

【院士专栏：中华文化数字化创新设计研究新范式】

数字文化新范式与人文创新研究

高峰¹, 徐迎庆^{2a,2b}, 刘梦庭³, 吴昱苇¹

(1.北京大学 艺术学院, 北京 100871; 2.清华大学 a.美术学院 b.未来实验室, 北京 100084;

3.浙江省北大信息技术高等研究院, 杭州 310000)

摘要: **目的** 针对传统文化产业存在的人工成本相对高昂、物资损耗相对较大等问题, 利用科技赋能企业服务, 从而节省人力资源、降低设计门槛、提高设计效率、灵活对接生产、服务更广大群众。**方法** 将人工智能应用于文化产业, 从智能设计和智能制造两方面, 拆分文化产业服务环节。一方面, 将智能设计具体化为平面设计和结构设计, 再进一步将平面设计划分为智能配色和智能排版两个部分。另一方面, 智能制造主要基于大数据来调整工厂产能, 提高订单处理效率, 减少不必要的人力、物力损耗。**结果** 浙江省北大信息技术高等研究院和大胜达人工智能包装设计联合实验室研发了人工智能设计师小方, 并开发出包含 AI 设计、配材推荐、印前检测、智能供应链、订单管理、产能分配等环节在内的一体化文化设计服务模式, 为非专业用户提供了从设计到生产的全流程新智造服务。**结论** 人工智能在文化产业领域实现了需求分析理解、一键生成设计方案、智能印前检测、灵活对接工厂、随时查询订单状态等功能创新, 获得了高效迅捷、所见即所得的竞争优势。同时, 人工智能技术尚未触达人类的情感层面, 无法捕捉服务对象的人性温度, 在人文关怀领域仍有进步空间。

关键词: 人工智能; 大数据; 工业创新; 企业服务; 产业赋能; 新智造

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)10-0001-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.10.001

New Paradigm of Digital Culture and Humanistic Innovation

GAO Feng¹, XU Ying-qing^{2a,2b}, LIU Meng-ting³, WU Yu-wei¹

(1.School of Arts, Peking University, Beijing 100871, China; 2.a. Academy of Arts & Design,

b. The Future Laboratory, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3.Advanced Institute of Information Technology, Peking University, Hangzhou 310000, China)

ABSTRACT: The work aims to empower the enterprise services with technology in view of the relatively high labor costs and large material consumption in the traditional cultural industry, so as to save workforce resources, lower design threshold, improve design efficiency, flexibly dock production, and serve a wider range of people. Artificial intelligence was applied to the cultural industry and the cultural industry service link was divided into intelligent design and intelligent manufacturing. On the one hand, intelligent design was embodied in graphic design and structure design, and graphic design was further divided into two parts: intelligent color matching and intelligent typesetting. On the other hand, based on big data, intelligent manufacturing was mainly used to adjust factory capacity, improve order processing efficiency, and reduce unnecessary manpower and material losses. The Artificial Intelligence Packaging Design Joint Laboratory of the Advanced Institute of Information Technology, Peking University developed AI designer Xiao Fang. The integrated cultural design service pattern was developed, including AI design, material recommendation, prepress inspection, intelligent supply chain, order management, capacity allocation and other sections, providing non-professional users with new intel-

收稿日期: 2023-01-16

基金项目: 自然科学基金面上项目 (62176006) 国家重点研发计划项目 (2022YFF0902302)

作者简介: 高峰 (1983—), 男, 博士, 研究员、助理教授, 主要研究方向为计算机与艺术交叉学科。

通信作者: 徐迎庆 (1959—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为用户体验设计、触觉认知交互、文化遗产数字化以及自然用户界面设计。

ligent manufacturing services from design to production. Artificial intelligence technology has realized functional innovations in the field of cultural industry, such as demand analysis and understanding, one-click design scheme generation, intelligent prepress detection, flexible docking factory, and query of order status at any time, and has obtained an efficient, fast and WYSIWYG competitive advantage. At the same time, artificial intelligence technology has not yet reached the emotional level of human and is unable to capture the humanistic temperature of service recipients. There is still room for progress in the field of humanistic care.

KEY WORDS: artificial intelligence; big data; industrial innovation; enterprise service; industry empowerment; new intelligent manufacturing

近年来,新兴技术的快速发展使文化产业的数字化转型成为大势所趋。2022年4月26日,习近平总书记主持召开了中央财经委员会第十一次会议,会议强调,“要加强信息、科技、物流等产业升级基础设施建设,布局建设新一代超算、云计算、人工智能平台、宽带基础网络等设施,推进重大科技基础设施布局建设”^[1],也就是说,从顶层设计的角度来看,硬件设施和平台建设是数字文化产业的基础,从数字技术的底层逻辑出发,进行全产业链的整体布局,才能积极推动文化产业上、中、下游完成数字化转型,迎接日新月异的应用端需求变化。2021年是“元宇宙”元年,“元宇宙”、NFT艺术、云展演都是2021文化产业的关键词^[2]。作为数字在场的集大成形式,元宇宙标志着数字文化产业在“计算力、响应力、逼真性、沉浸性、互动性、用户自主性、数字财产保护、数字货币支付等”^[3]方面的划时代突破。人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术是元宇宙相关研究中受关注程度较高的关键技术之一,能够大幅提高全产业链的工作效率和智能化水平^[4]。在这样的时代背景下,研究人工智能技术的算法逻辑,深度解析当下社会创新的核心驱动力,具有重要的现实意义。这既能为多维度的双创探索 and 传统制造业的升级迭代蓄力,又能满足人民群众日益增长的审美生活需求。目前人工智能技术在人文领域的应用已取得一定成果,有必要总结新近的开发经验,挖掘普适的市场规律,完善人工智能技术条件下新的数字文化产业机制,生成理论化的数字文化新范式。

1 数字文化新范式

既有的文化产业研究往往将文化内容视为核心,将数字技术作为便利创作、展现内容、批量生产、辅助传播的工具^[5]。按照这样的理解构建出来的数字文化范式仍未脱离传统文化产业的窠臼,受限于文化产业的市场惯性,以文化资源为主,以数字技术为辅,在陈旧观念的影响下,哪怕是最前沿的数字技术也只能起到锦上添花的作用,很难从根本上革新业态,真正赋能文化生产。鉴于此,需要构建与技术发展前景、基础设施布局相辅相成的新的数字文化范式。

有研究者将数字文化产业的新特征总结为:以用

户价值为核心、多元主体网络协同并行式的产品生产、产业生态组织形式,以数字虚拟集聚为主、技术催化内容创新^[6]。数字文化产业所面临的前沿技术条件是Web 3.0,第三代互联网(重塑数字经济格局,产生新的组织形态,提供个性化的体验)^[7],提供了去中心化、知识产权保护的技术保障,带来了更好的人机交互体验。新范式应当以数字技术的最新特性为基石,尊重Web 3.0时代的行业规律,以市场发展的需要为导向,以人民对美好生活的追求为动力,形成以智慧城市、智慧医疗、智慧农业、智慧文旅、智慧教育等为代表的“智慧+人文”的有机社会结构。

数字文化新范式是中国力量和中国智慧的数字体现,见图1。社会经济结构的变化要求数字时代的新技术积极贡献出突破性的中国力量,展现出切实有效的中国智慧。这样的中国力量凝聚在一起,可以被称为文化软实力,而这样的中国智慧则具体化为新时代的艺术创造力。在科学与艺术交叉、技术与人文融合的文化产业领域,数字文化新范式能够得到多维度的表现。尤其是设计行业,设计师既需要掌握相当的数字技术能力,又需要具备一定的艺术知识储备,还需要面对花样翻新的服务要求。

