**2023级本科《深度神经网络》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 英文课程名 | Deep Neural Networks | 总 学 时 | | 48 | 学 分 | 3 |
| 课程编码 | G126843 | 理论教学学时 | | 36 | 线上教学学时\* | 0 |
| 开课学院（部） | 计算机科学与技术学院 | 实践  教学  学时 | 实验学时 | 0 | 先修课程 | 高等代数、线性代数B、概率论与数理统计A、程序设计基础C |
| 课程类别 | □大类基础课程 🗹专业课程 | 上机学时 | 12 | 适用专业 | 数据科学与大数据技术 |
| 🗹理论课程 □实践课程 | 其它 | 0 | 基层教学组织 | 大数据课程群教学团队 |
| □必修 🗹选修 | 开课平台 |  | | 课程链接 |  |
| 教学类型\* | | 🗹线下教学 □线上线下混合式教学 □线上教学 □双语 □全英语 | | | | |

**一、课程简介**

本课程将根据主流的实际应用场景，较为全面地介绍近年发展起来的基于深度学习思想的深度学习神经网络的基本概念、主要结构、核心方法和关键技术和应用。主要内容包括：（1）机器学习和深度神经网络的基本概念、面向不同任务场景的模型基本工作原理和模型优化算法，以及所需的概率论、线性代数等相关理论基础；（2）不同任务场景下深度神经网络的主流结构、激活函数、正则化技术，实用算法细节和应用案例；（3）深度神经网络在计算机视觉与自然语言处理技术原理与应用；（4）包括注意力机制和生成对抗网络等新兴技术的介绍和探讨；（5）前沿论文与技术探讨。

通过课程的学习，使同学们巩固基础数学及机器学习的基本概念和算法；掌握深度神经网络的基本概念；掌握深度网络学习中的主要网络结构的基本概念和相关算法；了解具体应用领域的背景知识、应用相关的深度学习技术；并了解生成对抗网络、深度神经网络模型压缩等新兴技术。

**二、课程教学目标**

**课程教学目标1（知识）**：了解和熟悉机器学习的基本概念、基本要素和适合解决的任务场景，从基本步骤、重要参数、适用范围、编程实现等多个方面和层次掌握针对不同机器学习任务的常用方法和算法。

**课程教学目标2（知识）**：了解和熟悉深度神经网络的基本结构、类型和适合解决的任务场景，从基本步骤、重要参数、适用范围、编程实现等多个方面和层次掌握针对不同深度学习任务的常用方法和算法。

**课程教学目标3（能力）**：学会结合所学知识和网络资源自主进行文献检索和资料查询，包括国内外深度学习的竞赛平台、中英文文献、公开数据集、以及开源代码，理解和掌握各种与深度神经网络相关的实际问题的复杂性和解决方案的多样性，学习并体会寻找满足实际需求最佳解决方案的方法。

**课程教学目标4（能力）**：了解和掌握基于深度神经网络方法的实验设计方法，能够根据复杂智能系统应用的具体环境出发，学会利用外部资源，包括文献、开源代码、公开数据等设计与实现有效的、满足具体应用的深度神经网络模型，并以书面形式对深度神经网络设计应用整个流程进行完整展现。

**课程教学目标5（素质）**：能够以团队形式完成模型的选择、实验方案设计、软件编码和整个流程的完整展现等，在团队协助中理解个人职责以及个人与团队的关系。

课程教学目标6（思政）：在设计实验方案时，注意培养自身认真严谨、精益求精、不断优化的工匠精神，在主动查询文献的基础上分析我国在完成大规模模型计算所需的GPU等硬件资源等领域与国际先进水平的差距，培养自己的终身学习和危机意识、社会责任感和家国情怀。

