

基于 LabVIEW 的信号处理系统设计

谢锋云

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 基于 LabVIEW8.6 开发平台, 开发了一个信号处理系统应用软件: 采用模块化设计思想, 动态调用模块子 VI, 使模块关联。设计一个友好界面, 通过点击相应的菜单按钮, 就可以分别执行各个模块操作, 完成相应的信号处理要求。系统操作简单可靠, 具有较强的教学、实验、工程应用价值。

关键词: LabVIEW8.6; 信号处理; 模块化设计; 信号分析

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1007-984X(2011)01-0024-03

在机械工程测试技术中, 信号的分析与处理是重要的环节^[1]。目前信号处理的软件有很多, 如 C 语言、MATLAB、LabVIEW 等, 前两种软件要求编程比较熟练, 而且处理功能、与计算机接口连接有一定的限制。LabVIEW 是目前测试领域信号处理应用最广泛和最有前途的编程语言, 它采用基于数据流技术的图形化编程, 降低了对编程者编程经验的要求, 尤其是它在实时数据采集和处理方面有很大的优势。LabVIEW 具有强大的信号处理和数学运算能力, 可以进行各种功能强大的虚拟仪器的开发。利用 LabVIEW 可以开发多种功能强大的信号采集和信号分析系统, 为快速、简洁、准确地进行信号处理提供了一种便利的方法。用 LabVIEW 进行各种系统的设计不仅可以降低仪器的研制成本, 提高了测试效率, 而且还可以大大增强设计的灵活性^[2]。

本文应用 LabVIEW8.6 图形化编程语言开发一个界面友好, 扩展性好, 人机交互性强的信号处理系统, 使用此系统时用户只需输入系统参数, 然后点击菜单运行, 就可以得到需要的结果, 达到操作简单易行, 快捷、方便、易懂。

1 系统总体设计

信号处理系统的总体设计结构是利用 LabVIEW8.6 设计出信号采集系统及虚拟波形发生器系统, 可产生各种模拟信号, 通过信号的处理系统软件部分对采集的或虚拟信号进行时域或频域的各种分析, 并对信号进行加窗处理, 相关性分析和滤波处理, 通过输出图形得到相应结果。

基于 LabVIEW 的信号处理系统总体结构框图如图 1 所示。

系统要完成的基本功能集信号发生、典型信号分析、相关性分析、信号加窗处理、信号滤波处理于一体。典型信号主要包括正弦信号、余弦信号、方波信号、锯齿波信号、三角波信号、脉冲信号。

该软件系统典型信号分析包括时域波形、幅频谱、相频谱、虚频谱、实频谱、自功率谱;

相关性分析包括信号的自相关和互相关分析;

加窗处理主要是对测试信号加四种典型的窗函数, 包括汉宁窗、海明窗、三角窗、矩形窗;

滤波处理主要是巴特沃斯滤波、切

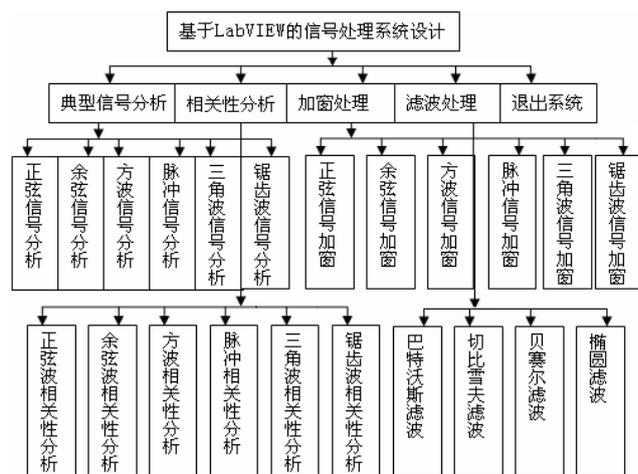


图 1 系统总体结构框图

收稿日期: 2010-10-21

基金项目: 载运工具与装备教育部重点实验室资助 (09JD03)

作者简介: 谢锋云 (1976-), 男, 湖南邵阳人, 讲师, 硕士, 华中科技大学在读博士。主要从事线检测、自动控制在研究工作, xiefyun@163.com。

