

# 人工智能导论中的类比教学方式—— 硅基生命和碳基生命的比较教学

张颖麟 李佳林 刘江\*\*

南方科技大学计算机科学与工程系, 深圳 518055

**摘要** 人工智能迅猛发展, 被广泛应用于各个领域。然而, 各种新兴的技术名词与概念层出不穷, 增加了初学者理解难度, 阻碍学生学习。如何构建更加清晰的知识框架, 帮助学生迅速地理解其宏观图景并掌握核心要义, 成为教学的重要问题。本文提出一种硅基生命与碳基生命类比的人工智能教学方式, 并将绝大部分人工智能技术的核心理念、基础结构、学习模式以及学习策略涵盖在该学习框架下。在人工智能导论课堂教学实践中, 该类比教学方式有效提高教学成效, 获得较高的学生满意度。

**关键字** 人工智能, 类比, 教学, 硅基生命, 碳基生命

## Analogy-Based Teaching in Artificial Intelligence Education: A Comparative Study of Silicon-Based and Carbon-Based Life

Yinglin Zhang Jialin Li Jiang Liu

Department of Computer Science and Engineering of Southern University of Science and Technology  
Shenzhen 518055, China

Scxyz5@nottingham.edu.cn 12311313@mail.sustech.edu.cn liuj@sustech.edu.cn

**Abstract**—The rapid development of artificial intelligence (AI) has led to its widespread application across various fields. However, the continuous emergence of new technical terms and concepts has increased comprehension difficulties for beginners, hindering their learning progress. Constructing a clearer knowledge framework to help students quickly grasp AI's macroscopic landscape and core principles has become a critical challenge in education. This paper proposes a novel teaching approach that draws an analogy between silicon-based life and carbon-based life, which systematically integrates the core concepts, fundamental architectures, learning patterns, and training strategies of most AI technologies within this framework. Classroom practice in an introductory AI course demonstrates that this biomimetic analogy method significantly enhances teaching effectiveness and achieves higher student satisfaction.

**Keywords**—Artificial intelligence, analogy, teaching, Carbon-based life, Silicon-based life

## 1 引言

近年来, 人工智能技术依托于算法创新、算力突破与数据融合的重重驱动, 正经历指数级发展。人工智能技术正以前所未有的速度蓬勃发展, 在目标识别检测<sup>[1]</sup>、语义分割<sup>[2]</sup>、控制策略<sup>[3]</sup>、文本语音信息处理<sup>[4]</sup>以及多模态信息分析<sup>[5]</sup>等各种复杂场景下的处理能力媲美人类, 已然成为推动各行业变革的关键力量。

然而, 人工智能领域各种新兴的技术与概念层出不穷, 给初学者造成了极大的理解困难, 阻碍学生学习进程。图 1 展示了以深度学习为代表的人工智能技术的部分技术名词与术语。对于初学者而言, 繁杂的专业术语和复杂的技术细节, 使他们耗费大量时间学习却收效甚微, 他们亟需快速地了解知识体系并掌握

核心概念。因此, 如何在人工智能教学中构建清晰知识脉络与框架, 助力学生把握人工智能技术全貌并领悟核心要义, 已成为亟待解决的重要课题。<sup>[6]</sup>

人类智能作为通用智能的唯一样本, 是计算机智能发展的重要参考。在此, 我们将人类和计算机分别抽象为碳基生命和硅基生命, 并提出一种硅基生命与碳基生命类比的人工智能教学方式。我们将绝大部分人工智能技术的核心理念、基础结构、学习模式以及学习策略涵盖在该学习框架下。

## 2 硅基生命与碳基生命学习的基本概念类比

硅基生命表示依托以硅芯片为基础的计算机系统, 而碳基生命则是基于碳元素构成的生物, 这两者都通过学习的方式以获得智能。其学习的重要组成包括基

\*\*通讯作者: 刘江 liuj@sustech.edu.cn。

基础神经结构、学习模式，以及学习策略。在这些方面，硅基生命与碳基生命既存在相似性又存在一定的差异性。下面对这些方面的基本概念进行类比阐述，建立两者之间的联系。这种联系与脉络可以帮助初学者快速构建从碳基生命角度理解计算机智能技术的视角，并产生新的启发。

