

基于 LabVIEW 的虚拟仪器和虚拟实验

裘伟廷

(宁波广播电视大学 宁波 315010)

摘要 虚拟仪器是在仪器仪表领域中应用计算机技术所形成的一种新型的、富有生命力的仪器种类。LabVIEW 的虚拟仪器系统则是一种实用的虚拟仪器系统,由于它的可行性和优越性,因此基于 LabVIEW 虚拟仪器系统的虚拟实验是我国普通高校和远程教学的实验教学中可以推广的模式。

关键词 虚拟仪器 LabVIEW 虚拟实验 实验教学 远程实验教学 虚拟网络实验室

1 虚拟仪器的基本概念、构成及其特点

传统台式测量仪器是由仪器厂家设计并定义好功能的一个封闭结构,它有固定的输入/输出接口和仪器操作面板,每种仪器实现一类特定的测量功能,并以确定的方式提供给用户。传统仪器主要由三个功能块组成:信号的采集与控制单元、信号的分析与处理单元、结果的表达与输出单元。由于这些功能块基本上是由硬件或固化的软件形式存在,因此设计复杂、灵活性差,没有摆脱独立使用、手动操作的模式,使用起来很不方便。

计算机科学和微电子技术的迅速发展和普及,有力地促进了多年来发展相对缓慢的仪器技术,于是一种新型的仪器——虚拟仪器 (Virtual Instrument, VI) 出现了。虚拟仪器是计算机技术介入仪器领域所形成的一种新型的、富有生命力的仪器种类。从一般仪器的设计模型看,仪器无非是由数据采集、分析处理、人机交互和显示等几部分功能模块组成的整体。因此,我们可以设想在必要的数据采集硬件和计算机支持下,通过软件设计实现仪器的全部功能,这就是虚拟仪器设计的核心。从构成上来说,虚拟仪器就是在通用计算机平台上,配上相应的硬件和专用软件,定义和设计仪器的测试功能,形成既有普通仪器的基本测试功能,又有一般仪器所没有的特殊功能的高档低价的新型仪器。

虚拟仪器最重要、最核心的技术是虚拟仪器软件开发环境。与传统程序语言不同,这类软件一般采用强大的图形化语言(如 LabVIEW)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等特点。但虚拟仪器软件亦存在其不足,如

不适于或不擅长于完成大量数据处理的任务;不能调用系统程序实现底层操作等。在虚拟仪器系统开发中若遇到这类问题,就可利用虚拟仪器软件所提供的与传统编程语言(如 C 语言)的接口,将其自身不擅长或不易实现的任务通过能够或更适于完成此类任务的其他编程语言来实现。

虚拟仪器的基本构成包括计算机、虚拟仪器软件、硬件接口模块等。其中,硬件接口模块可包括插入式数据采集卡 (DAQ)、串/并口、IEEE488 接口 (GPIB) 卡、VXI 控制器以及其它接口卡。目前较为常用的虚拟仪器系统是数据采集卡系统、GPIB 仪器控制系统、VXI 仪器系统以及这三者之间的任意组合。这里,硬件仅是为了解决信号的输入输出,软件才是整个系统的关键,所以当基本硬件确定以后,就可以通过不同的软件(如用于数据分析、过程通讯及图形用户界面的软件)实现不同的功能。虚拟仪器应用软件集成了仪器的所有采集、控制、数据分析、结果输出和用户界面等功能,使传统仪器的某些硬件乃至整个仪器都被计算机软件所代替。用户根据自己的需要,利用计算机丰富的软、硬件资源,可以设计自己的仪器系统,从而大大突破传统仪器在数据的处理、表达、传递、储存等方面的限制,满足多种多样的应用要求,它不仅用于测量、测试、分析、计量等领域,而且还用于进行设备的监控、工业过程自动化等。

与传统仪器相比,虚拟仪器除了在智能化程度、处理能力、易用性等方面有更多优点外,它还具有这样的特点:(1)打破了传统仪器的“万能”功能概念,将信号的分析、显示、存储、打印和其它管理集中交由计算机来处理。由于充分利用计算机技术,完善了数据的传输、交换等性能,使得组建系统变得更加灵活和简单。(2)强调“软件就是仪器”的新概

念,软件在仪器中充当了以往由硬件甚至整机实现的角色,从而使系统的测量精度、测量速度和可重复性都大大提高。(3)改变了传统仪器由厂家定义、用户无法改变的模式,虚拟仪器由用户自己定义,系统的功能、规模等均可通过软件修改、增减,可方便地同外设、网络及其它应用连接,故虚拟仪器可当作许多仪器设备来使用。(4)虚拟仪器的开放性和功能软件的模块化,使资源的可重复利用率提高,系统组建时间缩短,功能易于扩展,管理规范,生产、维护和开发的费用降低,在工程应用和社会经济效益方面具有突出优势。

