

LabVIEW 与 MATLAB 混合编程在盲信号分离中的应用

虞海强

(西华大学 电气信息学院, 四川 成都 610039)

摘要: 利用 MATLAB 强大数值分析能力和 LabVIEW 图形化编程的优点, 通过调用 LabVIEW 中的 MATLAB Script 节点实现 LabVIEW 与 MATLAB 的混合编程, 达到信号分离的目的。仿真结果证明, 利用 LabVIEW 和 MATLAB 混合编程技术, 不仅可以提高编程效率, 而且能可靠地实现源信号的分离。

关键词: LabVIEW; MATLAB; 混合编程; 盲源分离

中图分类号: TP391.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)18-0011-03

Application of LabVIEW and MATLAB mixed language programming in the blind signal separation

Yu Haiqiang

(School of Electrical and Information, Xihua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: Using the powerful numerical analysis of MATLAB and the graphical programming benefits of LabVIEW, by calling the MATLAB Script node in LabVIEW to implement the hybrid programming of LabVIEW with MATLAB, and achieve the purpose of the separation of the signal. Simulation results show that mixed-use LabVIEW and MATLAB programming techniques can not only improve the efficiency of programming, and can achieve a reliable separation of source signals.

Key words: LabVIEW; MATLAB; mixed programming; blind source separation

在多输入多输出系统中盲信号分离方法是当前国际研究的热点和难点, 盲信号处理技术原则上不利用任何数据训练, 也没有关于卷积、滤波、混合系统参数的先验知识要求, 已在声纳、图像、语音、通信、雷达、振动和生物医学等领域具有广泛的应用前景。而 LabVIEW 和 MATLAB 是当今最优秀的软件, 若把 LabVIEW 软件设计平台和 MATLAB 结合使用, 充分利用 LabVIEW 图形化设计语言的优点和 MATLAB 强大的数据处理能力, 可直观、方便地进行分析、计算及设计工作, 从而大大提高工作效率。

1 盲信号分离问题

盲信号处理的主要任务是对未知系统。在其输入信号完全未知或只有很少先知的情况下, 仅根据传感器的输出信号, 运用某些算法来重构输入信号或进行系统辨识^[1]。盲信号分离理论模型如图 1 所示。

假设有 n 个振源 s_1, s_2, \dots, s_n , m 个传感器 x_1, x_2, \dots, x_m ,

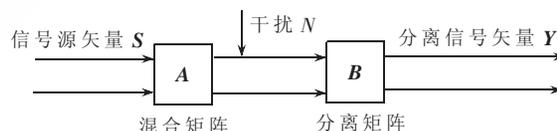


图 1 盲信号分离理论模型

采样数为 K , 则经混合后观测信号矢量与源信号矢量 $S(t)$ 之间满足下面关系式:

$$X(t) = A \cdot S(t) + N(t) \quad (1)$$

式中 A 为 $m \times n$ 的随机混合矩阵; $N(t)$ 为 $m \times K$ 是随机噪声矢量; $S(t)$ 为 $n \times K$ 源信号矢量, 且 $S(t) = [s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t)]^T$ 。若忽略噪声影响或噪声在分离前已被降低到可接受范围内时, 则(1)式可写成:

$$X(t) = A \cdot S(t) \quad (2)$$

于是信号分离问题就转化成在混合矩阵 A 和源信号矢量 $S(t)$ 均未知的情况下, 求一个 $n \times m$ 的分离矩阵 B , 使得 B 对混合信号矢量的线性变换:

《微型机与应用》2011年 第30卷 第18期

$$Y(t)=B \cdot X(t) \quad (3)$$

是对源信号 $S(t)$ 的一个可靠估计。其中 $Y(t)$ 是 $m \times K$ 的分离信号矢量,且 $Y(t)=[y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)]^T$ 。

在实际中,由于误差和干扰的存在,不可能实现振动信号源的完全恢复,只能是源信号的估计,而且分离结果存在不确定性:分离后信号矢量的排序与初始相角的不定性。

在实际中,由于缺乏混合矩阵的结构信息,因此必须要有关于源信号的一些附加假设^[2]:① $m \times n$ 混合矩阵 A 为满秩矩阵,并且 $n \leq m$;② $S(t)$ 中的各信号 s_i 分量为零均值的平稳过程;③在每个时刻 t ,信号向量 $S(t)$ 的各分量相互独立统计;④ $S(t)$ 的各分量都具有单位方差。