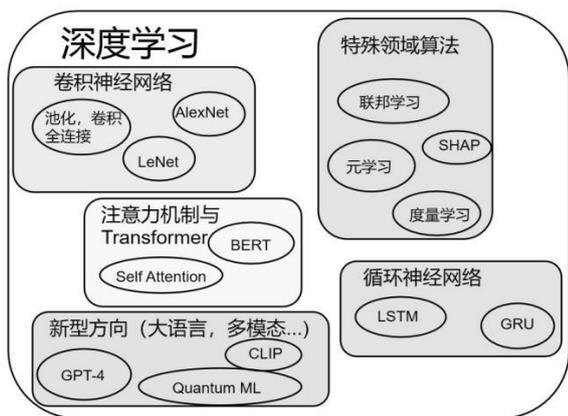
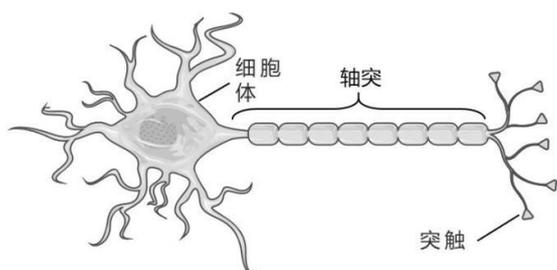


图 1 深度学习技术名词与概念

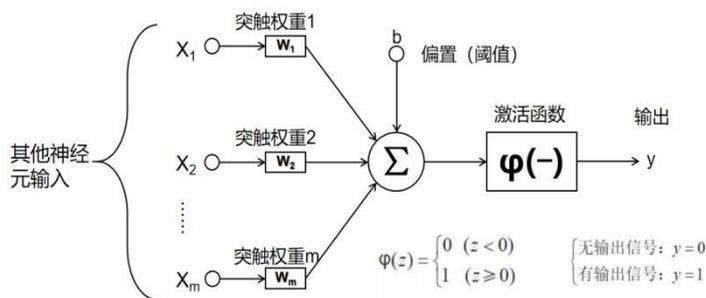
## 2.1 基础神经结构类比

在碳基生命智能中，作为神经系统的基本功能单元，生物神经元通过突触连接实现信息传递，人类大脑约有860亿个神经元。

神经元通过突触传递神经递质实现信息交流，如



(a) 神经元单体



(b) 人工神经元单体

图 2 碳基生命与硅基生命神经元基础结构

## 2.2 基础学习模式类比

基础学习模式决定了硅基生命与碳基生命从环境中获取知识的基础方式。从环境中可获得的信息主要包括视觉信息、文本信息以及音频信息等。在此，以视觉信息的获取与处理方式对硅基生命和碳基生命的学习模式进行类比，主要包括当前人工智能技术中两种基本的应用广泛的学习模式：多层卷积神经网络与注意力机制。

多层卷积神经网络与生物视觉感知：在人工智能

图2(a)所示。首先，神经元接收到其它多个神经元传递来的输入信号并将其转化为电脉冲。其次，当神经元接收到的信号总量达到预设的临界值时，其主体结构将被激活，通过轴突将信息转发至与树突相连的下游神经单元，这种现象即为神经元点火。此时，电脉冲沿着神经元细长的轴突进行快速传导，当电脉冲抵达轴突末梢时，这一电信号会引发一系列化学变化。轴突末梢的突触前膜受到刺激，促使其释放神经递质，被释放到突触间隙中。最后，神经递质跨越突触间隙，与突触后膜上特异性的受体相结合。一旦结合成功，突触后膜就会产生新的电信号，这个新信号又会作为下一个神经元的输入信号，开启新一轮的信息传递，如此循环往复，无数神经元相互协作，构建起生物神经系统庞大而精密的信息处理网络。

在硅基生命智能中，人工神经元是智能实现的基础。如图2(b)所示，人工神经元接收到  $X_1, X_2, \dots, X_n$   $n$  个来自其他神经元输入的信号，随后这些输入信号与权重  $W_1, W_2, \dots, W_m$  连接并进行整合，神经元将接收到的加权输入总和  $\Sigma$  与设定阈值  $b$  进行比较，最后通过“激活函数”  $\phi(-)$  处理以产生神经元的输出。神经元在信号之和超过阈值时点火，不超过阈值时不点火。这些神经元类通过权重连接在一起实现信息传递与交互。在一个简单的图像识别神经网络中，输入层神经元接收图像像素信息，隐藏层神经元对信息分层提取与进行处理，输出层神经元给出识别结果。