从模拟电子仪器到数字电子仪器,到 IEEE488 HP 总线仪器,到完全用户可编程的虚拟仪器,体现了仪器发展的轨迹和方向。目前,虚拟仪器在发达国家中发展很快,其设计、生产、使用已经十分普及。以美国国家仪器公司(NI公司)为代表的一批厂商已经在市场上推出了基于虚拟仪器技术而设计的商品化仪器产品。同时虚拟仪器系统及其图形编程语言,在美国已作为各大学理工科学生的一门必修课程。在我国虚拟仪器设计、生产、使用也已起步,其中有几家企业研制的虚拟仪器产品已达到一定的批量。国内专家预测,未来的几年内,我国将有50%的仪器为虚拟仪器。届时,国内将有大批企业使用虚拟仪器系统对生产设备的运行状况进行实时监测。随着微型计算机的发展,各种有关软件不断诞生,虚拟仪器将会逐步取代传统的测试仪器而成为测试仪器的主流。

2 虚拟仪器开发环境——LabVIEW

LabVIEW (laboratory virtual instrument engineering workbench) 是由美国国家仪器公司 (NI) 在 1986 年推出的一种基于图形编程语言(G 语言)的开发环境,它具有十分强大的功能,包括数值函数运算、数据采集、信号处理、输入/输出控制、信号生成、图像的获取、处理和传输等等。LabVIEW 与 C, Pascal, Basic 等传统编程语言有着诸多相似之处,如相似的数据类型、数据流控制结构、程序调试工具,以及模块化的编程特点等。但二者最大的区别在于:传统编程语言用文本语言编程;而 LabVIEW 使用图形语言(即各种图标、图形符号、连线等)编程,界面非常直观形象,而且使用的都是测试工程师们熟悉的旋钮、开关、波形图等,因此是一种直觉式图形程序语言。用 LabVIEW 编程无需太多编程经验,

只要以很直觉的方法建立前面板人机界面和方块图程序,便可以完成编程过程,使用户免于传统程序语言线性结构的困扰,这对于没有丰富编程经验的工程师们来说无疑是个极好的选择。同时,LabVIEW 的执行顺序是依方块图间数据的传递来决定的,并不像传统文字式程序语言必须逐行地执行,因此用户能设计出可同时执行多个程序的流程图。

LabVIEW 程序称为“虚拟仪器程序”(简称 VI),包括三个部分:前面板、框图程序、图标/接线端口。前面板用于模拟真实仪器的前面板;框图程序则是利用图形语言对前面板上的控件对象(分为控制量和指示量两种)进行控制;图标/接线端口则用于把 LabVIEW 程序定义成一个子程序,从而实现模块化编程。采用 LabVIEW 编程,其主要特点就是将虚拟仪器分解为若干基本的功能模块(相当于硬件设计中的集成电路),模块的引脚代表输入/输出接口。编程者可通过交互式手段,采用图形化框图设计的方法,完成虚拟仪器的逻辑和测量分析功能设计。LabVIEW 程序设计过程与人们设计仪器的思维过程十分相近,程序框图就实现了程序代码功能,避免了一般程序设计从框图构思到程序表示的繁琐。LabVIEW 编程的另一个优点是将软件的界面设计与功能设计独立开来,修改人机交互界面无需对整个程序进行调试,这对设计像仪器操作面板这样复杂的人机界面而言是十分方便的。LabVIEW 还为用户提供了函数扩展功能,从而可以调用按 C 等传统编程语言写的程序代码、调用标准动态链接库等。

对于构建虚拟仪器,LabVIEW 有许多特点和优势,诸如:仪器控制与数据采集的图形化编程:直观明了的前面板用户界面和流程图式的编程风格:内置的编译器可加快执行速度:数据采集 DAQ 函数库可让用户采集测量信号或发出控制信号,适合应用于快速且直接的控制;650 多种仪器驱动程序,可驱动超过 50 多家厂商所制造的仪器;内容丰富的高级分析库,可进行信号处理、统计、曲线拟合以及复杂的分析工作;利用 ActiveX、DDE 以及 TCP/IP 进行网络连接和远程通信:适用于 Windows NT/95/3.1、Mac OS、HP-UX、Sun 以及 Concurrent 实时计算机,等等。LabVIEW 现成的人机界面工具可帮助用户很快地构成所需的图形化人机界面,包括趋势图、按钮、LED 指示灯和图表等,完全无需从头开始去设计这些元件。并可更进一步以 LabVIEW 的 PC 工具箱或其他绘图软件来订制人机界面元件,藉以呈现仪控符号和系统流程图。

