

案例库故障定位方法*

王健全^{1,2} 顾晓仪²

(1 中国联通总公司, 北京 100032)

(2 北京邮电大学, 北京 100876)

摘 要 采用对网管告警信息的分析和筛选, 整理出和故障一一对应的告警案例的方法, 提出了案例库故障定位方法, 该方法加快了故障定位的速度, 简化了故障定位的进程. 此外, 用于故障定位的案例库是开放的, 可以很方便地加入、删除和修改具体的案例, 使故障定位便于管理和维护.

关键词 光同步数字传输网络; 故障定位; 案例; 告警; WDM

中图分类号 TN929.11 **文献标识码** A

0 引言

故障管理是网络管理中非常重要的一项功能, 而且也是反映网络管理性能的一项重要指标^[1]. 故障管理中最重要就是故障的定位, 故障定位不仅是网络生存性的基础, 也是网络维护的重要依据^[1~3]. 鉴于故障定位在网络中的重要性, 故障定位机制已经被广泛研究^[4].

现存的典型的故障定位机制有: 人工测试法、通道相关性分析法、中心控制节点分析法和单节点故障定位法^[1]. 人工定位方法是依据维护人员的经验来判断故障的, 所以不具有实时性. 通道相关性分析方法和中心控制节点分析方法都需要告警信息在节点之间的互相传递, 并且故障定位信息不是由与故障相邻的节点来定位, 这样就使得这两种故障定位方法不仅不能应用于分布式控制的网络中, 而且使定位时间也加长. 单节点故障定位法是全光网络中非常好的一种故障定位方法, 但是对于 SDH 系统不适用.

现在的运营商的传输网络基本上是采用的 WDM+SDH 的方式, 而且其网络中是多厂商设备共存的情况, 现在采用的故障定位方法基本上还是人工的方法, 这给网络的管理和维护造成了很大的不便. 为提高工作效率和减少运维人员的工作强度, 同时发挥运维和网管人员的主观能动性, 充分利用他们的工作经验, 提出故障定位的案例库分析法.

1 案例库故障定位原理

1.1 总体原理

如图 1, 该发明提出的故障定位方法是完全开

放给网管和维护工作人员的一个专家系统, 该思路不仅可以应用于传输网络中, 也可以应用到一切有关故障定位的系统之中. 案例库可以先依据经验预先建立一部分, 也可以在运营中出现故障的情况下逐步加入, 案例库非常便于维护(加入, 删除和修改), 这些操作都是在实际运营过程中得到确认后进行的, 所以其正确性也是非常的高.

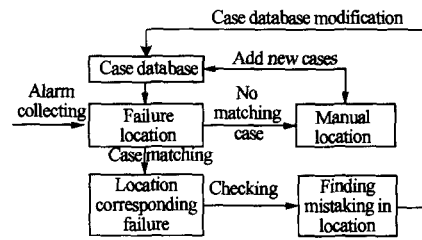


图 1 案例分析法—故障定位原理框图
Fig. 1 The principle figure of case database failure location method

1.2 案例库的格式—表格表示法(数据库法)

为了描述案例库, 必须与一定的系统相对应, 在传输系统中, 应该依据拓扑结构来划分不同的案例情况.

因为案例也不是针对每个具体情况而言的, 而是一些抽象的案例, 否则如果为每个具体的系统总结具体的案例, 其工作量之大, 实现之难是难以想象的, 而且没有必要. 所以本发明中的案例是抽象后的案例, 即是针对不同系统中的案例.

对于传输系统, 采用表 1 的案例组织方法.

表 1 案例组织表

| 拓扑结构 | 特征参数 | |
|--------|---------|----------|
| 环 | 环网规模(N) | 基于 N 的规则 |
| 链 | | 基于链形规则 |
| 其他拓扑情况 | X | 具体规则 |

由于故障发生时, 各种告警信号是非常多的, 但是并非每个告警信号都有用, 仅仅某些主要的告警信号对于故障定位是必要的, 对于某一类告警信号而言, 仅需一些特征告警就可以对其进行定位, 其他

*国家自然科学基金重点项目(60132020)、国家自然科学基金项目(60302026)和“863”计划项目资助
Tel: 010-66505739 Email: wangjq@chinaunicom.com.cn
收稿日期: 2005-01-21

的信号都是一些伴随的信号. 为此在故障案例库中, 仅需一些特征告警即可, 当然如果以后出现其他情况无法区分的, 可以在案例库中加入新的告警信息予以区分.

此外, 由于系统中主要出现的故障为单点故障, 而实时定位研究的也是单节点故障定位法, 而在单点故障中, 其特征告警信号都是在故障的相邻两个节点发生的, 为此, 故障定位案例库中, 仅需两个相邻节点的告警即可, 为此可以将故障案例库设为如表 2.

