

面向数字化运营的 无线网络容量动态调配研究与应用

Research and Application of Wireless Network Capacity Dynamic Allocation for Digital Operations

曾 进,尹劲松,吕本勇(中国联通重庆分公司,重庆 401120)

Zeng Jin,Yin Jinsong,Lü Benyong(China Unicom Chongqing Branch,Chongqing 401120,China)

摘 要:

基于大数据、AI和RPA等技术,利用业务潮汐效应和闲、忙特点实现无线容量的动态调配,建立评估和预测模型,并自动对无线网管、License调整平台进行操作。应用后网络质量得到改善,高负荷降低、拥塞减少、投诉下降;其次运维成本压降,减少新购软件资源和人工成本费用;同时完成在容量调配工作上的数字化转型,将智能化、自动化嵌入到优化工作中,提升网络数字化运营能力。

关键词:

4G;容量;载波;License调配;智能

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.06.011

文章编号:1007-3043(2023)06-0058-04

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:

Based on big data, AI, RPA and other technologies, using the service tide effect and idle busy characteristics, the dynamic deployment of wireless capacity is achieved, and the evaluation and prediction model are established, which can automatically operate the wireless network management and License adjustment platform. After its application, network quality is improved, high load is reduced, congestion is reduced, and complaints are decreased. Secondly, operation and maintenance costs are suppressed, and the cost of newly purchased software resources and labor costs are reduced, at the same time, digital transformation in capacity adjustment is completed, and intelligence and automation are embedded in the optimization work to improve the digital operation capability of the network.

Keywords:

4G; Capacity; Carrier; License allocation; Intelligence

引用格式:曾进,尹劲松,吕本勇.面向数字化运营的无线网络容量动态调配研究与应用[J].邮电设计技术,2023(6):58-61.

1 概述

在移动网络优化中,无线容量调配工作是重点工作之一。4G/5G网络在负荷过高、容量不足、用户超限时,均需进行载波、License等扩容。而目前依靠人工评估、手动调整无法满足及时性、准确性的需求。

目前面临4个方面的问题。

一是4G业务量占比仍然较大,约为60%,热点场景容量问题仍然存在;中国电信和中国联通共享一张网后,基站承载用户和业务量仍在增长。

二是4G网络已进入存量运营阶段,且无新的扩容投资,如要保障用户的感知体验,则需充分利用现网资源,实现自动拆闲补忙,提高软件资源利用率。

三是移网基站不同场景间业务特征化明显,具有明显的业务潮汐效应^[1],比如轨道交通、办公区、校园宿舍等场景高负荷时段固定,而软件资源投放后,未随着业务潮汐而动态移动,导致全网存在闲、忙不均的情况。

四是容量问题处理流程依靠人工,不满足数字化运营的发展趋势,从发现容量问题、处理问题到效果跟踪,全流程耗时长,而用户个数和业务负荷抬升属于突发型,处理时效不够及时,用户感知难以得到有

