

知识点K4.05

小波变换工程应用

主要内容:

1. 语音信号的噪声去除方法
2. 语音信号的特征提取
3. 图像去噪

基本要求:

1. 了解语音信号去噪的基本方法
2. 了解语音信号特征的提取方法
3. 了解小波图像去噪的基本流程



1. 语音信号的去噪

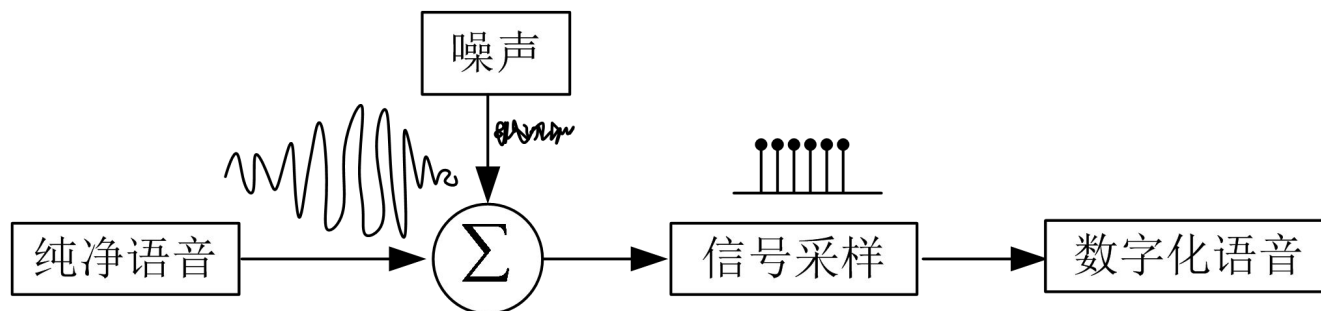


图9.5-1 语音信号采集示意图

例9.5-1 某语音信号采集到的纯净语音数据如图9.5-2中(a)所示，然后加入均值为0，标准方差为0.05的随机高斯噪声后如图中(b)所示，信号采样点共16000点。试采用高频子带置零的方法实现信号的去噪。



