

5G 网络智能规划体系研究


Research on 5G Intelligent Planning System

邱 斌, 嵇明华, 李士光, 梁景舒 (中国电信股份有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518048)
Qiu Bin, Ji Minghua, Li Tuguang, Liang Jingshu (China Telecom Shenzhen Branch, Shenzhen 518048, China)

摘 要:

从无线网规划全流程体系出发,分析当前5G商用网络规划部署面临的挑战,提出构建以需求库、站址库、规划库和立项库4个库为抓手的基础信息库,通过特征抽取、画像打标、聚类分析等方式,对4库进行建模分析,最后结合4库信息提出了一种基于大数据分析的智能规划算法,较好地平衡了价值、弱区和感知等多维度综合需求,提高5G网络规划的精准性和效益。

关键词:

规划体系;站址画像;智能规划;大数据;精确选址
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.02.002
文章编号:1007-3043(2022)02-0009-05
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

Starting from the whole process system of wireless network planning, it analyzes the main challenges during the 5G network deployment, and proposes to build a basic information base focusing on four bases: demand base, station site base, planning base and project approval base. The four databases are modeled and analyzed through feature extraction, portrait creation, cluster analysis. Finally, an intelligent planning algorithm based on big data analysis is proposed, which better balances the multi-dimensional comprehensive needs of value, weak area and perception, and improve the accuracy and efficiency of 5G network planning.

Keywords:

Plan system; BS portrait; Intelligent Planning; Big data; Precise location

引用格式:邱斌,嵇明华,李士光,等. 5G网络智能规划体系研究[J]. 邮电设计技术,2022(2):9-13.

0 引言

随着3GPP协议的冻结,全球5G产业进入高速发展阶段。5G网络引入了大带宽、智能天线、多频段等新技术,满足eMBB/URLLC/mMTC三大业务场景,同时,考虑到5G昂贵的部署成本,运营商在规划部署5G网络时面临严峻挑战。

1 传统无线规划方法面临的挑战

1.1 高密度站址选取对经验化的规划方式的挑战

收稿日期:2021-12-17

5G较高的频率传播特性决定了5G基站覆盖半径缩小,将呈现宏站与微站协同、室内与室外协同、高站与低站搭配的异构网形态。这也决定了5G基站高密度、低空间、微小化的特点,相较于4G网络,5G的整体站点规模将提升2~3倍,单靠以往2G/3G/4G站址的选取已无法满足5G高密度站址的需求,需要尽可能地利用政府、铁塔以及第三方站址资源。

1.2 高昂的5G建网成本对规划经济效益的挑战

5G高昂的建设成本以及运维成本,使得网络规划之初对于经济效益方面同步也提出较高的要求。国内三大运营商经过多年的网络建设,都积累了大量的站址资源,经过铁塔公司共建共享整合,可用的存量

站址数量更加丰富。因此,建网首先要考虑如何充分利用现网站址,实现降本增效;同时根据5G网络特性要求,有效优化网络结构,保证网络质量优先。这需要从这些海量站址中甄选出适于5G网络的站址,并通盘考虑网络架构、站址布局,从而能够充分发挥宏基站覆盖效率高的特点,降低后续深度覆盖建设投资,并为用户提供更优的业务体验,仅靠传统的经验方法,难以满足这种要求。

2 “4+1”智能规划模型

“4+1”智能规划模型是以需求库、站址库、规划库、立项库为基础,通过MR/DPI/DT等大数据挖掘,将智能规划选址算法植入其中,真正做到精准选址、价值选址,其总体系统设计架构如图1所示。

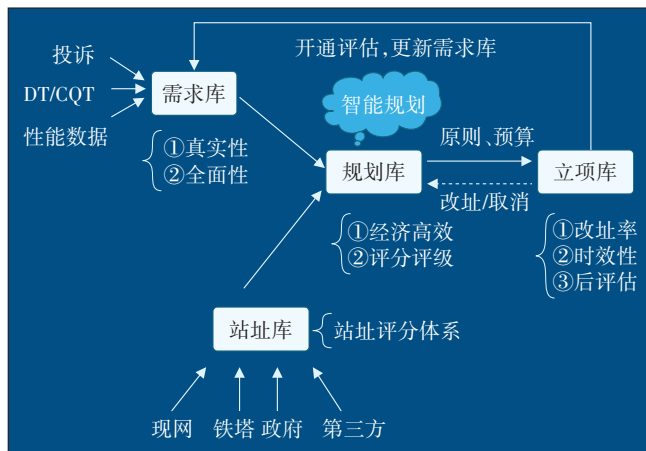


图1 四大库逻辑关系图

2.1 需求库设计

需求库作为“4+1”智能规划模型需求收集的窗口和后续智慧规划算法中解决能力的一种评估依据,其收集的数据应具有全面性、真实性和多维性。需求来源可以是投诉、测试、性能指标或其他等,能为智慧规划算法提供必要的依据,主要采集的信息有4类:需求来源(属性)、基本信息、网络信息和场景信息(见表1)。

