

数智赋能网络安全实践教学方法研究与实践

代威, 何俊, 吴波, 沈璇, 黄金杰

(信息支援部队工程大学, 湖北 武汉 430000)

摘要:在教育数字化转型深度演进的背景下,网络安全实践教学在实战科目构建、高效精准实施、多维教学评价等方面存在许多共性挑战。为此,以综合性实践平台、多元数字资源和智慧教学工具集等数智条件建设与应用为基础,深入探索数智赋能网络安全实践教学模式,以期进一步明晰数智技术深度融入网络安全实践教学的可行路径,释放数智驱动网络安全实践教学质效提升的多维赋能效应,为破解网络安全实践教学难题提供参考。

关键词:数智赋能教育;网络安全教学;网络靶场;知识图谱;教学模式

DOI:10.11907/rjdk.251496

扫描二维码阅读全文:

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1672-7800(2025)010-0209-06



Exploratory Research on Practical Teaching of Cybersecurity Empowered by Digital Intelligence

DAI Wei, HE Jun, WU Bo, SHEN Xuan, HUANG Jinjie

(Information Support Force Engineering University, Wuhan 430000, China)

Abstract: In the context of the deep evolution of digital transformation in education, there are many common challenges in the construction of practical subjects, efficient and accurate implementation, and multidimensional teaching evaluation in network security practical teaching. To this end, based on the construction and application of comprehensive practice platforms, diverse digital resources, and intelligent teaching tool sets, we will deeply explore the model of digital intelligence empowering network security practice teaching, in order to further clarify the feasible path of deep integration of digital intelligence technology into network security practice teaching, release the multidimensional empowerment effect of digital intelligence driving the improvement of network security practice teaching quality and efficiency, and provide reference solutions for solving the problems of network security practice teaching.

Key Words: digital intelligence empowering education; cybersecurity teaching; cyber range; knowledge graph; teaching mode

0 引言

在人工智能时代,高等教育的数智化转型已成为不可避免的选择。数智技术不仅仅是工具或手段,更是一种全新的教育理念和模式,旨在通过技术手段全面提升教育效果,实现智慧育人新境界,标志着一场关乎全局的嬗变^[1]。

在教育数智化转型的时代背景下,实践教学作为实战化网络安全人才培养的关键环节,亟待实现从传统课堂向数智教学转变,更好地培育能担当网络强国使命的新质人

才。为此,本文面对数智赋能网络安全实践教学的机遇与挑战,围绕发挥数智技术优势,促进网络安全实践教学质效跃升的主题,从数智资源“支撑”和教学应用模式“使能”两个方面,探索数智赋能网络安全实践教学的方法路径,期为网络安全实践教学数智化转型提供参考案例。

1 网络安全实践教学现状

网络安全实践课程通常包含漏洞利用、渗透测试、安全监测、风险评估、事件处置等知识,内容体系复杂且实践性强,学习者通常需要在贴近实战的攻防场景中,才能实

收稿日期:2025-07-28

作者简介:代威(1991-),男,硕士,信息支援部队工程大学讲师,研究方向为智能化网络安全;何俊(1979-),男,博士,信息支援部队工程大学教授、博士生导师,研究方向为网络安全态势感知;吴波(1985-),男,博士,信息支援部队工程大学副教授、硕士生导师,研究方向为网络安全渗透测试;沈璇(1990-),男,博士,信息支援部队工程大学副教授、硕士生导师,研究方向为分组密码;黄金杰(1990-),男,硕士,信息支援部队工程大学讲师,研究方向为区块链技术应用。

现从基础工具操作到综合攻防对抗能力的逐层递进。当前,网络安全实践教学主要存在以下3个方面的现实难题。

1.1 贴近实战的实验科目构设难,影响教学目标达成度

复杂安全事件攻防链路长,构建贴近实战化的高仿真实验场景占用资源多。实践教学往往基于简单的网络环境,单一碎片化的攻防场景。网络环境的单一性导致知识转化率低,攻防链路的碎片化阻碍了综合能力提升,将直接影响培养知攻善防实战化人才的教学目标达成质量。

