**《机器学习基础》课程教学大纲**

**课程编号：**

**课程中文名称：机器学习基础**

**课程英文名称：Fundamentals of Machine Learning**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **总学分：  3** | | **总学时：72** | | |
| **理论学时： 36** | | **实践学时：36** | | |
| **授课对象：**数学系各专业学生 | | **课程负责人**：肖亮海 | | |
| **课程性质：** | 通识教育必修课程 □  基础教育必修课程 □  专业教育必修课程 □ | | 通识教育选修课程 □  基础教育选修课程 □  专业教育选修课程 ■ |

**先修课程：**数学分析I & II，高等代数

**教材：（**包括教材名称，作者，出版社及出版时间**）**

邱锡鹏. 神经网络与深度学习. 机械工业出版社, 2020. ISBN 9787111649687

**推荐参考书：（**包括书名，作者，出版社及出版时间**）**

1. 机器学习，周志华，清华大学出版社，2016.ISBN 978-7-302-42328-7
2. 李沐等，“动手学深度学习在线课程”（https://courses.d2l.ai/zh-v2/）
3. Vaswani, Ashish, et al. "Attention is all you need." Advances in neural information processing systems 30 (2017).
4. Devlin, Jacob, et al. "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding." Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers) (2019).
5. Radford, Alec, et al. "Improving Language Understanding by Generative Pre-Training." (2018).
6. Radford, Alec, et al. "Language Models are Unsupervised Multitask Learners." OpenAI Blog 1.8 (2019).
7. Brown, Tom, et al. "Language Models are Few-Shot Learners." Advances in neural information processing systems 33 (2020).
8. Touvron, Hugo, et al. "Llama 2: Open foundation and fine-tuned chat models." arXiv preprint arXiv:2307.09288 (2023)

**教学目标：**

《机器学习基础》是高等院校数学各专业学生的一门选修课程。本课程旨在引导学生深度洞悉深度学习的核心概念，全面掌握机器学习、神经网络以及深度学习的基础理论知识，涵盖各类模型的工作原理、架构特点与应用场景。通过理论学习与实践操作相结合，培养学生运用所学知识构建、训练神经网络模型的能力，使其能够熟练运用主流深度学习框架，解决图像识别、自然语言处理等领域的实际问题，包括模型搭建、参数优化以及性能评估。

**教学要求：**

学生能够清晰把握机器学习的基础概念、分类方式与学习策略，深度理解神经网络的基本结构、神经元工作原理以及各类激活函数特性，并使用python进行基础编程。

**教学内容及学时安排：**

**一、深度学习基础（8学时）**

1. **教学目标：**掌握机器学习基本概念，理解神经网络结构与激活函数

2. **重点：**机器学习分类、神经网络结构

3. **难点：**学习策略的数学原理、激活函数选择

4. **教学内容：**

- 机器学习基础（4学时）：

监督/无监督/强化学习基本概念

常见学习策略（ERM、SRM）

- 神经网络基础（4学时）：

神经网络基本结构

常用激活函数（Sigmoid、ReLU、Tanh）及其特性

**二、前馈神经网络（16学时）**

1. **教学目标：**掌握多层感知机原理，理解反向传播算法，熟悉优化与正则化方法

2. **重点：**多层感知机、反向传播算法

3. **难点：**反向传播推导、优化算法选择

4. **教学内容：**

- 多层感知机（4学时）：

网络结构与原理

手写数字识别案例

- 反向传播算法（8学时）：

算法推导与实现

Python代码实践

- 优化与正则化（4学时）：

常见优化算法（SGD、Adam）

正则化方法（L1/L2、Dropout）

**三、深度学习进阶（20学时）**

1. 卷积神经网络（12学时）：

- **教学目标：**理解卷积操作，掌握典型网络结构

- **重点：**卷积操作、网络结构

- **难点：**性能优化

- **教学内容：**

卷积操作与网络结构

LeNet、AlexNet、GoogLeNet、ResNet实践

2. 循环神经网络（8学时）：

- **教学目标：**掌握RNN原理，理解LSTM/GRU结构

- **重点：**RNN结构、门控机制

- **难点：**梯度问题处理

- **教学内容：**

RNN结构与时间步展开

LSTM/GRU原理

文本生成实践

**四、前沿模型（16学时）**

1. Transformer（4学时）：

- **教学目标：**理解Transformer架构

- **重点：**注意力机制、位置编码

- **难点：**长序列处理

- **教学内容：**

架构原理

机器翻译案例

2. BERT（4学时）：

- **教学目标：**掌握BERT预训练与微调

- **重点：**双向编码器

- **难点：**计算资源优化

- **教学内容：**

模型架构

文本分类实践

3. GPT系列（8学时）：

- **教学目标：**理解GPT模型演进

- **重点：**解码器架构

- **难点：**生成质量控制

- **教学内容：**

GPT1-3模型演进

文本生成实践

**上机实验**

**教学重点与难点：**

**重点：**各种机器学习算法的原理，概念。

**难点：**算法的实现。

**上机实验：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **周次** | **实验题目** | **实验内容描述** |
| 1 | Python基础与NumPy实践 | 熟悉Python编程环境，掌握NumPy数组操作 |
| 2 | Matplotlib数据可视化 | 使用Matplotlib绘制各种统计图表 |
| 3 | 感知机实现 | 实现简单感知机模型并进行二分类任务 |
| 4 | 神经网络基础实践 | 实现单层神经网络，测试不同激活函数效果 |
| 5 | 多层感知机实现 | 使用Python实现MLP进行手写数字识别 |
| 6 | 反向传播算法实现 | 手动实现反向传播算法，观察参数更新过程 |
| 7 | 优化算法比较 | 实现SGD、Adam等优化算法，比较收敛速度 |
| 8 | 正则化方法实践 | 实现L2正则化和Dropout，观察过拟合控制效果 |
| 9 | CNN基础实践 | 实现简单卷积操作，理解卷积核作用 |
| 10 | LeNet、AlexNet实现 | 使用LeNet、AlexNet进行CIFAR-10图像分类 |
| 11 | ResNet、GoogLeNet实践 | 实现ResNet18、GoogLeNet，比较与普通CNN的性能差异 |
| 12 | RNN基础实践 | 实现简单RNN，进行时间序列预测 |
| 13 | LSTM文本生成 | 使用LSTM进行简单文本生成任务 |
| 14 | Transformer实现 | 实现Transformer基础模块，理解注意力机制 |
| 15 | BERT文本分类 | 使用预训练BERT模型进行文本分类任务 |
| 16 | GPT文本生成 | 使用GPT-2进行创意文本生成 |
| 17-18 | 自选深度学习项目 |  |

**主要教学方式：**

采用多媒体教学和传统教学相结合的方式，在理论介绍上做到简洁直观，在实验展示上做到生动活泼。通过理论学习，学生将掌握统计机器学习的经典理论，了解当前最新的进展，并学会针对各自学科的具体问题建模和设计算法。

掌握常用的机器学习工具包，最终实现算法、完成实验结果分析。考虑到机器学习的特点，在教学上始终贯彻理论联系实践的宗旨，培养学生的动手能力，以解决具体问题为驱动，在学中用、在用中学。

**课程考核方式：**

采用课程论文考核形式。平时成绩（包括平时考勤、作业等）共占30%，期末大作业占70%。

注：机器学习领域进展非常快，为了使学生能够了解机器学习的前沿动态，教师在教学中可根据具体情况适当调整教学内容和课时分配。