

## 计算机仿真实验题

1. 已知复随机信号 $u(n)$ 是受加性高斯白噪声污染的多音信号

$$u(n) = \sum_{k=1}^3 s_k(n) + v(n) = \sum_{k=1}^3 a_k e^{j2\pi f_k n} + v(n)$$

其中,  $a_k = |a_k|e^{j\varphi_k}$  为复幅度,  $\varphi_k$  是在  $[0, 2\pi]$  均匀分布的随机变量, 并且当  $l \neq k$  时,  $\varphi_l$  和  $\varphi_k$  相互独立; 归一化频率分别为  $f_1 = 0.15, f_2 = 0.25$  和  $f_3 = 0.30$ ;  $v(n)$  是零均值, 方差为  $\sigma_v^2 = 1$  的复高斯白噪声信号。信号  $s_k(n), k = 1, 2, 3$  的信噪比分别为 20dB, 25dB 和 30dB。使用题 6.11 介绍的基于 SVD 分解的方法, 应用 MVDR 算法获得信号频率的估计。

- 1) 对三个不同的频率, 给出 100 次独立重复实验的频率估计的均方误差结果; 并说明估计均方误差与信噪比的可能的关系。
- 2) 使用 RLS 算法实现信号频率的估计。给出 100 次独立重复实验的频率估计的学习曲线结果。至少选择两种不同的遗忘因子。(3 个频率分别绘制学习曲线。2 个遗忘因子, 共 6 条学习曲线)

2. 在 5.3.3 节“基于 MMSE 准则的 FIR 均衡滤波器”的基础上, 完成以下问题。

- 1) 给出基于 RLS 算法的自适应横向滤波算法过程; 并说明在仿真程序中应如何设定延迟。
- 2) 分别使用 11 个抽头和 33 个抽头的均衡滤波器, 并选择适当的遗忘因子, 采用 RLS 自适应均衡算法, 实现对信道(a)的均衡。

请分别给出暂态仿真结果和稳态仿真结果。独立实验次数不少于 100 次。请将对应的最优 FIR 均衡滤波器输出最小均方误差  $J_{\min}$  也绘制在这两幅图中。(第五章仿真作业题的条件)

- 3) (本题仅特别培养计划的同学完成) 请将本题的仿真结果与第五章的 LMS 算法仿真结果放在一起对比分析。给出必要的结果分析。

说明: 暂态仿真结果即学习曲线。稳态仿真结果图的横坐标是 SNR, 取值范围 5dB~30dB, 间隔 5dB; 纵坐标是收敛后的 MSE。

3. 考虑以下实 AR(2)过程,

$$u(n) = a_1 u(n-1) + a_2 u(n-2) + v(n)$$

其中, 参数  $a_1 = 0.975, a_2 = -0.95, v(n)$  是零均值, 方差为  $\sigma_v^2 = 0.0731$  的加性高斯白噪声过程。将信号  $u(n)$  的样本序列作为二阶(一步)线性预测器的输入, 请给出基于 RLS 算法的线性预测器权向量的估计算法过程。请选择适当的遗忘因子。请分别给出在两种不同遗忘因子条件下, 某一次典型实验及 100 次独立重复实验的学习曲线。