

新工科背景下人工智能复合型人才培养模式研究

郭冬梅¹, 王晓春²

(1. 安徽理工大学 计算机科学与工程学院; 2. 安徽理工大学 医学院, 安徽 淮南 232001)

摘要: 如何在新工科背景下探索人工智能复合型人才培养模式已成为高等工程教育改革关注的热点。针对现有人工智能课程在教学目标、教学内容、教学手段与方法、评价考核指标等方面与新工科不适应的问题, 围绕人才培养目标, 从课程体系建设、课程教学改革以及新工科背景下人工智能新型复合人才培养模式3方面进行深入研究和思考。提出以能力为导向、校企合作产学研协同育人的改革途径与方法, 在培养人工智能专业型人才的同时, 形成“人工智能+X”复合型专业人才培养新模式。探索能力驱动的本科教学新思路, 给出人工智能课程的教学实施案例, 以期对新工科背景下的课程教学改革及人才培养提供借鉴和参考。

关键词: 新工科; 人才培养; 能力导向; 人工智能; 课程改革

DOI: 10.11907/rjdk.241719

扫描二维码阅读全文:



中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(2025)011-0216-06

Research on Composite Talent Cultivation Mode of Artificial Intelligence Under the Background of Emerging Engineering

GUO Dongmei¹, WANG Xiaochun²

(1. School of Computer Science and Technology, Anhui University of Science and Technology;

2. School of Medicine, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: Under the background of emerging engineering, how to explore the composite talent cultivation mode of artificial intelligence has become the key to the reform of higher education of engineering. Considering that the existing artificial intelligence curriculum construction does not fit in with emerging engineering in the following aspects like teaching objectives, content, teaching methods and evaluation metrics, centered around the goal of talent training, this paper aims to research and discuss from the three aspects of curriculum system construction, artificial intelligence curriculum teaching reform and the novelty talent cultivation mode under the background of emerging engineering. The reform approaches and methods of capability-oriented, university-enterprise cooperation, industry-education-research integration and collaborative education are proposed, and a new model of "artificial intelligence +X" professional cultivation is formed while cultivating artificial intelligence professionals. This paper explores the new ideas of capability-driven undergraduate teaching and gives the teaching implementation case of "artificial intelligence" course, which has important reference significance and value for curriculum reform and talent cultivation under the emerging engineering.

Key Words: emerging engineering; talent cultivation; capability-oriented; artificial intelligence; curriculum reform

0 引言

在中国高等教育体系中, 工程教育“三分天下有其一”, 地位举足轻重^[1]。工程教育的改革创新是中国乃至全世界都高度关注的话题, 探索新工科建设对于未来高等

工程教育的发展具有重要意义。新工科代表最新的产业或行业发展方向, 是指正在形成或将要形成的新的工程学科^[2]。新工科教育是新工科理论与实践创新的有机结合^[3]。

当前, 新一轮科技革命和产业变革对工程教育的未来发展提出新的挑战, 人工智能正是引领新一轮科技革命和

收稿日期: 2024-08-16

基金项目: 安徽省高等学校省级质量工程项目(2022SX030); 安徽理工大学质量工程项目——教育教学改革研究项目(重点项目)(xjj-yxm2025167); 安徽理工大学引进人才科研启动基金项目(2024YJRC39)

作者简介: 郭冬梅(1982-), 女, 博士, CCF会员, 安徽理工大学计算机科学与工程学院讲师、硕士生导师, 研究方向为人工智能及其应用; 王晓春(1979-), 男, 博士, 安徽理工大学医学院副教授、硕士生导师, 研究方向为基础医学。本文通讯作者: 郭冬梅。

产业变革的战略性技术,推动人类进入“智能时代”^[1-4]。因此,加快发展新一代人工智能是事关我国科技快速发展、产业升级的重要战略问题。在新工科背景下探索人工智能技术的发展成为目前高等工程教育改革广泛关注的热点。传统工科人才培养体系尚存在一系列制约和问题,不符合以“能力产出”为核心的教育教学理念^[5]。本文在充分调研国内外人工智能教育教学现状的基础上,旨在从课程体系建设、人工智能课程教学改革以及新工科背景下人工智能新型复合人才培养模式 3 个方面进行深入研究。

