

人工智能类课程在线实践教学平台构建研究

王伟, 单慧, 雷晓艳, 秦东霞

周口师范学院网络工程学院, 河南 周口

收稿日期: 2023年4月18日; 录用日期: 2023年5月31日; 发布日期: 2023年6月9日

摘要

人工智能类课程(如计算机视觉、机器学习等)实践教学由于涉及不同类型的数据以及复杂的算法设计与运算, 在实际中通常难以通过在线的形式设置实践教学项目, 进而不利于学生创新与实践能力的提高。为解决此问题, 着重从框架设计、内容设置、资源共享与项目管理四个方面对当前人工智能类课程在线实践教学平台存在的共性问题进行分析并提出以开放、共享、创新、协作为特色的人工智能类课程在线实践教学平台建设思路, 同时以“机器学习”课程在线实践教学平台建设为例, 对此类平台在培养学生认知、创新与实践能力中的应用方法与成效进行探讨, 以期为其他高校相关平台的建设提供思路与参考。

关键词

实践教学, 虚实结合, 人工智能

Research on the Construction of the Online Practice Teaching Platform of the Curriculums Related with Artificial Intelligence

Wei Wang, Hui Shan, Xiaoyan Lei, Dongxia Qin

School of Network Engineering, Zhoukou Normal University, Zhoukou Henan

Received: Apr. 18th, 2023; accepted: May 31st, 2023; published: Jun. 9th, 2023

Abstract

For the experimental teaching (e.g., computer vision and machine learning) of the curriculums related with artificial intelligence, it is frequently difficult to set practical teaching projects in an on-

line manner and improve the students' innovation and practice abilities due to different types of data and complex algorithm design and computation. To address this problem, in this paper, the common problems, including framework design, content setting, resource sharing and project management, existing in traditional online practice teaching platform of the curriculums related with artificial intelligence are first analyzed, followed by the construction idea of the online practice teaching platform with the characteristics such as openness, shareability, innovativeness, cooperation for the curriculums related with artificial intelligence. Furthermore, taking the online practice teaching platform of the Machine Learning curriculum as an example, the application methods and achievements of such platforms are discussed on cultivating the cognitive, innovative and practical abilities for students. This could provide some ideas and references for other universities to construct the related platforms.

Keywords

Practice Teaching, Virtual-Real Integration, Artificial Intelligence

Copyright © 2023 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

人工智能类课程作为诸多新工科专业(如智能科学与技术、机器人工程等)的核心课程,其实践教学设置的直接影响着专业建设与人才培养的质量[1]。在实际中,此类课程由于涉及较多的抽象理论及复杂的算法设计与运算,其理论与实践教学很难在规定时间内完成;此外,由于实体实验室存在的时间与空间受限、实验方式单一、数据采集与共享困难以及实验过程不易控制等问题,不但导致教师难以进行实践教学的创新,而且也严重影响着学生创新与实践能力的提高[2]。在线实践教学作为高校实践教学体系的重要组成部分[3][4],通常可作为实体实践教学的有益补充而实现线上线下教学相融合的个性化、智能化与泛在化实践教学新模式[5]。然而,由于人工智能类课程的特殊性,目前国内尚未建设有“以学生为中心”且具开放、共享、创新与协作等特色的人工智能类课程在线实践教学平台(下文简称智能实践平台)。从根本上而言,制约智能实践平台建设发展的主要原因在于:① 人工智能技术涉及较多学科交叉且更新较快,相关课程的教学对教学内容的设置以及教师的专业技能与授课水平要求较高。② 课程实践教学对类型多样且足量的实验数据构造、学生自主进行算法创新与应用、实验时间等条件要求较高。

针对以上问题,本文围绕智能实践平台[6][7][8][9]建设中的框架设计、内容设置、资源共享以及实验管理等问题展开研究,着重探索可有效提高学生认知、创新与实践能力[10]且具开放、共享、创新与协作特色的智能实践平台建设思路;在此基础上,进一步以“机器学习”课程在线实践教学创新平台为例探讨智能实践平台的具体应用方法与成效。

