

文章编号: 1007 - 0117(2008)05 - 0209 - 03

一种基频检测时域分析算法

刘 卫

(青海师范大学 物理系, 青海 西宁 810008)

摘 要: 利用数字信号处理的方法, 对信号进行采样后, 低通滤波; 在时间域对信号进行非线性变换, 改变信号的形状, 进而检测变换后信号在单位时间内的上升沿数量, 换算出信号基频。

关键词: 基频; 数字信号处理; 时域

中图分类号: O453

文献标识码: B

1 检测方法概述

基频检测的时域算法是建立在对声音信号低通滤波后, 进行非线性变换后时域分析之上的。原则上, 我们先采用低通滤波的方法, 将信号平滑处理, 图 1 是基频为 220Hz/V 音信号低通滤波后的时域波形 (采样频率为 22.05kHz, 取样 1000 点), 可以看出, 信号的高频成分已经被平滑掉了, 如果视信号为平稳信号; 那么现在可以认为这个平稳信号是零均值的, 图 2 是对信号进行非线性变换的结果, 可以理解成模拟电路中的过零比较 (为使信号能够进行过零比较, 实际上对原信号进行了带通滤波, 借以祛除工频干扰和直流分量)。图 2 中所显示的结果, 并非理想的周期性的矩形波, 但就波形而言, 在 1/22.05 秒的时间范围内, 矩形信号的上升沿刚好有 10 个, 如果对矩形信号进行上升沿检测, 那么该段信号的基频为 220.5Hz 与实际基频相比误差在 0.2%。

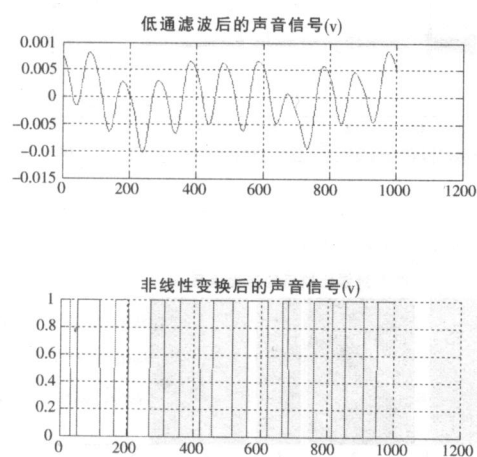


图 1

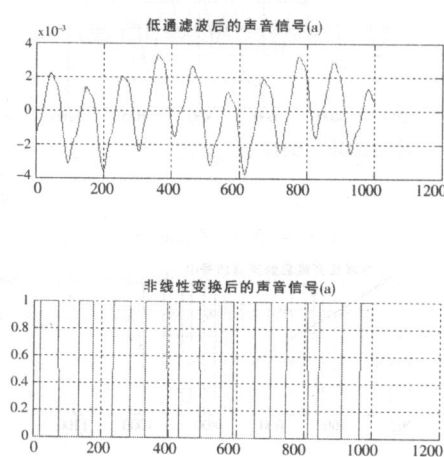


图 2

收稿日期: 2008 - 06 - 30

作者简介: 刘 卫 (1975 -), 男, 山东滕州人, 青海师范大学物理系讲师。

因为对信号进行了低通滤波处理,所以越是低频率信号,效果越好. 高频率的信号效果可能会受到影响,原因是,滤波后高频信号的衰减比较大. 但实验结果表明,如果所测试的是人声乐音信号,将测试范围放宽(图中时域范围为 45ms 到 100ms,误差也会随之减小,如测试采样点为 2000,检测到信号的上升沿为 19,那么频率为 209.475hz,为 21,频率为 231.525hz,误差均控制在 5%.

2 实验结果

为说明时域分析法可以排除信号的谐波成分对信号基频测算不产生影响,以下几个图说明在不同浊音时测试结果相同.

