

基于增强智能理念的人机协同设计探索

曾真^{1,2}, 孙效华¹

(1.同济大学, 上海 200092; 2.四川美术学院, 重庆 401331)

摘要:为应对设计在智能时代所面临的挑战,探索能够深度融合人类智慧与机器智能的设计新途径。**方法**在理论层面,从智能系统的计算愿景和活动类型两个维度对人工智能与增强智能进行了概念区分,从思考性与实施性活动两方面对设计进行了解读,综合形成了基于增强智能理念的人机协同设计概念,分析了它所具备的共创者与对话者作用;在实践层面,针对共创者与对话者的特征与作用,通过两个不同的设计实践进行了探索与论证。**结论**人机协同设计正在从工具和方法层面深刻地影响着设计,基于人工智能理念的设计工具能够提高设计生产力与效率,而基于增强智能理念的设计方法更擅长提高设计师的综合力与想象力,形成新的设计思维空间与设计创意结果。

关键词:智能系统;人工智能;增强智能;人机协同设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)20-0154-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.20.016

Human-machine Collaborative Design Exploration Based on the Concept of Augmented Intelligence

ZENG Zhen^{1,2}, SUN Xiao-hua¹

(1.Tongji University, Shanghai 200092, China; 2.Sichuan Fine Arts Institute, Chongqing 401331, China)

ABSTRACT: This paper aims to meet the challenges that design faces in the intelligent era and explore the new design approaches that can deeply integrate human intelligence and machines. On a theoretical level, through the conceptual distinction between Artificial Intelligence and Augmented Intelligence from the dimensions of computing vision and activity types of intelligent systems. And then, the interpretation of the thinking activities and the making activities in the design is carried out. Finally, intelligent systems and design are combined to form the human-machine collaborative design based on Augmented Intelligence, and the role of human-machine collaborative design as co-creator and interlocutor is specifically analyzed. On a practical level, the features and functions of co-creators and interlocutors are explored and demonstrated through two different design practices. It can be concluded that human-machine collaborative design profoundly affects design at the level of tools and methods. The design tools based on the concept of Artificial Intelligence can improve design productivity and efficiency, while the design methods based on the concept of Augmented Intelligence can enhance the designer's synthesis and imagination, and form a new design thinking space and design creative results.

KEY WORDS: intelligent system; artificial intelligence; augmented intelligence; human-machine collaborative design

数据膨胀驱动了移动互联网、大数据、数字社会的发展,加速了社会需求、生活方式以及全球化趋势的转变。设计作为一个交叉学科,一项创造人造物的活动,在数字社会的发展进程中也紧密地与数据融合

在一起。数据不仅是设计的材料,也该改变了设计的方式,更催生了新的设计产物。然而,数据在带来多种改变的同时,也使设计师遇到了越来越多难以应对的巨量、复杂与不确定的问题。以数据为支持的智能系

收稿日期: 2022-05-22

基金项目: 重庆市教委科学技术研究项目(KJQN202001003); 重庆市研究生教育教学改革研究重点项目(YJG212033)

作者简介: 曾真(1981—),女,博士生,副教授,主要研究方向为智能设计,信息与交互设计。

通信作者: 孙效华(1972—),女,博士,教授,主要研究方向为人机智能交互与共融,大数据与信息可视化分析。

统是否能够独自解决这些问题? 数据的背后是人, 人的行为、想法、情感产生了数据, 仅仅依靠强大的计算力显然无法理解数据背后复杂的因素。因此, 需要找到一条能够融合人类智慧与机器智能的设计新途径。

1 不同的计算愿景: 人工智能与增强智能

计算的目的是什么? 对这个问题的不同回答意味着不同的计算愿景, 也启迪了两类智能系统的发展: 人工智能与增强智能。二者并不是指不同的技术类型, 而是指基于以计算机为中心和以人为中心两种愿景而发展起来的不同计算研究理念及其领域。

