

基于 LabVIEW 的波形发生器

陈永明 王红超 李继芳 黄元庆

(厦门大学机电系 厦门 361005)

摘要: 传统信号发生器只能产生正弦波、方波、三角波和锯齿波 4 种基本波形, 虚拟波形发生器不仅能产生这些基本波形, 还可以输出任意波形且价格低廉, 可以满足高校实验室教学的需要。文中详细介绍了基于 LabVIEW 的虚拟波形发生器的组建方法, 重点阐述了虚拟波形发生器的软面板和应用程序的设计。

关键词: 波形发生器; 虚拟仪器; LabVIEW

Virtual function generator based on LabVIEW

Chen Yongming Wang Hongchao Li Jifang Huang Yuanqing

(The Mechanic and Electronic Engineering of Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract: The traditional signal generator device can only output the sine wave, the square wave, the triangle wave and the saw-tooth wave. The virtual function generator can not only have these basic profiles, but also may output random waves with inexpensive prices, can satisfy the need of university laboratory teaching. This paper thoroughly introduces the method of building virtual function generator based on LabVIEW, and mainly sets forth on the design of soft panel and application.

Keywords: function generator; virtual instrument; LabVIEW

0 引言

信号发生器作为科学实验所必不可少的装置, 被广泛地应用到教学、科研等各个实验领域。传统的模拟信号发生器一般只能产生几种常规的波形, 而一些复杂和特殊的应用, 要求输出任意波形的信号且易于程控, 即便一些高档仪器能够实现, 其价格也极其昂贵^[1]。虚拟仪器借助计算机的软硬件资源, 配以相应的 I/O 接口设备(在中低端应用中通常为多功能数据采集卡, 本文使用的是 NI 公司的 PCI6221, 其性能指标见参考文献[2]), 就可以构成功能适合用户需求的仪器。虚拟仪器功能强大、价格低廉、升级方便, 在越来越多的领域可以取代传统仪器。LabVIEW 是目前影响力最大的虚拟仪器应用软件开发平台^[3], 本文尝试用 LabVIEW 开发一款适用于高校实验室应用的多功能波形发生器。

1 虚拟波形发生器的界面

如图 1 所示, 此虚拟波形发生器不仅可以产生正弦波、方波、三角波和锯齿波这 4 种基本波形, 还可以发出公式波、任意波和扫频波这些特殊波形。点击相应的按钮就可以产生对应的波形, 原来的按钮将弹起, 同时这个按钮

将被禁用, 模拟了传统波形发生器的互斥按键。产生一种波形后, 在波形预览区域给出波形的时域图像, 使用者可以观察波形是否符合要求。波形预览区域右下角绿色的指示灯用于表示是否正在输出波形。另外, 当波形产生模块出现错误时, 波形预览区域的右边会给出“出错啦”的提示。频率、幅值和直流偏置 3 个旋钮只对 4 种基本波形起作用, 可以用鼠标旋转这 3 个旋钮连续改变它们的值, 也可以在它们下面的数字控件中输入精确的值, 当选择后 3 种波形时, 它们将被禁用; 开始、暂停和结束按钮用于对程序的控制。在 LabVIEW 控件库中并没有这种外观的按钮, 但是 LabVIEW 提供了控件编辑器, 可以利用它定制所需的控件。

2 虚拟波形发生器的软件设计

虚拟波形发生器的工作原理是: 首先配置好硬件设备, 然后根据所需波形的幅值、数据点数等参数计算出不同波形的波形数据, 由计算机将波形数据送到数据采集卡的输出缓冲区内, 数据采集卡根据给定的更新频率进行 D/A 转换, 就可以在输出端口得到相应的波形了。

2.1 互斥按钮的实现

LabVIEW 没有提供这样的控件, 只是提供了单个的

* 基金项目: 厦门大学创新团体发展计划(IRTXM U200606) 资助项目

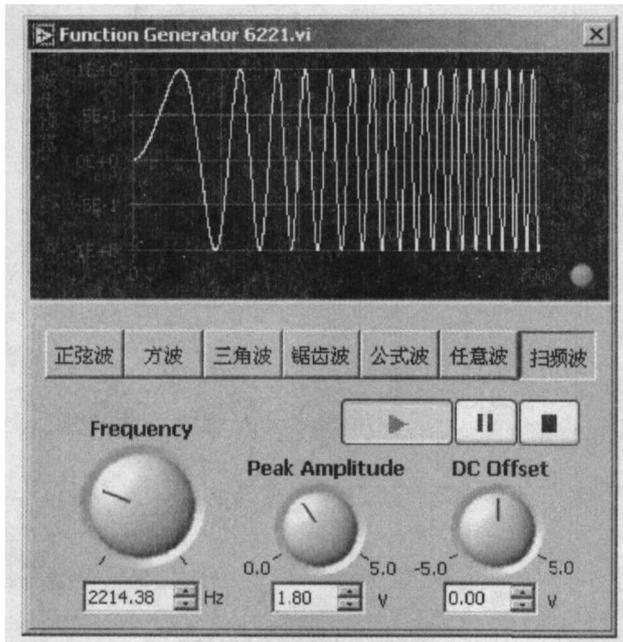


图 1 虚拟波形发生器的界面

布尔按钮控件。选择一个合适的布尔按钮控件, 改变它的尺寸以适合程序窗口的大小; 然后再复制 6 个这样的控件, 将它们排列在一起, 并将它们的名称依次更改为“正弦波”、“方波”、……、“扫频波”。接下来将它们放在一个外观设置为透明的簇控件里(簇类似于 C 语言中的结构体^[4]), 这样就实现了如图 1 中界面上波形选择按钮组的效果。

