

模式识别与机器学习（高阶）

课程编号：03113103

课程中文名称：模式识别与机器学习（高阶）

课程英文名称：Advanced Pattern Recognition and Machine Learning

开课学期：秋季

学分/学时：3/48

先修课程：高等数学/数学分析、概率统计、线性代数

建议后续课程：人工智能

适用专业/开课对象：信息类硕士研究生

团队负责人：郭玉柱 执笔人：郭玉柱、郑建英 核准院长：王磊

一、课程的性质、目的和任务

本课程是模式识别与智能系统学科硕士研究生的专业基础课，也可作为博士研究生的选修课。模式识别是通过分析感知数据，对数据中包含的模式进行判别和解释的过程，是人工智能的重要理论与技术基础。本课程的教学目的是使本学科的研究生通过课程学习，掌握模式识别的基本原理、方法和技术工具，以及常用机器学习算法，了解智能科学领域的前沿发展动态。掌握不同模式识别与机器学习方法的优缺点，并能够在各自的具体研究方向上灵活运用模式识别与机器学习方法解决实际问题。

二、课程内容、基本要求及学时分配

模式识别与机器学习是信息类专业的一门重要基础课程。本课程主要讲授模式识别基本概念、定义、基础理论，机器学习的常用算法，以及在相关领域中的典型应用。主要涉及到的内容为：统计模式识别方法、概率图模型、特征选择与特征提取、机器学习基本理论、无监督学习、集成学习、强化学习、深度学习、以及支持向量机、决策树等常用算法。

第一章 模式识别绪论（2 课时）

- 1.1 模式识别、机器学习、人工智能的关系
- 1.2 模式识别的基本概念与原理
- 1.3 模式识别系统构成
- 1.4 模式识别的应用实例

基本要求：了解模式识别与机器学习的关系。掌握模式识别的核心概念和模式识别系统的基

本构成。通过实例对模式识别系统建立直观认识。

第二章 统计模式识别（4 课时）

2.1 统计模式识别的概率基础

2.2 贝叶斯学习理论

2.3 朴素贝叶斯概率估计

2.4 贝叶斯网络

2.5 近似推断

基本要求：深刻理解贝叶斯决策理论的概率原理，熟练掌握贝叶斯学习规则，掌握不同的统计概率密度估计方法，能够熟练使用贝叶斯学习解决实际问题。了解贝叶斯网络和近似推断的基本原理。

第三章 无监督学习（3 课时）

3.1 无监督学习

3.2 高斯混合模型

3.3 期望最大化（EM）算法

3.4 K 均值聚类算法

基本要求：掌握高斯混合模型的结构，掌握期望最大化算法求解高斯混合模型的基本算法，了解 K 均值聚类算法和期望最大化算法的联系。

第四章 概率图模型（4 课时）

4.1 概率图简介

4.2 有向图模型：隐马尔科夫模型

4.3 无向图模型：条件随机场

4.4 概率图框架下模型之间的关系

基本要求：了解多随机变量之间依赖关系的该路途描述方法，能够区别有向图和无向图模型及其基本处理方法。掌握隐马尔科夫模型和条件随机场模型的推理和估计方法。了解朴素贝叶斯、logistic 回归、高斯混合模型、受限玻尔兹曼机等模型在概率图框架下的联系。

第五章 特征工程（4 课时）

5.1 特征选择

5.1.1 过滤法（Filter）

5.1.2 封装法（Wrapper）

5.1.3 嵌入法 (Embedded)

5.2 特征提取

5.2.1 主成分分析 (PCA)

5.2.2 多维尺度变换 (MDS)

5.3 流形学习

基本要求：认识特征选择与生成在模式识别中的重要性，理解特征选择和特征提取的区别。

掌握常见特征选择方法，理解三大类特征选择方法的异同。掌握主成分分析、MDS 等特征生成算法。了解流形学习的概念及基本算法。

第六章 模式识别系统评价与模型选择 (3 课时)

6.1 模式识别系统评价与学习理论

6.1.1 错误率评价指标

6.1.2 混淆矩阵和 ROC

6.1.3 过拟合与偏差-方差平衡

6.2 模型选择与超参数确定

6.2.1 基于训练误差的模型选择

6.2.2 基于测试误差的模型选择

6.2.3 贝叶斯模型比较

6.3 VC 维与泛化理论

基本要求：掌握应用模式识别解决具体问题的基本思路，熟练应用所学方法选择有效特征，

设计并训练恰当的分类器完成分类任务，并对训练分类器的分类精度、泛化能力等性能进行综合评价。

实验一、统计模式识别实验 (4 课时)

L1.1 特征选择

L1.2 分类器选择与设计

L1.3 分类器评价

基本要求：掌握应用模式识别解决具体问题的基本思路，熟练应用所学方法生成有效特征，

设计并训练恰当的分类器完成分类任务。掌握分类器的程序实现，理解超参数对模型的影响及其确定方法。对训练分类器的分类精度、泛化能力等性能进行综合评价。

第七章 机器学习简介 (4 课时)

