

【专题：AIGC 背景下智能设计方法与技术】

AIGC 技术趋势下智能设计的现状与发展

卢兆麟^{1,2}, 宋新衡^{1,2*}, 金昱成³

(1.北京理工大学 设计与艺术学院, 北京 100081; 2.工业制造艺术创新设计工信部重点实验室, 北京 100081; 3.香港浸会大学 计算机科学系, 香港 999077)

摘要: **目的** 当前人工智能生成内容技术 (AIGC) 已步入全方位商业化阶段, AIGC 正在成为智能设计的核心支持手段。为提高设计效率 and 设计质量, 顺应人工智能时代不断变化的复杂设计需求, 对 AIGC 支持下的智能设计方法进行综述。**方法** 通过文献研究, 对 AIGC 技术的基本原理和主要特点进行深入分析, 归纳出基于数据挖掘与分析、知识推理与学习、算法演化与模拟的智能设计方法, 并得出数据预处理、语境感知调谐、跨模态交互设计、模型构建与评估、动态化学习与反馈优化等 AIGC 支持下智能设计的关键步骤。**结果** AIGC 在工业设计流程迭代、传媒创作人机深度融合和娱乐交互方式研发等领域对智能设计方法的变革具有重大意义。**结论** 对 AIGC 技术支持下的智能设计方法进行展望, 得出虚实结合下的智能化数字孪生设计、全球协同下的智能设计社会变革、隐私安全需求下的交互反馈模式设计 3 个方面的趋势。

关键词: 智能设计方法; 人工智能生成内容; 应用领域; 未来展望; 综述

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)24-0018-16

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.003

State of Arts and Development of Intelligent Design Methods under the AIGC Trend

LU Zhao-lin^{1,2}, SONG Xin-heng^{1,2*}, JIN Yu-cheng³

(1. School of Design and Art, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 2. Industrial Manufacturing Art Innovation Design Key Laboratory of Ministry of Industry and Information Technology, Beijing 100081, China; 3. Department of Computer Science, Hong Kong Baptist University, Hong Kong 999077, China)

ABSTRACT: Artificial Intelligence Generated Content (AIGC) technology has stepped into an all-round commercialization stage. AIGC is becoming a core support measure for intelligent design. The work aims to review the intelligent design methods supported by AIGC to improve the design efficiency and design quality, and to comply with the ever-changing complex design needs in the age of artificial intelligence. Through literature research, basic principles and main features of AIGC were analyzed deeply. Intelligent design methods based on data mining and analysis, knowledge reasoning and learning, algorithm evolution and simulation were summarized. Key steps of AIGC-supported intelligent design: data preprocessing, context-aware tuning, cross-modal interaction design, model construction and evaluation, dynamic learning and feedback optimization were derived. AIGC was of great significance for the transformation of intelligent design methods in industrial design process iteration, deep integration of man and machine in media creation entertainment interaction development. Finally, the intelligent design method supported by AIGC is prospected, and three trends are drawn: intelligent digital twin design under the combination of virtual and real, the social change of intelligent design under the global collaboration, the design of interaction and feedback mode under the demand of privacy and security.

KEY WORDS: intelligent design methods; artificial intelligence generated content; application areas; future prospects; review

收稿日期: 2023-08-05

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (52275234); 教育部人文社科基金 (22YJA760055)

*通信作者

在当代科学技术飞速发展的背景下,人工智能技术成为推动智能设计领域进步的重要力量。以美国人工智能研究实验室 OpenAI 推出的 ChatGPT 为代表,自 2022 年末首次发布以来,两个多月积累超过一亿的活跃用户,成为史上用户增长最快的应用程序。ChatGPT 火爆的背后,是人工智能技术进步对人类生产生活带来重大影响的表征^[1]。传统的设计过程往往依赖于人的经验和直觉,受限于人的认知和信息处理能力,难以快速处理复杂的用户需求与设计问题;而智能设计作为跨学科领域的重要组成部分,致力于将人工智能技术应用在设计过程中,以提高设计的效率、优化设计方案,并满足不断变化的用户需求。在这个过程中,人工智能生成内容(Artificial Intelligence Generated Content, AIGC)逐渐成为智能设计的核心支持手段。AIGC 技术以其强大的数据处理和模式识别能力,能够在设计过程中发现潜在的规律和趋势,并帮助设计师做出更加准确、高效的决策。在社会治理、高等教育、科研、人文社科研究、智能媒体与艺术创作等领域^[2-7],AIGC 技术逐渐发挥着不可磨灭的作用。AIGC 技术的出现,为智能设计带来了全新的视角和方法,推动智能设计领域向着更加智能化、高效化和个性化的方向迈进。本文将通过文献综述,分析 AIGC 技术的特征,归纳 AIGC 支持下的智能设计方法,梳理其智能设计流程。总结关键应用领域的设计方法,并对智能设计方法的发展趋势进行展望。

1 AIGC 技术发展现状

1.1 人工智能的历史演进

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是模拟人

类智能的理论和技術,使计算机系统能够感知、理解、学习、推理和决策。其目标是使计算机能够模仿或超越人类在特定任务上的智能表现。人工智能是 AIGC 研究的核心,其研究和发展已经有数十年的历史,如图 1 所示^[8]。

近年来,随着关键算法的突破,人工智能技术取得了显著进展,推动了其在各领域的广泛应用。例如,机器学习和深度学习模型在图像识别、语音识别、自然语言处理等任务上取得了重大突破,使计算机能够理解和生成人类语言,机器翻译、智能客服、聊天机器人等成为其重要应用领域^[9];图像分类、目标检测、人脸识别等受益于计算机视觉技术发展而日益成熟,并在安全监控、医疗诊断、智能交通等领域得到广泛应用^[10-11];强化学习技术以试错和奖惩机制来训练智能体,已经在游戏、机器人控制、自动驾驶等领域取得了显著成果^[12],并被用于优化金融投资、能源管理等决策方面^[13]。

迄今为止,人工智能仍然是一个快速发展的领域,各种实际应用已被开发和实施,用以改进在线健康平台、银行系统、工商业及日常生活^[14-18]。然而,随着人工智能应用的逐步普及,人们对人工智能的某些特征提出了更多担忧,例如不透明性、不可解释性和具有偏见,以及这些特征所带来的风险^[19-20]。例如,人工智能的不透明性使得预测人工智能的行为变得更加困难,可能会使回溯错误和决策变得更加困难,以及努力理解如何产生输出的逻辑^[21-23]。伦理、隐私和社会影响等问题也引起了广泛关注。算法公平性、数据隐私和工作的自动化等问题成为了人工智能研究和应用的重要议题,未来的挑战还包括提升模型的可解释性、解决数据稀缺问题、设计更加智能和人类可信赖的系统等。

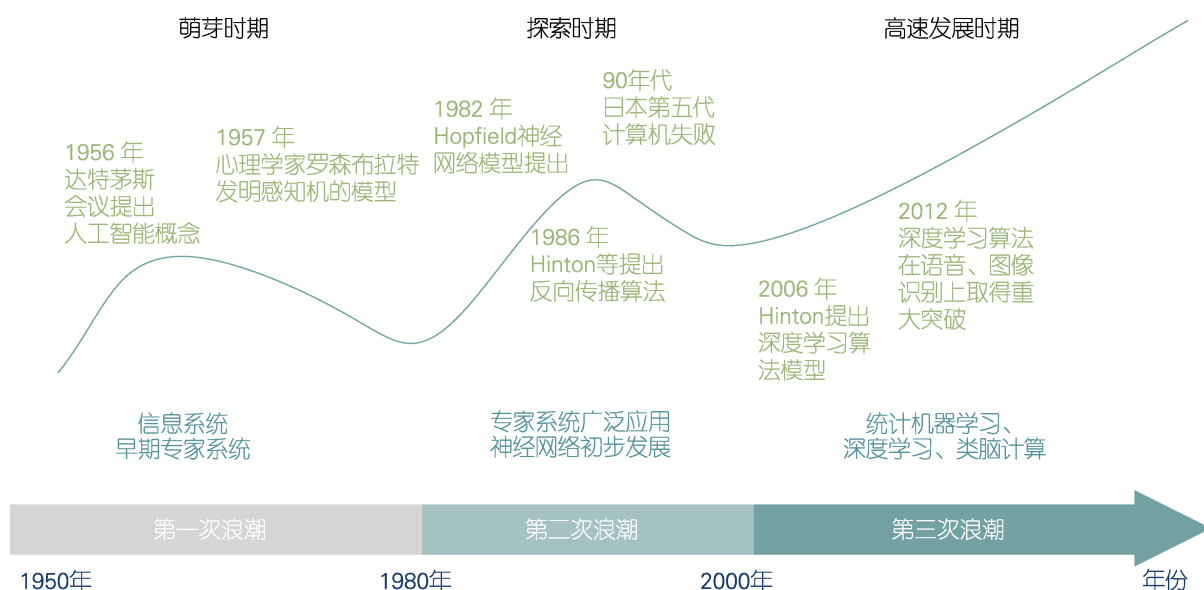


图 1 人工智能发展的三次浪潮

Fig.1 Three revolutions of artificial intelligence development

1.2 AIGC 技术发展历程

AIGC 融合了人工智能与计算领域的创新技术, 基于训练数据和生成算法等模型能自主生成新内容, 拥有抓取、分析、创造信息等应用价值。AIGC 旨在



图2 AIGC 发展历程
Fig.2 Development of AIGC

经过数十年发展, 目前 AIGC 技术已具备三大前沿能力: 数字孪生、智能编辑、智能创造。这些功能相互嵌套和组合, 赋予 AIGC 卓越的创意生成设计能力。在数字孪生的应用上: AIGC 可用于将真实世界的内容映射到虚拟世界, 例如智能翻译和增强现实^[25-27]。智能翻译旨在理解内容潜在含义的基础上, 跨不同模态(如语言、音频和视觉)转换内容。这在使用不同语言的人之间能够进行有效交流。智能增强通过填充缺失信息、增强图像和音频质量及消除噪声和失真来提高数字化内容的质量和完整性。在处理不完整或质量差的老旧或损坏内容时十分有效。在智能编辑的研究上: AIGC 通过智能语义理解和属性调控^[28-29], 实现虚拟与现实之间的交互^[30]。智能语义理解实现了基于感知理解的数字内容的分离和解耦。属性调控在感知理解的基础上进行精细化修改和属性编辑。生成的内容可输出到现实世界, 从而形成一个闭环的结对和反馈。在智能创作的应用中: AIGC 在智能创作中可以分为两类, 基于模仿的创作和概念型创作^[31-32]。基于模仿的创作涉及从现有示例中学习模式和分布特征, 它基于先前学习的模式创建新内容^[33]; 概念型创作则基于海量数据学习抽象概念, 并应用所研究的知识来创建全新内容。

