

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 200228001

UDC_____

厦 门 大 学
硕 士 学 位 论 文

SNMP 通信模型的改进与实现

**Improvement and Realization on SNMP
Communication Model**

蔡 巍

指导教师姓名: 李名世 副教授

专业名称: 计算机应用

论文提交日期: 2005年5月

论文答辩日期: 2005年6月

学位授予日期: 2005年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2005年5月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

计算机网络是信息社会的基础，网络系统已经深入到社会生活的各个方面。网络系统建成以后，能否高效、可靠地运行，发挥其应有的功能和效益，关键在于管理。

网络管理包含故障管理、配置管理、性能管理、计费管理和安全管理五个功能域，在 TCP/IP 体系结构下，采用 SNMP（简单网络管理协议）模型。SNMP 在管理站与被管代理之间的通信架构在 UDP 传输服务上，管理对象的标记采用 ASN.1（抽象语法表示）。传统的网管模型存在如下主要问题：

首先，受管网络通常划分为若干子网，子网间设置防火墙阻隔。出于信息安全考虑，无连接的 UDP 服务一般会被防火墙关断，这就极大限制了管理站的管理范围；

其次，SNMP 模型中，MIB（管理信息库）标准的管理对象主要针对通信子网而设定，涉及服务器性能的管理对象极少。为了在网络中实现端到端 QoS 控制，需要加强对资源子网的性能监控，然而现有标记方法很难支持对管理对象的灵活扩充。

针对上述问题，本文在剖析 SNMP 模型的基础上，着重研究其通信模型的改进，并探讨将网管范围从通信子网拓展到资源子网的技术路线。论文的特色与创新点体现在以下两个方面：

1. 定义了描述 Web 服务器性能的管理对象，探讨了对象属性的测试方法和采用 XML 的标志方法，从而给出扩展管理对象的新途径；

2. 运用 Web Service 的 XML、SOAP、WSDL 协议构建管理站对被管子网进行管理的通信机制，取代 SNMP 模型中基于 UDP 的通信协议，有效地解决了异构系统互联、SNMP PDU 跨越防火墙以及新增管理对象的识别问题。

本文研究的管理资源子网的通信机制已经在 .NET 环境用 C# 语言实现。当然，

这只是初步探讨了服务器资源管理的技术路线,完整地实现对网络系统的 QoS 监控还有许多问题需要研究。

关键词: 网络管理; SNMP; web 服务; 自相似

厦门大学博硕

Abstract

Network is the base of information society, it has gone deep into each aspect of our life. After the network system is built, the key to make it running reliably and effectively is network management.

Network management include 5 function domain: fault 、 configuration 、 performance、 cost count and security management. Under the TCP/IP architecture, SNMP(Simple Network Management Protocol) is used for the purpose. In SNMP, UDP is the base of communication between manage station and managed equipment, and ASN.1(Abstract Syntax Notation One) is used to figure out the managed objects. Traditional network model has some problems:

At first, managed network is devided into several subnets generally, and there are firewalls between subnets mostly. Considering information security, the connectless UDP packets are easily to filter by firewalls. This condition constrains the range of management.

The second, in SNMP model, the managed objects of MIB(Management Information Base) is mainly about communication subnet, but seldom concern with server station's performance. To realize Qos control within network manage, it's needed to enhance monitor on resource subnet. It's also a problem that the existed mark method is difficult to extend the managed objects.

Out of these problems above, this article puts emphasis on improving SNMP communication model, and discusses the technology routine about how to extend the management range from communication subnet to resource subnet. The emphases and innovation can be summarized as follow:

1. We define the managed objects to describe Web server performance, discuss their testing method and marking method. As result, we show the new way to extend managed objects.

2. We build the communication system between manage station and managed

subnet based on Web Service, particularly used protocols are XML、SOAP、WSDL. This way can resolve the problems effectively, which about interconnection between isomeric system、 removing constraint of firewall and expression on extended managed objects.

This article realizes the communication model under C#.NET program environment. In our article, we discuss the primary method to manage server station only, and the full Qos monitor about network system need deeper research.

