

谱减法

主讲人：码大虾

谱减法基本原理

- 假定 $y(n)$ 为有噪声的信号, $x(n)$ 为纯净语音信号, $d(n)$ 为加性噪声, 则:

$$y(n) = x(n) + d(n) \quad (1)$$

- 两边同时做傅里叶变换:

$$Y(w) = X(w) + D(w) \quad (2)$$

- 此外, 也可以写为极坐标的形式

$$Y(w) = |Y(w)|e^{j\phi_y(w)} \quad (3)$$

谱减法基本原理

- 由于相位不会对可懂度造成影响，只在一定程度上影响语音质量，因此降噪后的语音可以采用含噪语音的相位替代：

$$\hat{X}(w) = [|Y(w)| - |\hat{D}(w)|]e^{j\phi_y(w)} \quad (4)$$

- 上式就是**谱减法的基本原理**，其中 $\hat{X}(w)$ 和 $\hat{D}(w)$ 分别为估计的语音和估计的噪声，增强后的语音信号可以通过 $\hat{X}(w)$ 反傅里叶变换得到。
- 需要注意的是(4)式中，幅值相减的结果有可能出现负数，可以通过半波整流进行处理，具体如下：

谱减法基本原理

$$|\hat{X}(w)| = \begin{cases} |Y(w)| - |\hat{D}(w)| & \text{当 } |Y(w)| > |\hat{D}(w)| \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (5)$$

直接将负的部分置零，(5)式的处理方式只是半波整流的一种，还有很多其他的处理方式；以上实现的谱减法是一种基于幅度的谱减法。

-

功率谱减法

- 前面已经讲解了幅度谱减法，很容易就可以扩展到功率谱减法，只需要对(2)式取共轭推导可得如下：

$$\begin{aligned} |Y(w)|^2 &= |X(w)|^2 + |D(w)|^2 + 2 \operatorname{Re}\{X(w)D^*(w)\} \\ &= |X(w)|^2 + |D(w)|^2 \end{aligned} \quad (6)$$

- 进一步得到纯净语音的估计信号：

$$|\hat{X}(w)|^2 = |Y(w)|^2 - |\hat{D}(w)|^2 \quad (7)$$

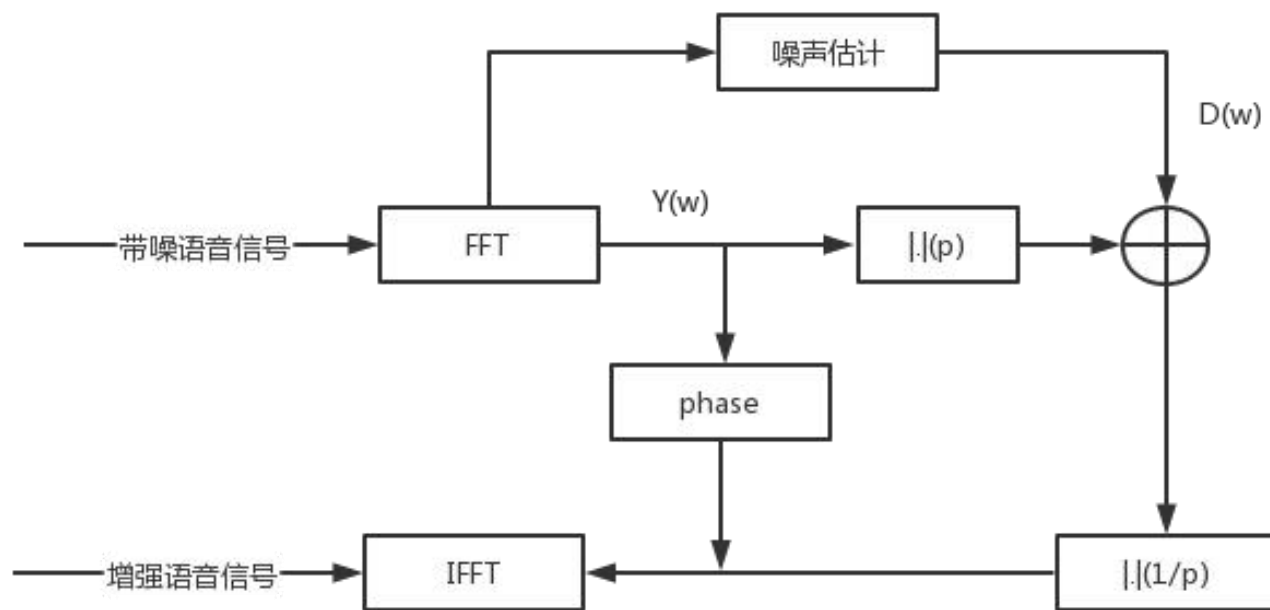
- (7)式就是基于功率的谱减法。

$$|\hat{X}(w)|^2 = H^2(w) |Y(w)|^2$$

谱减法的通用表达形式

- 通用表达式

$$|\hat{X}(w)|^p = |Y(w)|^p - |\hat{D}(w)|^p$$



谱减法优缺点

- 优点：易于实现，并能够有效减轻污染信号中的噪声
- 缺点：
 - (1)存在音乐噪声
 - (2)使用带噪语音的相位，在低信噪比时，对听感产生一定影响

谱减法改进方法

- 减轻音乐噪声方法:
- (1)过减技术
- (2)非线性谱减
- (3)多带谱减
- (4)mmse谱减