河北师范大学《深度学习》课程教学大纲

课程代码：32201189

课程名称：深度学习

英文名称：Deep Learning

授课语言：中文

开课单位：软件学院

大纲制定人：王琪

大纲审定人：王琪

一、课程说明

1.课程类别/性质：专业课程/选修课

2.学分/学时：5.5/104

理论学时：72 实践学时：32

3.适用专业：软件工程

4.先修课程：高等数学、概率论与数理统计、线性代数、程序设计基础、大数据与人工智能基础、经典模型。

5.教材及参考书目：

[1] Pattern Recognition and Machine Learning，Christopher M. Bishop，Springer，2006，ISBN：9780387310732。

[2] Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning)，IanGoodfellow；Yoshua；Bengio；Aaron，The MIT Press，2016, ISBN：9780262035613。

[3] Neural Networks and Learning Machines，Simon Haykin，

[4] 机器学习，周志华，清华大学出版社，2017，ISBN：9787302423287。

[5] 集体智慧编程，西格兰(Toby Segaran) 著;莫映,王开福 译，电子工业出版社，2015，ISBN：9787121254437。

6.课程考核方式：过程化考核 闭卷考试

7.主要实践教学环节：

主要实践环节包括神经网络基础模型实现；卷积神经网络的实现；循环神经网络模型实现；目标检测模型实现。除了模型实现外，还包括实际问题的转化方法；数据集搜集、预处理部分的实践；模型调参等。

二、课程简介

深度学习是人工神经网络模型在近期发展中新诞生的名词，其代表了规模更大、层数更深的人工神经网络模型。自从2012年Hinton及其团队利用深度学习模型AlexNet在ImageNet比赛中以绝对优势获得第一名以来，深度学习就一直是机器学习中的热门研究领域，因此深度学习也得到了快速发展，并不断应用于生产生活。尤其是在计算机视觉领域，应用非常广泛，例如人脸识别、自动驾驶汽车部分组件、光学字符识别等。随着深度学习技术的不断发展，未来会有更广泛的应用。

本门课程主要讲解深度学习基础内容，并结合一部分计算机视觉相关的内容加以阐述。通过本课程学习可以了解深度学习发展史，掌握构建全连接神经网络的方法，掌握构建卷积神经网络的方法，掌握经典分类模型结构，了解深度学习做目标检测的方法等。除理论部分外，本课程也包含大量实践，用于知识强化与提升工程能力。

三、课程目标

课程目标1：了解人工神经网络的发展历程，应用场景，以及当前研究热点。

课程目标2：了解深度学习的基本概念，掌握深度学习的基本模型。

课程目标3：掌握深度学习在计算机视觉领域的应用方法，能够构建深度神经网络解决实际问题。

课程目标4：具备实现模型的工程能力，能够根据实际任务转化为机器学习任务。

课程目标5：能够对模型以及参数进行试验、分析、论证、解释，提出改进意见。

四、课程目标与毕业要求的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 对应章节 | 支撑毕业要求 | 备注 |
| 课程目标1 | 对应章节1、7、11 | 毕业要求1 |  |
| 课程目标2 | 对应章节1、2、3、4、5、12 | 毕业要求1、2 |  |
| 课程目标3 | 对应章节6、7、8、11 | 毕业要求2、3、4 |  |
| 课程目标4 | 对应章节5、11 | 毕业要求2、3 |  |
| 课程目标5 | 对应章节4、5、9、10 | 毕业要求2、4 |  |

五、教学内容及要求

章节名称：第一章 绪论

主要内容：深度学习的三次觉醒；深度学习模型简介与名词解释；了解学习的过程；神经元与神经网络；神经网络的性质与能力；分布式表征；了解生物神经元与人工神经元的关系；了解深度学习的应用。