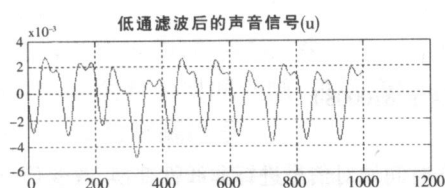


图 3

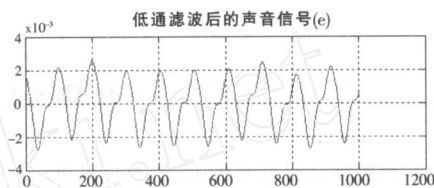


图 4

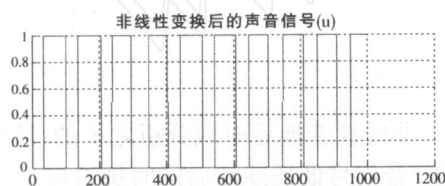


图 5

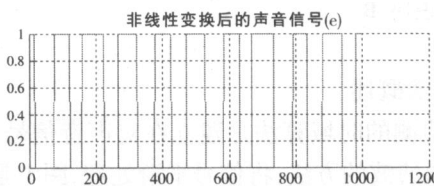


图 6

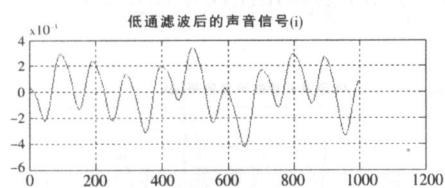


图 5

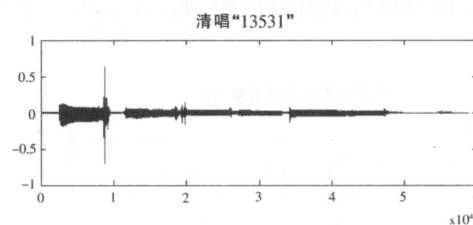


图 6

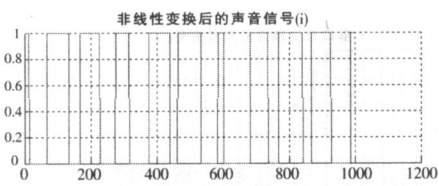


图 5

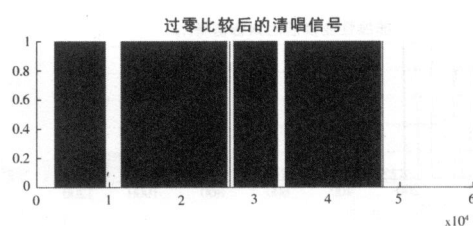


图 6

以上图 3 至图 6 分别是基频为 220hz 元音 /a/, /u/, /e/, /i/, 采样频率为 22.05kh, 可以看出测试结果相同, 同为上升沿(下降沿)10 个.

以下是 A 大调的 8 度音阶(男声)测试结果(测试时长为 1/8s):

表 1

音名	信号基频 (hz)	上升沿数	测试结果 (h^2)	相对偏差
A	110	13	104	5.4%
B	123	16	128	4.0%
#c	138	18	144	4.3%
d	146	18	144	1.3%
e	164	21	168	2.3%
f	185	23	184	0.5%
g	207	26	208	0.4%
a	220	27	216	1.8%

表 1 是男声测试,从中可以看出,总体频率测试偏差不大,当频率在 140hz 以下时,频率测定结果相对偏差较大,频率在 140hz 以上时测试偏差比较理想。

3 结论

根据以上的算法分析及实验效果看,对男声信号而言,总体低频测试结果优于高频测试结果,这一点是符合一般类似测量方法的测试规律的,因为在单位时间内有效采样点数量越多,就意味着信息量越大,测试结果也就越可靠,测量误差相对较小。

综合信号基频时域分析算法其优点在于:

- 3.1 实现方式多样,既可数字实现,也可采用模拟方式。
- 3.2 算法简单,可操作性强,在人声范围内,测量效果相对良好。
- 3.3 检测速度快,算法整体运算量小,可以实现实时测量。

参考文献:

- [1] 胡广书. 数学信号处理理论、算法与实现 (第二版) [M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [2] 张贤达. 现代信号处理 (第二版) [M]. 北京:清华大学出版社, 2002.
- [3] [美] Robert J. Schilling & Sandra L. Harris, Fundamentals of Digital Signal Processing Using MATLAB XI'AN: XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS, 2005.
- [4] 飞思科技产品研发中心. MATLAB 7 辅助信号处理技术与应用 [M]. 北京:电子工业出版社, 2005.

A Algorithm of Recognition of Frequency on Analyzing Time Domain

L IU Wei

(Department of Physics of Qinghai Normal University, Xining Qinghai 810008, China)

Abstract: Signal which was sampled by DSP methods was filtered by digital lowpass filter. Then the shape of the signal was changed by nonlinearity transforming. After transforming, the number of the signal rising edges would be counted in unit interval. Basic frequency of the signal would be worked out.

Key words: Basic frequency; DSP; Time domain