

• 综述 •

网络管理技术及其进展

Techniques Involved in
Network Management and Their Progression

刘卫宁

Liu Weining

(重庆大学计算机系, 重庆, 400044; 第一作者 31岁, 讲师, 博士生)

摘要 网络管理已成为网络技术中的一项关键技术, 本文对网络管理的基本概念、主要技术、及发展趋势作一个综合性的介绍。

关键词 管理; 计算机网络; 进展

中国图书资料分类法分类号 TP393

网络管理 故障管理
配置管理

ABSTRACT Network management has become a key technique in the network area. This paper presents a comprehensive introduction about the basic ideas of network management, main techniques it involves, and developmental trend.

KEYWORDS management; computer networks; advancements

0 引 言

自美国政府 1993 年 9 月 15 日发表“国家信息基础设施(NII)行动决议”及 1994 年 9 月创导全球信息基础设施(GII)以来, 全世界掀起了信息高速公路的滚滚热潮, 一场汹涌澎湃的信息化世纪风暴正席卷着世界的每一个角落, 信息化已成为不可逆转的历史进程, 21 世纪被人们称为信息网络的时代。信息网络时代的基础设施是网络, 它是信息传递的主渠道, 因此, 保证网络系统高效的运作与信息的快速和可靠的传递, 对于信息网络时代来说至关重要。实际上, 网络管理已成为信息网络时代中最重要的问题之一。

本文就是为了适应这种发展形势, 将对网络管理的基本概念、主要技术、及发展趋势作一个综合性的介绍。

1 网络管理的基本概念

网络管理的历史与电信网的历史一样长, 这可追溯到 19 世纪末的电话话务员的工作。至于计算机网络的管理工作, 则始于 1969 年世界上第一个计算机网络 ARPANET 诞生之

日。由于计算机和通讯技术的飞速发展才刺激和促进了网络管理技术的产生和发展。

然而,对网络管理,目前还没有一个公认的精确定义。但可以概括地说,现代网络管理 NM(Network Management)涉及到网络的服务提供(provisioning)、维护(maintenance)和管理(administration)所需要的各种活动。

- 服务提供包括向用户提供新业务以及通过增加网络设备和设施来提高网络性能。
- 维护包括报警和性能监控、测试和故障修复等。
- 管理则包括为优化网络资源的使用效率等,从收集和分析设备利用率、通信量等数据,到作出相应的控制。

为了实现以上目标,网管系统需建立以下模型:

- 功能模型
- 体系结构模型
- 信息模型
- 关系模型

2 功能模型

2.1 配置管理(Configuration Management)

配置管理支持为了网络服务的连续性而对管理对象进行的控制、鉴别、从中收集数据和向它提供数据。配置管理也提供命名手段,使某个名字和特定的管理对象联系起来。主要功能包括:

- 设置开放系统或管理对象的参数;
- 初始化、启动和关闭管理对象的过程;
- 日常或在发现重大的状态变化时收集能够反映开放系统状态的数据,以便管理系统能够识别开放系统中状态的变化;
- 改变开放系统或管理对象的配置;
- 使名字和管理对象对应起来。

配置管理是网络管理的最基本功能,有时也叫监控功能。

大多数研究集中在两方面:

- 路由(Routing)、流量(traffic)控制及系统重构(reconfigurable)

其研究的核心是如何保证系统的性能和可靠性。目前的解决思路除一般的路由、流控算法^[2]的研究外,许多研究者引入了专家系统^[3]、神经网络^[4,5]等先进的信息处理技术。

- 网络配置

随着网络规模的扩大,复杂性的增加,网络配置的难度也越来越大,由于网络配置的灵活性和客户可定制性,以及多变化性,配置管理功能需提供一定的自动化支持,因此专家系统在网络配置上的应用非常广泛,其中研究的重点在于采用专家系统对各种网络如 MAP、DQDB MAN、LAN 等的配置提出专家建议供用户决策^[6,7]。

2.2 故障管理(Fault Management)

故障管理就是对网络中的故障进行检测、诊断和恢复或排除,其目的是保证网络能够提供连续、可靠的服务。主要功能包括:

- 维护、使用和检查差错日志;
- 接受差错检测的通报(notification)并作出反应;
- 在系统范围内跟踪差错;
- 执行诊断测试序列;
- 执行恢复动作以纠正差错。

