

文章编号: 1005-0523(2007)04-0121-04

基于 LABVIEW 的联合时频分析

臧观建, 刘正平

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 在 LabVIEW 平台的基础上, 研究了利用联合时频分析(JTFA)方法来分析信号的能量分布情况. 此方法利用了短时傅里叶变换(STFT)的基本原理, 对线性调频信号等一些非平稳信号进行分析, 能很好地描述信号的频率如何随时间而变化, 进而能很好地把信号区分开来. 这种方法比单独利用时域或频域来分析信号具有一定的优越性.

关键词: LabVIEW; 联合时频分析; 短时傅里叶变换; 线性调频信号

中图分类号: TN911.6

文献标识码: A

1 引言

传统的分析方法是信号单独在时域或频域中进行分析, 对于信噪比很低的信号, 无论从时域或者频域都很难将有用信息提取出来, 而联合时频分析(joint time frequency analysis, JTFA)可以同时时在时域和频域中对信号进行分析, 利用短时傅里叶变换的基本原理, 计算出信号不同时刻的功率谱. 从而能很好地观察线性调频信号等一些非平稳信号的功率谱随时间的变化情况, 获取信号的有用信息. 鉴于实际的信号分析仪器并不能进行短时傅里叶变换的运算, 因此, 在 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering) 平台上, 充分利用此软件的特点, 构建虚拟仪器, 实现对数据的仿真. 实验结果表明该方法可有效提高对信号的检测能力.

2 联合时频分析方法(JTFA)

联合时频分析(JTFA)是将一维时间域信号映射到能量对时间和频率二维表示的一系列变换. 频谱和联合时频分布的区别在于: 频谱使我们能够确定哪些频率存在, 而联合时频表示能够确定在某一时刻频率成份的分布情况. 基于傅里叶变换的信号频域表示及其能量频域分布, 揭示了信号在频域的特

征. 但是, 傅里叶变换是一种整体变换, 只能了解信号在时域或者频域的全局特性. 对于非平稳信号, 联合时频分析对了解信号频谱随时间变化的情况, 有及其重要的作用.

LabVIEW 是 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (实验室虚拟仪器集成环境) 的简称, 是美国国家仪器公司 NI (National Instruments) 的创新软件产品, 被誉为“科学家与工程师”的语言. 它结合了简单易用的图形式开发环境与灵活强大的 G 编程语言, 提供了一个直觉式的环境, 在这个平台上, 用户通过定义和连接代表各种功能模块的图标可方便迅速地建立高水平的应用程序. 基于短时傅里叶变换的联合时频分析方法, LabVIEW 给我们提供一个很好的功能模块: STFT Spectrogram.vi, 此模块的功能就是利用短时傅里叶变换的原理来计算信号在时-频平面上的能量分布情况, 利用此方法我们就可以对一些特定的信号进行联合时频分析. 所以对信号进行短时傅里叶变换处理就是联合时频分析的一个重要手段.

3 短时傅里叶变换(STFT)的基本原理

短时傅里叶变换的基本思想如下: 傅里叶变换是频域分析的基本工具, 为了达到时间上的局部化, 在傅里叶分析的基本变换函数之前乘上一个时间上

有限的函数 $g(t)$, 然后用它们来做分析工具. 这样 $e^{-j\omega\tau}$, 起频限作用, $g(t)$ 起时限作用. 由此实现时频双限制, 其基本思想变换为:

$$F(\omega, \tau) = \int_R f(t) g^*(t - \tau) e^{-j\omega\tau} dt$$

其中, g 是有紧支集的函数, f 是进入分析的信号.

随着 τ 的变化, g 所确定的“时间窗”在 t 轴上移动, 使 $f(t)$ 逐步进入被分析状态.

$F(\omega, \tau)$ 大致反映了 $f(t)$ 在时刻 τ 时, 频率为 ω 的“信号成分”的相对含量, 或者说由于乘上一个相当短的窗 $g^*(t - \tau)$, 等价于取出信号在分析点 $t = \tau$ 附近的一个切片, 所以短时傅里叶变换直接是信号 $f(t)$ 在“分析时间” τ 附近的局部谱. 这样, 短时傅里叶变换同时反映了信号频域和时域的信息.

4 实例分析

例如两个线性调频信号. 信号 1 的起始频率为

$f_1 = 1 \text{ Hz}$, 终止频率为 $f_2 = 100 \text{ Hz}$. 信号 2 的起始频率为 $f_3 = 100 \text{ Hz}$, 终止频率为 $f_4 = 1 \text{ Hz}$.

