

基于人工智能技术的工业设计流程研究

任宇龙

华东理工大学艺术设计与传媒学院, 上海

收稿日期: 2024年10月12日; 录用日期: 2024年12月9日; 发布日期: 2024年12月16日

摘要

本文探讨了人工智能技术在工业设计流程中的应用及其对设计创新的影响。文章回顾了传统工业设计的核心流程及其所面临的挑战, 重点分析了人工智能技术在调研、概念设计阶段的设计决策、快速原型开发及自动化生成设计方案等方面的优势, 并列出了相关人工智能工具的具体应用。文章进一步探讨了人工智能如何助力设计师与用户共创, 增强个性化设计体验。在CMF (颜色、材料和工艺)流程中, 详细阐述了人工智能通过挖掘情感记忆、探索情感需求和连接感知的方式赋能CMF工业设计。最后, 本文分析了基于人工智能的工业设计所面临的局限性, 特别是在创造力、道德伦理和技术可靠性方面, 并对人工智能在工业设计领域的未来前景进行了展望。

关键词

人工智能技术, 工业设计流程, 设计创新, 概念设计

Research on the Industrial Design Process Based on Artificial Intelligence Technology

Yulong Ren

School of Art Design and Media, East China University of Science and Technology, Shanghai

Received: Oct. 12th, 2024; accepted: Dec. 9th, 2024; published: Dec. 16th, 2024

Abstract

This paper explores the application of artificial intelligence (AI) technology in industrial design processes and its impact on design innovation. The article reviews the core processes of traditional industrial design and the challenges they face, with a focus on analyzing the advantages of AI technology in design decision-making, rapid prototyping, and automated design generation during the research and conceptual design stages. It also provides examples of specific AI tools used in these applications. Furthermore, the paper examines how AI facilitates co-creation between designers

and users, enhancing personalized design experiences. In the CMF (Color, Material, Finish) process, it elaborates on how AI empowers CMF industrial design by tapping into emotional memories, exploring emotional needs, and connecting perceptions. Finally, the paper analyzes the limitations of AI-based industrial design, particularly in terms of creativity, ethical considerations, and technological reliability, and provides an outlook on the future of AI in the field of industrial design.

Keywords

Artificial Intelligence Technology, Industrial Design Process, Design Innovation, Conceptual Design

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

工业设计是将创意、技术和商业需求融合，通过设计出高效、吸引人的产品，提升用户体验、满足市场需求的过程。工业设计是工业革命的产物[1]，在制造业中，工业设计扮演着关键角色。首先，它直接影响产品的市场竞争力和销售业绩，通过设计出具有吸引力、创新性和差异化的产品，制造商可以在市场上脱颖而出。其次，良好的工业设计可以提高生产效率，减少生产成本，提高产品质量和可靠性。此外，工业设计还直接影响用户体验和满意度，决定了产品在市场上的口碑和用户忠诚度。综上所述，工业设计在制造业中具有不可替代的重要性，是产品成功的关键因素之一。

人工智能(AI)工具近期被频繁地利用于各个领域当中，而在人工智能领域中 Midjourney、Stable Diffusion 和 DALL-E 2 这样的工具被用来以极高的速度制作复杂的艺术作品。然而，到目前为止，AI 工具主要被用于 2D 概念艺术，它们在工业设计和产品开发中也有潜在的应用。

工业设计是人类创造和发展新产品的过程，包括它们的形式、功能和美学。工业设计领域不断发展，新技术不断被开发以辅助设计过程。AI 工具凭借其分析数据和生成新想法的能力，有潜力彻底改变产品设计的方式。AI 的最新进展导致了新工具的开发，这些工具可以用于设计过程，例如生成式设计，它使用算法根据特定标准生成新的设计选项，以及计算机辅助设计，它使用 AI 协助创建和操作 3D 模型。这些工具可以帮助启发、构思和产品开发的其他阶段，使设计过程更快、更高效。

2. 传统工业设计的流程与挑战

工业设计是将创意、技术和商业需求融合，通过设计出高效、吸引人的产品，提升用户体验、满足市场需求的过程。工业设计，又称产品设计，是将创意转化为实用、具有市场竞争力的产品的过程。其基本流程包括以下几个阶段：

