

人工智能视域下的产品设计新特征及情感交互设计探究

曹祥哲

(天津美术学院, 天津 300141)

摘要: **目的** 以人工智能技术发展的背景、起源、现状和未来发展路径为脉络, 探讨人工智能技术为产品设计的构成要素带来的新特征。基于产品设计的新特征, 提出智能产品情感交互设计的重要性和设计方法。**方法** 通过文献梳理法和案例分析法, 提出在人工智能技术的影响下, 产品设计从传统的物质表达进入到虚拟沉浸体验阶段, 产品的传统功能也进阶到智慧功能的扩展, 传统人机系统呈现出更加友好互动的交互趋势。在这种互动趋势的影响下, 产品设计需要建立智能情感交互方式, 以此加强用户和机器的友好沟通。最终通过智能厨房调料盒设计案例来分析智能情感交互设计的方法。**结论** 提出建立多维度综合智能交互系统和联想隐喻动态图形交互的设计方法, 以此增强产品情感交互的新体验, 为产品的智能化创新设计提供思路 and 方向。

关键词: 人工智能; 新特征; 情感交互; 综合智能交互; 隐喻动态化设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)18-0032-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.005

New Features of Product Design and Emotional Interaction Design From Perspective of Artificial Intelligence

CAO Xiang-zhe

(Tianjin Academy of Fine Arts, Tianjin 300141, China)

ABSTRACT: This paper discusses new features that AI technology brings to the components of product design based on the background, origin, current situation and future development of AI technology. Based on new features of product design, the importance and design methods of emotional interaction design of intelligent product are proposed. Through literature review and case analysis, it is concluded that under the influence of AI, product design has transited from the stage of traditional material expression to the stage of virtual immersion experience, traditional product functions have advanced to intelligent function expansion, and traditional human-machine system also sees a more friendly interaction trend. Against this background, an intelligent emotional interaction method needs to be adopted for the product design as a link to connect users with the machine. Finally the emotional intelligent interaction design method is analyzed through the case of intelligent kitchen seasoning box design. In order to enhance the fresh experience of intelligent product interaction and contribute ideas and references for intelligent product design innovation in the future, the method of establishing multi-dimensional integrated intelligent interaction system and associative metaphorical dynamic graphic interaction is proposed.

KEY WORDS: AI; new features; emotional interaction; integrated intelligent interaction; associative metaphor

伴随着移动互联网、大数据、云端计算等技术的蓬勃发展, 人工智能技术已被视为本世纪最有影响力的发明。人工智能已经走过了 60 多年的探索期, 如今进入到成长阶段, 犹如“无形的手”在各种领域扮

演着重要的角色。它不仅为传统产业赋予了新的生命, 更影响着世界科技和经济的发展。当下人工智能正在引发链条式产业发展, 并引发科技革命和产业革命的再次升级。很多技术发达国家也纷纷加强对人工

收稿日期: 2022-07-22

基金项目: 天津市教委(人文社科)科研计划项目(2020SK019)

作者简介: 曹祥哲(1982—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为产品设计创新与实践应用研究。

智能的开发。可见人工智能是人类长期奋斗的方向，而现阶段的技术发展则仅仅是一个开始^[1]。

我国也高度重视人工智能的发展，2017 年国务院发布了《新一代人工智能发展规划》^[2]。同年由中科院、清华大学和百度公司以校企联合的方式建立了我国首个人工智能实验室，标志着我国人工智能进入实质性发展阶段。2018 年政府工作报告中明确提出，大力加强新一代人工智能技术开发和应用，这表明我国已经将人工智能技术发展作为战略发展部署。

1 人工智能的概念与发展脉络

1.1 人工智能发展简述

1) 理论萌芽阶段。1936 年，英国数学家阿兰·麦席森·图灵发明了图灵计算机，也称作图灵机^[3]。这是一种理想计算机的数学模型，为计算机的发明提供了理论基础。1943 年，美国神经生理学家迈克罗琪与匹兹建立了第一个神经网络模型，对后来的微观人工智能及人工神经网络的研究起到促进作用。这时期的人工智能探索主要依靠数学模型和神经网络模型为基点，对未来理论的建立奠定了基础。