1.1 人工智能

1956 年举办的达特茅斯会议首次提出人工智能概念, 但参会的先驱们并没有对它的内涵与外延达成共识, 此后不同的研究者、领域与时代, 都对人工智能进行了不同的定义。最知名的人工智能概念来自于图灵测试, 是指机器表现出与人类不可区分的智能行为的能力, 测试结果不取决于机器给出正确答案的能力, 而是取决于它的答案能够接近人类给出的答案的程度^[1]。当下, 深度学习技术是人工智能领域最为关注的一种方法, 它允许由多个处理层组成的计算模型来学习具有多个抽象级别的数据表示, 包含了监督学习、非监督学习与强化学习三种类型^[2]。目前, 计算机科学将人工智能研究定义为面向“智能代理”的研究, 即一个为了实现最佳结果, 为实现最佳期望结果而行动的代理人 (Agent)^[3]。代理人的目的是通过尝试计算所有的可能, 通过运算速度与数量的优势达到或超过人的理解与判断能力。此目的已经在那些容易被计算的、高重复性劳动的行业与领域得到一定程度的实现, 因此这也成为了那些声称人工智能会带来失业恐慌的言论由来。

1.2 增强智能

增强智能是指信息技术在增强人类智力方面的有效利用, 这个想法最初于 1950—1960 年由控制论和早期的计算机研究者提出。Licklider^[4]在达特茅斯会议结束不久, 对人和计算系统的关系进行了定义, 他认为人机将会发展出共生关系: 人们将设定目标, 制定假设, 确定标准, 并执行评估, 共生伙伴关系将比单独执行智力活动更有效。1962 年 Engelbart^[5]开始实质性地推动计算机成为增强人类智能方式的研究。在这一视角下, 计算机不再是主要解决数字运算问题的工具, 而是实时交互的系统, 具有丰富的输入输出, 人类可以使用它们来支持解决问题的过程。增强智能以人为中心的计算愿景, 其目的不在于取代人类, 而是运用智能系统在算法与算力上的优势补足人类在记忆、计算与执行效率上的不足。从历史发展的角度来看, 无论是算盘与计算器, 还是个人电脑与智能手机都是指通过各种形式的技术手段扩展人类的信息

处理能力, 这种智能增强的愿景深刻影响了人机交互设计领域。

1.3 代理人与合作者

长期以来, 人工智能与增强智能一直存在重叠, 二者始终围绕着智能性的思考与行动进行探索。然而, 人工智能聚焦于如何将智力任务交给机器, 正如 North^[6]提出的机器扩展人 (Mechanically Extended Man) 概念, 即人提供主动性、方向、集成和准则, 机械是人肢体和眼睛的延伸; 而增强智能更关注构建人机共同协作的系统, IA 将在“软件层面”增强人类的智能, 改变人类的思维方式, 拓展人类创造性的范围^[7]。这意味着两种不同的智能角色 (见图 1), 也意味着这两个领域的观点同时影响着设计实践与研究, 因此形成了不同方向的人机协同设计理念。

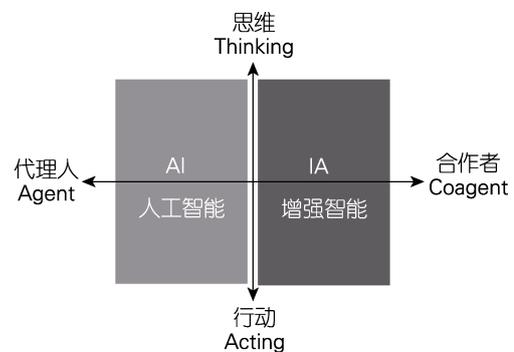


图 1 智能系统的两种角色
Fig.1 Two roles of intelligent system

2 基于不同计算愿景的人机协同设计

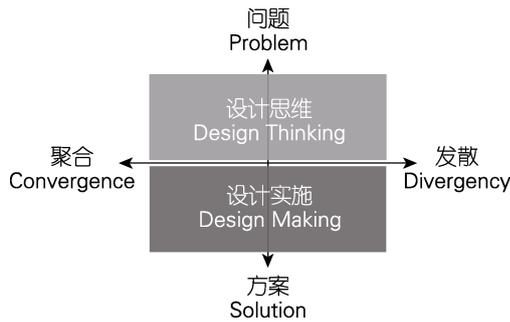
2.1 设计的属性

Schon 认为设计是与某种物质的反应性对话, 其基本结构是“观察—实施—观察”, 是设计与发现之间的交互^[8]。Cross^[9]讨论了许多在设计过程中产生创意飞跃 (Creative Leaps) 的案例, 这些意识扩展可能是由于思维固着 (Mental Fixation) 的释放而引起的, 他还与 Dorst^[10]共同指出创意设计的模型是问题空间与解决方案空间的共同进化……设计过程中的创意可以生动地被比喻为连环爆炸式的发展。