和神经科学领域，多层卷积神经网络和生物视觉感知是两个备受关注的研究方向。在图像识别、目标定位等计算机视觉任务中，多层卷积神经网络作为典型深度学习架构，是工业部署的主流方案。而生物视觉感知是生物通过视觉系统感知外界环境的复杂过程，这一过程涉及从视网膜到大脑皮层的多个层次的神经处理。深入理解多层卷积神经网络与生物视觉感知之间的关系，对于改进人工智能算法和揭示生物视觉奥秘都具有重要意义。

生物视觉感知以及信息层级处理的部分过程，如图4所示。视觉信号经由视网膜-LGN-V1通路传导后，经背侧与腹侧两条皮质通路进行层级化处理。其中沿枕叶至颞叶分布的腹侧通路（V1/V2-V4-TEO/IT）负责形状与色彩特征解析。在此层级化传导过程中，功能脑区的信息表征自初级几何要素（如边缘朝向）逐步抽象为高阶语义特征（如物体类别）。

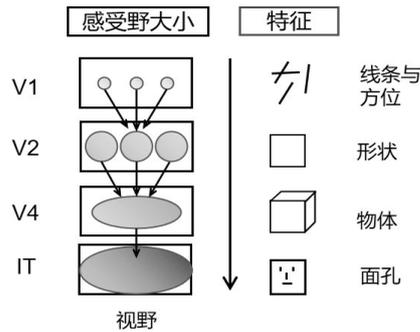
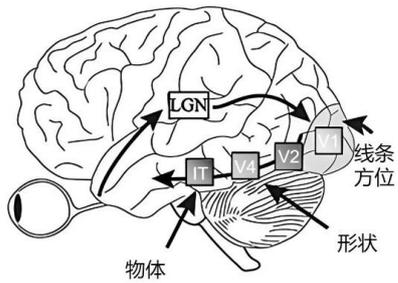


图4 碳基生命视觉感知与信息处理

图4还展示了脑区对信息的级联处理，V1区能够处理视觉信息中的局部基础特征（如边缘方向）及简单形状的初步分析；MT区则可以区分物体的运动轨迹、动态轮廓；位于高级视觉皮层的MST和VIP区的神经元负责实现复杂运动分析与多模态空间整合，比如，分析感受野内所有物体的运动状态，准确推测出自身和目标在环境中的定位。

多层卷积网络在不同层所学习不同抽象级别的信息，与生物视觉感知与信息处理存在相似性，如图5所示。浅层特征是由靠近输入层的浅层网络提取的特征。由于感受野范围有限，该特征主要承载图像的低阶语义信息，包括但不限于色彩分布、局部纹理模式以及边缘梯度等细节信息。而位于网络末端的深层网络层级所提取的特征称为深层特征，其感受野覆盖范围显著扩展，能够捕获输入数据中更具概括性的高阶语义信息通过类比生物视觉感知层级结构的特征抽象过程，可以更好地理解卷积神经网络的设计原理与不同卷积层的功能与特征含义。

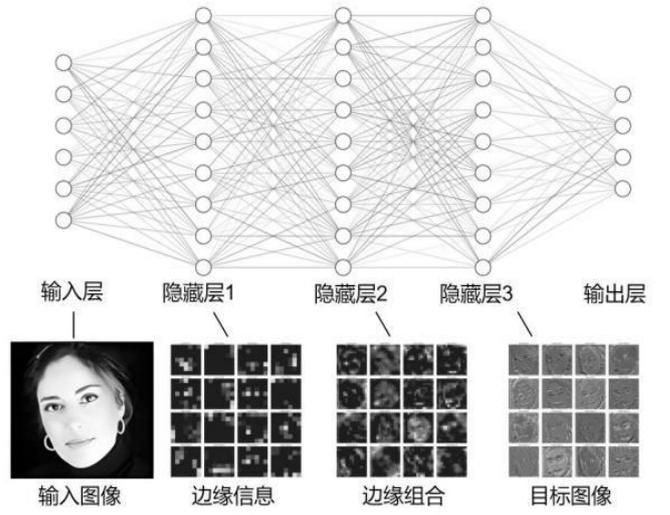


图5 硅基智能视觉信息处理

硅基生命与碳基生命的视觉注意力机制：作为人类视觉系统特有的信息处理机制，视觉注意力机制通过快速全景扫描与焦点锁定两个阶段实现高效视觉感知：首先通过人眼对全局环境进行瞬时观测，继而通过大脑调控快速聚焦关键区域。该机制可以帮助人类在有限的资源下，免受海量信息流的干扰，选择性的关注高价值目标。这种认知模式，已被深度学习领域转化为可计算模型。

