

基于 LabVIEW 的通用仪器控制软件设计

吴 亮¹, 高 峰², 李俊杰³, 范 琳²

(1. 海军驻大连地区军事代表室, 辽宁 大连 116021; 2 水下测控技术国防科技重点实验室, 辽宁 大连 116013; 3 大连测控技术研究所, 辽宁 大连 116013)

摘 要: 仪器控制可以提高测量的自动化程度, 而虚拟仪器和 USB 接口技术又是仪器控制领域密切关注的。本文提出如何利用虚拟仪器应用软件开发平台 LabVIEW 中的仪器控制功能, 通过例子给出了针对 Tektronix 公司生产的 USB 接口的 AFG3022 可编程信号源的控制程序。

关键词: 仪器控制; 信号源; LabVIEW; USB

中图分类号: TP216 **文献标识码:** A

文章编号: 1672 - 7649 (2009) 10 - 0073 - 03 **DOI:** 10.3404/j.issn.1672-7649.2009.10.021

Design of universal instrument control software based on LabVIEW

WU Liang¹, GAO Feng², LI Jun-jie³, FAN Lin²

(1. Navy Military Deputy Office in Dalian, Dalian 116021, China; 2 Key Laboratory for Underwater Test and Control Technology of National Defense, Dalian 116013, China; 3. Dalian Scientific Test and Control Technology Institute, Dalian 116013, China)

Abstract: Instrument control can improve measurement of water level of automation, and virtual instrument and USB interface technology are closely watched in the field of instrument control. In this paper, so how to use virtual instrument platform for application development in LabVIEW instrument control functions, through the development of a USB interface for programming produced by Tektronix signal sources AFG3022 programmable control procedures.

Key words: instrument control; signal sources; LabVIEW; USB

0 引 言

仪器控制是实验研究中经常遇到的问题, 虽然现在的通用测量仪器在一定程度上能提供很高的自动化测量, 但仍然不能满足实际的测量要求, 这就大大限制了通用仪器的使用范围。利用仪器本身的编程接口对仪器进行编程控制, 不需添加额外的硬件, 从而使得测试系统变得简单、方便, 不但提高了自动化程度, 而且成本更为低廉。本文介绍了利用虚拟仪器应用软件开发平台 LabVIEW 开发的基于 USB 接口的通用仪器控制软件, 并以 Tektronix 公司生产的 AFG3022 可编程信号源的控制软件为例, 给出具体的设计方法^[1-2]。

1 信号源与虚拟仪器

顾名思义, 信号源是作为电子测量激励源的信号来源, 是测量实验研究中经常用到的重要的仪器设备, 是测量系统的基础。它的任务是为被测对象产生一个激励, 用来检测设备的特性和验证其功能。

系统开发采用虚拟仪器技术。虚拟仪器技术是由美国国家仪器公司 (National Instruments, NI) 提出并制定的基于计算机的仪器及测量技术。与传统技术不同, 虚拟仪器技术指在包含数据采集设备的通用计算机平台上, 根据需求可以高效率地构建起形形色色的测控系统, 对大多数用户而言, 主要的工作变成了软件设计。

收稿日期: 2009 - 08 - 17

作者简介: 吴亮 (1980 -), 男, 助理工程师, 从事舰船物理场特性测量和分析新原监造工作。

2 仪器控制

仪器控制是指通过 PC 上的软件远程控制总线上的 1 台或多台仪器。它需要将仪器或设备与计算机连接起来协同工作,同时还可以根据需要延伸和拓展仪器的功能。通过计算机强大的数据处理、分析、显示和存储能力,可以极大地扩充仪器的功能。一个完整的仪器控制系统除了包括计算机和仪器外,还必须建立仪器与计算机的通路以及上层应用程序。通路包括总线和针对不同仪器的驱动程序,上层应用程序用于发送控制命令、仪器的控制面板显示以及数据的采集、处理、分析、显示和存储等。

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 语言是一种用图标代替文本行创建应用程序的图形化编程语言。LabVIEW 则采用数据流编程方式,程序框图中节点之间的数据流向决定了程序的执行顺序。它用图标表示函数,用连线表示数据流向。这就是图形化源代码,又称 G (Graphics) 代码。它在测试、测量和自动化等领域具有更大的优势。仪器控制是 LabVIEW 最具有竞争力的核心技术之一。它是一个非常适合用于仪器控制的应用开发环境。它支持数千种仪器的驱动;支持多种总线的连接方式;对同一总线可以采取多种编程方法;通过仪器助手,与仪器的连接非常方便。此外,它还提供丰富的接口,支持 OPC、ActiveX、DLL 调用和网络通信等。因此通过 LabVIEW 能轻松地实现与任何具有计算机通信能力的仪器连接。其内置的强大数据分析、显示和存储能力使仪器控制任务变得异常容易。其应用系统构架如图 1 所示^[3]。

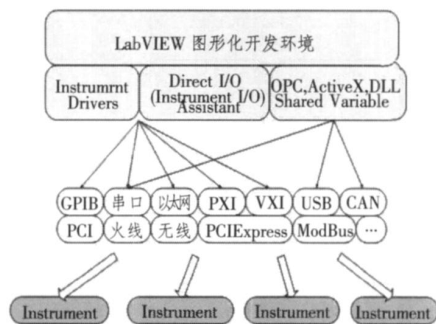


图 1 基于 LabVIEW 的仪器控制系统构架

Fig. 1 Instrument control system frame based on LabVIEW

3 系统设计

一个完整的仪器控制系统组成包括计算机 (PC

机)和被控仪器,仪器与计算机的通路(包括总线和仪器的驱动程序)以及上层应用程序^[4]。

3.1 总线选择

在开发一个测量系统时,选择正确的总线与选择一个具有合适采样率和分辨率的设备一样重要。硬件总线可以影响测量的性能、系统搭建时间和便携性等。仪器自身通常支持一种或多种总线选择,以通过这些总线控制该仪器;PC 通常也提供多种用于仪器控制的总线选择。如果 PC 本身不支持仪器可用的总线,可增加 1 个插卡或 1 个外部转换器来实现总线之间的转换。用于仪器的控制总线可分为 2 类:

