



基于大数据分析的室内深度覆盖优化方法研究

宫元峰, 黄轶

(中国联合网络通信有限公司辽宁省分公司, 辽宁 沈阳 110003)

摘 要: 室内深度覆盖传统预测方式包括用户投诉、CQT 和传播模型校正, 此方法的预测误差和工作量都比较大。首先介绍了室内覆盖优化方法, 然后介绍了基于大数据的室内深度覆盖优化方法, 显著提升了网络质量与用户感知, 最后介绍了应用案例, 为后期室内深度覆盖建设、优化和维护提供了非常重要的参考和指导意义。

关键词: 大数据; MR; 投资效益; 室内深度覆盖

中图分类号: TN929.53

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019140

Optimization method of wireless indoor coverage based on big data analysis

GONG Yuanfeng, HUANG Yi

Liaoning Branch of China United Network Communications Co., Ltd., Shenyang 110003, China

Abstract: The indoor prediction method of indoor depth coverage includes user complaints, CQT and propagation model correction, and the prediction error of these methods is large. Firstly, the indoor coverage optimization method was introduced. Then, the indoor deep coverage optimization method based on big data was introduced, which significantly improved the network quality and user perception. Finally, the application case was introduced, which provided a very important reference and guiding significance for the construction, optimization and maintenance of indoor deep coverage in the later period.

Key words: big data, MR, investment efficiency, wireless indoor coverage

1 引言

随着国内各运营商“不限量”套餐战略的推广, 移动互联网流量势必呈现爆发式增长。而根据移动互联网的用户行为习惯, 更多的数据流量将在室内环境产生, 这对 4G 的室内分布系统提出了更大挑战。为了更好地保障用户业务感知, 提

升网络和商业价值, 各大运营商积极投身室内分布系统的建设中, 坚持量质并重, 注重规模和效益的平衡。室内分布系统可以很大程度改善无线网络覆盖质量, 在规模用户中保障较好的服务质量, 还可以分担室外宏基站的话务量, 扩大网络整体承载能力。

为了充分发挥 4G 网络的技术优势, 完善室内



深度覆盖,覆盖与网络优化方法的合理选择将显得尤为重要。大数据技术分析海量的数据,可以为人们提供更好的决策依据和解决方案。大数据技术与网络深度覆盖相结合,大大提升了对弱覆盖高价值区域辨识的精确性、时效性和多维性,可以更好地发挥基于大数据的网络预测机制的作用。本文借助大数据技术,以MR(measure report,测量报告)弱覆盖为基础进行室内覆盖的评估,以覆盖和价值提升为手段,多种手段协同提升覆盖,进一步完善网络覆盖,对于运营商网络的规划、建设、优化以及后期维护都提供了非常重要的参考。

2 室内覆盖优化方法

2.1 传统的室内分优化方法

与2G/3G相比,LTE网络的建筑物穿透损耗较大,提高了室内信号覆盖的难度。当前采用室外宏基站覆盖室内用户的方法变得越来越受限,各大运营商广泛使用的方式是建设分布式系统。传统的网络优化方法包括路测(driven test,DT)、通话质量测试(call quality test,CQT)和用户投诉。尽管该方式可以在很大程度上针对性地发现网络中的不足,进而采取针对性的措施。但这些优化手段需要大量的人力、物力资源进行固定地点/道路的测试,且需配备专业的软件和硬件设备,很难形成全网的长效优化机制。

传统的室内分布建设完成后,通过用户投诉、CQT和校正后的传播模型进行优化。通常对于大型楼宇或建筑群,根据传播模型,经过选择性的测试后,由于测试的数据量比较小、传播模型的误差大,对覆盖范围的预测存在偏大或者偏小的问题。覆盖范围的大小、建筑物的结构以及室内信号的强弱状况也会影响室内覆盖或小区覆盖采用的优化方式。覆盖方式和覆盖范围又直接影响室内分布系统优化的费用和效果。由于大量室分系统的存在,单靠话务量和网络KPI不能精确地

定位当前室分系统是否需要优化,也就不能凸显高价值的室分系统来改善用户的体验。

对于某些突发性的室内业务,传统的DT和CQT的方式更不容易操作。居民区的业务忙时一般发生在晚上19点以后,如果需要在此时段对室内进行测试,又会大大增加网络优化人员的工作量。

