



集约化宽带服务智能运维体系构建方法

蔡超¹, 袁林², 张锡娜²

(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司, 河南 郑州 450007;

2. 中国联合网络通信有限公司重庆市分公司, 重庆 400042)

摘要:随着宽带提速战略的推行和 IPTV/OTT 等视频类流媒体业务的迅速发展,用户对运营商网络服务体验的要求不断提升,现有分层、分段、缺乏关联的运维体系和方法已不能满足新形势下的网络运维工作需求。以流媒体业务为聚焦点,提出一套在宽带 IP 网内基于“端到端网络质量监控”和“故障自诊断功能”构建集约化宽带服务智能运维体系的方法,以期对运营商网络运维工作的效率及智能化水平的提升有所助益。

关键词: 宽带网络; 质量监控; 故障自诊断; 智能运维

中图分类号: TN915

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017016

Construction of an intelligent maintenance system of intensive broadband service

CAI Chao¹, YUAN Lin², ZHANG Xina²

1. China Information Technology Designing Consulting Institute Co., Ltd., Zhengzhou 450007, China

2. Chongqing Branch of China United Network Communication Co., Ltd., Chongqing 400042, China

Abstract: With the spreading of broadband acceleration strategy and the quick development of streaming media such as IPTV/OTT, a higher quality of experience on the services of telecom operators need to be satisfied. The current maintenance system and method is operating on different levels and segments, which is lack of interactive functions and cooperation. Therefore, a new method is required to satisfy the network maintenance work in the new developing environment. A new method was proposed to construct the intelligent maintenance system of the intensive broadband service. With this method, it is able to achieve the end-to-end quality monitoring and automatic self-diagnosis functions. The method will benefit the services of telecom operators and will improve the efficiency and intelligence of telecom operators.

Key words: broadband network, quality monitoring, automatic self-diagnosis, intelligent maintenance

1 引言

从电信运营商角度着眼,随着国家“宽带提速”战略的实施和网内视频流媒体应用流量的快速增长,接入速率的提高和业务体验的提升是未来宽带业务发展的必然趋势。

随着“光进铜退,光纤接入”的规模部署和 CDN 等关键技术的规模应用,宽带用户的互联网使用行为随之发生改变——视频类流媒体业务兴起,并迅速成为固定互联网及移动互联网流量最主要的增长点。技术和应用的发展改变着用户的网络期望;由于用户对视频类流媒体业务的质量

非常敏感,运营商宽带用户已不再仅仅关注通断性故障,转而更加专注网络质量和业务体验,这也给目前的网络、建设工作带来严峻挑战和沉重压力。本文以流媒体业务为聚焦点,提出一套在宽带 IP 网内基于“端到端网络质量监控”和“故障自诊断功能”构建集约化宽带服务智能运维体系的方法,以期对运营商网络运维工作的效率及智能化水平的提升有所助益。

2 研究背景和目标

2.1 现状及问题

流量经营时代,建立以用户感知为中心的网络运维服务体系,从传统的关注转发指标的网络维护跨越到新型的面向用户感知的网络维护,已经成为电信运营商的共同诉求。但现网网络分层建设、分段管理、端到端割裂的运维、建设管理模式无法满足网络运维工作的新需求,给运维转型带来困扰:无法对网络运营状况进行端到端的系统性监控和分析;故障定位过程复杂,无法快速获取用户业务及网络关键数据,排障难度高,排障效率低下;业务及网络质量劣化无法预警。

此外,现网各类业务支撑系统及运营支撑系统(各级网管系统、号线系统、计费认证系统、营账系统、用户服务系统等)虽然分类较细,细分功能强大,但各系统相对独立,无法做到资源共享、数据互通和系统联动,资源利用效率低下。

2.2 主客观条件

在当前形势下,运营商谋求构建以用户感知为中心的集约化宽带服务智能运维体系,实现运维工作跨越式转型,具备以下有利条件:

- 随着互联网思维的冲击和专业间融合,运营商运维、建设各团队专业人员全网思路已形成,运维建设团队较以往更加关注网络整体、关注业务体验、关注用户维系;
- 经过十余年的建设和发展,目前运营商网络信息化水平大幅度提升,纵向及横向管理支撑系统较为完

善,数据采集类目齐全;

- 近年来,大数据分析技术从方法、工具到实践均已实现成熟,数据关联和数据挖掘更易产生质变。思想上的转变和资源、技术上的有利条件使运营商运维管理工作的跨越式转型成为可能。

2.3 研究目标

充分挖掘现有系统价值、整合各类支撑系统数据信息资源,辅以目前能实现的技术条件,实现对网络“端到端”的业务质量监控,并进而构建集约化的宽带服务智能运维体系,是本研究的目标。

对相关概念及范围做必要说明如下。

(1) 业务

鉴于视频类业务发展迅猛,而其相较于传统业务,业务承载环节更多、链条更长、用户体验更敏感,因此着重以视频类流媒体业务作为关注对象。

(2) 端到端网络

以视频类流媒体业务为例,端到端是指用户网络→宽带接入网→宽带城域网→流媒体业务平台全程网络。传统宽带业务应用类似。业务的端到端网络体系如图 1 所示。

(3) 监控

监控即监测和控制。高效准确的全网常态化质量监测和故障定位是基础,而通过接口与网络及支撑系统的交互控制能力则使远程一键式排障成为可能。监测和控制是构建集约化的宽带服务智能运维体系的必要手段。