小波变换工程应用

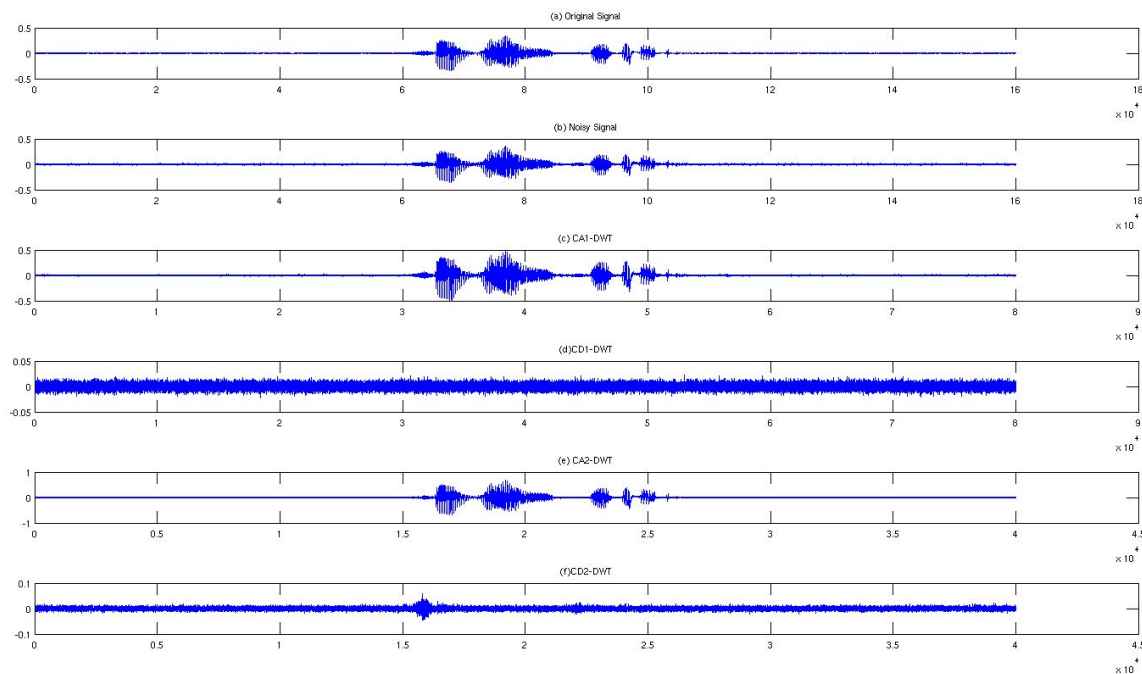
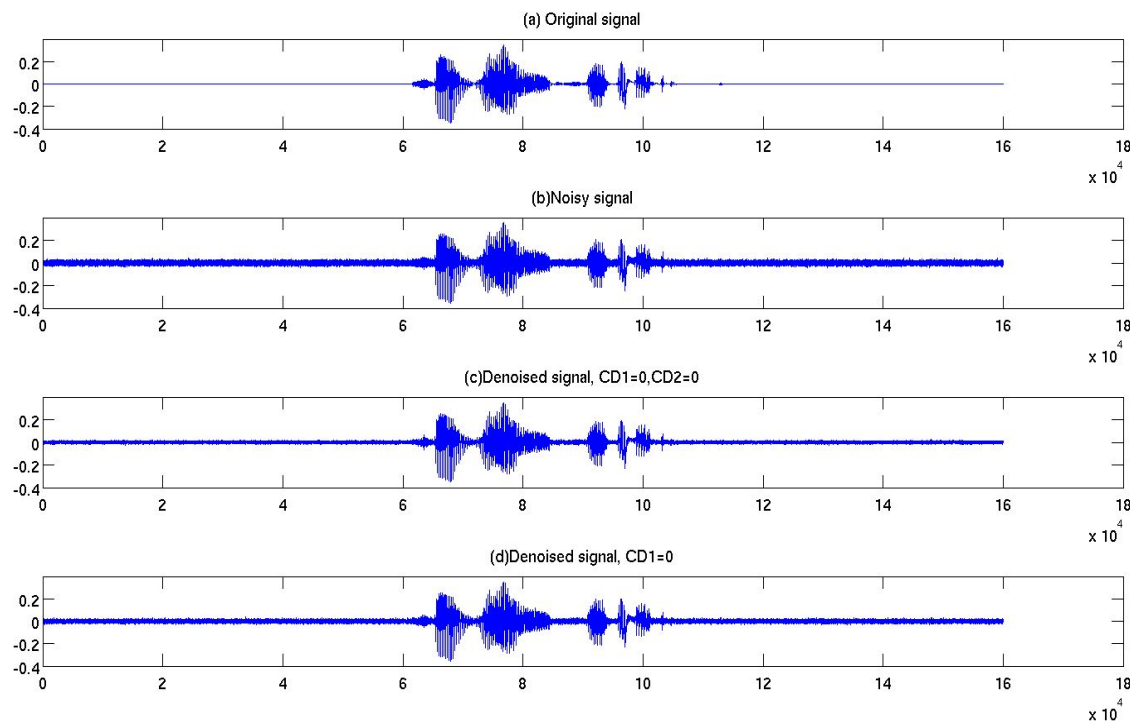


图9.5-2 含噪语音信号及其小波分解系数

为了去除信号中的噪声，对CD1和CD2两级高频子带置零，然后进行小波反变换重构如图9.5-3中(c)所示；将CD1置零，CD2保持原数值，经反变换后如图9.5-3中(d)所示。



小波变换工程应用



通过MSE作为衡量指标，(b)与(a)的MSE为 9.99×10^{-5} ，(c)与(a)的 2.61×10^{-5} ，(d)与(a)为 5.02×10^{-5} ，由此可见高频子带的处理，都获得了更小的MSE，从而达到去噪效果。**说明：**这个例子中直接将高频子带全部置零，在去除噪声的同时也将信号中的固有的高频细节信息忽略掉了，这并不是一个最佳的处理方法。