从这些关于设计属性的阐述中, 可以发现设计是发散性活动与聚合性活动交替推进的运作过程, 也可以说是设计问题与解决方案互相激发的过程。因此从活动性质的角度看, 设计由设计思考与设计实施两种活动类型组成 (见图 2), 前者以探寻、关联与反思为路径, 后者以选择、约束与表达为目的。二者在设计运作中各有侧重, 前者探索可能, 后者作出判断, 二者互相推动, 直到产生满意的设计结果。

2.2 人机协同设计

在智能系统出现之前, 人机协同设计的概念就已



存在。最初它与专注于理解团队工作特征并运用计算机技术来支持合作性工作的 CSCW (Computer Supported Cooperative Work) 相关^[11]。随后基于知识的协同设计系统开始成为人机协同设计研究的重点,包括知识获取与表示^[12]、知识集成与共享机制^[13]等方面。此外, CAD (Computer-Aided Design) 的概念产生并迅速发展,各种 CAD 软件提高了设计师的生产力与设计质量,为生产制造创建了数据库^[14]。计算机逐渐从支持人与人信息交流而实现协同设计的支持手段,演变为与人一起开展设计的协同工具。然而,智能系统之前的计算机不具备学习能力,因此不能在协同设计过程中持续吸收新的数据特征,不能动态迭代设计规律或原则,只能辅助设计师完成固定的设计工作。如今,智能系统作为计算机发展的更高形式,在人机协同设计中也发挥着越来越主动的作用。

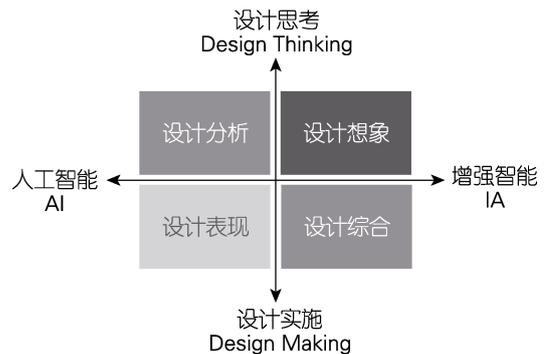
2.3 基于人工智能与增强智能的人机协同设计

当人工智能与增强智能融入设计问题的解决中,可以发现人机协同设计的目的与功能具有不同的发展方向,决定了智能系统在设计中扮演的不同角色。将前文中两个不同的四象限框架进行叠加后发现,两种系统融合形成了设计师与智能系统协同设计的四种类型(见图3)。其中两种类型是基于人工智能理念的人机协同设计,一种侧重于“以一对多”的设计表现,擅长呈现基于某种既定模式的多样化设计结果;另一种擅于“从多到一”的设计分析,在大规模数据中分析特征并聚焦共性。Herbert Simon 认为人类为实现“满意”而提出解决方案,而非使其最优化,因为人们的记忆和推理能力有限^[15]。在人工智能理念下,人机协同设计是指基于现有数据,遵循既定原则执行设计任务的过程,也正因为如此难以产生突破性的设计结果。

另外两种类型是增强智能理念下的人机协同设计,一种擅长设计综合,在现存的众多不同因素中提取特征,综合出新的设计结果,并形成统一的表现风格;另一种有助于设计想象,可以面向不清晰的问题,通过设计思维与计算思维的碰撞对话,发现未曾考虑到的可能性。Schon^[16]提出设计是设计师与情境之间的反映性对话,与这一观点相一致的是,他还认为关

