

# 4G 网络容量智能分析及预测研究

## Study on Intelligent Analysis and Prediction of 4G Network Capacity

张展鹏(中国联通温州分公司,浙江 温州 325011)  
Zhang Zhanpeng(China Unicom Wenzhou Branch, Wenzhou 325011, China)

### 摘要:

随着互联网的飞速发展,网络业务量急剧增长,网络容量逐渐成为制约网络发展的关键因素。分析了传统网络优化分析方法存在的问题,结合大数据和AI技术,提出了一种用于分析和预测网络容量的智能系统。该系统运用自创的7日模型及AutoLearn算法,结合网络实际情况进行分析预测,灵活性较强,可提高网络运营效率,提升业务质量,降低运营成本。

### 关键词:

PRB; B/S; GIS视图; 模型; 预测算法; AI  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.11.007  
中图分类号: TN929.5  
文献标识码: A  
文章编号: 1007-3043(2019)11-0028-05

### Abstract:

With the rapid development of Internet and the rapid growth of network traffic, network capacity has gradually become a key factor restricting the development of network. It analyzes the problems existing in traditional network optimization analysis methods, and proposes an intelligent system for analyzing and predicting network capacity by combining big data and AI technology. The system uses the self-made 7-day model and AutoLearn algorithm, combined with the actual situation of the network for analysis and prediction. It has strong flexibility and can raise the efficiency of network operation, improve the quality of business, and reduce the operation cost.

### Keywords:

PRB; B/S; GIS View; Model; Prediction algorithms; AI

引用格式: 张展鹏. 4G网络容量智能分析及预测研究[J]. 邮电设计技术, 2019(11): 28-32.

## 1 概述

近年来温州联通网络规模高速扩张,数据类业务急速增长,导致网络负荷也急速增长。传统的网络优化分析手段模式单一、效率低下、时效性差、工作量大、耗费资源多、网络资源管理能力不足,且需要较多人工分析,目前的网络优化分析效率无法满足新业务快速增长的支撑需求。

目前PRB分析大部分是人工完成,而且目前实行的都是后优化扩容手段,就是在出现高负荷后,再通过各种分析进行优化扩容,这时候其实已经在一定程度

上影响了用户感知并引起了部分投诉。

## 2 智能化策略

### 2.1 整体方案

4G网络容量智能分析预测系统采用B/S模式架构,主要分为以下3部分。

- 利用现有数据进行低负荷扇区分析、不均衡小区分析和小区PRB利用率查询。
- 通过大数据+AI能力,进行PRB建模,指导网络部门精准扩缩容,向一线部门提供精品场景网络相关建议。
- GIS可视化展示:运用7日预测演变算法和Autolearn(自动学习)功能,基于历史流量数据对未来数

收稿日期: 2019-08-20

据进行预测,无论是预测结果,还是高低负荷扇区都将直观准确地展示在GIS可视化地图上。

## 2.2 智能算法分析

智能算法通过大数据+AI,自动分析出高负荷和低负荷扇区,基于历史PRB数据预测高负荷区,对网络进行预扩容,具体应用了以下7种预测算法。

a) 非线性代数算法:根据前几个月的样本数据用非线性代数算法回归成一个最接近的光滑对数图像。

b) 线性回归算法:根据前几个月的样本数据用线性代数算法回归成为误差服从均值为0的正态分布。

c) 相似度算法:将当前PRB最高的 $n$ 个扇区,和2018年甚至2017年同时期3个月份的所有扇区PRB数据做比较,找出相似度最高的数据用来预测,在图像显示中会罗列出相似度最高的3个扇区当时的走势变化及具体相似度值,并综合计算得出预测值。

d) 类比分析算法:是利用与预测扇区类型相同的现有数据进行均差分析的方法,可以理解成是相似度算法的演变之一。该算法在本系统里是用同一个扇区2018年的数据,与2019年的数据进行均差对比。类比分析算法是工程分析常用的方法,也是定量结果较为准确的方法,但该方法计算时间长、工作量大。在评价时间允许、评价工作等级较高,又有可以参考的相同的或相似的现有工程时,应采用此法。采用此法时,应注意充分分析对象与类比对象之间的相似性。

