

文章编号:1007-2934(2013)06-0080-02

# 用 MATLAB 模拟信号检测和复原实验

郭晓波,周 立,王 亮

(西南科技大学,四川 绵阳 621010)

**摘 要:** 利用 MATLAB 信号处理工具箱和 GUI 工具,结合维纳变换和小波变换等去噪算法,建立了一个声音信号的光电探测和复原的模拟系统。

**关 键 词:** MATLAB GUI;信号探测;相关系数;小波变换;信号去噪

**中图分类号:** O 4-39

**文献标志码:** A

Matlab 是一款强大的集计算、仿真、信号处理、图像处理于一体的软件<sup>[1-3]</sup>。本文基于 Matlab GUI 开发了用于声源信号探测和复原的图形用户界面,模拟信号探测、去噪和复原的整个信号处理流程。基于 MATLAB 强大的可视化工具箱,仿真过程具有很强的直观性。在信号处理的模拟流程中,引入了相关性函数,用于判断和验证各种去噪算法的性能。

声源信号的探测和复原在当代社会受到了广泛地关注与重视。有不少文献研究了激光对于声源信号的探测<sup>[4-6]</sup>,本文主要的目的是建立可视化模拟系统,验证各种去噪算法的性能,最后以图表和图形结合的方式给出结论。

## 1 声源信号检测

### 1.1 实验装置

在室内放置一个发声装置(如:喇叭),对于实验的原型,该发声装置发出简单的字母或数字语音信号。然后应用光电探测器及去噪系统检测并还原声音信号。

实验装置系统示意图如图(1)所示。

### 1.2 检测方法

检测的原理如图(2)所示; $i$  表示玻璃振动前激光的入射角, $\theta$  表示玻璃振动后与玻璃振动前法线的偏转角, $d$  表示玻璃振动前探测器距玻璃表面的垂直距离。当声源发出声音时,玻璃会随着声音信号振动,导致玻璃反射到探测器上的光斑大小(BD 的尺寸)会随玻璃表面发生微小形变。

考虑到振动总是可以通过傅立叶变换展开为不同频率振动的叠加<sup>[6]</sup>,不失一般性,本文选取声

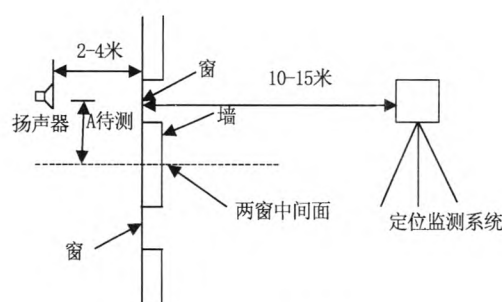


图 1 实验装置示意图

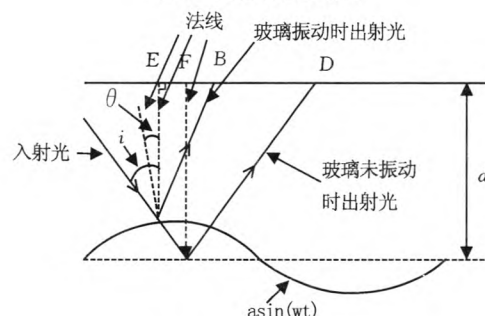


图 2 玻璃振动原理图

源振动函数为  $asin\omega t$ 。其中, $a$  表示振动幅度, $\omega$  表示振动角频率, $t$  表示振动的时间。由图(2)可知,

$$EF = atanisin\omega t$$

$$EB = \tan(i - 2\theta)(d - asin\omega t) \quad (1)$$

$$DF = d\tan(i)$$

因为  $BD = DF + EF - BE$ ,可得,

$$BD = d\tan(i) + atan(i)\sin(\omega t) - d\tan(i - 2\theta) + atan(i - 2\theta)\sin(\omega t) \quad (2)$$

由于在水波纹振动中, $\theta$  值非常的小,近似成立, $BD \approx 2atan(i)\sin(\omega t)$ 。

从上述结果可以看出 BD(光斑尺寸)的变化角频率和信号源的角频率是一样的,从而可以通过检测 BD 的变化来检测信号。

收稿日期: 2013-07-16

基金项目: 西南科技大学博士基金(10zx7139);西南科技大学 2012 年教改项目

1.3 信号检测流程

信号的检测流程如图(3)所示:首先是声源发出原始信号,信号传播到玻璃处引起玻璃的振动,在玻璃处会引入均匀噪声或高斯噪声等噪声,最后含噪信号被探测器所接收。本文运用小波去噪和维纳去噪进行信号的去噪和提取。