3 方法实现的逻辑原理

3.1 总体思路

对网络及业务质量的“端到端”监控是构建集约化宽带服务智能运维体系的前提,其实现基础则是对业务网络及业务支撑系统的各环节进行关键数据采集。

通过与现网系统打通接口,能够采集到涵盖以下 3 个层面的数据信息:网络(用户网络、接入网络、IP 城域网);业务(宽带上网、IPTV/OTT 视频业务等);用户(签约

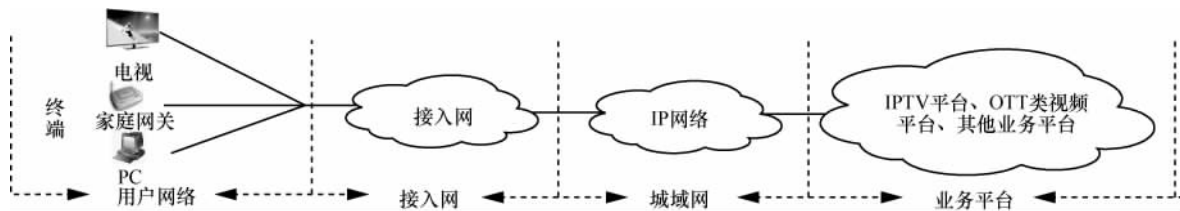


图 1 业务的端到端网络体系



套餐、用户状态等)。

通过对采集数据的分类管理、逻辑分析、应用呈现,即可实现针对具体业务的端到端网络质量监测;并进而能够根据分析结果与周边支撑体系进行互动,实现对网络 and 业务的集约化服务、支撑、管控。各环节中,数据采集是前提、数据管理是基础、对数据的集中分析和逻辑判断是灵魂、数据应用是目的。集约化宽带服务智能运维体系实现架构如图2所示。

所需基础数据来源如下。

- 运营商网络侧网管系统:宽带接入网管、IP数据网综合网管、IPTV/OTT平台侧专业网管。
- 用户网络侧探针系统:机顶盒探针、PC客户端探针。
- 资源管理系统:接入网号线系统。

此外,为最终形成集约化的宽带服务智能运维体系,实现客服侧故障预先处理、工单自动派发、故障快速定位、提升排障效率等目标,还需与以下系统打通接口,形成跨系统交互。

- 业务支持系统:包括宽带认证鉴权系统(AAA)、计费营账系统、宽带测速系统。
- 客服支撑系统:包括客服系统、电子运维系统、工单系统。

对数据信息基于应用目的进行逻辑处理是本文研究的核心问题。从形成集约化的“宽带服务智能运维体系”目标出发,并结合现网运维需求进行分析,体系至少应具备以下两方面的能力:

- 端到端的常态化网络质量监测能力;
- 基于端到端网络监测体系的故障诊断能力。

3.2 端到端的常态化网络质量监测的实现

端到端的常态化网络质量监测,具体来说即实现“网

络劣化预警”能力,其应具备如下特点:精准定位、事先预警;聚焦网络、聚焦业务。常态化网络质量监测由被动监测和主动监测两类手段协同完成。

3.2.1 被动信息采集监测

被动监测是常态化网络质量监测体系的基础,是对网络质量变化情况的初步感知。通过对现网网管支撑系统的数据采集,可实现对网络质量的静态监测;通过现网测速系统数据,结合号线系统信息,对近期测速不达标区域进行定位和预警,并可通过GIS进行呈现;通过现网网管系统,从网络层面对中继负荷较高区域进行预警。常态化网络质量监测实现原理(被动监测)如图3所示。

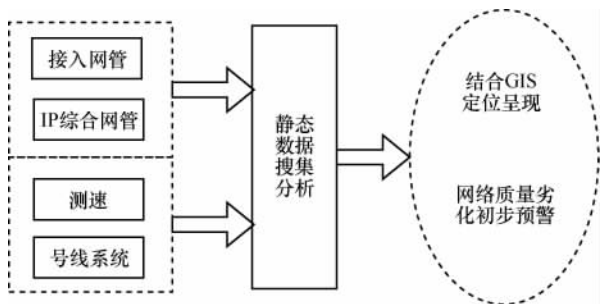


图3 常态化网络质量监测实现原理(被动监测)

3.2.2 前向主动信息采集监测

主动监测手段是对被动监测结果的验证和补充。主动监测在不同场景下有不同的实现手段。

(1)场景一:未部署用户侧探针

主动监测以经过被动监测初步确认的网络质量劣化预警区域为监测目标。对于未部署用户侧探针的用户,通过主动ping操作获取网络各段时延、抖动等信息并进行分析对比;对于无法ping通终端的用户(原因可能是不在线),对同区域用户进行随机扫描:如在宽带业务并发比

