

创新驱动产教融合的机器学习课程 教学实践初探

白文江 张乃江 封俊

太原学院智能科学与技术系, 太原 030032

摘要 针对传统机器学习教学中存在的形式单一、理论教学枯燥、不利于培养学生创新能力等诸多问题, 围绕教学方法、实验实训环境搭建、课赛融合、课程思政等方面, 提出了创新驱动产教融合教学改革措施, 融合线上自学, 注重线下推导, 产教融合、校企联动、课赛融通, 引导学生自主学习, 挑战前沿技术。机器学习课程的教学实践表明, 本改革措施可以显著地促进教学质量的提高。

关键字 机器学习, 产教融合, 创新驱动, 课赛融通

Exploring the Teaching Practice of Machine Learning Curriculum Driven by Innovation and Integrating Industry and Education

Wenjiang Bai Naijiang Zhang Jun Feng

Department of Intelligent Science & Technology of Taiyuan University,
Taiyuan 030032, China;
baiwen1979@qq.com

Abstract—In response to many problems such as the single teaching form of traditional machine learning, boring theoretical teaching, and being unfavorable for cultivating students' innovative ability, innovation driven integrated teaching reform measures have been proposed around teaching methods, construction of experimental and practical training environments, integration of class competitions, and ideological and political courses. The measures integrate online self-learning, focus on offline deduction, integration of industry and education, linkage between schools and enterprises, integration of class competitions, and guide students to learn independently, Challenge cutting-edge technology. The teaching practice of machine learning courses has shown that it has promoted the improvement of teaching quality.

Keywords—Machine learning, Integration of industry and education, Innovation driven, Course competition integration

1 引言

当前, 人工智能在工业、农业、医疗、教育和国防等各领域均发挥着重要的作用, 已经成为推动社会经济发展进步的重要推动力。国务院《新一代人工智能发展规划》已将人工智能上升为国家战略^[1]。为了引领高等院校聚焦全球科技发展的最前沿, 并持续增强人工智能领域的科技创新与人才培养实力, 教育部单独或携手其他部委发布了多项政策文件, 包括《高等学校人工智能创新行动计划》(教技[2018]3号)^[2]、《关于“双一流”建设高校促进学科交叉融合加快人工智能领域研究生培养的意见》(教研[2020]4号)^[3]以及《人工智能领域研究生指导性培养方案(试行)》(教研司(2022)6号)^[4]。截至2023年, 全国已有497所高校设立了人工智能本科专业, 同时有209所高校开设了智能科学与技术专业。

《机器学习》作为本科及研究生阶段人工智能专业人才培养的关键课程, 不仅具有深远的理论研究意义, 也拥有广阔的应用前景^{[5][6]}。在学术界, 诸如《Nature》、《Science》等顶级期刊纷纷推出了机器学习专刊; 在产业界, 闻名世界的麦肯锡全球研究院也强调, 机器学习将成为推动生产力和创新能力提升的下一波前沿技术, 并在模式识别、数据挖掘、计算机视觉等人工智能应用领域扮演着极其关键的角色。因此, 对于人工智能相关专业而言, 机器学习的教学质量对人才的培养具有决定性的影响^{[7][8]}。在2018年之前, 机器学习主要作为研究生课程进行开设。然而, 随着近年来本科阶段人工智能专业的设立, 机器学习课程已广泛纳入本科生教学计划。面对机器学习教学的新趋势和变化, 如何设定课程的教学目标和标准, 选择适当的课程教学模式, 创新教学方法和手段, 以提升课程教学质量, 已成为高校机器学习教学团队迫切需要解决的实际问题。

2 传统机器学习课程教学存在的不足

《机器学习》作为我校智能科学与技术专业的一门重要专业核心课程，主要讲授机器学习的基本理论和应用案例，培养学生运用机器学习相关算法解决实际问题的能力。传统上的《机器学习》教学，重点以教授理论为主，运用 Matlab 或 Python 调用其封装好的算法，以解决实际问题。以上做法，学生对机器学习中的各种算法实现无法追本溯源，更无法修改、乃至优化算法，很大程度上限制了学生的创新能力培养。因此对传统《机器学习》课程讲授的过程进行实践教学改革，对学生整个课程学习过程展开综合性评价已迫在眉睫。概括而言，传统机器学习课程教学主要存在以下问题：