需求分析阶段：通过市场调研、用户访谈等方式收集和分析用户需求和市场趋势，明确产品的定位、目标用户和功能需求。

概念设计阶段：在需求分析的基础上，进行创意激发和概念生成，提出不同的设计方案和理念，通常以草图、手绘、模型等形式展现。

方案设计阶段：从各个设计方案中选取最有潜力的几个方案，进行详细的设计和优化，包括构造设计、造型设计、功能设计等，通常以计算机辅助建模软件进行设计和建模。

验证和评估阶段：对设计方案进行模拟、测试和评估，验证其功能性、可行性和实用性，可以通过

原型制作、用户测试等方式进行。

修改和完善阶段：根据验证和评估的结果，对设计方案进行调整和优化，解决存在的问题，使产品设计更加完善。

生产准备阶段：确定最终的设计方案，并进行生产工艺设计、材料选择、供应链管理等准备工作，为产品的批量生产做好准备。

生产和上市阶段：开始批量生产，并进行市场推广和销售，将产品推向市场，满足用户需求，实现商业价值。工业设计的流程通常是循环迭代的，设计师会根据不断的反馈和改进，不断优化设计方案，直至达到最终的产品目标。

传统的工业设计流程通常需要耗费大量的时间和人力资源。从需求分析到产品上市，整个设计过程可能需要数月甚至数年的时间，产品的开发周期和成本在这一系列漫长的流程中无形地提高了。受限于传统的设计方法和思维模式，在成熟的工业设计流程之下，难以实现真正的创新。设计师可能受到传统观念的束缚，难以突破固有的设计框架，导致产品缺乏差异化和竞争优势。工业设计是一项系统的工程，涉及设计、研发、生产、市场等部门和团队的合作，在沟通协调的过程中，容易出现信息传递不畅、理解偏差等问题。

3. 人工智能在工业设计流程中的应用

今天，数字化的技术飞速发展，在设计领域，人工智能俨然成为了设计创新的重要驱动力，特别是在工业设计领域，在工业设计流程中的前期调研阶段，人工智能通过大模型的算力，推动数据分析，加快设计前期市场、用户、系统的调研进程，实现以人工智能为辅助的基于数据驱动的前期设计。自然语言(NLP)是人工智能领域的一个重要分支，在工业设计的前期调研中，自然语言处理可以发挥重要的作用。应用 NLP 技术分析用户反馈，在线评论，在不同的社交媒体上发布的内容，能够使分析来源多样化。

3.1. 设计调研

对于传统设计而言，从概念推至成型产品是一个复杂且反复的过程，在设计中期的概念设计过程中，设计师需从前期调研的用户偏好、市场需求等收集的用户偏好，创造性地提出尽可能多的设计概念，这一概念既包含产品的形状，又需要功能、材料等必要因素。工业设计的每一段流程所耗费的时间会被严格地控制，因此在概念设计阶段，留给设计师使用的时间会被严格的考量，而设计概念方案的数量会受到有限的时间影响，因而在概念设计阶段会出现设计的多样性、创新性和可行性不足的问题。当下，设计调研在工业设计的流程中仍然具有重要的地位，决定着整体设计风格的走向。

一个产品的良好工业设计开端往往始于市场调研，哪些功能和潜质对消费者来说至关重要，消费者的偏好和使用习惯是如何变化的，和竞品之间的差距在哪里；以上的这些问题，都是在市场调研阶段需要注意的。使用基于大语言模型训练的新一代人工智能工具(例如豆包、Kimi、ChatGPT 4 等)，设计师能够以更快的速度搜集、总结现有的市场和消费者数据。此外，由于这些工具是通过参考庞大的本地或联网的数据来源获取见解，因而相较于人脑的有限思考，它们可以通过在短时间内进行更大量“思考”，揭示更深层次的消费需求以及潜在的市场动向。这使得工业设计师能够为后续的在设计链路上的利益相关者做良好的铺垫，以及在后续展开对消费者的访谈时，也能建立更加丰富的知识基础。很多企业的客群相对特殊，并不局限于两三个维度，如购买与销售，或收入、年龄与地理位置等，在此基础上利用人工智能，分析客户的交易模式、选择商品和服务时的心理特征、客户购买产品的规律、消费习惯等多层维度，以此来提升市场调研的累计价值[2]。