于计算机的研究应该聚焦在计算机环境上,这个环境可以增强设计师的获取、储存、运作、管理等能力以及对所观察到的事物的反应能力^[8]。Edmonds^[17]讨论了创造力认知模型的基本问题,认为研究该问题的最佳策略是构建和研究基于计算机的支持系统。可见,在增强智能理念下,人机协同设计被认为是以数据与算法为常量,以人的知识、经验与思维为变量进行设计探索的过程。设计师能够设想人类在不确定的探索性环境中表达对信息的理解,这可以催生新的智能算法和系统^[18]。设计师和智能系统可以在设计过程中相互激发,通过不稳定、嘈杂甚至混乱的创造性过程,催化突破性的设计结果。

基于人工智能与基于增强智能的人机协同设计在设计角色与作用上具有明显的不同,前者是确定性设计任务的执行者或分析者,而后者是不确定性设计概念的共创者或对话者。在设计语境中,更看重创造性解决问题的能力与结果,因此基于增强智能的人机协同设计更具研究与探索价值。



3 增强综合力的人机协同设计实践

3.1 设计中的综合力问题

综合力是设计实施活动中的聚合表现能力,需要将设计思考活动中得到的多个因素汇聚表达为具象形象。传统的设计因素聚合主要依赖于设计师的审美力与凝练力,但在大数据时代,设计师不可能处理成千上万个设计因素,但可以借助智能系统强大的计算能力来实现。作为共创者的智能系统,能够在设计师提供的设计概念基础上,更加自主地学习设计因素中的共性,聚焦设计的形式特征。在这一设计语境中,智能系统不是完全被动的执行者而是更加主动的共创者。

3.2 探索性文创产品设计实践

3.2.1 探索性文创产品设计背景

记忆是人生最重要的组成部分。此作品的设计师从小生活在山城重庆,这里的人对于不同年代的重庆

有着不同的记忆, 每个时代的记忆常常以代表性建筑为载体存在于个人的记忆碎片中。设计者希望借助智能系统, 将不同年代人的山城记忆连接形成具有共同属性的城市回忆, 并转化为文创产品设计。设计的主要问题是如何将飘忽的城市回忆凝聚综合在一个具体形态上。

3.2.2 探索性文创产品设计过程

1) 第一次数据集准备与模型训练。设计师收集了长江索道图片 100 张、解放碑图片 50 张、洪崖洞图片 50 张。运用生成式对抗网络 (StyleGAN2) 对上述代表性重庆城市建筑进行机器学习。结果中出现了具有较强山城特征的建筑形态, 并且有不少意料之外的复合重叠结构。但考虑到人们在不同年代的记忆

应该是不一样的, 不同地区的人也有不同的回忆, 所以下一步打算增加并细分数据集。第一次训练结果见图 4。

2) 第二次数据集准备与模型训练。重新将数据集调整为长江索道图片 100 张、解放碑图片 50 张、洪崖洞图片 50 张、双子塔图片 50 张、重庆大剧院图片 50 张、望龙门石板坡图片 50 张、来福士图片 50 张。希望通过增加不同时期、不同建筑类型的图片, 拓宽数据特征, 以呈现不同年代重庆人心中不同的山城。此次生成结果颜色丰富, 但是由于数据类型过于多样, 导致综合而成的结果视觉特征不明显, 下一步需要去除数据集中或过于杂乱的数据。第二次训练结果见图 5。



