

基于青少年美育的人工智能融合数字孪生创新设计研究

林菁¹, 张晨晨^{2*}, 谭欣³

(1.电子科技大学成都学院, 成都 611731; 2.四川师范大学, 成都 610101;
3.西南民族大学, 成都 610041)

摘要: **目的** 本研究探讨了人工智能与数字孪生技术在青少年美育中的应用, 旨在提供沉浸式、互动式、个性化的学习体验。研究结合了认知发展理论、社会文化理论等以优化美育教育效果。**方法** 首先, 运用文献研究法梳理人工智能和数字孪生技术的理论内涵及其与美育的理论联系; 其次, 通过案例分析法总结数字孪生等技术在美育设计领域的典型应用实例与应用场景; 最后, 利用模型构建法探索了数字孪生技术赋能下的青少年美育系统, 着重研究了技术与教育的互动和技术应用于实际教育环境中的挑战。**结果** 人工智能与数字孪生技术的融合提升了青少年的美育体验, 增强了学习的沉浸性和互动性, 并通过提供个性化学习路径促进了青少年的认知、情感, 以及社会的发展。同时, 这些技术与教育理论相协调, 为美育教育带来了新的范式。**结论** 人工智能与数字孪生技术在青少年美育设计中的应用具有重要的时代意义。它们不仅突破了时间和空间的限制, 实现了全方位的美育设计, 而且有效地促进了美育的数字化升级。此外, 这些技术为青少年提供了全新的美育体验, 有助于其在数字和文化素养交织的世界中全面发展。

关键词: 美育; 人工智能; 数字孪生; 创新设计

中图分类号: TB472 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3563(2024)04-0466-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.04.052

Innovative Design of Artificial Intelligence Fused Digital Twin Based on Youth Aesthetic Education

LIN Jing¹, ZHANG Chenchen^{2*}, TAN Xin³

(1. Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China;
2. Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China; 3. Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China)

ABSTRACT: The work aims to provide an immersive, interactive, and personalized learning experience by examining the application of artificial intelligence and digital twin technology in youth aesthetic education and combines cognitive developmental theory and socio-cultural theory in order to optimize the effectiveness of aesthetic education. Firstly, the literature research method was used to sort out the theoretical connotation of artificial intelligence and digital twin technology and their theoretical connection with aesthetic education. Secondly, the case study method was used to summarize the typical application examples and application scenarios of digital twin and other technologies in the field of aesthetic education and design. Lastly, the modeling method was used to explore the system of youth aesthetic education empowered by digital twin technology, with an emphasis on the interaction between technology and education and the challenges of the application of technology in the actual educational environment. The integration of artificial intelligence and digital twin technology enhanced the aesthetic education experience for the youth, increased the immersion and interactivity of learning, and promoted the cognitive and emotional as well as social development of the youth by providing personalized learning paths. At the same time, these technologies harmonized with educational theories and brought a new paradigm to aesthetic education. The application of artificial intelligence and digital twin technology in the design of

aesthetic education for the youth is of great contemporary significance. They not only break through the limitations of time and space to realize all-round aesthetic education design, but also effectively promote the digital upgrade of aesthetic education. In addition, these technologies provide a brand new experience of aesthetic education for the youth, which helps them to develop holistically in a world where digital and cultural literacy are intertwined.

KEY WORDS: aesthetic education; artificial intelligence; digital twin; innovative design

在这个数字化和智能化高速发展的时代，新兴技术正在引领着一场涵盖多个领域的变革浪潮。其中，人工智能和数字孪生凭借技术优势，使许多行业实现了革命性升级，并渗透到人类生活的方方面面。在教育领域，这些技术也带来了转型契机，其不仅能推动教学方式和手段的变革，还使人们得以实现精准化和个性化教育。这种趋势在青少年美育教育中尤为重要——技术的融合既为传统美育注入了新的活力，也能开启青少年个性化和创新教育的新篇章。然而也要看到，要真正实现技术赋能美育，需要解决一系列挑战，其中之一便是如何在技术设计与应用中平衡美感培养、兴趣激发与认知发展的需求。这要求人们对青少年的认知和美育规律进行更深入的研究。例如，Jean Piaget 的认知发展理论^[1]为人们提供了一个框架，以更好地理解不同年龄段青少年如何通过技术增强的美育体验来促进其智力和情感的成长。

1 理论框架——技术与教育的交汇

1.1 人工智能理论基础——智能化的艺术教学

随着人工智能（AI）技术的飞速发展，其在教育领域的应用已成为推动教学和学习创新的关键因素。特别是在艺术教育中，AI 的融合不仅开辟了新的教学方法，也为青少年美育提供了前所未有的机遇。人工智能的基础理论源自于机器学习和深度学习的核心概念，这些理论的发展标志着机器能够通过算法进行自主学习和决策。Russell 等^[2]在其著作 *Artificial Intelligence: A Modern Approach* 中详细阐述了这些理论，并探讨了 AI 的广泛应用前景。在艺术教育领域，这意味着 AI 不仅能够辅助艺术创作的过程，还能够对艺术作品进行分析和解读，从而提供丰富多样的教学内容和视角，见图 1。

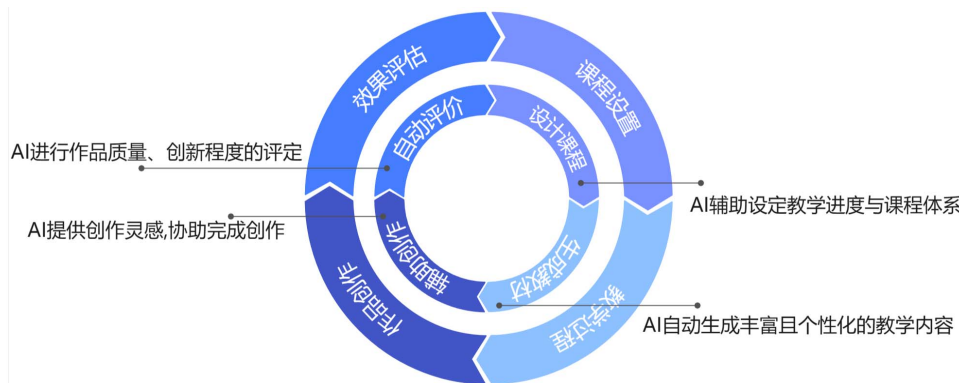


图 1 人工智能在艺术教育中的应用示意
Fig.1 Schematic diagram of the application of artificial intelligence in art education

AI 在艺术教学中的应用，尤其体现在其对创造性思维的促进和艺术欣赏能力的提升上。通过 AI 技术，学生能够接触到基于数据和算法生成的艺术作品，这不仅拓宽了他们对艺术的认识，也激发了创新思维。此外，AI 技术在艺术分析中的应用，如风格识别和图像处理，使得学生能够更深入地理解艺术作品背后的历史和文化背景。

对于青少年，融合 AI 的艺术教育提供了一种新的学习方式。这不仅促进了他们的技术理解能力，也加深了他们对艺术的感知和体验。通过与 AI 技术的互动，青少年能够从更多角度和维度体验艺术，从而培养出更加全面和深入的艺术鉴赏能力和创造力。