2 LabVIEW 与 MATLAB 混合编程

编程语言 MATLAB 具有强大的计算、仿真、绘图等功能,它还提供了丰富的工具箱,涉及数值分析、信号处理、图像处理、仿真等各个领域,但是它在界面开发、仪器连接控制和网络通行等方面远不如 LabVIEW。因此将两者结合起来编程,可以充分利用两种语言的优势,方便地解决各个领域的仪器连接和数学分析等问题。

LabVIEW 可以通过 MathScript 在 LabVIEW 中编写并执行 MATLAB 中的 .m 文件。MathScript 包含了 600 多个数学分析与信号处理函数,采用矩阵和数组作为基本数据类型,其语法与 MATLAB 所使用的脚本完全兼容,而且用户可以自定义自己的函数来扩展 MathScript 的功能。通过 MathScript 节点可以简单地与图形化编程实现无缝结合^[3]。

使用 MathScript 有两种方法:

(1) 使用 LabVIEW 中的 MathScript 窗口。在 LabVIEW 的工具菜单中单击 MathScript 窗口选项,就可以打开 LabVIEW MathScript 窗口,如图 2 所示。利用 MathScript 窗口可以像使用 MATLAB 一样执行命令、编译和运行脚本文件、查看运行结果等。在图 2 的 LabVIEW MathScript 窗口的命令中,逐条输入 MATLAB 脚本 .m 文件或在右侧脚本选项卡中输入 MATLAB 脚本文件,单击运行,就可以运行该脚本。

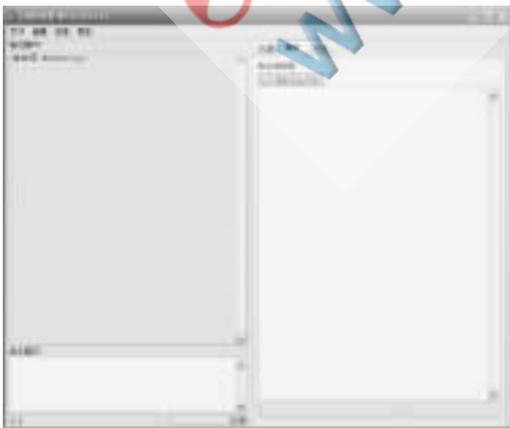


图 2 LabVIEW MathScript 窗口

(2) 在图形程序框图中使用 MathScript 节点。在程序框图中有两种打开 MathScript 节点的方式:①在程序框图中单击鼠标右键选择“函数选板”→“数学”→“脚本公式”→“MathScript 节点”。②在程序框图中单击鼠标右键选择“函数选板”→“结构”→“MathScript 节点”。

LabVIEW 还可以在程序框图中通过 MATLAB 脚本节点调用 MATLAB 程序^[4]。在程序框图中单击鼠标右键选择“数学”→“脚本与公式”→“脚本节点”→“MATLAB 脚本节点”。在 MATLAB 脚本节点中右击,选择“导入”选项,可直接调用所需的 MATLAB 程序。

通过 LabVIEW 中的 MATLAB 脚本节点调用 MATLAB 的 .m 文件时,必须保证 LabVIEW 和 MATLAB 脚本节点之间传输数据类型的一致性。改变 MATLAB 脚本节点的输入输出端的数据类型可以通过右击输入或输出端,从“数据类型”选项中选择所需要的数据类型。MATLAB 脚本节点的数据类型有^[5]Real、Complex、1-D Array of Real、1-D Array of Complex、2-D Array of Real、2-D Array of Complex、String 和 Path 8 种。

3 混合编程在盲信号分离中的应用

在本系统中,利用了联合近似对角化算法(JADE),通过 LabVIEW 和 MATLAB 混合编程技术,在混合参数未知的情况下,仅根据观测信号以及源信号统计独立的假设对源信号进行分离。系统的仿真输入信号为 70 Hz 的角波、60 Hz 的方波和 50 Hz 的正弦波。混合编程的程序框图如图 3 所示。