2.2 基于MR的室内分优化方案

针对上述问题,基于MR的网络优化应用受到各大运营商的青睐。MR在业务信道上每480ms(信令信道上470ms)发送一次数据,这些数据可用于网络评估和优化,采集的数据包括用户终端的物理层、控制协议层和无线资源管理过程中的测量数据,其主要包括覆盖、质量和位置信息等。基于MR的室内网络优化将现有小区区域栅格划分,编号并用于标识。其借助MR数据分析处理能力,并与区域栅格编号做匹配,提供栅格级RSRP(reference signal receiving power,参考信号接收功率)值,呈现4G网络的整体覆盖情况。该方式的分析结果可以很好地指导室内网络优化和规划建设,具有很好的借鉴意义。

基于MR的网络优化应用结合了传统的CQT和DT测试方式的优点,提供全天候全网的数据测量,真实反映用户感知。因此利用现有MR数据的实时变化趋势对室分系统进行实时监控,实时发现问题并及时采取相关措施,从而提升用户网络体验。该方式具有成本低、数据全面、多维度、适应多种场景等优势。借助MR的多维度和实时数据,通过大数据平台,以覆盖和价值两个手段对楼宇室内覆盖进行评估,进一步完善网络覆盖和价值挖掘。

3 基于大数据的室内深度覆盖优化方法

3.1 整体方案概况

基于大数据的室内深度覆盖依据覆盖评估和价值评估两个维度,借助MR及其他相关数据,形成弱覆盖数据资源池,借助大数据分析处理能

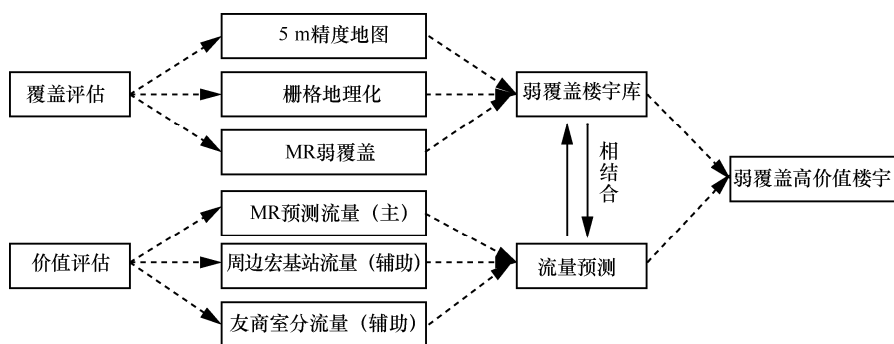


图1 整体方案

力，提炼高附加值、高潜力的区域进行优先覆盖，其整体方案如图1所示。

如图1所示，该方案以MR弱覆盖数据为基础创建弱覆盖楼宇库，借助大数据数据处理、分析能力，形成弱覆盖楼宇库，并与其他运营商的历史及现有流量相结合，筛选高价值弱覆盖楼宇，以满足投资效益为目标。

3.2 覆盖评估模型

借助大数据分析平台，可以将MR数据与楼宇信息结合。提取现网连续一周MR小区信息，将MR采样点栅格化，通过MR的电平特征、运动特征、小区特征、切换特征、邻区特征及5m精度地图的地物特征，与指纹库进行匹配。基于现网测试的用户、MDT（minimization drive test，最小化路测）数据、地图地物信息（室内外边框、道路面等）进行指纹库建立。通过多维度的信息区分室内用户和室外用户信息，如MR数据中服务小区电平信息、上报的邻区电平信息、TA（tracking area，跟踪区）与指纹库中生成的服务小区电平信息、邻区电平信息等进行匹配，使用特定算法得到每条MR的位置信息（室内&室外），最终将MR采样点匹配至楼宇。其多维度判决模型如图2所示。

3.3 价值分析

采集现网MR数据做栅格地理化，将建筑物面积、流量信息分配到楼宇。分析现网楼宇覆盖状况、流量信息，建立楼宇周围MR特征库并结

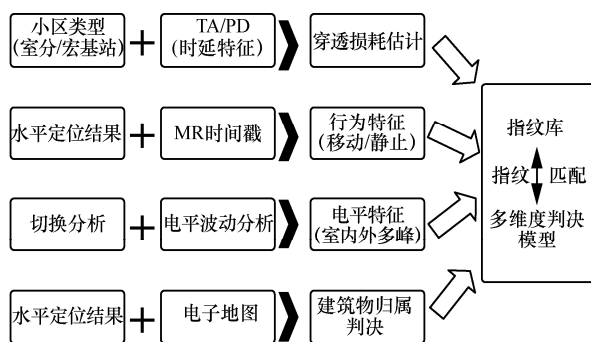


图2 覆盖评估模型

合周边宏基站流量情况以及友商流量等多维度预测弱覆盖楼宇可吸收的流量。楼宇的流量越高，证明此楼宇的价值度越高。传统的CQT和楼宇内打点测试只能确定某层楼的信号质量，网关数据只能确定某个小区的数据流量，无法对楼宇进行精确评估。而通过MR数据分析可以定位到每层楼的价值，可以更精确地优化，大大节约了人力、物力成本。价值分析过程如图3所示。

