

计算机网络 网络管理 体系结构 操作维护 (17)

网络管理体系结构综述

69-71

A Survey of Network Management Architecture

赵慧 蔡希尧 TP393

(西安电子科技大学软件工程研究所 西安 710071)

Abstract The importance of network management is clearer as the increasing of the size and the complexity of the network. The computation models of Client/Server and Web require the network management especially. In order to enhance the scalability, flexibility and the interoperability, the network management architecture has evolved from centralized to decentralized or distributed architecture. It also has close relation with the development of the computer network. The drawbacks of centralized architecture is analysed. From the angle of technologies, the distributed architectures are discussed. Also, the effects of Internet on network management architecture are described.

Keywords Networks management, Architecture, Object model, CORBA, Internet

一个计算机网络往往由多层次、异构的多家厂商产品以及不同用户的应用组成。操作系统可能包括所有的主流操作系统,系统结构可以是主机系统、Client/Server 系统,Internet/Intranet 或几种方式的组合,而网络设备则有各种高端的和低端的产品。随着系统的规模和复杂度的提高,网络失效、性能欠缺、资源配置、安全等问题随之出现,因此需要有效的、完整的网络管理系统来监测、控制网络的资源和服务,致使网络管理系统本身也越来越复杂。网络管理系统的体系结构是决定管理的主要因素,通常认为有两类,一类是集中式的,采用单一的管理系统监控整个网络,通常以平台为中心(platform-centred)^[1],即应用与数据及监控的设备是分开的。另一类是非集中式体系结构,包括层次的和分布式的,采用相对独立的自治管理,缩短轮询间隔,具有较高的扩展性和柔性,是今后网络管理系统趋向于采用的体系结构。

网络管理体系结构的研究能够使设计人员在较高的抽象层次分析管理功能,而且对于管理协议和服务的设计有一定的指导意义,本文首先对典型的网络管理系统进行简要分析,然后对集中网络管理的体系结构及其问题进行论述,接着分析了分布式网络管理体系结构及其相关的技术,最后说明了 Internet 技术对网络管理体系结构的影响。

1 网络管理概述

典型的网络管理系统由两部分组成^[1-4],即在网络管理工作站上运行的管理方进程和嵌入网络元素的代理方进程,二者以 Client/Server 方式工作。代理方(Server)负责监控所嵌入的网络元素,并收集管理信息库(MIB)中的数据。管理方(Client)使用网络管理协议(CMIP/SNMP)从代理方获取 MIB 的数据,或向代理方发出操作指令的请求。通常管理方采用远程轮询 MIB 数据的方式进行监测、分析和控制网络;代理方也可以通过 Trap 告知管理方自己发生的事件。图1示意了典型的网络管理系统。

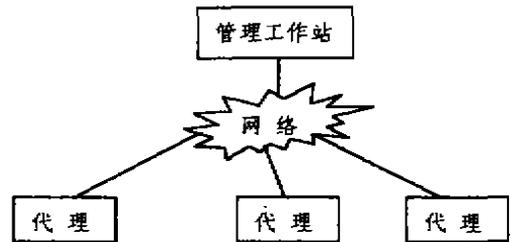


图1 典型网络管理系统

Client/Server 计算模式和 Web 方式的广泛使用,使网络管理的体系结构也发生了变化。目前大多数网络管理采用集中方式,即由一个管理系统管理整个网络,对于管理大型的异构网络存在许多不足。

非集中方式的网络管理体系结构包括层次方式和分布式,其中层次方式采用管理方的管理方(MOM, manager-of-manager)的概念^[1,2],以域为单位,每个域一个管理方,它们之间的通讯通过上层的 MOM,不直接通讯。这种方式相对来说具有一定的伸缩性,通过增加一级 MOM,层次可进一步加深。分布式是端对端(peer-to-peer)的体系结构,整个系统有多个管理方,各自负责一个域,它们之间可以相互通讯。将管理方分布在网络的几个工作站上,增加了管理的可靠性和健壮性,而在通讯方面的费用则降低了。提高代理方的柔性是分布式网络管理面对的主要问题。对于选择集中式还是非集中式,文[5]提出了一些粗粒度的度量指标,如图2表示。

