

基于 MATLAB 的数字滤波器设计

南昌市科学器材公司 甘 震

[摘 要] 本文从数字信号处理本身的特点, 简要地介绍了一种可以快速上手的高效的实用语言——Matlab。本文最后, 就给出一个用 Matlab 实现 wav 声音文件的滤波处理实例。本文基于 Matlab 分析了 wav 声音文件频谱与声音的关系, 处理一个带有盲音的 wav 文件, 去除其中的噪声, 并给出了不同采样频率对输出声音信号的影响。

[关键词] 数字滤波 Matlab 数字信号处理

0 引言

生物医学工程专业是计算机技术、电子技术、和医学等多学科的交叉学科。对信号滤波处理, 一直是人们研究的对象。其中对声音信号的滤波处理又是非常重要的一部分内容。

随着计算机技术的发展, 声音信号实现了数字化。本文使用数字信号处理技术, 基于 Matlab 对 wav 文件进行分析处理。

1 音频信号基础

声音是由空气中分子的振动而产生的。自然界的声音是一个随时间而变化的连续信号。声波的振幅表示声音信号的强弱程度。声波的频率反映出声音的音调, 高频信号声音尖锐, 低频信号声音低沉。

在日常生活中, 我们听到的声音一般都属于复音, 其声音信号由不同的振幅与频率的波合成而得到。

频率小于 20Hz 的信号称为亚音, 频率范围为 20Hz~20kHz 的信号称为音频, 频率高于 20kHz 的信号称为超音频。人们只能听到频率范围为 20Hz~20kHz 的音频信号。

2 数字音频信号频域滤波原理

要在数字信号处理中应用傅立叶变换, 需要解决两个问题: 一是在数学中进行傅立叶变换的 $f(t)$ 为连续信号, 而计算机处理的是数字信号; 二是数学上采用无穷大概念, 而计算机只能进行有限次计算。通常, 将受这种限制的傅立叶变换称为离散傅立叶变换。

假定以间隔 t 对一个连续声音信号 $f(t)$ 均匀采样, 离散化为 $\{f(t_0), f(t_0+t), \dots, f(t_0+(N-1)t)\}$, 将序列表示成 $f[n]=f(t_0+nt)$ 。式中 n 为离散值 $0, 1, 2, \dots, N-1$ 。被抽样的离散傅立叶变换为:

$$F(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{-j2\pi kn/N} \quad (1)$$

$$f(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F(k) e^{j2\pi kn/N}$$

表达式(1)说明, 计算机在处理有限序列时, 把该信号作为周期信号来处理, 且 $f(n)$ 和 $F(k)$ 周期相同, 周期 $T=N$ 。所以, 对一个具有 N 个采样点的音频文件, 其傅立叶变换结果大小仍然为 N 。

声音文件持续的时间 $t=N \cdot t$, 其中 t 为采样周期, 采样频率 $f=1/t$ 。表达式 1 给出的傅立叶变换中, $k=0, 1, 2, \dots, N-1$ 分别对应于 $0, f, 2f, \dots, (N-1)f$ 处傅立叶变换的抽样值。可以证明 f 和 t 的关系为 $f=1/(N \cdot t)$, 其中 f 的单位为 HZ(赫兹)。

3 可实现声音文件处理的高效实用工具——Matlab

3.1 用 Matlab 研究声音信号滤波的优点

集成了 FFT 等函数, 这不仅方便了研究人员, 而且使源程序简洁明了、易实现。

强大的数学运算功能。能够方便、高效地实现音频中的大量矩阵运算。

提供了数字信号处理工具箱。

3.2 Matlab 函数介绍

在介绍函数之前, 我们必须明确一点: 声音信号是一维信号。这里, 我们仅仅简单介绍与本文有关函数。

声音数据输入输出函数: 可以方便地读写 au 和 wav 文

件, 并可控制其中的位及频率。

wavread() 和 wavwrite()。

声音播放

wavplay(): 播放 wav 声音文件。当然, 也可以把处理后的 wav 文件保存后再用其它工具播放。

wavrecord(): 可以对处理后的 wav 文件进行录音。

离散傅里叶变换函数

fft(), fft2(): 分别实现一维信号和二维信号的 DFT(离散傅里叶变换);

ifft(), ifft2(): 分别实现一维信号和二维信号的 IDFT(逆向离散傅里叶变换);

