AI in Network智能自治网络在网络节能增效中的应用

——无线网络节能

AI in Network智能自治网络在网络节能增效中的应用

无线网络节能

【场景描述】

随着运营商网络能耗的持续增长，主设备是节能的主攻方向。其中，无线站点主设备的能耗又成为重中之重。一个典型的运营商，其无线站点能耗大约占据45%左右，而其主设备无线基站的能耗又占据了50%。在无线基站能耗中，RRU（射频单元）占用了较大的比例，而在RRU中功放又占了较大的能耗比例。在实际网络中话务量在很多情况下具有明显的潮汐效应，当业务量很少时，基站仍然处于运行状态，造成了极大的能源浪费。

减少无效能耗是节能的主要方向，但面临众多挑战。网络话务量忙闲时差异大，设备持续运行，能耗并未随话务高低动态调整，造成浪费，需要构建 “Zero比特，Zero瓦特”的能力。但在一个典型的网络中，场景特性差异较大，如何自动识别各种不同场景，制定匹配的节能策略，成为节能的关键。

- 商业区：用户体验要求高，但有明显的潮汐效应，夜间话务量很低
- 居民区：容量要求高，全天话务量大，话务波峰波谷不明显
- 郊区：容量要求较低，话务量低，站点稀疏，站点覆盖远

传统的节能方式，因为需要人工分析海量数据，包括公参数据，网络存量，特性适配，站点共覆盖，多频多制式网络识别等，所以往往采用人工设置统一关断参数，但因为参数无差异化，无法自动匹配不同场景，无法与个站话务强匹配。导致话务忙时，因参数设置不合理而业务受损，影响KPI，而在业务闲时，因参数设置不合理，节能效果无法最大体现。

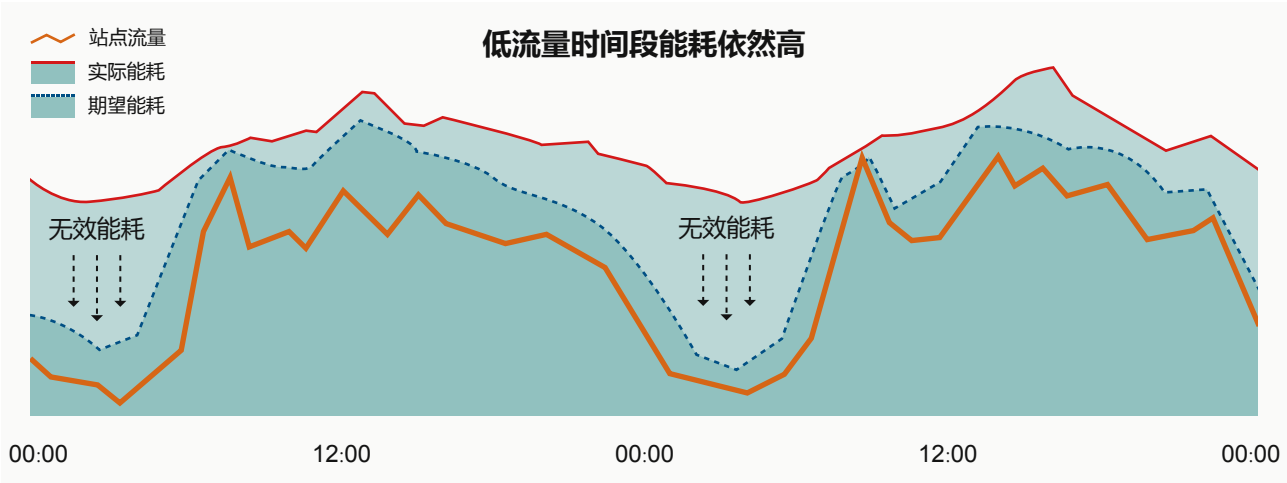

图1　传统方式的挑战

【技术方案概述】

移动网络节能解决方案，可实现利用AI技术的智能节能，实现不同场景，不同站点，不同时间，多网协同节能。并可在保证KPI稳定的基础上，最大化网络节能效果，实现能耗与KPI的最佳平衡。