1.2 数字孪生技术解析——虚实结合的教育场景

数字孪生技术的核心在于创建一个虚拟环境，这个环境能够实时地映射和模拟现实世界的对象和过程。通过收集和分析来自真实世界的的数据，数字孪生可以在虚拟环境中准确地再现和预测物理实体的行为和状态。这种技术原理不仅在工业和医疗领域得到广泛应用，而且在教育领域，尤其是艺术教育中，也展现出显著的教育价值。

在艺术教育场景中，数字孪生技术能够提供一个沉浸式学习环境，其中学生可以通过虚拟仿真来探索和体验艺术创作的各个方面。例如，在数字孪生的环境中，学生可以亲自尝试不同的艺术技法，如绘画、

雕塑、音乐创作，而无需担心材料或空间的限制。此外，数字孪生技术还能够模拟历史上著名的艺术作品和事件，使学生能够跨越时间和空间的界限^[3]，从而深入了解艺术史。

通过将数字孪生技术应用于艺术教育领域，人们不仅能够提高教育的可访问性和灵活性，还能够促进青少年对艺术的理解和欣赏。这种技术使得艺术教育不再局限于传统的教室环境，而是变得更加动态和互动。学生可以通过直观和实践的方式，更加深入地探

索艺术的多样性和复杂性。将数字孪生技术融入艺术教育，不仅为青少年提供了一个全新的学习平台，也为教育者提供了一个强大的工具，以更有效地传授艺术知识和技能，其具体应用流程如图 2 所示。这种技术的应用不仅限于提高学习效率，更重要的是，它激发了学生的创造力和想象力，为他们打开了探索艺术的新视角。随着技术的不断发展和优化，数字孪生在未来艺术教育中的角色将更加突出，为青少年的美育发展带来更广阔的前景。

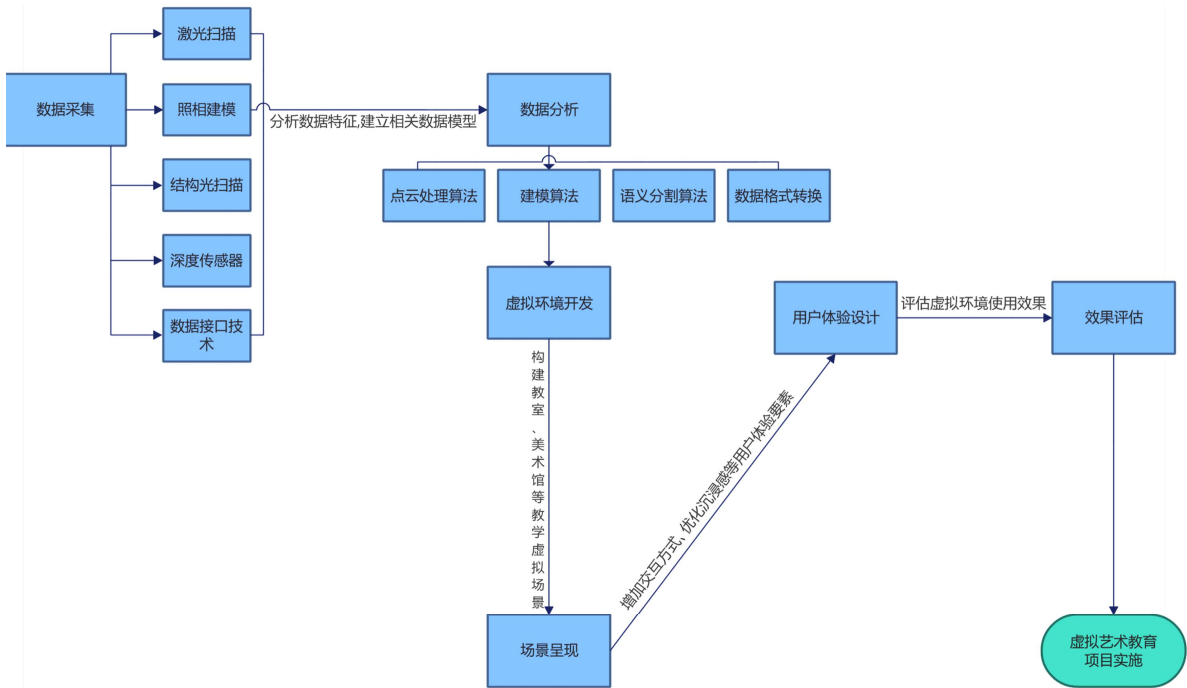


图 2 数字孪生技术的教育应用流程
Fig.2 Flowchart of application of digital twin technology in education

1.3 教育学视角——青少年美育的理论支撑

教育学理论在青少年的美育过程中发挥着不可或缺的作用。这些理论为人们提供了关于如何有效地设计和实施美育活动的深刻见解，特别是在促进青少年的认知、情感和社会发展方面。

建构主义学习理论由 Piaget 提出，强调了学习者作为知识的主动建构者角色，其有效性主要体现在学习者是否能积极主动地参与学习，从而保证对知识的主动建构^[4]。在美育领域，这意味着教育活动应鼓励青少年通过实践体验来探索艺术的各个方面。此理论促使人们设计那些能够让学生通过创作、批判和欣赏活动来构建个人艺术理解的教育方案。

然而，学习不仅仅是个人的认知过程。Vygotsky^[5]的社会文化理论补充到，学习也深受社会环境和文化背景的影响。这一理论强调了合作学习和社会互动在艺术教育中的价值。它鼓励人们在青少年美育中创造丰富的社会互动环境，如团队艺术项目和群体讨论，以促进学生之间的思想交流和共同成长。此外，

Howard Gardner 的多元智能理论提出了智能的多样性观点^[6]。在美育教学中，这一理论指导人们识别并培养青少年不同类型的智能，特别是与艺术相关的智能，如视觉空间智能和音乐智能。这种方法有助于发掘和支持每个学生独特的艺术潜力和兴趣。

建构主义学习理论为青少年提供了主动探索艺术的机会；社会文化理论强调了在艺术学习过程中社会互动和文化参与的重要性；而多元智能理论则支持了对青少年个别差异和艺术兴趣的认可和培养。这些理论共同构成了一个坚实的理论基础，不仅支持了青少年在艺术领域的技能提升，更重要的是，它们促进了青少年作为全面发展个体的成长（如图 3 所示）。

1.4 技术与教育的交汇——融合 AI 与数字孪生技术的艺术教育

通过将人工智能和数字孪生技术巧妙地融入教育学的理论框架之中，人们不仅在技术层面上丰富和提升了美育的维度，而且极大地拓宽了艺术教育的领域，深化了其内涵和广度。

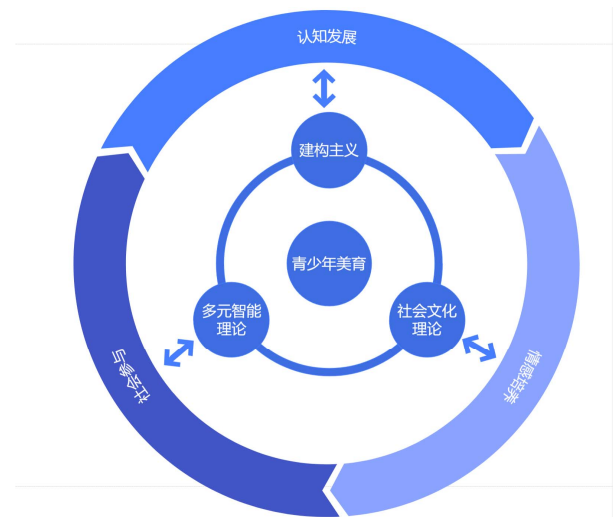


图 3 教育理论在美育中的应用框架
Fig.3 Application framework diagram of educational theories in aesthetic education

