

· 教学研究 ·

基于 LabVIEW 的数字信号处理虚拟实验系统

火元莲¹, 齐永锋², 张万鹏¹, 贾红梅¹

(1. 西北师范大学 物理与电子工程学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 西北师范大学 数学与信息科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 针对数字信号处理课程的特点和 LabVIEW 软件的功能, 提出了基于 LabVIEW 的数字信号处理虚拟实验系统的设计与开发方案, 并给出了两个虚拟实验子系统. 通过与 MATLAB 仿真结果的对比分析, 说明了实验系统的可行性.

关键词: 数字信号处理; 虚拟实验; LabVIEW; MATLAB

中图分类号: TP 302.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-988X(2008)04-0114-04

Digital signal processing virtual experiment system based on LabVIEW

HUO Yuan-lian¹, QI Yong-feng², ZHANG Wan-peng¹, JIA Hong-mei¹

(1. College of Physics and Electronic Engineering, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China;

2. College of Mathematics and Information Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: In view of the digital signal processing curriculum characteristic and the LabVIEW software function, a new kind of digital signal processing virtual experiment system based on LabVIEW is advanced. Two examples of the virtual experiment system are given. At last, The simulation results on MATLAB show that the virtual experiment system is effective and feasible.

Key words: digital signal processing; virtual experimentation; LabVIEW; MATLAB

数字信号处理课程以算法为基础, 理论性和实践性都较强, 因此实验是必不可少的教学环节. 从教学实践来看, 学生对于单纯的微机仿真实验兴趣不大, 教学效果也不理想. 而在经费不充裕的情况下, 不可能购买大量的实验仪器. 所以, 将虚拟仪器引入实验以及课堂教学成为课程改革的一大趋势.

虚拟仪器是基于计算机的软硬件测试平台, 它可以代替传统的测量仪器, 而且具备传统仪器所没有的功能. 其应用方案灵活、性能提高快、更低的综合成本等优点给电子信息领域的教学、实验和科学研究带来了巨大变化^[1].

依托 LabVIEW 的强大功能, 笔者开发设计了数字信号处理中涉及的频谱分析、FFT 变换、调制解调等 10 个虚拟实验子系统. 由于篇幅有限, 本文重点介绍其中具有代表性的 2 个虚拟实验子系统.

1 虚拟实验系统设计

1.1 LabVIEW 简介

LabVIEW 是美国国家仪器公司 (National Instruments, NI) 推出的一种基于“图形”方式的集成化程序开发环境, 是目前国际上唯一的编译型图形化编程语言^[2,3]. 使用这种语言编程时, 基本

收稿日期: 2007-05-29; **修改稿收到日期:** 2007-09-18

基金项目: 西北师范大学青年教师科研基金资助项目

作者简介: 火元莲 (1973-), 女, 甘肃兰州人, 讲师, 硕士. 主要研究方向为数字信号与图像处理.

E-mail: huoyuanlian@163.com

上不写程序代码，取而代之的是流程图或程序框图，从而具有极强的灵活性，因而被工业界、学术界和研究实验室广泛接受，视其为标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 集成了满足 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通讯的全部功能，并内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数。利用 LabVIEW 可以方便地建立自己的虚拟仪器，其图形化的界面使得编程及使用过程都生动有趣。

1.2 采样与恢复的实现

采样定理是数字信号处理中的一个基本且非常重要的定理。为保证采样后信号能真实地保留原始模拟信号的信息，信号采样频率必须至少为原信号中最高频率成分的 2 倍。这就是采样的基本法则，即采样定理。

根据对信号采样和恢复功能的实现要求，笔者所设计的前面板和后程序框图如图 1 和图 2 所示。其中前面板设计分为基本参数设置区和显示区。

1.2.1 参数设置 涉及采样信号的频率、幅值、相位、采样频率、采样数；低通滤波器的采样频率、低截止频率；信号重采样时的窗函数选择、插值模式。用户可以通过对这些参数的设置观察采样信号及频谱。