在深度学习中也设计了类似的注意力机制。首先，输入一个句子的词向量矩阵  $X$ ，输入矩阵  $X$  通过三个不同的线性变换（用矩阵  $Q_w$ 、 $K_w$ 、 $V_w$  表示），分别生成查询向量  $Q$ 、键向量  $K$  和值向量  $V$ 。然后计算注意力权重，查询向量  $q$  和键向量  $K$  通过点积计算相似度，得到注意力权重  $\alpha$ 。最后，注意力权重  $\alpha$  与值向量  $V$  相乘，得到上下文向量  $C$  实现对于特征图中重要区域的关注与强调。除此之外，还有一些其它的注意力机制实现方式，其核心理念都是相同的。

Transformer是一种更新改良后的注意力机制，用于在语言分析任务中，缓解传统循环神经网络存在的不足。<sup>[7]</sup>Transformer 的诞生打破了以往序列数据处理方式的局限。与传统的循环神经网络（RNN）不同，它不依赖于序列的递归处理，其核心就在于注意力机制（Attention Mechanism）。注意力机制就像是一个智能的聚焦工具，能够让模型动态地分配权重，关注输入序列中的不同部分。

### 2.3 学习策略类比

学习策略是人类在获取知识过程中为提高学习效率、优化学习效果、降低学习成本以探索最佳学习路

径所制定的各类方案。硅基生命在获得智能的过程中，也类似地设计了一系列的策略，比如，对比学习、迁移学习、强化学习、多任务学习、生成对抗网络、小样本学习、半监督学习、自监督学习、元学习等。本节以多任务学习和强化学习为例，类比分析硅基智能与碳基智能学习策略的关联性。

## 2.4 多任务学习

多任务学习 (MTL) 模拟人类协同学习机制：当个体掌握网球运动中的手眼协调等能力时，该技能可迁移至羽毛球学习过程。基于此认知特性，MTL构建共享表征空间，使模型在同步处理多个关联任务时，通过参数共享实现跨任务知识迁移，进而提升整体学习效能。多任务学习的核心在于跨任务知识迁移——特定任务中习得的特征表示与模式规律可增强其他关联任务的学习效能，这有效避免了对不同任务的共同特征进行重复学习，降低了整体的资源消耗。常见的几种多任务学习框架。在多任务学习中，常见的学习架构包括级联、并联、交互和混合。

## 2.5 强化学习

人类学习是个体在成长、生活、以及工作以等过程里，不断获取知识、掌握技能、塑造行为模式的复杂过程。其核心在于都依赖于对环境的感知和反馈，通过不断试错积累经验，并根据反馈来改进自身行为，以实现特定目标为导向。强化学习采取类似的设计，一般包括几个核心要素：环境、智能体、状态、策略，以及奖励。智能体是执行动作的主体，它的目标是在不断变化的环境 $Q_t$ 中找到最优策略 $\pi$ ，使自己获得尽可能高的奖励。状态 $S_t$ 表示智能体在某个时刻对环境的理解，比如，周围环境的感知。策略作为决策核心，引导不同状态下智能体的动作 $A_t$ 选择倾向；奖励 $R_t$ 则扮演行为矫正器的角色，通过环境反馈量化每个动作的优劣程度，直到学习达到预期。总而言之，强化学习基于智能体与环境的互动，智能体在环境中不断尝试不同动作，依据环境反馈的奖励信号，摸索出能够最大化长期累积奖励的最优行为策略。

## 3 人工智能导论的类比教学方式框架

人工智能导论教学中的类比教学方式的框架，如图6所示。我们首先构建了硅基智能知识体系和碳基智能知识体系，教师作为类比教学方式中的关键一环，起到了连接两大知识体系的桥梁作用。教师对两大知识体系进行类比与归纳，形成以基本单元类比、基础学习模式类比，以及学习策略类比为核心的三大类别。然后，这些经过提炼的知识被传授给学生并给予学生启发，除此之外，原始的硅基智能知识体系和碳基智能知识体系对于学生来说也是可获得的。基于两大基础知识体系以及教师的类比教学与启发，学生可以对

