

新工科背景下神经网络与深度学习课程的项目式教学探析

赵芬霞

天津商业大学理学院, 天津

收稿日期: 2025年5月30日; 录用日期: 2025年7月15日; 发布日期: 2025年7月24日

摘要

为响应国家对新工科专业建设的需求, 文章以神经网络与深度学习课程教学中期待解决的三个问题为切入点, 将项目式教学融入到卷积神经网络的教学过程中, 通过“三课两实践”的阶段性交叉教学方法, 逐层递进完成了学生对理论知识的内化吸收、科研素质的提升及团队合作精神的培养, 验证了在数据科学人才培养过程中项目式教学的可行性和有效性。

关键词

新工科, 项目式教学, 神经网络与深度学习, 卷积神经网络

Exploration on Project-Based Teaching of Neural Networks and Deep Learning under the Background of New Engineering Construction

Fenxia Zhao

College of Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin

Received: May 30th, 2025; accepted: Jul. 15th, 2025; published: Jul. 24th, 2025

Abstract

In order to meet the needs of new engineering construction, focusing on the three problems expected to be solved in the teaching of neural networks and deep learning courses, the article integrates project-based teaching into the teaching process of convolutional neural networks. Through

a phased cross-teaching method of “three lectures and two practices”, it progressively completes the internalization and absorption of theoretical knowledge by students, the enhancement of scientific research quality, and the cultivation of team spirit. The feasibility and effectiveness of project-based teaching have been verified in practice.

Keywords

New Engineering, Project-Based Teaching, Neural Networks and Deep Learning, Convolutional Neural Network

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为主动应对新一轮科技革命和产业变革, 加快培养新兴领域工程科技人才, 2017年2月, 综合性高校工程教育发展战略研讨会上达成了“复旦共识”, 自此拉开了新工科建设的序幕。教育部相继出台了一系列纲领性文件, 各高校积极响应, 以支持地方经济发展和产业升级为目标, 在新工科专业建设和发展上进行广泛的探索和实践, 涌现了一批有特色、有成效的典型案例, 进一步推动了应用型高校新工科积极前行和多样化发展[1]。

与传统工科专业相比, 新工科建设具有多学科融合、多主体参与、覆盖面广、内涵新颖丰富等时代特征[2]。以“教师为主、学生为辅”的常规教学方法, 在课程交叉、内容联系、个性化教学以及实践环节等方面都存在不足, 难以满足新工科建设的需求。因此, 改革教学方法和模式成为新工科建设发展的必经之路。

2. 研究背景

2.1. 项目化教学概述

项目化教学法是以构建主义学习理论为指导, 由具体学习内容构成, 包括项目的设计、项目的实施和项目评价等主要内容[3]。它以学生的实际需求和兴趣为出发点, 通过项目设计、组织和管理, 引导学生探究、发现和解决实际问题, 培养学生的学科能力和综合素质。

2.2. 国内外研究现状

当前, 项目式教学方法以其独特的优势, 如实践性强、综合性高、创新性突出等, 受到了广泛关注。Pratiwi ET [4]在综合多项研究成果的基础上, 以优化项目式学习效果为目的, 提出了涵盖项目设计、准备、启动、执行、反思及展示等方面的模型, 使项目式教学的模型与架构在理论层面得到丰富和完善。Bertha N [5]通过实证分析探讨了项目式教学对学生内在学习动机和自主学习能力的积极影响, 为实施项目式教学改革提供了实践参考。Agustina N [6]以促进学生学习成效和自我调节能力为依据, 构建了项目式教学过程中有效学习评价的量化策略, 为提升学生的创新和团队协作等能力提供了有效保障。基于为国内工程教育课程改革提供借鉴的目标, 李正[7]以国外知名工程学府为案例, 从课程目标设定、内容结构打造、实施过程及评价体系几个角度, 深入剖析其项目式课程体系, 揭示了项目式课程体系在高等工程教育中的构建逻辑与实践经验。刘瑞伟[8]以多主体协同育人创新模式框架为基本架构、以“课程-项

