

人工智能背景下医学影像技术专业线性代数课程教学改革与实践



韩文静, 董建鑫, 周辰, 胡玲静

首都医科大学燕京医学院医学影像学学系 (北京 101300)

【摘要】在人工智能快速发展的背景下, 医学影像技术专业的教育面临新的机遇和挑战。目前线性代数课程教学中存在教学内容与专业需求脱节、偏重理论、学生学习兴趣低等问题。本文以首都医科大学四年制医学影像技术专业的线性代数课程为例, 归纳总结了一系列基于人工智能的教学改革方法, 通过构建案例库、引入 Python 编程及动画与交互式网页, 并结合混合式教学模式, 探索人工智能技术融入医学影像技术专业线性代数课程建设的途径。

【关键词】人工智能; 医学影像技术; 线性代数; 跨学科融合; 教学改革

【中图分类号】R 445 **【文献标识码】**B

Teaching reform and practice of the linear algebra course for medical imaging technology major under the background of artificial intelligence

HAN Wenjing, DONG Jianxin, ZHOU Chen, HU Lingjing

Department of Medical Imaging Technology, Capital Medical University Yanjing Medical College, Beijing 101300, China

Corresponding author: HU Lingjing, Email: hulj@ccmu.edu.cn

【Abstract】In the context of the rapid development of artificial intelligence, the education of medical imaging technology faces new opportunities and challenges. At present, there are some problems in the teaching of linear algebra courses, such as the disconnection between the teaching content and the professional needs, the emphasis on theory, and the low interest of students in learning. Taking the linear algebra course of the four-year medical imaging technology major at Capital Medical University as an example, this paper summarized a series of teaching reform methods based on artificial intelligence. By building a case library, introducing Python programming, animations and interactive web pages, and combining them with the blended teaching mode, the ways of integrating artificial intelligence technology into the construction of the linear algebra course in medical imaging technology were explored.

【Keywords】Artificial intelligence; Medical imaging technology; Linear algebra; Interdisciplinary integration; Teaching reform

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202409025

基金项目: 北京市教育科学“十四五”规划 2022 年度一般课题 (CFDB22186)

通信作者: 胡玲静, 博士, 教授, Email: hulj@ccmu.edu.cn

医学影像技术本科专业教育旨在培养具备基本医学基础知识和医学影像技术相关理工科专业知识、终身学习能力和良好职业素质的理学毕业生，其必须有能力从事医疗卫生服务工作，能够在日新月异的医学进步环境中保持业务水平的持续更新^[1]。随着人工智能（artificial intelligence, AI）的蓬勃发展，尤其是近年来深度学习在影像重建、图像分割、识别、可视化等方面的巨大突破，医学影像技术的应用迎来了新的机遇与挑战^[2-4]。通过 AI 解释、处理并分析大规模医学影像数据已成为医学影像技术专业人才培养中必不可少的一环。AI 的核心算法和模型深深根植于数学原理，尤其在数据表示、模型训练、优化求解等方面，数学知识提供了不可或缺的支持。线性代数作为医学影像技术专业一门重要的数学课程，为后续课程的学习提供了理论基础，特别是在深度学习、机器学习、医学图像处理中，矩阵和向量操作广泛用于影像数据的表示、处理及分析。因此，将 AI 元素融入线性代数课程，不仅能强化学生的理论基础，还为其在医学影像和 AI 领域的未来工作奠定坚实的技术基础。

近年来，越来越多的线性代数课程改革开始考虑学科的交叉融合以及专业人才培养目标的需求^[5-6]。国内已有针对 AI 融入大学数学课程（微积分、线性代数、概率论与数理统计）的相关研究^[7-9]。大多数研究通过具体的数学知识点说明将 AI 元素融入大学数学课堂的必要性和可行性，但涉及的具体实践有限，且专门针对线性代数课程的案例较少。为了更好地服务医学影像技术专业的人才培养目标，首都医科大学燕京医学院线性代数课程教学团队以专业发展需求为导向，顺应 AI 的发展趋势，开展创新实践探索，致力于培养具备应对未来技术挑战的高素质医学影像技术人才。

