

面向用户情感体验的产品美学智能评估方法研究

卢杨, 吴玥, 刘长奥, 罗仕鉴

(浙江大学 计算机科学与技术学院, 杭州 310027)

摘要: **目的** 研究面向用户情感体验的产品美学智能评估方法。**方法** 从情感与美学的概念及内涵出发, 梳理了产品情感化设计理论及产品美学评估研究的发展。针对现有的情感化设计方法模型局限性较大, 产品美学评估研究范围狭窄, 未充分考虑用户情感体验及缺乏完善系统的理论框架与方法模型等问题, 重新梳理了用户情感与产品美学之间的关系, 从形式美、技术美、体验美三个层次研究用户情感体验, 基于用户情感分析重新设定产品美学评估规则, 并结合人工智能技术研究产品情感美学数据库的构建方法及产品情感美学的计算方法与流程。**结果** 提出产品情感美学三层次评估模型与面向用户情感体验的产品美学智能评估系统的构建方法, 并对系统构建方法进行了设计实践验证。**结论** 帮助设计师、制造商、营销商与用户等多种角色更好地理解产品情感与产品美学的关系, 促进高效精准的设计决策。为情感化设计领域及美学评估领域的研究提供新见解与新思路, 为构建高效精准的产品情感分析与产品美学评估系统提供参考。

关键词: 情感化设计; 产品美学评估; 设计评价; 智能评估系统

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)16-0067-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.16.008

Intelligent Evaluation Method of Product Aesthetics Oriented to User's Emotional Experience

LU Yang, WU Yue, LIU Chang-ao, LUO Shi-jian

(College of Computer Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

ABSTRACT: The work aims to study the intelligent evaluation method of product aesthetics oriented to user's emotional experience. Starting from the concept and connotation of emotion and aesthetics, the development of emotional design theory and aesthetics evaluation research of product was sorted out. Aiming at the great limitations of the existing emotional design method model, the narrow scope of product aesthetics evaluation research, and the insufficient consideration of the theoretical framework and method model of user's emotional experience and the lack of perfect system, the relationship between user emotion and product aesthetics was reorganized, and the user's emotional experience was analyzed from the three levels of formal beauty, technical beauty and experiential beauty, and the evaluation rules of product aesthetics were reset based on user's emotion analysis. Combined with artificial intelligence technology, the construction method of emotional aesthetics database of product and the calculation method and process of emotional aesthetics of product were studied. Finally, A three-level evaluation model for emotional aesthetics of product and an intelligent evaluation system for product aesthetics oriented to user's emotional experience were proposed, and the design practice verification of the system construction method was carried out as well. It helps designers, manufacturers, marketers and users to better understand the relationship between product emotion and product aesthetics, and promotes efficient and accurate design decisions. It also provides new insights and new ideas for the research in the field of emotional design and

收稿日期: 2023-03-14

基金项目: 国家重点研发计划 (2021YFF0900603)

作者简介: 卢杨 (1999—), 女, 主攻用户体验设计、交互设计。

通信作者: 罗仕鉴 (1974—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为工业设计、用户体验与产品创新设计、服务设计、人机工程与人机交互设计。

aesthetics evaluation, and provides a reference for the construction of efficient and accurate emotional analysis and aesthetics evaluation system of product.

KEY WORDS: emotional design; product aesthetics evaluation; design evaluation; intelligent evaluation system

