

文章编号 :1000 - 8829(2002)01 - 0037 - 03

# 基于 LNS 的 LonWorks 组网与监控软件开发

## Monitor Control and Building a LonWorks Network Based on LNS

(同济大学 信控系,上海 200092) 王忠民 蒋 平

**摘要** :介绍了基于 LNS(LonWorks Network Services)的 LonWorks 网络组网与监控软件开发及实例,对 LNS 的基本特性和优点做了分析,还对 LNS 的编程环境进行了讨论。最后介绍了 LNS 在实现网络监控与远程控制方面的特色,并与 DDE 方式进行了比较。本课题所开发的软件具有在线组网和自动监控功能。

**关键词** :LNS;LonWorks;编程模型;监控

**中图分类号** :TP319

**文献标识码** :A

**Abstract** :The software design based on LNS (LonWorks Network Services) network operation system is introduced. The fundamental features and advantages of LNS are discussed. Then, the specialties of LNS on network control and remote control are analysed and compared with DDE. The software designed has the function of on-line network building and automatic monitor and control.

**Key words** :LNS; LonWorks; programming model; monitor and control

LNS(LonWorks Network Services)是在 Windows95/98/NT 环境下的新一代 LonWorks 网络操作系统,也是控制网络工业界的第一个多用户网络操作系统。LNS 网络操作系统封装了基本的 LonWorks 网络操作,提供网络应用程序所需的路径操作、网络安装、管理、监控等服务。除此之外,LNS 还提供了标准的接口,使来自不同厂商的软件产品可以互操作。LNS 操作系统体系结构包含了 C/S 结构与面向对象、基于组件的软件设计优势,适用于 VC、VB 等多种通用开发平台。LNS For Windows 集成了 IP 协议,为 Internet 远程用户提供支持,并实现网络在线控制的最快方法。在 LNS 下,不

同的系统集成人员、管理人员、维护人员可同时访问网络并请求网络服务。

本课题所开发的基于 LNS 的软件充分利用了 LNS 的环境特性,通过友好的人机界面帮助用户迅速完成 LonWorks 网络组网与监控操作。通过 LNS,该软件为用户提供了方便与多样化的监控方式和检测手段。

### 1 LNS 的优点

LNS 网络操作系统与传统的 LonWorks 开发工具相比,主要有以下一些优点:

①减少网络安装时间与费用。在 LNS 下,不同的网络安装人员可以同时工作于同一网络而不会相互冲突。他们所使用的网络工具都被网络服务器视为其客户。在多个安装人员同时操作的情况下,LNS 自动跟踪与记录每一个客户的操作,安装人员不必担心网络数据库的同步问题。如果在开发的网络工具中加入自己的应用特色,还可以使某些安装过程自动化,进一步减少安装时间与费用。

②简化系统集成。LNS 网络操作系统为所有基于 LNS 组件的 LNS 应用程序提供了共同的 API 函数(Plug-In API)和数据库,在此基础上 LNS 应用程序可实现互操作,不同的应用程序(工具)可相互结合与通信。这种互操作性大大简化了系统集成,并使系统集成人员可快速为网络控制添加新的特性。

③增强数据访问能力。在 LNS 环境下,可以方便地创建丰富的人机界面/监控与数据采集(HMI/SCADA)应用系统。由于其 C/S 结构,不需要另外增加冗余数据库,用户也不必担心其程序与网络配置的同步问题。LNS 跟踪每一个程序的操作并自动通知它们网络配置的变化。与在 DDE 方式下相比,LNS 为网络变量与消息监控提供了更为丰富的手段。

④透明的 IP 网络通信能力。LNS 允许程序(工具)通过 IP 网访问 LonWorks 网络,任何与 LNS 服务器通过网络相连的工作站都可以像使用本地工具一样使用基于 LNS 的工具。用户可以方便地结合基于 LNS 的网络与基于 Internet 的应用程序,创建功能强大的企

收稿日期 2001 - 05 - 11

作者简介:王忠民(1976—),男,浙江江山人,在读硕士研究生,研究方向为控制理论与控制工程;蒋平(1963—),男,教授,博士,研究方向为机器人控制与智能控制。

业级解决方案。LNS 也允许通过使用现有的 LAN 局域网达到网络的高速连接。

总之，LNS 为 LonWorks 网络的组网与监控提供了简便而强大的手段。

### 2 LNS For Windows 编程结构基础

LNS 网络操作系统为用户提供了紧凑的、面向对象的编程模型，以减少开发与程序代码。LNS 将 LonWorks 网络表现为对象的层次结构，相应于网络设备、特性和操作。这些对象提供了一整套方法、属性和事件，以实现网络/应用程序接口。通过对象引用，用户程序可以实现过去网管工具才能实现的组网、配置等任务。