1.3 AIGC 技术优势

AIGC 具有以下技术优势: 1) 创新性地生成设计, 通过使用深度学习算法和模型训练方法, 理解和学习大量数据, 从中提取创意和灵感, 并将其应用于

利用人工智能领域的大数据、云计算和深度学习等关键技术, 提升计算过程的智能化能力, 并为各行业带来创新的解决方案。结合人工智能的演进历程, AIGC 的发展大致可以分为三个阶段, 包括早期萌芽阶段、沉淀积累阶段、快速发展阶段, 如图 2 所示^[24]。

产品概念、艺术设计、音乐创作和故事叙述等领域, 超越了传统的设计方法, 为用户带来了新的体验和创意空间; 2) 解放生产力、降本增效, 相较于传统的内容设计流程, 它能够在较短的时间内生成大量方案, 提高生产效率; 3) 个性化定制体验, 通过对用户数据的分析和理解, AIGC 系统可以根据用户的需求和偏好, 生成个性化设计, 满足用户特定的需求和期望; 4) 可扩展性与自动化能力, AIGC 技术能够处理大规模数据并自动化生成内容, 广泛应用于不同的媒体和创作设计任务, 例如生成文章、插图、音乐等内容; 5) 提高设计内容质量和一致性, 与人工创作相比, 它能够避免人为错误和主观偏差, 提供更准确、稳定和一致的内容。AIGC 基本结构如图 3 所示^[34]。

虽然 AIGC 技术具备诸多优势, 但也面临一些潜在的风险和挑战, 例如 AIGC 缺乏真正的创造力和对人类情感的理解能力^[35], 此外, 伦理问题和版权问题也有待研究^[36]。因此, 未来需要掌握其创造性和自动化的优势, 同时对其在不同领域和应用中的适用性进行权衡, 并确保合理合法地使用 AIGC 生成的内容。

1.4 现有 AIGC 模型局限性

目前, AIGC 模型已经在多个应用领域展现了其内容生成的潜力, 如表 1 所示^[37], 生成内容种类主要包括对话答复、文字、图片、音乐、视频及代码。生成内容仍旧局限于对话问答系统的简单答复框架内, 存在诸多限制, 如内容表达创意不足, 生成的内容通常是基于已有的模式和数据; 同时在多模态内容转译

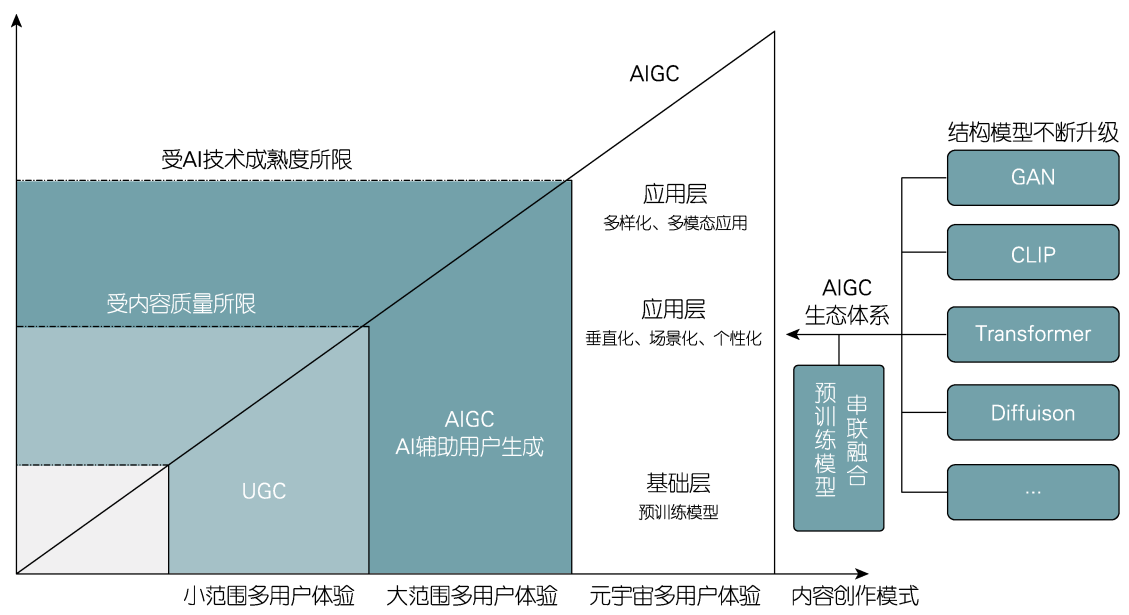


图 3 AIGC 基本结构
Fig.3 Basic structure of AIGC

表 1 部分著名的 AIGC 产品
Tab.1 Some famous AIGC products

模型名	用途	研发公司	发布时间	参数量/亿
LLaMA	语言理解与生成	Meta	2023 年 02 月	650
ChatGPT	语言理解与生成	OpenAI	2022 年 11 月	未知
OPT-175B	语言理解与生成	Meta	2022 年 05 月	1 750
PaLM	语言理解与生成	Google	2022 年 04 月	5 400
Gopher	语言理解与生成	DeepMind	2021 年 12 月	2 800
Megatron-Turing NLG	语言理解与生成	Microsoft、NVIDIA	2021 年 10 月	5 300
Turing-NLG	语言理解与生成	Microsoft	2020 年 02 月	170
BERT	语言理解与生成	Google	2019 年 10 月	4 810
MusicLM	根据文字生成音乐	Google	2023 年 01 月	未知
Phenaki	根据文字生成视频	Google	2022 年 10 月	18
Dall-E2	根据文字生成图片	OpenAI	2022 年 09 月	120
IMAGEN	根据文字生成图片	Google	2022 年 05 月	200
Stable Diffusion	根据文字生成图片	Stability AI	2022 年 08 月	未知
Midjourney	根据文字生成图片	Midjourney	2022 年 03 月	未知
Flamingo	根据图片生成文字	DeepMind	2022 年 05 月	700
VisualGPT	根据图片生成文字	OpenAI	2021 年 02 月	未知
AlphaCode	代码生成	DeepMind	2022 年 02 月	414
CodeX	代码生成	OpenAI	2021 年 08 月	120

过程中，如将文字转化为图像或视频，涉及复杂的数据映射和关联，生成结果雷同；与人类表达差异最大的点即为判断力的缺失，无法真正理解文化、伦理和社会问题，导致生成的内容缺乏价值判断，无法引发人类共鸣，极易扩大人与机器的理解鸿沟。

未来 AIGC 模型生成的内容趋势应更加关注以上限制问题，确保语境感知能力的提升，优化机器对人类伦理及价值判断问题，加强生成内容的情感表达。

2 智能设计的主要技术范式及类别

智能设计（Intelligent Design）作为一种应用人工智能技术的设计方法，它将人工智能与设计领域相结合，通过模拟人类的创造思维，来提高设计效率、创造力和创新性。由于其具有跨领域融合、自动化和智能化等特点，为设计领域带来了新的机遇和优势。

智能设计的发展历程可以追溯到上世的计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM），逐渐融合了专家系统、知识工程、机器学习等技术，尤其是近年来 AIGC 的迅猛发展，为智能设计注入了新的活力。本文将智能设计总结为以下三个类别。

2.1 基于数据挖掘与分析的智能设计方法

数据挖掘与分析指从大量数据中发现有用信息的过程。基于数据挖掘与分析的智能设计方法可以帮助设计者更好地理解和分析数据，从而更好地完成设

计任务，解决复杂问题。它包括数据采集和处理、数据挖掘和分析、数据可视化和应用等步骤。

数据采集和处理是基础，通过收集获取相关设计目标数据，使用相关软件工具对数据进行处理，并进行更深入的分析。人工智能发展与应用演化过程中，数据处理中人与机器扮演的角色不断发生变化，如图 4 所示^[38]。人由介入数据处理过程的前期：数据生产与采集阶段，以及后期数据传递与应用阶段，逐步将数据处理权限交由机器，在人工智能时期，数据处理的自动化程度达到最高。

