

基于故障树分析和 XML 的网络故障诊断技术

邓洪志, 陈大庆, 刘 波

(华中科技大学网络与计算中心, 湖北 武汉 430030)

摘要: 随着校园网络的高速发展, 网络规模不断扩大, 快速准确地诊断和分析网络系统故障已成为校园网管理和维护的一个重要组成部分. 本文针对当前校园网络系统的各类故障和实际维护中存在的普遍问题, 提出利用故障树分析法建立一个集网络拓扑结构、网络线路状况、用户应用软件和病毒暴发情况为一体的 XML 网络故障知识库. 在实际使用中, 结合客户服务管理系统, 不断充实知识库内容, 以此为基础进一步对网络系统作失效分析和预测故障发生概率, 为提高校园网运行管理和故障诊断水平提供良好的支持平台.

关键词: 故障树; XML; 知识库; 网络维护; 故障诊断;

中图分类号: TP 393

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2007) S2-0205-04

随着校园网规模日益扩大, 规范网络运行, 保护网络安全, 及时排除网络故障已是校园网一项迫在眉睫的任务. 从网络安全和使用舒适性的本质来看, 保障网络系统的可靠运行、信息可达, 就必须全面了解网络运行状况, 准确把握网络中存在的风险. 及时发现处理网络安全隐患, 及时处理用户申报的各类网络故障, 是高校网络工作者关注和研究的焦点. 本文针对校园网的拓扑结构特点, 采用故障树分析法, 分析影响校园网络系统失效的各类因素. 利用网络系统故障树建立基于 XML 的网络故障知识库, 结合多种网络监测技术和故障统计日志库, 实现对网络安全事件预评估, 快速准确地定位故障, 提高故障诊断的效率.

1 校园网络结构及其故障树模型

1.1 故障树分析法基本理论

故障树分析法 (FTA, Fault Tree Analysis) 是研究引起系统可能发生故障的各种因素 (包括硬件、软件、环境、人为因素等) 之间逻辑关系、系统可靠性和故障诊断的一种重要方法. 该方法利用图形演绎实现对故障事件在一定条件下的逻辑推理, 分析系统的内在联系, 弄清各种潜在因素对故障发生的影响程度. 合适的系统故障树, 对那些不曾参与系统设计和建设的人员, 相当于一个形象的管理手册和维修指南, 对全面了解系统具有重要意义.

1.2 校园网故障树模型

目前校园网体系结构主要有: 简单星型结构、骨干冗余星型和骨干环型冗余结构, 进而分为骨干网、汇聚节点、接入节点这 3 个层次. 常用网络协议有: 静态路由协议和优先开放式最短路由协议 (OSPF). 常用校园网络体系结构图如图 1 所示.

图中, 实线连接的设备是普通星型结构, 加上虚线改进建设方案, 成为骨干冗余星型结构. 根据图示构建该类网络系统的故障树, 考虑到校园网系统结构的复杂性和多种因素, 这里按管理实际情况, 将网络体系分为: 光缆系统、局域网布线、网络设备、骨干网络设备、服务器组 (含服务器软件)、网络病毒和个人计算机系列 (含应用软件和病毒) 等七类失效因素, 校园网络系统故障树模型如图 2 所示, 顶事件定义为校园网故障.

图中, 方块表示故障树的中间事件, 圆形表示末级事件, 事件名括号中的字母和数字表示逻辑代码, 它们之间用逻辑运算规则联系起来, 便于下一步的最小割集计算.

图中的虚线表示具有冗余结构的故障树节点, 它们之间是逻辑乘关系, 即: 所有下级事件发生, 才会引起上级事件发生. 有冗余结构的网络设计极大地提高了该部分的可靠性. 例如: “骨干网络设备故障 (B)” 发生, 必须 “主核心交换机故障 (B1)” 和 “辅核心交换机 (B2)” 同时发生, 逻辑表达式: $B = B1 \cdot B2$.

由于版面有限, 本文仅描述了校园网络系统故障树的一些主要部分, 在实际应用中可以设置好中间事件和末级事件的逻辑代码深入展开.

