

基于信令分析的移动数据网络业务投诉系统的实现^{*}

The Realization of Mobile Data Network Service Complaint System based on the Signaling Analysis

卢丽¹, 李陶深²

LU Li¹, LI Taoshen²

(1. 广西演艺职业学院经管学院, 广西南宁 530226; 2. 广西高校并行与分布式计算技术重点实验室, 广西南宁 530004)

(1. School of Economics and Management, Guangxi Vocational College of Performing Arts, Nanning, Guangxi, 530226, China; 2. Guangxi Colleges and Universities Key Laboratory of Parallel and Distributed Computing Technology, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:【目的】针对中国移动运营商面临的客户投诉难定位、投诉现象难复现、投诉发生时信令难回溯等难点问题, 研发一个基于信令分析的移动数据网络业务投诉系统。【方法】系统通过设计包括网络质量监控、投诉处理等功能的关键性能指标(Key Performance Indicators, KPI)系统及投诉分析和处理机制, 从业务数据中挖掘网络隐患, 深入分析数据业务网络性能, 快速准确定位影响用户感知和网络性能的异常原因, 帮助工作人员有针对性地对不同区域进行网络优化工作。【结果】性能测试结果表明, 系统可以快速地感知客户上网的情况, 通过优化网络的性能来提升客户的满意度。【结论】从系统运行的结果来看, 本研究设计和实现的系统基本达到了预定的效果。

关键词: 信令分析 投诉 网络质量 网络优化

中图分类号: TP393.07 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2017)01-0040-08

Abstract: 【Objective】There are three main challenges emerged in the process of addressing customer complaints: Identifying customer complaints, reproducing the complaints and recreating the messaging at the time of complaints occur. In order to solve the above problems, a mobile data network service complaint system based on the signaling analysis is developed. 【Methods】In this system, the Key Performance Indicators (KPI) system including the network quality monitoring, complaint handling, and the complaint analysis and treatment mechanism is designed. The system finds potential issues from digital network data, provides in depth analysis of digital network service performance, quickly identifies the issues that impact customer experience and network performance, and enables to the optimization of network performance for different geographical locations. 【Results】The system performance test results show that the system can quickly perceive customer access to the Internet, and improve customer satisfaction by optimizing network performance. 【Conclusion】The system is effective and feasible.

Key words: signaling analysis, complaints, network quality, network optimization

收稿日期: 2016-12-20

作者简介: 卢丽(1977-), 女, 工程师, 主要从事计算机网络与并行分布式计算技术研究, E-mail: luli12@sina.com.

^{*} 广西高校科研项目(KY2016YB883)资助。

0 引言

【研究意义】随着移动通信业的飞速发展,移动电话用户数量大幅增长,手机上网已成为人们获取信息、沟通交流的重要手段。随着智能手机用户的不断增加,日益增多的上网客户投诉将使移动通信业运营商面临压力和挑战。传统的网络关键性能指标(Key Performance Indicators, KPI)已经不能准确反映用户上网感知,因为现有的支撑工具仅能从核心网层面监测网络运行状态,对于客户端到端感知的监控存在盲区。客户投诉难定位、投诉现象难复现、投诉发生时信令难回溯将成为投诉处理过程中的难点问题^[1]。基于设备的 KPI 的评价体系具有一定的局限性,已经不能适应网络和业务发展的需求,基于用户感知的评价体系将会是未来业务优化的发展方向。**【前人研究进展】**当前主流的基于用户感知的网络评价主要是从 QoE-KQI/KPI 映射分解出发,对网元的 KPI 统计进行优化^[2]。主要有以下 3 种方法:一是通过设计性能测量手段(如 MR 覆盖统计、语音 MOS 分测量等)对网元的 KPI 体系进行扩展,克服传统 KPI 大粒度统计带来的均化与淹没效应,从而发现对 KQI 感知欠佳的少部分用户^[3];二是从网络性能 NP 提炼出 KPI,然后通过映射模型实现从 KPI 到 KQI 的映射,最后通过对各种业务 KQI 的加权计算,来获得具体业务的用户 QoE 值^[4];三是采用闭环系统分类和处理投诉信息,利用数据挖掘技术将投诉文本映射成特征词的集合,通过特征词集合找到投诉信息描述相似的群体性事件,进而发现热点问题、热点投诉事件。一些研究人员采用信令分析的方法,将信令监测数据应用在无线网络质量分析、网络优化以及用户的上网投诉之中,为手机上网业务的网络优化提供了切实有效的新思路^[4-8]。刘瑞娜^[4]采用机器学习的方法,设计出一个从海量数据中查出其中的某一类型的数据,并从各个角度去考查投诉数据多个方面的个性化系统模型,对选择的样本进行自动分类、自动聚类,从而方便对热点问题挖掘,群体事件等正确性的验证。陈平等^[5]基于信令监测系统结合客户感知,从接入性、保持性、完整性等多维度进行用户感知分析;朱涛等^[6]通过 A+Abis 接口的联合信令采集进行信令协议解码,结合网络性能统计和测量报告数据分析用于网络优化;杨爽^[7]通过 Gb/Iu-PS 接口的信令采集,建立数据业务模型以了解用户感知;安

