



基于控制图法的网络告警突变预警机制

苏醒,张璐

(中国移动通信集团广东有限公司东莞分公司,广东 东莞 523129)

摘要:各种网元及其触发的告警量随着网络规模的扩大而大量涌现。传统的网络运行维护,即被动地对发生后的网络故障逐一进行派单处理,已经不能适应如今复杂的网络管理。从影响客户感知、客户投诉、网络运行安全等维度,梳理出影响业务的各类网络重要告警标题,运用控制图方法,统计分析各类重要告警异常突变量的上下波动受控情况,结合业务影响关联分析,建立重要告警异常突变预警的预警模型和算法,提出了一种先于故障处理、主动挖掘隐患的网络告警预警动态闭环管控机制。

关键词:预警;告警突变;控制图

中图分类号:TP393

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016102

Early-warning schemes for alarm mutation in networks based on control chart

SU Xing, ZHANG Lu

Dongguan Branch of China Mobile Group Guangdong Co., Ltd., Dongguan 523129, China

Abstract: The amount of various network elements and alarms triggered is pretty startling with the expansion of the network. The traditional network operation and maintenance, that is, passively processed worksheet after the occurrence of network failure one by one, has been unable to adapt to the complex network management today. The various types of important service-related network alarm titles were sorted out, and the fluctuation under control for kinds of important alarms by control chart, establishes the graded early-warning model and algorithm for alarm mutation in networks combining with the service-related analysis, were analyzed. At last, a dynamic closed-loop control mechanism, which was preceded by fault occurred and actively digs into hidden troubles, was proposed.

Key words: early warning, alarm mutation, control chart

1 引言

网络告警预警是先于网络故障处理、主动挖掘网络隐患的有效管控机制,有利于网络管理员对网络故障和告警进行预防性维护。随着网络规模的日益扩大,网络上各种网元及其触发的告警大量涌现。如何对这些海量告警进行

有效分析预判,成为网络运行管理急需解决的问题。综观现有网络告警分析和操作,有如下不足之处。

- 仅在各网元出现告警和故障后对其被动地进行响应处理,缺少对告警量突变和趋势的科学分析,建立合理的分级别告警门限和触发机制。
- 各网元出现的告警仅与网元自身有关,缺少告警与

前端业务感知和后端网络隐患的关联。

- 缺少网络告警分级别的闭环管控机制,即没有建立可行的后评估机制,推动网络告警管控机制的更新优化。

针对以上不足,从影响客户感知、客户投诉、网络运行安全等维度梳理出影响业务的各类网络重要告警标题。运用控制图方法,统计分析各类重要告警异常突变变量的上下波动受控情况,结合业务影响关联分析,建立重要告警异常突变预警的分级预警模型和算法,提出了一种先于故障处理、主动挖掘隐患的网络告警预警动态闭环管控机制。

2 网络告警突变预警分析中的控制图

2.1 控制图工具选择

网络告警突变预警分析中的各类全量告警是在一天内统计告警量,即某类全量告警每天只得到一个累计数据,样本数据无需分组,并希望尽快发现异常且消除异常因素。对各种控制图工具的适用场景进行分析,如图1所示,选取“ $\bar{X}$ - R_m 单值—移动极差控制图”作为网络告警突变预警分析工具最为合适。

2.2 控制图主要参数

在“ $\bar{X}$ - R_m 单值—移动极差控制图”中,结合各告警标题告警量的疏密程度,选取一年中具有代表性的月份的每日全量告警,作为基础分析数据样本。取样本空间 $[X_1, X_2, \dots, X_k], k \in [1, n], n \geq 25$ 。各项主要参数介绍如下。

- 各告警标题每日全量告警的单值 X 的平均值 $\bar{X} =$

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_{i0}$$

- 相邻每日全量告警量的极差 $R_{si} = |X_i - X_{i-1}|$ 。

- 各极差值 R_{si} 的平均值 $\bar{R}_s = \frac{1}{k} \sum_{i=2}^k R_{si}$ 。

- 各告警标题每日全量告警样本 X 的控制图中,控制中心线 CL 、控制上界限 UCL 、控制下界限 LCL 分别

$$\begin{cases} UCL = \bar{X} + E_2 \bar{R}_s = \bar{X} + 2.66 \times \bar{R}_s (2.66 \times \bar{R}_s = 3\sigma) \\ CL = \bar{X} \\ LCL = \bar{X} - E_2 \bar{R}_s = \bar{X} - 2.66 \times \bar{R}_s (2.66 \times \bar{R}_s = 3\sigma) \end{cases}$$

