

《机器学习》课程建设的探索

庞国楹, 胡宝安, 刘佳, 刘俊, 郭彦

陆军军事交通学院, 天津

收稿日期: 2022年4月19日; 录用日期: 2022年5月20日; 发布日期: 2022年5月30日

摘要

针对“机器学习”课程涉及基础理论学科较多, 教学过程中理论与实践融合度不够等问题, 本文以突出实践应用, 培养学生自主学习能力和探索创新能力为目标, 提出了构建适合多层次学生的基础知识理论的框架设计思路, 采用框架式、启发式和探索式教学等多种理论与实践相结合的教学手段, 以及全过程的考核方式, 对机器学习课程建设进行了多角度的探索。这有利于培养学生运用数学基础理论和人工智能方法对实际问题进行分析研究的能力, 提升学生定量分析、数学建模和自主学习的能力。

关键词

机器学习, 人工智能, 案例驱动教学法, 创新能力

Exploration of the Machine Learning Course Construction

Guoying Pang, Baoan Hu, Jia Liu, Jun Liu, Yan Guo

Army Military Transportation University, Tianjin

Received: Apr. 19th, 2022; accepted: May 20th, 2022; published: May 30th, 2022

Abstract

This study highlights the practical application for the problems of “machine learning” courses involving many basic theoretical subjects and insufficient integration of theory and practice in the teaching process. It cultivates students’ independent learning, exploration, and innovation abilities. The basic knowledge theory frame design is suitably put forward for multi-level students. Frame, heuristic, and experimental teaching methods are adopted to combine theory with practice. Moreover, the machine learning course construction is explored from many angles using the whole assessment process. It is beneficial to cultivate students’ abilities to analyze and research practical problems by applying fundamental mathematical theories and artificial intelligence methods. It

improves students' ability in quantitative analysis, building mathematical models, and independent learning.

Keywords

Machine Learning, Artificial Intelligence, Case-Driven Teaching Approach, Innovation Ability

Copyright © 2022 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

被公认为开启“人工智能”领域新纪元的达特茅斯会议，召开于1956年8月，由人工智能与认知学专家 Marvin Minsky、信息论的创始人 Claude Shannon、计算机科学家 Allen Newell、诺贝尔经济学奖得主 Herbert Simon 以及 John McCarthy 参加。该会议讨论了自动计算机、如何为计算机编程使其能够使用语言、计算规模、神经网络、随机性等方面内容。在过去的半个世纪内，人工智能推动了世界的多次技术改革和创新。而活跃在人工智能各个分支领域的机器学习，作为人工智能的核心，在促进了众多行业快速发展的同时，已成为当今数字化智能化时代的热门领域之一，同时也成为世界众多国家重要的发展战略[1]。

在维基百科以及众多文献[2][3][4][5]中可以看出，机器学习(Machine Learning, ML)是计算机从人类现有生活和工作的经验数据中，发现其内在的发展和变化规律，通过归纳、总结、建立相关数学结构模型，模仿人类的生活、学习或工作等各类行为；从而在取得知识或技能的过程中，重构完善包括知识体系和思维结构等方面的自身性能，最终实现对未知的研判。因此，机器学习的技术发展需要高校与时俱进，积极研究推动发展的关键技术，培养具有理论与应用实践能力的人才。北京大学2003年首次申报了“智能科学与技术”本科专业，2004年开始了招生工作。2012年全国智能科学技术教育暨教学学术研讨会上，专家提出要加速建设人工智能方面的相关本科课程。最近几年，我国相继颁布了相关政策进一步推进了该领域的发展，比如：《新一代人工智能发展规划》(2017年)、《高等学校人工智能创新行动计划》(2018年)，以及最新的“十四五”发展规划中也提到了相关领域的应用和发展。同时，国内高校教师也在进行各种尝试和研究。北京大学邓志鸿等[6]通过分析面向智能科学专业机器学习课程的实际学情，指出需加强“以问题为导向”的教学方式和方法、“由点带面”的课程内容设计思路、以及“以实际应用为目的”的课程研发等几方面的教学要领。中国地质大学蒋良孝[7]结合2019年新修订的人才培养方案，提出了适合于该课程的新的教学目标、教学内容、教学方法、教学评价与考核方法。中山大学等[8]针对机器学习通识课程的教学情况，提出选择Python作为实践教学工具，探讨了能够更加适应当今大学生现状的案例教学、在线课堂和综合考核方式等方面，有利于即时管理课堂，培养学生的综合能力，对课程进行全过程的考核，有利于提升教学效果。东南大学李大威等[9]以数据分析与机器学习课程为例，介绍了教学过程如何采用案例式教学方法，以及相关国家实验室的条件等方面的教学特色工作，以及学生在开放的东华大学—西门子先进自动化实验室实现机器学习算法的案例编程。

