

一种基于主动网络的管理模型研究^{*}

邹显春 何俊梅 周彦晖

(西南师范大学计算机与信息科学学院 北碚400715)

摘要 主动网络是一种新型网络体系结构,可以为网络协议、网络服务的快速提升和部署提供简单的网络平台。本文讨论了传统网络管理(NN)中存在的问题,分析了主动网络管理(ANN)体系结构与管理机制。重点讨论了一种基于节点为核心的主动网络分层管理模型,并分析了该模型的结构、管理机制、设计要点和各层关系,说明了本方案能够较好地适应主动网络的特点和管理的需求。

关键词 主动网络,网络管理,管理模型

The Research of the Management System Model of Active Network

ZOU Xian-Chun HE Jun-Mei ZHOU Yan-Hui

(Faculty of Computer and Information Science, Southwest Normal University, Chongqing 400715)

Abstract Active network is a kind of novel network architecture. It provides a simple networking platform, which is flexible and extensible at runtime and enables the rapid evolution and deployment of networking protocols and services. This paper analyzes the problems of traditional network management (NN), the structure and mechanism of the active network management (ANN) system. It introduces a layered design pattern of active network management (ANN) based on the kernel of management of active node, and studies the structure, management mechanism, design outline and each connection of the management system. The paper proves this pattern can adapt the characters of active network and its management.

Keywords Active network, Network management, Model of management

网络管理 NM(Network management)是一项复杂的系统工程,由于目前网络的规模越来越大、网络的业务种类繁多、流量越来越重,因此原有的网络体系及管理方式已难以胜任当今网络的发展的需要。主动网络 AN(Active Network)就是针对传统网络发展中所遇到的实际问题而出现的。主动网络的概念是1995年由 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)研究协会提出来的。它改变了传统网络的体系结构,为网络的快速发展提供了一个契机。基于主动网络的管理技术是将主动网络与网络管理相结合的新型网络管理技术,势必将加大网络管理的现代化进程。

1 主动网络

与传统的网络相比,主动网络赋予网络“编程”的功能,即网络的行为是可控制的并且与应用是相关的。主动网络把更多的计算处理任务放在网络节点中,在不增加带宽的情况下,更加有效和智能地利用现有带宽,使资源得到充分使用。主动网络具有更大的优势,它可以为分布式系统更好地协调不同设备的工作、进行负荷的均衡处理、有效地避免单点故障;主动网络加速了网络结构的更新,由于主动网络中节点可编程控制,因此任何用户的程序都可以视为是对节点功能的扩充,这意味着网络结构和技术的更新工作都分配给了所有的用户,也不再需要为网络的每一种新功能制定新的标准,只需要制定主动网络语言的标准即可;主动网络还可以方便地实现网络的监控和事件过滤的智能化管理,主动网络中的交换设备之间以及交换设备与用户之间可以交换程序代码,有利于提高网络协议的适应性,因此它具有比传统网络更为强大的交换能力。因此,主动网络具有更加广阔的前景。

2 网络管理体系

2.1 传统网络管理系统

目前计算机网络管理多为 C/S 的集中式体系结构,其中最主要的代表是简单网络管理协议 SNMP。基于 SNMP 的网络管理系统模型如图1所示。

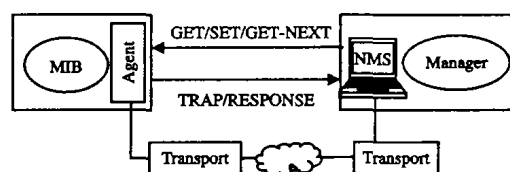


图1 SNMP 网络管理模型

在该网络管理系统模型中,被管网络设备由两部分组成:代理进程(Agent)和管理信息库(MIB:Management Information Base)。MIB是对网络被管对象信息的逻辑描述,它包含被管网络设备的配置、状态、错误和性能等方面的信息;Agent驻留在被管网络设备中,与远程的网络管理系统(NMS:Network Management Station)通过SNMP协议通信,访问、控制MIB变量。NMS是整个网络管理的核心,它通过轮询被管设备获得该设备上管理信息库MIB中相关变量的值来获得网络的运行状态。

SNMP的网络管理是一种集中式、单序、反应式的模式。NMS作为信息汇集的中心,成为网络流量的瓶颈,同时各被管设备的功能不能动态调整。随着网络规模和复杂性的增加以及大量异构网络的存在,这种模式已很难适应对大型复杂网络的管理要求。

^{*} 基金项目:西南师范大学青年基金资助项目(41322);西南师范大学校改项目(290-411021)。邹显春 副教授,主要研究领域为计算机网络、软件工程。

