

# 共智融合的大数据智能化人才培养研究与实践 \*

冯 永<sup>1,2</sup>, 钟 将<sup>1,2</sup>, 王 茜<sup>1,2</sup>, 李学明<sup>1,2</sup>

(1.重庆大学 计算机学院, 重庆 400030; 2.重庆大学 信息物理社会可信服务计算教育部重点实验室, 重庆 400030)

**摘要:** 针对大数据智能化人才的培养目标和定位尚不明确、融合大数据和人工智能核心内涵的能力与知识体系尚不完善、实践教学体系与大数据智能化行业发展要求尚不匹配、缺少支撑大数据智能化共性基础能力提升的课程群和教学案例库四个大数据智能化人才培养中的教学难题, 该文提出了数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系, 理工融合、产教融合、创新牵引的开放式培养团队组织与教学过程, 良性互动、协同创新的产学研用多方培养机制体系, 多途径众智贡献与协同的特色课程项目与场景案例池和“4-5-3”实践创新教学体系, 以立德树人为根本标准的技术道德伦理全贯穿、全渗透教育6项教学研究与改革创新工作, 结合在知识及教学案例资源推荐机制方面的教育技术突破, 通过不断的研究、实践与探索, 取得了一批高质量教学实践成果。建成了体现新工科特点的首批计算机类一流特色专业, 建立了共智融合的大数据智能化人才培养体系, 塑造了本科生和研究基于大数据智能化的复杂工程问题求解能力以及大数据智能化技术驱动的高质量创新创业能力。

**关键词:** 大数据智能化; 计算机类专业; 新工科; 协同创新培养; 系统能力

**中图分类号:** G434

**文献标识码:** A

2015年国务院发布《促进大数据发展行动纲要》, 成为“全面推进我国大数据发展和应用, 加快建设数据强国”的标志<sup>[1]</sup>; 2017年国务院印发《新一代人工智能发展规划》, 成为“加快建设创新型国家和世界科技强国”的标志<sup>[2]</sup>。大数据与人工智能已上升为国家战略, 然而高端芯片与基础软件研发人才的缺乏不仅影响国家整体安全, 同时也严重制约了我国在大数据智能化领域的创新能力。计算机专业系统能力是指在新工科背景下, 以计算为基础的大数据智能化系统分析、设计、实现和应用综合能力, 也是研发高端芯片和基础软件所必备的专业能力。国家战略和产业发展需要大量具备高阶系统能力的大数据智能化复合型计算机类卓越人才。

## 一、大数据智能化人才协同创新培养需要破解的难题

目前全国各类高校已陆续围绕大数据智能化相关专业建设、人才培养及课程建设展开研究。

**人工智能专业建设:** 浙江大学的吴飞等在梳理了国内外部分人工智能专业设置现状的基础上, 从专业定位、课程体系和实践体系的角度出发, 提出了一种人工智能专业课程设置的思路<sup>[3]</sup>; 北京理工大学的黄河燕在梳理国内新工科建设背景以及国内外人工智能专业教育现状基础上, 结合新工科内涵、专业能力目标达成、要素重构与创新等综合需求, 提出了新工科背景下人工智能人才培养需要关注和重点建设的内容<sup>[4]</sup>。

**大数据专业建设:** 中国科学院计算技术研究所的王元卓等综合分析了大数据专业建设与人才培养中选用教材、课程体系设置、师资配置等现状, 进而提出了一种大数据专业建设与人才培养的方案<sup>[5]</sup>; 中国农业大学的李辉等以结合本校实际讨论了在农业类高校中建设大数据相关专业的必要性, 梳理了部分农业类高校大数据相关专业的建设现状, 提出一种基于OBE理念的农业类高校大数据专业培养方案, 以及相应的教学改革措施<sup>[6]</sup>;

\* 本文得到教育部新工科研究与实践项目“深度融合三创能力提升的计算机类专业培养体系探索与实践”(项目编号: E-JSJRJ20201335)、重庆市高等教育教学改革研究项目“面向大数据智能化的计算机新工科协同创新培养与实践”(项目编号: 193006)资助。



青岛大学的王晶莹等从大数据和计算社会学两个方面出发,分析了问题、现状和时代背景特征,讨论了从大数据到计算教育学涉及的概念、动因和出路等若干关键要素<sup>[7]</sup>。

课程建设驱动的大数据智能化人才培养:重庆大学的冯永等通过课程建设、竞赛指导实践、文献研究、产业调研、教学研讨及项目实施等综合手段,提出一种大数据产业背景下技术人才的创新培养模型,以及人才培养模型、课程体系及培养方案的反馈修正方法,最终建立了针对所提人才培养模型的实训与实践平台<sup>[8]</sup>;重庆邮电大学的王国胤等在梳理总结其学院多年来关于大数据与智能化方面的人才培养实践与经验,给出了一种地方高校适应社会经济发展要求培养新工科人才的方法与路径<sup>[9]</sup>;中山大学的吴贺俊等聚焦大数据专业方向中具体的课程建设,为适应新工科的整体建设路径,提出将新科目与基础科目进行融合的措施和方法<sup>[10]</sup>。

应用型大数据智能化人才培养:金陵科技学院的张燕等聚集专业建设和应用型人才培养,从基本原则、培养目标、能力要求、师资队伍需求、课程体系建设、教材和课程资源建设等多个维度探讨了应用型大数据技术专业人才的培养<sup>[11]</sup>。

通过上述研究分析,我们发现结合人工智能的大数据智能化相关高层次人才立德树人教育、培养方式、目标定位、专业建设、课程群建设、教学案例设计与建设等研究总体还比较匮乏,距离国家要求还存在较大差距,存在以下需要破解的难题:

1.以立德树人为根本标准,结合计算机类专业系统能力培养特点,明确人才培养目标和定位

高校立身之本在于立德树人,立德树人教育是检验高校一切工作的根本标准。新一代人工智能和大数据技术的普遍应用,为技术道德伦理带来了严峻挑战,如“欧盟专利局拒绝从AI提交的发明专利申请事件”“智能音箱对主人进行危险行为诱导,建议人类使用者自杀”“‘监测头环’进校园惹争议”“AI换脸应用引发的隐私争议问题”“大数据杀熟”等近年一系列人工智能和大数据领域的道德伦理问题,使得大数据智能化人才的技术伦理培养越发紧迫和重要,其核心还是在于立德树人教育。