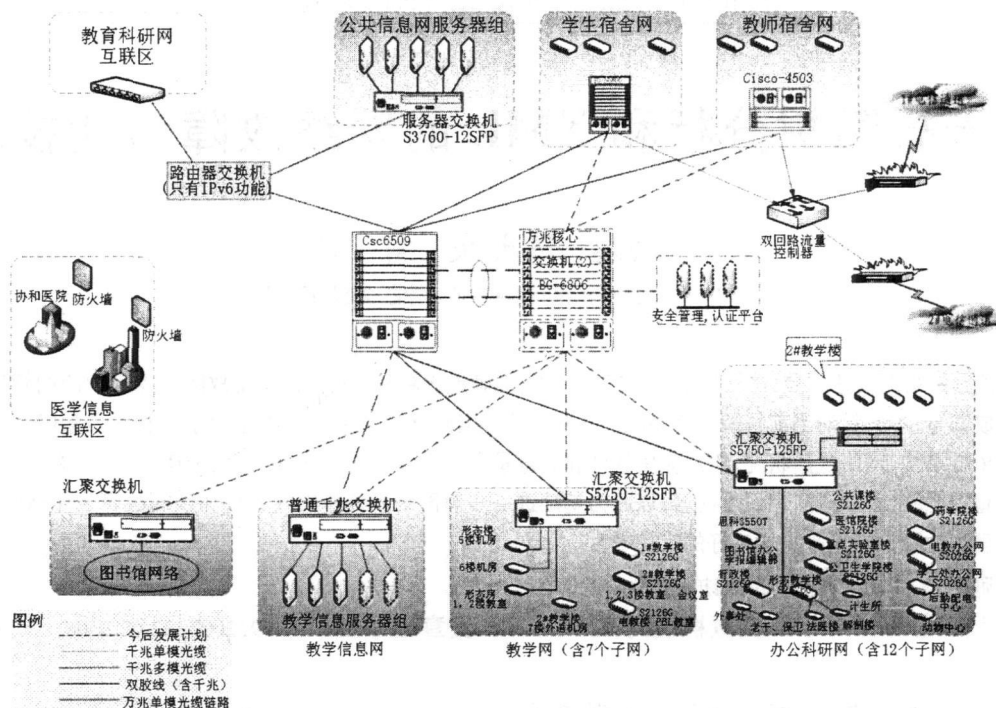


图 1 常用校园网络体系结构图

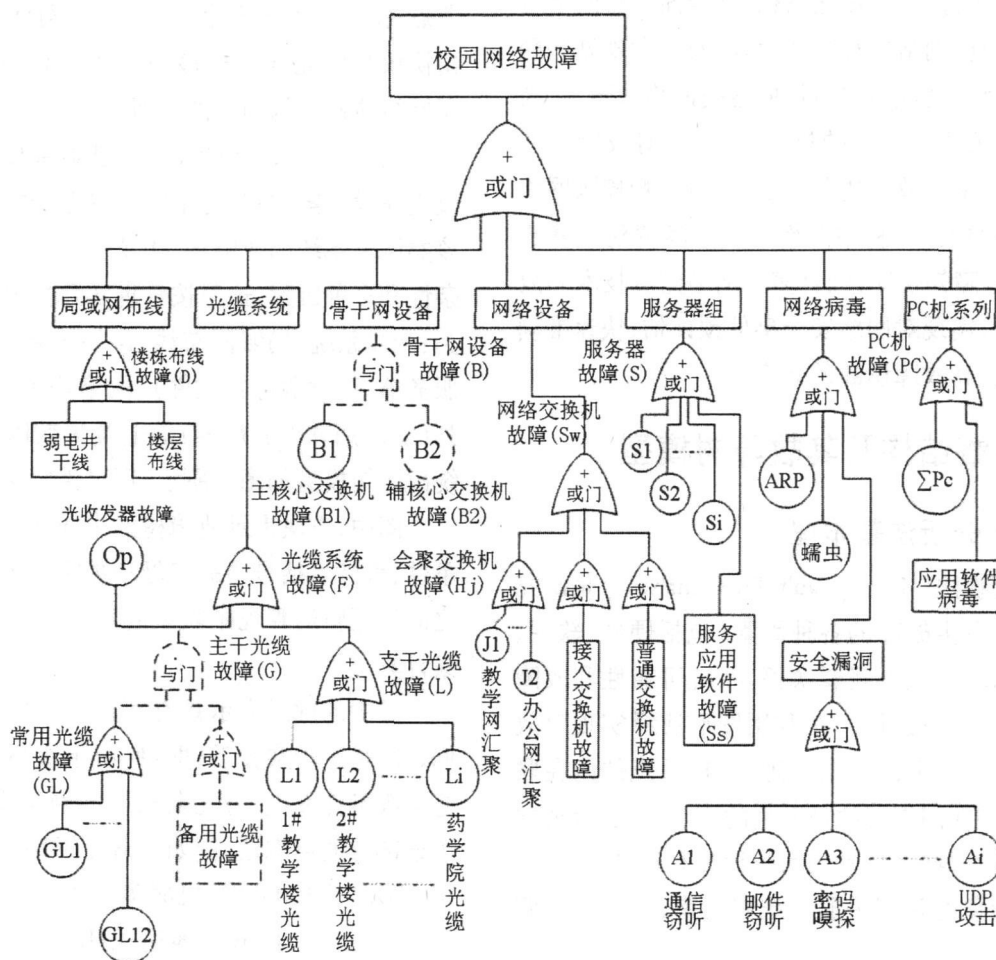


图 2 校园网络系统故障树模型

2 XML构建系统

2.1 系统结构

随着计算机网络体系不断扩大, 网络结构越来越复杂, 对各种网络应用、设备资源以及网络运行状况和失效情况的管理、统计也日趋困难. 经研究发现, 利用 XML 技术特点, 结合上述校园网故障树模型建立一个网络系统故障综合管理知识库, 并在实际使用中不断充实其内容, 是很有效的方法. 与传统的数据建模方法比, XML 信息建模的很大优势在于, 它可以更加直观地模拟现实世界. 因此, 一个简单的 XML 文档设计方法可以产生非常有效的结果, 只构建 XML 单一信息模型的应用系统, 可以不再构建多个数据模型来满足每一个应用功能. 在这种特性的支持下, 修改下层的 XML, 就可以完成对应用程序行为和功能的修改.

2.2 构建 XML 知识规则库

常用的专家系统都是以树形结构式来分析故障流程的. 围绕校园网故障树分析, 建立一系列 XML 故障知识库, 库中文档结合了实际工作情况设计出各类故障的详细结构, 其总体结构如图 3 所示.

了网络设备在校园网使用和管理中的实际情况. 利用 XML 的结构特性, 配合 XSL (eXtensible Stylesheet Language), 即可扩展样式语言, 可以很方便的在应用程序中提取各类设备信息, 按所设计的样式将它们显示在我们面前.

```
<网络设备>
  <名称 NM="骨干交换机" 序号="001" 用途="校园网络交换机">
    <型号>Cisco6509</型号>
    <编号>56345656346</编号>
    <购置时间>2004/7/4</购置时间>
    <位置>
      <楼栋号 管理员="XXX" 形态楼<楼栋号>
        <楼层号>9楼</楼层号>
        <服务对象 联系人="XXX" 电话="027-83692602"></服务对象>
    </位置>
    <主要传输端口>
      <上联端口>1、3、8</上联端口>
      <下联端口>2、M4、M6</下联端口>
    </主要传输端口>
    <测试方法>
      1. ping Cisco6509 各端口IP地址:
      2. 通过Telnet命令登录到Cisco6509核心交换机上, 查看配置……