4 基于 Matlab 的数字滤波实例

现有一带盲音的 wav 音频文件, 其杂音主要集中在低频, 而有用信号集中在高频部分。所以, 对该音频信号做傅立叶变换, 把变换结果通过一个高通滤波器, 再经傅立叶反变换得到处理后的音频信号。

原始 wav 音频文件在时域上的图形如下:

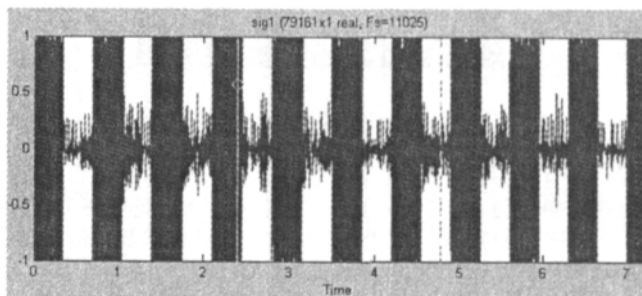


图 1 时域上的原始信号

该文件采样频率 $FS=11025$, 共有 79161 个采样点。所以, 该声音文件持续时间为: $t=N \cdot t=79161 \cdot (1/11025)=7.18(s)$, 频率抽样间隔为: $f=1/(N \cdot t)=1/7.18(HZ)$ 。

对原始信号进行离散傅里叶变换, 绘制出其频率振幅图如下:

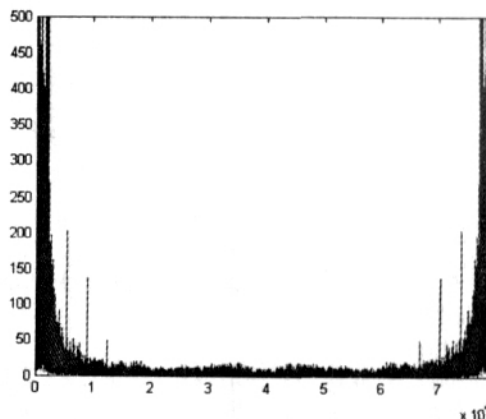


图 2 原始信号频率振幅谱

图 2 表明 0 至 835 赫兹的频率分量具有较高的能量, 而该

低频成分正是噪音部分。

设计相应的高通滤波函数 H

高通滤波函数 H 的图形如下:

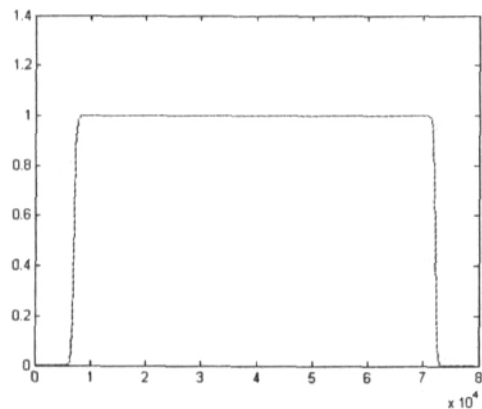


图3 高通滤波器

图2信号乘以图3的滤波器,得到滤波结果,如图4:

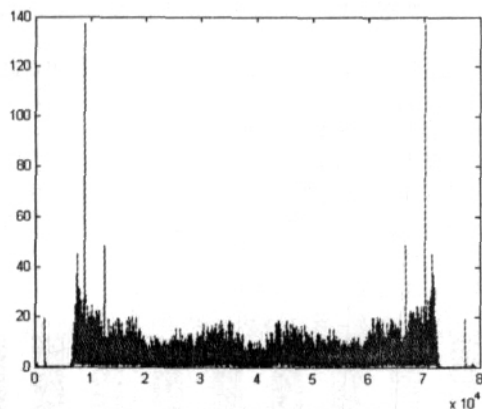
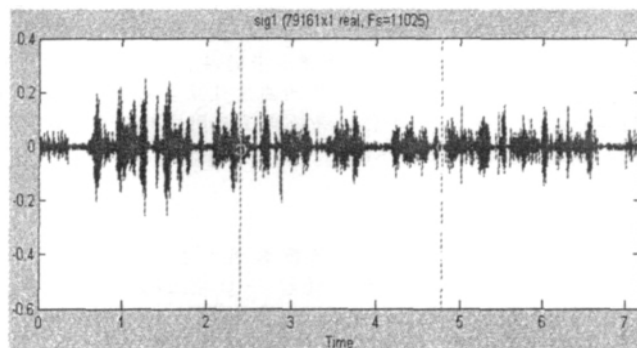