1 线性代数课程教学现状

基于文献检索、对往届学生的调研结果及多年的教学经验，我教学团队总结出医学影像技术专业线性代数课程在教学中存在的几个主要问题：①教学内容与专业需求脱节，缺乏跨学科知识融合。作为公共基础课，不同专业线性代数课程通常采用统一的教学大纲，侧重定义、定理和计算技巧，忽视了与医学影像核心技术（如图像处理、CT 重建、机器学习算法等）的实际应用结

合。学生难以将所学知识应用于专业课程，理解局限于抽象的数学运算，缺乏对实际意义和应用场景的认识。②教学内容偏重理论，实践性不足。课程知识点繁多且零散，涉及的定理和性质多达几百条，而有限的学时难以全面覆盖。这种情况下，教学往往集中于理论讲授，学生缺乏足够的时间进行实际应用的练习和实践。这种现象导致学生虽然掌握了大量的数学概念和定理，却难以将其有效地应用于实际问题，不利于提高其在专业领域中的综合应用能力。③课程内容抽象、难以理解，学生学习兴趣低。线性代数是一门高度抽象且系统的学科，涵盖矩阵、向量空间、线性变换等核心概念，要求学生具备较强的逻辑推理能力和综合运用能力。然而，这些概念往往缺乏直观的几何意义，与实际应用的联系不够明显，因此对于初学者来说较难理解和掌握。此外，课程中的知识点繁杂且相对独立，缺乏系统性的整合，进一步增加了学习难度。长期以来，导致学生对线性代数的学习兴趣降低，难以产生积极的学习动力。④教学方式单一，教师难以掌握学生的学习进度。线性代数课程教学主要以教师讲授为主，学生在课堂上被动接受大量抽象的数学概念和公式，在缺乏互动和实践的情况下难以充分理解。此外，教师难以实时跟踪学生的掌握情况，且由于缺乏系统题库和实践题目，学生在课后复习中未能有效自我检测和巩固知识。

通过对上述问题的深入分析，我教学团队认识到在医学影像技术专业中，必须针对性地改革线性代数课程内容和教学方法，以更好地满足 AI 背景下专业发展的需求。

2 课程改革措施

2.1 跨学科融合的案例库制作

医学影像技术中的图像处理、CT 重建、机器学习算法等都涉及到线性代数的基本概念和运算，通过案例的形式将线性代数的应用与后续专业课程深度融合，能够帮助学生更好地理解，实现跨学科的综合应用。图像本质上是由像素构成的矩阵，图像处理中的裁剪、缩放、剪切等处理实际上是矩阵运算的结果^[10]。通过矩阵变换和运算，图像的几何特征和数据结构得以直观地表现和调整，这在医学影像的仿射变换和图像融合等应用中尤为重要。CT 重建算法的核心任务是将采集到的投影数据转

换为断层图像，本质上是通过求解大量线性方程组来完成^[11]。同时，线性代数作为 AI 的基石，提供了向量和矩阵等数据结构用于组织大量数据，简化复杂问题并提升大规模计算的效率。如神经网络的权重和偏置可以表示为矩阵，并且每一层的前向传播过程就是矩阵的乘法。因而，理解线性代数有助于掌握机器学习算法的原理和内部运行机制，优化系统开发中的决策过程^[10]。

基于专业需求和教学目标，我教学团队建立了一个以“难度适宜、启发性强、涉及面广”为原则的跨学科融合案例库，并将医学影像领域的最新科研热点融入其中，如表 1 所示。将“医学统计学”“医学影像成像理论”“机器学习应用”“医学影像图像处理及分析”等课程的实际应用案例融入线性代数教学，使学生更直观地理解线性代数的本质与重要性，提升学生跨学科的综合应用能力。

