

基于XML网络管理的MIB转换方法研究

吴黎兵^{1,2}, 付帆¹, 何炎祥^{1,2}, 于天水¹

(1. 武汉大学 计算机学院 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学 软件工程国家重点实验室 湖北 武汉 430072)

摘要: 随着互联网规模的快速发展, 传统网络管理已无法满足实际需求, 一种新的基于XML的网络管理被提出。比较了基于SNMP的传统网络管理和基于XML的网络管理, 表明了将XML技术运用于网络管理的优势。介绍了基于XML的网络管理体系结构, 并且对过渡阶段所需的SNMP-XML翻译网关进行研究, 重点讨论了SNMP-XML翻译网关中的MIB转换技术, 即将MIB文件转换为XML文件。

关键词: 网络管理; SNMP; XML; MIB转换技术

中图分类号: TP393.07

DOI: 10.3963/j.issn.1007-144X.2011.06.001

网络管理协议(simple network management protocol, SNMP)自1988年由互联网工程任务组IETF提出以来得到了广泛的应用, 特别是它的简单性使其容易在各种平台上部署并实现网络管理功能, 现在互联网中很多网络设备都具有SNMP代理。而这些SNMP代理主要由网络管理中心的SNMP管理工作站进行管理, 以便监控整个网络的运行情况, 并对网络中路由器等设备故障进行处理。然而, 基于SNMP协议的管理框架经过多年的运用, 其本身也暴露了一些不足。例如, 早期SNMP协议版本的安全机制比较脆弱, 管理工作站与代理之间的通信不加密, 所有通信的字符串都是以明文的形式发送, 攻击者可以很容易地截获这些信息。另外, 由于SNMP协议使用UDP作为传输层协议, 因此管理工作站与代理之间存在数据传输可靠性不高、数据传输效率较低等问题。在实际的网络管理中, SNMP通常用来进行网络监控和简单的网络配置管理, 而无法进行较为复杂的网络配置管理。针对上述问题, SNMP协议自身做出了一些改进, 目前SNMP协议版本已经是3.0, 然而, 问题并没有从根本上得到解决, 这使其无法满足现代网络管理的需求。

为了弥补SNMP在网络管理方面的缺陷, 人们开始考虑使用一种更加合理的技术来取代SNMP进行网络管理。一种新的基于XML的网

络管理体系结构被提出^[1], 根据这种结构, XML技术将取代SNMP用于管理信息建模和管理工作站与代理之间的通信。基于XML网络管理的主要思想是利用XML强大的数据表示能力来描述被管理对象和管理操作消息, 并且利用XML表示的信息易于在异构计算机系统之间进行交互的特点。目前, 基于XML已经出现了许多用来处理XML文件的成熟技术, 如DOM、SAX、XPath等^[2-3]。综合考虑以上因素, 基于XML的网络管理具有广阔的发展前景。

1 基于XML的网络管理

1.1 基于XML网络管理的优势

XML于1998年成为W3C的标准, 被广泛用于跨平台间的数据交互。基于XML的网络管理具有以下优势:

(1) XML作为数据描述语言, 具有强大的建模能力。与SMI(structure of management information)相比, XML能够清晰地表示被管理对象的层次结构, 且XML语言可读性更好, 同时也便于计算机处理, 因此使用XML对网络管理数据进行建模更加合理;

(2) 数据传输效率较高^[4]。HTTP等高层传输协议可以被用来传输由XML描述的消息报文。通过实验对比, 可以发现在传输大量被管理对象

收稿日期: 2011-07-09.

作者简介: 吴黎兵(1972-), 男, 湖北黄梅人, 武汉大学计算机学院教授; 博士。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61070010); 中国博士后科学基金资助项目; 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目。

信息时,使用 XML 描述的消息报文更短,从而传输的效率也更高;

(3) 以 XML 为核心衍生出许多成熟的技术,如 DOM、XPath、RPC 等,可以利用 DOM APIs 从用 XML 描述的网络管理数据中获取对象信息,生成树形结构。因此,基于 XML 的网络管理可以充分利用这些技术进行高效地开发。

