



基于采样点聚类 and 切换象限划分核查小区方位角

高峰¹, 雷蕾¹, 杜日览¹, 黎峰¹, 徐钊¹, 李银¹, 左修玉²

(1. 中国移动通信集团广西有限公司, 广西 南宁 530022;

2. 浪潮通信信息系统有限公司, 广西 南宁 530022)

摘要: 工参数据主要依赖于人工维护, 其低准确性制约了网络规划优化工作的开展。针对工参数据中的小区方位角, 通过采集网管系统的测量报告数据和切换统计数据, 综合运用采样点聚类算法和切换象限划分算法, 计算对应小区的模拟方位角。进一步对比模拟方位角和实际方位角, 发现存在的问题, 从而指导工参数据更新以及工程整改。通过现网的实际验证, 该研究方法取得了良好的应用效果。同样, 该研究可以推广应用到工参数据的经纬度方面的核查工作中, 具有较强的借鉴价值。

关键词: 工参数据整治; 采样点聚类; 切换象限划分; 网络优化

中图分类号: TN929

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017135

Verification of the cell azimuth based on clustering of sampling point and division of switching quadrant

GAO Feng¹, LEI Lei¹, DU Rilan¹, LI Feng¹, XU Tan¹, LI Yin¹, ZUO Xiuyu²

1. Guangxi Branch of China Mobile Group Co., Ltd., Nanning 530022, China

2. Inspur Communication Information System Co., Ltd., Nanning 530022, China

Abstract: Engineering data mainly depends on manual maintenance, and the poor accuracy restricts the development of network planning optimization. Aiming at the cell azimuth in engineering data, the simulated azimuth of the corresponding cell was calculated by using the sampling point clustering algorithm and the switching quadrant partitioning algorithm by collecting the measurement report data and the switching statistical data of the network management system. By comparing the simulated azimuth angle and the actual azimuth angle, the existing problems were found, which could be used to guide the data updating and engineering rectification. Through the actual verification of the current network, the research method has achieved good application effect. Similarly, the study can be applied to the latitude and longitude of engineering data, which has a strong reference value.

Key words: regulation of engineering data, clustering of sampling point, division of switching quadrant, optimization of network

1 引言

工参是无线网络优化领域对于工程参数的行

业术语简称, 特指方位角、经纬度、站高等站点在工程建设期间决定的参数, 以区别于基站设备上用于后续运维的配置参数。工参数据在网络优

化工作中发挥着重要的基础性作用,常应用于优化分析、规划设计仿真、性能专题分析、投诉处理等诸多工作,工参数据的准确性直接决定了上述分析结论准确、可信、可用。

目前工参数据主要依赖于人工维护,在日常网络割接、优化调整过程中,由于对工参数据的更新不及时、不全面等原因,导致工参数据的准确性一直是难以保障的问题。常规的整治手段是阶段性开展工参数据普查工作,但面临无重点、周期长、效率低、成本高的问题,难以实现对工参数据准确性的常态化保障。

本文针对工参数据中的小区方位角,通过采集网管系统的测量报告(measurement report, MR)数据和切换统计数据,综合运用采样点聚类算法和切换象限划分算法,计算对应小区的模拟方位角。通过对比小区的模拟方位角和实际方位角,发现工参方位角存在问题的小区,进而指导工参数据更新或工程整改。通过现网的实际验证,该研究方法取得了良好的应用效果,有效保障了日常网络规划、网络优化各项工作中基础工参数据的准确性。

2 基于 MR 采样点聚类算法

2.1 三角定位原理

MR 数据是指手机终端在无线资源管理过程中对周围无线环境进行周期性测量,并上报到 eNode B 而形成的测量结果。由于采集到的 MR 采样点数据没有位置信息,需要通过手机定位算法确定每个 MR 采样点位置信息。

常用的定位算法有基于测量传输时间的算法、基于测量到达时间差的算法和基于测量到达角度的算法,前两种要求网络有严格的时间同步,后一种需要天线技术的支持。考虑到普遍性和适应性,本文选用三角定位。

