

AI赋能人因工程学课程教学改革：路径与实践探索

刘雨宸, 王多璿*

上海理工大学健康科学与工程学院, 上海

收稿日期: 2025年11月9日; 录用日期: 2025年12月11日; 发布日期: 2025年12月19日

摘要

针对传统人因工程学课程在康复工程专业教学中存在的理论抽象、实验成本高、数据获取难及与实践脱节等问题, 以上海理工大学健康科学与工程学院康复工程专业为例, 开展了以人工智能(AI)技术赋能的教学改革。本研究构建了以“项目制(PBL)”为核心的“AI增强教学 - AI驱动实验 - AI赋能实践”一体化改革路径。通过将计算机视觉、数据分析和生成式AI等工具融入课程项目(如下肢康复外骨骼机器人的人体测量学设计), 引导学生完成从数据采集、量化分析到设计验证的全流程。实践表明, 该改革有效激发了学生的学习兴趣, 显著提升了其数据驱动的设计思维与解决复杂人因问题的综合实践能力, 为工程教育智能化转型提供了有益借鉴。

关键词

人因工程学, 教学改革, 人工智能(AI), 项目制学习(PBL), 康复工程

AI-Empowered Teaching Reform in an Ergonomics Course: Pathways and Practical Explorations

Yuchen Liu, Duojin Wang*

School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: November 9, 2025; accepted: December 11, 2025; published: December 19, 2025

Abstract

To address the challenges in traditional Ergonomics courses for Rehabilitation Engineering majors,

*通讯作者。

such as abstract theories, high experimental costs, difficulties in data acquisition, and disconnection from practical application, a teaching reform empowered by Artificial Intelligence (AI) technology was implemented at the School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology. This study established a Project-Based Learning (PBL) core framework, integrating “AI-enhanced instruction, AI-driven experimentation, and AI-empowered practice”. By incorporating tools like computer vision, data analysis, and generative AI into course projects, students were guided through the entire process from data collection and quantitative analysis to design validation. Practical results demonstrate that this reform effectively stimulated students’ learning interest and significantly enhanced their data-driven design thinking and comprehensive practical ability to solve complex ergonomic problems, offering a valuable reference for the intelligent transformation of engineering education.

Keywords

Ergonomics, Teaching Reform, Artificial Intelligence (AI), Project-Based Learning (PBL), Rehabilitation Engineering

Copyright © 2025 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：改革背景与问题提出

人因工程学作为康复工程专业的核心课程，其教学目标是培养学生设计“以人为中心”的康复器械、辅具及人机交互系统的能力。在上海理工大学健康科学与工程学院，该课程对于实现“医工融合”的复合型康复工程技术人员培养具有至关重要的作用。然而，在传统的教学实践中，我们面临着几个突出的现实困境，制约了教学效果的进一步提升。

首先，是理论教学与实践应用的脱节。康复场景下的工效学问题，如轮椅坐姿的生物力学分析、假肢接受腔的舒适性评估、认知康复软件的用户界面交互逻辑等，具有高度的动态性和复杂性。传统课堂讲授多以静态原理和二维案例为主，而且长期以来遵循经典教材体系[1]，学生难以将抽象的理论知识转化为解决真实世界康复问题的设计准则。

其次，是实验条件的限制与数据获取的困难。高质量的康复人因学研究依赖于精准的人体测量、行为观察与生理数据。专业的行为捕捉系统、眼动仪、肌电采集设备等价格昂贵、操作复杂，难以在本科教学中大规模普及。这导致学生在课程项目中，对人因的评估往往停留在主观的定性描述，缺乏客观、量化的数据支撑，难以进行深入、科学地分析。

最后，是教学模式的单一性与学生个性化的学习需求之间存在矛盾。传统“一刀切”的教学模式难以满足不同基础和学习兴趣学生的需求。例如，有的学生对康复机器人的人机交互更感兴趣，而另一些则更关注老年辅具的可用性设计，但课程资源难以针对这些细分方向提供个性化的学习路径和项目指导。

正当我们寻求教学改革突破口之际，人工智能技术的迅猛发展为我们提供了全新的思路。AI 技术，特别是在计算机视觉、自然语言处理、机器学习与虚拟仿真等领域，展现出强大的数据感知、智能分析和情境构建能力。这些能力恰好能够应对上述教学困境：通过开源计算机视觉库，学生可以低成本地进行人体姿态与行为分析；利用生成式 AI，可以快速构建多样化的康复用户画像与使用场景；借助虚拟仿真环境，可以安全、可重复地进行康复产品原型测试。

