

# 一种主动网络管理系统结构的分析与研究\*

马 燕, 邓 毅, 周润珍

(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网络体系, 它不仅可传送数据包, 而且还可以执行数据包中特定的运算任务。主动网络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。但由于传统网络管理不适应主动网络管理, 不能发挥主动网络的分布式计算能力。论文讨论了一种基于节点的主动网络管理模型, 分析了该模型的结构、管理机制和设计要点, 并对网络拓扑发现和流量进行了分析。

**关键词:** 主动网络; 网络管理; 主动节点

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2006)04-0030-04

## Study of the Structure of Active Network Management System

MA Yan, DENG Yi, ZHOU Run-zhen

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

**Abstract:** Active network is a new framework 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 dynamically inject services into the intermediate nodes. However, the traditional prototype of network management does not accommodate to the management of active networks, it cannot utilize the distributed copulation capabilities that active networks provides. This paper analyses the structure and mechanism of the active network management system, introduces a pattern of active network management, and studies the structure, management mechanism, design outline and each connection of the management system. The paper also studies the network topology discovery and traffic.

**Key words:** active network; network management; active node; network management system

主动网络(AN, Active Network)是针对传统网络发展中所遇到的实际问题而提出来的。主动网络是一种全新的网络计算模型, 它赋予网络“编程”能力, 允许用户向网络节点插入定制的程序或在报文插入程序代码, 以便修改、存储或重定向网络中的数据流。主动网络是一种区别于传统网络的全新体系结构, 为网络的快速发展提供了一个契机。

## 1 主动网络管理

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<sup>[1]</sup>, 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(ANM, Active Network Management)系统结构见图 1 所示。

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(Active Network Management Server)是主动网络管理的服务器, P 是由管理信息库

\* 收稿日期: 2006-02-20

资助项目: 重庆市教委自然科学基金(No. 020805); 重庆市高等学校优秀中青年骨干教师资助计划([2003] 2 号)

作者简介: 马燕(1960-) 男, 云南昭通人, 教授, 博士, 研究方向为计算机网络结构、主动网络、智能教学系统。

MIB 和代码服务器生成的一个管理任务。主动节点是网管系统的主要管理对象,负责处理主动包,它通过下载 ANMS 上的管理应用 P 到本地执行。ANMS 通过定制 P 的转发例程,使 P 在各个主动节点上移动,并在访问节点时完成相应的计算。

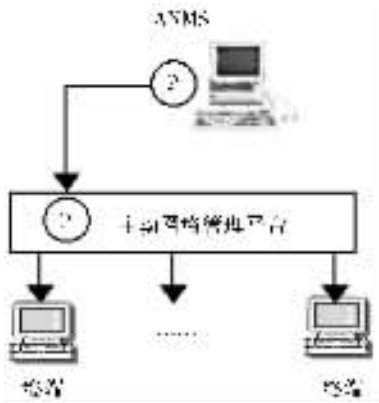


图 1 主动网络管理系统的结构

## 2 主动网络管理系统的结构

根据主动网络的管理特点及主动网络的结构特

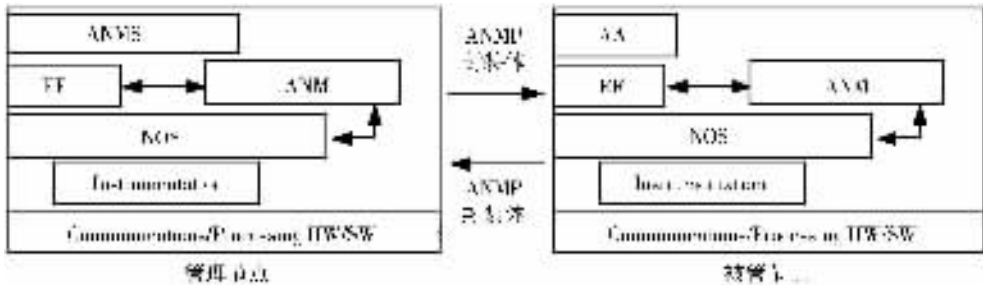


图 2 主动网络管理系统总体结构

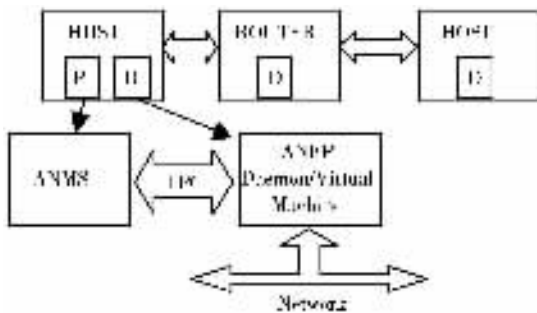


图 3 主动网络管理系统的抽象结构

图 3 是根据图 2 的管理模型进一步抽象的结果,对节点的管理程序和监视程序采用 ANEP 标准封装成一封装体并送到 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。当封装体到达被管理节点后,其转发例程被自动调用,根据管理