**三、课程教学目标与毕业要求对应关系**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 课程教学目标 | 毕业要求 | 毕业要求的具体描述 |
| 1 | 课程教学目标1 | 3-1 | 3-1 具有解决复杂数据工程问题数据建模与程序开发能力 |
| 2 | 课程教学目标2 | 3-1 | 3-1 具有解决复杂数据工程问题数据建模与程序开发能力 |
| 3 | 课程教学目标3 | 2-3 | 2-3 能够理解复杂数据工程问题求解方法与工程需求解决方案的多样性，利用多源知识、技术与方法，包括文献与信息资源的收集与研读、分析与综合，获得求解问题与满足需求的不同思路、方法与方案的可能途径 |
| 4 | 课程教学目标4 | 4-1 | 4-1 具有基于科学原理和科学方法设计复杂数据工程实验项目的能力 |
| 5 | 课程教学目标5 | 9-1 | 9-1 理解多学科背景下个体、团队成员以及负责人在复杂计算机工程实践中的作用和相互关系。 |
| 6 | 课程教学目标6 | 12-2 | 12-2 具有终身学习的意识，能够不断更新知识体系，适应技术发展和进步 |

**四、课程教学内容及学时分配**

**1．理论教学安排**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **章节或知识点** | **教学内容** | **教学重点、难点，课程思政要素** | **学时**  **分配** | **教学要求** | **教学方式** | **学生任务** | |
| 作业要求 | 其他要求(自学/讨论） |
| 1 | 深度学习导引和数学基础回顾 | 1. 人工智能简史和深度神经网络发展史 2. 机器学习的基本概念 3. 表示学习的基本概念 4. 深度学习的基本概念 5. 机器学习、表示学习和深度学习的关系 6. 深度学习设计的应用数学基础 | **教学重点：**   1. 深度学习的基本概念和基本工作原理。 2. 机器学习、表示学习和深度学习的三者关系。   **教学难点：**   1. 浅层神经网络与深度神经网络以及表示学习与深度学习的关系。   **思政要素：**  社会责任：树立为我国人工智能产业发展做贡献的意识。 | 4 | 1. 理解机器学习、表示学习和深度学习的基本概念和基本原理。 2. 了解深度神经网络的主流应用和重要性。 3. 掌握深度学习学习的基本数学基础。 4. 具有为国家人工智能自主研发和应用推广贡献力量的觉悟和意识，具有社会责任感和家国情怀。 | 讲授+讨论 | 教师自编题目。 | 1.你对TikTok被制裁事件怎么看？  2.你对我国人工智能产业的发展有什么想法？  3.你对互联网对个人隐私的泄露怎么看？ |
| 2 | 机器学习基础 | 1. 机器学习基本概念 2. 机器学习三个基本要素 3. 机器学习简单示例——线性回归模型参数学习方法 4. 机器学习算法的类型 5. 数据特征表示和模型评价指标及过拟合 6. 机器学习理论与定理 | 教学重点：   1. 机器学习三个基本要（模型、学习准则和优化算法）。 2. 线性回归模型的参数学习方法。 3. 机器学习理论与定理。   教学难点：   1. 机器学习的第三个要素——优化算法； 2. 参数估计学习方法。   思政要素：  社会责任：树立为我国人工智能产业发展做贡献的意识。 | 6 | 1. 掌握机器学习的三个基本要素（学习准则和优化算法）。 2. 掌握机器学习的参数、超参数和正则化项等基本概念。 3. 线性回归模型优化和参数学习方法（提前停止、随机梯度下降、经验风险最小、结构风险最小化、最大似然估计、最大后验估计等方法）。 4. 具有为国家人工智能自主研发和应用推广贡献力量的觉悟和意识，具有社会责任感和家国情怀。 | 讲授 + 讨论 | 教师自编题目。 | 机器学习的三个基本要素中学习准则和优化算法的作用分别是什么？正则化的作用有哪些？ |
| 3 | 线性模型 | 1. 线性判别函数和决策边界 2. Logistics和Softmax回归模型的参数学习 3. 感知器的参数学习 4. 损失函数对比 | 教学重点：  1. 线性分类模型和线性判别函数、决策边界的关系。  2. Logistics和Softmax激活函数。  3.感知器的参数学习。  教学难点：  1．感知器的收敛性和参数平均。  课程思政要素：  社会责任：树立为我国人工智能产业发展做贡献的意识。 | 2 | 1. 掌握非线性分类模型、线性分类模型和线性判别函数、决策边界的关系。 2. 掌握线性模型中基于Logistics和Softmax激活函数的二分类和多分类线性回归模型。 3. 具有为国家人工智能自主研发和应用推广贡献力量的觉悟和意识，具有社会责任感和家国情怀 | 讲授 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1.函数有什么作用？ |