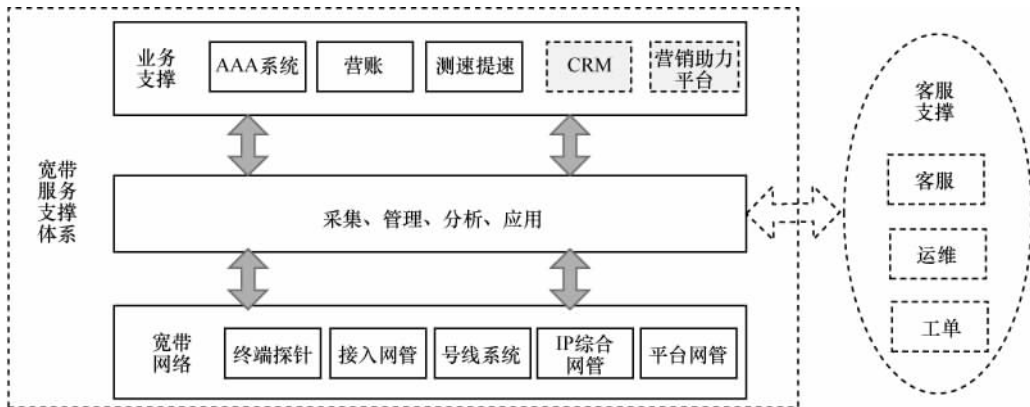


图2 集约化宽带服务智能运维体系实现架构

50%左右的情况下,若随机扫描的区域内10个用户均不在线,则可确认为大面积故障并触发预警。如图4所示,场景一可实现对运营商侧网络的端到端监测。

(2) 场景二:用户侧部署PC端软探针

若用户侧部署有探针系统,则可通过主动拨测、循环上报等方式获取信息。

主动拨测:由远端后台指定策略,由客户端发起测试任务并将采集数据上报后台。具体原理如图5所示。

主动循环上报:探针按照规定频率或时间节点,自动发起网络指标测试任务,并将系统上报远端后台,具体原理如图6所示。

如图7所示,场景二可实现从用户网络到运营商网络的端到端监测。

场景二针对传统宽带业务,检测采集的网络指标主要有:以太网吞吐率、以太网分组个数、IP分组吞吐率、IP分组个数、平均IP分组大小、分组丢失率、抖动、时延。

(3) 场景三:用户侧部署IPTV/OTT TV机顶盒软探针

场景三与场景二类似,可通过主动拨测、循环上报等方式获取信息。

主动拨测:由远端后台指定策略,由客户端发起测试任务,并将采集数据上报后台。用户侧TV探针主动拨测原理如图8所示。

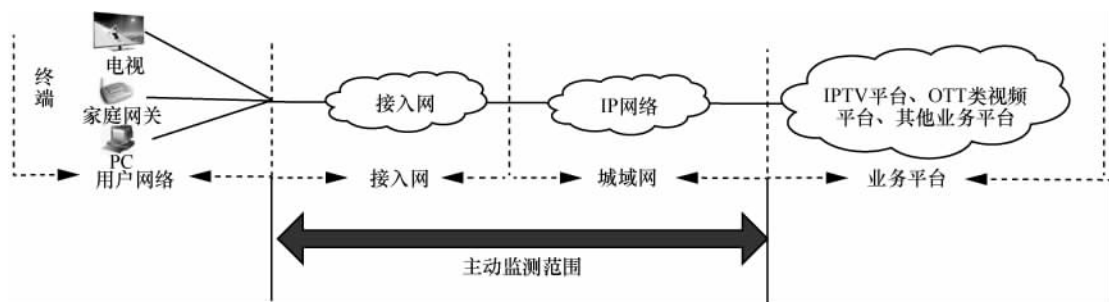


图4 场景一实现运营商侧网络的端到端监测



图5 用户侧PC探针主动拨测原理



图6 PC探针主动循环上报原理

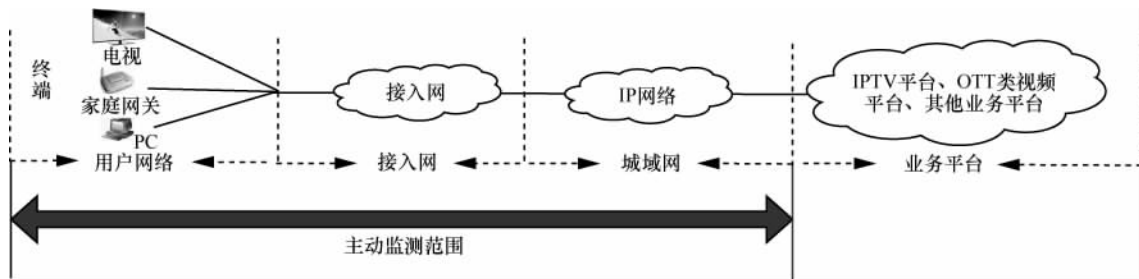


图7 场景二实现家庭到运营商网络的端到端监测



图 8 用户侧 TV 探针主动拨测原理

主动循环上报:探针按照规定频率或时间节点,自动发起网络指标测试任务,并将系统上报远端后台,具体原理如图 9 所示。

拨测服务器设置:为了实现 TV 类流媒体业务端到端的质量监测,可通过部署拨测服务器,对视频源和 EPG 服务器按照既定策略进行拨测,实时了解视频源质量和服务器质量,完善网络探针端到端的监测能力。主动拨测应用场景有以下方面:

- 对视频源进行拨测,监测各频道的节目质量状况,判断节目的可用性;
- 对 EPG 服务器进行拨测,监测 EPG 服务器的性能;

