中国科学院大学 黄庆明老师 模式识别与机器学习 2016试卷 拍摄版 画质清晰 仅供参考

2015-2016 学年秋季学期 试题专用纸

**中国科学院大学**

**试题专用纸**

课程编号：091M4042H
课程名称：模式识别与机器学习
任课教师：黄庆明、山世光、常虹、兰艳艳

注意事项：
1.考试时间为 120 分钟，考试方式 闭 卷；
2.全部答案写在答题纸上；
3.考试结束后，请将本试卷和答题纸、草稿纸一并交回。

1. （8 分）试阐述线性判别函数的基本概念，并说明既然有线性判别函数，为什么还需要非线性判别函数？假设有两类模式，每类包括 5 个 3 维不同的模式，且良好分布。如果它们是线性可分的，问权向量至少需要几个系数分量？假如要建立二次的多项式判别函数，又至少需要几个系数分量？（设模式的良好分布不因模式变化而改变）

2. （8 分）简述偏差方差分解及其推导过程，并说明偏差、方差和噪声三部分的内在含义。

3. （8 分）试描述用 EM 算法求解高斯混合模型的思想和过程，并分析 k-means 和高斯混合模型在求解聚类问题中的异同。

4. （10 分）用下列势函数

$$K(x,x_k)=e^{-\|x-x_k\|^2}$$

求解以下模式的分类问题

$\omega_1$: $\{(0\ \ 1)^T,\ (0\ \ -1)^T\}$

$\omega_2$: $\{(1\ \ 0)^T,\ (-1\ \ 0)^T\}$

5. （10 分）试述 K-L 变换的基本原理，并将如下两类样本集的特征维数降到一维，同时画出样本在该空间中的位置。

$\omega_1$: $\{(-5\ -5)^T,\ (-5\ -4)^T,\ (-4\ -5)^T,\ (-5\ -6)^T,\ (-6\ -5)^T\}$

$\omega_2$: $\{(5\ \ 5)^T,\ (5\ \ 6)^T,\ (6\ \ 5)^T,\ (5\ \ 4)^T,\ (4\ \ 5)^T\}$，

其中假设其先验概率相等，即 $P(\omega_1)=P(\omega_2)=0.5$。

6. （10 分）详细描述 AdaBoost 算法，并解释为什么 AdaBoost 经常可以在训练误差为 0 后继续训练还可能带来测试误差的继续下降。

7. （10 分）描述感知机（Perceptron）模型，并给出其权值学习算法。在此基础上，以仅有一个隐含层的三层神经网络为例，形式化描述 Back-Propagation（BP）算法中是如何对隐层神经元与输出层神经元之间的连接权值进行调整的。

中国科学院大学

答 题 纸

学 号

姓 名

考试科目



8. （12 分）已知正例点$x_1=(3,3)^T$, $x_2=(4,3)^T$，负例点$x_3=(1,1)^T$，试用线性支持向量机的对偶算法求最大间隔分离超平面和分类决策函数，并在图中画出分离超平面、间隔边界及支持向量。

9. （12 分）假定对一类特定人群进行某种疾病检查，正常人以 $\omega_1$类代表，患病者以$\omega_2$类代表。设被检查的人中正常者和患病者的先验概率分别为

正常人：$P(\omega_1)=0.9$

患病者：$P(\omega_2)=0.1$

现有一被检查者，其观察值为 x，从类条件概率密度分布曲线上查得

$P(x|\omega_1)=0.2$，$P(x|\omega_2)=0.4$

同时已知风险损失函数为

$$\begin{pmatrix}\lambda_{11} & \lambda_{12}\\ \lambda_{21} & \lambda_{22}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}0 & 6\\ 1 & 0\end{pmatrix}$$

其中$\lambda_{ij}$表示将本应属于第 j 类的模式判为属于第 i 类所带来的风险损失。试对该被检查者用以下两种方法进行分类：

（1）　基于最小错误率的贝叶斯决策，并写出其判别函数和决策面方程；

（2）　基于最小风险的贝叶斯决策，并写出其判别函数和决策面方程。

10. （12 分）假设有 3 个盒子，每个盒子里都装有红、白两种颜色的球。按照下面的方法抽球，产生一个球的颜色的观测序列：开始，以概率 π 随机选取 1 个盒子，从这个盒子里以概率 B 随机抽出 1 个球，记录其颜色后，放回；然后，从当前盒子以概率 A 随机转移到下一个盒子，再从这个盒子里以概率 B 随机抽出一个球，记录其颜色，放回；如此重复进行 3 次，得到一个球的颜色观测序列：O = （红，白，红）。请计算生成该序列的概率$P(O|\{A,B,\pi\})$。提示：假设状态集合是{盒子 1，盒子 2，盒子 3}，观测的集合是{红，白}，本题中已知状态转移概率分布、观测概率分布和初始概率分布分别为：

$$A=\begin{array}{c} \\ \text{盒子 1}\\ \text{盒子 2}\\ \text{盒子 3}\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{ccc}\text{盒子 1} & \text{盒子 2} & \text{盒子 3}\end{array}\\ \begin{bmatrix}0.5 & 0.2 & 0.3\\ 0.3 & 0.5 & 0.2\\ 0.2 & 0.3 & 0.5\end{bmatrix}\end{array},\quad B=\begin{array}{c} \\ \text{盒子 1}\\ \text{盒子 2}\\ \text{盒子 3}\end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cc}\text{红} & \text{白}\end{array}\\ \begin{bmatrix}0.5 & 0.5\\ 0.4 & 0.6\\ 0.7 & 0.3\end{bmatrix}\end{array},\ \pi=[0,2,0.4,0.4]^T。$$