表1 线性代数知识点及跨学科融合案例

Table 1. Linear algebra concepts and interdisciplinary integration cases

章节	知识点	跨学科融合案例
行列式	行列式的几何意义	描述图像仿射变换中的面积变化和可逆性
	行列式的计算	用于CT图像重建中的方程组求解
矩阵	矩阵的定义	计算机中图像以矩阵表示，像素点为矩阵元素
	矩阵的运算	数字减影血管造影术（DSA）成像原理，图像加噪与滤波
	矩阵的转置与逆矩阵	图像配准中的逆矩阵应用，AI中的梯度计算
	矩阵的秩	图像数据压缩
向量组及其线性关系	向量	机器学习中数据的样本和特征表示
	向量组的线性无关性	MRI图像分析中的线性独立信号分解
	向量的线性组合	图像压缩中的主成分分析技术
线性空间	线性空间的概念	图像配准中不同视角图像的对齐
	范数	K-最邻近算法中使用范数计算样本间距离，进行最近邻判断
矩阵的特征值和特征向量	矩阵的特征值和特征向量	MRI图像处理中的特征值分解用于噪声抑制和信号增强
	矩阵的对角化	医学图像分割中使用矩阵对角化进行特征提取

案例演示一：影像技师完成医学影像采集后，需要用计算机对其进行后处理，便于显示一些重要的信息。因而，在引入矩阵概念的时候，可以以一张 CT 图像在计算机中的表示方法为例，选取肺部边界区域进行放大并显示出对应像素的灰度值，如图 1 所示。CT 图像的本质是一幅二维灰阶数字图像，矩阵的行数和列数分别对应图像的高和宽（以像素为单位）。执行 Python 命令“print (CT_image.shape)”后，

结果显示图像矩阵的大小为（356，489），即图像包含 356 行像素和 489 列像素。矩阵元素的位置代表像素的位置，选取的子图位于整幅图像的第 120~129 行、第 392~401 列。矩阵元素值表示像素的灰度值，表征图像的明暗程度，数值越大表示该像素越亮。通过该案例，学生可以初步理解图像在计算机中的矩阵表示方式，掌握矩阵与图像灰度值之间的关系，同时提升学习 Python 的兴趣。

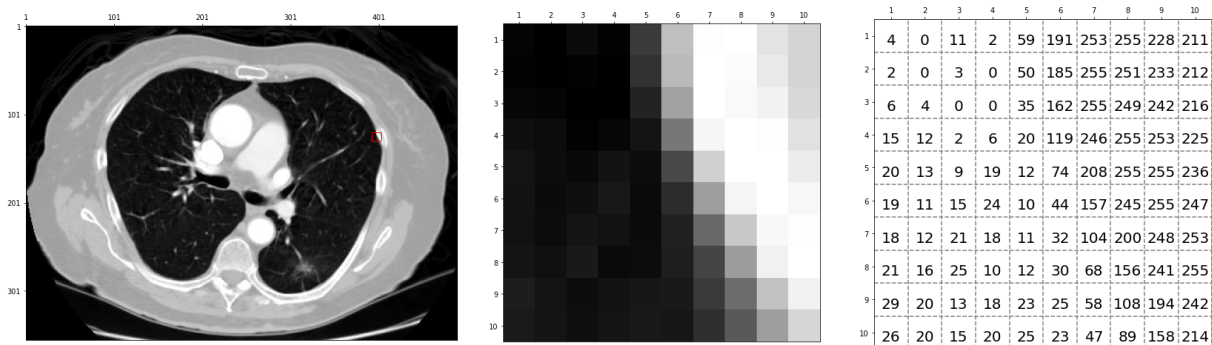


图1 CT图像在计算机中的表示

Figure 1. Representation of CT images in computers

案例演示二：在学习完矩阵的定义后，引入当前专业研究热点—脑功能网络连接，帮助学生了解 AI 在医学影像领域的最新研究进展，拓展视野，并培养其科研精神。如图 2 所示，根据自动解剖标记图谱 (anatomical automatic labeling, AAL) 模板，大脑可以划分为 116 个脑区，每个结点表示一个脑区，两结点有连线表示脑区

之间有功能连接，连线越粗表示相关度越高。矩阵的行和列对应不同的脑区，矩阵中的元素值表示脑区间的功能连接强度，较大的数值表示较强的连接，对角线元素通常为零或忽略。通过观察矩阵数值，研究者可以直观地分析脑区间的连接强度，识别出在功能网络中具有重要作用的关键脑区。