大数据智能化人才是以计算技术为基础,以数据科学、大数据技术、人工智能为特色的宽口径人才,而大多数院校的培养目标与传统的计算机科学与技术、软件工程等人才培养目标之间的差异性较少,甚至是将计算机、统计学等专业培养目标简单复合而成。另一方面,大数据技术与人工智能融合演进迅速,还在在各个领域持续渗透和深化,岗位

需求还在不断演变,客观上也导致学校在明确培养目标和定位上存在较大难度。

为此需要将立德树人教育贯穿大数据智能化人才培养全过程,全面覆盖课程体系,渗透到每门课程的教学内容。同时,通过深入调研产业需求,遵循“立德树人为根本”“产业需求为导向”来明确大数据智能化人才的培养目标和定位。

2.结合大数据和人工智能融合的核心内涵,完善能力与知识体系

国内针对大数据智能化人才培养模式的研究总体还比较缺乏,大多是特定应用领域下大数据应用能力培养方法,而没有结合大数据和人工智能融合的核心内涵,系统性提出培养体系。大数据产业和技术链条涉及多种信息技术及商业模型集成,与人工智能深度融合后,将对岗位需求、产业现状、就业前景产生更深刻的变化,需要进一步开展技术与产业现状调研,结合调研结果来预测产业应用和就业前景,从而合理规划教学内容和课程体系,按国家要求“以技术发展调整教学内容,更新人才的知识体系”<sup>[12]</sup>。

3.依据大数据智能化行业发展要求,构建合理的实践教学体系

由于大数据智能化领域的内容还未明确,因此现有大数据相关的课程和教材之间缺乏明确的划分和协同。课程的内容组织和教学方式,特别是实践教学体系还未能充分体现大数据智能化行业发展的要求。为了提高人才培养的质量,必须对实践教学体系进行研究和规划。在理清专业核心能力和知识结构的基础上,建立合理的实践教学体系来支撑专业发展。

4.建设有效支撑大数据智能化共性基础能力提升的课程群及教学案例库

大数据智能化作为新兴的交叉型学科方向,人才需要“能够理解数据科学中的理论模型,掌握实际数据的处理技能,具备解决行业问题的应用能力”。显然这些能力的培养过程,对合理的课程群及教学案例有要求,需通过“校企联合”“理工协同”和“教研融合”等模式整合学校、企业和社会的多种资源来共同支撑课程群及教学案例库的建设。

## 二、共智融合的大数据智能化人才协同创新培养基本模型

研究团队基于前期研究基础,开展共智融合的大数据智能化人才协同创新培养研究与实践,以问题为导向,开展学科融合、产教融合、国际合作等

多种模式探索，采用项目提炼、竞赛创新、学生贡献等多种方式实践，充分进行“共智融合”，建立共智融合的大数据智能化人才协同创新培养基本模型，如图1所示。

技术知识、能力、素质需求要素的融合、分级与分类研究；面向大数据智能化系统能力提升的新工科师资队伍建设和教学过程与方法研究；大数据智能化产学研用多方协同培养机制研究；大数据智能化