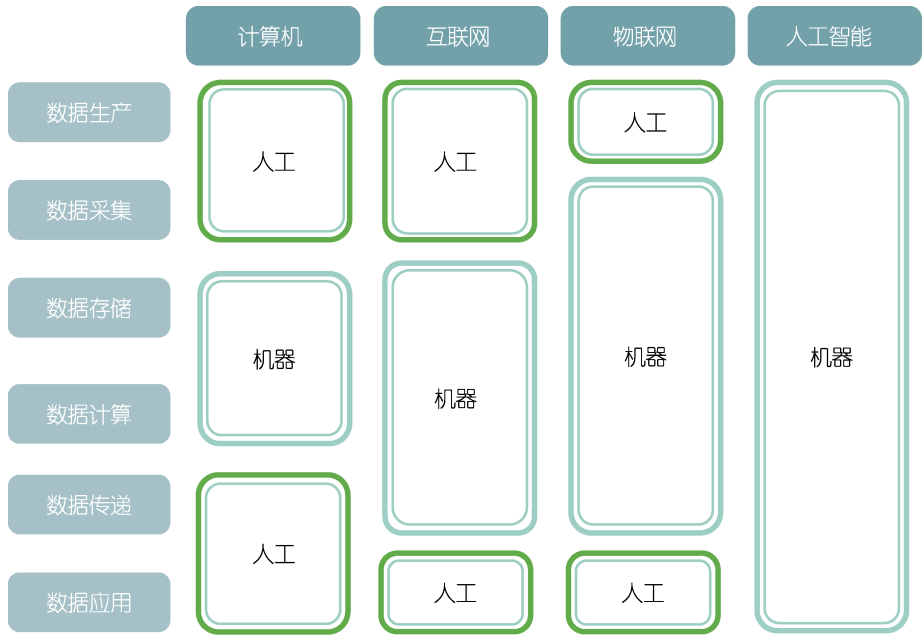


图 4 数据处理中的人机角色
Fig.4 Human-machine roles in data processing

其中数据挖掘和分析是核心，根据已有数据，使用相关技术和算法，进行数据挖掘和分析，以获取有用的信息^[39]。最后阶段是数据可视化及应用，数据可视化是一种以视觉化方式呈现数据的方法，旨在通过图形、图表、图像等视觉元素表达复杂数据的特征和关系。它将数据的数量、属性和关联关系转化为可感知的视觉形式，利用人类视觉系统的优势，帮助人们更好地理解 and 解释数据。

2.2 基于知识推理与学习的智能设计方法

基于知识推理与学习的智能设计方法是利用机器学习、深度学习和自然语言处理等技术解决问题。此种方法可以有效地推理复杂问题，快速获取最优解^[40]，并根据学习经验，模拟复杂系统的运行情况。最后，根据不断变化的需求，实时调整设计方案，使设计方案更加灵活和高效。总体上，它包括知识表示和处理、知识推理和决策、知识学习和更新等步骤。

知识表示和处理提供了充足的准备工作，将知识表示为机器可以理解的数据形式，使用机器学习算法和深度学习模型对数据进行建模和训练，从而为知识推理做好数据库的构建^[41]。知识推理和决策是知识推理和学习的核心部分，根据知识表示的结果，对数据进行推理和分析，以实现知识推理和学习^[42]。知识学习和更新是迭代的关键，根据知识推理的结果，对已有的知识进行学习和更新，以提高知识推理和学习的准确性。

综上所述，引入知识推理与学习，促进智能设计系统能够在面对复杂的设计问题时，具备更强的决策能力和自主学习能力。此方法在提高设计效率和质量、应对复杂设计需求方面具有潜力，并在未来智能设计领域有着广阔的应用前景。与此同时，应用现有知识推理与学习相关算法在进行智能设计时也存在一些挑战（如表 2 所示）。未来需进一步改进和深化研究算法，克服知识表示和学习中的具体应用难题，更好地实现智能设计的目标。

表 2 知识推理与学习算法应用于智能设计过程的挑战

Tab.2 Challenges of applying knowledge reasoning and learning algorithms to intelligent design process

挑战	具体解释	来源
数据稀缺性	在一些新兴或特殊领域的设计问题中，缺乏足够多训练数据，机器学习算法无法充分学习和泛化，设计效果不理想	Bansal 等 ^[43]
内容难以转化	将专业领域知识转化为机器可理解的形式极为复杂。知识表示的选择和建模需要克服复杂性和不确定性，否则将导致设计系统的推理和学习过程出现问题	Bickhard 等 ^[44]
专家知识获取成本大	构建知识库需大量的领域专家参与，投入大量时间精力整理和验证知识	Paschen 等 ^[45]
解释性和可解释性	在智能设计应用的决策中，解释模型的决策过程和结果非常重要。某些机器学习算法，往往缺乏解释性，会降低设计师对模型的信任和接受程度	Marais 等 ^[46]
不确定性处理	设计问题通常涉及不确定性因素，包括材料特性、市场需求等。目前的知识推理与学习算法对于不确定性的处理存在一定的限制，导致在面对复杂的设计问题时可能无法提供准确的预测和解决方案	Hou 等 ^[47]
过度拟合和偏差	机器学习算法易在训练数据上出现过度拟合的问题，导致在新数据上表现不佳。算法的偏差可能导致无法捕捉一些复杂的设计模式和规律	Nikishin 等 ^[48]
智能设计系统的复杂性	设计问题通常涉及到多个约束和目标，建立能够综合考虑所有因素的智能设计系统非常复杂，需要综合考虑多个知识表示和推理技术	Gil 等 ^[49]

2.3 基于算法演化与模拟的智能设计方法

算法是实现人工智能的根本途径，是智能设计的基础。随着时间的推移，算法载体从独立电脑、嵌入式设备再到各种智能设备，算法的作用边界已经从单机软件、企业业务流程平台、企业生产自动控制系统扩大到对社会有重大影响的平台经济。随着人工智能技术的快速发展，算法应用领域也将进一步扩大。

基于算法演化与模拟的智能设计方法，是利用启

发式算法和模拟复杂过程，来模拟和解决复杂问题，它可以帮助设计者更加快速地获得最优设计路径，从而更加精确地完成设计任务。例如，遗传算法利用遗传学的原理，通过不断迭代和变异，模仿生物演化过程，从而获得最优解^[50]；群体智能和粒子群优化是通过不断迭代和变异，从而获得最优解的方法；蚁群算法是根据蚂蚁的行为模式，在图中寻找优化路径的几率型算法，可以有效地处理优化复杂的问题，并且可以根据不同的环境，自动调整和优化解决方案^[51]。常用算法在智能设计中的应用如表 3 所示^[52]。

表 3 算法在智能设计中的应用

Tab.3 Application of algorithms in intelligent design

算法分类依据	算法名称	在智能设计中的应用	来源
基于概率统计分类	朴素贝叶斯	用于对内容分类：比如新闻分类、文本分类、病人分类等	Xu ^[53]
	逻辑回归	用于预测和判别：在医学领域流行病预测的常见分析方法	Mohammadi 等 ^[54]
	最大熵模型	运用于自然语言处理领域：如用户访谈等文本数据的词性标注、分词	Jianchao ^[55]
	隐马尔科夫模型	在语音识别设计、自然语言处理中的词性标注和命名实体识别中应用	Bouguila ^[56]
基于图论分类	最大期望值算法	运用于参数求解和优化，尤其是在机器学习领域有广泛应用	Aci 等 ^[57]
	决策树	在分类和回归问题中应用：如图像分类、推荐系统、医学诊断等领域	Rahman ^[58]
	随机森林	组合多个决策树提高分类和回归任务性能：如金融风险评估系统设计	Uddin ^[59]
基于空间几何分类	支持向量机	在图像特征提取及分类、空气质量预测系统设计等领域均有应用	Leong ^[60]
	向量空间模型	用于文本特征提取	Günther ^[61]
基于交叉学科分类	神经网络	在面部表情识别、无人驾驶等基于大数据的情境、情感分析中应用	Haixiang ^[62]

3 基于 AIGC 技术的智能设计流程

随着 AIGC 技术迅猛发展,其正在被越来越广泛地应用于智能设计,形成了融合发展的态势,可以提升设计效率、拓宽设计空间并进一步地优化设计质量。AIGC 技术在产品设计、信息交互设计、文化遗产设计及环境设计等领域的崛起标志着智能设计流程正在发生显著的变革。在产品设计方面,AIGC 的创意辅助功能为设计师提供了新的灵感来源:通过对庞大的设计数据和趋势进行深入分析,快速生成创新设计元素,高效形成初步设计方案;在信息交互设计中,通过提供用户行为数据,AIGC 技术可进行有效

分析,提高了用户对信息服务的满意度,从而提升用户黏性与参与度;在文化遗产设计方面,通过对大量文化遗产数据的处理,设计师能够重建古建筑、艺术品或文物,有效地保护和传承文化遗产,基于大数据学习的 AIGC 技术也促进了文化遗产再创意的想法涌现,辅助设计师生成基于特定文化背景下的创意设计,促进了跨文化交流与创新;在环境设计领域,通过可持续性分析和智能城市规划为设计决策提供智能辅助,通过模拟不同设计方案对环境的影响,设计师能够更有针对性地做出可持续性决策。

基于 AIGC 技术的智能设计主要流程分为 6 个方面,如图 5 所示。

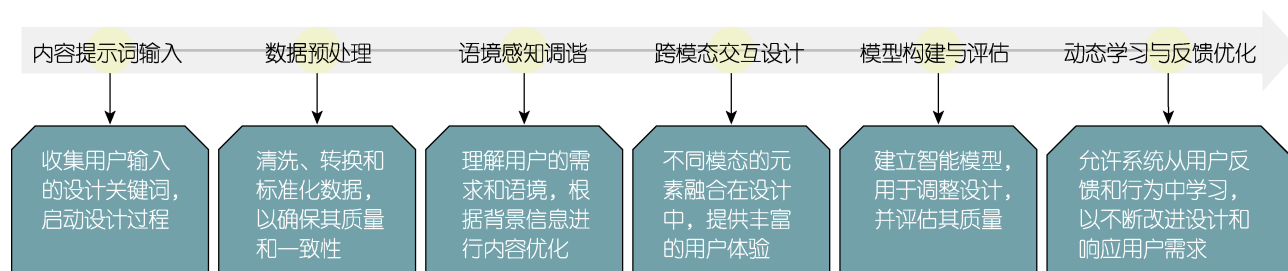


图 5 基于 AIGC 技术的智能设计流程
Fig.5 Intelligent design process based on AIGC

3.1 内容提示词输入

内容提示词 (Prompt) 输入是基于 AIGC 的智能设计流程的起点,也是整个流程中最关键的一步。现有著名的 AI 生成式产品,均需用户提供简洁明了的输入提示,引导 AIGC 模型生成与任务要求相符的创意内容。根据输出结果质量优化和改进提示词,确保最终的创意满足设计任务的目标。