| 3 | 深度神经网络 | * + - 1. 神经元的激活函数       2. 深度神经网络的结构       3. 前馈神经网络       4. 反向传播       5. 自动梯度计算和优化 | 教学重点：  1. 反向传播  2. 自动梯度计算和优化  教学难点：  1．深度神经网络的梯度消失  课程思政要素：  工匠精神：培养编程时一丝不苟、严谨精准的工匠精神。 | 4 | 1. 了解深度前馈网络的概念；  2. 掌握深度模型正则化及优化；  3. 能够在编程过程中形成一丝不苟、精准控制的严谨意识和工匠精神。 | 讲授 + 举例 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1.深度模型为什么会发生梯度消失？ |
| 4 | 卷积神经网络 | 1. 卷积的定义和操作 2. 卷积神经网络的结构和参数学习 3. 典型的卷积神经网络 | 教学重点：   1. 卷积算法的特点和卷积神经网络的应用场景。   教学难点：   1. 卷积算法的原理和具体操作步骤。   课程思政要素：  工匠精神：培养编程时一丝不苟、严谨精准的工匠精神。 | 6 | 1. 掌握卷积算法的原理和操作过程。 2. 掌握和理解典型的卷积神经网络的结构、基本工作原理以及适用场景。 3. 能够在编程过程中形成一丝不苟、精准控制的严谨意识和工匠精神。 | 讲授 + 举例 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1.池化对图像内容表示的影响？ |
| 5 | 循环神经网络 | 1. 简单循环神经网络的结构 2. 循环神经网络的参数学习 3. 基于门控的循环神经网络 4. 深层循环网络 | 教学重点：   1. RNN网络模型； 2. LSTM网络模型。   教学难点：   1. 循环神经网络的梯度计算   课程思政要素：  工匠精神：培养编程时一丝不苟、严谨精准的工匠精神。 | 6 | 1. 了解和理解RNN工作原理。 2. 掌握门控循环神经网络的工作原理，与RNN的区别和联系。 3. 能够在编程过程中形成一丝不苟、精准控制的严谨意识和工匠精神。 | 讲授 + 举例 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1.长期依赖的挑战是什么？ |
| 6 | 生成对抗网 络用 | 1. 生成对抗网络基础  2. 生成对抗网络应用 | 教学重点：   1. 生成式对抗网络   教学难点：   1. 评估生成模型。   课程思政要素：  工匠精神：培养编程时一丝不苟、严谨精准的工匠精神。 | 4 | 1. 了解深度生成模型的优点和主要算法。 2. 掌握卷积生成网络、自回归网络。 3. 能够在编程过程中形成一丝不苟、精准控制的严谨意识和工匠精神。 | 讲授 + 举例 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1.生成对抗网络有那些优势？ |
| 7 | 开源框架实践与前沿技术 | * + - 1. 开源框架应用介绍       2. 前沿论文阅读与讨论       3. 模型压缩和选择超参数       4. 深度模型应用 | 教学重点：   1. 各个开源深度神经网络框架。 2. 各种深度模型应用及模型压缩。   教学难点：   1. 开源框架实践与超参数方法   课程思政要素：  工匠精神：培养编程时一丝不苟、严谨精准的工匠精神。 | 4 | 1. 了解Tensorflow\PyTorch\PaddlePadele 等开源架构。 2. 了解语音识别、自然语言处理、 计算机视觉等应用 3. 掌握基于模型的超参数优化调试 4. 学生自主学习与汇报前言论文技术。 5. 能够在编程过程中形成一丝不苟、精准控制的严谨意识和工匠精神。 | 讲授 + 举例 + 讨论 | 教师自编题目。 | 1. 深度学习框架如何选择？ 2. 对前沿技术的看法？ 3. 手动调参还是自动调参？ |