1 新工科背景下人工智能教育教学现状

1.1 人工智能课程体系现状

人工智能是一门研究、设计与应用智能机器的学科^[6]。人工智能的基本思想与内容是研究人类智能活动规律以及模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术,开发具有智能特征的人工系统,使计算机能够完成以往需要依赖人类智力的工作^[7]。在人工智能课程体系中,要求本科生具备良好的理论基础。目前课程体系中仅设置传统的基础课程,覆盖的知识有待扩充。与国外高水平大学相比,国内高校在人工智能课程体系设置等方面仍存在一定滞后性^[8]。人工智能发展日新月异,相关理论也在不断完善,一些新的理论与方法亟待纳入基础理论中。

鉴于人工智能课程是一门集前沿性、多学科交叉性、应用性、研究性等特点于一体的重要学科,仅设置人工智能导论课程已不能满足以应用为需求的本科人才培养目标,应设置具有承接关系的课程链,形成一套完整的课程体系。

1.2 人工智能本科教学现状

人工智能课程具有知识面广、知识点多、内容更新快、理论性强、内容抽象、难以理解等特点,对学生能力要求较高,需要学生具备一定的数学能力和较强的逻辑推理能力,这些因素极大地增加了教学难度。依据多年的教学实践与相关文献调研,人工智能课程教学主要存在以下问题:

(1) 基础理论教学薄弱。人工智能技术基于数学基础理论,因此人工智能课程的学习首先要掌握扎实的数学基础知识^[5]。在现行的本科课程设置中,数学课程均属于公共课范畴,主要由数理学院的教师承担教学任务。然而,由于授课教师缺乏人工智能专业背景及程序设计能力,导致其在教学内容上无法建立理论与人工智能之间的内在联系,在相关建模算法方面缺少理论与技术的结合。

(2) 知识与实践脱节。目前人工智能教学仍延续传统教学模式:教师灌输知识点,学生被动接受知识,导致“教师教的费劲,学生学的吃力”等问题普遍存在。学生认为课程高深莫测,产生畏惧心理,学习兴趣不足。考前通过机械记忆来应付考试,而缺乏对知识的深入理解与实际应

用。目前在教学目标的定位上,仍然以被动的知识学习为主,对学生实践能力的培养不够重视。因此,如何通过课程教学使学生具备实践能力是亟待解决的问题^[9]。

(3) 评价指标单一。斯坦福大学开设的“人工智能:原理与技术(Artificial Intelligence: Principles and Techniques)”课程,将对学生的考核重点放在平时作业和小组合作项目中,考试的比重仅占 20%^[10]。我国传统工科专业仍以考试分数作为对学生考核的标准。然而,新工科注重评价学生的能力,尤其是程序设计能力^[11]。通过将课程设计报告、实验实训项目报告、项目完成情况、考试、课堂测试等多种评价指标相结合,有助于对教学体系的评估和改进。

1.3 新工科背景下人工智能人才培养现状

为了推进新工科建设,需要加强人工智能专业建设,培养社会所需的各类人工智能专业人才。由于人工智能是一门多学科交叉的综合性学科,涉及控制论、信息论、自动化、仿生学、生物学、心理学、语言学、医学、哲学等众多研究领域,涵盖机器思维、机器学习、机器感知、机器行为、计算智能、分布智能、智能系统、人工心理与人工情感等多个研究方向。因此,在培养人工智能专业型人才的同时,应形成“人工智能+X”复合专业培养新模式,以突破学科知识壁垒,培养复合型人才,积极构建跨界融合的人才培养内容体系^[12-16]。卡耐基·梅隆大学在 2018 年开设美国首个“人工智能”本科专业,其培养目标是使学生具备解决不同学科问题的能力,学习内容的重点是根据视觉、语言、大规模数据库等复杂输入进行决策或者实现相应功能,为未来 AI 系统研发奠定坚实的基础^[17]。我国在 2018 年 4 月提出加大人工智能领域的人才培养力度,并不断完善人工智能教育体系,把人工智能人才培养上升为国家教育的战略重点^[14]。经过近年来的发展,已经逐步形成了成熟的人才培养梯队。但是,当前我国人工智能仍面临人才储备不足、人才培养机制不完善等问题,导致国内人工智能产业人才缺口量较大,供需比严重不平衡。