收稿日期:2023-04-20

效保障。

基于以上问题,建设数字化无线容量动态调整系统是提升网络质量、解决容量问题、改善用户感知的一条有效路径。

2 数字化无线容量动态调整方案

2.1 无线容量动态调配系统架构

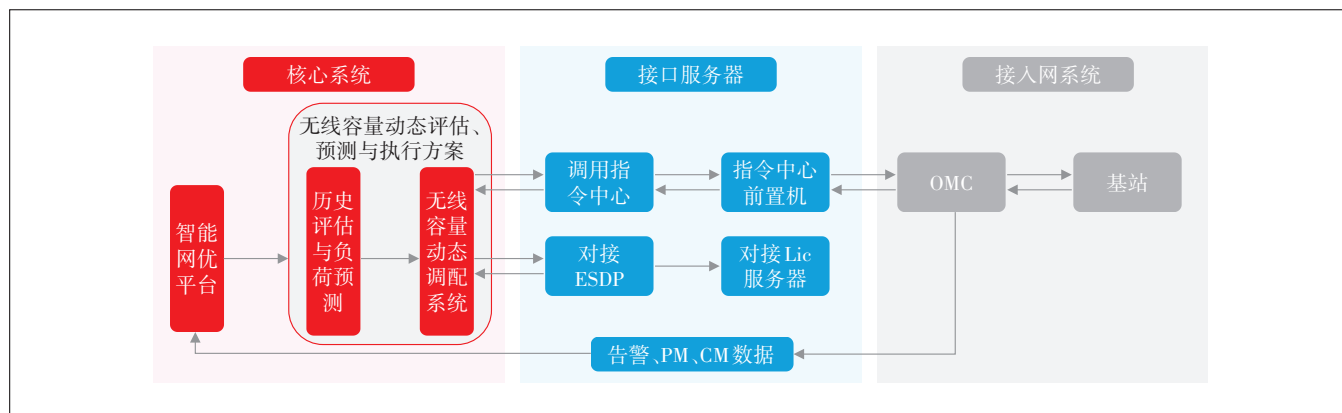


图1 无线容量动态调配系统架构示意

网系统负责提供告警、PM、CM等数据源,并接收指令完成调配的数据制作。

2.2 无线容量动态调配算法及模型

2.2.1 用户数License评估与调整算法

用户数License的扩、减容可1对1或多对1进行调整,首先需确定扩、减容基站对象;其次明确扩容需求的资源数量;最后是计算减容基站可调资源数量。

a) 扩、减容基站对象评估。扩容对象:厂家A设备基站基于告警数据识别存在RRC连接超限告警基站,厂家B设备基站基于实时PM数据识别RRC用户数使用占比>80%的小区。减容对象:评估资源池内所有网元最近15天(时间可调)内实际占用的最大RRC连接用户数 $\times 150\%$ <配置的RRC连接用户个数。

b) 扩容基站需求评估。实际使用用户数记为 x ,配置用户数记为 n ,需求用户数 $y=(100\%+20\%) \times x - n$;即调整后配置用户数为实际使用用户数的1.2倍(可调)。厂家A设备基站RRC连接用户数单元分别为10、20、40个,因此计算出实际需求后再计算单个License数量时,需向上取整。厂家B设备基站RRC连接用户数以200个为单元进行调整,因此一般以200、400、600、800为单元进行调整。

c) 减容基站数量评估。识别减容基站近15天最大用户个数记为 z ,配置用户个数记为 m ,分析 m 与 z 值

为了实现移动网络无线容量调配的自动化、智能化,搭建无线容量动态调配系统。该系统主要由核心系统、接口服务器、接入网系统组成(见图1)。

核心系统主要由智能网优平台、历史业务评估、负荷值预测和无线容量动态调整系统组成,负责算法和模型的实现,完成资源评估和调整方案指令的输出;接口服务器负责调用指令、License调整功能;接入

关系,当 $z > 80\% \times m$ 时,不可调整,当 $z < 80\% \times m$ 时,可减容 $m - (100\% + 20\%) \times z$ 个用户数,再按连接用户数单元向下取整计算可减容的License数量。

2.2.2 载波License评估与调整算法

载波License的扩、减容需成对进行调整,因此需确定载波扩、减容基站的对象。主要评估方案有2种,一是基于历史业务,完成单次任务的调整;二是基于业务预测,建立定时、周期性任务进行调整。

a) 载波减容小区评估。基于历史业务,若小区最近7天均满足负荷度低于某一门限,比如忙时PRB利用率小于20%;预估减容后扇区PRB利用率小于50%。

b) 载波扩容小区阈值。基于业务预测,具有明显的潮汐效应,如时段1小区A负荷>70%、小区B负荷<30%,时段2小区A负荷<30%、小区B负荷>70%。基于历史业务,若最近7天有3天小区负荷度大于某一门限,比如忙时PRB资源利用率大于70%,单小区业务量大于8GB,用户数大于50个。

2.2.3 业务预测模型

在评估扩、减容对象中,一是根据历史业务情况,二是根据业务预测,因此需建立业务模型,对未来的负荷值进行预测。

首先建立小区负荷度模型,基于上下行流量、上

下行PRB利用率、用户个数、CQI等性能指标^[2],建立小区负荷度关联模型,小区负荷度定义为 P 值。

影响负荷的关键指标的累积概率分布近似指数概率分布,可利用对应的累积概率分布函数得到关键指标数值出现的概率,基于各个关键指标概率值得到基站小区负荷度 P , P 越大负荷越高, P 越小负荷越低。即: $P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F(x_i)$ 。 n 值表示模型中指标的个数, $F(x)$ 表示当指标取值为 x 时对应的累计概率函数值。

其次,对各单项指标进行预测,建立ARIMA负荷值预测模型^[3],用时间序列收集相关指标包括上下行流量、上下行PRB利用率、用户个数、CQI等。对获取的数据进行分析,明确数据发展的趋势,如季节性和周期性趋势。

通过对数据进行拟合或使用单位根检验来确定数据的稳定性。根据数据的稳定性,使用自回归(AR)、移动平均(MA)或差分操作(I)来构建ARIMA模型。通过选择模型的参数 p 、 d 和 q 来进行模型训练和预测。