LNS For Windows 的编程模型包括 4 个关键组件：网络应用程序，LNS 对象服务器 COM 组件(LNS Object Server COM Component)，LNS 服务器(LNS Server)和数据服务器(Data Server)，如图 1 所示。所有的网络应用程序与 LNS 对象服务器相交互，LNS 对象服务器 COM 组件提供程序访问 LNS 服务器和数据服务器的接口，这一接口独立于编程语言。

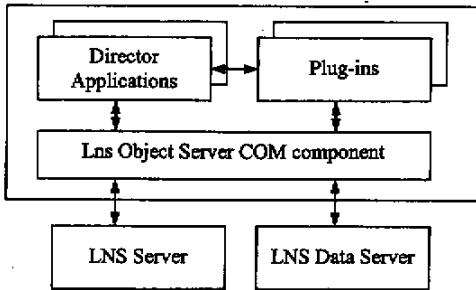


图 1 LNS Components 结构图

LNS Server 是提供网络服务的引擎(Engine)，它由软件库和工具组成。这些软件库和工具是形成 LNS 网络操作系统的基础。LNS Server 实现不同程序信息与对象的共享，并提供一个可扩展的数据库，其中包括 LNS 操作系统数据，也包括应用程序数据。

Data Server 为系统级别的网络监控提供功能强大的引擎。Data Server 与 LNS Server 相互作用，可实现对网络数据的自动监控。它是监控网络变量和其他网络消息的主要部件。Data Server 不仅提供对网络变量和其他网络消息进行读写的服务，而且还提供将原始网络数据转化为便于显示的二进制数据和格式化数据的能力。

### 3 LNS 的组网方法

由于 LNS 下的编程环境采用了面向对象的程序设计方法，因此通过封装，调用对象的方法、属性和事

件，LonWorks 网络的组网就变得非常方便。LNS 的对象层次结构如图 2 所示。

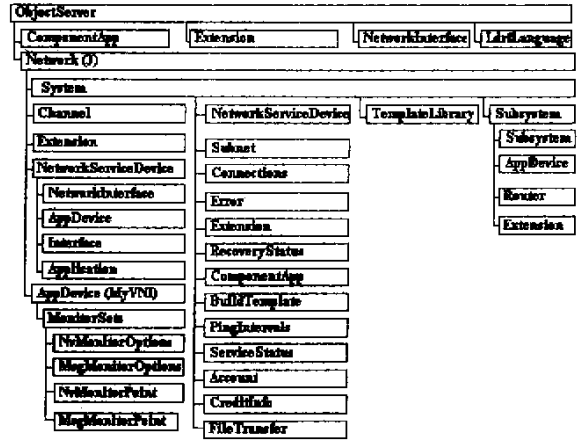


图 2 LNS 对象结构示意图

LNS 将网络表现为网络对象。Object Server 可对多个网络对象进行管理。新建一个网络就相当于新建一个网络对象。仅需指定网络数据库的路径和名称，调用 Networks 对象的 Add 方法就可以新建一个网络。网络的撤消与备份也十分方便。

用户在 Subsystem 对象中加入系统节点。LNS 为确定节点提供了 3 种方法：Service Pin 方法、Find and Wink 方法与 Manual Entry 方法。这也就是 3 种向 LNS 提供 Neuron ID 的不同方法。节点对象(AppDevice Object)提供各种属性，以决定节点的状态。节点对象的 Test 方法可以用于测试节点状态。节点对象的 Load 方法用于下载应用程序。

节点的 Neuron C 程序经编译以后产生的 Xif 文件与 Xfb 文件用于建立设备模板，加入节点对象时必须指定设备模板。节点对象建立起来以后，就可以对节点进行配置与监控。

节点设备之间网络变量的连接(Connect)也十分方便。在指定需要连接的网络变量以后，只需调用网络变量的 Connect 方法。撤消网络变量连接则调用 Disconnect 方法。

本软件可在线组网，添加节点设备，配置节点，也可以动态建立网络变量的连接。

### 4 LNS 下的网络监控方式

过去要监控 LonWorks 网络，只能通过 LonManager DDE 服务器，采用 DDE 方式。DDE 方式适用于监控任务比较简单的场合，而且用户必须自己对 DDE 数据进行数据格式的转换。在 LNS 下，通过封装，监控方式变得方便与多样化。

LNS 提供两种系统级别的监控方式:单点监控(Single-Point Monitoring)与集合监控(Monitor Set Monitoring)。这两种监控方式都使用监控点(Monitor Point)。一个监控点就是一个可被应用程序读写的网络变量或应用程序消息。

单点监控方式建立临时性的监控点,程序通过临时监控点控制网络变量。当应用程序退出后,监控点由 LNS 撤消。集合监控方式则先建立一个或多个监控集合。这些监控集合是由永久性的监控点组成的。程序通过监控点控制网络变量和网络消息。永久性的监控点由 Data Server 负责维护,在程序退出以后不会撤消,下一次程序运行时可以使用它们。

