

# 基于卫星网络管理的 SNMP 扩展原语设计

张文波, 徐野, 姜月秋, 冯德超

(沈阳理工大学信息科学与工程学院, 沈阳 110168)

**摘要:** 针对卫星网中卫星节点的动态性和管理域动态划分的特点, 提出卫星网络动态管理域划分的注册注销机制。地面分管理站向视域内的卫星发送注册广播分组, 星上 SNMP 代理收到广播分组后采用链路延迟测试应答。根据该机制扩展了 SNMP 的原语, 对原语的定义遵循 RFC1157 规范, 可采用 BER 编码。该设计实现了 SNMP 协议对基于注册注销机制的动态管理域划分策略的支持。

**关键词:** 卫星网络; 网络管理; 动态管理域

## Design of Extended SNMP Primitive Based on Satellites Network Management

ZHANG Wen-bo, XU Ye, JIANG Yue-qi, FENG De-chao

(School of Information Science and Engineering, Shenyang University for Science and Technology, Shenyang 110168)

**【Abstract】** In allusion to the mobility of the satellite network nodes and the characteristic of management domain dynamic partition in the satellite network, this paper proposes the login and logout mechanism of the satellite network dynamic management domain partition. In the mechanism, a ground branch-station sends the packets of login broadcasting to satellites in view. After receiving the packets, the SNMP agents on the satellites adopt link-delay test to respond. According to the mechanism, the SNMP primitives are extended. The definition of primitives, which follows RFC1157 criterion, can be encoded by the BER coding. The policy of the dynamic management domain partition on the basis of the login and logout mechanism, which is supported by the SNMP protocol, is realized by the design of the extended primitives.

**【Key words】** satellites network; network management; dynamic management domain

### 1 概述

随着计算机和通信技术的发展, 卫星网络成为当前研究的前沿问题。卫星网<sup>[1]</sup>是由不同轨道、种类、用途和性能卫星、星座及相应地面设施通过星际和星地链路连接在一起组成的互连互通的卫星群体网络。卫星网是空间系统、地面系统无缝接入的重要基础设施, 具有高度复杂、动态和异构等特点, 要使网络高效、可靠地运行, 必须对其进行有效管理, 使网络资源与信息进行有效调配, 以应对各种复杂的突发情况, 适应应用任务、网络本身和外部条件的变化。

明确地划分管理域<sup>[2]</sup>可以增强系统可扩展性, 避免网络管理操作的重复性。在传统地面网络管理中, 由于多数网络设备节点是固定的, 因此管理域的划分通常采用简单的地域划分或结构划分, 即先确定管理站所处位置, 再按网络节点的地理位置分布情况进行拓扑配置, 划定一个管理站对应的管理域。确定管理域后, 域内节点不能轻易变更自己所属的管理域。这种管理域划分机制能保证网络管理应用不会发生重叠, 且由于网络节点较固定, 使得网络的拓扑管理易于实现。但这种管理域划分方法不适用于卫星网络。

卫星(或星座)作为网络节点, 其移动性及链路的暂时性使网络拓扑动态变化频繁, 因此, 相应的网络管理域归属必须有清晰的划分, 以避免管理操作上的重叠。目前已有研究者提出基于延迟测试的管理域划分策略、基于延迟和跳数的管理域划分策略, 这些策略的基本思路是使管理域划分算法能最大程度地减小链路延迟给卫星网络管理带来的负面影响。为了实现管理域的动态划分, 卫星节点必须可以动态地

注册进入管理域并从管理域中注销, 因此, 本文提出卫星网络基于注册和注销的管理域变更机制, 设计并实现管理域变更机制的 SNMP 扩展原语(本文假定未来的卫星网络将采用 SNMPv3 作为其管理协议)。

### 2 基于注册和注销的管理域变更机制

在初始状态下, 卫星网络中的所有分管理站(位于地面)定期向视域内广播注册命令分组。广播分组为卫星加入域提供了验证机会。广播分组的作用类似移动通信系统<sup>[3]</sup>中的公共接入信道。对于网络移动节点<sup>[4]</sup>的接入具有较高灵活性和可扩展性。卫星入轨后先向内部初始化的分管理站注册。当卫星经过其他分管理站并接收到注册命令分组后, 记录该分管理站的相关信息并发送延迟测试, 根据延迟测试结果, 比较卫星到各个分管理站通信延迟的大小, 以决定是否变更管理域归属。延迟测试能在最大程度上减小通信延迟对网络管理的影响, 提高网络管理行为的有效性和准确性。