2.2 主动网络管理系统的特点

根据主动网络的结构特征,我们提出了一种基于主动网络的管理模型 ANM。该模型强调以节点为管理核心,运用主动包将管理工作分散到主动网络的各个节点上,充分利用了主动网络的主动性、动态性和智能性,以实现主动网络的分布式智能管理。图2显示了运用这种结构的主动网络模型。在该模型中,用户的管理程序和监视程序采用 ANEP 标准封装成包并送到 ANEP 自适应数据鉴定器和监视器 Daemon(Data Adaptive Evaluator and Monitor),再由 Daemon 将包注入到网络中。图2中的 P 即为用户管理程序(Network Management Program),它是可传送的主动包;图中的 D 为 Daemon,它驻留在网络中的节点中。主动包在网络中的传送有端到端(end-by-end)或逐段转接(hop-by-hop)两种方式,在前一种方式下,主动包中的程序代码仅在目的端被执行;而在后一种方式下,主动包中的程序代码可在源端、目的端及中间的所有段被执行。主动包中包含代码的程序可以将网络中任何一个主机运行结果带回到源端。

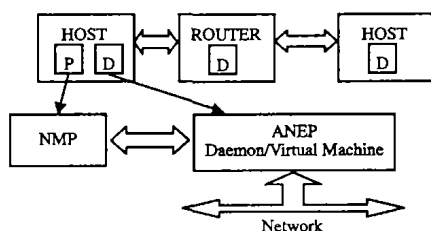


图2 运用 Smart 包的主动网络管理结构

在节点中,操作系统中安全策略数据库(Security Policy Database)和安全执行引擎(Security Enforcement Engine)保障了结点的安全。当 AA 或者 EE 中的实体需要结点操作系统提供服务时,由 EE 向 NOS 发出请求消息,该请求消息中带有主体标识符用以指明请求的生成者。结点操作系统收到消息后,将它提交给安全执行引擎,若通过了身份验证,再检查安全策略数据库,最后执行相应操作完成执行环境所请求的服务。

图3是基于上述模型的主动网络节点结构。其中 NOS 工作在底层,它主要进行资源管理、存取控制等,还负责基本的网络功能、代码或结点的安全等。NOS 管理 EE 提出的访问请求,为 EE 屏蔽底层资源的分配细节。EE 类似于一般计算系统中的“Shell”程序,提供相应网络服务的可编程接口或虚拟机。EE 主要完成主动包的解释和执行,一个节点中可有多个 EE,各个 EE 之间相互独立。

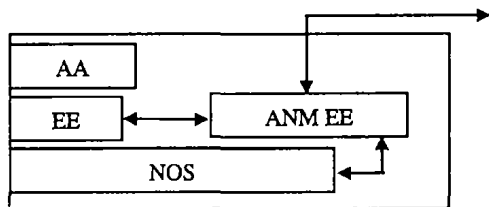


图3 主动网络管理系统中的节点

为实现对节点的管理,在 NOS 与 EE 之间增加了节点管理器 ANM(ANet Node Mgr),它实现主动网络节点的 Daemon 功能,为节点提供一个安全可靠的运行环境。ANM 与本地节点适配器(通过 Node OS API)一起访问相应数据,设置管理功能和控制相应事件。并通过与 EE 的相互协作实现管理节点 EE 设置、性能并处理运行中出现的问题;调整 SW 使其能够动态地适应主动应用的变化;通过其它的 EE 或 AA

实现对节点配置对象的管理。

3 基于主动网络管理系统的模型

3.1 主动网络管理系统功能

对于主动网络而言,网络管理也应完成传统网络的配置管理、性能管理、故障管理、安全管理和计费管理五大功能。节点是主动网络的核心。在实际运行中,节点的结构、行为和属性都可能会随时发生变化,因此对主动网络的管理也提出了新的要求。除实现传统的网络管理功能外,主动网络管理主要应实现下述要求:

(1)新的管理业务动态加载:主动网络具有新业务动态加载的功能。在主动网管系统中,针对新的业务,用户可以编制相应的管理业务代码并将这些管理业务动态地加载到主动节点,不需要变动原有的管理功能、管理信息库等,这有利于新的网管软件、协议的开发。

(2)动态 MIB 的创建与维护:在实际运行中,主动节点的结构和行为可能会发生变化,当一个主动网管系统运行之前,一些被管实体的 MIB 可能还是未知的。为了适应这种特点,主动网管系统必须提供一种可动态创建和维护的 MIB 机制来捕获和表达主动节点的动态结构和行为,可以根据管理业务的需要,动态地构建被管实体的 MIB,并加载到主动节点中,同时动态地进行维护和管理。

