

基于 LabVIEW 的网络实验仪器的开发

郑诗樵, 黄文达

(厦门大学 物理系, 厦门 361005)

摘要: 基于 LabVIEW 的网络虚拟实验仪器的开发是为了解决传统实验系统数据处理能力弱和远程数据采集上的不足等问题而提出的。就 LabVIEW 虚拟仪器开发平台下网络实验仪器的开发方法作了介绍, 对开发过程中的数据采集和网络通讯这两个关键技术作了详细阐述, 并简单讨论了 LabVIEW 平台下数据处理编程的优越性。

关键词: 虚拟仪器; 库函数调用; 数据管道; 远程控制; 数据采集

中图分类号: TP393.09 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-7167(2005)01-0026-04

Development of the Universal Laboratory System Based on LabVIEW

ZHENG Shi-qiao, HUANG Wen-da

(Dept. of Physics, Xiamen Univ., Xiamen 361005, China)

Abstract: The Development of the universal laboratory system based on LabVIEW is to provide the solution of problems in traditional universal laboratory systems for data treatment and remote data acquisition. This paper introduced the way to develop the universal laboratory system under LabVIEW. The key technology of data acquisition and internet communication was also presented. And the advantage of LabVIEW for data treatment was discussed.

Key words: LabVIEW; CLF; DataSocket; remote control; data acquisition

1 引言

美国 NI 公司的 LabVIEW 虚拟仪器开发软件是国际上应用最广的数据采集和控制开发环境之一, 提供与硬件采集设备通讯的接口的同时, 提供多种方式实现程序网络通信的功能。除了自身强大的数据分析功能, 它还实现与其它处理软件如 MATLAB 和 C 的接口。与传统程序语言不同, LabVIEW 采用图形化语言 (G 语言) 编程, 面向测试工程师而非专业程序员, 编程非常方便, 人机交互界面友好, 具有强大的数据可视化分析和仪器控制能力。虚拟仪器开发平台的以上优点与传统编程平台相比, 更有助于远程实验系统的建设和维护, 更适用于实验教学的开展。鉴于以上原因, 我们提出了基于 LabVIEW 平台下通用网络虚拟实验仪器的开发来实现物理实验测量的网络化。

2 系统体系结构

基于 LabVIEW 的网络虚拟实验仪器系统的框架如图 1。

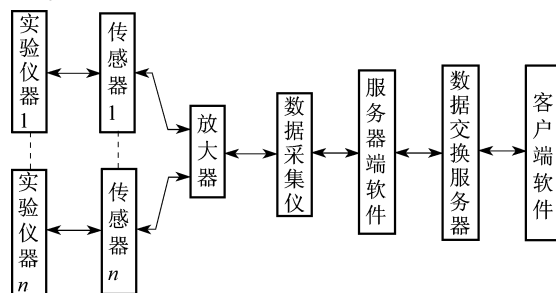


图 1 系统体系结构

系统由服务器端软件、客户端软件、DataSocket Server (这里作为网络数据交换服务器) 以及与服务器连接的硬件数据采集仪和各种支持计算机化的实验仪器构成。本系统硬件接口数据采集卡采用的是德国 Leybold 公司出产的 CASSY 系列数据采集仪, 该系列仪器可接收传感器送来的电流、电压等多种信号, 并通过串行口和计算机连接, 进行数据通信。服务器端软件与远程客户软件通过 DataSocket Server 进行通信。客

收稿日期: 2004-08-06

作者简介: 郑诗樵 (1980 -), 男, 福建闽清人, 研究生, 主要研究方向: 信息电子技术; Tel: 0592-2185971; E-mail: qsz_12@163.com

联系人: 黄文达, 教授, 博士。Tel: 0592-2187437; E-mail: wdhuang@xmu.edu.cn.

客户端软件将请求命令传给 DataSocket Server,再由服务器端软件从 DataSocket Server 读取并转发给智能采集仪而实现远程控制,实验结果数据经传感器转化为电信号后由数据采集仪进行模数转换,再返回到服务器,由服务器将数据送到 DataSocket Server,最后由客户端软件读取并处理。当然服务器软件也可根据要求实现数据的本地采集、处理和显示。

3 软件设计与实现

LabVIEW 图形化编程语言实现的程序称为 VI 程序,VI 程序分为前面板人机界面和框图程序代码两部分。VI 程序可以被另一个 VI 程序以图标的方式调用,被调用的程序称为 VI 程序,向主 VI 提供编程接口。网络虚拟仪器系统采用了模块化和层次化的设计方法。系统软件由服务器端软件和客户端软件组成。服务器端软件总体上实现数据采集、数据处理和网络通信三个主要功能。数据采集和处理由顶层主 VI 程序调用各功能子 VI 程序实现,网络通信功能直接由顶层主 VI 程序实现。客户端软件则通过网络通信实现远程数据采集,并根据需要进行处理和保存,其实现方法与服务器一致。