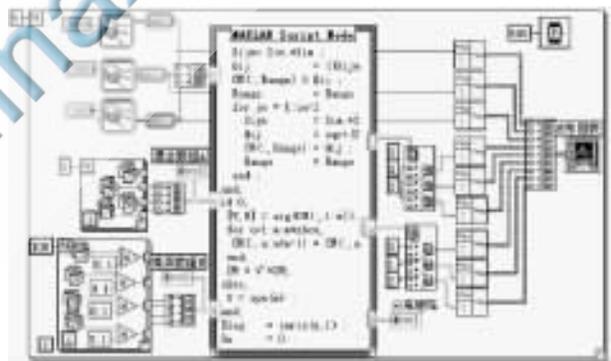


图 3 程序框图

通过前面板观测到线性混合数组 A 和分离矩阵 B 分别为:

$$A = \begin{bmatrix} 0.45583 & 0.96300 & 0.96756 \\ 0.29755 & 0.38404 & 0.94661 \\ 0.86705 & 0.17282 & 0.26238 \\ 0.33179 & 0.32306 & 0.70467 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0.10190 & -0.18562 & 0.05110 & -0.11017 \\ 0.18321 & -0.12405 & -0.02466 & -0.07562 \\ 0.02533 & 0.03997 & -0.22595 & -0.00218 \end{bmatrix}$$

对输入信号进行 100 个点的采样,其最终分离的效果图 4 如所示。

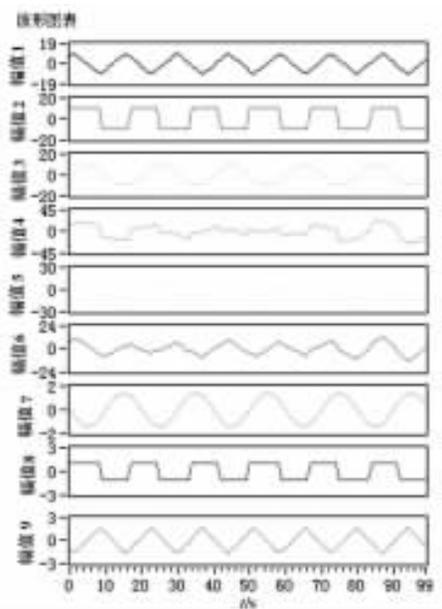


图4 前三个为输入信号;中间三个为混合信号;最后三个为分离信号

由图4可以看出,由于源信号几乎不相关,方差归一化接近单位矩阵,分离所得到的结果和源信号相比十分接近,尽管分离后的信号在幅值与排序方面和源信号相比有差异,但这是由盲分离的不确定性所引起的。特征信息不仅仅包含于信号的幅值和排序中,在某些情况下,更多地包含于波形中。如果再配合某些先验知识,就

可以根据分离信号的波形来判断其是否存在故障。

4 结果分析与结论

实验结果表明,基于LabVIEW和MATLAB混合编程的盲信号分离系统的设计,充分利用了两者的优点,既有很好的界面,又有很强的数据处理能力,提高了编程的效率。通过前面板可以观察盲信号分离的每一步的数据变化,混编技术可以将不同信号源进行可靠分离,而且还验证了盲信号分离的两个不确定性:幅度和顺序的不确定性。同时实验结果也验证了该系统的有效性和可靠性。

参考文献

- [1] 张启发.盲信号处理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2006.
- [2] 史习智.盲信号处理[M].上海:上海交通大学出版社,2008.
- [3] 曲丽蓉,胡荣,范寿康.LabVIEW、MATLAB及其混合编程技术[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [4] 袁培铎.基于LabVIEW与MATLAB混合编程的应用研究[J].机械制造与自动化,2007(6):129-131.
- [5] (美) BISHOP R H 著.LabVIEW 7.0 实用教程[M].乔瑞萍,等译.北京:电子工业出版社,2005.

(收稿日期:2011-06-19)

作者简介:

虞海强,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:电气设备的在线监测与故障诊断。