LabVIEW 的特色还在于拥有功能超强且庞大的分析函数库,足以与专业数学分析套装软件相匹敌。

目前,LabVIEW 的最新版本 LabVIEW 5.1 已问世,新版本使用强大的技术,带来更强劲的功能。LabVIEW 5.1 跟踪了基于 Web 的应用程序开发,提高了程序的开发能力。在原来已有的强大环境基础上,LabVIEW 5.1 改进了与 Internet 的连接,即借助于内置的 Web 工具,用户不需要编程就可以在几秒内在 Web 上分布 VI 的面板。它在计算机上的开发灵活性,能够充分提高用户的生产效率,而成为基于计算机的测量和自动化的最佳开发平台。此外利用 LabVIEW 5.1 中新的 NI DataSocket 技术,用户可以和其他有 Internet 功能的程序迅速地共享数据,而无需担心网络协议和数据格式。LabVIEW 5.1 还引入了一系列增强性能的工具以帮助用户提高编制专业用户界面的效率。

利用 LabVIEW,可以运用几千种设备(包括 GPIB、VXI、串口设备、PLC,以及插入式数据采集卡等)进行数据采集,也可以通过网络、交互应用通讯和结构化查询语言(SQL)等方式与其它的数据源相联。数据采集完之后,可以利用 LabVIEW 中功能强大的数据分析程序,将原始数据转换成有意义的结果。然后,可通过交互式的图形化前面板来控制系统,并显示所得的结果。这样,利用 LabVIEW 就可以开发一套完整的虚拟仪器系统。自诞生以来,LabVIEW 因其最简单和易用开发环境和可靠性,以及功能强大、灵活方便,成为开发基于计算机的测量和自动化解决方案和虚拟实验仪器的优秀软件包。全世界有数以千计的工程师、高校教师和科学家们正在使用 LabVIEW 进行仪器应用开发。作为划时代的图形化编程系统,LabVIEW 成为目前国际上应用最广的虚拟仪器开发环境之一,它开创了虚拟仪器的新纪元,同时也开创了虚拟实验的新纪元。

3 基于 LabVIEW 虚拟实验的构建

基于 LabVIEW 的虚拟仪器系统是实用的一种虚拟仪器系统,在此基础上可以进而构建基于 LabVIEW 的虚拟实验系统,这对于普通高校和远程教学来说,都是实用的虚拟实验系统。这是因为:其一,基于 LabVIEW 虚拟仪器的硬件是以通用计算机为基础的,而计算机是现代教学的普遍工具,我国各高校实验室一般都拥有相当数量的微型计算机,因此只要购买一定数量的仪器模板以及相应

的 LabVIEW 等软件,就可以构成各种虚拟仪器。其二,LabVIEW 作为图形化编程语言环境,为虚拟仪器开发提供一种快捷、方便和功能强大的软件工具。它采用工程界熟悉的术语、图标等图形化符号来代替常规的文字编程,把复杂、烦琐、费时的语言编程简化成简单、直观、易学的图形编程方式,因此各高校相关专业的教师以及有关科技人员,甚至具备了一定的编程能力的高校学生,完全有能力和条件,在很短的时间内利用 LabVIEW 这一图形编程环境开发出各种虚拟仪器系统。其三,用 LabVIEW 构建成的虚拟仪器系统,从使用上来说,由于利用 PC 计算机强大的图形环境,建立界面友好的虚拟仪器面板(即软面板),实验人员通过友好的图形界面及图形化编程语言控制仪器运行,完成对被测试量的采集、分析、判断、显示、存储及数据生成,实验人员操作这台计算机,就像是在使用一台专门设计的电子仪器,因此非常适宜于实验教学。由于 LabVIEW 有这样的特点,它引入高校实验教学、特别是远程实验教学就具有可行性和优越性,因而基于 LabVIEW 虚拟仪器系统的虚拟实验是我国高校实验教学中易于构建、可以推广的模式。

为确保实验教学顺利的实施,在高校基于 LabVIEW 虚拟实验的实施可分五个阶段实现。第一阶段,在充分利用各高校现有的计算机资源的基础上,购买所需的仪器模块和 LabVIEW 软件,由教师和其他有关技术人员编写程序,以实现现有仪器设备的模拟。这样就有效增加了实验设备的数量,改善学生的实验条件。第二阶段,教师和其他有关技术人员,或在教师指导下的高校学生,可以基于 LabVIEW 设计各种软面板,定义仪器的功能,充分利用计算机软件对数据采集、储存、分析、处理、传输及控制的强大功能,在同一台 PC 机上虚拟出数十台不同功能的仪器,如智能信号发生器、数字存储示波器、频谱及信号分析仪、数字电压表和噪声测试仪等。第三阶段,教师和学生把这些虚拟仪器应用到实验教学中去,以取代常规仪器。学生可根据实验要求,在虚拟仪器上进行操作,并以各种形式表达输出检测结果,进行实时分析。学生在实验时使用这样的仪器就如同操作一台专用传统仪器一样有效。第四阶段,增加综合性实验项目,并鼓励学生选做设计型实验。要求学生自己选题,拟订方案,基于 LabVIEW 编写程序,设计虚拟仪器检测系统。第五阶段,组织科研小组,利用 LabVIEW 这一图形编程环境进行二次开发,一方面研究出新的仪器仪表测试应用