设置在地面的分管理站的管理域是已经提交注册的所有卫星节点的集合, 此集合是动态更新的, 可以灵活接纳新卫星。当有新卫星加入网络时, 卫星本身不需要完全了解整个网络中分管理站的分布情况, 而是通过自身轨道运行, 在进行一定安全验证后就可以灵活注册接入地面分管理站。该注册和注销机制保证了卫星节点不依赖特定分管理站的管理,

**基金项目:** 国家“863”计划基金资助项目

**作者简介:** 张文波(1973-), 男, 副教授、博士, 主研方向: 网络管理; 徐野、姜月秋, 副教授、博士; 冯德超, 硕士研究生

**收稿日期:** 2008-04-18 **E-mail:** jessezwb@163.com

特别是当部分分管理站因故障而瘫痪时，依然可以实现对卫星节点的有效管理。在发射执行特定任务的临时卫星前，无须通告所有管理站。通过各分管理站与中心管理站间的数据同步，网管人员可以及时了解本方应急发射的卫星入轨情况。这种注册机制具有良好的可扩展性。由于卫星网的建立和运行是一个长期且不断发展的过程，网络建设初期的规模必定有所限制，因此通过动态管理域划分，网络元素(包括卫星和管理站)的加入不会对整个网络管理系统造成影响。在很大程度上维持了系统稳定性。注册和注销过程时序如图 1 所示。

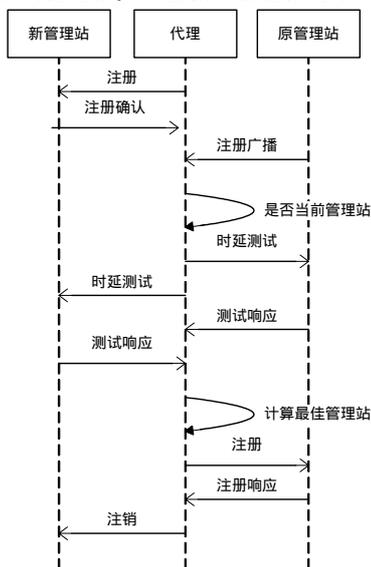


图 1 网络节点管理域动态变化时序

### 3 SNMPv3 扩展通信原语设计

当前 SNMPv1 ~ v3 的管理体系结构中的原语操作都不能支持上述管理域动态变化机制，为了实现该注册和注销机制，需要在 SNMP 通信原语中增加新的原语以支持动态划分管理域方法。SNMP 代理向管理端的注册注销过程通过 6 个原语完成，即广播、注册、注册确认、测试、测试应答、注销。对它们采用抽象语法表示(ASN.1)，ASN.1 是一种形式语言，提供统一的网络数据表示，通常用于定义应用数据的抽象语法和应用协议数据单元的结构，SNMP 管理体系结构中的管理信息结构和管理信息库都是用 ASN.1 定义的，和 SNMP 的其他操作原语相同，这些扩展操作原语以包含协议数据单元的(PDU)消息的形式交换信息。扩展原语的消息结构如下：

```

Message ::= SEQUENCE {
    Version INTEGER { version(1) },
    Community OBJECT STRING,
    Data ANY }
    
```

为了支持扩展操作原语，在管理对象库中需要增加相应管理对象，如当前管理站 IP、广播间隔等。

#### 3.1 注册广播原语

分管理站按一定时间间隔对所有卫星进行广播，即向星上的 SNMP 代理声明本分管理站。广播时间间隔值应处于合理范围内，若太小则频繁的广播将加重节点的负载；若太大卫星节点将难以及时加入网络的动态管理域。间隔时间应该和预期的网络重构时间一致，对分管理站而言，其大小应该可配置。当分管理站对外广播时，在其消息中应包括 PDU 类型、管理站 ID、该管理站其他信息等。其 PDU 定义如下：

```

PDU ::= SEQUENCE {
    pdu_type INTEGER,
    
```

```

        --标识为注册广播消息
    broadcast-id INTEGER,
    variable-bindings VarBindList
        --管理站的相关信息 }
    VarBindList ::= SEQUENCE {
        IdBind,
        positionBind --相应的 ID 和位置信息等 }
    IdBind ::= SEQUENCE {
        Id ObjectName,
        Value ObjectSyntax }
    positionBind ::= SEQUENCE {
        position ObjectName,
        value ObjectSyntax }
    
```