结合上述相关政策和教学实践，本文以学生为中心，针对机器学习课程的教学现状，分析教学中存在的问题，提出该课程建设的主要措施；并且通过该课程的学习，引导学生从机器学习的基本概念和数学模型入手，快速形成对机器的整体认识和理解，培养学生结合数理概念和机器学习理论认

识实际问题的能力，增强学生运用数学基础理论和人工智能方法对实际问题进行定量分析和自主学习的能力。

2. 教学现状

在理论方面，机器学习涉及微分学、积分学、代数学、概率论、随机过程、优化理论等多门学科的交叉[10]。在应用技术方面，机器学习涉及程序设计、程序分析、算法分析、模式识别、数据挖掘以及大数据处理等方法基础[3][5]。因此，机器学习课程不仅要介绍基础理论和原理，更重要的是要培养学生利用数理概念和机器学习理论认识实际问题的能力，在学习基础理论过程中领悟知识精华，在实际操作实现过程中提升应用能力，从而能够实现学以致用目的。

2.1. 理论教学环节存在的问题

由于“机器学习”的基本原理和运算机理涉及复杂的数学基础理论和数学模型，这对学生的基础知识，以及算法设计、程序实现等能力具有很高的要求，这就需要对相关数学理论进行深入探究。但是，由于在经典的数学理论方面，新的教学方式、教学手段以及线上线下教学等应用不够，教师的教学和科研水平参差不齐，学生对理论知识理解不到位，对基础理论缺乏兴趣与热情，造成前导课程基础薄弱掌握不牢固，从而使学生在掌握机器学习理论、方法、模型，以及解决实际问题等方面存在很多困难，而且机器学习课程教学过程还受课程特点、课时限制等多个因素影响，造成了开设机器学习课程具有极大的挑战性。

2.2. 实践教学环节存在的问题

在教材和实践指导方面，现有的机器学习专著和教材起点较高，不易理解，专业领域较强，无法达到深化理论知识、培养实践能力的目的。在编程方面，程序完整度不够，编程理论讲解不够细致，学生对实验程序编写具有畏难情绪。受传统教学理念、教学硬件条件和教师科研实践能力所限，现行的教学方法只能停留在表面层次，无法实现学生深层次理解相关知识，很难有效的提高学生分析解决问题的能力。而且，由于机器学习涉及面广，存在教学定位模糊的现象，再加之现有的“教与学”、“教与用”“基础知识与专业知识”等相分离的教学现象，学生通过该课程的学习无法达到理论与实践相结合的教学目标[11]。

3. 机器学习的教学探索

面对机器学习在各行各业的快速发展，相关人才的培养以及各层次课程的建设，越来越重要。基于上述分析，结合实际教学经验，本部分将围绕现行教学过程中的问题，提出能够融合多学科知识体系，适应工科类学生实际的新型教学模式，通过提升学生自主学习能力，有针对性的探索、分析和解决影响学习质量的相关问题，尝试性的取得部分教学成果。