电商活跃的新市场、长期居家的新情况对文化产品提出了更高的要求,技术成熟的新形势呼唤着内生于数字逻辑的艺术设计新表达。浙江省北大信息技术高等研究院和大胜达人工智能包装设计联合实验室对现有文化业务模式进行了考察,立足现有信息技术条件和行业发展状况,聚焦企业困境,综合应用大数据分析、计算机图形学、自然语言处理、深度学习、虚拟现实等新兴数字技术,在测试和实践中形成了一套涵盖智能设计和智能制造的人工智能文化产业机制。本文将以此套人工智能文化产业机制为案例,总结数字文化新范式,拓展人文创新研究视域。

1.1 绿色发展

社会发展观念的革新引发了范式转换的急迫需要。“习近平总书记的绿色发展理念,正是对这种新范式需要的系统性思考和战略性回答。”^[8]2015年,李克强提出了“中国制造2025”计划。随后审议通过的《中国制造2025》要求全面推行绿色制造。我国经济社会的绿色发展理念,给许多行业的现代化建

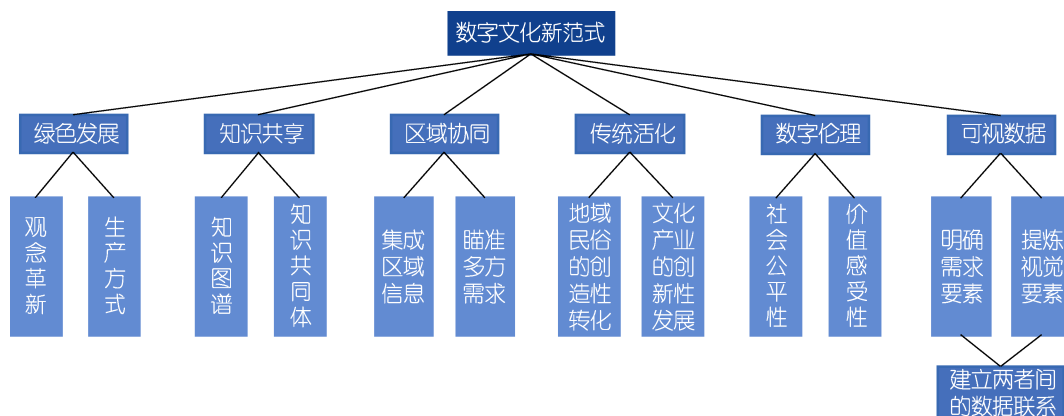


图 1 数字文化新范式
Fig.1 New paradigm of digital culture

设带来了机遇和挑战。如何提倡绿色生产生活方式、尽快达到碳中和,从而加速绿色现代化,成为了各行各业亟待思考的问题。李凤亮等^[9]指出,文化产业具有融合度高、开放性强的特点,能够通过“生产资料的精准分配、减少物流配送、减轻文化消费环境污染,促使文化产业更加绿色、生态、环保”,成为了实践碳中和的典型。

能最直接地体现绿色环保理念的是普遍存在于各行业分支的产品制造和包装问题。为了提高营销环节需要的竞争力、降低流通环节导致的损耗率,各种类型的产品需要有定制化的三维结构和适配材质,这不仅造成了大量的包装浪费,还极其消耗人力。设计师需要综合考虑科学合理、表里如一、绿色环保、经济实惠、特色明显、美观大方等方面,平均每次设计需要约 5 天的工作周期,导致设计费用和包装费用经常超出产品的成本预算。

面对“既要达到日益提高的设计要求,又要降低产品设计成本”等难题,亟须交叉融合人工智能、云计算与大数据等信息技术,另辟蹊径地研究和开发产品设计与制作的新型技术系统。人工智能设计是人文艺术与科学技术互渗互助的产物,可以优化产业结构,提升产品设计的结构针对性,根据累积数据和专家经验来推荐合适配材,减少物资损失,而且将 5 天左右的真人设计师工作时长,缩减到约 0.5 h 的人工智能设计师工作时长,既做到了增效,又兼顾了降本。

1.2 知识共享

知识共享是价值共创的必要前提。张蕾等^[10]指出,文化产业链分为输出内容与创作研发的上游、生产制作与成品营销的中游、文化消费和再生产的下游,而文化生态则由场、人、物构成。上、中、下游之间的信息壁垒会造成产业整体结构的失衡,而动态包容的公共场域、灵活机变的数字分身、充裕可用的物质资料则有利于形成高效的文化产业机制。新时代技术条件下的从业者致力于搭建工业互联网平台,在知识共享许可协议(Creative Commons license,又称

CC 协议)的基础上共建多源知识图谱,实现各环节的数据互通,打通企业上下游关系,在动态、持续的知识共享过程中,共创相互信任的数字文化氛围,尤其要借助社群互动的多样性,来突破显性知识共享的局限性,创造隐性知识共享的多元渠道。就文化服务业态而言,采集招投标信息,汇聚全国设计、制造行业的专家经验显得尤为重要。只有解决信息不对等的固有问题,构建知识共同体,才能营造更加公平的市场环境,有效帮扶小微企业,对口有服务需求的客户。

人工智能文化产业的整体平台构建可以被分为智设计、智制造、智管理三个有机组成部分。将设计端、制造端、管理端的零散信息汇总到一起,建立可被共享的庞大数据库。如此形成的柔性供应链体系(见图 2)可以预先洞察用户的设计需求,在较短的周期内,相对经济地处理突发情况,匹配用户不断变化的制造需求,及时调整工期节点,降低不必要的产能损耗,减少管理成本和时间浪费,增强小微企业应对不确定性的能力。对用户来说,知识共享消除了用户与工厂之间的信息差,让用户能有渠道、有能力掌握基本的设计知识,了解工厂资质、工艺精度、设备性能、市场价格等消费信息,避免劣币驱除良币的局面出现,强有力的市场监管、规范化的市场运行、透明的市场行情使浑水摸鱼不再可能,有利于消费者和良心生产商的价值共赢。供应链体系还有进一步优化的空间,鼓励用户加入数据共享平台,做好设计质量评估,记录自己的设计体验,做到用户直连制造,甚至参与共创,让柔性供应链深度服务于用户的情感需求,得到最理想的设计效果,提升用户的个性化体验。

1.3 区域协同

自 2018 年以来,区域协同就成为了中国特色现代文化产业发展体系的关键词。为了实现区域协同,传统文化产业强调文化产业园区在特定经济片区的引领作用。具体方法是借助文化的同根同源性,凝聚区域的文化向心力,通过政策试点,集合区域资源,