      3. ……………
    </测试方法>
    <常见故障>
      1. XX端口GBIC模块损坏
      2. 交换机二层配置丢失
    </常见故障>
  </名称>
  <名称 NM="汇聚交换机" 序号="001" 用途="办公网汇聚交换机">
    <型号>Cisco_3560</型号>
    <编号>563456534578</编号>
    <购置时间>2007/7/4</购置时间>
  </网络设备>
```

图 4 校园网络故障 XML 结构图

3 故障诊断技术

3.1 故障监测和诊断基础

目前的校园网规模大、设备多, 单靠管理人员监视网络运行状况是远远不够的. 所以, 在部署网络设备时多使用带管理功能的交换机, 并将其普及到网络接入层, 有些甚至已普及到用户接入层. 这样配置, 既可以缩小故障源范围, 又便于管理员迅速进行远程处理网络故障. 配置网络监控软件, 对网络运行状况进行实时监控, 并将有关技术指标收集至故障知识库和日志库. 目前, 华中科技大学同济校区已配置的网络监控软件有: 网络流量控制系统、网络基线报警系统、基于 SNMP 的设备监视系统、自开发的网络故障信息报警系统.

3.2 故障处理流程

利用故障树分析法和 XML 知识库处理校园网络故障的流程如图 5 所示.

用户发现网络故障向客户服务中心申报维护;

、客户服务中心根据知识库诊断专家系统和故障统计日志库, 判断分析用户故障, 提出处理意见.

```
<校园网络故障>
  <光缆系统>Gz1</光缆系统>
  <局域网布线>
    <弱电并干线>Gz2</弱电并干线>
    <楼层布线>Gz3</楼层布线>
  </局域网布线>
  <骨干网设备> " " " " <骨干网设备>
  <网络设备>
    <名称>
      <型号> " " " " </型号>
      <编号> " " " " </编号>
      <测试方法> " " " " </测试方法>
      " " " "
    </名称>
  </网络设备>
  <服务器组> " " " " </服务器组>
  <网络病毒> " " " " </网络病毒>
  <PC机系列> " " " " </PC机系列>
</校园网络故障>
```

图 3 网络设备故障管理知识库 XML 文档

由于版面有限, 这里仅摘取其中设备故障管理知识库文档中的一个片段来表述. 具体的设备故障文档的 XML 结构如图 4 所示.