2) 理论确立阶段。1956 年，科研人员在美国达特茅斯（Dartmouth）学院举办了一场人工智能夏季研讨会。首次提出了人工智能概念，并使其正式成为一个独立的研究学科。在 1969 年，国际上召开了人工智能联合会议，也标志着人工智能在国际上成为标准学科。这一时期，人工智能从最初抽象的模型建立进入到理论的确立，并最终成为正式学科，开始影响世界。

3) 发展阶段。1997 年，IBM 的深蓝计算机战胜了当时围棋冠军，2016 年，谷歌的人工智能再次战胜了棋王冠军。这 2 次的胜利表明人工智能走向成熟阶段，全世界也用期待的眼光迎接它的到来。人工智能也开始逐渐走向人们的生产和生活领域，并开始为设计赋能。

1.2 人工智能的概念

明斯基曾提出，人工智能是一门科学，让机器来完成富有智能的事情。尼尔森曾提出人工智能的定义，认为其是关于知识的科学，所谓“知识的科学”就是研究知识的表示、获取和运用^[4]。

目前，普遍认为人工智能的概念是利用数字计算机或数字计算机控制机器，将人的智能进行模拟、延伸和扩展，从而感应环境、获得知识，并利用知识获得最优化的理念、方式、技术和全面的应用系统^[5]。具体应用的形式为语音合成、语音助手、智能翻译、智能教育系统与智能专家系统等^[6]。换言之，人工智能就是让机器富有智能，通过为机器赋能，使机器成为智能体，来完成需要人类智能完成的工作。

完成人工智能的三要素包含数据、算法和算力。

人工智能通过对大数据的学习和推算，并通过特定的算法，借助算力高效运转，完成最终的结果。如今人工智能凭借数据、算法、算力和应用场景的提升，已经从后台运转工具走向前台，成为服务社会的一部分。

2 人工智能赋予产品设计新特征

由于人工智能技术具备“深度学习、跨界融合、群智开放、自主智能”的特点，为设计思维、设计对象、设计流程和设计方法带来很多改变^[7]，并为产品设计领域带来新的变化。尤其对产品设计构成要素中的功能和形态的关系带来改变，这就为传统的产品设计赋予了新特征。

2.1 产品的形态与功能进行“虚实”转化

由于智能技术的嵌入，产品的功能变得异常强大和多元化。因此产品设计从物质表达进阶到虚拟沉浸体验阶段。此时产品设计的外观形态被高度概括，呈现出扁平化设计表达的趋势，即消除多余的外在装饰元素，突出产品的功能。

回顾诺基亚手机称雄市场的时代，手机产品的造型花样百出，也是当时产品设计领域的一个缩影。诺基亚手机以百变造型引领市场，各种手机品牌也顺应其造型策略，将产品的外观作为产品营销的手段之一，利用产品外观打开消费市场，并扩大品牌影响。如今的智能手机却舍弃了多余的外观装饰，全部采用单纯的平板机身，以全屏幕为媒介，将智能拍照、人脸识别、指纹解锁等多种智能技术融入机器内部，使手机成为了综合功能的集合体，从而成为当下手机领域设计的“新标准”。

此外，国产新秀品牌小米推出的各项智能产品，外观采用几何化的极简形态，配以单纯的色彩，呈现出扁平化的造型特征。可见由于智能技术的引领，产品设计由物质表达转化到对虚拟功能的开发与使用，这促使产品设计在造型上从过去丰富多变的形态转变为单纯简约形态，呈现出扁平化的设计风格和趋势，见图 1。



