

基于AI的基站及回传网故障定因

AI Based Fault Cause of Base Station and Backhaul Network

叶晓斌,姚丽红,刘惜吾,马丹丹,程亚锋(中国联通广东分公司,广东 广州 510627)

Ye Xiaobin, Yao Lihong, Liu Xiwu, Ma Dandan, Cheng Yafeng (China Unicom Guangdong Branch, Guangzhou 510627, China)

摘要:

随着5G网络建设的推进,网络规模、网络复杂性不断提升,给故障快速定因带来了新挑战。结合3G/4G/5G共维以及跨域运维的实际需求,针对基站及回传网的主要故障场景进行了详尽的分析,提出了基于AI的基站及回传网故障定因解决方案,通过资源管理、事件推理、根因定位3种能力对网络故障进行分析,实现快速定界定位。该方案极大地降低了故障修复时间,为智慧运维赋能。

关键词:

5G; AI; 基站; 回传网; 故障根因
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.11.006
中图分类号: TN915
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2019)11-0024-04

Abstract:

With the development of 5G network, the scale and complexity of the network are increasing, which brings new challenges to the rapid determination of fault causes. Combined with the actual demand of 3G / 4G / 5G common dimension and cross domain operation and maintenance, it analyzes the main failure scenarios of base station and backhaul network in detail, and puts forward the AI based solution of base station and backhaul network failure cause determination. Through resource management, event reasoning and root cause positioning, it analyzes the network failure, and realizes fast boundary positioning. The scheme greatly reduces the fault repair time and enables intelligent operation and maintenance.

Keywords:

5G; AI; Base station; Backhaul network; Root cause of failure

引用格式: 叶晓斌,姚丽红,刘惜吾,等. 基于AI的基站及回传网故障定因[J]. 邮电设计技术, 2019(11): 24-27.

1 概述

2019年6月6日中国联通获颁5G运营牌照,5G网络的建设和商用进一步提速。广东联通作为5G的先发城市,到2019年底预计全省开通10 000个以上5G站点。

1.1 5G网络运维面临挑战

5G网络建设的推进,促使网络规模不断扩大、网络复杂度不断提升,2G/3G/4G/5G四代同堂,故障修复越来越难。与此同时,传统的维护手段和工具,如性能监控、告警类应用通常处理的数据量较小、数据相

关性分析不足、故障前瞻性预测不够。对5G网络和业务的运行状况进行持续有效的监控,迅速实现故障恢复是5G业务保障的重要工作。

1.2 AI技术的发展和推广应用

AI技术诞生于20世纪中叶,几经沉浮,近年来借助现代计算和数据存储技术的迅猛发展再次复兴,凡是给定场景涉及到了数据的统计、推断、拟合、优化及聚类,AI均能找到其典型应用。目前,AI应用已经渗透到语音识别、图片识别、视频识别等技术领域,覆盖行业包括车联网、物联网、互联网等。

AI技术为5G网络运维面临的挑战提供了一种超越传统理念与性能的可能,已成为业界重点关注的研究方向,3GPP、ITU等组织均提出了5G与AI相结合的

收稿日期: 2019-09-04

研究项目。AI取代缓慢易错的人力决策部分,快速给出决策建议或提前规避故障,基于AI的运维创新将大大提升网络运维效率。

2 解决方案

广东联通2018年底启动“5G+AI项目组”,选取基站及回传网的主要故障场景进行了详尽的分析,提出了基于AI的基站及回传网故障定因解决方案,方案主要包括三大部分。

a) 资源管理:通过移动回传网与基站的资源动态关联,实时感知业务状态。

b) 事件推理:基于设备日志的学习及抓取,还原网络中的关联事件,提供最佳抢修建议。

c) 根因定位:对关联事件中的关键信息进行学习,由专家进行标注,直达故障根源。

2.1 资源管理

广东联通目前无线基站数量已经超过12万,作为回传网的IPRAN设备数也已经超过3万,随着5G网络建设的进一步加快,网元数量会更多。按照传统的资源管理模式,广东联通要安排至少22个专职的工程师进行网络资源数据的管理。

作为整个方案的基础,提出通过基于基站与回传网的信令链监测,实现资源自动关联,同时做到4G/5G基站的自动识别,在故障处理时强化业务感知能力。基站和回传网资源数据的自动识别为AI算法在事件推理和根因分析中的应用提供必备的基础。

目前IPRAN网络中对基站的地址管理,网络部署方案采用L2VPN+L3VPN(简称L2+L3)和L3VPN+L3VPN(简称L3+L3)2种,在不同的网络部署方案中,基站的网关会配置在不同角色的设备上,其中L2+L3组网的基站网关配置在汇聚设备ASG,L3+L3组网中基站网关配置在CSG上。

