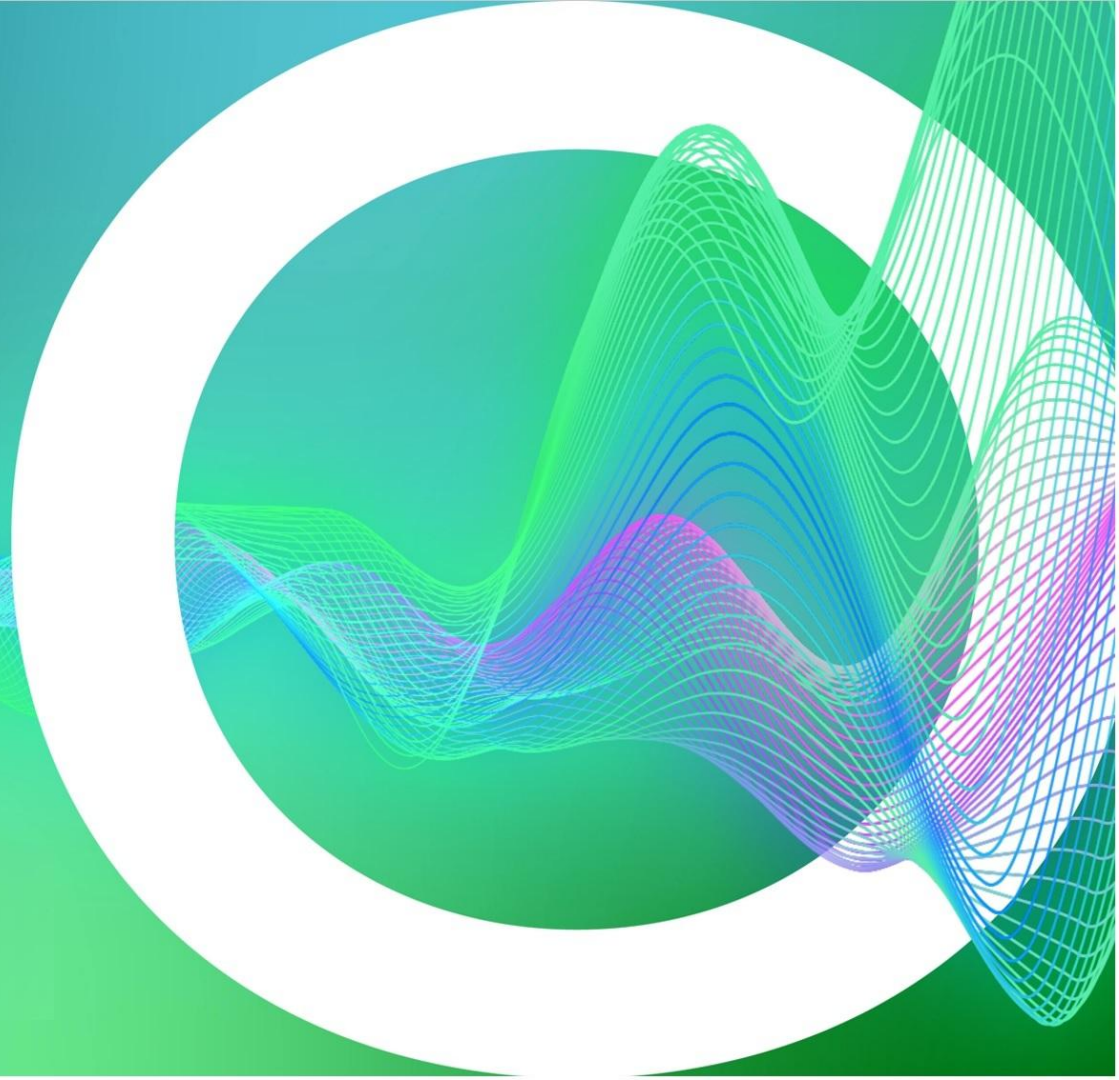


一种基于RIS（可重构
智能表面）的网络覆盖
预测方法

NOKIA



前期无线网络规划采用成熟传播模型和仿真平台, 以及实际MR数据覆盖栅格进行网络分析预测, 结果基本符合实际覆盖验证, 但大规模仿真耗时较长, 系统仿真高度依赖于现有难以扩展且适应缓慢的固定算法(如COST-231、Hata、Okumura), 且平面呈现的规划结果交互性弱。