平台、设计和构建新的虚拟仪器,或拓宽其应用范围,将其用于设备的监控,用于工业过程自动化等;另一方面可高质量地全面带动高校的教学、科研。

对于远程实验教学而言,还需要将虚拟仪器系统能进行远程传输交互。因此在上述基础上,还应进一步构建基于 LabVIEW 虚拟仪器系统的网络虚拟实验室。网络虚拟实验室对于基于 LabVIEW 虚拟仪器系统实际应用于远程实验教学,是必不可少的环节。网络虚拟实验室就是在 WEB 中创建一个可视化的三维环境,其中每一个可视化的三维物体代表一种实验对象。通过鼠标的点击、拖曳等操作,远程学习者可以进行有关课程的虚拟实验。网络虚拟实验室实现的基础是多媒体计算机技术、网络技术与虚拟仪器技术的结合。虚拟仪器技术与认知模拟方法的结合也赋予网络虚拟实验室的智能化特征。网络虚拟实验室构建后,无论是学生还是教师,都可以自由地、无顾虑地随时上网进入虚拟实验室,操作仪器,进行各种实验。近年来,由于虚拟仪器技术和网络技术的飞速发展,通过网络来构建虚拟实验室已经成为可能(如 LabVIEW 的最新版 LabVIEW 5.1,就为构建基于 Web 的虚拟实验室提供了强有力的工具),网上实验的实现已成为远程教学研究的重要方面。一旦基于 LabVIEW 的虚拟仪器

系统等的网络虚拟实验室构建成,那么基本上可以解决现代远程教育中的实验教学。当然,网络虚拟实验室目前正在构建过程中,尚未进入通用阶段,但远程教育的学习者通过网络进行实验教学已为时不远了。

参考文献

- 1 唐东炜,傅贵武,王宇华.开发虚拟仪器系统,改革测试实验教学.佛山科学技术学院学报(自然科学版),1999(2)
- 2 张洪润,董宝文.智能系统设计开发技术(上、下).成都:成都科技大学出版社.1997
- 3 周群,雷勇,刘连宇.虚拟仪器设计思想及应用.四川联合大学学报,1998(2):73~81
- 4 林正盛.虚拟仪器技术及其发展.国外电子测量技术,1997,(2):40~44
- 5 刘昱,王立福.仪器仪表测试平台的研究—LabVIEW 图形编程环境的应用.电子技术应用,1996(1):22~24
- 6 王红茹.虚拟仪器:仪器发展的新时代.仪器仪表,1998,(5):32
- 7 陈隆道,周箭,许昌.虚拟仪器——测试技术的新领域,科技通报,1999(1)
- 8 李青霞等.虚拟仪器综述.现代科学仪器,1999(4):10~12
- 9 程虎.虚拟仪器的现状和发展趋势.现代科学仪器,1999(4):6~9

Virtual instrument and virtual experiment
based on LabVIEW

Qiu Weiting

(Ningbo Radio and TV University,Ningbo 315010)

Abstract Virtual Instrument is a late-model instrument category and full of vitality,which is formed by using the computer technology in the apparatus area.Virtual Instrument System Based on LabVIEW is a practical one.Due to it has the feasibility and superiority,Virtual Instrument and Virtual lab Based on LabVIEW is a pattern of lab teaching,it can be popularized in both common colleges and long-distance teaching.

Key words Virtual instrument LabVIEW Virtual Lab teaching Long-distance Lab teaching Net virtual lab

(上接第 16 页)

Improve of construction and performance for
YY3 transverse heated platform graphite tube

Cheng Zhichen¹ Nie Tongjun¹ Chen Youyi²

(1 Zhongyuan Petrochemical Corp.Ltd, Puyang 457000)

(2 National Research Center Of Geo-analysis,Beijing 100037)

Abstract The atomization behavior of eight typical elements in YY2 and YY3 transverse heated Platform graphite tube was discussed. We tested sensitivity, precision and accuracy with elements. Experiment results show that YY3 circular transverse heated platform graphite tube were more superior in construction and atomization characters ,it can be expanded application.

Key words Graphite furnace AAS Transverse heated graphite tube Atomic absorption peak