1.2.2 显示 包括采样信号、采样后信号、功率谱及频谱的显示；恢复后信号及其频谱的显示。

通过调节基本参数，可以清楚地观察到采样信号、采样后的信号及其功率谱、频谱的变化。而且，可以将恢复后的信号以及其频谱与原信号进行对比，更深一步理解采样定理。

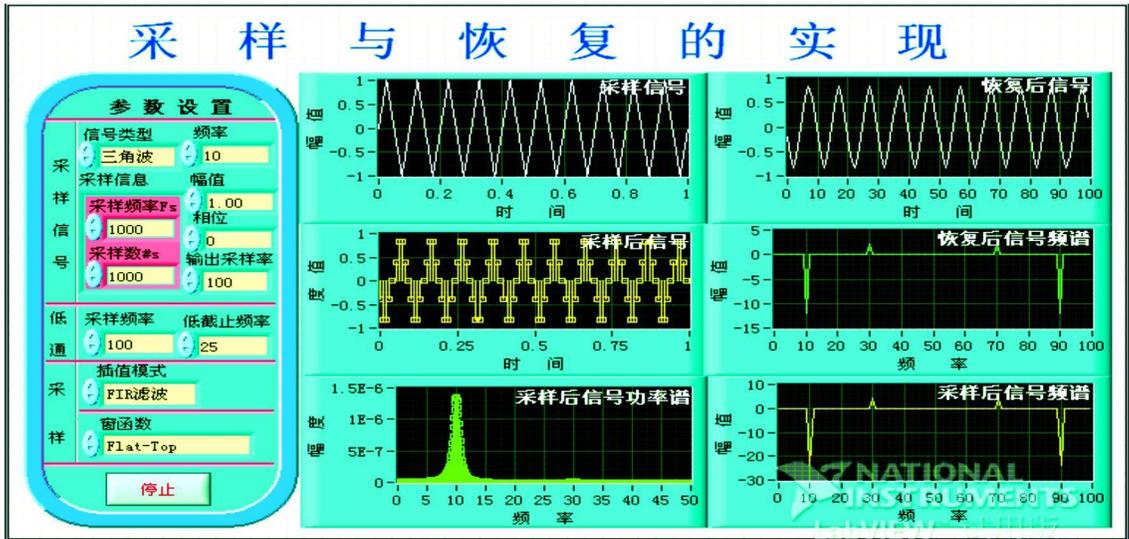


图 1 前面板图形(The front panel)

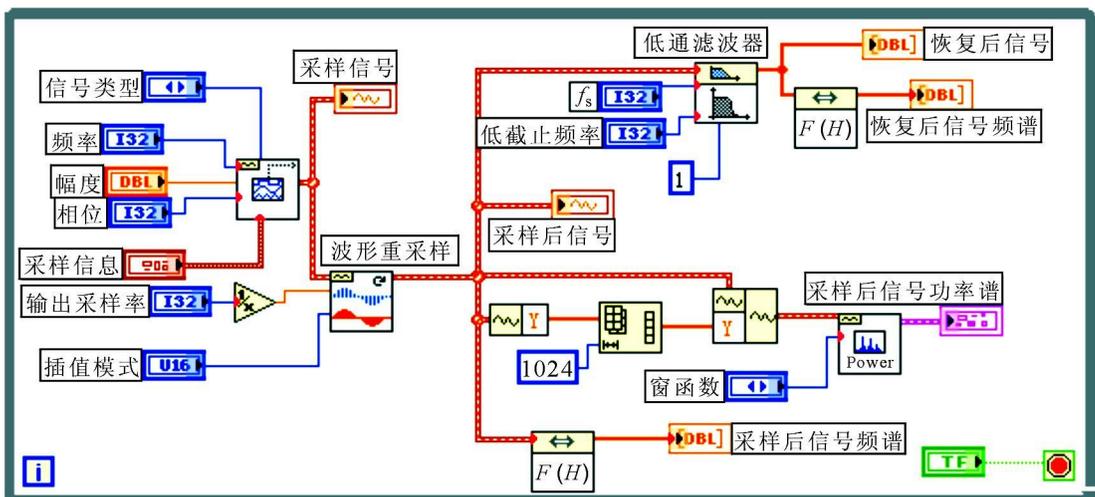


图 2 后程序框图(The block diagram)

1.3 数字滤波器的设计

滤波器的设计与应用是数字信号处理教学中的重点知识,同时也是教学中的难点.下面以具有线性相位特性的 FIR 数字滤波器的设计为例来说明此实验子系统的实现.

笔者设计的 FIR 数字滤波器的前面板和后程

序框图如图 3 和图 4 所示.

在设计过程中,可以对比滤波器幅频、相频特性的设计要求,随时调整参数和滤波器类型,以便得到最佳效果.其他类型的 FIR 滤波器和 IIR 滤波器也都可以使用 LabVIEW 来设计.