婧^[8]提出了一种信令监测系统具体跟踪处理方法,从核心网的角度做了归纳分析,以处理网络用户的日常问题和业务质量投诉。黄国文等^[9]通过层次分析法和神经网络算法的计算,逐步得出量化的值来评估 WLAN 网络的好坏和用户使用的满意度的评估算法,整合了一套使用 6 个影响用户使用感知的关键指标的新评估方案。Rezaei-moghaddam 等^[10]采用层次分析法对网络质量进行多重方法评估;Yeung 等^[11]则在层次分析法的基础上开发出一种名为 JHPeer 的混合 P2P 的环境感知架构,用以改善移动用户的感知。赵飞龙等^[12]和龙雯雯^[13]采用数据挖掘算法分析和预测用户投诉行为,运用 OLAP、BP 神经网络技术挖掘出影响用户投诉的关键因素,建立了用户投诉的预测模型。但该预测模型有一定的局限性,神经网络算法的单一性使得算法相对简单;同时,在对用户投诉原因的分析上,只是停留在数据层面,缺乏实证数据。综上所述,当前应对用户投诉的处理手段以关键性能指标(KPI)的确定为主,进而加权运算,得出具体业务的用户 QoE 值,最终实施网络质量的优化,提升用户的感知度。**【本研究切入点】**拟建立一套业务使用投诉系统,通过链路分光、TAP 等方式完成 POOL3 内所有 SGSN 的 Gb、IuPS 接口数据的采集,然后进行协议分析、事件合成与关联,完成 CDR 数据和统计汇总数据的保存,实现业务相关的计算,把计算结果展现出来。功能包括指标计算、统计汇总、实时告警等网优相关功能的计算。**【拟解决的关键问题】**对中国移动深圳分公司的 POOL3 Gb、IuPS 接口数据进行采集与分析,以 POOL3 作为数据采集范围,通过链路分光、TAP 等方式完成 POOL3 内所有 SGSN 的 Gb、IuPS 接口数据的采集;对采集到的接口数据进行实时汇总和分析,建立客户上网感知系统,监控客户上网感知;从数据中挖掘网络隐患,对客户投诉进行信令回溯和分析,达到降低客户投诉,提升数据业务感知的目的。

1 系统总体结构设计

系统主要应用在日常的网络监控和用户投诉处理上,系统通过对移动互联网业务数据的分析,监控网络流量及业务分布情况,精准统计 2G/3G 用户及流量分布,评估每个用户的业务体验,测量每次会话的业务品质。为此,本研究将系统的功能模块划分如图 1 所示。