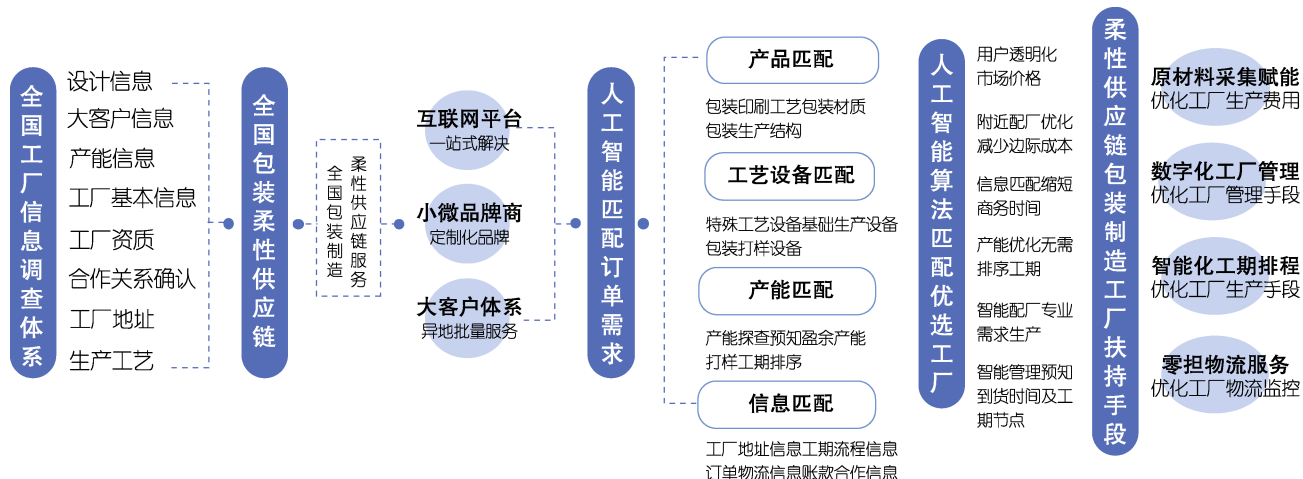


图2 柔性供应链体系

Fig.2 Flexible supply chain system

打造示范性的产业园区，从而增强区域的综合生产力，释放长久的消费力^[11]。随着一系列重大区域发展战略得到层层落实（布局产业园区、共创文化繁荣、统筹公共空间、共建基础设施、治理生态环境、共享公共服务），重点区域的凝聚力得到空前加强。同时，既有的案例、经验显示，充分发挥区域的长足优势，专门培养特定的技术人才，推动传统行业转型升级，开展区域校企联动合作，提高专业知识的应用转化效率，才能加快推进经济发展。

在新兴的数字技术条件下，区域统筹协作仍然是促进文化产业良性发展的可靠方案。然而，照搬传统文化产业的区域协同模式并不能应对数字文化时代的新问题，同时，也难以发挥数字技术的优势。传统文化产业的发展速度提上去之后，区域内的同类型产品可能会出现产能过剩的问题，而其他区域则可能急需类似产品，但缺乏原材料或生产条件，导致区域内市场供不应求。这就要求深化跨区域协作，搭建高速的交通体系，铺展全面的物流网络，连接区域内的产品生产与区域外的销售渠道。数字文化新范式强调区域协同，不仅要持续制造区域性的注意力焦点，保留地缘情感和密切的空间关系，在此基础上解决传统文化产能不灵活的问题，还要利用数字技术提高社群黏

性，使数字创意产业集群实现快速成长，从而“挖掘产业价值、延长产业链条、提升产业发展规模经济效益和范围经济效益”^[12]。

线上、线下相结合的区域协同方案以及跨区域的发展趋势对调配区域资源和平衡供需关系的机制提出了更高的要求。在传统文化产业中，小微制造企业占比高、生产标准不统一、无长期有效可持续订单、线下业务员跑订单无法保质保量等问题持续存在。人工智能应用于文化产业的管理机制是深耕行业现实的专业成果，配合区域产业布局，提高整体数字化程度，集成区域性资源信息之后，智能匹配的功能可以瞄准多方需求，调整供需关系，形成更高效的供需模式（见图3），实现集中式互联网接单，并降低制造成本，统一生产制造标准，保障社会民生。

1.4 传统活化

“在全球化、普适计算和物联网时代，设计需要理性地重新思考其在人文艺术和科学技术之间的桥梁作用”^[13]，迈向艺工融合的长远发展目标。将人工智能技术创造性地应用于文化服务领域，能够高效抓取用户需求的关键信息，精准、迅速地提炼地缘艺术的视觉要素，转化为特点明晰、详略得当的平面设计图（见图4），助力当地农副产品、小微企业，

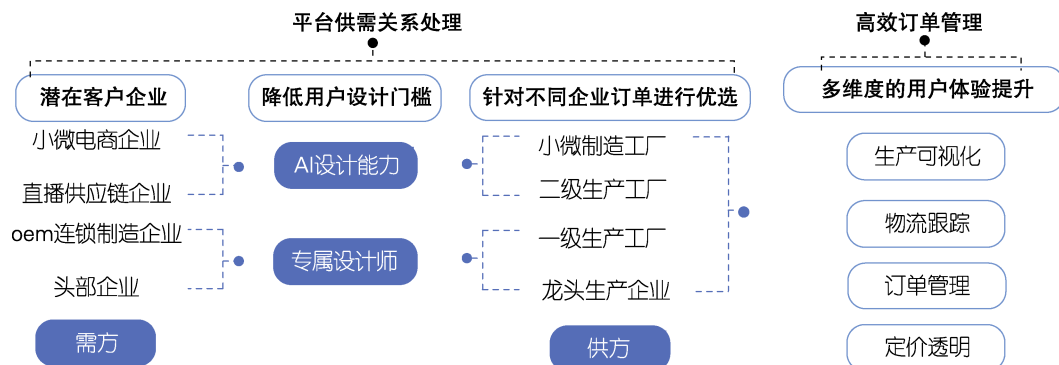


图3 供需模式

Fig.3 Supply and demand model

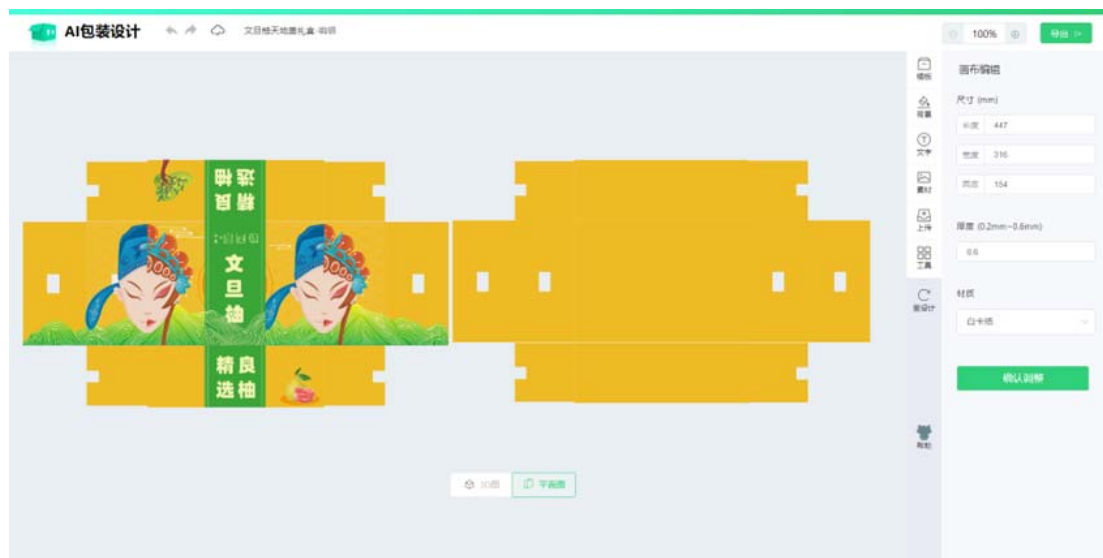


图 4 小方智能设计网页应用端

Fig.4 Xiao Fang intelligent design web application terminal

彰显品牌化定位, 拓宽销售渠道, 适应瞬息万变的市场环境。例如在 2021 年福建莆田仙游度尾文旦柚项目和 2022 年“丽江芒果”产销对接项目中, 第二代 AI 设计师小方出色地完成了中国地理标志产品的包装设计, 实现了地域民俗的创造性转化, 见图 5。