ARIMA模型预测网络负荷的关键公式为:

$$\text{ARIMA}(p, d, q) = \text{AR}(p) + \text{MA}(q) + I(d) \quad (1)$$

$\text{AR}(p)$ 表示自回归模型,它是指将过去的观测值作为预测值的加权和,权重系数为 p 。公式可以表示为:

$$y(t) = c + \varphi_1 y(t-1) + \varphi_2 y(t-2) + \cdots + \varphi_p y(t-p) + \varepsilon(t) \quad (2)$$

其中, $y(t)$ 表示时间为 t 的网络负荷数据, $\varphi_1 \cdots \varphi_p$ 是自回归系数, $\varepsilon(t)$ 是噪声。

$\text{MA}(q)$ 表示移动平均模型,它是指将过去的错误(残差)的加权和作为预测值,权重系数为 q 。公式可以表示为:

$$y(t) = c + \varepsilon(t) + \theta_1 \varepsilon(t-1) + \theta_2 \varepsilon(t-2) + \cdots + \theta_q \varepsilon(t-q) \quad (3)$$

其中, $\theta_1 \cdots \theta_q$ 是移动平均系数, $\varepsilon(t)$ 是噪声。

$I(d)$ 表示差分操作,它是指对数据进行 d 阶差分,以消除数据的非稳定性或季节性。公式可以表示为:

$$y(t) = (1-B)^d Y(t) \quad (4)$$

其中, B 是向后移动算子, $Y(t)$ 是时间为 t 的网络负荷数据。

通过以上算法完成ARIMA模型的构建,实现对负荷关键指标的预测。

2.3 无线容量动态调配实现方案

2.3.1 无线网管载波扩、减容

载波扩、减容的业务主流程如图2所示。

用户经无线容量动态调配系统的工作台选择载波扩、减容调整模板,导入调整对象清单,配置任务周期、执行时间等关键信息,提交任务进行审批,审批通过后则执行RPA任务,并执行日志监控,执行成功或失败用短信、邮件通知任务建立人。

执行任务过程基于RPA机器人流程自动化实现^[4],RPA任务执行流程中,主要是系统基于导入的对象清单,形成指令执行清单,通过指令中台下发至无线网管进行执行,并返回执行日志,系统解析返回日志后,根据执行情况计算需调整License量,经过厂家A的ESDP获取License安装文件,再由指令中台上传和安装文件,然后对扩容小区进行参数优化。最后基于CM、PM数据检查执行情况和实施效果是否达到扩、减容需求;并对异常调整进行纠偏,建立调整经验库,确保实施有效性,以满足智能扩、减容业务需求。

