

doi:10.3969/j.issn.1671-9247.2022.03.017

新工科背景下研究生机器学习课程建设研究

薛伟¹,陈国欢²,吴宣够¹,郑啸¹

(1. 安徽工业大学 计算机科学与技术学院,安徽 马鞍山 243032;
2. 安徽工业大学 国际教育学院,安徽 马鞍山 243032)

摘 要:机器学习是目前人工智能的核心领域,机器学习课程是人工智能学科的主干课程之一。研究生机器学习课程教学存在理论起点高、学生难以理解,培养过程与社会需求脱节等问题。通过教学内容重组、注重实践导向完成实验教学、实现课程教学双语化、加强全过程考核等方式加强课程建设。

关键词:新工科;研究生教学;机器学习
中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-9247(2022)03-0062-03

A Research on the Construction of Machine Learning Courses for Graduate Students under the Background of New Engineering

XUE Wei¹, CHEN Guohuan², WU Xuangou¹, ZHENG Xiao¹

(1. School of Computer Science and Technology, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243032, Anhui, China;
2. School of International Education, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243032, Anhui, China)

Abstract: Machine learning is the core field of artificial intelligence, and the course of machine learning is one of the main courses of artificial intelligence. There are some problems in the teaching of machine learning courses for graduate students, such as high theoretical starting point, difficulty in understanding knowledge and disconnection of the training process from social needs. Curriculum construction should be strengthened by reorganizing teaching content, focusing on practice-oriented experimental teaching, realizing bilingual teaching and strengthening the whole process examination.

Key words: new engineering; courses for graduate students; machine learning

一、引言

为了进一步落实国务院 2017 年 7 月印发的《新一代人工智能发展规划》提出的各项目标^[1],教育部 2018 年 4 月制定了《高等学校人工智能创新行动计划》^[2],引导高校强化基础,瞄准前沿,实现前瞻性研究和引领性原创成果的重大突破。针对高校人工智能领域科技创新工作主要体现在以下四个方面:聚焦并加强新一代人工智能基础理论和核心关键技术研究;加快建设人工智能科技创新基地;加快建设一流人才队伍和高水平创新团队;加大国际学术交流与合作力度。其中,第一个方面明确指出要重点推进数据智能、高级机器学习等基础理论研究,加快机器学习、深度推理等核心关键技术研究。机器学习作为人工智能的核心领域,受到了前所未有的重视,已成为计算机及相关学科最活跃的研究方向之一。目前国内高校在研究生培养方面还没有以机器学习为专业名进行招生的,但机器学习课程已成为计算机科学与技术、控制科学与工程、模式识别与智能系统等专业研究生的主干课程之一。“新工科”的提出为工程教育的理论和实践探索提供了一个全新视角。工科是本质,新是取向,既要把握好新,又不能脱离工科。工科的特色在于行动,新工科建设

必须着重培养学生工程创新能力和适应变化能力^[3]。新工科背景下,机器学习课程应当从传统的以教为中心转为以学生发展为中心,更加聚焦社会需求。

二、教学现状及存在问题

机器学习是人工智能的子领域,致力于研究如何通过计算的手段,利用经验或者过去的数据来改善系统自身的性能。经验通常以数据的形式存在,因此,机器学习研究的主要内容是关于在计算机上从数据中产生“模型”的算法,即学习算法^[4]。目前,机器学习已广泛应用于计算机视觉、自然语言处理、生物特征识别、医学诊断等领域。

机器学习作为一门交叉学科,涉及概率论、统计学、逼近论、矩阵论、凸分析、算法复杂度等多门学科^[4-6]。因涉及学科众多,学生深入理解机器学习方法的根本机制需要具备良好的数学基础。然而,大部分研究生在本科阶段所学的是计算机专业,尚未接触过矩阵论、凸分析等课程,数学基础相对薄弱,这给教学工作带来了一定的问题。

(一) 理论讲解起点高,学生难以理解

目前,国内比较经典的机器学习参考书有周志华编著的《机器学习》^[4]、Masashi Sugiyama 编著的《统计

收稿日期:2022-03-08
基金项目:安徽工业大学教育教学研究项目(2019jy22)
作者简介:薛伟(1986—),男,江苏南通人,安徽工业大学计算机科学与技术学院讲师,博士,硕士生导师。

