

中国科学院自动化研究所

**2009 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题**

**科目名称：模式识别**

**考生须知：**

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
  2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
- 

1. (12 分) 描述 Bayes 最小风险决策规则并说明该规则如何用于实际的模式识别问题。
2. (14 分) 给定一组有类别标号 ( $M$  类) 的样本  $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$  ( $\mathbf{x}_i \in R^d$ )。现有两种特征提取 (降维) 方法 F1 和 F2 及两种分类方法 (分类器) C1 和 C2。请设计一个实验方案，分别比较特征提取方法和分类方法的性能。写出详细实验过程。
3. (15 分) 写出正态分布 ( $p(\mathbf{x}|\omega_i) \sim N(\mu_i, \Sigma_i)$ ,  $\mathbf{x} \in R^d$ ) 下最大后验概率分类的判别函数, 并说明在什么情况下该判别函数分别等价于线性判别函数和最近欧氏距离规则。
4. (14 分) 给定  $N$  个样本  $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$  ( $\mathbf{x}_i \in R^d$ ), 窗函数  $\varphi(\mathbf{x})$  及窗宽  $h_N$ , 写出概率密度函数  $p(\mathbf{x})$  的 Parzen 窗估计公式  $\hat{p}_N(\mathbf{x})$ 。若一维空间中  $p(x) \sim N(\mu, \sigma^2)$ ,  $\varphi(x) \sim N(0, 1)$ , 证明  $E[\hat{p}_N(x)] \sim N(\mu, \sigma^2 + h_N^2)$
5. (15 分) 分别描述 k-means 聚类算法和基于 Expectation-Maximization (EM) 的 Gaussian mixture 密度估计方法, 并分析二者之间的关系。

(续下页)

6. (15 分) 二维空间中三类模式服从正态分布:  $p(\mathbf{x}|\omega_i) \sim N(\mu_i, \Sigma_i)$ ,  $\mathbf{x} \in R^2$ ,  $i=1,2,3$ 。

三类的均值和方差分别为

$$\mu_1 \in \left(\frac{4}{3}, \frac{1}{3}\right)^T, \quad \mu_2 \in \left(-\frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right)^T, \quad \mu_3 \in \left(-\frac{1}{3}, -\frac{4}{3}\right)^T$$
$$\Sigma_1 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}, \quad \Sigma_2 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad \Sigma_3 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$$

求分别使  $S_t$  和  $S_w^{-1}S_b$  最大化的最优特征矢量。

7. (15 分) 选做一题。(1) 描述三层前馈神经网络(一个隐层)的输出公式和反向传播(BP)学习算法的过程。(2) 描述支持向量机的判别函数和学习方法(包括原空间和对偶空间的优化目标函数)。