本科人工智能专业人才培养是在计算机专业基础上,通过学习机器学习、自然语言处理、机器感知等相关理论、方法与技术,培养学生分析、解决问题以及系统设计与实现的能力。为了达到培养目标、满足产业需求,面对当前人工智能人才现状和新挑战,应在教育机制上淡化学科之间的边界,构建以能力为导向的复合型多元化人工智能人才培养模式,以培养人工智能专业人才与“人工智能+X”复合型人才,从而满足不同场景下的社会需求^[18]。

2 人工智能课程建设与课堂教学研究

在新工科背景下,以人工智能的核心知识内容为基础,以经济社会和企业的人才需求为依托,以培养人工智能专业人才和复合型多元化“人工智能+X”人才为目的,本

文从人工智能课程体系建设与优化、课程改革以及人才培养模式3个方面开展研究,提出课程体系构建、课程教学及人才培养三位一体的教学实践新模式,以期提升学生的应用能力,实现教学中的人机协同、人技共进^[19-20]。三位一体教学实践新模式如图1所示。

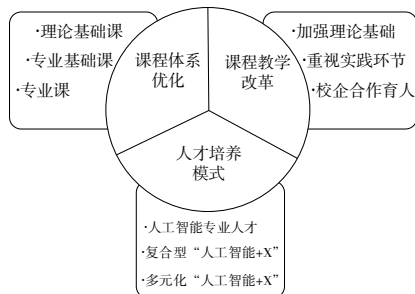


Fig. 1 New mode of trinity teaching practice

图1 三位一体教学实践新模式

2.1 人工智能课程体系建设

人工智能课程体系应包含本科生培养所需的知识架构并构建相应的知识图谱,使学生奠定扎实的理论基础与专业基础。其中,理论基础主要指相应的数学基础,数学知识储备是进行后续专业课学习的前提。人工智能课程体系如图2所示。

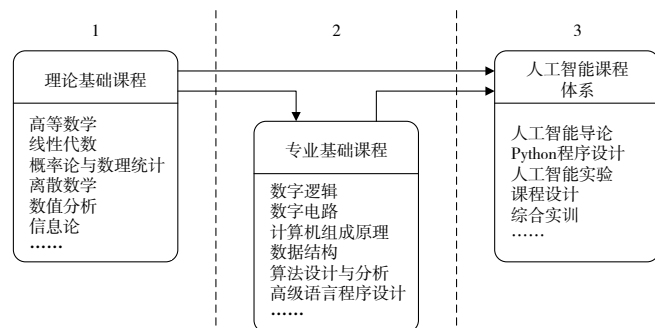


Fig. 2 Artificial intelligence course system

图2 人工智能课程体系

理论基础课程主要包括高等数学微积分、线性代数、概率论与数理统计以及离散数学等工科基础课程。为深入学习深度神经网络等内容,还可以开设一些相对进阶的理论课程,如泛函分析、矩阵分析、最优化理论、信息论等。

专业基础课程主要包括数字逻辑、数字电路、计算机组成原理等,要求学生能够深入理解相关知识,以便后续进行高级语言程序设计、算法设计与分析等课程的学习。

在学生具备理论和专业相关知识后,根据以能力为导向的人才培养定位,人工智能课程体系需要设置一套完善的课程链,主要包括Python程序设计、人工智能导论、综合实训等。Python语言程序设计是人工智能的基础课程,也是新工科专业广泛使用的软件开发工具;人工智能导论主要介绍人工智能的研究现状、未来发展及研究分支等,可使学生初步了解人工智能知识体系及相关应用领域;综合实训要求学生应用智能算法求解问题,构建简单的神经网络模型以训练和更新模型参数。