1.2 灵活高效的课堂教学手段缺,影响教学实施质效性

网络安全实践课程理实结合度高,学用贯通性强,学习者在课堂实践过程中需要将理论知识链接、设备操作手册等资源用作学习支架^[2]。当学习资源以直接显性方式提供时,学习者易倾向于直接套用,自主研探驱力存在不同程度的降低。同时,由于缺少灵活高效的教学手段支撑,课堂教学实施在支架获取与驱力保护间仍未找到最佳的契合方式。在师生比较低时,精准掌握课堂实践进程、针对学情差异动态调整实践内容等具体实施,在手段缺乏时会过度依赖教师,目前破解教学实施质效的现实困境仍显乏力。

1.3 立体多维的教学评估整合弱,影响教学改进精准度

网络安全实践教学评估贯穿于课前、课中、课后全链路,教学反馈信息可在预先学习、实践平台、研讨发言、拓展探索等不同环节获取。然而,选取哪些观察点、不同观察点下的反馈数据该如何整合,进而形成立体多维的学习画像,推动问题导向式教学精准改进,在网络安全实践中仍需进一步深入探索与实践。

2 相关研究

近年来,围绕数智赋能专业学科的教学研究广泛。张玉柳等^[3]从教学内容、教学主体及教学评价3个方面,论述了生成式人工智能赋能学科教学适应性在实践价值层面的增强效应。钟绍春等^[4]深入剖析了数据驱动个性化学习的应然逻辑,探索了破解瓶颈问题的实现路径和可行方法。施江勇等^[5]以人工智能专业为例,探索基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设模式与方法。王佐旭等^[6]提出知识图谱与大语言模型技术辅助工科课程教学资源建设的方法,以制造信息学原理与应用课程为例进行验证,为新工科专业建设提供了借鉴。郭丰等^[7]结合新形态工科实验本体与教学特征变化,将人工智能产生内容(Artificial Intelligence Generates Content, AIGC)技术深度融入工科实验教学的不同阶段,基于“引导—查询—判断—应用—评价—优化”六度循环的新形态工科实验教学路径,提升工科实验教学的智慧性、精准性与高阶性。

这些研究剖析了数智赋能专业教学的内在机理,从不同维度探索了相关实现路径,有效验证了赋能的成效,为

网络安全实践教学数智资源建设和数智教学模式探索提供了理论支撑和方法借鉴。

在网络安全人才培养与教学模式方面。张帅等^[8]以基于战训耦合的网络安全人才能力图谱为牵引,提升了面向网络安全军事人才培养的教学质效。王磊等^[9]聚焦于解决网络安全人才培养中的多元问题并探索创新路径,提出了CSGPT网络安全人才培育模型,实证了生成式人工智能在网络安全人才培养中的赋能作用和应用价值。曾文丽等^[10]针对网络安全综合实验课程教学内容、方法和实验评价单一等问题,提出产教融合背景下的教学改革方案。王景暲等^[11]从科研内容融入、科教平台建设、实践教学强化和校企联合施策等方面,提出了适用于网络安全专业的科教协同教学模式。张祎等^[12]针对教学内容与实践脱节、教学设计导向不明、教学模式单一等问题,通过网络空间安全专业教学内容、教学团队与形式、教学过程与评价、教学支持等教学改革,形成了面向实战的实践教学模式。熊翹楚等^[13]围绕综合型网络靶场平台建设、实践内容、教学模式、考核手段等,探索了网络攻防实践教学模式。

上述研究主要针对传统网络安全教学方法的改革进行理论探讨^[14]。在数智赋能网络安全教学方面,虽然在人才培养维度有所涉及,但深入至实践课程资源建设与模式创新等具体问题的研究仍显匮乏。

3 网络安全实践教学数智条件建设

数智化教学条件是实现数智赋能的必备基础。本文借鉴数智教育与网络安全学科教学的成功案例,面向网络安全实践教学的数智条件建设,以虚实结合网络靶场平台、知识图谱集成的多模态资源和泛在化AI教学辅助工具集为重点进行展开。