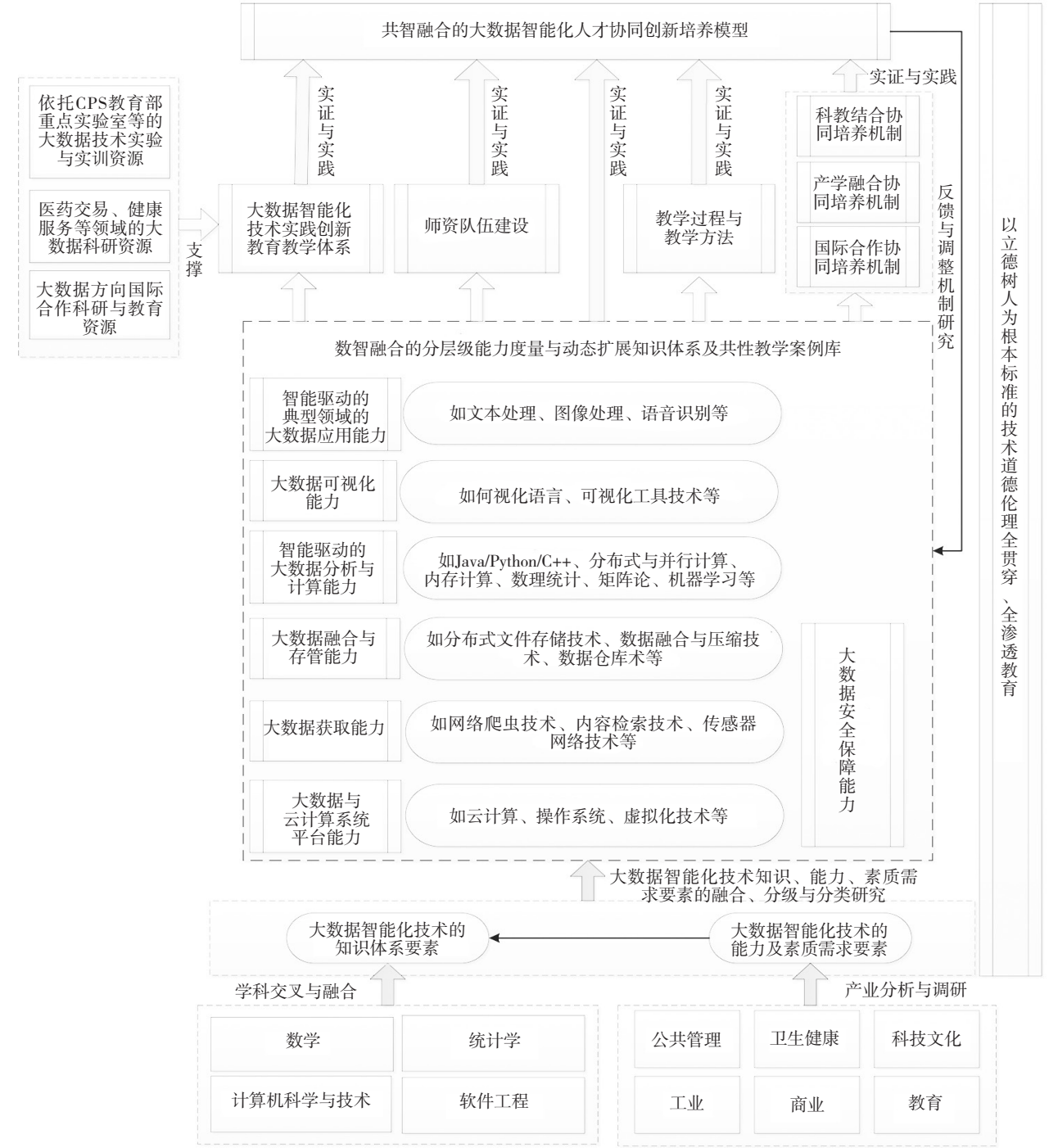


图1 共智融合的大数据智能化人才协同创新培养基本模型

该模型以构建分层级能力度量与动态扩展知识体系及共性教学案例库为核心，开展大数据智能化

实践创新教育教学体系研究，从而建立数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系及共性教学案





例库,在此基础上建设新工科师资队伍、提出新工科教学过程与新方法、建立科教协同、产学协同、国际合作协同等多种协同培养机制,构建大数据智能化技术实践创新教育教学体系,以立德树人为根本标准将技术道德伦理教育贯穿人才培养和教学改革全过程、渗透整个课程内容和知识体系,最终完成共智融合的大数据智能化人才协同创新培养与实践。

### 1. 数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系

大数据技术与人工智能融合演进迅速,还在各领域持续渗透和深化,岗位需求也在不断演变,结合大数据和人工智能融合的核心内涵,在深入调研、分析、梳理和研究了国内外大数据与人工智能相关20余门课程教学内容、教学组织、知识单元结构、课程资源;30余份知名企业专题报告;190余篇大数据相关技术与教学研究文献;参加了20余次大数据相关技术与教学研讨会议;实地走访调研了浙江大学、支付宝总部、东南大学、南京大学等大数据与人工智能人才培养方案基础上,系统性提出并建立了数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系,有效指导培养方案制定、课程建设和教学实践。

### 2. 理工融合、产教融合、创新牵引的开放式培养团队组织与教学过程

师资队伍建设:大数据产业突出工程研究性质,注重实践和行业基础,依据数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系,联合多学科师资,组建了跨学院多学科的专业教学团队,聘请腾讯、阿里巴巴、华为、曙光等企业资深工程师和外教担任兼职教师,形成跨学科、开放式的师资队伍。

人才培养模式:构建以“创新创业实践为主体、创新创业平台基地为支撑”的多层次和系统化的创新人才培养体系;通过引入融合创新范式,提出大数据人才培养新途径;构建互动协作的教学模式和教学环境。

教学过程与方法:在人才培养过程中探索以工程研究和专业实践为主的课程项目和竞赛式教学方式、方法。

通过课程建设、产业调研、技术研究、学生培养与科研实践五位一体的共同推进,同时进行充分的理工融合、产教融合、创新牵引,建立良性互动、协同创新的开放式培养团队组织模式,吸纳跨学科教师、跨行业专家、优秀毕业生共同参与培养方案的制定,承担具体教学任务。在教学过程中,以项目和竞赛为主线、教师为主导、学生为主体、

工程研究为方法,使学生主动参与、自主协作、探索创新,在完成课程项目、科研实践和参加竞赛的过程中达成教学目标。

### 3. 良性互动、协同创新的产学研用多方培养机制体系

依据数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系,结合计算机专业与数学专业的教学特点及其与大数据智能化的结合点,基于在科教融合培养方面的信息物理社会可信服务计算教育部重点实验室、软件理论与技术重庆市重点实验室、重庆市不动产智能大数据处理工程技术研究中心、重庆市医药智能物流工程技术研究中心和重庆市软件研发技术中心等优质平台资源,建立科教结合协同培养机制;基于与曙光、浪潮合作建立的大数据基础硬件平台,与DIGILENT、Xilinx合作建立的大数据硬件加速平台,与甲骨文、曙光合作建立的大数据管理平台,与百度、重庆药交所、中软国际等合作开展的一系列行业大数据创新实践,持续深化,建立产学研协同培养机制;目前我们已经与澳大利亚国立大学、瑞士应用科技大学、日本早稻田大学、纽约州立大学宾汉姆顿分校和亚利桑那州立大学建立了稳固的合作关系,基于2+2联合培养、3+2联合培养、学分互认、短期交换等具体措施,建立国际合作协同培养机制,同时还探索了多种协同培养机制的交叉组合机制,并建设了相关的课程项目方案,培育硕士带动本科生的创新实践团队,在综合实验结束后安排学生进入大数据相关企业进行实践,建立产学研合作联盟,进一步提升了学生的创新实践能力,从而建立了良性互动、协同创新的产学研用多方协同培养机制体系(如下页图2所示)。

### 4. 多途径众智贡献与协同的特色课程项目与场景案例池

按照5个学习层次、40个学习模块、3条学习难度路径,建设了气象、新闻、生物、电商、音乐、电影、点评等10余个大数据场景的100余个课程项目;采用科研项目提炼、学科竞赛创新、优秀学生贡献等多途径众智贡献与协同方式,面向社交网络、知识社区、网上购物、智能交通、推荐系统、文本分析等典型大数据领域,基于Spark、Hadoop、Docker、MongoDB等主流开源大数据技术平台,以及TensorFlow、Caffe、PyTorch等主流人工智能开源技术平台,采用K均值聚类、神经网络预测、孤立森林、LDA模型等重要的大数据分析建模方法,形成了场景化特色教学案例池,包括案例实施设计方案、案例实际操作指南、案例算法源代码、案例环境配置方案、案例数据集和案例可视化