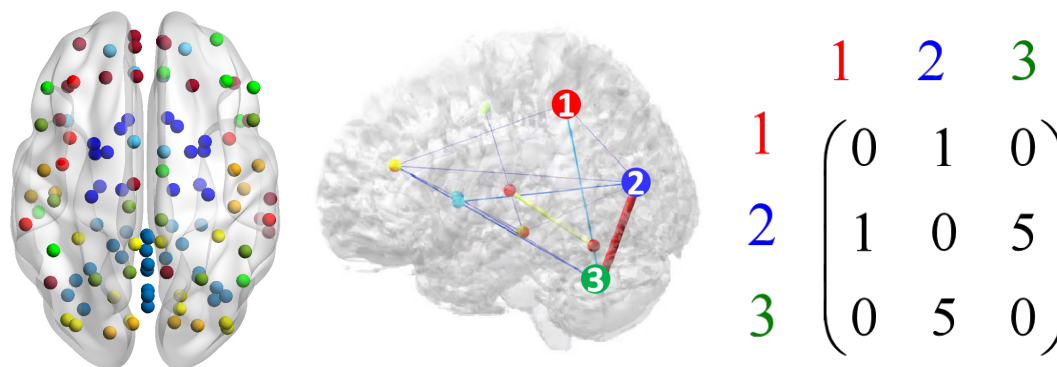


图2 矩阵表示脑功能连接

Figure 2. Matrix representation of brain function connectivity

案例演示三：K-最近邻 (K-Nearest Neighbour, KNN) 算法是机器学习中一种简单而有效的监督学习算法，广泛应用于分类和回归问题。KNN 算法的核心思想是一个样本的类别由其 K 个最邻近的样本类别决定。样本的远近通过计算距离来确定，最常用的距离度量方法是欧几里得距离，即两个向量之间的范数。样本间距离的计算为矩阵运算的典型应用

之一。图 3 中，黄色方块表示一类，红色三角形表示另一类，中间的绿色圆点是待分类的新样本。通过计算新样本与各已知样本之间的距离，KNN 算法选择离新样本最近的 K 个点 (如 K=3)，然后根据这三个最近邻点的类别对新样本进行分类。结果显示，绿色圆点离两个黄色方块和一个红色三角形最近，因此新样本被划分为黄色方块这一类。

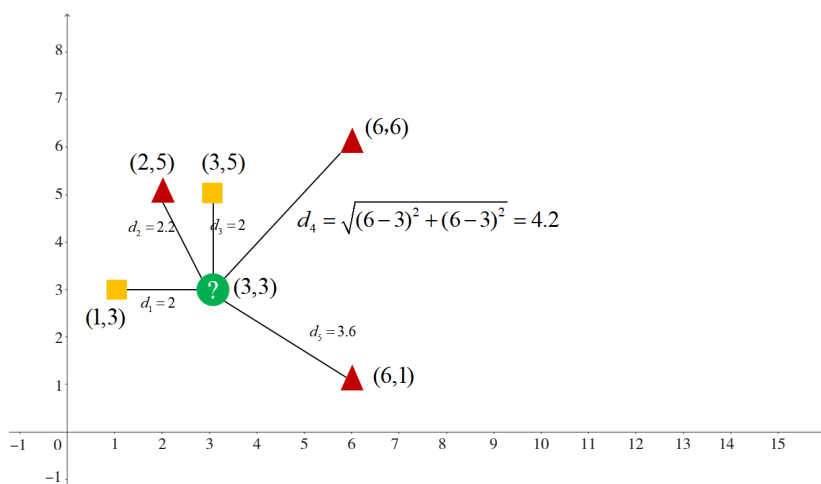


图3 KNN算法中距离的计算

Figure 3. Calculation of distance in KNN algorithm

2.2 引入Python编程解决线性代数问题

Python 可以实现线性代数中的矩阵计算、方程求解等，它支持大规模数据集处理，广泛应用

于机器学习、图像处理等领域，在 AI 发展中发挥重要作用。我校医学影像技术专业的培养方案中，线性代数课程和程序设计与算法课程同学期

开设, 学生对 Python 已有初步的认识。为此, 我教学团队创建了一个专门用于描述和解决线性代数问题的 Python 案例库, 选取部分案例在课堂上展示, 同时作为补充的课程资源供学生自学和探索, 进一步强化其对线性代数的实践。

$$\text{例 设 } A = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 1 \\ 3 & 0 & -2 \\ -2 & 3 & 0 \end{pmatrix}, \text{ 求 } A^{-1}$$

$$(A, E) = \left(\begin{array}{ccc|ccc} 0 & -2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & -2 & 0 & 1 & 0 \\ -2 & 3 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{r} \left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 6 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 4 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 9 & 4 & 6 \end{array} \right)$$