3.2. 概念设计

当工业设计师创造新的设计或是对现有的产品进行迭代时，在人工智能领域中，AIGC(生成式人工智能)为设计师提供了强大而丰富的灵感来源。生成式人工智能技术的介入，极大地降低了设计的门槛，使设计呈现出高度智能化、个性化、多元化、便捷化、交互性的特点，以满足人们的生产工作需求，从而创造出富有创新性、艺术性、审美性的作品[3]。在概念设计阶段，需要设计师发挥创造力探索各种设计的可能，深入理解用户需求、市场趋势、技术限制，以寻找最佳的设计方向。设计概念或方案以图像的形式呈现在显示媒介上，包含草图、故事板、原型等。生成式人工智能的出现，使得工业设计师能够使用“提示”来生成新颖、逼真的设计图像，这些设计图像在短时间内可以进行批量的生成，在人为的控制之下，甚至可以在一定程度上迭代。一些生成式人工智能工具已经能够为工业设计的概念设计助力：

ControlNet: 控制网络(ControlNet)是一种文本到图像扩散模型开发的系统，旨在为用户提供对生成图像的进一步控制。ControlNet 允许用户导入多种类型的图像设计，如草图、边缘图、深度图和法线图，来生成具有更大控制力的图像。这一系统充当现有模型的扩展，并针对上述用户导入的内容进行专门训练，从而产生最佳结果。例如在设计中渲染具有可见法线贴图的图像，然后使用该图像结合 Stable Diffusion 快速迭代表面材料等信息。ControlNet 的出现能够加强人工智能和设计师之间的合作，因为 ControlNet 允许 Stable Diffusion 根据设计师的草图准确解释和生成图像。

Midjourney: Midjourney 于 2022 年 3 月首次向大众开放，是一款高效的 AI 制图工具。设计师通过文字描述设计内容，输入产品种类、颜色、材质、制作工艺等信息，Midjourney 即可通过人工智能算法生成相对应的图片，它让创作变得更加简单、高效，同时也能够帮助用户发掘自己的潜力，创造出更加出色的设计作品[4]。Midjourney 在当下已经更新至 V6 版本，拥有质量更高的图像分辨率，更强的语义理解能力，这意味着当设计师键入更多的描述词语时，Midjourney 能够通过强大的人工智能算法理解并处理，在更短的时间内生成设计概念图。随着 Midjourney 版本的更迭，生成图像的分辨率逐步提高，这使得能够设计师操作放大查看图像的细节，让设计概念图的生产工艺、拼装细节等信息以更清晰的方式展现在设计师眼前。由专业团队开发的 Midjourney 架构于 Discord 社区平台，得益于社区平台稳定的信息页面和操作逻辑，设计师能够更快的上手，降低了使用的门槛；而社区的私人频道和公共频道的功能，使得用户能够方便地进行沟通交流，通过共享频道内容实现团队协作，以更高效的方式让团队成员在设计过程中实时反馈和调整。目前，Midjourney 凭借其稳定性、高效性、高度协作性、易用性，已经被大量的设计师所使用，为工业设计师群体拓展了创意的空间。

Stable Diffusion: Stable Diffusion 是一种基于潜在扩散模型构建的图像合成 AI 技术，通过模拟扩散过程，将噪声图像转换为目标图像的模式，用户在本地或云端运行模型，通过使用不同的提示词、导入图片来生成效果图。Stable Diffusion 需要用户掌握一定的技术知识，能够在本地或云端部署图片生成模型。Stable Diffusion 用户多使用本地部署模型，该软件对电脑的硬件配置有一定的要求，若不满足软件推荐的配置，部分功能将会无法使用，相较于在云端社区运行的 Midjourney，Stable Diffusion 的使用需要一定的门槛。使用 Stable Diffusion，设计师能够通过各种参数自定义图像生成过程，比如设计师在图像生成过程中，可以通过调整模型运行步数、扩散强度等参数，来控制最终设计效果图的生成结果，根据其所处概念设计的阶段来对原型进行迭代。此外，由于该软件为开源软件，因此用户能够根据需求对模型进行微调、训练新的数据集，对设计师来说，模型的训练意味着机器将学习概念设计的每一阶段，这将助力设计师更高效地为产品实现家族化设计。