表 2 故障案例库存储表

| 所属厂家 | 所属系统 | 环/链/其他逻辑 | i 节点告警 | $i+1$ 节点告警 | 定位结论 |
|------|------|----------|----------|---|------|
| SDH/ | WDM | | | 注: 环网应为 $(i+1) \bmod(N)$ 节点告警, N 为环网节点数 | |

故障案例库可能是一个表格, 也可能是多个表格形式, 这取决于所研究的系统, 如果能够一次定位的, 就在一个表格中将定位完成, 如果需要再次定位的, 则对应再整理次类告警组成故障案例库来进行进一步的定位.

从上述表格可以看出, 为了实现案例库, 前期必须对所定位的系统进行分拓扑研究, 而且对不同拓扑的节点进行编码处理, 对于环形拓扑, 要以其规模进行逻辑编码. 如节点数为 N 的环网, 以一个节点为起点, 取两个方向中的一个方向为相对方向, 依次编为 $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$.

由于现在国内运营商的基础网络都是多厂家的网络, 不同厂家的网络其告警特性各不相同, 采用案例分析法还需依据条件具体区分是哪个厂家的网络. 此外, 不同的系统中其告警特性也不相同, 为此, 还需依据不同的条件来区分是 SDH 系统, WDM 系统, 还是 SDH+WDM 的混合系统.

1.3 案例分析法一故障定位流程

由于故障的传递性, 使得网络中某处发生故障的情况下必然会导致多个节点告警和节点中多种类型告警, 但是这些告警的节点和节点中的告警信号有很多是伴随产生的, 即伴随着一些节点的特征告警产生的, 只要分离出这些节点的特征告警就可以实现对故障的定位.

考虑到故障定位系统的易实现性和可操作性, 而且分析了一般故障的出现概率, 本文提出的方法是采用逐步修改和添加案例的方法来实现对故障的定位, 该故障案例库在整个定位过程中起着非常重要的作用, 在特征信息的收集, 定位中都需要它的协作. 此外, 给网管和运维人员开放了库的添加、删除和修改的权限, 他们可以很方便地对系统进行维

护, 使得故障案例库非常实用. 故障案例库实现的流程如图 2.

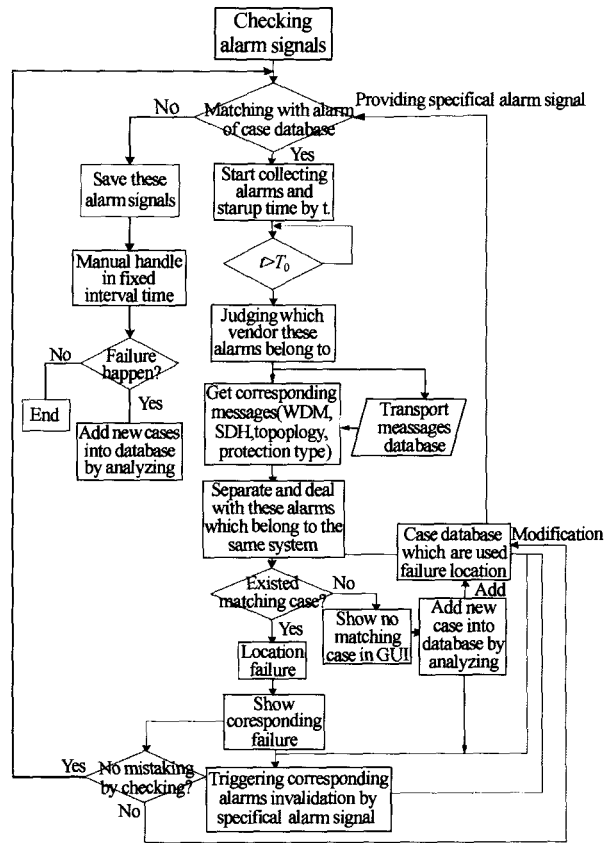


图 2 案例分析法一故障定位流程
Fig. 2 The flow figure of case database failure location method

从实现的原理上具体可以分为以下步骤:

1.3.1 告警信息的筛选

依据故障案例库中的特征告警信息作为筛选收集到告警的触发门限, 因为仅这些告警才能通过故障案例库进行定位, 对其他告警进行过滤处理. (注: 特征告警为故障案例库中存在的告警, 故障案例库中的所有告警为一个集合, 其中每一个告警信息都为特征告警.)