图 4 第一次训练结果
Fig.4 The first generated result

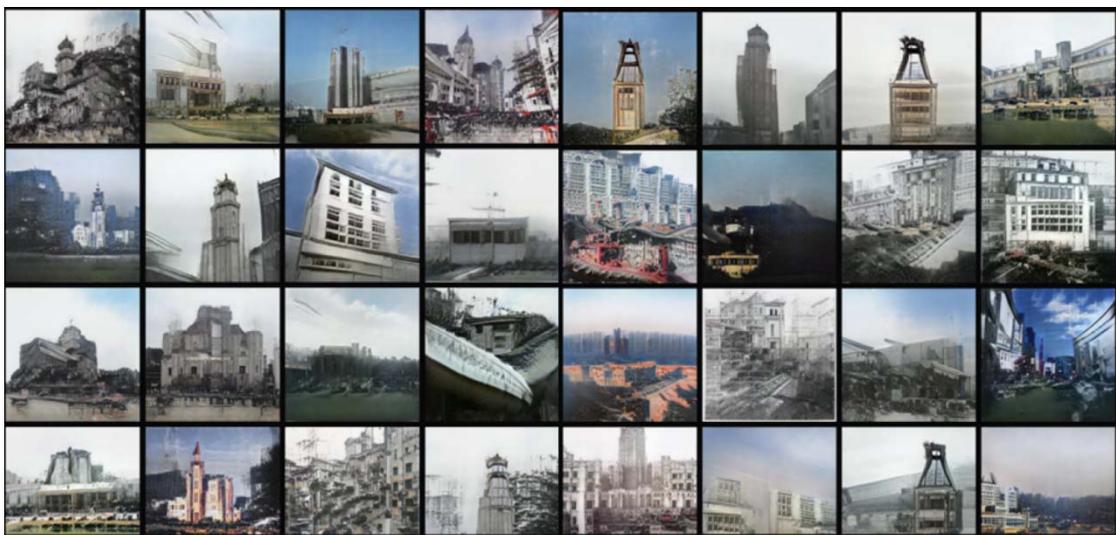


图 5 第二次训练结果
Fig.5 The second generated result

3) 第三次数据集准备与模型训练。将数据集调整为双子塔图片 50 张、重庆大剧院图片 50 张、望龙门石板坡图片 50 张、来福士图片 50 张。运算结果中出现了具有明显特征的重庆代表建筑, 但由于选择的数据集都是比较整体的建筑, 生成的结果过于整体, 失去了城市的层次感, 也缺失了模糊的、碎片的回忆感。第三次训练结果见图 6。

4) 第四次数据集准备与模型训练。将数据集按照建筑时间的递进关系分为两组, 第一组为双子塔、

大礼堂、吊脚楼, 第二组为长江索道、大剧院、吊脚楼。这一次的生成结果达到了设计概念的预期, 在同一张图像中既综合呈现出了不同时代的重庆标志性建筑特征, 也捕捉到了回忆的碎片、融合与模糊感, 形成了似曾相识但又未曾见过的共同回忆意象。

5) 最后设计师以二维图像作为视觉基础, 通过三维建模软件将其再设计为三维浮雕形态, 模型呈现出被岁月腐蚀的沧桑之感, 又有记忆的碎片与混沌之形, 最后通过 3D 打印将其制作成文创产品样品, 见图 7。



图6 第三次训练结果
Fig.6 The third generated result



图7 第四次训练结果、三维模型转换与最终设计成品
Fig.7 The fourth generated result, the converted 3D model and the final design
(设计师刘逸婷)

3.2.3 探索性文创产品设计小结

此作品的设计概念是以建筑为视觉象征,将不同年代重庆人的记忆融合起来形成城市共同回忆,是一个需要强大视觉综合力的选题。通过对数据集的运算、观察与反思,山城的综合视觉特征在混乱中逐步清晰,由分散慢慢聚焦。随着设计逐步深入,设计者进一步意识到不仅要体现城市的鲜明符号性,还要融合记忆的碎片化与模糊性。掌握符号性与碎片化之间的平衡成为了设计的关键。最终,设计师与智能系统通过多次迭代尝试,综合形成了兼具重庆不同时期的建筑特征与记忆碎片意向的设计结果。

3.3 增强综合力的人机协同设计发展趋势

由于智能系统具备聚类大量数据特征的能力,所以能够弥补设计师在数据处理上的不足,综合形成多样化的设计结果。短期来看,人机协同设计可以完成原有设计流程中那些需要大量计算或反复操作的表现性设计任务,通过增强设计师的综合力来提升设计品质;长期来看,它可以影响设计流程中的结构,在提升综合力的基础上逐渐发展形成新的设计方法,从而形成新的设计类型或风格。

4 增强想象力的人机协同设计实践

4.1 设计的想象力问题

想象力是设计思考活动中的发散联想能力,是设计师的创意经验与特定设计问题之间的相互刺激与反映。在强调创意是人的独特能力时,也不得不承认

人类想象力的局限性,特别是面对模糊的问题与未知的将来,设计师容易被现有范畴与自我经验所束缚。若要脱离这种局限,就需要在设计过程中引入不同的声音,如同设计师通过与其他人进行对话获得不同观点、激发新的想法一样。基于计算逻辑的智能系统可以作为这种新的声音,通过与设计师现有的想法、审美与经验进行对话,创造引发创意突变的机会。在这一设计语境中,智能系统不是设计表现层面的实施者,而是设计概念层面的对话者。