2．实践教学安排

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 学时或周数 | 类型 | 每组人数 | 教学要求 | 教学方式 | 学生任务 |
| 1 | CNN网络 | 4 | 设计型 | 1 | 1. 熟悉深度学习完整过程中的基本步骤，包括数据导入、训练集\测试集划分、模型训练、预测、评估。 2. 掌握如何构建一个CNN网络模型的机器学习项目，并作为机器学习项目负责人练习决策。 3. 了解诊断机器学习系统中的错误； 优先考虑减少错误的策略；了解复杂的 ML 设置，例如不匹配的训练/测试集，以及与人类水平的表现进行比较和/或超越。 4. 能够在实验过程不断钻研，培养求真务实的科学精神。 | 任务驱动法 | 1. 实验前提前预习实验内容。 2. 通过试错来调整参数，改进算法设置，最终得出有效结论。 3. 对实验结果进行分析与讨论，撰写实验报告并按时提交。 |
| 2 | LSTM网络 | 4 | 设计型 | 1 | 1. 熟悉深度学习完整过程中的基本步骤，包括数据导入、训练集\测试集划分、模型训练、预测、评估。 2. 掌握如何构建一个CNN网络模型的机器学习项目，并作为机器学习项目负责人练习决策。 3. 了解诊断机器学习系统中的错误； 优先考虑减少错误的策略；了解复杂的 ML 设置，例如不匹配的训练/测试集，以及与人类水平的表现进行比较和/或超越。 4. 能够在实验过程不断钻研，培养求真务实的科学精神。 | 任务驱动法 | 1. 实验前提前预习实验内容。 2. 通过试错来调整参数，改进算法设置，最终得出有效结论。 3. 对实验结果进行分析与讨论，撰写实验报告并按时提交。 |
| 3 | GAN网络 | 4 | 设计型 | 1 | 1. 熟悉深度学习完整过程中的基本步骤，包括数据导入、训练集\测试集划分、模型训练、预测、评估。 2. 掌握如何构建一个CNN网络模型的机器学习项目，并作为机器学习项目负责人练习决策。 3. 了解诊断机器学习系统中的错误； 优先考虑减少错误的策略；了解复杂的 ML 设置，例如不匹配的训练/测试集，以及与人类水平的表现进行比较和/或超越。 4. 能够在实验过程不断钻研，培养求真务实的科学精神。 | 任务驱动法 | 1. 实验前提前预习实验内容。 2. 通过试错来调整参数，改进算法设置，最终得出有效结论。 3. 对实验结果进行分析与讨论，撰写实验报告并按时提交。 |

**五、考核内容、考核方式及评分标准**

1. **课程考核内容、考核方式与比例**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 考核要素 | 考核方式 | 比例 |
| 期中考试 | 一页开卷 | 15% |
| 平时作业 | 书面作业 | 15% |
| 实验 | 实验结果验收 | 30% |
| 期末考核 | 一页开卷 | 40% |
| 总计 | | 100% |