#### 3.2 注册原语

注册原语由星上 SNMP 代理在初始化时或向一个新的分管理站注册时发送，SNMP 代理向管理站注册时应向管理站提供的基本信息包括节点类型、节点名、节点标识符、当前位置等。其中，节点类型用以说明该代理节点是计算机、交换机或路由器。其 PDU 定义如下：

```

Login-PDU ::= SEQUENCE {
    pdu_type INTEGER,
        --标识为注册消息
    log-id INTEGER,
    variable-bindings VarBindList
        --代理的基本信息 }
    
```

#### 3.3 注册确认原语

当分管理站收到一个星上 SNMP 代理向其注册的消息后，读取消息的内容并将当前代理归入管理代理列表，然后向注册的星上 SNMP 代理发送一个确认消息。如果因为某种原因该分管理站不能接受星上 SNMP 代理的注册，那么它应该在确认消息中说明不接受该 SNMP 代理的注册及其原因。对应的 PDU 定义如下：

```

LogResponse-PDU ::= IMPLICIT SEQUENCE
{ pdu_type INTEGER,
    --标识为注册确认消息
    log-id INTEGER,
    error-status
    --0：成功注册，1：不予注册
    INTEGER { Success(0), Fail(1) } }
    
```

#### 3.4 延时测试原语

一个星上 SNMP 代理收到分管理站发送的注册广播后，须判断是否是其已经注册过的管理站，如果不是就要向新管理站和原管理站发送延时测试消息。处理时间及网络阻塞等原因使单向延时测试不能准确确定时延大小。在一个星上 SNMP 代理向分管理站发送测试包进行测试时，需要考虑从一个包发送到接收的时间信息，因此，其发送包中要绑定一个当前时间戳信息，分管理站在接收到一个测试包后再加入一个当前时间戳，返回给星上 SNMP 代理。星上 SNMP 代理接收到测试应答包后，根据发送延时和接收延时的权重计算其应该向哪一个分管理站注册，计算公式如下：

$$\text{Delay} = \text{sendTime} * \text{sendRight} + \text{receiveTime} * \text{receiveRight}$$

其中，sendRight 和 receiveRight 分别为发送延时的权值和接收延时的权值，且 sendRight+receiveRight=1。PDU 定义如下：

```

TestResponse-PDU ::= SEQUENCE {
    pdu_type INTEGER,
    --标识为延时测试消息
    test-id INTEGER,
    
```

```
variable-bindings VarBindList
--包括智能代理向其发送包时的时间 }
```

### 3.5 延时测试应答消息

当一个分管理站接收到一个星上 SNMP 代理的延时测试消息后，它只在原消息的基础上加上当前时间戳，并返回给星上 SNMP 代理。其 PDU 定义如下：

```
test_response ::= SEQUENCE {
    pdu_type INTEGER,
    --标识为延时测试应答消息
    test-id INTEGER,
    variable-bindings VarBindList
    --包括智能代理向其发送包时的时间 }
VarBindList ::= SEQUENCE
{ TimeStampBind, TimeStampBind2 }
```

### 3.6 注销消息

当一个星上 SNMP 代理成功得到分管理站的注册成功消息后，修改相应配置并向原注册的分管理站发送一个注销消息，其 PDU 定义如下：

```
Logout-PDU ::= IMPLICIT SEQUENCE
{ pdu_type INTEGER,
  --标识为注销消息
  logout-id INTEGER,
  variable-bindings VarBindList
  --代理的基本标识 }
```