2. 建设问题分析

根据前期调研发现,国内智能实践平台建设主要存在以下共性问题。

1) 框架由于设计不合理而难以满足教学需求。人工智能类课程实践项目涉及不同类型的实验数据以及复杂算法的设计与应用,其教学目标应明确突出学生创新与实践能力的培养。然而,建设者由于技术能力有限或为实验管理方便,在设计中普通采用“填鸭式实验项目”形式(即指定实验数据与实践目的以

让学生按规定模式完成实践项目)的框架,无法体现数据构造的自主性、算法创新与应用的灵活性与可持续性。在实际应用中,此类平台不但无法促进学生创新与实践能力的培养,而且难以激发学生的学习兴趣与调动学生的学习主动性。

2) 实践教学内容由于设置不当而难以推广与应用。人工智能类课程实践内容应根据人才培养目标与教学要求以及“虚实结合、优势互补”的原则有针对性地进行设置,要切实考虑到实体实验室无法或难以完成的实验(如层析 SAR 三维成像、室内定位等虚拟仿真),避免不必要的重复建设。然而,建设者仍以实体实验室中可完成的基础性实验作为虚拟实验的核心内容,不但导致建设后的平台难以推广与应用,而且无形中造成严重的经费浪费。

3) 实践教学资源由于缺乏统一标准而难以共享。与其他平台不同,人工智能类课程实践教学资源以不同类型的数据与算法为核心,不但要突出较强的可扩充性与可共享性,而且要兼顾计算、存储等特殊资源的调度与优化。然而,建设者均以各自的需求建设相关实践教学资源而缺乏统一的标准,进而难以实现不同平台之间的无缝衔接以及不同资源的深度融合(如“图像语义标注”实践项目相关数据与算法无法与其他平台共享),不但限制了学生创新与实践能力提高的空间,而且也导致严重的资源浪费。

4) 实践教学管理由于缺乏开放与协作而难以实现平台建设的可持续性。人工智能类课程实践教学应以“产、学、研、转、创、用”为发展目标,不仅要满足日常教学需求,而且应与科研机构与企业保持较高的协作性,尽最大可能地融合多方资源与技术力量,这不但有利于平台建设的可持续性,而且可将实践教学中的算法转化为应用与产品,真正体现出人才培养的意义。然而,建设者仍以满足教学需求为主要目的,在实践教学管理上无法做到高校、科研机构与企业的多渠道协作以及科研、教学与产品开发的多维度共创。

3. 建设思路探索

根据人工智能类课程的特点及新工程背景下相关专业人才培养目标,在遵循“虚实结合,相互补充,能实不虚”建设原则[11]的基础上,智能实践平台建设应做到以下四点:

3.1. 突出培养目标,提高框架设计的规范性

智能实践平台的建设应以实体实践教学与在线实践教学的有机融合为基础,重点突出学生认知、创新与实践能力的培养以及实践教学的学生主体性[12]与质量保障的有效性[13]。在其框架设计中,如图1所示,不但要考虑到不同模块之间的相辅相成及可扩展性,而且应权衡数据、算法等特殊资源的统一化与协作式管理。整体上,智能实验平台框架应具备以下三个主体模块。

1) 面向学生认知能力培养的实验数据构造模块。实验数据是人工智能类课程实践教学的基础,体量充足、类型多样的数据(如数值、图像等)直接决定着相关算法创新实验(如基于深度卷积神经网络的虹膜识别、车型识别等)的可行性与可靠性。此模块旨在引导学生针对指定的实践要求自主构造实验数据,进而提高其对数据产生的方式及相关算法原理的认知能力。为此,此模块可采用数据模型驱动、形状文法等方式实现(如数值类数据可在高斯分布模型下随机产生、三维模型类数据则可采用基于形状文法的程序化建模方法生成等)。此外,此模块应预留数据集中管理与共享功能以对不同学生所构造的数据进行整合;随着学生参与度的提高与实践教学项目的增多,针对不同算法设计的实验数据可不断得以完善。