- 对业务平台服务器进行拨测,监测用户认证、EPG 下发等功能;
- 对 CDN 服务器进行拨测,监测服务器性能。

拨测服务器工作流程如下:后台根据拨测策略,向拨测服务器发送拨测指令,拨测服务器向目标服务器发起拨测,采集节目性能指标、服务器性能指标等数据,回送至网络探针平台进行分析和展示。针对流媒体业务的策略拨测原理如图 10 所示。

场景三可实现从用户到业务平台的端到端的网络质量监测,如图 11 所示。

场景三针对流媒体视频 TV 类业务,除了前述网络指



图 9 TV 探针主动循环上报原理



图 10 针对流媒体业务的策略拨测原理

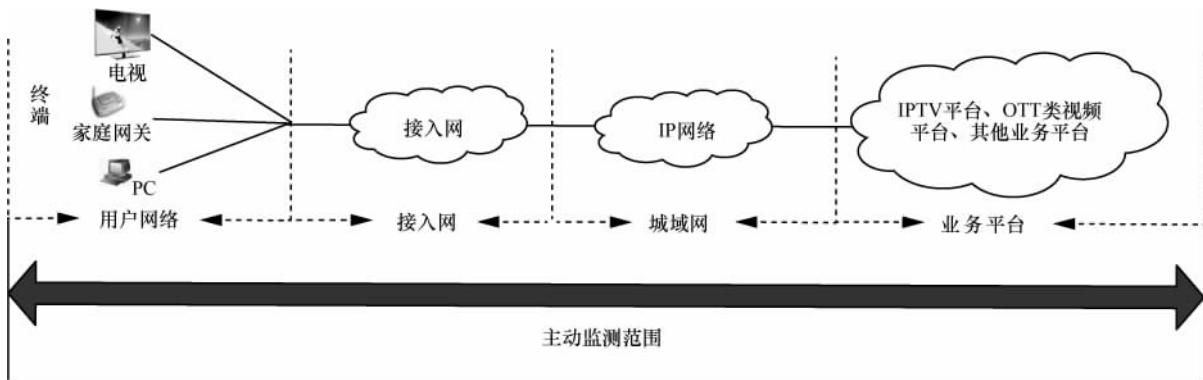


图 11 场景三实现对业务的端到端监测

标外,还需要采集与业务相关的网络参数,主要指标如下。

- 网络指标:以太网吞吐率、以太网分组个数、IP 层吞吐率、IP 分组个数、平均 IP 分组大小、分组丢失、抖动、时延。
- IPTV 指标:频道切换时间、DF、MLR、MLT-15、RTP 吞吐率、RTP 分组个数、RTP 字节数、RTP 收到分组数、RTP 分组丢失数、视频播放时延。
- OTT TV 指标:卡屏时长、卡屏次数、点播时延 HLS 分片间隔偏离、HLS 分片下载时间偏离、HLS 乱序分片数、TCP 重传率、TCP 重复率、TCP 建立时间、HTTP 响应时延、HTTP 错误码。
- EPG 指标:EPG 用户数、EPG 访问数、成功 EPG 访问数、EPG 请求成功率、EPG 页面响应时延、EPG 页面下载时延、域名解析时长、页面大小、返回码、页面 URL、HTTP 请求数、HTTP 响应数。

3.3 基于端到端网络监测体系的故障诊断及处理

3.3.1 故障诊断流程

全程全网的故障诊断和定位原理概述如下:根据故障类型抽象多种细分的“原子”故障诊断功能,按照故障诊断场景进行配置组合,并经过逻辑判断流程予以最终确认。一个完整的故障诊断行为的实现,是基于多种诊断“原子”功能组合分析的结果,如图 12 所示。

基础“原子”功能以及解决具体问题的“‘原子’功能组合”可以根据具体需求进行逻辑流程定义。对一些关键的“原子”功能和典型的诊断实例进行描述。

3.3.2 诊断“原子”功能

(1) 大面积故障诊断

诊断功能说明:根据网络实际情况设定参考门限判断网络各层面设备是否中断、时延是否正常、分组丢失率是否过高、抖动是否偏大,具体方法如下。

- 同步设备告警:设备上报告警信息。
- 主动 ping 测:网管系统定时 ping 测告警。
- 设备性能故障:根据 ping 测的时延(如超过 40~60 ms)结合流量(大于或等于 85%)判断设备是否出现性能故障。
- 诊断次数分析:系统记录诊断账号,并关联资源链路进行分析,如发现同一设备下的用户存在多次(需确定阈值)记录,则将该设备列为疑似故障设备。

(2) 接入层设备诊断

诊断功能说明:提供宽带接入网设备(DSLAM、ONU、OLT)诊断测试功能,给出诊断结论以及故障原因。

通过用户账号(用户身份证号码)等基本信息条件,实现对 DSLAM、ONU、OLT 接入设备的诊断测试,测试主要内容为设备基本信息,如:设备名称、设备类型、设备型号、设备板卡、设备端口、小区名称、设备生产厂商、设备 IP 地址、上联端口名称、下联端口名称、设备性能、中继流量等。

(3) 接入线路质量诊断

诊断功能说明:对宽带用户(ADSL、FTTB、FTTH 接入方式)接入线路进行实时诊断测试,给出诊断结论以及故障原因。

通过用户账号(用户身份证号码)等基本信息,实现对 ADSL、FTTB、FTTH 宽带用户接入线路的诊断测试,测试主要内容如下。

- ADSL、FTTB 宽带用户,测试主要内容为:电气线长、最新使用模板、最新下行 MABR、下行平均 MABR、下行最大 MABR、下行最小 MABR、最新上行 MABR、上行平均 MABR、上行最大 MABR、上行最小 MABR、最新下行噪声容限、平均下行噪声容限、最大下行噪声容限、最小下行噪声容限、最新上行噪声容限、平均上行噪声容限、最大上行噪声容

