

基于 MRR 的天线方位角计算与无线优化应用*

向璐璐
(深圳技师学院电子通信系通信教研室 深圳 518000)

摘 要 天线方位角和小区覆盖发生偏差会影响无线网络覆盖的性能,论文提出一种基于 MRR 的天线方位角计算方法并将之应用于无线网络优化之中。实践证明,文中提出的天线方位角估算方法,可以推导天线方位角和小区覆盖发生偏差的概率并以此快速有效地针对部分小区进行优化,与传统方法相比该方法具有自动化程度高、成本低、精度高等优点。
关键词 天线方位角; MRR; 正态分布
中图分类号 TP391

Antenna Azimuth Calculation Based on MRR and Application
in Wireless Network Optimization

XIANG Lulu
(Communication Staff Room, Department of Electronics and Communication, Shenzhen Institute of Technology, Shenzhen 518000)

Abstract Variation between antenna azimuth and cell coverage will affect the performance of wireless network. This paper presents an antenna azimuth calculation based on MRR and applies it into the wireless network optimization. The measurement results prove the antenna azimuth calculation can derivate the probability of variation between antenna azimuth and cells coverage, and optimize quickly and effectively to according cells. It has the advantage of high automation, low cost and high accuracy than traditional methods.
Key Words antenna azimuth, MRR, normal distribution
Class Number TP391

1 引言

在网络的日常运行中,蜂窝小区的主覆盖方向会由于各种原因发生变化:强风地震等自然灾害会导致天线的方位角产生偏移,天面施工等人为因素可能搬动天线,四周无线环境的变化也会影响小区的实际覆盖方向。小区方向角核查目前主要采用人工定期巡检的方法分批逐步核查全网所有小区的方向角,但这种人工巡检的方法费时费力,成本高效率低^[1];另外一种自动核查天线方向角的方法是通过小区覆盖范围分析^[2],目前小区覆盖范围通常通过路测数据分析^[3~6],该方法虽然节省了人工巡检的成本,但是受限于自然环境以及路测密度,难以准确核查天线方位角的偏差。
本文提出了一种基于 MRR 的天线方位角计算方法,通过大量现场核查数据分析了该算法的性能,并利用该方法计算现网其余小区的方向角,通过和后台数据库记录的方向角对比定位分析现网中的天线覆盖问题。

2 方位角计算

2.1 基于 MRR 的切换统计

测量报告记录(MRR)是指 UE 在其上报的测量报告(MR)消息中可以报告频内测量、频间测量、系统间测量、业务量信息、质量信息、UE 内部测量信息和位置信息,MRR

特性支持详尽的测量报告数据采集、存储和输出功能^[7~8]。根据 MRR 提供的频内测量消息的 1a 消息和 1b 消息,可以统计出目标小区和周边邻区的切换次数(包含切入和切出)^[9]。UE 上报的测量报告 MR 如下例所示:

```
eventResults, t = 1
eventResults, u, intraFreqEvntResults, eventID = e1a
eventResults, u, intraFreqEvntResults, cellMeasuremen-
tEventResults, t = 1
eventResults, u, intraFreqEvntResults, cellMeasuremen-
tEventResults, u, fdd, n = 3
eventResults, u, intraFreqEvntResults, cellMeasuremen-
tEventResults, u, fdd, elem[0], primaryScramblingCode = 294
eventResults, u, intraFreqEvntResults, cellMeasuremen-
tEventResults, u, fdd, elem[0], primaryScramblingCode = 296
eventResults, u, intraFreqEvntResults, cellMeasuremen-
tEventResults, u, fdd, elem[0], primaryScramblingCode = 295
```

2.2 基于切换统计的方位角计算

对于目标小区的主覆盖方向,信号接收强度好,接入用户多,因此在此方向上的邻区和目标小区之间有大量的用户进行切换^[11]。将目标小区的所有邻区进行编号,第 i 个邻区的经纬度坐标分别为 X[i]和 Y[i],而根据 MRR 在一定时间周期(一般按周统计)内统计得到的第 i 个邻区和目标小区之间的切入切出次数总和为 h(i),假设目标小区的经纬度坐标分别为 X[0]和 Y[0],则目标小区的天线方向