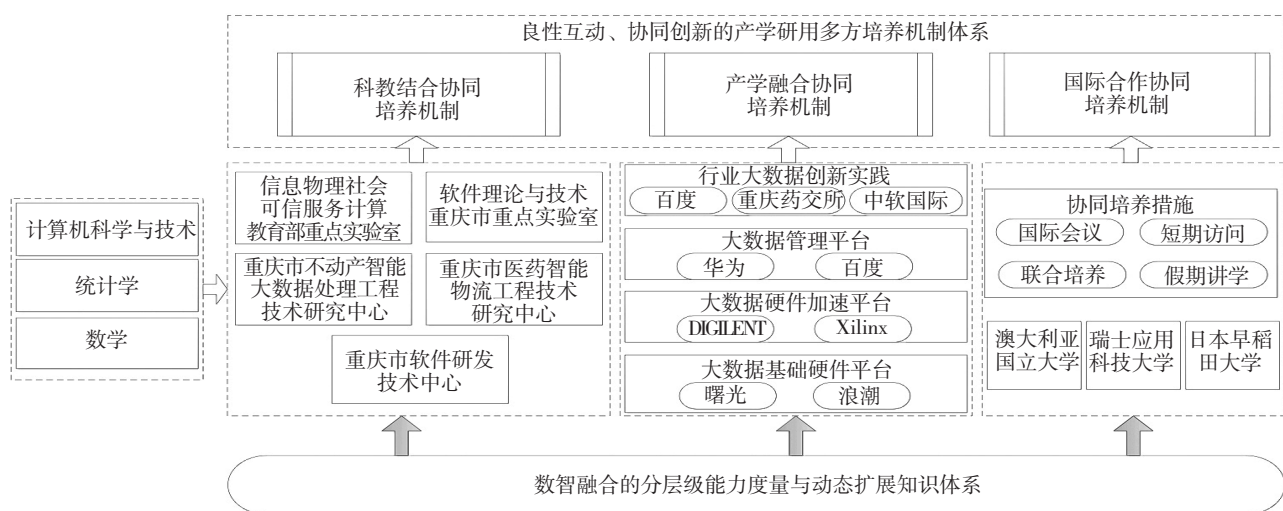


图2 良性互动、协同创新的产学研用多方培养机制体系

结果等，可以供学生复现、分析、实验、实践和进一步拓展提升。

### 5. “4-5-3”实践创新教学体系

在前期建成的教育资源集成和共享云服务模型及平台<sup>[13]</sup>基础上，依托校内外实验实习基地，建立了大数据智能化技术综合实验实践平台，开展支撑学生基础能力、提升能力、应用能力、创新创业能力4层次能力阶梯的实验实践。通过课程实验和课程项目集合，训练学生的基础能力；通过大数据系统平台、大数据获取、大数据融合与存管、大数据可视化、大数据分析计算5级综合训练模式，实现学生的能力进阶；通过与大数据企业开展科研协作和工程实践、参加大数据领域的知名学科竞赛，训练学生的大数据行业复杂问题解决能力和综合应用能力；在教学和实践过程中，激励、培育和孵化基础好的学生团队，提升其创新创业能力；除规定实验实践外，还配合多途径的自主型、开放型、云平台3类学生自主实验实践，达到学生能力的进一步提升，最终形成“4-5-3”实践创新教学体系(如图3所示)。

6. 以立德树人为根本标准的技术道德伦理全贯穿、全渗透教育

以立德树人为根本标准，将技术道德伦理教育贯穿知识体系要素挖掘、能力及素质需求要素挖掘、知识体系及教学案例库构建、实

践创新教育体系建设、师资队伍建设、教学过程和教学方法实施、协同培养机制提炼等人才培养和教学改革全过程，将技术道德伦理教育渗透融入教学内容、教学组织、知识单元结构、课程资源等整个课程内容和知识体系，从目标、定位、过程、环节、内容等多个维度落实大数据智能化人才培养和实践中的立德树人。

### 三、依据长短期学习兴趣的知识及教学案例资源推荐机制

通过科研项目和学生实践，以及课程建设，已经形成了超3TB的数据资源，包括20余门课程教学内容、教学组织、知识单元结构、课程资源；30余份知名企业专题报告；190余篇大数据相关技术与教学研究文献；大量的教学案例实施设计方案、案例实际操作指南、案例算法源代码、

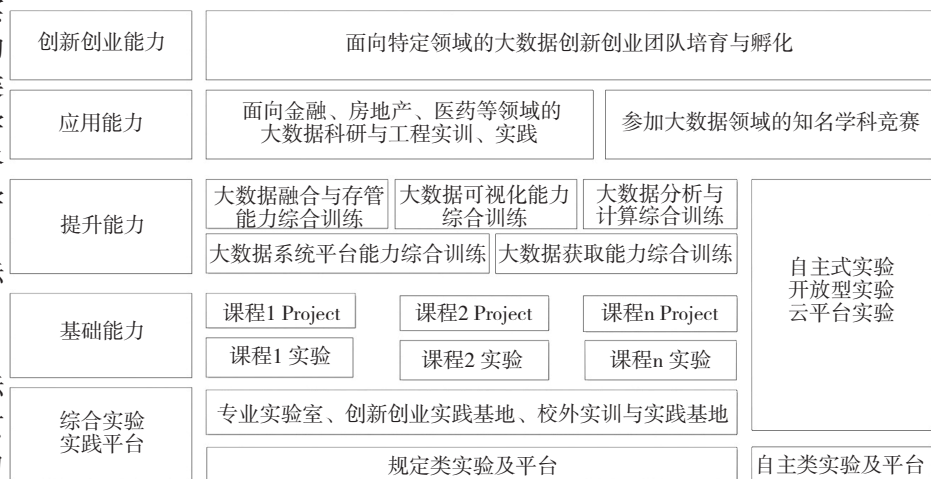


图3 “4-5-3”实践创新教学体系



案例环境配置方案、案例数据集和案例可视化结果等,上述资源以文本、结构化数据、图像、视频、PPT等多模态数据形式存储于校内实践平台资源库,随着科研项目、学科竞赛创新、优秀学生贡献等活动的持续进行,该资源库的规模越来越大,针对学生的个性化学习需求,信息过载和选择困难现象日益严重,特别是难以满足学生的动态短期学习兴趣和稳定长期学习兴趣的双重需求,基于此,本文提出一种携带历史元素的循环神经网络(Recurrent Neural Networks,简称RNN)推荐模型负责学生短期动态学习兴趣建模,而利用基于前馈神经网络(Feedforward Neural Networks,简称FNN)的推荐模型对学生长期学习兴趣建模。通过两种神经网络的融合,构建了一个兼顾学生动态短期兴趣和稳定长期兴趣的多神经网络混合动态推荐模型(Hybrid Dynamic Recommendation Model Based on Multiple Neural Networks,简称MN-HDRM)。

图4是MN-HDRM框架,输入层为两种数据来源类型:个性化学习行为数据作为短期兴趣来源,学习评价矩阵数据作为长期兴趣获取来源,MN-HDRM融合RNN和FNN的优势,兼顾学生的短期学习兴趣和长期学习兴趣,即利用RNN保留时序信息,模拟短期学习兴趣随时间迁移的特征,从而来保障推荐的时效动态性;利用FNN保留全局信息,模拟长期学习兴趣相对稳定的特征,从而来保障推荐的稳定多样性,最终准确判断学生学习行为周期中的兴趣变化,具体实现细节参见我们的前期研究<sup>[14]</sup>。