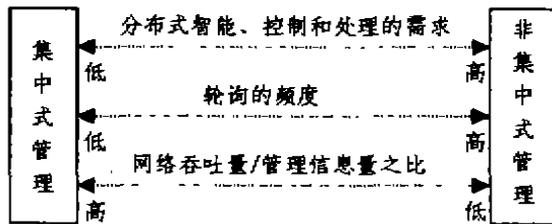


图2 集中式/非集中式选择度量指标

2 集中式体系结构及其缺陷

目前在大多数中、小型网络中,网络管理系统采用的是集中式网络管理体系结构。整个网络系统由一中央管理系统(称作网络管理工作站)负责控制整个系统,通常由一个管理方和多个代理方组成。如图1典型网络管理系统所示。代理方的管理功能是预先定义的,负责收集网络元素的数据,并执行管理方发出的管理操作指令。管理方通过网络管理协议从代理方获取数据以及发出管理指令。这种方式最明显的缺陷是网络管理工作站一旦失效,整个系统就崩溃了,而且它不能随着网络的复杂度及规模的增大而伸缩。

以平台为中心的模式是集中方式的变迁。在这种模式中,单一的管理方被分成两部分:管理平台和管理应用。管理平台主要关心收集的信息并进行简单的计算,而管理应用利用管理平台提供的服务进行决策和执行更高级的功能,由此带来的优点是管理应用不必关心协议的复杂性和异构性。

尽管集中式网络管理在特定的环境可以发挥出较大的功效,但是这种结构存在着诸多不足:

(1)网络管理系统不能随着网络的规模和复杂

度而伸缩,因为MIB中的数据和控制功能是在MIB设计时确定的。

(2)因为网络管理的逻辑是在管理工作站进行计算,因此需要大量的带宽完成设备数据的传输,有效性差。

(3)代理是非柔性的,对网络的可管理性有一定的限制。例如,轮询的变量的数量以及频度的限制。如果仅仅在管理平台完成数据分析,则数据的访问的处理速度不能随着网络规模和复杂度而伸缩。

(4)大量高层的管理平台与代理方之间的交互,导致系统的代价增加。

(5)管理方-代理方这种Client/Server方式导致了协议的专一性,例如必须解决SNMP和CMIP的互操作问题。

(6)网络管理系统使用被管理网络本身完成与代理方的通讯,加重了网络的负担。

(7)管理工作站是系统中最脆弱的部分,因为所有的管理功能都集中于一个管理工作站,依赖物理上分离的代理方所收集的数据。一旦管理方超负载或死机,代理方因必须等待管理方指令而无法恢复系统。

3 分布式网络管理及其相关技术

从集中式网络管理体系结构可以看出,整个网络管理系统实质上是一个Client与多个Servers的客户服务器系统,存在许多不足之处。在分布式网络管理体系结构中,几个对等管理方同时运行于网络中,每个管理方管理系统的的一个特定部分(域),管理方之间可以相互通讯或通过高级管理方进行协调。主要有OSF的DME^[6]、Mbd^[7,8]、TMN等体系结构标准,而分布对象技术规范CORBA^[9-11]在分布网络管理中的作用越来越受到重视,影响了网络管理的体系结构。

3.1 DME

DME是OSF分布式计算环境DCE的一部分^[6],是一种系统管理和网络结合在一起的结构,独立于操作系统并支持现有的网络管理标准。DME由管理框架和分布服务构成,新的框架采用面向对象的技术,网络管理系统与网络设备是对等的对象,二者之间的通讯抽象为对象之间的消息传递。RPC机制是实现两者通讯的手段,DME体系结构允许扩充新的服务,由两个重要部分组成:管理请求代理MRB(Management Request Broker)和对象服务器,如图3所示。MRB是DME框架的核心,实现了访问

DME 服务的基本的 API,为 CMIP/SNMP 提供了标准的编程接口,也为管理应用提供了调用 DME 对象的方法的途径,通常采用 RPC,对象服务器用来访问对象中的数据以及建立或删除一个对象的实例,MRB 不论何时收到一个消息,它将消息发送给与目标对象关联的对象服务器。MRB 采用 DCE 目录服务定位对象。DME 的一个突出的问题是,倘若各网络管理应用开发商均采用统一的 DME 框架,就会失去各自的特点,同时也失去了各自的优势,这也是 DCE 被广泛采纳而 DME 没有的原因。