e) 类比分析+线性纠正算法:是将类比分析算法和线性回归算法结合,再通过三角函数计算出预测值。

f) ARIMA算法:差分整合移动平均自回归模型,又称整合移动平均自回归模型(移动也可称作滑动),时间序列预测分析方法之一。ARIMA( $p, d, q$ )中,AR是“自回归”, $p$ 为自回归项数;MA为“滑动平均”, $q$ 为滑动平均项数, $d$ 为使非平稳序列成为平稳序列所做的差分次数(阶数)。

g) 指数平滑算法:指数平滑法是时间序列预测分析方法之一,是在移动平均法基础上发展起来的一种时间序列分析预测法,它是通过计算指数平滑值,配合一定的时间序列预测模型对现象的未来进行预测。其原理是任一期的指数平滑值都是本期实际观察值与上一期指数平滑值的加权平均,以某种指标的本期实际数和本期预测数为基础,引入一个简化的加权因子,即平滑系数,以求得平均数。

以一周为一个循环周期,每周的周一到周日为7个线维度,结合智能预测算法,分别进行数据预测,这样共形成几十种预测结果。这种方法的优点是不依赖于已封装的算法,灵活性较强。

## 2.3 智能模块功能

整个系统结构采用B/S模式架构,数据保留在服务器上,Web浏览器是客户端最主要的应用软件,其主要特点是维护升级方式简单,成本较低,用户操作简洁方便,不需要下载客户端。

服务器端用目前最流行的python+Mysql组合,负责核心算法、分析及模块化等功能;浏览器端采用ASP+Javascript+Mysql组合,负责分析结果GIS展示、定位、经纬度转化、地址查找等。目前服务器端主要有5个功能模块,分别是全网小区PRB导入、全网低负荷分析、全网不均衡分析、全网PRB利用率查询、高负荷AI分析及预测等,后续还会增加相应的使用模块。

### 2.3.1 全网导入模块

全网导入模块主要负责收集日常PRB数据,方便其他模块进行分析处理,是整个系统的基础。具体导入步骤如图1所示,首先点击“浏览”按钮选取要导入的文件,然后点击“处理”,如果数据库已有当天的记录则不导入,如果没有则需要将记录导入数据库,最下面绿色条框为进度条,导入成功后会显示总体用时情况,注意导入的文件一定要严格按照模板格式,如果当天某小区PRB无数据或PRB值为0,则不导入。

### 2.3.2 全网低负荷扇区分析模块

全网低负荷扇区分析模块主要是用来判断扇区负荷是否偏低,判断低负荷的标准主要依据载波低负荷门限值和连续低负荷的天数这2个参数,参数值可根据地(市)实际需求情况修改。因为后续的处理意见会涉及拆装硬件,所以判定的标准必须严格,必须是连续低负荷。如图2所示,点击“确定分析”按钮,分析出低负荷扇区后再根据该低负荷扇区的频点、带宽和载波数量给出对应的处理意见。分析结果文件默认保存在第1行文本框里的路径,也可以点击“选择路径”设定其他路径。

### 2.3.3 全网不均衡小区分析模块

多载波小区频段间损耗存在差异,导致用户分布不均衡,从而引起各载波间的用户感知差异。要解决负荷不均衡带来的问题,需选择合适的UE转移到负载相对较小的载波小区。改善异频小区间负载不平衡的状态,可以有效提高资源利用效率并保证业务的

