因此, 在划分栅格的时候, 栅格的边长小于等于40倍的波长, 并将MR数据进行过滤, 仅保留上报次数在30以上的栅格, 此类栅格的MR数据满足李氏定理, 视为有效数据。

3.2 过滤异常栅格数据

有效的MR数据分布在发射机周围, 不应过远或过近, 由于现网使用定向天线, 只有在主波束方向上的测量点才是有效的, 异常的数据包括:

(1) 距离过远: 通常将与基站之间的距离为2倍站间距的MR数据认为是距离过远的异常数据, 需要过滤掉, 也可以根据实际应用需求进行设定, 例如在本实施例中可以是过滤与基站距离大于700 m的MR数据。

(2) 距离过近: 通常将与基站之间的距离过近的MR数据也认为是需要过滤掉的异常数据, 可根据实际应用需求在1/10-1/30站间距之间进行设定, 例如在本实施例中可以是过滤与基站距离小于10 m的MR数据。

(3) 天线背侧: 由于现有移动通信网络的发射机多使用定向天线, 只有在MR数据的当前施主小区对应天线的主波束方向上的测量点才是有效的, 所以需将非主波束方向的MR数据过滤掉。

3.3 修正步骤及示例

传统方法中, 是以CW数据对SPM模型进行修正, 本实施例中以处理后的MR数据代替传统的CW数据, 同样以对SPM模型做修正为例说明。本文介绍使用Atoll软件校正的方法:

(1) 选取某北方城区区域作为目标区域, 修正该区域的SPM模型参数;

(2) 将该区域内基站及发射机工参导入, 在Atoll软件中新建CW测试校正工程;

(3) 将该区域内MR数据按3.1节、3.2节方法处理, 并将MR数据区分服务小区逐个导入CW测试站点;

(4) 数据正确导入后, 即可将SPM模型进行校

正, 选择对应基站及发射机进行校正, 得到校正后的 $K_1 \sim K_7$ 的值, 如图1所示:

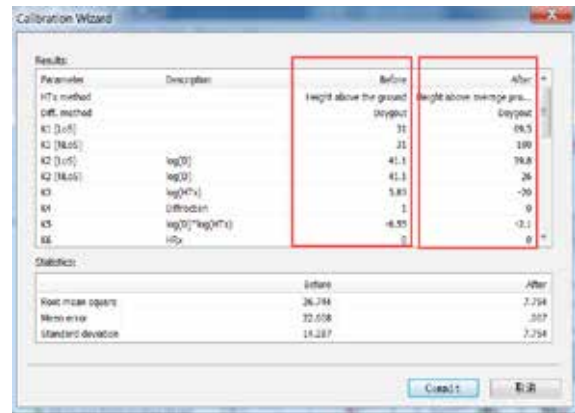


图1 模型修正 (修正 $K_1 \sim K_7$ 值)

3.4 准确性验证

验证校正模型的准确性, 常用的指标是均值和方差, 越小说明模型准确性越高。表4是使用本方法进行传播模型修正前后的对比效果, 利用MR数据修正无线传播模型, 得到的均值偏差为0.01 dB, 方差为7.77 dB, 说明本方法准确模拟了本区域的无线传播特性。

从以上对比数据可以看出, 由于是采用全面、客观的MR数据, 且对MR数据进行了筛选和过滤等处理, 得到的无线传播模型具有较高准确性。使用经本修正方法修正后的无线传播模型, 预测出的数据和真实值的均值偏差和方差都更小。

修正后预测电平值与实际MR电平值对比图如图2所示。

本方法提供了基于MR数据的修正无线传播模型的方案, 以MR数据代替传统的CW数据进行无线传播模型的修正, 由于MR数据的实时性、全面性和客观性, 大大提升了修正无线传播模型的工作效率, 对移动网络规划有重要的意义。