3.1. 细化教学目标，整合教学内容

遵循教育教学的发展规律，以培养自主学习能力为牵引，以机器学习在实际中的应用为导向，以机器学习模型、原理和算法为主线，按照理论与实践相结合的设计思路，将其分为四大模块展开教学，即数学基础模块、监督学习模块(线性模型、神经网络、支持向量机等)、无监督学习模块和强化学习模块。通过本课程的学习，了解机器学习的发展历程(如图1所示)，掌握基本概念、术语、算法实现的基本流程以及数据预处理的基本方法；理解机器学习课程所涉及的数学基础(如图2所示)，掌握 Matlab 软件实现相关基础知识的基本操作命令；了解神经网络、支持向量机以及强化学习等基本概念，理解算法结构的

框架，掌握程序实现的方法，会运用 Matlab 软件计算求解问题。在学习过程中，通过基本概念的讲述、基础理论的论述、以及基本编程的操作和实现，促使学生会用机器学习的思维方法去观察分析、理论结合、编程实现解决简单的实际问题，提升逻辑推理和自主学习的能力。

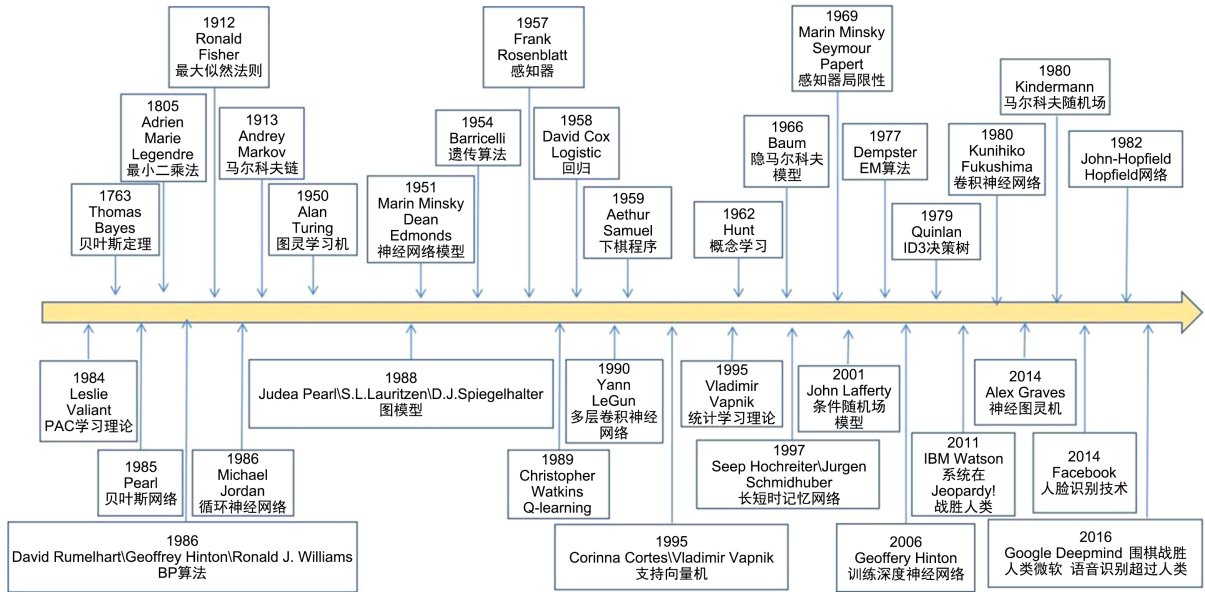


Figure 1. Development of machine learning
图 1. 机器学习的发展历程

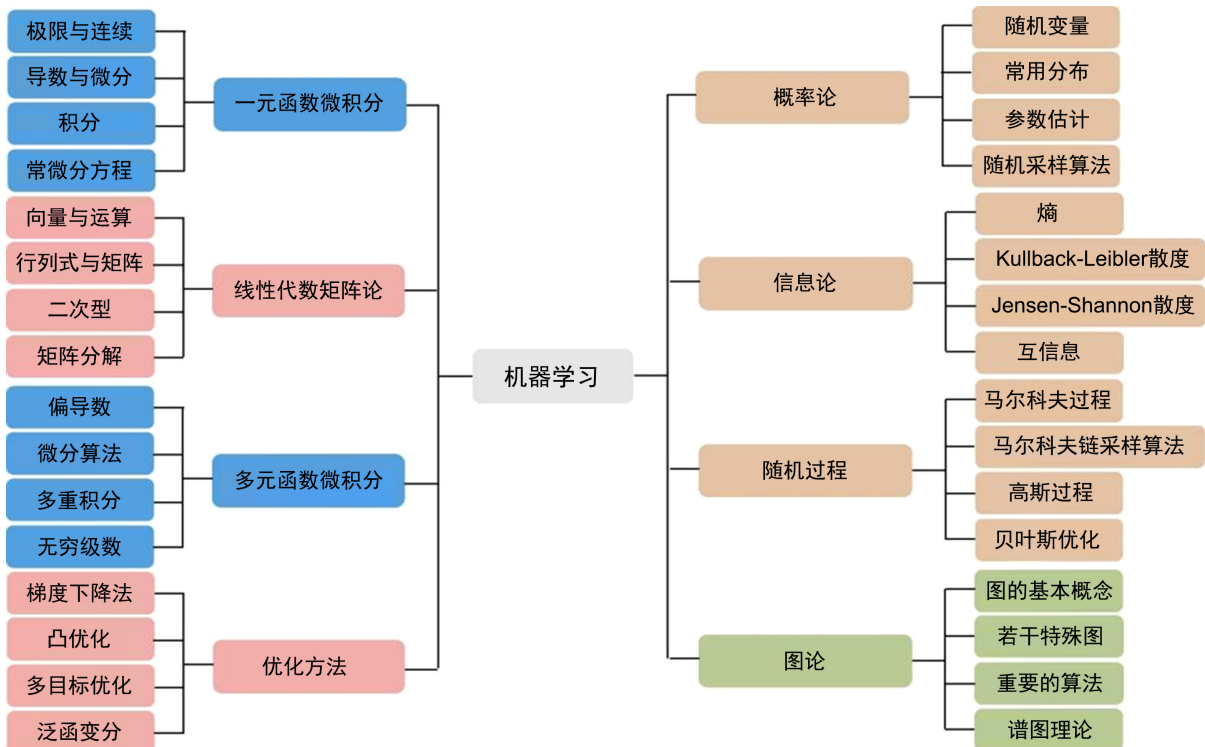


Figure 2. Partial mathematical theory of machine learning
图 2. 机器学习的部分数学理论