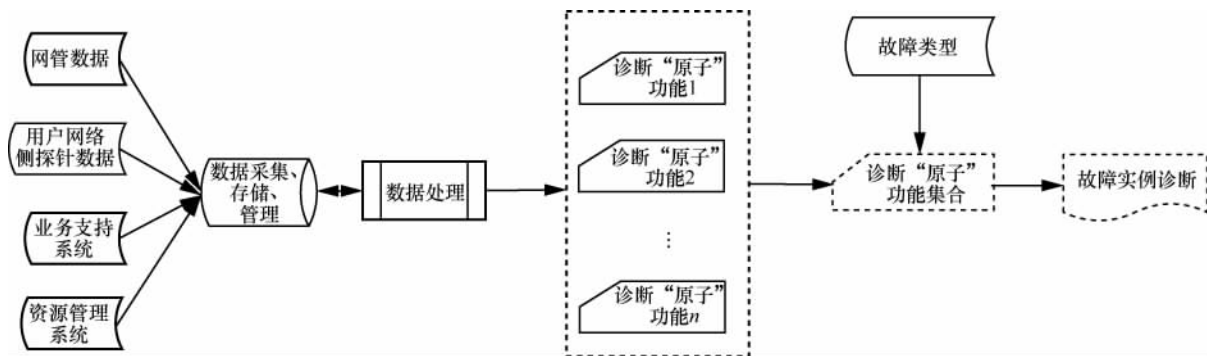


图 12 故障自诊断流程



限、最小上行噪声容限、最新下行同步速率、平均下行同步速率、最大下行同步速率、最小下行同步速率、最新上行同步速率、平均上行同步速率、最大上行同步速率、最小上行同步速率、是否与 ADSL1 同步、稳定性、不稳定原因、高能噪声、虚接、广播噪声、脉冲噪声、阻抗不平衡、高频高能噪声、下行 MABR 偏低、上行 MABR 偏低、同步状态、上行可达率、下行可达率、上行实际可达率、下行实际可达率、上行噪声容限、下行噪声容限、上行衰减、下行衰减等。

- 对于 FTTH 接入方式的宽带用户，测试主要内容为：上行光衰、下行光衰、家庭网关(ONU)发送及接收光功率、OLT 发送及接收光功率等。

(4) IP 承载网设备诊断

诊断功能说明：提供 IP 城域网设备（接入汇聚交换机、环网交换机、BRAS、核心路由器）诊断测试功能，给出诊断结论以及故障原因。

通过用户账号（用户身份证号码）等基本信息条件，实现对接入汇聚交换机、环网交换机、BRAS、核心路由器设备的诊断测试，测试主要内容为：设备基本信息（例如：设备名称、设备类型、设备生产厂商、设备 IP 地址、上联端口名称、下联端口名称）、设备配置问题（例如：端口带宽）、设备状态（例如：设备 CPU 平均利用率、内存平均利用率、入口速率、入口利用率、入口分组丢失率、出口速率、出口利用率、出口分组丢失率）等。

(5) 承载网质量诊断

诊断功能说明：提供对宽带承载网设备（接入汇聚交换机、环网交换机、BRAS、核心路由器）实时 ping 测试功能，给出诊断网络质量测试结论。

通过用户账号（用户身份证号码）等基本信息条件，实现对接入汇聚交换机、环网交换机、BRAS、核心路由器设备的实时 ping 测试功能，测试显示结果主要为：分组时延、分组丢失率、时延、抖动等实时信息。

(6) AAA 认证诊断

数据采集：以宽带账号为索引，系统登录“AAA 认证计费系统”，判断 AAA 系统登录可用性，登录成功查询：账号是否存在、账号开户时间、账号套餐、账号服务带宽、端口绑定标志、账号绑定标识、账号服务可用性、账号在线状态、账号认证状态、账号最近一次登录时间、账号认证失败原因、账号黑名单状态、次数。查询账号对应设备号、内外层 VLAN、IP 地址、MAC 地址判断账号对应的账号 BAS 设

备、DSLAM 设备/ONU（亦可从号线系统中获取）、用户 IP 地址、用户 MAC 地址。

判断逻辑：A 账号是否存在；B 账号是否可用；C 账号是否绑定；D 账号绑定关系是否一致；E 最近是否正常；F 账号是否在线；G 认证失败原因；H 账号是否进入黑名单。

(7) 用户账户诊断

判断逻辑：通过调用营账、CRM 等系统，获取用户账务状态、用户账户余额等信息并进行分析，判断是否因资费问题导致服务提供异常。

(8) 带宽配置诊断

数据采集：以账号为索引查询“营账系统”中账号基本信息、开户带宽、账号状态（正常、欠停、拆机）；查询 AAA 系统/BRAS 中的用户配置带宽、结合提速系统信息进行匹配分析。

