

梯度类下降算法的教学设计与实践研究

杨玉华

广州应用科技学院, 广东 广州 526070

DOI:10.61369/ECE.2025020016

摘 要 : 人工智能时代背景下, 采用合适的教学方式引导学生学习和理解人工智能技术, 是目前教师的探索方向。优化算法在深度学习课程中占据核心地位, 它直接影响模型的训练效率与最终性能。针对当前教育改革研究中普遍存在的理论抽象、实践不足问题, 本文聚焦梯度类下降算法的教学实践, 探讨其可操作性实施路径, 旨在提升学生的算法理解能力、实践应用水平和高阶思维品质。

关 键 词 : 深度学习; 梯度类下降算法; 教学设计与实践

Teaching Design and Practical Research of Gradient Descent Algorithm

Yang Yuhua

Guangzhou College of Applied Science and Technology, Guangzhou, Guangdong 526070

Abstract : Under the AI era, adopting appropriate teaching methods to guide students to learn and understand artificial intelligence technology is currently the exploration direction of teachers. Optimization algorithms occupy a core position in deep learning courses, as they directly affect the training efficiency and final performance of models. In response to the common problems of theoretical abstraction and insufficient practice in current education reform research, this paper focuses on the teaching practice of gradient descent algorithm, explores its operational implementation path, and aims to enhance students' algorithm understanding ability, practical application level, and higher-order thinking quality.

Keywords : deep learning; gradient descent algorithm; teaching design and practice

引言

该课程的开设是面向理工科专业的本科学生, 学生已学习了部分数学基础课程, 且对 Python 编程有了一定的了解。在教学实践中, 发现学生在学习优化算法时面临诸多困难。首先, 学生熟悉微积分、矩阵运算, 能理解梯度概念, 但对于优化理论与概率分布掌握不牢。其次, 优化算法的概念较为抽象, 学生难以直观理解其工作原理。此外, 算法变体及其应用场景也增加了学习的复杂性。许多院校选用教材偏重对概念的描述与推导, 缺乏具体应用^[1-2], 在课堂教学中, 学生常因缺乏直观案例和可操作实验而难以理解优化算法的核心思想。高质量案例是实施案例教学的根本^[3]。优化算法的教学面临着一系列的挑战。

一、教学设计

针对以上教学难点, 以期全面深入探索有效的教学策略, 帮助学生克服学习障碍。本节课的教学框架从教学目标设定、教学方法选择、教学内容组织和教学评价设计四个方面构建。

设定明确的教学目标。包括掌握算法核心思想、改进算法的特点和应用场景、算法代码实现及内置优化器的调用方法, 可根据问题特征选择优化策略的能力, 培养正确的价值观、创新与系统思维方式。这些目标不仅要求学生掌握理论知识, 同时强化实践能力的培养, 全面提升学生综合素养。

为提升学生对知识的理解深度和课堂参与度, 采用多元化的教学方法。在讲授法的基础上, 结合案例教学法增强实践认知, 运用类比教学法促进概念迁移^[4], 借助可视化教学法强化直观理

解^[5], 融入思政元素实现价值引领^[6], 通过项目实践探究培养应用能力^[7], 组织小组实践与课堂展示, 培养学生的实践协作与表达技能。

在教学内容组织方面, 采用“基础认知-原理剖析-实践迁移”的渐进式教学设计框架。以简单神经网络的反向传播为切入点, 建立算法与模型训练的关联认知, 系统讲解算法的数学原理、标准算法流程及 Python 实现, 延伸讨论动量法、自适应学习率等改进算法的设计思想与适用场景, 最后进行实践练习与汇报。这种组织方式有助于学生建立系统的知识体系, 降低学习难度, 由浅入深理解该类算法。

为了有效实施该教学设计, 课程开发了包含课件、项目代码、文献资源的在线学习平台, 平台上还设在线答疑功能, 实现线上线下混合教学^[8]。采用翻转课堂教学模式, 课前学生自主预

习平台资源，课堂聚焦理论精讲与互动研讨，课后通过平台答疑巩固学习。教学评价融合课堂互动、在线讨论与实验报告等多维数据，形成“教学－反馈－改进”的闭环机制。

二、教学实例

（一）反向传播过程引入梯度下降算法

①以反向传播的参数更新过程明确本节内容在模型训练中的地位，同时引出梯度下降法。该部分教学设计有二特征单样本单隐层线性无偏置的神经网络，参数更新规则为 $\omega_{i,j+1} = \omega_{i,j} - \eta \frac{\partial L}{\partial \omega_{i,j}}$ 的一个简单反向传播的例子，演示参数更新过程，对比更新前后损失值变化，使学生初步感受学习梯度下降法的意义。然后通过回忆高等数学课程中梯度的意义，使学生了解该算法的数学理论基础，引出梯度下降算法。