图4 滤波结果频率振幅谱

从图中4我们可以看到,滤波器把小于835赫兹的频率分量的能量降低,而对高频成分没有影响。

对处理后的频域信号进行傅立叶反变换得到时域信号,处理后的wav文件时域图如下:



5 结束语

wavwrite(f2,FS,bits,'result.wav')语句中的FS为采样频率,如果改变FS的结果,则可以改变音频文件的播放速度。例如改为2*FS,则新的wav音频文件的持续时间为: $t=N \cdot t=79161 \cdot (1/2 \cdot 11025)=4.09(s)$ 。比原音频文件的语速快一倍。

参考文献

- [1] 张小虹编著.信号与系统.西安:西安电子科技大学出版社,2004
- [2] Edward W.Kamen Bonnie S.Heck 著.信号与系统基础——应用Web和Matlab.科学出版社,2002
- [3] 阮沈勇,王永利,桑群芳编.Matlab程序设计.北京:电子工业出版社,2004
- [4] Rafael C. Gonzalez; Richard E. woods; Steven L. Eddins 著.数字图像处理(matlab版).阮秋琦等译.北京:电子工业出版社,2005

(上接第497页) 验中,对于需要的各种功能,我们还可以开发研制不同的应用例子程序,同时它还有可调试及纠错功能,能快速找到错误点供我们修改,因此大大降低了设计时间。系统具有可扩展性的特点,我们可以在它原有功能的基础上加以改善,轻松提高系统性能,而又不需要额外购买一整套教学仪器,使得它在不同的实验中可以重复使用,大大降低了教学投入。本电路教学系统彻底摆脱了理论与实践脱离性的弊端,使学生更具有主动性,提高了他们的学习积极性,扩大了他们创造性思维空间,进而能够产生不同的设计思路,这样不但具有创新性,而且提高了教学质量。

6. 结论

虚拟仪器技术经过十几年的发展,如今正朝着总线与驱动程序标准化、硬/软件模块化、编程平台图形化和硬件模块的即插即用方向前进,以开放式模块化仪器标准为基础的虚拟仪器标准正日趋完善,加上计算机技术和网络技术的迅速

发展,建立在虚拟仪器技术上的各种功能强大、性能优良的先进实验与虚拟教学系统将层出不穷,价格也会越来越低,使用虚拟仪器进行实验研究、实验教学及科研开发必将成为未来的发展趋势。同样,虚拟仪器及技术也必将成为学校未来教学科研的重要方法和手段,为学校建设及职业性高技能人才的培养和发展提供更有力的技术支持和技术保障。

参考文献

- [1] 郭英辉,祁载康.高速数据采集卡及其接口电路设计[J].电子技术应用,1999年11期
- [2] 张翔,赵智宏,倪奇志,臧秉荣,赵民毅,洪峻.基于PC机的12位高速数据采集系统[J].数据采集与处理,1998年01期
- [3] 李兴.虚拟仪器的软件开发[J].原子能科学技术,1999年02期

(上接第498页) 行业内所公认的。如果发现Windows下无法将病毒彻底查杀,可以尝试在Windows安全模式下进行。在Windows安全模式下,这些病毒都不会在启动时被激活,病毒可以被彻底杀掉。

2、关闭本机不用的端口

默认情况下Windows有很多端口是开放的,一旦上网,黑客可以通过这些端口连上电脑,因此应该封闭这些端口。关闭的方法是:(1)单击“开始 控制面板 系统 硬件 设备管理器”,单击“查看”菜单下的“显示隐藏的设备”,双击“非即插即用驱动程序”,找到并双击NetBios over Tcpip,在打开的

“NetBios over Tcpip 属性”窗口中,单击选中“常规”标签下的“不要使用这个设备(停用)”。(2)关闭UDP123端口:单击“开始 设置 控制面板”,双击“管理工具 服务”,停止Windows Time服务即可。关闭此端口,可以防范某些蠕虫病毒。(3)关闭UDP1900端口:在控制面板中双击“管理工具 服务”,停止SSDP Discovery Service服务即可。关闭这个端口,可以防范DDoS攻击。(4)其他端口:你可以用网络防火墙来关闭,或者在“控制面板”中,双击“管理工具 本地安全策略”,选中“IP安全策略,在本地计算机”,创建IP安全策略来关闭。