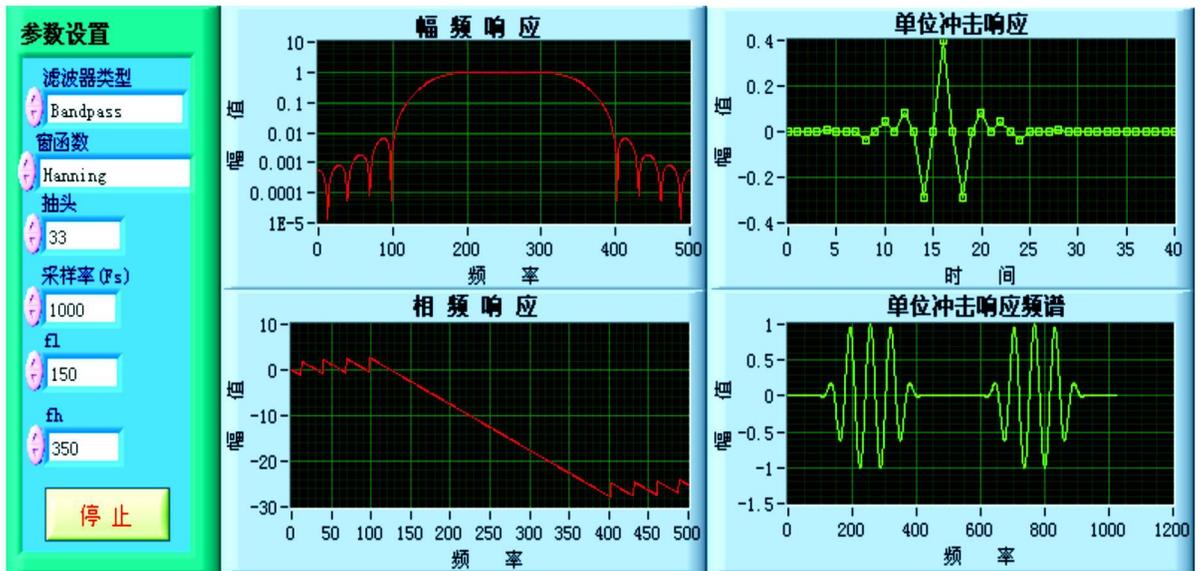


图 3 前面板图形(The front panel)

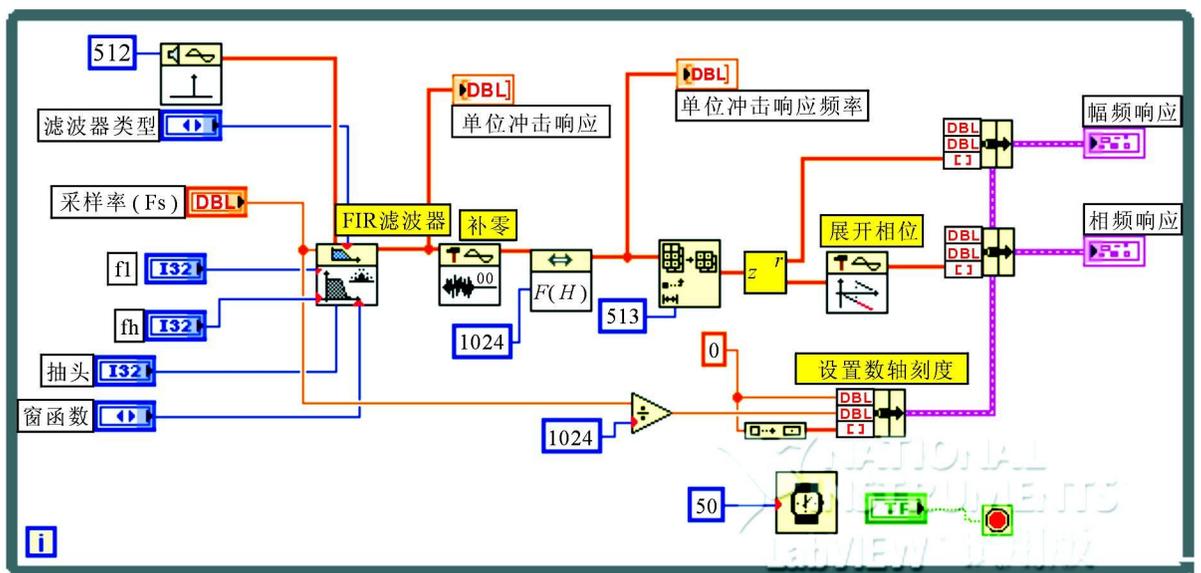


图 4 后程序框图(The block diagram)

2 实验子系统与 MATLAB 仿真结果比较

在设计虚拟实验系统时,为了对设计好的实验子系统进行验证,采用 MATLAB 软件进行仿真,对部分实验结果和波形进行对比分析.笔者利用 MATLAB 中的图形用户界面工具 FDATool 设计

的 FIR 数字滤波器,参数同 LabVIEW 中的设计参数相同:带通滤波器通带的上、下限截止频率分别为 150 Hz 和 350 Hz,抽头系数为 33,采样频率为 1 000 Hz.其幅频和相频特性如图 5 所示.