- 相邻每日全量告警量极差 R_{si} 的控制图中,控制中心线 CL 、控制上界限 UCL 、控制下界限 LCL 分别

$$\begin{cases} UCL = D_4 \bar{R}_s = 3.27 \times \bar{R}_s \\ CL = \bar{R}_s \\ LCL \geq 0 \end{cases}$$

2.3 控制图异常判断

网络告警突变预警分析中应用控制图的目的是要及时发现告警突变过程中出现的异常,判断异常的原则就是出现小概率事件。判断准则有如下两类。

- 第一类异常:网络突变告警越出控制界限。
- 第二类异常:网络突变告警在控制界限内,但排列的形状有缺陷。

一般认为,超出控制界限是由偶然事件引起的,而出

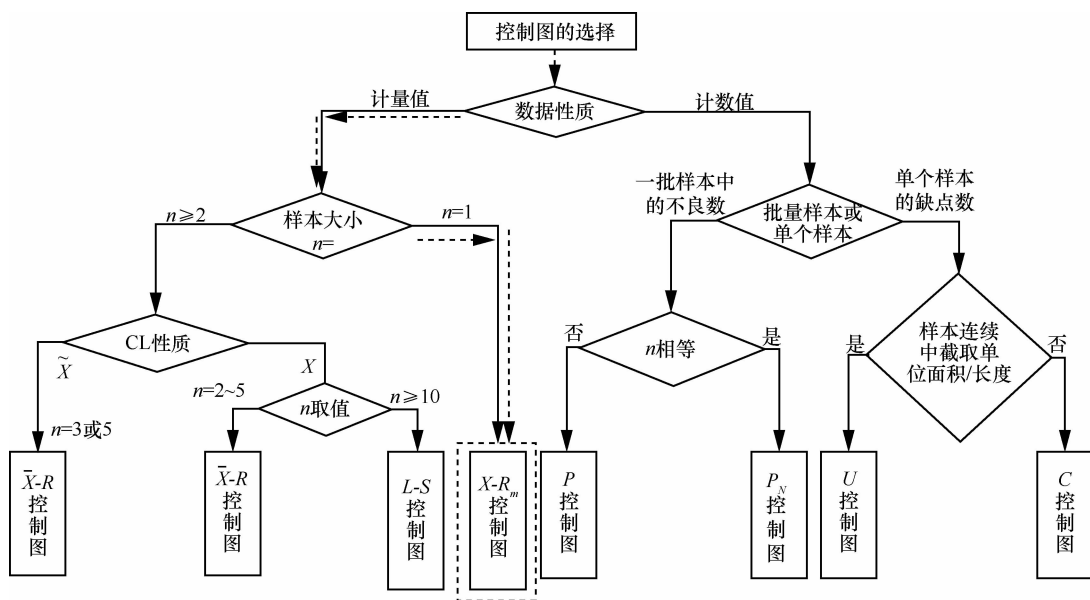


图1 常用控制图工具的选择方案



现异常的可能性 α 非常小,故 3σ 为控制限, 4σ 为行动限。 2σ 为警戒限,作为失控状态即将来临的一个警示信号。

在网络告警突变预警分析中,根据不同类型的告警标题建立如下分级预警模型:

- 为避免出现第一类异常,采用 2σ 、 3σ 、 4σ 作为三级预警模型阈值;
- 为避免出现第二类异常,用于判断趋势是否异常,作为趋势预警评判规则。

3 网络告警突变分级预警模型的搭建

以控制图作为建模工具,以与业务影响相关的各类告警量变化情况作为分析对象,通过各类告警量历史收集数据搭建分级预警模型。主要分为以下 3 个关键步骤。

3.1 计算制作控制图

根据第 2.2 节析出的各重要参数,关联已知故障现状,剔除已知故障的告警异常突变点。同时采用 Dixon 检验法剔除离群异常数据,即剔除样本中离其他观测值较远的样本值。