除了上述几点,基于 XML 的网络管理还具有安全性较高、网络配置功能灵活等优点。

1.2 基于 XML 的网络管理体系结构

将 XML 技术应用于网络管理中,可以得出如图 1 所示的网络管理体系结构。

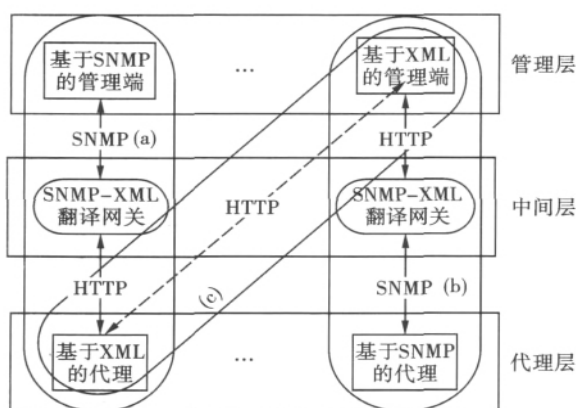


图 1 基于 XML 的网络管理体系结构

由于 SNMP 在互联网早期发展中得到广泛应用,网络中已经存在大量基于 SNMP 的代理设备,图 1 中(a)、(c)方案需要部署大量基于 XML 的代理设备来替代 SNMP 代理,这样导致成本太高。而图 1 中(b)方案只需部署一些基于 XML 的管理端和 SNMP-XML 翻译网关,并且可以利用原有的 SNMP 代理实现网络管理,故选择(b)方案作为向完全基于 XML 的网络管理过渡更加合理^[5]。不过,使用(b)方案进行网络管理时,消息需要经过 SNMP-XML 翻译网关,这将导致传输效率降低。(b)方案作为过渡时期,会不断发生变化,最终转变为完全基于 XML 的网络管理。

在以上网络管理体系结构中,SNMP-XML 翻译网关^[6-7]起了重要作用,它是基于 XML 管理端与 SNMP 代理之间的桥梁。通常情况下,实现 SNMP-XML 翻译网关需要重点解决 3 个问题:

(1) MIB 转换。即如何将 MIB 文件转化为 XML 文件,并且保证信息的正确性和完整性。在转化过程中,主要考虑如何将 MIB 文件中各类元素(如行对象、表对象、标量对象、中间节点)与

XML 进行对应的关系;

(2) 动态交互转换。即当基于 XML 管理端发送消息报文到网关时,网关能够根据相应的规则将由 XML 描述的消息报文等价转换为 SNMP 消息报文并传送给 SNMP 代理,反之亦然;

(3) 网关部署^[8]。网关可以集中或分布式部署在管理者、代理者和单独的服务器上,需要考虑如何部署网关才更加合理。

针对以上问题,现在已经有了一些解决方案,但是尚未形成标准。笔者将重点分析 SNMP-XML 翻译网关的 MIB 转换技术。

2 SNMP-XML MIB 转换

为了向基于 XML 的网络管理过渡,在 SNMP-XML 翻译网关中需要实现 MIB 转换功能,即将 SNMP MIB 文件转化为 XML 文件。

在传统的网络管理中,MIB 文件用来保存被管理对象。该被管理对象在 MIB 中组成树形结构。根据树形结构对每个对象赋予一个对象标识符(OID),可以方便地读取对象实例的值,从而实现网络管理。然而,使用 SMI 作为描述被管理对象的标准存在一些问题。首先,SMI 不能清晰地描述层次结构,不利于计算机的处理;其次,MIB 文件也不便于人们阅读。最近,有人提出可以通过使用 XML Schema 对被管理对象进行建模,由于 XML Schema 能够检查基于 XML 管理端发来的消息报文的完整性,同时,XML Schema 自身也是 XML 文件,因此它能够清晰地表示层次结构且便于人们阅读。

为了将 MIB 文件转化为 XML 文件,首先需要根据 MIB 文件得到被管理对象的树形结构,然后再定义与 MIB 文件中各类元素相对应的 XML Schema 模块,最后在遍历 MIB 树形结构时,通过查找对应关系映射为相应的 XML Schema 模块^[9-10]。

2.1 MIB 元素到 XML Schema 的映射

2.1.1 数据类型对应的 XML Schema

MIB 文件中的数据类型包括:IpAddress、Counter 和 TimeTicks 等。表 1 为 MIB 中部分数据类型到 XML Schema 的映射。