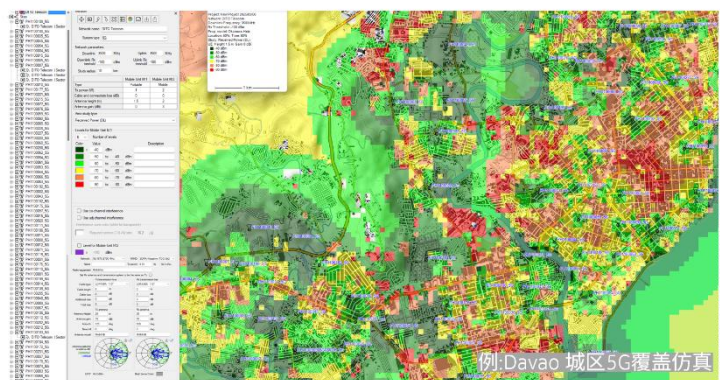
当前AI 正在重新定义客户体验、网络运营和创新速度. 需要从数据中学习并真实适应的空口随时间变化, 并随着复杂性而扩展. 提高频谱效率, 降低成本, 并改善连通性. 随着AI算力提升使得构建AI原生无线网络变得更加容易. 通过研究无线环境可编程新范式, 取代传统5G信道估计算法, **使用RIS可重构和易部署特点, 主动调控空间电磁波, 构建出AI原生无线网络, 并建立城市级网络仿真无线环境, 对射频传播模拟, 梯度学习对AI原生网络模型的改进, 应用于提高网络容量和覆盖, 并加入更多应用从而提升网络优化效率及适应未来网络.**

无线规划仿真平台业务及覆盖预测

估算信号衰减路径损耗模型 (PLM) 利用了如 COST-231、Hata、Okumura 模型, 适应缓慢

Traffic Prediction and Coverage Simulation

长期的网络演进及建设规模需要进行仿真(人口及网络覆盖率), 利用仿真平台对道路和主要城区进行仿真, 根据覆盖仿真结果并结合现场无线环境, 以获得预测的网络覆盖速率效果, 给出网络发展调整建议。



影响仿真准确度因素

- ✓ 部署场景确认
- ✓ 建网目标
- ✓ 基站配置信息
- ✓ 传播模型
- ✓ MIMO天线配置
- ✓ 准确的数字地图

规划参数设置

- ✓ 寻优电平门限: -112dBm
- ✓ 寻优最低覆盖电平门限: -105dBm
- ✓ 找站电平门限: 100dBm

例: Davao 城区5G覆盖仿真

业务及覆盖仿真使用诺基亚规划仿真 ATOLL平台

DITO NOKIA TELECOMMUNITY

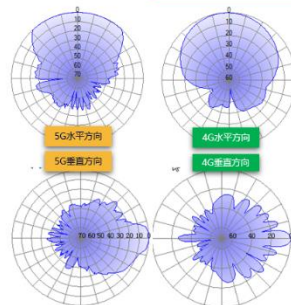
MR分析热点及覆盖栅格

大量解析MR耗时, 计算栅格场强算法依赖专家经验且结果规划结果基于平面

5G Coverage Conversion

Utilizing the existing MR of 4G, it is possible to avoid making too many assumptions in coverage prediction and directly consider differences based on propagation models. After compensation, 5G coverage can be obtained directly.

