

文章编号: 1005—7277(2007)04—0006—04

虚拟仪器技术及其应用与展望

乔维德

(江苏常州市广播电视大学, 江苏 常州 213001)

摘要: 虚拟仪器系统概念是对传统仪器概念的重大突破, 是计算机系统与仪器系统技术相结合的产物。它可以广泛应用于通讯、自动化、电子和工业生产等各种领域。介绍了虚拟仪器的概念、组成、分类、软硬件技术及其在噪声测试系统中的应用设计, 阐述了虚拟仪器今后的发展趋势和应用前景。

关键词: 虚拟仪器; 硬件系统; 软件系统; 发展趋势

中图分类号: TM930.9

文献标识码: A

Application and forecast of virtual instrument technology

QIAO Wei-de

(Changzhou Radio & Television University, Changzhou 213001, China)

Abstract: The virtual instrument system is a great breakthrough of the traditional instrument concept. It is the brainchild of integrating computer system and instrument system technology, which can be widely applied in fields, such as communication, automation, electronic and industrial production. The virtual instrument concept, components, classification as well as hardware and software technology are introduced in details, also including its application design in noisy testing system. The developing tendency and application prospect of virtual instrument are elaborated.

Key Words: virtual instrument; hardware system; software system; developing tendency

1 概述

随着计算机技术、大规模集成电路技术和通讯技术的飞速发展, 仪器技术领域发生了巨大的变化, 美国于 1986 年首先提出基于计算机技术的虚拟仪器 (Virtual Instruments 简称 VIs) 的概念, 把虚拟测试技术带入新的发展时期, 随后研制和推出了基于多种总线系统的虚拟仪器。虚拟仪器就是在通用计算机上加上软件和硬件, 使得使用者在操作这台计算机时, 就好象在操作一台自己设计的专用的传统电子仪器。它可代替传统的测量仪器, 如示波器、逻辑分析仪、信号发生器、频谱分析仪等; 可集成于自动控制、工业控制系统; 可自由构建成专有仪器系统。它由计算机、应用软件和仪器硬件组成。无论哪种虚拟仪器系统, 都是将仪器硬件搭载到笔记本电脑、台式 PC 或工作站等各种计算机平台 (甚至可以是掌上电脑) 上, 加上应用软件而构成的。

虚拟仪器通过软件将计算机硬件资源与仪器硬件有机的融合为一体, 从而把计算机强大的计算处理能力和仪器硬件的测量、控制能力结合在

一起, 大大缩小了仪器硬件的成本和体积, 并通过软件实现对数据的显示、存储以及分析处理。

2 虚拟仪器的产生及组成

电子测量仪器发展至今, 大体分为 4 代: 模拟仪器、数字化仪器、智能仪器和虚拟仪器。

第一代模拟仪器, 如指针式万用表、晶体管电压表等。其基本结构是电磁机械式的, 借助指针显示最终结果。

第二代数字化仪器, 这类仪器目前相当普及, 如数字式电压表、数字频率计等。这类仪器将模拟信号的测量转化为数字信号测量, 并以数字方式输出最终结果。

第三代智能仪器, 这类仪器内置微处理器, 既能进行自动检测, 又具有一定的数据处理能力, 其功能块以硬件或固化的软件形式存在。

第四代虚拟仪器, 是由计算机硬件资源、模块化仪器硬件和用于数据分析、过程通讯及图形用户界面的软件组成的检测系统, 它是一种完全由计算机来操作控制的模块化仪器系统。

虚拟仪器与传统仪器一样, 也是由信号的采集

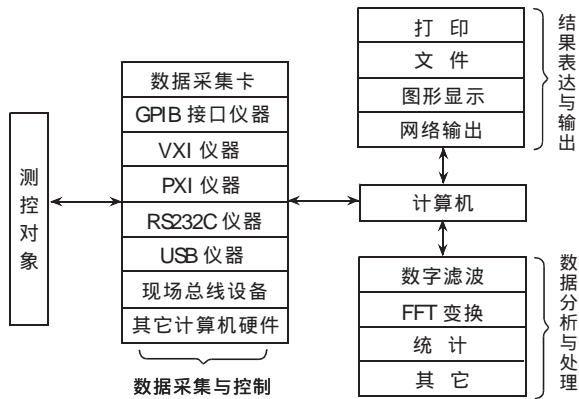


图 1 虚拟仪器结构组成图

与控制、信号的分析与处理、结果的表达与输出 3 大功能部分组成,如图 1 所示。

与传统仪器相比较,虚拟仪器具有性能高、扩展性强、开发效率高、无缝集成等优势,具体表现为:

传统仪器开发和维护费用高,价格较昂贵;而虚拟仪器开发时间短,开发和维护费用低,价格低廉。

传统仪器技术更新周期长,一般为 5-10 年;而虚拟仪器技术更新周期短,一般仅有半年至一年。

传统仪器中硬件是关键,而且固定、不灵活;而虚拟仪器软件才是关键,其仪器硬件的软件化,增加了系统灵活性。

传统仪器连接的设备数量有限,而且功能单一,使用不便;而虚拟仪器能支持计算机网络技术和接口技术,具有方便、灵活的互联能力,可以通过网络联络周边众多仪器,实现测量、控制过程的自动化、智能化、网络化。

3 虚拟仪器的分类

虚拟仪器在发展过程中,随着微机的发展和采用总线方式的不同,可分为 6 种类型。

第一类:PC 总线—插卡型虚拟仪器。基于通用 PC 的硬件,可利用 PC 组成灵活的虚拟仪器,是现在较为流行的虚拟仪器系统。这类虚拟仪器借助于插入计算机内的数据采集卡与专用的软件(如 Labview)相结合,完成各种既定的测试任务。插卡类型主要有 ISA 卡、PCMCIA 卡和 PCI 卡等类型,目前 ISA 卡和 PCMCIA 卡因其不足而逐渐很少使用,PCI 卡正广泛应用。PCI 总线的外围设备能与

CPU 并行工作,从而提高系统的性能和功能。

第二类:PC 端口—LPT 并行口式、USB 口式及 1394 口式虚拟仪器。最新发展的虚拟测试装置可连接到计算机的并行口、USB 口及 1394 口,它们把仪器硬件集成在一个采集盒内,而仪器软件则安装在计算机上,从而组成数字存储示波器、频谱分析仪、逻辑分析仪、任意波形发生器、频率计、数字万用表、功率计、数据记录仪等。它们的最大优点是既能与笔记本电脑相连,又能与台式 PC 机相连接,实现台式和便携式互用,极为方便。尤其 USB 口和 1394 口的传输速度快,联机操作方便,因此它将成为未来虚拟仪器市场发展的主流平台。通过以上不同接口总线及其相互间的联系,虚拟仪器、带接口总线的多种电子仪器或电子插件,完全可以组成中小型或大型自动测试系统。

第三类:GPIB 总线方式的虚拟仪器。GPIB 总线是一种数字式并行总线,它主要是用来连接计算机和测试仪器的。典型的 GPIB 系统由一台 PC 机、一块 GPIB 接口卡和若干台 GPIB 形式的仪器通过 GPIB 总线电缆连接而成。一块 GPIB 接口最多可以连接 15 台设备。该 GPIB 技术替代传统的人工操作方式,利用计算机技术实现对仪器设备的操作及管理,可以方便地把多台仪器组合起来,形成自动测量系统。但它是早期的虚拟仪器,现在正被逐渐淘汰。

第四类:VXI 总线方式的虚拟仪器。VXI 总线是一种 VME 高速计算机总线在虚拟仪器领域的扩展,它具有标准开放、结构紧凑等特点,其模块可重复使用。VXI 总线能得到绝大多数仪器厂家的支持,因而得到了广泛的应用。经过十多年的发展,VXI 系统的组建和使用越来越方便,尤其应用在组建大、中规模自动测量系统以及对速度、精度要求高的场合,它具有其他仪器无法比拟的优势。但组建 VXI 总线要求有机箱、嵌入式控制器等设备,其造价较高,因此目前该类型虚拟仪器的使用趋于淡化。

第五类:PXI 总线方式的虚拟仪器。PXI 结构与 VXI 结构相类似,但其设备成本更低、运行速度更快、体积更紧凑。目前 PCI 总线的软硬件都能较好地应用在 PXI 结构系统中,使 PXI 系统具有良好的兼容性能。此外, PXI 还具有高度的可扩展性,它能扩展到 256 个扩展槽,如果能把台式 PC 的性能价格比和 PCI 总线面向仪器领域的扩展优势结

合起来, 将形成未来主流虚拟仪器平台之一。因此基于 PXI 总线方式的虚拟仪器将会得到越来越广泛的普及和应用。

第六类: 袖珍型式的一体机。它主要由嵌入式工控机、掌上电脑、DSP、LCD、调理放大抗混滤波、电子盘与硬盘等构成, 电子盘和硬盘内的软件通过并行口进行更新。目前某振动和噪声技术研究所推出的 SVSA - 1 型是其发展方向之一。