因此，本研究立足于上海理工大学健康科学与工程学院康复工程专业的教学实际，旨在系统探索一

条将 AI 技术深度融入《人因工程学》课程的教学改革路径。通过构建“AI 增强教学-AI 驱动实验-AI 赋能实践”的三位一体新模式, 力图破解传统教学瓶颈, 激发学生创新潜能, 为培养能够适应智能时代要求的卓越康复工程技术人才提供实践范例。

2. AI 赋能教学的核心改革路径：以项目制为核心的实践

承接前文所述的教学困境, 本改革并未追求一步到位的全面 AI 化, 而是秉持“务实、渐进、以点带面”的原则, 选择了以项目制(Project-Based Learning, PBL)为核心的实施路径[2]。这一选择基于两点考量: 其一, 项目制能天然地将理论、技术与实践融为一体, 是解决“理论脱离实践”问题的最佳教学形式, 能有效促进学生解决复杂工程问题的能力、团队协作和深度学习; 其二, 在资源与兴趣分布不均的条件下, 项目制允许学有余力且兴趣浓厚的学生群体先行先试, 形成示范效应, 避免强制性推广可能带来的阻力。更为重要的是, 项目制学习作为一种建构主义教学法的核心模式, 其有效性在工程教育领域已得到广泛验证[2] [3]。

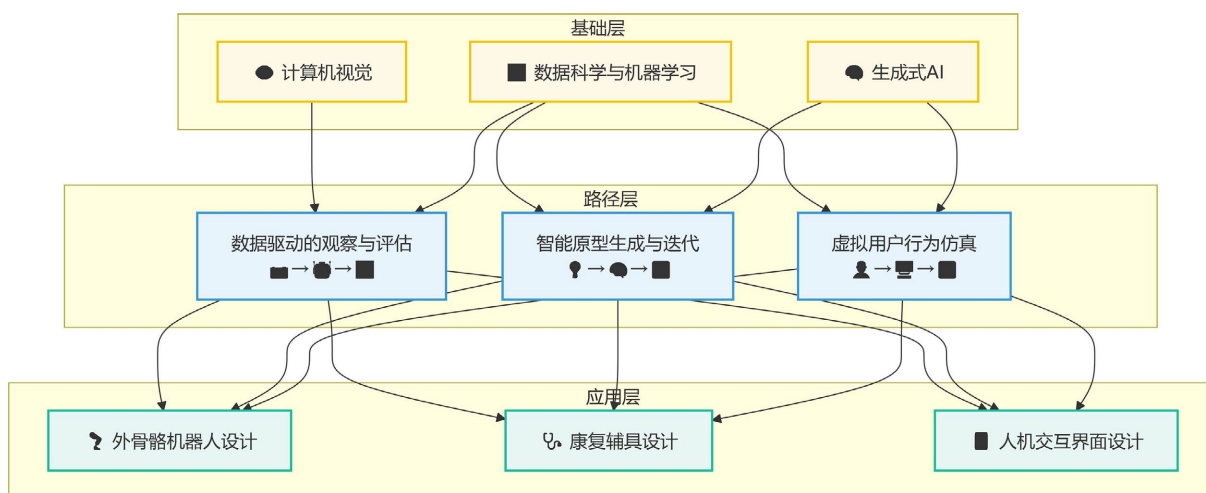


Figure 1. Framework diagram for AI-empowered teaching reform in ergonomics courses

图 1. AI 赋能人因工程学课程教学改革框架图

图 1 展示了以“项目制”为核心的 AI 赋能教学改革框架。整体结构由下至上, 体现了从基础到应用的递进关系。底层是改革所依托的三大 AI 技术支柱; 中层是三条并行的改革路径, 分别对应数据驱动的观察与评估、智能原型生成与迭代、虚拟用户行为仿真; 顶层显示了所有路径最终服务的康复工程项目, 体现了教学改革最终目标。这些项目旨在引导学生在解决真实设计问题的过程中, 自然而然地学习和应用 AI 工具, 将人因工程学从一门“描述性”的学科, 转变为一门“可量化、可验证”的设计科学。在整个教学改革框架中, 我们尤其注意将 AI 始终定义为一种赋能工具, 是“学生认知工具”和“实践能力增强器”[4], 而非替代教师的角色。