2.2 站址库设计

站址库作为基础资源库,存储了以下几类站址:现网站址、政府部门物业站址,铁塔站址和第三方的站址。各方站址包含的信息不一,无统一标准。因此站址资源规整采用统一的画像形式,建立多维的站址质量评分标准及算法,为智慧规划和价值选择提供科学有效的方法。

表1 需求库收集信息列表

需求站点ID	需求来源	基本信息	网络制式	问题类型	需求属性	场景类型
需求站点ID	投诉	经纬度	2G	覆盖	一般投诉	高流量商务区
	测试	室内/外	4G	容量	工信部投诉	高密度居民区
	性能指标	楼宇名称	5G	-	危机用户	高校
	其他	地址	-	-	总经理热线	高铁
	-	-	-	-	集体网络投诉	高速
	-	-	-	-	专项测试	地铁
	-	-	-	-	拉网测试	行政村
	-	-	-	-	高负荷小区	产创园
	-	-	-	-	指标提示专项	专业市场
	-	-	-	-	-	旅游热点
	-	-	-	-	-	中学
	-	-	-	-	-	交通枢纽
-	-	-	-	-	重要单位	

2.2.1 站址画像设计

自有站点的信息较为齐全,其他站址信息则有所差异,分析提取必要的站址信息尤为重要,这里采用统一的画像形式,每个站址建立标准画像(见图2和表2)。

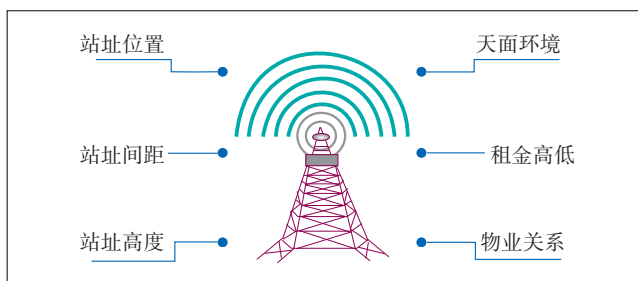


图2 站址画像示意图

2.2.2 站址评级设计

站址质量等级评分标准是建立在站址画像基础上,通过选择和设置评分的维度和各维度的权重,对站址的质量进行量化。评分维度、维度分数取值范围和维度权重可根据实际进行选择 and 设置。站高、站距结合所在区域类型(城区、县城郊区、乡镇)的站高和站间距分段设置对应的分值;场景类型按照场景的重要程度,用户和流量情况分段设置分数;租金与标准进行比较分为4档:非常高、高、适中、低,每档赋予相应得分;物业难易程度根据物业配合程度划分为难、适中和易3档,每档对应不同的得分;站点归属按自有站点(满分)、其他归属分段设置评分。

表2 站址库画像信息列表

站点名称	经度	纬度	地址	类型	站高	站距	天面环境	场景类型	已有站点	站点归属	租金	物业难易程度
A1	-	-	-	楼面站	-	-	好	高流量商务区	是	中国电信	非常高	难
A2	-	-	-	楼面站	-	-	中	高密度居民区	是	中国联通	高	适中
A3	-	-	-	楼面站	-	-	差	重要干道	是	中国移动	适中	易
A4	-	-	-	楼面站	-	-	好	行政村	是	中国铁塔	低	-
A5	-	-	-	楼面站	-	-	中	旅游热点	否	政府提供	-	-
A6	-	-	-	楼面站	-	-	差	交通枢纽	否	其他	-	-

同时,设置黑名单策略,即对于某一条件无法达到最低要求的站点,列入黑名单,比如天面被完全阻挡的站址。

表3给出了站址质量评分维度示例。

表3 站址质量评分维度(示例)

评分维度	权重/%	得分	评分维度	权重/%	得分
站高	10	-	已有站点	10	-
站距	10	-	站点归属	10	-
天面环境	10	-	租金高低	20	-
场景类型	10	-	物业难易	20	-