内容提示词的输入设计包含以下关键点:1) 确定设计任务,在提示词输入之前,设计者需要明确设计任务的目标。任务的具体性将有助于确定最佳的提示内容,以及衡量模型生成结果的成功标准;2) 考虑任务约束和限制,在设计提示词时,需要考虑任务的约束和限制,包括特定的主题、风格要求、目标受众、时间限制等,通过在提示词中明确这些约束,使模型生成更加符合实际需求的创意内容;3) 引导模型创意方向,提示词的设计应该具有启发性,通过在提示词中提供一些关键词、情境描述、示例等方式,来指引模型的生成过程,过于具体的提示词可能限制模型的灵活性;4) 反复尝试和优化,设计者需要反复尝试不同的提示词,并根据模型生成的输出结果来优化和改进提示,找到最佳的提示方式,确定何种提示词可以帮助模型产生理想的内容;5) 与用户交互获取反馈,在实际应用中,设计者可以与用户进行交互,获取用户对模型生成结果的真实反馈,有助于进一步改进提示词的设计,使模型能够更好地满足用户的实际需求。

明确、具有启发性且符合设计任务要求的提示词,能够激发模型创造性地生成创意内容,从而为设计者提供有用的设计解决方案。与之相应地,出现了一个新的研究领域“提示工程(Prompt Engineering)”,简言之其研究目的就是优化 AIGC 的文本提示,以保证 AI 正确、完整地生成人们所需要的输出成果。与传统的程序开发不同,提示工程利用的是人们日常使用的自然语言而非计算机语言,这似乎看起来更容易,但实际上想让 AIGC 得到更精准、更理想的结果并非易事。一方面需要深度理解 AI 的运作逻辑,通过提示引导 AI “一步步地思考”;另一方面提示工程师还需要能通过对程序的微调,发现 AI 的错误、偏见和隐藏能力 (Hidden Capabilities)。

3.2 数据预处理

数据预处理是融合 AIGC 技术的智能设计流程中不可或缺的一步,它涉及准备和处理用于训练 AIGC 模型的原始数据。

数据预处理步骤的关键在于:1) 数据收集,收集与设计任务相关的原始数据,初始数据的质量和多样性对于训练模型的效果至关重要;2) 数据清洗:数据清洗可以去除数据中的噪声、错误或不必要的信息,从而净化数据并提高模型的训练效果;3) 标记化和分词,标记化是将文本划分成独立的单元,例如句子或单词;而分词是将句子或文本拆分成更小的词元,这样模型可以更好地理解 and 处理文本内容;4) 图像和音频数据处理,图像数据需要进行尺寸统一化

或数据增强,以增加训练数据的多样性;音频数据需要进行声音特征提取或转换成频谱图形式,以便于模型的处理;5)向量化,在 AIGC 中,模型通常只能处理数值类型的数据,因此需要将文本、图像或音频数据转换成数值向量的形式,常见的向量化方法包括词嵌入(Word Embedding)、图像编码器(Image Encoder)或音频频谱图的表示^[63-64]。向量化后的数据可以作为模型的输入,用于训练和生成内容;6)数据划分,为了评估模型的性能和泛化能力,通常需要将数据集划分为训练集、验证集和测试集,训练集用于模型的训练,验证集用于调整模型的超参数和防止过拟合,测试集用于评估模型的性能。数据划分需要确保数据集的均衡性和随机性。

通过数据预处理,设计者可以将原始数据转换成模型能够理解和处理的形式,为模型提供充足的训练数据和有效的信息,从而提高模型的性能。

3.3 语境感知调谐

不同场景下,人工智能与人交互时扮演的角色不同,交互体验观测的维度也截然不同^[65-66]。语境感知调谐则使 AIGC 模型更加融合于上下文和体验语境,以使模型扮演该语境下恰当的角色,进而产生更准确、连贯和创新的创意内容。

通常语境感知调谐包含如下要点:1)上下文信息引入,在语境感知调谐中,设计者通过引入更多的上下文信息来帮助模型更好地理解输入提示,将上下文信息与当前提示结合起来,模型可以更好地理解当前任务的背景和要求,从而产生更具连贯性和一致性的创意内容;2)注意力机制(Attention Mechanism),在语境感知调谐中,引入注意力机制可以使模型关注输入提示中的关键词或重要信息^[67],帮助模型更好地解析提示,从而生成与任务相关的创意,同时帮助模型更好地处理长文本输入或多模态输入;3)渐进式生成,渐进式生成是一种将生成过程划分为多个步骤的技术,每个步骤都考虑之前步骤生成的结果。模型在每个步骤中都能够根据上下文调整生成内容,提高输出的连贯性和准确性;4)长文本处理,在一些设计任务中,输入提示可能是较长的文本段落或故事情

节,处理长文本输入时,设计者可以将文本拆分成较小的段落或句子,然后逐步输入模型,这种方式有助于模型更好地理解 and 处理复杂的语境,从而生成更具连贯性和完整性的创意内容;5)超参数调整,在语境感知调谐中,调整模型的超参数也是非常重要的,例如,调整模型的上下文窗口大小、注意力机制的权重或生成渐进式的步骤数等,合理调整超参数,可以使模型更好地理解输入提示的上下文信息。

总体而言,通过引入上下文信息、注意力机制和渐进式生成等技术,可以使模型更敏感地理解任务的背景和要求。调谐过程有助于提高模型的性能,从而生成更准确、连贯的创意内容。

3.4 跨模态交互设计

跨模态交互设计是指在基于 AIGC 技术的智能设计流程中,引入多种媒体和表现形式之间的互动^[68]。通过跨模态交互式设计,可以激发创新思维,产生更加多样化和有趣的创意。涉及的具体内容如下。1)跨模态输入,跨模态输入能够提供更丰富和多样化的信息,激发模型生成多模态的创意内容。设计者可以将多种媒体类型作为输入提示,而不仅仅限于单一的文本;2)多模态生成:在跨模态交互设计中,模型也可以生成多种媒体类型的输出;3)融合和互动,在生成过程中,模型可以通过将不同媒体类型的信息相互融合,产生更全面和丰富的创意。例如,模型可以在生成图像描述时参考文本提示,或者在生成文本时结合图像内容;4)创意增强,通过在多个媒体类型之间进行交互,模型可以从不同角度和表现形式产生创意。例如在设计产品时,可以通过图像和文本输入引导模型产生更多样化的设计概念;5)实用性考量,在进行跨模态交互设计时,设计者需要考虑输出结果的实用性和可行性,可以结合实际场景和用户反馈来引导模型生成更符合实际应用的创意内容。

通过引入多种媒体和表现形式之间的交互,可以激发创新思维,产生更加多样化、有趣和实用的创意内容,为设计者提供更具创意和多样性的解决方案。如图 6 所示^[69],展示了多模态生成内容中,AIGC 所展现出的“解构-复现”的能力。

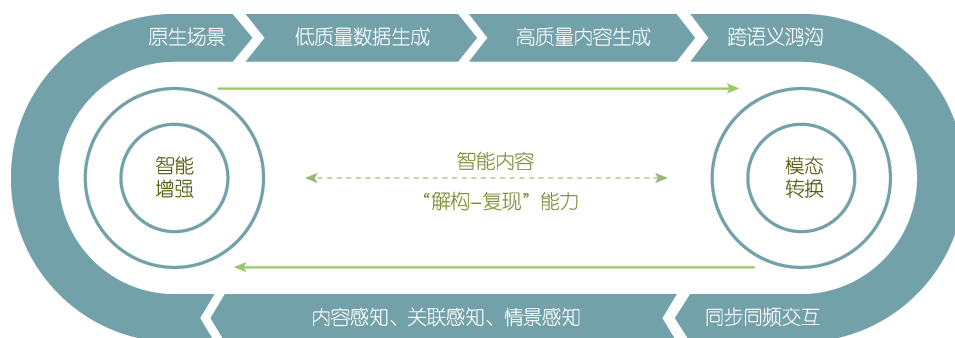


图 6 AIGC 支持下的智能内容的“解构-复现”

Fig.6 "Deconstruction-reproduction" of intelligent content supported by AIGC

3.5 模型构建与评估

模型构建与评估是基于 AIGC 技术的智能设计流程中至关重要的一步。在这个步骤中,设计者需要构建 AIGC 模型,并根据设计任务的要求进行优化,同时对模型的性能进行评估。

具体步骤包括:1)模型构建,在模型构建阶段,设计者需要选择适当的深度学习架构和相关的技术来构建 AIGC 模型,例如,对于文本生成任务,可以选择循环神经网络(RNN)、变换器(Transformer)等模型。对于图像生成任务,可以选择卷积神经网络(CNN)等模型^[70]。在构建模型时,需要根据设计任务的特点和数据类型进行适当的调整和配置;2)超参数设置,超参数是指影响模型训练和性能的参数,例如学习率、批次大小、隐藏层维度等,合理设置超参数对于模型的训练和性能至关重要,设计者可以通过实验和验证来调整超参数,以找到最佳的配置;3)损失函数选择,对于不同的设计任务和输出类型,可能需要不同的损失函数,例如,对于文本生成任务,可以使用交叉熵损失函数^[71],对于图像生成任务,可以使用均方误差损失函数^[72],选择合适的损失函数有助于提高模型的训练效果和生成质量。4)训练与验证,通过训练和验证,设计者可以观察模型的训练情况,并根据验证集的表现调整模型参数和超参数;5)评估指标选择,评估指标应该与设计任务的目标相匹配,例如,在文本生成任务中,评估指标可以包括语法正确性、语义相关性、多样性等,在图像生成任务中,评估指标可以包括图像质量、视觉一致性等,选择合适的评估指标有助于全面了解模型的生成能力。6)模型优化,根据模型在验证集上的性能,需要进一步对模型进行优化,通过持续优化,设计者可以使模型的性能不断提升,更好地满足设计任务的要求。