王亚琦等^[14]认为, 设计智造系统更有利于传统活化探索, 人工智能设计可以通过“数智技术升维、产业跨界重塑、生活活态赋能等路径, 以科艺融合的设计创新激活传统文化的内在生命力, 让传统保留生活温度、回归日常。”真人设计师容易形成自己的独创风格, 虽然能最大程度地体现设计的艺术价值, 但是很难及时适应不同用户的需求, 预算有限、相对弱势的用户只能勉强接受同质化的设计方案。而人工智能设计不拘一格, 不必担心会受到既有作品风格的影响, 只需改变可供学习的风格素材库, 就能很快调整出想要的新风格。面对未来更加多样化的设计需求, 设计智造可以与“全生命链条”的数字文博产业合作, 利用数字化手段完成文博信息的再开发^[15]。根据新消费群体的偏好, 挖掘传统文化的现代价值, 为品牌量身定做有历史感和趣味性的新设计, 便于给用户提供更充裕且优质的选择空间。如果用户不满意, 也不存在碍于情面、沟通不畅的人际社交问题。良好的人机互

动机制解决了设计行业的核心痛点, 让用户没有顾虑, 敢于说不, 使设计方案改到真正满意为止。数字智慧赋能品质国货还有利于树立文化自信, 活化传统经典, 弘扬民族精神, 让新时代的中国情结渗透到审美化日常生活的方方面面, 促进中华文化的创新性发展。

1.5 数字伦理

科学技术的快速发展使数字文化产业的现状和前景焕然一新, 而与之相适应的伦理道德观念还未得到普遍的认识和充分的讨论。2022 年 3 月 20 日中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于加强科技伦理治理的意见》明确将“增进人类福祉”“尊重生命权利”“坚持公平公正”“合理控制风险”“保持公开透明”这五条作为科技伦理的基本原则^[16]。俞鼎等^[17]认为, 人工智能具有场景驱动创新的特殊性, 需要在具体情境和技术理解中建立主体的责任意识。一方面, 人工智能的技术逻辑对数字霸权、数字鸿沟、数字化来说具有自反性, 从业者应当在技术研究中注意考虑社会公平性, 主动利用技术优势, 推动公共资源配给方式优化; 另一方面, 开发者和应用者需要提高道德敏感度, 抓住数字机遇, 修正数据偏见, 促进工具理性转向价值理性, 传递正向文化价值。



图 5 文旦柚、云南芒果的包装

Fig.5 Packaging of Mandaeen pomelo and Yunnan mango

以人工智能设计为例,这一技术创新的初衷是希望用户不再受限于以量取胜、平摊设计成本的传统盈利模式。人工智能设计能够包容小众偏好、满足弱势需求,让一些偏个性化的想法能有落地的可能性,是一种具有人文关怀的宝贵尝试。如何进一步让虚拟现实和实体经济有机结合,促进“碳基伦理与硅基伦理之间的融合与平衡”^[18],构建面向未来的数字伦理新范式,是从业者要持续思考的问题和努力的方向。

1.6 可视数据

通过可视化手段,可以对原本抽象、庞杂的数据进行预先计算和处理^[19],将数据本身和数据关系呈现为便于展示和易于解析的图表,这种转换能够起到筛选大批量信息、重新结构化大数据的作用。在转换的过程中,多余的信息被剔除了,复杂的数据被厘清了,使用者不用浪费精力收集数据或整理数据,就能够直接得到可视数据,只需要专注挖掘数据的深度潜力,

极大地提高了工作效率。人工智能设计在算法上具有优越性, AI 设计师善于学习数据库中的设计信息,也善于提取用户的需求信息,通过建立这两者间的数据联系,就能将用户的描述性需求准确转换为视觉要素(结构要素、美学要素、文化要素、营销要素等),并且快速生成可视化方案。

人工智能文化产业流程包括智能设计和智能制造,智能设计又包括平面设计和结构设计,结构设计可以有效保护产品的自身价值,平面设计可以有效提升产品的附加价值,而平面设计可以再细分为智能配色和智能排版。在整个流程中,人工智能设计师的核心能力可以被总结为一键平面设计、智能结构设计、智能印前检测、智能配材推荐四个部分,见图 6。为了凸显核心能力,优化用户体验,团队可以将各部分功能集成为可视化模块,用户就能够借助云渲染技术,直观地看到设计方案,然后按照自己的心意操作模块,调整配色、排版、元素,以达到自己想要的效果。

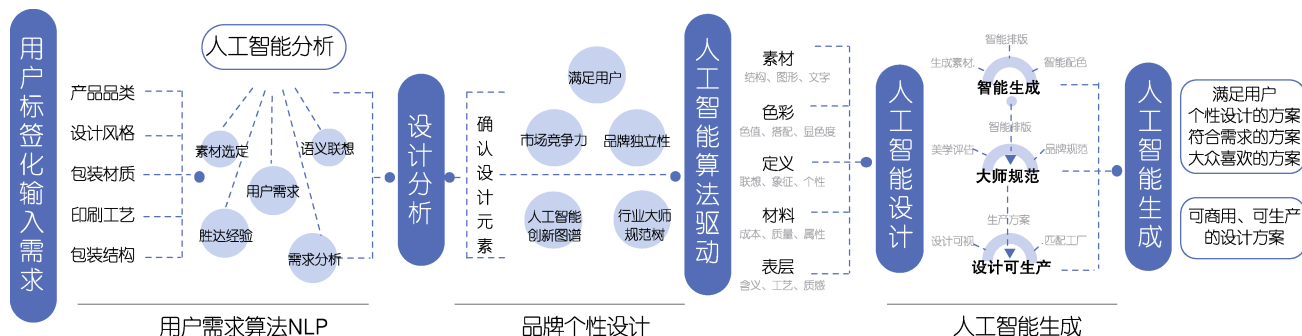


图 6 人工智能设计组合链路

Fig.6 Combined link of artificial intelligence design

2 智能设计研究现状

随着人工智能技术的发展, AI 在设计领域中的优势也逐渐体现出来,主要表现为高效率 and 全面性,包括与计算力相关联的高性能计算、高效率存储与读取,以及与行业知识相关联的大数据分析、知识图谱构建等方面。设计活动充满了人类的思维和想法,对机器来说是比较抽象的概念。参数化的方式用数字程序描述对象,以及对象之间的联系,使计算机能理解和计算^[20]。基于计算机视觉和图形学,可以将视觉传达设计过程中的抠图、布局设计、色彩搭配等任务,转化为计算机能处理的运算问题,自动化设计中的环节,减少重复性简易设计工作的时间消耗,辅助设计师进行更高效的设计。

智能抠图的主要任务是 Matting,目标是找到用于区分前景 F 和背景 B 的合适透明度权重 α 。2018 年, Aksoy 等^[21]提出了像素级的语义软分割 (Semantic Soft Segmentation, SSS) 模型,允许对图像进行分割时出现过渡区域,可实现头发丝级的高精度抠图。2020 年, Sengupt 等^[22]使用原图和背景图的组合,代