L2+L3基站发现流程如图1所示。

a) 无线侧:通过FTP服务器获取无线基站相关信息,包括基站名称、MAC、IP地址、GPS信息等。

b) IPRAN侧:采集所有基站的MAC地址、IP地址,采集ASG至CSG PW的连接信息,构建CSG与基站MAC的关系。

c) 无线侧与IPRAN跨专业关联:通过基站MAC与IP把无线的基站信息与IPRAN的CSG进行关联。

L3+L3基站发现流程如图2所示。

a) 无线侧:通过FTP服务器获取无线基站相关信

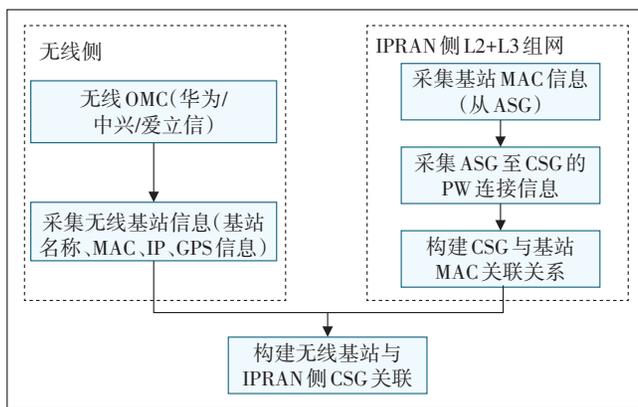


图1 L2+L3基站发现流程

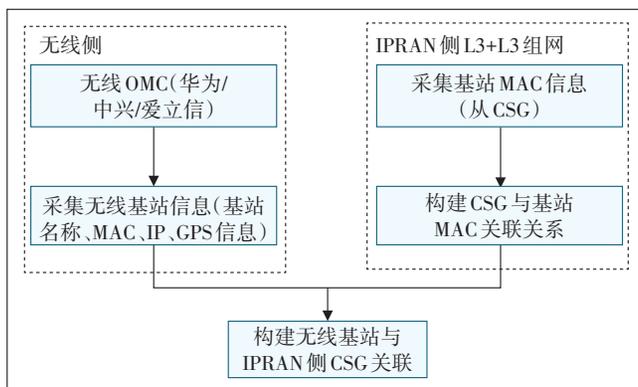


图2 L3+L3基站发现流程

息,包括基站名称、MAC、IP地址、GPS信息等。

b) IPRAN侧:采集所有基站的MAC地址、IP地址,构建CSG与基站MAC的关联关系。

c) 无线侧与IPRAN跨专业关联:通过基站MAC与IP把无线的基站信息与IPRAN的CSG进行关联。

以广东某地(市)为例,通过上述方式发现的基站占比到达98%,准确度100%。

研究发现,基站如支持新一代发现协议,如LLDP,系统可以通过60s刷新的粒度进行监测,满足后续分析的需要。

2.2 事件推理

基于基站及回传网设备的资源信息,系统可以快速收集全量网络日志信息,并通过AI算法实现事件推理,最大程度地还原网络发生的事件,从而给出最佳的抢修建议。事件推理通过离线分析积累故障经验库,通过在线分析推理出故障原因。系统架构如图3所示。

日志量、模块数异常检测:以5min的颗粒度对日志量以及模块数以 3σ 准则进行异常数量检测,假设当前时刻 t_6 的日志量和模块数分别为 N_6 和 C_6 ,分别计

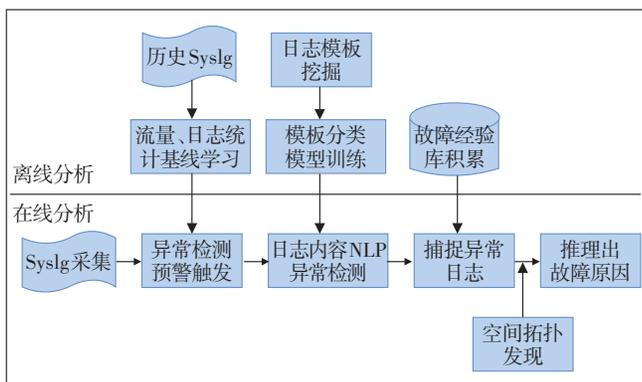


图3 事件推理技术架构

算出前6个周期($t_0 \sim t_5$)的日志量和模块数的均值 u_1, u_2 和方差 σ_1, σ_2 , 若 $(|N_6 - u_1| > 3\sigma_1)$ and $(|C_6 - u_2| > 3\sigma_2)$ 则判定此时此刻的日志为疑似异常, 触发日志异常检测模块。

日志截取: 基于日志量、模块数, 对疑似异常时间段取前后 5 min 日志进行截取分析。对日志以 10 s 时间粒度为界限, 以滑动窗口方式进行截取, 若 10 s 内出现新的日志窗口继续后延 10 s, 直至无日志出现。