随着社会经济、设计行业与制造技术的不断发展,机械化、批量化成为设计活动的重要特征^[1],设计师、产业与消费者的关系发生了颠覆性的变化,“设计师的设计”模式逐渐转变为了“每个人的设计”,市场模式则从卖方市场逐渐转变为以消费者为导向的买方市场。在这种设计趋势与市场环境的激变之下,产品在功能、质量、价格等方面趋于同质化,无法赢得消费者芳心。特别是随着体验经济时代的到来,人们不再满足产品完善的功能和美观的形式,开始追求产品所包含的情感附加值,寻求使用过程中的心理体验^[2],同时对产品的外观造型及功能等提出了个性化需求。反映在产品领域则是注重消费者情感方面的诉求,不再单纯聚焦产品的功能设计,而是在产品设计过程中兼顾理性与感性,做到两者的有机结合^[3]。情感与美学已然成为设计师在产品研发过程中的重点关注问题,由此出现了服务设计、情感化设计、用户体验设计、产品美学评估等多种设计理论与方法,以迎合日渐复杂、多元的用户需求。产品情感化设计是指通过产品的外观、交互、功能等方面,让消费者产生积极的情感体验,从而增强消费者对产品的满意度和忠诚度。产品美学评估则通常指的是对产品外观、材质、色彩、造型等方面进行评价,从而确定产品的美学价值。近年来,大数据、人工智能等高新技术飞速发展,消费者需求不断升级,市场竞争愈加激烈,越来越多的研究开始探索如何利用这些技术来实现更为智能化的产品情感化设计和美学评估,希望通过自然语言处理、机器学习、深度学习等技术,分析和理解消费者的情感体验与情感偏好,从而实现更智能、更人性化、更精准的产品设计和评估。学者窦金花与覃京燕^[4]提出了一种基于深度学习的产品外观情感计算服务平台的构建方法,帮助设计师与用户获取知识,促进产品外观设计方案与用户意象需求的有效匹配。学者兰玉琪与刘松洋^[5]指出高效率、感知智能、场景驱动力和个性化是人工智能对产品用户体验影响的四个特征,提出了一种人工智能与大数据技术结合的产品用户体验评价方法,即智能辅助产品用户体验评价系统。学者郭斌等^[6]对计算美学研究进行了美学度量与美学生成两方面的分类总结:美学度量通过神经网络自动提取图像美学特征来判断视觉作品是否符合美感;美学生成则主要通过生成模型自动进行图像风格、布局、颜色等的设计。为更好地应对设计变革与技术革新,亟须重新审视用户情感与产品美学的关系,融合产品情感与产品美学研究提出系统性的理论框架与智能化的评估方法,以促进产品设计领域理论与实践的深入发展。

1 相关概念

1.1 美学与情感

“美学(Aesthetic)”这个概念源于希腊语“aisthesis”,可理解为是一种感知或感觉。十八世纪,美学又被解释为是感官愉悦,与此同时,美学被认为是艺术哲学的分支,学者们将美学定义为“对艺术、文化和自然的批判性反思”^[7]。保罗·赫克特(Paul Hekkert)等^[8]在研究产品美学时采用了美学是一种感官愉悦的理解,并提出美学不局限于艺术,不局限于视觉领域,也不是单纯的造型问题。产品美学不仅仅关注产品的外观美感,还包括对产品功能、结构和使用体验等方面的美学设计,体现文化、时代和社会的特点与变化,旨在让用户与产品接触的过程中产生并保持感官愉悦。

情感(emotion)在心理学研究中被认为是一个“非常迷惑且混乱的领域”^[9],因此情感没有统一公认的定义,根据克莱因金纳(Kleinginna)等^[10]的总结,情感是一种体验,可能是愉悦或不愉悦的,会激发人们产生认知和生理反应。而产品情感反映了产品与消费者之间的情感联系和交互,包括审美情感、功能满意度、交互体验感、文化共鸣等,为刺激消费者的购买欲望,产品情感通常被期望是积极的,多采用“affection”这个词,希望用户在与产品接触的过程中始终是愉悦的、享受的。由此可见,美学与情感不可分割,产品的美学评估需要基于用户与产品接触过程中所产生的多种情绪进行综合评估。

1.2 情感化设计

情感化设计(Affective Design)主要指的是能给用户带来积极情感体验的设计,以用户内心情感需求为设计中心,通过对产品的功能、操作模式、造型、色彩、结构及文化风格等要素进行整合创新设计,将预期的用户情感因素融入产品的物理要素中,突出产品的美学特征和交互属性,使用户在生理、心理和精神理想方面得到满足^[11]。情感化设计的主要研究包括消费者情感因素的测量、分析、建模、情感因素到产品设计参数的转换等^[3]。其中较具代表性的模型与方法有诺曼情感化设计、四种愉悦理论、感性工学与情感计算,见表1。