替了传统的原图和三元图 (Trimap) 的组合,支持在动态视频上进行实时抠图。同年, Liu 等^[23]和 Qiao 等^[24]都提出了不需要提供三元图的 Matting 方法,达到了当时此方向上的 SOTA 效果。此外, Liu 等^[23]的方法可用于细化粗标注的公共数据集和语义分割方法,可大大降低高质量注释的人力成本。到了 2022 年,国内的 PaddleSeg 团队开源了 PP-Matting 系列模型,可针对不同分辨率的输入,提供最匹配的 SOTA 模型,并且可实现不同场景下的模型微调。

布局设计是对图像、文本、颜色等视觉元素组合的功能化表达,不仅需要传递视觉元素所表达的信息,同时也要使整体的设计排列更具有吸引力。2016 年, Yang 等^[25]基于与审美相关的高级语义特征和可计算的低级图像特征,设计了一个可用于布局设计的自动排版框架。该框架整合了视觉传达设计中的关键元素,包括图像合成、智能排版、颜色搭配,实现了视觉文本布局的自动生成。随着生成对抗网络 (Generative Adversarial Networks, GANs) 的发展,智能设计领域逐渐开始关注直接的内容创作。2019 年, Li 等^[26]提出了基于 GANs 的布局设计生成模型 LayoutGAN。

传统的 GANs 会在像素级别上进行图像合成, 而缺少元素之间的关系信息, LayoutGAN 利用自注意力模块, 通过对高级语义和几何关系进行建模, 能直接生成真实的图形元素组合布局, 可用于杂志版面、文档布局等设计。2021 年, Kikuchi 等^[27]将强大的 Transformer 架构引入布局生成任务, 并采用了多头注意力的机制, 提高了模型学习真实布局分布特征的能力, 在公开的移动应用数据集、文档图像版面数据集、杂志版面数据集上都有不错的表现。

除了图形元素和布局设计之外, 色彩搭配也是设计的核心之一, 高质量的文本和图形配色方案, 是视觉传达设计中的一大挑战。人工神经网络一开始被广泛运用在数据拟合、模式识别、维度压缩等方面。2016 年, Guan 等^[28]提出了一种基于径向基函数 (Radial Basis Function, RBF) 的人工神经网络, 使用峰值密度函数来确定隐藏神经元的数量, 被应用于木材染色中配色方案的预测。为了生成基于用户偏好的智能配色方案, 胡志刚等^[29]利用 BP (Back Propagation, BP) 神经网络技术, 建立了产品感性意向和配色之间的关联模型, 辅助设计师处理用户偏好与配色搭配规则之间的关系。2017 年, Yang 等^[25]构建了一套视觉文本布局生成系统, 并根据彩色谐波模型, 对布局元素进行了色彩匹配。2021 年, Chen 等^[30]提出了基于模糊逻辑的颜色模式情感评价方案, 用于分析和设计飞机驾驶舱中的配色方案。在此期间, 随着 AI 和设计交叉领域的研究不断深入, 涌现了一些人工智能驱动的配色设计工具, 例如 Khroma。Khroma 运用机器学习了解和提取用户感兴趣的色彩, 并将风格进行参数化, 通过用户选择自己喜爱的颜色, 智能生成符合真实数据的配色方案。

目前, 智能抠图、智能排版、智能配色等模块的自动化方案, 已逐渐运用到设计师的日常设计中。阿里巴巴推出的鹿班设计平台, 基于人工智能技术, 能快速、批量、自动化地进行图片设计, 曾在双十一期间, 设计了上亿张商品海报和广告横幅。Adobe 公司旗下的各个设计软件, 也将智能设计嵌入其中。Adobe Sensei 通过深度学习和机器学习, 基于 Adobe 长期积累下来的图像、影像等数据进行训练, 提供面部识别、风格滤镜、智能网页排版、智能抠图等图像处理功能, 并可应用于 Photoshop、Illustrator 等软件。然而, 在智能设计领域内仍缺少端到端的全自动化模型, 目前的智能设计能生产出可被公式化的设计, 而连接审美和创意的智能设计仍是一个设想。

3 智能设计系统的构建

智能设计系统将设计任务具体为智能排版、智能配色、结构设计三大应用。其中, 智能排版和智能配色的应用都针对平面设计领域, 而结构设计针对计算机化布局规划领域。三个应用都通过将目标任务转化

为数学问题, 对其中的参数化变量进行建模和分析。

3.1 智能排版

排版设计的基础元素, 包括图像元素和文本元素两大类型^[31]。智能排版的任务是基于输入的图片元素和文本元素, 结合布局模板库, 自动生成由异构元素组成的推荐布局模板。首先, 基于不同的元素类别和排版风格, 需要构建一套布局模板库。针对布局模板特征, 参数化元素信息为向量形式, 元素在笛卡尔坐标系中的位置信息 $P = (x_i, y_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$, n 为元素个数, x 为横坐标, y 为纵坐标, 底图左上角坐标为 $(0, 0)$ 。对于一张 1080×720 的底图, 横坐标为 $0 \sim 1079$, 纵坐标为 $0 \sim 719$ 。基于设计师设计机制, 分层化元素布局模板, 包括背景层、前景装饰层、文本层、logo 层, 见图 7。

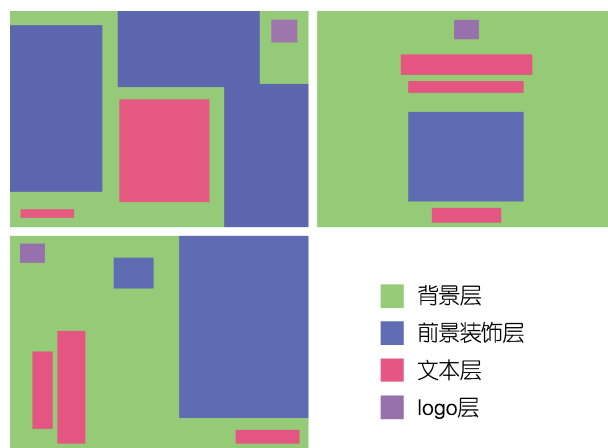


图 7 基于分层的元素布局模板示例
Fig.7 Examples of element layout templates based on layered structure

设计元素类型众多且像素化数据特征差异不大, 为减弱元素误分类对生成排版结果造成的影响, 智能排版系统采用人工的方式, 预先对设计元素进行数据分类标注。智能排版将任务描述成一个线性收敛问题, 在元素种类和风格特征的约束下, 最小化模型预测布局与最优布局模板之间的损失, 从而得到最小空间布局损失的最优解。基于 LeNet 卷积神经网络模型^[32], 将 ReLu 作为激活函数, 并采用 dropout 方法解决模型过拟合的问题, 优化模型输出。通过多维数据可视化分析、用户点击率分析等方法来选择最优模板。如图 8 所示, 展示了智能排版系统的技术路线。基于 GPU 加速技术, 智能排版系统可以并行计算, 在几秒内生成上百种排版, 提供给用户进行选择。