5G的栅格场强=4G栅格场强+功率差异+天线差异+空口差异+穿透损耗差异



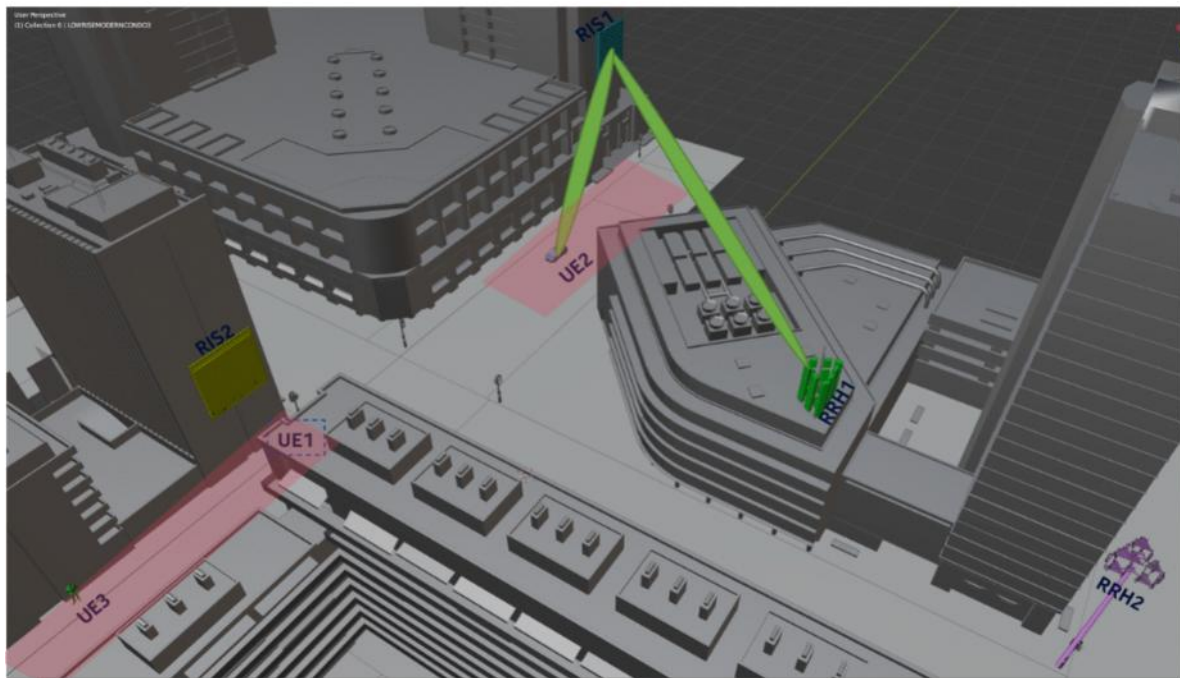
比如天线部分, 假设5G和4G站点情况一致, 3.5GHz信号略低于4G的2.6GHz信号, 但5G信号在单站点的水平覆盖和垂直覆盖的范围更大。



5G覆盖折算. 利用现有4G MR场强, 避免在覆盖预测上过多假设直接基于传播模型来考虑差异, 补偿后直接得到5G的覆盖。

Reconfigurable Intelligent Surfaces

RIS (Reconfigurable Intelligent Surfaces, 重构智能表面) 作为新兴的硬件技术通过可编程重构的元表面结构, 能够对入射电磁波进行相位可调的智能反射。可有效调控无线信号传播特性, 从而满足通信系统在吞吐量、覆盖范围、传输可靠性及安全性等方面的服务质量 (Quality of Service, QoS) 需求。同时RIS 将会成为未来无线网络高潜商用解决方案。



必须遵循物理定律: **射频 (RF) 传播特性:**

- 反射 (Reflection)
- 吸收 (Absorption)
- 折射 (Refraction)
- 材质影响 (如混凝土、玻璃、树木)
- 天气条件 (如雨天、雾天)

