

一种基于主动网络节点的分层管理模型研究*

张菊花, 马燕, 黄鑫

(重庆师范大学物理学与信息技术学院, 重庆 400047)

摘要: 主动网络是一种新型的可编程网络结构, 它为用户提供了可编程的接口, 使用户可以对网络进行个性化的编程和设置, 通过网络中的节点动态地注入所需的服务, 但传统的网络管理已不能适应主动网络的管理。本文首先讨论了传统网络管理(NM)中存在的问题, 分析了主动网络管理(ANM)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, 说明了此模型能够更好地适用于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

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2008)04-0050-05

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提出来的^[1]。主动网络的概念是在 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 传统网络管理

传统的网络管理主要是基于 TCP/IP 的标准平台的集中式管理, 其中最主要的代表是简单网络管理协议 SNMP。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。

随着计算机规模的不断扩大, 网络结构复杂性和设备异构性不断增加, 这种传统网络管理模式面

临难以解决的困难: ①数据被收集到网管中心集中处理, 管理中心成为瓶颈所在。管理中心必须不断地轮询所有设备来汇集中处理。这样网络被大量冗余信息所淹没, 延时较长并且浪费大量带宽。②系统更新或增加管理功能相当麻烦, MIB 的实现主要由其制造者定义, 要引入新的管理应用、新技术, 需要漫长的标准化的过程。③被管理节点的主动性较差, 它只能通过少量的陷阱消息主动报告自己的状态, 同时被管理节点之间没有任何协作, 因而系统很难对大型网络的运行状态作出及时、准确的反映。

2 主动网络管理

2.1 主动网络管理系统结构

传统的网络管理由于采用集中式管理, 无法利用主动网络中的节点的计算能力来管理网络。因此, 它们不可能对主动网络实施有效的管理, 无法发挥和体现主动网络的优越性能。为了适应主动网络的特点, 主动网络的管理模式应能突破传统网络的非对称管理模式, 使网络控制与管理工作站及主动节点之间达到一种对等的关系, 从而克服传统网络管理中 Manager 端出现的瓶颈问题, 也便于业务的动态加载的动态 MIB 的管理与维护。主动网络管理(Active Network Management, 简称 ANM)系统结构^[2]见图 1 所示。

* 收稿日期 2008-03-25 修回日期 2008-06-03

资助项目: 重庆市教委应用基础研究基金(No. KJ060808)

作者简介: 张菊花(1982-), 女, 助理实验师, 硕士, 研究方向为现代教育技术, 通讯作者: 马燕, E-mail: mayan@cqnu.edu.cn.

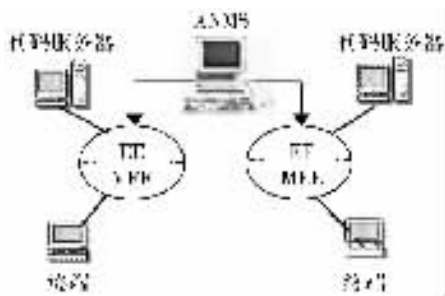


图1 主动网络管理的系统结构

由图1可知,主动网络管理 ANM 体系结构中主动节点是主动网管所要管理的主动对象。主动节点与控制管理工作站(NMS)之间的通信是一种对等的关系,而不像 SNMP 中客户端与服务端之间的非对等关系。ANMS 是网络管理者控制和管理主动网络的界面;主动节点是网管系统的主要管理对象,负责处理主动信包;执行环境 EE 提供了主动信包运行和处理所必需的环境;MEE 负责主动节点的全局管理功能;代码服务器 CS 负责提供网元设备收集数据所必需的逻辑方法;终端系统使用主动节点的服务运行主动应用。

2.2 主动网络管理需求分析

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。主动网络具有动态新业务加载的功能。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]。

3 基于主动网络管理系统的模型设计

3.1 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,提出了一种主动网络的管理模式。该管理基于节点为管理核心,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^[4],其框图如图2所示。

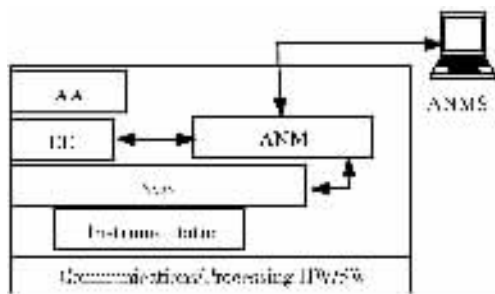


图2 主动网络管理系统框图

在图2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 是由一系列 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3是这种管理模式的结构图^[5]。在该图中,管理系统由网管节点与主动节点(被管理节点组成)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。