3.1 虚实结合的网络靶场平台

网络靶场是集综合技能实训、攻防对抗演练、概念推演验证于一体的综合性平台,是网络安全领域的“数字风洞”。不同于技能实训类与概念研发类靶场,面向网络安全实践教学的综合性靶场不仅要满足实践教学内容对网络攻防基础环境的要求,还需满足教学组织实施和效果评价的多样化需求。

本文按照“虚实结合仿真、动态模块编组、服务教学全程”的建设理念,从面向学习者的前端功能和面向教师的后端功能展开建设,构建了综合性靶场平台。

3.1.1 面向学习者的前端功能

前端功能主要支撑学习者自主、高效、个性化的学习,具备的主要功能包括:

(1)一键进入攻防场景。学习者按预定角色进入预设演练场景,根据任务需要操作或管理虚拟仿真的终端主机、服务器、网络设备、安全防护设备等。

(2)一键接收任务指令。学习者实时查看任务进度,

随机提交阶段成果,自动生成实验报告,按需下载实验指南、工具软件。集成了截屏、录屏、即时通信等工具,可辅助学习者高效地完成实践任务。

(3)一键导航至资源中心。帮助学习者更便捷地获取学习支架,实现学用融通。

(4)一键链接至 AI 工具集。支持学习者与 AI 助手开展交互对话,发散实践思维,获取原理知识,辅助程序编写,生成报告框架,查询学习进度,规划学习路径等。

3.1.2 面向教师的后端功能

面向教师的后端功能实现网络安全实验教学的全链路支撑,具体包括以下 4 点:

(1)系统资源管理。高效管理靶机、网络设备、安防设备等系统资源,支持系统资源自定义重组,生成复杂演练场景、实验科目等,为攻防实践场景编排提供底层资源支撑。

(2)实践任务规划设计。支持网络拓扑灵活绘制,仿真实战网络攻防场景;预置丰富的攻击链、事件库、模板库和攻击工具库,支持攻防过程自动化推演,辅助构建复杂的实验科目;支持实践任务细分赋值,支撑开展“闯关式”实验教学;支持精细化设定用户参演角色,支持角色、用户、设备间灵活动态关联,强化沉浸式实践体验。

(3)对抗教学导调控制。从任务进度、攻防目标、漏洞显现、实时流量等方面,立体展示多方态势;大屏一览表掌握学习者实践过程,支持随机切入干预;攻防网络环境在实践过程中可动态调整;因学习者实践操作引起的网络故障可在秒级自动恢复。

(4)实践成效评估复盘。以自动截图、录屏等方式,全

程记录实践过程与结果,支持按时间线复盘分析支持;支持以脚本校验方式自动评分,从科目、任务、团队、个人等维度进行动态展示。

3.2 知识图谱集成的多模态资源

丰富的数字资源是支持个性化的有效学习支架,知识图谱以强大的结构化表示能力和高效的知识检索与推理能力成为广泛应用的“资源整合器”。基于知识图谱可集成文档、视频、工具软件等多模态的数字资源,可形成体系完整、逻辑清晰、链接准确的课程数字化资源。

同时,基于知识图谱建设面向数智化教学的网络攻防实验课程资源,在内容上应全面覆盖网络攻防相关知识体系,不同形态的数字资源应按照知识技能体系的内在要求,以服务学习者高效实践探索的方式进行友好关联,保持与行业前沿同步,满足教学在时效性、实践性方面的要求。

为了确保知识图谱内容覆盖全、建设质效高,团队在广泛搜集、整理了网络安全相关资源,结合资源特点制定了相应质量管控标准,并借助自动化工具加快数字资源多模态融合,减少维护更新的工作量。经过近 5 年更新维护之后,初始版本的知识图谱建有的课程配套教学资源约为 1 500 个,平均每个知识点的关联资源超过 3 个,具体情况如表 1 所示。