路径一: 数据驱动的观察与评估类项目。此类项目旨在替代传统教学中主观、定性地观察任务, 引导学生利用轻量级 AI 工具进行客观量化分析。

项目案例: 基于计算机视觉的轮椅坐姿与压力分布风险评估

传统方法: 学生通过肉眼观察或访谈, 定性描述轮椅使用者的坐姿问题。

AI 赋能新法: 学生使用开源库(如 MediaPipe)开发简单的 Python 脚本, 通过普通摄像头捕获坐姿视频, 自动提取脊柱弯曲度、头部前倾角度等关键生物力学指标[5]。通过将数据与已知的肌肉骨骼疾

病风险模型关联, 学生能够生成一份量化的风险评估报告, 并提出更具科学依据的坐姿改进或坐垫优化方案。

价值: 使学生掌握低成本获取客观人因数据的能力[6], 将“不舒服”这种主观感受, 转化为“颈椎前倾角度超过 25 度”的客观设计输入。

路径二: 智能原型生成与迭代类项目。此类项目利用生成式 AI 的强大内容生成能力, 加速设计构思和原型迭代过程[7]。

项目案例: 面向认知障碍老人的服药提醒 APP 界面原型设计

传统方法: 学生手绘草图或使用基础设计工具制作静态原型, 用户测试周期长、迭代慢。

AI 赋能新法: 学生首先利用大语言模型(如 ChatGPT)模拟不同认知水平的老年用户, 生成多样化的需求描述和潜在使用困惑。随后, 使用 AI 图像生成工具(如 Midjourney 或 Stable Diffusion)快速生成多种风格的高保真界面视觉稿。在获得用户(或教师)反馈后, 可再次利用 AI 工具在几分钟内产出数个修改版本, 实现快速迭代。

价值: 极大地拓宽了设计思路, 压缩了原型制作与修改的时间成本, 让学生能将更多精力集中于核心的人因逻辑思考, 而非重复性的绘图劳动。

路径三: 虚拟用户行为仿真与分析类项目。对于实体实验成本过高或难以组织的场景, 引入 AI 驱动的虚拟仿真。

项目案例: 基于 VR 与 AI 智能体的康复训练室布局工效学仿真

传统方法: 通过比例模型或 2D 图纸进行空间规划, 无法预知使用者的真实移动路径和行为。

AI 赋能新法: 学生在游戏引擎(如 Unity)中构建康复训练室的 3D 模型, 并引入内置 AI 行为树的虚拟智能体(AI Agent)。这些智能体被赋予不同的行为目标(如“从轮椅移动到训练设备”、“避开障碍物”), 通过观察大量智能体在虚拟环境中的行为轨迹、碰撞检测和任务完成时间, 学生可以数据化地评估不同布局方案的通行效率与潜在风险, 从而优化设计。

价值: 在方案实施前即可预测和发现人因问题, 将“事后补救”变为“事前预测”, 显著提升了设计的可靠性与安全性。

通过以上三个层次的项目路径, 本研究构建了一个“AI 增强的项目制学习”理论框架。该框架的核心思想是: 以项目制学习作为组织教学的核心骨架, 确保学习的实践性与情境真实性; 同时, 将 AI 技术作为贯穿项目全流程的“认知脚手架”和“能力增强器”, 系统性解决传统项目制学习在数据获取、原型迭代和科学验证方面的瓶颈。我们旨在将 AI 技术转化为学生手中解决康复人因问题的“活工具”。这一改革不仅回应了第一部分的困境, 更重要的是, 它培养了学生在智能化时代必备的“数据思维”和“智能设计”核心素养。

3. 教学实践案例与初步成效: 以外骨骼机器人的人体测量学设计为例

为验证上述改革路径的可行性与有效性, 我们选取了“人体测量学”这一人因工程学基础教学单元, 将其融入“下肢康复外骨骼机器人贴合性设计”的实战项目中。该设计主题紧密结合了康复外骨骼领域的研究前沿[8], 旨在解决传统教学中, 学生仅能记忆静态百分位数数据, 而无法将其与动态、复杂的康复器械设计过程有效关联的痛点。

图 2 以流程图的形式, 详细说明了在“外骨骼机器人人体测量学”教学单元中, 学生完成项目的具体步骤与 AI 赋能环节。从项目任务开始, 经过 AI 数据采集、数据处理、设计定义、设计生成与验证等环节, 最终形成数据驱动的设计报告。整个过程形成了一个设计迭代的闭环, 体现了基于数据和 AI 反馈的持续优化理念。