1) 独立总线,用于架式和堆式仪器的通信 T&M 专用总线(如 GPIB)和 PC 标准总线(如 RS-232、以太网、USB、无线);

2) 模块化总线,将接口总线合并到仪器中(PXI、PCI、PCIE Express、VXI)。

在此,我们选取仪器所带的 USB 总线为控制总线。

3.2 仪器驱动程序

计算机与仪器进行通信的方式有 2 种:一种是基于寄存器的通信方式,另一种是基于消息的通信方式。PXI 和很多 VXI 仪器都采用寄存器的通信方式,使用这种方式可以在一个较低层次直接对仪器的控制寄存器读写二进制信息。GPIB、串口、USB 使用基于消息的通信格式,对这些仪器发送的命令和读回的数据都是高层次的 ASCII 字符串,仪器本身具有处理器负责解析字符串命令和发送字符串数据。

一个仪器驱动程序是一个软件例程集合,该集合对应于一个计划的操作,如配置仪器、从仪器读取、向仪器写入和触发仪器等。它将底层的通信命令或寄存器配置等封装起来,用户只需要调用封装好的函数库就能轻松实现对应于该仪器的任何功能。NI 为许多种类的仪器设备提供了仪器驱动程序,这些仪器驱动程序用 LabVIEW 编写,并使用了虚拟仪器软件架构 (Virtual Instruments Software Architecture, VISA) API 或可交换虚拟仪器协议 (IVI)。

VISA 通过调用相同的 VISA 库函数并配置不同的设备参数,就可以编写控制各种 I/O 接口仪器的通用程序。通过 VISA 用户能与大多数仪器总线连接,包括 GPIB、USB、串口、PXI、VXI 和以太网。而无论底层是何种硬件接口,用户只需要面对统一的编程接口——VISA^[5]。

3.3 应用程序实例

编写应用程序是以根据其 AFG3022 信号源为例。AFG3000 系列信号发生器支持 12 种类型的函数(波形),其中包括频率高达 240 MHz 的正弦波形。一个内置的任意波形发生器能提供样本速率高达 2 GS/ 的波形;同时,14 位分辨率将能生成或者复现任意波形。该系列所有产品中都装备了稳定的系统时钟,将年误差控制在百万分之一秒之内。由于通常实验是通过控制面板手动设置参数,所以降低了实验效率,降低了测量系统的自动化程度。根据其 USB 总线接口控制的特点开发出一套控制软件,从而提高测量系统的自动化程度。根据其功能对控制面板的参数进行设计。其中 AFG3022 有 4 种运行模式:Continuous(连续)、Modulation(调制)、Sweep(扫描)和 Burst(脉冲),所以将程序应用程序相应分为 4 个子程序。在每个子程序中又根据波形选项可以设置为正弦波、方波、锯齿波、脉冲波等,并且可以设置其波形的频率、幅度、相位、偏置等参数。AFG3022 的控制程序的前面板与程序框图如图 2 和图 3 所示。



图 2 程序控制面板

Fig. 2 Program control panel

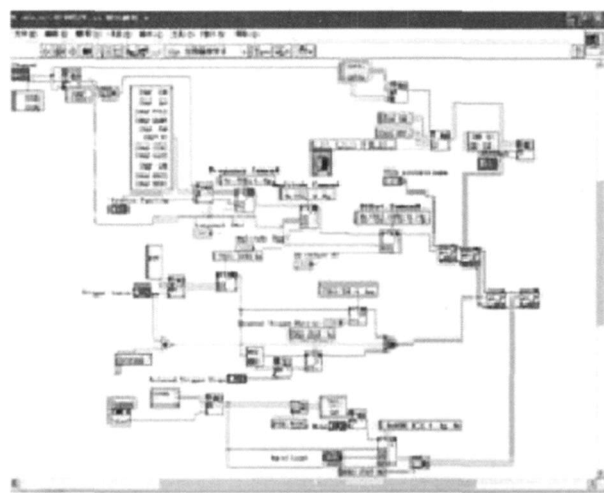


图 3 软件界面

Fig. 3 Software interface

4 结 语

基于虚拟仪器技术的通用仪器控制软件设计具有操作灵活、稳定性好,极大地提高了自动化程度。本文以 AFG3022 为例设计的控制程序满足了信号产生的要求,大幅度降低了系统的开发、维护以及后期的升级成本,缩短了系统的开发周期,后期提高了系统的稳定性和可靠性。此外,我们可以根据不同实验的需求,随时对系统进行多种组合或系统更新。

参考文献:

- [1] NI DAQmx User Manual[Z]. USA: NI Instrument, 2005.
- [2] LabVIEW function and VI reference manual[Z]. USA: NI Instrument, 1996.
- [3] 陈锡辉,等. LabVIEW 8.20 程序设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2007.
- [4] 潘于,等. 基于 LabVIEW 平台的滤波器测控系统[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(12), 26 - 27.
- [5] 韩亚钦. 自动测试系统中的虚拟示波器的研究与应用[J]. 计算机测量与控制, 2007, 15(1): 1648 - 1650.