Key words: Network Manage; SNMP; Web Service; Self-similarity

廈門大學博碩

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 网络管理的重要性.....	1
1.1.2 网络管理研究现状.....	1
1.1.3 当前网管系统的不足之处.....	3
1.2 论文结构	4
第二章 SNMP模型及改进	5
2.1 SNMP的发展历史	5
2.2 SNMP体系结构的基本要素	6
2.3 MIB管理对象	8
2.4 SNMP PDU的传输机制	11
2.5 SNMP模型通信机制的不足	12
2.6 SNMP模型在管理资源子网上的不足	12
2.7 改进的SNMP管理模型	13
第三章 基于Web Service的网管PDU传输机制	16
3.1 Web Service传输网管PDU示意图	16
3.2 使用Web Service传输网管PDU的优势所在	17
3.3 Web Service软件技术	17
3.3.1 Web Service概述.....	17
3.3.2 Web Service的标准.....	19
3.4 安全的Web Service	24
3.4.1 对称密码学.....	25
3.4.2 非对称密码学.....	26

3.4.3 Web Service加密方案.....	28
第四章 扩展的管理对象的新方法	30
4.1 Web服务器性能测试研究现状分析	30
4.2 Web服务器性能管理对象的定义	32
4.3 模拟负载流的自相似性.....	33
4.3.1 自相似过程的定义	33
4.3.2 自相似过程的数学特征	35
4.3.3 自相似过程的生成	36
4.4 性能测试的方法设计	38
4.4.1 负载产生模块细节	38
4.4.2 服务器性能管理对象的采集	39
4.4.2 Web服务器的最佳性能	40
第五章 网管系统的C#.NET实现方法	42
5.1 .NET与C#简介	42
5.2 C#下SNMP通讯的实现	44
5.3 C#.NET平台对Web Service的支持.....	45
5.4 C#.NET对密码技术的支持.....	47
第六章 网管系统主要功能模块介绍	50
6.1 网络拓扑发现模块.....	50
6.1.1 相关数据结构	53
6.1.2 模块实现算法	54
6.2 子网内部探测模块.....	56
6.2.1 子网内在线主机的快速发现	56
6.2.2 子网内主机类型的判断	57
6.3 Web服务器性能测试	58
第七章 结束语.....	61

7.1 研究成果	61
7.2 研究展望	62
参考文献	63
发表论著	65
致谢	66

厦门大学博硕

第一章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 网络管理的重要性

网络管理顾名思义是指对组成网络的各种软硬件设施的综合管理，以充分发挥这些设施的作用。目前，互联网在各个领域越来越广泛地使用，新的网络设备和技術层出不穷，使得网络管理的复杂度大大地增加了，仅靠人工去维护网络是非常困难的，网络管理系统成为现在和未来最热门也是迫切需要解决的问题。通过网络管理系统，可以实时监控网络的运行情况，对收集的信息汇总后，可以找到网络的瓶颈、错误的范围和原因，获得判断网络性能及未来趋势的依据，验证提高性能的方案等。

随着网络技术的高速发展，网络管理的重要性越来越突出。第一，网络设备的复杂化使网络管理变得复杂。网络设备复杂有两个含义，一是功能复杂，二是生产厂家多，产品规格不统一。这种复杂性使得网络管理无法用传统的手工方式完成，必须采用先进有效的手段。第二，网络的经济效益越来越依赖网络的有效管理。现代网络已经成为一个极其庞大而复杂的系统，它的运营、维护和开通越来越成为一个专门的学问。没有一个有力的网管管理系统作为支撑，就难以在网络运营重有效地疏通业务量，提高接通率，避免诸如拥塞、故障等问题。第三，先进可靠的网络管理也是用户所要求的。当今时代，人们对网络的依赖越来越强，普通人通过网络打电话、发传真、发 E-mail，企业通过网络发布产品信息，获取商业情报，甚至组建企业专用网。这种情况下，用户不能容忍网络的故障，同时也要求网络有很高的安全性，使得通话内容不被泄漏、数据不被破坏、电子商务能够安全可靠地进行。