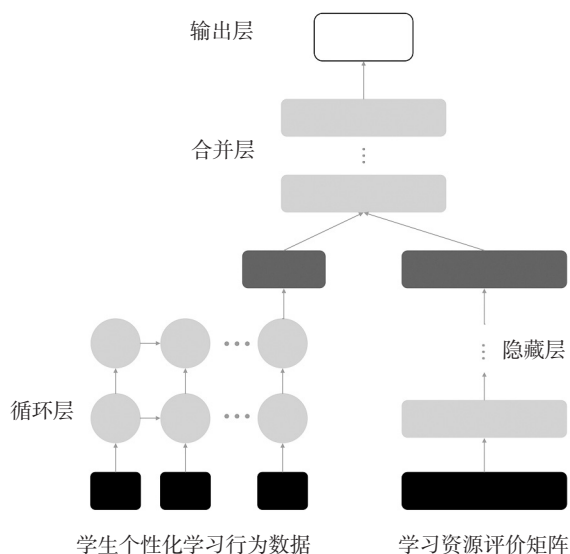


图4 MN-HDRM基本框架

#### 四、共智融合的大数据智能化人才协同创新培养实践效果

本文聚焦大数据智能化人才的培养目标和定位尚不明确、融合大数据和人工智能核心内涵的能力与知识体系尚不完善、实践教学体系与大数据智能化行业发展要求尚不匹配、缺少支撑大数据智能化共性基础能力提升的课程群和教学案例库4个大数据智能化人才培养中的教学难题,开展了数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系,理工融合、产教融合、创新牵引的开放式培养团队组织与教学过程,良性互动、协同创新的产学研用多方培养机制体系,多途径众智贡献与协同的特色课程项目与场景案例池和“4-5-3”实践创新教学体系,以立德树人为根本标准的技术道德伦理全贯穿、全渗透教育6项教学研究与改革创新工作,结合在依据长短期学习兴趣的知识及教学案例资源推荐机制方面的教育技术突破,通过不断的研究、实践与探索,结合自身专业特点调整研制了可量化、可追踪、多维度的大数据智能化人才培养质量评价与度量方法及指标体系,获得重庆市教学成果一等奖,获批重庆市大数据智能化特色专业,建立了4个大数据智能化协同育人实践平台、1个本科生自主管理创新工场、4个综合创新实验平台,建设了12门优质与精品资源课程,编写了5部特色教材,发表了20篇教改论文,通过科研项目精化与提炼,建成了场景化复杂大数据智能化教学案例库,构建了本硕贯穿的大数据智能化课程体系,经过成果的深化和评价总结,在多项国家与省部级教改项目支撑下,计算机科学与技术专业建成了体现新工科特点首批计算机类一流特色专业,建立了共智融合的大数据智能化人才培养体系,塑造了本科生和研究生基于大数据智能化的复杂工程问题求解能力以及大数据智能化技术驱动的高质量创新创业能力。

##### 1. 研制可度量、可追踪、多维度的大数据智能化人才培养质量评价方法及指标体系

人才培养质量的度量和评价与专业领域特点、学校特色、培养目标、培养规格等因素密切相关,特别是目前尚未查阅到有效且现实可用的针对我国大数据智能化人才培养可量化、可度量的人才培养标准体系,如廖春华等从PDCA质量循环视角结合该校具体情况提出一种本科人才培养质量标准<sup>[15]</sup>;黄明东等给出了创建中国文化底蕴的高校人才培养质量标准的建议和思考<sup>[16]</sup>;陈国松等通过对比美国、欧洲及我国工程人才培养标准的异同,给出了我国本科工程教育人才培养标准的修订建议<sup>[17]</sup>;何继善

等深入分析了工程科技人才培养标准的多标分离和多标整合问题<sup>[18]</sup>。上述研究为本文提出适合自身的大数据智能化人才培养质量评价标准,提供了有益的借鉴。

本文结合专业领域特点、学校特色、培养目标、培养规格等多种因素,仔细考量实用性和现实可操作性,研制了可度量、可追踪、多维度的大数据智能化人才培养质量评价方法及指标体系。大数据智能化人才培养质量度量指标体系包括表1所示的13个大类和43个二级指标点(如表1所示)。

表1 大数据智能化人才培养质量度量指标体系

培养质量要求	培养质量要求二级指标点
R0 立德树人 以立德树人为根本标准将技术道德伦理教育贯穿人才培养和教学改革全过程、渗透整个课程内容和知识体系	R0.1 理想信念、爱国情怀、道德品质与专业知识能力的融合 R0.2 理想信念、爱国情怀、道德品质与科学工程素质素养的融合
R1 工程知识 具有从事大数据智能化所需的扎实的数学、自然科学、工程基础和专业知识,并能够综合应用这些知识解决大数据智能化领域复杂工程问题	R1.1 具备数学和自然科学基础知识,并能够理解重要数学、物理思想方法,并能运用于解决复杂计算问题 R1.2 能够将数学、自然科学基础知识、大数据智能化所需的信息科学基础知识应用到实际工程问题的形式化表述和建模 R1.3 能够运用大数据智能化基础知识进行实际工程问题中的大数据与人工智能算法的设计与实现 R1.4 能够运用大数据智能化专业知识,设计和实现软件核心模块 R1.5 能够运用大数据智能化基础知识和专业知识,设计和开发实际工程问题中的软件系统 R1.6 能够运用大数据智能化专业知识,设计和实现大数据与人工智能硬件架构中的核心模块 R1.7 能够综合运用数学、自然科学、工程基础和专业知识,解决大数据智能化领域的复杂工程问题
R2 问题分析 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析大数据智能化领域复杂工程问题,以获得有效结论	R2.1 掌握应用数学和自然科学的基本方法,能结合大数据与人工智能专业知识对工程问题进行识别和表达 R2.2 能够应用软硬件技术,针对大数据智能化复杂工程问题选择恰当的数学、自然科学、大数据和人工智能等相关知识进行分析,得到相关工程问题的解决途径 R2.3 能够应用大数据与人工智能的基本原理,通过文献研究,深入分析复杂工程问题,以获得有效的结论
R3 设计/开发解决方案 能够综合运用理论和技术手段,针对大数据智能化领域复杂工程问题,设计实现满足信息获取、传输、处理或使用等需求的单元(部件),设计实现系统级解决方案,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	R3.1 能针对特定的大数据智能化复杂工程问题进行调研完成需求分析 R3.2 能针对特定需求进行算法和软硬件功能模块设计,并对设计方案和开发流程可行性进行研究 R3.3 能针对特定需求进行软硬件系统设计,在设计中体现创新意识 R3.4 能够针对特定需求进行工程设计,综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素
R4 研究 能够基于科学原理并采用科学方法对大数据智能化领域复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论	R4.1 掌握复杂大数据智能化工程研究的基本方法,能够对原理进行验证 R4.2 能够基于科学原理并采用专业科学的方法,针对复杂工程问题进行实验设计 R4.3 针对复杂工程问题实验,能够进行数据收集、分析与解释 R4.4 能够理解复杂工程问题所涉及的技术指标,并通过信息综合得到合理有效的结论

