

数字化家庭网络管理模型 HNMP

刘云新¹,张尧学¹,郭国强²

(1. 清华大学计算机科学与技术系,北京 100084;2. 湖南常德师范学院计算机系,湖南常德 415003)

摘 要: 本文提出了一个数字化家庭网络管理模型 HNMP(Home Network Management Protocol),用于控制和管理家庭中的数字化信息设备.除了给出 HNMP 管理模型的各个组成部分之外,本文还对 Internet 标准 MIB 进行了扩展并用扩展的 MIB 描述家庭信息设备的属性和行为.另外,我们还给出了 HNMP 协议的报文格式和交互过程.本文提出的 HNMP 模型具有简单、扩展性强和易于实现的特点,并和 SNMP 模型兼容.

关键词: 数字化家庭网络;网络管理模型;HNMP;MIB

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2001) 08-1050-03

HNMP:A Digital Home Network Management Model

LIU Yun-xin¹,ZHANG Yao-xue¹,GUO Guo-qiang²

(1. Dept. of Computer Science & Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Dept. of Computer, Changde Teachers' University, Changde, Hunan 415003, China)

Abstract: A digital home network management model used to control and manage digital appliances in families, called HNMP (Home Network Management Protocol), is introduced in this paper. The second section of the paper introduces all the parts of HNMP model; the third section discusses how to describe the attributes and behaviors of digital appliances in home by extending MIB tree; the fourth section describes the format and alternating process of HNMP messages in detail. HNMP model can be implemented easily and has features of simplicity, high expansibility and compatibility with SNMP model.

Key words: digital home network; network management model; HNMP; MIB

1 引言

近年来,嵌入式计算技术飞速发展,已经扩展到了通信及家电产品等行业,并由此引发了数字化家电的革命.数字化信息家电的出现和网络技术的发展使得网络开始进入家庭,从而出现了“数字化家庭网络”的概念^[1].

家庭数字网络的管理是家庭数字网络技术必须解决的重大关键技术之一.至今为止,人们对 Internet 的管理模型进行了深入细致的研究.但是,对于家庭数字网络,还未见关于管理问题的研究报告.

本文提出一个用于家庭网络管理的 HNMP(Home Network Management Protocol)模型,对家庭内部网络进行管理,为远程控制家庭信息设备提供了基础,并和 SNMP^[2](Simple Network Management Protocol)模型兼容.

2 HNMP 管理模型

图 1 给出了一个数字化家庭网络的示例.在未来的家庭中,大部分家庭信息设备都将是数字化设备.这些设备上运行有嵌入式操作系统(比如清华大学计算机系自主开发的嵌入式实时操作系统 SOPCA^[3]),并通过各种不同的传输方式和家

庭网关或相关的控制设备连接之后,再和 Internet 相连接,组成家庭数字化网络.

本文提出的 HNMP 模型用于对图 1 所示的家庭数字网络进行管理和控制.该模型包括四部分:管理工作站;被管设备;管理信息库(MIB)和管理协议,如图 2 所示.

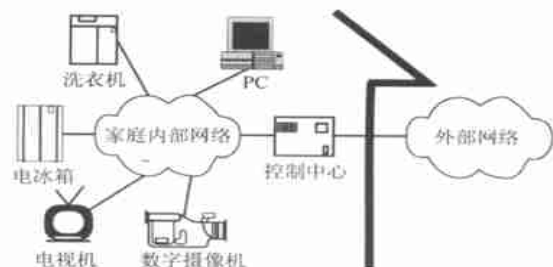


图 1 数字化家庭网络的示意图

管理工作站即图 1 中的家庭网络控制中心或称家庭网关.它运行 HNMP 管理器,维护管理信息库,并可以改变被管设备的状态,对它们进行控制.被管设备是家庭中的各种信息设备,例如数字电视机,数控冰箱等数字化智能设备.它们都

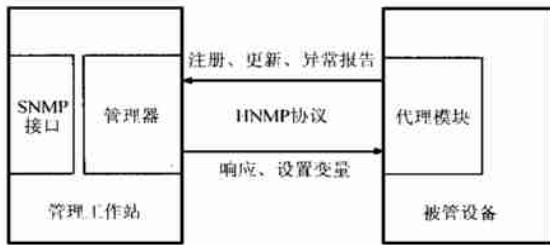


图2 HNMP 管理模型

运行着一个 HNMP 代理模块与管理工作站进行通信。管理信息库用于存储描述各个被管设备的状态和行为的各种参数。HNMP 协议是一个基于 UDP 协议的应用层协议。HNMP 管理器和 HNMP 代理模块通过 HNMP 协议进行交互。

3 HNMP 的管理信息库(MIB)

为了对网络进行管理,人们定义了许多管理对象。这些管理对象使用 SMI^[4](Structure of Management Information)来定义,并组织成一个树状结构,称为 MIB^[5,6](Management Information Base)管理对象树。其中,mib-2 子树定义了 SNMP 所管理的对象。同样,为了对家庭网络进行管理,也需要定义一些管理对象来描述家庭信息设备的状态和行为。按照 Internet 参考标准 RFC-1155 中对扩展 MIB 的要求,采用以下的做法:

首先,在 mib-2 子树下增加一个子树 hnmp 来标识所有与家庭网络管理相关的管理对象:

```
hnmp OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 xx }
```

其中 OBJECT IDENTIFIER 是一个 MIB 变量数据类型。xx 是 hnmp 子树在 mib-2 子树下的编号。

其次,在 hnmp 子树下定义 6 个对所有信息设备都适用的管理对象:

```

hnmpSysDescr OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 1 }
hnmpSysObjectID OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 2 }
hnmpSysUpTime OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 3 }
hnmpSysName OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 4 }
hnmpSysStatus OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 5 }
hnmpIpAddress OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 6 }
  
```

HnmpSysDescr 是一个用于描述信息设备的字符串对象。该字符串应该包含信息设备的硬件类型、所用的操作系统和通信软件的完整的名称和版本信息,并且只能包含可打印的 ASCII 码字符。对 hnmpSysDescr 对象只能进行读操作。

HnmpSysObjectID 是一个 OBJECT IDENTIFIER 类型的管理对象,用来对所管理的信息设备进行标识。其值所标识的信息设备在 SMI 树中的位置(参见后面对 hnmpEnterprises 子树的讨论)。对 hnmpSysObjectID 对象只能进行读操作。

HnmpSysUpTime 是一个 TimeTicks 类型(以百分之一秒为单位的)管理对象,其值是信息设备最近一次启动后所经历的时间。对 hnmpSysObjectID 对象只能进行读操作。

HnmpSysName 是一个 DisplayString(可显示字符串)类型的管理对象,其值是信息设备的名称。HnmpSysName 最多可以包含 255 个字符。对 hnmpSysName 对象可以进行读写操作,即可

以对信息设备重新命名。

HnmpSysStatus 是一个 INTEGER 类型的管理对象,用于描述信息设备的运行状态。对 hnmpSysStatus 对象可以进行读和写的操作。正是通过改变 hnmpSysStatus 对象的值,才能够远程控制信息设备的运行状态。

HnmpIpAddress 是一个 IpAddress(一个网络字节序的 4 字节字符串)类型的管理对象,用来标识信息设备的 IP 地址。IP 地址是在设备启动时自动分配的,对 hnmpIpAddress 对象只能进行读操作。

任何信息设备上的 HNMP 代理模块都必须实现以上 6 个对象。由于信息设备种类繁多,参数各异,以上 6 个对象远远不能描述所有的信息设备。为了描述各种信息设备,并且要具有一定的可扩展性,在 hnmp 子树下再定义两个子树:

```
hnmpPrivate OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 7 }
```

```
hnmpEnterprises OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmp 8 }
```

其中,hnmpPrivate 子树用来定义各类信息设备特有的属性。hnmpPrivate 子树下为每一类信息设备都定义一个子树,在该子树下定义用来描述该类设备所特有属性的管理对象。比如空调设备可以设置温度,那么为了描述这一特有属性,可以在 hnmpPrivate 子树下定义一个描述空调设备特有属性的子树 air-condition:

```
air-condition OBJECT IDENTIFIER ::= { hnmpPrivate 1 }
```

然后在 air-condition 子树下定义一个描述温度的管理对象: temperature OBJECT IDENTIFIER ::= { air-condition 1 }

通过操纵 temperature 对象,就可以远程地设置空调的温度了。

HnmpEnterprises 子树用来标识各个厂商的各种信息产品。在 hnmpEnterprises 子树下为每个厂商定义一个子树。每个厂商的子树下的各个节点代表该厂商的各种信息产品。例如,假设厂商 A 的子树为 hnmpEnterprises.1,该厂商生产的一种微波炉对应于 hnmpEnterprises.1 子树的孩子 hnmpEnterprises.1.1。则 hnmpEnterprises.1.1 就可以唯一地标识该种微波炉。使用这种方法来定义 hnmpSysObjectID 对象。比如厂商 A 的微波炉的 hnmpSysObjectID 对象的值就是 hnmpEnterprises.1.1。

HNMP 协议实体在传送各个管理对象实例之前要使用 ASN.1^[7]语法对它们进行编码,在接收到编码过的管理对象实例之后再行解码。

4 HNMP 协议

4.1 HNMP 协议报文

管理工作站与被管设备之间通过交换报文进行通讯。为了减少代理模块的复杂性,HNMP 报文通过 UDP 协议传输,而且每个报文单独封装在 UDP 数据包中。报文由版本号和协议数据单元(PDU)组成。其格式如图 3 所示:

在下面各个协议数据单元的定义中:RequestID 用于区分发出的请求。ErrorStatus

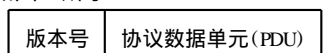


图3 HNMP 报文格式

非零表示在处理请求过程中出现错误。这时,ErrorIndex 可以指出导致错误的变量。Variable binding 或 VarBind 指变量名称

和变量值的组合,而 VarBindList 就是一系列变量名称及其值。

实现 HNMP 协议时必须支持 Register-PDU、Update-PDU、Set-PDU、Response-PDU 和 Trap-PDU 五种 PDU。其中前三种 PDU 除类型编号不同外格式完全相同:

```
Register-PDU ::= [0] IMPLICIT SEQUENCE {
    request-id
    RequestID,
    variable-bindings
    VarBindList }
```

后两种 PDU 的定义为:

```
Response-PDU ::= [3] IMPLICIT SEQUENCE {
    request-id
    RequestID,
    error-status
    ErrorStatus,
    error-index
    ErrorIndex,
    variable-bindings
    VarBindList }
```

```
Trap-PDU ::= [4] IMPLICIT SEQUENCE {
    enterprise
    OBJECT IDENTIFIER,
    trap-type
    INTEGER {
        Restart(0),
        LinkDown(1),
        LinkUp(2),
        EnterpriseSpecific(3) },
    specific-trap
    INTEGER,
    time-stamp
    TimeTicks }
```

其中,Register-PDU 报文用于被管设备向管理工作站进行注册;Update-PDU 报文用于被管设备向管理工作站更新自己的描述信息;Set-PDU 报文用于管理工作站对被管设备的状态进行设置;Response-PDU 报文用于管理工作站和被管设备对收到的报文进行响应;Trap-PDU 报文用于被管设备向管理工作站进行异常报告。

4.2 HNMP 协议交互过程

注册 当一个家电设备加电以后,它会向网络上广播一个 Register-PDU 报文。管理工作站收到一个 Register-PDU 报文后,就会在其管理信息库中创建一个新入口,然后向发出广播的家电设备响应一个 Response-PDU 报文。

更新 当家电设备收到其 Register-PDU 报文的响应报文之后,它就会定期向管理工作站发送 Update-PDU 报文,更新自己在管理工作站的管理信息库中的信息。如果家电设备上有需要立即更新的参数发生了改变,它可以立即向管理工作站发送一个 Update-PDU 报文,即使还没到设定的时间。

设置家电设备的参数 管理工作站可以主动地设置家电设备的各种参数。这时,管理工作站向对应的被管设备发送一个 Set-PDU 报文。当被管设备收到一个 Set-PDU 报文时,它

先检查是否所有的 set 操作都可以完成。如果都可以完成的话,被管设备就会进行相应的操作,然后发送一个 Response-PDU 报文给管理工作站。如果不能完成所有的 set 操作,那么被管设备就不进行任何操作,只是发送一个 Response-PDU 报文给管理工作站。

报告异常 当家电设备监测到有异常事件发生时,就会向管理工作站发送一个 Trap-PDU 报文进行报告。该报文的 trap-type 域是异常的类型。其中 restart 表示被管设备将要重新启动;linkDown 表示被管设备将要断开网络连接;linkUp 表示被管设备恢复了网络连接;enterpriseSpecific 是与具体设备相关的异常类型。

5 小结

HNMP 模型不仅可以描述各种各样的家电设备参数,对它们进行管理,而且具有简单、无需用户手工配置的特点,可以达到即插即用的效果。在实现 HNMP 模型时,可以设计一个 WWW 服务器和 HNMP 管理器交互,从而使用户可以通过浏览器来控制和管理家庭网络,为用户提供友好的使用界面。

参考文献:

- [1] 楼颖. 数字化家电网络软件平台 SOPCA 中管理系统的研究[D]. 清华大学硕士论文,2000年5月。
- [2] Case J, M Fedor, M Schoffstall, J Davin. The Simple Network Management Protocol [S]. RFC 1157, May 1990.
- [3] 刘云新,张尧学. 一个基于 Linux 的嵌入式实时操作系统[J]. 计算机工程与应用,2001.7.
- [4] Rose M, K McCloghrie. Structure and Identification of Management Information for TCP/IP-based Internets [S]. RFC 1155, May 1990.
- [5] McCloghrie K, M Rose. Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based Internets [S]. RFC 1156, May 1990.
- [6] McCloghrie K, M Rose. Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based Internets: MIB-II [S]. RFC 1213, March 1991.
- [7] Information processing systems- Open Systems Interconnection - Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN. 1) [S]. International Organization for Standardization, International Standard 8824, December 1987.

作者简介:



刘云新 男,1975 年出生于山东郓城。1998 年于中国科技大学获学士学位,1998 年至今于清华大学计算机系攻读硕士学位。主要研究领域为家庭网络管理、嵌入式实时操作系统等。

张尧学 男,1956 年出生,工学博士,清华大学计算机系教授,博士生导师。主要研究领域为计算机网络路由器、网络协议工程、网络服务质量和网络操作系统等。