

基于 DP105 高速数据采集卡的虚拟示波器设计

吴 敏¹ 张成迁¹ 唐晓平² 董 臻³

(1.国防科学技术大学继续教育学院 湖南 长沙 430071;2.国防科学技术大学研究生学院 湖南 长沙 430071;
3.国防科学技术大学电子科学与工程学院第二研究所 湖南 长沙 430071)

【摘要】本文基于 Agilent 公司的 DP105 型高速数据采集卡和 PCI 总线,采用 LabVIEW 图形化编程工具设计出一种快速虚拟示波器。实现了高速数据的采集和动态波形的显示以及传统示波器无法实现的频谱分析和数字滤波功能。同时,对设计实现过程中可能遇到的噪声和模拟信号的输出等问题,提出了相应的处理方法。

【关键词】DP105;PCI;LabVIEW;虚拟示波器

【Abstract】This paper Based on Agilent's DP105 high-speed data acquisition card and PCI bus,used LabVIEW graphical programming tools to design a fast virtual oscilloscope.Achieved function of the high-speed data collection and dynamic waveform display,and achieved spectrum analysis and digital filtering which the traditional oscilloscopes can not. At the same time,it supply corresponding manage method aiming at the problem of the noise and analog output and so on may be encountered, during the design and implementation.

【Key words】DP105 PCI LabVIEW Virtual Oscillograph

1.引言

所谓虚拟仪器就是以计算机作为仪器统一的硬件平台,充分利用计算机的运算、存储、回放、调用、显示及文件管理等智能化功能,同时把传统仪器的专业化功能和面板控件软件化,使之与计算机结合构成一台从外观到功能都完全与传统硬件仪器相同,同时又充分享用了计算机智能资源的全新仪器系统。与传统仪器相比,它的最大特点就是由仪器生产厂家定义仪器功能的方式转变为由用户自己定义仪器功能,满足多种多样的应用需求。由于虚拟仪器的测试功能、面板控件都实现了软件化,任何使用者都可通过修改虚拟仪器的软件来改变它的功能和规模,这充分体现了“软件就是仪器”的设计思想。虚拟仪器最有代表性的图形化编程软件是美国国家仪器有限公司(National Instruments, 简称 NI)推出的 Labview (laboratory virtual instrument engineering workbench 即实验室虚拟仪器工作平台)。Labview 使用了“所见即所得”的可视化技术建立人机界面,提供了许多仪器面板中的控制对象,如表头、旋钮、开关及坐标平面图等。用户可以通过使用编辑器将控制对象改变为适合自己工作领域的控制对象。Labview 提供了多种强有力的工具箱和函数库,并集成了很多仪器硬件库。Labview 支持多种操作系统平台,在任何一个平台上开发的 Labview 应用程序可直接移植到其它平台上。

目前开发虚拟仪器系统采用的总线包括传统的 Rs232 串行总线、GPIB 通用接口总线、VXI 总线、PCI 总线和 IEEE 1394 总线。本文介绍基于 PCI 总线接口的 Agilent 公司的 DP105 数据采集卡和美国 NI 公司的 LabVIEW 图形化编程工具的快速虚拟示波器系统,该系统集波形采集、数据分析、输出、显示为一体。

2.系统组成和采集卡的硬件结构

2.1 系统组成

虚拟示波器系统主要由数据采集卡、计算机和专用软件组成,其中,数据采集卡完成对输入信号的采集和缓存,并通过计算机 PCI 总线送入内存;计算机在应用程序控制下对数据进行处理、运算,最后完成各种电量测试并在屏幕上用图形或数据形式显示。

2.2 数据采集卡的硬件结构

本虚拟示波器采用 Agilent 公司的 DP105 数据采集卡作为 PCI 接口。采集卡的硬件结构如图 1 所示。

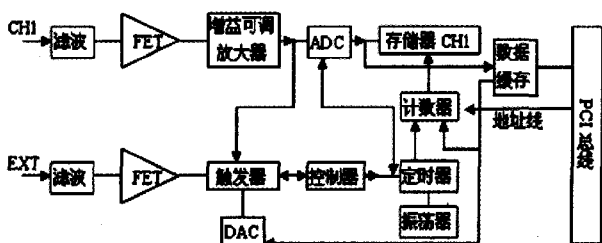


图 1 DP105 高速数字采集卡系统框图

该数据采集卡主要由前置滤波器、可编程衰减器、可控模拟放大电路、A/D 采集卡、D/A 采集卡、计数、定时电路、振荡电路、时序控制电路及 PCI 接口电路组成,其功能电路由数字控制逻辑电路统一控制。该卡是单通道标准的 PCI 总线插卡,卡上集成的 1 个高速 8 位 ADC 的最高采样频率可以达到 500MHz,带宽为 150 MHz,采集存储器从 128 k 点到 2 M 点(可选)。在使用之前必须对采集卡的硬件进行配置,这些控制程序用到相应的底层 DAQ 驱动程序。通过采集卡自带的 DLL 可以在程序中灵活地对硬件进行控制,比如输入阻抗、输入电压范围、放大器增益、采样频率、每次采样点数等。