3.3 泛在化 AI 教学辅助工具集

AI 教学辅助工具集按照“技术赋能、分层递进、多模协同”的方法框架展开建设,包括学情画像助手、伴学对话助手、报告生成助手、程序编写助手、实验评估助手和攻防推演助手六大助手,实现了教、学、练、演、评等教学环节的泛

Table 1 Integrating digital resources based on knowledge graph

表 1 基于知识图谱集成数字资源情况

类别	资源类型	主要来源/示例	质量管控要求	更新维护情况
通用资源	课件	教育部规划教材配套 PPT、MOOC 平台标准化课件、师生自制 PPT	包含完整章节结构与知识标注、内容无错漏、版权合规	大模型工具生成课件内容标签,内容质量通过人工审核后,依标签关联融入
	视频	国家级精品课程录播、攻防演练实况录像	通用格式、画面清晰、配备字幕,攻防类视频配关键操作时间戳	利用大模型工具识别音视频内容,生成标签后关联融入
	习题	CTF 竞赛题库、CISP 认证试题	配参考答案,含知识、技能分类标签	根据习题相似度预先排重,然后关联融入
	法规制度	《网络安全法》《数据安全法》等文件及官方解读等	标注生效日期、修订历史及关联法条,采用权威渠道版本	对接政府数据开放平台,定期更新
	学术论文	中国知网、维普、万方等	论文题录信息齐全,英文文献附加中文摘要	对接文献数据库,定期更新
面向网络安全实践教学的特色资源	实验项目	AWD 竞赛赛题、产教融合企业提供项目、Github 开源攻防项目	含相应的实验任务书、指导书、参考步骤、报告模版等	建立实验项目仓库,依托靶场平台验证通过后入库
	网络威胁情报	NVD 漏洞数据库、安全厂商报告、技术博客等	数据库资源字段完整;报告资源深入具体,包含 CVE 编号、CVSS 评分、影响范围及 PoC 验证状态等要素信息	开发定时爬虫解析 XML 格式情报;对接产教融合企业,获取产品化威胁情报资源,定期更新入库
	工具软件	Kali Linux 内置工具、Github 开源项目	来源合法合规,提供安装依赖和使用说明	建立工具软件仓库,经安全评估合格后导入
	案例	MITRE ATT&CK 战术案例、APT 事件分析报告、思政案例库	与网络攻防教学相关、案例真实、分析报告客观具体;思政案例价值观正确含思政点标签	人工智能辅助案例分析,生成标签后依标签关联融入

在化智能支撑。

目前,已建成应用的学情画像系统助手,可结合靶场平台中的学习资源记录学习时长、作业提交等情况,量化评估课前预习效果;或结合网络靶场中详细的攻防实验数据,建模生成能力雷达图,精准定位学习者在SQL注入、逆向工程等技能上的薄弱点。对话伴学助手是在通用大语言模型的基础上,使用检索增强生成技术开发的网络安全垂直领域大模型应用,整合了大模型的推理生成能力和专业知识,降低了大模型在专业问答时的幻觉,提升了对话专业性和稳定性。报告生成助手能根据预设模版,将实验数据转化为结构化报告,减少实验报告撰写工作量。正推进建设的程序编写助手,将在通用编程助手的基础上集成代码静态分析引擎,结合(Common Vulnerabilities and Exposures, CVE)通用漏洞披露漏洞数据库提供的实时安全编码建议,例如在缓冲区操作时自动提示安全函数替代方案。实验评估助手在评估实验结果报告要点的基础上结合靶场环境,运用差分测试技术比较学习者攻防操作与专家模式,生成包含TTPs(战术、技术、程序)匹配度的多维评估报告,对课中实验进行单科目、分角色、全流程实时评估。攻防推演助手基于网络靶场构建红蓝对抗沙箱,通过流量镜像和系统调用追踪技术记录对抗过程,运用攻击图建模方法可视化呈现攻击路径演变。