已知 3 个圆圆心坐标为 $A(x_a, y_a)$ 、 $B(x_b, y_b)$ 、 $C(x_c, y_c)$, 未知点坐标 $R(x_r, y_r)$ 到各圆心距离为 r_a 、

r_b 、 r_c , 分别以 A、B、C 为圆心, 以各距离为半径做圆, 则 3 个圆仅交于 R 点, 数学模型如下:

$$\begin{cases} \sqrt{(x_r - x_a)^2 + (y_r - y_a)^2} = r_a \\ \sqrt{(x_r - x_b)^2 + (y_r - y_b)^2} = r_b \\ \sqrt{(x_r - x_c)^2 + (y_r - y_c)^2} = r_c \end{cases} \quad (1)$$

在实际中, 路径的传播损耗比理论值大, 即计算结果比实际值大。因此, 以 A、B、C 为圆心, 以 r_a 、 r_b 、 r_c 为半径的圆不再相交于一点, 而是一个区域, 这时通过三角形质心法即可求出结果或者通过计算两条直线的交点能减少运算量。在直角坐标系内, 若 3 个顶点的坐标分别为 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) , 则三角形的重心 G 的坐标为 $((x_1 + x_2 + x_3)/3, (y_1 + y_2 + y_3)/3)$ 。由图 1 可知, 两圆相交得一条直线, 故有 3 条直线, 求得其中两条, 再求其交点即可。

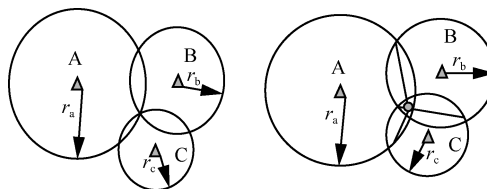


图 1 三角定位示意

2.2 线性回归聚类算法

在统计学中, 线性回归(linear regression)是一种利用线性回归方程的最小平方函数对一个或多个自变量和因变量之间关系进行建模的回归分析, 如图 2 所示, 其中 X 轴为采样点在东西方向的距离, Y 轴为采样点在南北方向的距离。

天线在实际空间中传播时, 功率由中心线向

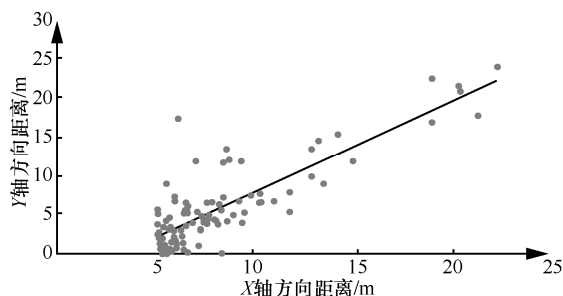


图 2 线性回归聚类示意



两边递减,沿着传播方向递减,所以中心线附近的采样点即实际的天线中心线。由基站向外依次栅格化,每个栅格中的前 N 个接收电平最大值的采样点集中在实际天线中心线附近。可以按照线性回归算法进行聚类,形成拟合直线,使每个点到该直线的距离最短,亦即平面上有限个点直线的距离和最小。该直线的方向就是理论上天线需要覆盖的方向。

2.3 聚类 MR 采样点模拟方位角

通过采集网管系统的 MR 数据,对其中的采样点进行位置定位,对定位后的采样点进行聚类,模拟小区的方位角,具体步骤如下。

步骤 1 从设备厂商 OMC (operation and maintenance center, 操作维护中心) 上连续采集一周的 MR 原始数据,按小区粒度进行汇总统计,形成小区的采样点分布。

步骤 2 根据现网小区经纬度坐标,基于传播模型求采样点到基站的距离。 $R=32.4+20\lg D+20\lg M$, R =基站发射功率-采样点收到的功率, M 为频率,知道 R 和 M 可计算出距离 D 。

步骤 3 应用三角形定位的原理,计算采样点在服务小区的位置坐标。可以通过计算满足服务小区与邻区之间成三角形的组合,并取平均值提高定位精确度。

步骤 4 对定位坐标信息进行数据筛选,以服务小区为单位,提取采样点的最远距离,取模 N 进行栅格化,每个定位坐标信息以手机测量的下行电平作为筛选条件,以每个栅格为单位,对栅格内电平值按照电平最大的前 N 个采样点的电平平均值计算。