智能排版生成结果评估部分, 采用用户研究 (User Study) 的方式, 比较生成布局模板与设计师人工设计的布局模板。针对 30 位年龄为 $20 \sim 50$ 岁、性别比例为 $1:1$ 的市场用户, 在五个风格任务下, 获得排版是否贴合主体元素 (A)、排版是否美观 (B)、排版是否直观 (C)、排版的创新性 (D) 四方面的单

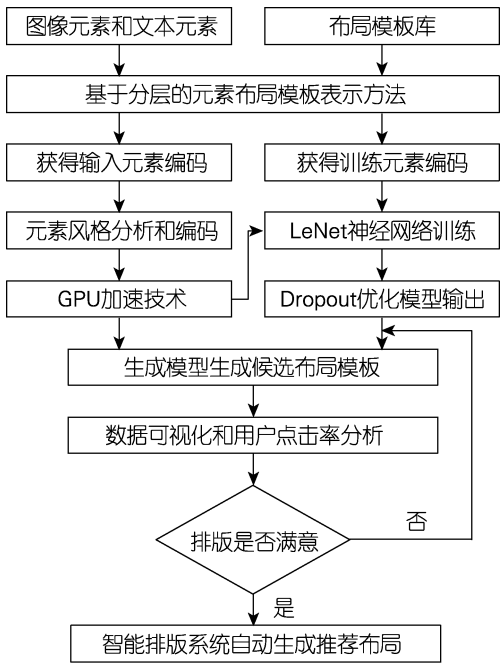


图 8 基于图像和文本的智能排版系统技术流程
Fig.8 Technology flow chart of intelligent layout system based on image and text

项平均评分和风格平均评分。满分为 10 分，分数越高表示越接近目标指标，见表 1—2。表 1—2 的数据显示，智能排版模型在简约风格下表现最好，达到了与设计师近似的水准；而在插画风格下表现略差，这可能与布局模板库中不同风格模板的元素复杂度有关。

3.2 智能配色

基于设计主色和设计风格，利用参数向量化技术建立多风格配色库，智能配色系统自动生成配色方案，具体技术流程见图 9（以包装的平面设计为例）。设计师在设计初期常会用到 PS、AI、ID 等图像处理软件，进行元素的设计和处理，智能配色系统内嵌了

表 1 基于四指标的设计师模板得分
Tab.1 Scores of designer templates based on four parameters

指标	传统	简约	时尚	奢华	插画
A	8.71	9.25	7.88	8.13	8.11
B	8.37	8.51	8.72	8.37	9.35
C	8.87	9.45	8.57	8.46	8.25
D	8.23	7.94	8.46	8.72	9.32
平均分数	8.55	8.79	8.41	8.42	8.76

表 2 基于四指标的智能排版系统生成模板得分
Tab.2 Scores of templates generated by intelligent layout system based on four parameters

指标	传统	简约	时尚	奢华	插画
A	8.22	8.72	7.34	7.65	7.24
B	7.89	8.39	8.26	8.07	8.55
C	8.29	8.93	8.09	8.01	7.15
D	8.12	8.81	7.83	8.21	7.35
平均分数	8.13	8.71	7.88	7.99	7.57

自动抠图、元素风格迁移的模块，可以满足设计过程中图像元素处理的需求。在计算机图像处理中，使用向量表示色彩的值，例如 (255, 255, 255) 表示 RGB 颜色模式下的白色^[33]。根据设计师的经验、网络爬虫、行业资源建立多风格配色库，将配色模板矩阵向量化为 $C_{ij}(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ ， n 为元素个数， m 为风格索引，作为神经网络训练数据。建立设计主色自变量、设计风格自变量和配色方案因变量之间的关系模型，基于计算机视觉模块 OpenCV 和 K-means 技术可实现图像颜色检测和主色调提取，排除无意义主色，例如空白、黑底等元素的干扰，作为神经网络的输入参数。通过损失函数线性收敛，优化算法，并不断迭代更新权重参数，求得配色方案最优解。

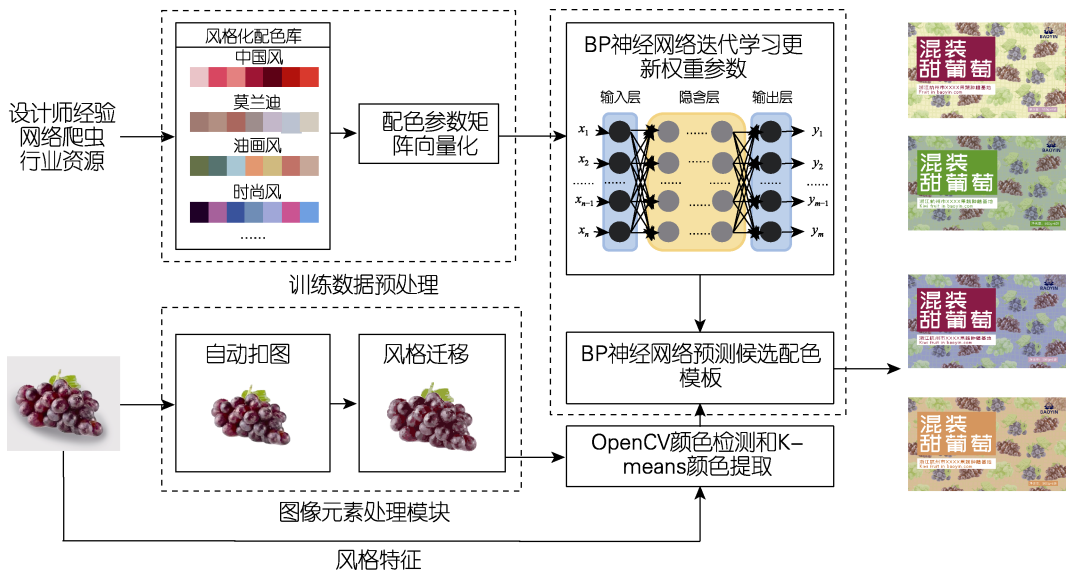


图 9 基于主色和风格的智能配色系统技术流程
Fig.9 Technology flow chart of intelligent color matching system based on main color and style

色彩处理涉及多种颜色模式的选择和应用。多风格配色库和算法处理分别基于 HSV 颜色空间和 RGB 颜色空间。HSV 颜色空间是一种接近人类颜色感知的仿真模型，广泛地应用于色彩比较领域^[34]。RGB 颜色标准是计算机、工业界、日常生活中应用最广泛的一种颜色模型，涵盖了人类所能感知的绝大部分颜色。针对印刷生产部分，颜色数值需转换为 CMYK 模式，CMYK 是印刷品常用的四原色，是一种依靠色彩反光的颜色模式。智能配色系统的颜色模式转换方式如下：

HSV颜色模型 ⇌ RGB颜色模型 ⇌ CMYK颜色模型

3.3 结构设计

传统的结构设计方法表明，在设计过程中需要考虑容纳功能、保护功能、传递功能、便利功能、促销功能、社会适应功能六方面的因素^[35]，从而满足结构在储存、运输、销售等环节的需求。应用人工智能技术输出空间布局图纸，辅助设计师进行结构设计，优

化结构设计方案，降低产品损坏、变质的风险。GANs 能实现图像到图像的映射，可以用于解决结构设计中图像生成的问题。GANs 由两个主要部分组成，生成器 G (Generator) 和判别器 D (Discriminator)。生成器根据学习到的映射将输入图像转化为输出图像，判别器判断图像是生成图像还是真实图像，两个网络互相对抗，判别器不断迭代提高判别能力，生成器能不断优化输出，最终生成与真实图像相差无几的高质量内容。