1.3.2 告警信息收集

对筛选后的特征信息进行收集需要有一个时间 T_0 限制, 这个 T_0 应该由网管或者运维人员依据经验得到, 在实际操作过程中依据实际情况也可以进行修改. 原则是在 T_0 时间内, 既要求能把该次故障的特征告警全部收集到, 同时要求尽可能使得不要收集到下一次故障的特征告警, 考虑到故障情况下告警触发的时间和相邻两次故障间隔的时间, T_0 一般为秒级.

1.3.3 分离告警信息

由于对同一类型的故障而言, 不同厂家、不同系统 (SDH、WDM)、不同拓扑情况下的设备告警可能不同, 而故障案例库总结的是同一类告警类型对应

相同故障的案例情况,为此,需要将收集到的告警分离到故障案例库可以对应的情况,这需要依据具体情况而定.图2的流程图仅仅给出了分离到不同厂家、不同系统和不同拓扑的情况,如果有其他情况,可以合并或者再进一步详细划分.

1.3.4 对应定位

分离后的告警信息是故障案例库可以辨认的信息,如果对应有案例,则定位到相应的故障,没有则需人工进行定位,随后整理此类告警案例加入到故障案例库中.

1.3.5 故障案例库的维护

加入和修改.加入是将库中没有的案例整理后加入,修改是经过故障案例库定位后的故障,经检查出现错误的要进行对案例库的修改,这样不断的进行修改和完善,该故障定位系统会越来越准确,越来越方便.

1.3.6 告警信号消失的触发

当对故障定位完毕后,为避免进一步的误操作,要发出告警信号消失的信息.这个信息也需要依据案例库来实现,只要将对应故障的特征信息找到,就可以发此信息,确保该次操作的结束.

2 实验验证

本文以节点数为 N 的 SDH 环形网络中的两个相邻节点之间的故障为例,来说明案例库故障定位法.

在上述例子中,取 A 向为节点对应逻辑序号增的方向,则可以将上述 2 种情况总结为如表 5-1 和 5-2 的案例;注:A 向为节点逻辑序号增得方向.

表 5-1 和表 5-2 就是案例库种的存储格式.其

特征告警信息集合就为 {MS-AIS, RDI, Reg}.

依据表 5-1 和 5-2 再反回来检验出现图 3 和图 4 情况下的故障定位,限于篇幅,不再描述告警的收集和告警的过滤,仅仅描述其故障的定位过程.对于双向故障的情况,将表 3 中的告警先对照表 5-1,可以得知故障为两再生器之间的双纤故障,但是具体位置还不不确定,需要查询表 5-2,在表 5-2 中找到相应的两再生器之间双纤故障的入口,查询到故障为再生器 2 和再生器 3 之间的双纤故障.对于单向故障,将表 3 中的告警先对照表 5-1,可以得知故障为 A 向的单纤故障,但是具体位置还不不确定,需要查询表 5-2,在表 5-2 中找到相应的 A 向的单纤故障的入口,查询到故障为沿 B 向 3 号再生器和其相邻的节点/再生器间的 A 向单纤故障,反查物理一逻辑对应图,沿 B 向(和 A 向相反)3 号再生器相邻的设备为 2 号再生器,而故障为 A 向单纤故障,所以故障为从 2 号再生器出发到 3 号再生器间的单纤故障.

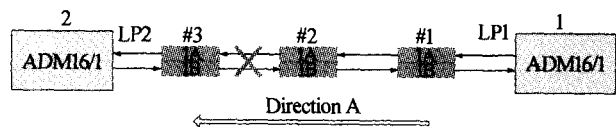


图 3 再生器之间光纤双向中断

Fig. 3 The sketch of bidirectional fiber failure between two regenerator

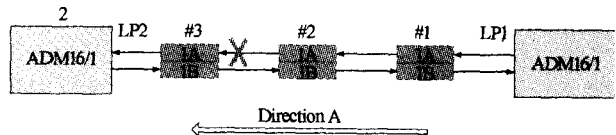


图 4 再生器之间光纤单向中断

Fig. 4 The sketch of unidirectional fiber failure between two regenerator

表 3 图 3 情况下告警信息(经过滤后的)

| 网元名 | 告警源 | 告警等级 | 告警描述 |
|---------|---------|----------|--|
| 2-ADM16 | Reg # 3 | deferred | STM-16 loss of input signal -protected |
| 2-ADM16 | Reg # 2 | deferred | STM-16 loss of input signal -protected |
| 2-ADM16 | LP2. 1 | prompt | MS-AIS |
| 1-ADM16 | LP1. 1 | prompt | MS-AIS |
| 1-ADM16 | Reg # 3 | deferred | STM-16 loss of input signal -protected |
| 1-ADM16 | Reg # 2 | deferred | STM-16 loss of input signal -protected |