目-竞赛”驱动为人才培养新模式，探索了面向新工科的高级应用型人才的培养模式。实践表明，该模式对学生学习自主能动性的提高、专业知识和素质的提升、科研态度和能力的培养具有较好的推动作用。孙小晴[9]针对大数据专业学生在专业课学习中存在的问题，提出以“讲、练、做”项目驱动式教学为主、理论教学为辅的创新教学方法。这一教学模式不仅有助于学生更好地理解理论知识，还培养学生的实际问题解决能力，为学生的职业发展增添了信心。范胜波[10]构建了“服务学习、真实体验”的工程实践学习情境，将工业生产过程成功转化为实践教学内容，实现了企业生产与工程教育的深度融合，为开展产教融合的创新创业教育提供了新途径。

神经网络与深度学习作为人工智能领域的重要课程，其实践性和创新性特点尤为突出，因此，采用项目式教学方法进行教学改革，具有重要的现实意义和深远的发展前景。

3. 神经网络与深度学习课程现状

神经网络与深度学习是数据科学与大数据专业的核心课程，其授课对象为大三本科生。本课程的教学目标旨在使学生掌握神经网络模型的基本原理；能够熟练地应用深度学习框架构建模型、训练模型、优化模型和评估模型；通过案例分析和项目实践，提高学生解决实际问题的工程能力，培养出具有扎实理论基础、实践能力和创新精神的复合型人才。神经网络与深度学习的基础课程包括线性代数、微积分、数据结构、计算方法、数理统计等，具有理论强、算法难等特点[11]。对标本校学生，该课程有以下几个瓶颈亟待突破。

3.1. 有限教学时长约束了教学内容深度与广度的拓展

深度学习技术是当代科技进步的核心力量之一，是学术界和工业界的研究热点。随着应用场景的不断拓展，深度学习模型正经历着数量激增与复杂度显著提升的双重变革。将科技前沿知识有机地结合到课堂教学过程中，可以有效提升教学的时代性、激发学生的学习兴趣，并培养学生的科学素养、创新思维和实践能力。目前，神经网络与深度学习课程设置了 32 个理论学时，16 个上机学时。教学内容中包括的模型有单层感知机、多层感知机、径向基网络、自组织特征图、卷积神经网络、循环神经网络等，这些模型的原理通常涉及复杂的数学推理过程，对于初学者来说门槛较高，理解难度较大。有限的课堂时间很难深入讲解理论知识并拓展到前沿科技领域，这也导致了部分学生产生畏难情绪，失去了学习兴趣。

3.2. 理论与实践脱节，缺乏提升实践技能的有效途径

神经网络和深度学习课程教学中，理论学习和上机实验分开进行。课堂上讲授理论知识后，上机实验完成既定实验案例。适配的上机实验案例通常选用易于在计算机上运行的典型数据集，这些数据集一般不需要数据预处理，模型训练过程也不需要大量的调参和优化，学生完成实验相对轻松。尽管学生在这种授课模式中掌握了基础理论知识和深度学习框架的基础操作，但由于缺乏具有挑战性实践项目的实操经历，使得学生难以在实践中深入理解和掌握神经网络与深度学习的核心技术和方法，在面对真实的项目案例时往往表现得一筹莫展。这种现状不仅限制了学生实践技能的提升，也影响了他们创新思维和问题解决能力的培养。

3.3. 教学考核片面化，不能准确评估学生的学习情况和能力水平

神经网络与深度学习课程的教学考核包括上机实验报告和期末闭卷考试。该考核机制考察学生对神经网络的基本方法及其学习框架的掌握程度，偏重于理论知识的记忆与实验结果的呈现，而忽视了对学生学习过程的全面考察。评价一个学生应该是全方位的，通过考核学生的学习全过程，可以更全面地评

估学生的知识掌握程度、学习态度、学习能力、团队协作能力以及创新思维等多个方面。而现有的课程考核方式不仅影响了教学质量的提升，还可能阻碍学生的全面发展。因此，有必要对传统课程考核方式进行改革和创新，以更好地契合“新工科”教育背景下人才培养的实际需求。

4. 项目式教学实施方案

本次项目式教学在 2022 级学生中开展。以学生为中心，围绕“知识的内化吸收”和“项目实践研究”两个主题，设计了“三课两实践”的阶段性交叉教学方法，逐层递进完成了教学任务的同时，充分调动了学生课外学习的主动性。它不仅是对课内学时的有效补充，同时使学生的思维方式和实践能力得到了充分的锻炼。其具体实施步骤如下。