1.4.1 融入现有教育模式

1.4.1.1 个性化学习

人工智能技术，尤其是在数据分析和机器学习领域的应用，赋予了人们分析学生的学习行为、偏好和表现的能力。利用这些深入的分析，AI 能够精准地识别出每位学生的独特需求和兴趣点。基于这一点，艺术教育系统能够灵活调整其教学内容和方法，从而精确匹配每个学生的个人学习风格和能力水平。例如，对于那些对绘画有浓厚兴趣的学生，系统能够智能地提供更加丰富的、与绘画技巧相关的材料。设想一个在数字绘画领域展现出显著兴趣和才华的学生，AI 系统可以根据其兴趣和技能发展，推荐更高级别的数字绘画课程，介绍相关艺术家的作品进行深入学习，并可能建议学生参与在线绘画比赛或项目，以进一步激发其潜能和创造力。

1.4.1.2 互动式学习

数字孪生技术通过构建精确且逼真的虚拟艺术环境，为学生们打开了一个无界限的实验和探索领域。在这些仿真环境中，学生们得以自由地尝试和练习各种艺术形式与技术。无论是进行虚拟绘画、雕塑创作还是音乐制作，这些活动都超越了物理空间和材料的常规限制。例如，在一个数字孪生的 3D 雕塑工作室里，学生们可以尝试使用各种不同的雕塑材料和技术，如数字黏土建模，而完全不必担忧实际材料的成本或工作室的空间约束。他们可以在这个虚拟空间里创作出自己的雕塑作品，并将这些作品展示给同学和老师，甚至有可能将这些虚拟作品转化为实体，并通过 3D 打印技术使其成为现实。

1.4.2 改善和创新艺术教育

1.4.2.1 增强创造力

人工智能技术，尤其是神经风格迁移，展现了其

在分析和模仿多种艺术风格方面的独特能力。这项先进的技术可以将特定的艺术风格应用于任何图像或设计，从而孕育出全新的视觉艺术作品。这一过程不仅为学生提供了一个轻松尝试和融合不同艺术风格的平台，而且有效地激发了他们的创造性思维和创新能力。例如，学生们可以利用神经风格迁移技术，将梵高的绘画风格融入到他们自己的照片中，或者将现代艺术风格与古典艺术作品相结合，创作出具有独特个性和风格的艺术作品。

1.4.2.2 深化艺术理解

数字孪生技术的应用能够精确地复制历史艺术作品和文化场景，为学生提供了一个独特的虚拟环境，使他们得以亲身体验和深入探索这些艺术珍品。这种沉浸式的互动体验不仅让学生能够更加深刻地理解艺术作品的历史背景和文化意义，还能够让他们直观地学习相关的艺术技巧。例如，在一个由数字孪生技术打造的虚拟现实环境中，学生们可以步入重现的文艺复兴时期画廊，近距离欣赏达·芬奇等大师的作品。他们不仅能够观察每一笔触和色彩的细节，还能通过互动模块深入了解这些画作背后的历史故事和创作技巧。这样的体验不仅丰富了学生的艺术知识，也激发了他们对艺术历史的兴趣和热爱。

由此可以明确地看到，将先进的科技手段和深厚的教育学理论相结合，将会在未来的青少年美育实践中发挥重要作用，为青少年的全面发展和创新能力的培养提供强大的支持，其相互关系如图 4 所示。

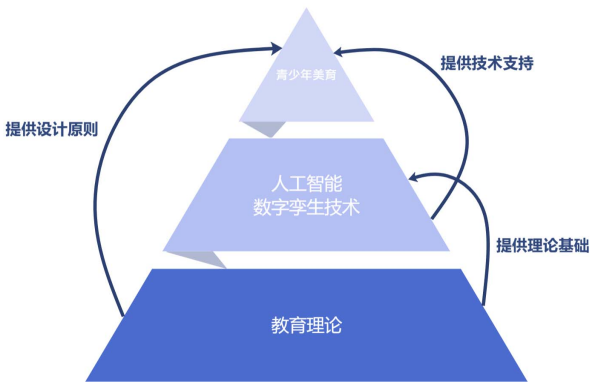


图 4 融合人工智能、数字孪生技术与教育学理论的美育关系

Fig.4 Relationship of aesthetic education integrating artificial intelligence, digital twin technology, and educational theories

2 案例研究——实践中的技术应用

2.1 美育领域的 AI 应用实例

当探索人工智能（AI）在美育领域的应用时，其对艺术教育产生的深刻影响显而易见。以下案例展示了 AI 如何在不同的艺术领域中被利用，以及这些应用是如何根据教育理论进行设计和实施的。

2.1.1 AI 在音乐创作中的应用

David Cope 的“Emily Howell”项目是音乐 AI 领域的一个突破^[7]。Cope 开发的这一算法利用了复杂的计算机程序，模拟了音乐创作过程。它通过分析和学习历史上大量的音乐作品，从巴洛克到现代音乐，能够生成全新的音乐作品，这些作品不仅遵循传统音乐的规则，还展现了独特的创新风格，见图 5。

Cope 的方法体现了 Vygotsky^[5]社会文化理论的核心观点，即认为学习和创造是社会互动和文化环境的产物^[8]。在这个案例中，AI 通过分析和模仿人类艺术家的作品，从而在某种程度上模拟了人类的创造过程。这种方法强调了学习者（在这个情况下是 AI 系统）与其社会和文化环境之间的互动，以及这种互动如何促进创造力的发展。此外，这个项目还体现了现

代教育的一个重要趋势，即强调学生的主动学习能力和创新能力。如 Sawyer 所述，创新教育需要提供环境，使学习者能够进行实践、探索和创造^[9]。在音乐 AI 的背景下，这意味着利用技术工具来激发和扩展学生的创造力。通过这种方式，学生不仅能学习到音乐理论和作品分析，还能够通过与 AI 系统的互动，探索音乐创作的新领域，发展自己的艺术表达方式。

在教育实践中，音乐 AI 的应用可以丰富传统音乐课程，为学生提供创新的学习体验。例如，通过分析和修改 AI 创作的音乐，学生可以更深入地理解音乐构成元素，如旋律、和声和节奏，并学习如何创造性地应用这些元素。这种教学方法有助于培养学生的批判性思维和创造力，同时提高他们对音乐艺术的欣赏和理解。