2.1.2 被管理对象对应的 XML Schema

在 MIB 文件中,被管理对象通常被分为:标量对象、行对象和表对象。表 2 为行对象到 XML Schema 的映射。

2.1.3 中间节点对应的 XML Schema

在 MIB 树中除被管理对象外,还存在一些中

表 1 MIB 中部分数据类型到 XML Schema 的映射

数据类型	XML Schema
	<code>< xsd: simpleType name = " OCTET STRING" ></code>
OCTET STRING	<code>< xsd: restriction base = " xsd: string" ></code> <code>< /xsd: restriction ></code> <code>< /xsd: simpleType ></code>
Counter: : = INTEGER (0...2 ³² - 1)	<code>< xsd: simpleType name = " Counter" ></code> <code>< xsd: restriction base = " xsd: un- signedInt" ></code> <code>< /xsd: restriction ></code> <code>< /xsd: simpleType ></code>

表 2 行对象到 XML Schema 的映射

行对象	XML Schema
	<code>< xsd: element name = " rowObject" ></code> <code>< xsd: complexType ></code> <code>< xsd: complexContent ></code>
rowObject OB- JECT - TYPE SYNTAX	<code>< xsd: restriction base = " rowObject- Type" ></code> <code>< xsd: attribute name = " OID" type = "xsd: string" use = " required" value = "oidValue" / ></code>
rowObjectType ACCESS ac- cessType	<code>< xsd: attribute name = " ACCESS" type = "xsd: string" value = "accessType" / ></code>
STATUS sta- tusType	<code>< xsd: attribute name = " STATUS" type = "xsd: string" value = "statusType" / ></code>
DESCRIPTION " text"	<code>< xsd: attribute name = " DESCRIP- TION" type = " xsd: string" value = "text" / ></code>
INDEX index :: = { parent- Node number }	<code>< xsd: attribute name = " INDEX" type = "xsd: string" value = "index" / ></code> <code>< /xsd: restriction ></code> <code>< /xsd: complexContent ></code> <code>< /xsd: complexType ></code> <code>< /xsd: element ></code>
rowObjectType :: = SEQUENCE{ object objectType , : }	<code>< xsd: complexType name = " rowObject- Type" ></code> <code>< xsd: sequence ></code> <code>< xsd: element name = " object" type = "objectType" ></code> <code>:</code> <code>< /xsd: sequence ></code> <code>< /xsd: complexType ></code>

间节点。通过这些中间节点,可以对其子节点进行统一管理。表 3 为 MIB 文件的中间节点到 XML Schema 的映射。

2.2 MIB 转换数据结构

在进行 MIB 转换过程中,为了便于从 MIB 文件中提取相应的信息,笔者统一 MIB 中各类节点数据结构,如图 2 所示。

表 3 中间节点到 XML Schema 的映射

中间节点	XML Schema
node OBJECT IDEN- TIFIER :: = { parent- Node number }	<code>< xsd: element name = "node" ></code> <code>< xsd: complexType ></code> <code>< xsd: sequence ></code>
childnode OBJECT - TYPE SYNTAX : rowObjectType	<code>< xsd: elment ref = " childnode" ></code> <code>:</code> <code>< /xsd: sequence ></code>
ACCESS accessType	<code>< xsd: attribute name = " OID"</code>
STATUS statusType	<code>type = " xsd: string" use = " re-</code>
DESCRIPTION " text"	<code>quired" value = "oidValue" / ></code>
:: = { node number }	<code>< /xsd: complexType ></code> <code>< /xsd: element ></code>

```
// 节点的详细信息
typedef struct Detail
{
    string syntax;           // 对象语法类型
    string access;          // 对象存取权限
    string status;          // 对象状态
    string description;     // 描述
    string index;           // 指定表的索引对象
    string reference;       // 参考
    string defaultValue;    // 缺省值
    string parent;          // 父节点
}Detail;

// MIB文件节点
typedef struct Node
{
    string identifier;       // 自身的标识符
    string oid;              // 对象的标识符
    struct Detail *detail;
    struct Node *pNodeChild;
    struct Node *pNodeBrother;
}Node;
```

图 2 MIB 转换数据结构

以上使用二叉树来创建等价的 MIB 树,虽然会导致二叉树的深度比较大,但是考虑到使用先序遍历可以方便地实现对等价 MIB 树的深度优先遍历并且单个 MIB 文件的节点数量并不是海量的,因此使用二叉树来模拟 MIB 树是合理的。