动态 MIB(AMIB)与现在的 SNMP MIB 很相似,不同之处是: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。

指令适配层不但能够正确解释这些接口 MIB 变量,还能够为其中的方法传递必要的参数,从而使建模层和节点管理层能够直接地访问这些 MIB 变量。

4)节点管理层。负责管理节点的一系列资源,如 VAN、EE、App 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 AA(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^[6]。其主要构成模块有:①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;②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,它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。

3.2.2 管理节点 管理节点(ANMS)除了有与被管理节点相同的安全接口、数据建模和指令适配层以外,还有一个管理网络层,负责实施对主动网络中各个节点的管理。

在 ANMS 中,由管理员通过命令方式,运用主动管理系统的各种 AA,调用相应的模型以生成主动包注入到主动网络中,这些 AA 包括主动网络节点信息的获取、网络监控、分析和配置主动网络中各节点的应用程序。

图 4 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

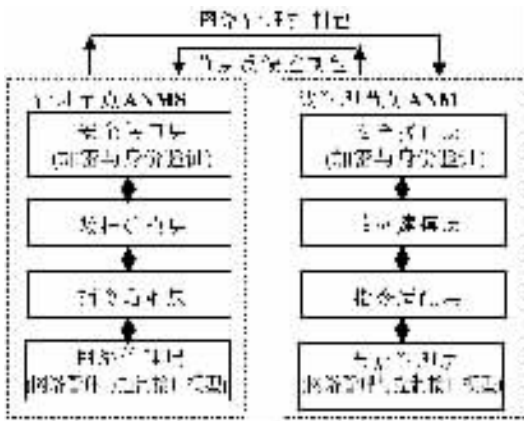


图 3 网管节点与主动节点分层结构模型

3.2 主动网络管理系统结构分析

3.2.1 被管理节点 被管理节点结构有安全接口层、数据建模层、指令适配层、节点管理层等。

1)安全接口层。针对管理信息通信中可能出现的安全威胁,安全接口层通过 2 个模块来进行处理:①加密模块:对主动节点和网管中心的通信数据包进行加密和解密;②身份验证模块:对来自网管中心的信息进行身份验证。

2)数据建模层。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,它应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:①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的关系的拓扑结构;②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。

3)指令适配层。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。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,这些信息都将定入一个可扩展的动态 MIB 中,并由此来扩展这些操作。

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。

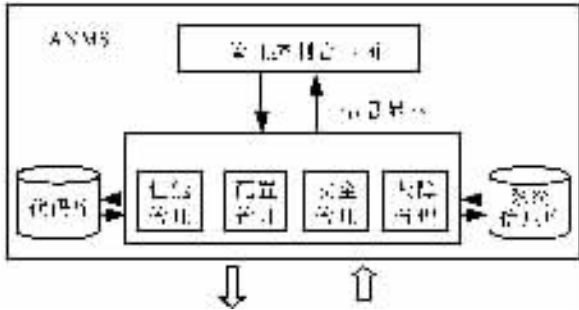


图 4 管理节点的网络管理结构

3.3 主动网络管理的部署与策略

定义 一个支持主动网络动态管理部署的 ANM 系统是由一个四元组 $DANM = \{A, E, N, f\}$ 组成: A 为主动应用 AA 的集合,记为 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i\} i \rightarrow \infty$; E 为 ANM 应用执行环境的集合,记为 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_i\} i \rightarrow \infty$; N 为主动节点的集合,记为 $N = \{n_1, n_2, \dots, n_i\} i \rightarrow \infty$; f 为 A, E, N 之间的一种关系,表示对于任何动态的 ANM 应用,在主动节点上,都存在相应的一个环境,即对于 $\forall a_i, n_p (a_i \in A, n_p \in N), \exists e_j (e_j \in E)$ 有 $e_j = (a_i, n_p)$ 。

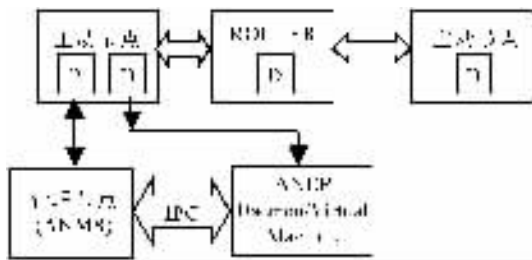


图 5 主动网络管理控制框图

图 5 是根据上述思路设计出的管理控制框图^[7]。其中的主动节点执行环境相当于 e ,主动管理的执行与应用相当于 a, f 相当于主动管理部署与策略。对节点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 5 中的 P 即为管理程序 (Network Management Program),它是可传送的主动包;图中的 D 即为 Daemon,它驻留在网络中的节点中。图 6 是管理控制工作流程图,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。

