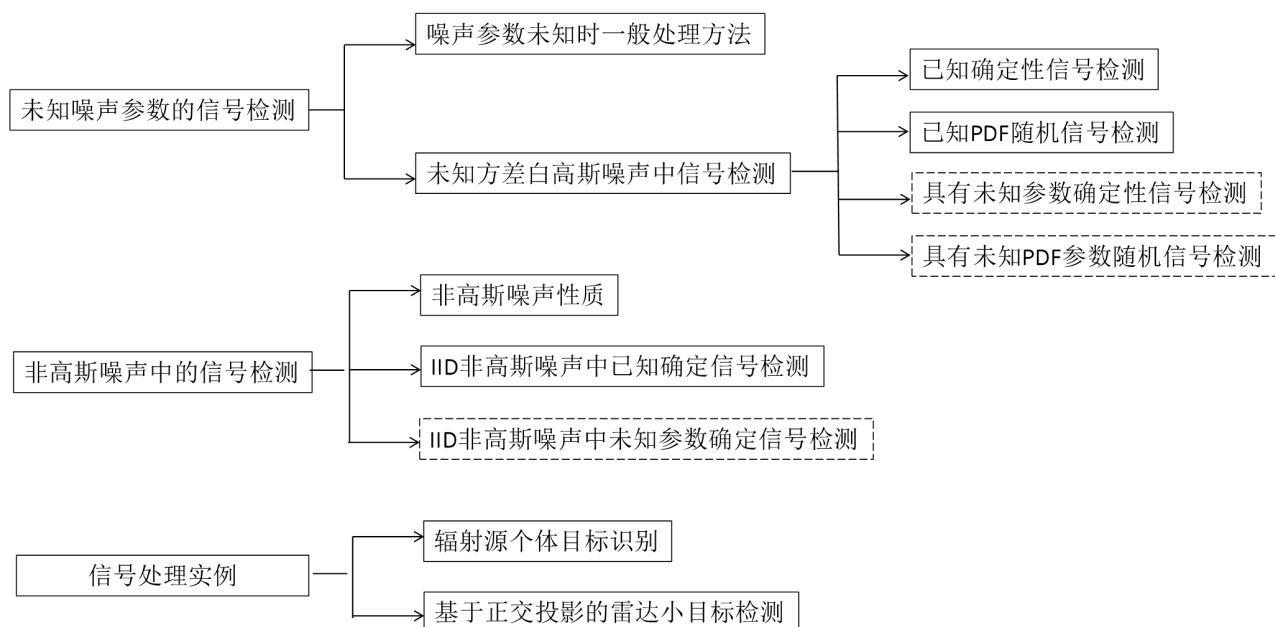


# 《统计信号处理》第八教学单元学习指南

## 一、 学习目标

了解噪声 PDF 参数不完全已知时常用处理方法，分析并判断是否满足 CFAR，掌握未知方差高斯白噪声中完全已知的确定信号及随机信号检测方法，了解高斯白噪声中具有未知参数的确定信号及随机信号检测方法；了解非高斯噪声的性质，掌握非高斯噪声中已知确定信号的检测方法及检测器结构，与高斯噪声检测性能对比分析，了解非高斯噪声中具有未知参数确定信号的检测方法。

## 二、 学习内容



\*图中虚线框部分表示为选读

## 三、 概念表

参见《统计信号处理第八专题概念表》。

## 四、 研讨题

研讨题 1：考虑 WGN 中二元假设检验问题

$$\begin{aligned} H_0: & \quad z[k] = n[k] \\ H_1: & \quad z[k] = s[k] + n[k] \end{aligned} \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

噪声是服从  $n(k) \sim N(0, \sigma^2)$  的 WGN。

- 1、若  $s[k] = A$ ， $A$  未知，确定当  $\sigma^2$  已知和未知时 GLRT 的渐进性能；
- 2、若  $s[k] = A$ ， $A$  未知但已知其取值为 1 或 -1， $\sigma^2$  未知，求解 GLRT 判决式并分析是否 CFAR；
- 3、若  $s[k] = A(-1)^k$ ，其中  $A$  未知，噪声方差  $\sigma^2$  未知，求解 GLRT 判决式并分析渐进性能。

**研讨题 2：**考虑二元检测问题

$$\begin{aligned} H_0: & \quad z[k] = n[k] \\ H_1: & \quad z[k] = A + n[k] \end{aligned} \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

其中  $A$  已知且  $A > 0$ ， $n[k]$  为 PDF 为  $p(n[k])$  的 IID 样本，其均值为零，方差为  $\sigma^2$ 。

若  $H_1$  判决式为  $T(\mathbf{z}) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} z[k] > \gamma'$ ，应用中心极限定理求解  $P_{FA}$  和  $P_D$ ，分析在均值和方差不变的情况下， $p(n[k])$  对于性能有何影响？若  $n[k]$  服从拉普拉斯 PDF，其性能相比于高斯噪声如何？

**研讨题 3：**非高斯噪声的模拟与分析：

- 1、采用反函数法生成教材 (10.1) 式的拉普拉斯分布，并根据样本统计分析超过  $3\sigma$  的概率；
- 2、模拟下式的混合高斯混合 PDF，假定  $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$ 。假定混合高斯分布平均功率  $\sigma^2$  为 1， $\varepsilon = 0.01$ ，根据不同  $\sigma_2^2$ 、 $\sigma_1^2$  数值下样本统计分析超过  $3\sigma$  的概率。

$$p(n) = (1 - \varepsilon) \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{n^2}{2\sigma_1^2}\right) + \varepsilon \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2^2}} \exp\left(-\frac{n^2}{2\sigma_2^2}\right)$$

## 五、 注意事项

- (1) 本次课内容对应教材第九章、第十章。
- (2) 本次课程教材对应内容部分难度较大，大家注意掌握基本性质、方法和原理。

## 统计信号处理第八专题概念表

1	噪声 PDF 不完全已知	噪声方差未知的即估即用检测器	MOOC14.1 , 教材 9.3
2	噪声 PDF 不完全已知	噪声方差未知的参考噪声样本法	MOOC14.1 , 教材 9.3
3	噪声 PDF 不完全已知	噪声方差未知的 GLRT	MOOC14.1 , 教材 9.3
4	方差未知的白高斯噪声中信号检测	已知确定性信号 GLRT 检验统计量及其分布	MOOC14.1 , 教材 9.4.1
5	方差未知的白高斯噪声中信号检测	具有已知 PDF 的随机信号 GLRT 检验统计量	MOOC14.1, 教材 9.4.2
6	方差未知的白高斯噪声中信号检测	具有未知参数的确定性信号经典线性模型的 GLRT (定理 9.1)	教材 9.4.3
7	非高斯噪声的性质	广义高斯 PDF 形式及其峰态定义	MOOC 14.2, 教材 10.3
8	非高斯噪声中已知确定性信号检测	I I D 非高斯噪声中已知确定性信号的 N P 检测器结构	MOOC 14.2, 教材 10.4
9	非高斯噪声中已知确定性信号检测	I I D 非高斯噪声中已知确定性弱信号的 N P 检测器偏移系数及其检测性能	MOOC 14.2, 教材 10.4
10	非高斯噪声中已知确定性信号检测	拉普拉斯噪声中已知确定性弱信号的 N P 检测器结构及其渐进性能	MOOC 14.2, 教材 10.4 , 附录 10 A

\*本表所述的教材是指本团队翻译出版的教材, 对应原著《Fundamentals of Statistical Signal Processing ——VOL II: Detection Theory》。