4 虚拟仪器的体系结构

虚拟仪器的体系结构如图 2 所示。

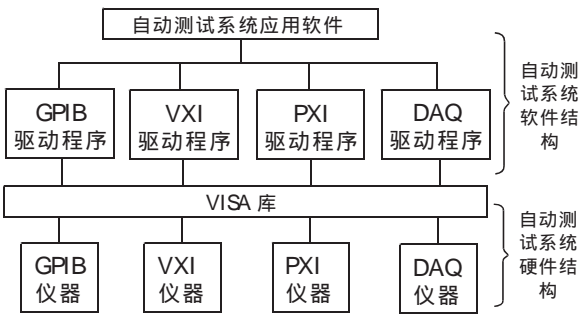


图 2 虚拟仪器体系结构图

4.1 虚拟仪器的硬件系统

虚拟仪器的硬件系统一般可以分为计算机硬件平台和测控功能硬件。计算机硬件平台可以是各种类型的计算机, 如普通台式计算机、便携式计算机、工作站、嵌入式计算机等。计算机管理虚拟仪器的硬、软件资源, 是虚拟仪器的硬件基础。计算机技术在显示、存储能力、处理性能、网络及总线标准方面的发展, 直接导致了虚拟仪器的飞速发展。

按照测控功能硬件的不同, 虚拟仪器可分为 GPIB、VXI、PXI 和 PC 插卡式、并行口式等标准体系结构。其中 PC 插卡式虚拟仪器对大多数用户来说, 是一种既实用又具有很高性价比的虚拟仪器。

PC 插卡基于计算机标准总线的内置 (如 ISA、PCI 等) 或外置 (USB、IEEE—1394 等) 功能插卡, 其核心主要是 DAQ (数据采集) 卡, 它更加充分利用计算机的资源, 极大地增加了测试系统的灵活性和可扩展性。利用 DAQ 数据采集卡可以方便快速地组建基于计算机的仪器, 实现“一机多型”、“一机多用”。在性能方面, 随着 A/D 转换技术、信号处理等技术的迅速发展, 其采样速率已达 1GB/s, 精度高

达 24 位, 通道有几十个, 并能任意结合数字 I/O、模拟 I/O、计数器、定时器等通道。目前仪器生产厂家生产大量的 DAQ 功能模块挂载在 PC 计算机上, 供用户选择使用, 如示波器、数字万用表、动态信号分析仪、任意波形发生器等, 再配合相应的应用软件, 这样就可以构成一台具有多种功能的 PC 个人仪器。该 PC 仪器不仅具有高档仪器的测量品质, 而且还能满足测量需要的多样性。

4.2 虚拟仪器的软件系统

虚拟仪器技术最核心的思想, 就是利用计算机的软、硬件资源, 使本来需要硬件实现的技术软件化 (虚拟化), 从而最大限度地降低系统成本, 增强系统的功能和灵活性。所以软件是虚拟仪器的关键。

4.2.1 软件开发平台

虚拟仪器的开发环境主要有 Visual C++, Visual Basic, LabVIEW 等。VC、VB 等是可视化的开发编程工具, 它们对开发人员的编程能力要求很高, 且开发周期长。LabVIEW 是专业化图形编程软件, 能把复杂的语言编程简化成简单图标提示的方法表示, 从而使原本不太熟悉编程的技术人员都可以按照测试要求和任务, 快速地编出自己的程序, “画” 出仪器面板, 提高了工作效率。因此 LabVIEW 是一种比较优秀的、可首选的虚拟仪器软件开发平台。

4.2.2 仪器驱动程序

仪器驱动程序是完成对某一特定仪器控制与通信的软件程序集, 它是应用程序实现仪器控制的桥梁。每个仪器模块都有自己的仪器驱动程序, 仪器厂商以源码形式提供给用户, 因此用户在更换仪器硬件的同时不得不修改测试代码, 这样使用起来比较麻烦。1999 年某公司提出了可互换虚拟仪器标准 IVI, 使程序的开发完全独立于硬件。IVI 驱动器通过一个通用的类驱动器实现对一种仪器类 (如示波器、数字电压表、函数发生器等) 的控制。应用程序通过调用类驱动器, 类驱动器再通过专用的驱动器与物理的仪器通信。经过测试, 采用 IVI 技术, 可以明显降低成本, 减少系统停运时间, 提高测试代码的可重用性, 使仪器编程直接面对操作用户, 通过提供友好的操作界面和丰富的数据分析与处理功能, 来完成自动检测任务。