征,作者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、分布性和智能性,以实现主动网络的分布式智能管理,其框图如图 2 所示。

网络中的主动节点根据接收到的封装体的管理程序实现本地的管理功能。为了实现对节点的管理,在 NOS 与 EE 之间增加了主动节点管理器(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<sup>[2]</sup>。ANM 是由一系列 SW(SoftWare)组成。以实现对该节点的监视、设置、分析与控制。ANM 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。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。

节点中发出的管理程序中的转发策略和计算规则,在该节点执行一定的管理功能后根据结果决定后面的动作。

## 3 主动网络管理系统结构的组成设计

### 3.1 主动网络管理系统 ANMS

ANMS 仅位于管理节点上,它是整个网络管理的核心。ANMS 负责整个系统的控制,将管理员制定的管理策略付诸实现。网络管理员通过 ANMS 启动管理任务,负责网络系统中参数的设置和运行状况的监控。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<sup>[3]</sup>。

ANMS 应具有的功能有 (1)拓扑探测 ,ANMS 应具有探测网络拓扑结构、生成结构的视图等功能 ,并尽可能维护网络的最新拓扑结构 (2)网络资源管理 ,ANMS 负责网络资源的分配 ,以保证资源的合理使用 (3)系统的管理和服 务 (4)安全控制 ,一是要保证 ANMS 上存储的信息安全 ,二是通过对 ANMS 发出的封装体进行数字签名 ,以证明其合法身份。

ANMS 的结构如图 4 所示 ,ANMS 由 4 个模块组成<sup>[4]</sup>。

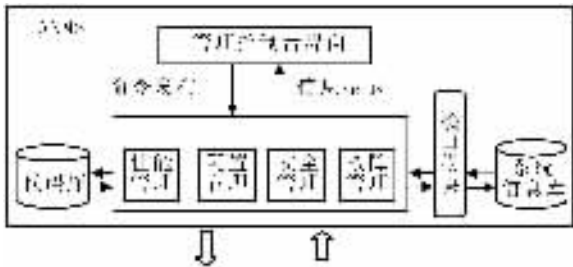


图 4 ANMS 的结构图

(1)用户界面。即网络管理员与 ANMS 之间的接口 ,它将网络中的资源信息、服务信息、网络运行状况和部署、数据流量等显示给管理员 ,如图 5 所示。管理员可以通过此界面发布网络管理命令。

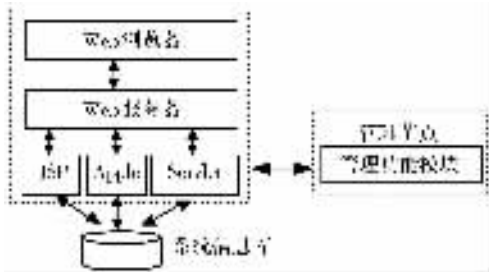


图 5 用户界面接口示意图

每一个主动节点都有一个接收命令端口 ,本地系统利用这个端口来发布管理命令 ,这一过程是通过 Servlet 实现的。下面是一个发布管理命令的 Servlet 程序片段。

```
try{
Socket antTeller = new Socket(" 10 ,10 ,10 ,101 " ,
205 );
PrintStream teller_stream = new PrintStream( new Buff-
eredOutputSream( antTeller. getOutputStream( ))) ;
Teller_stream. println( " app anm. configure. topology.
TopApplication " ) ;
Teller_stream. flush( ) ;
Teller_stream. close( ) ;
```

```
} Catch( Exception e ){
System. out. println( e ) ;
System. exit( 0 ) ;}
```

(2)管理功能模块。它是 ANMS 系统的核心 ,负责整个网络功能的调度和收集信息的处理 ,它包括对网络的性能、配置、安全和故障等进行调度与管理。

(3)接口模块。提供了访问信息库的方法 ,可以实现对信息库的打开、创建、查找等功能。本系统采用 JDBC 的方式来实现管理模块与数据库之间的连接。下面是一个访问数据库的 Status 的实例 ,它访问数据库 MySQL。

```
java. sql. Connection conn ;
java. sql. Statement stmt ;
java. sql. ResultSet rs ;
Class. forName( " ofg. git. mm. mysql. Driver " ) ;
conn = DriverManager. getConnection( " jdbc :mysql //
10. 10. 10. 101/ANMDB " ; " owner " , " paswd " ) ;
stmt = conn. createStatement( ) ;
String sql = " SELECT * FROM Status " ;
rs = stmt. executeUpdate( sql ) ;
.....
rs. close( ) ;
stmt. close( ) ;
conn. close( ) ;
```