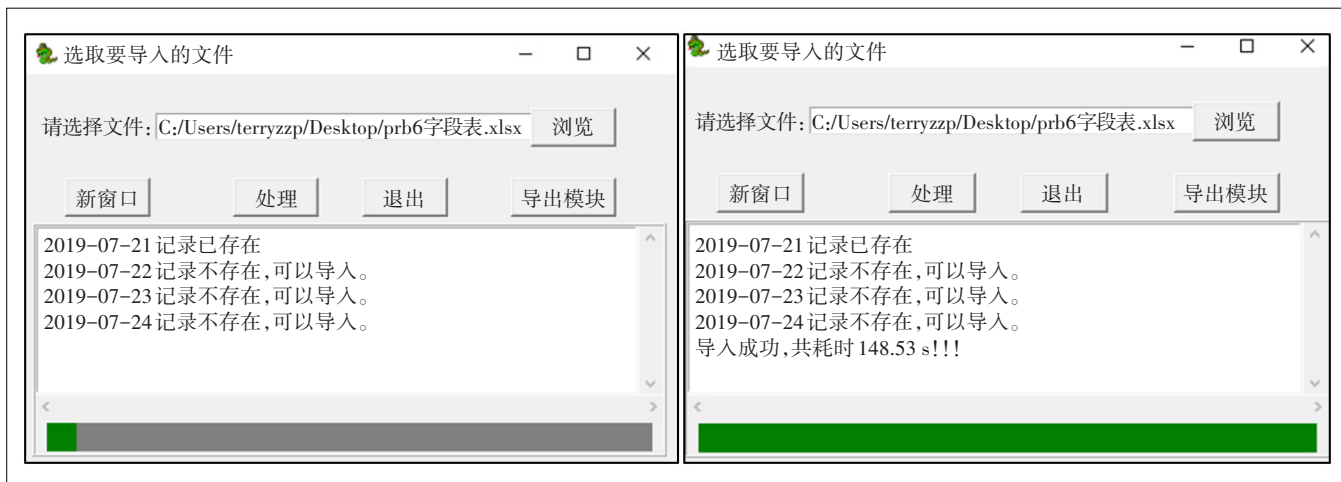


图1 全网导入模块界面

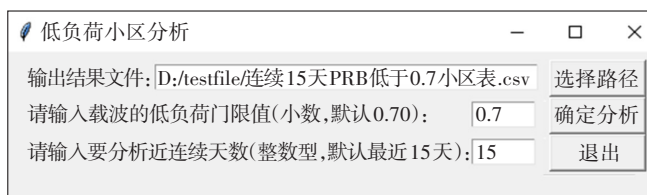


图2 全低负荷分析模块界面

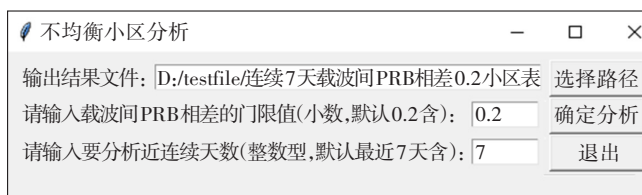


图3 全网不均衡小区分析模块界面

QoS水平。按照省公司先优化后扩容的原则,要先分析判断出全网有哪些不均衡小区,然后再执行优化操作,判断不均衡小区主要依据2个参数:一个是各个载波之间相差门限值,另一个是不均衡的天数。因为用户行为无法预期,且载波间存在差异,因此在一个周期内只要有一天均衡,就定义该小区为均衡小区,所以必须是连续不均衡才能定义为不均衡小区。上述的2个参数可以人工干预,根据地(市)实际情况调整。如图3所示,分析结果文件默认保存在第1行文本框显示的路径,也可以点击“选择路径”设定其他路径。

### 2.3.4 全网PRB查询模块

PRB查询模块的功能主要是查询小区的PRB情

况,方便其他专业或其他专项人员了解某个小区PRB情况,可以根据小区名模糊查询,也可以根据ECI模糊查询(见图4)。

在查询结果处,双击某条结果就会显示近几天的PRB走势图,同时把该扇区里所有载波都显示出来,如图5所示。

### 2.3.5 高负荷AI分析及预测

高负荷AI分析及预测模块是整个系统的核心,主要功能是利用大数据+AI,进行PRB建模,帮助网络部门基于网络和业务级PRB预测结果,指导网络精准扩容或减容。先运用7日预测演变算法预测结果,再结合自创的Autolearn功能,将预测出来的结果数据先沉