1. **课程目标达成统计方式**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程教学目标  （指标点） | 考核内容 | 考核环节及成绩（每个分项各环节成绩之和 ≤ 100） | | | | 总评成绩 |
| 期中考试  （M1） | 平时作业  （M2） | 实验  （M3） | 期末考试  （M4） | 目标考核占比  （％） |
| 课程教学目标1  （指标点3.1） | 了解和熟悉机器学习的基本概念、基本要素和适合解决的任务场景，从基本步骤、重要参数、适用范围、编程实现等多个方面和层次掌握针对不同机器学习任务的常用方法和算法。  *具有解决复杂数据工程问题数据建模与程序开发能力* | 10  （M11） | 5  （M21） | 0  （M31） | 15  （M41） | 30  （） |
| 课程教学目标2  （指标点3.1） | 了解和熟悉深度神经网络的基本结构、类型和适合解决的任务场景，从基本步骤、重要参数、适用范围、编程实现等多个方面和层次掌握针对不同深度学习任务的常用方法和算法。*具有解决复杂数据工程问题数据建模与程序开发能力* | 0  （M12） | 5  （M22） | 0  （M32） | 15  （M42） | 20  （） |
| 课程教学目标3  （指标点2.3） | 学会结合所学知识和网络资源自主进行文献检索和资料查询，包括国内外深度学习的竞赛平台、中英文文献、公开数据集、以及开源代码，理解和掌握各种与深度神经网络相关的实际问题的复杂性和解决方案的多样性，学习并体会寻找满足实际需求最佳解决方案的方法。  *能够理解复杂数据工程问题求解方法与工程需求解决方案的多样性，利用多源知识、技术与方法，包括文献与信息资源的收集与研读、分析与综合，获得求解问题与满足需求的不同思路、方法与方案的可能途径* | 0  （M13） | 0  （M23） | 5  （M33） | 0  （M43） | 5  （） |
| 课程教学目标4  （指标点4.1） | 了解和掌握基于深度神经网络方法的实验设计方法，能够根据复杂智能系统应用的具体环境出发，学会利用外部资源，包括文献、开源代码、公开数据等设计与实现有效的、满足具体应用的深度神经网络模型，并以书面形式对深度神经网络设计应用整个流程进行完整展现。*具有基于科学原理和科学方法设计复杂数据工程实验项目的能力* | 5  （M14） | 5  （M24） | 5  （M34） | 20  （M44） | 35  （） |
| 课程教学目标5  （指标点9.1） | 能够以团队形式完成模型的选择、实验方案设计、软件编码和整个流程的完整展现等，在团队协助中理解个人职责以及个人与团队的关系。*理解多学科背景下个体、团队成员以及负责人在复杂计算机工程实践中的作用和相互关系。* | 0  （M15） | 0  （M25） | 5  （M35） | 0  （M45） | 5  （） |
| 课程教学目标6  （指标点12.2） | 在设计实验方案时，注意培养自身认真严谨、精益求精、不断优化的工匠精神，在主动查询文献的基础上分析我国在完成大规模模型计算所需的GPU等硬件资源等领域与国际先进水平的差距，培养自己的终身学习和危机意识、社会责任感和家国情怀。*具有终身学习的意识，能够不断更新知识体系，适应技术发展和进步* | 0  （M16） | 0  （M26） | 5  （M36） | 0  （M46） | 5  （） |
| 各考核环节在总评成绩中折算后的分值 | | 15  （） | 15  （） | 20  （） | 50  （） | 100  （） |

**六、评分标准**

1. **平时作业**

按照平时作业的答案和下表要求，按百分制评分，总评后折算成15分。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 平时作业情况 | 得分 | |
| 百分制 | 折算分值 |
| 作业严格按要求并及时完成，正确率90%以上，计算分析准确详尽，代码正确，书写美观整洁，没有抄袭情况。 | 90 ~ 100 | 13.5 ~ 15 |
| 作业按要求并及时完成，正确率80%至89%，过程详细，书写清晰，没有抄袭情况。 | 80 ~ 90 | 12 ~ 13.5 |
| 作业按要求完成，未及时完成次数少于三次，且能主动及时改正，正确率大于70%，没有抄袭情况。 | 70 ~ 80 | 10.5 ~ 12 |
| 作业基本按要求完成，未及时完成次数少于三次，老师指出后态度端正并补充完成，正确率大于60%，基本无抄袭。 | 60 ~ 70 | 9 ~ 10.5 |
| 作业不能按照要求完成，未及时完成且老师指出后仍不改进的次数大于三次，作业正确率不足60%，存在较多抄袭。 | 0 ~ 60 | 0 ~ 9 |