ChatGPT (DALL-E): 2023 年 3 月，随着 GPT-4 版本的推出，ChatGPT 开始支持图像生成功能。DALL-E 是 OpenAI 开发的专门用于图像生成的模型，OpenAI 将其集成到 ChatGPT，用户能够通过描述性文字

生成图像，并能够即时获取上传图像的分析 and 解释结果。在概念设计的早期阶段，设计师即可通过输入初步的设计理念，来生成一定数量的描述性提示词，选择相应的提示词生成视觉化的设计概念方案。DALL-E 模型的核心是将自然语言文本(描述)转换为图像，而在转换的过程中，输入的文本首先会被转换成向量，再通过解码器来将向量转化为与描述相符的模型。中间环节的这些向量基于强大的预训练 GPT 语言模型，模型内包含了成千上万的文本描述及其对应的图像，因而保证了设计师输入的描述性词语与输出的设计概念图具有高度的匹配性、一致性。DALL-E 模型除了拥有高效训练的数据集，还具有逐像素生成性、多样化生成性，这保证了生成图像既具有丰富的细节，又能够避免生成图像的单一化，让设计师能够全面地探索设计的可能性。

3.3. 人工智能助力设计与用户共创

设计共创是邀请核心用户参与关键设计过程，共同确立设计过程、共同决策、共享设计成果的过程。传统工业设计的设计共创，将创新从封闭带向开放。现如今人工智能助力下的设计用户共创，设计师拥有了更加丰富的工具去获取用户的需求，用户需求的分析在人工智能的筛选处理之下，变得多元化、全面化，用户角色参与设计过程的紧密化、中心化程度大大增强。在整个共创的过程中，关键在于保持开放的渠道沟通、鼓励创新思维、快速响应反馈、并确保所有参与者都能在各自的专业领域内发挥作用[5]。

宜家作为全球顶级家具零售商，将设计共创的理念一以贯之，通过技术驱动零售创新，正积极地结合人工智能的力量，让客户在专业人员的协助下，拓展梦想家园的可能性。ChatGPT 与 IKEA Kreativ 设计工具配合使用，让客户能够随心所欲地对空间进行设计、布置，借助生成式 AI 的力量，客户只需提供风格、配色、速算后，AI 能够自动生成任意数量的设计方案，这些方案能够被自由地浏览、多角度地查看细节(见图 1)。人工智能此刻扮演了专业室内设计师的角色，同客户一起共同完成理想中的设计。这并不意味着设计过程的结束，AI 在完成设计方案的生成后，这一过程将以数据的形式反哺至数据集中，由宜家资助的设计机构 Space10 将数据导入模型进行训练，进一步地探索人工智能在整个设计价值链中的边界，Space10 的瑞安·谢尔曼(Ryan Sherman)表示：“Space10 的任务是想象明天的宜家会是什么样子。”