(3)代码移动:主要指网管工作站怎样将主动业务和代码加载进入主动节点。利用主动网络本身技术,实现代码移动的方法有两种:离散型和集成型。这两种方法分别适用于美国 Pennsylvania 大学项目组研制出来的基于可编程的交换节点(Programmable Switch)的离散方案如 Switchware 和 MIT 实验室提出来的基于容器(Capsule)的集成方案如 Activeware 的体系结构。

3.2 主动网络管理系统结构

根据主动网络的管理特点及主动网络的结构特征,我们提出了一种主动网络的管理模式(ANM)。该管理强调以节点为管理核心,充分利用了主动网络的主动性、动态性和智能性,以实现主动网络的分布式智能管理,其框图如图4所示。

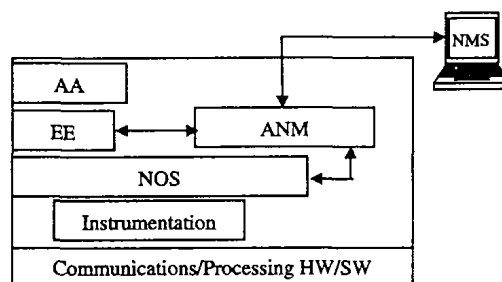


图4 主动网络管理系统框图

在图4的管理模型中,在 NOS 与 EE 之间增加了节点管理器 ANM(ANet Node Mgr),在节点 NOS(Net OS)与底层之间包含了指令适配器(Instrumentation),实现了对节点的管理。ANM 由一系列 SW(SoftWare)组成。以实现对节点的监视、设置、分析与控制。ANM 与本地节点适配器(通过 Node OS API)一起访问相应数据,设置管理功能和控制相应事件。并通过与 EE 的相互协作实现管理节点 EE 设置、性能并处理运行中出现的问题;调整 SW 使其能够动态地适应主动应用的变化;通过其它的 EE 或 AA 实现对节点配置对象的管理。

图5是这种管理模式的结构图。在该图中,管理系统由节

点管理层(Local Mgrs SW)、建模层(MODELER)和指令适配层(Instrumentation)组成,实现对节点的管理、配置、分析与监控。管理系统通过控制节点的 EE 实现对节点的配置、故障和性能管理,通过节点 OS 的 API 发出指令来访问节点的数据、配置节点及操作事件,同时还为 EE 提供一套 API 接口,以使主动应用(App)可以动态地适应与配置网络资源、对网络性能进行监视。

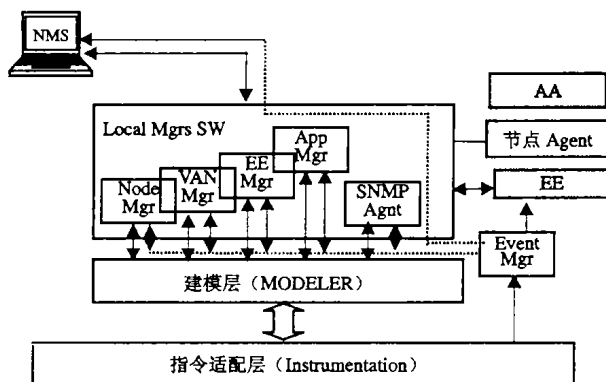


图5 基于节点的主动网络管理模式层次结构

3.3 主动网络管理系统结构分析

下面我们对本系统模型的结构进行分析:

(1)指令适配层(Instrumentation):位于管理系统中的底层,它提供了各种适配器来访问不同类型节点的事件和管理数据,指令适配器通过动态 MIB 来实现访问,其结构如图6所示。在适配层中提供了从高层到底层的适配功能节点指令、VAN、EE 和 APP 等并提供相应的指令。如当有新的 EE 或 App 加入节点时,通常会有提供访问新的相应服务或性能的接口指令,这些信息都将输入一个可扩展的动态 MIB 中并由此来扩展这些操作。动态 MIB (AMIB) 与现在的 SNMP MIB 很相似,不同处是:AMIB 每一个变量有一个特定的方法和调用该方法的约定,指令适配层通过调用该方法来访问相关网络服务的信息;每一个变量都具有相应属性的特征定义,这些属性用以规定轮询形式、访问形式、同步请求等。