从整体来看，机器学习的预备知识和理论基础主要讲述相关数学基础，以及应用模块(非监督学习、监督学习和强化学习)的基本概念和编程程序。其中，教学重点包括机器学习相关概念，以及进阶模型的强化学习、基本程序框架结构和算法实现。教学难点是各类思想方法的融会贯通及方法的实际应用。

3.2. 改进教学设计，培养创新能力

本课程教学依据教学大纲和人才培养方案，以培养学生的自主学习能力和实际应用能力为抓手，在完成教学任务的同时，积极融入“思政元素和信息元素”，注重人才的全面培养。教学过程总体设计上按照整体教学法的思路组织实施，即紧紧围绕课程的主要矛盾对教学内容进行整合和重构。下面从内容设计、方法设计和组织设计三个方面进行具体描述。

1) 在内容设计上，以机器学习中的数学理论和程序算法为重点，以解决实际问题为中心，通过框架式教学[11]，使学生认识到知识的架构，深入理解知识的整体性和内在逻辑。以概率论知识体系简图为例，如图3所示，在授课过程中，通过知识点之间的关系，让学生了解相关的样本、算法、基本定理等知识结构。同时，注重思想方法、思政元素和信息元素的渗透。例如，在讲解机器学习中“决策树”的基本算法、剪枝策略等内容时，引入“分而治之”和“关键抉择”的思想，引导学生感悟生活亦是如此，困难面前不退缩不放弃，静心分析问题实质，分解问题优化策略，培养学生不断探索的精神。在讲授优化理论部分的解的性质时，通过分析非唯一性和时变性，培养学生不畏艰难，勇于探索的科学精神。