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 4 \\ 4 & 2 & 3 \\ 9 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

案例演示四: 课堂上, 教师首先讲解如何使用初等变换的方法求矩阵 A 的逆矩阵, 随后展示 Python 代码的计算结果, 并通过验证 $A \cdot A^{-1}$ 是否等于单位矩阵以确认结果的正确性 (图 4)。

```
import numpy as np
from scipy import linalg
A=np.array([[0,-2,1],[3,0,-2],[-2,3,0]])#定义矩阵A
A_inv=linalg.inv(A)#计算矩阵A的逆矩阵
print("A=\n", A)# 打印矩阵A
print("\nA_inv=\n", A_inv)# 打印逆矩阵A_inv
A_A_inv = np.dot(A, A_inv)#计算A和A_inv的乘积
print("\nA * A_inv=\n", A_A_inv)# 打印A和A_inv的乘积

A=
[[ 0 -2  1]
 [ 3  0 -2]
 [-2  3  0]]

A_inv=
[[ 6.  3.  4.]
 [ 4.  2.  3.]
 [ 9.  4.  6.]]

A * A_inv=
[[ 1.00000000e+00 -8.88178420e-16 -8.88178420e-16]
 [ 0.00000000e+00  1.00000000e+00 -1.77635684e-15]
 [ 0.00000000e+00  8.88178420e-16  1.00000000e+00]]
```

图4 使用Python求解逆矩阵

Figure 4. Solving for the inverse of a matrix using Python

2.3 动画与交互式网页展示

动画与交互式网页通过直观的几何图形展示向量、矩阵变换、特征值等复杂概念, 使学生“看到”数学过程, 从而将抽象的数学理论转化为易于理解和应用的知识, 提升其对概念的理解和学习兴趣。我教学团队借助国内外优质的课程资源, 丰富课程内容, 积极寻找并引入有趣且可视化的动画、视频和网页。例如, 课堂上播放广受好评的 B 站频道“3Blue1Brown”中“线性代数的本质”系列视频, 展示交互式可视化电子教材“Interactive Linear

Algebra” (<https://textbooks.math.gatech.edu/ila/>)。这些资源通过独特的可视化技术和交互式网页, 帮助学习者更直观地理解线性代数核心概念。

案例演示五: 线性变换 A 作用于向量 x, 通常线性变换会改变向量的方向和长度, 但如果该向量是 A 的特征向量, 则其方向保持不变, 只有长度会改变, 这种长度的变化由对应的特征值决定。通过这样的可视化和交互式操作, 学生可以更直观理解和掌握特征值、特征向量的概念及其几何意义 (图 5)。