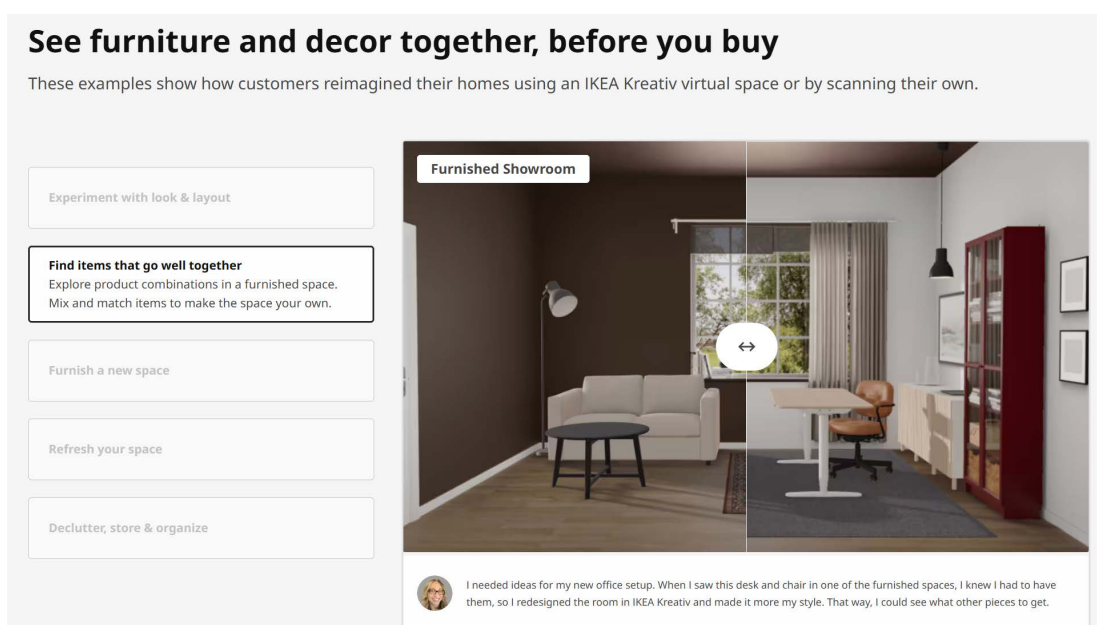


Figure 1. Diagram of IKEA Kreativ design tool
图 1. IKEA Kreativ 设计工具图^①

3.4. 人工智能赋能工业设计 CMF

CMF 设计是工业设计环节中的一部分, 包含颜色、材料、表面处理的设计, CMF 设计侧重于产品外观与触感的塑造, 用户通过触觉与视觉对产品的 CMF 设计产生感知。CMF 设计有助于增强产品对消费者的吸引力, 与产品的情感联系就此建立, 用户体验因而能够得到提升。因为 CMF 设计包含颜色、材料、表面处理三方面的设计, 因此只有将这三种元素进行有机融合, 创造和谐的协同作用, 令人印象深刻的体验才能被达成。将三元素有机融合, 依赖设计师在消费者中挖掘真实的情感记忆、探索潜在的情感需求、连接无形的感知。

挖掘真实的情感记忆: 人工智能通过数据分析及机器学习, 从用户公开提供的内容(如社交媒体评论、购物软件评价等)中识别出与特定颜色、材料、表面处理相关的情感词语, 有助于设计师了解唤起用户情感的设计元素。

探索潜在的情感需求: 每一个用户都是独立的个体, 不同用户即使使用相同的产品, 也会产生截然不同的情感表达, 而设计师以主观感受来判断, 在理解不同的用户情感表达上往往会产生一定的偏差, 继而在识别用户未曾表达的情感需求时, 这种偏差会进一步地放大。人工智能通过分析不同地域和文化背景下的用户数据, 结合在特定场景下的用户反馈, 最终得出潜在的情感需求数据为 CMF 设计提供支持, 这种多样化的洞察能力显然超出了个体设计师的经验范畴。

连接无形的感知: 如果说人工智能是 CMF 的生成工具, 那么结合了虚拟现实(VR)和增强现实(AR)等技术后的人工智能是更强大的 CMF 设计用户体验形态, 由人工智能驱动感知模拟能够生成在不同的情境下的虚拟样本, 人工智能对样本进行收集分析, 帮助设计师预估用户在实际场景中的情感反应, 确保产品在现实中也能引发预期的情感共鸣。通过情绪版(Mood Board)来连接用户无形的感知是一种将设计元素与用户情感联系起来的有效方法, NIKE A.I.R 设计团队开始使用人工智能作为其情绪版的一部分, 与 Sam Kerr、Eliud Kipchoge、Faith Kipyegon、Zheng Qinwen 等 13 名顶级运动员合作, 通过人工智能分析他们的采访, 包含激发他们灵感的人、事物与地点, 为每个运动员生成了数百个 3D 球鞋视觉效果, 运动员使用虚拟现实体验试穿效果, 并与设计师合作, 完成 3D 打印球鞋的制作(见图 2)。



