武汉大学计算机学院

2010——2011 学年第二学期 2009 级

《模式识别》期末考试试题（A）

一、填空题（15 个空，每空 2 分，共 30 分）

1．基于机器学习的模式识别系统通常由两个过程组成, 即（　　　）和分类判决。

2．统计模式识别把观察对象表达为一个随机向量(即特征向量), 将(　　　)表达为由有穷或无穷个具有相似数值特性的模式组成的集合。

3．特征一般有两种表达方法: (1)将特征表达为(　　　)；(2)将特征表达为基元。

4．特征提取是指采用变换或映射实现由模式测量空间向(　　　)的转变。

5．同一类模式类样本的分布比较集中，没有或临界样本很少，这样的模式类称为(　　　)。

6．加权空间的所有(　　　)都通过坐标原点。

7．线性多类判别：　若每两个模式类间可用判别平面分开，　在这种情况下，M 类有(　　　)个判别函数,存在有不确定区域。

8. 当取(　　　)损失函数时, 最小风险贝叶斯判决准则等价于最大后验概率判决准则。

9．Neyman-Pearson 决策的基本思想是(　　　)某一错误率，同时追求另一错误率最小。

10．聚类/集群：用事先不知样本的类别，而利用样本的先验知识来构造分类器属于(　　　)学习。

11．相似性测度、(　　　)和聚类算法称为聚类分析的三要素。

12．K/C 均值算法使用的聚类准则函数是(　　　)准则，通过反复迭代优化聚类结果，使所有样本到各自所属类别的中心的距离平方和达到最小。

13. 根据神经元的不同连接方式，可将神经网络分为分层网络和相互连接型网络两大类。其中分层网络可细分为前向网络、具有反馈的前向网络和(　　　)三种互连方式。

14．神经网络的特性及能力主要取决于(　　　)及学习方法。

15．BP 神经网络是采用误差反向传播算法的多层前向网络，其中，神经元的传输函数为 S 型函数，网络的输入和输出是一种(　　　)映射关系。

二、简答题（2 题，每小题 10 分，共 20 分）

1．简述有监督分类方法和无监督分类方法的主要区别。

2．已知一组数据的协方差矩阵为$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$，试问：

(1) 协方差矩阵中各元素的含义是什么？
(2) K-L 变换的最佳准则是什么？
(3) 为什么说经 K-L 变换后消除了各分量之间的相关性？

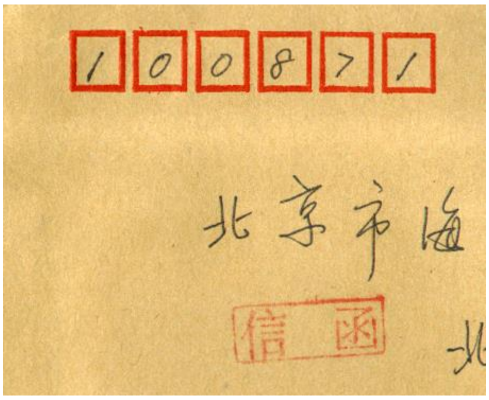
三、计算题(2 题，每小题 13 分，共 26 分)

1．设有两类样本，两类样本的类内离散度矩阵分别为 $S_1=\begin{bmatrix}1 & 1/2\\ 1/2 & 1\end{bmatrix}$，$S_2=\begin{bmatrix}1 & -1/2\\ -1/2 & 1\end{bmatrix}$，各类样本均值分别为 $\boldsymbol{\mu}_1=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix}^T$ 和 $\boldsymbol{\mu}_2=\begin{bmatrix}2 & 2\end{bmatrix}^T$，试用 Fisher 准则求其决策面方程。

2．设有两类正态分布的样本集，第一类均值 $\boldsymbol{\mu}_1=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix}^T$，方差 $\Sigma_1=\begin{bmatrix}1 & 1/2\\ 1/2 & 1\end{bmatrix}$，第二类均值 $\boldsymbol{\mu}_2=\begin{bmatrix}2 & 2\end{bmatrix}^T$，方差 $\Sigma_2=\begin{bmatrix}1 & -1/2\\ -1/2 & 1\end{bmatrix}$，先验概率 $p(\omega_1)=p(\omega_2)$。试按最小错误率 Bayes 决策求两类的分界面。

四、综合应用设计题(24 分)

运用你所学过的模式识别方法，设计出计算机对下图中的普通信封中的邮政编码进行自动定位和识别分类的技术方案。要求：
1．给出总体设计方案；(8 分)
2．给出对邮政编码中的“图像数字”进行预处理、特征提取以及识别分类等关键设计步骤。(16 分)



