

基于 LabVIEW 的超声测量系统*

苏子文 梁忠仔 赵 剑

(南京航空航天大学机械结构力学和控制国家重点实验室 南京 210016)

摘 要:介绍了最具代表性的图形化编程开发平台 LabVIEW。以 NI-5122 数据采集卡和 C 架等为硬件,以 LabVIEW2015 软件作为开发平台,将 NI Scope 和 VISA 结合起来,搭建了超声测量平台系统。NI-SCOPE 实现数据采集和波形图显示,VISA 实现串口通信。该系统可以实现 C 架的控制,并实现连续测量和定点测量,可以根据需要改变 C 架的速度和最远位置,同时也能改变最小采样长度和最小分辨率。该系统用户界面良好,使用方便。

关键词:LabVIEW; NI-SCOPE; VISA; 超声测量系统; C 架

中图分类号: TP274 **文献标识码:**B **国家标准学科分类代码:** 410.20

Ultrasonic measurement system based on LabVIEW

Su Ziwen Liang Zhongzai Zhao Jian

(State Key Laboratory of Mechanics and Control of Mechanical Structure, Nanjing University of
Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: LabVIEW is introduced in this paper as a kind of most representative graphical programming development platform. Using NI-5122 data acquisition card and C frame etc for the hardware and the latest LabVIEW2015 software, combining NI - Scope and VISA, a platform of ultrasonic measurement system was set up. NI - SCOPE realizes data acquisition and waveform display. VISA realizes serial communication. The system can realize the control of C frame, which can be measured continuously and fixed-point. Users are able to change the speed and the farthest position of C frame. The minimum record length and the minimum Sample Rate are also included. The system has a friendly interface and it is easy to use.

Keywords: LabVIEW; NI SCOPE; VISA; ultrasonic measurement system; C frame

0 引 言

LabVIEW 是 NI 公司推出的图形化编程平台,功能强大,能实现软硬件的无缝集成,扩展性强,性能高等特点。LabVIEW 环境中开发的每个程序称为一个 VI。所有 VI 由 3 部分构成,前面板,框图以及连线版^[1-2]。前面板是用户接口,用于输入各种控制参数,并可以数字图形等各种形式输出测试结果,前面板上各种控件分为输入控件和显示控件。程序框图是程序的源代码,含有各种图形化的函数,子 VI、变量、常量、结构和连线。连线板用来定义输入和输出,用户可以自由设置。LabVIEW 是以程序框图的形式编程,比较直观,易于理解和使用^[3-4]。

1 超声平台系统

1.1 系统硬件部分

超声测量平台硬件部分包括一个 PLC 控制箱,工控机 PC(内置数据采集卡),小型 C 架,超声波组件(探头、信号发生器等)。PLC 控制箱按照 PC 发送的命令,驱动 C 架运动。在 C 架运动的过程中,上面的两个超声波探头发出超声波,通过被测物体,得到反射和透射波,通过数据采集卡传入电脑,进而反演出被测物体的物理参数。通过电脑控制 C 架运动,随着 C 架的运动不断变化可以显示超声波探头发出的波形图。超声探头工作时显示的图像不是本文关心的内容,重点关注 C 架的运行和波形图的显示

收稿日期:2017-05

* 基金项目:国家自然科学基金(51305197)、大学生创新训练计划省级项目(2017CX00112)、江苏高校优势学科建设工程基金资助

(没有被测物体时)。

系统采用的数据采集卡为 PCI-5122, 放置于机箱内。PCI-5122 具有两个采样通道, 每个通道最高 100 MS/s 实时采样率, 具有 14 位分辨率, 带有去噪和抗混叠滤波器 100 MHz 带宽, 有大容量板载内存, 每通道标准内存为 8 MB, 最大为 256 MB, 大于 75 dB 无寄生动态范围等特点。

