

二、项目执行情况简介

1 研究意义

对于电信运营商来说,通信网络的规划中投资金额的 70%以上都在通信基站的选址优化和建设的工作^[1]。故在建设价格更加高昂的 5G 通信基站时,更应根据实际的中南大学南校区的校园环境的需求,并考虑覆盖率,由 NSA 和 SA 组网方式共存的 5G 基站的成本预算,通讯容量,以及校园的人口密度等方面的因素。

本项目在其他因素一定的情况下,通过对覆盖率及建站成本等目标进行优化,从而得到建设基站的方式,数目以及位置,可见 5G 基站的选址问题是一个多目标优化问题。

2 研究现状

近年来,在基站选址方面,传统智能优化算法如蚁群算法、遗传算法、粒子群算法、模拟退火方法等因其求解的侧重点不同,被不同的学者引用时,分别取得了不错的效果。从前人的研究结果来看,粒子群算法有着只传递最优信息,搜索速度快,具有记忆性,需要调整参数少,机构简单的优点,同时兼备着易于陷入局部最优,缺乏速度调节机制,收敛精度低和不易收敛的特性;而遗传算法有着良好的全局搜索能力、良好的收敛性、计算时间少、具有内在并行性的优点,同时兼备着问题编码困难,对初始种群的依赖性等缺点。

华中科技大学的杨成龙主要研究了 3G 基站选址中的覆盖问题,对 3G 系统进行覆盖规划,并给出了理想的容量计算模型,最后用 LINGO 软件进行了仿真实验,得出了基站和移动台之间的连接图。

同为华中科技大学的朱思峰在硕士期间提出量子免疫算法解决基站优化选址中存在的多目标优化问题,博士期间提出通过免疫计算来设计基站选址中存在的多目标优化问题。

Munnayaze 以基站的覆盖率需求以及重复区域信号干扰问题,以遗传算法为求解方式,提出了相关的基站选址方案^[1]。

Gabli 则以建设基站成本的最优化为首要目标,在此基础上考虑覆盖率的最大化^[2]。

黄陈衡提出数字室内分布技术,针对 InH Office_NLOS_模型分析计算室内分布系统链路预算^[3]。

孙开宇基于 5G 的 3.5GHz 频段对典型的密集城区场景采用了 3GPP UMa-NLOS (城市宏蜂窝-非视距)传播模型,通过链路预算得出 5G 在 3.5GHz 的下行覆盖距离,为 5G 初期网络规划提供参考依据^[4]。

北京邮电大学的廖伟琛提出了运用无监督聚类技术对用户日常流量进行挖掘,进而找到网络流量需求量大的区域及用户体验差的区域,从而为基站优先部署的选址提供辅助依据^[5]。

哈尔滨工业大学的于洪涛博士提出动态资源调度、跨层优化和下行功率分配算法逐步讨论了多载波通信系统中的无线资源分配问题,并论述了算法对于系统资源利用率、公平性以及 QoS 保障等性能的提升,为 5G 的多载波通信提供了理论基础^[6]。

参考文献

- [1]杨成龙. 3G 基站选址中覆盖问题的研究[D]. 华中科技大学, 2011.
- [2]朱思峰, 刘芳, 柴争义. 基于免疫计算的 TD-SCDMA 网络基站选址优化[J]. 通信学报, 2011, 01:106-110+120.
- [3] Munyancza J, Kuricn A, Van Wyk B. Optimization of antenna placement in 3G networks using genetic algorithms[C]//Broadband Communications, Information Technology & Biomedical Applications, 2008 Third International Conference on. IEEE, 2008: 30-37.
- [4] Giabli M, Jaara E M, Mcrmri E B. A possibilistic approach to UMTS base-station location problem[J]. Soft Computing, 2016, 20(7): 2565-2575.
- [5]廖伟琛. 基于聚类的数据挖掘技术在未来网络基站部署策略中的应用[D]. 北京邮电大学, 2018.
- [6]于洪涛. 基于LTE-A 的无线资源分配算法研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2017.

3 工作内容

本文纵盘考虑, 配合 5G 选址的新要求, 综合了遗传算法和粒子群算法, 并加以改进, 提出了 PSO_GA 算法, 利用 PSO_GA 算法的特性, 对 5G 基站选址进行优化, 根据中南大学实时地况, 考虑人口密度因素, 以在可控的最小成本范围内, 获得最佳的覆盖率, 从而为电信运营商的通讯基站的优化选址提供参考依据并使求解复杂度以及求解结果相较这些算法单独考虑时得到了不同程度的优化。

3.1 项目进展详细情况

2019 年 4 月~2015 年 5 月, 技术探究与资料收集, 了解目前行业内对于 5G 基站部署的研发情况, 查阅相关文献资料, 论证项目的可行性, 明确创新训练目的, 内容, 思路以及技术路线, 完成创新训练项目的实施方案规划。

2019 年 5 月~2019 年 6 月, 在前期工作的基础上, 利用已有的编程知识及数学理论体系, 具体研究学习的 5G 信号的信号损耗计算函数, 参考基站部署相关设计资料, 完成基站部署方案的具体信号损耗计算模型。

2019 年 6 月~2019 年 7 月, 利用无人机对中南大学进行定点巡航拍摄, 取得二维素材, 抽取部分素材进行 3D 建模, 取得中南大学南校区包括 1 栋~28 栋宿舍区及 2 食堂在内的 3D 模型及所有位置的三维坐标

2019 年 8 月~2019 年 9 月, 使用红外测距仪对指定地区的长度进行测量, 从而对 3D 模型进行验证, 结果不太理想。之后采用了人流量监测仪对中南大学各个热点地区进行了人流密度监测, 并结合校园 3D 模型取得了热点地区坐标, 同时取得基站安装备选点的坐标及监测点坐标。

2019 年 9 月~2019 年 10 月, 讨论研究了 5G 基站的最优部署方案模型, 通过输入已知的监测点坐标及放置点坐标, 及信号损耗函数, 通过多天计算, 终于取得的基站放置点的坐标, 但经过实际验证, 基站部署方案并不合理。通过研究发现主要原因是由于 3D 模型的坐标不够精确导致计算出的基站部署点位置有大幅偏差。于是经过缜密思考, 从卫星地图上直接获取经纬度坐标而后再转化为平面坐标被认为是一种比较精确且合理的方案。

2019 年 10 月~2019 年 11 月, 经过二次选点, 并舍弃了对部分地区采样处理的策略, 直接对整个中南大学南校区进行基站部署, 在五个热点地区对基站部署进行了规划得到了基站部署的初步方案。

2019 年 12 月~2020 年 1 月, 通过大量研究和复现遗传算法和粒子群算法的相关文献, 提出了 PSO_GA 算法。同时在 OpenstreetMap 开源地图网站上获取了

大量的中南大学南校区边缘坐标信息，通过 Arcmap 软件对坐标信息处理得到了精度很高的直角坐标图信息，使得复现中南大学南校区建筑物对信号传播的影响成为可能。结合人口流量密度，对整个 5G 基站选址模型进行了极大的丰富和重构，最后用 PSO_GA 算法求解，得出选址方案。（相关选址方案附于学术论文）

2020 年 2 月~2020 年 3 月，总结前期工作，撰写论文，报告。

3.2 具体工作内容分配

模型构建：雷尚霖，王政，王童斐。

数据收集：雷尚霖，王童斐。

算法实现：王政，雷尚霖。

论文编写：雷尚霖，王童斐，王政，李河。