4.1. 项目选择与设计

实施项目式教学中，项目的选择应密切联系课程内容，体现课程的实践性和创新性。同时，项目应在匹配学生知识水平的基础上，具有一定的难度和挑战性，以激发学生的学习兴趣 and 探索精神。基于上述考虑，本次选择了卷积神经网络模型作为教学改革试点。图 1 为教学模式的设计思路。

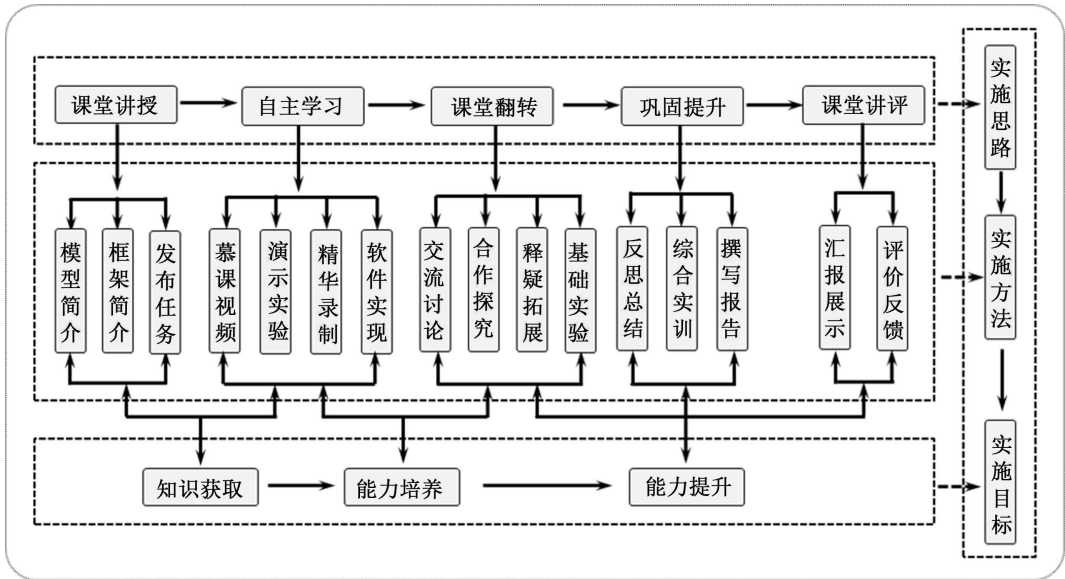


Figure 1. Design ideas for project-based teaching
图 1. 项目式教学设计思路

4.2. 教学实施过程

卷积神经网络的课堂授课时长为 6 学时，项目实践为 4 学时。课上教学包括基础知识讲授、翻转课堂和课堂讲评；课下及项目实践包括深化理论学习并完成基础实验和拓展实验、撰写学习报告。具体实施过程如下。

阶段一：卷积神经网络是学生接触到的第一个深层网络，从结构和运行方式上跟浅层神经网络模型有很大的区别，为确保学生能有一个扎实的理论基础以及课程后续的顺利实施，首次课堂上精讲模型的基本结构、原理及软件实现方法，在此基础上，推送课件、自制视频和网络视频，布置进一步的理论知识学习和基础实验案例。

阶段二：学生按照 5~8 人进行分组，小组组长负责管理小组成员和分配任务。课下通过查阅资料、

观看视频、小组讨论,共同完成以下学习任务:① 详解 LeNet5 网络的结构及运行原理;② 了解 AlexNet、VGG、GoogLeNet、ResNet 模型的产生背景、应用场景、基本结构、主要特色及贡献;③ 基于 Pytorch 框架,分别搭建 LetNet5、AlexNet、VGG、GoogLeNet 及 ResNet 网络,完成基础实验案例。实验内容如表 1 中 1~6 所示。在本阶段,学生需将获取的理论知识整理成电子文档。针对实验案例,要求学生在 Jupyter Notebook 中逐步展示实验的运行结果,以便后续公开展示。

阶段三:为了有效调动学生学习的积极性,检验并巩固学生的学习效果,第二次课堂教学以翻转课堂形式开展。期间,教师扮演着组织者、引导者、评价者等多重角色。以阶段二布置的学习任务为研讨主题,教师随机抽取学生针对某个内容进行讲解,针对学生理解上的误区,集思广益,并在学生汇报过程中适时引导,让更多同学参与到课堂讨论中,加强学生之间的自由讨论和思维碰撞,在锻炼学生思维能力的同时,实现知识传递、吸收、内化、拓展、提升的逐级迁跃。