7.1 机器学习发展历史

7.2 基础知识

基本要求：了解机器学习发展历史、核心技术以及典型应用；掌握机器学习涉及到的基本术语和基本理论结论等。

第八章 决策树（4 课时）

8.1 基本流程

8.2 典型算法

基本要求：掌握决策树学习的基本算法流程。理解信息熵、信息增益、增益率和基尼指数的概念及内涵、掌握 ID3 决策树学习算法、C4.5 决策树学习算法和 CART 决策树学习算法的构建过程并能够根据具体的实例构建决策树。了解剪枝处理以及连续值与缺失值处理。

第九章 支持向量机（4 课时）

9.1 线性可分支支持向量机

9.2 核函数

基本要求：理解支持向量机及结构风险最小化方法的基本原理，了解核函数方法，了解支持向量机的求解算法，掌握支持向量机超参数的选择方法。了解支持向量机的典型应用，包括字符识别、图像识别等。

第十章 集成学习（2 课时）

10.1 Boosting 学习

10.2 Bagging 与随机森林算法

基本要求：掌握 Boosting 的基本原理，弱分类器的基本概念以及分类器融合算法。掌握其构建算法、以及在人脸检测领域的应用。掌握 Bagging 与随机森林分类器的构建方法、算法流程，以及与 Boosting 的区别与联系。

第十一章 神经网络（4 课时）

11.1 误差逆传播算法

11.2 深度学习

基本要求：了解神经网络的发展历史以及前沿技术，掌握经典的误差逆传播算法。理解深度学习最新技术进展，包括卷积神经网络、LSTM、Auto-encoder、调制神经网络等；理解卷积神经网络的构建过程、包括卷积操作的定义、Pooling 操作的定义等。了解深度学习领域的前沿技术，包括目标检测的深度学习框架，深度学习模型的压缩、网络结构的搜索等。

第十二章 强化学习（2 课时）

12.1 强化学习概述

12.2 K-摇臂赌博机

基本要求：理解强化学习的任务、策略、动作、奖赏、回报值与值函数等相关重要概念。了解 K-摇臂赌博机问题，理解“仅探索”与“仅利用”这两种策略的不同；掌握 ϵ -贪心法和 softmax 算法。了解有模型学习、无模型学习、值函数近似等强化学习算法。

实验二、深度学习图像识别实验（4 课时）

L2.1 基于 Tensorflow、Pytorch 等平台进行深度学习实验

L2.2 基于深度学习的常见的图像目标识别方法

基本要求：重点掌握深度神经网络的图像分类方法，可以实现基于现有的目标检测与识别框架下进行系统搭建，提高对深度学习特征提取方法的理解。与此同时，也应对其他特殊类型的神经网络有一定程度的了解，以扩大视野，提高分析问题和解决问题的能力。

三、教学方法

本课程内容具有较强的理论性和实用性，教学方法以教师为主导的启发式课堂讲授为主，紧扣模式识别与机器学习发展前沿，紧密结合实例，注重学生解决问题能力的培养。通过案例讲解、课堂提问、学生分组讨论等灵活的形式，增加学生兴趣，加深学生对课程内容的理解。通过实验实现学生从知识理解到实际应用能力的转化。

四、课内外教学环节及基本要求

为了强化本课程理论结合实际的特点，引导学生结合自身科研课题，将模式识别与机器学习方法应用于科研实践；同时，指定模式识别与机器学习的经典书籍和最新研究成果，扩展知识面。利用编程软件对所学的结果进行实验验证，加深对基础理论知识的理解。

五、考核方式及成绩评定

本课程成绩由平时成绩和期末考试组合而成，采用百分计分制。各部分所占比例如下：

平时成绩占 40%，分为平时作业和实验报告两部分。

期末成绩占 60%，采用闭卷考试的考核方式。

六、教材和参考资料

教材：

- [1] 张学工, 汪小我, 模式识别 (第四版), 北京: 清华大学出版社, 2021。
- [2] 周志华, 机器学习, 北京: 清华大学出版社, 2016。
- [3] A. R. Webb, and K. D. Copsey, Statistical Pattern Recognition, 3rd ed.: Wiley, 2011.
- [4] K. P. Murphy, Probabilistic Machine Learning, MIT Press, 2022.

参考资料:

- [1] 李航, 统计学习方法 (第二版), 北京: 清华大学出版社, 2019。
- [2] C. M. Bishop, Pattern recognition and machine learning, New York: Springer, 2013.
- [3] I. Goodfellow 等, 深度学习, 北京: 人民邮电出版社, 2017。
- [4] 张宝昌等, 机器学习与视觉感知, 北京: 清华大学出版社, 2016。