

一种基于主动网络管理模型的设计与研究^{*})

李明

(重庆教育学院信息中心 重庆 400067)

摘要 主动网络是一种新型的网络结构,它为用户提供了可编程的接口,用户可通过网络中的节点动态地注入所需的服务。本文讨论了主动网络管理(ANM)体系结构与管理机制。给出了一种基于节点的主动网络分层管理模型,并对该模型的结构、管理机制、设计要点进行了分析,说明了此模型能够很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

Study and Design of the Active Network Management Model

LI Ming

(Network Information Center, Chongqing Educational College, Chongqing 400067)

Abstract Active network is a kind of novel network architecture. It provides a programmable interface to the user where users dynamically inject services into the intermediate nodes. This paper analyses the problems of tradition network management(NN), 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, 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, the 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提出来的。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 主动网络管理

1.1 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待的关系,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和动态 MIB 的管理与维护。主动网络管理 ANM(Active Network Management)系统结构如图 1 所示。

由图可知,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。

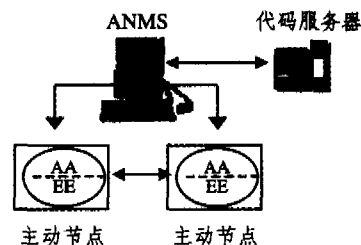


图 1 主动网络管理的系统结构

1.2 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,

^{*})重庆市教委应用基础研究资助项目(041501)。李明 副教授,研究方向:计算机网络管理与应用,现代教育技术。

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。

2 一种基于主动网络管理系统的模型设计

2.1 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,我们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,其框图如图 2 所示。

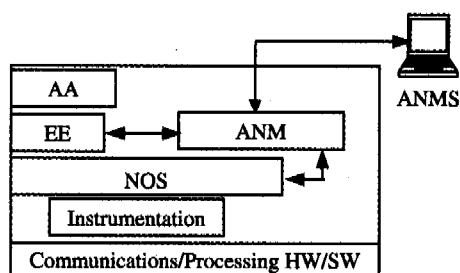


图 2 主动网络管理系统框图

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。

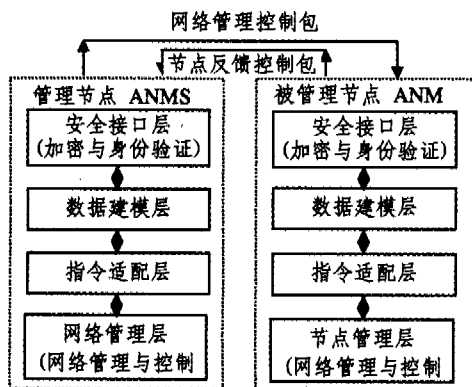


图 3 网管节点与主动节点分层结构模型

图 3 是这种管理模式的结构图。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。

2.2 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:

2.3.1 被管理节点

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。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。

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 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:

(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。

它采用了MIB的命名方式,以对象标识符来命名被管对象,它提供了两个服务原语: get 和 set 原语,其中 set 原语用于设置被管理资源的值, get 原语用于获得当前被管理的资源值。其格式为:

get 原语: errorStatus = get (nodeIdentify, digest, objectId, value)

set 原语: errorStatus = set (nodeIdentify, digest, objectId, value)

其中, errorStatus 是原语执行的返回代码, errorStatus = 0 表示执行原语成功。

我们利用主动 Capsule 对 Mib 进行设置、获得等操作, Set 操作主要包括 SnmpSetCapsule、SnmpSetProtocol、SnmpSetApplication 等类组成。在类 SnmpSetCapsule 中实现了 ANMSSet 方法。在对网络元素的 MIB 访问中,我们使用了 AdventNet SNMP API,它提供了使用 Java 访问 MIB 的接口。在这里仅给出 ANMSSet 的实现。

```
Public boolean ANMSSet(SnmpSetCapsule c){
//.....
AddressIPv4 destAddr;
String snmpOut, community, port, destination, oid, value;
SnmpTarget target = new SnmpTarget();
//取得 Set 操作参数
port = c.port;
community = c.community;
try
{ String rfcMib = (SNMP.nocacheDir() + "/RFC1213-MIB");
target.loadMibs(rfcMib);
target.setTargetHost(n.getAddress());
target.setTargetPort(Integer.parseInt(port));
target.setCommunity(community);
oid = c.oid;
target.setObjectID(oid);
value = c.value;
// SET 操作
snmpOut = target.snmpSet(value);
}
catch(Exception e)
{ //.....
}
```

2.3.2 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,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。

