 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i4.10049

Research and Practice of a New Network Operation and Maintenance System Based on Digital and Intelligent Technology

Lipeng Wei Chaojun Xiang Junna Duan Miaona Ma Jing Cui

Henan Branch of China Unicom, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the rapid popularization of the Internet and the deepening of related applications, various services have been widely deployed, leading to higher demands for network reliability and stability. Traditional monitoring and operation methods can no longer meet current business needs. Therefore, there is an urgent need for a new network operation and maintenance system that can support network management systems in monitoring a larger number of devices with higher precision. Additionally, it should automatically push abnormal monitoring data and device alarms to maintenance personnel, achieving automatic detection of network quality degradation, automatic monitoring of network faults, and automatic deployment of network configurations.

Keywords

TWAMP-light; telemetry; Integrated Control and Management; SDN; Unified Orchestration; SNMP; SNMP Trap

基于数智化的网络运维新体系研究与实践

魏利朋 项朝君 段俊娜 马淼娜 崔静

中国联通河南省分公司，中国 · 河南 郑州 450000

摘 要

随着网络的快速普及和相关应用的日益深入，各种业务已广泛部署，因此，对网络的可靠性和稳定性提出了更高的要求。传统的监控方式和运维方式已不能满足目前的业务需求，因此，迫切需要一种新的网络运维体系，支持网管系统监控更多的设备，监控数据拥有更高精度，并且，监控的异常数据以及设备告警能自动推送到维护人员，实现网络质量劣化自动发现、网络故障自动监控，网络配置自动下发等。

关键词

TWAMP-light；telemetry；管控一体；SDN；统一编排；SNMP；SNMP Trap

1 引言

随着 5G、通信云化、城域网络云化的建设，中国联通数据网将向着协议、设备简化以及网络架构简化的目标发展。城域网未来将以简化的网络来实现 5G 承载、通信云、固网宽带以及大客户业务等多业务综合承载的目标，构建一张融合承载的智能城域网。构建智能化、自动化、开放化的网络管控系统，实现端到端业务的实时监控，支撑网络智能化、运维精细化，打造网络运维新体系，是本文重点关注的内容。

2 方案概述

本方案基于智能城域网网络架构、技术架构、业务架构的演进方向，应用数字孪生、大数据及 AI 等技术，构建了故障管理体系、网络质量监控体系、管控一体体系、智能化指标巡检体系，实现了网络集约化、可视化、自动化、智能化能力，支撑业务的自动部署、故障的智能化管理、网络质量的实时监控和网络指标自定义巡检，提升了网络运维效率、网络稳定性与业务支撑敏捷性，同时保障了网络运行安全性，支撑智能城域网向完全自智网络的演进。

3 方案的实现

3.1 故障管理体系

本项目构建“平台 + 应用”新架构，以故障中心为底座，故障能力中心面向各项上层应用系统的需求，提供统一化、标准化的故障基础服务能力；智能监控和排障实现省内规模化应用并嵌入生产，覆盖告警监控、故障诊断自愈和故障精准派单三大故障流程场景，为一线监控和运维人员提供 7*24 小时的故障能力服务。

3.1.1 设备告警信息采集

本方案通过在设备上配置 SNMP TRAP 来实现告警信息的获取，为了避免大量无用告警信息上传，设置了 SNMP Trap 的接收规则，过滤无用告警信息。同时为了保证数据

【作者简介】魏利朋（1981—），女，中国河南洛阳人，硕士，高级工程师，从事数据通信研究。

传输过程的安全性，和网管系统之间采用了加密方式，并设置设备环回地址作为发送 Trap 报文的源 IP 地址。

3.1.2 派单规则制定

设备告警采集之后，通过故障中心的告警标准化转化，转发到智能监控模块。在智能监控模块部署派单规则和接收人规则，匹配网络资源中的资源，即可实现设备告警自动形成工单。为了对智能城域网所有设备告警快速、高效处理，同时提高故障响应效率，从告警类型、设备类型、衍生规则三个维度实现告警自动派发工单。

从告警类型区分延时派单时间的制定，重要的硬件和环境类故障设置为立即派单，对于协议和链路故障告警，会因故障处理或者其他因素导致短时间中断，设置为延时派单。

为了减轻维护人员工作量，结合智能城域网维护职责划分，在智能监控系统中针对不同的告警标题配置了多条衍生告警规则，以实现多条告警可以压缩到一张工单中，减轻维护人员的工作量，提升运维响应效率。