以无线专业的载波配置异常告警为例,极差 R_{si} 控制

图有异样点落在控制限之外,判断极差 R_{si} 控制图处于不稳定未受控状态,如图 2 所示。

通过 Dixon 检验法判断和关联已知故障现状剔除异常点,使得极差 R_{si} 控制图和单值 X 控制图均处于稳定受控状态,即 R_{si} 和 X 的样本值均在上下控制线内,如图 3、图 4 所示。

3.2 关联建立预警模型

极差 R_{si} 控制图和单值 X 控制图均处于受控状态后,将单值 X 作为全量告警的预警模型,即根据控制图第一类异常判断和预防措施原则,采用 2σ 警戒限、 3σ 控制限、 4σ 行动限分别作为三级、二级、一级预警模型阈值。以外部环境重要告警标题为例,列举其与业务影响相关的重要告警标题及其分级阈值,见表 1。

同时根据控制图第二类异常判断原则,以外部环境类的整流器告警为例,制定该告警标题趋势异常预警规则如下:

- 连续 7 天落在中心线上方,判为三级趋势异常预警;连续 9 天落在中心线上方,判为二级趋势异常预警;连续 11 天落在中心线上方,判为一级趋势异常预警。

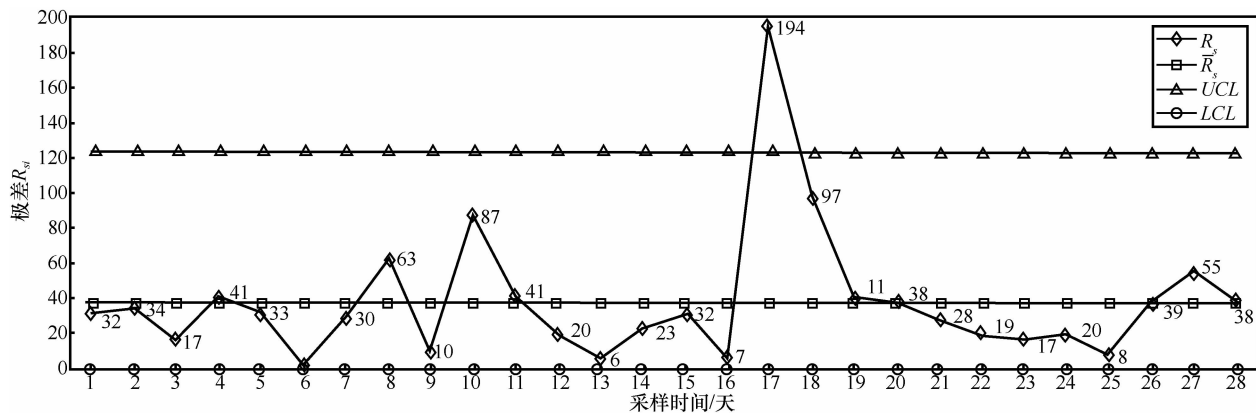


图 2 未受控的极差 R_{si} 控制图

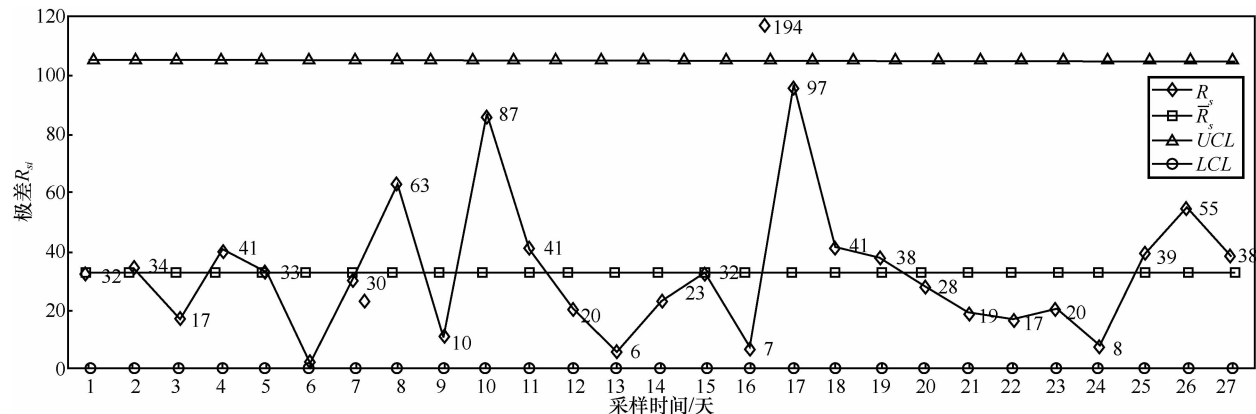


图 3 受控的极差 R_{si} 控制图