2.3.2 基站用户数License调整

用户个数License软资源调配的业务主流程如图3所示。

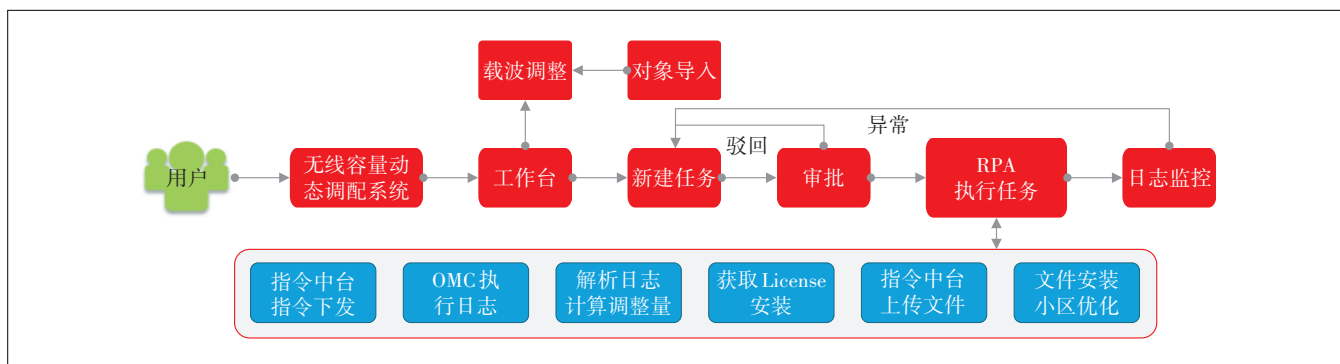


图2 载波扩、减容的业务主流程

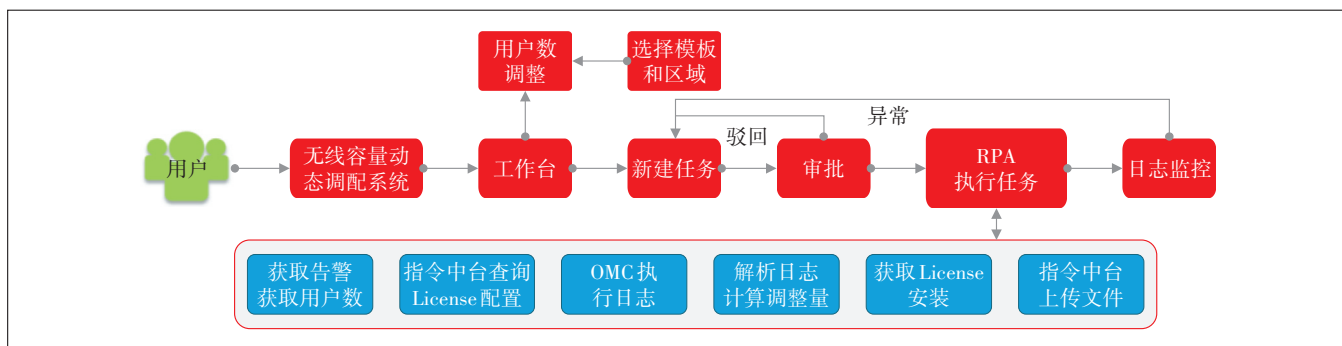


图3 用户个数 License 软资源调配的业务主流程

在无线容量动态调配系统的工作台选择调整模板和调整区域后,配置任务周期、执行时间、调整量等关键信息,提交任务进行审批,审批通过后执行RPA任务,并进行日志监控,将执行成功或失败的消息通过短信和邮件通知任务建立人。

RPA任务执行流程中,系统经故障中心从无线网管获取RRC告警基站清单,通过指令中台查询配置的用户License数量,并结合历史PM数据获取实际承载用户个数,基于调整算法进行调整量的增减数量计算;由指令平台执行存量调整,在ESDP进行调整并获取安装文件并下载,最后在无线网管进行License安装。

3 应用效果分析

在容量负荷评估中利用大数据分析,挖掘业务时段互补小区形成小区对,建立定时调整任务,实现单个软件资源在不同时段应用于不同基站,使软件资源使用率提升1倍以上。从单点来看,小区A和小区B的业务负荷在时间上具有明显的潮汐互补效应。小区A晚上20:00—22:00负荷高,小区B白天7:00—18:00负荷高,建立日循环任务,分别于02:00、19:00进行载波调配。任务实施后,2个小区负荷均有明显降低,用户感知得到提升,软资源投入降低一半。

从整体看,应用无线容量动态调配系统后,效率、效益、质量、感知均有所提升,成本、风险有所降低。在效率上,全流程均由系统执行缩短至30 min内;在效益上,累计释放压抑流量25 984 TB,调配RRC连接数达53万个,单个软件资源使用率提高30%;在质量上,高负荷小区数由2 851个压降至1 018个,解决RRC超限告警基站4 158个;在感知上,调配区域感知速率提升47%,网络拥塞次数减少80%;在成本上,节省软件资源购置费超千万元和人工调整成本3人/周;

在风险上,系统自动执行数据制作,准确性提升,降低网络事故和投诉风险。

4 结束语

移动网络的优化向智能化和数字化方向的发展是必然趋势,利用大数据、AI、RPA机器人等技术实现网络优化的数字化转型。在无线容量动态调配上,一是实现智能评估,利用大量的基站性能数据、工参、场景、告警等信息,对小区进行闲、忙时段标签定义,并建立时序模型实现业务量和用户数的预测,制定算法模型计算调配对象和调配量;二是实现自动调配,基于指令中台实现设备厂家无线网管的数据制作,基于RPA机器人实现License调配端ESDP的网页操作。

无线容量动态调配部署后可以实现在不增加软件投资的情况下,动态地对已有的软件资源进行智能的自评估和灵活的自调整,可显著地提升移网质量和改善用户感知,赋能网络优化的智能化、数字化,同时也实现网络运营成本的压降,提升软资源的使用效率。

参考文献:

- [1] 高盛昌. 一种移动通信容量潮汐效应的判定方法及解决方案[J]. 中国新通信, 2018(22):34-35
- [2] 殷海云. 高铁场景LTE网络负荷评估及容量提升分析[J]. 移动通信, 2018(7):91-95
- [3] 张阳. 基于LSTM与ARIMA模型的移动通信基站流量预测方法[J]. 信息与电脑, 2021(7):104-106
- [4] 王海洋. RPA机器人流程自动化技术在企业中的应用研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023(1):212-215.

作者简介:

曾进,高级工程师,硕士,主要从事移动网络优化工作;尹劲松,高级工程师,硕士,主要从事移动网络优化工作;吕本勇,工程师,学士,主要从事移动网络优化工作。