1. **实验考评**

从实验过程表现、实验结果验收情况和实验报告撰写情况3个方面来综合考虑，总评后折算成20分。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实验过程（分值占比50％） | 实验验收结果（分值占比20％） | 实验报告（分值占比30％） | 折算分值 |
| 实验过程积极主动，遇到问题能通过各种手段想方设发解决，动手能力强，在团队中贡献度大，是团队的主力。 | 实验结果正确且超出预期要求，有新功能或新方法。 | 报告内容完整、正确；程序内容合理、清晰，没有抄袭；对实验过程中存在问题有合理分析。 | 18 ~ 10 |
| 实验过程比较积极主动，遇到问题能够寻求老师或同伴解决，有较好的动手能力，是团队的骨干。 | 实验结果正确且满足要求。 | 报告内容完整、正确；程序内容合理、清晰，没有抄袭。 | 16 ~ 18 |
| 实验过程比较积极主动，但参与的工作量不够饱满，或者涉及核心技术部分的工作量中等，贡献度一般。 | 实验结果基本满足要求。 | 报告内容基本完整，程序内容基本正确合理。 | 14 ~ 16 |
| 实验过程积极性一般，参与的工作量偏少，或涉及核心技术部分的工作偏少，贡献度较低。 | 实验结果满足设定的最低要求。 | 报告内容不完整，指导教师指出后补充完整。 | 12 ~ 14 |
| 实验过程不积极，参与度低或不参与，工作量小，在团队中作用小，存在感和贡献度低。 | 实验结果达不到设定的最低要求。 | 报告内容不完整，指导教师指出后补充仍不完整。 | 0 ~ 12 |

1. **期中考试和期末考试**

期中考试和期末考试根据考试的标准答案和要求，按百分制评分，总评后分别折算成15分和50分。

**七、课程教学目标达成度自评**

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价。具体计算方法如下：

课程目标k的达成度Ok为：。

课程总目标达成度O为所有课程目标达成度的最小值，即：。

其中各参数的含义如下：

1. Mij表示总评成绩中第i个考核环节对课程目标j的目标分值；Nij表示总评成绩中第i个考核环节对课程目标j的学生平均实际得分。
2. 表示所有考核环节对课程目标j的目标得分；表示所有考核环节对课程目标j的学生平均实际得分。
3. Ok表示第k个课程目标的达成度，n表示课程目标的个数，O表示课程总目标达成度。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 支撑环节 | 目标分值 | 学生平均得分 | 达成度计算方法 |
| 课程目标1 | 期中考试 | M11（10） | N11 |  |
| 平时作业 | M21（5） | N21 |
| 期末考试 | M41（15） | N41 |
| 课程目标2 | 平时作业 | M22（5） | N22 |  |
| 期末考试 | M42（15） | N42 |
| 课程目标3 | 实验 | M33（5） | N33 |  |
| 课程目标4 | 期中考试 | M14（5） | N14 |  |
| 平时作业 | M24（5） | N24 |
| 实验 | M34（5） | N34 |
| 期末考试 | M44（20） | N44 |
| 课程目标5 | 实验 | M35（5） | N35 |  |
| 课程目标6 | 实验 | M36（5） | N36 |  |
| 课程总体目标 | | | |  |

**八、教材及参考书目**

【1】深度学习（Deep Learning），（美）Ian Goodfellow等著，赵申剑等译，人民邮电出版社，2017年，第1版。

【2】机器学习与神经网络（ Neural Networks and Learning Machines），（加） Simon Haykin ，申富饶、徐烨等译，机械工业出版社，2011年，第3版

**执笔者：管秋 黄亮**

**审核者：杨良怀**

**课程教学团队成员：**