



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106376007 B

(45)授权公告日 2020.01.17

(21)申请号 201510428969.3

H04W 24/06(2009.01)

(22)申请日 2015.07.20

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106376007 A

CN 102065432 A, 2011.05.18,
CN 102869020 A, 2013.01.09,

(43)申请公布日 2017.02.01

成艳.基于射线跟踪模型的GSM网络干扰分析预测研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2011,

(73)专利权人 中国移动通信集团四川有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区高鹏大道10号

审查员 孙凤

(72)发明人 左海 全涛 陈健骥 钟建 魏巍
罗小勇 刁枫 黄崑

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 张颖玲 李睿

(51)Int.Cl.

H04W 16/18(2009.01)

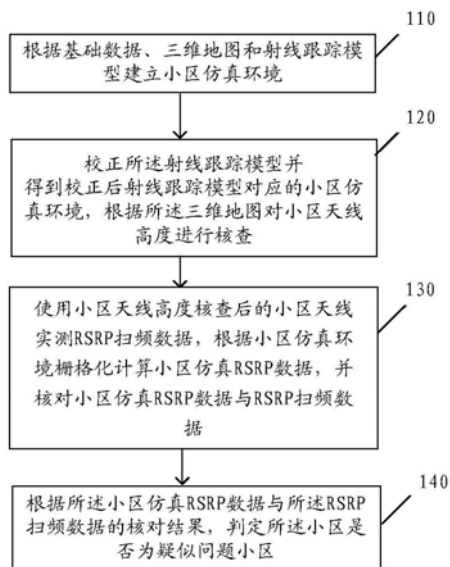
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种基站覆盖性能定位方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基站覆盖性能定位方法,包括:根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;校正射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,根据三维地图对小区天线高度进行核查;使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测参考信号接收功率(RSRP)扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据;根据小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据的核对结果,判定小区是否为疑似问题小区。本发明还同时公开了一种基站覆盖性能定位系统。



1. 一种基站覆盖性能定位方法,其特征在于,所述方法包括:

根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;

在现网环境中选择与所述小区的地形地貌、建筑物和干扰情况相对应的面向场景,基于所述面向场景校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,根据所述三维地图对小区天线高度进行核查;使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测参考信号接收功率RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据;

根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述校正所述射线跟踪模型包括:

根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数、反射系数和绕射系数;

所述直射系数为每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射预测值之差的绝对值求和后除以10,再与每个路测点的射线传播距离常用对数求和的倒数相乘;

根据所述面向场景的第一模型预测误差总和计算所述反射系数,其中,所述第一模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和反射预测值之差后平方的求和;

根据所述面向场景的第二模型预测误差总和计算所述绕射系数,其中,所述第二模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和绕射预测值之差后平方的求和。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据包括:

根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据;

对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据;

计算所述小区所述的每个栅格的仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差;

计算所述小区所述的每个栅格一组RSRP扫频数据的标准方差。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区包括:

当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

审核所述疑似问题小区。

6. 一种基站覆盖性能定位系统,其特征在于,所述系统包括:

仿真环境建立模块,用于根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;

射线模型校正模块,用于在现网环境中选择与所述小区的地形地貌、建筑物和干扰情况相对应的面向场景,基于所述面向场景校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模

型对应的小区仿真环境；

天线高度核查模块,用于根据所述三维地图对小区天线高度进行核查；

核对数据模块,用于使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据；

问题小区输出模块,用于根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

7.根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述射线模型校正模块包括:

直射系数校正单元,用于根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数；

反射系数校正单元,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公式中的反射系数；

绕射系数校正单元,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公式中的绕射系数。

8.根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述核对数据模块包括:

仿真RSRP数据单元,用于根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据；

RSRP扫频数据单元,用于对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据；

平均误差单元,用于计算所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差；

标准方差单元,用于计算所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差。

9.根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述问题小区输出模块根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区包括:

当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。

一种基站覆盖性能定位方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及移动通信领域中的基站建设技术,尤其涉及一种基站覆盖性能定位方法及系统。

背景技术

[0002] 由于无线网络环境的复杂性,给长期演进(LTE,Long Term Evolution)技术中的基站覆盖性能的质量把控工作带来了很大困难。因此,如何快速有效地收集无线网络质量指标、发现LTE网络建设中存在的问题及解决所述问题,是LTE网络建设过程中质量把控工作的重点和难点。