基本要求：了解人工神经网络的发展史；掌握基本的深度学习相关概念；了解深度学习的应用。

重点：分布式表征的意义；神经网络的性质与能力。

难点：神经元的基本结构；神经元与神经网络的关系。

章节名称：第二章 XOR问题

主要内容：感知器与线性可分问题；激活函数的进化；线性不可分问题；构造逻辑运算神经网络；构造神经网络解决XOR问题。

基本要求：理解线性可分与线性不可分问题；掌握不同种激活函数的形式和特点；能够自己构造神经网络结构XOR问题。

重点：理解线性不可分问题；能够利用神经元构造出基本逻辑单元。

难点：理解解决XOR问题的必要性。

章节名称：第三章 多层神经网络及反向传播算法

主要内容：符号表示多层神经网络；均方误差代价函数；梯度下降法与反向传播算法；反向传播算法中隐藏层与输出层的残差表示；反向传播算法的特点。

基本要求：掌握反向传播算法与梯度下降法的特点与不同点；掌握反向传播算法的推导过程。

重点：反向传播算法的推导过程。

难点：反向传播算法的推导过程。

章节名称：第四章 输出层与代价函数

主要内容：神经网络解决不同任务的基本方法；不同输出层激活函数；不同的代价函数及其意义。

基本要求：了解不同任务对应的不同输出层激活函数的选择方法；掌握二分类任务中输出层残差求法；掌握多分类任务中输出层残差的求法；掌握常见的三种代价函数的形式。

重点：不同种激活函数的形式；不同种输出层代价函数的形式。

难点：不同任务中输出层残差的求法。

章节名称：第五章 卷积神经网络

主要内容：卷积神经网络的应用；了解视觉；使用全连接神经网络进行图片分类的问题；感受器与感受野；神经网络中的卷积过程；池化的方法与意义；卷积与池化的详细运算过程；对特征图的卷积；多通道卷积；卷积与池化的边界与步长处理方法；卷积神经网络中的参数；卷积的反向传播算法。

基本要求：了解卷积神经网络中卷积层的意义与作用；掌握卷积层与池化层的执行过程；掌握多通道卷积的方法与参数规模；掌握计算卷积与池化在不同边界处理方式与步长下的计算方法；了解卷积神经网络反向传播算法的基本原理。

重点：卷积的意义与作用；卷积的执行方法；卷积的边界与步长处理。

难点：多通道卷积的计算方法；卷积的边界与步长处理；卷积的反向传播算法。

章节名称：第六章 自编码器

主要内容：自编码器简介；欠完备自编码器；降噪自编码器；稀疏自编码器；卷积自编码器；栈式自编码器；自编码器的应用与实践。

基本要求：掌握欠完备自编码器的原理与构建方法；掌握降噪自编码器的原理与构建方法；掌握自编码器的训练方法；掌握栈式自编码器的堆叠方法。

重点：自编码器的三层结构与每一层的作用；栈式自编码器的构建方式。

难点：稀疏自编码器。

章节名称：第七章 经典卷积神经网络模型

主要内容：卷积神经网络的发展路径；梯度不稳定问题；拥有复杂结构的卷积神经网络；神经网络的标准化；更深的卷积神经网络。

基本要求：掌握经典神经网络的特点；掌握3中以上经典模型的构建方法；掌握神经网络标准化的方法；掌握构建神经网络的一般规则。

重点：梯度不稳定的缘由；不同激活函数的意义；残差结构的意义；瓶颈层的作用；标准化的作用与不同标准化的特点。

难点：堆叠的深层模型的方法与注意事项；残差结构的作用；神经网络层中的标准化。

章节名称：第八章 深度迁移学习

主要内容：迁移学习的概念；深度迁移学习；迁移模型的结构变化方法；迁移模型的训练方法；迁移学习的特点与注意事项。

基本要求：了解迁移学习的目标、方法、作用；掌握深度迁移学习的操作方法；掌握神经迁移学习模型的训练方法。

重点：深度迁移学习中改变模型结构的方法；深度迁移学习中训练模型的方法。

难点：无。

章节名称：第九章 人工神经网络中的正则化

主要内容：广义上正则化的概念；参数范数惩罚；数据集增强；多任务学习；提前终止算法；Bagging集成；Dropout方法；其它正则化。

基本要求：了解并掌握正则化的意义与作用；掌握权重衰减的方法；掌握提前终止算法的流程。

重点：正则化的意义与作用；提前终止优化。

难点：参数范数惩罚的原理；Bagging的作用；Dropout。

章节名称：第十章 人工神经网络的常用优化法

主要内容：学习与优化；批量与小批量算法；学习率衰减；基本优化算法；自适应学习率算法。

基本要求：了解学习与优化的异同点；掌握批量算法、小批量算法、在线算法等的区别；掌握学习率衰减的种类与基本用法；掌握基本优化算法；掌握一种以上自适应学习率算法。

重点：学习与优化的关系；批量与小批量的应用场景；基本优化算法。

难点：动量方法的意义与操作方法；自适应学习率的自适应原理。

章节名称：第十一章 深度学习用于目标检测

主要内容：目标检测概念以及用途；深度学习用于目标检测的成果；目标检测的评价指标与常用工具；滑窗法的基本原理；利用全卷积网络改进滑窗法；RCNN系列介绍；YOLO系列详解；SSD介绍。