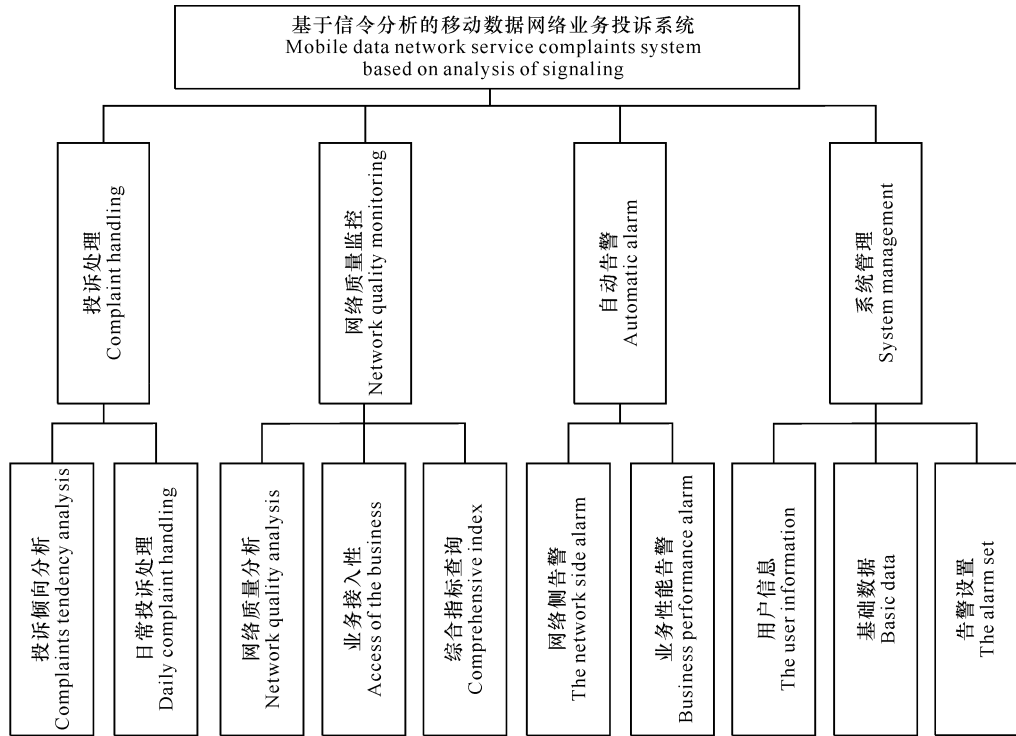


图1 总体功能结构

Fig.1 System function chart

系统主要包括投诉处理、网络质量监控、自动告警及系统管理4大功能模块,投诉处理子系统包括投诉倾向分析和日常投诉处理两大功能;网络质量监控系统实现对网络层面和用户层面相关指标按一定的时间粒度(如5 min、15 min等)进行实时监控;自动告警功能支持用户自定义各项KPI的告警阈值,当任意一组KPI超过阈值后,系统产生告警,并可以通过短信、E-mail通知监控人员。

2 网络质量监控指标系统的设计

网络质量监控主要从网络质量分析、业务接入

性能、综合指标3方面进行监控,其中,网络的质量分析主要在网络接入性和网络保持性两方面进行,指标监控的网元维度包括SGSN(Serving GPRS Support Node)、BSC(Base Station Controller)、LAC(Location Area Code)、LAC_CI(Location Area Code_Cell ID)。系统选取的网络质量监控的KPI如表1所示。

指标的查询分析可实现对Gb接口控制面事件(如附着、PDP激活、路由区更新、寻呼、小区重选)的请求次数、成功次数、成功率、时延等进行查询,并可下载指标报表。

表1 网络监控相关的KPI

Table 1 KPI term of network monitoring

功能 Function	监控类别 Monitoring category	KPI
网络接入性分析 Analysis of the network access	鉴权、MS身份识别 Authentication, MS identification	时间段、请求次数、成功次数、失败次数、成功率、拒绝率 Time, number of request, number of successful, number of failure, success rate, rejection rate
	Attach	时间段、成功次数、拒绝次数、超时次数、重发次数、附着成功率 Time, number of successful, number of rejected, number of timeout, number of retransmission, success rate of attach
	PDP激活 PDP activation	时间段、尝试次数、成功次数、拒绝次数、超时次数、重发次数、激活成功率 Time, number of attempts, number of successful, number of rejected, number of timeout, number of retransmission, success rate of activate