2) 面向学生创新能力培养的算法创新模块。培养学生的自主创新能力是实践教学的核心,对于人工智能类课程,应当通过易扩展、动态化的实践项目设置让学生尽可能深入、全面地参与其中以培养其自主创新的能力。此模块旨在激发学生利用自主构造的实验数据进行算法原理学习与创新,在具体设计中,为保证算法原理学习的便捷性与灵活性(如即时查询相关原理)以及算法创新的易操作性与实践教学的互

动性(如采用拖拽方式快速完成算法流程设计),可采用基于 WEB 的交互式图形化库(如 GoJS 数据可视化库)并结合算法封装、分布式存储等方式实现。

3) 面向学生实践能力培养的算法应用模块。创新成果转化或应用是实践教学的根本目的,对于人工智能类课程,应激发学生积极发现与分析问题并利用相关知识设计算法以解决问题,进而突出实践教学的高阶性与挑战度。此模块旨在鼓励学生在利用自主构造的数据与所设计算法的基础上,进一步发现新问题并采集相关数据以利用所设计算法进行解决(如利用仿真图像设计的图像语义标注算法通过迁移学习方式应用于实测图像)。在此过程中,学生不但可进一步扩充实验数据以用于算法的优化或深度创新,而且可将优良的算法构建成软件产品,真正实现创新成果的转化与应用。在具体设计上,此模块的核心在于数据处理的效率、精度与协作性,因而可采用 B/S 框架的数据处理与众包标注(如 LableStudio)模式,同时应考虑到网页式编程(如 Jupyter)与虚拟化技术的综合运用。

3.2. 突出优势互补, 提高实践教学内容的针对性

实践教学内容对提高学生创新与实践能力以及避免实践教学资源的重复建设至关重要,在具体设置中不但要保证其与课程大纲具有较高的契合度,而且应综合考虑相关数据与算法等特殊资源的共享性;为此,应着重注意以下几点:

1) 实践教学教师应根据课程大纲参与实践教学内容的设置,明确必须通过在线形式完成的实践教学项目以及与实体实践教学项目的比例分配,切实做到虚拟结合、优势互补(如在“三维结构重建”实践教学项目中,“两幅图像匹配”实验可利用实体实践教学项目形式完成,而“根据三维模型构造仿真图像数据”以及“增量式三维结构推断与优化”实验则可采用在线实践教学项目形式完成)。

2) 由于人工智能技术较为复杂,在算法设计模块的实现中,如图 1 所示,应采用“构件”化模式对已知算法功能进行封装,这不但有助于实践教学资源的有效共享(其他平台可引用具有统一接口的“算法构件”完成实践教学项目),而且可使学生直接通过“算法构件”的引用快速实现算法的创新设计(如“三维结构重建”实验包括摄像机标定、图像特征检测与匹配、空间点计算与优化等环节,可将其分别封装为特定的“算法构件”,学生仅需组装“算法构件”并设置其中的功能类型与参数即可实现算法的创新设计),进而提高整体实践教学效率。

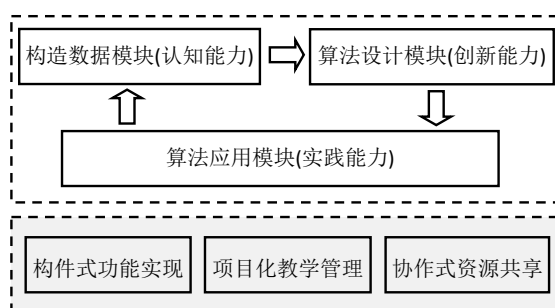


Figure 1. Intelligent experimental platform framework
图 1. 智能实验平台框架

3.3. 突出实践教学创新, 提高实践教学项目的开放性

智能实践平台突出“以学生为中心”的关键在于将抽象理论与实际应用进行有机地融合并通过实践教学创新的形式提高实践教学项目的开放性。为提高学生学习的主动性,应在框架规范化设计与构件式功能实现的基础上,尽可能地提高实践教学创新的灵活性与实践教学项目的开放性;例如,教师可根据

不同实践教学项目之间的相关性(如同一数据应用于不同算法或不同数据应用于同一算法、不同算法共享相同的“算法构件”等)快速生成与发布新的实践教学项目,而学生则可根据课程学习要求、实践教学项目难易程度、个人兴趣等因素从教师发布的实践教学项目中选择合适的实践教学项目进行实践。

