

基于以太网的控制网络和信息网络融合的研究

郑建彬 谭 韬 李 威 武汉理工大学信息工程学院(430070)

Abstract

This paper mainly focuses on the integration technology of multi-fieldbuses based on Ethernet, which realizes the seamless integration of control network and information network of an enterprise. Firstly, three kinds of popular fieldbuses and their characteristics are introduced briefly, then LonWorks being taken for example, the development of the Agent software in gateway is presented in detail. Finally, control and management of fieldbuses are realized in the enterprise information network by using SNMP protocol.

Keywords: Ethernet, SNMP, Fieldbus, Network Management

摘要

主要讨论了基于以太网的多现场总线集成技术,进而实现控制网络和企业信息网络的无缝融合。先简述了三种流行的现场总线及其特点,再重点以 LonWorks 为例,阐述了网关软件代理进程的开发,最后介绍利用 SNMP 协议实现企业信息网络对现场总线网络的监控和管理。

关键词:以太网,SNMP,现场总线,网络管理

现场总线是近几年来受到重视并得到了迅速发展的一项自动控制新技术,它以具备数字计算与数字通信能力的现场设备为网络节点,以总线作为节点间实现数字通信的联系桥梁,构成了开放式、数字化的控制网络,被誉为自动化领域的通信与网络技术。

国际标准 IEC61158 中包含了 8 种现场总线: FF-H1、Control Net、Profibus、P-Net、FF-HSE、Swift-Net、WorldFIP、Interbus。另外, LonWorks、DeviceNet 等现场总线也有着极强的生命力和应用背景。这样对用户而言,在具体应用中可能会涉及多种不同标准的现场总线仪表,需要解决不同标准系统之间的互连和互操作的问题。随着控制、计算机及通信技术的发展,建立在 Intranet/Internet 基础上的开放式的、透明的、能实现上层的管理信息网络与下层工业控制网络无缝结合的、集管理控制一体化的全开放网络,是现代企业提出的要求。

1 多种现场总线集成

LonWorks 是美国 ECHELON 公司于 1991 年推出的一种现场总线技术,该技术所采用的 LonTalk 协议被封装在 Neuron 芯片中,它采用了 ISO/OSI 模型的全部七层通信协议,采用了面向对象的设计方法,通过网络变量把网络通信设计简化为参数设置; Profibus 是符合德国国家标准 DIN19245 和欧洲标准 prEN50170 的现场总线,ISO/OSI 是其参考模型,在过程控制等领域应用广泛; CAN 最早由德国 BOSCH 公司推出,用于汽车内部测量与执行部件之间的数据通信,目前在其它领域也获得广泛应用。

1.1 多现场总线协议的转换

以上三种现场总线技术所采用的通信协议各不相同,所采用的传输介质也各异,因此要将它们集成在统

一的控制网络下,就必须将它们之间的通信协议进行转换,即通过协议网关实现:不同协议的数据格式的转换,按一定规则完成对不同总线的信息路由选择。基于以太网的多现场总线集成的系统结构模型如图 1 所示。

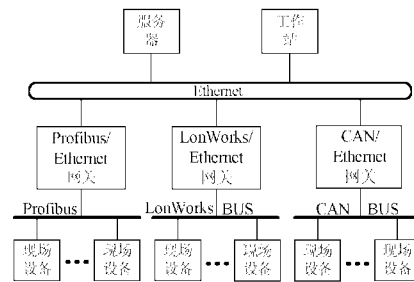


图 1 多现场总线集成的系统结构

对于多总线的协议转换可以有两种途径:①将所有总线两两之间用协议网关进行转换。②将所有总线与以太网(Ethernet)通过网关进行集成。显然后者成本更低,而且为下一步的将企业管理信息网与生产现场控制网络的融合打下基础。

以 LonWorks 为例,通过应用网关实现现场总线与以太网节点之间的信息交换, LonWorks/Ethernet 网关对应的 ISO/OSI 网络体系结构如图 2 所示,其他现场总线网关类似。