总之,通过构建合适的模型、调整超参数、选择合适的损失函数和评估指标,并对模型进行优化,可以提高模型的性能和创意生成能力。

3.6 动态化学习与反馈优化

动态化学习与反馈优化是基于 AIGC 技术智能设计流程中的最后一步,也是一个持续迭代的过程。在这个步骤中,模型可以根据用户的反馈和实际情况进行动态学习和优化,从而不断改进生成的创意内容。

动态化学习与反馈优化的关键在于:1)动态学习,设计者可以与模型进行交互,提供针对生成结果的评价和反馈。模型根据这些反馈逐步调整和优化,以生成更准确和满足要求的创意内容;2)迭代优化,通过动态学习,模型可以进行持续的迭代优化,使模型逐渐适应特定的设计任务和用户需求;3)反馈优化,通过收集和分析用户对生成结果的反馈,并结合

技术人员、专家的质量审核,形成明确的审核机制^[73],以了解模型的优势和不足之处,进一步优化模型的性能和生成能力;4)应用场景迭代,在实际应用中,AIGC 模型可能会在不同的场景和任务中被使用,因此设计者可以根据不同场景的要求和反馈帮助模型在不同环境下表现得更好,并且逐步适应新的任务;5)用户参与,在动态化学习和反馈优化过程中,用户的参与是非常重要的,设计者可以与最终用户进行互动,了解用户对创意内容的需求和评价。

图 7 中的模型表现了人机协同反馈与质量优化过程。通过持续的动态学习和反馈优化,模型可以不断改进和优化,逐渐适应特定的设计任务和用户需求,生成更加符合实际应用需求的创意内容。

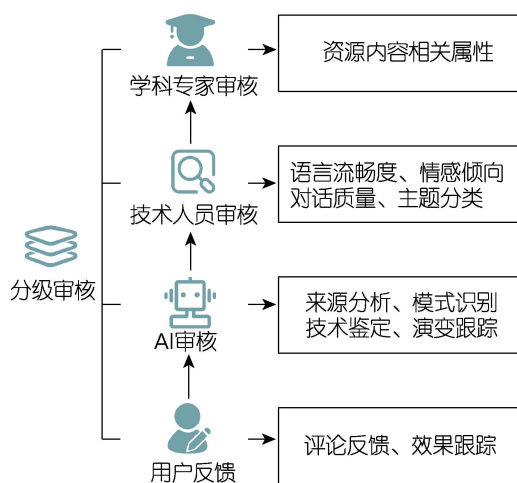


图 7 人机协同反馈与质量优化

Fig.7 Human-machine collaborative feedback and quality optimization

4 AIGC 技术趋势下智能设计的应用领域与前景

4.1 AIGC 支持工业设计流程迭代

随着工业 4.0 时代智能制造的逐步深入与成熟,工业制造智能化程度已达到较高水平,在 AIGC 技术的助力下,工业设计的开发将更具“智慧”,AIGC 将持续支持工业设计的迭代和创新,助力产品设计优化。通过 AIGC 技术,设计者可以输入产品需求、功能要求和设计限制等信息,引导模型生成多种可能的设计方案。这些方案可以包含不同的造型、材料、尺寸和功能等^[74],帮助设计者快速获取丰富的设计创意。设计者根据这些创意进行优化和改进,选择最优的方案,从而优化产品设计,提高产品性能和质量。

4.2 AIGC 协助传媒创作人机深度融合

近年来,内容媒体展现形式在互联网助力下日新

月异。主流媒体形式在顶层政策推动与市场竞争倒逼之下,以融媒思维为引领踏上转型探索之路^[75]。AIGC 技术可助力以下场景进行传媒创作工具设计,协助传媒展现视角增多,充分释放创作潜力,为观众提供更丰富、多样化的体验。

传媒内容广度的挖掘,依赖于 AIGC 模型提供多样化视角:基于 AIGC 模型,可设计创作辅助工具,自动化生成不同视角内容关键词,进而形成更具创新性的新闻报道、文章或评论,避免内容创作者陷入信

息茧房,为受众呈现更全面的信息^[76];传播内容热点的追踪与数据分析,可借助 AIGC 模型实现高效萃取:基于大模型强大的理解能力与逻辑推理能力,数据分析工具设计将突破缺乏逻辑的限制,高效地实现数据的规约与萃取,为创作者提供更有价值的信息。传媒生产过程中的人机工作分配,AIGC 将实现机器生产限制的不断解禁:在 AIGC 不断渗透下,传媒内容生产方式转变趋势如图 8 所示,智能化机器将逐渐负责更全面的生产力内容。

分级		0级	1级	2级	3级	4级	5级	发展趋势
生产模式		人工生产内容	机器辅助审核	机器辅助加工	机器有条件自动生产内容	机器高度自动生产内容	机器完全自动生产内容	AI渗透率↑
生产主体	采集	人工	人工	人工	人工和机器	人工和机器	机器	AI渗透率↑
	加工	人工	人工	人工和机器	人工和机器	机器	机器	AI渗透率↑
	审核	人工	人工和机器	人工和机器	机器	机器	机器	AI渗透率↑
生产力限制	采集	受限	受限	受限	部分受限	部分受限	不受限	生产力↑
	加工	受限	受限	部分受限	部分受限	不受限	不受限	生产力↑
	审核	受限	部分受限	部分受限	不受限	不受限	不受限	生产力↑

图 8 媒体内容生产方式转变
Fig.8 Transformation of media content production

4.3 AIGC 助力娱乐交互方式研发

随着增强现实(AR)、虚拟现实(VR)等技术的逐步发展,娱乐产业的交互形式急需创新和拓展,借助 AIGC 技术的应用,将会在以下层面给用户带来更加丰富、多样化、个性化的娱乐体验。以用户为中心的虚拟现实娱乐体验:智能化分析虚拟场景、交互要素和用户需求,进而设计更多虚拟场景下的内容和交互方式,帮助娱乐开发者创造兼具沉浸感和互动性的娱乐动线;机器辅助下的智能情感识别与反馈:通过结合玩家游戏操作与文本、语音输入,分析玩家的情感和情绪,根据玩家的反应调整难度或改变剧情发展,调节游戏体验,生成多样化剧本分支和互动方式,形成更加个性化的内容,提高玩家的参与感和沉浸度^[77]。

AIGC 技术为娱乐交互设计研发提供了许多创新的可能性。然而值得注意的是,合理使用 AIGC 技术,确保机器的创造性与用户参与度的平衡至关重要。

5 AIGC 支持下智能设计发展趋势

5.1 虚实结合下的智能化数字孪生设计

虚实结合的数字孪生是智能设计的重要趋势,AIGC 技术在其中扮演着重要的角色。虚实结合的数字孪生设计为设计、制造、运营等领域带来更高效、智能和可持续的解决方案^[78],如图 9 所示为 AIGC 支持下的数字孪生设计方法迭代。随着与 AIGC 技术的不断融合,数字孪生设计方法将从简单地对设计内容进行数字空间与物理世界事物的等价映射,演变为基于多场景 AIGC 大规模训练下的学习创作型孪生设计,尤以虚拟数字人等应用为例,最终实现实时自主生成的孪生交互设计形式(实时感知和计算多模态数据,并与人类进行交互)。

虚实结合的数字孪生设计将在更多领域实现广泛应用,通过 AIGC 技术的支持,将数字孪生与实际

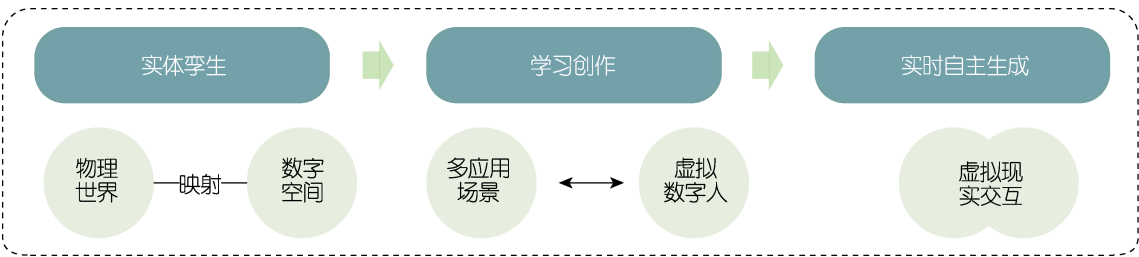


图 9 AIGC 支持下数字孪生设计方法迭代
Fig.9 Iteration of digital twin design method supported by AIGC

物理系统深度融合，实现了实时数据同步、设计与仿真优化、智能决策支持、可视化展示与交互，以及实时监测与维护。带给设计、制造、运营等领域更高效、智能和可持续的解决方案。

5.2 全球协同下的智能设计社会变革

全球协同下的智能设计社会变革是当下数字化时代的重要趋势,AIGC 技术在其中扮演了关键角色。随着全球信息交流的便利和数字技术的不断进步,智能设计正逐步从传统的单一、孤立设计模式转变为跨地域、跨行业的全球协同合作模式,AIGC 技术则推动了设计领域的协同合作和信息共享。设计师和团队之间通过虚拟协作平台进行跨地域协作,共享设计资源、知识和创意。AIGC 技术将促进跨行业交叉开展设计工作,进而创造更具创新性的解决方案,并为产生新兴行业和跨学科设计提供了机遇。未来,不同地域和文化背景下的设计师通过协同合作,将不同设计思想和美学融合,推动全球智能设计的多样性和创新性,促进了设计的全球传播和认知^[79]。