2.3 规划库设计

规划库存储管理预规划和已规划站点,是连接需求库和立项库纽带。需求库中的需求站点通过算法汇聚成建站需求区,再由智慧规划算法实现精准选址,输出预规划站点存入规划库,规划库有一套评分评级标准实现对预规划站点的重要性评估,当预规划站点分数达到门限值时进入立项审批,通过立项审批的站点流转至立项库,相应规划库的站点状态和对应的需要库站点的状态标识为已立项。规划库串联起站址规划的各环节,解决了传统规划流程断裂问题。

规划站点库中每个规划点均自动生成“预规划站点ID”,ID具有唯一性。规划站点的流转均携带该ID,当规划站流转到具体实施环节中,可通过匹配ID进行

站点建设进度的跟踪。

表4给出了规划库信息列表示意。

2.4 立项库设计

立项库存储和管理已经立项的站点信息,通过定期匹配建站站点进度来更新规划库和需求库中的站点进度。立项库围绕改址率、时效性和后评估进行设计,呈现信息中除包含站点的基本信息和状态外,还包含改址次数、立项时间、开通时间、解决需求点数量、解决弱覆盖栅格数量等(见表5)。

2.5 四大库的流程设计

四大库对规划不同阶段站点信息、状态的管理。

a) 需求库:规划初期需求的收集,包括投诉、测试、性能指标等的需求,做到真实有效,应收尽收。

b) 规划库:嵌入智慧规划算法,结合需求库需求点数据、MR/DPI/DT数据等输出预规划站点,并根据评分体系进行评分评级。

c) 站址库:收集现网站址资源和铁塔站址资源、政府部门站址资源和其他第三方提供的站址资源,各方站址资源纳入站址库后采用画像形式进行规整,根据评分体系自动评分。

d) 立项库:根据网络建设的投资规模和业务发展需求,将规划库中相应站点按优先级纳入立项。

四大库以实际工作流程为主线,实现规划流程的连续性、追溯和延展性(见图3)。

表4 规划库信息列表

预规划站点ID	站点名称	经度	纬度	地址	站点属性	网络制式	站高/m	小区数	方向角/°	需求来源(得分)	解决需求点数量(得分)	网络质量(得分)	场景类型(得分)	综合得分
20200314001	建设路	-	-	建站路10号	室外	5G	30	2	30,150	20	20	25	16	81
20200314002	邮电综合楼	-	-	八卦一路	室内	5G	-	-	-	19	20	25	16	80

表5 立项库信息列表

预规划站点ID	站点名称	经度	纬度	地址	站点属性	网络制式	站点状态	立项时间	开通时间	改址次数	解决需求点数量	解决弱覆盖栅格数量
20200314001	建设路	-	-	建站路10号	室外	5G	建设中	20200314	20200914	0	3	5
20200314002	邮电综合楼	-	-	八卦一路	室内	5G	已开通	20200314	20200914	1	4	6