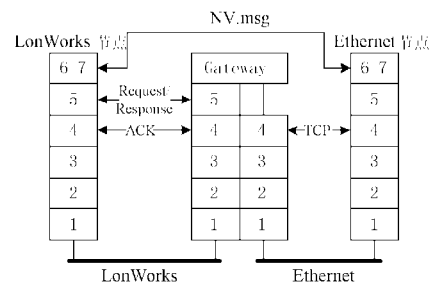


图 2 LonWorks/Ethernet 网关对应的 ISO/OSI 网络体系结构

1.2 以太网应用于工控网的优势和不足

将以太网应用于工业控制网络有下面几方面的优势:①以太网是当今最流行应用最广泛的通信网络,具有价格低、多种传输介质可选、高速度、易于组网应用等优点。②以太网能很容易与 Internet 互连,这也是工业控制网络发展的新方向。③以太网能将企业信息网络、办公自动化进行无缝集成也是其一大优势。

以太网被认为是一种非确定性的网络系统,它采用冲突检测载波侦听多路访问协议(CSMA/CD),而对响应时间要求严格的过程控制会存在冲突的可能,使得响应时间不确定,从而不能实现信息的实时交换。

最近,一些新技术被引入到以太网中来,如 VLAN (虚拟局域网)的出现;各种以太网交换设备的使用等。这些技术的出现使以太网在确定性、实时性和优先规则等方面有了很大的提高,能满足在工业控制领域的应用。在图 1 中,以太网沟通下层的现场总线控制网络和上层的企业管理信息网络,起到了融合二者的桥梁作用。

2 利用 SNMP 协议的控制网络管理示例

企业信息网络与控制网络集成后,信息网络中的企业管理者可以通过 SNMP 对控制网络进行监控和管理。下面以 LonWorks 网络上的两台电机管理控制为例,其整体框图如图 3 所示。

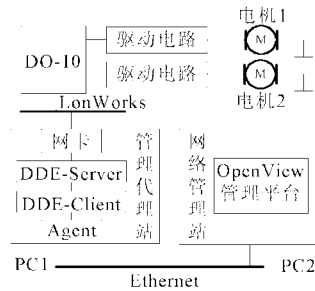


图 3 控制网络的管理系统示例

在图 1 中 LonWorks/Ethernet 网关软件是运行在一台 PC1 上的应用程序,它通过 DDE(动态数据交换技术)将 LonWorks 现场总线的网络变量存放到该 PC 的一个数据库中。具体的数据提取过程是:LonWorks 现场总线的网络变量通过 LonWorks 网卡 (PCLTA-10) 到 DDE-Server 后,通过 DDE-Server 与 DDE-Client 通信,到达的变量被存放在一个数据库中,通过读写该数据库,可以实现与现场总线网络信息的交换。在示例中,与 LonWorks 数字化输出模块(DO-10)相连的是两个电机,建立一个只有电机

1、电机 2 状态信息(转与停)两条记录的 Access 数据库,如表 1 所示。(其他两种现场总线网关中的数据交换采用的是 OPC 技术)。

表 1 电机的状态

名称	状态	逻辑电平
电机 1	停止	0
电机 2	转动	1

2.1 SNMP 协议简介^[3]

SNMP 是目前在计算机网络中用得最广泛的、基于 TCP/IP 的网络管理协议。其网络管理模型包括四个关键性部件:网络管理协议、管理站(Manager)、管

理代理(Agent)和管理信息库(MIB)。管理站负责通过管理代理管理和监控被管对象。管理代理的功能是响应从管理站发出的读取请求(Get)和设置请求(Set),并且给管理站发送事件及告警信息(Trap)。管理信息库则存放了该设备上被管对象资源的所有信息。SNMP 具有以下三个功能:①Get 使管理站能够从代理处获取相关对象的值;②Set 使网管站能够在代理上设置相关对象的值;③Trap 使代理能够通知管理站,如代理端的管理信息库 MIB 值的重大变化以及其他重要事件发生。SNMP 协议通信框图如图 4 所示。