网络服务的意外中断会影响网络用户的利益,因而故障管理历来就是非常重要的网络管理功能,并受到网络管理部门的重视。

由于网络的分布特性,故障症状与事件间的对应关系不准确,因而故障的确定具有不确定性。同时随着网络承载的业务越来越多,各种新型网络应用对网络服务可靠性的要求也越来越高,故障排除时间也要求越来越短,所以人工智能技术在这一领域的引入最早,标准、定义等最成熟,应用研究也最多。特别是应用专家系统来分析网络故障,以确定故障原因,提出/建议相应的修复和维护措施^[9~9]。

另一方面,由于网络日趋分布性和实时性,为了减轻网络的通信负担,提高网络管理的效率,许多研究者采用多代理系统进行故障管理^[10,11]。

还有一些故障管理与各种具体网络特性有关,如 ATM 网^[12]、Token Ring 网^[13]、FDDI 网^[14]、DQDB MAN^[15]、ISDN^[16]等。

2.3 性能管理(Performance Management)

性能管理是以网络性能为准则,负责收集、分析和调整管理对象的状态,其目的是保证在使用最少的网络资源和最小延迟的前提下,网络提供可靠、连续的通信能力。功能包括:

- 从管理对象中收集与性能有关的数据;
- 管理对象的性能统计,与性能有关的历史数据的产生、记录和维护;
- 分析当前统计数据以检测性能故障、产生性能告警、报告性能事件;
- 将当前统计数据的分析结果与历史模型进行比较以预测性能的长期变化趋势;
- 形成并改进性能评价准则和性能门限,以性能管理为目标开发改变操作模式和网络管理对象配置的控制命令序列;
- 管理对象和管理对象群的控制,以保证网络的性能为目标。

它分为性能监测和性能控制两部分。性能监测指网络工作状态信息的收集和整理,而性能控制则指为改善网络设备的性能而采取的动作和措施。

性能管理是有关网络性能的管理信息的接收者,是有关性能的网络重配置请求和性能故障通报的发出者。

性能管理的一系列活动主要用来对网络运行中的主要性能指标进行持续地评测,以验证网络服务是否达到了预定的水平,找出已经发生或潜在的瓶颈,形成并报告网络性能的变化趋势,为管理机构的决策提供依据。为此,性能管理中必须定义一组能够精确、全面而又简捷地反映网络过去和当前性能的参数,确定性能管理的准则^[17],以及如何有效地监测性能,获得各种性能参数的值,并采取有效的措施调整网络性能^[18]。

尽管性能管理与配置管理一样出现得很早,已有许多较成熟的标准文本,但是一方面新的网络技术的不断产生,性能管理也面临新的挑战,如 ATM 网^[19]、基于 SONET 的多服务网^[20]、GNET 局域网^[21]等的性能管理成为热点;另一方面,随着网络规模的不断扩大、管理系统的日益复杂、和用户对网络服务质量的要求越来越高,网络性能管理也逐步自动化,引

入了先进的信息处理技术,如神经网络^[19]、专家系统^[22]、多代理系统^[23]、约束逻辑^[24]等处理性能管理。

2.4 安全管理(Security Management)

安全管理是对网络资源的访问提供保护,包括授权机制、存取控制、加密及密钥管理,以及有关安全访问的日志的维护。

随着分布式处理能力和网络通信能力的增强、系统开放性要求的增加,人们对可靠的安全管理措施的需求也越迫切,安全管理已成为关键的网络管理功能之一。尤其是开放系统的安全问题更是研究的热点和难点,但是由于它是一个非常敏感的领域,因而许多具体的关键性技术问题极少公开讨论。

目前,有关网络安全管理的文献主要集中在:

- 1) 密钥的管理^[25]。
- 2) 网络安全管理的方法学^[26]。
- 3) 各种网络 TCP/IP^[27]、OSI^[28]、TMN^[29]、LAN^[30]的安全管理问题。

2.5 计费管理(Accounting Management)

计费管理记录用户使用网络资源的情况并核收费用。计费管理在共享资源的环境中非常有用。

这方面的研究主要是为适应新的网络技术和应用服务,不断改变计费方式和功能,如 MAN^[31]、ATM 网^[32]、SMDS(Switched Multi-MegabitData Service)^[33]。

3 体系结构模型

体系结构模型描述网络管理系统各构件的总体结构及其相互间的接口和通信机制,须遵循各国际标准。在众多的通信网标准化组织中,目前国际上公认最著名、最具权威的是国际标准化组织 ISO 和国际电信联盟的电信标准部 ITU-U(即原来的 CCITT),与此有关的标准是 CCITT 的 M 3010 和 ISO 的 ISO 10040。这方面的研究即围绕这两个标准应用于各种网络的管理中^[34~36]。另一个研究热点就是多厂家异构型网络的综合网络管理 INM(Integrated Network Management)^[36~38]。