* 收稿日期:2012 年 11 月 5 日,修回日期:2012 年 12 月 15 日
作者简介:向璐璐,女,研究方向:数字通信技术。

角 Ψ 为

$$\Psi=\frac{h(i) \times \theta(i)}{\sum_{i=1}^{32} h(i)} \quad (1)$$

其中

$$\theta(i)=\left\{\begin{array}{ll} 90^{\circ}-\arctan \left(\frac{Y(i)-Y(0)}{X(i)-X(0)}\right), & \text { 当 } X(i) \geq X(0) \\ 270^{\circ}-\arctan \left(\frac{Y(i)-Y(0)}{X(i)-X(0)}\right), & \text { 当 } X(i)<X(0) \end{array}\right.$$

3 仿真实验

为验证本文所述天线方位角计算方法的准确性,选取近期巡检的 108 个小区的后台统计数据计算这 108 个天线的方位角,并和巡检时现场测量的天线方向角进行对比,其对比结果如图 2 显示(为便于观察,所有小区按照天线方向角的度数排序),基于 MRR 的小区方向角估算与现场实测的方向角基本相符,为了进一步评估估算误差,将 108 个小区的估算结果作为 108 个样本点计算其误差概率分布如图 3 所示,其误差均值为 0.58°,误差的标准差为 17.9°,以此均值和标准差作正态分布函数其概率分布函数如图 2 中虚线所示,比较结果显示计算方向角与实测方向角的误差概率分布基本与正态分布吻合,据此计算的角度误差概率分布如表 1 所示,由此可获得根据基于 MRR 计算天线方向角的小区覆盖核查方法:

- 1) 从后台 MRR 提取目标小区的测量报告。
- 2) 从后台网管提取目标小区以及周边邻区的经纬度坐标。
- 3) 根据式 1)估算目标小区的方位角。
- 4) 基于 MRR 计算的方向角与后台数据库记录的方向角想减得到偏差方向角。
- 5) 根据表 1 偏差方向角超过 30°时,后台数据库记录的方向角出现误差的概率超过 90%,需要上站核查小区的实际天线方位角和覆盖范围并作相应优化。

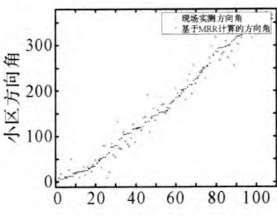


图 1 基于 MRR 的方向角计算与实测结果对比

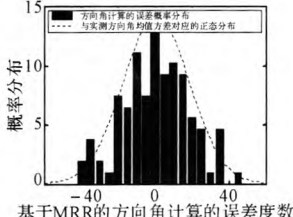


图 2 基于 MRR 的方位角计算误差的概率分布

表 1 基于 MRR 的方位角计算误差概率分布

误差角度	误差概率	误差角度	误差概率
10	40.3%	40	97.2%
20	72.2%	50	99.4%
30	90.0%	60	99.9%

4 无线优化应用

4.1 南山深圳通讯室外 3

南山深圳通讯室外 3 后台记录的小区方位角是 290°,而通过 MRR 估算的小区方向角是 4°(图 3),方向角偏差有 74°,根据表 1 可以判定小区覆盖出现偏差的概率超过

99.9%。无线优化工程师上站核查后发现南山深圳通讯所在天面的正西方向(270°)原空地方向新建大厦一栋(图 3)但尚未完工,尽管南山深圳通讯室外 3 的天线方位角是 290°没有错,但是沿原方位角向西覆盖的信号基本被该新建大厦遮挡,该小区的话务基本都是该小区天线的旁瓣沿 MRR 估算的方向吸收而得,和 MRR 估算的小区覆盖方向相吻合。考虑到新建大厦尚未完工,南山深圳通讯室外 3 原主瓣方向无话务,因此优化方案是暂时将南山深圳通讯室外 3 的小区方位角调整成 350°,并通过路测确认邻区无漏配。