[0003] 在LTE网络建设过程中,网络的建设质量好坏决定了验收环节是否能做到开通即运营。目前,把控网络的建设质量的方式为:单站验证报告。单站验证包括测试前准备、验证测试、问题分析处理、单站验证报告输出四个部分。如果测试过程或结果显示有明显问题,则需要把这些问题记录在《单站验证问题记录表》中,并给出问题分析。具体地,硬件安装问题交由工程安装团队解决,功能性问题由演进型节点(eNodeB,Evolved NodeB)工程师配合解决。当所述问题解决后,再次进行验证测试,直到测试过程以及结果分析没有发现明显问题;随后,依据测试结果输出《单站验证报告》。

[0004] 但是,现有技术中所述单站验证具有如下技术问题:

[0005] 1、通信运营商省公司无法对实测数据填写的准确性进行审核。

[0006] 由于单站验证报告是由通信运营商分公司提供并填写,因此所提供的数据的准确性和真实性无法被省公司审核。省公司不能进行现场的核实,只能核实规划数据与提供的实测数据的差异,测试的覆盖效果也是通过人为判断是否合理,并没有真正和规划的效果进行对比。因此,省公司无法对基础数据的准确性进行审核。由此导致省公司的把控不能真正做到“以终为始”,在技术上不能直接进行规划,也不能做到对实测数据的对标审核,不能真正验证和确定实测数据与规划数据的差异。

[0007] 2、通信运营商省公司抽检方式存在缺陷。

[0008] 通信运营商省公司对单站验证报告的抽检比例仅为10%,尽管通过审核一定比例的单站验证报告,通信运营商省公司可以审核把控网络建设的质量。但是鉴于工作量,省公司只能进行抽检,从而在一定程度上不能对全局进行把控。因此,把控局部的问题点存在随机性过高的问题。

[0009] 3、通信运营商省公司目前通常采用人工方式对每个基站验收和审核分析,审核效率低,审核覆盖面小。

[0010] 综上,传统的质量把控一般是指通过通信运营商分公司开展单站验证、通信运营商省公司抽检的方式,来把控LTE网络的建设质量,因此存在不能准确对比规划和实际效果的差异,以及工作量大的缺陷。由此可知,基站单站验证周期长、效率较低,不能快速并高效定位基站覆盖性能的问题。

发明内容

[0011] 有鉴于此,本发明实施例期望提供一种基站覆盖性能定位方法及系统,不仅能够提高LTE网络建设质量的工作效率,使得网络覆盖更全面;还可以有效把控LTE网络的建设质量,远程集中发现覆盖性能问题。

[0012] 为达到上述目的,本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0013] 本发明实施例提供了一种基站覆盖性能定位方法,包括:

[0014] 根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;

[0015] 校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,根据所述三维地图对小区天线高度进行核查;使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测参考信号接收功率RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据;

[0016] 根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

[0017] 上述方案中,所述校正所述射线跟踪模型包括:

[0018] 在现网环境中选择与所述小区对应的面向场景,根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数、反射系数和绕射系数;

[0019] 所述直射系数为每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射预测值之差的绝对值求和后除以10,再与每个路测点的射线传播距离常用对数求和的倒数相乘;

[0020] 根据所述面向场景的第一模型预测误差总和计算所述反射系数,其中,所述第一模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和反射预测值之差后平方的求和;

[0021] 根据所述面向场景的第二模型预测误差总和计算所述绕射系数,其中,所述第二模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和绕射预测值之差后平方的求和。

[0022] 上述方案中,所述根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据包括:

[0023] 根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据;

[0024] 对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据;

[0025] 计算所述小区所述的每个栅格的仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差;

[0026] 计算所述小区所述的每个栅格一组RSRP扫频数据的标准方差。

[0027] 上述方案中,所述根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区包括:

[0028] 当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。

[0029] 上述方案中,还包括:

- [0030] 审核所述疑似问题小区。
- [0031] 本发明实施例还提供了一种基站覆盖性能定位系统,包括:
- [0032] 仿真环境建立模块,用于根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;
- [0033] 射线模型校正模块,用于校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境;
- [0034] 天线高度核查模块,用于根据所述三维地图对小区天线高度进行核查;
- [0035] 核对数据模块,用于使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据;
- [0036] 问题小区输出模块,用于根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。
- [0037] 上述方案中,所述射线模型校正模块包括:
- [0038] 面向场景选择单元,用于在现网环境中选择与所述小区对应的面向场景;
- [0039] 直射系数校正单元,用于根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数;
- [0040] 反射系数校正单元,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公式中的反射系数;
- [0041] 绕射系数校正单元,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公式中的绕射系数。
- [0042] 上述方案中,所述核对数据模块包括:
- [0043] 仿真RSRP数据单元,用于根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据;
- [0044] RSRP扫频数据单元,用于对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据;
- [0045] 平均误差单元,用于计算所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差;
- [0046] 标准方差单元,用于计算所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差。
- [0047] 上述方案中,所述问题小区输出模块根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区包括:
- [0048] 当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。
- [0049] 本发明实施例所提供的基站覆盖性能定位方法及系统,由基站覆盖性能定位系统根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,根据所述三维地图对小区天线高度进行核查;使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测参考信号接收功率(RSRP,Reference Signal Receiving Power)扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据,根据所述小区仿真RSRP数据与所述

RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。如此,有效衔接了LTE规划阶段与建设阶段,使得把控LTE建设质量的工作效率提高,并使得网络覆盖更全面;而且,可以远程集中发现网络覆盖性能的问题,确保LTE网络建设“以终为始”的要求;同时,解决了基础数据的准确性,为更高层次的优化打下良好基础。

[0050] 另外,本发明实施例所提供的基站覆盖性能定位方法及系统,投入成本低,并有效避免了用户流失;而且,工作流程简洁高效,可以集中分析、集中管理、集中把控和集中利用基础数据和扫频数据,实现LTE网络真正的“开通即运营”。

附图说明

[0051] 图1为本发明实施例1提供的基站覆盖性能定位方法的实现流程示意图;

[0052] 图2为本发明实施例1提供的栅格的组成结构示意图;

[0053] 图3为本发明实施例1提供的小区仿真环境和小区实测环境的对比图;

[0054] 图4为本发明实施例2提供的基站覆盖性能定位系统的组成结构示意图。

具体实施方式

[0055] 本发明实施例中,由基站覆盖性能定位系统根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境;校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,根据所述三维地图对小区天线高度进行核查;使用所述小区天线高度核查后的小区天线实测参考信号接收功率RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与RSRP扫频数据,根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

[0056] 下面结合附图及具体实施例对本发明再做进一步详细的说明。

[0057] 实施例1

[0058] 图1为本发明实施例1提供的基站覆盖性能定位方法的实现流程示意图,如图1所示,所述方法包括:

[0059] 步骤110:根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境。

[0060] 这里,所述基础数据为规划基站的工参数据,包括小区名称、基站名称和经纬度等数据。

[0061] 具体地,所述三维地图由小区、小区建筑物、小区基站、天线、网元和重要交通干道等基本图层组成;小区图层包括小区地形高度信息,小区建筑物图层包括小区建筑物高度和形状特征等三维属性信息。所述三维地图为所述小区仿真环境提供了精确的地理信息系统。因此,所述三维地图提供的对电波传播有影响的准确的地理信息,如建筑物坐标信息,保证了射线跟踪的准确性。由此可知,所述三维地图包括的地理信息是进行射线跟踪模型校正、覆盖和干扰分析的重要基础。

[0062] 所述射线跟踪模型为三维射线跟踪模型,可以用来追踪小区无线电波传播过程中从基站天线发射点到小区接收点之间所有可能的射线路径,并计算射线的RSRP。

[0063] 首先需要说明的是,针对不同的小区仿真环境都仅使用同一个射线跟踪模型,并通过下述步骤120中的方法进行射线系数因子的校正。原因是:由于一些小区仿真环境可以适用于城市环境,而另外一些小区仿真环境只能适用于郊区。因此,不同小区仿真环境的频

段及天线高度范围都不相同,从而理论上使得不同小区仿真环境对应不同的射线跟踪模型。但是,如果对不同小区仿真环境设置不同的射线跟踪模型,往往导致繁复的工作量。鉴于此,采用一个射线跟踪模型,同时针对不同环境通过校验射线跟踪模型的传播系数进行仿真、校正。

[0064] 另外,所述射线跟踪模型仅包括直射、反射和绕射三种情况。在实际的现网环境下,无线信号的传播方式有以下四种:直射、反射、散射和绕射。这几种传播情况是在不同的传播环境下产生的。鉴于散射情况很复杂,在实际工程实践中散射情况不予考虑。

[0065] 步骤120:校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境,并根据所述三维地图对小区天线高度进行核查。