但是仅仅这样是不够的, 因为按一个按钮后可以再按一下这个按钮使它弹起; 并且按下这个按钮不能让上次按下的按钮弹起, 这样会引起一个矛盾: 有 2 个按钮的值为真, 到底该发出哪个波形呢?

解决这个问题的方法如下: 假设原先三角波按钮被按下, 则这个按钮的值为 T, 其它按钮的值均为 F, 整个按钮簇的值就是 FFTFFFF; 现在使用者按下了正弦波按钮, 那么按钮簇的值变为 TFTFFFF, 则簇数值改变的事件结构将被触发, 程序将按钮簇原来的值按位取反, 然后再和按钮簇的当前值按位与, 将结果传递给按钮簇的本地变量, 就可以把按钮簇的值变为 TFFFFFF 了; 接下来将按钮簇的值转换成一个布尔数组 [T, F, F, F, F, F, F], 调用 NI 公司的 Get Radio Button 子 VI 搜索出值为 T 的元素的位置索引, 并将搜索到的索引号赋值给用于选择波形的数字控件“Waveform”的本地变量, 同时 Get Radio Button 子 VI 将正弦波按钮的属性置为不可操作的状态, 其它按钮的属性置为可以操作; 然后程序退出内循环, 但是并不退出外循环(只有按下停止按钮才能退出内循环和外循环), 在下一个外循环中, 波形产生子 VI 将产生一个周期的正弦波数据并把它写入采集卡的输出缓冲区; 最后程序进入内循环, 持续发出正弦波, 直到再次有控件的值改变。

2.2 波形数据的产生

前 4 种基本波形数据可以用公式产生^[5], 例如正弦波以公式

$$f(i) = A \times \sin \frac{2\pi}{n} i + DC, (i = 0, 1, 2, \dots, n-1) \quad (1)$$

产生正弦波数据数组, 这里数组长度即数据点数。

当选择产生公式波时, 程序会弹出一个如图 2 所示的对话框, 在这个对话框里可以输入任何能用一个公式 $y = f(t)$ 来表达的波形, 图 2 中所示的是产生一个调幅波的公式。在框图程序中应用了 LabVIEW 函数库中的公式波形产生模块 Formula Waveform.vi。需要注意的是 Formula Waveform.vi 要求公式的自变量必须是 t , 它所支持的运算符和常用的函数详见参考文献[4]。

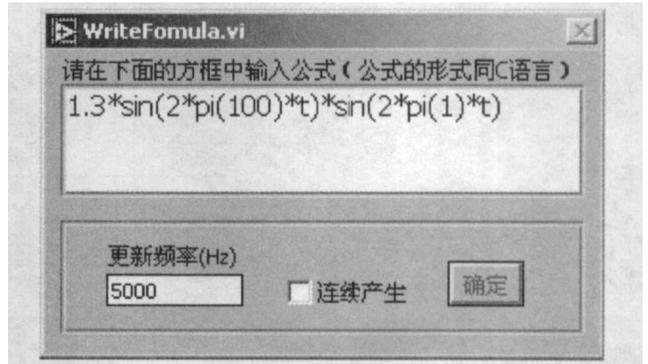


图 2 公式波产生模块前面板

当需要采集卡发出没有任何规律的波形的时候, 就需要任意波形发生器。本文设计的任意波形发生器可以采用两种办法产生任意波形: 一是用鼠标抓住波形显示控件中的十字光标来拖出一个任意波形, 如图 3 所示; 二是从一个编辑好的波形文件中载入波形数据, 波形文件必须是 txt 格式的, 波形数据之间用逗号隔开, 可以用 Windows 自带的记事本来编辑波形文件。这部分的程序流程如图 4 所示。

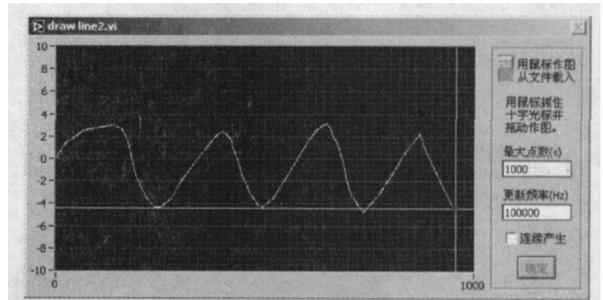


图 3 产生任意波子的子 VI 前面板

当选择产生扫频波时, 程序会弹出一个如图 5 所示的对话框, 在这个对话框里可以输入扫频波的起始频率、结束频率、幅值、数据点数(点数越多, 频率间隔越小, 但是最大点数受到采集卡输出缓冲区大小的限制, PCI6221 的输出缓冲区为 8 191 个点^[2])和更新频率, 并选择是否要连续