续表 1

Continue table 1

功能 Function	监控类别 Monitoring category	KPI
网络保持性分析 Analysis of the re- tainability	路由更新 Routing updates	时间段、尝试次数、成功次数、拒绝次数、超时次数、重发次数、激活成功率 Time,number of attempts,number of successful,number of time- out,number of retransmission,success rate of activate
	小区重选 Community re-election	源 BSC 名称、源小区名称、源 LAC、源 CI、目的 BSC 名称、目的小区名称、目的 LAC、目的 CI、IMSI、重选次数、失败次数、成功率 Source of BSC,source of community,source of LAC,source of CI,purpose of BSC,pur- pose of community,purpose of LAC,purpose of CI,IMSI,number of re-election,number of failures,success rate
	LLC-DISCARDED	时间段、次数、字节数、LLC-DISCARDED 帧数、LLC、LLC 丢帧率 Time,number of times,number of bytes,LLC-DISCARDED frames,LLC,frame loss rate
	RADIO-STATUS	时间段、网元名称、发生次数 Time,name of network elements,number of appear
业务接入性分析 Analysis of the busi- ness access	DNS 查询 DNS query	请求时间、SGSN 名称、PCU 名称、BSC/RNC 名称、小区名称、LAC、CI/SAC、RAC、 BVCI Request time,name of SGSN,name of PCU,name of BSC/RNC,community name, LAC,CI/SAC,RAC,BVCI
	TCP 连接 TCP connection	网元名称、时间段、连接次数、成功次数、失败次数、重发次数、重发失败次数、连接成 功率 Name of network elements,time,connection times,number of successful,number of fail- ures,number of retransmission,retransmission failure times,success rate of connection
	Ping 性能、PS 寻呼 Ping performance,PS pa- ging	网元名称、时间段、尝试次数、拒绝次数、超时次数、重发次数、成功率、拒绝率 Name of network elements,time,number of attempt,number of rejected,number of timeout,number of retransmission,success rate,rejection rate
	RAB 指配 RAB assignment	网元名称、时间段、请求次数、成功次数、拒绝次数、超时次数、成功率、拒绝率、超时率 Name of network elements,time,number of requests,number of successful,number of rejected,number of timeout,success rate,rejection rate,timeout rate
	RAB 重选 RAB re-election	源 SGSN 名称、目的 SGSN 名称、时间段、3G 切换平均时延、3G 切换请求次数、切换拒 绝次数、切换超时次数、切换成功率、切换拒绝率 Source of SGSN,purpose of SGSN,time,average time delay of 3G switching,number of 3G switching request,rejection times of switch,number of switching timeout,succes s rate of switch,rejection rate of switch
综合指标查询 Comprehensive index query	网元、用户、终端 Network elements,user, terminal	流量类(上行流量、下行流量、总流量等)、消息类(消息个数、请求消息次数、成功次数、 成功率、拒接率等)、过程类(Attach、路由更新、PDP 激活等) Traffic classes(upstream flow,downstream flow,total flow),message class(number of messages,number of request information,number of successful,success rate,rejection rate),process class(Attach,routing update,PDP activation)
	TD 质差小区 Community with poor TD	小区名称、LAC、CI、时间段、RAB 建立请求个数、RAB 建立成功率 Community name,LAC,CI,time,number of RAB request to set up,success rate of RAB set up
	手机综合下载速率、TD 用户下载速率 Comprehensive download speed of phone,download speed of TD users	网元名称、时间段、业务次数、上行流量、下行流量、下载速率、时长、总时长、时长占比 Name of network elements,time,business times,upstream flow,downstream flow, download speed,time,total time,time proportion

在综合指标查询功能中,用户可以对网元、用户、终端、TD 质量差小区、手机用户综合下载速率及 TD 用户下载速率进行查询。系统提供对接入的终端、数据流等进行汇总和分析,分析不同业务的流量、流量占比,上下行速率、平均速率及成功率等情况。

3 投诉处理系统的设计

3.1 投诉倾向分析

投诉倾向分析主要应用于预防用户的投诉,诊断出体验较差的网络指标,进而对焦点小区和用户进行统计汇总,在用户投诉前进行相应的故障排除和优化处理。该功能分为用户侧和网络侧的诊断。

3.1.1 用户端的投诉倾向诊断分析

用户端的投诉倾向诊断分析是从用户的角度,对附着、激活、时延等指标进行诊断分析,并统计出潜在的投诉用户,当用户的某些指标达到一定的阈值,则界定这些用户具有投诉的倾向。根据对以往投诉原因的统计,确定如下用户为潜在的投诉用户:

- 1)连续3次 Attach 失败的用户;
- 2)连续3次激活 PDP 失败的用户;
- 3)Attach 时长大于 10 s 的用户;
- 4)激活 PDP 时长大于 6 s 的用户;
- 5)wap connect 时长大于 6 s 的用户;
- 6)HTTP/WAP Get/Post 时长大于 10 s 的

用户。

3.1.2 网络端的投诉倾向诊断分析

网络端的投诉预防处理主要是通过对系统采集的信令数据进行评比打分,然后根据得分情况来考虑如何预防投诉和降低投诉量,是一个“面-线-点”的处理过程。具体的处理流程如下:首先对所有采集数据进行信令得分评比,采用 TOP N 方法,找出各时段最差得分的基站控制器(BSC)、无线网络控制器(RNC),再从 BSC、RNC 中找出得分最低的 TOP 小区,然后通过这些 TOP 小区的信令得分关联指标,提前找出问题,解决这部分有问题小区,从而达到投诉预防的目的。

在采集的信令中,包含了全网的性能指标,有些指标对于本系统作用不大,因此要对信令指标进行筛选。在网络的信令性能中,依据其重要性,选取了如下指标进行评分:终端接入能力、PDP 激活成功率、PDP 激活时延、RAU 成功率、TCP 上行重传率、TCP 下行重传率、IP 上行分片率和 IP 下行分片率。BSC 和 RNC 再根据时间粒度,对网络的信令性能进行评分,然后筛选出得分差的小区,得分差的小区则具有投诉的倾向。