3.1 数据采集设计

软件数据采集的过程即控制设备和接收数据的过程。采集模块通过调用仪器驱动程序各个功能模块实现监控和测量功能,仪器驱动程序则通过 I/O 接口与外部设备通信。本系统采集设备为 CASSY 采集仪,通信必须遵循 CASSY 采集仪的通信协议规范。

3.1.1 软件 I/O 接口设计 软件 I/O 接口封装了底层根据协议进行通信的过程,并提供给高层驱动程序编程接口,它的设计必须根据设备协议进行。CASSY 采集仪提供多个模拟和数字信号的输入和输出端口,并且允许至多八个采集模块串接来增加输入输出端口。计算机通过串口 RS232 与 CASSY 采集仪通信,根据协议首先要将收发器通信参数设置为波特率 38400b/s、无握手、无奇偶校验、8 比特/字节等。通信由计算机控制设备动作的命令发起,以 CASSY 设备应答结束。

命令信息格式为两字节 CASSY 设备地址、一字节命令号及附加的参数。命令号指 PC 要求 CASSY 执行的动作,参数用于指定命令运作或存取的对象及要写入的数值。命令发送从地址开始,发送一个地址将结束 CASSY 设备当前的命令处理并准备开始新的执行动作。系统以 \$1B 作为设备地址标识符,标识下一字节为地址,从 PC 发送的数据流中的 \$1B 必须发送两次跟设备地址相区分。

CASSY 设备应答信息由一字节反馈码和随后的数据组成,反馈码代表设备命令执行的情况,数据则是命令执行的结果,传输原则为高字节在先,低字节在后。

例如:计算机发送: \$1B \$FF \$01, \$1B \$FF 代表设备地址, \$01 则代表该设备要处理的命令。如果计算机接收到 \$00,代表命令没有得到执行,如果接收到 \$01 \$03,则命令执行成功, \$01 \$03 是返回的命令结果数据。以下是实现 CASSY 命令和回应过程函数部分代码和注释:

```
Function TCASSYSerial. SendCommand (i, Command, AnswerSize :
Word) : Boolean; // CASSY 仪器硬件地址
Const Codes : Array [0..8] Of Char = (#0, # $FF, # $FE, #
$FC, # $F8, # $F0, # $E0, # $C0, # $80);
.....
//将数组中要发送的参数后移以存入地址和命令号
MoveMemory(OutputBuffer + 3, OutputBuffer + 0, OutputBufferLength);
OutputBuffer[0] := # 27; OutputBuffer[1] := Codes[i]; //存入响
应命令的设备地址
OutputBuffer[2] := Chr(Command); // 存入设置命令号
Inc(OutputBufferLength, 3);
j := 2;
Repeat
If OutputBuffer[j] = # 27 Then
Begin //数据流中若含有 $1B,须发送两次以区别于地址
MoveMemory(OutputBuffer + j + 1, OutputBuffer + j, OutputBufferLength
- j);
Inc(OutputBufferLength);
Inc(j);
End;
Inc(j); Until j >= OutputBufferLength;
Write(OutputBuffer, OutputBufferLength); // 发送命令信息
..... While NumberOfBytesRead < AnswerSize Do // 读取应答信息
...NewRead := Read (InputBuffer [ NumberOfBytesRead ], AnswerSize-
NumberOfBytesRead);
.....
```

3.1.2 仪器驱动程序设计 仪器驱动程序是完成对采集仪器控制与通信的软件程序集,是应用程序实现仪器控制的桥梁。虚拟仪器驱动程序由一组子程序组成,每个子程序包括虚拟面板部分和基于 I/O 函数和测试接口的程控代码,为用户使用仪器提供了简单的图形化接口,并按照仪器通信协议调用底层 I/O 接口函数实现与硬件设备通信。我们开发了与 LabVIEW 兼容的 DLL 功能级驱动程序,该驱动程序封装了各个命令函数复杂的实现细节,完成了该层各项基本操作功能。命令函数通过调用 I/O 接口函数完成与硬件的通信过程,并提供了高层编程接口。为了提高高层编程接口的可理解性,由 VI 程序封装具体的 DLL 命令函数,以图标的形式提供高层接口。LabVIEW 通过 CLF 节点技术来实现与 DLL 的接口。如图 2,数据 VI 框图程序利用 CLF 图标调用 DLL 中 GetInput 函数采集数据:

CLF 图标利用它的配置对话框实现对动态连接库

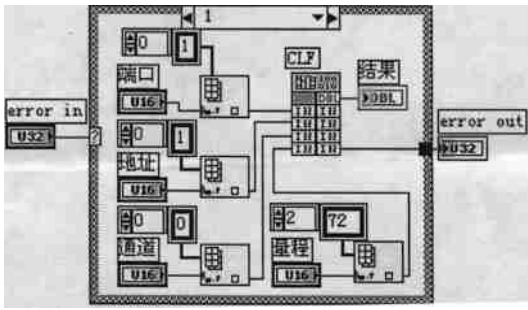


图2 数据 VI 框图程序

的调用。在配置对话框中选择 DLL 文件和要调用的函数名,再设置函数的输入和返回参数以及参数的类型即完成配置,参数的个数及其类型的设置必须和原函数定义一致。GetInput 函数原型为:

```
Function GetInput ( Port , i , ABXY : Integer ; Range : PInteger ) : Double ;
```

```
.....
if Port = 1 then
    COM := 'COM1'
.....
CASSY := TCASSYSerial . Create ( Nil ) ;
CASSY . CommPort := COM ;
result := CASSY . Inputs [ 1 , ABXY , Range ] ;
.....
```

完成 DLL 调用设置后运行程序,参数从 CLF 左边端子传给 DLL,经 DLL 处理后从右端子输出给框图程序。

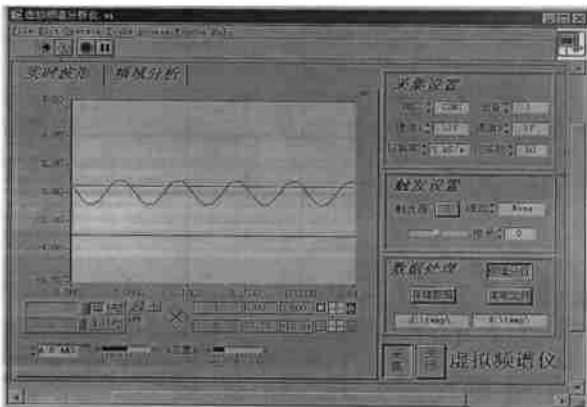


图3 远程控制面板

3.2 数据处理设计

LabVIEW 提供了强大的数据分析图标库,还实现与 MATLAB 和 C 语言的接口,可以实现信号的频域分析、时域分析、统计分析、数字滤波等一系列功能,使得数据处理编程简单化。网络虚拟实验仪器实现了频域和时域的分析功能。考虑到不同的实验要求不同的处理方式,可以将不同的分析功能封装在不同的 VI 中实现,构成信号分析软件集,通过调用该软件集来扩展仪器功能。利用相关功能图标系统还实现了数据分析结果的显示和存储等功能。

3.3 网络通信设计

LabVIEW 支持利用 DataSocket 技术(数据共享方式)实现远程数据实时采集。该技术基于 TCP/IP 标

准,并对底层编程高度封装,用于在测量和自动化应用中共享和发布实时数据,不必网络通信编程,轻松的实现互联网上高速实时数据的交换。网络虚拟实验仪器采用了 DataSocket 技术来实现远程控制和采集功能。

DataSocket 技术提供 DataSocket Server、DataSocket Server Manager 两个服务软件实现 DataSocket 服务。我们直接利用了 DataSocket Server 软件作为系统服务器端和客户端程序交换数据的中介。其方法是利用 DataSocket 不同功能函数实现数据写入 DataSocket Server 数据库或从中读出的过程。所有读和写通信过程遵循 dstp 协议,源和目标地址的确定都基于统一资源定位器 URL,其格式为:dstp://servername/dataname,其中 servername 指 DataSocket Server 的 IP 地址或名称,dataname 指要读或写的数据对象。

LabVIEW6i 以后版本中,所有的控件都提供了 DataSocket Connection 属性,包括控件用于 DataSocket 通信的 URL 地址和它的连接类型。LabVIEW 根据配置自动调用 DataSocket 函数实现不同计算机上两个或多个同类型控件之间的 DataSocket 通信。网络虚拟仪器的设计采用了这种便捷的方法。首先指定一台计算机作为 DataSocket Server,开启该 DataSocket 服务,为要进行数据交换的服务器端和客户端不同控件建立数据项,作为数据传输中介。为服务器端和客户端程序中相同类型的两个控件指定一个与其它控件不同的 URL (即 DataSocket Server 中建立的数据项),根据需要将其连接类型设为 Publish 或 Subscribe (读或写)。在运行系统时,任何一端的写控件数值的变化必然引起另一端对应读控件数值的改变,从而起到控制的作用。服务器可以通过 DataSocket Server Manager 或直接改变控件的连接类型来设置客户端的权限,可以实现多用户同步数据采集的功能。如图 3 为远程频谱分析仪的客户端程序面板,参与数据交换的控件右上角有一方形绿色标志,表示该控件正处于网络连接状态。