基本要求：了解目标检测算法发展历史；掌握目标检测的评价指标与常用工具；了解并掌握使用神经网络进行目标检测的一种方法；掌握YOLO算法的原理。

重点：目标检测的评价指标与工具；全卷积神经网络的特性；YOLO算法原理。

难点：多分类任务中mAP的计算方法；YOLO中格子的意义与用法；目标检测代价函数的构成。

章节名称：第十二章 循环神经网络及应用实例

主要内容：反馈网络简介；循环神经网络发展历史与用途；基本的循环神经网络结构；循环神经网络中的反向传播算法；LSTM及其变种；双向循环神经网络；深度循环神经网络；循环神经网络的应用实例。

基本要求：深刻理解与区分前馈模型与反馈模型；了解循环神经网络的发展史与用途；掌握基本循环神经网络的结构；掌握LSTM模型的结构；掌握双向训练神经网络的原理；掌握深度循环神经网络的原理。

重点：循环神经网络的基本结构；LSTM的基本结构。

难点：LSTM解决梯度消失的原因；LSTM及其变种的特点；循环神经网络的反向传播算法。

六、实践教学环节

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验**/**设计名称 | 实验**/**设计内容与要求 | 学时**/**周 | 每组人数 | 备注 |
| 1 | 使用神经元构建简单逻辑运算单元。 | 使用Python设计与实现神经元，并使用神经元构建逻辑单元。 | 1/1 | 1 | 综合 |
| 2 | 使用Python实现全连接神经网络与反向传播算法。 | 使用Python构建神经元；  使用神经元构成神经网络的层；  使用层构建神经网络。  构建代价函数；  为每一个组件添加反向传播代码。 | 3/1 | 1 | 综合 |
| 3 | 使用TensorFlow\PyTorch实现不同的输出层与代价函数。 | 了解Tensorlow\PyTorch构建神经网络的基本方法；  使用TensorFlow\PyTorch构建不同输出层与代价函数的神经网络。 | 2/2 | 1 | 综合 |
| 4 | 分别构建全连接与卷积神经网络进行MNIST识别。 | 构建并训练全连接神经网络识别手写数字；  构建并训练卷积神经网络识别手写数字；  对比两个模型的性能。 | 4/3 | 1 | 综合 |
| 5 | 实现栈式自编码器。 | 学习模型存取方法；  分别训练栈式自编码器的每一层；  微调模型。 | 2/3 | 1 | 综合 |
| 6 | ResNet模型实现。 | 利用TensorFlow\PyTorch实现不同深度的ResNet模型；  使用浅层ResNet模型尝试训练复杂分类任务。 | 4/4 | 1 | 综合 |
| 7 | 迁移学习。 | 利用InceptionNet\MobelNet\ResNet等模型进行迁移训练17种花的识别。 | 2/4 | 1 | 综合 |
| 8 | 正则化实践。 | 构建提前终止算法进行试验；  构建多任务学习模型；  图像数据集增强试验。 | 3/5 | 1 | 综合 |
| 9 | 优化算法实践。 | 反向传播算法实现；  动量方法实现；  AdaGrad算法实现。 | 3/5 | 1 | 综合 |
| 10 | YOLO模型实现。 | 使用迁移学习方法迁移主体模型；  构建YOLO模型主体；  构建格子，确定正负样本；  构建代价函数；  训练模型。 | 6/6 | 2-4 | 综合 |
| 11 | 循环神经网络的实现。 | TensorFlow\PyTorch的循环神经网络实现. | 2/7 | 1 | 综合 |

七、学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 理论 | 实验 | 总学时 |
| 1 | 第一章 绪论 | 2 | 0 | 2 |
| 2 | 第二章 XOR问题 | 4 | 1 | 5 |
| 3 | 第三章 多层神经网络及反向传播算法 | 6 | 3 | 9 |
| 4 | 第四章 输出层与代价函数 | 4 | 2 | 6 |
| 5 | 第五章 卷积神经网络 | 8 | 4 | 12 |
| 6 | 第六章 自编码器 | 4 | 2 | 6 |
| 7 | 第七章 经典卷积神经网络模型 | 8 | 4 | 12 |
| 8 | 第八章 深度迁移学习 | 4 | 2 | 6 |
| 9 | 第九章 人工神经网络中的正则化 | 7 | 3 | 10 |
| 10 | 第十章 人工神经网络的常用优化法 | 7 | 3 | 10 |
| 11 | 第十一章 深度学习用于目标检测 | 10 | 6 | 16 |
| 12 | 第十二章 循环神经网络及应用实例 | 8 | 2 | 10 |
| 合 计 | | 72 | 32 | 104 |