图1为AI教学辅助工具及其与网络靶场实践平台间的交互关系,各组件通过统一的数据总线实现信息共享。例如,伴学对话助手可调用实验评估数据生成个性化学习建议,形成“评估—反馈—优化”的闭环学习生态。

4 数智赋能的“四实”网络安全实践教学模式

将数智技术深度融入教学过程是实现数智赋能的关键。本文以网络攻防综合实验课程为例,从教学内容重构、实施方法改进、教学评价完善等方面进行改革实践,探索数智教学技术深度融入网络安全实践教学中的可行路径,形成了适用于网络安全实践教学的“实景—实抗—实研—实评”的“四实”教学模式。

4.1 教学模式总体框架

“四实”教学模式坚持以学为中心,针对传统网络安全实践教学存在的难点问题,结合课程实践性和对抗性特点,融合情景式、对抗式、任务式和研讨式等教学模式,通过实战化的攻防场景设计实践科目,采用攻防实抗的实践方式帮助学习者在数智伴随的实践环境中充分互动实研,并采集全程、多维的实践效果评估数据,实现数智技术的全链路融入,促进学习者深度学、高效学、自主学和个性学。教学模式总体框架如图2所示。

4.2 构建实景——在贴近实战的任务中“深度学”

构建实景是希望通过构设贴近实战的实践科目,帮助学习者建立应用理论知识、实践技能与解决实际问题间的强映射关系,以沉浸式的学习体验促进深度学习。在场景选择时,借助攻防推演助手对真实的网络安全事件案例进行剖析,解析案例中蕴含的知识理论,并对案例是否适用于课程教学进行初步分析。

在环境模拟过程中,通过虚实结合方式,在网络靶场中预置丰富的网络基础设施。为了更贴近实战,向攻防双方差异化提供各自视角下的知识图谱,以仿真实战场景下攻防双方在运维管理、情报搜集、渗透测试等过程中的信息依赖。在课堂教学时,利用案例视频等资源导入情景,引导学习者快速进入任务情景。

综上,本文应用以上方法构建实景,有效提升了场景仿真的粒度和真实度,将教学内容以实战场景方式呈现,使其更契合教学目标的内在要求。

4.3 攻防实抗——在对抗闯关的形式中“高效学”

攻防实抗有助于学习者带着任务角色设定,从攻防两个视角认识实践活动,将弹性课堂等教学设计融入攻防对抗过程,助力高效学习。在设计对抗任务时,可先借助实验评估助手预先评估实验效果,合理设置对抗难度,再依据实验报告生成助手,快速生成引导对抗实施的实验报告模板等。

在对抗实施时,依托网络靶场平台设置标志性节点,以便于教师实时掌握攻防对抗进展,及时关注进展滞后、超前的组别。对进度滞后的组别,可结合学情画像系统分

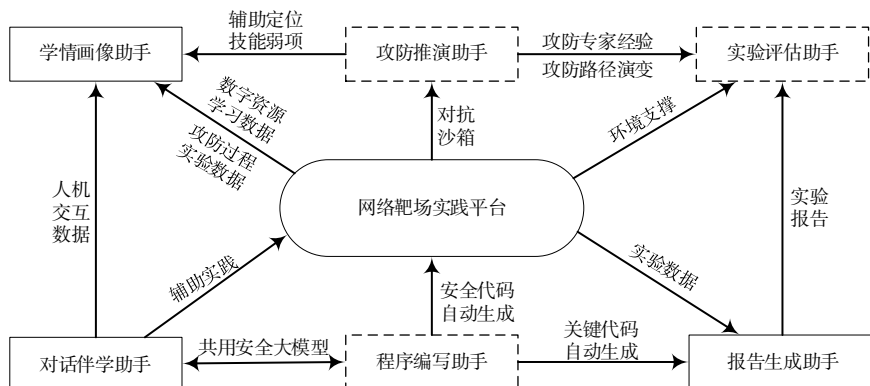


Fig. 1 AI teaching assistance tools and their interactive relationship with the network shooting range practice platform