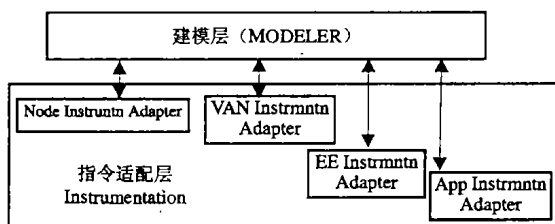


图6 主动节点指令适配层结构

(2)数据建模层(MODELER):将由底层所采集到的数据统一成网络管理应用程序所能够理解的数据格式。数据建模层的主要功能是提供节点的 EE 调用的各种方法。

建模层的总体目标是将管理数据组织成统一的形式,供本地或远程管理应用程序访问和分析网络配置和性能,它能够使管理器设置和控制网络组件及其相关行为。数据建模层分布在网络在各个节点中,可支持一定的重载缓存机制,以提高访问网络管理信息的速度。

数据建模层应提供管理信息模式:

- 网络拓扑模型,包括物理层、IP 层、虚拟网络层以及这些层之间关系的拓扑结构。

- 节点的网元操作模式,包括节点硬件与软件指令和对一个节点主动网元的操作。

基于以上所述,数据建模层设计的关键在于:

- 如何改进和组织网络组件的数据模型以实现管理的自动化;

- 如何在多节点中统一分布建模层,以通过重载缓存机制实现对建模层的高效访问;

- 如何在建模层中快速动态的变化来主动网元的变化。

(3)节点管理层(Local Mgrs SW):负责管理节点的一系列资源,如 VAN、EE、App、SNMP Agent 等,并与管理工作站 NMS 相连接,可以使网络 NMS 上的软件动态地适应主动应用的变化,也便于实现远程网络管理。

节点管理层中各个管理器可实现在运行期间的动态装载与配置,它们可视为运行在 NM EE (网络管理环境) 中的 AAs (主动应用)。

节点管理层主要实现本地或远程节点管理的各项功能,它也是采用动态装配方法实现在网络管理中的服务的分布。在节点管理层中的各个管理器既可以访问建模层提供的功能,也可以访问动态 MIB 库,它们是主动网络管理系统的基本构成模块。其主要构成模块有:

- 本地节点管理器(Local Node Mgr):管理本地的硬件、软件与带宽资源,它可以配置和监视这些资源的性能并处理它们的操作故障。

- 虚拟网络管理器(VAN Mgr):VAN 是组织管理网络中一组节点行为的一个单元,其主要功能是配置和监控网络的性能以实现远程网络的管理。包括创建和配置一个虚拟网络、分配本地资源、监控虚拟网络的性能和故障并进行恢复处理,具体有:①创建和终止一个 VAN,并支持节点加入一个 VAN 或从 VAN 中分离;②定位节点为支持 VAN 而分配的带宽、处理器或内存资源;③通过各自的虚拟链路连接 VAN 节点;④绑定 VAN 中节点为支持端到端连接性所需的主动元素;⑤提供 VAN 的行为和交互所需的安全性;⑥监视 VAN 性能、探测并发现运行中的问题。

- 执行环境管理器(EE Mgr):配置和监控 EE 的性能,包括配置 EE 环境、分配 EE 所需资源、将 EE 与 VAN 进行链接、监控 EE 的性能以及主动网元在 EE 中的执行情况。

- 主动应用管理器(Active Mgr):可以扩展用以配置和监视各种特定的主动应用。

结束语 主动网络管理体现了主动网络的思想,将一部分网络管理功能动态地分布在主动节点上,充分利用了主动节点的计算能力,使节点能够自动发现、解决问题,从而极大地优化了网络管理。本文讨论了基于主动节点的管理模式,该模式中各个模块相互独立、任务明确,而且在每个层都可以动态更新以适应主动网络中主动节点的易变性和主动应用的扩展性,因此网络管理的稳定性和扩展性都大为提高,适应了现代网络管理的需要。

参考文献

- 1 Brunner M, Stadler R. Service Management in Multi-Party Active Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(3): 281~286
- 2 Kiwiore D, Zabele S. Active Resource allocation in Active Networks [J]. IEEE JSAC, 2000, 19(3): 452~459
- 3 Hicks M, Kakkar P, Moore J T, et al. PLAN: A programming language for active networks [C]. ACM SIGPLAN Notices, 1999, 34(1): 86~93
- 4 Fatta G D, Re G L. Active Networks: an Evolution of the Internet [C]. In: Proc. of AICA2001-39th Annual Conference, Cernobbio, Italy, Sept. 2001. 19~22
- 5 Kawamura R, Stadler R. Active Distributed Management for IP Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(4): 114~121
- 6 Al Shaer E. Active Management Framework for Distributed Multimedia Systems [J]. Journal of Networks and Systems Management, 2000, 8(1): 49~72