3.系统的软件设计

3.1 虚拟示波器的软件开发环境

虚拟仪器最核心的技术是软件技术。目前,用于虚拟仪器开发的软件开发平台主要有两大类:一类是通用的可视化软件编程环境,主要有 Microsoft 公司的 Visual C++ 和 Visual Basic、Inprise 公司的 Delphi 和 C++Builder 等;另一类是专用的虚拟仪器开发软件编程环境,主要有文本编程环境 LabWindows/CVI 及图形化编程环境 NI 公司的 LabVIEW 和 Agilent 公司的 Agilent VEE 等。考虑到软件的灵活性、高效性和可移植性,本设计中采用 LabVIEW 作为虚拟示波器的开发环境。

3.2 软件功能模块

该虚拟示波器有 5 大功能模块:信号采集、用户界面、频谱分析、数字滤波、波形显示。

3.2.1 信号采集模块

信号采集模块主要完成数据的采集,根据采集信号的不同选用不同的采样频率。该模块中的应用程序通过采集卡的驱动程序和硬件进行通信,其数据采集流程如图 2 所示。

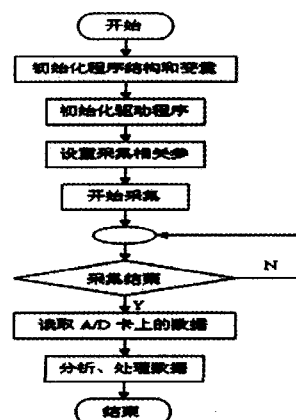


图 2 数据采集流程图

LabVIEW 调用数据采集设备(DP105 数据采集卡)进行数据采集

的应用程序后面版设计如图 3 所示:

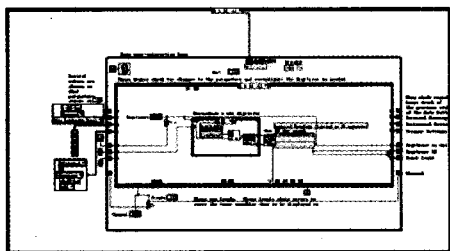


图 3 数据采集模块 LabVIEW 程序后面版

3.2.2 用户界面模块

界面主要切分为 2 个视图:视图 Instrument Control,用于控制设备和对示波器进行操作;视图 WaveForm Display,用于动态显示波形数据。整个软件的主界面设计如图 4 所示。

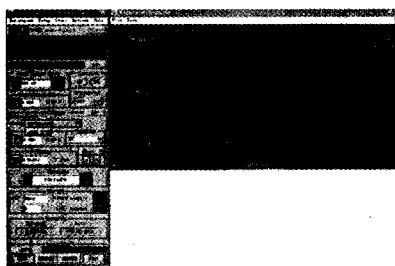


图 4 虚拟示波器的主界面

3.2.3 频谱分析模块

LabVIEW 图形化编程工具在信号的发生、分析和处理方面具有强大的功能。在信号分析方面提供了众多的时域和频域分析子 VI。本软件利用快速傅里叶变换(FFT)进行频谱分析。频谱分析采用按时间抽取 FFT 算法,然后将幅值频谱分析结果在用户界面上以坐标曲线形式显示。

3.2.4 数字滤波模块

在实际的数据采集过程中,由于外界环境的干扰,采集卡等硬件电路本身性能不理想以及数据量化等因素的存在,采集到的信号中将不同程度地夹杂着一一定的噪声。因此,为了得到更为准确的结果,对噪声进行必要的处理尤为重要。

对于和有用信号处于不同频带的噪声,采用滤波的方法可以有效地加以去除。LabVIEW 提供了丰富的信号处理模块,如 Filters 模块和 Windows 模块等。利用这些模块,我们可以很方便地对采集到的数据做适当的处理,以使结果更为准确。本软件可以对所采集的带任意干扰信号的信号进行低通和高通滤波。可以根据不同需求,设计出不同的数字滤波器。图 5 所示为滤波处理前后的正弦波形图,可以看出,经过滤波处理,波形图变得比较平滑,不再带有毛刺。如果滤波函数的类型与参数选择得合适,将不会造成信号的过分衰减,也就不会影响结果的准确度。