2009级模式识别A和B卷参考答案

A卷

一、填空题（每空2分，共30分）

1. 分类器设计, **2.**模式类, **3.**数值, **4.** 特征空间, **5.** 紧致集, 6. 分界面, 7. M(M-1)/2, **8.** 0-1, 9. 约束或限制, **10.** 无监督, **11.** 聚类准则, **12.** 误差平方和, **13.** 层内互连前向网络, **14.** 网络拓扑结构, **15.** 非线性

二、简答题（2题，每小题10分，共20分）

参考答案

1．答：监督分类方法和无监督分类方法主要区别如下：

(1) 监督分类方法有训练样本集，在训练样本集中给出不同类别的训练样本，用这些训练样本可以找出区分不同类样本的方法，从而在特征空间中划定决策区域。

(2) 监督分类方法由训练阶段和测试阶段组成。训练阶段利用训练集中的训练样本进行分类器设计，确定分类器参数；测试阶段将待识别样本输入，根据分类的决策规则，确定待识别样本的所属类别。

(3) 无监督分类方法可用来分析数据的内在规律，它没有训练样本，如聚类分析等方法属于无监督分类方法。

2．答：已知协方差矩阵$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$，则：

(1) 其对角元素是各分量的方差，非对角元素是各分量之间的协方差。

(2) K-L变换的最佳准则为：对一组数据按一组正交基进行分解，在只取相同数量分量的条件下，以均方误差计算截尾误差最小。

(3) 在经K-L变换后，协方差矩阵成为对角矩阵，因而各主分量间的相关消除。

三、计算题(2 题，每小题 13 分，共 26 分)

1．解：

总的类内离散度矩阵$Sw = S_1 + S_2 = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$

二阶矩阵$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$的逆$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1}$可用逆阵公式$A^{-1} = \frac{1}{|A|} A^*$计算出来

计算公式为：$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{\mathrm{ad-bc}} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$

最优权向量$\mathbf{w}^* = S_w^{-1}(\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2) = \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$

选取课件中的第一种阈值计算公式：$W_0 = \frac{\overline{Y}_1 + \overline{Y}_2}{2}$

则有$W_0 = \frac{\overline{Y}_1 + \overline{Y}_2}{2} = \mathbf{w}^{*T} \frac{\boldsymbol{\mu}_1 + \boldsymbol{\mu}_2}{2} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = -1$

则$Fisher$准则最佳决策面方程为$\mathbf{w}^{*T}\mathbf{x} = W_0$,将求得的数据代入该方程得$x_2 = 1$.

2．解：

$|\Sigma_1| = |\Sigma_2|$,且先验概率相等.

基于最小错误率的Bayes决策规则,在两类决策面分界面上的样本$\mathbf{x}=(x_1, x_2)^T$应满足:

$(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_1)^T \sum_1^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_1) = (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_2)^T \sum_2^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_2)$

对上式进行分解有:

$\mathbf{x}^T \sum_1^{-1} \mathbf{x} - 2\boldsymbol{\mu}_1^T \sum_1^{-1} \mathbf{x} + \boldsymbol{\mu}_1^T \sum_1^{-1} \boldsymbol{\mu}_1 = \mathbf{x}^T \sum_2^{-1} \mathbf{x} - 2\boldsymbol{\mu}_2^T \sum_2^{-1} \mathbf{x} + \boldsymbol{\mu}_2^T \sum_2^{-1} \boldsymbol{\mu}_2$

得:

$\mathbf{x}^T (\sum_1^{-1} - \sum_2^{-1}) \mathbf{x} - 2(\boldsymbol{\mu}_1^T \sum_1^{-1} - \boldsymbol{\mu}_2^T \sum_2^{-1}) \mathbf{x} + \boldsymbol{\mu}_1^T \sum_1^{-1} \boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2^T \sum_2^{-1} \boldsymbol{\mu}_2 = 0$ (1)

由已知条件可计算出$\sum_1^{-1} = \begin{bmatrix} 4/3 & -2/3 \\ -2/3 & 4/3 \end{bmatrix}$和$\sum_2^{-1} = \begin{bmatrix} 4/3 & 2/3 \\ 2/3 & 4/3 \end{bmatrix}$

将已知条件$\boldsymbol{\mu}_1, \boldsymbol{\mu}_1$和$\sum_1^{-1}, \sum_2^{-1}$计算结果代入(1)式并化简计算,得:

$x_1 x_2 - 4x_2 - x_1 + 4 = 0$

即:$(x_1 - 4)(x_2 - 1) = 0$,因此分解决策面由两根直线组成,

一根为$x_1 = 4$,另一根为$x_2 = 1$.

四、综合应用设计题(24 分)

综合能力题，答案不唯一，此略。