1.1.2 网络管理研究现状

与现代网络的要求相比，目前网络管理在理论和技术上还需要有一个较大的发

展和提高。由于网络的高速发展，网管管理在理论和方法上处于滞后状态，对于网络中的新问题缺少理论分析方法和模型，传统的方法已经不能使用现有的网络规模。基于此，许多网络管理的新技术也不断的被开发，其中比较成熟的新型网管模型有^[1,2,3]：

(1) 基于 CORBA 的网络管理：CORBA(Common Object Request Broker Architecture)的中文意思是公共对象请求代理体系结构。它是 OMG(Object Management Group)为解决分布式处理环境下硬件和软件系统的互联互通而提出的一种解决方案。CORBA 的核心是对象请求代理(ORB)，在分布式处理中，它接收客户发出的处理请求，并为客户在分布环境中找到实施对象，令实施对象接收请求，向实施对象传送请求的数据，通过实施对象的实现方法进行处理，并将处理结果返回给客户。通过 ORB，客户不需要知道实施对象的位置、编程语言、远程主机的操作系统等信息，即可实现对实施对象的处理。

(2) 基于 Web 的网络管理：WBM(Web-Based Management)技术使用 Web 界面提供网络管理，运行管理人员使用任何一种浏览器，在网络的任何节点上方便的配置、控制所管理的网络和它的各个部分。这种技术的主要优势在于地理和系统上的可移动性、和控制平台的独立性。它有两种实现方案，一种是基于代管的方式，即在网络管理平台之上叠加一个 Web 服务器，使其成为浏览器用户的代管。其中网管平台通过 SNMP 或 CMIP 与被管理设备通信。网管人员通过浏览器向 Web 服务器发送 http 请求来实现对网管平台的操作，并获得 html 形式的响应信息。第二种是嵌入式方案，也就是将 Web 能力嵌入到被管设备之中。每个设备都有自己的 Web 地址，使得管理人员可以通过浏览器和 http 协议直接进行访问和管理。嵌入式方案给各个被管设备带来了图形化的管理，提供了简单的管理接口，特别适合小规模的网络环境。

(3) 基于移动代理的网络管理：移动代理式能自动运行以实现各种应用的计算机程序。它独一无二的的能力就是移动性，可以从一个地方移动到另一个地方，这种能力能使管理行为从网络操作中心移到被管理的设备。移动代理在网络管理领域应

用的优势集中体现在对网络进行性能监视、故障检测和安全的管理上。移动代理的高智能性和强大的远程数据处理能力，可明显减少通过网络传输的数据量，减轻管理这的负担；它的并行执行特征，能够有效地平衡网络负载，使网络性能得到优化；它与平台无关，可移植性好，可用于管理大型分布式的异构网络；它的功能可定制性，能够提供灵活的网络管理功能，使网络具有动态可编程的能力。移动代理的这些优势，能够适应显得网络发展的多样性要求。

1.1.3 当前网管系统的不足之处

针对网络管理的需求，许多厂商采用各种发展中的新技术开发了自己的网络管理产品，其中包括 HP 的 OpenView、IBM 的 NetView、Cisco 的 Works 2000 等。他们采用了标准的网络管理协议，提供了通用的解决方案，拥有较高的性能和市场占有率。

但是，对于实际的网络管理者而言，现有的网络管理软件主要有以下缺陷：

(1) 对于跨网段查询受到较大限制，首先使通信使用的 UDP 数据包容易被防火墙拦截，其次跨越广域网传送速率较慢，如果通信量大则更加明显。

(2) 在管理对象方面局限性较大，只能对 MIB（管理信息库）中包含的对象进行管理，而当前对于管理人员来说，资源子网（主要指各种服务器资源）的管理也尤为重要，现有网管系统缺乏这方面的支持。

(3) 在管理多个网段方面缺乏清晰的管理结构

如何有效的利用现有的网络平台，以最小的代价和较好的性能实现网络的管理呢？本文提出了一种分布式的网络管理模型，该模型使用局域网代理对不同网段进行管理，实现了数据和管理的分布，增强了管理体系的可扩充性，同时在分布式代理处对信息进行计算处理，减少了跨网段网络管理所需的通讯量，提高了管理效率；另一方面，该体系结构把重心放在网络性能管理上，包括网络服务质量、服务器性能等，弥补了 MIB 缺乏对资源子网管理对象的支持；同时采取了更安全、便利的方式传递所采集的网络信息。为了更好的阐明其体系结构，本课题开发了基于以上模型的网络管理原型系统。