②梯度下降法的教授过程

梯度下降作为深度学习的核心优化算法，通过沿损失函数负梯度方向迭代更新参数以实现最优解。本节从通用参数更新公式 $\theta_{i+1} = \theta_i - \eta \frac{\partial L}{\partial \theta}$ 出发，依次从批梯度下降（BGD）和随机梯度下降（SGD），自然过渡到折中方案——小批量梯度下降（MBGD）。在 MBGD 教学中，通过设问引导学生思考三个关键问题：批量大小的选择依据、小批量梯度的统计可靠性以及学习率调整策略。这些问题的讨论培养了学生算法优化的思维，自然延伸至改进方法，如动量法和自适应学习率算法。

（二）动量法（Momentum）的教学设计

首先，给出动量法的参数更新规则，以具体算例 $y = (\theta - 3)^2$ 进行演示，对比展示 SGD 与动量法参数更新规则，通过比较与最优点的距离直观展示动量法的改进效果，保留了所有关键技术要素，突出了教学递进关系。其次，指出动量法的核心思想是引入速度变量来表示累积的梯度方向，并让学生从指数加权移动平均角度去理解动量法，渗透数学理论。然后，为增强教学效果，使用 Gradient Descent Viz 软件动态展示小球滚下山的过程，展示动量法如何通过惯性帮助跨越局部极小值，同时展示不同参数设置对结果的影响，最后，在分析该算法优缺点的基础上，并引出 Nesterov 加速梯度法。

（三）Nesterov 加速梯度法（NAG）的教学设计

首先，对该算法进行解释说明，然后，以研究 $z = 0.1x_1^2 + 2x_2^2$ 函数最小值为例，使用 Python 可视化 Momentum 与 NAG 算法在 30 次迭代中的表现，对比收敛速度与路径平滑度。最后，分析该算法的优缺点及适用的优化场景。

（四）自适应学习率方法的教学设计

以“探险者下山”类比模型优化，由此引出自适应学习率的灵感——根据坡度（梯度）动态调整步长：陡坡小步（大梯度减

小学习率），缓坡大步（小梯度增加学习率）。针对梯度情况，分析 AdaGrad、RMSprop 和 Adam 的改进思路。融入思政元素，比如 RMSProp 算法的核心思想是通过滑动平均梯度平方，如同“明智的登山者”，通过指数衰减记忆近期梯度（ β 系数调节），既避免历史束缚又保持方向稳定，平衡历史与当前信息，其动态调整特性启示我们要根据实际变化灵活应对挑战，体现“与时俱进”的辩证思维，培养学生长期视角和动态调整能力。从 AdaGrad 到 Adam 的演进，通过类比教学和思政融合，揭示“继承－批判－融合－突破”的创新路径，体现了科学探索中批判、融合、务实、创新的核心价值观^[9]！最后补充前沿延伸，例如各优化器在工业界最新实践，算法面临的挑战等内容。

（五）PyTorch 中优化器的使用

该部分教学案例从线性回归模型开始，使用手动梯度计算与自动求导机制（autograd）实现，聚焦梯度下降算法的数学本质。第二个案例引入 PyTorch 优化器，使学生认识到理论到工具的转化过程。第三案例涵盖重要技术点，包括模型搭建、优化器使用、训练、检查点存储（模型保存与加载）等，形成模块化的训练步骤。第四案例使用循环神经网络模型实现一个手写数字识别分类任务（MNIST 数据集），强化检查点机制在模型持久化与训练恢复中的工业级应用。本部分教学案例的设计旨在培养学生工程实现能力，将抽象的优化算法（数学公式）转化为具体的代码对象，实现理论与实践的结合；同时使学生掌握训练的模块化设计，形成标准训练步骤，强化学生对深度学习流程的认知，为复杂场景（如分层优化、自定义算法）打下基础。

（六）作业设计

本研究提出一种分层递进的作业设计框架，通过“基础理论－工具实践－综合探究”三阶段任务，实现优化器知识的系统性建构与能力培养。基础层以简答题聚焦核心问题（如训练震荡归因、算法各参数作用等），中层通过代码对比，案例分析强化实践能力，高层以 NLP/CV 项目的实现，报告的撰写与答辩汇报，提高学生的实践协作与学术表达能力，培养学生批判性思维与研究创新能力。实现理论与实践相结合，考查学生的多方面能力^[10]，符合现代计算教育中“理论－工程－创新”的全链条培养模式。