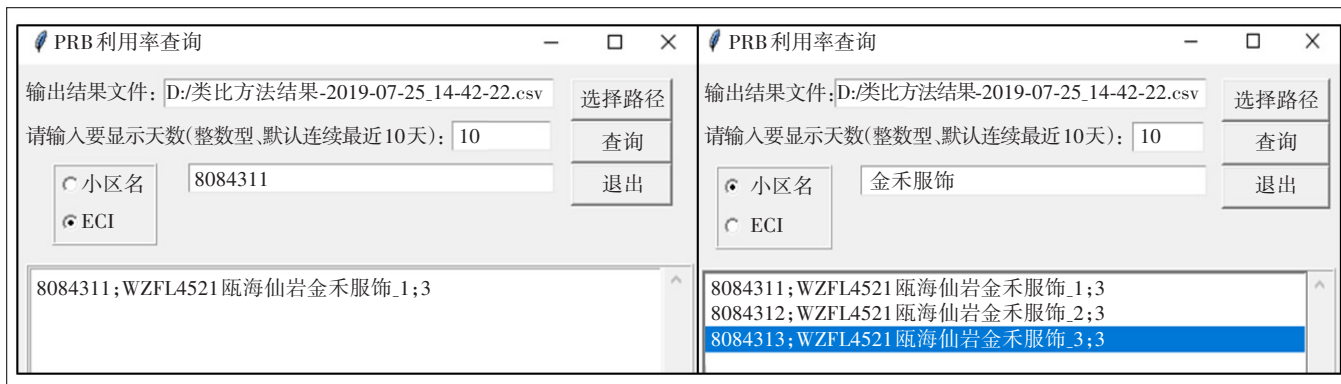


图4 全网查询模块界面

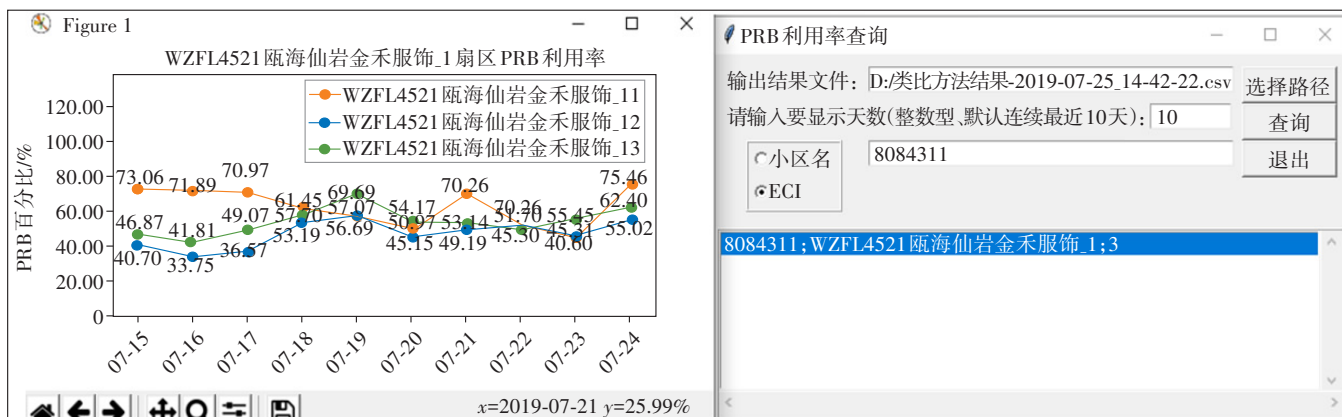


图5 全网查询显示界面

淀,再进行训练演进,不断学习识别,根据场景、时间、拟合度等不同维度,给出最理想的预测结果,对网络进行预扩容。

AutoLearn 功能具体实现方法:将每次的预测结果记录保存下来,记录里含有预测时长、预测开始时间、拟合度、所属场景等。以具体某个小区为例,首先根据这小区的预测开始时间和预测时长,来匹配往年同期历史记录里否有最优预测结果,有的话将得出最优结果的方法作为本次预测算法标准;时间未匹配上,就看相同类型场景下是否有最优预测结果;场景未匹配上,那就将前面多种预测结果做拟合度识别训练(拟合度是指预测值对样本值的拟合程度,值越接近1说明拟合程度越好,反之越差),假设预测7个数字,前3个数字的拟合度0.27,前4个数字的拟合度0.87,那就能说明第4个数字是最接近预测值,将它保留,以此类推,得出所有7个预测值;最后如果没有任何一组历史预测数据,就从当前全网已用过的预测算法中找个得分最高(每预测一次,会对所有的算法打分)的作为标准。算法的具体流程如图6所示。