智能结构设计系统采用条件生成对抗网络 (Conditional Generative Adversarial Network, cGAN)，从俯视图和侧面的平面图像中学习各元素间的拓扑特征和空间布局，见图 10。训练数据包含建立的结构模型库，根据设计师人工设计、行业资源、网络爬虫等方式，收集处理了 500 多个基础结构模型和 300 多个通用结构模型。两个 cGAN 模型分别学习俯视图和侧面的空间布局特征，将输出的特征进行模型嵌套^[36]，实现预期维度上的结构布局。

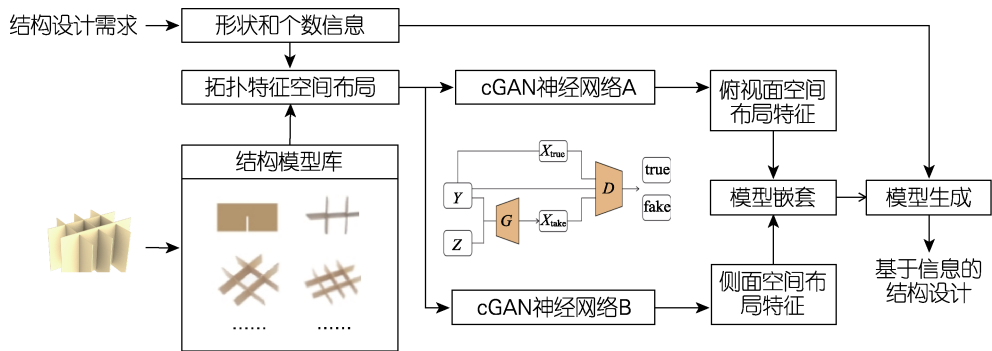


图 10 基于信息的设计技术流程
Fig.10 Technology flow chart of structure design based on information

智能结构设计系统能在给定形状和个数的条件下，自动生成接近人类设计师水平的结构设计，实现结构设计量产化、功能化，并降低成本。根据市场上企业提供的结构数据，系统对两个 cGAN 模型进行参数和输入输出的微调，在预训练基础上，基于真实结构特征，进行了模型调整与训练。针对结构的特征，包括种类、体积、个数、几何形状，进行输入数据预处理^[37]，将输入数据参数化为向量矩阵，见式 (1)，其中 I 表示输入模型的向量矩阵， X 表示目标产品参数向量的并集， n 为结构模型个数。

$$I=[(X_0)^T,(X_1)^T,\cdots,(X_n)^T]^T \tag{1}$$

在结构生成结果评估方面，基于结构是否满足容纳需求 (A)、结构是否具有保护性 (B)、结构的便利性 (C) 和结构的可传递性 (D) 指标，对 30 位年龄为 20~35 岁、性别比例为 1 : 1 的结构设计师进行用户研究，获得误差量化结果，见表 3。为减小设计师主观因素对结果的影响，将设计师随机分成三组，每组 10 人，得到每组的平均评分。表 3 数据显示，智能结构设计系统在容纳性 (A)、保护性 (B) 方面

表现较好，而在便利性 (C) 方面表现略差，这可能与模板便利性特征参数化难度大有关。

表 3 基于四指标的智能结构设计系统得分
Tab.3 Scores of intelligent structure design system based on four parameters

设计师分组序号	A	B	C	D
1	9.5	9.1	7.8	8.4
2	8.6	8.5	8.7	8.6
3	8.9	9.3	8.3	8.7
平均分数	9.00	8.97	8.27	8.57

4 结语

人工智能设计为非专业化用户提供了从设计到生产的一体化新智造服务，解决了小微电商企业、农产品行业的设计难题，并且以新锐的产品设计、品牌设计观念，助力地方品牌，提升产品的科技附加价值，增强产业的市场核心竞争力。如今，元宇宙时代即将

到来。“元宇宙是对人类线上数字生活全貌的次世代描述,它至少包含八个部分,即人、文化、经济、交互、网络、图形学、区块链和人工智能”^[38]。新智造应当在强化核心技术的基础上,开拓技术视野,立足人工智能技术在文化服务领域的应用成果,展望虚拟现实技术的应用前景,优化现有成熟机制,着重打造数字虚拟人小方,构建人机交互设计新概念,利用全息技术、孪生技术等元宇宙底层概念优化用户设计交互模式,进一步满足用户的文化创造需求,为共同富裕目标添砖加瓦。

参考文献:

- [1] 全面加强基础设施建设构建现代化基础设施体系为全面建设社会主义现代化国家打下坚实基础[N]. 人民日报, 2022-04-27(1).
Comprehensively Strengthen Infrastructure Construction to Build a Modern Infrastructure System and Lay a Solid Foundation for the Comprehensive Construction of the Modern Socialist Country[N]. People's Daily, 2022-04-27(1).
- [2] 文懿. 2021 年文化产业 10 大关键词发布[N]. 中国社会科学报, 2022-01-20(005).
WEN Yi. Top 10 Keywords for Cultural Industry in 2021[N]. China Social Science News, 2022-01-20(005).
- [3] 邓建国, 刘博. 2021-2022 元宇宙报告——化身与智造: 元宇宙座标解析[EB/OL]. (2022-08-18) [2023-01-15]. <http://xdyanbao.com/doc/fby8wzjjwh>.
DENG Jian-guo, LIU Bo. 2021-2022 Metaverse Report: Incarnation and Wisdom: An Analysis of Metaverse Coordinates[EB/OL]. (2022-08-18) [2023-01-15]. <http://xdyanbao.com/doc/fby8wzjjwh>.
- [4] 方巍, 伏宇翔. 元宇宙: 概念、技术及应用研究综述[J/OL]. 南京信息工程大学学报(自然科学版) (2022-12-10) [2023-01-15]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1801.N.20221207.1946.001.html>
FANG Wei, FU Yu-xiang. Metaverse: conceptions, key technologies and applications[J/OL]. Journal of Nanjing University of Information Science & Technology (Natural Science Edition) (2022-12-10) [2023-01-15]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1801.N.20221207.1946.001.html>
- [5] 黄永林. 中国文化产业论纲[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 2021.
HUANG Yong-lin. The Outline of the Cultural Industrial Development[M]. Wuhan: East China Normal University Press, 2021.
- [6] 杨秀云, 李敏, 李扬. 数字文化产业生态系统优化研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2021, 41(05): 127-135.
YANG Xiu-yun, LI Min, LI Yang-zi. Research on Digital Cultural Industry Ecosystem Optimization[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences), 2021, 41(05): 127-135.
- [7] 徐蕾, 李莎, 宁焕生. Web 3.0 概念、内涵、技术及发展现状[J]. 工程科学学报, 2023, 45(05): 774-786.
XU Lei, LI Sha, NING Huan-sheng. Concept, Connotation, Technology and Development status of Web 3.0[J]. Chinese Journal of Engineering, 2023, 45(05): 774-786.
- [8] 建洪. 绿色发展理念: 绿色经济社会治理的新范式[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2021(4): 48-57.
JIAN Hong. Green Development Idea: A New Governance Paradigm for a Green Economy and Society[J]. Journal of Beijing Normal University(Social Sciences), 2021(4): 48-57.
- [9] 李凤亮, 古珍晶. “双碳”视野下中国文化产业高质量发展的机遇、路径与价值[J]. 上海师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 50(06): 79-87.
LI Feng-liang, GU Zhen-jing. Opportunities, Paths and Values for the High-Quality Development of China's Cultural Industry from the Perspective of “Dual Carbon” [J]. Journal of Shanghai Normal University(Philosophy & Social Sciences Edition), 2021, 50(06): 79-87.
- [10] 张蕾, 黄昌勇. 元宇宙文化产业生态圈之构建[J]. 同济大学学报(社会科学版), 2022, 33(05): 32-42.
ZHANG Lei, HUANG Chang-yong. The Construction of the Metaverse Cultural Industry Ecosystem[J]. Journal of Tongji University(Social Science Edition), 2022, 33(05): 32-42.
- [11] 顾江. 党的十八大以来我国文化产业发展的成就、经验与展望[J]. 管理世界, 2022, 38(07): 49-60.
GU Jiang. The Achievements, Experience and Prospects of China's Cultural Industry Development Since the 18th National Congress of the Communist Party of China[J]. Journal of Management World, 2022, 38(07): 49-60.
- [12] 高宏存, 纪芬叶. 区域突围、集群聚合与制度创新——“十四五”时期文化产业高质量发展的大视野[J]. 行政管理改革, 2021(02): 16-27.
GAO Hong-cun, JI Fen-ye. Regional Breakout, Cluster Aggregation and System Innovation: The Broad Vision of High-Quality Development of Cultural Industry During the 14th Five-Year Plan[J]. Administration Reform, 2021(02): 16-27.
- [13] 王韞, 徐迎庆. 负责任的人工智能与设计创新[J]. 包装工程, 2022, 42(6): 1-6.
WANG Yun, XU Ying-qing. Responsible AI and Design Innovation[J]. Packaging Engineering, 2022, 42(6): 1-6.
- [14] 王亚琦, 成朝晖. 设计智造系统下的传统活化探索[J]. 家具与室内装饰, 2022, 29(09): 6-9.
WANG Ya-qi, CHENG Zhao-hui. Exploration on the Tradition Activation in the Context of Smart Design Manufacturing[J]. Furniture & Interior Design, 2022, 29(09): 6-9.
- [15] 数字技术焕发文博行业新生机[N]. 美术报, 2022-08-13(006).
Digital Technology Gives New Life to the Cultural and