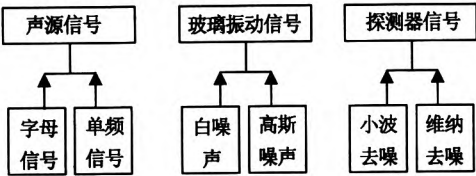


图3 信号检测流程图

1.4 效果评价

为了评价信号检测效果,本文引入了相似性函数<sup>[7,8]</sup>用于比较复原信号和原信号之间的相似度,具体形式如下,

$$p = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)y(t)dt}{\sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)dt} \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} y^2(t)dt}} \tag{3}$$

$x(t), y(t)$  表示两个时域信号,  $p \in (0,1)$  用于描述信号的相似度。

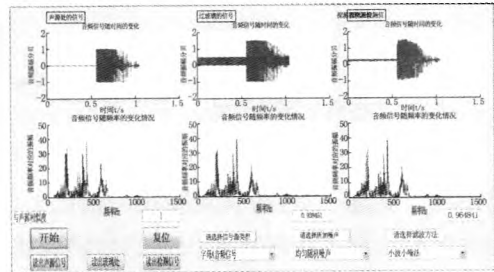


图4 仿真结果显示

2 计算机仿真及结果

图(4)中给出了仿真的结果,从左至右分别是声源信号、玻璃振动的信号及探测器检出信号,上面为时域,下面为频域。从蓝色曲线下方的相似度值可以看到各个阶段的信号与原声源信号的相似度。具体结果见表 1。

表 1 信号去噪效果表			
声源信号类型	加入噪声类型	去噪方法	相似度
音频	高斯噪声	小波去噪	0.943
		维纳去噪	0.861
	均匀噪声	小波去噪	0.965
		维纳去噪	0.952
正弦波	高斯噪声	小波去噪	0.990
		维纳去噪	0.815
	均匀噪声	小波去噪	0.995
		维纳去噪	0.907

根据表 1,去噪信号与原信号的相似度在 0.8 以上,尤其对于小波去噪而言,它的相似度在0.96 以上。因此该仿真能够很好的运用于信号的检测和复原。

3 结 论

MATLAB GUI 是一款强大的可视化编程软件,基于该该软件,建立了一个集信号探测、复原以及效果评价为一体的可视化模拟平台。在该模型中,可以选择不同的噪声类型及去噪算法进行模拟,利用相似度指标进行去噪效果比较,为信号探测的研究和教学实验提供了一个有效的辅助工具。

参考文献:

[1] 冉诗勇. 利用 Matlab 模拟布朗运动测量实验[J]. 大学物理实验,2011,24(6):67-70.

[2] 陆汝杰,宋志怀,吴於人. 充分利用物理演示实验培养学生探究未知的能力[J]. 物理与工程,2010,20(5):10-12.

[3] 喻力华,陈昌胜. 用 Matlab 软件模拟振动实验[J]. 大学物理实验,2011,3(24):79-81.

[4] 赵官华,唐芳. 激光监听演示实验仪器的制作[J]. 物理与工程,2010,20(3):62-64.

[5] 奚正山,杨瑛,马文丽. 小波去噪与信号相似性在电泳信号方面的应用[J]. 微电子技术,2004,27(24):25-27.

[6] 谈玲. 基于小波变换的信号滤波和去噪研究[J]. 信息科学与,2007(19):83-84.

[7] 辛玉忠,刘常凯. 判断与衡量两个信号相似性内积表达式[J]. 潍坊学院学报,2002,2(4):11-12.

Simulation Experiment of Signal Detection and Restoration Based on MATLAB

GUO Xiao-bo,ZHOU Li,WANG Liang

(Southwest University of Science and Technology,Sichuan Mianyang 621010)

**Abstract:** A visualized model of signal detection and restoration has been built upon the signal toolbox and GUI of MATLAB. In the model,Wiener transformation and wavelet transformation has been applied in the denoising algorithm.

**Key words:** MATLAB GUI;signal detection;correlation coefficient;Wavelet transform;signal denoising