AIGC 技术的支持促进了跨地域协作、跨行业合作、设计资源整合、多元文化融合、个性化设计服务和可持续发展等方面的发展。这种变革将推动智能设计的全球性发展和社会变革,为未来的智能设计带来无限可能性。

5.3 隐私安全需求下的交互反馈模式设计

AIGC 技术作为智能设计的核心推动力量,正在

不断引领着智能设计领域的发展。其中,隐私安全需求下的交互反馈模式设计是一个重要的趋势。在数字化时代,诚信建设与隐私安全问题日益受到关注^[80],人们对于个人信息的保护和数据安全要求越来越高,安全性与可信任性成为 AIGC 支持设计研究的关键,如图 10 所示展示了可信生成式人工智能研发的全生命周期。在这样的背景下,未来设计师和决策者必须考虑如何在智能设计中融入隐私保护和安全性,以获取用户信任,并保证数据安全^[81]。具体的趋势如下。

1) 注重用户对个人数据的控制权。用户应有权决定是否分享数据,以及选择分享哪些数据。因此,设计师需要在交互界面中提供明确的隐私设置选项,让用户自主选择是否允许数据的收集和使用^[82]。

2) 掌握智能系统的透明度和可解释性。用户需要了解智能系统如何收集、存储和使用数据^[83],以及数据用于何种目的。设计师应该提供清晰的用户界面和解释,便于用户理解智能系统的工作原理和数据使用规则^[84]。

3) 数据安全性与健全的合规措施。在设计智能系统时,设计师应该采用安全性高的技术和方法,确保数据在传输和存储过程中不被非法侵入和篡改。数据加密、身份验证、防火墙等技术都可以用于提升智能系统的数据安全性^[85],同时确保智能系统的运行符合相关法律、法规和标准。

设计师和决策者必须充分考虑用户隐私保护和数据安全,通过透明的设计和用户控制权,确保用户



图 10 可信生成式人工智能研发全生命周期
Fig.10 Full lifecycle of trusted AIGC R&D

对智能系统的信任^[86]。在智能设计中注重隐私安全,不仅能够提高用户体验和满意度,还能够增强智能系统的可持续发展和社会接受度。

6 结语

人工智能正在经历从“弱人工智能”向“强人工智能”的过渡,已显示出不可小觑的实践潜力和应用价值。AIGC在智能设计中的有效使用对设计质量、用户满意度起着至关重要的作用。本文通过对AIGC趋势下的智能设计方法进行综述,揭示了AIGC在提高设计效率和设计质量等方面的潜力,以及对各个领域的重大意义。AIGC在工业设计流程迭代、传媒创作人机深度融合和娱乐交互方式研发等方面,对智能设计方法产生了重要的变革。展望未来,AIGC支持下的智能设计将面临更多挑战和机遇,包括数字孪生设计迭代将加强虚实结合的沉浸式体验、全球协同下的智能设计社会变革将推动合作和交流、数据驱动下的设计认知决策方式转变将提高智能设计的精准性、隐私安全需求下的交互反馈模式设计将增强用户信任等。AIGC技术的充分释放人工智能的潜力在智能设计领域持续演进,为各个行业带来更多的机遇和价值。

参考文献:

- [1] 汪波,牛朝文.从ChatGPT到GovGPT:生成式人工智能驱动的政务服务生态系统构建[J].电子政务,2023(9):25-38.
WANG Bo, NIU Zhao-wen. From ChatGPT to GovGPT: The Construction of Government Service Ecosystem Driven by Generative Artificial Intelligence[J]. E-Government, 2023(9): 25-38.
- [2] 何哲,曾润喜,秦维,等.ChatGPT等新一代人工智能技术的社会影响及其治理[J].电子政务,2023(4):2-24.
HE Zhe, ZENG Run-xi, QIN Wei, et al. Social Impact and Governance of ChatGPT and other New Generation Artificial Intelligence Technologies[J]. E-Government, 2023(4): 2-24.
- [3] 孟天广.智能治理:通用人工智能时代的治理命题[J].学海,2023(2):41-47.
MENG Tian-guang. Intelligent Governance: Understanding Governance Model in Artificial General Intelligence Era[J]. Academia Bimestris, 2023(2): 41-47.
- [4] 荀渊.ChatGPT/生成式人工智能与高等教育的价值和使命[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(7):56-63.
XUN Yuan. ChatGPT/AIGC and the Value and Mission of Higher Education[J]. Journal of East China Normal University (Educational Sciences), 2023, 41(7): 56-63.
- [5] 段荟,张海,王东波.信息资源管理领域科研人员对ChatGPT态度、认知及应对策略研究[J].情报理论与实践,2023,46(7):17-24.
DUAN Hui, ZHANG Hai, WANG Dong-bo. Researchers' Attitude Cognition and Coping Strategies towards ChatGPT in the Domain of Information Resource Management[J]. Information Studies: Theory & Application, 2023, 46(7): 17-24.
- [6] 郭全中,袁柏林.从GPT看AGI的本质突破:传媒业新挑战与未来[J].新闻爱好者,2023(4):30-35.
GUO Quan-zhong, YUAN Bo-lin. On the Essential Breakthrough of AGI from GPT: New Challenges and Future of Media Industry[J]. Journalism Lover, 2023(4): 30-35.
- [7] TAO Wei, GAO Shuang, YUAN Yi-lang. Boundary Crossing: An Experimental Study of Individual Perceptions Toward AIGC[J]. Frontiers in Psychology, 2023, 14: 1185880.
- [8] 新华三集团 AI 研究院.新华三人工智能发展报告白皮书[EB/OL].(2020-07-14)[2023-07-30].<https://tech.sina.cn/2020-07-14/detail-iivhuipn2880990.d.html>.
H3C Technologies AI Research Institute. H3C White Paper on the Development of Artificial Intelligence [EB/OL]. (2020-07-14)[2023-07-30]. <https://tech.sina.cn/2020-07-14/detail-iivhuipn2880990.d.html>.
- [9] OKUDA T, SHODA S. AI-based Chatbot Service for Financial Industry[J]. Fujitsu Scientific and Technical Journal, 2018, 54(2): 4-8.
- [10] WU Jing-yi, WANG Xiao, DANG Yu-kun, et al. Digital Twins and Artificial Intelligence in Transportation Infrastructure: Classification, Application, and Future Research Directions[J]. Computers and Electrical Engineering, 2022, 101: 107983.
- [11] ABIOYE S O, OYEDELE L O, AKANBI L, et al. Artificial Intelligence in the Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities and Future Challenges[J]. Journal of Building Engineering, 2021, 44: 103299.
- [12] IBN-KHEDHER H, LAROUÏ M, BEN MABROUK M, et al. Edge Computing Assisted Autonomous Driving Using Artificial Intelligence[C]// 2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC). Harbin City, China. IEEE, 2021: 254-259.
- [13] GOODELL J W, KUMAR S, LIM W M, et al. Artificial Intelligence and Machine Learning in Finance: Identifying Foundations, Themes, and Research Clusters from Bibliometric Analysis[J]. Journal of Behavioral and Experimental Finance, 2021, 32: 100577.
- [14] PANDA A, MOHAPATRA S. Online Healthcare Practices and Associated Stakeholders: Review of Literature for Future Research Agenda[J]. Vikalpa: the Journal for Decision Makers, 2021, 46(2): 71-85.
- [15] MOHAPATRA S. Human and Computer Interaction in Information System Design for Managing Business[J]. Information Systems and e-Business Management, 2021, 19(1): 1-11.