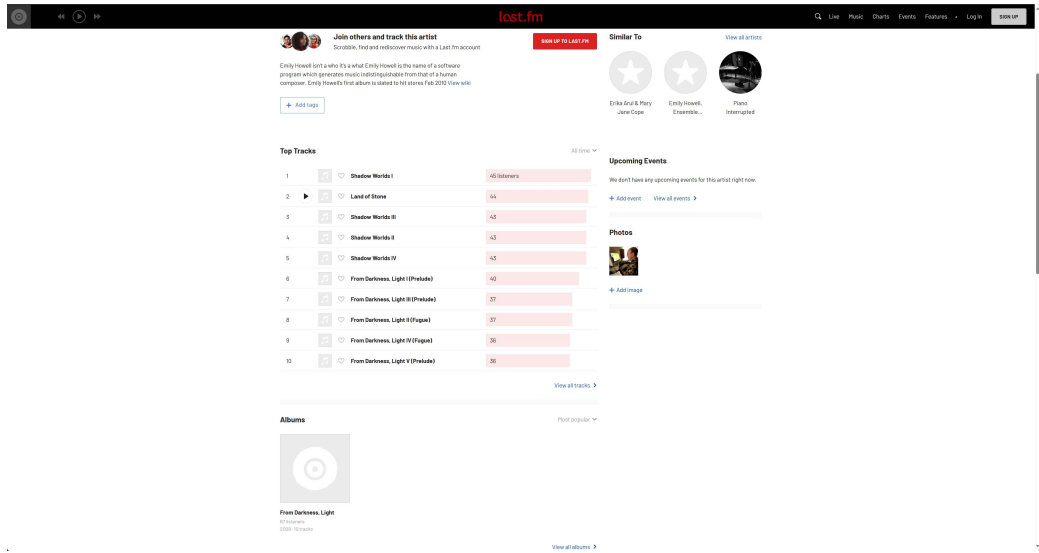


图 5 Emily Howell 音乐网站
Fig.5 Music website Emily Howell

2.1.2 AI 与视觉艺术的融合

DeepArt 的风格迁移技术是一项突破性的 AI 应用，它利用深度学习算法分析并模仿艺术家的风格，从而将这些风格迁移到任何给定的图片上。这项技术首先分析目标艺术作品的风格特征，例如颜色、线条和形状，然后将这些特征应用到其他图像上，创造出全新的视觉艺术作品。这不仅是技术上的创新，也是艺术表达方式的一种全新探索。

该技术的应用在艺术教育领域尤为重要。它体现了 Howard Gardner 在其多元智能理论中提出的视觉空间智能概念^[6]。根据这一理论，不同个体在视觉空间智能方面具有不同的潜能，这种智能使他们能够以独特的方式理解和创造视觉艺术作品^[10]。通过 AI 技术，学生可以更加深入地理解和体验不同的艺术风格，进而探索和发展自己独特的艺术表达方式。

在实际教学中，风格迁移技术可以作为一种强大

的教学工具。教师可以利用这种技术让学生更直观地理解艺术史中不同时期和流派风格特征，如文艺复兴时期的细致画风或印象派的色彩运用。学生可以实验性地将这些风格应用于自己的作品中，从而加深对艺术风格和技术理解，同时激发他们的创造力和想象力（如图 6 所示）。此外，在数字技术中的 AI 还为学生提供了一个自由的环境来尝试不同的艺术风格，而不用担心材料成本或无法撤销的错误。这样的实践环境鼓励学生的探索和创新，有助于他们建立对艺术的个人理解和欣赏。

2.1.3 AI 在舞蹈教育中的创新

AI 在舞蹈教育中的一项关键应用是运动捕捉技术。这种技术使用高级传感器捕捉舞者的动作，然后通过 AI 算法进行分析，提供对动作的精确反馈。这种方法使得舞蹈学习更加科学和系统化，允许教师和学生

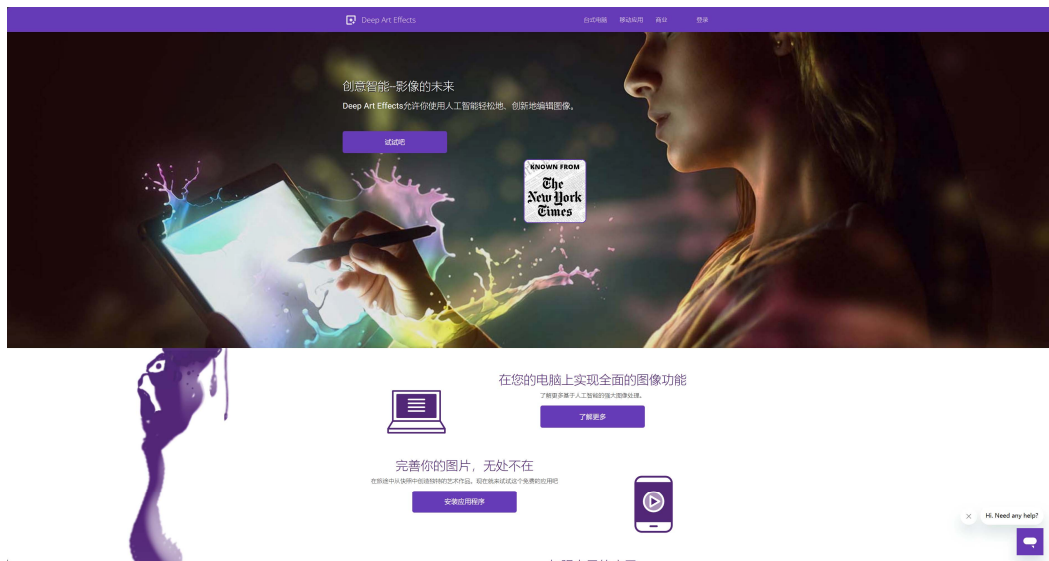


图 6 Deep Art Effects 网站主页
Fig.6 Home page of Deep Art Effects

运动捕捉技术的应用在教育理论中有其根基。它与 Piaget 的认知发展理论紧密相连^[1]，该理论强调通过亲身体验和实践来促进认知的发展^[11]。在舞蹈教育中，运动捕捉技术为学生提供了一个互动的学习环境，使他们能够通过实践、观察和反思来掌握舞蹈技能。学生可以通过观看自己的动作捕捉数据来了解自己的动作质量，并据此进行调整和改进。

这种技术的应用也符合现代教育的趋势，即强调学习者的主动参与和实践体验。学生不再是被动的接收者，而是通过与技术的互动成为主动的参与者。这种交互性不仅提高了学习效率，也增强了学生对舞蹈的兴趣和热情。此外，AI 运动捕捉技术在舞蹈教育中的应用还有助于个性化学习。每位学生的身体条件和动作习惯都有所不同，这种技术能够根据每个学生的独特特点提供定制化的指导和反馈，从而更有效地促进个别学习者的技能发展。

通过对 AI 在音乐创作、视觉艺术和舞蹈教育中的应用案例进行详细分析，笔者揭示了 AI 技术在美育领域的广泛应用及其显著影响。这些实例不仅展示了 AI 技术的多样性和创新性，也展现出它们是如何根据不同的教育理论被设计和实施的。这种理论与实践的结合不仅提高了青少年的艺术理解和创造能力，还丰富了他们的艺术学习体验。随着 AI 技术的不断进步，它在美育领域的应用预计将继续扩展，为艺术教育带来新的机遇。然而，这同时伴随着诸如确保教育公平性和处理数据隐私问题等挑战，这些都是未来研究和实践需要关注和解决的重要方面。