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。

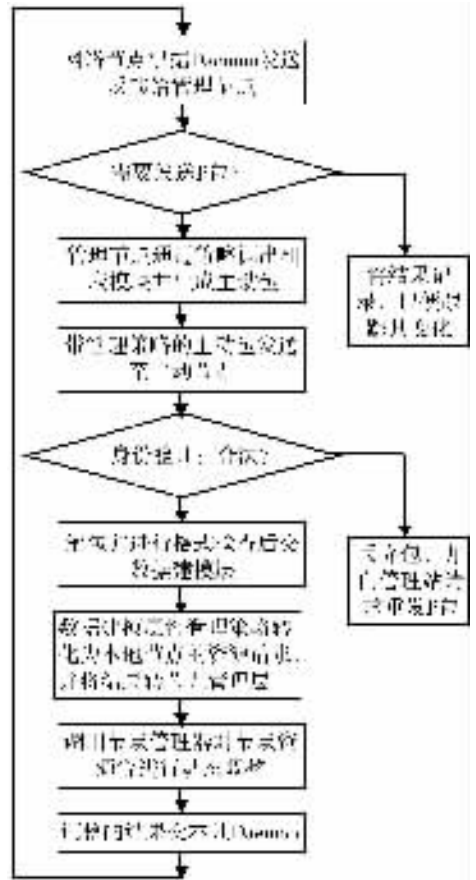


图 6 管理控制工作流程图

4 结语

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^[8]。本文讨论了基于主动节点的层次管理模式,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] 徐其兴,余镇危. 主动网络的研究进展与展望[J]. 计算机工程, 2005, 31(18): 4-6.
- [2] GAGLIO, SALVATORE, GATANI, et al. A Logical Architecture for Active Network Management[J]. Journal of Network & Systems Management, 2006, 14: 127-146.
- [3] EDDIE LAW K L, LEUNG R. A Design and Implementation of Active Network Socket Programming [J]. Microprocessors & Microsystems, 2003, 27(5/6): 277-285.
- [4] DI FATTA G, LO RE G. Active Networks: an Evolution of the Internet [C]. Proc. of AICA2001-39th Annual Confer-

ence, Cernobbio, Italy, 2001: 19-22.

- [5] SILLER M, WOODS J. Using an Agent Based Platform to Map Quality of Service to Experience in Conventional and Active Networks [J]. IEEE Proceedings Communications, 2006, 153(6): 828-840.
- [6] MA Yan, ZHANG Xiao-zhen, LIANG Xiao-mei, et al. Study of the Packet Transmission Algorithm Based on Active Network Management[C]. Fifth International Conference on Grid and Cooperative Computing Workshops, 2006: 121-124.
- [7] 马燕, 邓毅, 周润珍. 一种主动网络管理系统结构的分析与研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2006, 23(4): 30-33.
- [8] 华蓓, 李正, 熊焰, 等. 主动网络节点操作系统(NodeOS)的研究[J]. 计算机工程, 2005, 31(14): 119-121.

A Study of the Hierarchy Management Model Based on Active Network Node

ZHANG Ju-hua, MA Yan, HUANG Xing

(College of Physics and Information Technology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: Active network is a kind of new programmable network architecture where network nodes not only forward packets, but also perform customized computation in the packet flowing through them. It provides a programmable interface to the user where users can customize the applications and set up network, and dynamically inject services into the intermediate nodes. However, the traditional prototype of network management does not accommodate to the management of active networks, or it cannot utilize the distributed computation capabilities that active networks provide. This paper analyses the problems of tradition network management(NM), the structure and mechanism of the active network management(ANM) system. It introduces a layered design pattern of active network management based on the kernel of management of active node. This pattern can take full advantage of initiative, dynamics and intelligence in order to realize the distribution of intellectual management in active network. This paper studies the structure of the management system, which is made up of network management node, active node(it is made up of managed node.)Local Mgrs SW, Modeler and Instrumentation, to monitor, set, analyze and control nodes. The paper expounds the management mechanism, design outline and each connection of the management system. In the end, this paper proves this pattern can adapt to the characters of active network and its management.

Key words: active network; network management; model of management

(责任编辑 游中胜)