3.4. 突出资源共享,提高实践教学管理的协作性

人工智能类课程数据与算法两部分实践教学资源均可分为标准型及自定义型两类,其中,标准型是指由专业科研机构或组织公开发布并可直接使用的数据或算法类型,而自定义型则为师生在进行课程实践教学根据自身需求生成的数据或算法类型。数据与算法等资源的共享不但要突出其管理的规范性(如根据课程类型对图像、语音、文本等不同类型数据或“算法构件”进行管理)与开放的充分性(不同高校或企业可根据需求自由获取所需数据与“算法构件”资源),而且应提高其管理的协作性,其原因在于:

1) 通过不同高校、科研机构或企业对实践教学资源的协作管理,可有效对实践教学数据进行扩充或对“算法构件”进行完善,进而可有效应对人工智能技术更新较快及相关专业课程实践教学要求较高带来的巨大挑战。

2) 通过不同高校、科研机构或企业对实践教学项目的协作管理,可丰富专业课程的实验内容并可对相关实践教学项目设置进行动态优化,进而可有效提高实践教学的质量。

4. 建设案例与成效

学院开设有智能科学与技术、数据科学与大数据技术、机器人工程等新工科专业,在机器学习、模式识别、计算机视觉等人工智能类课程实践教学中,实体实验室由于数据缺乏与扩充性差、实验时间难以控制等问题导致教学质量受到严重的影响。为解决此问题,由专业教师通过大学生创新创业计划项目(获批国家级大学生创新创业计划项目与软件著作权)的形式指导学生构建了“机器学习”课程在线实践教学创新平台。

4.1. 建设规划

“机器学习”课程在线实践教学创新平台以培养学生认识、创新与实践能力为目标,通过数据构造、算法创新与应用三个功能模块实现“以学生为中心”的自主式实践教学,同时通过协作管理的方式实现实践教学项目、实验数据与“算法构件”等资源的共享。当前,该平台可完成线性回归、Logistic 回归、朴素贝叶斯、K 近邻、决策树、支持向量机、神经网络、深度学习(自动编码与解码器、卷积神经网络、孪生神经网络、残差神经网络等深度学习模型的构建)与集成学习等机器学习算法的设计与应用。如图 2 所示,本文以“课程成绩预测与分析”(课程成绩与考勤、平时测试与作业、去图书馆次数等因素呈多元线性关系)为例描述其运作流程。

1) 实践教学项目发布:教师根据实践教学内容通过独立或协作式实践教学项目管理的方式对“课程成绩预测与分析”实践教学项目进行设置(包括实践要求、实践目的及预设 10 个实践步骤等)并发布(同时保存至实践教学项目资源库)。

2) 学生实践:学生选择“课程成绩预测与分析”实践教学项目并依据以下步骤独立或协作完成:

① 根据指定先验知识(如数据服从正态分布)构造适于多元线性回归分析的仿真实验数据或从数据资源库中选择相关仿真实验数据并利用数据构造子平台对数据进行预处理(如归一化、训练与测试数据划分等)。

② 利用算法创新子平台并通过从“算法构件资源库”选择“算法构件”或自定义“算法构件”(可保存至“算法构件资源库”)的方式对算法进行设计(如通过主成分分析或线性判别分析、支持向量机或决策树等“算法构件”的组合实现成绩与不同特征之间的关系分析)。

③ 自主采集真实数据(如根据当前问题特点设计基于 WEB 的数据采集系统以针对不同专业与班级的学生进行数据采集)并利用所设计的算法对相关问题进行求解,进而根据求解结果对算法进行优化。

在学生实践过程中,学生可即时查询线性回归原理以实现理论与实践的相互促进与融合;图 3 所示为线性回归算法的原理学习与算法设计过程,学生通过设计斜率、截距、数据分布形态等参数可动态生成仿真实验数据,同时可通过设计特征数、权重等参数实现算法设计并动态展现相关结果。