4 信息模型

信息模型是网络管理框架中的一个关键性构件,处理网络中的物理设备、软件等网络资源的逻辑表示。

网络管理系统中需要处理的信息类型和数量是巨大的,描述管理信息、建立管理信息模型最好采用结构化的方法,这样可以降低系统实现的难度、提高通用性。另一方面,随着网络的不断扩大、新产品、新技术的不断问世,经常会有增加管理对象类的需要。因此管理系统设计中就要有一定的标准化方法来保证管理对象设计和定义的模块化特征,保证协议和过程的可扩展性,保证各个机构、团体和厂家定义的管理对象的兼容性。目前应用最多的是 Internet 和 ISO 的 SMI(Structure of Management Information),它利用当前流行的面向对象技术来定义网络管理对象,但这些 SMI 只规定了如何识别管理对象以及如何组织管理对象的信息

结构,并未规定管理对象如何定义和实现,因此 SMI 的应用和实施^[39,40]是研究热点。

信息模型与网络管理进程以及网络中的物理实体之间的关系如图所示。

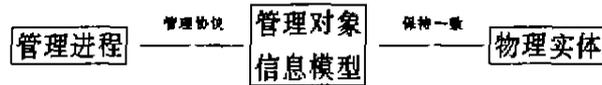


图1 管理信息模型的作用

网络管理信息总是从两个方面来描述的。其一是管理信息结构 SMI,它定义了管理信息的逻辑结构,以便区分不同的管理信息和描述各种管理信息元素,其二是管理信息库 (MIB),其中说明如何使用 SMI,管理信息库中定义了网络管理的具体对象,它是代表各种管理对象的网络管理数据的仓库,网络管理活动是通过访问和操作 MIB 中的管理对象实现的。因此管理信息库 MIB 的结构和实现也是研究热点^[41,42]。其中应用较广泛,公认较成熟的是 Internet 的 MIB-1 和 MIB-2。

5 关系模型

关系模型包括了管理者、代理及管理者与被管对象间通信机制等概念。

目前的许多研究都是围绕 OSI 的 CMIP (Common Management Information Protocol) 和 TCP/IP 的 SNMP (Simple Network Management Protocol) 这两个协议进行的。SNMP 是为 Internet 网络设计的,但它并不依赖于具体的传输协议,而是能够适应其它网络传输环境。CMIP 则是国际标准化组织 ISO 制定的公共管理信息服务,主要针对 OSI 七层协议模型的传输而设计,用来提供标准的 CMIS 服务。

一方面对这两个协议进行分析、比较^[43];另一方面研究其应用和实施的问题^[44]。

SNMP 以其简单、实用、易实施的特点已抢先占领大部分市场,而 CMIP/CMIS 是 ISO 针对异构网络提出的网络管理协议,具有很好的分布性和互操作性,CMIP 大有后来居上之感。两个标准之争还将继续,也许两者的合并和融合是一个趋势。如 Internet 为了支持 OSI 网络管理服务,在 TCP/IP 网络上设计了一个 CMOT (Common Management Information server & protocol Over TCP/IP),意思是 TCP/IP 上的公共管理信息服务与协议,它也能提供 CMIS 服务。

6 网络管理的发展趋势

信息社会对网络需求的不断扩大,各种网络技术和网络应用也在快速发展,从而给网络管理提出了新的挑战。

6.1 网络管理的集成化

随着网络技术和网络应用的迅猛发展,网络规模、范围日趋扩大,不同网络和系统间互连的情况也越来越多,从而使大多数网络具有异构性和分布性特征。对此,传统的针对特定厂商的产品系列开发的网管工具,由于所采用的网管协议和应用接口不同,这些网管工具一般不能相互访问或提供统一的开发平台,这给系统管理员带来许多问题(如各网管工具不能

共享网络管理信息、相互间不能协调工作提供跨网络的管理功能等)。而且随着网络规模、范围的继续扩大,网络的复杂性也将不断增加,问题将更加严重,因此,对网络(尤其是多厂家异构性网络)的“集成”/“开放式”/“一体化”管理已成为计算机和通信学术界与产业界和网络用户近几年亟待解决的问题,这是大势所趋。