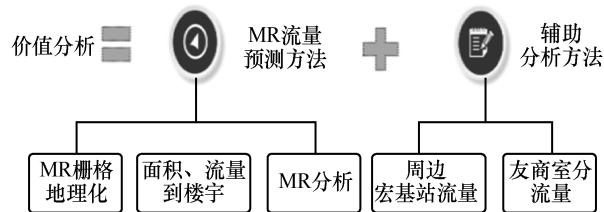


图3 价值分析过程

（1）MR预测流量模型

$$\text{MR预测流量} = \sum_{k=1}^n \text{楼宇内小区MR采样点数量} \times \text{此小区单MR采样点/弱覆盖调整系数} \quad (1)$$



其中, $k=1$, n 为现网可覆盖预测楼宇的小区数量, 小区单 MR 采样点流量=该小区 MR 网管总流量/该小区 MR 总采样点数量, 弱覆盖调整系数=1-楼宇的弱覆盖比例。

(2) 辅助预测流量方法

• 结合周边宏基站流量预测

该方法结合周边宏基站的流量情况预测其室内流量, 辅助室内弱覆盖库进行高价值区域的筛选, 其模型为:

预测流量=楼宇周边宏基站平均流量 (top3 小区) × 楼宇所属场景的现网室内与室外流量比 (2)

• 结合友商室分流量预测

预测流量=运营商 A 室分流量 × 运营商 B 市场占有率/运营商 A 市场占有率 × 运营商 A DOU/运营商 B DOU (3)

其中, DOU (dataflow of usage) 表示平均每户每月上网流量, 对于 MR 流量预测不满足投资回收期, 但是根据周边宏基站和友商室分流量预测均大于 4 GB 的楼宇, 可以判断为高价值楼宇的输出结果。

(3) 投资回收期流量测算

投资回收期流量预测可以更加直观地呈现室内深度覆盖的价值, 其具体模型为:

单 RRU (radio remote unit, 射频拉远单元)

日均流量=(投资成本+运营成本) / 投资回收期/单 GB 收入/365 (4)

如果室分方案是针对楼宇弱覆盖区域, 预测单 RRU 日均流量需不小于 4 GB, 即该业务流量范围为高价值楼宇。

4 应用案例介绍

4.1 方案介绍

根据上述优化方法, 以某城市某运营商为例

进行分析, 以 MR 采样点 RSRP ≤ -110 dBm 为标准, 将 MR 中 RSRP ≤ -110 dBm 的采样点在 30% 以上的楼宇定义为弱覆盖楼宇。楼宇 RSRP 和弱覆盖如图 4 所示。



(a) RSRP 分布图 (b) 弱覆盖比例分布图

图 4 楼宇 RSRP 和弱覆盖

通过大数据平台总计分析楼宇 96 595 个, 其中分析出弱覆盖楼宇数 11 881 个, 最终筛选得出弱覆盖高价值楼宇比例为 6.74%, 其分布如图 5 所示。



(a) 楼宇分布 (b) 楼宇分布 (局部) (c) 弱覆盖高价值楼宇

图 5 楼宇 RSRP 和弱覆盖分布

根据上述方法输出结果, 并结合现场勘查情况, 该方法需求准确率为 93%。该方案的实施使运营商大大提升了资源投入的精准度, 为后期网络的规划建设提供了很好的参考。

4.2 实施后评估

通过对高价值覆盖区域的持续跟踪, 筛选的 2 个高价值弱覆盖区域实施效果如下。

(1) 站点 1 实施后评估

站点 1 的基本概况见表 1, 其为餐饮休闲于一

表 1 站点 1 概况

站点	楼层面积/m ²	楼宇高度/m	楼宇层数	面积/m ²	区域类型
站点 1	2 205.42	9	3	6 616.26	餐饮及娱乐

体的楼宇，其中楼宇覆盖的设备配置、网络建设投资、日峰值监测流量情况见表 2。

表 2 中，基于大数据筛选、评估实施的站点 1 室内覆盖，日均流量高达 20.75 GB，与覆盖前相比，站点 1 日均流量峰值大幅提升，且该站点日均不同时段流量波动较大，波峰波谷特征明显。针对该区域的覆盖，建议快速占据市场优势，优先解决有无问题；结合第 3.3 节价值分析模型，投资回收期流量测算为：站点 1 投资回收期= $(4.68+0.15)/6.39/365/20.75 \times 10\,000=0.99$ 年，很好地实现了区域的高价值、短投资回收期的覆盖目标，提升了固定资产利用率。