2.2 数字孪生技术的教育创新案例

在美育领域，数字孪生技术的应用正开辟着新的教育模式和学习体验。其中，故宫博物院的数字孪生项目就充分展示了这一技术在艺术教育中的应用及

其对美育的影响。

故宫博物院的数字孪生项目不仅是技术创新的杰出代表，也是美育领域中的一个重要突破。通过深入探讨该项目的技术细节、艺术作品的增强效果，以及对青少年美育的影响，可以更好地理解数字孪生技术在传统文化传承中的重要作用。

该项目团队采用高精度激光扫描技术，详细捕捉了故宫建筑的每一寸细节，从而确保数字模型的准确性和真实性。此外，该团队还利用先进的三维建模技术，成功地重建了故宫的完整数字模型，包括宫殿、院落、文物等所有细节。再通过整合虚拟现实技术，为访客提供了一个全面的、互动式的数字故宫体验，使参观者能够以全新的方式探索这一历史遗址（如图 7 所示）。

同时，数字孪生技术提供了一种沉浸式的参观体验，让访客仿佛身临其境地走进故宫，体验宫廷的壮丽与历史的厚重。通过增加互动元素，如可探索的虚拟环境和互动展示，该项目增强了参观者对文化遗产的亲身感受和学习兴趣。

该项目通过提供一个可视化、互动的学习环境，激发了青少年对中国传统文化的好奇心和学习兴趣，加深了他们对文化遗产的认知。所以，将数字孪生技术应用于美育，可以为青少年提供一种新的学习模式，使他们能够以更积极、主动的方式参与到文化学习中^[12]。

尽管在技术上取得了重大进展，项目仍面临着进一步提高图像质量和用户互动体验的挑战。此外，高昂的技术成本和持续的系统维护也是项目实施中需要考虑的重要因素。通过故宫博物院的数字孪生项目，不仅能够看到数字孪生技术在美育领域的巨大潜力，也能够理解其在提升文化传承和教育体验方面的重要作用。这一项目为未来在类似领域的技术应用和教育创新提供了宝贵的参考和启示。

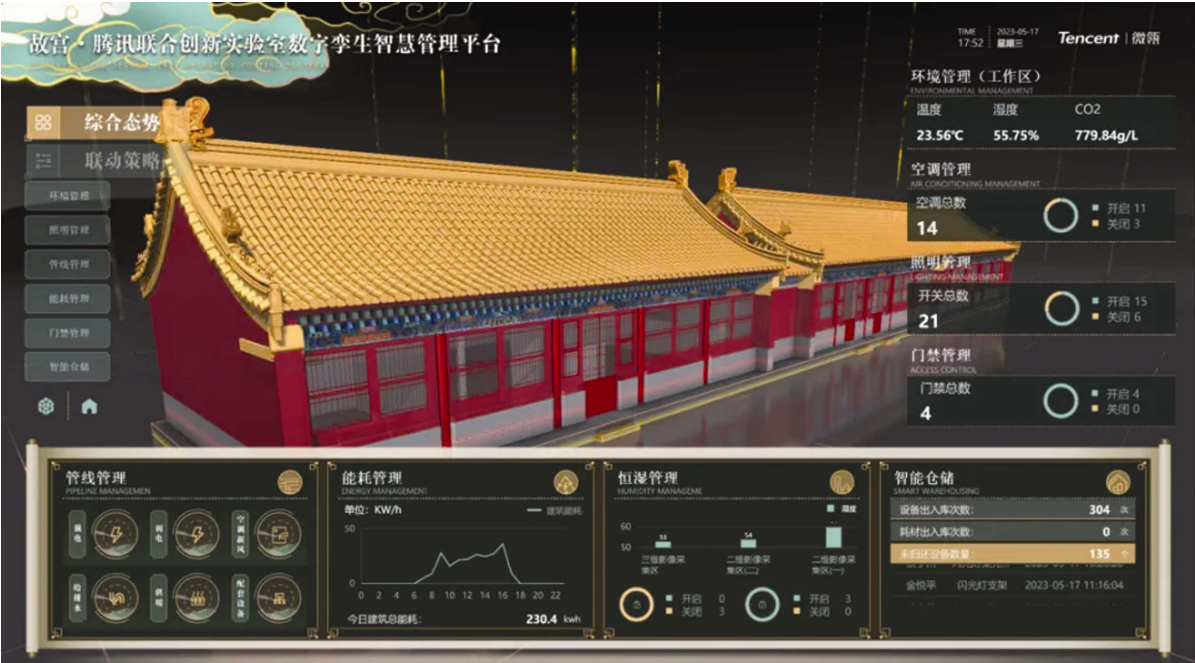


图 7 故宫·腾讯联合创新实验室数字孪生智慧管理平台示意图
Fig.7 Schematic diagram of the digital twin smart management platform of the Palace Museum-Tencent Joint Innovation Lab

故宫博物馆项目的成功经验之一便是其得益于教育理论与技术创新的结合。根据 John Dewey 的经验学习理论，学习是一个主动探索和体验的过程，数字孪生技术正好提供了这样的平台。数字孪生技术在美育领域的应用展示了其在教育创新方面的巨大潜力^[13]。这些案例不仅突出了技术的先进性，而且揭示了教育领域内技术和传统教育理念的成功融合。随着技术的不断发展，预计数字孪生技术将在未来的艺术教育中扮演更加重要的角色，为教学方法和学习体验带来新的变革。

2.3 案例分析——技术应用的效果与挑战

在探讨人工智能和数字孪生技术在美育领域的应用时，笔者注意到这些技术不仅改变了教育模式，也提出了新的挑战。故宫博物院的数字孪生项目采用了高精度激光扫描和三维建模技术，精确地复现了故宫博物院的宏伟建筑和丰富文物，提供了一种互动式数字化体验^[14]。这种技术的应用不仅增加了青少年对历史和文化的认知，还提升了教育体验的质量。通过虚拟现实技术，参观者可以沉浸在一个生动的历史环境中，从而获得比传统教育方法更丰富的学习体验。

此外，从教育的视角来看，这些技术应用案例体现了美国教育心理学家 Benjamin Bloom 的认知领域教育目标分类学^[15]。该理论旨在描述认知领域中的学习目标和层次，其中有效学习包括：知识、理解、应用、分析、综合和评价六个层面^[16]。故宫博物院项目提供了一个平台，使学生能够在这些层面上积极参与和体验艺术，从而全面提升学习效果：学生首先通

过互动式体验获得关于故宫历史和文化的基础知识（知识层面）；随后，他们能够理解并解释这些信息（理解层面），并将所学应用到其他学科或现实生活情境中（应用层面）；通过分析和批判性地思考他们在虚拟环境中的体验（分析层面），学生能够综合不同的知识点和观点（综合层面）；最后对所学内容进行评价（评价层面）。

然而，这种技术的应用也面临着挑战，特别是在保持数字内容与物理展品同步更新方面。此外，虚拟体验的图像质量和互动性也是需要持续改进的领域。

这些技术应用案例表明，通过创新的技术手段，美育领域能够为学生提供更加深入和互动的学习体验。这些项目不仅增加了艺术作品的可及性，还促进了学生在艺术领域的创造力和批判性思维的发展。通过这样的技术应用，艺术教育可以跨越时间和空间的限制，为学生提供更加丰富和多元的学习机会（如图 8 所示）。