1.2 系统软件

使用最新的 2015 英文版 LabVIEW。由于 PCI 5122 没有 AO (模拟输出) 通道, 在物理设备上并不支持 DAQMX, 而传统的 DAQ 由于版本低和系统不兼容, 所以采用 NI SCOPE 程序包编写程序。NI Scope 示波器驱动是 NI 公司提供的 8 类可互换的虚拟仪器 IVI (Interchangeable Virtual Instrument) 规范驱动之一^[5-6]。由于 IVI 规范驱动是基于虚拟仪器软件架构 VISA (Virtual Instrument Software Architecture), 可以实现程序与硬件接口的不相关。而且 VISA 在串口控制中简单易用, 不受操作系统局限, 是仪器编程的标准 I/O, VISA 在本系统中串口通信中被使用^[7]。

2 超声测量与控制子程序

2.1 数据采集波形程序

数据采集波形程序流程图由 NI SCOPE 程序包编写, 如图 1 所示, 首先初始化 5122 高速数字化仪, 配置基本参数, 包括垂直距离、垂直偏移、输入阻抗、最低采样率等等^[8]。这些参数设置成可调节的参数, 可以在前面板中自由设置。接着设置触发, 包括即时触发、边缘触发、数字触发、窗触发、滞后触发, 也能在前面板中自由选择。然后开始采样, 通过抓取数据 (Fetch) 命令, 在波形图上显示, 同时以 xlsx 文件格式保存。最后调用 NI SCOPE 关闭命令, 释放内存, 并设置错误指示。其中 xlsx 是用新的基于 XML 的压缩文件格式取代了其目前专有的默认文件格式, 而且还具有占有空间更小, 能用 office 打开等优点^[9]。

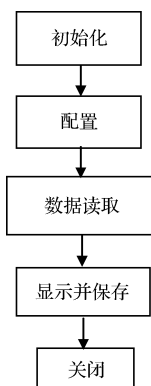


图1 数据采集波形程序流程

2.2 串口连续读入和连续写出程序

在本文中, 电脑控制 C 架的运动, 包括 C 架的速度和

最远达到的距离。这两个参数后组成 PC 发送命令传输给 PLC 控制箱, 从而驱使 C 架运动, 同时 C 架运动也会产生指令传回电脑反馈。电脑接收和发送指令均用 16 进制表示^[10]。由于 VISA 在串口通信上方便, 通过 VISA 编写两个子程序, 一个是连续读入, 一个是连续写出。这两个程序在主程序中显示为程序 1 和程序 2。

连续读入程序流程如图 2 所示, VISA 的使用与 NI-SCOPE 使用类似, 先初始化串口名称, 设置串口的波特率为 115 200, 相当于每秒传输 7 200 个字节。接着使用 VISA 读入, 一次读入 14 个字节。接着通过数组建立一个 PLC 命令, 由 4 部分构成, 伺服脉冲, 微编脉冲和两个预留脉冲, 作为接收到的 PLC 数据输出 (C 架传给电脑的指令)^[11-12]。

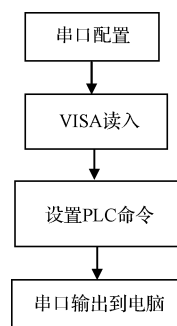


图2 连续读入程序流程

连续写出的程序流程如图 3 所示, 和读入一样, 先初始化串口名称。由于行程为 0.01 mm/脉冲, 所以行程乘以 100 即为行程脉冲, 速度乘以 100 为速度脉冲, 这些形成了数组, 当做 PC 发送命令输出。同时通过 VISA 写出功能通过串口传给 C 架, 进而控制 C 架的运行。最后设置 VISA 关闭命令, 释放内存^[13]。