图1 AI教学辅助工具及其与网络靶场实践平台间的交互关系

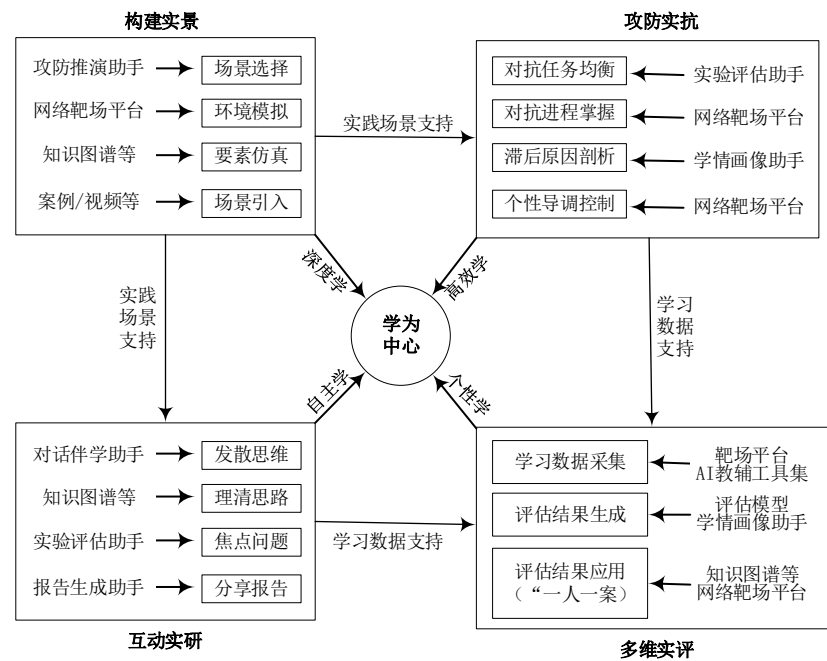


Fig. 2 Overall framework of the "four realities" teaching mode

图2 “四实”教学模式总体框架

析迟滞原因,通过网络靶场高效分发提示材料、推送学习资源,进行个性引导;对进展超前的组别,在网络靶场中灵活调整攻防场景网络环境,临机导调,鼓励学习者大胆拓展探索。

综上,数智技术的应用让对抗双方的任务量、任务难度尽量均衡,能实时掌握、动态调整对抗进度,提升了教学组织的差异化和针对性。

4.4 互动实研——在数智资源的伴随下“自主学”

互动实研借鉴了方滨兴研讨厅的教学模式,通过深入有效的互动探究,促进学习者自主学习^[15]。以学习者为主体自主研究时,伴学对话助手可启发思维,帮助学习者明确探索方向。知识图谱可直观清晰地展示知识体系框架脉络,关联的视频、实验等资源可帮助学习者解决实践过程中遇到的具体问题。这些都能作为自主研究的学习支架,在自主研究的过程中可依托靶场平台搭建试验环境,结果可在网络靶场中自动记录。

以教师为主导进行集中研讨时,可借助实验评估助手,结合学习者自主研究过程中的人机交互情况、资源使用情况和研究过程与结果等,设置研讨的焦点问题。报告生成助手能辅助生成研讨分享所需的研究报告等。在以上多个环节应用数智技术会使学习者自主研究更深入,集中研讨更聚焦。

4.5 多维实评——在立体多维的反馈下“个性学”

学习者在攻防实抗和互动实研过程中产生的学习数据,是开展多维实评的主要依据。多维数据采集以“师—生—机”三元协同方式,在教师、学习者两类主体间同步开展。教师评价贯穿课前、课中、课后全过程,主要关注学习者课堂活跃度、学习专注度、实践熟练度、研讨参与度、回

答问题的“三性”(准确性、完整度和创新性)、分组协作等方面情况,以人工采集、靶场自动采集相结合的方式采集数据。学生评价主要关注组内任务的推进支持度、任务完成贡献度、组内职责完成度、沟通协调和实践创新情况等,以靶场平台分任务、分阶段地自动采集为主,学习者组内、组间互评采集为辅。