其整个方案分为评估设计，功能验证，节能实施及效果调优四个阶段。

在评估设计阶段，系统通过大数据分析，自动梳理现网主流场景，并根据业务模型和基站配置分析，进行节能场景分析，据此可以不同特性组合，网络环境及场景下的节能效果评估，自动预估节能效果并进行方案设计。

在功能验证和方案实施阶段，利用网络管理系统，可以对全场景的能耗进行自动监控和分析，提供精确的能耗报告，并根据自动节能策略和参数设计，完成开通及效果验证。实现一站一策，快速高效启动全网节能。

在效果调优阶段，根据全场景话务模型，节能效果和KPI趋势的大数据分析，系统会利用AI算法，自动依据不同的话务模型及网络变化优化门限参数，监控指标及能耗，进行自动参数调整，达到节能效果与KPI的最佳平衡。

在整个过程中，有三项关键技术起到了重要作用，小区共覆盖学习，多模协同及AI参数调优。

小区共覆盖学习

传统的共覆盖识别方法主要根据公参选择经纬度方向角完全相同的容量及覆盖小区对，对共覆盖小区辨别的准确度欠缺。智能节能系统具备共覆盖学习算法，针对容量小区用户，统计终端对异频的支持率，且主动发起异频测量，如果终端支持率和测量成功率均超过一定门限，则认为存在共覆盖关系，否则认为存在覆盖空洞。经过周期性刷新学习结果，系统自动建立站内和站间的频段共覆盖关系，可以将节能的生效场景提高20%左右。

通过分析海量测量报告信息和业务信息，智能节能系统能发现网络中的节能小区及其补偿小区，并预测业务变化趋势。当节能小区处于低业务负荷状态时，系统将把节能小区的业务迁移至其补偿小区，并将节能小区休眠。同时，通过实时监控功能，系统能够在业务尖峰到来时及时唤醒休眠的节能小区以保证网络质量。

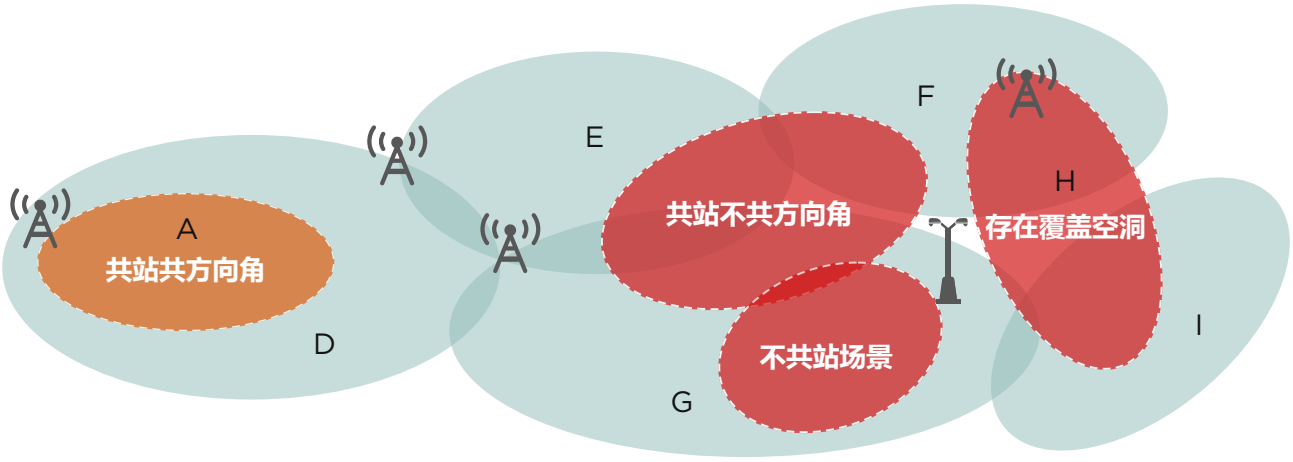

图2　共覆盖场景

自动化多模节能策略协同

传统的节能方式采用单制式独立节能，频段内跨制式未整体关断，RRU无法整体休眠，节能收益小，节能参数手工配置，效率低，节能参数无差异化。智能节能系统采用自动化多模节能策略协同，可实现多制式多频段协同，频段内跨制式协同关断，频段间多载波关断，并可实现小区级自动化节能参数差异配置，无需人工参与。采用该技术后，可提升多模站点节能5%以上。