在以上两种方式下,可以通过设置监控点对象或监控集合对象的属性参数来决定它们的行为特征。一般监控点的读写方式包括对监控点对象 Value 属性的直接读写,也包括通过绑定(Bound)或查询以事件驱动方式通知应用程序监控点值的更新(Update)。在不同的场合可根据不同的需要采用不同的方式。

采用单点监控方式还是集合监控方式,或将两者结合起来,取决于应用程序的需要。单点监控方式下监控点的建立和撤消比较快,但是在程序退出和重新运行后,必须重新建立这些监控点。它特别适用于监控任务不是很频繁,而监控点又很多的情况。集合监控方式下,监控集合与监控点是永久性的。建立以后,各监控点可以动态地打开或关闭。它适合于监控任务频繁,而且固定于某些监控点的场合。

本软件同时提供两种系统级别的监控方法供用户选择。

## 5 监控方法的选择与实现

单点监控与集合监控都是通过监控点来实现的。它们的监控方法本质上相同,一般主要包括显式读写、绑定和自动查询方法。

显式读写方法直接读写有关对象的值属性。这种方法最适用于网络变量变化比较缓慢,不可预料且读取次数不太频繁的场所。

绑定方法又可分为显式绑定(Explicit Bound)和隐式绑定(Implicit Bound)。它们都是通过将网络变量与主机上的网络变量捆绑连接实现的。通常情况下,绑定监控是监控网络变量的最佳方式。它可以确保应用程序及时获知网络变量的变化,而不增加网络信息的流通量,操作过程中开销较小。在下列场合推荐使用绑定监控方式:①需要及早获知网络变量的变化;②监控较多的网络变量;③在增加监控工作站时,必须尽量减少对网络系统的冲击。

由于建立绑定的过程系统开销较大,为避免频繁

地建立与撤消绑定连接,推荐在监控集合方式下进行监控。

绑定监控与查询方法都适用于网络变量经常变化的场合。虽然绑定监控一般是监控网络的较好方法,在很多情况下,查询方法更加适用。比如绑定监控只能用于监控非查询的输出网络变量(non-pollled output network variable)。LNS 程序想要监控输入网络变量或查询输出网络变量(pollled output network variable),就必须使用查询方式。查询方式也适用于在网络变量的值需要周期性地检查,而并不需要立即知道变化值的情况下。所监控的网络变量对象经常改变时,也应使用查询方式。查询方法避免网络变量之间的连接关系经常变化。连接关系的改变需要更新节点上的网络映像,这一操作消耗网络带宽。所以在下列场合推荐使用查询方式:①监控输入网络变量;②监控查询输出网络变量;③监视不断变化的网络变量集合(指从一些网络变量到另一些网络变量);④以比网络变量更新速率更小的速率去监控网络变量。

在查询方式下,可以设置监控对象的有关属性,以决定该方式的特性。一个经常需要设置的属性是查询速率。

采用查询方式或绑定方式,其结果都是以事件驱动方式通知应用程序。在单点监控方式下,结果以 OnNetworkVariableUpdate 事件通知应用程序;在集合监控方式下,结果以 OnNvMonitorPointUpdateEvent 事件通知应用程序。通过设置相应对象的属性,可以决定是当监控对象的值更新(Update)时事件被激发,还是当其值改变(Change)时事件被激发。用户则在事件句柄中加入对事件的处理。

显式消息监控允许 LNS 应用程序监控没有网络变量的节点。它只能在集合监控方式下进行,应用程序通过 OnMsgMonitorPointUpdateEvent 事件获知消息。

本课题所设计的软件在 VB 环境下实现了所提到的各种监控方式。用户可以监控任何网络变量,也可以动态建立各监控点。由于软件设计低层结构基础的复杂性与监控过程的不确定性,必须力求消除用户不正确操作带来的后果,所有由于意外原因而被迫终止的操作的结果也必须撤消。LNS 为网络程序的完整性与正确性提供了很好的基础,但在程序设计中必须着重考虑与实际操作过程相关的安全性,如在生产过程中意外情况下的出错处理。本软件利用 VB 环境下的出错处理机制,根据 LNS 对象的状态返回信息对所有未能成功完成的操作都进行了处理,保证了操作的安全性。

(下转第 50 页)

系统软件主要由计量主程序和数据库文档构成。计量主程序包括测试项目调用程序和测试功能程序, 测试项目调用程序完成数据库的读取, 并根据数据库记录调用相应测试功能程序及数据交换程序等功能。对于每一测试对象, 数据库中均有一组对应的数据记录, 所有的激励源参数、工作负载设置参数、测试通道设置参数、测试流程参数、被测信号性能参数都存放在数据库的记录中。测试项目调用程序根据读取数据库中相应记录, 分析不同字段, 执行相应操作, 完成计量测试任务, 最后将测试结果存放于数据库中。本系统中用数据库开发平台 PowerBuilder 开发通用程序和建立关系数据库, 这样易于实现测试项目调用程序对数据库进行读写操作和对程控代码、测试数据进行管理、打印。