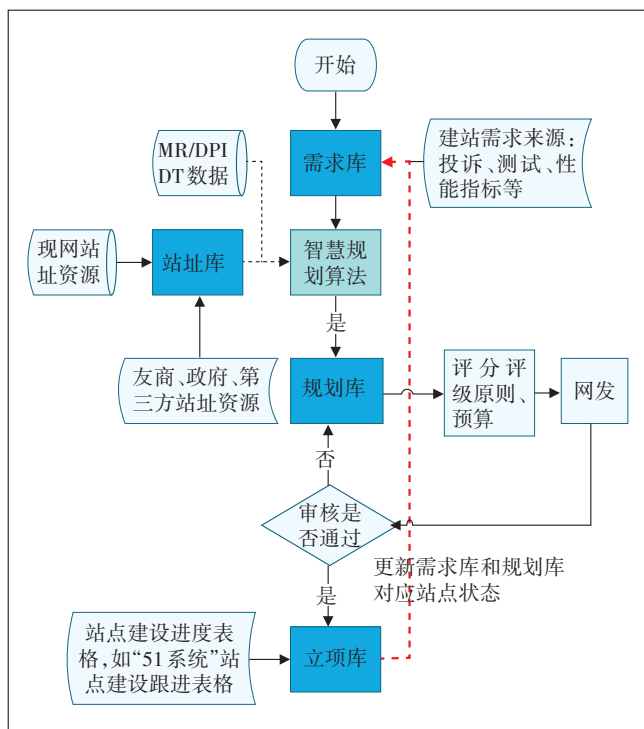


图3 四大库流转流程示意图

2.6 智能规划算法

2.6.1 大数据建模和区域识别

与传统的规划方式不同,5G网络规划借助大数据技术,能够更好地识别目标建站区域,以最小的资源投放取得最大的价值回报。本文提出的大数据数据源主要包含以下几类。

a) MR/MDT数据:通过终端的上报信号识别弱覆盖区域。

b) DT/CQT数据:通过主动测试发现覆盖空洞和弱区。

c) 流量数据:通过小区的流量渲染,发现高流量聚集区域。

d) DPI数据:通过业务层面分析时延、误包等业务质量情况。

e) 投诉和NPS:通过用户的主观反馈来分析用户感知情况。

f) 终端/套餐数据:通过用户的开户信息分析用户的价值属性。

通过以上6个维度的大数据分析,采用建模方式完成3个区域的识别,即价值区域识别、弱区区域识别和用户感知差区域识别。

a) 价值区域识别。区域价值的高低包含多个层面的内容,如基于4G流量密度的区域分布,可以从流

量的角度分析人群的流量价值;也可以从终端数据库入手,通过信令关联分析高端手机的区域分布;还可以从HSS中得到高ARPU的分布区域。

b) 弱区区域识别。覆盖空洞和弱区主要通过DT/CQT、MR/MDT以及用户的投诉收集,通过地理化的GIS栅格聚类算法得到。需要注意的是,5G建网初期,5G用户和MR均较少,而5G基站一般叠加同址4G站址,两者无线传播路径近似相同,因此可以通过4GMR近似模拟5GMR的强弱。

c) 感知区域识别。引入DPI数据可以分析用户使用不同业务的感知情况,辅之以投诉和抱怨分析,可以得到用户感知差的区域,未来还可以针对垂直业务的地域分布进行有效分析。

2.6.2 智能选址算法原理

2.6.2.1 链路预算与基站覆盖半径计算

对于5G链路预算,首先要根据三大业务应用场景,明确业务速率要求。根据边缘速率要求获得链路预算的各项参数,然后结合不同场景等具体情况,对最大路径损耗进行计算,进而获得基站覆盖半径,最后评估所需的5G站点总数(见图4和图5)。