Figure 2. Diagram of Nike and Zheng Qinwen jointly designed sneaker
图 2. Nike 与郑钦文共同设计的球鞋图²⁾

4. 基于人工智能技术的工业设计流程的挑战与展望

在工业设计领域,人工智能的引入无疑带来了巨大的变革,从大语言模型到图像生成模型,从 ChatGPT 到文心一言、悟道、盘古、豆包,人工智能在设计中已经能在一定程度上帮助设计师提升效率、扩大创意的可能性,并辅助设计师更好地发掘、理解、转化用户的需求,但就目前的应用的情况来看,人工智能技术应用于工业设计领域时,仍有一定的局限性。AI 虽然能在短时间内生成大量的方案,但是究其本质,仍是基于算法以及数据的计算过程,人工智能生成的方案若缺少经过设计师充满创造力、情感深度的设计,最终的设计方案必定是缺乏高度的创意性和情感表达的。AI 的有效性依赖大量的高质量数据,若数据来源缺乏多样性,AI 的设计能力将受到限制。工业设计领域包含着材料选择、制造工艺、可持续性等一系列因素的考量,尽管人工智能能在一定程度上处理这些因素,但当设计项目的复杂性高度增加时,人工智能的设计可行性将进一步下降,设计方案的落地必须依赖设计链路上各个环节角色的介入与决策。

尽管存在上述局限,但是就目前人工智能的发展速度来看,AI 在工业设计中应用的前景依旧广阔。当下,由于人工智能的迅猛进步,越来越多的设计师在担忧人工智能将他们的职业代替,未来的 AI 系统将更加注重与人类设计师的协作,而不是单纯的替代,设计师在享受人工智能带来的效率提升和创意拓展的同时,保留对设计的主导权。深度学习和用户行为也在不断进步,未来的人工智能系统将会以更全面、更准确的视角去理解用户需求,辅助设计师生成更加个性化、定制化的设计解决方案。可持续设计是人类设计的永久命题,人工智能在材料科学上的应用将推动工业设计中 CMF 设计环节的发展,让设计师探索新材料易得性、环保性、美观性、耐用性的可能,在可持续设计方面做出更有利的决策,降低对环境的影响。

5. 结语

虽然基于人工智能的工业设计流程在创造性、情感性、数据依赖性和复杂项目管理性等方面面临一些局限,但是随着人工智能技术的进步,这些挑战终将被逐一击破。未来,人工智能将继续并且持续地推动工业设计行业发展,在个性化设计、用户体验、人机协作、可持续设计等方面,为工业设计师提供广阔的创作空间,为设计效率的提升助力。人工智能和工业设计师相结合的这种设计模式可能成为未来的主流趋势,这种趋势会推动工业设计行业创新、进步。

注 释

①图 1 来源: 网页引用, <https://www.ikea.com/us/en/home-design/>

②图 2 来源: 网页引用,

<https://www.designboom.com/design/nike-air-3d-printed-sneakers-ai-math-algorithms-interview-john-hoke-04-13-2024/>

参考文献

- [1] 张福昌. 工业设计中的系统论设计思想与方法[J]. 美与时代(上), 2010(10): 9-14.
- [2] 王敏娜. 大数据对企业市场调查技术与研究方法的影响分析[J]. 企业改革与管理, 2022(14): 114-116.
- [3] 张健, 王雨心, 袁哲. AIGC 赋能传统文化传承设计方法与实践——以山西省永乐宫数字化展示中心方案设计为例[J]. 设计, 2023, 36(17): 30-33.
- [4] 苏晓梅. AI 绘画工具 Midjourney 对智能产品设计的影响[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(13): 116-119.
- [5] 王燕, 范凌. 超越界限: 面向生成式人工智能的整合创新设计思考[J]. 创意设计源, 2024(3): 1-7.