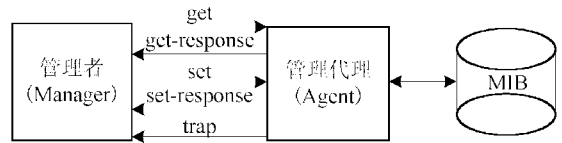


图 4 SNMP 协议通信框图

2.2 管理者

选用 HP 公司开发的 OpenView 平台,它是基于 SNMP 协议的。系统的主要功能包括自动发现网络拓扑结构、性能和吞吐量分析、故障警报、历史数据分析等,还具有客户化功能,支持多厂商的联网设备,有信息过滤能力和使用阈值以减少 SNMP 报警信息数量的能力。

2.3 管理的过程

将被管对象的 MIB 文件 lonworks.mib 导入到 OpenView 管理平台中的 Option 菜单下的 Load/Unload MIBs 中,再通过 OpenView 提供的 MIB Browser 对管理对象进行浏览。将 PC1 的 IP 地址填到 MIB Browser 中,就可以通过运行在 PC1 上的代理进程,在 PC2 上的 MIB Browser 对 LonWorks 现场设备的管理对象进行浏览,其浏览界面如图 5 所示。当现场被管对象的某项值超出 OpenView 管理平台设置的规定阈值时,可以通过 Agent 向管理平台发出警告信息。

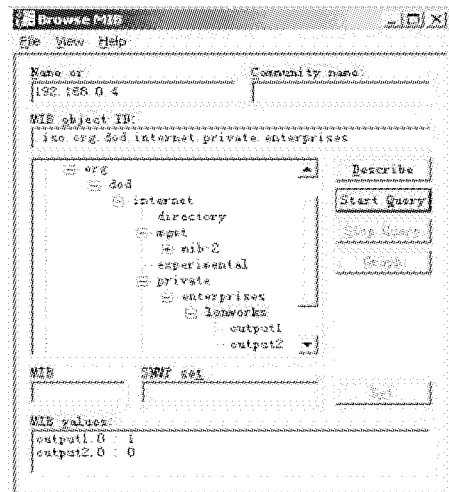


图 5 对被管对象的浏览

2.4 代理进程开发^[4,5]

采用由 HP 公司提供的面向对象的 SNMP++ , 以及在 SNMP++ 基础之上更加适合于代理进程开发的 AGENT++ 等工具, 在面向对象语言 Visual C++6.0 环境中开发完成。

代理进程当收到 OpenView 通过 SNMP 协议发送的 Get 命令时, 从数据库中将对应的管理对象的值送给 OpenView 显示出来; 代理进程当收到 OpenView 通过 SNMP 协议发送的 Set 命令时, 将数据库中对应的管理对象的值改写。

由于代理部分是在 Console 模式下编写的, 而电机 1、电机 2 这两个对象通过 ODBC 读写 Access 数据库的实现是在 MFC 模式下编写的, 为了方便链接, 将读写数据库部分做成 DLL 文件, 供代理部分调用。代理进程源代码由两部分组成:

代理部分: agent.cpp, output1.cpp, output2.cpp, output1.h 和 output2.h 组成。agent.cpp 是代理进程的基本部分, 是 AGENT++ 提供的, output1.cpp 和 output2.cpp 分别是电机 1、电机 2 面向对象化的实现, output1.h 和 output2.h 是头文件。output1.cpp 和 output2.cpp 通过 *.dll 导入读写数据库, 在 agent.cpp 中调用 output1.cpp 和 output2.cpp, 编译生成代理进程 agent.exe。