1.2 论文结构

本文分为七章，第一章是引言，主要阐明课题的背景，选题的目的和意义，需要解决的主要问题等；第二章阐述了网络管理的概念以及研究现状，分析了常见的网管协议，并对传统网络管理模型的不足之处进行讨论；第三章简介了改进的管理结构中所使用到的关键技术——Web Service 的优势所在和它的一些协议标准，并探讨它在网管系统中的具体应用，同时在管理对象的传送过程中引入安全加密机制。第四章从 MIB 管理对象的局限性开始，阐述了扩展资源子网管理对象的方法，以 Web 服务器性能测试为例子，提出了新的性能测试指标和算法。在第五章中，探讨了 C#.NET 环境在实现本课题设计的网络管理系统各方面的强大功能，包括 Web Service 的构建、密码技术的实现等。第六章则展示本课题软件设计的主要思路，包括各功能模块设计和相关数据结构介绍。第七章是对本文的工作总结和展望。

第二章 SNMP 模型及改进

2.1 SNMP 的发展历史

目前的管理信息通信协议主要有ISO提出的基于OSI的公共管理信息通信协议（CMIP）和IETF提出的基于TCP/IP的简单网络管理协议（SNMP）^[2,3]。最初互联网活动委员会（IAB）考虑使用CMOT（CMIS/CMIP Over TCP/IP）作为互联网管理的长远方案，而SNMP只是作为CMOP成熟前的一个过渡方案，但在实际工作中，CMOT规范无法按期完成，导致对它的支持越来越少，直至1992年CMOT方面的研究工作完全停止。而SNMP尽管存在很多不足，但作为一个在恰当时间出现的、恰当的解决方案，SNMP取得了巨大的商业成功，成为了一个事实上的网络管理标准，是迄今为止应用最为成功的网络管理协议之一。

SNMP最重要的进展是远程监控（RMON）的开发。RMON为网络管理者提供了监控整个子网而不是各个单独设备的能力。RMON还对基本SNMP MIB进行了扩充。RMON的建议是每个子网配置一个监视器，它与通常的SNMP代理一样包含一般的MIB，另外还有一个探测器进程，负责监视整个网络通信情况，形成本地的RMON数据库（也就是扩展的MIB部分）。并响应管理工作站的查询。

淡食此时的SNMP仍不太适合大型或重要网络的管理，因为它的功能还不够强，缺乏安全性。为了弥补这些不足，1993年发布了SNMP的第二个版本（RFC1441~RFC1445）。SNMPv2在管理信息结构和功能上对SNMP进行了扩充，并增加了安全性。经过几年使用后，IETF（Internet Engineering Task Force）决定对SNMPv2进行修订。1996年发布了一组新的RFC（RFC1902~RFC1908），在这组新的文档中，SNMPv2的安全特性被取消了，消息格式也重新采用SNMPv1的格式。删除SNMPv2的安全特性是SNMPv2发展过程中最大的失败。主要原因是厂商对它的安全机制没有给予支持。同时，IETF要求的修订时间也非常紧迫，设计者们来不及对安全机制进行改善，甚至来不及对存在的严重缺陷进行修改，因此不得不再1996年版的SNMPv2中

放弃了安全特性。

1998 年 IETF SNMPv3 工作组提出了 RFC2271~RFC2275，形成 SNMPv3 的建议。后来在此基础上又进行修订，于 1999 年 4 月公布了一组新文件 RFC2570~RFC2576，作为 SNMPv3 的标准草案。目前，这些草案还在标准化中。SNMPv3 提出了 SNMP 管理的统一体系结构。在这个结构中，采用 User-based 安全模型和 View-based 访问控制模型提供 SNMP 网络管理的安全性。安全机制是 SNMP 的最具特色的内容。