4.2 实验性服装设计实践

4.2.1 实验性服装设计背景

服装设计是创造服装和配饰的艺术,既具有穿着功能特点,又具有艺术实验属性,它与文化交织在一起,与技术也密不可分。廓形设计被认为是人们对服装的第一印象,它在面料、质地等细节之前传达了整体造型和风格。廓形不仅强调或修饰不同的体型或部位,也反映出设计的态度和文化,是服装设计的重要因素。在这个设计项目中,设计师没有明确的设计意图,而是以一种开放实验的态度,以廓形设计为对象,以解构主义理念为启发,开始了与智能系统的协同设计实验。解构主义起源于哲学家 Jacques Derrida,他批判了语言学中的结构主义,强调语言的单纯表象,认为相比整体结构的研究,单独个体的研究更具有价值^[19]。解构主义服装继承了哲学层面的解构主义要义,追求夸张的整体架构、松散的组合关系、不对称的肩线等,提出未完成、分解和重组的理念,其形式特征与 GAN 的生成风格具有相通之处。

4.2.2 实验性服装设计过程

1) 数据集准备。由于本次实验性设计的对象是服装的廓形设计, 并且以解构主义理念为启发, 因此选择了在廓形上具有突出表现的 200 张解构主义服装作品作为数据集, 见图 8。

2) 模型训练。运用 StyleGAN2 进行模型训练, 生成了令设计师深感意外和兴奋的反传统创新性廓形, 有从肩部到下摆延续的层叠形态, 也有突然向侧面隆起的不规则形态, 还有如同被风吹散了的飘逸形态, 见图 9。

3) 设计师再设计。设计师从生成结果中选取了 40 张图, 组成了能够激发灵感的四组系列服装, 并以此为参考, 在模特图样上进行服装线稿设计。有的线稿会对显著的廓形特征进行突出强化, 有的会对过

于复杂的形态进行归纳简化, 还有的会在其基础上进行延伸演变, 见图 10。

4) 设计师深化设计。当设计师与智能系统的协同创意来到这一步, 设计师认为智能系统已经给予了足够多的启发, 接下来需要自己完成深入设计。设计师在线稿设计方案中选取了一个方向开始了细化与深入。首先是在廓形的结构细节上进行了优化与丰富, 其次在正面设计的基础上衍生出了背面的设计, 同时也开始考虑与廓形相契合的面料质感与颜色, 最后完成了深入细致的线稿与效果图设计。与智能系统生成的结果相比, 设计方案的廓形设计呈现出与之一致的凸起形袖子以及喇叭形裤脚, 但完善了更加具体的叠加层次与穿插结构。最终, 设计师在设计方案的基础上通过传统流程完成了服装的制作, 见图 11。



图 8 解构主义服装设计数据集
Fig.8 The dataset of deconstructionist fashion design



图 9 训练结果
Fig.9 The generated result



图 10 设计师再设计的结果
Fig.10 The result of the designer's redesign



图 11 设计师深入设计的结果
Fig.11 The result of the designer's optimized design
(设计师刘梦秋、闫浩天)

4.2.3 实验性服装设计小结

在整个设计结束之后设计师留下了这样的感想：“与智能系统一起的设计会有一万种可能，无数种想象，它打破了设计师思维的局限，延伸了设计的边界，在灵感停滞时打破僵局，注入活力重获新生。”回顾这一过程，设计师带着冒险好奇的心态开始了人机协同设计，通过手绘线稿的方式，将智能系统生成的廓形特征内化为自己的创意语言，并在吸收智能系统生成结果的基础上持续延伸丰富。最后的设计结果既保持了智能系统提供的整体廓形，又充满了设计师细致

的结构塑造，充分体现了基于增强智能的人机协同设计的优势所在。

4.3 增强想象力的人机协同设计发展趋势

智能系统与设计师的对话激发了设计师的想象力，打破了设计师的思维惯性，突破了原有的创意空间，创造出了意料之外的设计结果。由于需要与设计师通过长久反复的交互实现深度的概念交流，这一人机协同设计方式将逐渐被个体设计师内化为创意思维与设计探究的途径，成为设计师不断突破思维空间的方法。未来，不同的设计师与智能系统通过持续的