三、教学实践与效果评估

为评估上述教学设计和资源开发效果，本研究构建了多维度的教学效果评估体系，该体系包含学生学习效果（70%）和教师教学效果（30%）两大维度，下设 6 个二级指标，采用定量与定性相结合的方式（如表 1）。

表 1 教学效果评估标准

评估维度	评估指标	评估内容	评估方式	评分标准
学生学习效果	知识掌握程度	核心概念理解、算法公式推导	课堂互动 + 在线答疑 + 作业（简答题）	20 分
	问题解决能力	案例分析与场景模拟	案例分析报告 + 项目答辩	20 分
	工程实践能力	代码实现、参数调试、可视化呈现	实验报告	30 分

教师教学效果	教学设计质量	理论实践融合度、重难点突出程度	学生问卷 + 同行评课	10分
	教学方法实施	案例教学效果、课堂互动效果	课堂观察 + 学生反馈	10分
	教学资源支持	可视化教具、在线资源	资源使用率统计	10分
综合评估等级标准：优秀（85 ~ 100分）;良好（70 ~ 84分）;合格（60 ~ 69分）;待改进（<60分）				

本教学设计在我校微专业进行了教学实践。教学对象为选修深度学习课程的52名理工科学生。

知识掌握方面，90%学生能准确推导算法更新公式，但自适应学习率算法原理的理解上存在显著差异，平均得分18分。问题解决方面，学习率调度策略的组合应用成为主要失分点，场景化任务平均得分16分。从学生的实践作业成果来看，所有学生均能完成基础优化器实现与可视化，个别同学尝试了优化器组合的创新，但是实验报告的呈现形式存在优化空间，平均得分25分。学生学习效果维度得分59分。

问卷调查结果显示，教学案例和可视化工具能有效辅助学生理解算法原理，同时项目实践环节帮助学生掌握算法在深度学习中的实际应用，强化了知识迁移能力，同行建议增加工业界案例和典型错误分析，可进一步提升实践指导的针对性，教学质量设计平均得分8分；课堂互动频次达标（3 ~ 5次/课时），在线答疑时部分同学可提出相关高阶思维问题，教学方法实施平均得分9

分；在线资源访问量平均达95%，可视化教具下载量达100%，教学资源支持维度平均得分9分。教师教学效果维度得分26分。

教学评分效果评分总分85分（优秀），表明课程整体教学效果达到预期目标，但在高阶能力培养和教学创新方面仍存在提升空间。

四、结论

本研究探讨了梯度下降类算法的教学设计，基于算法难点和培养目标开发了配套资源。实践表明，该设计能有效提升学生的算法理解和应用能力，促进理论实践融合，培养模块化设计思维，增强解决复杂问题的能力。未来研究可优化对不同背景学生的支持，加强本节内容与深度学习核心概念的衔接，并开发智能教学工具，提供个性化学习和实时反馈。

参考文献

[1]Yanofsky N S, Mannucci M A. Quantum computing for computer scientists[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

[2]Axler S. Linear algebra done right[M]. 3rd ed. Berlin: Springer, 2014.

[3]刘建新, 卢厚清. 案例教学法的起源、特点与应用研究 [J]. 南京工程学院学报 (社会科学版), 2011, 11(01): 60-64.

[4]梁瑞仕, 曾荔枝, 杨亮. 类比教学法在本科计算机算法课程中的探索与实践 [J]. 现代计算机, 2013(08): 48-49.DOI:CNKI:SUN:XDJS.0.2013-08-013.

[5]葛南鸿. 以可视化教学培养小学数学高阶思维能力 [J]. 教育家, 2023, (11): 46.

[6]董杰. 思政元素融入专业实践教学的路径探讨 [J]. 学校党建与思想教育, 2022: 54-57.

[7]曲丽荣. 项目教学法在教学实践中的探索 [J]. 中国科教创新导刊, 2008, (17): 95-96.

[8]白露露, 姚相宇. 应用型本科机器学习课程教学改革探索与实践 [J]. 河南财经学刊, 2024, 38 (05): 90-93.

[9]王兴梅, 赵一旭, 战歌. 新工科背景下机器学习课程思政建设的研究与实践 [J]. 高教学刊, 2022, 8(05): 193-196.

[10]李洁, 魏宇轩, 武妍, 等. 机器学习课程中递进式实验案例设计 [J]. 计算机教育, 2022, (01): 134-138.