比雪夫滤波、贝赛尔滤波、椭圆滤波等。

2 系统菜单设计与程序关联

系统的菜单设计依据系统的总体设计内容而定。整体构成采用 While Loop 循环结构。程序前面板中的“信号发生”、“典型信号分析”、“信号相关性分析”、“信号加窗处理”、“信号滤波处理”、“退出系统”等软按键在框图程序的 While Loop 循环结构中，分别和各自 Case Structure 判断结构的判断条件输入端口连接，程序运行时将转入其相应的 Case Structure 判断结构执行。包含的五个功能模块子 VI 分别存放在 E:\我的盘\路径中，子 VI 动态调用采用的是 Open VI Reference.vi 函数、Call By Reference Node.vi 函数、Close LV Object Reference.vi 函数以及 Simple Error Handler.vi 程序出错处理函数。框图程序五个软按键对应的 Case Structure 判断结构中，当判断条件输入为 False 即程序运行过程中软按键未被按下时，程序进入空操作运行并等待软按键按下；一旦选中并按下前面板中某个软按键时，判断条件输入为 True，程序将进行子 VI 动态调用，执行相应功能的子 VI。

在这种调用方式下，Open VI Reference 节点需要两个输入参数：VI Path 和 type specified VI Refnum。其中 VI Path 用于指定被调用的 VI 的路径，而参数 type specified VI Refnum 用于指定被调用的 VI 的输入输出端口，这个参数由前面板窗口中的 VI Refnum 控件实现。通过动态调用，系统菜单框图程序的 Call By Reference 节点就会根据 VI Refnum 控件所指定的端口与所选的 VI 的端口建立关联，通过 Call By Reference 节点就可以在系统菜单框图程序中与所选的 VI 中控制和指示进行通信了。若有多个菜单项，则重复上述步骤，最后加一个 While 循环。图 2 为系统主菜单的程序框图。

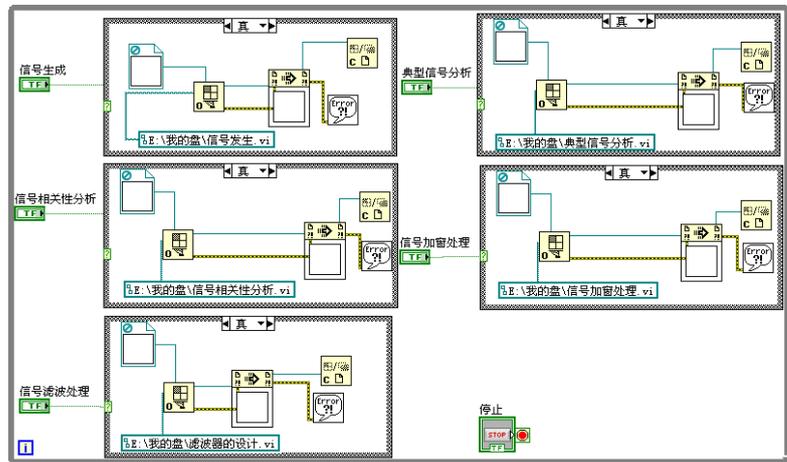


图 2 系统主菜单程序框图

系统菜单程序运行后，出现界面友好，扩展性强的菜单界面，点击“信号生成”、“典型信号分析”、“信号相关性分析”、“信号加窗处理”、“信号滤波处理”按键时就可以进入相应的子模块中运行，根据需要选择子模块及相应参数，就能完成单一模块的信号处理要求。当点击“退出系统”按键时，则退出系统，不进行任何操作了。同样，通过程序对子 VI 动态调用方法及相应程序关联，对菜单功能集成，可建立一个完整的信号系统处理。一个完整的信号处理系统可按下述步骤进行：产生信号（标准信号+噪声）滤波处理加窗处理相关性分析或功率谱和卷积分析等，然后显示经过系统处理后的波形图，经过相应数学计算处理，到达分析处理信号的目的。在不同测试信号处理中，处理步骤可根据需要做相应调整^[3]。

3 系统软件应用

通过 LabVIEW 对信号处理系统进行软件设计，运行程序后，根据需要可对测试信号进行单个模块分析，也可对测试信号进行完整的信号处理分析。下面以分析正弦信号的谱为例来说明单个模块应用。