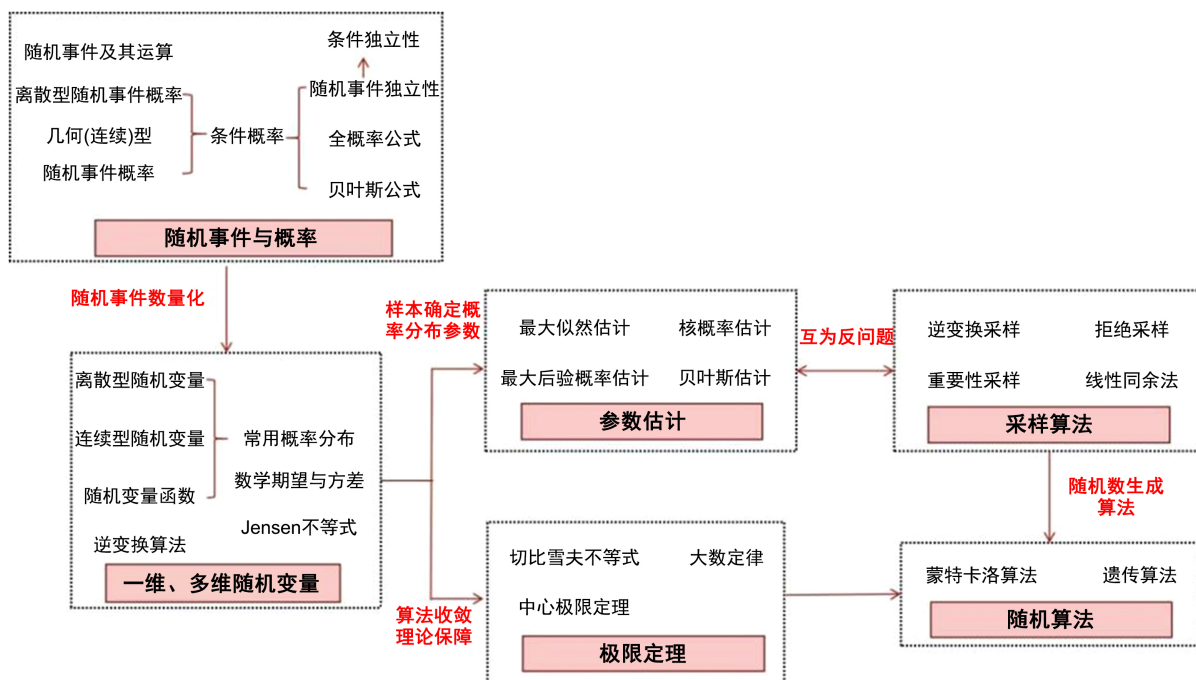


Figure 3. Machine learning—schematic of the probability theory section

图3. 机器学习——概率论部分的简图

2) 在方法设计上，以学生为主体，适度采用框架式、启发式和探索式等教学方法，鼓励学生尝试编程设计和算法实现。例如，在讲解机器学习的最优化理论时[11]，如图4所示，采用“案例分析 + 理论讲授 + 程序编程 + 算法实现”的教学模式，通过“要解决什么问题”、“提出了什么想法”、“设计了什么思路”、“解决了什么问题”和“得到了什么结论”的教学思路，启发学生探索算法的构建以及它们之间的关系，以及相关理论的发展脉络；进一步引导学生去体会创新，领略创新，进而尝试创新。