2. 语音信号的特征提取

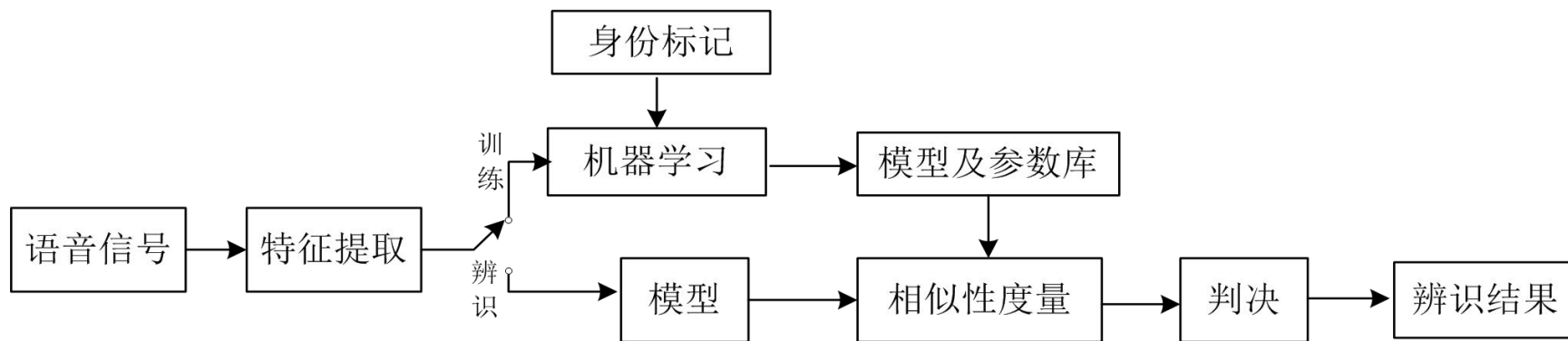


图9.5-4 基于语音信号的身份辨识系统框图

基本的身份辨识系统一般包括**训练和识别**两大部分。训练部分的主要目的是获得特定语音信号的独特性参数，通常需要借助机器学习的相关方法来获取。辨识部分则是对一个新给定的语音信号，经过提取特征以后，与系统中已经包含的特征和参数相匹配，从而得出这个新给定的信号“属于系统中已知的哪个人”这样一个结果。



小波变换工程应用

例9.5-2 图9.5-5和图9.5-6给出两个语音信号，其内容来自说话人连续发出“信号与系统”五个汉字时的信号采集结果，试用连续小波刻画特征，并分析通过信号特征进行辨识的可能方法。