3) 实践教学评价:教师可随时检查学生的实践进度及不同环节或步骤的实践结果,同时可对最终实践报告进行评阅。

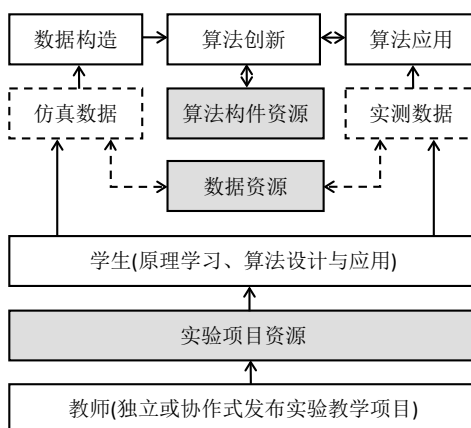


Figure 2. Framework of the online practical teaching platform for the “Machine Learning” course
图 2. “机器学习”课程在线实践教学平台框架

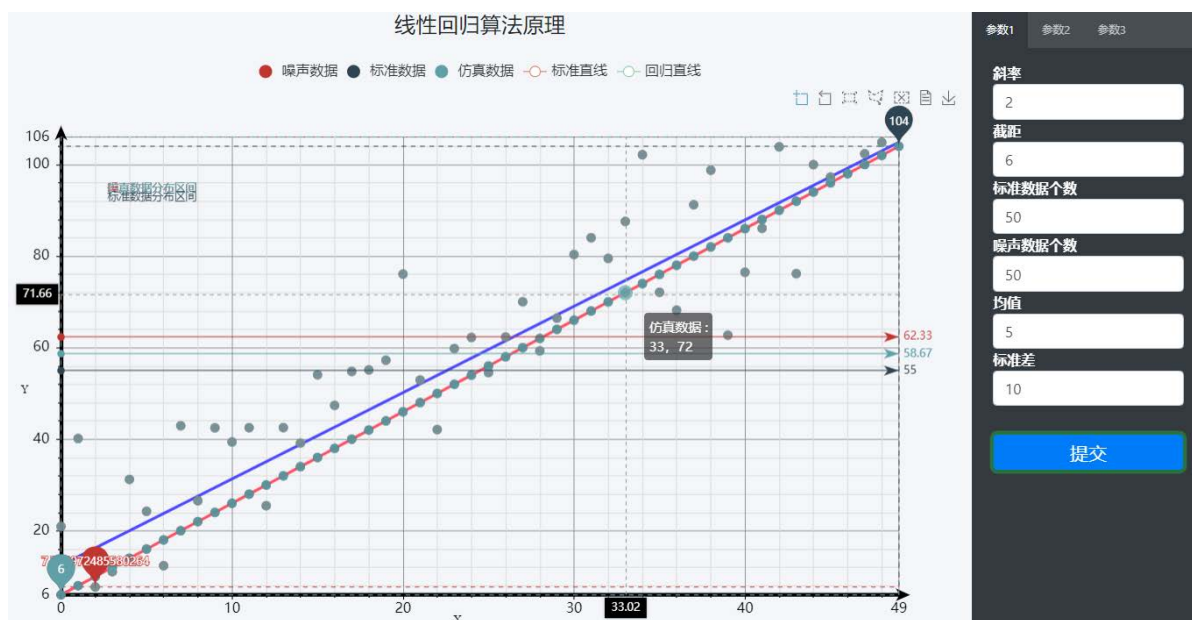


Figure 3. Principle learning and algorithm innovation
图 3. 原理学习与算法创新

4.2. 主要特色

“机器学习”课程在线实践教学创新平台主要特色包括以下几点:

1) 实践教学主体突出: 通过构造数据、算法设计与应用等环节实现教师引导下“以学生为中心”的自主式实践教学, 可有效提升学生的认知、创新与实践能力。

2) 实践教学方法与管理创新: 通过实践教学项目管理的开放式与协作化、抽象理论的可视化以及实验环节与步骤的层次化, 不但可提高实验资源的利用率, 而且可激发学生的学习积极性与主动性, 有利于提高整体实践教学效果。

3) 实践教学评价体系创新: 通过不同环节与步骤实践结果的即时展现以及算法创新设计与实际应用之间相互验证与促进, 可实现过程性评价与形成性评价的有机结合, 有利用教师对实践教学进行调整与完善。