图 1 传统手机的造型和智能手机造型对比

Fig.1 Comparison between traditional mobile phone and smart phone

2.2 产品功能与体验的关系进行“虚实”转换

由于智能技术的影响,产品的功能也从物质功能转化到虚拟体验中。无论产品设计如何发展,以人为本是产品设计领域始终坚持的理念。设计活动所提倡的以人为本理念,就是考虑人的全面发展^[8]。传统的产品设计以功能为基点,并通过物理介质如造型、色彩、材料等要素来引导使用者的情感体验。人工智能时代下,传统物理形态下的交互设备慢慢消失,产品设计更加关注虚拟技术的应用,取而代之的是语言、声音和表情等。产品通过多种交互系统更加亲近使用者,在“以情动人”的情感体验下完成产品的功能。如科大讯飞在奇点创新者峰会上发布了根植自主研发的语音交互技术而设计出的智能驾驶交互系统,采用无屏幕、无按键的形式,将驾驶、娱乐、聊天等功能集于一体。使驾驶者完全依靠语音完成无障碍操控,不仅解放了双手,更减少了传统驾驶过程中依靠屏幕和按键所产生的安全隐患。这项基于人工智能的驾驶系统将车内交互迭代升级到更高的层次。从这件案例中可以看到智能时代下,产品从过去的物理功能(实体)引导用户体验(虚拟)转向通过情感体验(虚拟)来完成产品功能(实体),见图2。



图2 智能驾驶系统
Fig.2 Intelligent driving system

2.3 产品的功能向“智慧功能”升级

任何时期的产品设计都是以技术为核心进行发展的。从机械时代、电气时代、信息时代,每一次技术变革,都推动产品设计的发展。人工智能作为新技术,使产品在原有的功能基础上有了新的发展和飞跃。现代主义曾经提出形式追随功能。产品的功能指实用功能,即使用价值,这也是产品设计的基础。随后建筑师沙利文提出合理表达产品内部构造或功能应该具备美的形式,就此相应地提出了产品的审美功能,即通过形式、技术、材料使产品造型美学得以发挥。进入到信息时代,产品呈现出虚拟化交互的趋势,此时,产品具备了情感体验功能。如今进入到人工智能时代,产品通过智能算法的运行来模拟人的思维,并通过大数据、物联网为信息载体,使传统意义上的

产品功能进阶到“智慧”功能。智慧功能表现为更为高级的人机互动,智能运算、智能服务等。此外,产品可以整合多种功能于一体,如手机融合通话、付款、娱乐等功能;智能手表也融合了娱乐、健康检测等功能。产品的“智慧功能”促使产品呈现出跨界的特征。

2.4 产品智慧功能的高级物化表达

人工智能属于抽象的机器思维,用来完成模拟人类大脑进行深度学习、分析、感知、思考、逻辑推理等工作。人工智能要发挥出功效,需要借助一种载体来进行表达。载体可以是虚拟的,亦可以是实体的。实体载体从简单的设备向高端的机器进行发展。高端的机器就是有智慧的智能体终端,那么机器人必然是人工智能最好的智能体终端。将机械、电子、控制、计算机、传感器、人工智能等多种技术,以及前沿学科集于一身的高端装备就成为了现代机器人^[4]。人工智能作为程序,并控制终端的一切行动,机器人也是人工智能最好的表达方式。

随着智能技术的发展,对终端的要求也越来越高。终端不仅要具备聪明的“思维”,而且形态上更要参考人体的动作,使功能不断拟人化。从软件到硬件逐步完成对人的模拟,从而形成新的产业——智能机器人产业。

《美国机器人发展路线图——从网络到机器人》的作者预言,机器人技术将如计算机的发展一样,在未来数十年里遍布世界各地,并会对整个世界产生变革性的影响^[9]。其中,以服务家庭生活为目的的机器人会走进大众家庭,因此会在未来成为极有潜力的发展领域。根据2018年至2020年家用机器人的销售数据显示,全球家用机器人销量达到3240万台,价值113亿美元^[10]。

总之,由于智能技术的引领,产品设计的发展从物质形态塑造走向功能的升级,从传统功能转向智慧功能的扩展,从物质表达转向虚拟沉浸的体验,传统人机系统也转向协同互动的高级人机系统。这就促使传统产品设计开始向情感交互设计的方向迈进。建立智能情感交互模式成为当下产品设计的主要内容和研究重点。

3 人工智能下的情感交互设计

3.1 情感交互设计

人机交互(Human-computer Interaction, 缩写为HCI)是人和计算机通过特定语言,运用一定的交互形式,达成一定任务的人和计算机间的信息交换过程^[11]。人工智能时代,传统人机系统演变为人机共生模式。这就要求机器能够理解人的意图,并和使用者共同友好相处。唐纳德·诺曼^[12]曾提出,未来的机器会像人一样具备情感。当机器面对与人类相同的情景时,以应对复杂多变的世界时,机器将需要一种情感——机