阶段四:经过两次课堂教学,学生对卷积神经网络的理论知识和模型的软件实现有了深刻理解。基于此,要求学生完成拓展实践任务,例如利用图像数据增强技术有效扩充数据集,提高模型的泛化能力和准确性;结合参数初始化、正则化、层归一化等方法优化模型训练效果;引入预训练模型或者 YOLOv5 等目标检测算法进一步提高了整体的识别精度;自建输入图片集(不少于 1000 张)验证模型的有效性……拓展实践内容如表 1 中 7~10 所示。

Table 1. Collection of practical cases

表 1. 实践案例集

序号	案例内容	数据集	数据简介
1	手写体识别	Mnist	70,000 张图片,分为 10 类
2	物体识别	Cifar10	60,000 张图片,分为 10 类
3	服装识别	Fashion-Minist	70,000 张图片,分为 10 类
4	花卉分类	Flowers 102	102 种花卉,每种花卉由 40 到 258 张图片组成
5	垃圾分类	Garbage Classification 12 classes	生活垃圾分类数据集,共 15,150 张图片,分为 12 个类
6	垃圾分类	TrashNet	生活垃圾分类数据集,共 2527 张图片,分为 6 大类
7	手写汉字识别	HWDB1.2	收录汉字 3319 个,字母数字及符号 171 个。
8	猫狗识别	Cats VS. Dogs	25,000 张图片,猫、狗各占一半
9	车牌识别	CCPD2020	主要是新能源绿牌数据,约 1 万张图片
10	交通标志识别	CTSDB	6164 个交通标志图像,分为 58 类

学生在完成实验后提交课程报告,报告内容包括案例简介、原理与方法,程序流程与源码解析、实验过程及结果分析等,同时小组组长根据组员的贡献率大小给出其得分权重,尽量体现按劳取酬、多劳多得的公平公正原则。

阶段五:课堂讲评在教学活动中扮演着至关重要的角色,它不仅是对学生学习成果的总结与反馈,也是教师教学效果的评估与反思的重要环节。教师在评阅课程报告过程中,选取一些典型错误和研究方法上的亮点作为讨论内容,并安排相关学生准备课堂汇报 ppt。课堂授课过程中,组织学生进行汇报。在课堂讲评环节,教师有针对性地提出问题,引导学生进行思考和讨论,从而激发学生的思维活力,提升学生的学习效果和综合素养。对于有算法改进的学生进行深一步引导和额外加分,鼓励学生能够学有所用,充分发挥潜在的科研能力。

4.3. 教学实施效果

项目式教学法在一定程度上有效缓解了前文所述课程实施中遭遇的瓶颈制约问题。课外自主学习填补了课堂教学时间的局限,提升了教学内容的深度;拓展案例强调实践环节,使学生能够在加深对理论理解的同时体验到项目实施的全过程,锻炼了学生的实践操作能力和解决问题能力;将学生的课堂表现和课程报告纳入考核内容,实现了对学生的学习态度、知识掌握程度、实践能力和创新思维等多方面能力的全面评估。

项目式教学在理论知识学习、实践技能提升、团队协作等方面均展现出了显著效果。90%以上的学生反馈表示,在理论知识方面,通过实践案例项目将课堂所学融入现实情境,深化了对理论的理解;实践技能方面,亲历项目的规划、执行与评估,获得了宝贵的实践经验,提升了解决问题能力和实践创新能力;另外,团队协作是项目完成的有力保障,大家通过分工合作、沟通协调,共同面对挑战,增强了集体意识和责任感。对比2021级学生的期末成绩,2022级学生期末及格率达100%,平均分高出4分。另外,2022级102名同学中,14名同学将卷积神经网络的内容延续到毕业论文,论文主题分别为失物招领识别、智能垃圾分类、医学图像分析、交通标志识别、车牌识别、指纹识别、人脸识别等。