机器学习导论》^[7],以及李航编著的《统计学习方法》^[8]。《机器学习》内容包括模型评估与选择、线性模型、决策树、神经网络、支持向量机、贝叶斯分类器、集成学习、聚类、降维与度量学习、特征选择与稀疏学习、计算学习理论、半监督学习、概率图模型、规则学习、强化学习等。书中推导有跳步,阅读该书需要较好的数学基础,否则很难进行下去。《统计机器学习导论》结构清晰、内容丰富,囊括了概率与统计、统计模式识别的生成式方法、统计机器学习的判别式方法,以及部分高级机器学习知识。该书致力于讲解数学背景和多种机器学习技术的实用化算法,阅读本书需要了解计算机科学、概率论、统计学等相关基础知识。《统计学习方法》侧重介绍一些重要且常用的方法,特别是关于分类和标注问题的方法,主要有感知机、近邻法、朴素贝叶斯、决策树、逻辑斯谛回归、支持向量机、AdaBoost、EM 算法、隐马尔可夫模型、条件随机场。该书各章内容相对独立、完整,方法推导完整,内容翔实,但仍需概率统计、数学规划、凸分析等方面的知识。充分考虑学生掌握知识的实际情况,笔者选用《统计学习方法》作为参考教材,并选取李董辉等编著的《数值最优化算法与理论》作为辅助教材进行授课^[9]。大多数机器学习方法(如感知机、朴素贝叶斯法、支持向量机等)涉及较为复杂模型推导及求解,理论起点较高。而在实际教学过程中,学生普遍对此理论推导缺乏一定的兴趣和热情。另外,本课程的授课时间为 40 学时,每周讲授 4 个学时,易导致知识的遗忘,不利于学生建立完整的知识体系,形成条理清晰的知识框架,反而容易使学生心理疲劳,产生厌学情绪。

(二)传统教学方法下学生被动接受

受授课学时的限制,教师往往采用传统的“填鸭式”教学方法以保证教学任务的完成。在有限的时间内,必须充分利用课堂时间才能保质保量地完成课程的讲授^[10]。板书有助于教师阐述和讲解教学内容,使学生容易接受。板书课堂教学内容的逻辑主线,是学生记学习笔记的主要依据,有利于学生理解和掌握知识。对于机器学习中众多模型的详细推导,学生可在课后查看所记笔记加深理解。但这样的教学方式也存在一些弊端,如学生只能被动接受教师预先设定好的知识点,学生的主观能动性得不到发挥,课堂缺乏一定的互动性,气氛相对沉闷。

(三)培养过程与社会需求脱节

由于课程内容较多,40 学时全部安排为理论教学,缺乏实验环节,学生工程创新能力没有得到培养。近些年,机器学习研究越来越受学术界和产业界的关注,机器学习创业公司也越来越普遍,这就使得机器学习领域理论的发展和技术革新速度大大超过了传统学科。机器学习涉及的算法众多,而课堂所讲的传统方法,待学生参加工作或投入一线研究时,其所学知识可

能早已过时。尽管目前社会上培训机构很多,但这种“速成式”的机器学习人才缺乏一定的知识体系,较难适应实际需求。机器学习的知识更新速度与其它的课程相比要快得多,而且它在人工智能领域的应用日新月异,如何应对这种变化是机器学习课程建设必须面对和解决的问题。

三、机器学习课程建设

当前,课程主要存在理论教学与社会需求衔接度不够、课程结构不合理、教学资源陈旧、教考模式单一等问题。新工科下的研究生机器学习课程改革迫在眉睫。针对新工科立德树入、继承创新、交叉融合、协调共享的人才培养目标^[3],围绕研究生机器学习课程教学内容重组、实践导向实验、课程教学双语化和教考全过程考核,“四位一体”开展课程建设(见图 1)。

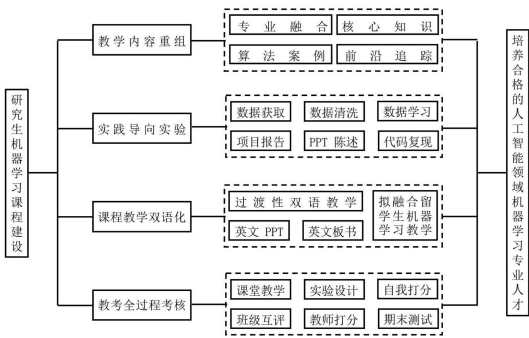


图 1 “四位一体”研究生机器学习课程建设框架图

(一) 教学内容重组

在充分调研国内外优秀教材和重点高校机器学习课程讲授内容的基础上,结合我校研究生的实际情况,重组教学内容。

内容 1:最优化方法,重点介绍与人工智能相关的优化方法,奠定从事机器学习研究的数学基础,使学生对最优化的理论和方法有一定的认识,以培养学生对实际问题的建模和求解能力。主要讲授凸优化、对偶性、梯度法、牛顿法、拟牛顿法等。

内容 2:概率统计,主要讲授(多维)随机变量及其分布、参数估计、回归分析、方差分析等。教学内容上兼顾概率统计在机器学习研究的新技术,使学生熟悉数据处理、分析、推断的基本方法,不断提高学生分析问题和解决问题的能力。