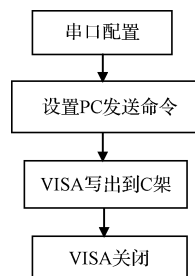


图3 连续写出程序流程

3 超声测量主程序

主程序实现下面两个功能, 连续测量和定点测量。

3.1 连续测量

连续测量指的是 C 架按照软件设定的行程和速度, 沿着导轨往复运动; 在 C 架运动的同时, 进行数据的采集。连续测量的主程序流程如图 4 所示。设置了 3 个指示, 近位和远位指示和通信状态。当 C 架回到原点时, 近位指示

亮,当C架到达最远点,远位指示亮,C架正常运行时通信状态亮。近位指示和远位指示初始值为False。通过子程序2,电脑设置PC发送命令控制C架的运行。通过子程序1,C架传回电脑指令,并且判断近位或者远位指示。此外还调用了数据采集波形程序采集波形。

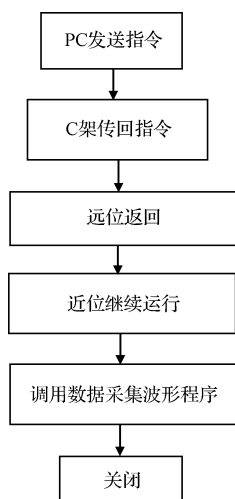


图4 连续测量流程

3.2 定点测量

定点测量程序流程如图5所示。定点测量指的是C架按照软件设定的位置和速度,沿着导轨移动到指定的位置后,开始数据采集。每次数据采集的间隔可由用户设定。

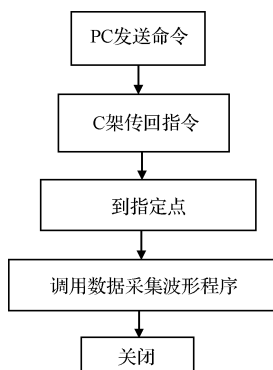


图5 定点测量程序流程

4 实 验

实验装置如图6所示。C架放置在PLC控制箱上,同时箱子上有C架开关和紧急停止按钮

当未连接外部设备(比如示波器)而且超声探头未工作时显示的是随机噪音,如图7所示。红白色指的是双通道CH0和CH1的波形。运行时可以看出C架运行良好,位置和速度可以由程序框图自由调节^[14]。当通过示波器输入CH0正弦波时,前面板如图8所示,并可以调节最小采样长度和最小采样率,波形测量程序也运行良好^[15]。系统达到了设计要求。