如将 09:30:39 的数据进行合并, 10 s 内的日志归并为同一事件所产生的日志, 即 09:30:39—09:30:43 的日志为同一个事件的日志。同理 09:31:09—09:31:11 的日志共 4 条为同一事件的日志。

基于日志内容 NLP 异常检测: 基于历史日志, 使用异常检测算法 Autoencoder 对截取的日志内容进行异常检测, 判断日志内容是否为异常。该方法采用 autoencoder 作为编解码器, 分别为编码 encoder 与解码 decoder, 其中 encoder 和 decoder 分别有 2 层, 其中 encoder 参数分别为 16 维、8 维, decoder 参数分别为 8 维、16 维, 输入 one-hot 编码的文本。

日志分类模型: 若检测日志内容为异常, 利用离线

训练好的分类模型, 对日志内容进行类别区分。

故障推理: 故障推理是根据故障日志类别与故障经验库进行比较, 识别出故障类型, 并根据日志中关键信息, 提取出故障主体信息, 从而绘制出完整的故障事件。

2.3 根因分析

系统通过对日志信息的提取和分析, 对关联事件中的关键信息进行学习, 并由专家进行标注, 直达故障根源。

以日志 The physical status of the port changed to Down. (EntPhysicalName="GigabitEthernet0/5/0", hw-PortDownReason="LOS") 为例:

a) 提取日志模板: 将检测出异常的日志, 转换为数字词典的形式, 同一类日志对应同一个数字, 并提取其中变量, 如案例日志提取为: [日志 1, "GigabitEthernet0/5/0", "LOS"]。

b) 抽取重要日志: 由专家进行标注训练二分类模型, 实现抽取性文本摘要功能, 抽取出能反映根因的日志, 并按照日志手册返回时间、可能原因以及处理意见。

c) 工程师注解: 光丢失, 建议派单至传输专业。

3 现网验证

以广东某地(市)2019年3月25日发生双开故障为例, 通过该方法快速感应到故障所在位置, 并且快速得出故障根因。

3.1 拓扑及故障还原

通过移动回传网与基站的资源动态关联快速感应到故障所在位置(见图4)。

3.2 异常检测及预警

3.2.1 流量异常告警

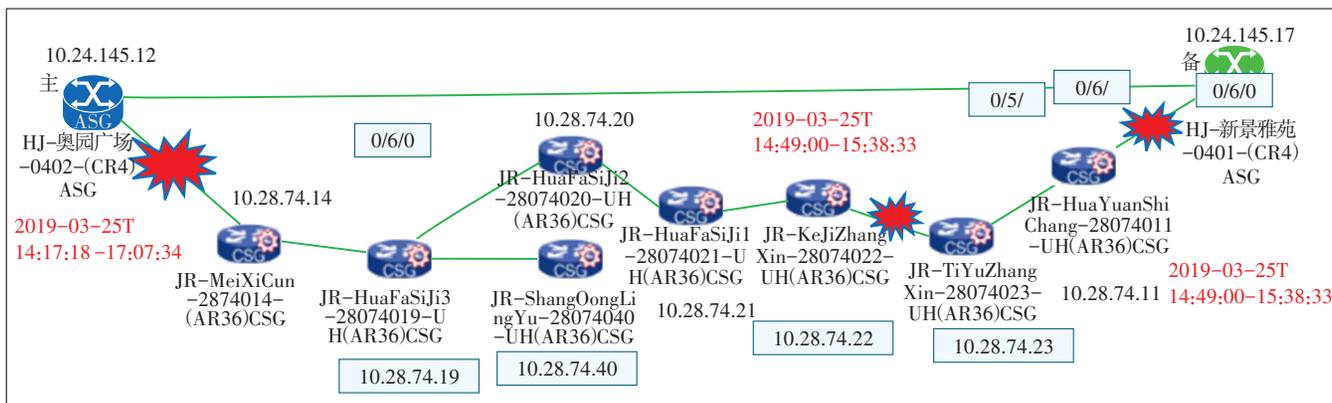


图4 故障所在环路拓扑图

环路中的ASG设备接口GigabitEthernet4/0/4从2019-03-25T14:15就开始陆续出现流量异常告警。

3.2.2 日志异常告警

系统实时检测环路中的设备,以5 min的颗粒度对日志量以及模块数以 3σ 准则进行异常数量检测,发现设备10.28.74.14在2019-03-25的14:15和14:50都有日志预警,该设备日志数量环比上升2 266%,日志成分数量环比上升466.6%,超过 3σ 准则动态阈值,判定此时刻的日志为异常。此外算法还监控到设备10.28.74.11在2019-03-25的14:50、设备10.28.74.19在2019-03-25的15:40均有日志异常。