诺曼情感化设计理论^[12]基于心理学理论基础提出了三层次认知理论,即本能层、行为层和反思层,以更好地理解用户与产品之间的情感联系,并将其应用于设计之中。本能水平的设计强调产品外观的视觉、

表 1 情感化设计的代表性模型与方法
Tab.1 Representative models and methods of emotional design

理论模型	关注维度	优点	局限性
诺曼情感化设计	本能层、行为层和反思层	基于坚实的心理学理论基础分析用户情感	三个层级缺乏与产品特征的映射, 主观性较强
四种愉悦理论	生理的、社会的、心理的和意识形态的愉悦	框架清晰, 适用于定性研究	缺乏与产品特征的映射, 主观性较强
感性工学	建立感性与产品元素之间的映射	实现了用户心理感受与需求到产品属性的映射与转化	感性难以被明确界定且存在文化屏障
情感计算	情绪识别、情绪模拟与情绪生成	与人工智能技术结合, 更为客观精确	过度依赖特定数据集, 易牵扯隐私与道德问题

触觉和听觉等方面, 旨在迅速激发用户的情感反应; 行为水平的设计则关注产品的实用操作, 注重功能性、易理解性、可用性和物理感受等四个方面的优化; 反思水平的设计则关注产品的形象和印象, 注重信息传达、文化表达和产品效用的意义^[13]。四种愉悦理论 (The Four Pleasure) 从生理的 (Physiological)、社会的 (Social)、心理的 (Psychological) 和意识形态的 (Ideological) 愉悦维度, 深入分析用户与产品间的情感联系^[14]。生理愉悦指的是感官层面的愉悦, 包括视觉、听觉、触觉、嗅觉等, 与诺曼情感设计中的本能层相吻合; 社交愉悦是以产品为媒介与他人进行社交互动中产生的愉悦感; 心理愉悦产生于用户通过产品间的交互来执行或完成某项任务, 与诺曼情感设计中的行为层相对应; 意识形态层面的愉悦与个人志向和价值观有关, 通常产生于欣赏艺术品的过程中, 如欣赏书籍、音乐、电影等能作为价值载体的产品。感性工学 (Kansei Engineering) 理论旨在将顾客的心理感受和需求映射到产品的属性与参数中, 以开发或改进产品和服务, 其中感性可理解为知识、情绪与激情相协调的心理状态^[15]。感性工学研究的核心问题是: 如何准确理解感性; 如何将感性理解反映和转化为设计元素; 及如何建立感性设计系统与组织架构^[16]。相较于诺曼情感化设计与四种愉悦框架理论, 感性工学形成了较为完善的映射与评价系统, 但因感性这个概念难以被明确界定和测量, 且存在文化屏障, 不确定性较强, 导致感性工学的评价方式仍处于主观评价层面。情感计算则试图通过机器理解、模拟人类情感并做出反应。情感计算的相关研究主要集中于情绪感知与情感模拟领域。情绪感知是一种通过传感器收集数据并构建算法来识别情绪的系统, 通常基于埃克曼 (Ekman)^[17]的离散情感模型或罗素 (Russell)^[18]的维度情感模型。舍尔 (Schere)^[19]提出情感成分过程模型后, 研究者们开始使用心理和生理信号 (如皮肤电反应、脑电图、心率、面部表情、声音、手势等) 识别情绪。近年来, 深度学习模型也被应用于情感识别, 如 Zhou 等^[20]提出了基于罗素的维度情感模型进行细粒度情感识别的双层卷积神经网络。情感模拟是

在社交机器人或虚拟代理中模拟人类情感, 赋予其识别和表达情绪的能力, 以优化人机交互过程中的情感体验。这些社交机器人被广泛应用于酒店、办公室、博物馆、医院等场景。Belpaeme 等^[21]发现, 社交机器人作为导师或伴学时, 与人类导师一样, 可以给用户带来良好的情感体验。情感计算相较上述理论方法更加客观精确, 然而其过度依赖特定数据集, 易牵扯隐私与道德问题。