4) 平台扩展性较强: 通过数据构造、算法设计与应用三个模块的相互增强以及协作式实践教学管理, 实践教学内容与项目、实验数据与“算法构件”等资源可不断得以丰富, 有利于拓展平台的应用领域、扩大新工科专业学生的受益面。

4.3. 建设成效

在“机器学习”课程在线实践教学创新平台建成之后, 模式识别、计算机视觉等专业课程教师可根据教学需求设置与发布实践教学项目, 学生则可选择适合自身学习需求或兴趣爱好的实践教学项目完成相关实践, 其间可借助数据与“算法构件”库快速完成算法的设计与应用, 同时可将自主构造的数据或设计的“算法构件”保存至数据与“算法构件”库以供其他学生使用。近两年, “机器学习”课程在线实践教学创新平台支撑机器学习、模式识别、计算机视觉等 8 门人工智能类课程实践教学, 教学效果与质量明显提升(如学生获批国家级大学生创新创业计划项目 4 项、国家级与省级竞赛获奖 16 项、申报发明专利与软件著作权 9 项等)。

5. 结语

以培养学生认知、创新与实践能力为主的智能实践平台尚无先例, 在新工科背景下, 其建设的必要性尤显重要。本文对智能实践平台建设中存在的问题进行了系统的分析并从框架设计、内容设置、资源共享、实践教学管理等四个方面对智能实践平台建设思路进行了探讨, 同时结合“机器学习”课程在线实践教学创新平台建设与实践进一步明确了“以学生为中心”且具开放、共享、创新与协作等特色的智能实践平台建设与应用方法, 以期能为各高校相关平台的建设提供可靠的解决方案, 进而提高人工智能类专业人才培养的质量。

基金项目

本文得到了河南省高等教育教学改革研究与实践项目“人工智能类课程‘产学研创’一体化教学资源开发与应用”(编号: 2021SJGLX525)资助。

参考文献

- [1] 吴涛, 刘楠, 孙凯. “新工科”视域下工程人才关键能力的思考[J]. 黑龙江高教研究, 2018, 37(3): 156-160.
- [2] 赵巍, 刘梦莹, 刘学斌, 等. 基于 OBE 理念的虚实结合实训教学体系实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(3): 185-189, 232.
- [3] 王森, 高东峰. 在线开放虚拟仿真实验项目建设的思考[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 115-118.
- [4] 姜艳红, 崔承毅, 秦晓梅, 等. 国内外虚实结合实践教学理念及方法研究综述[J]. 工业和信息化教育, 2019(10): 1-6, 12.
- [5] 柳洪洁, 宋月鹏, 马兰婷, 张观山, 张智龙, 王征. 国内外虚拟仿真教学的发展现状[J]. 教育教学论坛, 2020(17): 124-126.

-
- [6] 张乾, 肖永菲, 杨玉成, 等. 基于计算机视觉的室外停车场车位检测实验设计[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(7): 138-140, 146.
- [7] 李祺, 曾明, 卢向哲, 聂为之. 基于机器视觉的智能垃圾分类实验平台设计[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(4): 68-73.
- [8] 肖成勇, 李擎, 张德政, 崔家瑞, 陈岩. 基于深度学习的计算机视觉创新实验平台设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(4): 94-98, 142.
- [9] 欧昀, 周晓彦, 李大鹏. 基于卷积神经网络的鸟声识别实验设计[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(4): 99-102, 112.
- [10] 李茂国, 朱正伟. 工程教育范式: 从回归工程走向融合创新[J]. 中国高教研究, 2017, 33(6): 30-36.
- [11] 刘海波, 沈晶, 王革思, 等. 工程教育视域下的虚拟仿真实验教学资源平台建设[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(12): 19-22, 35.
- [12] 刘亚丰, 杨祥良, 朱艳红, 等. 虚实融合、自主设计、研究型实验教学模式研究[J]. 实验科学与技术, 2020, 18(6): 61-65.
- [13] 张海军, 张淑兰, 戚晓利, 等. 地方高校创新创业人才培养模式改革探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(8): 222-225, 254.