故障管理体系围绕故障管理价值流，以故障中心为底座，面向运维管理人员、监控人员、运维人员和代维人员打造故障平台产品集，以体系化的产品覆盖整个故障管理流程，形成故障管理端到端可视可管能力。结合合理的故障工单考核机制，实现了网络故障闭环管理。

3.2 网络质量监控体系

面对大规模，高性能的网络监控需求，用户需要一种新的网络监控方式，telemetry 可以满足用户要求，监控数据拥有更高精度和更加实时，监控过程对设备自身功能和性能影响小，为网络问题的快速定位，网络质量优化调整提供了最重要的大数据基础，将网络质量分析转换为大数据分析，有力的支撑了云网络精细和智能运维的需要。通过 Telemetry 协议直接从底层硬件秒级获取丰富的业务运行状态及性能数据，全景可视化展示网络的整体运行情况；算力和网络资源的统一管控为云网络精细运维、敏捷响应及优化提供有力数据支撑，助力网络智能运维；数字化能力在生产流程中的嵌入，提升了工作效率。

3.2.1 telemetry 部署

网络质量监控体系采用基于 gRPC 的 Telemetry 技术，设备自动读取各种统计信息（CPU、内存、接口等），根据采集器的订阅要求将采集的信息通过 gRPC 协议上报给采集器，实现了比传统监控方式更加实时、高效的数据采集功能。链路质量检测采用 TWAMP-light 协议。

3.2.1.1 链路质量检测方式

链路质量检测采用 TWAMP-light 协议，用于设备间电路质量（延迟、丢包、抖动）检测。TWAMP 与 ICMP 均为可以对网络质量进行监控，和 ICMP 相比，TWAMP 具有如下优点：

提供了双向、往返的测量，且不强行要求时钟同步。此外，相比 ICMP Ping 的不足，TWAMP 在响应端盖上时间戳，该方法可以更准确地测量数据。

无需专用探针器和专有协议，更节约成本。随着网络规模的不断增大，如果使用专用的探针设备（如第三方的探测设备），则所需设备数量将不断增加。由于不用部署专门的探针设备，TWAMP 测量方法可以有效节约运营商成本。

TWAMP 可基于五元组进行测量，强大的逐点性能统计和故障定位功能。当发现测量点 1 和测量点 4 之间发生丢包时，逐跳测量，发现测量点 1 和测量点 2 之间无丢包，测量点 2 和测量点 3 之间无丢包，因此可以判断丢包发生在测量点 3 和测量点 4 之间。如图 1。



图 1 TWAMP 测量方法

3.2.1.2 Twamp 检测参数

对互联中继端口进行链路质量检测，检测方式分单端检测、双端检测。本方案采用双端检测，A 端和 B 端均上报网络质量。

参数 1--test-session：对应设备上每条链路质量检测的 ID，按照从 1 开始排序，每增加一条链路检测，test-session 增加 1。

参数 2--sender-port：检测报文使用 UDP 报文，发送端（session-sender）发出的检测报文源 UDP 端口号。

参数 3--reflector-port：检测报文使用 UDP 报文，发送端（session-sender）发出的检测报文目的 UDP 端口号。

参数 4--period：对每条链路检测双向时延、丢包、抖动的发送报文间隔，设置为 1 秒；

参数 5-- 测试报文大小：测试 IP 数据包大小为 128 字节，报文填充内容无特殊要求；

参数 6-- 测试报文源 IP 地址：发送端（session-sender）发出的测试报文源 IP 地址，使用被测试电路本端接口 IP 地址；

参数 7-- 测试报文目的 IP 地址：发送端（session-sender）发出的测试报文目的 IP 地址，使用被测试电路对端接口 IP 地址；

3.2.1.3 telemetry 订阅的实现

本方案采用 telemetry 静态订阅方式，设备作为 GRPC/UDP 客户端，根据采集订阅配置，周期自动上报数据。分析单元作为 GRPC/UDP 服务端，接收并处理设备上报的数据，同时提供历史性能的查询入口，方便查询历史性能数据。涉及的配置如下：

配置采集器

telemetry

destination-group jtnms

ipv4-address 192.**.**.44 port *** protocol grpc no-tls//

配置集团采集服务器地址，全省统一，不同厂家使用不同的端口号，上送目标采集器的协议使用 GRPC

配置采样数据源

Telemetry

sensor-group jtnms

sensor-path huawei-devm:devm/cpuInfos/cpuInfo

huawei-debug:debug/cpu-infos/cpu-info

.....// 创建采样传感器组，根据告警类型指定不同的采样路径

创建订阅

Telemetry

subscription jtnms

sensor-group jtnms sample-interval 10000

destination-group jtnms// 关联采样传感器组，配置采样周期 10000

Telemetry 采集到的链路质量数据同步到数字化运营系统，运用数字化技术手段的嵌入，以工单的形式推送到一线运维人员，变被动运维为主动运维，既满足了网络精细化管理的需求，同时也具备了对海量运维数据的秒级监控，实现面向业务质量及故障、故障隐患的感知能力，有效提升业务承载稳定性，降低客户投诉率，提升了中国联通业务品牌市场竞争力。