2.2 SNMP 体系结构的基本要素

SNMP 体系结构由管理站、代理、管理信息库（MIB）和通信协议 SNMP 构成。为了便于实现，SNMP 的体系结构一般是非对称的，管理站可以向代理下达操作命令访问代理所在系统的管理信息，但是代理却不能访问管理站所在系统的管理信息。Manager 和 Agent 均为应用层实体，基于 TCP/IP 协议族中的 UDP 协议的支持。如下图 1 为 SNMP 基本结构示意图。

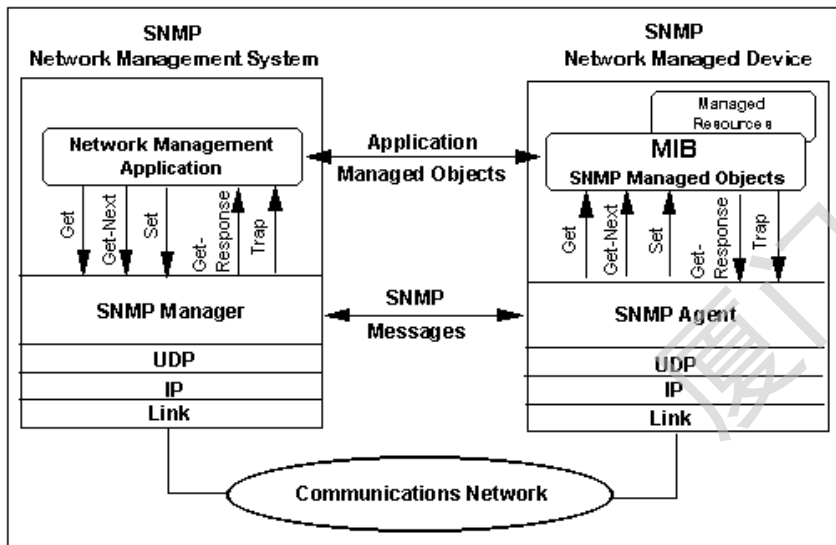


图 1 SNMP 基本结构示意图

SNMP 模型中包括一个管理端和一个或多个被管理设备，代理是常驻在被管理

设备上的一个守护进程，一方面记录网络设备的运行情况，并收集有关信息保存在管理信息库（MIB，下面会介绍）中，另一方面处理来自网络管理程序的查询，并作出反应，读取或修改 MIB 中的变量。管理端通过 SNMP 查询消息与代理通信，代理根据消息类型读取或设置本设备的相应信息，以 SNMP 响应形式将结果发送给管理端。

MIB 定义了可以通过网络管理协议进行访问的管理对象的集合，通常位于 SNMP 代理所在的结点上，为树形结构的数据库。从概念上讲，MIB 树上的每个节点对应一个被管对象。SNMP 使用对象标识符（OID）来表示每个被管对象。OID 实际上是从树形结构根节点到每个节点的标识符的序列集合，它唯一地表示该节点代表的被管对象，SNMP 消息中通过 OID 来指定要读写的对象。

SNMPv1 中 SNMP 消息包括 GetRequest、GetNextRequest、SetRequest、GetResponse、Trap 共 5 种格式。

GetRequest 为 SNMP 管理站发给 SNMP 代理的查询变量请求，以获取指定变量的值。该命令的有效相应是从代理返回的 GetResponse；

GetNextRequest 为 SNMP 管理站发给 SNMP 代理的查询下一变量的请求，以获取下一变量的值。除了代理要提取按照顺序大于指定变量的下一个变量的值以外，GetNextRequest 与 GetRequest 非常相似。这个命令主要用于遍历代理的 MIB 中的多个信息表；

SetRequest 为 SNMP 管理站对 SNMP 代理维护的 MIB 变量值的设置请求。这条命令与 GetRequest 命令相似。不同之处在于代理要对 SetRequest 中指定的变量执行写操作，而 GetRequest 则是读操作。

GetResponse 为 SNMP 代理对 SNMP 管理站的查询请求的相应，回送相应变量的值。每当处理完一个 GetRequest、GetNextRequest 或 SetRequest 以后，代理就会发出 GetResponse。网络管理站通过检查其中的 RequestID 字段和差错字段来处理相关数据。

Trap 为异步的通知，是 SNMP 代理向 SNMP 管理站主动发送的消息，即可以是

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文