步骤 5 应用线性回归聚类的方法,对栅格化的采样点进行聚类,从而计算出小区的模拟方位角。

步骤 6 分别计算基站下每个小区的模拟方位角与实际方位角之差 α ,根据差值特征,识别出单小区方位角异常、小区接反等问题,如图 3

所示,其中横坐标代表采样点在东西方向的分布,纵坐标代表采样点在南北方向的分布。

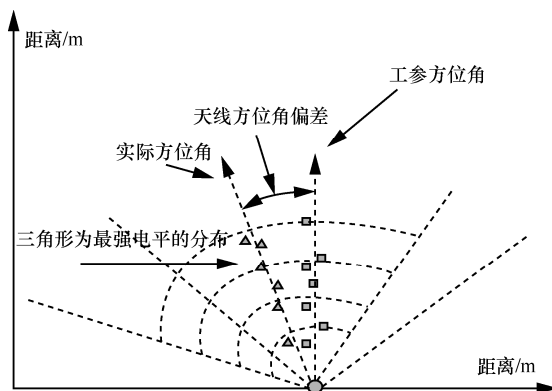


图 3 聚类 MR 采样点模拟方位角示意

3 基于切换象限划分算法

3.1 蜂窝网络的切换特征

当前的蜂窝网络都是按照一定的网络结构进行站点的规划建设,并且通过设置站点下的小区之间的邻区关系,从而实现全网覆盖。就某小区而言,排除站内小区间切换后,它与周边小区的切换统计沿其天线的主方向(方位角)成正态分布,如图 4 所示。

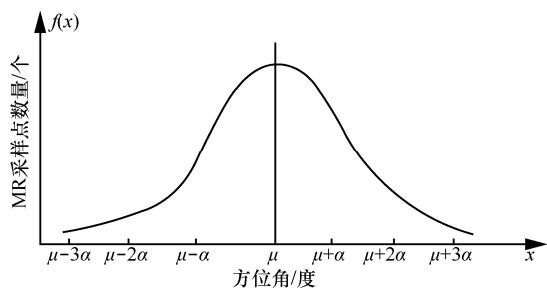


图 4 切换统计的正态分布示意

也就是说,在无线系统中,在天线方位角正确的情况下,源小区所在的站点与发生切换(主要是出切换)小区的站点之间的连线应该落入小区安装方位角的左偏或者右偏 α 的范围之内,或者说该范围内的占比应该较高。

3.2 切换象限划分

基于上述对于蜂窝网络切换特征的分析,为了兼顾全面性和准确性,可以尝试取 α 为 90° 、 60° 、

45° (如通过系统实现, 市区基站密度大, 可以进一步细分到 30°、15°, 结果更准确), 这样可以把 360° 的平面划分成 2~4 个象限。如果发生切换的站点连线大多未在第一象限内, 可以判断该小区的方位角存在偏差, 如图 5 所示。