2.3 翻译流程

根据上述数据结构和映射关系,可以得出 MIB 转换流程,如图 3 所示。

图 3 简要地说明了 MIB 转换流程,在具体实现时,可在读取 MIB 文件时使用 map 容器(键-值对集合)保存对象名与对象标识符(OID) 之间的对应关系。在整个翻译流程中,对 MIB 文件的解析尤其重要。具体思路如下:

- (1) 首先创建二叉树的根节点(已初始化),并建立一个对象名与对象标识符映射的 map 容器,然后用根节点初始化 map 容器;
- (2) 根据关键字“OBJECT IDENTIFIER”和“OBJECT - TYPE”来识别对象,提取对象被赋予的值,如{ interfaces 2 },并且在 map 容器中查找,生成相应的 OID 值,最后加入到 map 容器中;
- (3) 根据得到的 OID 值,在二叉树中查找要

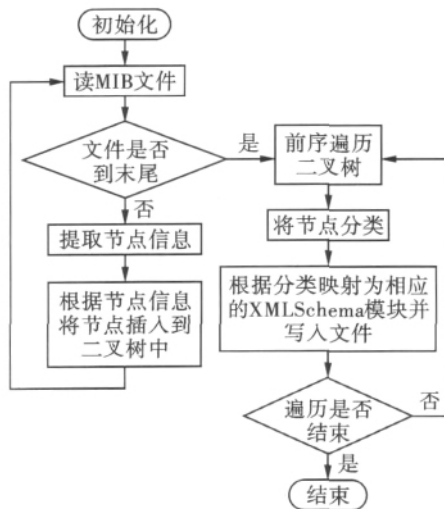


图3 翻译流程图

插入的位置,使用前序遍历的方式,相当于将整棵MIB树深度优先地遍历一遍。

在成功解析MIB文件为一棵二叉树后,再根据MIB文件中元素到XML Schema模块的映射关系转换MIB文件并输出。

2.4 实验结果

实验程序采用C++语言实现,编译器为g++ 4.1.2,在CentOS 5.5系统平台下运行。下面以RFC1213-MIB为例,对其进行MIB转换。具体实验结果如图4和图5所示。

```

<xsd:element name="system">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="sysdescr" />
      <xsd:element ref="sysObjectID" />
      <xsd:element ref="sysUpTime" />
      <xsd:element ref="sysContact" />
      <xsd:element ref="sysName" />
      <xsd:element ref="sysLocation" />
      <xsd:element ref="sysServices" />
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="OID" type="string" use="required" value="1 3 6 1 2 1 1" />
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

```

图4 将RFC1213-MIB中system节点转化为XML Schema

```

<xsd:element name="sysUpTime">
  <xsd:complexType>
    <xsd:simpleContent>
      <xsd:restriction base="TimeTicks">
        <xsd:attribute name="OID" type="string" use="required" value="1 3 6 1 2 1 1 3" />
        <xsd:attribute name="ACCESS" type="string" value="read-only" />
        <xsd:attribute name="STATUS" type="string" value="mandatory" />
        <xsd:attribute name="DESCRIPTION" type="string" value="The time (in hundredths of a s" />
      </xsd:restriction>
    </xsd:simpleContent>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

```

图5 将RFC1213-MIB中sysUpTime节点转化为XML Schema

图4为将中间节点system转化为XML Schema形式,其中显示出system节点下所有叶子节点。图5为将system节点下的叶子节点sysUpTime转化为XML Schema形式,说明了sysUpTime具有的属性,其中对象标识符(OID)为必须属性。从实验结果可以发现,相对于传统的MIB文件,

基于XML Schema形式的MIB文件更具层次性和可读性。

3 结论

笔者对比了两种网络管理技术,突出了基于XML网络管理的优势。重点阐述了网络管理过渡阶段所需的SNMP-XML翻译网关并实现了网关中的MIB转换技术。对于实现翻译网关所需考虑的动态交互转换技术和网关的部署问题并没有进行详细讨论,这也是未来研究的重点之一。

参考文献:

