

# 哈尔滨工业大学 2021-2022 学年春季学期

## 模式识别与深度学习

### 一. 贝叶斯决策 (18 分)

1. 已知两个类别的条件概率密度函数，分别为指数分布和高斯分布：

$$p(x|\omega_1) = \begin{cases} 2e^{-2x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}, p(x|\omega_2) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{8}}$$

两个类别的先验概率分别为：  $p(\omega_1) = 3/4, p(\omega_2) = 1/4$ ，请计算最小错误率贝叶斯分类器的判别准则。(6 分)

2. 假设你有一个朋友在外地，每天做三种活动之一：散步，购物，打扫。天气间转换的关系如表(a)所示，从事活动的概率与天气的关系如表(b)所示，第一天的天气有 0.6 的概率是下雨，有 0.4 的概率是天晴。如果连续 3 天，你发现你的朋友的活动是：散步、购物、打扫；采用 HMM 模型，求解你朋友那里这三天的天气最可能是怎样的？要求写出具体计算过程。(7 分)

(a)天气转换概率表

	明日下雨	明日天晴
今日下雨	0.7	0.3
今日天晴	0.5	0.5

(b)行为概率表

	下雨	天晴
散步	0.1	0.6
购物	0.4	0.3
打扫	0.5	0.1

3. 从递归贝叶斯学习的角度，简述卡尔曼滤波的基本原理。(5 分)

### 二. 聚类与降维 (18 分)

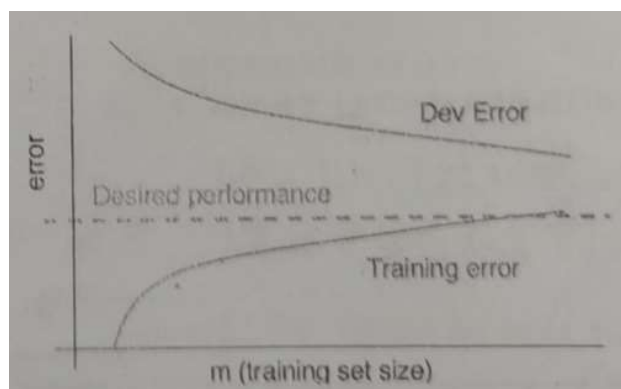
1. Laplacian 矩阵对降维和聚类具有重要意义，请先解释以下性质的作用 (4 分)，具体说明公示中各符号的含义，然后证明。(4 分)

$$f^T L f = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n w_{ij} (f_i - f_j)^2$$

2. 从相似图的角度，简述主成分分析、Fisher 线性判别的特点和区别。(5 分)
3. 简述“谱聚类”的基本思想，为什么谱聚类最后还需要进行 k 均值聚类？(5 分)

### 三. 模式识别系统（14 分）

1. 样本是构建模式识别系统的基础。拟自主开发一个面向非洲地区的人脸识别系统，现有 100 万中国人脸样本、10 万欧洲人脸样本、1 万非洲人脸样本。现有如下训练方案：  
A：中国人样本集作为训练集，保证训练充分性；欧洲样本为验证集，保证模型推广能力；采用非洲样本进行测试，检验系统性能。  
B：将所有的样本重新按儿童、成年、老年以及男性、女性划分为 6 个子类，针对各子类训练有针对性的模型。每个子类随机分出 50%训练，30%验证，20%测试。你觉得这两个方案存在哪些问题？（4 分）给出你的方案和建议，言之成理即可。（4 分）
2. 误差分析与迭代改进是构建模式识别系统的关键，分析下图训练曲线，下一步可以从哪些方面进行改进？请阐述原因。（6 分）



### 四. 多层感知器（10 分）

1. 请解释导致传统的多层感知器难以实现深度学习的原因，并介绍三种有助于实现多层感知器从浅层向深层转变的典型方法。（5 分）
2. 请介绍四种以上利用了动量策略的随机优化方法，并简要分析它们的区别。（5 分）

### 五. 卷积神经网络（10 分）

1. 请介绍四种以上卷积神经网络中在能够不显著增加参数数量的前提下增大感受野的有效方法。（4 分）
2. 近年来，Transformer 网络在许多视觉学习等任务中均取得了优于卷积神经网络 CNN 的性能，并对 CNN 的改进与发展也提供了新的思路。请简述 Transformer 的进展可为从哪些方面改进 CNN 提供借鉴方向。（6 分）

### 六. 时序神经网络（5 分）

1. 对比分析 LSTM 和 GRU 在门控单元方面的差别。

## 七. 生成式对抗网络（13 分）

1. 请介绍 Improved Wasserstein GAN 是通过什么方式实现 Lipschitz 约束 ( $\|f\|_L$ ) 的, 以及与 Wasserstein GAN 在实现 Lipschitz 约束方面的差异。(7 分)
2. 请列举四种可以将一幅人脸图像逆映射为预训练人脸生成模型 (如 StyleGAN) 隐变量的方法, 并介绍一种人脸图像逆映射的应用。(6 分)

## 八. 学习准则（12 分）

1. 以语义分割为例, 请从样本标注成本、标注样本数量等方面来比较小样本学习、弱监督学习和自监督学习的区别。(6 分)
2. 在图像分类网络的基础上, 需要如何调整网络结构和损失函数, 才能将端到端学习深度网络应用于物体检测任务 (举例即可)。(6 分)