需要结合理论进行系统与数值仿真, 探究RIS 辅无线信号的RSRP分布特性, 为实际部署提供理论依据, 进一步提升5G系统稳定性和可靠性。

通过部署多个RIS 节点构建智能反射网络, 实现光束精确调控与多跳传输为设备间建立稳定非视距NLoS(Non Line-of-Sight)通信链路。

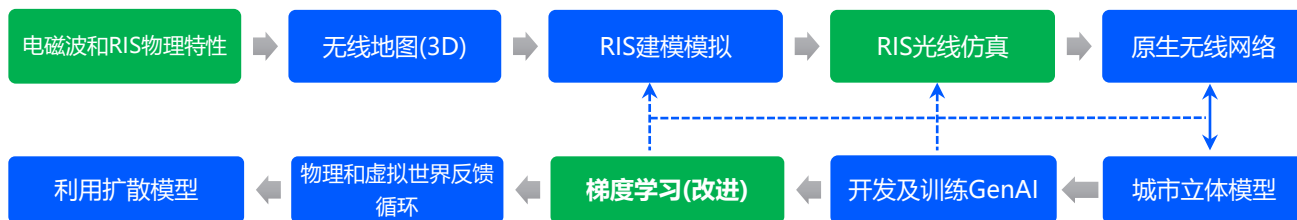
Innovation Topics - 基于RIS无线建模与应用

□ 创新课题内容

了解无线环境的底层物理原理, 创建基于通用RIS射线追踪的物理信息智能无线信道建模方法, 以预测未见过城市布局, 运行光线追踪, 对射频传播模拟, 构建由 GenAI 赋能的网络数字孪生. 梯度学习对AI原生网络模型的改进, 应用于提高网络容量和覆盖, 并加入更多应用从而提升网络优化效率及适应未来网络.

□ 关键节点

RIS 辅助MIMO 通信旨在利用RIS 硬件的低功耗、可重构和易部署特点, 主动调控空间电磁波, 实现无线环境可编程新范式, 首先解构空口RIS物理特性, 创建RIS辅助链路并提供了新的空间分集. 其次RIS光线仿真可以较低代价为双方人为创造新的电磁散射路径, 给出新的空间自由度 (DoF, Degree of Freedom), 提升空间复用增益. 利用城市立体模型生成虚拟城市.



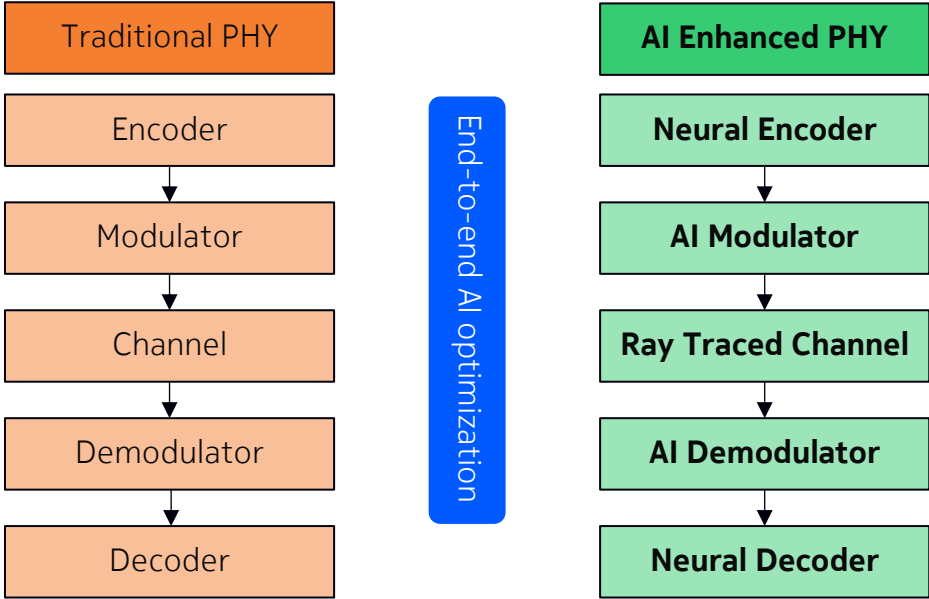
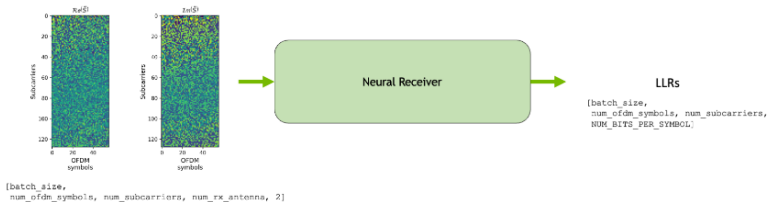
□ 预期成果