[0066] 如在上述步骤110中所述,由于针对不同的小区仿真环境都使用同一个射线跟踪模型,从而需要对所述射线跟踪模型进行校正,以得到适用于每个小区仿真环境的射线跟踪模型。尤其地,只有对射线跟踪模型中RSRP的射线系数进行校正,才能提高小区仿真环境的覆盖和干扰预测精确度。这里,所述对射线跟踪模型进行校正,具体就是对RSRP中各射线参数进行校正;之后,使用校正参数后的RSRP公式才能求得仿真RSRP数据,从而与RSRP扫频数据进行比较。校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境。

[0067] 具体的。本步骤中,所述校正所述射线跟踪模型包括:

[0068] a. 在现网环境中选择与所述小区对应的面向场景,根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数、反射系数和绕射系数;其中,所述直射系数为每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射预测值之差的绝对值求和后除以10,再与每个路测点

的射线传播距离常用对数求和的倒数相乘,具体公式为:
$$\delta_1 = \frac{1}{10} \times \frac{\sum_{i=1}^N |P_r^T(i) - P_r^M(i)|}{\sum_{i=1}^N \lg d_i}$$
, 其中,

δ_1 为直射系数, i 为每个路测点, $P_r^T(i)$ 为每个路测点的RSRP实测值, $P_r^M(i)$ 为每个路测点的RSRP直射预测值, d_i 为每个路测点的射线传播距离, N 为大于0的正整数。

[0069] b. 根据所述面向场景的第一模型预测误差总和计算所述反射系数,其中,所述第一模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和反射预测值之差后平方的求和,具体公式为:
$$\sum_{i=1}^N (Pr^T(i) - Pr^M(i, \delta_1, \delta_2))^2$$
, 其中, $Pr^M(i, \delta_1, \delta_2)$ 为每个路测点的RSRP直射和反射预测值, δ_2 为反射系数;

[0070] 根据所述面向场景的第二模型预测误差总和计算所述绕射系数,其中,所述第二模型预测误差总和为所述每个路测点的RSRP实测值与每个路测点的RSRP直射和绕射预测值之差后平方的求和,具体公式为:
$$\sum_{i=1}^N (Pr^T(i) - Pr^M(i, \delta_1, \delta_3))^2$$
, 其中, $Pr^M(i, \delta_1, \delta_3)$ 每个路测点的RSRP直射和绕射预测值, δ_3 为绕射系数。

[0071] 第一,为了保证校正的准确性,需要在现网环境中选择与所述小区对应的面向场景。鉴于射线跟踪模型的准确性主要取决于建筑物等障碍物对基站信号传播的影响,且不同面向场景下传播环境对基站信号直射、反射、绕射的影响不尽相同,同时每个小区都存在不同的同频干扰、邻频干扰、互调干扰和网间干扰等各种干扰的情况,因此,有必要选择与所述小区的地形地貌、建筑物和干扰情况相似对应的面向场景,以实现射线跟踪模型中

RSRP的射线系数的校正。

[0072] 第二,根据所选择的面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数、反射系数和绕射系数,以保证所述RSRP公式对应所述小区仿真环境中的RSRP,其中,所述RSRP公式利用实测数据校正传播模型。

[0073] 这里,所述RSRP为载波波长除以4与 π 的乘积、发射功率除以每个小区中栅格化的坐标点之间距离的2加直射系数次方、反射系数与反射系数平方的直积、直射系数与绕射系数平方的直积这四个数值的求和,具体公式为 $\sum \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{(\text{dis}(\text{cellid}, G(i, j)))^{2+\delta_1}} \prod_{u=1}^m (R_u \times \delta_2)^2 \prod_{v=1}^n (T_v \times \delta_3)^2$,

其中, (i, j) 为点坐标, λ 为载波波长, wP_i 为发射功率, $\text{dis}()$ 为距离, cellid 为小区号, $G(i, j)$ 为栅格化的坐标点, R_u 为反射系数, T_v 为直射系数, m, n 为大于0的正整数。

[0074] 首先,需要对所述直射系数 δ_1 进行校正。具体地,在所述面向场景中选择一段空旷区域或路径,在该段区域中测试终端只接收来自基站的直射信号,不接收反射或绕射信号。在该段区域或路径内,简化后的接收的RSRP公式为:

$$[0075] \quad \sum \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{(\text{dis}(\text{cellid}, G(i, j)))^{2+\delta_1}}。$$