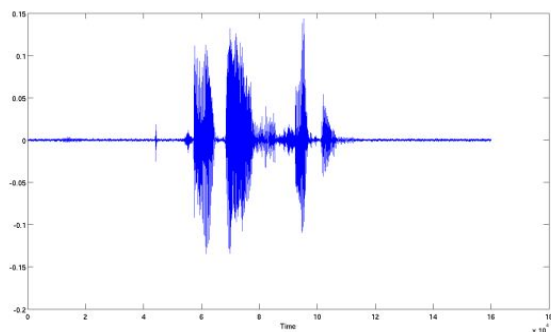


图9.5-5 “信号与系统”样本#1

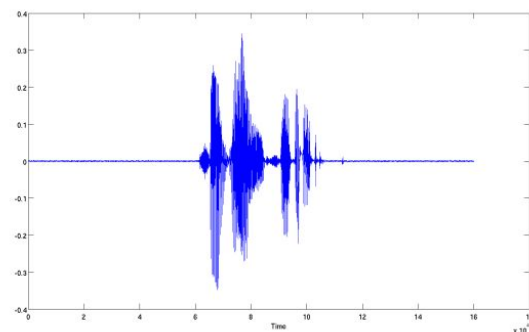
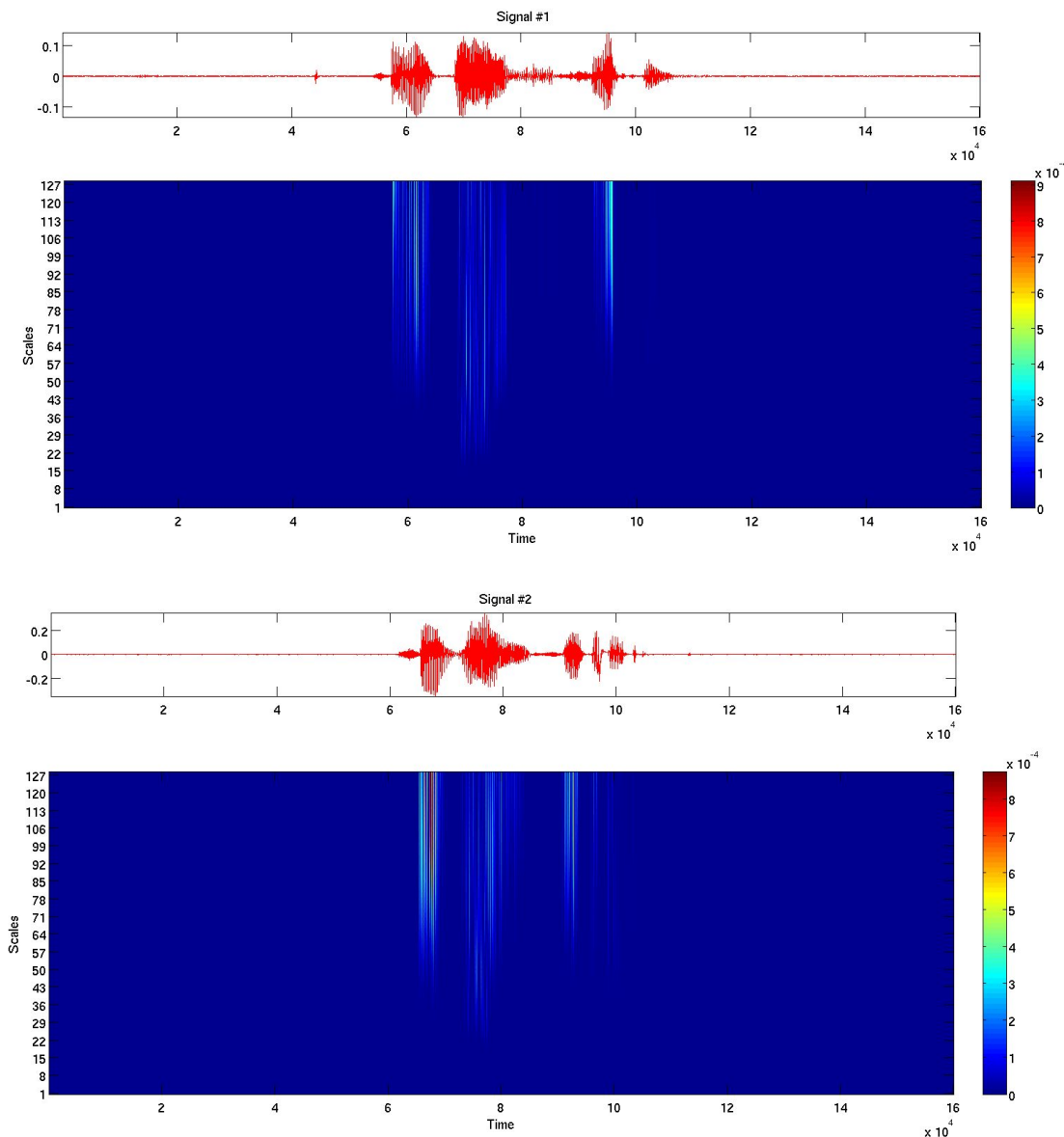


图9.5-6 “信号与系统”样本#2

解：粗略看来，两个样本的波形大体规律相同，但信号幅度变化很不规则。为了分析其特征，将每个信号进行128级的连续小波变换，并给出每个小波系数对应的归一化能量百分比分布图，样本1和2的能量分布分别如图9.5-7(见扩展资源T9007.jpg)和图9.5-8(见扩展资源T9008.jpg)所示。