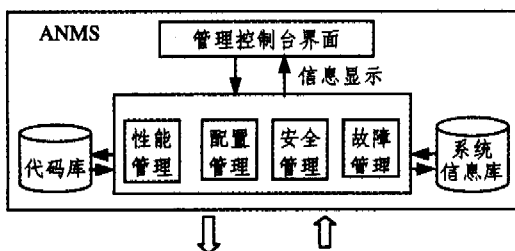


图4 管理节点的网络管理结构

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。

3 主动包的授权

用于管理的主动包安全结构有两部分组成:鉴定和授权。使用 ANEP 的鉴定机制可以鉴定数据包的来源和数据完整性。鉴定可选项规定了对数据报文签名的实体,它包含签名的类型、认证的类型、标识的长度、认证和在有效负载域中的数据都被签名。

一个重要的问题是如何选择主动包中的数据域进行鉴定与保护,鉴定信息不仅要验证智能包的来源,而且要验证数据包的数据完整性。

在节点收到一个主动包时,通过以下进程实现鉴定和授权:

(1)如果一个鉴定可选项并没有出现在包中,该报文不能被鉴定。因此,它被授予在授权数据库中对任何实体最小的访问权限。

(2)如果鉴定可选项存在,公钥认证生效,这个生效处理过程需要认证发行机构的公钥。

(3)以下不进行 ANEP 报文的签名检验:ANEP 数据包的长度是否为零及包的载荷域。

(4)如鉴定失败,则数据包被丢弃。如果鉴定无法完成(如认证有效期的超时),数据包被转发。如果验证成功,数据包进入鉴定阶段。

(5)包含在认证中的标识被用于寻找授权数据库的访问权限。数据库中的记录标识着任何一个程序应该具有的约束或特权。

4 ANEP 封装体及转发模式

封装体是由管理节点的 ANMS 向主动网络中节点所发出的主动报文,其格式采用 ANEP 封装。它使用四个 ANEP 的可选项:源地址、目的地址、完整性校验和以及鉴定可选项^[6]。鉴定可选项的细节如图5所示,它主要识别报文的发送者,包含了一个数字签名和一个公开密钥认证。各个域的说明图5。

ANEP 可选项头部			
ID 类型	签名类型	论证类型	ID 长度
签名长度	论证长度	负载长度	
ID			
签 名			
认 证			

图5 ANEP 报文的可选项结构

(1)ID 域包含一个 IPv4 或 IPv6 地址,用 ID 类型和长度域标识,其值与在 ANEP 源地址可选项的源地址域中的值相同;

(2)签名域是一个数字签名,用数字签名类型和长度域标识,这个智能包的数字签名算法的有效类型可以是哈希算法或是 MD5(第5类报文摘要算法);

(3)认证域遵循 X.509 公开密钥认证,用标识类型和长度域标识。该认证域包含有 IPv4 或 IPv6 地址的值;

封装体是网络中实现分布式管理的主要元素,其报文是相当灵活的,可以在传输过程中根据某个节点的状态信息进

行计算,决定报文的转发方向、向管理节点返回封装体报文的类型及其携带的数据信息。这种灵活性是通过转发例程来实现的,例程存在于各个节点中,目前将转发例程分为4类:

(1)One-One 模式:根据包是否在所经过节点分成两种结构。一是所经中间节点不执行,其方式与目前的端到端通信方式类似。二是封装体报文按照指定的路径每到一个中间节点时,就要在该节点执行其携带的程序。通过这种执行方式,管理节点可以把集中的任务分发到沿整个传输路径上去执行。

(2)One-Multi 模式:在这种转发模式中,多个同样的封装体报文同时从一个节点发出,这些封装体报文发向不同的目的节点并且在该节点执行。这种转发模式可以用于信息的广播(如拥塞位置的检测)、子网的控制。

(3)BFST(Breadth First Search Traversing)转发模式:当封装体报文到达一个主动节点后,它被转发到与当前节点直接相连的邻居节点,到达下一个节点时同样按照将该报文直接转发给相邻的节点,直到遍历完整个网络。

(4)DFST(Depth First Search Traversing)转发模式:这是一种串行控制模式。在该模式中,封装体报文到达一个主动节点后,它被转发到与当前节点直接相连的一个邻居节点。当它到达这个邻居节点后,它又被转发到该邻居节点的一个邻居节点,依次转发下去,直至遍历完整个网络。