[0076] 所述RSRP的计算单位为分贝毫伏dbm。根据所述简化后的RSRP公式, $Pr^T(i) = 10 \lg \left\{ \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{d_i^{2+\delta_1}} \right\}$ 。根据所述简化后的RSRP公式, $P_r^M(i) = 10 \lg \left\{ \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{d_i^2} \right\}$ 。由于

$$\sum_{i=1}^N |P_r^T(i) - P_r^M(i)| = 10\delta_1 \sum_{i=1}^N \lg d_i, \text{ 因此, 所述直射系数为 } \delta_1 = \frac{1}{10} \times \frac{\sum_{i=1}^N |P_r^T(i) - P_r^M(i)|}{\sum_{i=1}^N \lg d_i}。$$

[0077] 随后,对所述反射系数 δ_2 进行校正。为了校正反射系数 δ_2 ,在所述面向场景中选择一段区域或路径,在该段区域中测试终端只接收来自所述基站的直射信号和反射信号。在该段区域或路径内,简化后的RSRP公式为:

$$[0078] \quad \sum \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{(\text{dis}(\text{cellid}, G(i, j)))^{2+\delta_1}} \prod_{u=1}^m (R_u \times \delta_2)^2。$$

[0079] δ_1 是上述经过校正的直射系数。基于上述简化后的RSRP公式,得到第一模型预测误差总和为 $\sum_{i=1}^N (P_r^T(i) - Pr^M(i, \delta_1, \delta_2))^2$;根据所述第一模型预测误差总和,可以得到所述反射系数 δ_2 。

[0080] 对所述绕射系数 δ_3 进行校正的方法,与对所述反射系数 δ_2 进行校正的方法一致。为了校正绕射系数 δ_3 ,在所述面向场景中选择一段区域或路径,在该段区域中测试终端只接收来自所述基站的直射信号和绕射信号。在该段区域或路径内,简化后的RSRP公式为:

$$[0081] \quad \sum \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \frac{wP_i}{(\text{dis}(\text{cellid}, G(i, j)))^{2+\delta_1}} \prod_{v=1}^n (T_v \times \delta_3)^2。$$

[0082] δ_1 是上述经过校正的直射系数。基于上述简化后的RSRP公式,得到第二模型预测误差总和为 $\sum_{i=1}^N (Pr^T(i) - Pr^M(i, \delta_1, \delta_3))^2$;根据所述第二模型预测误差总和,可以得到所述绕

射系数 δ_3 。

[0083] 至此,完成对所述射线跟踪模型的校正。

[0084] 随后,根据所述三维地图对小区天线高度进行核查。具体地,通过所述三维地图中的建筑物高度信息,快速发现基站天线高度比小区建筑物矮的基站,结合现场基站信息进行核对。

[0085] 步骤130:使用小区天线高度核查后的小区天线实测RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据。

[0086] 具体的,本步骤包括:

[0087] a:根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据。

[0088] 这里,如图2所示,可以根据预定的5米乘以5米的精度将所述小区仿真环境栅格化,使用所述经过校正直射系数、反射系数和绕射系数后的RSRP公式计算每个栅格的中心点RSRP数据,得到一组小区仿真RSRP数据 $\bar{S}_{g1}, \bar{S}_{g2}, \dots, \bar{S}_{gn}$,其中, \bar{S} 代表每个栅格的所述小区仿真RSRP数据, $g1$ 代表第一个栅格, gn 代表第 n 个栅格, n 为正整数。

[0089] 所述栅格化的优点为:平均快衰落;减小建筑物结构造成的影响;减小因测试路线选择造成的影响。

[0090] b:对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据。

[0091] 这里,在第一个栅格 $g1$ 进行现场测试,得到一组所述RSRP扫频数据 $R1_{g1}, R2_{g1}, \dots, Rk_{g1}$,其中, $R1_{g1}$ 代表第一个栅格内测试得到的第一个RSRP扫频数据, Rk_{g1} 代表第一个栅格内测试得到的第 k 个RSRP扫频数据, k 为正整数。

[0092] 依此类推,在第 n 个栅格 gn 进行现场测试,得到一组所述RSRP扫频数据 $R1_{gn}, R2_{gn}, \dots, Rk_{gn}$,其中, $R1_{gn}$ 代表第 n 个栅格内测试得到的第一个RSRP扫频数据, Rk_{gn} 代表第 n 个栅格内测试得到的第 k 个RSRP扫频数据, k 为正整数。