总体来看，这些项目提供了宝贵的经验和启示，对未来艺术教育的发展方向具有重要的指导意义。虽然存在成本和技术维护等挑战，但这些技术的有效运用仍为青少年美育领域带来了前所未有的机遇。随着这些技术的不断完善和发展，可以预见它们在未来艺术教育中将扮演越来越重要的角色。这些深入的案例分析不仅揭示了当前的实践成果，同时也为下一阶段的创新设计实践提供了宝贵的洞见，指明了需要关注和解决的关键问题，为未来的艺术教育创新铺设了道路。



图 8 人工智能、数字孪生技术功能对比图

Fig.8 Comparative diagram of the functions of artificial intelligence and digital twin technology

3 模型构建与创新设计——以美育场馆为例

3.1 整合教育理论与数字创新——理论与实践的桥梁

3.1.1 数字美育教育中的理论基础

数字孪生和人工智能技术在美育教育中的融合是将认知发展和社会文化理论应用于现代教育背景的生动例证。这些技术创造了一个超越传统界限的学习环境,允许学生在一个社会互动和文化丰富的虚拟空间中与艺术互动。这种技术的融合不仅改变了教育的形式,还为学生提供了全新的学习体验。

1) 认知发展理论:皮亚杰^[17]的《教育科学与儿童心理学》中详细阐述了认知发展阶段理论。数字孪生技术在教育中的应用与这一理论高度契合,尤其是在促进具体操作和形式操作阶段的应用上。学生通过与艺术作品的数字复制品互动,能够培养抽象思维和逻辑推理能力。这种互动不仅促进了学生的认知发展,还为他们提供了深入理解艺术作品的机会。

2) 社会文化理论:维果茨基^[18]在《社会中的心智》中强调了社会互动和文化工具在学习过程中的重要性。这一理论在以人工智能为驱动的美育教育中得到了具体的应用实践。人工智能技术使得学生能够在虚拟环境中进行协作学习,从而促进了社会互动和文化理解的深化。这种协作学习体验不仅丰富了学生的社会经验,还加深了他们对艺术和文化的理解。

3) 建构主义学习:建构主义学习理论强调学习是一个主动的、建构性的过程,其中学习者在与环境互动的过程中构建了自己的知识体系。在美育教育中,数字孪生和人工智能技术的应用与建构主义学习理论相呼应。这些技术提供了一个互动丰富的数字环境,使学生能够通过探索和实践来构建和深化他们对艺术的理解。这种学习方式不仅促进了学生的主动探索,还激发了他们对艺术的深层次兴趣和理解。通过这样的互动,学生们能够更加深入地掌握艺术概念,发展个人的艺术感知和创造力。

正是这种理论与技术的结合,为进一步探索数字孪生在美育场馆中的具体应用和模型构建提供了坚实的基础。

3.2 数字孪生在美育场馆中的模型构建与应用

3.2.1 数字孪生在教育环境中的引入

在深入理解了数字孪生和人工智能技术在美育教育中的理论基础后,笔者转向具体探讨这些技术在美育场馆中的模型构建与应用。数字孪生技术在教育领域,尤其是美育教育中的应用,标志着从传统教学方法向更为动态、互动方式的转变。这项技术通过在虚拟环境中动态复制物理实体,提供了以往无法实现的沉浸式学习体验。核心在于创造一个实时、互动的物理世界镜像,从而提供一个丰富的、数据驱动的教育景观。

3.2.2 孪生场馆的六维模型

孪生场馆的六维模型,如 Grieves 和 Vickers 在《数字孪生:减轻复杂系统中不可预测、不希望出现的突发行为》中所述^[19],包括以下几个部分(如图 9 所示)。

1) 物理场馆:包括教育环境的有形方面,如基础设施、物理文物和学习者本身。这是现实世界教育互动发生的基础层。

2) 虚拟场馆:指物理场馆的高保真数字复制品。这是一个动态的、互动的空间,学习者可以在其中与物理文物的数字副本进行互动。

3) 场馆服务:这部分包括在孪生场馆中提供的教育和运营服务,涉及物理和虚拟两个领域。服务内容覆盖了行政管理功能、教育内容的有效传递,以及对学习者的全面支持服务。

4) 孪生数据:数字孪生概念的核心,连接物理和虚拟场馆。涉及实时数据的收集、处理和交换,使两个领域之间的信息流动无缝。

5) 前端展示:涉及用户界面和可视化工具,以易于访问、吸引人的方式呈现孪生数据。通过使复杂

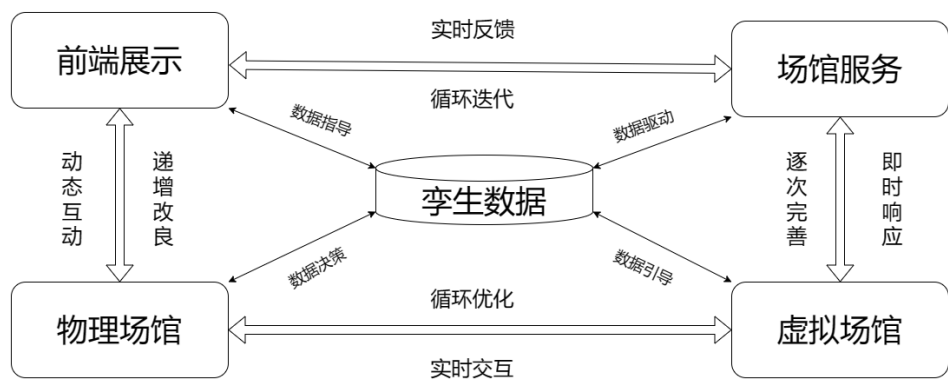


图 9 孪生场馆的六维模型
Fig.9 Six-dimensional model of the twin venue

数据易于理解和互动，增强用户互动并丰富学习体验。

6) 连接：指支撑孪生场馆的数字基础设施。确保所有维度的无缝整合，促进物理和虚拟领域之间的数据流动和互动。

3.2.3 在美育教育中的应用

在美育教育领域，数字孪生模型革新了学习者与艺术之间的互动方式。例如，在博物馆环境中，数字孪生使学生能够在虚拟空间中探索并与历史文物进行互动，提供对其历史背景和艺术意义的深入见解。这种沉浸式体验与建构主义学习理论相一致，强调通过体验学习主动构建知识。它允许学习者以超越物理限制的方式与艺术互动，促进对文化遗产的更深层理解和欣赏。

数字孪生在美育教育中的应用还与 Vygotsky^[5]的社会文化理论相符，该理论强调社会互动和文化工具在学习中的作用。通过创造一个学习者可以协作探索和讨论艺术的虚拟空间，数字孪生促进了一个社会丰富的学习环境。这种方法得到了 Gardner 多元智能理论的进一步支持，特别是视觉空间和身体动觉智能，因为它允许学习者以多维和身体互动的方式与艺术互动^[6]。

总之，数字孪生技术在美育教育中的整合提供了一种在教授和体验艺术和文化遗产方面的范式转变。它不仅通过沉浸式互动增强了学习体验，而且与既定的教育理论相一致，从而丰富了美育教育中的教学方法。这种技术的融合不仅改变了教育的形式，还为学生提供了全新的学习体验，为人们进一步探索数字孪生和人工智能技术在教育理论与实践中的融合铺平了道路。