总之,项目式教学实现了理论知识与实践技能的深度融合,同时强化了团队协作能力,为学生的全面发展提供了有力支持。

5. 总结与展望

本文以卷积神经网络为教学内容,应用项目式教学模式,深入贯彻理论与实践相结合的教学理念,使学生在掌握扎实理论基础的同时,锻炼了数据分析、软件实现等关键技能,综合分析问题、解决问题的能力得以提升,为新工科背景下的技术创新和职业发展奠定了坚实基础。

虽然项目式教学在卷积神经网络的教学过程中产生了很好的教学效果,但随之引发的一些问题还是需要给与足够的重视和不断改进。例如,部分学生基础较差,跟不上课程进度,勉强以小组方式提交了课程报告,但个人收效甚微;少数学生缺乏团队合作精神,在实验探究过程中滥竽充数;报告评价环节缺少学生参与,未能充分调动学生学习的积极性;拓展实践课程资源相对匮乏,难以找到匹配的真实数据集,不能满足学生多样化的学习需求……

本次项目式教学是在该课程中首次施行,因准备时间不够充分,难免存在一些不足,未来项目式教学还会继续进行,以下内容将会是教学改革的重点关注内容:

- 1) 建立多元化的评价体系,争取量化项目化教学实施过程中的每一个环节,例如团队合作情况、创新思维等,为学生创建公平公正的学习环境。
- 2) 设置严格的对照组,并控制其他影响因素,进行更严谨的实验设计,以更科学地评估项目式教学的效果。
- 3) 及时分析总结项目式教学实施过程中遇到的问题,并提出具体的解决方案,例如针对学生基础差异大的问题,可以采用分层教学的方式,满足个性化教学的需求。
- 4) 及时融入科技前沿知识,并根据教学内容不断改革教学模式,例如,通过混合式项目案例教学、线上与线下相结合等方式[12],丰富课程教学手段。
- 5) 加强与企业、行业等外部机构的合作,共同构建开放、协同的教学合作平台。

神经网络与深度学习是智能科学的核心研究方向之一,相信项目式教学的不断改进,将会最大限度地挖掘学生的潜能,锻炼学生的实践创新能力,为学生后续的知识深化和科研活动提供强有力的支持,为培养高素质、复合型的新工科人才搭建稳固的基石。

基金项目

天津商业大学本科教学改革研究项目“新工科背景下神经网络与深度学习课程的建设与实践”(TJCUJG2023077)。

参考文献

- [1] 汤苗苗, 等. 应用型本科高校新工科建设的探索与实践[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2020, 20(2): 71-75.
- [2] 林健. 引领高等教育改革的新工科建设[J]. 中国高等教育, 2017(Z2): 40-43.
- [3] 胡敏等. “项目教学+深度学习”为双主线教学模式的探索和实践: 以研究生多媒体信息技术课程为例[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2020, 34(4): 114-119.
- [4] Pratiwi, E.T. and Setyaningtyas, E.W. (2020) Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Model Pembelajaran Project Based Learning. *Jurnal Basicedu*, **4**, 379-388. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.362>
- [5] Ngereja, B., Hussein, B. and Andersen, B. (2020) Does Project-Based Learning (PBL) Promote Student Learning? A Performance Evaluation. *Education Sciences*, **10**, Article No. 330. <https://doi.org/10.3390/educsci10110330>
- [6] Agustina, N. (2016) Assessment of Project-Based Learning in Science Class. *Jurnal Siliwangi: Seri Pendidikan*, **2**, 137-150.
- [7] 李正, 梁思燕, 焦磊. 国外工程教育项目式课程体系的形成机理研究[J]. 高等工程教育研究, 2024(3): 161-169+186.
- [8] 刘瑞伟, 苏发, 宋小科. 面向新工科的高级应用型人才培养模式探索[J]. 教育教学论坛, 2023, 12(51): 133-136.
- [9] 孙小晴, 陶冶, 金晓兵. 大数据专业项目驱动式教学实践探究[J]. 电大理工, 2024(9): 32-36.
- [10] 范胜波, 于晓然, 张朝, 卢广华. 基于产教融合的项目式教学实践[J]. 高教学刊, 2024(27): 122-125.
- [11] 王坤侠. 面向研究生创新能力培养的神经网络课程教学改革与实践[J]. 忻州师范学院学报, 2024, 40(2): 44-49.
- [12] 高希占, 等. 新工科背景下人工智能神经网络课程教学改革[J]. 计算机教育, 2023(9): 92-96.