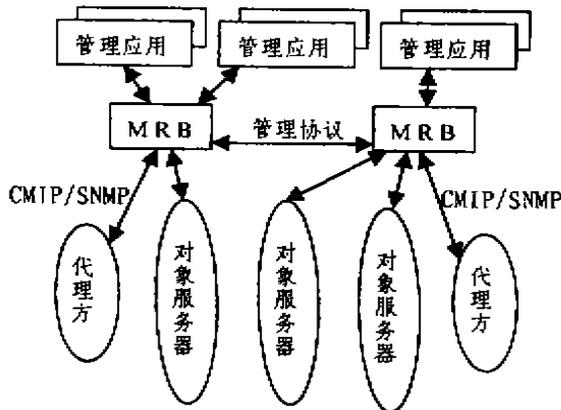


图3 DME 体系结构

3.2 MbD(Management by Delegation)

MbD(Management by Delegation)模型^[7,8]是由 Yemini 等人在1991年提出的,为了解决传统的 Client/Server 模式的网络管理缺少柔性和适应性的问题。五年之后,IETF 和 ISO 致力于使其标准化,两个组织分别推出了各自的体系结构。MbD 的基本概念是弹性服务器。设一进程实例 $\Pi = \{\Psi, \Phi\}$,由程序代码 Ψ 和当前状态 Φ 定义, Ψ 是 Π 可调用的程序代码,包括程序代码和链接库, Φ 是由线程集合 $\{T_i\}$ 和所有与其地址空间关联的数据组成。由此,弹性进程实例 $\Pi_s = \{\Psi_s, \Phi_s\}$ 指的是在程序运行中可以被修改,即 Ψ_s 和 Φ_s 在执行中均可以被扩充或删除。远程委派协议 RDP 是委派者用来将代码传输给弹性进程并控制其执行的应用层协议,它使远程进程执行调度控制以挂起和恢复线程,而且可以委派进程与线程之间进行通讯。弹性 S 是具有一动态可改变的接口的弹性进程,这个接口是能被客户远程调用的服务集 $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 。与其它分布方式不同, MbD 通过委派协议 DP 将管理进程委派给代理方,并在代理方执行管理操作,而不涉及管理方。图4示

意了这一过程。

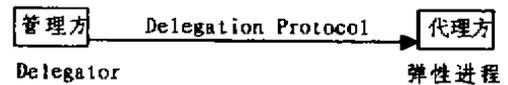


图4 委派

处于代理方的弹性服务器将编译好的对象代码装入多线程的运行环境,多个管理进程之间通过共享内存通讯。著名的 MbD 研究原型有 Columbia 大学基于弹性服务器的系统;SNMP 研究的基于 SNMP 脚本语言的系统;Braunschweig 技术大学用 Tcl 语言和事件驱动的系统等。Java 语言的出现促进了 MbD 的研究。

3.3 CORBA 在网络管理体系结构中的应用

CORBA^[9]是 OMG 最初为分布对象计算制定的规范,主要特征是 ORB 以“软件总线”的角色,在分布计算结点上的对象之间透明地传递消息。使用 IDL 说明对象的属性和操作,隐藏了实现细节。IIOP 使不同的 ORB 之间可以相互通讯,并且提供了在异构系统上集成遗留系统的机制。动态调用(DI)机制通过动态调用接口 DII 访问预先不知接口的对象。对象适配器则可完成与其它对象系统的互操作,它提供访问 ORB 服务的实现,常用的是 BOA 方式,OMG 还定义了一系列 CORBA 服务^[14]。目前 OMG 定义的对象服务主要有名字服务、事件通告服务、持久对象服务、生命周期服务、并发控制服务、外部化服务、关系服务、事务服务、查询服务、许可证服务、特性服务、时间服务、安全服务、交易对象服务和对象集合服务。基于 CORBA 的网络管理充分利用了 CORBA 互操作机制,主要是在 OSI 和 Internet 体系结构之间做桥梁并包装、集成遗留管理系统。

网络管理论坛(NMF)制定的 CORBA、CMIP 和 SNMP 域之间的管理规范 JIDM^[12]和文[11]提出的 GOM,目的是解决如何使用 CORBA 建立管理应用和被管理应用。技术方法解决的是 GDMO/ASN.1 与 IDL 之间的映射,文[11]和[12]分别采用的是静态和动态方式。其中文[11]通过元数据信息库和类属类 GenObj 的抽象以及 CORBA 的 DII 实现了动态映射。二者的管理模型依然是管理方-代理方的模式。

除此之外,CORBA 服务在网络管理系统和被管理系统之间作为中间件^[16],整个网络管理系统完全以 CORBA 的体系结构为基础,通过 ORB 进行通讯,如图5所示的一种结构,这种模式需要解决的问