小波变换工程应用



从图形可知，不同人对相同字符的发音特征是不同的，因此通过对语音信号特征的分析，可以实现对说话者身份的判定。更进一步讨论，请参见扩展资源A9001。

小波分析能够提供尺度-时间的二维变换结果，既能够在时域内分析特定尺度上的信号特征，也能够对某个时间窗内的信号进行多尺度分析，为语音信号分析提供了极大的灵活性。



3. 图像去噪

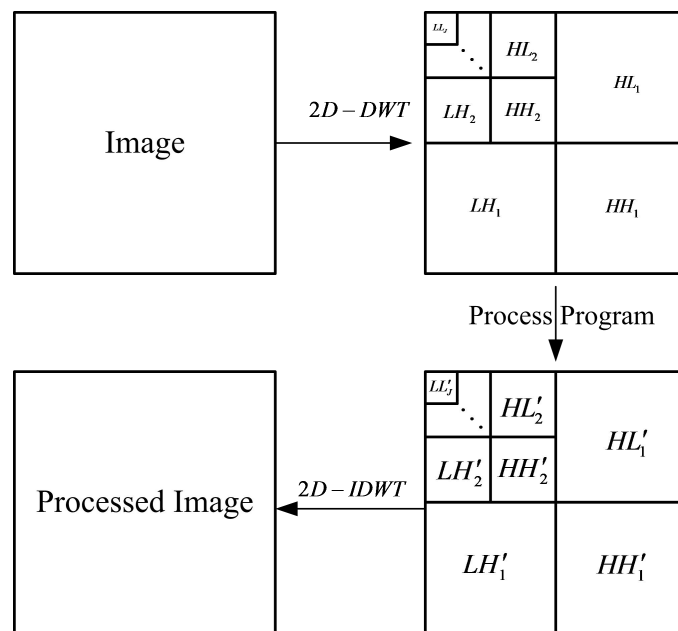


图9.5-9 基于小波的图像处理一般流程

二维离散小波变换通常由两次一维离散小波变换完成。先在行方向(或列方向)进行一次离散小波变换，然后再按照列方向(或行方向)进行一次离散小波变换，从而得到一个由四个子带构成的分解结果。如果要进行多级小波变换，则要对得到的低频子带再进行二维小波变换，从而一幅图像经过若干次小波变换后，会得到一个如图9.5-9所示的分层结构。



小波变换工程应用

例9.5-3 使用Matlab对cameraman图像进行一级小波分解，然后利用分解结果进行重构并计算误差，小波采用db3小波。

解： %详见扩展资源F9003

```
im = imread('cameraman.tif');
```

```
im = double(im);
```

```
figure,imshow(im/255);
```

```
title('original image');
```

```
[ca,ch,cv,cd]=dwt2(im,'db3'); % 二维离散小波变换
```

```
c=[ca ch; cv cd];
```

```
c0=[ca ch*2;cv*2 cd*2]; %该处对高频子带幅值放大，
```

```
%目的是为了更清楚地显示系数。
```

```
figure,imshow(abs(c0)/255);
```

```
title('DWT with db3 wavelet');
```

```
img=idwt2(ca,ch,cv,cd,'db3'); % 反变换，重构
```

```
err= sum(sum((img-im).*(img-im))) %重构误差
```



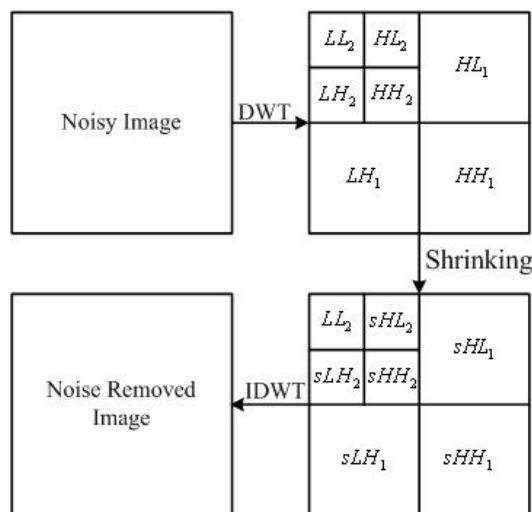
小波变换工程应用

小波阈值去噪方法的过程一般可以总结为以下三步，如左图示：

(1) 通过正交单一小波变换把含噪图像信号变换到一个正交域上；

(2) 通过与某个特定幅值的比较后用全局软阈值或硬阈值方法进行幅值压缩，这个幅值就是所谓的阈值；

(3) 执行小波反变换来获得去噪后的结果图像。



硬阈值函数 (hard-thresholding) : $H_T(d) = \begin{cases} d, & \text{if } |d| > T \\ 0, & \text{else} \end{cases}$

软阈值函数 (soft-thresholding) : $S_T(d) = \begin{cases} d - T, & \text{if } d \geq T \\ 0, & \text{if } |d| < T \\ d + T, & \text{if } d \leq -T \end{cases}$



- 更多详细内容,请参考:

<http://abook.hep.com.cn/12430611>