我们利用 LABVIEW 为平台进行它们的功率谱分析, 首先我们用 Chirp Pattern.vi 这个主要的功能模块来生成这两个调频信号. 主要程序框图如图 1:

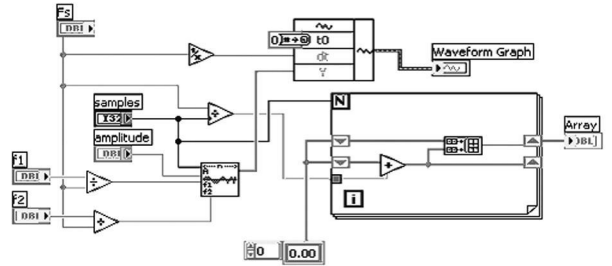


图 1 线性调频信号的发生程序图

然后我们对这两个线性调频信号单独进行频域分析, 得到两信号的功率谱图如图 2 和图 3 所示:

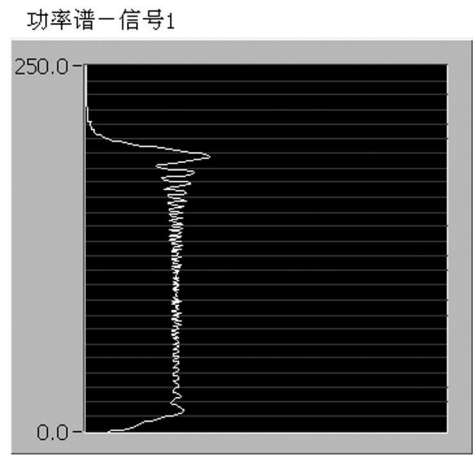
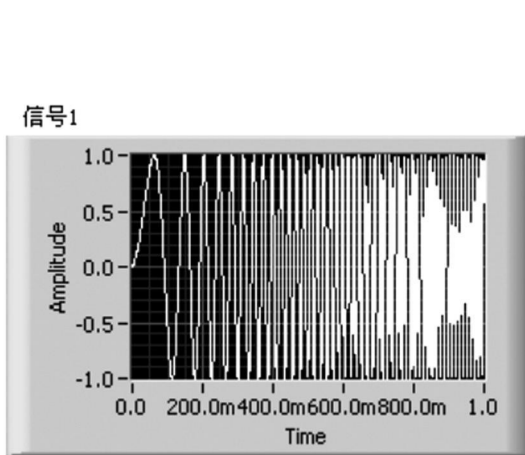


图 2 信号 1 和它的功率谱图

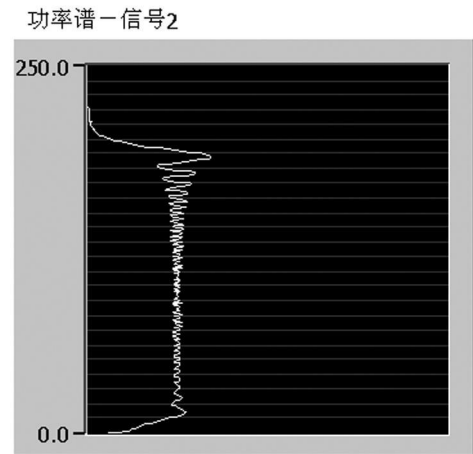
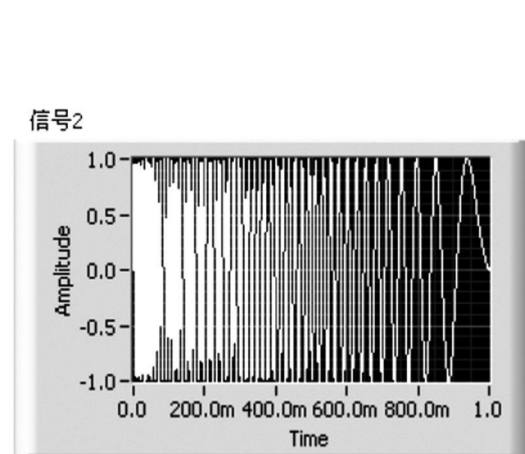



图 3 信号 2 和它的功率谱图

从这两个信号的功率谱图我们可以看到两者的频率特征完全相同,因此使用频域分析讲无法区分开这两个特定的信号,进而不能达到实际的需要.

我们将采用联合时频分析的方法来对这两个特定的信号进行分析,利用我们 LABVIEW 功能子模块

中的联合时频分析的 VIs:  (STFT Spectrogram.vi, 它的输入端连接着 X, time increment, window length, window selector, 输出端连接着 STFT Spectrogram {X}. 此模块的功能就是用短时傅里叶变换计算

信号在时-频平面上的能量分布,它的输出为一个二维数组,它的行数(对应时间轴)等于输入信号的长度除以 time increment, 列数(对应频率轴)等于 $(window\ length/2) + 1$, 它对应着傅里叶变换时数据列的长度. Time increment 指定了每次滑动到窗口中的数据个数. 增加 time increment 可减少计算时间及内存使用量,但降低时-频轴上的分辨率. 从图 4 中两信号的联合时频分析结果我们可以看到:两信号的能量分布截然不同,进而可以很直观的区分开这两个线性调频信号来.