3.3 数字孪生美育场馆的架构设计与人工智能驱动的创新

3.3.1 数字孪生美育场馆的架构设计

在探讨了数字孪生技术在美育场馆中的具体应用后，本章节将聚焦于这些技术如何与现代教育理论相结合，以及它们如何推动美育教育的创新和发展。

笔者将从数字孪生美育场馆的架构设计开始，深入分析人工智能在美育教育中的扩展作用和实际应用案例。在美育领域中，数字孪生技术的应用不仅仅局限于场馆的数字化表达，更深入到场馆的管理和评估^[19]。借鉴现有数字孪生技术体系和在其他领域的应用架构，如数字孪生实验室平台的七层架构和数字孪生图书馆的五层架构，本研究根据“以服务 and 需求为导向、以数据为驱动力、以设施建设为基础、以标准规范为支撑”的原则^[19]，设计了适用于美育场馆的数字孪生架构。该架构自下而上地被分为五个层级：空间基础层、数据信息层、模型功能层、服务应用层和用户交互层，其中数据信息层和模型功能层构成了孪生场馆运行的核心，见图 10。

1) 空间基础层：包括美育场馆内的艺术作品、基础设施和空间环境等物理实体。利用高精度 GPS 和传感器，如温湿度传感器和光照传感器，收集环境数据，为智慧化管理和服务提供支持。

2) 数据信息层：负责数据的高速传输、大容量存储和高性能处理。例如，使用大数据技术和云存储解决方案来存储和处理来自物理和虚拟场馆的数据。

3) 模型功能层：在虚拟空间内构建各类模型，如艺术作品的三维模型、用户画像模型和个性化推荐模型。使用机器学习和深度学习算法来分析用户行为和偏好，为场馆服务和用户体验提供决策支持。

4) 服务应用层：提供配置管理、运行监控、资源定位和用户服务等功能。例如，利用物联网技术实现场馆设备的智能控制和监控，提升场馆的运行效率。

5) 用户交互层：利用智能交互设备，例如 AR/VR 设备和触摸屏，为不同类型的用户提供定制化服务。又如，通过增强现实技术提供互动式艺术展览，增强用户的沉浸式体验。

3.3.2 人工智能在美育教育中的扩展作用

人工智能在美育教育中的应用超越了传统数据分析，进入创造个性化和沉浸式学习体验的领域。

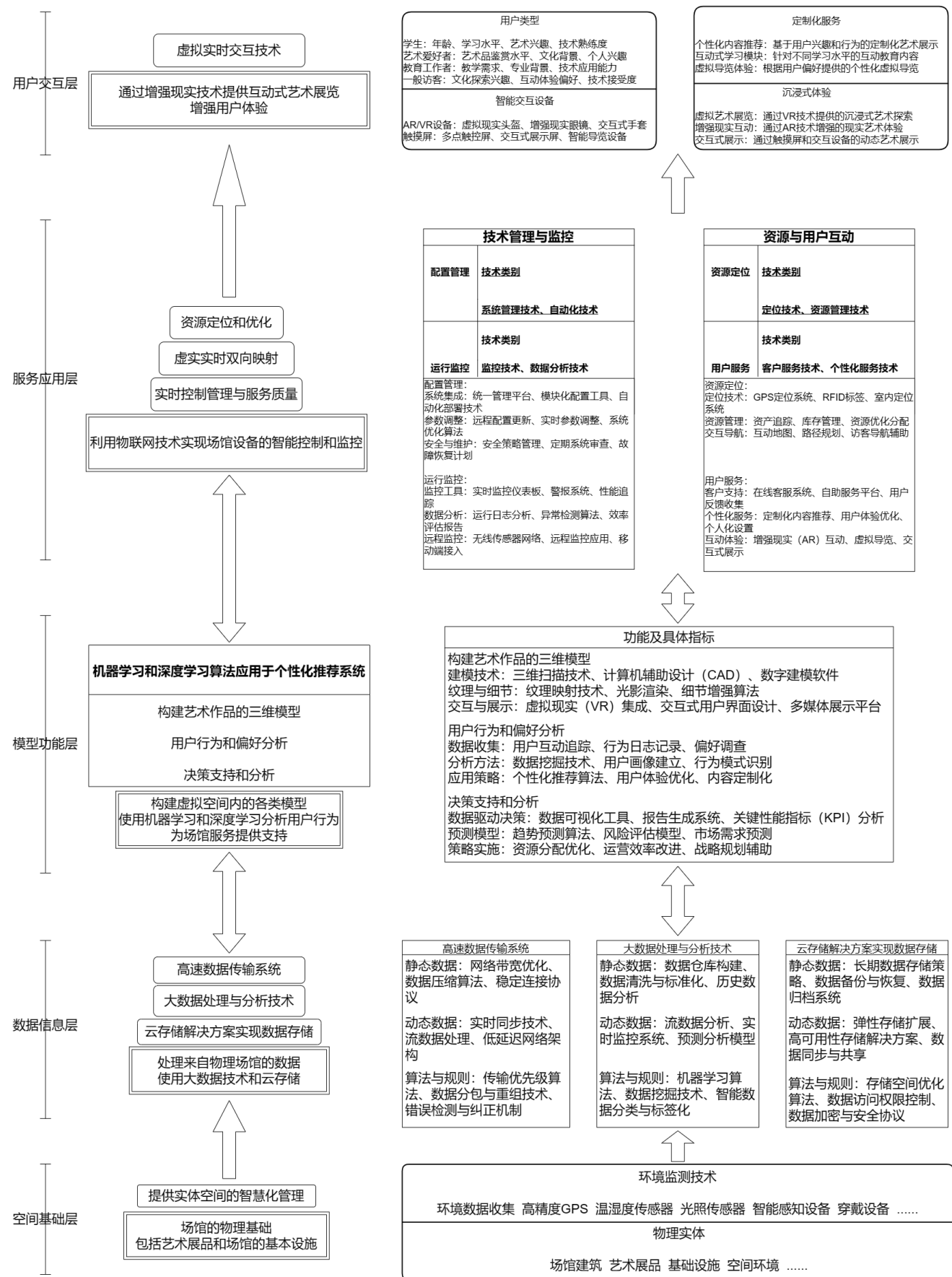


图 10 数字孪生美育场馆的架构设计

Fig.10 Digital twin architecture design for aesthetic education venues

3.3.3 案例研究和实际应用

在音乐创作中,人工智能算法可以分析和生成音乐,为学生提供关于作曲技巧和风格的见解。在视觉艺术中,通过人工智能算法分析艺术风格和技巧,为学习者提供对艺术历史 and 设计原则更深入的理解。尽管人工智能在美育教育中具有变革性的潜力,但数据隐私、伦理考虑和维护数字表现的真实性等挑战仍然重要。例如,数据隐私的问题涉及到能否确保用于个性化教育体验的学习者数据能被安全和道德地处理。在艺术教育中维护数字表现的真实性对保持原始艺术作品的完整性至关重要。

综上所述,数字孪生技术和人工智能在美育场馆的应用,不仅提升了教育体验的互动性和沉浸感,还为美育教育带来了新的教学方法和学习体验。通过这种技术的融合,能够为学习者创造一个更加丰富、多元和互动的美育环境。在深入分析了数字孪生和人工智能技术在美育场馆架构设计中的具体应用后,可以看到这些技术在美育教育中所带来的范式转变。这种转变不仅解决了传统美育教育方法的局限性,也为教育创新开辟了新途径^[20]。