随着人工智能技术的进一步发展, 学者们在现有理论框架的基础之上, 开始探索更为智能化、更具普适性的产品情感化设计方法。Li 等^[22]提出了一种基于机器学习的情感设计动态映射方法, 实现了广泛、动态、自动的消费者情感反应收集, 并使用四种机器学习算法构建设计元素与消费者情感反应的映射建模。Jiang 等^[23]提出了一种基于在线顾客评论的情感设计关联规则的生成方法, 利用自然语言处理技术对网络评论进行意见挖掘与情感分析, 结合产品信息挖掘与形态学分析, 构建可自动生成情感维度与设计属性之间关联规则的多目标粒子群算法。Abu-Salih 等^[24]探讨了如何利用社会大数据进行产品情感化设计, 提出了结合机器学习技术建立情感模型, 构建用户情感需求与感性设计元素之间的关联规则, 实现情感质量优化的设计方法。这些研究多关注于如何使用智能技术与用户大数据分析用户情感并与产品设计元素建立映射关系, 忽略了情感与美学的逻辑关系, 缺乏完善的底层理论框架。

1.3 产品美学评估

美学评估作为美学中的一个重要问题, 是一种极其复杂的心理活动。对产品美学评估的研究可以帮助设计者了解影响产品审美感受形成的因素及审美评估体系的内在联系和规律, 是设计领域中被持续关注的问题。随着设计行业的发展与技术的升级, 美学评估方法的发展呈现由设计师经验为主导演进至以用户需求为核心, 由主观趋向客观, 由人工评估转为机器智能评价的趋势, 见图 1。

早期针对产品设计的主观美学评估准则有博朗

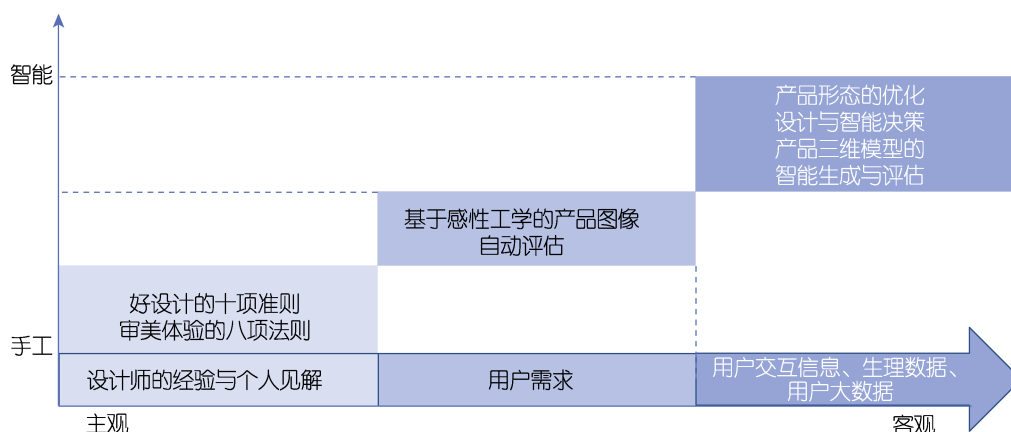


图 1 产品美学评估相关研究的发展趋势

Fig.1 Development trend of research related to product aesthetics evaluation

首席设计师迪特·拉姆 (Dieter Rams) [25] 于 20 世纪 70 年代提出的“好设计的十项准则 (Ten principles for good design)”，其中阐明了一件优秀设计品所应具备的十项主观属性：创新、通俗易懂、实用、美、严谨、真诚、历久弥新、精致、绿色环保与简洁；1999 年，拉马钱德兰 (Ramachandran) 和赫斯坦 (Hirstein) [26] 从神经美学视角研究了大脑功能和神经状态层面的美的体验，并提出“审美体验的八项法则”：峰值飘逸、分离、组合、对比、对称、普通视角、知觉问题解决与隐喻的艺术。这些主观美学评估准则主要来自于设计师的经验与主观见解，没有统一标准与理论框架。