由图 5 看出,二者幅频和相频特性基本吻合,说明 LabVIEW 和 MATLAB 的仿真精度基本一致.

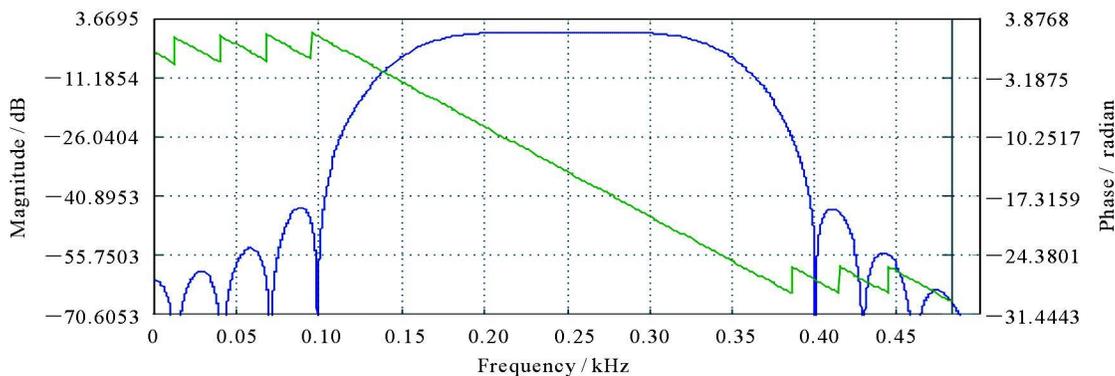


图5 带通滤波器的频响特性(The frequency response of bandpass filter)

3 结语

本实验系统基于 LabVIEW 软件，充分利用该软件灵活、开放、用软件代替仪器功能，人机界面友好，使用方便的特点，将其应用于数字信号处理教学，使学生能直观地领会和理解数字信号处理课程的分析方法和处理结果，对调动学生的学习积极性，激发学生的实验兴趣，提高实验课的教学质量起到了积极的作用。

参考文献：

- [1] 张易知, 肖 啸, 张喜斌, 等. 虚拟仪器的设计与实现[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.
- [2] NI. NI DAQ User Manual for PC Compatibles [M]. USA: National Instrument Corporation, 2001.
- [3] 谢 启, 温晓行, 高琴妹, 等. LabVIEW 软件中菜单形式的用户界面设计与实现[J]. 微计算机信息, 2005, 21(9-1): 88-90.

(责任编辑 孙晓玲)

(上接第 113 页)

还有很多。例如，在初等数学运算中，有加与减、乘与除、乘方与开方、指数运算与对数运算等；在数的概念方面，有零与非零、正数与负数、有理数与无理数、实数与虚数、奇数与偶数、素数与合数等；在几何学中，有直线与曲线、相交与平行等。另外，不仅不同的数学概念对立统一的表现形式不同，而且同一数学概念也常常包含着多种对立统一的关系。例如，极限概念既有有限与无限的对立统一，又有量变与质变的对立统一，还有动与静的对立统一，近似与精确的对立统一，等等。

3 结语

“大直若曲”的命题体现出老子对客观世界深邃的观察与缜密的思考，其中所蕴含的对立统一的

哲学思想，在 2500 年后的今天依然闪烁着耀眼的智慧光芒，启迪着我们的思维和认识。它既是老子留给我们的宝贵精神财富，也是一把打开真理之门的万能钥匙。在数学科学研究和数学教学实践中解读老子的哲学思想，必将极大地推动数学教学的不断发展与创新。

参考文献：

- [1] 老子. 道德经[M]. 南京: 江苏古籍出版社, 2001: 125-126.
- [2] 数学教研室. 微积分[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1982: 184-185.
- [3] 匡继昌. 现代数学的哲学思考[J]. 数学教育学报, 2005, 14(2): 29-32.

(责任编辑 马宇鸿)