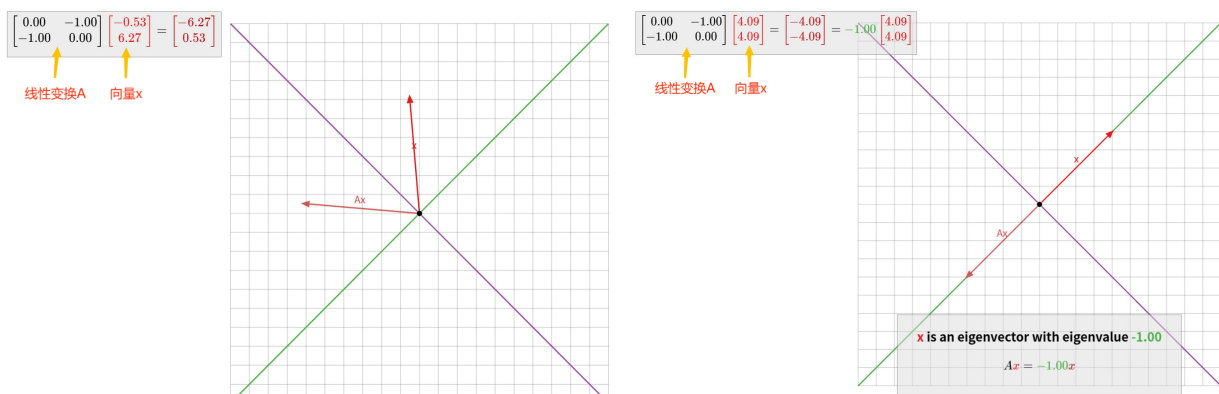


图5 特征值和特征向量可视化展示

Figure 5. Visualization of eigenvalues and eigenvectors

2.4 混合式教学方法

现代教学不应局限于课上的讲授活动, 课前准备、课堂互动以及课后巩固都是教学过程中至关重要的环节。教学团队采用线上线下混合教学模式, 在课前阶段, 教师利用云班课平台 ([https://www.](https://www.mosoteach.cn/web/)

[mosoteach.cn/web/](https://www.mosoteach.cn/web/)) 上传课件、参考资料和预习任务, 为学生提供自主学习的资源。这种课前预习的方式不仅帮助学生在课堂上更好地理解教学内容, 还使他们在上课前已经具备了基本的知识背景, 能够更主动地参与课堂讨论。课堂教学中, 通过云班课平

台开展多种互动活动,如签到、实时测试和头脑风暴。线上工具的应用不仅提高了课堂的互动性,还使得教师能够及时获取学生的反馈,了解其学习进度和理解程度。课后,教师通过云班课布置作业,并通过平台进行批改,实时了解学生的学习状况。除此之外,我教学团队创建了丰富的题库资源,学生可以根据自己的学习进度和需求,进行阶段性复习和自我检测。这种课前、课中和课后的全面覆盖,使学生的学习过程更加系统、连贯,提升了教学的灵活性和效率,帮助教师更好地掌握学生实际学习情况。同时,也为学生提供了更丰富的学习资源和更广阔的学习空间,加强了对学生自主学习能力的培养。

3 教学效果评价

针对 2023 级四年制医学影像技术专业学生的匿名问卷调查结果显示,学生对课程评价十分积极。全班 39 名学生均提交了问卷。所有学生(100%)对课程整体效果表示满意,并一致认为课程资源丰富,超越了教材,充分反映出课程设计、教学内容及资源的高质量。通过设置跨学科融合案例库,约 90% 的学生感受到课程与专业的紧密联系,表明课程内容在专业适配性上获得了肯定。95% 的学生认为混合式教学模式有效,动画和可视化工具的引入也得到了所有学生的积极反馈,进一步帮助学生理解了课程概念。总体而言,学生对改革后的线性代数课程给予了高度评价,教学手段和资源的改进显著提升了学习效果和兴趣,持一般或负面评价的学生极少。

4 结语

AI 已深入医学影像技术前沿,将其融入教学能够帮助学生更好地理解线性代数并应用于图像处理与模式识别,为临床实践与科研奠定基础。结合 AI 在医学影像中的应用现状、医学影像技术专业的培养目标、发展需求以及在当前教学中的不足,我团队提出并实践了多项教学改革举措,将 AI 融入教学内容,紧密结合线性代数理论知识与医学影像技术的实际应用,帮助学生更好地学习抽象概念、提升学习兴趣及应用能力。调查结果显示,学生对线性代数课程整体满意度高,尤其在资源库、混合式教学方法等方面的措施得到了学生的高度认可。

尽管课程在教学改革中取得了一定进展和效果,但仍存在一些亟待完善的问题。虽然跨学科融合案例库涵盖多个领域,但由于课时限制和内容难度的掌控,课堂引入效果有所局限,特别是部分 Python 案例库的讲解,如果仅依赖教师课堂演示和学生自学,可能会影响学生的参与度和积极性。为此,教学团队将对案例进行分层归类,并通过课后布置相关作业等方式,鼓励学生亲自编写代码解决问题,重现课堂展示内容或增加难度,以提升参与感。教师也可根据学生的具体情况灵活选择合适的案例,并通过问卷反馈学生的学习效果,确保教学质量。现有的动画和交互式资源虽然对部分概念理解有所帮助,但尚未覆盖所有关键内容,特别是在 AI 技术与线性代数结合的内容上。因此,应定期更新和扩展资源库,丰富 AI 相关教学内容,同时鼓励学生分享和创造优秀资源,推动 AI 技术在教学中的深度融合。未来应进一步探索并完善课程考核形式的多样化,同时结合与专业相关的课程思政内容,促进学生的全面发展。