随着感性工学理论的提出，产品美学的评估方法研究开始聚焦于用户需求。感性工学主张通过创建产品主观感知的数学模型，链接语义描述和产品物理属性，将用户对产品的感觉和印象映射到具体的产品属性上 [27]。此后，许多学者基于感性工学理论，进一步发展了产品美学评估方法。Hsiao [28] 将感性工学理论应用于计算机辅助设计中，提出了一种基于模糊神经网络和遗传算法实现产品表格自动搜索或产品图像自动评估的方法。Diego-Mas 和 Alcaide-Marzal [29] 提出了一种基于神经网络的面向产品形态设计的消费者情感反应建模方法，在对代表性用户构建单个用户感知理论框架的基础之上，建立单用户对不同产品的响应预测数学模型，并进行多模型综合应用以提高用户准确性。这些美学评估方法的基础数据需从主观视角下获取，虽然在建立综合评估模型时采用遗传算法、结合模糊理论、模糊卡诺模型、模糊层次分析过程等诸多模型增强研究结论的科学性与准确性，但终究难以避免受到前期主观数据的影响，会造成评估结果一致性低等问题。其中，影响因素包括受访个体的健康程度、受教育程度、宗教、文化等生理因素和心理因素。

较为客观的评估方法通常基于用户交互信息、生理信息等客观数据，具有实验方法明确、统计计算方

法成熟、数据采集效率高等特点，特别是随着大数据、人工智能、机器学习等技术的出现与发展，产品美学评估方法得到了空前的发展。Zhou 等 [30] 提出了一种面向美学和人机工程学的产品形态优化设计方法：基于熵权法和计算美学理论，提出了产品形态综合美学评估模型；基于非合作博弈理论，以美学评估模型和人机工程学评估模型为两个博弈方，实现产品形态的优化设计与智能决策。Hsiao 等 [31] 不再满足于产品二维图像的评估，提出通过添加参数产出三维产品模型的想法，其研究使用感性工学量化消费者对产品风格的反应，基于形态学理论对产品风格的特征数据进行评估，建立产品风格数据库，通过遗传算法产出最接近客户想象的风格产品三维模型，最后对生成的模型进行评估与优化。智能化的美学评估方法探索成为了产品美学评估领域研究的主要趋势，智能技术的融入为传统的设计评价和反馈提供全新的手段和平台，提升了评价的效率和效果 [32]。然而，产品美学评估研究发展至今，鲜少有研究者基于用户情感对产品美学进行评估，多关注于对产品外观造型的评价，缩小了美学的涵盖范围，忽略了情感与美学的交融性与不可分割性。

2 产品情感美学三层次评估模型

为进一步明晰产品情感与产品美学的关系，更系统地评估产品的情感美学价值，本文提出了产品情感美学三层次评估模型 (见图 2)，从形式美、技术美、体验美三个层次对产品进行美学评估，建立情感与美学的映射关系。其中，形式美是最直观的美学价值，通过产品线条、色彩、结构等方面引发用户的审美情感；技术美表现在产品的功能、工艺等方面，是一种较为理性客观的美，以满足用户对产品功能、质量等方面的情感需求；体验美与用户情感的关系则较为复杂，可将体验情感根据马斯洛需求层次分为感觉需求、交互情感需求、情感共鸣、社会认同感与自我情感需求五个层次，进行综合性分析与评估。

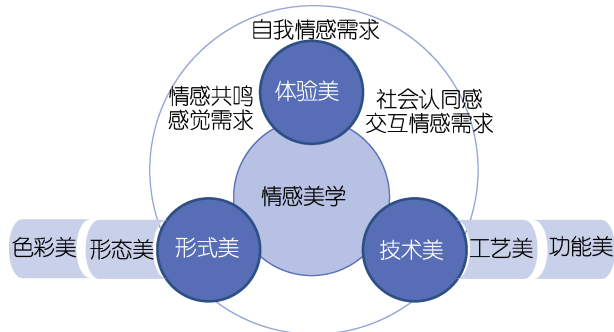


图2 产品情感美学三层次评估模型
Fig.2 Three-level evaluation model for emotional aesthetics of product