器情感。1997 年, MIT 的 Picard 提出了情感计算(Affective Computing)的概念, 通过赋予机器识别、理解和表达人类情绪的能力, 使计算机拥有更高的智慧。因此, 情感交互需要给予机器洞察、理解和产生各类情绪的能力, 最终使机器像人类一样进行真实、自然、赋有情感的交互^[13]。

人工智能下的产品设计要以情感交互为方向, 建立友好、生动、智慧化的交互方式, 以此加强用户和机器的友好沟通, 使产品呈现出时代特色。

3.2 人工智能技术引领下的产品情感交互设计方法

3.2.1 建立多通道、多感官、多维度的综合智能感知交互系统

智能+时代的到来, 智能技术犹如一张网, 将万物互联。产品设计从硬件的开发走向软件的全面建设, 从形态的设计走向情感交互的发展。

传统的人机交互方式根据交互通道的不同, 可以分为以下 4 类: 基于视觉的交互, 如手势动作识别、表情捕捉识别、体态运动分析识别、人的测试和追踪; 基于听觉的交互, 如识别语音、识别声音(非语音)等; 基于触觉的交互, 如触摸屏幕、触摸其他物体感应; 此外, 还有如脑电交互、红外感应等其他形式^[14]。目前人机交互的研究热点是自然交互, 他属于用户自然的操作方式, 如语音对话、手势表达等。这种自然交互方式也在向多通道、多感官、多维度的综合智能化交互系统发展^[15]。国外研究人员将人的视觉、听觉、嗅觉进行多种通道组合, 视觉作为单通道, 视觉和听觉作为双通道, 嗅觉、视觉和听觉作为多通道, 研究以上感知系统对使用者的刺激, 来判断使用者是处于兴奋、高兴、还是失望和愤怒等。这种多通道、多感官、多维度的研究方式运用到智能产品交互设计中, 构成综合智能化交互系统。具体可以通过人脸识别、表情追踪、声音识别、体态分析来全面理解用户的心理情绪, 从而做出友好的互动。例如驾驶系统中, 智能设备可以通过捕捉驾驶者眼部的动态、面部的表情、声音状况和驾驶坐姿体态等, 来分析驾驶者是否处于疲劳状态, 并通过富有情感化的方式对驾驶者进行友好提醒, 使用户在愉悦的体验中, 安全高效地完成产品的操作。

可见产品设计的交互模式从过去的人与物的实体交互, 转化到人与机器界面的交互, 如今进化到人与智能感知系统的交互。因此建立多通道、多感官、多维度的综合智能感知交互系统, 可以更全面有效地了解用户的感知和认知能力, 判断出用户使用产品的场景需求, 利用富有情感化的方式与用户友好地互动, 完成高效愉悦的人机交互全过程。

3.2.2 运用联想隐喻动态图形交互设计

3.2.2.1 动态图形交互

动态图形的理念最早出现在 20 世纪 50 年代。由

于数字媒体的产生和发展, 为空间赋予了“时间向量”, 使传统的平面图形具备了“动态”的形式和功能。动态图形为传统的图形演示赋予了新的生命力^[16], 也使传统交互界面的图形表达呈现动态化的趋势, 并演变成为动态图形交互。动态图形交互集合了诸如平面设计、影像设计、动画设计、生效设计等多种艺术表达形式, 其充分利用设计元素的多样化和信息传播的动态化, 以多媒体的艺术效果, 使用户的感官系统受到刺激, 并在多维度空间内享受到沉浸式体验的乐趣^[16]。

动态图形交互具有叙事性、互动性及趣味性的特征。运用动态图形的交互设计不仅提高了信息传达的时效性, 也能增强产品的艺术感染力, 最终增强用户使用产品的情感体验感。

3.2.2.2 运用联想隐喻动态图形交互

联想隐喻是指通过联想, 利用一种事物暗喻另一种事物, 属于一种文学修辞的方法^[17]。隐喻法也可以用在智能产品设计中, 通过联想用一种事物或现象来对产品相关功能或属性进行映射。然后通过动态交互界面设计, 对产品的相关概念和功能进行动态化的表达。尤其在动态交互设计的环节, 充分运用隐喻动态图形交互的模式对产品的功能和概念进行指代。首先通过联想, 将智能设备的部分功能和生活中的事物或现象进行比较, 找寻他们之间相同的概念, 建立起联系。然后用这种事物或现象对产品的功能进行映射, 再通过艺术化的视觉语言进行提炼, 最终利用富有美学的动态图形对产品的功能进行艺术化表达, 将抽象的功能具象化。这样可以使用户无障碍地理解产品的信息, 提高产品的使用效率, 并增强产品的联想趣味。