判断逻辑：A 是否欠费停机；B 是否与 AAA 系统中账号信息一致；C 账号状态是否一致；D 配置带宽是否一致。

(9) 绑定关系诊断

判断逻辑：通过调用 AAA 系统认证日志（包括认证时间、认证失败原因、账号绑定信息）、号线系统（接入设备 IP 地址、接入设备端口号）、网管系统（BAS 的 IP 地址、BAS 的端口号）等信息，判断是否因绑定关系错误导致服务提供异常。

(10) 终端状态诊断

判断逻辑：在用户侧探针中获取信息，如客户端系统是否正常、负荷是否正常、网卡工作是否正常等。

3.3.3 故障诊断实例

基于诊断“原子”功能，列举部分常见故障的诊断流程逻辑实例。

(1) 用户信息综合查询

通过用户账号（用户身份证号码）等基本信息，汇总以下用户关联信息：

- 用户基本信息：用户姓名、用户住址、用户联系方式；
- 用户业务信息：用户入网时间、用户购买产品名称、产品协议到期时间、协议带宽；
- 用户账务信息：用户账户余额、是否欠费、付费类型；
- 用户状态（AAA）：用户账号状态、用户绑定信息、用户是否在线、AAA 配置带宽；
- 提速状态：用户提速信息、提速状态；
- 用户在线状态：用户是否在线；
- 用户认证信息：用户最后一次认证时间、认证结果、最后一次认证失败原因（跟用户在线状态、端口绑定状态、AAA 用户状态关联）。