②虚拟仪器测试软件。

测试功能程序任务由 LabWindows/CVI 完成, LabWindows/CVI 是优秀的虚拟仪器开发平台, 易于对 PXI 仪器模块、GPIB 仪器实现程控。在 LabWindows/CVI 环境下, 很容易建立图形用户界面(GUI), 用户通过 GUI 操作被检测试仪器设备, 与测试仪器设备进行通信, 输入控制参数设置, 输出测量结果显示。

LabWindows/CVI 还提供了代码生成器和函数面板两种交互式编辑工具。利用代码生成器可以使 CVI 自动生成主程序、程序入口和各种回调函数的框架, 以及各种结构命令的框架。通过函数面板可交互式执行函数操作, 查询函数的联机帮助信息, 声明变量, 并把函数语句嵌入 C 源代码中。

LabWindows/CVI 针对测控领域的应用提供了功能各异、使用方便的库函数(如 ANSI C 库函数、高级数据分析库函数、数据采集、GPIB、VXI、PXI、RS232 和 VISA 硬件驱动函数库、DDE 和 TCP/IP 网络函数库等), 极大地缩短了测试功能软件的开发时间。

③LabWindows/CVI 与数据库链接。

虽然 LabWindows/CVI 有丰富的仪器驱动库, 但无数据库引擎, 这无法对数据库进行操作。为了实现测试软件对数据库操作的要求, 可以使用 SQL 语言, 通过 ODBC 将其与数据库链接。在 LabWindows/CVI 调用 ODBC 函数前, 必须首先加入所需的头文件和库。头文件 SQL.H 中定义了最基本的函数原型和数据结构, 而在 SQLEXT.H 中除包括 SQL.H 中的所有内容外, 还包括了一些高级的特性。这两个文件可在 VC++ 头文件目录中找到, 将它们复制到 CVI \ include 头文件目录中。然后将 ODBC32.LIB 和 ODBC32.LIB 加到所编测试程序的工程文件(.prj)中, 打开控制面板中 32 位 ODBC 通过用户 DSN 添加数据源, 即可与多种数据库链接。

3 结束语

为适应现代高新技术武器装备日益增长的计量保障的需要, 军用计量测试系统必将沿着模块化、系列化、标准化的方向发展。因此, 本系统按照“三化”的要求设计, 是一个开放性的系统, PXI 模块的可利用资源十分丰富, 可以随时根据用户的需要扩充其测试功能和计量项目, 由于该系统采用模块设计, 因此很容易进行功能扩展, 用于其他各类的鱼雷测试设备测试计量系统中, 具有一定的推广价值。

参考文献:

[1] National Instrument. The PXI System Architectur[Z], 1997.9.  
 [2] LabWindows/CVI( Visual Programming for Instrumentation ). National Instrument[Z], 1996.  
 [3] [美]Que Corporation 著. 开放数据库互连-ODBC 使用大全[M]. 周胜等译. 北京: 清华大学出版社.  
 [4] 乔立岩, 赵峙江. 一种 VXI 总线测试软件开发方法[J]. 国外电子测量技术, 1998 (5). □

(上接第 39 页)

6 结束语

介绍了在 LonWorks 网络操作系统 LNS 下的监控软件设计环境与过程, 并以实例实现了具有完整的组网与监控功能的软件设计。由于 LNS 具有功能强大、使用方便灵活、支持远程控制和多种网络监控方式等一系列优良的特性, 正逐步应用到现在的 LonWorks 网络控制当中。它的应用与开发加速了控制网络与信息网络的紧密集成。

参考文献:

[1] Echelon 公司. Neuron C Programmer 's Guide[Z], 1995.  
 [2] Echelon 公司. LonManager DDE Server User 's Guide[Z], 1993.  
 [3] Echelon 公司. Lns For Windows Programmer 's Guide[Z], 2000. □

(上接第 47 页)

一个时钟并设置相应的状态位, 若在写交易的数据段, 目标计算的奇偶性与 PAR 不同, 则目标将驱动 PERR 信号并设置相应的状态位。

4 结束语

随着开放的、高性能的且具有高度柔性的局部总线的推广, 设计者将普遍通过可编程逻辑来满足 PCI 提供的挑战, 获得一个高效、低性价比的解决方案。

参考文献:

[1] Tom Shanley, 刘晖等译. PCI 系统结构(第四版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.  
 [2] 马卫国等. 通用高速 PCI 总线目标模块的设计[J]. 电子技术应用, 1999 (1). □