2.1 形式美

形式美这个概念起源于哲学与美学思想,认为艺术作品中的形式(例如线条、色彩、形状等)本身就具有美感,同时强调形式因素如对称、比例、节奏和色彩等的美学价值^[33]。产品设计中的形式美则是指产品外观、造型、颜色、质感等形式因素本身的美感及其组合而成的某种形式关系的和谐美。产品的形式美是用户接触产品的第一印象,也是最为直观、最易感受的一种美学价值,能够直接影响用户的审美情感。一个具有良好形式美的产品能够引起用户的视觉冲击和情感共鸣,让用户产生亲近感和好感度,增强用户的情感连接和忠诚度。产品形式美的要素很多,可分为形态美与色彩美两个部分进行评估。

产品形态美感的产生直接来源于构成形态的基本要素,即对点、线、面等形式及其所构成的形式关系的理解而产生的生理与心理反映^[34],当这些形式要素组合符合对称与平衡,调和与对比等形式的美学原则时,会使人产生美的感觉^[35]。同时产品形态也是产品功能的外在表现与传达者,通过视觉符号传达着特定功能的诉求,因此形态美所能触发的用户情感还取决于产品的类型、用途和受众,在评估产品形态美的时候需根据产品定位和不同消费者群体的特征进行综合考虑,以达到触发消费者积极审美情感的目的。例如,手机作为一种时尚的科技产品,可能成为用户展现个性的媒介,其形态美则需要给用户带来兴奋、满足、愉悦或松快的心理感受;而工具箱作为一种功能性较强、能帮助用户完成任务的产品,其形态美则需向用户传达实用、耐用、可靠和稳重的情感。

产品的色彩美是指产品表面色彩的美感表现,涉及色彩饱和度、明度、对比度、颜色搭配等方面。色彩美与用户情感有着密切的联系,不同的色彩会引起人们不同的情感体验,例如颜色明亮、饱和度高的产品更易给人带来轻松愉悦的使用体验。同时,颜色是个性的展现,年龄、性别、性格、文化程度及社会地位等方面的差异导致人们对颜色拥有不同的偏好。此外,色彩可以帮助产品更好地传递品牌理念和产品特

性,如绿色系产品通常传达着自然、健康、环保的理念。因此,在评估产品色彩美时应格外谨慎,需综合用户的审美情感、使用体验、个性化情感需求及产品特性与理念进行系统性评估。

2.2 技术美

技术美是指基于科技和工程的美感表现形式,强调工艺突破与技术创新,体现在产品的做工、质量、材质、功能、技术等方面。材质工艺方面的美感较为直观,可通过视觉、触觉、听觉被用户感知,而功能技术方面的美蕴含在产品内部,在使用时才能被用户察觉。因此,产品技术美可分为两个部分进行讨论与评估,即外在工艺美与内在功能美。

工艺作为产品技术美的外在表现,是产品美学价值中极为重要的构成要素。《周礼考工记》中说道:

“天有时,地有气,材有美,工有巧,合此四者,然后可以为良。”意思是创造美好的事物需要顺应天时地利,选用优质原材料,并运用精湛的工艺技术。工艺美通过使用各种材料和加工技术,如雕刻、烤漆、打磨、刻纹等,以实现产品外观和质感的美化,给人带来不同的触觉、视觉及听觉感受,并且在触觉、视觉、听觉三种不同感官体验的相互作用下人们对质感的感受被放大,更易产生情绪变化与联想。例如,柔软的毛绒质感通常会使人产生温暖、放松的情感,使人产生家的联想。因此,在评估工艺美时不仅需要考虑外观美感,更需顾及用户的感官体验与情感需求。

技术美的核心是通过技术设计、技术操作等活动,把作为观念形态的新技术物化为劳动产品,从而获得产品新的功能和使用价值^[36],即功能美。功能美通过帮助用户达成实用目的或完成复杂任务,从而使用户获得功能满足感并产生依赖心理,是产品美学价值中最基础的构成要素。功能满足感来自产品功能与使用场景的适配程度即实用性,是对功能美的最低要求,而依赖情感来自产品操作方式是否简单舒适即易用性,影响用户的使用体验,例如一个智能手机需要具备通话、发短信、拍照等基本功能,同时还需要具备良好的操作体验和易用性,才能让用户愿意、喜欢使用这个产品。因此,应结合使用场景、功能适配度、操作体验与易用性等多方面对产品功能美进行综合性评估,以更好满足用户在使用产品时的多重情感需求。