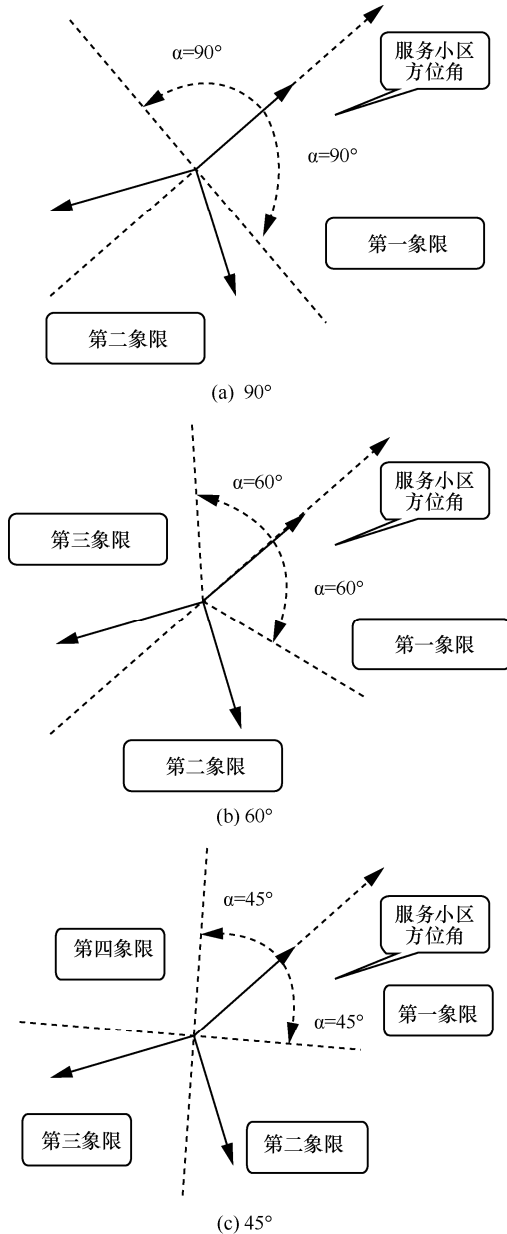


图 5 切换象限的划分示意

假定服务小区 A_1 所在站点 A 的经纬度为 $(X(0), Y(0))$, 邻区所在站点 $B(i)$ 的经纬度为 $(X(i), Y(i))$, 小区 A_1 的方向角为 θ , A 至 $B(i)$ 与正

北方向的夹角 $\beta(i)$ 为:

$$\beta(i) = \begin{cases} 90^\circ - \arctan\left(\frac{Y(i) - Y(0)}{X(i) - X(0)}\right) / \pi \times 180, X(i) > X(0) \\ 270^\circ - \arctan\left(\frac{Y(i) - Y(0)}{X(i) - X(0)}\right) / \pi \times 180, X(i) < X(0) \\ 0^\circ, (X(i) = X(0), Y(i) \geq Y(0)) \\ 180^\circ, (X(i) = X(0), Y(i) < Y(0)) \end{cases} \quad (2)$$

$\theta(i)$ 为服务小区 A_1 与 $A \rightarrow B(i)$ 站点连线的夹角:

$$\theta(i) = \begin{cases} \beta(i) - \theta, \beta(i) \geq \theta \\ \beta(i) - \theta + 360^\circ, \beta(i) < \theta \end{cases} \quad (3)$$

根据 $\varphi(i)$ 的值来判定所处的象限 (当 α 取值为 90° 时):

$$\begin{cases} \text{第一象限: } \varphi(i) \in [0^\circ, 90^\circ) \text{ 或 } \varphi(i) \in [270^\circ, 360^\circ] \\ \text{第二象限: } \varphi(i) \in [90^\circ, 270^\circ) \end{cases} \quad (4)$$

假设处在 A_1 小区第一象限的邻区有 n 个, 处在第二象限的邻区为 m 个, 从 A_1 小区出切换至邻区的切换请求次数为 H_i , R_1 为第一象限出切换请求次数的比例, 当 R_1 小于切换占比门限 H_M , 判断服务小区 A_1 的方位角存在有较大偏差或天线有装反的可能:

$$R_1 = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{\sum_{i=1}^n H_i + \sum_{i=1}^m H_i} \times 100\% \quad (5)$$

注: 根据经纬度计算小于 50 m 的站点默认为同站, 将其切换请求次数等剔除, 不参与上述计算。 H_M 的取值范围为: 40%、30%、20%、10%。

同理, 当 α 取值为 45°、60° 时, 同样判断 R_1 的大小, 当 $R_1 < H_M$ 时, 判断服务小区 A_1 的方位角可能存在较大偏差或天线装反。假设处在 A_1 小区第三象限的邻区有 p 个, 处在第四象限的邻区为 q 个:

以 $\alpha=60^\circ$, H_M 取 40% 进行计算, 如果 $R_1 < 40\%$, 则认为是切换象限异常小区。

目前上述研究已应用于实际生产中,表1是对南宁市全网小区的工参方位角的分析统计结果,经现场验证,分析结论的综合准确率在90%以上。

1 小区存在工参方位角异常的分析过程。

步骤1 选定1小区(如图6中五角星所示), 根据其方位角(85°)按照 $\alpha=60^\circ$ 切换象限, 如图6所示。

步骤 2 根据该小区配置的邻区关系以及各邻区的位置信息（如图 6 中扇形所示），通过空间运算确定各个邻区归属的切换象限。

步骤 3 基于采集的邻区切换统计数据, 统计 1 小区近一周内的出切换请求次数 H_1 以及切换至所有邻区的切换请求次数之和 H_{sum} 。

步骤 4 计算总切换请求中落在第一象限的

表 1 某市无线网络方位角分析统计结果

项目分类	方位角异常/个	方位角异常核准率	小区装反/个	小区装反核准率
分析结果	210	92%	632	93%

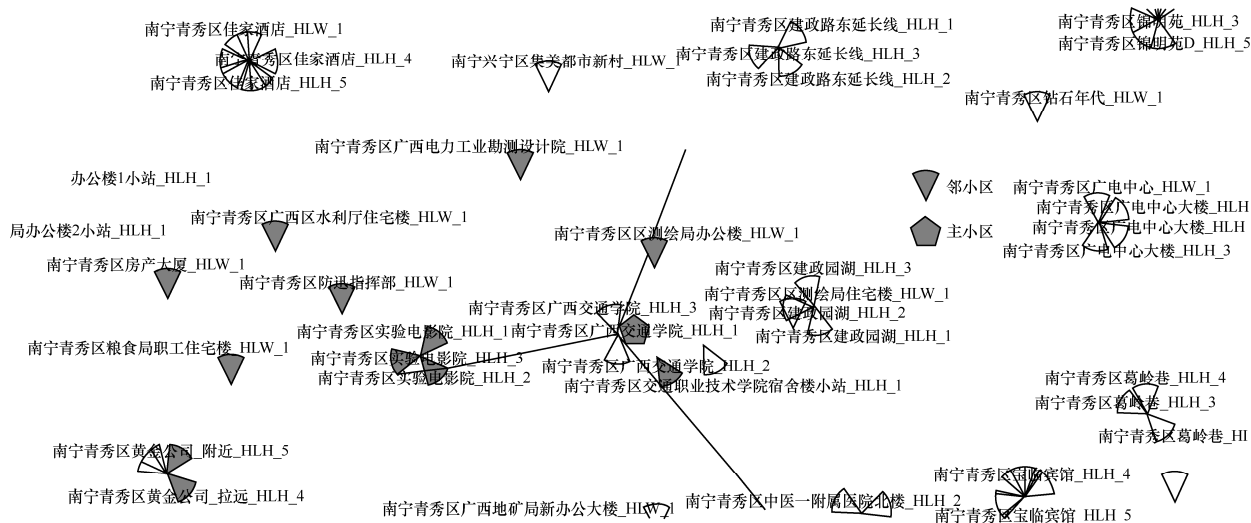


图 6 方位角异常案例站点分析

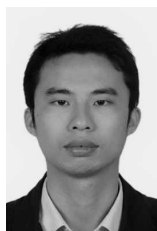


antennas technology in LTE network[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(10): 1-7.

- [6] 曹旭, 曹瑞彤. 基于大数据分析的网络异常检测方法[J]. 电信科学, 2014, 30(6): 152-156.

CAO X, CAO R T. Network anomaly prediction method based on big data[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(6): 152-156.

[作者简介]



高峰 (1981-), 男, 现就职于中国移动通信集团广西有限公司, 主要研究方向为网管支撑系统、系统规划。



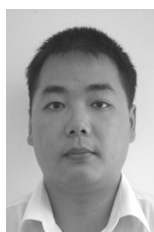
雷蕾 (1978-), 女, 中国移动通信集团广西有限公司信息系统部规划建设室经理, 主要研究方向为云计算、大数据、网管支撑系统、系统规划。



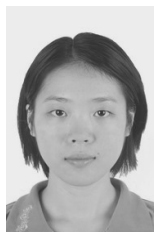
杜日览 (1975-), 男, 中国移动通信集团广西有限公司无线优化中心无线优化室经理, 主要研究方向为无线网优化。



黎峰 (1982-), 男, 现就职于中国移动通信集团广西有限公司, 主要研究方向为无线网络优化、集中优化支撑系统。



徐钊 (1981-), 男, 中国移动通信集团广西有限公司网络运营中心室经理, 主要研究方向为网管系统建设及维护、安全管理。



李银 (1984-), 女, 现就职于中国移动通信集团广西有限公司, 主要研究方向为网管系统建设及维护。



左修玉 (1984-), 男, 浪潮通信信息系统有限公司优化服务产品方案经理, 主要研究方向为无线网络优化、系统规划。