4.2 南山坚达大厦室外 1

优化工程师在南山区软件大厦附近处理投诉的时候意外收到南山坚达大厦室外 1 的扰码,从该小区的覆盖方向和站点位置分析软件大厦附近的确不应该收到坚达大厦室外 1 的信号。为分析该问题,从 MRR 提取 MR 估算该小区的覆盖方向为 8°,按照这个小区覆盖方向坚达大厦附近是有可能收到南山坚达大厦室外 1 的信号,但这个方位角和后台记录的该小区方位角(75°)偏差达 67°(图 4),根据表 1 可以判定小区覆盖出现偏差的概率超过 99.9%,经过优化工程师上站核查,发现该小区的天线方位角是 15°,后台记录的天线方位角有误。



图 3 南山深圳通讯周围环境



图 4 南山坚达大厦周围环境

5 结语

本文提出基于 MRR 的天线方向角计算方法,基于后台 OMC 现有数据和 MR 记录,无需路测和人工测量,可大幅度降低优化工程师的测试工作量,为网络优化工程师快速定位分析小区天线方向角偏差、覆盖区域变化引起的网络质量问题提供有力支撑。

参考文献

[1] 杨晓波. WCDMA 无线网络的优化研究[J]. 计算机系统应用, 2006,(8):84-87.
YANG Xiaobo. Optimize Research of WCDMA wireless network[J]. Computer System Applications,2006,(8):84-87.
[2] 赵伶俐. WCDMA 系统基站覆盖范围的分析与优化[J]. 通信技术,2008,41(7):166-168.
ZHAO Lingli. Analysis and Optimization of BTS Coverage for WCDMA System[J]. Communications Technology, 2008, 41 (7):166-168.
[3] 蔡阜平. CDMA 网络路测数据分析技巧[J]. 电信科学,2004,20 (5):75-79.
CAI Fuping. CDMA network drive test data analytical skills [J]. Telecommunications Science,2004,20(5):75-79.
[4] 安瑞虹,叶青,张曼,等. 基于海量路测数据的城区覆盖质量问题优化探讨[C]//2012 全国无线及移动通信学术大会论文集(下),2012,(9). (下转第 853 页)