该模块共有4个参数:样本天数、预测天数、开始预测日期、全网分析还是单扇区分析,分析结果文件默认保存在第一行文本框显示的路径,也可以点击“选择路径”设定其他路径(见图7)。

### 2.3.6 浏览器端(Brower)GIS展示

用户在浏览器输入网址:“http://服务器地址/GP-Stoaddress.asp”就可进入GIS可视化界面(调用百度API),除了将服务器端的结果可视化展示外,另外还有很多其他小功能,如3种坐标系的相互转换(国际坐标系、火狐坐标系、百度坐标系)、地址与坐标系的转换、任意类型坐标系的GIS定位、全网基站展示、高负

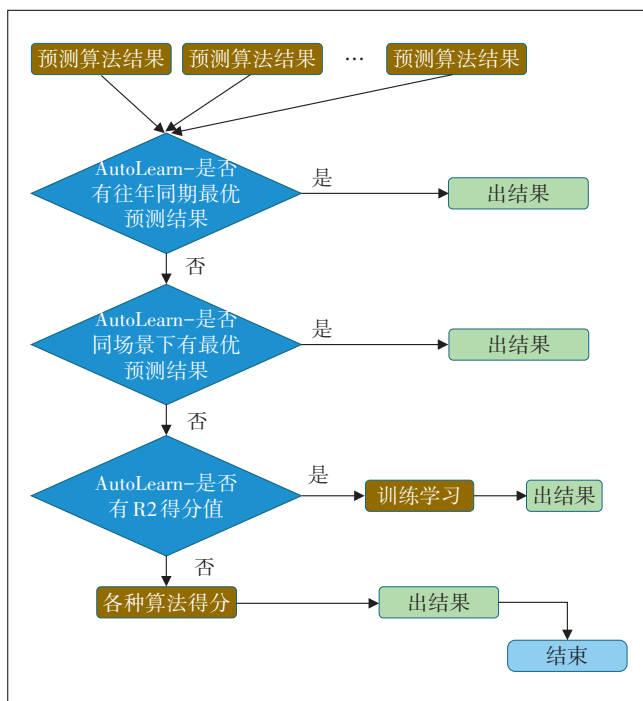


图6 算法流程图

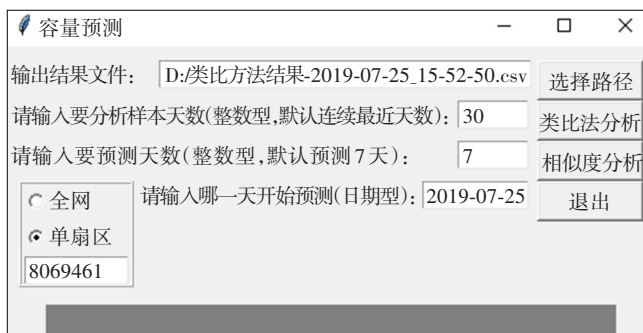


图7 容量预测界面

荷区域展示、建筑物场景范围抓取等。GIS展示界面如图8所示。

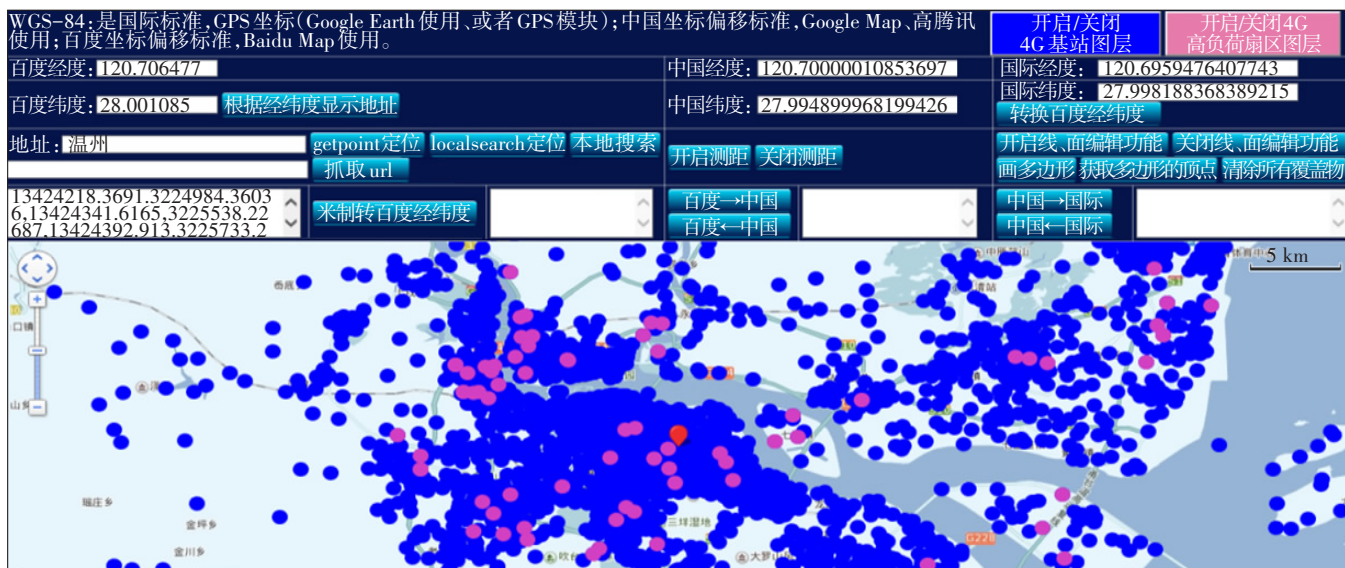


图8 GIS展示界面

### 3 效果分析

#### 3.1 网络运营效率提升

相比人工分析,本系统的一个功能模块的分析时间平均节省 15 个小时(近 2 个工作日),目前系统有 4 个现网分析模块,所以共可以节省 60 个工时(相当于 1 个人近 8 个工作日的分析工作,本系统只要 1 h 完成),大幅提升工作效率,降低人工成本。分析是日常性工作,所以累计带来的效率是不可估量的。

#### 3.2 提升用户感知

预扩容可以保障网络的稳定性,有利于提升用户使用感知,减少投诉。容量预测模块目前还在试验验证阶段,还在对各个预测算法进行比较和纠正,未正式使用,不过从单扇区试验结果来看,目前 7 日预测演变算法+线性回归算法的预测与实际值误差是最小的,平均误差小于 0.2 个百分点。