表 2 是对信令的 KPI 进行计算,得出各项业务的感知得分,其中终端接入能力、PDP 激活时延均是从 Gb 口监测的信令中获取相关指标;权重值设定原则为终端接入能力和 PDP 激活成功率相对于其它的指标更加贴近用户感知。因此这两项指标的权重比较大。信令性能评估的通用公式为

$$Eva(x) = \sum_{i \in I(x)} E(i) * W(i), \quad (1)$$

式中, x 表示某项业务, $Eva(x)$ 为业务 x 的评估得

分; $E(i)$ 表示业务 i 的得分, $W(i)$ 为指标 i 的权重,不同的 KPI 其得分和权重会有所差异。业务的最终得分是所有感知 KPI 得分取加权平均后得到。表 2 中的各项参数的计算公式如下:

$$\text{PDP 激活成功率} = \text{PDP 激活成功次数} / \text{总尝试次数} * 100\%, \quad (2)$$

$$\text{RAU 成功率} = \text{收到下行“RAU Accept”次数} / \text{收到上行“RAU Request 次数”} * 100\%, \quad (3)$$

$$\text{TCP 上行重传率} = \text{上行 TCP 包重传个数} / \text{上行 TCP 包总个数} * 100\%, \quad (4)$$

$$\text{TCP 下行重传率} = \text{下行 TCP 包重传个数} / \text{下行 TCP 包总个数} * 100\%, \quad (5)$$

$$\text{IP 上行分片率} = \text{上行 IP 包分片个数} / \text{上行 IP 包总数} * 100\%, \quad (6)$$

$$\text{IP 下行分片率} = \text{下行 IP 包分片个数} / \text{下行 IP 包总数} * 100\%. \quad (7)$$

根据公式(1),信令性能整体得分的计算公式如下:

$$\begin{aligned} \text{信令性能整体得分} = & \text{终端接入能力} * 0.2 + \\ & \text{PDP 激活时延} * 0.1 + \text{PDP 激活成功率} * 0.2 + \\ & \text{RAU 成功率} * 0.1 + \text{TCP 上行重传率(带负荷)} * \\ & 0.1 + \text{TCP 下行重传率(带负荷)} * 0.1 + \text{IP 上行分} \\ & \text{片率} * 0.1 + \text{IP 下行分片率} * 0.1. \end{aligned} \quad (8)$$

从公式(8)可以看出,信令性能整体得分主要由业务的 KPI 得分及其权重决定,对于所有 KPI 得分取加权平均后得到该业务的最终得分。从表 2 中可知,各业务的信令权重分别为 0.2,0.1,0.2,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,其中各信令权重总和满足此条件:信令权重总和 = 0.2 + 0.1 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 = 1.0。

3.1.3 信令得分最差小区的筛选

利用堆算法的统计 TOP N 小区,筛选出信令得分最差的前 N 个数,可以使用堆的算法进行实现。TOP N 算法的思路:首先遍历数列中的 n 个数,用这 n 个数构建最大堆,有 $n_1 < n_2 < \dots < \min$ (\min 为顶堆,是堆中的最大元素)。继续遍历数列中的 $n+1$ 个元素 x ,将 x 与堆顶元素比较,如果 $x < \min$,更新堆,否则继续遍历,最后堆中存储的就是最小的 N 个元素。

