

学院 专业 姓名 学号 座号

线
封
密

深圳大学研究生期末考试试卷

开/闭卷 闭卷 A/B 卷 A
课程编号 ICE5010 课程名称 数字信号处理 II 学分 3.0

命题人(签字) 审题人(签字) 年 月 日

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 基本题 总分 | 附加题 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|-----|
| 得分 | | | | | | | | | | | | |
| 评卷人 | | | | | | | | | | | | |

- 一、简答题（每小题 10 分共 30 分）
- 什么是系统的因果性？线性移不变系统的因果性判据方法有哪些？
 - 什么是最小相位系统？什么是全通系统，它的零点和极点具有什么特点？
 - 什么是随机信号的遍历性？它与随机信号的平稳性之间具有什么关系？

二、计算题（70 分）

1. (15 分) 已知一个离散时间随机信号

$$X(n) = A \cos(\omega_0 n + \Phi)$$

其中, $A \sim N(0, \sigma^2)$ 与 $\Phi \sim U[0, 2\pi]$ 相互独立, ω_0 是常数。试画出 $X(n)$ 的一个非零样本 $x_1(n)$, 并计算:

1) $x_1(n)$ 通过系统

$$H(z) = \frac{1}{1 - 0.5z^{-1}}$$

后的输出为 $y(n)$ 及其傅里叶变换;

2) 均值 $\mu_X(n)$ 、方差 $\sigma_X^2(n)$ 和自相关函数 $r_x(n_1, n_2)$ 并说明它是否平稳。

2. (15 分) 已知一平稳随机序列 $X(n)$ 通过一个线性移不变系统的输出为 $Y(n)$ ，该系统的系统函数为

$$H(z) = \frac{1 - 0.5z^{-1}}{1 - 1.4z^{-1} + 0.48z^{-2}}$$

已知 $r_X(m) = \frac{4}{3} 0.5^{|m|}$ ，试求：

- 1) 描述该系统输入—输出关系的差分方程；
- 2) 输出信号的均值 $E[Y(n)]$ 和功率谱 $P_Y(e^{j\omega})$ ；
- 3) 输入信号与输出信号的互功率谱 $P_{XY}(e^{j\omega}), P_{YX}(e^{j\omega})$ 。

3. (20 分) 已知一个离散时间平稳随机信号 $x(n)$ 是由零均值白噪声 $u(n)$ 激励一个 FIR 系统产生的, 该 FIR 系统的单位抽样响应

$$h(n) = \delta(n) - \frac{1}{2}\delta(n-1) + \frac{1}{4}\delta(n-2)$$

试建立该信号的一阶与二阶 AR 模型, 给出模型的系数和对应的均方误差, 并计算相应的 AR 模型功率谱估计。

4. （20 分）设观测信号

$$x(n) = s(n) + w(n)$$

其中，离散时间平稳随机信号

$$s(n) = 0.6s(n-1) + u(n)$$

这里，白噪声 $u(n) \sim N(0, 0.64)$ 且与加性白噪声 $w(n) \sim N(0, 1)$ 相互独立。试求对 $x(n)$ 进行滤波得到 $s(n)$ 的最优估计的 IIR 维纳滤波器（分非因果和因果两种情形计算）。

学院 专业 姓名 学号 座号

线
封
密

深圳大学研究生期末考试试卷

开/闭卷 闭卷 A/B 卷 B
课程编号 ICE5010 课程名称 数字信号处理 II 学分 3.0

命题人(签字) 审题人(签字) 年 月 日

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 基本题 总分 | 附加题 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|-----|
| 得分 | | | | | | | | | | | | |
| 评卷人 | | | | | | | | | | | | |

- 一、简答题（每小题 10 分共 30 分）
- 什么是系统的稳定性？线性移不变系统的稳定性判据方法有哪些？
 - 什么是线性相位系统？它的零点和极点具有什么特点？
 - 什么是随机信号的平稳性？平稳随机信号的自相关函数具有什么特点？

二、计算题（70 分）

1. （15 分）已知一个离散时间随机信号

$$X(n) = A \cos(\omega_0 n + \Phi)$$

其中， $A \sim U[-1, 1]$ 与 $\Phi \sim U[0, 2\pi]$ 相互独立， ω_0 是常数。 $U[a, b]$ 表示区间 $[a, b]$ 上的均匀分布。试画出 $X(n)$ 的一个样本 $x_1(n)$ ，并计算：

1) 令 $y(n) = x_1(n)u(n)$ ，求它的 Z 变换 $Y(z)$ 并说明零极点和收敛域；

2) 均值 $\mu_X(n)$ 、方差 $\sigma_X^2(n)$ 和自相关函数 $r_x(n_1, n_2)$ 并说明它是否平稳。

(15 分) 已知一平稳随机序列 $X(n)$ 通过一个线性移不变系统的输出为 $Y(n)$ ，该系统的输入输出满足如下的差分方程

$$y(n) - y(n-1) + 0.5y(n-2) = x(n) - 0.5x(n-1)$$

若 $r_X(m) = \frac{4}{3}0.5^{|m|}$ ，试求：

- 1) 线性移不变系统的系统函数 $H(z)$ 及其收敛域和零极点；
- 2) 输出信号的均值 $E[Y(n)]$ 和功率谱 $P_Y(e^{j\omega})$ ；
- 3) 输入信号与输出信号的互功率谱 $P_{XY}(e^{j\omega}), P_{YX}(e^{j\omega})$ 。

3. (20 分) 已知一个离散时间平稳随机信号 $x(n)$ 的自相关函数的下列几个值:

$$r(-2) = 0.5, r(0) = 1.5, r(1) = -0.75, r(2) = 0.5$$

试建立该信号的一阶、二阶 AR 模型, 给出模型的系数和对应的均方误差, 并计算相应的功率谱估计。

4. (20 分) 设平稳随机信号 $s(n)$ 的自相关函数 $r_s(m) = 0.8^{|m|}$, 观测信号

$$x(n) = s(n) + w(n)$$

其中加性白噪声 $w(n) \sim N(0,1)$ 与 $s(n)$ 相互独立, 求从观测信号中将 $s(n)$ 过滤出来的 IIR 维纳滤波器。(分因果和非因果情形讨论)