内容 3:机器学习,着重讲解经验风险极小化准则、模型评估与选择、决策树、神经网络、支持向量机、朴素贝叶斯、度量学习、特征选择、稀疏学习、在线学习、强化学习等。

内容 4:编程可视化,实现常见的机器学习算法,培养学生数据分析和数据挖掘的能力,帮助学生毕业后从事相关工作打下基础,提高学生适应社会的能力。

内容 5:顶会论文研讨,可以保证前沿知识得到及

时传授。在人工智能领域,顶会逐渐成为最新研究成果优先发表的地方。顶会更重视知识的新颖性、思想的原创性,有利于新方法的传播。目前,公认的机器学习国际顶会有 ICML, NeurIPS, AAAI, IJCAI, COLT, UAI, AISTATS 等。国内比较著名的是“机器学习及其应用”(MLA)系列研讨会, MLA 本着“学术至上、其余从简”的原则,不征文、不收费,迄今已举行 16 届,近年来参会人数超过千人。定期的对顶会论文进行研读和宣讲,可以跟踪领域最新动态,激发学生研究兴趣。

通过重组后的授课内容使学生可以掌握机器学习理论的有关知识,在实践中能利用所学方法进行学习模型的构建,并利用所学算法进行模型求解。

(二) 注重实践导向完成实验教学

完成正常教学内容后,安排一次实验(大作业)引导学生进行探索和实践,达到学以致用目的。该部分主要针对真实应用的描述(如人脸识别、车牌识别等),撰写一份基于机器学习技术的报告。报告需要是一套完整的实验流程,包含数据采集、预处理、模型设计、模型训练、模型评价、结果分析等。实验评价时,需要做到多角度、全方位评估,如代码的可复用性、报告的可读性、PPT 的陈述、工作量是否饱满等。在 PPT 的陈述环节,学生不仅可以展示自己,还能了解到其他同学解决实际问题的思路。通过大作业的方式在实践中提升学生学习和思考的能力,同时也兼顾学生团队合作精神 and 表达能力的提升。

(三) 课程教学双语化

为培养研究生国际学术交流的能力,对课程采用双语教学显得尤为重要。在新工科背景下,机器学习课程教学双语化在教学内容与方法上与其研究型教学有着较好的契合性。比如,在顶会论文研讨环节,学生阅读的都是英文文献,这种课程双语教学模式是提升学生英语水平的有效途径。

此外,随着我国高等教育国际化水平不断提高,来华留学生规模持续扩大。来华留学生教育是学校国际化战略重要内容,2014 年,我校正式启动来华留学生招生工作,且于 2018 年顺利通过全国来华留学教育质量认证。目前,我校已有来自亚洲、非洲、欧洲等多个国家的留学生,生源国数量增加至 46 个^[11]。采用开放式双语课程教学模式,中外学生一起上课,不但可以增强中外学生的课堂互动,提高研究生的口语表达能力,同时也有助于研究生科研交流能力的提升。

(四) 加强全过程考核

本课程以往采取的是开卷考试的考核方式。由于教学内容多,笔试往往侧重于对学生理论知识掌握情况的考核,忽视了对学生应用能力的考查,如问题建模能力、程序设计能力等。这种量化的终结性考核方式

逐渐影响到课程教学质量。2018 年 9 月,教育部印发了《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》^[12],其中第 12 条明确指出,“加强考试管理,严格过程考核,加大过程考核成绩在课程总成绩中的比重。健全能力与知识考核并重的多元化学业考核评价体系,完善学生学习过程监测、评估与反馈机制”,这也为高校开展研究生课程考核改革指明了方向。应当强化过程考核、形成性考核,要改变一次考试定结果的终结性考核。

四、结语

机器学习课程是人工智能方向研究生课程体系中的重要核心课程之一。人工智能新业态与机器学习新技术层出不穷,新工科驱动下研究生机器学习课程的建设更是一个长期而艰巨的任务。积极开展课程重建,在教学内容选择、教学手段和课程考核等方面进行探索,以提高学生的工程创新能力和适应变化能力,培养出新工科背景下满足人工智能市场需求的机器学习人才。

参考文献:

- [1] 新一代人工智能发展规划[EB/OL]. (2017-07-20)[2021-10-20]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/20/content_5212064.htm.
- [2] 高等学校人工智能创新行动计划[EB/OL]. (2018-04-10)[2021-10-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [4] 周志华. 机器学习[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [5] Tom M. Mitchell. Machine Learning[M]. McGraw Hill, 1997.
- [6] Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms[M]. New York: Cambridge University Press, 2014.
- [7] Masashi Sugiyama. 统计机器学习导论[M]. 谢宁,等,译. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [8] 李航. 统计学习方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [9] 李董辉, 童小娇, 万中. 数值最优化算法与理论[M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- [10] 王世利, 王智慧. “填鸭式”教学方法辨正[J]. 学理论, 2012(33): 225-226.
- [11] 赵晴晴, 戴俊霞, 胡善贵, 等. 来华留学生管理信息化建设的实践[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2019, 36(4): 110-112.
- [12] 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. (2018-10-17)[2021-10-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html.

(责任编辑 文双全)