题是定义网络管理相关的类、抽象管理功能以及特定于网络管理的 CORBA 服务的实现。

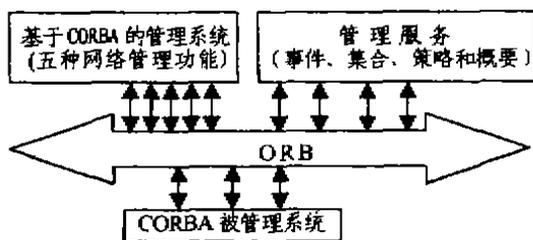


图5 基于 CORBA 服务的网络管理体系结构

4 Internet 技术对网络管理体系结构的影响

随着 Internet 技术的广泛应用,使传统的用单一管理平台管理网络的方式暴露一些缺点,如网络平台软件和硬件价格昂贵,安装、运行以及维护复杂;集中方式引起的瓶颈造成规模难以伸缩,也不便于远程访问管理平台上的数据和工具。WWW 和 Java 提供了克服上述缺点的手段,主要技术规范是 DMTF 和 IETF 制定的 WBEM^[15-18]和 SUN 公司扩展的 JMAPI^[19]。

4.1 WBEM

WBEM 旨在提供一个可伸缩的异构的网络管理机构,Web 浏览器作为用户的界面,与主要的网络管理协议兼容。WBEM 定义描述了体系结构、协议、管理模式和对象管理器,管理信息采用 HTML 或其它 Internet 数据格式并使用 HTTP 传输请求。WBEM 包括以下三个部分:

•HMMS(HyperMedia Management Schema)。一种可扩展的、独立于实现的公共数据描述模式,能够描述、实例化和访问各种数据,是对各种被管理对象的高层抽象,它由核心模式和特定域模式两层构成,核心模式由高层的类以及属性、关联组成,将被管理环境的元素分成被管理系统元素、应用部件、资源部件和网络部件,特定域模式继承了核心模式,采用其基本的语义定义某一特定环境的对象。

•HMMP(HyperMedia Management Protocol)。一种访问和控制模式的部件的协议,用于在 HMMP 实体之间传递管理信息,属于应用层的协议,由 HMMP 客户向 HMMP 服务器发出管理请求, HMMP 服务器完成管理任务后返回响应。HMMP 客户可以是专门针对特定设备的管理进程,也可以是一般的交互式浏览器,它能够管理由 HMMP 管

理的任何对象。HMMP 服务器可以层次的方式实现,在高层, HMMP 服务器具有复杂的对象存储,作为许多不同被管理设备的代理;在低层,可以没有对象存储,仅仅作为 HMMP 的一个子集。HMMP 客户和 HMMP 服务器角色可以互换。

•HMOM(HyperMedia Object Manager)。实现了 HMMP 的大部分并且作为一代理代表 HMMP 客户请求,这样的 HMMP 服务器称作 HMOM。具有特色的是, HMMP 客户主要与指派的 HMOM 通讯,它可以直接满足请求,减轻了 HMMP 客户定位和管理网络上多种设备的负担。图6示意了 WBEM 的体系结构。

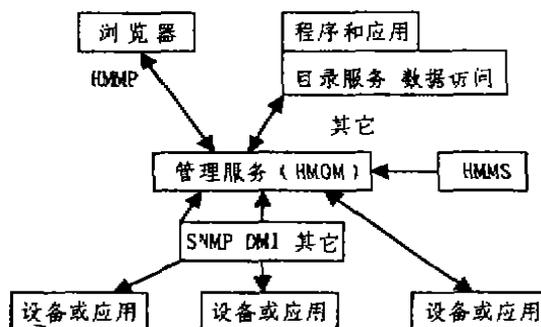


图6 WBEM 的体系结构

4.2 JMAPI

Java 计算环境提供了跨越操作系统和网络传递应用的基本能力。SUN 公司充分利用了这个特性,扩展了 Java 的基本类库,即 JMAPI,使其能够解决分布系统管理的问题。JMAPI 不仅仅是一些类库的集合,它具有独特的网络管理体系结构。图7表示了这一体系结构。JMAPI 由三个部件组成:浏览器用户界面、管理运行模块和被管理元素,这三个部件之间通过 JRMI 进行通讯。其中,浏览器用户界面是管理人员执行操作的界面,包括管理视图模块(AWT 之上的类集合,提供用户界面和应用层功能)、被管理对象接口和支持 Java 的浏览器;管理运行模块为应用实例化管理对象,是管理的核心,由 HTTP 服务器、被管理对象工厂、被管理数据接口代理对象接口和通知分发器组成;被管理元素指网络上被管理的系统和设备,由代理对象工厂构成。