- Journal of East China Institute of Technology(Natural Science Edition),2010,33(4):363-368.
- [4] 华晋,尹金花.基于GUI的干涉衍射的实验教学研究[J].大学物理实验,2011,24(1):79-82.
HUA Jin, YIN Jinhua. Experimental Teaching Study of Interference and Diffraction Based on GUI[J]. Physical Experiment of College,2011,24(1):79-82.
- [5] 李芳菊,王菊霞.利用MATLAB GUI模拟圆孔衍射[J].计算机与数字工程,2012,40(6):151-152.
LI Fangju, WANG Juxia. Simulation of Aperture Diffraction Based on MATLAB GUI[J]. Computer & Digital Engineering Engineering,2012,40(6):151-152.
- [6] 钱晓凡,胡涛,张峰.基于MATLAB的衍射场模拟计算[J].昆明理工大学学报(理工版),2004,29(3):132-134,151.
QIAN Xiaofan, HU Tao, ZHANG Ye. On Simulated Calculation of Diffraction Based on MATLAB[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Science and Technology),2004,29(3):132-134,151.
- [7] 赵立萍,杨昕卉,尹龙承,等.基于MATLAB大学物理实验数据处理[J].中国教育技术装备,2012,(12):122-124.
ZHAO Liping, YANG Xihui, YIN Longcheng, et al. Data Processing of College Physics Experiment based on MATLAB[J]. China Educational Technique & Equipment,2012,(12):122-124.
- [8] 杨沁玉,丁可,陆爱江,等.大学物理中关于光的干涉、衍射及光栅教学问题的讨论[J].物理通报,2010,8:10-12.
YANG Qingyu, DING Ke, LU Aijing, et al. Discussion about light interference, diffraction and grating teaching problems in university physics[J]. Physics Bulletin,2010,8:10-12.
- [9] 董太源,刘建生,卢敏,等.光学干涉实验的计算机仿真模拟[J].江西理工大学学报,2007,28(3):65-67.
DONG Taiyuan, LIU Jiansheng, LU Min, et al. The Computer Simulation of Optical Interference Experiments[J]. Physical Experiment Of College,2007,28(3):65-67.
- [10] 刘兵,蒋洪晖,孙高海.基于MATLAB的相位调制系统仿真分析[J].舰船电子工程,2010,30(6).
LIU Bing, JIANG Honghui, SUN Gaohai. A Simulation Study of Phase Modulation system Based on MATLAB[J]. Ship Electronic Engineering,2010,30(6).
- [11] 段亦彬.基于Matlab软件算法的引信储存寿命预测[J].舰船电子工程,2012,32(5).
DUAN Yibin. Matlab Software in Fuze Storage Life Prediction Application[J]. Ship Electronic Engineering,2012,32(5).
- [12] 宋璐,冯艳平,卫亚博.基于MATLAB GUI的拍频实现方法的研究[J].大学物理实验,2012,25(3):98-99,114.
SONG Lu, WEI Yabo, FENG Yanping. Research of the Interference And Diffraction Method Based on MATLAB GUI[J]. Physical Experiment of College,2012,25(3):98-99,114.

~~~~~  
(上接第780页)

- AN Ruihong, YE Qing, ZHANG Man, et al. Discussion on optimization the quality of city coverage based on huge amounts of drive test data[C]//2012 National Conference on Wireless & Mobile Communication,2012,(9).
- [5] 徐雯娟,蔡伟祥.WCDMA无线网络优化的分析与研究[J].电信快报,2005,(4):38-40.  
XU Wenjuan, CAI Weixiang. Analysis and research on WCDMA network optimization[J]. Telecommunications Information,2005,(4):38-40.
- [6] 陈岩,唐辉.应用GSM路测数据的WCDMA覆盖预测方法[J].电信工程技术与标准化,2007,20(11):13-17.  
CHEN Yan, TANG Hui. Forecast Coverage of WCDMA by GSM Drive Test Data[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization,2007,20(11):13-17.
- [7] 孙海亮.MRR网络规划方式对现网影响的研究[C]//中国通信学会第六届学术年会论文集(中),2009,(11).  
SUN Hailiang. Research on the impact of MRR network planning to the business network[C]//6th Annual Conference of China Institute of Communications,2009,(11).
- [8] 李卓.TD网络优化和利用率提升的探索与创新[J].移动通信,2011,35(3):17-19.  
LI Zhuo. Explores and innovation of TD network optimization and utilization[J]. Mobile Communications,2011,35(3):17-19.
- [9] 陈源惠.OSS系统中MRR和NCS进行无线覆盖评估的研究[J].移动通信,2009,33(24):57-62.  
CHEN Yanhui. Research on wireless coverage through MRR and NCS in OSS system[J]. Mobile Communications,2009,33(24):57-62.
- [10] 段哲.嵌入式系统通信机制的研究与应用[J].舰船电子工程,2010,30(7).  
DUAN Zhe. Study and Application of Communication Mechanisms in Embedded System[J]. Ship Electronic Engineering,2010,30(7).
- [11] 兰丽娜,勾学荣,王栩楠,等.一种新的智能性天线方位角计算及小区覆盖分析方法[J].电信科学,2010,26(8):82-85.  
LAN Lina, GOU Xuerong, WANG Xunan, et al. A new method of intelligent antenna azimuth angle algorithm and cell coverage analysis[J]. Telecommunications Science,2010,26(8):82-85.

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com)),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>