目前,许多著名的计算机厂家在其网络管理体系结构中都举起“开放”的大旗,其中具有代表性的是DEC的POLYCENTE、HP的OpenVie、IBM的NetView和SUN的SunNet等。DEC公司针对互连网络环境提出了一个综合网络管理方案——EMA(企业网络管理体系结构),试图对该公司的网络体系结构DNA以外的网络产品进行综合管理,其中包括对SNMP网络管理方案的支持。POLYCENTER就是遵照EMA结构实现的网络管理软件。HP公司在其OpenView的体系结构中提供了一个应用编程接口(API)使网络管理用户及其网络管理应用软件与特定的网络管理协议分离,从而可支持多厂家设备之间的互操作。IBM公司在其定义的网络管理服务SNA/MS中也反映了IBM在SNA网络内实现多厂家网络综合管理的思想,为了支持各种非SNA网络设备的管理,开发了若干服务点产品,作为网络管理信息的“网关”,NetView/6000就是其中支持SNMP网络管理的产品。在NetView/6000中又通过API提供对非SNMP网络的管理。SUN公司在其SunNet软件的底层提供了与多种类型网络的异构管理连接,及与其它网络管理进程的接口,此外还提供了一个管理代理服务的API,可根据需要扩充管理代理的类型,以支持更多的网络管理协议。

尽管这些公司的产品在不同程度上都支持第三方供应商提供的网络应用,但是与实际的集成网络管理的要求还有一段距离,还有许多问题有待解决和进一步完善。

6.2 网络管理的自动化和智能化

随着网络应用的不断推广和发展,用户的需求也不断提高,网络中采用的先进技术也越来越多,网络规模越来越大,网络维护和管理的工作也越复杂,这就要求网络管理需要高度的自动化和智能化,这也是近几年网络管理发展的一大趋势。许多公司的产品中也体现了这一趋势,如提供网络拓扑的自动发现、根据预先定义的阈值设置自动动作或告警等功能。因此人工智能和专家系统在这一领域的应用越来越广泛和深入。

参 考 文 献

- 1 谢希仁,陈鸣,张兴元. 计算机网络. 北京:电子工业出版社,1994
- 2 Krishnan K R. Dynamic Traffic Routing and Network Management. IEEE Globecomsymbol 146 \[I "Times New Roman"91, 1346~1350
- 3 Goodman R F M. Network Operators Advice and Assistance (NOAA): A Real-Time Traffic Rerouting Expert System. IEEE Globecomsymbol 146 \[I "Times New Roman"92, 1240~1244
- 4 Eliasz A, Bavan S, Crowfort J. Approaches to using Neural Computing Methods to Develop Adaptive Distributed Routing Algorithms. 4th RACE TMN Conf. 1990,78~105
- 5 Matsumoto T. Neuroutin: A Novel High Speed Adaptive Routing Scheme Using a Neural Network as a Communication Network Simulator. ICCsymbol 146 \[I "Times New Roman"92, 1568~1572
- 6 Seitz J, Rothig J. Applying Expert System Technology to Plan and Configure a DQDB—MAN. EFOC—LAN, June 1991,1015~1027
- 7 Hiebert L. AI and Network Planning. AI Expert, 1988,3(9):65~81
- 8 Hong P, Sen S. Incorporated non-Deterministic Reasoning in Managing Heterogeneous Network Faults. IFIP

- TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1991, 481~492
- 9 Sutter M T, Zeldin P E. Designing Expert Systems for Real-Time Diagnosis of Self-Correcting Networks. *IEEE Network Mag.*, Sept. 1988, 43~51
 - 10 Frontini M, Griffin J, Towers S. A Knowledge-Based System for Fault Location in Wide Area Networks. I-FIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1991, 519~530
 - 11 Rahali I, Gaiti D. A Multi-Agent System for Network Management. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1991, 469~480
 - 12 Farkouh S C. Managing ATM-Based Broadband Networks. *IEEE Comm. Mag.*, May 1993, 82~86
 - 13 Nilausen J. Isolating Problems in a Token-Ring Network. *Int. Journal of Network Management*, Wiley, June 1992, 100~107
 - 14 Sankar R, Yang Y Y. An Automatic Failure Isolation and Reconfiguration Methodology for FDDI. *IEEE ICCsymbol 146 \f "Times New Roman" 92*, 186~190
 - 15 Eberpacher J. Fault Tolerance in Ring and Bus LANs and MANs. *EFOC-LAN*, June 1991, 354~362
 - 16 Shimazaki H, Takahashi N. An Integrated ISDN Fault Management System. *IEEE Globecomsymbol 146 \f "Times New Roman" 90*, 1503~1507
 - 17 Neumair B. Modelling Resources for Integrated Performance Management. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1993, 109~121
 - 18 Bapat S. Optimizing OSI Management System Performance. *IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman" 92*, 149~159
 - 19 Chen X, Leslie I M. Neural Adaptive Congestion Control for Broadband ATM Networks. *IEE Proc.* 1992, 139 (3), 233~240
 - 20 Kheradpir S, Gerfshat A, Stinson W. Performance Management in SONET-Based Multi-Service Networks. *IEEE Globecomsymbol 146 \f "Times New Roman" 91*, 1406~1411
 - 21 Mathis P W, Kim B C. Network Performance Monitoring and Fault Detection on the GTNET. *IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman" 92*, 579~585
 - 22 Chou W, Benett L. An Expert System for Diagnosing Performance Problems in SNA Networks. *Proc. of Network Management and Control Workshop*, New York, 1989, 168~189
 - 23 Silver B, Frawley W, Iba G, Vittal J. ILS, A System of Learning Distributed Heterogeneous Agents for Network Traffic Management. *IEEE ICCsymbol 146 \f "Times New Roman" 93*, 1993, 587~593
 - 24 Kleinoder W. Constraint Logic Programming for a Virtual Path Bandwidth Manager. *4th RACE TMN Conf.*, 1990, 161~180
 - 25 Wiener M J. O&M of Security: Public Key vs. Private Key. *IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman" 90*, 75~98
 - 26 Graft D, Pabrai M, Pabrai U. Methodology for Network Security Design. *IEEE IPCCsymbol 146 \f "Times New Roman" 90*, 675~682
 - 27 Bellovin S M. Security Problem in the TCP/IP Protocol Suite. *Computer Communication Review*, April 1989, 32~48
 - 28 Ford W. Security Techniques for Network Management. *IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman" 92*, 680~696
 - 29 Prestun K, Johnson O, Larsen O. An Architectural Approach to TMN Security. *Proc. of the XIII Int. Switching Symp.*, Sweden, 1990, 6, 125~130
 - 30 Gahan C. New Ideas for More Secure LANs. *Networksymbol 146 \f "Times New Roman" 92*, Birmingham, 3, 175~180

- 31 Bottura G. Charging and Tariffing Functions and Capabilities for MANs. IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman"92, 208~218
- 32 Mackay K W. Tariffing and Bandwidth Management in ATM etworks. IFIP Conf. on Broadband Communica-tions, 1992, 325~356
- 33 Giles D L. Usage Measurement in Support of Billing for Connectionless Data Services. IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman"90,121~147
- 34 Yamamuro M, Matsushita M, Wakano M. TMN Implementation Strategy Based on OSI Management Stan-dards. IEEE/IFIP Cracow Workshop on Network Management, 1993,1102~1129
- 35 Kositpaiboon R, Smith B. Customer Network Management for the B-ISDN/ATM Services. IEEE ICCsymbol 146 \f "Times New Roman"93, Geneva, May 1993, 1~7
- 36 Veoni J M. Overview of an Integrated Network Management Architecture for a Large Heterogeneous Network. IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman"92, 279~289
- 37 Boutaba R, Znaty S. Towards Integrated Network Management, A Domain/Policy approach and its Application to a High Speed Multi--Network. IEEE NOMSsymbol 146 \f "Times New Roman"94,56~70
- 38 Fink B, Baldus H, Moller M. et al. An Integrated Architecture for Networked Systems Management. IEEE ICCsymbol 146 \f "Times New Roman"93, Geneva,1993,8~12
- 39 Schott B, Clemm A, Hollberg U. An ISO/OSI--based Approach for Modelling Heterogeneous Networks. 4th I-FIP Int. Conf. on Information Networks and Data Comm. , 1992, 377~389
- 40 Saylor M. Junction Objects; A Solution to a Problem in Naming and Locating OSI Managed Objects. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1993,161~173
- 41 Nakai S. MIB Design for Network Management Transaction Processing. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Inte-grated Network Management, 1993,97~107
- 42 Bapat S. OSI Management Information Base Implementation. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1991,817~832
- 43 Gering M. CMIP versus SNMP. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Management, 1993, 347~359
- 44 Densmore M. Providing CMIS Services in DECmcc. IFIP TC6/WG 6.6 Symp. on Integrated Network Man-agement, 1991,313~326