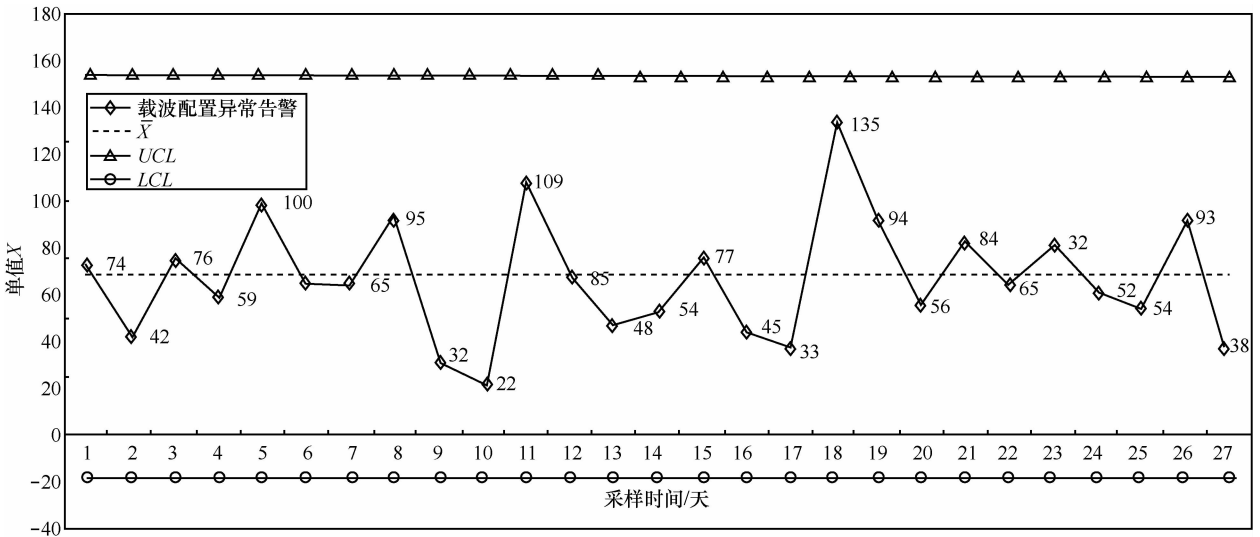


图 4 受控的单值 $\bar{X}$ 控制图

表 1 外部环境类重要告警标题及其分级阈值

告警标题分类	告警标准名	告警名解释	网管类型	告警阈值		
				三级	二级	一级
环境类	thunderbolt alarm	雷击告警	环境系统	15	29	42
环境类	fire alarm	烟感告警	环境系统	22	47	73
环境类	waterlogging alarm	水浸告警	环境系统	11	19	27
环境类	humidity alarm	湿度告警	环境系统	30	64	98
电源类	rectifier fail	整流器告警	电源系统	70	116	162
电源类	CB open	熔丝告警	电源系统	11	14	17
电源类	output volts high	输出高压告警	电源系统	5	9	13
电源类	output volts low	输出低压告警	电源系统	7	13	19

- 连续 4 天递增,判为三级趋势异常预警;连续 6 天递增,判为二级趋势异常预警;连续 8 天递增,判为一级趋势异常预警。
- 连续 3 天中有 2 天落在中心线上方 2σ 区域外,判为二级趋势异常预警;连续 5 天中有 4 天落在中心线上方 2σ 区域外,判为一级趋势异常预警;连续 5 天中有 4 天落在中心线上方 1σ 区域以外,判为三级趋势异常预警。