3.3 事件推理分析

上述算法识别出来的异常事件点的日志进一步模板格式化,为每一条日志打上分类标签,并分配一个离线训练好的模板ID,调用日志内容NLP异常检测算法Autoencoder,检测到设备10.28.74.14日志的还原误差是918.2828993、设备10.28.74.22日志的还原误差是908.7424327、设备10.28.74.11日志的还原误差是595.5569471,还原误差均超过误差阈值50(经验设定值)。

系统通过算法Autoencoder分析出<10.28.74.14>、<10.28.74.22>、<10.28.74.11>3台设备日志有异常。同时,捕捉到<10.28.74.14>设备在2019-03-25T14:17:18有环口链路中断日志,在2019-03-25T17:07:34有环口链路中断恢复日志;捕捉到<10.28.74.22>设备在2019-03-25T14:49:00有环口链路中断日志,在2019-03-25T15:38:32有环路链路恢复日志;算法捕捉到<10.28.74.11>设备在2019-03-25T14:49:00有环口链路中断日志,在2019-03-25T15:38:32有环路链路恢复日志。

根据捕捉到的异常日志中的关键信息,结合故障主体信息,从而绘制出完整的故障事件。

与故障经验库进行比较,进一步推理识别出故障类型,分析该故障的根因为链路双开:2019-03-25T04:49,某地(市)AR**环路双开引起大面积断站。

4 结束语

基于研究的成果,先后在广东联通多个地(市)进行测试验证,试点应用情况如下。

2019年5月在广东某地(市)开始试用,完成2次抢修验证,抢修优先级统筹时间由30 min大幅缩减至3 min,提速90%。

对于故障的定因分析,2019年5月开始某地(市)试点,在线监测分析22个接入环、200台设备的日志,基于日志对历史故障离线验证5次,跟工程师验证效果吻合,准确率100%。

综上所述,基于AI的基站及回传网故障定因方案,可以借助AI算法和IT系统的能力,切实解决困扰运维部门的维护难题,为广东联通在5G网络运维提供了高效可行的技术手段,有望在未来的5G网络运维中大幅提升工作效率和降低运营成本。

参考文献:

- [1] 尤肖虎,张川,谈晓思,等. 基于AI的5G技术_研究方向与范例[J]. 中国科学:信息科学,2018(12):1589-1602.
- [2] 任凯,邓武,俞琰. 基于大数据技术的网络日志分析系统研究[J]. 现代电子技术,2016(2):39-41.
- [3] 姜传菊. 网络日志分析在网络安全中的作用[J]. 现代图书情报技术,2004(12):58-60.
- [4] 文娟,薛永生,段江娇,等. 基于关联规则的日志分析系统的设计与实现[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2005(B06):258-261.
- [5] 张春生,郭长杰,尹兆涛. 基于大数据技术的IT基础设施日志分析系统设计与实现[J]. 微型电脑应用,2016(6):49-52.
- [6] 李德新. 基于数据挖掘的网络日志分析[J]. 电脑知识与技术:学术交流,2011(9):6074-6075.
- [7] 应毅,任凯,刘亚军. 基于大数据的网络日志分析技术[J]. 计算机科学,2018(B11):353-355.
- [8] 黄健青,黄浩. Web日志分析中数据预处理的设计与实现[J]. 河南科技大学学报:自然科学版,2009(5):45-48.
- [9] 韩放. 基于模型的日志合理性分析评价指标[J]. 电子技术与软件工程,2017(1):192-192.
- [10] 葛中魁,汪锋,林康. 基于自身告警关联实现基站故障精准定位[J]. 电信技术,2017(12):40-43.
- [11] 曲桦,柴智荣,赵季红,等. 基于软件定义的以用户为中心的5G无线网络架构[J]. 电信科学,2015(5):42-46.
- [12] 胡晓娟,张园,夏旭,等. 基于SDN融合的虚拟化移动核心网络研究[J]. 电信科学,2013(9):51-54.
- [13] 潘乙林. 5G无线网络物理层关键技术探析[J]. 电子世界,2018(23):71,73.
- [14] 周勇. 5G无线网络物理层关键技术[J]. 数字通信世界,2018(10):40,47.
- [15] 刘云. 5G无线网络物理层关键技术分析[J]. 通讯世界,2017(9):118-119.

作者简介:

叶晓斌,工程师,学士,主要研究AI在通信网络中的应用;姚丽红,工程师,硕士,主要研究AI在通信网络中的应用;刘惜吾,工程师,硕士,主要研究AI在通信网络中的应用;马丹丹,工程师,硕士,主要研究AI在通信网络中的应用;程亚锋,工程师,硕士,主要研究AI在通信网络中的应用。