(1) 理论教学内容枯燥，数学教学要求高。机器学习是一门涉及多领域的交叉学科，数学基础涉及概率统计、最优化理论、矩阵分析、信息论等知识，需高度重视提高学生的理论基础。只有深入理解其中的数学知识，才能游刃有余地选择合适的机器学习算法并恰当地应用到实际工程项目中。但在人才培养的具体贯彻执行中，凡涉及数学方面的教学内容，老师和同学都感到十分痛苦。

(2) 过分侧重于传统算法，而忽视最新研究进展。当前，大多数教材主要集中于介绍传统的机器学习理论，例如逻辑回归、线性回归、支持向量机和神经网络等。然而，在当今人工智能和大数据的时代背景下，处理海量数据并确保算法高效运行成为了一个迫切需要解决的现实问题，在这方面，传统算法显得有些力不从心。卷积神经网络、深度置信网络等前沿研究成果已经在应对这一挑战中显示出巨大的应用潜力，但这些最新的研究动态在相关教材中却未能得到充分的体现，导致教学内容与当前研究热点存在脱节。

(3) 未能适应产教融合的新趋势，不利于学生创新能力的培育。机器学习课程旨在鼓励学生将理论知识应用于实践，然而在实际教学过程中，往往忽视了学生应用能力和创新能力的培养。如何根据实际情况培养学生，实现教育与产业的深度结合，让学生能够将所学算法理论与框架工具灵活运用于解决实际工程挑战，从而提升学生的创新与开发能力，这始终是教学中的一个难题。

(4) 落后的考核方式，严重制约了学生的学习热情。由于产教融合的理念未能在课程质量评估体系和考核标准中得到体现，导致课程实践环节的考核要么过于偏重理论，与课程原本的教学目标不符；要么存在严重的抄袭现象，无法准确评估学生解决实际工程问题的能力，因此无法有效培养学生在实践中创新能力。

3 机器学习课程教学改革措施

传统的机器学习课程教学主要侧重于学生对基础理论的理解和掌握，这导致了学生虽然理论知识较为扎实，但实际操作能力相对较弱，不符合新时代产业对人才的要求。在新的教育形势下，尤其是应用型本科院校的人才培养，应当积极对接产业发展需求，将知识教育与实践创新能力培养紧密结合，为学生开辟多元化的成长与成功路径。

本文从面向产教融合、创新驱动的机器学习课程教学实践出发，从以下五个方面介绍已开展的教学改革措施。

3.1 融合线上线下教学，注重理论与应用的延展

由于传统机器学习授课先从数学复习章节讲起，导致后面模型与前面数学基础讲解的分离，学生不但感觉枯燥乏味，而且难以将模型框架与关键数学知识串联起来。针对以上教学问题，我们采用了线上线下相结合的方式解决。

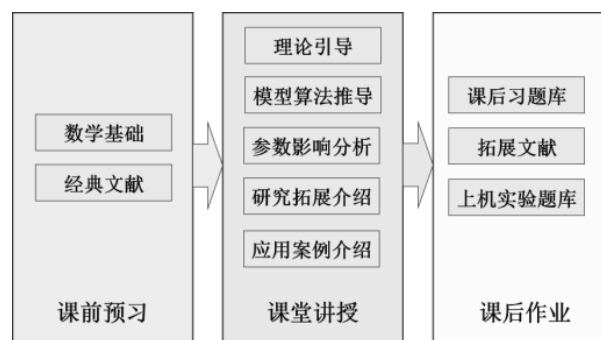


图 1 机器学习课前、课中、课后的授课全过程

具体方法如图 1 所示：课前提供丰富的线上课程资源和经典文献给学生，作为他们的预习作业。诸如中国大学 MOOC、Bilibili 或微课等平台提供的机器学习推导课程，这些教学资源种类繁多、内容充实，对数学模型的讲解循序渐进，从基础到深入，呈现了从零基础到完整推导的详尽过程，有助于学生系统性地掌握关键知识点。通过阅读精选的经典文献，可以帮助学生对机器学习技术的发展过程、历史背景等做感性了解，增加课程的趣味性。