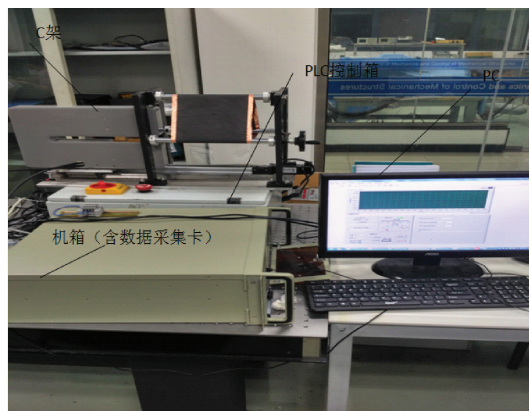


图6 超声测量系统

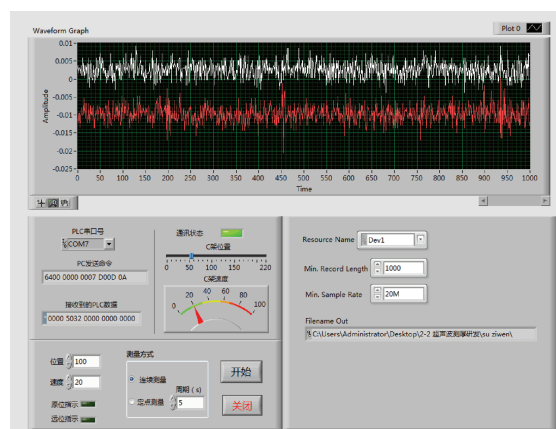


图7 波形图显示

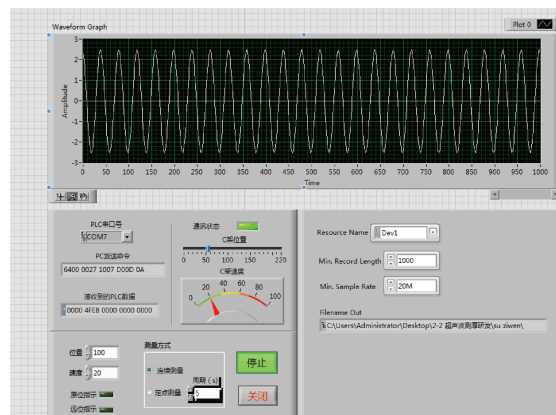


图8 波形图显示

5 结 论

该系统通过电脑实时控制C架的运动,可以实时显示C架上的超声探头的反射和透射频谱(无被测物体时)。本系统两个关键点就是控制C架和显示图像。该系统界面简单,将NI Scope和VISA创新的结合到一起,实现了波形的测量,存储和串口之间的信息传递,具有远大的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 谢冰,陈昌鑫,郑宾. 基于 LabVIEW 的数据采集与信号处理系统设计[J]. 现代电子技术, 2011, 34(14): 173-175.
- [2] 张黎,蔡亮. 基于 LabVIEW 的虚拟信号发生器的设计与实现[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(1): 82-85.
- [3] 杜娟,邱晓晖,赵阳,等. 基于 LabVIEW 的数据采集与信号处理系统的设计[J]. 南京师范大学学报:工程技术版, 2010, 10(3): 7-10.
- [4] 梁忠仔,姜金辉,陈洋,等. 基于 LabVIEW 的智能语音控制振动数据采集系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2017, 36(2): 63-68.
- [5] 向科峰. 基于 LabVIEW 的数据采集系统设计与实现[J]. 机械管理开发, 2011, 8(4): 191-192.
- [6] 廖晶,周卫星,廖欢. 基于 NI Scope 实时数据采集系统设计[J]. 现代电子技术, 2009, 32(20): 178-180, 186.
- [7] 梁国伟,陈方泉,林祖伟. 基于 LabVIEW 的串口数据采集的实现及应用[J]. 现代机械, 2009, 5(30): 57-58, 73.
- [8] 雷晓勇,盛文,程照宇. NI-SCOPE 的虚拟数字信号分析仪实现[J]. 中国测试技术, 2007, 33(1): 108-110.
- [9] 侯明,付兴建,吴迎年,等. 基于 LabVIEW VISA 智能车无线调试系统[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(1): 67-69, 88.
- [10] 秦凡,韦高. 基于 VISA 库及 SCPI 命令的仪器程控测量[J]. 现代电子技术, 2011, 34(11): 118-120, 123.
- [11] 刘龙启,李银. 基于 LabVIEW 的以太网数据监听与通信[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(7): 62-65, 69.
- [12] 姜晓琳,王厚军,马敏. LXI 标准下的网络 VISA 设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(8): 1849-1851, 1868.
- [13] 赖彪,贾惠芹. 基于 VISA 标准的示波器程控方法研究[J]. 国外电子测量技术, 2011, 30(3): 41-43, 53.
- [14] 孟武胜,朱剑波,黄鸿等. 基于 LabVIEW 数据采集系统的设计[J]. 电子测量技术, 2008, 31(11): 63-65.
- [15] 戴成梅,戴成建. 基于 LABVIEW 网络虚拟数字电路实验平台的研制[J]. 国外电子测量技术, 2011, 30(9): 67-71, 78.

作 者 简 介

苏子文, 1993 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为材料的力学属性、空气耦合超声、振动测试与处理等。

E-mail: 2277943776@qq.com

梁忠仔, 1992 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为振动测试与数据处理。

E-mail: 84292756@qq.com

赵剑, 1995 年出生, 本科生, 主要研究方向为飞行器设计与工程。

E-mail: 2986184581@qq.com