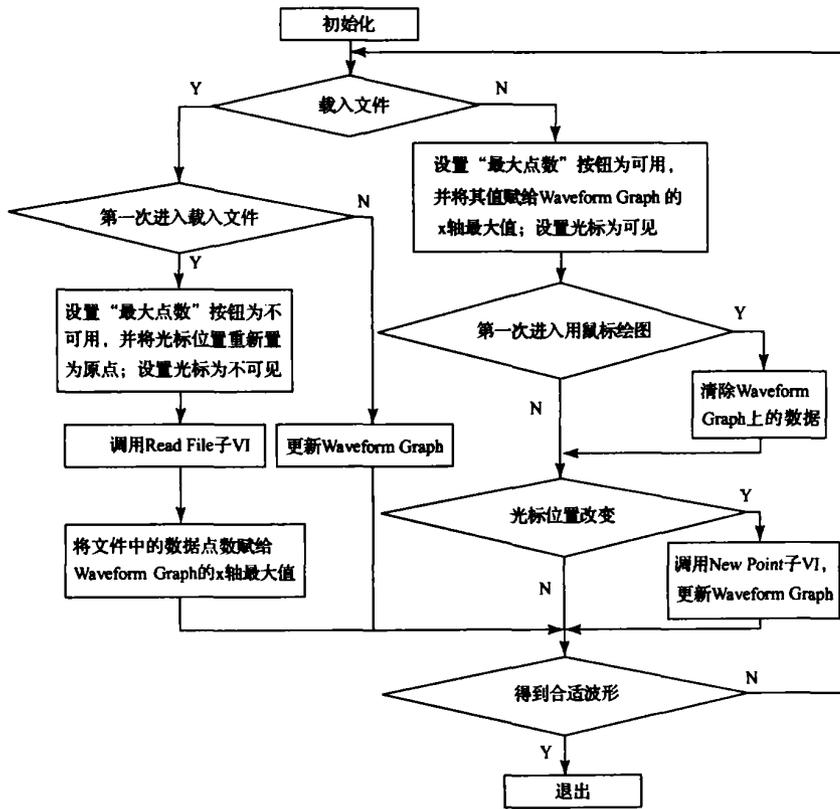


图 4 任意波形模块程序流程图

产生数据, 设置完毕点击“确定”按钮就可以发出扫频波形了。产生扫频波数据的公式如下^[6]：

$$y_i = Peak\ Amplitude \times \sin \left[\frac{2\pi(f_2 - f_1) \times i}{2\ Samples(s)} + 2\pi f_1 \right] \times i \quad (2)$$

式中: f_1 和 f_2 为数字频率, 它们的含义是每周期所含数据点的倒数, 计算公式如下:

$$f_1 = \frac{Start\ Frequency}{Update\ Rate} \quad (3)$$

$$f_2 = \frac{Stop\ Frequency}{Update\ Rate} \quad (4)$$

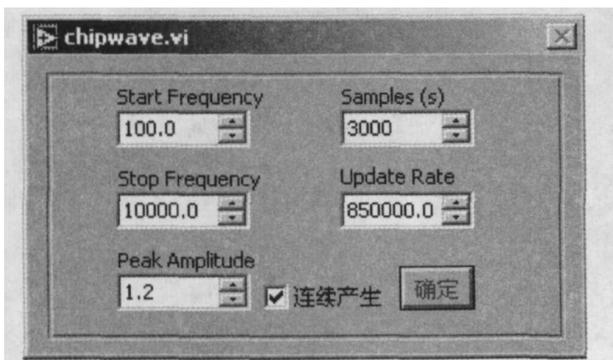


图 5 扫频波产生模块前面板

3 结束语

实际使用情况表明, 本文所设计的波形发生器完全可以满足学生实验的要求。而且在这一通用的 PG DAQ 平台上, 调用不同的虚拟仪器软件, 可以实现不同的仪器功能。虚拟仪器成本低、功能全、可扩展性强, 在我国大中专院校推广使用, 能够有效缓解学校实验室资源难以满足学生需要的矛盾。

参 考 文 献

- [1] 沈伟. 基于存储扫描方式的任意波形信号发生器卡的设计[J]. 北京理工大学学报, 2005, 25(3): 216-219.
- [2] National Instruments. NI 622x Specifications. National Instruments Corp, 2004.
- [3] 薛得凤. 基于图形化编程语言 LabVIEW 的一种虚拟仪器的实现[J]. 自动化与仪器仪表, 2003(5): 24-26.
- [4] 杨乐平. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [5] 杨乐平. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [6] NI 公司. LabVIEW Help. National Instruments Corp, 2004.