在线下课堂的推演之前，教师应当对教学内容有一个全面而深入的理解，并进行充分的课前准备。在线下推演过程中，教师应与学生进行互动，共同演绎模型构建和问题解决的全流程，详尽地描绘出机器学习模型的整体架构，设计启发性的问题，引导学生思考模型的逻辑实现，帮助他们逐步领悟课前预习的数学知识在模型构建中的具体应用。例如，在讲解线性回归模型时，我们可以通过简化案例和抽象实际问题

的方法,使用面积与房价的二维空间关系来简化波士顿房价案例,将数学推导融入到整个案例的分析过程中,导出基本的线性回归公式,并详细解释模型求解的整个过程以及房价预测的实际应用效果。

结合课上分析的模型与案例,选择当下合适的热点文献推给学生,作为知识拓展。不但开阔了学生的学术视野,也进一步增加了学生对模型应用背景的了解。由于课上实验学时的限制,将实验以任务的方式分发给学生,限时完成,增加学生学习的紧迫感和成就感。

3.2 搭建合适的软硬件环境,强化实践教学

机器学习实践教学高度依赖计算资源,特别是高性能 GPU 服务器。不论是教学案例还是学生在实践中开发的智能模型,通常都需在内存超过 32G、显存超过 8G 的服务器上进行数十甚至上百小时的训练和优化计算,而常规的台式机和笔记本电脑远远无法达到这样的计算能力需求。因此,有必要构建一个能够满足实践项目需求的软硬件环境。

考虑到 Pytorch、PaddlePaddle、Tensorflow 等开源深度学习框架的硬件要求,我们设定了课程实践所需的 GPU 服务器的基本配置标准。为了给实践实验提供底层机器学习库的支持,我们在硬件平台上安装并配置了相应的软件环境,包括矩阵运算库、开源深度学习库等软件包。通过使用 Jupyter Notebook 开源软件包,我们建立了一个在线开发环境,允许学生在不需要本地安装 Python 编程环境的情况下,利用服务器的软件环境进行智能模型的设计和编码,并能实时进行代码调试。

在现行的机器学习实践课程教学中,过分强调利用现有程序代码解决实际问题的能力,却往往忽略了学生编程技能的提升和对模型算法的优化。当遇到无法直接应用现有方法解决的新问题,或者现有方法无法达到预期效果时,学生往往束手无策。在机器学习实践教学的改革中,我们积极探究如何有效提高学生的编程能力和算法优化水平。通过利用网络上的丰富机器学习开源代码资源,我们致力于培养学生的能力,使他们能够深入理解并分析程序代码,修改和提升算法性能。在借鉴和吸收现有资源的基础上,学生将能够设计出满足特定问题需求的算法和代码,并创新性地开发出具有可移植性的新算法。

3.3 产教融合,课赛融通

(1) 产教融合,校企联动,深入探究人工智能企业对人才的技能需求,重构机器学习课程的教学内容。

在机器学习等关键课程的建设、教师团队的培养、科技竞赛的策划以及前沿技术的研究等多个方

面,我们积极引入行业企业的参与,尤其是顶尖企业的技术资源和项目经验。通过这些合作,我们不断探索课程教学大纲的修订、课程内容的重构以及教学方法的革新,将企业的宝贵资源与高校的课程建设深度融合。这种融合不仅优化和提升了现有的课程体系,而且使机器学习课程成为了一个产教融合的典范,为学生提供了一个更加贴近行业需求、更具实践性和前瞻性的学习平台。我们致力于通过这种模式,培养学生具备解决复杂工程问题的能力,同时促进教师团队的教学科研水平,最终实现教育链与产业链的有机衔接,为社会培养出更多高素质、创新型的技术人才。

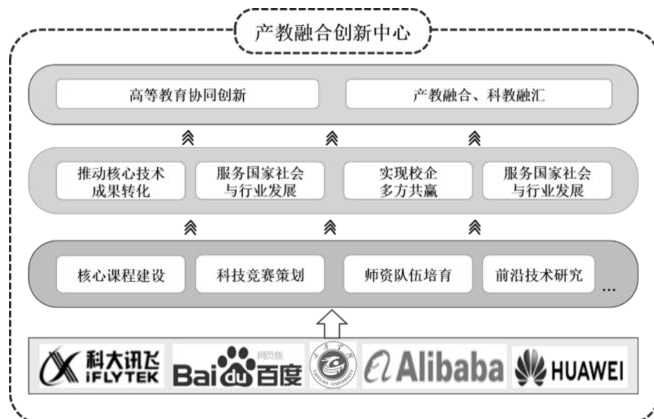


图 2 产教融合创新驱动的实现路径

具体来讲,产教融合创新驱动的实现路径如图 2 所示,主要做法为:

① 利用行业企业丰富的数据资源和工程项目优势,以人工智能学院为依托,共同建立人工智能—机器学习实验室,为产教融合的人才培养打造一个高标准的实验实训基地。

② 聘请具有丰富企业项目经验的工程师直接参与实践教学的授课工作,与企业合作共建课程教学团队,尤其在实验实训指导、项目案例分析、专家讲座等方面积极引入企业界的师资力量。同时,安排相应的校内青年教师协助实训教学,这样既促进了学生的培养,也提升了高校教师的课程教学能力。

③ 积极与企业进行协商交流,主动参与企业正在进行的研发项目。针对企业开发项目中难度适中且工作量适宜的部分,合理分配实践课题,让学生参与其中,为学生提供真实的实践操作机会,从而增强他们的实践创新技能。

④ 将产教融合、校企联动理念渗透到学生中心、成果导向、持续改进的人才培养流程中。充分利用企业资源,将企业优秀的工程技术、平台资源、价值理念与机器学习课程教学深度融合,推动高校教师科研成果转化,同时提升企业科技创新水平,服务国家回报社会,真正实现校企多方共赢。

(2) 课赛融通，拓宽创新创业渠道。

在机器学习课程教学中，我们课程组特别重视课赛融通的教学模式（如图 3 所示），采纳任务驱动、项目驱动、问题导向等教学法，将学科竞赛项目与理论教学、实验实践教学以及创新能力培养紧密融合，旨在培养学生自主学习、自主探索解决问题的能力，并通过这种方式激发学生的创新思维和实践操作技能。

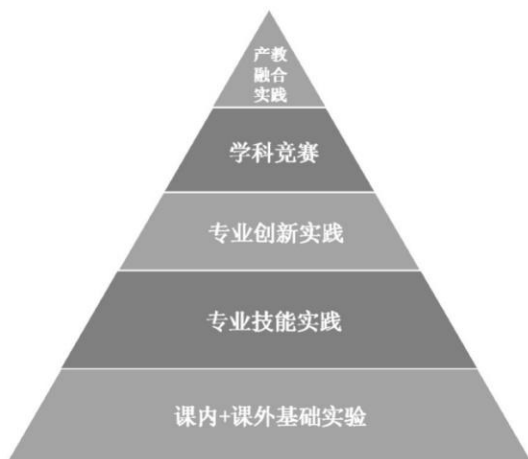


图 3 课赛融通产教融合的机器学习教学模式

根据学科竞赛对学生创新能力的要求，机器学习课内课外基础实验教学以经典算法为主，并延拓加入了前沿技术。专业技能实践主要关注学生代码分析、参数调优和算法实现等能力的培养。专业创新实践则要求学生针对实际问题，提出创新性的解决方案，设计完成至少一项智能系统的工作任务。依据能力培养的侧重点及难度，将学科竞赛分为基础、应用、创新三类。基础类竞赛在百度 AI Studio 等平台上训练学生，主要为日常机器学习的基础知识教学服务；应用类竞赛主要为该门课程的课程设计服务；创新类竞赛主要为挑战杯、互联网+等竞赛服务，训练学生综合解决问题的能力。

教学过程中，我们非常重视激发学生的参与热情，鼓励他们大胆尝试创新创业项目。通过产教融合，校企联动，充分利用企业优势资源和学校创新学院平台申报大学生创新创业项目和企业项目，营造良好的产学研氛围，拓展创新创业新渠道。

3.4 融入课程思政，引入科学家故事，培养学生的家国情怀

育人先育德，在机器学习课程教学中融入社会主义核心价值观、融入课程思政，润物细无声地影响学生的思想及行为，升华其精神，帮助其树立远大理想，使学生在学习人工智能基础理论的同时，坚定信仰、德才兼备、胸怀家国，培养学生的民族自尊心、自信