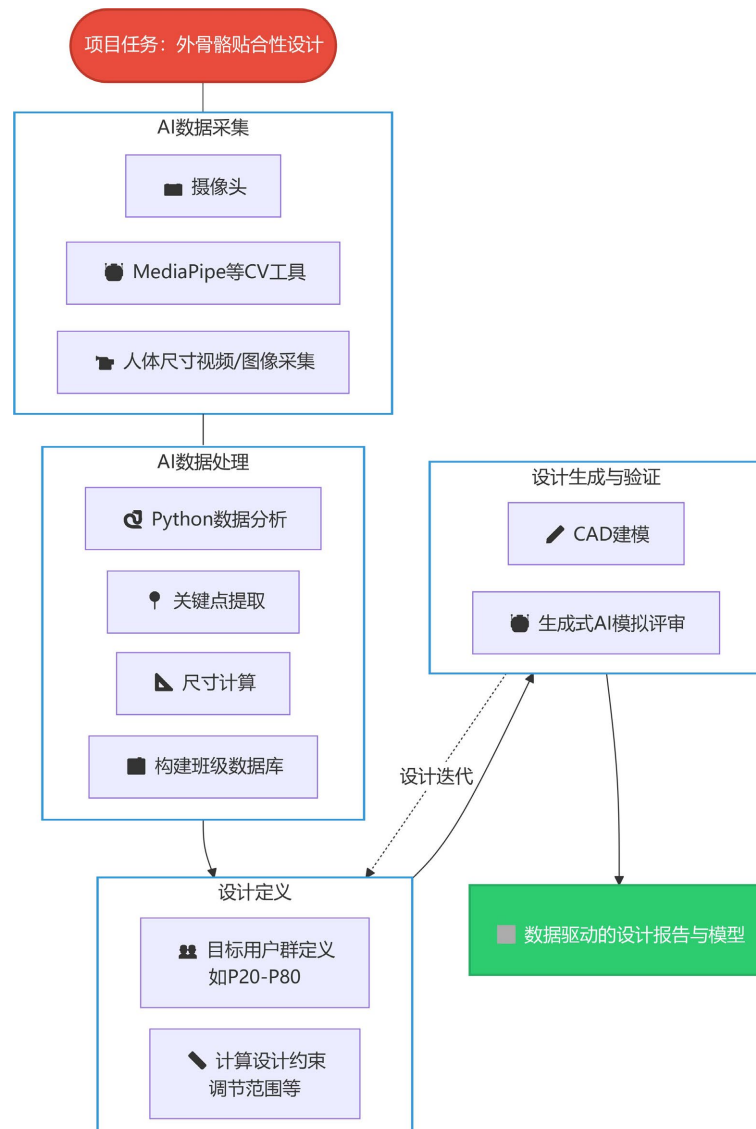


Figure 2. Practical flowchart for the “exoskeleton robot anthropometry” project
图 2. “外骨骼机器人人体测量学”项目实践流程图

3.1. 案例设计：从静态数据到动态设计决策

在传统课堂中，教师主要讲解人体尺寸百分位数的概念，展示国家标准人体测量数据表格。学生通过死记硬背 P5、P50、P95 等关键数据来完成课后作业，但对于如何将这些数据转化为具体的设计约束(如绑带长度调节范围、关节铰链可调角度)缺乏直观理解，设计过程与真实用户需求脱节。

我们设计了为期三周的项目任务：为特定用户群体设计一款下肢康复外骨骼机器人的大腿绑带与长度调节机构，并提交基于人体测量数据的设计论证报告。

项目实施过程分为以下四个环节：

1) 数据采集与处理：学生不再仅仅查阅静态表格。他们使用手机或摄像头，并借助开源计算机视觉库(如 MediaPipe) [3]，相互采集小组成员的下肢(大腿、小腿)长度、围度等关键尺寸的影像资料，程序自动完成尺寸的提取和测量。这一过程让学生亲手构建了一个小规模、活体的人体测量数据库。

2) 数据分析与用户定义: 学生将采集到的数据导入 Python (使用 Pandas, NumPy 等库), 进行基本的统计分析, 计算其数据的均值、标准差和百分位数(如 P10、P90)。在此基础上, 他们需要定义目标用户群, 例如, “本项目面向身高分布在本样本 P20 至 P80 区间的男性患者”。这使得“目标用户”从一个抽象概念变成了一个由数据定义的、具体的设计对象。