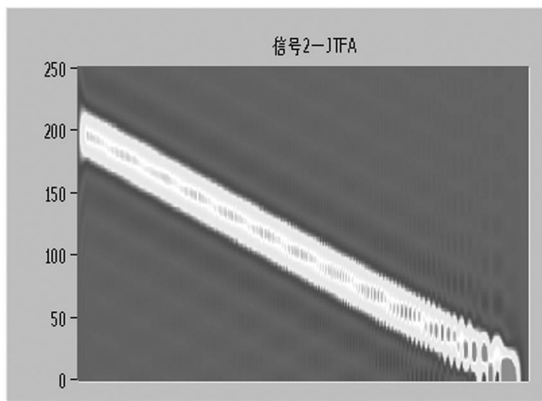
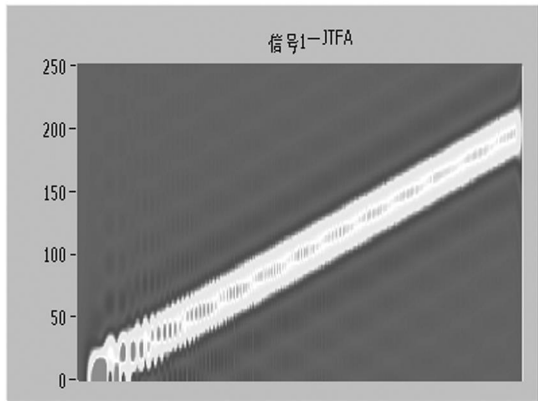


图 4 信号 1 和信号 2 的联合时频分析

两个信号的联合时频分析主程序为图 5 所示:

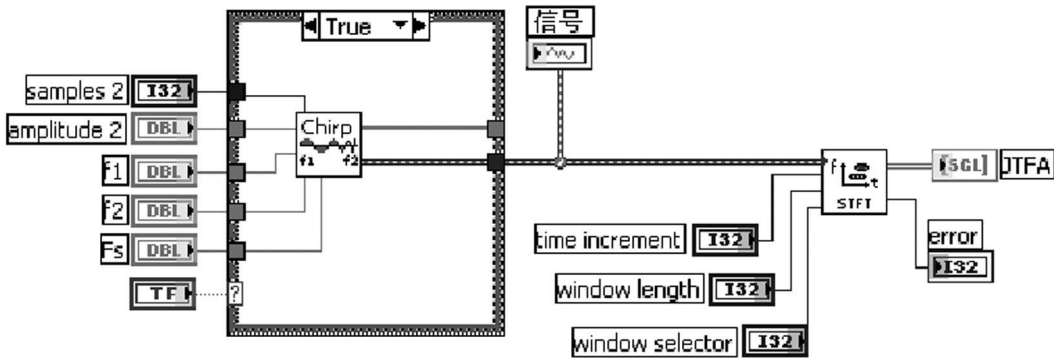


图 5 联合时频分析程序图

5 小节

通过以 LABVIEW 为平台对两个特定信号(线性调频信号)进行联合时频分析,我们很容易的将这两种信号区分开来,而传统的采用频域分析的方法根本达不到这种目的.这就为我们实际中分析信号提供有利的工具和手段,进而为我们设计出一些现实的虚拟仪器提供很好的平台.

参考文献:

- [1] 戴敬,王世立. LabVIEW 基础教程[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [2] 曹会国. 基于 LabVIEW 的信号频域分析[J]. 泰山学院学报,2005,5(27):25-28.
- [3] 张凯,周刚,郭栋. LabVIEW 虚拟仪器工程设计与开发[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
- [4] 卢文祥,杜润生. 机械工程测试? 信息? 信号分析(第二版)[M]. 武汉:华中科技大学出版社,1999.
- [5] 邹文,陈爱萍,顾汉明. 联合时频分析技术在地震勘探中的应用[J]. 勘探地球物理进展,2004,8(27):246-250.
- [6] 钱世,黄林涛,许幼明. 时-频联合分析法及其在海洋资料处理中的应用[J]. 海洋技术,1998,3(17):24-29.

The Joint Time Frequency Analysis Based on LabVIEW

ZANG Guan-Jian, LIU Zheng-ping

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

Abstract: Based on the LabVIEW platform, we have studied the distribution situation of the signal energy by the joint time frequency analysis method. This method has used the short-time Fourier transformation basic principle, and analyzes some non-steady signals such as the linear frequency modulation signal, and the method can describe how the signal frequency changes along with the time well, then can distinguish the signal very easily. This method has certain superiority compared to analyzing the signal by using the time domain or the frequency range alone.

Key words: LabVIEW; joint time frequency analysis; short time fourier transform; linear frequency modulation signal

(上接第 116 页)

[2] 孙德茂. 数控机床铣削加工直接编程技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

[3] 刘雄伟. 数控加工理论与编程技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

Applications of Macroprograms in Numerical Control Milling

LI Ming

(QingYuan Technical College, Qingyuan 511517, China)

Abstract: At present, With the CNC technological development NC machine tools in China have become the mainstream of machine tools. Used in NC milling. For non-circular curve, surface, Fillet, Chamfer of processing when memory capacity of the machine tools is smaller, how to make the processing concise in Processing of reality has a very important practical significance. Relatively ordinary procedures, as macro programming can use computer-programming language similar to the function variables, so makes programming easier and more flexible. So application of macro programming has its unique advantages. This paper introduced a CNC milling application-programming procedures in the rules of curve Milling the surface. Hope for be engaged in CNC machining and programming of the readers provide use of reference.

key words: macroprogram; programming; numerical control milling