图 4 描述的 XML 属性、元素和子元素, 基本体现

维护人员处理完故障后,记录故障日志,根据具体情况补充 XML 知识库。网络管理人员结合网络监测技术,提取网络运行特征信息录入 XML 知识库,通过故障树分析法计算、预测网络体系的故障发生概率和其可靠性,改进网络系统。

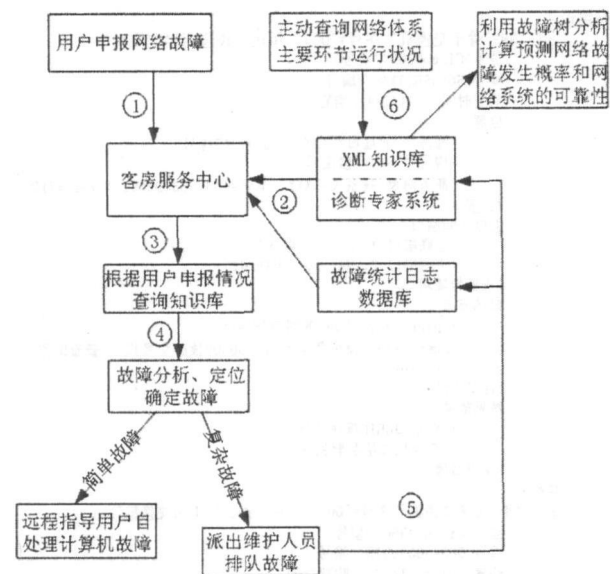


图 5 校园网络故障处理流程图

4 结束语

随着校园网络的高速发展,网络规模不断扩大,快速准确地诊断和分析网络系统故障已成为校园网管理

和维护的一个重要组成部分。做好校园网的运行管理工作,提高网络故障诊断水平,必须熟悉网络体系结构、系统参数设置及其管理软件。注意收集各种情况下的网络运行状况,熟练使用各种监测工具,结合故障管理知识库,实现快速准确的定位网络故障。本文所述是在长期从事校园网建设和管理工作经验中,研究故障树分析与 XML 技术相结合的故障处理技术的经验。由于此项工作实施时间不长,还有很多细节需要补充,但在校园网络故障处理方面有了良好开端。

参考文献:

- [1] 陆锦军,王执铨.基于故障树的校园网通信系统的可靠性分析[J]. 计算机应用与软件, 2006
- [2] 史定华,王瑞松.故障分析技术方法理论[M]. 北京:北京师范大学出版社, 1993
- [3] 高亮,张洁,李培根.基于 XML 的敏捷制造资源集成方法的研究[J]. 中国机械工程, 2002, 1.
- [4] 杨尚森.网络管理与维护技术[M]. 北京:电子工业出版社, 2004
- [5] 方耿.网络维护与故障诊断[M]. 冶金工业出版社, 2004
- [6] Song T, Shinada Y, Suzuki K, et al. Automated fault tree synthesis using event relation matrix[J]. Journal of the Society of Plant Engineers Japan 1997, 18(4): 8-15.
- [7] 邢春晓,张志强,等译. XML 数据库管理 纯 XML 和支持 XML 的数据库系统[M]. 北京:清华大学出版社, 2006

Network Fault Diagnosis Technique Based on Fault Tree Analysis and XML

DENG Hong-zhi CHEN Da-qing LU Bo

(Network and Data Processing Center, Central China Scientific and Technical University, Wuhan 430030, China)

Abstract Along with the rapid development of campus network, the scope of network is extending ceaselessly. So to quickly diagnosis and correctly analysis the fault of network system becomes mostly important part of management and maintenance of campus network. This paper is mainly to the question of various fault and common problem which happened during maintenance in the campus network system, currently pointing out to build a XML network knowledge database which collected network topology, network line status, internet applications and computer virus by using the way of fault tree analysis. On the basis of this XML network fault knowledge database, deeply studying failure analysis of network system and forecasting the probability of network fault to provide a goods flat roof for promotion running management of campus network and diagnosis of fault.

Key words fault tree analysis XML extensible markup language knowledge database network maintenance fault diagnosis