3) 设计生成与可调性论证: 基于自建数据库和目标用户百分位数, 学生需要精确计算出绑带所需的最小、最大可调节长度, 以及外骨骼腿杆的可调节范围。他们利用这些计算结果, 在 CAD 软件中生成设计草图, 并必须在其设计报告中, 用数据和图表清晰论证其设计尺寸是如何覆盖目标用户的人体尺寸范围的, 确保其设计的包容性。

4) 设计反馈与迭代(可选进阶): 对于学有余力的小组, 我们鼓励他们使用生成式 AI。例如, 将其设计参数和用户定义输入大语言模型, 要求 AI 模拟一名康复治疗师, 从使用场景、舒适度和安全性角度对设计方案进行提问和评审, 从而启发学生进行更深层次的思考和多轮设计迭代。

3.2. 成效分析

通过对比以往单纯进行理论教学的班级, 参与本项目的学生在多个维度展现出显著提升。在知识理解深度方面, 项目结束后, 学生反馈对“百分位数”、“可调节设计”、“包容性设计”等核心概念的理解不再是停留在公式层面。一位学生在报告中写道: “当我亲手计算出为了覆盖 80% 的用户, 我的绑带需要比初始设计长出 5 厘米时, 我才真正理解了 P10 和 P90 尺寸在设计中的实际意义。” 在实践能力方面, 学生成功地将计算机视觉、数据分析和工程设计等多个环节串联起来, 完成了一个完整的“数据采集→数据处理→设计决策→设计表达”的微型科研闭环。这不仅巩固了人因工程学知识, 更锻炼了其解决复杂工程问题的综合能力。在学习动机与成就感提升方面, 项目制与 AI 工具的引入, 极大地激发了学生的兴趣。他们将此项目视为一项具有实际意义的“创作”, 而非简单的作业。看到自己编写的代码能够输出具体的设计尺寸, 并应用于自己的外骨骼模型中, 学生获得了强烈的成就感。问卷显示, 超过 85% 参与项目的学生认为这种教学方式“非常有帮助”或“有帮助”。

本案例成功表明, 即使在资源有限的条件下, 通过精心设计的、以 AI 工具为支撑的项目制教学, 我们能够将传统人因工程学中相对枯燥的理论单元, 转化为一个生动、深刻且富有挑战性的设计实践。它有效地将 AI 技术转化为一座桥梁, 一端连接着抽象的人因理论, 另一端连接着具体的康复工程产品设计, 有力地培养了学生的数据驱动设计思维与创新实践能力。

4. 讨论与反思

本次以人工智能赋能人因工程学课程的改革探索, 其核心价值在于成功地将康复工程专业的人因工程学课程从一门偏重理论讲授与定性描述的课程, 转向了一门强调数据驱动、量化验证与设计迭代的现代工程实践课程。通过在外骨骼机器人设计等具体康复工程项目中嵌入 AI 工具, 我们让学生亲身体验到, 人因工程不再是设计师主观的“感觉”或对标准表格的生硬套用, 而是一个可以借助智能技术进行客观分析、精准计算和动态优化的严谨过程。这种“数据思维”在设计中的植入, 对于培养适应未来智能化医疗装备研发的康复工程人才至关重要。

然而, 在实践过程中, 我们也遭遇了若干未曾预料的挑战。首先, 是学生与教师双方面临的“技术鸿沟”。尽管我们选择了相对轻量级的开源工具, 但对于部分工程软件背景较弱或编程零基础的学生而言, 初步的学习曲线依然陡峭, 在一定程度上冲淡了其对核心人因问题的关注。这反过来也对教师的角色转型提出了更高要求, 教师不仅需要是人因领域的专家, 更需成为连接 AI 技术与专业应用的“桥梁”, 在技术指导与学科引导之间把握平衡。其次, 在资源有限的条件下, 如何将这种项目制的成功经验规模

化,惠及全体学生而非仅少数兴趣小组,并建立一套能公平评估其过程性学习与最终创新能力的评价体系,仍是后续改革需要持续攻克的难点。此外,本次改革探索也存在样本量小、单一课程案例、评估方法有待完善等局限性。

我们在收获改革成效的同时,也深刻反思了深度融入 AI 工具所伴生的潜在风险与挑战,这主要体现在以下三个方面:

其一,学术诚信与认知惰性的风险。生成式 AI 的强大内容生成能力是一把“双刃剑”。它既可以帮助学生快速构思,也可能诱使他们直接提交 AI 生成的方案或分析报告,从而绕过关键的独立思考过程,导致认知惰性。在本项目的设计报告环节,我们即发现少数小组的文本存在明显的 AI 生成痕迹,其内容虽然流畅但缺乏基于项目具体数据的深度剖析。这警示我们,教学目标必须从“交付成果”转向“审视过程”,需要通过口头答辩、过程性日志(如记录 AI 的使用方式与贡献)以及针对 AI 生成内容的批判性讨论,来确保学习的真实发生与学术诚信的底线。