(2)拨号超时(错误 678、651)故障定位诊断

拨号超时故障自诊断流程如图 13 所示,共涉及 3 个诊断“原子”功能。

(3)用户密码认证错误定位诊断

用户认证故障自诊断流程如图 14 所示,共涉及 3 个诊断“原子”功能。

(4)网速卡顿故障定位诊断

网速卡顿故障自诊断流程如图 15 所示。

(5)“频繁掉线”故障定位诊断

掉线故障自诊断流程如图 16 所示。

3.3.4 快速故障处理

在快速故障定位的基础上,集中的支撑体系平台可通

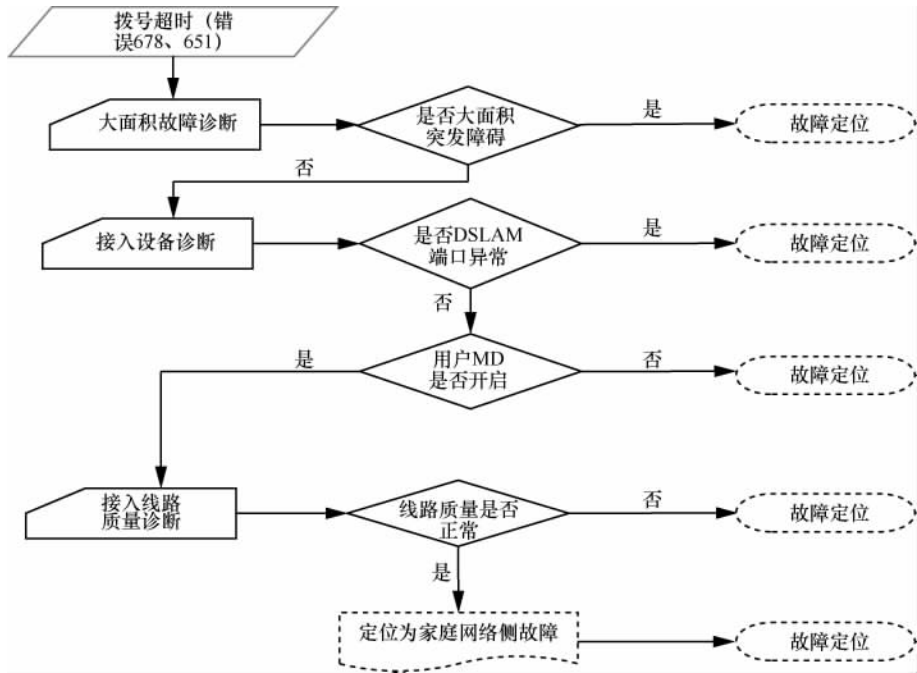


图 13 拨号超时故障自诊断流程

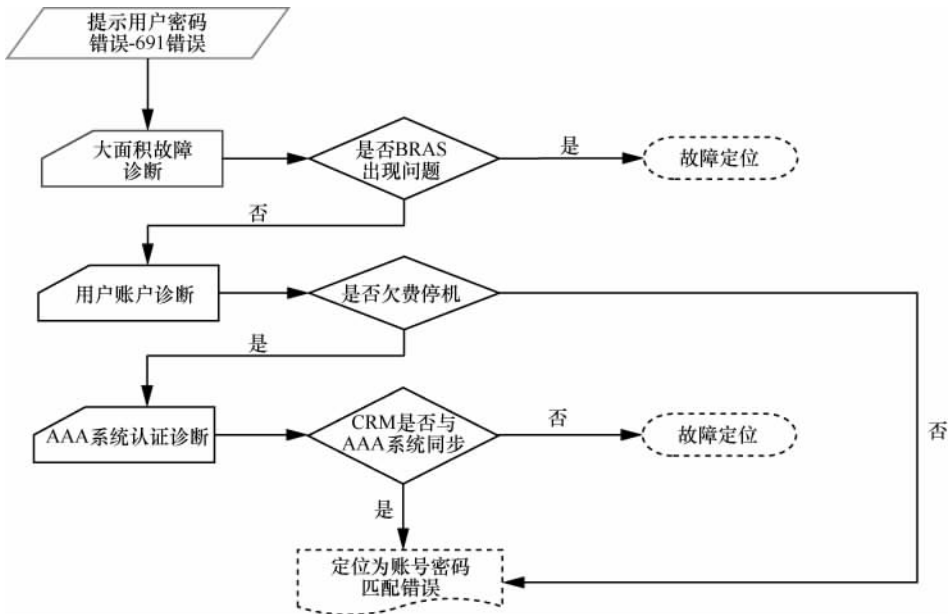


图 14 用户认证故障自诊断流程

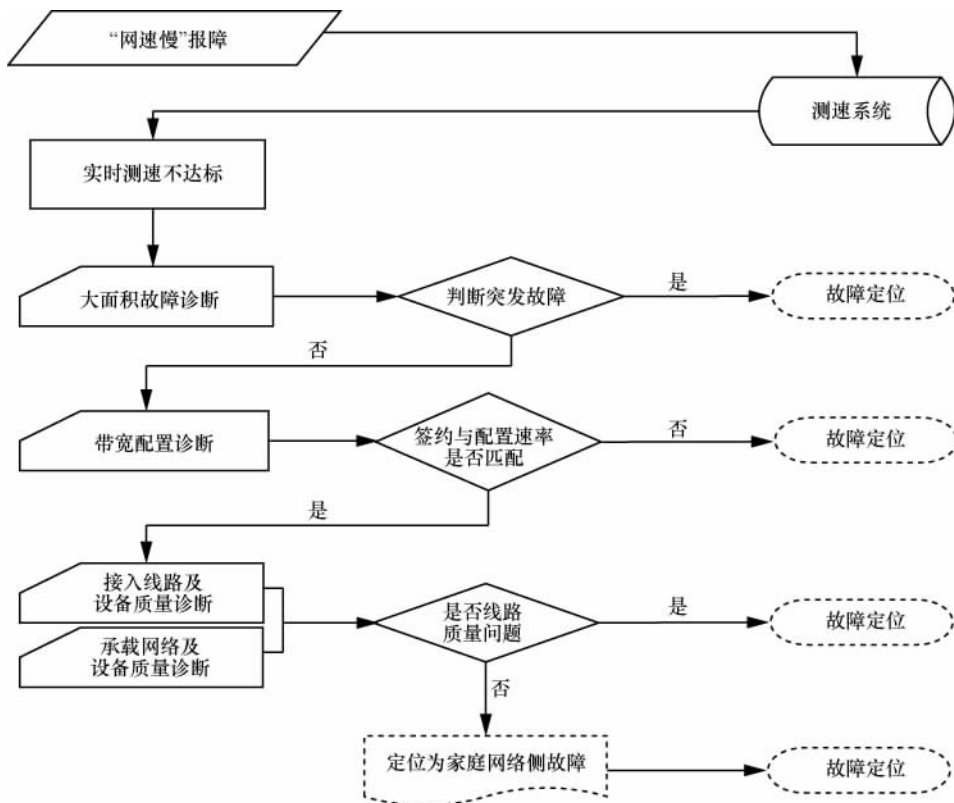


图 15 网速卡顿故障自诊断流程

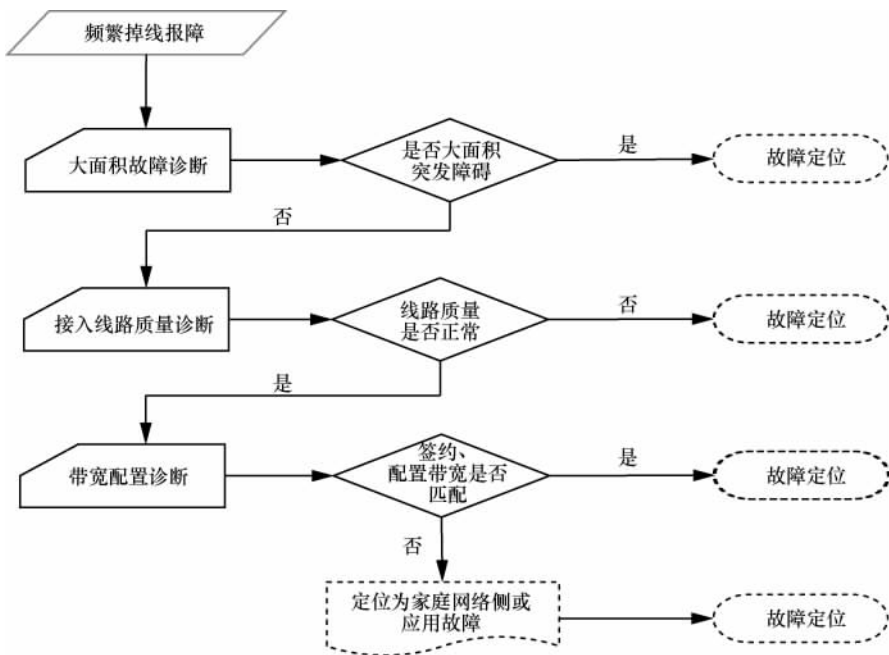


图 16 掉线故障自诊断流程

过系统间接口交互进行集约化快速故障处理,在端到端监测基础上实现故障修复和管控。常用基本排障措施如下:

- 设备端口重启;
- 用户付费状态同步;

- 用户账号解绑、下线,重置密码;
- 签约带宽与配置带宽同步,配置带宽调整。

在反向操作过程中,需通过严格的网络安全配置、操作认证流程、分权分域规则保障各系统和网络安全。

4 关键问题解决

4.1 IPTV/OTT 机顶盒内置软探针部署

网络探针可以部署在用户侧、网络侧、视频源侧。部署在用户侧的软探针性能最好,但难度也较大,首先需要适配各个厂商的 IPTV/OTT 机顶盒,其次还要做到让用户无感知的便捷部署。对于用户侧软探针的部署思路如下:由于现网客户端机顶盒业已部署,因此只能考虑采用服务器更新方式为终端机顶盒部署探针。实践可采用和机顶盒厂商 ROM 进行版本集成分发,利用升级服务器统一进行版本升级的方式完成机顶盒软探针快速部署。

4.2 接入端口数据采集指标的完整性保证

由于接入层端口的速率、衰减、噪声容限等关键指标的采集需通过 SNMP (simple network management protocol, 简单网管协议) 实现。对于在线用户可实时采集,若用户不在线则无法实时获取数据。

可通过以下方法保障接入端口数据采集指标的完整性。

- 加大数据采集的频度。经实测,若每天对每个用户轮询采集 8 次,则当月覆盖用户率可以达到 97% 以上。
- 提升号线系统中账号与设备、端口的对应关系准确性,以确保账号能对应上相应的端口数据。

4.3 大数据应用分析的引入

端到端、多系统、实时、轮询、迭代的数据采集使各项功能的实现更加准确,也使后续的功能扩展成为可能。面对长期积累下来的海量数据,利用大数据手段,对数据进行合理的归类、迭代、去冗,实现对网络、业务、用户 3 个层面的数据统计分析成为必然选择。

在实际应用中,大数据分析结合 GIS (地理信息系统) 信息,可以通过表格、图形等多种方式呈现全网、分区域、分小区、分客户类型的多维度的网络业务质量情况,支撑运维、建设、市场等工作。

5 结束语

在互联网业务应用和技术发展的大背景下,运营商网络智能化被赋予更多的内涵和外延,构建“基于业务的端到端的智能网络管道”和“基于用户体验的智能运维体系”

是运营商网络发展的必由之路。

以业务应用体验为聚焦点,构建“用户+网络+应用”三位一体的宽带智能运维支撑体系,在纵向上覆盖从业务平台到家庭侧的端到端网络,横向上充分利用各类已部署支撑系统,并辅以数据建模、PC 客户端软探针、家庭网关软探针、终端 App 等创新手段,实现跨专业、跨网络、跨平台的数据共享、整合及联动。这对电信运营商来说既是从流程、组织到技术手段上的有益创新,也是对未来网络智能化运营的积极探索。

基于该研究成果的宽带服务智能运维系统已在南方某省运营商现网部署并测试应用,实践证明,该系统能够切实提升网络运维工作的效率和智能化水平。在当前宽带提速及业务应用快速发展的背景下,具有现实参考意义。当前研究成果和实践集中于解决“运维智能化”问题,为更好地聚焦和服务用户业务,基于用户对各类业务体验容忍基线的调研和模拟,采用动态数据建模方法进行“业务体验量化评测”将是下一步的研究方向。

参考文献:

- [1] 吴简. 面向业务的基于模糊关联规则挖掘的网络故障诊断[D]. 成都: 电子科技大学, 2012.
WU J. Service-oriented network fault diagnosis based on fuzzy association rule mining [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2012.
- [2] 冯月霞, 樊志强. 智能巡检系统提升网络运维自动化水平的研究[J]. 移动通信, 2015(14): 54-57.
FENG Y X, FAN Z Q. Research on automation enhancement of network operation and maintenance based on intelligent inspection system[J]. Mobile Communications, 2015(14): 54-57.
- [3] 速利军, 钱培专, 凌志辉. IPTV 网络中实现业务故障诊断定位的方法: CN102710453A[P]. 2012.
LU L J, QIAN P Z, LING Z H. Method for realizing fault diagnosis and location of service in IPTV network: CN102710453A[P]. 2012.
- [4] 陈岗. 网络用户、性能、故障管理系统的设计与实现[D]. 南京: 东南大学, 2000.
CHEN G. The research and implementation of network user management, performance management and fault management[D]. Nanjing: Southeast University, 2000.
- [5] 苗磊. 通信网络在线诊断与重构分布式性能管理的设计与实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2001.
MIAO L. Design and implementation of communication network on line diagnosis and reconfiguration of distributed performance management[D]. Shenyang: Northeastern University, 2001.



[6] 李彤岩. 基于数据挖掘的通信网告警相关性分析研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.

LI T Y. Researches on data mining based alarm correlation analysis in communication networks [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2010.

[作者简介]



蔡超(1984-),男,中讯邮电咨询设计院有限公司工程师,主要从事数据网规划及设计工作。



袁林(1974-),男,中国联合网络通信有限公司重庆市分公司工程师、维护中心高级经理,主要从事IP网及支撑系统维护管理工作。



张锡娜(1989-),女,中国联合网络通信有限公司重庆市分公司工程师,主要从事IP网及支撑系统运维管理工作。