表 4 图 4 情况下告警信息(经过滤后的)

| 网元名 | 告警源 | 告警等级 | 告警描述 | 产生时间 |
|---------|---------|----------|--|--------------|
| 2-ADM16 | Reg # 3 | deferred | STM-16 loss of input signal -protected | 10 : 26 : 51 |
| 2-ADM16 | LP2. 1 | prompt | MS-AIS | 10 : 27 : 08 |
| 1-ADM16 | | deferred | STM-16 loss of input signal -protected | 10 : 26 : 52 |

表 5-1 案例库 1

| 环/N | SDH/SNCP | i | $(i+1) \bmod(N)$ | 结论 |
|-----|----------|-----|------------------|----------------------------------|
| | | | | RDI/空 MS-AIS 再查表 2(A 向单纤故障) |
| | | | | MS-AIS MS-AIS 再查表 2(两再生器之间的双纤故障) |

表 5-2 案例库 2

| 环/N | | | | 结论 |
|-------------|-----------|-------------|-----------------------------------|----|
| SDH/SNCP | i | (i+1)mod(N) | | |
| A 向单纤故障 | Regx/空 | Regx/空 | 沿 B 向 x 号再生器和其相邻的节点/再生器间的 A 向单纤故障 | |
| 两再生器之间的双纤故障 | Regx/Regy | Regx/Regy | 再生器 x 和 y 之间的双纤故障 | |

3 结论

案例的目的是为了克服现有技术中的故障定位时间长、可实现性差的缺点,同时克服以往故障定位方法适用范围局限而且扩展性差的缺点,采用案例分析的方法,同时为网管和维护人员留有自己加载案例库的权限,他们可以逐步完善和修改案例库,使得案例故障定位方法更完善和更精确,而且该平台也非常简单方便,容易维护,为网管和运维人员提供极大的方便. 该发明的思路不仅可以运用在传送网络中,同样也可以应用在无线网络的故障定位系统中.

从上述说明和实现的过程及原理不难看出,案例法进行故障定位具有以下优点:

- 1)简单、实用、易操作、易实现. 将复杂的故障定位问题转化为非常简单的总结归纳问题.
- 2)开放性好,易于维护和管理,可以在实用过程中得到不断的完善.
- 3)定位快,有利于在最短的时间内对故障进行定位.
- 4)适用性强,可以应用在多厂家,多系统的网络

中,也可以应用到其他网络的故障定位系统中,例无线网络的故障定位. 此外,还适用于网络的改造和扩容,其他故障定位方法时很难适应这点的.

5)对网络规模和控制方式也没有具体的限制,这点是与中心控制节点故障分析法相比较而言的.

参考文献

- 1 王健全,顾晓仪. 光网络中的分布式故障定位方法. 中国激光,2004,31(1): 69~73
Wang J Q, Gu W Y. *Chinese Journal of Lasers*, 2004, 31(1): 69~73
- 2 王健全,方来付,叶兵,等. WDM 全光环形网中保护信道的监测方案. 光子学报,2001,30(10):1224~1229
Wang J Q, Fang L F, Ye B, et al. *Acta Photonica Sinica*, 2001,30(10):1224~1229
- 3 王健全,顾晓仪. 全光网状网保护方式的研究. 光子学报,2002, 31(8):960~964
Wang J Q, Gu W Y. *Acta Photonica Sinica*, 2002, 31(8):960~964
- 4 Chao C S, Yang D L, Liu A C. An automated fault diagnosis system using hierarchical reasoning and alarm correlation. *Internet Applications, IEEE Workshop on* 26-27 July 1999, 120~127

Failure Location Method Based Case Database

Wang Jianquan^{1,2}, Gu Wanyi²

1 China Unicom, Beijing 100032

2 Beijing University of Posts & telecommunications, Beijing 100876

Received date:2005-01-21

Abstract Alarm case which corresponding to failure could be listed by analyzing and filtering alarm information of network management, accordingly, a failure location method based on alarm case database was proposed. The method accelerated failure location and simplified the processing of failure location. In addition, the case databse which was used for failure location was open to operators, which meant case of database could be added, deleted and modified easily, so it made failure location easy for administration and maintenance.

Keywords SDH; Failure location; Case; Alarm; WDM



Wang Jianquan was born on November 14, 1974. He received the B. S. degree in Department of Telecommunications from Taiyuan University of Science and Technology in 1997, entering Beijing University of Posts and telecommunications for the M. S. degree in 1998. He received his Doctor degree in June 2003. Now he works as a post-doctor in BUPT-China Unicom. He has been engaging in research on WDM all optical networks since 1998. His current research includes optimization and programming of optical networks and future networks architectures.