心和自豪感，培养能够承担民族复兴大任的新时代接班人（如图 4 所示）。

教学过程中，结合我国优秀传统文化，恰如其分地解释贝叶斯决策、回归、数据降维、聚类、分类等思想。如桃李不言，下自成蹊——《史记·李将军列传》，即好吃的桃李树下足迹多，在讲述密度估计时，可以引用它来说明样本多的地方，密度也大的问题。积极与管理、金融、能环等学院共同开发实践教学案例，将机器学习算法运用到相关专业背景中，优化提升他们的项目研发效果。举例深度学习之父 Hinton 研究卷积神经网络的历程，阿里云创始人王坚院士执着云计算终获成功的故事，引导和教育学生敢于探索，勇于创新，贡献国家，实现自我。

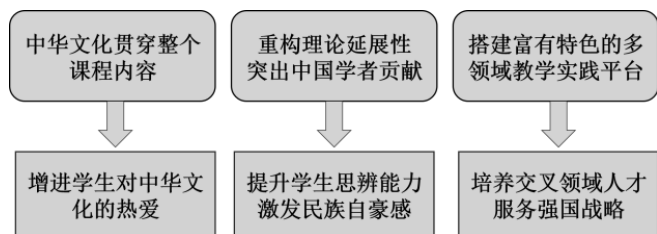


图 4 融入课程思政的机器学习德育培养目标

学生评语	
序号	
16	无
17	老师认真负责，讲解细致
18	杨老师，教学内容熟练，脱稿讲授，重点突出，逻辑性强，易于学生理解和接受，传授知识准确解详略得当，学生能主动思考，并积极参与课堂教学，师生互动效果好
19	好
20	老师辛苦了
21	认真负责
22	积极负责 教学经验丰富 教学方法多样化
23	很好
24	谢谢老师
25	老师认真准备每一节课，提前到教室，首先对上节课的知识进行回顾，然后学习新的知识，每章
26	无
27	老师很好
28	老师上课认真负责
29	非常优秀
30	非常好

图 5 机器学习授课班级学生评价反馈情况截图

4 教学效果

本课程自 2020 年在我系智能科学与技术专业开设以来，经过了三轮的实践教学。三个专业中，超过 95% 的同学在评教中给予了正面的评价（如图 5 所示）。

从学生参加学科竞赛来看,创新驱动产教融合的机器学习课程教学效果显著,所有学生均参加过百度AI Studio、天池大数据等平台赛事。在以人工智能应用为命题领域的竞赛中,我系学生在中国大学生计算机设计大赛、全国大学生智能互联创新大赛、中国机器人及人工智能大赛、全国大学生数学建模竞赛共获得全国一等奖2项、二等奖10项,三等奖8项,省级一等奖、二等奖和三等奖获奖总数达到78项,有力地激发了在校学生参加创新竞赛的热情。

从学生参加考研复试和就业方面来看,超过80%的学生认为机器学习教学在其研究生复试或公司技术面试中,为自己的成功上岸起到了正向加分作用,部分学生甚至认为起到了关键加分作用。

5 结束语

创新驱动产教融合的机器学习课程教学改革,围绕教学方法、实验实训环境搭建、课赛融合、课程思政等多个方面采取了有效的措施,促进了教学方式方法的改革。教学探索的实施过程中,对任课教师的实践动手能力提出了很高的要求,不但培养了学生,也锻炼培养了一支勤于思考、善于动手的教学队伍。从我校近三年的教学实践来看,对学生竞赛、创新创业、考研及就业质量的提升都有明显的优势,教学效果显著。

参考文献

- [1] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL]. (2017-07-08) [2022-01-23]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5216427.html.
- [2] 教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知 [EB/OL]. (2018-04-03) [2022-03-29]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html.
- [3] 教育部 国家发展改革委 财政部印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》的通知 [EB/OL]. (2020-02-24) [2022-02-19]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202003/t20200303_426801.html.
- [4] 关于印发《人工智能领域研究生指导性培养方案(试行)》的通知 [EB/OL]. (2022-07-27) [2022-08-02]. http://www.moe.gov.cn/s78/A22/tongzhi/202207/t20220729_649598.html.
- [5] 闵锋, 鲁统伟. “机器学习”课程教学探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2014(53):158-159.
- [6] 赵卫东, 袁雪茹. 基于项目实践的机器学习课程改革[J]. 计算机教育, 2019(09):151-154.
- [7] 面向本科“机器学习”课程教学改革探索[J]. 无线互联科技, 2020, 17(18): 3-6.
- [8] 本科机器学习课程教改实践与探索[J]. 计算机教育, 2015, 6(13): 63-66