- [1] JU H T. An embedded Web server architecture for XML-based network management [C]//Proc of the IEEE Network Operations and Management Symposium. Florence [s. n.] 2002: 7-18.
- [2] STRAUB F, KLIE T. Towards XML oriented internet management [C]//Proc of IFIP/IEEE the 8th International Symposium on Integrated Network Management. Braunschweig [s. n.] 2003: 505-518.
- [3] 屈在宏,徐明伟,章森,等.基于XML的互联网网络管理研究综述[J].小型微型计算机系统,2008,29(2):245-250.
- [4] CHANG Y A, XIAO D B. Design and implementation of NETCONF-based network management system [C]//Future Generation Communication and Networking. Haikou [s. n.] 2008: 256-259.
- [5] KLIE T, STRAUB F. Integrating SNMP agents with XML-based management systems [J]. IEEE Communications Magazine, 2004, 42(7): 76-83.
- [6] JEONG-HYUK Y, HONG-TAEK J, HONG J W. Development of SNMP-XML translator and gateway for XML-based integrated network management [J]. International Journal of Network Management, 2003, 13(4): 259-276.
- [7] 钱柱中,谢立.基于XML网络管理的SNMP/XML翻译网关的开发[J].计算机科学,2005,32(9):51-54.
- [8] 赵丽萍.面向XML的SNMP MIB数据转换模式研究[J].计算机工程与设计,2005,26(5):1253-1255.
- [9] 吴小琼,肖德宝,常亚楠.基于NETCONF的SNMP MIB数据转换[J].计算机工程,2010,36(2):64-66.
- [10] IMAMURA T, MARUYAMA H. Mapping between ASN.1 and XML applications and the internet [C]//2001 Symposium on Applications and the Internet. San Diego [s. n.] 2001: 57-64.

(下转第863页)

- et al. Bridging the semantic gap in multimedia information retrieval top – down and bottom – up approaches [C]//Mastering the Gap: from Information Extraction to Semantic Representation / 3rd European Semantic Web Conference. Budva: Montenegro 2006: 341 – 355.
- [3] ENSER P G B ,SANDOM C J ,LEWIS P H. Automatic annotation of images from the practitioner perspective [C]//Image and Video Retrieval: 4th International Conference. [S. l.]: Singapor 2005: 20 – 22.
- [4] WILLIAM G I ,ZHAO R. From features to semantics: some preliminary results [C]//IEEE International Conference on Multimedia and Expo (II). [S. l.]: [s. n.] 2000: 679 – 682.
- [5] ZHAO R ,GROSKY W I. Narrowing the semantic gap – improved text – based Web document retrieval using visual features [J]. IEEE Transactions on Multimedia , 2002 4(2) : 189 – 200.
- [6] LAVRENKO V ,MANMATHA R ,JEON J. A model for learning the semantics of pictures [C]//Proc Conf Advances in Neural Information Processing Systems. [S. l.]: [s. n.] 2003: 91 – 100.

Multimedia Data Semantic Gap Analysis

XIE Yuxiang ,LUAN Xidao ,WU Lingda

Abstract: The semantic gap of multimedia data has baffled its further application. The source of semantic gap was analyzed and then this problem was extended particularly. The semantic gap problem was extended to the gap levels including thinking and natural language gap ,human – computer interaction gap ,feature extraction gap ,entity semantic gap and abstract semantic gap etc. By analyzing existing multimedia data capture mode a feasible way was proposed to solve the semantic gap problem.

Key words: multimedia data; semantic gap; data capture

XIE Yuxiang: Assoc. Prof. ; School of Information System and Management ,National University of Defense Technology ,Changsha 410003 ,China.

[编辑: 王志全]

(上接第 854 页)

Conversion Method of MIB for XML – based Network Management

WU Libing ,FU Fan ,HE Yanxiang ,YU Tianshui

Abstract: Because of the rapid development of internet ,the traditional network management cannot meets the practical demands , therefore a new network management based on XML was proposed. In order to demonstrate the advantages of the XML – based network management ,the traditional network management was compared with the XML – based network management. Then ,the architecture of XML – based network management was introduced. The SNMP – XML translation gateway which was necessary during the transition period was also studied and the MIB conversion method in SNMP – XML gateway like converting MIB files into XML files was discussed in detail.

Key words: network management; SNMP; XML; MIB conversion technology

WU Libing: Prof. ; School of Computer ,Wuhan University ,Wuhan 430072 ,China.

[编辑: 王志全]