教师和硅基智能知识体系形成反馈。一方面，由于目前的硅基智能知识体系相对碳基智能知识体系来说是很大程度的不完备的，在启发下，学生可类比碳基智能知识体系对硅基智能知识体系形成补充。另一方面，学生对教师的反馈包括教学方式的优化以及启发下产生的新的知识和概念的交流与探讨，以促进硅基智能知识体系的完善。

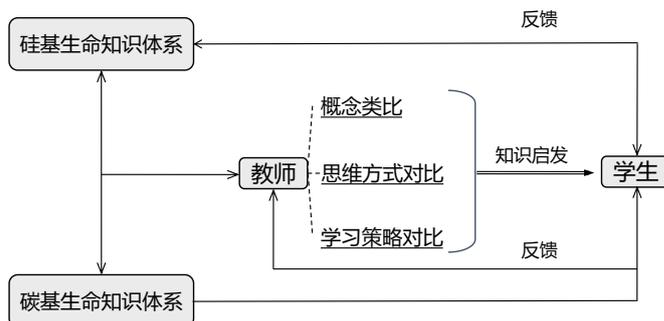


图6 硅基生命和碳基生命的类比教学方式框架

## 4 学生对类比教学方式的反馈

在人工智能导论课堂上，授课老师通过问卷调研了学生对于类比教学方式的反馈。图7总结了学生的问卷调查结果。首先，绝大部分的学生在学习人工智能导论课程之前对相关的算法是并不了解，这也符合导论课程教育的前提假设。其次，大多数学生对于类比教学方式非常认同，认为可以帮助它们快速地构建起人工智能技术的知识体系并掌握核心概念。这种将人工智能（硅基智能）与人类智能（碳基智能）的类比方式，为学生理解人工智能的本质提供了全新的视角。学生们能够从自身熟悉的人类智能角度出发，去认识人工智能的特点和局限性，从而更加深入地把握人工智能的发展方向。此外，类比教学方式在导论课堂中帮助学生更好地理解人工神经元、权重、激活函数等基本概念，为他们进一步深入学习人工智能知识奠定了坚实的基础。最后，该问卷调研的结果为类比教学方式在人工智能导论课堂上的应用提供了有力的数据支持。这些积极的反馈充分证明了类比教学在提高学生学习兴趣、促进知识理解和掌握方面的优势。在未来的教学实践中，教师可以进一步优化类比教学方法，根据不同的教学内容和学生的实际情况，设计更加精准、生动的类比案例，以更好地满足学生的学习需求。<sup>[8]</sup>

## 5 人工智能导论类比教学改革成效

在人工智能导论课堂上，我们创新性地采用硅基生命与碳基生命的类比教学法开展教学实践。为评估改革效果，在课程首周和第七周，针对学生课堂反馈进行调研。调研通过精心设计的问卷，聚焦学生对类比教学法在理解、掌握人工智能技术方面的感受，包

括基础概念理解以及原理等。如图 8 所示,数据表明,在第一周课堂上有 50.45% 的学生认为类比教学方式对于掌握人工智能技术是有帮助的,初步体现出该教学法的价值。第七周时,认为有帮助的学生占比跃升

至 58.16%,认为“比较有帮助”的学生占比从 40.91% 提升至 41.84%。尤为突出的是,第七周所有学生均认为该教学法对掌握人工智能技术基本概念是有帮助的。