2.3 体验美

用户体验是指用户使用产品、系统或者享用服务过程中建立起来的心理感受或反应,包含了产品和由产品产生的系统、服务与用户互动所产生的所有体验。因此,体验美作为评价用户体验的标准,是一个多感官、多维度的概念,包括声音、触觉、味道、嗅觉、视觉等多种感官体验,通过情感、情绪、认知和身体参与等多种方式来丰富体验感受,具有更高层次

的社会价值和情感价值^[37]。根据马斯洛的需求层次模型,可将用户体验过程中的情感需求分为感觉需求、交互情感需求、情感共鸣、社会认同感与自我情感需求五个层次(见图3),并基于层次化的用户情感需求对产品体验美进行系统性的评估^[13]。

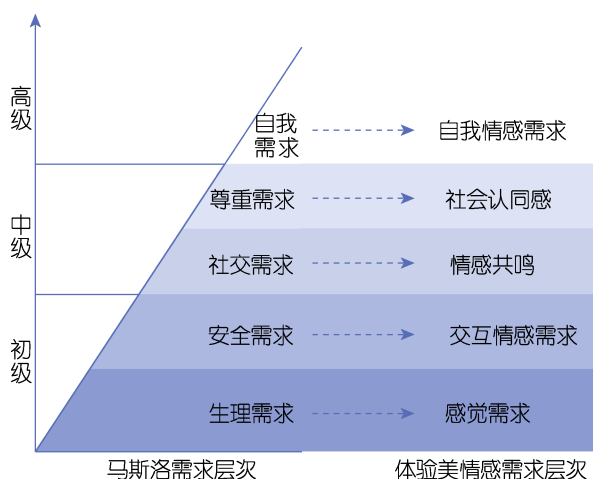


图3 体验美的五层次情感需求

Fig.3 Five-level emotional needs of experiential aesthetics

1) 感觉需求指的是对产品或系统的五官感受,包括视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉,是对产品的初次感受。当消费者对某种产品缺乏了解时,产品的外观体验可能对其购买行为产生决定性的影响。外观精美、色彩明亮、手感舒适的产品往往比外表丑陋、笨重拙劣、质感粗糙的产品更容易赢得消费者的好感。

2) 交互情感需求指人与产品交流互动过程中产生的情绪反应,影响这种交互情绪反应的因素包括完成任务的时间、效率、过程的顺畅性、准确性、是否对用户有帮助及用户是否能够轻松地完成任务等。关注产品的技术性能,如洗衣机的功能集成性、手机的

交互技术等。

3) 情感共鸣指的是人们在操作、体验产品的过程中所产生的更深层次的情感,如从产品本身和使用过程中感受到关爱、互动和乐趣,当一个产品成功地与消费者建立情感联系和共鸣时,消费者会对该产品产生强烈的情感认同和忠诚度。这种情感联系和共鸣可以通过多种方式实现,如产品设计、品牌形象、广告营销、客户服务等。

4) 社会认同感是指在基本的感官感觉、交互情感和情感共鸣方面得到满足后,用户要追求更高层次的情感体验,通常表现为独钟于某些品牌产品,希望得到社会对自己的认可。如苹果笔记本电脑一直是从事艺术和设计类相关工作的人士的钟爱,而 ThinkPad 一直是工程技术类商务人士的钟爱。但是现在这种情况也发生了变化,不少商务人士越来越喜爱苹果笔记本电脑,不仅在于苹果笔记本电脑演示效果的方便性与绚丽性,也在于其成了一种自我个性的表达。

5) 自我情感需求是指产品能够满足个性化情感需求,包括追求新奇的外形、通过产品张扬个性和实现自我价值等方面。对产品设计而言,需要进行个性化定制设计或自适应设计,以满足用户的多样化、个性化情感需求。特别是在消费者日益注重个性化和个人价值的表达的今天,产品设计更需充分考虑消费者的自我情感需求和个性化诉求。例如,一些智能家居产品的设计注重个性化定制和自适应功能,以满足消费者对智能化生活方式的需求。