评价结果在能力评估模型的驱动下,在学情画像系统中可生成动态更新的能力雷达图,以进一步应用于个性化学习规划。具体地,从知识短板提示(Web安全原理得分低于群体均值20%等)、能力提升建议(渗透测试的权限维持环节需强化等)和素养发展指引(安全合规认知需补充案例学习等)3个方面进行个性学习诊断,结合黄橙红三级预警、关键能力项直接触发等学习评价机制,自动分析规划学习路径,再结合知识图谱生成定制化学习资源包,通过网络靶场定向分发,逐步实现“一人一案”的个性化学习。

5 实施成效与反思

通过数智化教学改革与实践,课程教学有效破解了传统网络安全实践教学难点问题,实现了由多个信息系统支持下的“碎片式”信息化教学向基于网络靶场的“一站式”数智化的教学转化。目前,课程教学改革得到了国家级教学课题立项支持,课程建设质量持续提升,先后获评湖北省一流本科课程、湖南省数字化教学竞赛一等奖等奖项。

观察发现,课堂教学中师生生机三元互等频次相较于之前增长约4.8倍,配置命令语法错误等低阶问题减少

72.3%;围绕岗位实战应用研讨的质量更高,高挑战度的拓展实验完成率提升35%;基于岗位任职能力评估模型的攻防对抗能力持续加强;学习者对网络安全的学习兴趣得到了进一步提升,会更积极地加入网络安全俱乐部,并获得国际国内网络攻防赛事重量级奖项。

此外,数智技术在多个教学环节的有效介入,提升了实践内容设计效率和伴随学习质效,深化了学习者对数智技术的认识,提升了学习者应用数智思维解决网络安全学科专业问题的意愿与能力,实现了学习者网络安全专业素养和数智思维综合素养的双重培塑。

6 结语

本文围绕数智赋能网络安全实践教学,重点研究了数智化教学条件建设与教学模式创新问题。首先,探索了基于网络靶场平台构建高仿真实验环境,挖掘了知识图谱驱动多模态资源整合和泛在化的智能工具集研发的可行路径;其次,在充分融入数智资源和技术开展教学实践的基础上,形成了“实景—实抗—实研—实评”的教学模式。

教学实践表明,该模式在复杂攻防场景下的构建效率、学习者高阶能力培养方面,展现出了显著的技术赋能优势,验证了数智化转型对破解网络安全实验教学痛点的可行性。后续,将进一步对接国家网络安全战略对复合型人才的实战能力需求,持续加强课程教学改革实践,为培养兼具数智素养与创新能力的网络安全人才提供系统性的解决方案。

参考文献:

- [1] ZHU Z T, JIN Z J, DAI L, et al. Digital intelligence empowering new quality development in higher education: the new role of teachers in the age of GAI technology[J]. E-Education Research, 2024(6): 5-13.
祝智庭,金志杰,戴岭,等. 数智赋能高等教育新质发展: GAI技术时代的教师新作为[J]. 电化教育研究, 2024(6): 5-13.
- [2] PENG H C, ZHU Z T. A design research on the scaffolds of flexible deep learning for smart classroom[J]. China Educational Technology, 2023(4): 23-31.
彭红超,祝智庭. 面向智慧课堂的灵活深度学习支架设计研究[J]. 中国电化教育, 2023(4): 23-31.
- [3] ZHANG Y L, LUO J H. Logical rational and practical paths for generative artificial intelligence in enhancing subject teaching adaptability[J]. E-Education Research, 2024, 45(11): 100-107.
张玉柳,罗江华. 生成式人工智能增强学科教学适应性的逻辑理路与实践路径[J]. 电化教育研究, 2024, 45(11): 100-107.
- [4] ZHONG S C, YANG L, FAN J R. Data-driven personalized learning: real problems, ought-to-be logic and implementation paths[J]. E-Education Research, 2025, 46(1): 13-19.
钟绍春,杨澜,范佳荣. 数据驱动的个性化学习: 实际问题、应然逻辑与实现路径[J]. 电化教育研究, 2025, 46(1): 13-19.
- [5] SHI J Y, TANG J T, WANG Y J, et al. The construction of curriculum resources in emerging fields based on knowledge graph[J]. Research on Higher Engineering Education, 2022(3): 15-20.
施江勇,唐晋楠,王勇军,等. 基于知识图谱的新兴领域课程教学资源建设[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 15-20.
- [6] WANG Z X. On the method of constructing teaching resources for new engineering courses assisted by knowledge graph and large language model[J]. Research on Higher Engineering Education, 2025(1): 40-46.
王佐旭. 知识图谱和大语言模型辅助新工科课程教学资源建设方法[J]. 高等工程教育研究, 2025(1): 40-46.
- [7] GUO F, YANG Q X, ZHENG C H, et al. A preliminary study on AIGC-enabled new form of engineering experimental teaching[J]. E-Education Research, 2025(1): 72-78.
郭丰,杨清香,郑春辉,等. AIGC赋能的新形态工科实验教学初探[J]. 电化教育研究, 2025(1): 72-78.
- [8] ZHANG S, NI L, WANG X M. Building cybersecurity talent competency profiles based on combat-training coupling[J]. Computer Education, 2023(10): 1-5.
张帅,倪林,王欣玫. 基于战训耦合的网络安全人才能力图谱构建[J]. 计算机教育, 2023(10): 1-5.
- [9] WANG L, XU Z J, ZHU G, et al. Research on the construction and application of curriculum evaluation model under the guidance of digital literacy[J]. China Educational Technology, 2023(9): 101-108.
王磊,徐子竞,朱戈,等. 生成式人工智能赋能网络安全人才培养的探索研究[J]. 中国电化教育, 2023(9): 101-108.
- [10] ZENG W L, CHEN J X, SHI R, et al. Practical teaching for cybersecurity professionals aimed at real combat[J]. Computer Education, 2024(11): 144-147, 153.
曾文丽,陈继鑫,石睿,等. 产教融合背景下的网络安全综合实验课程教学改革[J]. 计算机教育, 2024(11): 144-147, 153.
- [11] WANG J J, LONG W, CHEN J R, et al. Application of science-education collaboration in cybersecurity professional course development[J]. Computer Education, 2024(12): 168-171.
王景璟,龙威,陈健瑞,等. 科教协同在网络空间安全专业课程建设中的应用[J]. 计算机教育, 2024(12): 168-171.
- [12] ZHANG Y, ZHU X D, MA Y Y, et al. Practical teaching for cybersecurity professionals aimed at real combat[J]. Computer Education, 2024(11): 187-191.
张祎,朱晓东,马媛媛,等. 为实战而教的网络空间安全专业实践教学[J]. 计算机教育, 2024(11): 187-191.
- [13] XIONG Q C, CHEN G, DU Q P, et al. Exploration of practical teaching about cyber attack and defense based on cyber range[J]. Journal of Chinese Multimedia and Internet Teaching (Upper Edition), 2023(2): 13-16.
熊翹楚,陈刚,杜秋平,等. 基于网络靶场平台的网络攻防实践教学探索[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2023(2): 13-16.
- [14] LIAN L Y, YOU H H, SONG C Y, et al. Visual analysis of domestic network security experiment teaching research based on knowledge graph[J]. Modern Educational Equipment of China, 2022(5): 139-142.
廉龙颖,游海晖,宋春玉,等. 基于知识图谱的国内网络安全实验教学研究可视化分析[J]. 中国现代教育装备, 2022(5): 139-142.
- [15] SUN Z, NING H, YIN L H, et al. Preliminary study on the construction of a data privacy protection course based on a teaching-in-practice range[J]. Journal of Network and Information Security, 2023, 9(1): 178-188.
孙哲,宁洪,殷丽华,等. 基于教学实训靶场的“数据隐私保护”课程建设初探[J]. 网络与信息安全学报, 2023, 9(1): 178-188.

(责任编辑:刘嘉文)