- [16] MOHAPATRA S, KUMAR A. Developing a Framework for Adopting Artificial Intelligence[J]. International Journal of Computer Theory and Engineering, 2019, 11(2): 19-22.
- [17] ABEBE R, GOLDNER K. Mechanism Design for Social Good[J]. AI Matters, 2018, 4(3): 27-34.
- [18] MOHAPATRA S, SAHA G, BANERJEE S S. Developing a Framework of Artificial Intelligence for Fashion Forecasting and Validating with a Case Study[J]. International Journal of Enterprise Network Management, 2021, 12(2): 165.
- [19] GULATI S, SOUSA S, LAMAS D. Design, Development and Evaluation of a Human-Computer Trust Scale[J]. Behaviour & Information Technology, 2019, 38(10): 1004-1015.
- [20] RAI A. Explainable AI: From Black Box to Glass Box[J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 2020, 48(1): 137-141.
- [21] BATHAEE Y. The Artificial Intelligence Black Box and the Failure of Intent and Causation[J]. Harvard Journal of Law & Technology, 2018, 31: 889.
- [22] FAINMAN A A. The Problem with Opaque AI[J]. The Thinker, 2019, 82(4): 44-55.
- [23] BACH T A, KHAN A, HALLOCK H, et al. A Systematic Literature Review of User Trust in AI-Enabled Systems: An HCI Perspective[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2022: 1-16.
- [24] 中国信息通信研究院. 人工智能生成内容 (AIGC) 白皮书[EB/OL]. (2022-09-02)[2023-07-30]. http://www.caict.ac.cn/sytj/202209/t20220913_408835.htm?eqid=d15326df00031277000000036447624e.
China Academy of Information and Communications Technology. Artificial Intelligence Generated Content (AIGC) White Paper [EB/OL]. (2022-09-02)[2023-07-30]. http://www.caict.ac.cn/sytj/202209/t20220913_408835.htm?eqid=d15326df00031277000000036447624e.
- [25] LEHTINEN J, MUNKBERG J, HASSELGREN J, et al. Noise2Noise: Learning Image Restoration without Clean Data[EB/OL]. (2022-09-02)[2023-07-30]. 2018: arXiv: 1803.04189. <https://arxiv.org/abs/1803.04189.pdf>
- [26] MILDENHALL B, SRINIVASAN P P, TANCIK M, et al. NeRF[J]. Communications of the ACM, 2022, 65(1): 99-106.
- [27] Radford A, Kim J W, Hallacy C, et al. Learning transferable visual models from natural language supervision[C]//International conference on machine learning. PMLR, 2021: 8748-8763.
- [28] LV Zhi-han, XIE Shu-xuan. Artificial Intelligence in the Digital Twins: State of the Art, Challenges, and Future Research Topics[J]. Digital Twin, 2022, 1: 12.
- [29] ALEXOPOULOS K, NIKOLAKIS N, CHRYSSOULOS G. Digital Twin-Driven Supervised Machine Learning for the Development of Artificial Intelligence Applications in Manufacturing[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2020, 33(5): 429-439.
- [30] EL SADDIK A. Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies[J]. IEEE MultiMedia, 2018, 25(2): 87-92.
- [31] DONG Li, LAPATA M. Language to Logical Form with Neural Attention[C]// Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Berlin, Germany. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2016: 33-43.
- [32] RABINOVICH M, STERN M, KLEIN D. Abstract Syntax Networks for Code Generation and Semantic Parsing[C]// Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Vancouver, Canada. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2017: 1139-1149.
- [33] YIN Peng-cheng, NEUBIG G. A Syntactic Neural Model for General-Purpose Code Generation[C]// Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Vancouver, Canada. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2017: 440-450.
- [34] 祝智庭, 戴岭, 胡姣. 高意识生成式学习: AIGC 技术赋能的学习范式创新[J]. 电化教育研究, 2023, 44(6): 5-14.
ZHU Zhi-ting, DAI Ling, HU Jiao. Higher Consciousness Generative Learning: Innovation of Learning Paradigm Enabled by AIGC Technology[J]. e-Education research, 2023, 44(6): 5-14.
- [35] 陈智, 陈昊. 可供性视角下 ChatGPT 的赋能效用及其风险透视[J]. 情报杂志, 2023, 42(7): 131-139.
CHEN Zhi, CHEN Hao. Empowerment Utility and Risk Probe of ChatGPT from the Perspective of Affordance[J]. Journal of Intelligence, 2023, 42(7): 131-139.
- [36] 唐林垚. 具身伦理下 ChatGPT 的法律规制及中国路径[J]. 东方法学, 2023(3): 34-46.
TANG Lin-yao. Legal Regulation and Chinese Approach to the ChatGPT under Embodied Ethics[J]. Oriental Law, 2023(3): 34-46.
- [37] 陈永伟. 超越 ChatGPT: 生成式 AI 的机遇、风险与挑战[J]. 山东大学学报 (哲学社会科学版), 2023(3): 127-143.
CHEN Yong-wei. Beyond ChatGPT: Opportunities, Risks, and Challenges from Generative AI[J]. Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences), 2023(3): 127-143.
- [38] 德勤. 全球人工智能发展白皮书[EB/OL]. (2020-03-18)[2023-07-30]. <https://xueqiu.com/9919963656/144411976>.
Deloitte. White Paper on the Development of Global Artificial Intelligence [EB/OL]. (2020-03-18)[2023-07-30]. <https://xueqiu.com/9919963656/144411976>.
- [39] 周宇, 曹英楠, 王永超. 面向大数据的数据处理与分

- 析算法综述[J]. 南京航空航天大学学报, 2021, 53(5): 664-676.
- ZHOU Yu, CAO Ying-nan, WANG Yong-chao. Overview of Data Processing and Analysis Algorithms for Big Data[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2021, 53(5): 664-676.
- [40] ZHOU Rui-hong, LIU Qiao-ming, HAN Xu-ming, et al. Density Peak Clustering Algorithm Using Knowledge Learning-Based Fruit Fly Optimization[J]. International Journal of Computers and Applications, 2018, 40(3): 1-10.
- [41] 方兴东, 钟祥铭. ChatGPT 革命的理性研判与中国对策——如何辨析 ChatGPT 的颠覆性变革逻辑和未来趋势[J]. 西北师大学报(社会科学版), 2023, 60(4): 23-36.
- FANG Xing-dong, ZHONG Xiang-ming. The Rational Analysis of ChatGPT Revolution and China's Countermeasures—Differentiating the Logic of Disruptive Change and Future Trends of ChatGPT[J]. Journal of Northwest Normal University (Social Sciences), 2023, 60(4): 23-36.
- [42] COZIEN R, NOORDMAN L G M, VONK W. Propositional Integration and World-Knowledge Inference: Processes in Understanding *Because* Sentences[J]. Discourse Processes, 2011, 48(7): 475-500.
- [43] BANSAL M A, SHARMA D R, KATHURIA D M. A Systematic Review on Data Scarcity Problem in Deep Learning: Solution and Applications[J]. ACM Computing Surveys, 2022, 54(10s): 1-29.
- [44] BICKHARD M H, TERVEEN L. Foundational Issues in Artificial Intelligence and Cognitive Science: Impasse and Solution[M]. North Holland: Elsevier Science B.V., 1996.
- [45] PASCHEN U, PITT C, KIETZMANN J. Artificial Intelligence: Building Blocks and an Innovation Typology[J]. Business Horizons, 2020, 63(2): 147-155.
- [46] MARAIS B, QUERTIER T, CHESNEAU C. Malware Analysis with Artificial Intelligence and a Particular Attention on Results Interpretability[C]// Matsui K, Omatu S, Yigitcanlar T, et al. International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence. Cham: Springer, 2022: 43-55.
- [47] HOU Hui, LIU Chao, WANG Qing, et al. Review of Load Forecasting Based on Artificial Intelligence Methodologies, Models, and Challenges ☆[J]. Electric Power Systems Research, 2022, 210: 108067.
- [48] NIKISHIN E, SCHWARZER M, D'ORO P, et al. The Primacy Bias in Deep Reinforcement Learning[EB/OL]. (2020-03-18)[2023-07-30]. <https://arxiv.org/abs/2205.07802.pdf>
- [49] GIL Y, GARIJO D, KHIDER D, et al. Artificial Intelligence for Modeling Complex Systems: Taming the Complexity of Expert Models to Improve Decision Making[J]. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems, 11(2): 11.
- [50] ABDOLMALEKI A, REZVANI M H. An Optimal Context-Aware Content-Based Movie Recommender System Using Genetic Algorithm: A Case Study on MovieLens Dataset[J]. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 2022: 1-27.
- [51] VINCALEK J, WALTON S, EVANS B. A User-Centered Approach to Evolutionary Algorithms and Their Use in Industry[J]. Cogent Engineering, 2021, 8(1): 1995110.
- [52] 陶阳明. 经典人工智能算法综述[J]. 软件导刊, 2020, 19(3): 276-280.
- TAO Yang-ming. Overview of Classical Artificial Intelligence Algorithms[J]. Software Guide, 2020, 19(3): 276-280.
- [53] XU Shuo. Bayesian Naïve Bayes Classifiers to Text Classification[J]. Journal of Information Science, 2018, 44(1): 48-59.
- [54] MOHAMMADI F, POURZAMANI H, KARIMI H, et al. Artificial Neural Network and Logistic Regression Modelling to Characterize COVID-19 Infected Patients in Local Areas of Iran[J]. Biomedical Journal, 2021, 44(3): 304-316.
- [55] TAO Jian-chao. An English Part of Speech Tagging Method Based on Maximum Entropy[C]// 2015 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City. Halong Bay, Vietnam. IEEE, 2016: 76-80.
- [56] BOUGUILA N. Hidden Markov Models and Applications[M]. Berlin: Springer Group, 2022.
- [57] ACI M, AVCI M. K Nearest Neighbor Reinforced Expectation Maximization Method[J]. Expert Systems With Applications, 2011, 38(10): 12585-12591.
- [58] RAHMAN A Y. Image Classification of Starlings Using Artificial Neural Network and Decision Tree[C]// 2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (CyberneticsCom). Malang, Indonesia. IEEE, 2022: 286-291.
- [59] UDDIN M S, CHI Guo-tai, AL JANABI M A M, et al. Leveraging Random Forest in Micro-Enterprises Credit Risk Modelling for Accuracy and Interpretability[J]. International Journal of Finance & Economics, 2022, 27(3): 3713-3729.
- [60] LEONG W C, KELANI R O, AHMAD Z. Prediction of Air Pollution Index (API) Using Support Vector Machine (SVM)[J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2020, 8(3): 103208.
- [61] GÜNTHER F, RINALDI L, MARELLI M. Vector-Space Models of Semantic Representation from a Cognitive Perspective: A Discussion of Common Misconceptions[J]. Perspectives on Psychological Science: a Journal of the Association for Psychological Science, 2019, 14(6): 1006-1033.
- [62] HAOXIANG D W. Emotional Analysis of Bogus Statistics in Social Media[J]. Journal of Ubiquitous Comput-