(2) 站点 2 实施后评估

站点 2 为综合性企业厂区，其功能区域布局如图 6 所示。

站点 2 基本概况见表 3。

站点 2 的建设规模和投资、日峰值监测流量情况见表 4。

表 4 中，基于大数据筛选、评估实施的站点 2



图 6 站点 2 区域布局

室内深度覆盖，日均流量高达 23.93 GB；与覆盖前相比，日均流量大幅提升，且日均流量趋于平稳，该区域更多需要建立长期客户关系，持续投入，以服务质量提升竞争优势。结合第 3.3 节价值分析模型，投资回收期流量测算为：站点 2 投资回收期= $(6.86+0.15)/6.39/365/23.93 \times 10\,000=1.26$ 年，很好地满足了资源高效使用的目标，提升了固定资产利用率。

综上所述，基于大数据的室内深度覆盖方案具有识别率高、投资回收期短、资源精确匹配等优势。

表 2 站点 1 的建设规模及日均流量

站点	BBU 数量	RRU 数量	单 RRU 日均流量/GB	总投资/万元
站点 1	1	1	20.75	4.68

表 3 站点 2 概况

区域	楼层面积/m ²	楼宇高度/m	楼宇层数	面积/m ²
车间	11 873.27	9	3	35 619.81
办公楼	1 815.82	18	6	10 894.92
宿舍 1	1 575.76	18	6	9 454.56
宿舍 2	1 575.76	18	6	9 454.56

表 4 站点 2 的设备及日均流量

区域	BBU 数量	RRU 数量	RRU 日均流量/GB	单 RRU 平均日均流量/GB	投资/万元
车间	1	1	5.9	23.93	6.86
办公楼		1	11.2		
宿舍 1	1	1	68.7		
宿舍 2		1	9.9		



5 结束语

基于 MR 大数据分析对弱覆盖、高价值的区域进行挖掘,可以快速地改善高价值用户的网络感知,也能更好地配合前端的市场政策开发集团客户。未来的网络补热、补盲和补弱,要以价值和网络提升为导向的差异化资源投放机制,集约优势资源快速精确打造重点区域竞争优势,有效提升网络质量与用户感知,为运营商提供一条探索改革转型的途径。这种建设方式在很大程度上提升了网络的投资效益比,有助于在激烈的市场竞争中建立良好品牌形象,具有很好的借鉴和推广意义。

参考文献:

- [1] 刘海. FDD-LTE 室分深度覆盖与网络优化方法研究[J]. 通讯世界, 2018(4): 108-109.
LIU H. Research on FDD-LTE room depth coverage and network optimization method[J]. Telecom World, 2018(4): 108-109.
- [2] 刘湘梅, 段潇君, 刘从柏, 等. 精确打造万个楼群深度覆盖差异化 4G 竞争优势[J]. 电信科学, 2017, 33(3): 38-42.
LIU X M, DUAN X J, LIU C B, et al. Accurately build 10,000 buildings, deep coverage, differentiated 4G competitive advantage[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(3): 38-42.
- [3] 姜备. 基于 LTE MR 的移动网络优化研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2016.

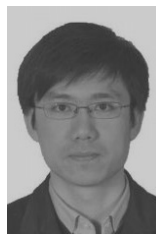
JIANG B. Research on mobile network optimization based on LTE MR[D]. Shanghai: Shanghai Normal University, 2016.

- [4] 孙明珠, 董建, 徐培财, 等. Z 型天线分布法解决封闭环境室内深度覆盖[J]. 电信科学, 2018, 34(Z1): 51-57.
SUN M Z, DONG J, XU P C, et al. Z-type antenna distribution method to solve indoor deep depth coverage in closed environment[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(Z1): 51-57.
- [5] 姜杰. LTE 网络切换分析与优化[J]. 邮电设计技术, 2018(7): 45-47.
JIANG J. LTE network handover analysis and optimization[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2018(7): 45-47.

[作者简介]



官元峰 (1971-), 男, 中国联合网络通信有限公司辽宁省分公司工程师, 主要研究方向为无线网络的发展及新技术。



黄轶 (1982-), 男, 中国联合网络通信有限公司辽宁省分公司工程师, 主要研究方向为无线网络的发展及新技术。