结束语 传统集中式网络管理不能满足日益复杂网络的

需要,分布式、可编程的网络管理平台是网络管理发展的必然趋势。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 Kawamura R, Stadler R. Active Distributed Management for IP Networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(4):114~121
- 2 Al Shaer E. Active Management Framework for Distributed Multimedia Systems[J]. Journal of Networks and Systems Management, 2000, 8(1):49~72
- 3 Brunner M, Stadler R. Service Management in Multi-Party Active Networks[J]. IEEE Communications Magazine, March 2000, 38(3):281~286
- 4 Kiwior D, Zabele S. Active Resource allocation in Active Networks[J]. IEEE JSAC, March 2000, 19(3): 452~459
- 5 Hicks M, Kakkar P, Moore J T, et al. PLAN: A programming language for active networks [C]. ACM SIGPLAN Notices, January 1999, 34(1):86~93
- 6 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

(上接第 43 页)

1)时,在 RTS/CTS 机制下吞吐量一直保持最大值,基本上不随 n 变化,也不随 P_0 变化,显示出很强的稳定性。而基本接入机制下吞吐量随着网络负载的增加而减小最后稳定在饱和吞吐量(均小于最大吞吐量),而且受 n 影响很大。

表 1 系统参数

MAC 首部长度	272 比特	传输时延	1 μ s
PHY 首部长度	128 比特	时隙长度	50 μ s
ACK 长度	112 比特	SIFS 长度	28 μ s
信道速率(R)	1Mbps	DIFS 长度	128 μ s
分组长度(L)	8184 比特		

CTS 接入方式在非饱和条件下的性能比基本接入方式更优越。

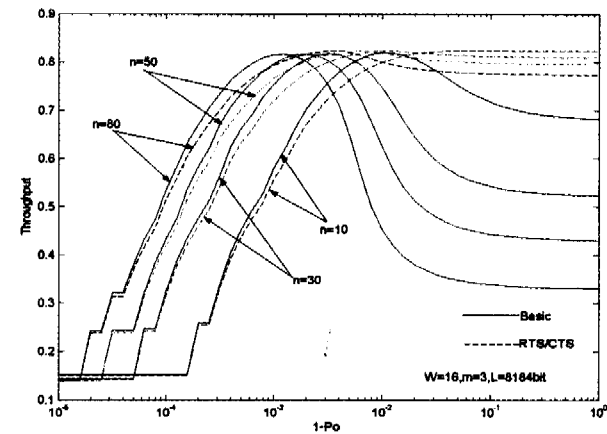


图 3 吞吐量与非饱和程度的关系图($W=16, m=3$)

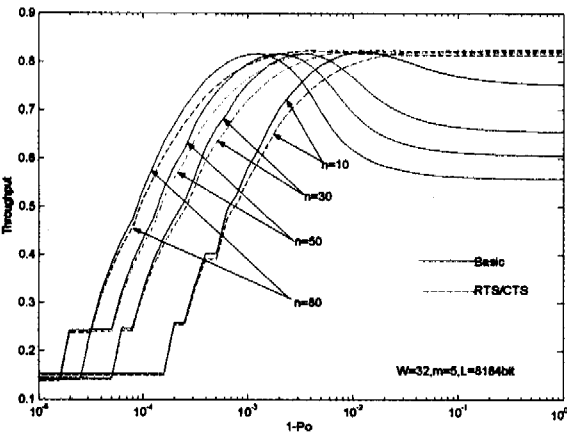


图 2 吞吐量与非饱和程度的关系图($W=32, m=5$)

参考文献

- 1 IEEE 802. 11 Working Group. Wireless LAN Medium Access Control(MAC)and Physical Layer(PHY)Specifications. 1999
- 2 Bianchi G. IEEE 802. 11-Saturation throughput analysis. IEEE Communications Letters. , 1998, 2:318~320
- 3 Bianchi G. Performance analysis of the IEEE 802. 11 distributed coordination function. IEEE J. Select. Areas Commun. , 2000, 18:535~547
- 4 Dong X J, Varaiya P. Saturation Throughput Analysis of IEEE 802. 11 Wireless LANs for a Lossy Channel. IEEE Communications Letters, 2005, 9(2):100~102
- 5 Chuan Heng Foh, et al. Comments on IEEE 802. 11 Saturation Throughput Analysis with Freezing of Backoff Counters. IEEE Communications Letters, 2005, 9(2):130~132

结论 本文分析了非饱和条件下 IEEE802. 11 无线局域网 DCF 协议的吞吐量,结果表明网络的吞吐量是随系统非饱和程度动态变化的,在一定非饱和程度下,两种接入机制均可以达到相同的最大吞吐量。在数据分组较长的情况下,RTS/