4.2.3 输入/输出 I/O 接口软件

I/O 接口软件用于处理计算机与仪器硬件间

连接的低层通信协议,它是虚拟仪器系统软件的基础。当今优秀的虚拟仪器测试软件都建立在一个标准化输入/输出 I/O 接口软件组件的通用内核之上,能为用户通过跨计算机平台的应用编程接口,也能为其测试系统选择更多不同的仪器设备。

4.2.4 通用数字处理软件

虚拟仪器的应用软件还包括通用数字处理软件。通用数字处理软件主要包括用来对数字信号进行处理的功能函数:时域分析过程中的相关分析、卷积运算、差分运算等;频域分析的功率谱估计、FFT、FHT、逆 FFT 等;以及数字滤波等等。这些功能函数为广大虚拟仪器用户进一步扩展其测试功能提供了必要的基础。

5 虚拟仪器的应用设计

以虚拟噪声测试系统为例,说明虚拟仪器软、硬件的设计方案。

虚拟噪声测试系统是以 LabVIEW 为软件开发平台,利用声波传感器、数据采集卡、计算机等硬件开发平台,将虚拟仪器软、硬件技术运用到噪声测试系统中,能够准确、快速地分析噪声。

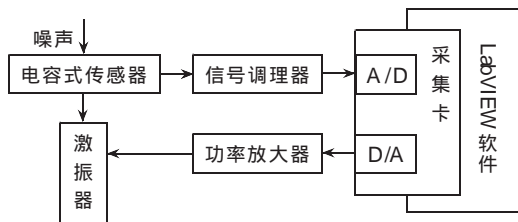


图3 虚拟噪声测试系统原理图

5.1 虚拟噪声测试系统的硬件构成

虚拟噪声测试系统的基本原理是:当声波作用该系统时,利用 LabVIEW 软件编程控制采集卡产生正弦激振信号经过放大器驱动激振器工作,从而在电容式传感器负载电阻上产生与声波频率相应的交变电压输出。传感器将电压信号送信号调理器进行放大,由 LabVIEW 软件控制数据采集卡采集经过信号调理了的被测信号,并对之测量。如图 3 所示。该系统的硬件有:PCI-6014 多功能 16 位数据采集卡、LC0208 信号调理器、2204 永磁激振器、7111 型功率放大器及计算机一台。由 LabVIEW 提供的图形化驱动程序驱动总线、I/O 接

口设备,对被测噪声信号进行放大和采集控制,并通过编写相应的处理程序对采集信号进一步分析处理。LabVIEW 软件可以驱动 PCI-6014 数据采集卡,采集+10V 和-10V 的电压信号,它具有模数、数模转换功能,通过 LabVIEW 编程输出高精度的正弦激励信号,并控制采集工作。采集卡的模拟输入端口与信号调理器连接,采集经过信号调整了的噪声电压信号。

5.2 虚拟噪声测试系统的软件设计

虚拟噪声测试系统软件设计如图 4 所示。

数据采集模块:本系统在 LabVIEW 中使用两条数据线连接用于模拟信号输入部分的函数(初始化、开始采集等函数),上一条数据线是任务号码,下一条是错误代码。采集时,传送任务要求程序按顺序执行,当采集出错时,采集中止。

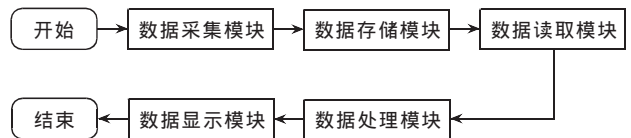


图4 虚拟噪声测试系统软件设计框图

数据存储模块:设置数据采集次数、采集时间间隔、采样频率等参数。每采集完一组数据,生成文本文件保存起来。

数据读取模块:利用 LabVIEW 函数库中的打开文件、读文件、关文件函数,可以方便地进行文件的读写操作。

数据处理模块:它是系统软件设计的核心。本系统利用巴特沃斯滤波器对噪声数据进行数字滤波、加窗处理、功率谱分析,并求最后结果的平均值。

数据显示模块:将采集及分析后的噪声数据送至显示器,以便观察系统测试结果。

6 虚拟仪器的发展趋势

随着计算机技术、仪器技术和网络通信技术的不断完善,虚拟仪器主要向以下几个方向发展。

6.1 外挂式虚拟仪器

PC-DAQ 式虚拟仪器是现在比较流行的虚拟仪器系统,但是,由于基于 PCI 总线的虚拟仪器在插入 DAQ 时都需要打开机箱等,较麻烦,而且主机上 PCI 插槽数量有限,再加上测试信号直接进入计