续表1

R5 使用现代工具 能够针对大数据智能化领域复杂工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,并能够理解其局限性	R5.1 了解解决大数据智能化领域复杂工程所需的硬件开发工具的发展现状,并根据应用需求与工具特点进行选择 R5.2 针对复杂工程问题,能够运用图书馆、互联网、数据库等多种资源,检索和分析所需要的硬件开发工具的相关资料,熟练掌握开发环境与工具的使用方法 R5.3 能够使用合适的硬件开发工具对复杂工程问题进行预测和仿真模拟,并对结果进行合理评价 R5.4 能够理解硬件开发工具在大数据智能化工程实践中的局限性
R6 工程与社会 能够基于大数据智能化相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和大数据智能化领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任	R6.1 熟悉软件开发、系统分析设计等大数据智能化工程实践过程和复杂工程问题解决方案领域相关的技术标准,了解知识产权保护、行业政策和法律法规 R6.2 能判别和评价软件开发、系统分析设计等大数据智能化工程实践过程和复杂工程问题解决方案对法律、安全、健康、伦理与文化所产生的潜在影响 R6.3 具有大数据智能化工程实践中的风险意识,理解应承担的责任
R7 环境和可持续发展 能够理解和评价针对大数据智能化领域复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响	R7.1 能够了解大数据智能化工程实践中环境、可持续发展方面的方针、政策与法律法规,正确认识大数据智能化工程实践与环境、可持续发展之间的关系 R7.2 能够理解、分析和评价大数据智能化技术和工程实践对环境、社会可持续发展所产生的影响
R8 职业规范 具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在大数据智能化实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任	R8.1 树立正确的人生观、价值观和世界观,具有人文社会科学素养和社会责任感 R8.2 理解可持续发展的科学发展道路和个人责任,具备良好的道德修养 R8.3 能够拥有健康的体质,良好的心理素质、意志品质和社会责任感 R8.4 能够在大数据智能化实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任
R9 个人和团队 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	R9.1 具有团队意识,能够与其他学科的团队成员有效沟通,合作共事,理解一个团队中每个角色对于整个团队的意义和作用 R9.2 能够以个人的专业知识和素养建立团队信任,能适应多学科背景的团队合作方式,具备一定的组织管理能力,并能综合团队成员的意见,进行合理决策
R10 沟通 能够就大数据智能化领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和论文、设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流	R10.1 具备一定的外语听说读写能力,能够用外语进行交流 R10.2 具备较好的大数据智能化知识表达能力,能够就复杂大数据智能化工程问题与业界同行及社会公众进行沟通和交流 R10.3 了解大数据智能化发展趋势与前沿技术,能够在跨文化背景下就大数据智能化工程问题和方案发表意见并进行交流
R11 项目管理 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用	R11.1 能够理解大数据智能化系统、软硬件设计开发以及大数据智能化研究等大数据智能化工程项目的特点,掌握成本、进度、范围、质量、风险等计算机工程项目管理原理和经济决策方法 R11.2 能够将大数据智能化工程管理与经济决策方法应用于具有实际应用背景、多学科环境的大数据智能化系统、软硬件设计开发以及大数据智能化研究等大数据智能化工程项目中





续表1

R12 终身学习 具有自主学习和终身学习的意识,有不断学习和适应发展的能力	R12.1 具有查找和阅读大数据智能化专业文献的能力,能够主动查找、阅读、理解专业文献内容并形成合理结论
	R12.2 能够发现实践过程中存在的问题和涉及的方法技术,并能够通过多种现代教育手段不断学习大数据智能化新知识和技术,对问题试图进行解决
	R12.3 了解个人成长和职业发展需求之间的差距以及拓展知识和能力的途径,具有大数据智能化新理论、新技术理解能力、归纳总结和提出问题的能力,具有终身学习的意识

为说明指标体系在人才培养质量中的具体应用,以《大数据导论》课程为例,该课程支撑大数据智能化人才培养质量要求二级指标点的达成度为 $D_{R0.1}$ 、 $D_{R3.3}$ 、 $D_{R4.2}$ 、 $D_{R10.2}$ 、 $D_{R12.1}$ ,评价计算方法示例如下:

- $D_{R0.1}$  = 学生对课程思政的应答反馈及课程项目、实验和作业体现的道德诚信成绩/100\*1.0
- $D_{R3.3}$  = 学生课程项目考核成绩/100\*1.0
- $D_{R4.2}$  = 学生4次实验平均成绩/100\*1.0
- $D_{R10.2}$  = 学生课程答辩成绩/100\*1.0
- $D_{R12.1}$  = 学生作业平均成绩/100\*1.0

该课程学生个体分项二级指标达成分值示例如表2所示。

表2 《大数据导论》学生个体分项二级指标达成分值示例

序号	学号	学生姓名	R0.1	R3.3	R4.2	R10.2	R12.1
1	2018XXXX	薛XX	95.0	91.0	85.0	90.0	85.0
2	2018XXXX	喻XX	95.0	90.0	87.5	95.0	92.5
3	2018XXXX	陈XX	97.0	90.0	82.5	90.0	92.5
4	2018XXXX	张XX	95.0	90.0	95.0	85.0	92.5
5	2018XXXX	于XX	95.0	90.0	95.0	85.0	95.0

该课程学生整体平均成绩分项指标达成度示例如表3所示。

表3 《大数据导论》学生整体平均成绩分项指标达成度示例

	R0.1	R3.3	R4.2	R10.2	R12.1
学生平均成绩	95.35	86.96	88.41	86.49	87.05
培养质量要求指标点达成度	0.95	0.87	0.88	0.86	0.87