以手机的电量图标显示为例, 目前的手机电量图标显示是利用模拟电池形态的图形, 这种图形只是对事物功能的直观再现, 缺乏隐喻的艺术性和联想的趣味性。人们可以利用联想隐喻的设计方法, 用蜡烛的属性来比喻电量。将电量图标设计成一根蜡烛燃烧的动态图形。随着手机的电量消耗, 蜡烛逐渐融化, 火苗也呈现逐渐熄灭的状态。当手机接通电源后, 屏幕上模拟蜡烛的火苗就继续升高, 以代表电量持续充满的状态。

在智能产品的情感交互界面设计中, 可以利用联想隐喻动态图形进行设计与表达, 使交互界面变得更加生动有趣。联想隐喻动态图形交互也更能激发用户的想象力, 从而增强用户使用产品的情感交互体验感。

3.2.3 设计案例分析

结合健康生活的大背景, 利用综合交互感知系统和联想隐喻动态交互理念设计的智能厨房调料盒。力图将视觉、触觉、听觉通道进行综合开发, 建立多感官、多通道、多维度的智能交互系统, 并在交互方式上采用联想隐喻动态交互设计的理念, 建立新型的人机智能交互方式。

当今社会快速发展,人们对自身健康高度关注,饮食是影响健康的重要因素之一。由于很多人对饮食中的调料(如盐、糖、味精)使用过量,易造成肥胖、血压高、糖尿病等症状。目前市场上厨房调料盒的设计还是停留在物质形态的传统容器造型层面,需要手动控制调料的使用量。因此,设计者结合人工智能技术,设计出这款智能厨房调料盒。

结合上文论述的智能产品设计的新特征,在产品形态上采用扁平化的造型风格,选用单纯的圆柱几何形态,摒弃繁琐的装饰元素,配色上选用白颜色,以此代表纯净健康的理念,见图 3。



图 3 厨房智能调料装置

Fig.3 Kitchen intelligent seasoning device

(图片来源:曹祥哲,孔繁华,李柏媛设计与制作)

调料盒内部针对调料类型设置不同的空间,以便装入盐、糖、香料、味精等不同的调料制品,通过内部中心旋转轴芯,可以自动旋转到调料出口。

在交互方式上,摒弃传统的硬质交互界面,利用综合感知系统,调动用户的综合行为体验。使用者轻轻触摸调料盒顶部,会自动进入开启模式。用户可以通过语音输入,进行任务选取,调料盒可以将语音转换成趣味的声音提示,并以此和用户进行交流。如使用者可以通过语音输入任务,如“我需要盐”,调料盒会提示用户“食盐要适量哟”,或者“晚餐需要少吃哟”等友好提示。随后调料盒通过内部旋转轴装置自动将装有盐的调料区旋转出口的位置,并自动将盐通过出口向外倒出,用户使用餐具接取即可,整个过程完全通过语音交互完成。

内部机芯通过计算模块的智能算法,可以精准检测用户每次使用调料的用量,并能够统计出用户对调料的使用习惯。当用户使用调料的用量超标时,调料盒会提醒用户。在这个环节,运用联想隐喻动态图形交互的方式,将产品的交互界面设计成趣味的冰山形象,见图 4。一旦倒入盐或其他调料的用量超标,冰山图像颜色逐渐变浅,并呈现出冰山融化的动态图

像,通过冰山融化的状态来提示用户对调料的用量超标,见图 5。通过这种视觉图像的隐喻和交互,使用户知道自己对调料使用的状况,从而对食用调料进行控制,这样巧妙的动态设计还能提高用户对环境保护的关注。因此,采用联想隐喻的动态视觉交互方式,不会像传统的数字或者警示颜色那样枯燥,提升了用户的创造性思维和情感期望。