- ing and Communication Technologies, 2020, 2(3): 178-186.
- [63] ZHAO Wei-dong, ZHU Lin, WANG Ming, et al. WTL-CNN: A News Text Classification Method of Convolutional Neural Network Based on Weighted Word Embedding[J]. Connection Science, 2022, 34(1): 2291-2312.
- [64] KUMAR K, NISHANTH P, SINGH M, et al. Image Encoder and Sentence Decoder Based Video Event Description Generating Model: A Storytelling[J]. IETE Journal of Education, 2022, 63(2): 78-84.
- [65] 姜婷婷, 许艳润, 傅诗婷, 等. 人智交互体验研究: 为人本人工智能发展注入新动力[J]. 图书情报知识, 2022, 39(4): 43-55.
- JIANG Ting-ting, XU Yan-run, FU Shi-ting, et al. Human-AI Interaction Experience Research: Accelerating the Development of Human-Centered AI[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2022, 39(4): 43-55.
- [66] 姜婷婷, 田慧溢, 许艳润, 等. 人智交互体验度量: 受控实验的应用及启示[J]. 图书情报知识, 2023, 40(2): 10-19.
- JIANG Ting-ting, TIAN Hui-yi, XU Yan-run, et al. Measuring Human-AI Interaction Experience: Implications for Conducting Controlled Experiments[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2023, 40(2): 10-19.
- [67] TAKIMOTO H, SEKI J, SITUJU S F, et al. Anomaly Detection Using Siamese Network with Attention Mechanism for Few-Shot Learning[J]. Applied Artificial Intelligence, 2022, 36(1): 2094885.
- [68] 叶鹰, 朱秀珠, 魏雪迎, 等. 从 ChatGPT 爆发到 GPT 技术革命的启示[J]. 情报理论与实践, 2023, 46(6): 33-37.
- YE Ying, ZHU Xiu-zhu, Wei Xue-ying, et al. Enlightenment from the Explosion of ChatGPT to the Technological Revolution of GPT[J]. Information Studies: Theory & Application, 2023, 46(6): 33-37.
- [69] 詹希旎, 李白杨, 孙建军. 数智融合环境下 AIGC 的场景化应用与发展机遇[J]. 图书情报知识, 2023, 40(1): 75-85.
- ZHAN Xi-ni, LI Bai-yang, SUN Jian-jun. Application Scenarios and Development Opportunities of AIGC in the Digital Intelligence Integration Environment[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2023, 40(1): 75-85.
- [70] XUE Xiao, YU Xiang-ning, WANG Fei-yue. ChatGPT Chats on Computational Experiments: From Interactive Intelligence to Imaginative Intelligence for Design of Artificial Societies and Optimization of Foundational Models[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2023, 10(6): 1357-1360.
- [71] ZHANG Zhi-lu, SABUNCU M R. Generalized Cross Entropy Loss for Training Deep Neural Networks with Noisy Labels[EB/OL]. 2018: arXiv: 1805.07836. <https://arxiv.org/abs/1805.07836.pdf>.
- [72] KOHARA A, OKANO K, HIRATA K, et al. Sensor Placement Minimizing the State Estimation Mean Square Error: Performance Guarantees of Greedy Solutions[C]// 2020 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC). Jeju, Korea (South). IEEE, 2021: 1706-1711.
- [73] 万力勇, 杜静, 熊若欣. 人机共创: 基于 AIGC 的数字化教育资源开发新范式[J]. 现代远程教育研究, 2023, 35(5): 12-21.
- WAN Li-yong, DU Jing, XIONG Ruo-xin. Human-Machine Co-Creation: A New Paradigm for the Development of Digital Educational Resources Based on AIGC[J]. Modern Distance Education Research, 2023, 35(5): 12-21.
- [74] 许娜. 人工智能辅助汽车造型设计方法综述[J]. 包装工程, 2021, 42(18): 35-41.
- XU Na. Review of Artificial Intelligence Aided Vehicle Styling Design Methods[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(18): 35-41.
- [75] 王建磊, 江浩. AIGC 与融媒生产: 赋能、互补与边界[J]. 视听界, 2023(3): 21-25.
- WANG Jian-lei, JIANG Hao. AIGC and Media Production: Empowerment, Complementarity and Boundary[J]. Broadcasting Realm, 2023(3): 21-25.
- [76] 吴江, 黄茜, 贺超城, 等. 基于引爆点理论的人工智能生成内容微博网络舆情传播与演化分析[J]. 现代情报, 2023, 43(7): 145-161.
- WU Jiang, HUANG Qian, HE Chao-cheng, et al. Propagation and Evolution of Public Opinion in the Outbreak of AIGC Based on the Theory of Tipping Point[J]. Journal of Modern Information, 2023, 43(7): 145-161.
- [77] 彭兰. AIGC 与智能时代的新生存特征[J]. 南京社会科学, 2023(5): 104-111.
- PENG Lan. New Survival Characteristics Brought by AIGC in the Intelligent Era[J]. Nanjing Journal of Social Sciences, 2023(5): 104-111.
- [78] 李白杨, 白云, 詹希旎, 等. 人工智能生成内容(AIGC)的技术特征与形态演进[J]. 图书情报知识, 2023, 40(1): 66-74.
- LI Bai-yang, BAI Yun, ZHAN Xi-ni, et al. The Technical Features and Aromorphosis of Artificial Intelligence Generated Content(AIGC)[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2023, 40(1): 66-74.
- [79] 陆小华. AIGC 与智能变革: 让认知震荡催生能力生长[J]. 青年记者, 2023(7): 88-90.
- LU Xiao-hua. AIGC and Intelligent Change: Let Cognitive Shock Promote the Growth of Ability[J]. Youth Journalist, 2023(7): 88-90.
- [80] WU Tian-yu, HE Shi-zhu, LIU Jing-ping, et al. A Brief Overview of ChatGPT: The History, Status Quo and Potential Future Development[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2023, 10(5): 1122-1136.
- [81] 陈全真. 生成式人工智能与平台权力的再中心化[J].

- 东方法学, 2023(3): 61-71.
- CHEN Quan-zhen. Generative Artificial Intelligence and the re-Centralization of Platform Power[J]. *Oriental Law*, 2023(3): 61-71.
- [82] 商建刚. 生成式人工智能风险治理元规则研究[J]. *东方法学*, 2023(3): 4-17.
- SHANG Jian-gang. On the Meta-Rules for Risk Governance of Generative Artificial Intelligence[J]. *Oriental Law*, 2023(3): 4-17.
- [83] 全燕, 张入迁. 平台化知识生产的逻辑偏误与 AIGC 下的建设进路[J]. *南京社会科学*, 2023(6): 150-160.
- QUAN Yan, ZHANG Ru-qian. The Reflection and Construction Approach of Platformization-Turning Knowledge Production[J]. *Nanjing Journal of Social Sciences*, 2023(6): 150-160.
- [84] 孙效华, 张义文, 秦觉晓, 等. 人机智能协同研究综述[J]. *包装工程*, 2020, 41(18): 1-11.
- SUN Xiao-hua, ZHANG Yi-wen, QIN Jue-xiao, et al. Review on Human-Intelligent System Collaboration[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(18): 1-11.
- [85] 陈晨. 论人工智能生成内容的可版权性问题——以 ChatGPT 生成内容为例[J]. *科技与出版*, 2023(6): 98-106.
- CHEN Chen. On the Copyright of the Content Generated by Artificial Intelligence—Taking ChatGPT as an Example[J]. *Science-Technology & Publication*, 2023(6): 98-106.
- [86] 刘智锋, 吴亚平, 王继民. 人工智能生成内容技术对知识生产与传播的影响[J]. *情报杂志*, 2023, 42(7): 123-130.
- LIU Zhi-feng, WU Ya-ping, WANG Ji-min. The Impact of Artificial Intelligence Generated Content Technologies on Knowledge Production and Dissemination[J]. *Journal of Intelligence*, 2023, 42(7): 123-130.

责任编辑: 陈作

(上接第8页)

- [21] ROMBACH R, BLATTMANN A, LOREN D, et al. High-resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models[C]// *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Louisiana: IEEE Computer Society, 2022: 10684-10695.
- [22] 金家琴, 夏翠娟. 数字人文在视觉化艺术领域的应用前沿——图像艺术分析与计算机生成艺术[J]. *图书馆杂志*, 2021, 40(6): 101.
- JIN Jia-qin, XIA Cui-juan. The Application Frontier of Digital Humanities in the Field of Visual Art—Image Art Analysis and Computer-generated Art [J]. *Library Journal*, 2021, 40(6): 101.
- [23] 飞熊李李. 太空歌剧院[EB/OL]. (2023-05-24) [2023-06-05]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E6%AD%8C%E5%89%A7%E9%99%A2/61959625>.
- Fly Bear LiLi. Space Opera[EB/OL]. (2023-05-24) [2023-06-05]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E6%AD%8C%E5%89%A7%E9%99%A2/61959625>.
- [24] 黄江杰, 汤永川, 孙守迁. 我国数字创意产业发展现状及创新方向[J]. *中国工程科学*, 2020, 22(2): 63.
- HUANG Jiang-jie, TANG Yong-chuan, SUN Shou-qian. Development Status and Innovation Direction of My Country's Digital Creative Industry[J]. *Chinese Engineering Science*, 2020, 22(2): 63.
- [25] 刘永红, 黎文广, 季铁, 等. 国外生成式产品设计研究综述[J]. *包装工程*, 2021, 42(14): 9-27.
- LIU Yong-hong, LI Wen-guang, JI Tie, et al. Review of Research on Generative Product Design Abroad[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(14): 9-27.
- [26] 蔡兴泉, 李治均, 奚梦瑶, 等. 基于神经网络的手绘服饰图纹上色及风格迁移[J]. *系统仿真学报*, 2023, 35(3): 604-615.
- CAI Xing-quan, LI Zhi-jun, XI Meng-yao, et al. Costume Pattern Sketch Colorization and Style Transfer Based on Neural Network[J]. *Journal of System Simulation*, 2023, 35(3): 604-615.
- [27] 郑娜, 穆平安. 基于高斯金字塔和视觉显著性的色织物疵点检测[J]. *包装工程*, 2020, 41(7): 247-252.
- ZHENG Na, MU Ping-an. Colored Fabric Defect Detection Based on Gaussian Pyramid and Visual Saliency[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(7): 247-252.
- [28] 李旭东, 周林华. 基于大津算法和深度学习的开集声纹识别自适应阈值计算方法[J]. *吉林大学学报(理学版)*, 2021, 59(4): 909-914.
- LI Xu-dong, ZHOU Lin-hua. Calculation Method of Adaptive Threshold for Open Set Voiceprint Recognition Based on Otsu Algorithm[J]. *Journal of Jilin University (Science Edition)*, 2021, 59(4): 909-914.

责任编辑: 蓝英侨