2.2 课堂教学实施方案

2.2.1 优化教学内容

在精选教材的基础上,根据调整后的教学体系,逐步改变传统章节讲授的方式,将整个教学内容划分为三大部分:第一部分为概论;第二部分包括知识系统、推理、搜索技术;第三部分包括计算智能(人工智能神经网络、进化计算、模糊计算)、机器学习、智能技术应用等应用研究领域的的内容。各教学内容之间的逻辑关系如图3所示。其中,第二部分涉及人工智能的基本内容,也是后续应用研究的基础,需安排较多课时;第三部分应根据具体实例,结合自身开展的科研工作情况,对专家系统的知识表示和推理、决策树学习、统计学习理论、支持向量机等领域的最新技术及相关原理、研究进展等加以讲解。

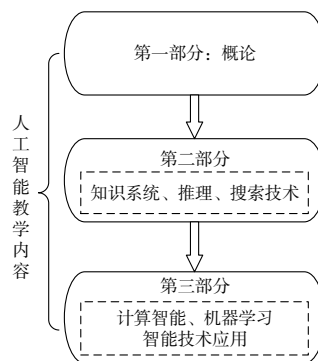


Fig. 3 Logical relationship among various teaching contents

图3 各教学内容之间的逻辑关系

2.2.2 精心设计实验项目,理论与实践并重

人工智能是一门实践性较强的课程,只有将高深难懂的理论知识与实践教学相结合才能使学生在实践过程中逐步掌握并应用理论知识解决实际问题。因此,需要根据教学进度统筹安排,精心设计每次实验内容。内容选取坚持难易适中、实用性强等原则,立足于理论,着眼于应用。

综合考虑学生现有开发能力、实验室软硬件配置以及课程需要,将实验分为两部分:分章实验与综合实验。拟定的分章实验主要包括简单的知识表示与推理、遗传优化与可信度推理等,备选的综合实验主要包括BP网络预测评价系统、智能五子棋游戏等。分章实验伴随着教学过程进行,依据分章实验完成情况确定综合实验项目。

2.2.3 采用多种教学手段,进一步整合教学资源

在已有研究基础上不断补充、更新教学资源,可通过以下3种方式:

(1)使用多媒体教学方式精心组织教学内容,以图文并茂的形式呈现给学生。

(2)对于抽象难懂的知识,使用动画、录像、视频演示等途径演示算法及实现过程。

(3)适当穿插与课程有关的电影片段、比赛视频等,如机器人比赛等。

2.2.4 多种教学方法融合并举

(1)问题驱动的启发式教学法。在教学过程中,教师

首先提出经典理论问题引发学生思考,然后引导学生应用新知识解决问题,将人工智能的基本原理、方法等融入到课堂教学中。启发式教学法可使学生带着问题听课,积极主动地思考,在问题的求解过程中完成新知识点的学习。

(2)教学相长的参与式教学法。通过提问、讨论等多种形式使学生参与到课堂教学中,了解学生感兴趣的内容、知识与技能需求,以便在后续教学中做到有的放矢。通过参与式教学,打破传统的“一言堂”、沉闷的教学方式,提高学生学习的积极性与主动性。

(3)任务驱动的案例式教学法。采用以 OBE (Outcome-Based Education) 先进理念为指导,以学生为中心,以成果为导向的新型教育模式,提倡教学内容的反向设计、教学过程的正向实施,注重培养学生的学科素养和综合应用能力。案例教学法作为一种“亲验式”教学方法,根据教学目的和培养目标,将学生引入教育实践的情景中分析与解决问题,培养学生的思维能力。案例开发贯穿教学过程始终,案例选取应与教材相应章节内容有机结合起来,保证讲授内容源于课本又高于课本。

3 人工智能复合型人才培养模式

复合型多元化“人工智能+X”人才以及人工智能专业人才的新型培养模式,均要求学生不仅要掌握专业基础课程相关知识,而且要掌握专业核心课程知识,为人工智能课程的学习奠定坚实基础。为了提升学生应用人工智能相关知识分析、解决实际问题的能力,探索校企合作的产学研协同育人新思路。实践模式分为以下两个步骤:

(1)针对人工智能课程知识点,设计相应的综合实验实训项目,在巩固所学知识的同时达到学以致用目的,以解决目前普遍存在的学而不用、机械记忆的问题。

(2)在学生具备基本动手实践能力的基础上,充分利用企业资源,加强校企合作。通过企业实践平台熟悉企业开发全过程,以进一步锻炼学生的开发能力,实现与企业的无缝对接,为学生毕业后从事人工智能相关岗位积累经验。

3.1 以能力为导向的校企产学研协同育人

为了充分利用各种教学资源,有效提高人工智能课程教学质量,使用企业平台实现模型开发、模型训练、模型评估、模型发布的 AI 开发全链路功能。AI 开发建模全流程如图 4 所示。

整个流程包括数据处理、算法开发、模型训练与管理,

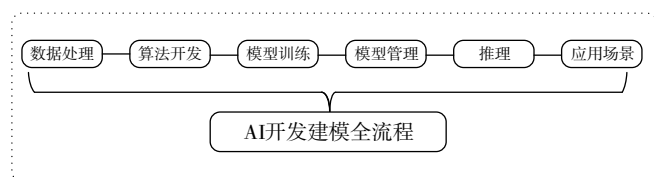


Fig. 4 The entire process of AI development modeling

图 4 AI 开发建模全流程

并应用训练好的模型实现推理,最终将模型实际应用于各类 AI 应用市场,以解决实际工程问题。

通过设定应用场景模拟真实项目环境,以实际项目为依托,创新教学实践方案。对不同应用场景的建模过程进行归纳整合,项目开发建模步骤如图 5 所示。

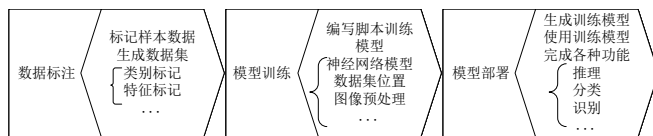


Fig. 5 Project development modeling steps

图 5 项目开发建模步骤

3.2 实施案例及分析

3.2.1 应用场景一:文字检测与识别

文字检测与识别模型的整个流程主要分为检测和识别两部分,分别对应文本检测模型和文本识别模型。具体识别过程包含以下 3 个步骤:

(1)数据标注。将待识别的文本类型图像数据集上传至平台,使用平台数据服务创建标注任务,通过对大量文本图像进行标注,生成相应的标注文件,为模型训练作准备。

(2)编写训练脚本。在建模过程中需要编写模型对应的训练脚本,该脚本中包含图像预处理、神经网络模型环境平台搭建、模型训练、预测与识别等内容。

(3)模型建立与训练。通过 AI 建模功能进行模型训练,训练完成后首先应用文本检测模型定位文本图像的文字区域,然后应用识别模型对检测出的文本信息进行识别,经数据处理后得到相应的文本信息。

以待识别的医学文本图片为例,文本检测模型首先识别出所有文字部分,然后将检测出的文本框输入文本识别模型进行识别,处理后即可得到图片中准确的文本信息。应用文本识别模型对医学文本图片信息进行自动录入,可高效完成信息采集工作。若手工录入需要 3~5 min,采用 AI 训练的模型只需花 1 min 即可对自动识别的结果进行核对,从而大幅提升了工作效率。

3.2.2 应用场景二:目标检测与识别

企业平台将深度学习等技术应用于目标检测与识别中,从而进行 AI 辅助识别,例如利用 AI 辅助医疗系统实现影像辅助诊断。具体识别过程包含以下 3 个步骤:①数据标注。收集样本,对样本的种类、识别位置进行标记;②模型训练。使用神经网络、图像预处理等脚本训练模型;③模型部署。应用训练完成的模型进行推理任务。