图 4 厨房智能调料装置界面交互 1

Fig.4 Interface interaction 1 of kitchen intelligent seasoning device



图 5 厨房智能调料装置界面交互 2

Fig.5 Interface interaction 2 of kitchen intelligent seasoning device

此外,用户每天可以通过手机 APP 看到家庭食用调料的量,APP 会自动提醒用户是否食用调料超标。图 6 为用户使用盐量的 APP 数据监测,用蓝色进行界面显示;图 7 为使用糖量的 APP 数据监测,用橙色进行显示。通过颜色的区分来隐喻不同调料的感觉,以此对家庭饮食进行管理。

通过建立视觉、听觉和触觉等综合智能感知交互系统和联想隐喻动态图形交互方式,为用户带来新的使用体验,并增强使用产品的乐趣。



图 6 厨房智能调料
装置配套 APP

Fig.6 Supporting App of
kitchen intelligent
seasoning device



图 7 厨房智能调料
装置配套 APP

Fig.7 Supporting App of
kitchen intelligent
seasoning device

4 结语

由于人工智能技术的发展,为传统产品设计带来了新的发展空间,为产品创新带来了新的活力。作为产品设计师,从设计思维、设计方法和设计理念都要进行转变。

本文通过对大量文献和实践应用的分析,探讨在人工智能的影响下,产品设计从传统的物质表达进入虚拟沉浸体验阶段,产品传统功能也进阶到智慧功能扩展,传统人机系统也呈现更加友好互动的交互趋势。在这种转变下,产品需要建立智能情感交互方式作为纽带,连接用户和机器的沟通。最终提出构建综合智能交互系统和运用联想隐喻动态图形的交互方式,可以增强用户使用智能产品的情感体验,并能够促进新型人机系统的高效运行,使产品体现出时代风貌。

参考文献:

- [1] Sohu. 聚焦|中央政治局集体学习人工智能 推动 AI 造福人类[EB/OL]. (2018-11-23)[2022-03-12]. https://www.sohu.com/a/277134749_120016514. Sohu. Focus on the Collective Learning of Artificial Intelligence by the Political Bureau of the Cpc Central Committee and Promote Ai to Benefit Mankind[EB/OL]. (2018-11-23) [2022-03-12]. https://www.sohu.com/a/277134749_120016514.
- [2] 蒋仁爱, 贾维晗. 信息通信技术对中国工业行业的技术外溢效应研究[J]. 财贸研究, 2019, 30(2): 1-16. JIANG re-nai, JIA Wei-han. Effect of Information and Communication Technology on Technology Spillovers

of Industrial Sectors in China[J]. Finance and Trade Research, 2019, 30(2): 1-16.