学生完成全过程和全部课程学习后,计算其对应表1每分项二级指标的所有课程和教学环节加权平均达成度,0.60以下为不及格,0.60—0.69为及格,0.70—0.79为中等,0.80—0.89为良好,0.90以上为优等,记录每个学生的指标达成度,追踪学生培养质量,结合社会和第三方评价,不断调整、优化和完善指标体系。

2.以平台建设成果及教学研究成果为牵引,强化师资队伍凝聚力

通过与知名企业合作共建大数据智能化校企合作协同育人平台,建设国家级一流本科专业、重庆市本科一流专业、重庆市高校大数据智能化类特色

专业,创建大数据、云计算、物联网和计算系统等综合创新实践实验平台,承担多项国家和省部级教改项目,建设省部级优质课程等一系列举措,以专业与平台建设成果及教学研究成果为牵引,提升教师队伍素质和活力,强化师资团队凝聚力。

3.通过科研项目精化与提炼,建设场景化复杂大数据智能化教学案例

研究团队依托重庆市专业学位研究生教学案例库建设项目“大数据智能化高级工程人才培养”和重庆大学大数据智能与服务计算团队,聚焦大数据抽取与融合计算、深度学习、强化学习、多模态大数据理解与挖掘等大数据智能理论、方法和技术,开展面向智能交通、航空航天、公共安全、知识服务、智能检索、电子商务、医疗健康等国家重大需求和经济主战场聚焦领域的应用研究、技术攻关和系统研发。近三年团队指导学生承担完成了国家863“面向大数据的内存计算关键技术与系统”专项5个项目中的2项,即主持了“面向大数据应用的新型内存计算系统软件及关键技术”、参与了“基于内存计算的实时大数据关键技术和系统”;承担“基于大数据的航天发射系统安全性实时评估方法”“基于结构化大数据深度挖掘的呼吸道症候群监测与早期预警机制研究”等国家自然科学基金项目5项;承担了“区域医疗卫生大数据智能处理系统”等多个大数据横向项目,在IEEE TITS、IEEE TCAD、JCAM、计算机学报、自动化学报、电子学报等国内外高水平期刊和CCF推荐的高水平国际会议发表论文70余篇。

在学生项目工程实践能力培养方面,完成了“农产品电商交易数据采集与分析系统”“基于深度学习的粗细粒度融合图像检索系统”“基于RFID电子牌的交通状态研判与管理应用系统”“基于深度学习的汽车综合辅助设计系统”和“视频目标跟踪及定位系统”等一系列自主知识产权的重要成果,通过对成果的精化与提炼,形成了多个场景化复杂大数据智能化教学案例。

4.教学改革的人才培养成效显著

通过综合改革的实施,卓越工程师班本科生人均获得国家级/省部级学科竞赛奖1项以上,连续三届参与“龙芯杯”CPU设计大赛均以较好名次获奖,首次参加全球超算ASC竞赛即获得全国二等奖。在升学和就业质量方面,学生培养质量得到显著提升,其平均绩点均达到了推免研究生水平,其最终国内外升学率为80%左右,就业以大型国企和互联网企业为主,就业质量显著提升。

研究生在大数据智能化方面的创新实践取得



了优异成绩：获重庆市优秀学位论文9人次、研究生国家奖学金98人次、重庆市研究生科研创新项目21项；在全国高校数据驱动创新研究大赛、中国研究生数学建模竞赛、“科慧杯”研究生创新创业大赛、中国大学生智能设计大赛、中国计算机视觉大会专题竞赛、中国高校计算机大赛大数据挑战赛、京东金融全球数据探索大赛、ISICDM 2019 临床数据分析挑战赛等获奖145人次。在就业质量方面，以阿里巴巴、腾讯、华为、海康威视、字节跳动、国家电网等领域巨头为主，就业质量显著提升。

### 5.多视角的大数据智能化新型培养和教学模式

对人才培养过程的研究取得了一系列成果，包括：形成了多层次和系统化的“三创”人才培养体系；构建了“三阶段+互动微循环”的互动协作教学模式；提出了工业互联网人才培养新途径；设计了基于SPOC的混合式翻转课堂教学的线上教学资源建设、线上线下混合式教学流程和教学评价设计模式；开发了一套集自动评测、查重、辅助批阅等功能为一体的实验评估系统等。

### 6.建成了本硕贯穿的大数据智能化课程体系

自2017年，重新修订了本科与研究生培养方案，聚焦大数据智能化重点发展产业需求，按照模块化结合不同专业路径的方式，建成了本硕贯穿的大数据智能化课程体系，如图5所示，其中公共基础与通识课程、大类基础课程、专业基础课程、专业必修为本科生课程，数据智能模块、系统智能模块、物联智能模块为本硕贯穿课程，并形成了3条专业路径，对标大数据智能化不同的重点发展产业领域。

## 五、结语

本文基于研究团队在大数据智能化方面大量的专业建设与探索、教学教改研究、课程教学实践、学生创新指导、科研项目提炼教学案例、产业与兄弟高校调研等一系列工作和举措，所提出的数智融合的分层级能力度量与动态扩展知识体系，理工融合、产教融合、创新牵引的开放式培养团队组织与

教学过程，良性互动、协同创新的产学研用多方培养机制体系，多途径众智贡献与协同的特色课程项目与场景案例池和“4-5-3”实践创新教学体系，以立德树人为根本标准的技术道德伦理全贯穿、全渗透教育，均已在一定范围内得以实施，并取得了一批高质量教学与实践成果，也产生了良好的教学与实践成效。

但是，鉴于大数据与人工智能知识演化速度快导致的知识体系更新频繁、部分研究工作的实践周期还不长、学生的学习行为数据、人才培养质量评价数据以及对学习资源的评价数据还不够丰富等现实原因，导致对学生学习行为的观测维度还有待提升、学习资源推荐的个性化程度还有待加强、本硕贯穿学习的紧密度还需要进一步加强。