表 2 信令性能系统及得分函数

Table 2 Signaling properties and score function

Name of index	Index calculation	Scoring principles	Weight
Terminal access ability	Extract from "DTM EGPRS Multi Slot Class" which in the message "Attach Request"	Access ability ≥ 9 is 100 points; $9 >$ Access ability ≥ 3 is $50 * \sin(\pi/6 * x - \pi/2) + 50$; Access ability < 3 is 0 points. $A = \begin{cases} 100 & (x \geq 9) \\ 50 * \sin(\pi/6 * x - \pi) + 50 & (3 \leq x < 9) \\ 0 & (x < 3) \end{cases}$	0.2
PDP activation time delay	Start the time when monitoring to the message "Activate PDP Context Request" that is sended from Gb to MS; and end of the time when MS receives the message "Activate PDP Context Accept"	PDP activation time delay ≤ 100 is 100 points; $400 \geq$ PDP activation time delay > 100 is $50 * \cos(\pi/300 * x - \pi/300) + 50$ points; PDP activation time delay > 400 is 0 points. $B = \begin{cases} 100 & (x \leq 100) \\ 50 * \cos(\pi/300 * x - \pi/300) + 50 & (100 < x \leq 400) \\ 0 & (x > 400) \end{cases}$	0.1
Success rate of PDP activation	downstream "Activate PDP Context Accept"/upstream "Activate PDP Context Request" * 100%	Success rate of PDP activation ≥ 99 is 100 points; $99 >$ Success rate of PDP activation ≥ 80 is $50 * \sin(\pi/19 * x - 197\pi/38) + 50$ points; Success rate of PDP activation < 80 is 0 points. $C = \begin{cases} 100 & (x \geq 99) \\ 50 * \sin(\pi/19 * x - 197\pi/38) + 50 & (80 \leq x < 99) \\ 0 & (x < 80) \end{cases}$	0.2
Success rate of RAU	The number of downstream message "RAU Accept"/The number of upstream message "RAU Request" * 100%	Success rate of RAU ≥ 90 is 100 points; $90 >$ Success rate of RAU ≥ 60 is $50 * \sin(\pi/30 * x - 5\pi/2) + 50$ points; Success rate of RAU < 60 is 0 points. $C = \begin{cases} 100 & (x \geq 90) \\ 50 * \sin(\pi/30 * x - 5\pi/2) + 50 & (60 \leq x < 90) \\ 0 & (x < 60) \end{cases}$	0.1
Retransmission rate of upstream TCP (with load)	The number of the upstream TCP retransmission packets/The taotol number of the upstream TCP retransmission packets * 100%	Retransmission rate of upstream TCP ≤ 1 is 100 points; $5 \geq$ Retransmission rate of upstream TCP > 1 is $50 * \cos(\pi/4 * x - \pi/4) + 50$ points; Retransmission rate of upstream TCP > 5 is 0 points. $E = \begin{cases} 100 & (x \leq 1) \\ 50 * \cos(\pi/4 * x - \pi/4) + 50 & (5 \geq x > 1) \\ 0 & (x > 5) \end{cases}$	0.1
Retransmission rate of downstream TCP (with load)	The number of downstream TCP retransmission packets /The taotol number of the downstream TCP retransmission packets * 100%	Retransmission rate of downstream TCP ≤ 1 is 100 points; $5 \geq$ Retransmission rate of downstream TCP > 1 is $50 * \cos(\pi/4 * x - \pi/4) + 50$ points; Retransmission rate of downstream TCP > 5 is 0 points. $E = \begin{cases} 100 & (x \leq 1) \\ 50 * \cos(\pi/4 * x - \pi/4) + 50 & (5 \geq x > 1) \\ 0 & (x > 5) \end{cases}$	0.1
Sharding rate of upstream IP	The sharding number of the upstream IP data package /he taotol number of the upstream IP data packets * 100%	Sharding rate of upstream IP ≤ 2 is 100 points; $7 \geq$ sharding rate of upstream IP > 2 is $50 * \cos(\pi/5 * x - 2 * \pi/5) + 50$ points; Sharding rate of upstream IP > 7 is 0 points. $G = \begin{cases} 100 & (x \leq 2) \\ 50 * \cos(\pi/5 * x - 2\pi/5) + 50 & (2 < x \leq 7) \\ 0 & (x > 7) \end{cases}$	0.1
Sharding rate of downstream IP	The sharding number of the downstream IP data package /he taotol number of the downstream IP data packets * 100%	Sharding rate of downstream IP ≤ 2 is 100 points; $7 \geq$ sharding rate of downstream IP > 2 is $50 * \cos(\pi/5 * x - 2 * \pi/5) + 50$ points; Sharding rate of downstream IP > 7 is 0 points. $G = \begin{cases} 100 & (x \leq 2) \\ 50 * \cos(\pi/5 * x - 2\pi/5) + 50 & (2 < x \leq 7) \\ 0 & (x > 7) \end{cases}$	0.1

3.2 日常投诉处理

投诉分析的处理思路:通过对移动公司之前几个月的历史投诉数据的分析,找出历史投诉的地理分布、原因分布和投诉率变化趋势,再结合投诉处理系统分析当前用户投诉原因,以消灭最差为目的(即优先处理重点、热点区域),经一系列的问题分析、优化验证,整理出一套优化思路。图 2 给出了投诉分

析的流程图。

从图 2 可以看出,系统采取的降低投诉的流程为通过筛选最差投诉热点区域的方式,结合投诉端到端关联系统和网络质量提升端到端系统,充分解决重点差区域的网络问题,实现“投诉-优化-验证-解决”的闭环流程。