在 SNMP 网络管理体系结构中，完整的原语操作消息格式如图 2 所示。

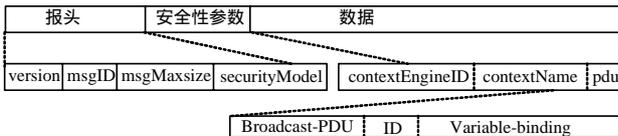


图 2 SNMP 扩展原语操作消息格式

(上接第 96 页)

```
<!-- loc: a Web location -->
<!--outside the header, it's a normal cross-reference -->
<xsl:template match="loc">
  <xsl:if test="starts-with(@href, '#)">
    ...
  </xsl:if>
  <a href="{@href}">
    <xsl:choose>
      <xsl:when test="count(child::node())=0">
        <xsl:value-of select="@href"/>
      </xsl:when>
      <xsl:otherwise>
        <xsl:apply-templates/>
      </xsl:otherwise>
    </xsl:choose>
  </a>
</xsl:template>
```

网页抓取程序可以根据上述标签代表链接关系而获得网页的链接关系，从而遍历整个网站。

本实验采用第(3)种方式，通过增加一个 XSLParser 来解析样式文件。对于相同的样式文件，采用缓存方式来避免重复解析。实验结果表明，改进的 XML 搜索引擎可以完全地遍历整个模拟网站并实现检索。

为了配合完成节点的动态注册注销机制，需要在管理信息库中增加相应管理信息定义，以当前星上代理所属分管理站为例，定义方式如下：

```
currentManager OBJECT-TYPE
SYNTAX DisplayString (SIZE (0..10))
ACCESS read-only
STATUS mandatory
DESCRIPTION
"A textual description the current manager which belongs to"
 ::= { system 14 }
```

## 4 结束语

根据卫星网络管理域动态划分的需求，本文提出了基于注册注销的动态管理域划分机制，并根据注册注销的需求扩展了 SNMP 的原语，即广播、注册、注册确认、测试、测试应答和注销。本文机制为卫星网络管理提供了一种有效手段。

### 参考文献

- [1] Todorova P. Network Management in ATM LEO Satellite Networks[C]//Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences. Big Island, HI, USA: [s. n.], 2002.
- [2] 闻英友, 冯永新, 王光兴. 一种卫星综合信息网中的管理域划分策略及簇生成算法[J]. 小型微星计算机系统, 2004, 25(10): 1742-1745.
- [3] Papapetrou E, Karapantazis S, Dimitriadis G, et al. Satellite Handover Techniques for LEO Networks[J]. International Journal of Satellite Communications and Networking, 2004, 22(2): 231-245.
- [4] Fu Shaojian, Ma Liran, Atiquzzaman M, et al. Architecture and Performance of SIGMA: A Seamless Handover Scheme for Data Networks[C]//Proceedings of IEEE International Conference on Communications. Seoul, South Korea: IEEE Press, 2005.

## 6 结束语

随着 W3C 的大力推广及非 PC 上网终端的普及，XML 成为第 2 代 Web 语言的进程将逐渐加速，适应 XML 网站的搜索引擎技术将随之发展。如何利用 XML 标签丰富的语义信息来帮助搜索引擎构建良好的结构化查询，是 INEX 的研究课题之一，也是笔者下一步研究的方向。

### 参考文献

- [1] Trotman A, Geva S. Relevance in XML Retrieval: The User Perspective[C]//Proceedings of the SIGIR Conference on XML Element Retrieval Methodology. Washington, Seattle, USA: ACM Press, 2006.
- [2] Kamps J, Marx M, Rijke M D, et al. Structured Queries in XML Retrieval[C]//Proceedings of the 14th ACM Conference on Information and Knowledge Management. [S. l.]: ACM Press, 2005.
- [3] Kamps J, Marx M, Rijke M D, et al. Best-match Querying from Document-centric XML[C]//Proceedings of the 7th International Workshop on the Web and Databases. New York, USA: ACM Press, 2004.
- [4] Cafarella M, Cutting D. Building Nutch: Open Source Search[Z]. 2004.
- [5] 韩毅. 基于 DTD 的 XML 文档内容检索研究[J]. 情报科学, 2006, 24(3): 91-94.