(4)系统信息库。用于记录网络资源信息 ,如网络配置信息、网络资源列表、当前可用资源等 ;此外 ,还要记录网络中各个节点的信息。

### 3.2 主动节点管理器 ANM

ANM( ANet Node Mgr )作为主动网络管理的一部分 ,利用与被管理的主动节点之间的 EE 和 NOS 交互行为实现对节点的管理与控制 ,从而为管理程序提供共享的监视、管理、控制节点的功能<sup>[5]</sup>。ANM 的主要功能有 (1)提供对节点的监视、控制功能 ,当 ANMS 为完成某项监视控制功能而发出一个封装报文时 ,ANM 应保证封装体在当前节点上能够正确执行 ,同时 ANM 在安全允许的范围内应该如实报告本节点的运行状况 (2)安全控制 ,对 ANMS 发来的封装体和用户的身份进行合法性鉴别 ,根据本地节点的安全机制决定可以对节点资源实施何种访问与控制等。

ANM 在启动后 ,需要与 3 个部分进行通信 (1)与节点操作系统 NOS 交互 ,通过 NOS API 访问本地

资源如 CPU、内存使用情况、资源配置、路由表的更改等(2)与 EE 的交互,访问 EE 的配置和性能等,掌握每个 EE 占用的 CPU 资源、内存等,从而平衡多个 EE 之间的资源分配;(3)与 ANMS 交互,为 ANMS 提供接口,使 ANMS 通过它完成对节点配置访问与控制。

图 6 是 ANM 的结构图,当 ANM 启动后,首先要进行初始化工作,主要包括读取配置文件中的数据以配置 ANM 和 MIB 中的变量;注册 ANM 与远程 ANMS,初始化 ANM 的端口等。ANM 主要的组成如下。

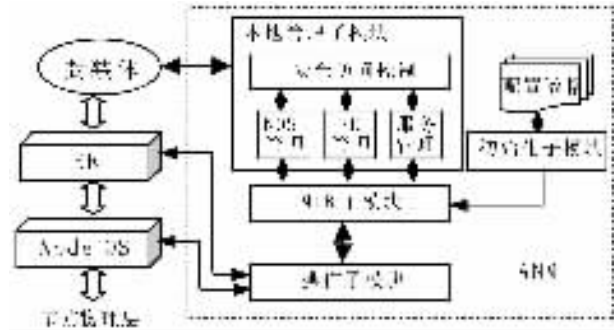


图 6 ANM 的结构图

(1)本地管理子模块,负责对节点 NOS、EE、服务等进行管理,向远程 ANMS 提供访问节点资源的机制并与 ANMS 实现通信。在初始化启动后,它维护节点资源信息,为 ANMS 访问节点资源提供服务原语,接收 ANMS 的服务请求、检测节点性能和配置参数等。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( nodeIdIdentify, digest, objectId, value )

set 原语 :errorStatus = set( nodeIdIdentify, 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。

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,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.nlcacheDir( ) + “ /
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 )
{ //.....
}}
```

在原语的执行过程中,它首先调用安全控制子模块进行安全性检查,向安全控制子模块传递的参数是请求资源访问的节点标识符和验证此节点身份的密文。

## 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 4 个 ANEP 的可选项:源地址、目的地址、完整性校验和鉴定可选项<sup>[6]</sup>。鉴定可选项的细节如图 7 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。各个域的说明如下。

(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。

ANEP 可选域标识			
IP 类型	签名类型	认证类型	IP 长度
签名长度	认证长度	认证长度	
IP			
签名			
认证			

图7 ANEP 报文的可选项结构

## 5 结束语

主动网络管理<sup>[7]</sup>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。本文讨论了一种主动网络的管理模型,该模型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] KIWIOR D, ZABELE S. Active Resource Allocation in Active Networks [J]. IEEE JSAC, 2000, 19(3): 452-459.
- [2] FATTA D G, RE L G. Active Networks [A]. An Evolution of the Internet. Proc of AICA2001-39th Annual Conference [C]. Italy: Cernobbio, 2001. 19-22.
- [3] MARSHALL I W. Active Management of Multiservice Networks [C]. Italy: Proc IEEE NOMS 2000.
- [4] SHAER E A. Active Management Framework for Distributed Multimedia Systems [J]. Journal of Networks and Systems Management, 2000, 8: 49-72.
- [5] BRUNNER M, STADLER R. Service Management in Multi-Party Active Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(3): 281-286.
- [6] KAWAMURA R, STADLER R. Active Distributed Management for IP Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(4): 114-121.
- [7] 马燕, 周润珍, 段文书, 等. 一种基于 Mobile Agent 的主动网络管理模型研究 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2006, 23(2): 26-29.