4 结 语

虚拟仪器是全新概念的测量仪器,自它诞生以来虚拟现实技术得到了迅速的发展并达到了相当的高度。本文基于 LabVIEW 的网络虚拟实验仪器吸收了现有的虚拟仪器技术的优点,轻松的实现了传统方法难以实现的多用户远程实时数据采集和数据处理功能,成为远程实验教学的一个重要的辅助手段,也是实验仪器的自动化和网络化的一个新探索和新途径。

参考文献:

- [1] 刘君华. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [2] 武嘉澎,陆劲昆. LabVIEW 图形编程[M]. 北京:北京大学出版社,

- 2002.
- [3] 杨乐平,李海涛,赵勇,等. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 郭旭,周建明. Delphi6 应用开发指南[M]. 北京:清华大学出版社,2002.

(上接第17页)

表1 冷却塔热工测试数据

时刻	大气压 /kPa	干球温 度/	湿球温 度/	焓值 /kJ kg ⁻¹	冷却水量 /t h ⁻¹	入口水 温/	出口水 温/	空气流量 /t h ⁻¹	喷淋水量 /t h ⁻¹	喷淋水 温/
9:00	101.3	26.0	25.0	77.0	20.1	36.7	30.7	30.5	9.1	28.1
9:30	101.3	26.5	25.2	77.7	20.1	36.8	30.7	30.4	9.1	28.1
10:00	101.3	27.1	25.6	78.3	20.0	36.9	30.8	30.6	9.0	28.1
10:30	101.3	27.8	25.8	79.5	20.2	36.9	30.7	30.8	9.0	28.2
11:00	101.3	28.5	26.0	80.1	20.3	37.1	31.1	30.8	8.9	28.2
11:30	101.3	29.2	26.6	82.4	20.1	37.1	31.7	30.7	8.8	28.2
12:00	101.3	30.0	27.0	84.5	20.1	37.2	32.0	30.7	8.8	28.4
12:30	101.3	30.3	27.4	86.5	20.2	37.2	32.1	30.1	9.0	28.4
13:00	101.3	31.0	27.8	88.5	20.3	37.3	32.2	30.2	9.0	28.5
13:30	101.3	31.2	27.4	88.2	20.1	37.3	32.2	29.8	9.0	28.6
14:00	101.3	31.5	27.0	85.0	19.9	37.4	32.1	29.8	9.1	28.8
14:30	101.3	31.7	25.7	78.4	19.8	37.5	31.7	29.7	9.2	28.8
15:00	101.3	22.0	24.0	72.3	19.9	37.5	31.5	29.7	9.2	28.9
15:30	101.3	32.1	23.2	17.9	18.8	37.3	31.2	30.5	9.1	29.1
16:00	101.4	32.3	23.8	71.5	20.0	37.3	31.1	30.5	9.1	23.1
16:30	101.3	31.7	24.2	72.1	20.2	37.2	31.2	30.7	8.9	29.1
17:00	101.2	31.2	25.5	77.3	20.3	37.2	31.4	30.7	8.9	29.4
17:30	101.3	30.8	25.0	76.8	20.4	37.1	31.1	30.9	8.8	29.4
18:00	101.3	30.5	24.3	73.5	20.4	37.1	31.2	30.9	8.8	29.7
18:30	101.3	30.0	23.7	71.8	20.3	37.0	31.3	30.7	8.8	29.7

参考文献:

- [1] 齐冬子. 敞开式循环冷却水系统的化学处理[M]. 北京:化学工业出版社,2001. 122-143.
- [2] 李永安,尚丰伟,潘强. 空调用封闭式冷却塔的研究[J]. 制冷学报,1997. 18(1):48-50.
- [3] Y. A. Li (李永安), M. Z. Yu, F. W. Shang, et al. The development of a mathematical model with an analytical solution of the counterflow closed circuit cooling towers[J]. Int. J. on Architectural Science, 2000, 1(3): 120-122.
- [4] 史佑吉. 冷却塔运行与试验[M]. 北京:水利电力出版社,1990. 52-76.
- [5] Li YA (李永安), Yu MZ, Shang FW, et al. Influence of spray water flow on performance of counterflow closed circuit cooling towers in air conditioning systems[J]. Refrigeration Science and Technology, 2000, (3):264-268.
- [6] Lebran J, Sila C A. Cooling tower model and experimental Validation[J]. ASHRAE Transactions, 2002, part 1:751-759.

名人名言·

人的天职,在勇于探索真理。

——哥白尼