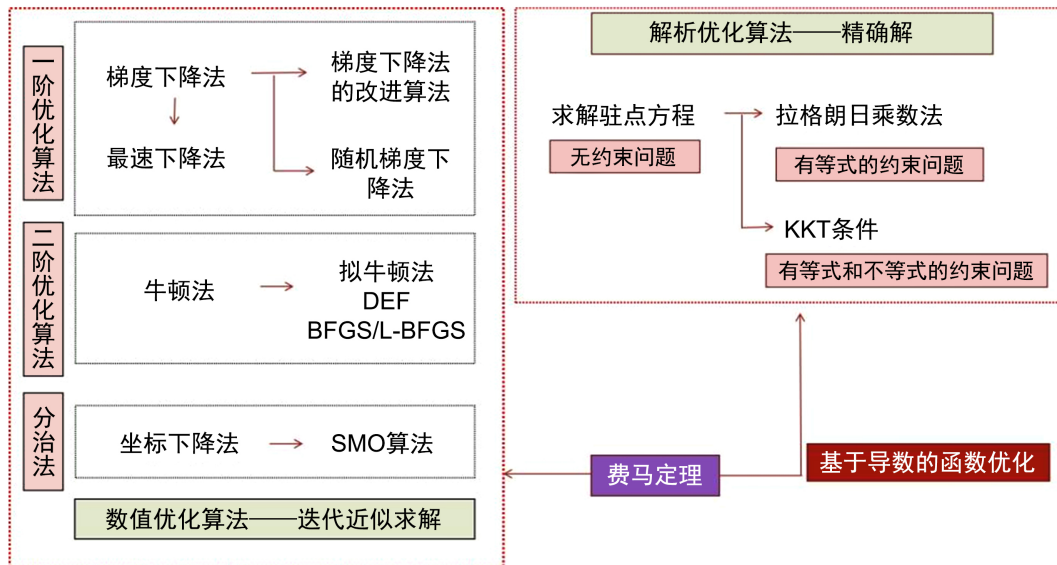


Figure 4. Optimization theory of machine learning
图 4. 机器学习的最优化理论

3) 在组织设计上，采取知识学习与能力提高相结合的方式，突出应用，强化实践，提高教学效果。在教学过程中，优化案例的设计，编辑可运行的程序，注重沟通交流。例如，在现有的数学基础理论的 GUI 可视界面的基础上[12] [13], 如图 5 所示, 以基于 Matlab 软件的概率论基础的 GUI 可视化界面为例, 通过理论与实验操作相结合, 对初始数据进行采集和整理, 然后对缺失或异常数据进行处理, 接着采用数据分类或者聚类讨论, 进一步实现相关规则的 GUI 可视界面上的可视化操作; 从数据中寻找满足实际的理论学习模型, 运行机器学习过程, 对多种方法的实施步骤以及利弊进行分析讨论。

