《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

$\mu_1 = [2 \quad 0]^T$ 和 $\mu_2 = [2 \quad 2]^T$，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 $\mu_1 = [2 \quad 0]^T$，方差 $\Sigma_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$，第二类均值 $\mu_2 = [2 \quad 2]^T$，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。

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： $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{ad\text{-}bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$

最优权向量 $\mathbf{w}^* = S_w^{-1}(\mu_1 - \mu_2) = \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$

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

则有$W_0 = \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2}{2} = \mathbf{w}^{*T} \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = -1$

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：

$$(\mathbf{x}-\mu_1)^T \Sigma_1^{-1}(\mathbf{x}-\mu_1) = (\mathbf{x}-\mu_2)^T \Sigma_2^{-1}(\mathbf{x}-\mu_2)$$

对上式进行分解有：

$$\mathbf{x}^T \Sigma_1^{-1}\mathbf{x} - 2\mu_1^T \Sigma_1^{-1}\mathbf{x} + \mu_1^T \Sigma_1^{-1}\mu_1 = \mathbf{x}^T \Sigma_2^{-1}\mathbf{x} - 2\mu_2^T \Sigma_2^{-1}\mathbf{x} + \mu_2^T \Sigma_2^{-1}\mu_2$$

得:

$$\mathbf{x}^T(\Sigma_1^{-1} - \Sigma_2^{-1})\mathbf{x} - 2(\mu_1^T \Sigma_1^{-1} - \mu_2^T \Sigma_2^{-1})\mathbf{x} + \mu_1^T \Sigma_1^{-1}\mu_1 - \mu_2^T \Sigma_2^{-1}\mu_2 = 0 \qquad (1)$$

由已知条件可计算出 $\Sigma_1^{-1} = \begin{bmatrix} 4/3 & -2/3 \\ -2/3 & 4/3 \end{bmatrix}$和$\Sigma_2^{-1} = \begin{bmatrix} 4/3 & 2/3 \\ 2/3 & 4/3 \end{bmatrix}$

将已知条件 μ_1, μ_1和Σ_1^{-1},Σ_2^{-1}计算结果代入 (1) 式并化简计算，得:

$$x_1x_2 - 4x_2 - x_1 + 4 = 0$$

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 $x_2 = 1$.