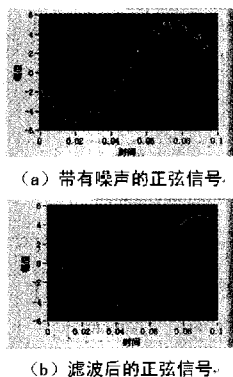


图 5 滤波前后的正弦波形的比较

优越性,不过,要特别注意曲线拟合类型的选择是否合适,否则将会出现错误或失真的结果。

3.2.5 波形显示模块

虚拟示波器的工作原理是对信号波形进行高速采样,采样值被数字化后存储起来,当重建波形时便从缓冲区取数,然后用清晰、均匀一致的轨迹映像在屏幕上。由于采集的模拟波形经数字化后成为一串离散数据,因此,如何重建信号波形是虚拟示波器设计中的关键问题之一。

为了得到持续稳定的信号,需要注意信号产生模块与输出模块的选取、各参数的设置及其相互配置等问题。简单通过 While Loop 或 For Loop 结构让一个输出模块(波形显示)循环执行,并不能保证输出信号连续。

LabVIEW 提供了连续模拟输出的功能模块 AOWaveform Gen 和 AO Continuous Gen,这两个模块都用到了 AO Config、AO Write (aveform)和 AO Start 函数。

AO Config 模块的参数在此无需做特定设置。AO Write(waveform)的一个参数 allow regeneration 决定了程序是否可以把已经生成信号的数据再次输出,其默认值为 TRUE,即允许输出。全部数据生成信号之后,LabVIEW 又会从 Buffer 的起始位置开始重新生成信号,不管其数据是否是新写入的还是旧的;如果 allow regeneration 的值为 FALSE,则必须保证 Buffer 里随时都有足够多的新数据供生成信号输出,否则将会产生错误。在使用 Loop 结构使程序循环执行时,将不断有新的数据写入 Buffer,如果原有的数据没有生成完,Buffer 没有多余的空间,这时程序会等待,直到有空间,所以,可以一次性向 Buffer 写很多的数据而不会被覆盖,即不会丢失。

AO Start 模块的参数 Number of bufer iterations 确定了 LabVIEW 将写入 Buffer 的数据生成信号的次数,默认值为 1,表示只产生一次就停止了,直到有新的数据写入;如果设为 0,则表示连续输出模拟信号,直到调用 AO Clear 把 Buffer 清空。

具体编程时,将 clear generation(T)设为 F,表示不清空 Buffer,如果选用 AO Waveform Gen 模块,还要将其参数 Generation Count 设为 0。同时要求所生成的信号数据是整周期信号,以保证循环输出时能够首尾连贯,其他参数也进行适当设置后,采集卡就可以将写入 Buffer 的数据按照设定的 update 逐点循环输出,而不必用 Loop 结构来反复执行这部分程序,从而避免了信号的不连续。

主程序执行完毕需要退出时,应当调用 AO Clear 程序模块把 Buffer 清空,以使输出通道的电平复零,否则采集卡将一直有信号输出。

4. 实验与讨论

在实验中使用该系统分别对正弦信号、方波和锯齿波信号进行了采集,并对采集到的 3 种信号分别进行了频谱分析和数字滤波。实验时示波器参数设置如下:输入信号电压范围为 5mV~500mV;采用 DC 耦合方式,输入阻抗为 50;触发源为软件触发;触发类型为脉冲上升沿触发;触发时间极限为 1ms;采样时间间隔为 2ns;采样率为 500Ms/s;采集深度为 5000;时间延迟设置为 0。实验结果如图 6 所示。

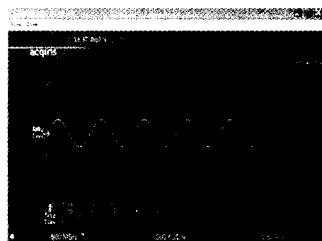


图 6 主界面波形

从上图可以看出,虚拟示波器显示波形连续稳定,没有毛刺,设计达到了预定的效果。

【参考文献】

[1]王磊,陶梅编著.精通 LabVIEW8.0.北京:电子工业出版社.2007 年 1 月.
[2]李贵山,陈金鹏编著.PCI 局部总线及其应用.西安:西安电子科技大学出版社.2003.
[3]侯国平,王坤,叶齐鑫等编著.LABVIEW7.1 编程与虚拟仪器设计.北京:清华大学出版社.2005 年 2 月.
[4]沈兰逊编著.超高速数据采集系统原理与应用.北京人民邮电出版社.2005.

[责任编辑:张慧]

对于采集数据比较分散的情况,曲线拟合的方法将表现出更大的