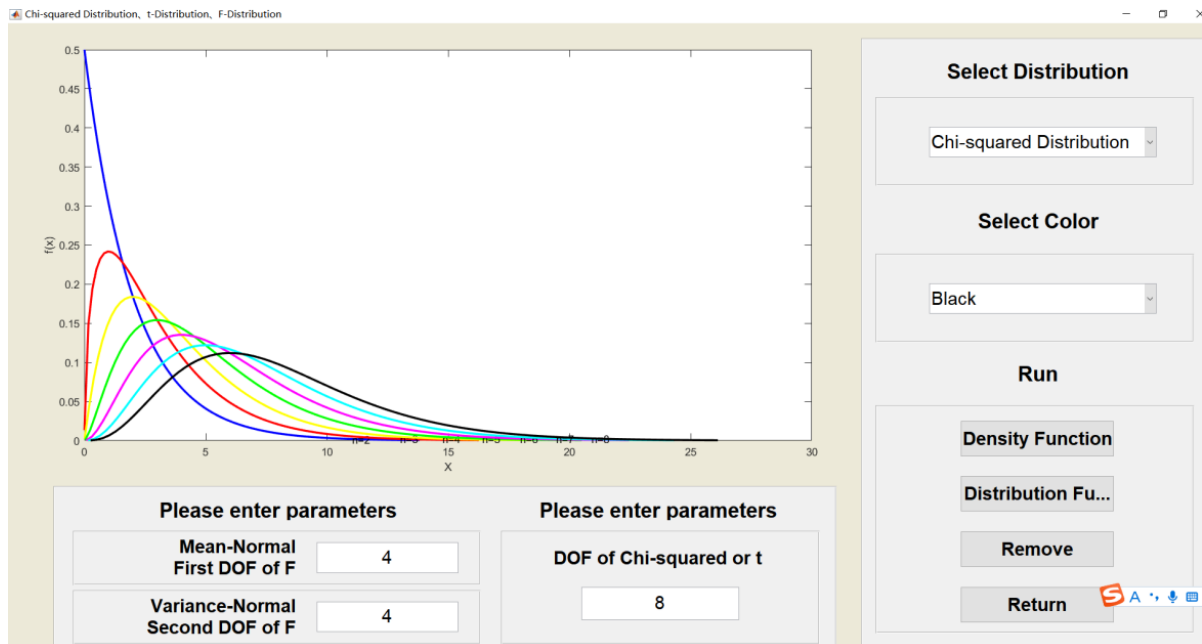


Figure 5. Matlab GUI visual interface based on probability theory
图 5. 基于 Matlab 软件的概率论基础的 GUI 可视化界面

3.3. 融合多种教学手段，进行全过程考核

采取理论讲授、自主学习、程序研究等方式，将最新的学术前沿科技报道和高质量的论文引入教学过程，采用多种形式的视频教学、云课堂等网络共享的课程资源，运用雨课堂、虚拟技术等新的教学手段，提升教学效率。

Table 1. Comprehensive assessment items and weight
表 1. 综合评定考核项目与权重

课程考核	形成性考核		终结性考核
	课堂表现	平时作业	
考核内容	签到情况、听课情况、积极回答问题、与教员互动情况	案例研讨总结、相关资料查询和整理	撰写论文
考核方法	表现记录	提交整理材料	提交论文，包括算法实现、问题论述、解决方案
分值占比	15%	15%	70%

在考核方面，以形成性和终结性两种考核相结合的方式进行(如表 1 所示)。形成性考核为课堂表现和平时作业，以实际记录和提交整理材料为主要形式，占总成绩比重为 30%；在课堂内授课内容或查阅相关资料寻找的一个观点，撰写论文为终结性考核，占总成绩的 70%。将考核渗透到教学过程的各个环节，引入激励机制，促使学生主动提问题、参加讨论，开设积极活跃的教学环境。

4. 结语

本文结合实际学情，在教学目标、教学内容、教学设计以及教学考核等多方面探索了机器学习课程的教学措施，通过基本原理和方法，分析解决实际问题，培养学生自主探索新方法、新技术的学习能力；以科学的方式方法，引导开展各项教学工作，在活动中融入家国情怀、科学精神、哲学思想和价值理念，促进了学员素质全面提升，实现了全方位育人。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 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]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html?from=groupmessage&isappinstalled=0, 2018-04-03.
- [2] 王东. 机器学习[M]. 北京: 清华大学出版社, 2021.
- [3] Phil Kim. 深度学习: 基于 Matlab 的设计实例[M]. 邹伟, 王振波, 王燕妮, 译. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2020.
- [4] 周志华. 机器学习[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [5] 迈克尔·帕拉斯泽克, 斯蒂芬妮·托马斯. Matlab 机器学习人工智能工程实践[M]. 原书第 2 版. 陈建平, 译. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [6] 邓志鸿, 谢昆青. 机器学习课程的教学实践——以北京大学“智能科学与技术”本科专业为例[J]. 计算机教育, 2016(10): 18-19+62.
- [7] 蒋良孝. 机器学习课程教学的实践探索[J]. 理论前沿, 2019(27): 13-15.
- [8] 王变琴, 孙雪冬, 陈薇薇, 刘陂. 机器学习通识课程建设与教学实践探索[J]. 计算机教育, 2019(12): 85-88+107.
- [9] 李大威, 艾欣. 数据分析与机器学习课程的案例式教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(2): 186-190.

- [10] 雷鸣. 机器学习的数学[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [11] 胡春龙, 吴陈, 左欣, 陈建军, 王长宝. 研究生“机器学习”课程教学改革研究[J]. 教育教学论坛, 2019, 3(10): 99-100.
- [12] 罗华飞, 邵斌. MATLAB GUI 设计学习手记[M]. 第 4 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2020.
- [13] Matlab 中文论坛. <https://www.ilovematlab.cn/>