- Museum Industry[N]. Fine Art News, 2022-04-27(1).
- [16] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 关于加强科技伦理治理的意见[EB/OL]. (2022-03-20)[2023-01-15]. http://www.gov.cn/zhengce/2022-03/20/content_5680105.htm. The General Office of the CPC Central Committee, The General Office of the State Council. Opinions on Strengthening the Ethical Governance of Science and Technology[EB/OL]. (2022-03-20)[2023-01-15]. http://www.gov.cn/zhengce/2022-03/20/content_5680105.htm.
- [17] 俞鼎, 李正风. 智能社会实验: 场景创新的责任鸿沟与治理[J/OL]. 科学学研究(2022-11-30)[2023-01-15]. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20221129.001>. TU Ding, LI Zheng-feng. Intelligence Social Experiments: The Responsibility Gap of Context-driven Innovation and Its Governance[J/OL]. Studies in Science of Science(2022-11-30)[2023-01-15]. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20221129.001>.
- [18] 路强. 数字虚拟世界的伦理基底——以“VR 性侵”为中心[J]. 探索与争鸣, 2022(7): 124-130. LU Qiang. Ethical Basis of Digital Virtual World——Centered on "VR Sexual Assault" Event[J]. Exploration and Free Views, 2022(7): 124-130.
- [19] 付心仪, 刘世霞, 徐迎庆. 信息可视化的发展与思考[J]. 装饰, 2017(4): 16-19. FU Xin-yi, LIU Shi-xia, XU Ying-qing. The Development and Reflection of Information Visualization[J]. Zhuangshi, 2017(4): 16-19.
- [20] 任振华. 建筑复杂形体参数化设计初探[D]. 广州: 华南理工大学, 2010. REN Zhen-hua. Investigation of Parametric Design Methods for Architecture with Complicate Shapes[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.
- [21] AKSOY Y, Oh T H, Paris S, et al. Semantic soft segmentation[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2018, 37(4): 1-13.
- [22] SENGUPTA S, Jayaram V, Curless B, et al. Background matting: The world is your green screen[C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2020: 2291-2300.
- [23] LIU J, Yao Y, Hou W, et al. Boosting Semantic Human Matting with Coarse Annotations[C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2020: 8563-8572.
- [24] QIAO Y, LIU Y, YANG X, et al. Attention-guided Hierarchical Structure Aggregation for Image Matting[C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2020: 13676-13685.
- [25] YANG X, MEI T, XU Y Q, et al. Automatic Generation of Visual-Textual Presentation Layout[J]. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM), 2016, 12(2): 1-22.
- [26] LI J, YANG J, HERTZMANN A, et al. Layoutgan: Synthesizing graphic layouts with vector-wireframe adversarial networks[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2020, 43(7): 2388-2399.
- [27] KIKUCHI K, SIMO-SERRA E, OTANI M, et al. Constrained Graphic Layout Generation via Latent Optimization[C]//Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia. 2021: 88-96.
- [28] GUAN X, Zhu Y, Song W. Application of RBF neural network improved by peak density function in intelligent color matching of wood dyeing[J]. Chaos, Solitons & Fractals, 2016, 89: 485-490.
- [29] 胡志刚, 吕娜, 乔现玲, 等. BP 神经网络在产品配色中的应用研究[J]. 包装工程, 2016, 37(10): 136-141. HU Zhi-gang, LYU Na, QIAO Xian-ling, et al. Application of BP Neural Network in Product Color-matched Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(10): 136-141.
- [30] CHEN Y, Yu S, Chu J, et al. Fuzzy emotional evaluation of color matching for aircraft cockpit design[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2021, 40(3): 3899-3917.
- [31] HUO H, WANG F. A Study of Artificial Intelligence-Based Poster Layout Design in Visual Communication[J]. Scientific Programming, 2022, 1: 1-9.
- [32] ZHANG C, YUE X, WANG R, et al. Study on Traffic Sign Recognition by Optimized Lenet-5 Algorithm[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2020, 34(01): 2055003.
- [33] 肖彬. 图像处理中颜色模式的探究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2019(1): 132-134. XIAO Bin. Research on Color Mode in Image Processing[J]. Computer Programming Skills and Maintenance, 2019, 1.
- [34] KOLKUR S, KALBANDE D, SHIMPI P, et al. Human Skin Detection Using RGB, HSV and YCbCr Color Models[J]. Proceedings of the International Conference on Communication and Signal Processing (ICCASP), 2016: 324-332.
- [35] 孙诚. 纸包装结构设计(第二版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006. SUN Cheng. Structural Design of Paper Packaging (Second Edition)[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2006.
- [36] CHAILLOU S. Archigan: Artificial Intelligence x Architecture[M]. Singapore: Architectural intelligence. 2020.
- [37] CHAEIBAKHSH S, NOVIN R S, HERMANS T, et al. Optimizing Hospital Room Layout to Reduce the Risk of Patient Falls[J]. International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, 2021: 36-48.
- [38] 高峰. 元宇宙——未来计算艺术发展的新生态[J]. 美术观察, 2022(4): 24-25. GAO Feng. Metaverse—A New Ecology for the Future Development of Computational art[J]. Art Observation, 2022(4): 24-25.