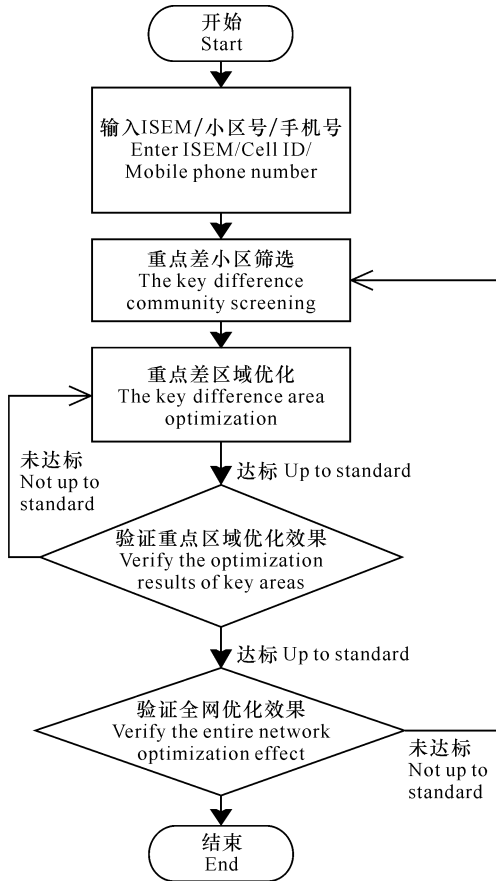


图2 投诉处理的流程

Fig. 2 Complaint analysis flow

4 实例分析

以某个用户投诉处理的详细过程为例,说明投诉处理的测试结果。首先对投诉用户 139 * * * *

表3 小区 24 h KPI

Table 3 KPI of cell in 24 hours

时段 Period of time	PDCH 分配成功率 Success rate of PDCH allocation(%)	下行 TBF 建立成功率 Success rate of downstream TBF to establish(%)	上行 PDCH 上的 TBF 数 Number of TBF on the up-stream PDCH	下行 EGPRS 流量 Flow of downstream EGPRS (MB)	每线话务量(除去 PDCH 分配数) Each line of traffic(Minus the number of PDCH allotment)QT	上行重传率 Upstream retransmission rate(%)
16:00-17:00	40.00	100.00	1.81	57.83	0.396	6.93
17:00-18:00	87.50	100.00	1.55	18.64	0.431	8.20
18:00-19:00	83.33	100.00	1.51	16.01	0.281	10.92
19:00-20:00	37.93	99.99	1.79	23.09	0.249	9.92
20:00-21:00	63.64	100.00	1.76	21.23	0.235	13.71
21:00-22:00	0.11	79.74	3.59	81.62	0.448	15.32
22:00-23:00	0.16	74.01	4.33	101.21	0.621	18.94
23:00-00:00	0.24	100.00	2.31	63.92	0.118	15.49

注:表中加粗的数据为晚忙时指标

Note:The bold data in the table are the indexes in the evening busy time

从表3中可以看到,该小区在晚忙时各项 KPI 较闲时有明显的变化,具体如 TBF 复用度增加、PDCH 分配成功率降低、下行 TBF 建立成功率的降

3120 在投诉时间段上网情况进行信令分析,通过本研究系统的分析可以看到该用户在投诉时间段的上网流程及其所归属小区信息,用户投诉时间段在 17:00—23:00,通过对该时段进行深入分析,可以得到如图 3 的信令分析结果。

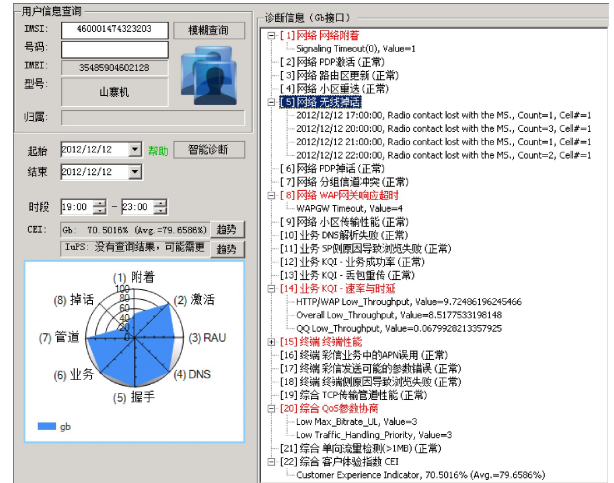


图3 具体用户的信令分析

Fig. 3 Signaling analysis of specific user

从图3中可以得到,该用户从 17:00 到 23:00 上网的基本信息,如一次 Attach 失败,4 个时间段 7 次无线掉话,一次 WAP 网关响应超时、下载速率及时延较低等信息,并且失败的时间点与投诉时间点相吻合,主要集中在晚忙(19:00—23:00)时。

通过网关系统提取该小区 24 h KPI 进行验证分析,结果如表 3 所示。

低和数据重传的增加等,所以我们最后把问题定位在该小区在忙时段由于 PDCH 信道资源的不足导致用户使用感知的降低,从而引起投诉。

问题定位:通过系统的智能诊断可以看到,该小区传输性能正常、无线质量正常,该小区问题主要集中在无线资源方面,数据业务与话语业务资源的冲突导致数据业务上网感知得到了影响,问题定位在忙时由于话务较高,且存在语音信道抢占数据信道的现象,导致客户上网感知较慢、无法打开网页等情况。