[0093] c:计算所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差。

[0094] 在 c 中,首先计算所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值。具体地,所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值为:一组RSRP扫频数据求和后除以所述一组RSRP扫频数据的数目的值,所述平均值公式为:

$$[0095] \quad \bar{R}_{gn} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Rk_{gn}。$$

[0096] 这里, m 为正整数。

[0097] 所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差为:所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据减去所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值,所述平均误差 ε 的计算公式为: $\varepsilon_{gn} = \bar{S}_{gn} - \bar{R}_{gn}$ 。

[0098] d:计算所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差。

[0099] 具体地,所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差为:所述每个栅格的

所述一组RSRP扫频数据的每个RSRP扫频数据与所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据平均值之差的二次方之和,再除以所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的个数的值,所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差 σ^2 的公式为:
$$\sigma^2 = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (R_{k_{gn}} - \bar{R}_{gn})^2。$$

[0100] 随后,如图3所示,地理化呈现小区仿真环境和小区实测环境的对比图。

[0101] 步骤140:根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

[0102] 具体的,本步骤包括:

[0103] 当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。

[0104] 举例来说,当可以检查到所述RSRP扫频数据的小区扫频栅格数目大于50时,当所述第一判决门限值为大于5dbm且所述第二判决门限值为大于8dbm;或当所述第一判决门限值为小于-10dbm且所述第二判决门限值为小于-10dbm时,确认所述小区为所述疑似问题小区。其中,所述第一判决门限值和第二判决门限值为经验值,可基于实际的地貌环境、建筑情况等因素得到。

[0105] 完成所述步骤140后,所述方法还包括:

[0106] 审核所述疑似问题小区。这里,通过后台核查、辅助判断条件和地理化呈现的小区仿真环境和小区实测环境的对比图,可定位出问题小区的疑似原因及处理建议。

[0107] 至此,基站覆盖性能定位的过程就完成了。

[0108] 本实施例提供的基站覆盖性能定位方法,有效衔接了LTE规划阶段与建设阶段,使得把控LTE建设质量的工作效率提高,并使得网络覆盖更全面;而且,可以远程集中发现网络覆盖问题,确保LTE网络建设“以终为始”的要求;同时,解决了基础数据的准确性,为更高层次的优化打下良好基础;不仅能够提高LTE网络建设质量的工作效率,使得网络覆盖更全面,还可以有效把控LTE网络的建设质量,远程集中发现覆盖性能的问题。

[0109] 实施例2

[0110] 图4为本发明实施例2提供的基站覆盖性能定位系统的组成结构示意图,如图4所示,所述系统包括:

[0111] 仿真环境建立模块210,用于根据基础数据、三维地图和射线跟踪模型建立小区仿真环境。

[0112] 射线模型校正模块220,用于校正所述射线跟踪模型并得到校正后射线跟踪模型对应的小区仿真环境。

[0113] 所述射线模型校正模块220包括:

[0114] 面向场景选择单元221,用于在现网环境中选择与所述小区对应的面向场景;

[0115] 直射系数校正单元222,用于根据所述面向场景的实测数据校正RSRP公式中的直射系数;

[0116] 反射系数校正单元223,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公式中的反射系数;

[0117] 绕射系数校正单元224,用于根据所述面向场景的所述实测数据校正所述RSRP公

式中的绕射系数。

[0118] 天线高度核查模块230,用于根据所述三维地图对小区天线高度进行核查。

[0119] 核对数据模块240,用于使用小区天线高度核查后的小区天线实测RSRP扫频数据,根据所述小区仿真环境栅格化计算小区仿真RSRP数据,并核对所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据。

[0120] 所述核对数据模块240包括:

[0121] 仿真RSRP数据单元241,用于根据预定的精度将所述小区仿真环境栅格化,并使用所述RSRP公式计算每个栅格的所述小区仿真RSRP数据;

[0122] RSRP扫频数据单元242,用于对所述小区的所述每个栅格进行现场测试得到所述每个栅格的一组所述RSRP扫频数据;

[0123] 平均误差单元243,用于计算所述每个栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的平均值的平均误差;

[0124] 标准方差单元244,用于计算所述每个栅格的所述一组RSRP扫频数据的标准方差。

[0125] 问题小区输出模块250,用于根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区。

[0126] 具体地,所述问题小区输出模块250根据所述小区仿真RSRP数据与所述RSRP扫频数据的核对结果,判定所述小区是否为疑似问题小区包括:

[0127] 当所述小区仿真环境所有栅格的所述小区仿真RSRP数据和所述RSRP扫频数据之间的平均误差的平均值、所述小区仿真环境所有栅格的所述RSRP扫频数据的标准方差的平均值分别达到第一判决门限值和第二判决门限值时,确认所述小区为所述疑似问题小区。

[0128] 在实际应用中,所述仿真环境建立模块210、射线模型校正模块220、天线高度核查模块230、核对数据模块240和问题小区输出模块250均可由位于任意计算机设备中的中央处理器(CPU, Central Processing Unit)、数字信号处理器(DSP, Digital Signal Processor)、微处理器(MPU)、或可编程逻辑阵列(FPGA, Field Programmable Gate Array)实现。

[0129] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。

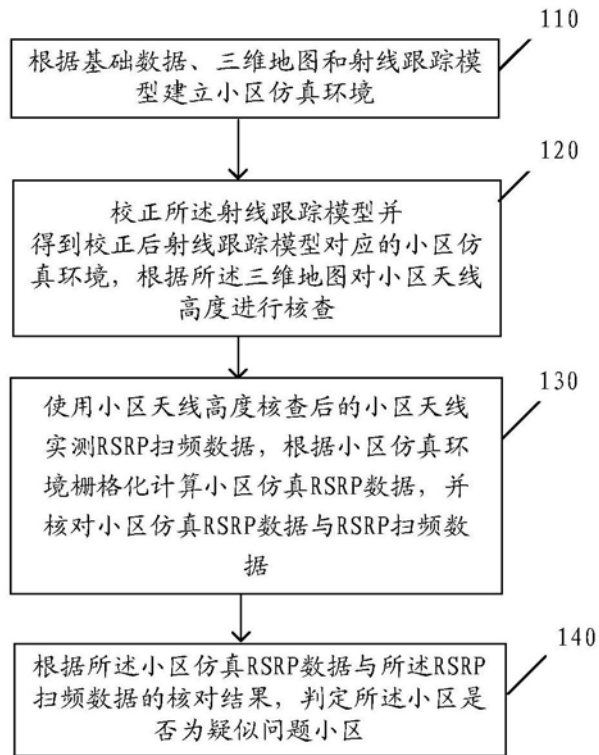


图1

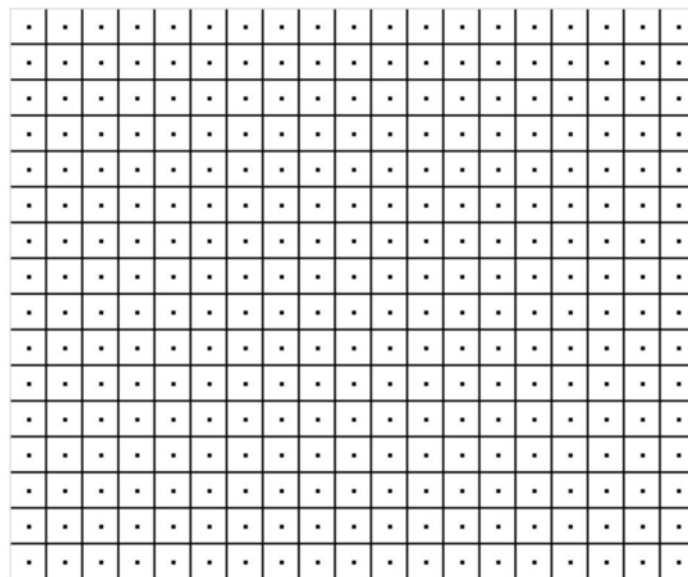


图2

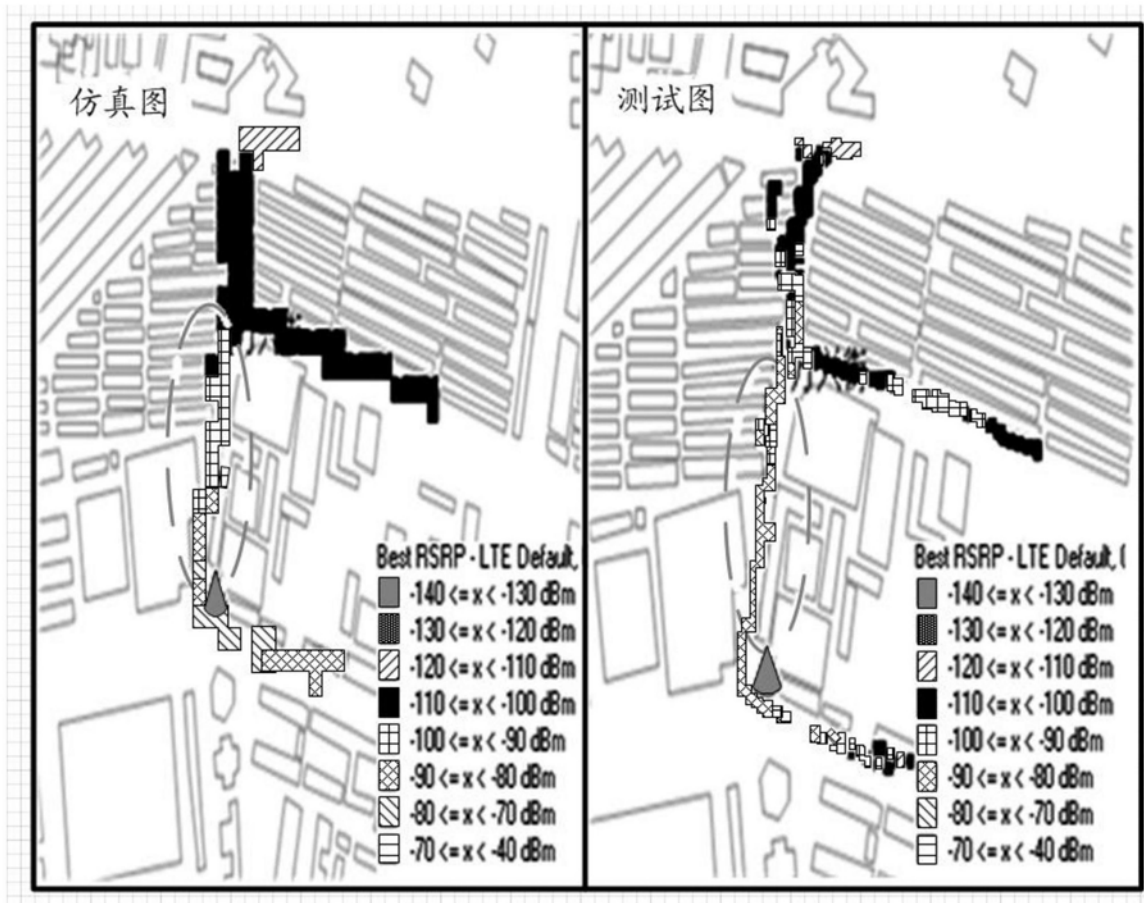


图3

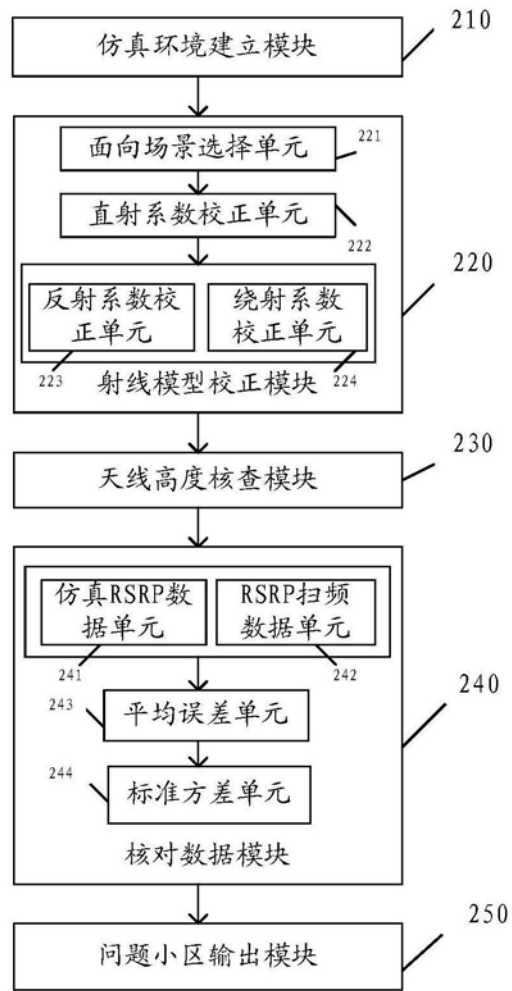


图4