- [3] 郑舸. 浅议计算机算法认识[J]. 通讯世界, 2018, 25(12): 288-289. ZHENG Ge. Discussion on the Cognition of Computer Algorithm[J]. Telecom World, 2018, 25(12): 288-289.
- [4] 李德毅. 人工智能导论[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2018. LI De-yi. Introduction to Artificial Intelligence[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2018.
- [5] 中国电子技术标准化研究院. 人工智能标准化白皮书(2018 版) [EB/OL]. (2018-05-01)[2022-03-12]. <http://www.cesi.cn/201801/3545.html>. China Institute of Electronic Technology Standardization. White Paper on Artificial Intelligence Standardization (2018 Edition)[EB/OL]. (2018-05-01)[2022-03-12]. <http://www.cesi.cn/201801/3545.html>.
- [6] 郭亚军, 卢星宇, 张瀚文. 人工智能赋能信息无障碍: 模式、问题与展望[J]. 情报理论与实践, 2020, 43(8): 57-63. GUO Ya-jun, LU Xing-yu, ZHANG Han-wen. AI Empowers Information Accessibility: Patterns, Problems and Prospects[J]. Information Studies: Theory & Application, 2020, 43(8): 57-63.
- [7] 吴琼. 人工智能时代的创新设计思维[J]. 装饰, 2019(11): 18-21. WU Qiong. Innovative Design Thinking in the Era of Artificial Intelligence[J]. Art & Design, 2019(11): 18-21.
- [8] 杨先艺. 设计社会学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014. Yang Xianyi. Sociology of design[M]. Beijing: China Construction Industry Press, 2014.
- [9] 刘辛军, 于靖军, 王国彪, 等. 机器人研究进展与科学挑战[J]. 中国科学基金, 2016, 30(5): 425-431. LIU Xin-jun, YU Jing-jun, WANG Guo-biao, et al. Research Trend and Scientific Challenge of Robotics[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2016, 30(5): 425-431.
- [10] 梁文莉. 全球机器人市场统计数据[J]. 机器人技术与应用, 2018(6): 43-48. LIANG Wen-li. Statistical Data Analysis of Global Robot Market[J]. Robot Technique and Application, 2018(6): 43-48.
- [11] 李军燕. 设计人工智能视野下人机交互情感化设计的应用[J]. 软件, 2021, 42(12): 34-37. LI Jun-yan. Application on Human-Computer Interaction Emotional Design in the Field of Design Artificial Intelligence[J]. Software, 2021, 42(12): 34-37.
- [12] 诺曼·唐纳德·A. 设计心理学 3 情感化设计[M]. 何笑梅, 欧秋杏, 译. 北京: 中信出版社. 2015. NORMAN D A. Design Psychology 3 Emotional Design [M]. HE Xiao-mei, OU Qiu-xing, Translate. Beijing: Citic Press. 2015.
- [13] 颜洪, 刘佳慧, 覃京燕. 人工智能语境下的情感交互设计[J]. 包装工程, 2020, 41(6): 14-18.

- YAN Hong, LIU Jia-hui, QIN Jing-yan. Emotional Interaction Design in the Context of Artificial Intelligence[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(6): 14-18.
- [14] 梁荣健, 张涛, 王学谦. 家用服务机器人综述[J]. 智慧健康, 2016, 2(2): 1-9.
- LIANG Rong-jian, ZHANG Tao, WANG Xue-qian. A Review of Home Service Robot[J]. Smart Healthcare, 2016, 2(2): 1-9.
- [15] 任淑愉. 基于情景感知的自然交互界面设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2016.
- REN Shu-yu. Natural User Interfaces Design Research Based on Context Awareness[D]. Nanjing: Southeast University, 2016.
- [16] 田佳欣. 以情感化用户体验为中心的交互式-动态设计研究[J]. 大众标准化, 2021(13): 58-60.
- TIAN Jia-xin. Research on Interactive-Dynamic Design Centered on Emotional User Experience[J]. Popular Standardization, 2021(13): 58-60.
- [17] 丁男, 时慧娴. 界面图标的隐喻性研究[J]. 戏剧之家, 2018(29): 127.
- DING Nan, SHI Hui-xian. The Metaphorical Study of Icons[J]. Home Drama, 2018(29): 127.

责任编辑: 陈作

(上接第 23 页)

- [13] WETTER-EDMAN K, SANGIORGI D, EDWARDS-SON B, et al. Design for Value Co-Creation: Exploring Synergies between Design for Service and Service Logic[J]. Service Science, 2014, 6(2): 106-121.
- [14] MANZINI E. A Laboratory of Ideas: Diffuse Creativity and New Ways of Doing[M]. Milan: Edizioni Poli, 2007, 13-15.
- [15] MERONI A. A new discipline. In: Design for Services[M]. Surrey: Routledge, 2007, 7-9.
- [16] STAHEL W R. The Functional Economy: Cultural and Organisational Change[M]. Washington: National Academy Press, 1997, 91-100.
- [17] MORELLI N. Product-Service Systems, a Perspective Shift for Designers: A Case Study: The Design of a Telecentre[J]. Design Studies, 2003, 24(1): 73-99.
- [18] JOHNSON B C, MANYIKA J M, YEE L A. The next Revolution in Interactions[J]. McKinsey Quarterly, 2005(4): 21-33.
- [19] BAEK J S, KIM S, PAHK Y, et al. A Sociotechnical Framework for the Design of Collaborative Services[J]. Design Studies, 2018, 55: 54-78.
- [20] KIMBELL L. Designing for Service as one Way of Designing Services[J]. International Journal of Design, 2011, 5(2): 41-52.

责任编辑: 马梦遥