2.6.2.2 三大区域栅格化评估

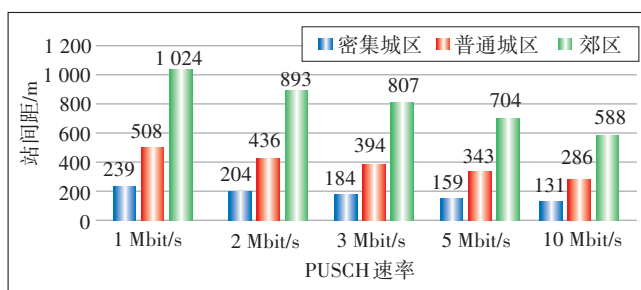


图4 不同PUSCH速率的站间距预算

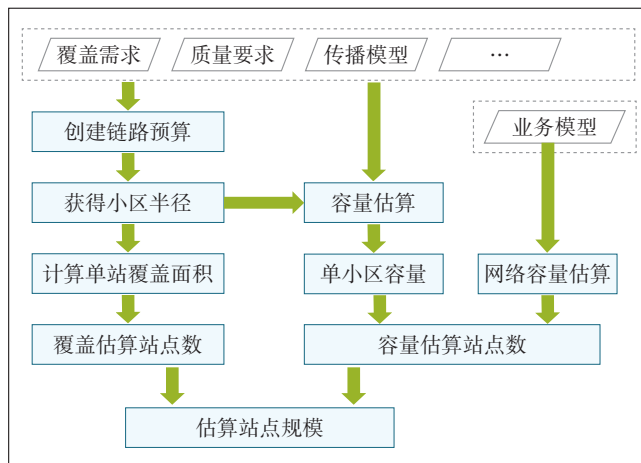


图5 网络规模估算流程图

对价值区域、弱区区域和感知区域进行栅格化, 定义其相关门限并进行聚类化层级评分, 形成量化的聚类化栅格群, 以便于站点选址的效果评估。

2.6.2.3 智能选址算法

基于大数据的智能选址算法包括建模后的站址初选、仿真、价值评估确定建站位置和方向角设置。算法流程如图6所示。

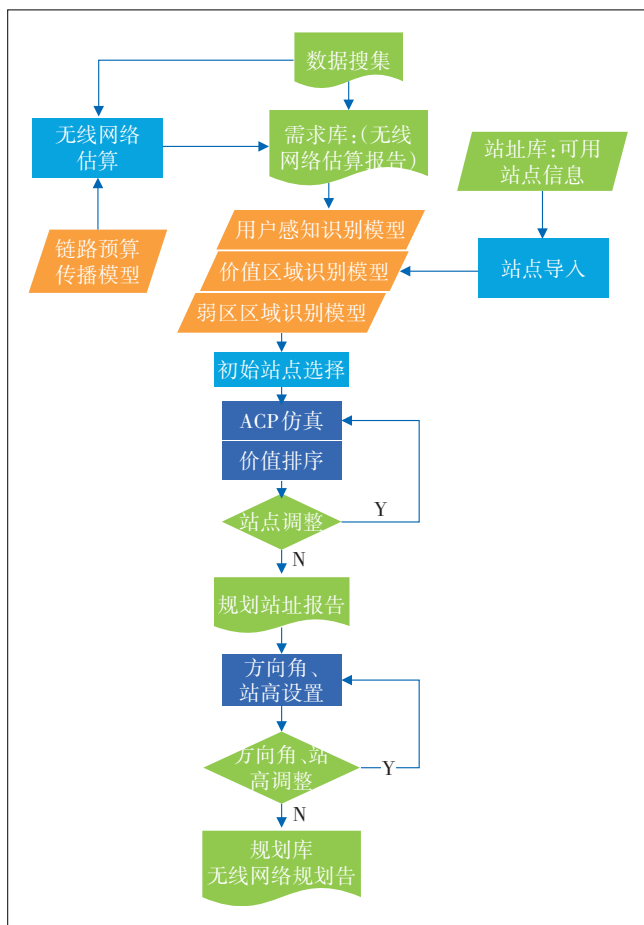


图6 算法流程图

在规划中为保证规划合理和实现价值最大化, 通过以上三大建模工作后, 综合弱覆盖、差感知且高价值特征的区域, 实现智能推荐满足新建站条件的站址的中心经纬度数据。

以初选站址为中心, 框选一定半径的范围, 结合地形地貌和建筑物等信息, 同时匹配站址库信息, 形成多个候选站址, 使用价值排序算法和ACF仿真结果, 通过机器学习算法完成最优站址的推荐选择; 对个别实际工作无法协调的站址, 通过人工校正方式重新选定次优站址。在价值排序算法中, 多维度总分 = \sum (每个维度权重 × 对应维度指标得分), 多个维度可

以全选, 也可以只选择其中部分维度进行得分计算。每个维度以站点为单位计算得分, 进行多个站址的价值排序。

3 效益分析

3.1 质量提升分析

在传统的基站选址中, 工程师通过使用地图软件 (如 mapinfo、Google 地球等) 的显示及距离测量等功能实现逐点选址, 这种方法对于单个站址的确定非常有效。但是, 如果应用于大规模选址规划, 特别是5G业务碎片化的多目标建网规划需求, 则很难兼顾快速选址及网络结构质量的要求。

通过建立基于“4+1”智能规划模型和体系的智能规划系统, 实现多维数据大规模的网络规划, 实现数据存储、共享、规划选址, 规划跟踪一体化流程服务, 提高了基站选址的质量。

3.2 进度效益分析

“4+1”智能规划模型和体系以标准库的设计、体系化的流程、大数据的依托以及智能化算法为基础, 辅之以GIS图形化的展现, 利用高效的IT化手段, 构建了一套智能预规划系统, 其方案结果展现清晰、直观, 可提供远优于规划人员人工选址的效果。

4 结束语

“4+1”智能规划模型和体系能够将需求分析、站址评价、智能规划和效益投资体系化地结合在一起, 突破之前以人工分析和处理为主、孤立无传承性的传统工作方式, 较好地契合了5G时代对多样性的业务需求、高密度的站点选址、价值化的投资建设等多方面诉求, 为无线网络规划提供高效的解决手段, 为规划方案决策和网络投资提供依据。

参考文献:

- [1] 尧文彬, 程日涛, 王乐. 5G无线网规划方法与部署策略研究[C]//5G网络创新研讨会: 2018论文集. 2018.
- [2] 付道繁. 5G网络技术特点及无线网络规划思路探讨[J]. 电信快报, 2018(9): 16-20.

作者简介:

邱斌, 毕业于北京邮电大学, 主要研究方向为CDMA/LTE/NR无线网络规划优化; 嵇明华, 毕业于江西师范大学, 主要研究方向无线网络规划与优化; 李士光, 毕业于中山大学, 主要研究方向为5G网络规划和共建共享网络优化; 梁景舒, 毕业于中山大学, 主要研究方向为5G共建共享网络优化。