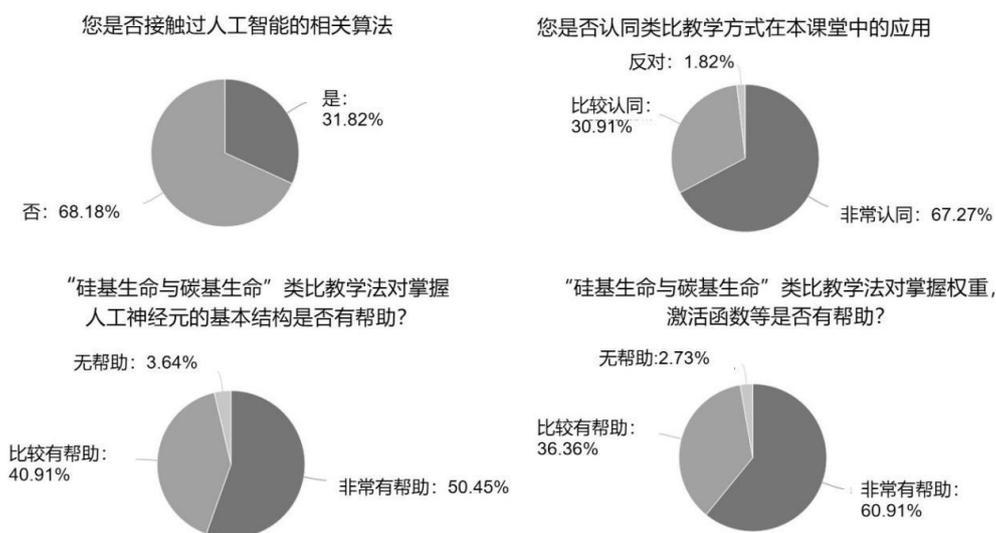


图 7 人工智能导论课程类比教学方法的教学实践问卷调查

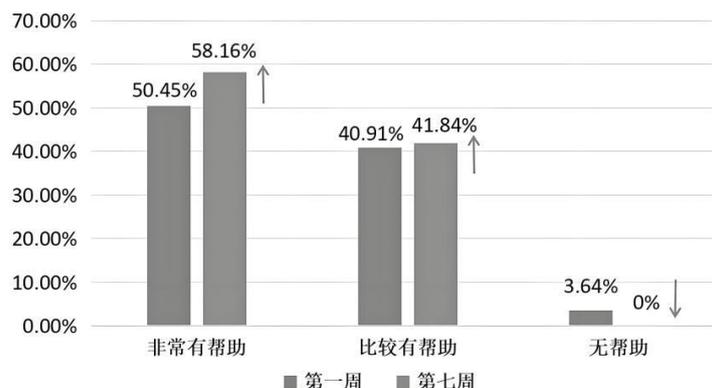


图 8 学生在第 1 周和第 7 周,认为类比教学方式对人工智能基本概念掌握有帮助的人数比例变化

这表明,硅基与碳基生命类比教学法,有效提升了学生对教学方法的认可度,在帮助学生理解人工智能基础概念上成效显著,为同类课程教学创新提供了可借鉴的范例。

## 6 结束语

通过提出硅基生命与碳基生命类比教学的方法探索了一种更加轻松易懂的人工智能技术教学方式,帮助其快速掌握核心概念并构建知识体系。为初学者入门人工智能技术提供了更具启发式的视角。课堂教学中的数据结果也为该类比教学方式在教学实践中的应用提供依据。

## 参考文献

- [1] Redmon J, Divvala S, Girshick R, et al. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection[C]. Proceedings of the 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 2016: 779-788. DOI: 10.1109/CVPR.2016.91.
- [2] Krähenbühl P, Koltun V. Efficient Inference in Fully Connected CRFs with Gaussian Edge Potentials[C]. Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems, Granada, Spain, 2011: 109-117.
- [3] H. Li, P. M. Wensing. Cafe-Mpc: A Cascaded-Fidelity Model Predictive Control Framework With Tuning-Free Whole-Body Control[J]. IEEE Transactions on

- Robotics, 2025, 41: 837-856. DOI: 10.1109/TRO.2024.3504132.
- [4] C. Liu, Z.-H. Ling, L.-H. Chen. Pronunciation Dictionary-Free Multilingual Speech Synthesis Using Learned Phonetic Representations[J]. IEEE/ACM Trans. Audio Speech Lang. Process., 2023, 31: 3706-3716.
- [5] Handy MJ, Haase M, Timmermann D. Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster-head selection[C]. In: Proc. of the 4th IEEE Conf. on Mobile and Wireless Communications Networks.
- [6] 李俊志, 吴海涛, 刘栓. 人工智能及数字化发展对人才培养的影响探讨[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(03): 119-123.
- [7] Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, et al. Attention is all you need[C]. Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, Long Beach, CA, USA, 2017: 6000-6010. DOI: 10.5555/3295222.3295349.
- [8] 董帅, 庄宇, 李悦乔. 大模型赋能的人工智能导论实践教学改革[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(05): 109-114.