已知正弦波信号为： $y = \sin(2\pi \cdot 5 \cdot t)$ ，求该正弦信号的时域波形图、实频谱、虚频谱、幅值谱、相位谱、功率谱。

应用系统软件的求解过程为：运行信号处理系统软件，点击主菜单中典型信号分析，在弹出来的窗口中左边选选题目要求的参数，即可得典型信号分析结果。图 3 是对正弦信号的分析结果图。从图 3 中可知，正弦信号为单边幅频谱，在它的频率 $f_0 = 5 \text{ Hz}$ 处对应的值为 0.707，这是因为 LabVIEW 默认的幅值是它的有效值；其相频谱为零；图中虚频谱为单边的， $f_0 = 5 \text{ Hz}$ 处对应的值为 0.707；实频谱的值为 2.5×10^{-11} ，它很小，几乎为零，这是由于计算机的分辨力造成的；功率谱为 0.5，是幅值谱大小的平方。所有的结果与通过

复杂数学计算的结果一致，软件系统操作简单可靠。运行完后，点击返回，系统又回到主菜单，进行下一个模块的分析与处理。

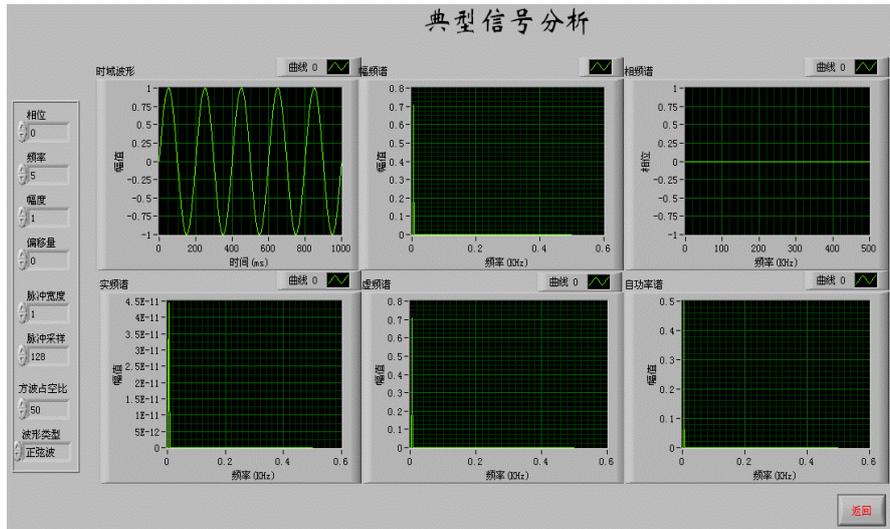


图3 正弦信号分析结果图

4 结束语

本文利用虚拟仪器开发工具 LabVIEW 开发了一个信号处理系统。采用模块化的设计思想，设计的系统集信号发生、典型信号分析、信号相关性分析、信号加窗处理及数字滤波于一体，可以生动直观地显示出数据、波形、图像和分析处理的结果，并可以根据需要修改信号的类型、相位、幅值和频率，窗函数的种类，滤波器的类型等，运行之后就可以得到所需的结果。

虚拟仪器设计已经成为测试与仪器技术发展的一个重要方向，应用虚拟仪器技术开发的信号处理系统，界面友好，有很大的扩展性，人机交互性强，用户可以根据需要修改软件系统来增加所需的功能，可大大提高开发效率。该软件系统可用于教学，简单工程应用等。将其应用到相关信号处理课程教学中，学生能直观地理解抽象的理论知识并掌握相关信号处理课程的分析方法和处理结果，这在调动学生的学习积极性、提高学生兴趣等方面都有极大的作用^[4]。在《测试技术》等课程教学中已取得了良好的教学效果。

参考文献

[1] 黄长艺, 严普强. 机械工程测试技术基础[M].北京: 机械工业出版社, 2001.

[2] 杨乐平, 李海涛, 杨磊. LabVIEW程序设计与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2005.

[3] Federico Fontana, Mattikarjalainen.A Digital Bandpass/Bandstop Complementary Equalization Filter with Independent Tuning Characteristics[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2003(4): 1-12.

[4] 谢锋云. MATLAB 的控制系统应用软件设计[J].佳木斯大学学报, 2007, 25 (1): 68~70.

Design of signal processing system based on LabVIEW

XIE Feng-yun

(School of Mechanical and Electornical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013 ,China)

Abstract : In the paper, The application software about signal processing system on LabVIEW8.6 is developed,Using the modular design concept,correlating modular by dynamic invocation subroutine VI of modular.User-friendly interface is designed,it can fulfill signal processing requirement by clicking menu.The system operating is simple and reliable, has very important value in teaching,experiment and engineering.

Key words : LabVIEW8.6 ; signal processing ; modular design ; signal analysis