使用AI驱动RIS虚拟网络减少部署时间和成本. 模拟系统级 KPI以便尽早验证 5G/6G 用例, 实现跨区域扩展的 AI 驱动规划

□ 预计完成时间: 待定.

基于AI加速链路级模拟器用于无线和光通信系统

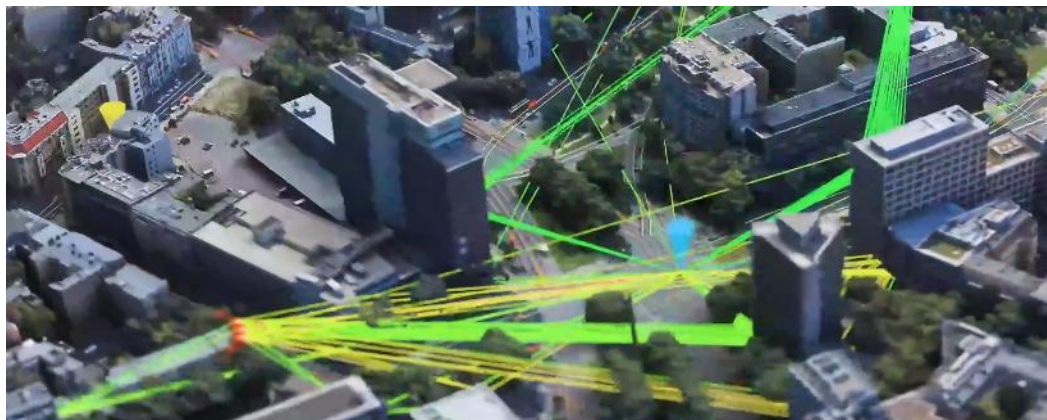
- AI 支持配有 TensorFlow 自动微分
- 完整的 OFDM MIMO 工具链，从编码、调制到检测，采用最先进的算法
- 模块化组件使快速系统架构开发和原型
- 设计成为可能跨整个通信链的基于梯度的优化



AI-native PHY simulator that enables gradient-based optimization across complete communication systems

Cases1: Network Digital Twins by GenAI (构建数字孪生)

Key Capabilities GPU-accelerated Ray Tracing , Differentiable simulations enabling gradient-based learning. Ray-tracing-based modeling of RIS-assisted wireless systems, Used simulation frameworks to analyze and optimize RIS performance in complex urban



基于光线追踪的 RIS 辅助无线系统建模,构建逼真的无线数字孪生.仿真框架来分析和优化复杂城市场景中的 RIS 性能

Cases2: Enhancing space reuse gains

RIS 辅助MIMO 通信旨在利用RIS 硬件的低功耗、可重构和易部署特点, 主动调控空间电磁波, 实现无线环境可编程新范式, 突破MIMO 通信受限于自然无线传播环境的瓶颈. 首先RIS 辅助链路提供了新的空间分集. 其次RIS 都可以较低代价为双方人为创造新的电磁散射路径, 给出新的空间自由度 (DoF, Degree of Freedom), 提升空间复用增益, 为充分利用RIS 辅助MIMO 的上述优势, 需要解决高精度信道信息获取问题。



基于光线追踪的 RIS 辅助无线系统建模, 构建逼真的无线数字孪生, 仿真框架来分析和优化复杂城市场景中的 RIS 性能

NOKIA