3.3 管控一体体系

网络业务开通工作复杂，涉及资源核查、物理资源分配、逻辑资源分配、物理施工、设备配置等众多环节，每个环节均需要人工干预、且经常由于资源核查不准导致返工，业务开通周期长，效率低，严重影响用户体验。

智能城域网网管系统作为统一编排门户并具备业务感知能力，后台与 SDN 控制器协同，实现智能城域网管控一体体系。该体系可以实现资源统一规划、4/5G 业务、专线等业务的自动配置下发，网络日常配置的统一编排，大幅缩短业务开通周期，提升运维效率，有效支撑智能城域网业务开展，大幅提升了网络自动化能力。

3.3.1 资源统一规划

智能城域网网管系统提供了多种网络参数的统一规划能力，为自动化开通提供了强有力的支撑，具体有 RT/RD、VLAN 规划、设备及端口规划、SERVICE_ID、tunnel_id 规划等，为各种类型的业务开通提供了能力。

3.3.2 业务自动开通

智能城域网网管系统支持4G、5G、专线业务的自动下发。维护人员在充分了解 SDN 控制器下发数据样例后，导入提前规划好的“端口规划导入表”和“基站接入申请表”两个数据表格，可以实现基站数据的批量下发。在提前规划好 RD/RT、SERVICE_ID、tunnel_id 等资源后，可进行 SR-TE 专线、SRv6 专线业务的配置自动下发和配置预览，如图 11。

3.4 智能化指标巡检体系

传统网络设备巡检采用手工巡检或系统对固定项目进行巡检的方式；性能类巡检项目由于采用人工设定阈值，容易误判；巡检异常结果需要手工发起工单处置，效率低，扩展性差；智能巡检功能使用 AI 算法智能生成性能类巡检项目阈值，准确发现网络运行性能隐患，并结合 AI 进行根因分析，同时与工单系统联动，自动发起异常巡检项处置工单，大幅提升巡检及巡检异常项目处置效率，消除网络运行隐患，提升网络运行稳定性。

图 2 展示了巡检指标管理的结构化视图。该界面采用了可视化面板设计，将各类巡检指标进行了分类展示。运维人员可以直观地通过图表查看设备运行状态、业务健康度及性能指标，并通过交互式筛选功能快速定位异常设备。此种结构化的管理方式不仅优化了数据展示效果，也提升了巡检工作的精准度。



图 2 巡检指标管理

智能化指标巡检体系的设计彻底革新了传统网络运维模式。本体系不仅降低了传统运维巡检过程的复杂性，简化了操作流程，还通过结构化的数据输出和自动化的分析功能，有效解决了传统巡检结果难以分析、难以关联的问题，极大地提升了运维效率与网络稳定性。

4 结语

联通智能城域网具备家宽、政企、大客户、通信云、移网等业务的综合承载能力，打破了传统“烟囱式”的网络架构及多业务多网络承载模式；智能城域网网络具备基于 SDN 的自动化和可编程能力，实现快速的业务开通和差异化的服务保障；将网络和业务能力分离，网络主要负责连接和承载，业务基于 SDN 和云化网元实现，灵活快速提供各种创新业务。本方案构建的智能运维新体系的运用，为智能城域网的业务承载提供了重要保障，随着随流检测技术的逐渐成熟，智能城域网将运用随流检测技术，实现单向丢包率、单向时延、单向抖动指标的逐段监控，实现业务质量劣化及时预警，业务质量劣化快速定位，有效提升业务承载质量。

参考文献

[1] 王磊,李明 网络运维自动化关键技术与应用研究,《网络技术与应用》, 2022年第15期

[2] 陈晨、赵磊,基于机器学习的网络异常检测与自动告警技术研究，《计算机科学与探索》, 2023年第11卷第2期

[3] 胡伟、孙浩，大规模网络管理系统架构设计与优化，《通信技术》, 2021年第10期

[4] 马红 、周亮，IT运维管理（ITSM）在网络运维中的应用研究，《现代信息科技》, 2023年第6期