磨合, 将会形成小样本、个体化的创意手段, 设计的多样性在这个过程中得以扩展与强化。

5 结语

在不同计算愿景的指向下, 设计师与智能系统通过不同的交融方式产生了不同的作用, 从微观上改变了设计师的思维方式, 也将从宏观上影响设计行业的发展方向。基于增强智能的人机协同设计既不是自动化设计的智能版, 也不是计算机辅助设计的迭代版, 它是设计师与智能系统围绕设计问题展开的数据感知、信息交流与共同创造, 它能够支持设计师突破认知与经验的局限, 提升持续的表现力与想象力。智能系统并没有取代设计师, 反而为设计师提供了反思与转型的机会, 特别是基于增强智能理念的人机协同设计使设计师与智能系统能够优势互补, 这也将成为设计研究与实践的新内容与新焦点, 以应对智能时代所面临的设计挑战。

参考文献:

- [1] SAYGIN A P, CICEKLI I, AKMAN V. Turing Test: 50 Years Later[M]//The Turing Test. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003: 23-78.
- [2] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep Learning[J]. Nature, 2015, 521(7553): 436-444.
- [3] Russell, Stuart J. Artificial Intelligence: A Modern Approach[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [4] LICKLIDER J C R. Man-Computer Symbiosis[J]. IRE Transactions on Human Factors in Electronics, 1960, HFE-1(1): 4-11.
- [5] ENGELBART D C. A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect[M]//Computer-supported Cooperative Work: a Book of Readings. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1998: 35-65.
- [6] North, J. D. The rational behavior of mechanically extended man[M]. Wolverhampton: Boulton Paul Aircraft Ltd., 1954.
- [7] CARTER S, NIELSEN M. Using Artificial Intelligence to Augment Human Intelligence[EB/OL]. (2017-12-04) [2021-12-15]. <https://distill.pub/2017/aia/>.
- [8] SCHON D A, WIGGINS G. Kinds of Seeing and Their Functions in Designing[J]. Design Studies, 1992, 13(2): 135-156.
- [9] CROSS N. Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus Design Science[J]. Design Issues, 2001, 17(3): 49-55.
- [10] DORST K, CROSS N. Creativity in the Design Process: Co-Evolution of Problem-Solution[J]. Design Studies, 2001, 22(5): 425-437.
- [11] GRUDIN J. Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus[J]. Computer, 1994, 27(5): 19-26.
- [12] CHEN Y J. Knowledge Integration and Sharing for Collaborative Molding Product Design and Process Development[J]. Computers in Industry, 2010, 61(7): 659-675.
- [13] CHANDRASEGARAN S K, RAMANI K, SRIRAM R D, et al. The Evolution, Challenges, and Future of Knowledge Representation in Product Design Systems[J]. Computer-Aided Design, 2013, 45(2): 204-228.
- [14] NARAYAN E A. Computer Aided Design and Manufacturing[M]. New Delhi: PHI Learning, 2008.
- [15] GUSZCZA J, EVANS-GREENWOOD P, LEWIS H. Cognitive Collaboration: Why Humans and Computers Think Better Together[EB/OL]. (2017-01-23)[2021-12-20]. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-20/augmented-intelligence-human-computer-collaboration.html>.
- [16] SCHON D A. The reflective practitioner: how professionals think in action[M]. New York: Basic Books, 1983.
- [17] EDMONDS E. Cybernetic Serendipity Revisited[M]//Artificial Intelligence and Creativity. Dordrecht: Springer Netherlands, 1994: 335-342.
- [18] KOCH J. Design Implications for Designing with a Collaborative AI[C]//The AAAI 2017 Spring Symposium on Designing the User Experience of Machine Learning Systems, March 27-29, 2017, Stanford University, Palo Alto, California, USA. AAAI Press, 2017: 415-418.
- [19] 斯蒂芬·哈恩. 德里达[M]. 吴琼, 译. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- STEPHEN H. On Derrida[M]. WU Qiong. Translated. Beijing: Tsinghua University Press, 2019.

责任编辑: 马梦遥