参考文献

- 1 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018: 753.
- 2 Rajpurkar P, Lungren MP. The current and future state of AI interpretation of medical images[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(21): 1981-1990. DOI: [10.1056/NEJMr301725](https://doi.org/10.1056/NEJMr301725).
- 3 李青, 李润睿, 强彦, 等. 人工智能在医学 CT 图像重建中的研究进展[J]. *太原理工大学学报*, 2023, 54(1): 1-16. [Li Q, Li RR, Qiang Y, et al. Research and progress of artificial intelligence in medical CT image reconstruction[J]. *Journal of Taiyuan University of Technology*, 2023, 54(1): 1-16.] DOI: [10.16355/j.cnki.issn1007-9432tyut.2023.01.001](https://doi.org/10.16355/j.cnki.issn1007-9432tyut.2023.01.001).
- 4 陈冲, 夏黎明. 积极稳妥地推进人工智能在医学影像的应用[J]. *中华放射学杂志*, 2022, 56(1): 5-8. [Chen C, Xia LM. Promoting the application of artificial intelligence in medical imaging actively and steadily[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2022, 56(1): 5-8.] DOI: [10.3760/ema.j.cn112149-20210813-00752](https://doi.org/10.3760/ema.j.cn112149-20210813-00752).
- 5 赵娟, 彭春花, 赵莹, 等. 以学科交叉为导向的医药类高校线性代数课程思政建设[J]. *数理医药学杂志*,

- 2024, 37(4): 318–322. [Zhao J, Peng CH, Zhao Y, et al. The construction of curriculum ideological and political education of linear algebra courses in medical universities oriented by interdisciplinarity[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2024, 37(4): 318–322.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202401140](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202401140).
- 6 李冬果, 高磊, 郑文新, 等. 基于高端复合人才培养目标探索线性代数教学改革[J]. 数理医药学杂志, 2023, 36(11): 874–880. [Li DG, Gao L, Zheng WX, et al. Exploration of linear algebra teaching reform based on the training goal of high-end composite talents[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2023, 36(11): 874–880.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202308075](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202308075).
- 7 鲁晓磊, 吕学斌. 大数据背景下人工智能发展对大学数学教学的启示[J]. 大学数学, 2020, 36(4): 60–67. [Lu XL, Lyu XB. The implications for mathematics teaching of artificial intelligence development based on the big data[J]. College Mathematics, 2020, 36(4): 60–67.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-1454.2020.04.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1454.2020.04.011).
- 8 倪丹. 人工智能元素融入大学数学课程的可行性探析[J]. 山西能源学院学报, 2021, 34(5): 30–32. [Ni D. A feasibility study on integrating artificial intelligence elements into university mathematics curriculum[J]. Journal of Shanxi Coal-Mining Administrators College, 2021, 34(5): 30–32.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-8881.2021.05.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-8881.2021.05.011).
- 9 沈卉卉. 大数据环境下人工智能与大学数学教育相融合的创新教学研究[J]. 高等数学研究, 2019, 22(4): 113–116, 125. [Shen HH. On combination of mathematics and artificial intelligence for teaching in big data environment[J]. Studies in College Mathematics, 2019, 22(4): 113–116, 125.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-1399.2019.04.031](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1399.2019.04.031).
- 10 唐宇迪, 李琳, 侯惠芳, 等. 人工智能数学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2020.
- 11 李海云, 严华刚. 医学影像工程学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.

收稿日期: 2024 年 09 月 03 日 修回日期: 2024 年 10 月 11 日
本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 韩文静, 董建鑫, 周辰, 等. 人工智能背景下医学影像技术专业线性代数课程教学改革与实践[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(10): 799–805. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202409025](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202409025).

Han WJ, Dong JX, Zhou C, et al. Teaching reform and practice of the linear algebra course for medical imaging technology major under the background of artificial intelligence[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2024, 37(10): 799–805. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202409025](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202409025).