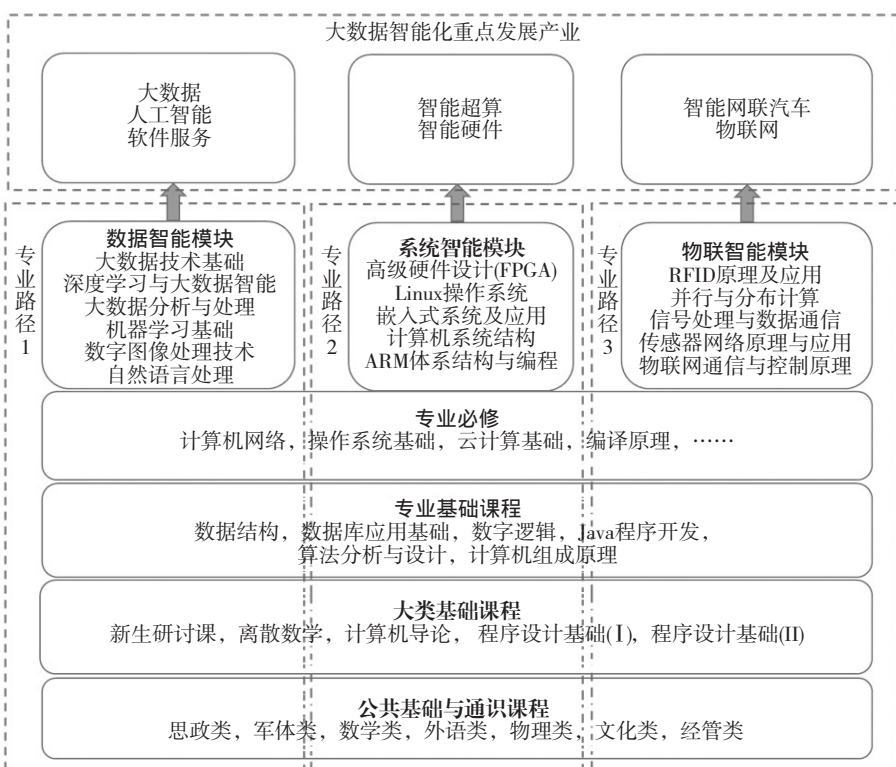


图5 本硕贯穿的大数据智能化课程体系

## 参考文献:

- [1] 国发[2015]50号,促进大数据发展行动纲要[Z].
- [2] 国发[2017]35号,新一代人工智能发展规划[Z].
- [3] 吴飞,杨洋等.人工智能本科专业课程设置思考:厘清内涵、促进交叉、赋能应用[J].中国大学教学,2019,(2):14-19.
- [4] 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.
- [5] 王元卓,隋京言.新工科背景下的大数据专业建设与人才培养[J].中国大学教学,2018,(12):35-42.
- [6] 李辉,张标.涉农高校数据科学与大数据技术专业人才培养思考[J].高



- 等工程教育研究,2019,(5):16-22.
- [7] 王晶莹,杨伊等.从大数据到计算教育学:概念、动因和出路[J].中国电化教育,2020,(1):85-92.
- [8] 冯永,钟将等.大数据高级技术人才协同创新培养研究与实践——以计算机全日制专业学位研究生与本科生协同创新培养为例[J].中国电化教育,2017,(6):35-44.
- [9] 王国胤,刘群等.大数据与智能化领域新工科创新人才培养模式探索[J].中国大学教学,2019,(4):28-33.
- [10] 吴贺俊,饶洋辉.面向新工科的大数据专业课程建设[J].中国大学教学,2019,(4):34-37.
- [11] 张燕,刘鹏等.大数据专业建设的思考与探索[J].中国大学教学,2019,(4):38-41.
- [12] 高教司.“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[DB/OL].[http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe\\_745/201704/t20170412\\_302427.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201704/t20170412_302427.html) 2017,2017-04-18.
- [13] 冯永,钟将等.海量数字教育资源管理和共享的云服务模型研究[J].中国电化教育,2013,(5):117-123.
- [14] 冯永,张备等. MN-HDRM:长短兴趣多神经网络混合动态推荐模型[J].计算机学报,2019,(1):16-28.
- [15] 廖春华,马骁等.本科人才培养质量标准研制路径探析——基于PDCA循环理论的视角[J].教育发展研究,2014,(21):23-29.
- [16] 黄明东,姚建涛等.对中国底蕴的高校人才培养质量标准建设的思考[J].中国大学教学,2017,(3):38-42.
- [17] 陈国松,许晓东.本科工程教育人才培养标准探析[J].高等工程教育研究,2012,(2):43-48.
- [18] 何继善,张霞等.工程科技人才培养标准的多标分离和多标整合[J].现代大学教育,2019,(3):88-96.

#### 作者简介:

冯永:教授,博士,博士生导师,系主任,研究方向为大数据分析 with 数据挖掘、人工智能与大数据处理、深度学习与大数据检索。

钟将:教授,博士,博士生导师,副院长,研究方向为大数据分析 with 挖掘、自然语言处理、云网融合、网络安全。

## Research and Practice in Co-intelligence Integrated Collaborative Innovation Training of Big Data Intelligent Personnel

Feng Yong<sup>1,2</sup>, Zhong Jiang<sup>1,2</sup>, Wang Qian<sup>1,2</sup>, Li Xueming<sup>1,2</sup>

(1.College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400030; 2.Key Laboratory of Dependable Service Computing in Cyber Physical Society, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030)

**Abstract:** There are currently four teaching problems in big data intelligent personnel training: the big data intelligent personnel training goals are not yet clear, the knowledge system of integrated big data and artificial intelligence is not perfect, the practical teaching system and the big data intelligent industry development requirements are not yet matched, and the course groups and teaching case resources to support big data intelligent basic ability improvement are not enough. In this paper, we proposed five teaching reform innovations and one education technology innovation for the above four problems: data and intelligence integrated hierarchical ability measurement and dynamically expanding knowledge system; open training organization and teaching process with integration of science and engineering, integration of production and education, and innovation traction; industry-university-research-use training mechanism system with benign interaction and collaborative innovation; distinctive course projects and scenario-based cases with co-intelligence contribution and collaboration; moral and ethical education based on Moral Education; “4-5-3” practice and innovation teaching system; and knowledge and teaching case resource recommendation mechanism based on long-and short-term learning interests. Through continuous research, practice and exploration, we have achieved a number of high-quality teaching practice results: we have built national and Chongqing first-class computer majors, and established co-intelligence integrated big data intelligent personnel training system, and undergraduate and graduate students have the ability to solve complex engineering problems and high-quality innovation and entrepreneurship.

**Keywords:** big data intelligent; computer majors; new engineering disciplines; collaborative innovation training; system ability

收稿日期: 2020年8月11日

责任编辑: 赵云建