读写数据库部分: 由 do1.cpp, do2.cpp, Agent-DLL.cpp, AgentDBSet.cpp 和 AgentDLL.def, 以及一些头文件组成。与电机 1、电机 2 对应的 do1.cpp, do2.cpp 是其读写数据库的实现方法, 以 DLL 形式导出, 供 output1.cpp, output2.cpp 调用; AgentDBSet.cpp 通过 ODBC 读写数据库; AgentDLL.cpp 是 DLL 文件导出的; AgentDLL.def 是要导出 MyExportedFunction1() 等的定义部分。由于篇幅所限, 主要源代码介绍如下:

1) output1.cpp 源代码中“Set”部分(头文件略, 下同):

```
int MyExportedFunction1 (); // 导入的 DLL 文件
void MyExportedFunctionWrite1(long); // 导入的 DLL 文件
int output1::set(const Vbx& vb)
{ undo = value->clone(); // Set 命令执行前, 将 mib 中管理对象的值备份, 撤消时用
  set_value(vb);
  MyExportedFunctionWrite1(*((SnmpInt32*)value)); //通过调用 do1.cpp 改写数据库
  return SNMP_ERROR_SUCCESS; //Set 成功
}
```

2) output1.cpp 源代码中“Get”部分:

```
Vbx output1::get_value() const
{ value->smival.value.sNumber = MyExportedFunction1(); //
将 do1.cpp 读数据库的值导入
Vbx vb(get_oid());
  if (value)
vb.set_value(*value);
```

```
return vb;
}
```

3) 读写数据库部分 do1.cpp“读”部分如下:

```
CAgentDbSet *m_pSet1; // 读写数据库的指针
int MyExportedFunction1()
{ AFX_MANAGE_STATE(AfxGetStaticModuleState( ))
  m_pSet1=new CAgentDbSet;
  if(m_pSet1->IsOpen()){m_pSet1->Close();}
  m_pSet1->Open(); //打开数据库
  m_pSet1->MoveFirst();//将指针指向第一条记录
  a=m_pSet1->m_Value;// 第一条记录的 m_Value 值读到变量 a 中
  return a;
}
```

4) 读写数据库部分 do1.cpp“写”部分如下:

```
void MyExportedFunctionWrite1(long mWrite)
{ //打开数据库同“读”部分
  m_pSet1->Edit(); //将第一条记录处于编辑状态
  m_pSet1->m_Value=mWrite;//写该记录的 m_Value 值
  m_pSet1->Update(); //写操作完成
}
```

2.4 实验验证

管理者在以太网中的一台 PC2 上通过 OpenView 管理平台, 可以对以太网中另一台 PC1(该机作为 LonWorks/Ethernet 网关) 相连的 LonWorks 总线上的电机进行控制: 在 PC2 上的 Open View 中 MIB Browser 填入 PC1 的 IP 地址: 192.168.0.4, 可以用“Start Query”对电机 1 和电机 2 的状态进行查看, 可以用“Set”“1”和“0”将电机 1 和电机 2 启动和停止, 示例在 Internet 上也能成功完成。

3 结束语

各种现场总线已经广泛应用到控制网络中, 但其不兼容给企业的生产管理带来不便。本文通过将以太网引入到工业控制领域解决了多现场总线网络与企业信息网络的融合问题, 通过一个简单的示例说明了这种方案的可行性, 当然, 随着控制对象增多、复杂, 稳定性、安全性等问题亟待研究。另外, 现场总线网络拓扑结构的自动识别也是一个需要研究的课题。

参考文献

- 1 阳宪惠. 现场总线技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999
- 2 Micheal Kunes, Thilo Sauter. Fieldbus-internet connectivity: the SNMP approach. IEEE Transactions on Industrial Electronics, December 2001; Vol(48) No(6): 1248~1256
- 3 岑贤道, 安常青. 网络管理协议及应用开发. 北京: 清华大学出版社, 1998
- 4 http://www.agentpp.com/agentpp3_5/agentpp3_5.html
- 5 http://www.agentpp.com/snmp_ppv2_8/snmp_ppv2_8html

[收稿日期: 2003.1.27]