4 结束语

利用MR数据代替CW传统路测数据修正的方法不仅使精准预测小范围的无线环境成为可能, 还可以精准预测不同天气、气候、人文活动等因素的传播模型

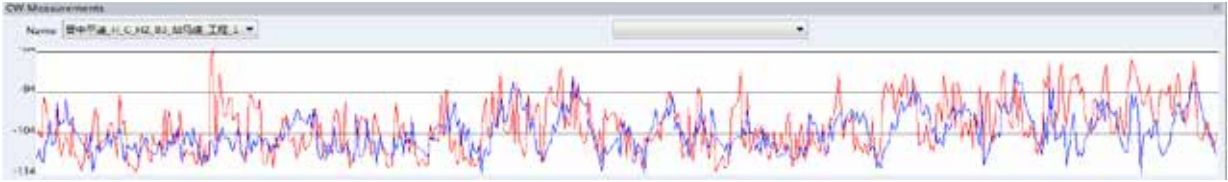


图2 修正后预测电平值与实际MR电平值对比图

表4 模型修正前后均值及方差对比

地貌	数据量	修正前		修正后	
		均值偏差/ dB	方差/ dB	均值偏差/ dB	方差/ dB
水域	1	-16.69	0	0.73	0
海域	0	0	0	0	0
湿地	0	0	0	0	0
郊区空地	0	0	0	0	0
城市开放地	64	11.04	12.19	-0.14	7.37
绿地	1.335	18.4	14.66	0.01	8.29
林地	0	0	0	0	0
高建筑	0	0	0	0	0
普通建筑	0	0	0	0	0
相比普通建筑	68	13.68	15.61	0.97	8.42
不规则大型建筑	57	14.87	11.66	0.41	3.87
不规则建筑	2.239	26.74	12.72	0	7.5
城郊区域	0	0	0	0	0
道路用地	308	16.54	13.68	-0.14	7.77
总计	4072	22.6	14.3	0.01	7.77

差异（选取不同天气时间段的MR数据即可）。对于5G时代来说，大气也将对高频段无线信号传播带来较大影响，例如雨雪、雾霾、水蒸气、氧气等，对高频信号存在吸收、衰减等影响，但实际工程中此类衰减很难定量测试分析，也是网络规划中面临的困难之一，所以MR数据修正方法也为5G网络的传播模型修正与预测提供了有效的手段。

参考文献：

[1] 何珂,全涛,赵晋,等. 基于MR数据的LTE网络射频精细优化的方法研究[J]. 移动通信, 2013,37(12): 15-19.
[2] 胡亚希,梁双春,方媛. 基于LTE测量报告数据的小区覆盖分析[J]. 电信工程技术与标准化, 2013(1): 33-37.
[3] 朱兴东. 浅析MR在TD-LTE规划及优化中的应用[J]. 通

讯世界, 2015(1): 27-29.

[4] 许国平. WCDMA数据业务速率优化技术研究[R]. 2011.
[5] 徐彤,孙秀英. WCDMA无线网络规划与优化[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014: 66-70.
[6] 李维. 基于LTE MR大数据挖掘的网络覆盖评估分析[J]. 中国新通信, 2015(24): 110.
[7] 岳磊,王玮,夏龙根,等. 基于MR测量的越区覆盖评估算法[J]. 通信技术, 2013(7): 88-90.
[8] 王有为,徐志宇,夏国忠. WCDMA特殊场景覆盖规划与优化[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
[9] HarriHolma, AnttiToskala. UMTS 中的WCDMA—HSPA演进及LTE[M]. 5版. 杨大成,等,译. 北京: 机械工业出版社, 2011.
[10] 岳磊,王玮,夏龙根,等. 基于MR 的移动无线网络规划的可靠性分析[J]. 邮电设计技术, 2014(7): 53-57. ★

作者简介



于仰源（orcid.org/0000-0002-6909-1065）：工程师，硕士毕业于西安电子科技大学，现任职于中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司，主要研究方向为无线接入网，从事2G/3G/4G网络规划设计工作。



孙宜军：高级工程师，学士毕业于南京邮电大学，现任职于中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司，主要研究方向为无线接入网，从事无线通信工程咨询、规划、设计、专业课题研究和项目管理工作，全国优秀通信设计工作者获得者。



王磊：工程师，学士毕业于河南工业大学，现任职于中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司，主要研究方向为无线接入网，从事2G/3G/4G网络规划设计工作。