AI载波关断门限寻优

对于节能而言，进入关断门限越高，则节能效果越好。但传统的节能方案，由于全网场景的多样性，场景特性差异较大，无法自动识别各种不同场景，制定匹配的节能策略，故节能关断进入门限保守，节能效果受限。采用AI载波关断门限寻优技术，可以寻找负载门限与性能拐点，最大化节能。

系统会自动基于流量预测及强化学习，寻优关断门限，并在线迭代优化，在保证KPI无损的情况下，可实现关断时长增加10%以上。

通过对网络中大量小区的历史数据：诸如时间、负荷信息、邻区关系，以及其他外部因素如天气、特定事件等多维度的数据作为输入，以小区/小区簇/区域级别进行AI建模，从而预测出未来一段时间的小区/小区簇/区域负荷情况，同时结合不同的节能功能（载波关断、通道关断、符号关断等），从而确定该范围内小区中针对不同节能功能的最佳节能时间。

在预测建模中，还需要监测网络关键指标的KPI，根据KPI的变化情况对当前使用的预测模型进行反馈，以进一步迭代预测模型，最终达到节能和系统性能的最优点。

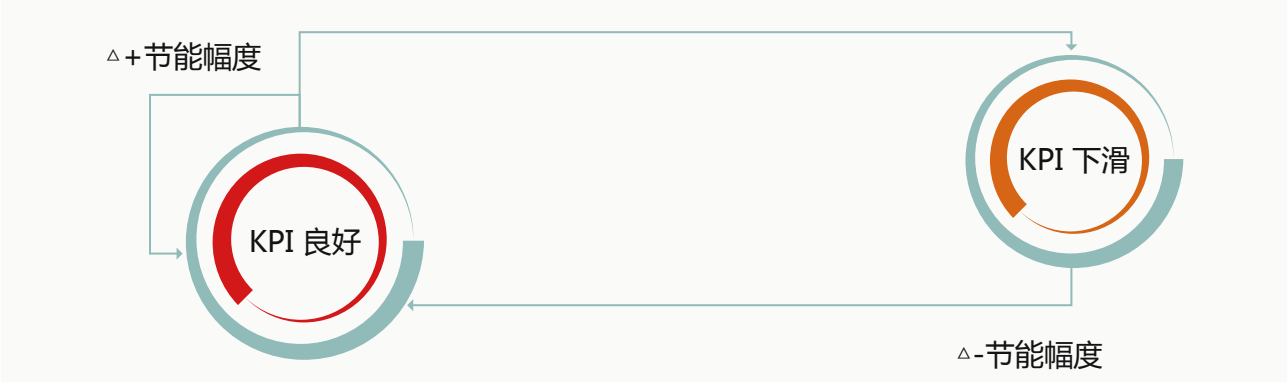

图3　在线迭代调优

算法：基于时间序列类算法如ARIMA或者回归类算法如随机森林或者神经网络算法均可以实现对负荷的预测。

涉及数据集：主要涉及历史负荷数据、历史性能KPI数据、邻区关系及其他外部信息如天气信息、事件信息（如特殊聚会活动）等。

当AI可以精确地预测出未来一段时间的负荷变化情况时，当负荷较低时，网络侧预判该时间段可实施的节能功能，并且预估该时间段启动节能的效果，从而有效的提高了节能时间段的节能效率。通过AI方法可以准确的预测节能应用的有效时间段，从而减少人工配置中由于不合理的节能时间段配置造成的对性能KPI的影响。同时对于重点保障场景，可以通过预先设定的白名单，在该场景下不实施节能功能，以避免节能对这些场景的影响。

【应用效果】

在典型网络配置下，能够降低基站能耗10%-15%，每千站一年节约两百万千克的二氧化碳排放。智能节能已在国内15个省市进行部署应用，累计应用规模超过50万小区，系统可实现每万小区年节电40万度。

【下一步工作建议】

下一步节能门限控制可以进一步细化，不同节能功能通过AI策略确定细粒度的门限，以个性化节能门限配置，从而进一步提高节能的效率。以大规模天线系统及小基站（发射功率250mw以下）为代表的硬件系统将给5G规模部署带来巨大的能耗挑战，因此需要在系统现有网络级节能算法中需引入5G新场景。