其二,技术依赖与核心能力弱化的隐忧。当 AI 工具能够轻松完成数据提取、图表生成甚至部分设计决策时,学生可能存在过度依赖技术的风险,从而弱化其自身对基础理论的理解、对原始数据的敏感度以及徒手设计与分析的能力。例如,在人体测量项目中,若学生仅满足于程序输出的最终尺寸,而不再探究人体百分位数的统计含义及其在设计包容性中的哲学,那么技术赋能反而异化为“思维外包”。因此,教师需在项目中刻意设计“无 AI”的环节,强化理论讲授与原理考核,确保学生掌握“为何如此”的原理,而不仅仅是“如何操作”的步骤。

其三,生成内容的偏见与模型局限性。AI 模型,尤其是大语言模型,其训练数据中固有的偏见可能在其生成内容中复现。当学生利用 AI 模拟用户或生成设计案例时,模型可能会输出带有文化、性别或年龄偏见的建议。例如,在康复辅具设计中,AI 可能无意间忽略残障人士的特定需求。此外,当前计算机视觉模型在精度上仍与专业实验室设备存在差距,其误差范围需被明确告知学生。这要求我们在教学中必须培养学生的“算法批判素养”,引导他们认识到 AI 输出的非客观性,并将其结果作为参考而非真理,始终以人因工程学的第一性原则和真实的用户调研作为最终的设计判据。

然而,这些风险并非否定 AI 赋能教学的价值,而是指明了未来改革深化的方向:即从“工具应用”层面上升到“素养教育”层面。我们需要构建一套与之配套的、强调批判性思维、伦理反思与负责任使用的教学指南,从而让 AI 真正成为启迪智慧而非替代思考的赋能伙伴。

5. 结论

综上所述,本研究在上海理工大学健康科学与工程学院康复工程专业的教学背景下,开展了一场以人工智能技术赋能人因工程学课程的积极探索。改革通过精心设计以项目为载体的实施路径,成功地将计算机视觉、数据分析和生成式 AI 等工具融入人体测量学等核心教学单元,有效破解了传统教学中存在的理论抽象、实践薄弱与数据匮乏等长期困境。实践证明,这种融合模式显著激发了学生的学习主体性,深化了其对复杂人因原理的理解,并切实培养了其运用智能化手段解决康复器械设计实际问题的创新能力。尽管在实施过程中面临着技术门槛、教学重心平衡与推广策略等方面的挑战,但本次改革无疑为工程教育智能化转型提供了一个有价值的基层范例。

展望未来,我们将致力于构建一个更为系统化和支持性的学习生态,通过开发标准化的实验指南、组建跨学科的指导教师团队,并探索过程性与终结性相结合的综合评价方案,让人工智能真正成为赋能高质量人因工程教育、培育卓越康复工程人才的强大引擎。

基金项目

上海理工大学高等教育发展专项项目(人工智能赋能教育教学改革)。

参考文献

- [1] 郭伏, 钱省三. 人因工程学[M]. 第三版. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [2] 郭建锋, 刘震宇. 基于项目式学习(PBL)的工科课程教学改革与实践[J]. 高等工程教育研究, 2021(S1): 152-155.
- [3] Prince, M.J. and Felder, R.M. (2006) Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, **95**, 123-138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- [4] Baker, T. and Smith, L. (2019) Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the Future of Artificial Intelligence in Schools and Colleges. Nesta.
- [5] Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. and Sheikh, Y. (2021) Openpose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, **43**, 172-186. <https://doi.org/10.1109/tpami.2019.2929257>
- [6] Selinger, J.C. (2020) The Promise of a Silent Lab: Using Deep Learning and Pose Estimation to Facilitate the Analysis of Human Movement. *Journal of Biomechanics*, **113**, Article ID: 110086.
- [7] 郭文剑, 丁舒娅, 王红霞. 生成式人工智能(AIGC)的教育应用与展望[J]. 现代教育技术, 2023, 33(4): 16-25.
- [8] 王党校, 谢雨, 谢叻, 等. 基于视觉感知的康复外骨骼机器人人机交互技术综述[J]. 中国图象图形学报, 2022, 27(6): 1852-1868.