对系统的性能和功能进行测试的结果表明,本研究设计实现的网络质量监控系统可以快速地感知客户上网的情况,方便管理人员对网络性能进行监控,对客户投诉及时给出信令回溯和分析,快速解决投诉问题。系统测试结果验证了系统的可行性。

5 结语

从系统运行的结果来看,本系统基本达到了预定的效果。但是,对网络投诉的处理和网络质量的监测,在网络通信领域的研究还是没有本质上的突破与进展,基本上还是依赖外场测试、信令采集分析、网络告警信息等手段。随着 4G 时代的到来,业界的研究热点已向 B3G/4G 转移,未来网络采用基于全 IP 的新型架构和传输承载技术,将是一个高性能、易管理、低成本的综合网络,可承载各种数据业务以及语音、视频等实时多媒体业务的同时,还会不断涌现新型的宽带业务。因此,未来研究方向应该是研发出一个实时、智能、综合的网络监测系统,这在保障网络业务的正常运行方面显得尤为重要。

参考文献:

- [1] BETTA G, CAPRIGLIONE D, FERRIGNO L, et al. A measurement-driven approach to assess power line telecommunication (PLT) network quality of service (QoS) performance parameters[J]. *Measurement Science and Technology*, 2009, 20(10): 105101.
- [2] 何廷润. 3G 优化: 向基于用户体验全面提升[J]. *移动通信*, 2011, 35(1): 14-17.
HE T R. 3G optimize_Comprehensive promotion based on the user experience [J]. *Mobile Communication*, 2011, 35(1): 14-17.
- [3] 位莅, 吕雪峰, 王治国. TD-SCDMA 客户感知评估体系研究[J]. *移动通信*, 2011(3/4): 58-65.
WEI L, LV X F, WANG Z G. Reserch on TD-SCDMA customer perception evaluation system [J]. *Mobile Communication*, 2011(3/4): 58-65.
- [4] 刘瑞娜. 基于投诉业务流的 KPI 设计与应用[D]. 北京: 北京邮电大学, 2013.
LIU R N. The design and application of KPI based on the complaints service flow [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2013.
- [5] 陈平, 郭兰珂. 基于信令分析的网络优化新方法[J]. *中国新通信*, 2013(20): 118-119.
CHEN P, GUO L K. A new method of network optimization based on signal analysis [J]. *China New Communication*, 2013(20): 118-119.
- [6] 朱涛, 张丽珍, 邵四清. 基于信令数据的客户感知评估与无线网络质量分析[J]. *电信网技术*, 2011(4): 48-56.
ZHU T, ZHANG L Z, SHAO S Q. Customer perception evaluation and wireless network quality analysis based on signal data [J]. *Telecommunications Network Technology*, 2011(4): 48-56.
- [7] 杨爽. 基于信令监测系统的 GSM 网络评估及优化的研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2012.
YAGN S. Reserch on assessment and optimization for GSM network based on signaling monitoring system [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2012.
- [8] 安婧. 基于信令分析的 GPRS 数据业务优化与分析系统的设计与实现[D]. 兰州: 兰州大学, 2012.
AN J. The system design and implementation of the GPRS service optimization and analysis based on the analysis of the signaling [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2012.
- [9] 黄国文, 林文锋. 一种基于用户感知的 WLAN 网络质量评估方法[J]. *中国新通信*, 2013(17): 95-98.
HUANG G W, LIN W F. An evaluation method of WLAN network based on user perceived quality [J]. *China New Telecommunications*, 2013(17): 95-98.
- [10] REZAEI-MOGHADDAM K, KARAMI E. A multiple criteria evaluation of sustainable agricultural development models using AHP [J]. *Environment, Development and Sustainability*, 2008, 18(4): 407-426.
- [11] YEUNG K F, YANG Y Y, NDZI D. A proactive personalised mobile recommendation system using analytic hierarchy process and Bayesian network [J]. *Journal of Internet Services and Applications*, 2012, 3(2): 195-214.
- [12] 赵飞龙, 赵舒, 余轮. 用 SEM 法构建客户感知量化计算[J]. *重庆大学学报*, 2012, 35(8): 144-150.
ZHAO F L, ZHAO S, YU L. Building the method of calculating quality of experience based on SEM [J]. *Journal of Chongqing University*, 2012, 35(8): 144-150.
- [13] 龙雯雯. 基于数据挖掘的移动用户投诉行为研究[D]. 重庆: 重庆理工大学, 2014.
LONG W W. Research on the mobile telephone user complaint behavior based on data mining [D]. Chongqing: Chongqing University of Technology, 2014.