#### 3.3 降低运营成本

通过拆闲补忙,能够将分析出来低负荷扇区的 RRU 硬件拆下调配到高负荷扇区,2019 年 7 月和 8 月分别进行了 2 次分析,已调配 20M-L2100RRU 20 块(每月 10 个),平均单价 2.6 万元,节省 52 万元;拆闲补忙是个常态化工作,按照每月最低 10 个来执行,一年可以至少节省 300 万元以上。

### 4 结论

通过对温州现网容量负荷的研究,运用 4G 网络容

量资源智能分析及预测系统,改正以往传统优化方法效率低下、耗时长、工作量大、预警预测能力不足等缺点,对大量的输入信息进行分析和学习,并通过不断地学习加强模型,掌握专家经验,提升解决问题的准确性。该系统能模拟人类进行大量重复的工作,提升工作效率,同时能处理和发掘人工工作不容易注意的问题和不确定性的信息。该系统利用现网数据及相应算法对未来网络进行预测,对网络提前扩减容,把网络容量问题提前消灭在萌芽中,提升用户感知。研究 4G 网络容量资源智能分析及预测系统主要是为了提高网络运营效率,提升业务质量,降低运营成本,这无论是在技术创新方面还是在经济效益方面都将具有重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] 王飞飞,崔洋,贺亚茹. MySQL 数据库应用从入门到精通[M]. 北京:中国铁道出版社,2014.
- [2] 王西点,王磊,龙泉,等. 人工智能及其在网络优化运维中的应用[J]. 电信工程技术与标准化,2018(7):86-91.

#### 作者简介:

张展鹏,毕业于山东大学,工程师,学士,主要研究方向为移动网络优化及网络容量。