在日常诊疗工作中,一线医生问诊、阅片、开处方、手术等工作任务十分繁重。利用 AI 建模功能训练目标检测模型,能够实现对 CT 影像中病灶位置的判断,从而减少医生的工作量,最大程度地减少因医生工作经验不足、工作状态不佳造成的误诊现象。以肺结节诊断为例,由于肺结节具有 CT 影像病灶范围小、病灶特征模糊、发病率高、漏诊率高的特点,仅依赖医生进行人工诊断,不仅工作量很

大,而且对医生的经验和能力要求很高。通过人工检测肺结节,传统人工阅片平均每例耗时大于 5 min,且漏诊率约为 30%,利用 AI 建模功能训练的肺结节 CT 影像辅助诊断模型可将阅片时间压缩至 3 s 以内,并将漏诊率控制在 10% 以内。

3.2.3 应用场景三:关键词提取

关键词提取可以从海量数据中及时获取领域关键词,主要包括 4 个步骤:①数据导入。将数据加载到企业平台中;②数据过滤。从获取到的原始数据中抽取有价值的字段,剔除冗余数据;③数据连接。将多个文本数据进行拼接;④模型训练。

模型训练结束后,在模型管理页面导入模型,在 AI 推理页面部署并使用模型完成推理任务。通过对多种渠道中百姓关心的医疗问题进行文本分析并提取关键词,以方便医疗部门了解民生关注的重点问题,为下一步政策制定提供支持。

3.3 复合型人才培养创新模式

基于三位一体教学实践新模式,结合安徽理工大学计算机科学与工程学院、医学院各自的学科特点、优势以及学生特点,在已有的课程体系和课堂教学基础上创新复合型人才培养模式,进行 4 次能力提升。复合型人才培养新模式的 4 次能力提升如图 6 所示。

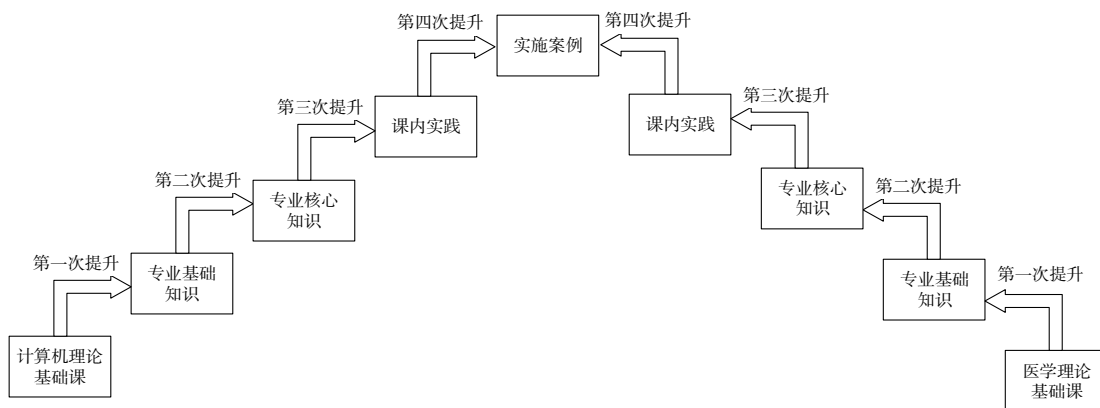


Fig. 6 Four ability enhancements of the innovative mode of composite talent cultivation

图 6 复合型人才培养创新模式的 4 次能力提升

第一次能力提升,学生从掌握计算机及医学理论知识,达到掌握各自学科的专业基础知识;第二次能力提升,学生从掌握计算机及医学专业基础知识,达到掌握各自学科的专业核心知识;第三次能力提升,学生从掌握计算机及医学专业核心知识,达到具备各自学科领域的课内实践能力;第四次能力提升,学生从具备计算机及医学专业的课内实践能力,达到具备实施具体案例的能力。在此基础上进行学科融合,使计算机专业学生具有医学基础知识背景,医学专业学生具有计算机基础知识背景,培养具有解决企业实际问题能力的复合型人才。

