

功率谱估计及其应用

肖春雨

2020-10-20

华中科技大学

理论基础

算法实现

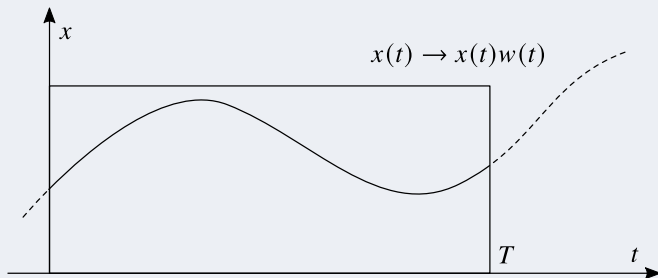
实际应用

理论基础

维纳-辛钦定理

$$\begin{aligned} S_x(\omega) &= \int_{-\infty}^{+\infty} R_x(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t-\tau)x(t) dt \right) e^{-j\omega\tau} d\tau \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-t} x(t-\tau) e^{-j\omega(\tau-t)} d\tau dt \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t) e^{-t} \bar{X}(j\omega) dt \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} |X(j\omega)|^2 \end{aligned}$$

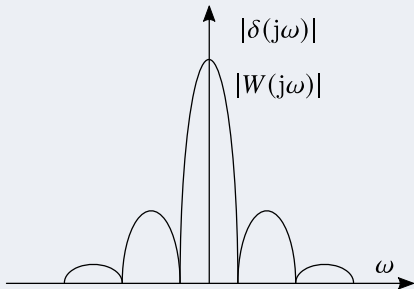
频率泄漏 — 有限时间的截断效应



$$\begin{aligned}\mathcal{F}[x(t)w(t)] &= \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)w(t)e^{-j\omega t} dt \\ &= \int_0^T x(t)w(t)e^{-j\omega t} dt = \frac{1}{2\pi} X(j\omega) * W(j\omega)\end{aligned}$$

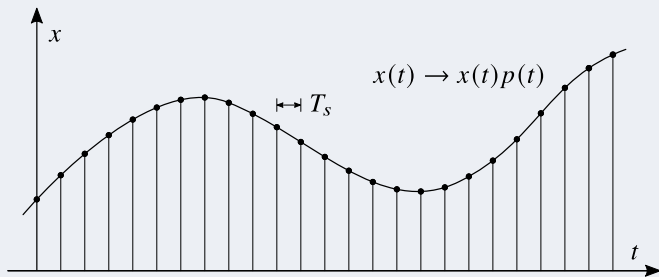
频率泄漏 — 有限时间的截断效应

窗函数的影响



- 主瓣宽度：频率分辨率
- 旁瓣高度：频率泄漏

频谱混叠 — 连续信号的采样失真



$$\begin{aligned}\mathcal{F}[x(t)p(t)] &= \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \left(\sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_s) \right) e^{-j\omega t} dt \\ &= \frac{1}{2\pi} X(j\omega) * P(j\omega) = \frac{1}{T_s} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(j\omega - jk\omega_s)\end{aligned}$$

算法实现

实际应用

- 信号检测
- 噪声本底
- 系统辨识

谢谢！