JMAPI 是一轻型的管理基础结构,价值在于对被管理资源和服务实现了抽象,提供了低层的基本类集合,开发人员在保证大多数公共管理类的完整性和一致性的前提下,进行扩展以满足特定网络管理应用的需要。

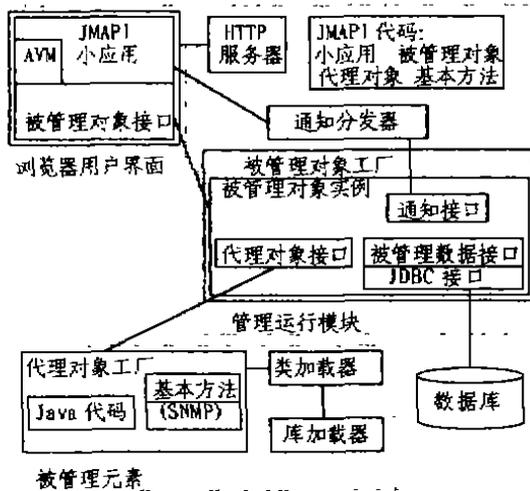


图7 JMAPI 管理体系结构

结束语 本文综述了网络管理体系结构的研究。在分析集中方式的缺陷的基础上,从 DME、Delegation 和 CORBA 三个方面讨论了分布方式体系结构,Internet 技术的发展对网络管理体系结构的研究起一定的推动作用。

参考文献

- 1 Divakara K U. Network Management Systems Essentials. McGraw-Hill. 1995
- 2 William S. SNMP and SNMPv2: The Infrastructure for Network Management. IEEE Communications Magazine, 1998(Mar.)
- 3 Ray H. SNMP, SNMPv2 and CMIP—the Technologies for Multivendor Network Management. Computer Communications, 1997, 20(2)
- 4 Lakshmi R. OSI Systems and Network Management. IEEE Communications Magazine, 1998(Mar.)
- 5 Mohsen k, et al. Decentralised Approaches for Network Management. Computer Communication Review, 1997, 27(3)
- 6 Open Software Foundation. DME. Available at: http://

- web1.osf.org/comm/lit/lit-dme.html
- 7 Schonwalder J. Network management by delegation—From research prototypes towards standards. Computer Network and ISDN Systems, 1997, 29(11)
- 8 German G, Yechiam Y. Delegated Agents for Network Management. IEEE Communications Magazine, 1998 (Mar.)
- 9 Steve V. CORBA: Integrating Diverse Application Within Distributed Heterogeneous Enviroments. IEEE Communication Magazine, 1997(Feb.)
- 10 Alexander K. Service-based Systems Management, Using CORBA as a Middleware for Intelligent Agents. In: Proc. of the IFIP/IEEE Interl. Workshop on Distributed Systems, Operations & Management. L' Aquila, Italy, 1996
- 11 Luca D, et al. Static vs. Dynamic CMIP/SNMP Network Management Using CORBA. In: Proc IS & N' 97. Como, Italy, 1997
- 12 Joint Inter-Domain Working Group, X/Open and Network Management Forum. Joint Inter-Domain Management Specifications: Specification Translation, April 1995
- 13 Juan P, et al. CORBA for Network and Service Management in the TINA Framework. IEEE Communication Magazine, 1998(Mar.)
- 14 OMG. CORBAServices: Common Object Services Specification. OMG Document, November 1997
- 15 Won-ki H J, et al. Web-Based Intranet Services and Network Management. IEEE Communication Magazine, 1997(Oct.)
- 16 Patrick T J. Web-based Enterprise Management Architecture. IEEE Communication Magazine, 1998(Mar.)
- 17 Raouf B, et al. An Outlook on Intranet Management. IEEE Communications Magazine, 1997(Oct.)
- 18 Available at: http://wbem.freerange.com. WBEM Document
- 19 Sun Microsystems, Inc. Java Management API Architecture. June 1996

(上接第66页)

结束语 拥塞及其控制是计算机网络设计和网络应用必须面对的问题。本文提出了一种新的分类方法,将计算机网络中的拥塞控制机制分为“基于网络系统”和“基于网络应用”两大类,并从此角度出发,较系统地说明了拥塞与拥塞控制的概念、本质、具体方

法和设计标准。随着连续媒体在网络上越来越多的应用,拥塞控制越来越显现出其重要性,我们希望本文的研究能对将来的网络设计和网络应用提供一些帮助。

(参考文献共15篇,略)