(下转第 13 页)

统在额定负载情况下,突减 0.5 个额定负载时的仿真曲线如图 8 所示。在仿真时刻为 450 时,从额定负载中减去 0.5 个额定负载。

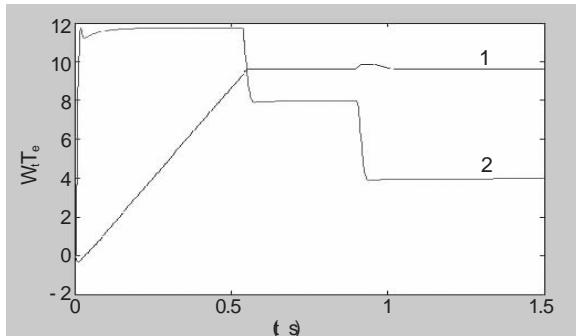


图 8 GA 优化系统在额定负载时突减 0.5 个额定负载仿真曲线

5 结论

将以上仿真曲线与图 2 的系统理想快速启动

曲线相比,可以看出,转速调节器和转矩调节器在利用遗传算法优化设计后,交流矢量控制系统的跟踪性能和抗扰性能优于原来未经优化设计的系统。而且在遗传算法的优化过程中,系统的性能指标定义简单,便于计算,从而使这种优化算法在实际应用过程中得到了较好的实现。

参考文献:

- [1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统-运动控制系统 [M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] B karanayil, M F Ranhman, C Granthan. On-line Rotor Resistance Identification for Induction Motor Drive with Artificial Neural Networks Supported by a Simple PI Stator Resistance Estimator [J]. IEEE. 2003: 433- 438.
- [3] 刘金琨. 先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真 [M]. 北京:电子工业出版社,2003.

作者简介:

户秀琼(1980-),女,工学硕士,攀枝花学院讲师,主要从事交、直流调速与电力系统自动化方面的研究工作。

收稿日期:2006-10-25

(上接第 9 页)

算机,各种现场的被测信号对计算机的安全往往会造成很大的威胁,计算机内部的强电磁干扰也会对被测信号产生大的影响,因此 USB 接口方式的外挂式虚拟仪器系统将成为今后廉价型虚拟仪器测试系统的主流。

6.2 PXI 型集成虚拟仪器

开放式的平台 PXI 系统可以简单地将不同的测试设备整合到一个共同的系统中,并对其进行修改或扩展,以满足测试系统不断变化的需要。开放式的 PXI 平台将工业标准科技如 Compact/PCI、Windows 操作系统与嵌入式的触发结合在一起,提供一个比个人计算机更耐用、更具有确定性的系统。PXI 虚拟仪器具有良好的可扩展性、兼容性和性价比,所以它将成为未来大型高精度集成测试系统的主流虚拟仪器平台。

6.3 网络化虚拟仪器

虚拟仪器技术可利用网络的功能,将来自测量或控制仪器中的资料和信息通过加工处理直接传送到 web 网页上,或者用掌上数字工具读取网页上的资料,有的还可以将数据信息传输到手机等移动通信设备上。使用虚拟仪器技术,人们可以使用网际网络的强大功能远距离控制仪器设备,或者与远在其他办公地点甚至其它国家的同事合

作处理一个项目。由此可见,利用网络技术能将分散在异地不同功能的测试仪器设备联系在一起,从而使异地的硬件设备、软件资源通过网络达到共享,减少了设备的重复投资,提高了设备仪器的利用率。所以,网络化虚拟仪器将会在科学技术的各个领域中具有极其广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 贾功贤,刘成康等.基于 PC 的虚拟仪器的发展趋势 [J]. 电子技术应用,2003(12).
- [2] 陈杰,黄鸿.传感器与检测技术 [M]. 高等教育出版社,2004.
- [3] 刘洋.虚拟仪器硬件软件技术及其发展趋势 [DB/OL]. <http://www.C114.net>,2004-11.
- [4] 杨光友,罗先礼等.虚拟仪器在蚕茧无损质量检测中的应用 [J]. 微计算机信息,2006(1).

作者简介:



乔维德(1967-),男,江苏广播电视大学学术带头人培养对象。毕业于东南大学自动控制系工业电气自动化专业。现主要从事电气自动化及计算机学科的教学与科研工作。已公开发表学术论文五十多篇,完成市级以上科研项目和课题研究 12 项。

收稿日期:2006-07-11