3.3 预警模型滚动优化机制

网络告警突变分级预警模型是建立在极差 R_{si} 控制图和单值 $\bar{X}$ 控制图均已受控的前提下。由于选取的样本空间仅反映一定时间段内各全量告警的变动范围,根据趋势异常预警的规则,当网络全量告警趋势变好后,可优化趋势变好的告警预警阈值,从而建立网络告警突变的滚动优化调整触发机制。滚动优化机制触发条件建议如下:

- 网络告警标题全量告警连续 6 天递减;
- 网络告警标题全量告警连续 9 天在中心线以下;
- 网络告警标题全量告警连续 5 天中有 4 天超过 2σ 警戒限。

网络告警突变分级预警阈值可在滚动优化机制下做周期性修正。滚动优化机制触发条件可结合网络告警的实际情况设定。

4 网络告警突变分级预警模型应用

根据分级预警阈值,可进一步建立网络告警突变的分级别管控机制,包括启动条件、响应人员配备、调度响应机制、处理和闭环管控等。同时通过预警模型的后评估环节,结合关联告警各类失败场景、用户感知(故障、业务),优化预警判断的模型,从而形成网络告警预警闭环管控体系,如图 5 所示。

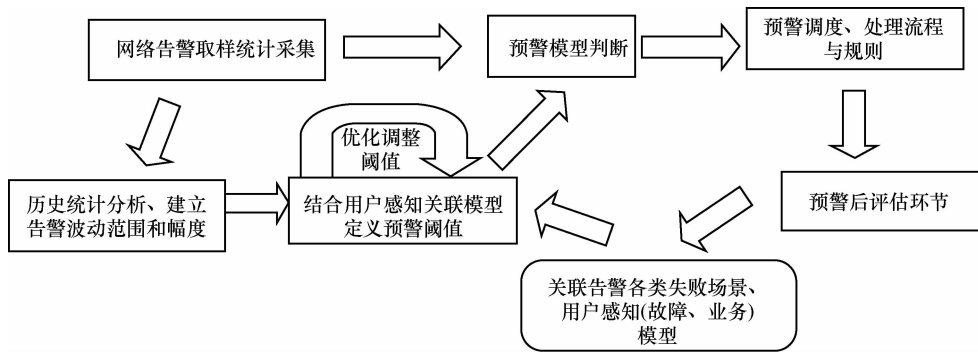


图5 网络告警突变预警机制的闭环管控流程

5 结束语

本文在梳理出影响业务的各类网络重要告警标题的基础上,选用“ $\bar{X}-R_m$ 单值—移动极差控制图”工具,关联业务影响分析,建立重要告警异常突变预警的分级预警模型和算法。最后根据预警阈值建立网络告警突变的分级别管控机制,通过增加后评估环节,结合告警各类失败场景,优化预警判断模型,形成告警预警闭环管控体系。为告警预警和快速响应调度提供了有效可行的数理统计模型和依据,适用于网管系统中传输专业、无线专业、核心设备、外部环境等异常告警突变的分级预警、调度、处理和闭环管控工作。

参考文献:

- [1] DE VRIES A, RENEAU J K. Application of statistical process control charts to monitor changes in animal production systems[J]. Journal of Animal Science, 2010, 88(13): 11-24.
- [2] EBRAHIMZADEH A, RANAEE V. Control chart pattern recognition using an optimized neural network and efficient features[J]. ISA Transactions, 2010, 9(3): 387-393.
- [3] PSARAKIS S. The use of neural networks in statistical process control charts [J]. Quality and Reliability Engineering

International Journal, 2011, 27(5): 641-650.

- [4] GHIASABADI A, NOOROSSANA R, SAGHAEI A. Identifying change point of a non-random pattern on control chart using artificial neural networks [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, 67(5-8): 1623.
- [5] WAI C Y, KHOO M B C, WU Z, et al. Economically optimum design of a synthetic chart [J]. Quality and Reliability Engineering International Journal, 2012, 28(7): 523-525.

[作者简介]



苏醒(1982-),男,中国移动通信集团广东有限公司东莞分公司高级工程师,主要从事网络运行支撑管理工作。



张璐(1982-),女,中国移动通信集团广东有限公司东莞分公司工程师,主要从事无线网络优化工作。