1) 美育教育中的范式转变:当前美育教育面临的挑战,如文化艺术品的有限获取和单一维度的学习体验,正在通过数字创新得到克服。数字孪生和人工智能的沉浸式和互动性质允许学生在多维空间中更全面地理解艺术。

2) 未来发展:这些技术的持续发展,受到教育理论和实际应用的指导,预示着对美育教育的变革性影响。随着这些技术的演变,它们提供了更细致和复杂的教育工具的潜力,进一步增强了美育教育中的学习体验。

3) 青少年发展:整合数字孪生和人工智能技术在美育教育中的最终目标是青少年的全面发展。通过提供丰富、互动和个性化的学习体验,这些技术有助于学生的认知、情感和社会发展,为他们在数字和文化素养交织的世界中生活做好准备。

归根结底,数字孪生和人工智能技术在美育教育中的整合,基于确立的教育理论,代表了该领域的重大进步。这种整合不仅增强了学习体验,而且与学生的认知和社会文化发展相一致,预示着美育教育新时代的到来。

4 结语

本研究全面探索了人工智能和数字孪生技术在青少年美育领域的应用,案例研究突出了这些技术在艺术教育中的应用潜力和挑战,特别是它们在促进个性化学习和沉浸式体验方面的作用。AI 对艺术作品分析、个性化学习路径设计,以及沉浸式数字艺术体

验的应用,展现了技术在美育中的创新潜力。尽管存在数据隐私、教育公平性等亟待解决的问题,但研究亦强调了在美育实践中有效融合现代技术的重要性,并提出了未来研究方向,包括优化 AI 算法、确保技术应用的教育公平性,以及将技术融入传统教育体系等。总体而言,本研究为理解和利用人工智能和数字孪生技术在美育中的角色提供了理论和实践基础,展望了这些技术为青少年艺术教育带来的新机遇和挑战。随着技术的不断进步,期待在未来看到更多创新的应用,为美育教育的发展开辟新的道路。

参考文献:

- [1] KUHN D. The Application of Piaget's Theory of Cognitive Development to Education[J]. *Harvard Educational Review*, 1979, 49(3): 340-360.
- [2] RUSSELL S, NORVIG P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*[M]. 4th ed, London: Pearson, 2020.
- [3] LIU Z, CHANG S. A Study of Digital Exhibition Visual Design Led by Digital Twin and VR Technology[J]. *Measurement: Sensors*, 2023, 31: 100970.
- [4] 欧阳芬. 多元智能与建构主义理论在课堂教学中的应用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2004.
OUYANG F. Application of Multiple Intelligences and Constructivism Theory in Classroom Teaching[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.
- [5] VYGOTSKY L S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- [6] 唐雯. 多元智能理论应用于高校教学的路径探析[J]. *成都中医药大学学报(教育科学版)*, 2022, 24(3): 37-40.
TANG W. An Analysis of the Pathway to Apply Multiple Intelligences Theory in College Teaching[J]. *Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine (Educational Science Edition)*, 2022, 24(3): 37-40.
- [7] GARIA C. Algorithmic Music: David Cope and Emi [EB/OL]. (2015-4-29)[2023-07-20]. <https://computerhistory.org/blog/algorithmic-music-david-cope-and-emi/>.
- [8] 易晓明. 论当代社会以及艺术语境中的艺术创造力及其培养[J]. *美术研究*, 2020(2): 23-27.
YI X M. On Contemporary Society and Artistic Creativity and Its Cultivation in the Art Context[J]. *Art Research*, 2020(2): 23-27.
- [9] 王腾宇. 哥伦比亚大学教育学院“音乐故事启蒙教学法”——基于非正式学习与创造性教学[J]. *中国音乐教育*, 2019(3): 37-41.
WANG T Y. Columbia University's School of Education

- "Music Story Enlightenment Teaching Method": Based on Informal Learning and Creative Teaching[J]. China Music Education, 2019(3): 37-41.
- [10] 谭利华,冯士季.科学教育中的科学绘画[J].教学研究,2021,44(3): 79-86.
- TAN L H, FENG S J. Scientific Painting in Science Education[J]. Teaching Research, 2021, 44(3): 79-86.
- [11] 杨佩哲.基于情境认知的学龄前儿童绘本互动设计研究[D].兰州:兰州理工大学,2021.
- YANG P Z. Research on Interaction Design of Picture Books for Preschool Children Based on Situational Cognition[D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2021.
- [12] 安雪,李峰,胡洋.由元宇宙理念引发的美育模式思考[J].传媒与艺术研究,2022(2): 166-171.
- AN X, LI F, HU Y. Reflections on the Aesthetic Education Model Triggered by the Metaverse Concept[J]. Media and Art Research, 2022(2): 166-171.
- [13] 王洪宇.基于馆校合作的博物馆课程开发个案研究[D].杭州:杭州师范大学,2020.
- WANG H Y. A Case Study of Museum Curriculum Development Based on Museum-school Cooperation[D]. Hangzhou: Hangzhou Normal University, 2020.
- [14] 何一晨,崔文睿,吴玉玲.在地性呈现、数字化互动与活态化传承:故宫博物院建构文化数字记忆的传播与研究[J].传播与版权,2023(4): 91-93.
- HE Y C, CUI W R, WU Y L. Locality Presentation, Digital Interaction, and Living Heritage: Research and Communication of Cultural Digital Memory Constructed by the Palace Museum[J]. Communication and Copyright, 2023(4): 91-93.
- [15] 孙聘.中小学智慧教学评价指标体系构建的研究[D].长春:东北师范大学,2018.
- SUN P. Research on The Construction of Evaluation Index System of Wisdom Teaching in Primary and Secondary Schools[D]. Changchun: Northeast Normal University, 2018.
- [16] 周绿漪.基于通感的线上音乐平台小程序优化设计研究[D].杭州:中国美术学院,2022.
- ZHOU L Y. Research on Optimization Design of Online Music Platform Mini Program Based on Synesthesia [D]. Hangzhou: China Academy of Art, 2022.
- [17] 皮亚杰 J. 教育科学与儿童心理学[M].北京:教育科学出版社,2018.
- PIAGET J. Educational Science and Child Psychology[M]. Beijing: Educational Science Publishing House, 2018.
- [18] 维果茨基 L S. 社会中的心智[M].北京:北京师范大学出版社,2016.
- VYGOTSKY L S. Mind in Society[M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2016.
- [19] 王小根,周乾.孪生场馆:融入数字孪生的虚实共生学习空间[J].现代教育技术,2021,31(7): 5-11.
- WANG X G, ZHOU Q. Twin Venues: Integrating Digital Twin into a Coexisting Virtual and Physical Learning Space[J]. Modern Educational Technology, 2021, 31(7): 5-11.
- [20] 李振寰.关于构建高等艺术院校新型美育课程体系的研究与探索[J].山西青年,2023(18): 99-101.
- LI Z H. Research and Exploration on Constructing a New Aesthetic Education Curriculum System in Higher Art Institutions[J]. Shanxi Youth, 2023(18): 99-101.