3.4 创新实践成效

通过将复合人才培养创新模式融入到人工智能专业人才培养模式中,培养学生的创新意识,使学生在专业学习的同时,能够综合应用所学知识解决实际应用场景

问题。鼓励学生积极申报创新创业训练项目,参加大学生挑战杯大赛、中国“互联网+”大学生创新创业大赛、中国大学生计算机设计大赛等多项赛事,取得了包括国家级一等奖、省级一等奖在内的多个奖项,创新实践取得了一定成效。学科竞赛获奖情况如表 1 所示。

4 结语

针对新工科背景下的人工智能课程教学改革及人才培养,本文结合新技术、新思路与新理念,对现有课程体系、教学资源、教学手段、人才培养模式等进行整合优化,对传统陈旧的教学模式、教学内容等进行改进,并探究人才培养新路径。强调实践动手环节在人工智能教学中的重要性,加强校企合作,实现产学研协同育人,探索能力驱

Table 1 Summary of student awards in subject competitions

表 1 学科竞赛学生获奖汇总表

竞赛名称	竞赛级别	获奖等级
中国“互联网+”大学生创新创业大赛	国家级	三等奖
第十届全国大学生基础医学创新研究暨实验设计论坛分区赛(东部赛区)	国家级	二等奖
中国大学生计算机设计大赛	国家级	二等奖、三等奖
全国大学生智能技术应用大赛	国家级	一等奖、二等奖
中国大学生工程实践与创新能力大赛	国家级	二等奖
睿抗机器人开发者大赛(RAICOM)	省级	三等奖
安徽省大学生创新大赛高教主赛道总决赛	省级	银奖
安徽省机器人大赛	省级	一等奖

动的本科教学新思路。在培养人工智能专业型人才的同时,构建“人工智能+X”复合专业培养新模式。通过加强不同学科之间的联系,构建多学科融合的人才培养体系,以培养人工智能各领域所需的复合型多元化专业人才。

参考文献:

- [1] WU Y. New engineering: the future of higher engineering education-strategic thinking on the future of higher education [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(6): 1-3.
吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1-3.
- [2] LIN J. The construction of China's new engineering disciplines for the future [J]. Tsinghua Journal of Education, 2017, 38(2): 26-35.
林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [3] ZHANG W. Innovation connotation of innovating engineering education and idea evolution of engineering education in USA [J]. China Higher Education Research, 2022(1): 1-7.
张炜. 新工科教育的创新内涵与美国工科教育的观念演变[J]. 中国高教研究, 2022(1): 1-7.
- [4] WANG H, WU G Q, HU X G, et al. Construction and practice of artificial intelligence liberal studies series under the background of new engineering [J]. Computer Education, 2019(2): 112-114.
王浩, 吴共庆, 胡学钢, 等. 新工科背景下人工智能通识系列课程建设与实践[J]. 计算机教育, 2019(2): 112-114.
- [5] WANG J, ZHOU X B, PU Y Y, et al. Exploration and practice of talent cultivation mode for artificial intelligence majors oriented to competency outputs [J]. Computer Education, 2021(4): 164-168.
王津, 周小兵, 普园媛, 等. 面向能力产出的人工智能专业人才培养模式探索与实践[J]. 计算机教育, 2021(4): 164-168.
- [6] CAI Z X. Discussion of some issues in the discipline of intelligent science [J]. Computer Education, 2017(10): 6-8.
蔡自兴. 智能科学学科若干问题的讨论[J]. 计算机教育, 2017(10): 6-8.
- [7] ZHANG Y, LIU H W, JI X T, et al. Reflections on the construction of diversity-oriented artificial intelligence talent cultivation system [J]. Computer Education, 2021(2): 65-68.
张宇, 刘宏伟, 计湘婷, 等. 面向多元化人工智能人才培养体系建设的思考[J]. 计算机教育, 2021(2): 65-68.
- [8] YAN Y T, ZHANG Y W, CHEN J, et al. Teaching practice and exploration of artificial intelligence course for senior undergraduate students [J]. Computer Education, 2018(7): 78-81.
严远亭, 张以文, 陈洁, 等. 高年级本科生人工智能课程教学实践与探究[J]. 计算机教育, 2018(7): 78-81.
- [9] ZHOU S S, ZOU H L. Research and practice on the cultivation of engineering practical ability of artificial intelligence professional students [J]. Computer Education, 2020(10): 113-116.
周树森, 邹海林. 人工智能专业学生工程实践能力培养研究与实践[J]. 计算机教育, 2020(10): 113-116.
- [10] ZHOU H W, LIN X H, WANG J, et al. Research on the teaching mode of artificial intelligence courses in the construction of new engineering [J]. Computer Education, 2019(11): 45-48.
周惠巍, 林晓惠, 王健, 等. 新工科建设中人工智能课程教学模式探究[J]. 计算机教育, 2019(11): 45-48.
- [11] LI X L, ZHANG W, LIU L, et al. Discussion on programming curriculum system setting for new engineering artificial intelligence related majors [J]. Computer Education, 2021(2): 75-79.
李晓磊, 张伟, 刘磊, 等. 新工科人工智能相关专业程序设计课程体系设置探讨[J]. 计算机教育, 2021(2): 75-79.
- [12] YING Y, REN K, LI X M. Construction of artificial intelligence module curriculum in emerging engineering major of application-oriented university [J]. Intelligent Computer and Application, 2021, 11(10): 131-133.
应毅, 任凯, 李晓明. 应用型本科新工科专业人工智能模块课程建设[J]. 智能计算机与应用, 2021, 11(10): 131-133.
- [13] LI G P, CHEN W Y. Effective ideas for changing talent cultivation in China's universities under the background of artificial intelligence [J]. China Higher Education, 2020(11): 54-56.
李广平, 陈武元. 人工智能背景下我国高校人才培养变革的有效思路[J]. 中国高等教育, 2020(11): 54-56.
- [14] SUN H, WANG R Q, FU D X, et al. Research on the rise of new engineering and the cultivation of intelligent composite talents [J]. Computer Education, 2019(10): 27-30.
孙红, 王瑞琪, 付东翔, 等. 新工科的兴起与智能复合人才培养的研究[J]. 计算机教育, 2019(10): 27-30.
- [15] XIANG W, HUANG Q Z. Exploration on the construction of artificial intelligence specialty and cultivation of innovative talents in ethnic universities under the background of new engineering [J]. Computer Education, 2019(10): 46-50.
向伟, 黄勤珍. 新工科背景下民族高校人工智能专业建设及创新人才培养探索[J]. 计算机教育, 2019(10): 46-50.
- [16] REN Z Y, LIU J N. Reflection on the universities' talent cultivation reform in the era of artificial intelligence [J]. University Education Science, 2019(4): 114-121.
任增元, 刘军男. 人工智能时代高校人才培养变革的思考[J]. 大学教育科学, 2019(4): 114-121.
- [17] HUANG H Y. Awareness and reflections on talent cultivation of artificial intelligence majors under the background of new engineering [J]. China University Teaching, 2019(2): 20-25.
黄河燕. 新工科背景下人工智能专业人才培养的认识与思考[J]. 中国大学教学, 2019(2): 20-25.
- [18] LIU C, WANG A P. Educational transformation and its practical orientation in the age of artificial intelligence: an analysis based on the perspective of the "labor-demand" transformation in society [J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Social Sciences), 2024, 24(2): 124-133.
刘畅, 王安平. 人工智能时代的教育转向及其实践向度——基于社会“劳动—需求”变革视角的分析[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2024, 24(2): 124-133.
- [19] CHEN H, YIN F M. The exploration of the teaching reform of programming public courses in the era of artificial intelligence [J]. Journal of Changchun University, 2024(2): 101-104.
陈鸿, 殷凤梅. 人工智能时代下程序设计类公共课的教学改革探索[J]. 长春大学学报, 2024(2): 101-104.
- [20] CAO S, LUO Z B. Dilemmas, limits, and rationales of artificial intelligence applied to teaching and learning [J]. e-Education Research, 2024, 45(4): 88-95.
曹斯, 罗祖兵. 人工智能应用于教学的困境、限度与理路[J]. 电化教育研究, 2024, 45(4): 88-95.

(责任编辑: 黄健 何佳慧)