3 产品情感美学智能评估系统的构建方法

基于产品美学三层次评估模型,结合情感分析、机器学习、自然语言处理等技术提出面向用户情感体验的产品美学智能评估系统的构建方法,见图4。

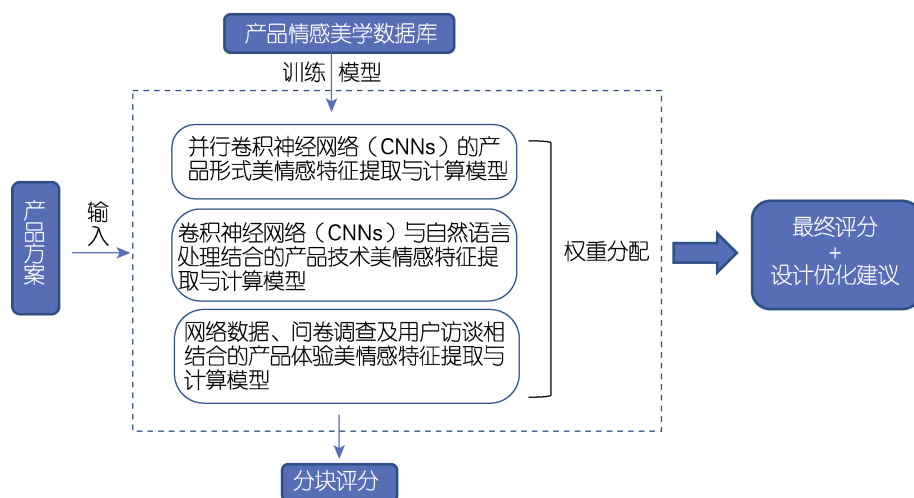


图4 面向用户情感体验的产品美学智能评估系统的构建框架

Fig.4 Construction framework of intelligent evaluation system of product aesthetics for user's emotional experience

3.1 产品情感美学数据库的构建方法

利用爬虫技术采集淘宝、京东、拼多多、小红书等平台中的目标产品图片、参数信息及用户评价等数据,并对数据进行清洗,剔除无效信息。使用机器学习算法对产品参数信息进行聚类与分类,提取与产品技术相关的特征,并对产品进行技术标注。利用自然语言处理技术,依据产品形式美、技术美与体验美所对应的设计要素对用户评价进行分类,分别对三类评价信息进行情感倾向分析,对每条评论都进行 0~1 的情感赋分,分数越高则代表情感越积极,按照 1~0.8 分、0.8~0.6 分、0.6~0.4 分、0.4~0.2 分、0.2~0 分的区间将文本情感倾向分类为积极、较积极、中性、较消极、消极五类。挖掘产品形式美、技术美、体验美的情感关键词,对产品进行分类,并对分类后的产品从形式美、技术美、体验美三个维度进行情感标注,从而获得大量具有情感赋分、情感标签与技术标签的产品方案样本,最终建立产品情感美学数据库,见图 5。

3.2 产品情感美学的计算方法与流程

产品情感美学计算基于产品情感美学三层次评估模型进行量化分析与计算,通过形式美、技术美、体验美三层次的产品特征提取与情感分析,建立产品特征与情感词汇之间的映射,以主客观结合的方法分配权重以计算情感美学评分。

产品形式美特征提取以形态美与色彩美为特征输入维度,并行化构建多个卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNNs)模型,见图 6。CNNs 模型会自动学习数据库中产品图像的视觉特征,例如色彩、线条、对称性、比例等,根据情感关键词与情感倾向提取其中的关键特征,以确定产品形式美的美学特征。根据产品情感分类,分析产品形态美与色彩美的情感特征权重,研究不同产品外观特征对产品形态美与色彩美所表现的情感意象的贡献程度,挖掘面向产品类型的产品形式美关键情感特征^[4]。

产品技术美特征提取基于外在工艺美与内在功能美两个维度。利用 CNNs 模型自动学习数据库中产

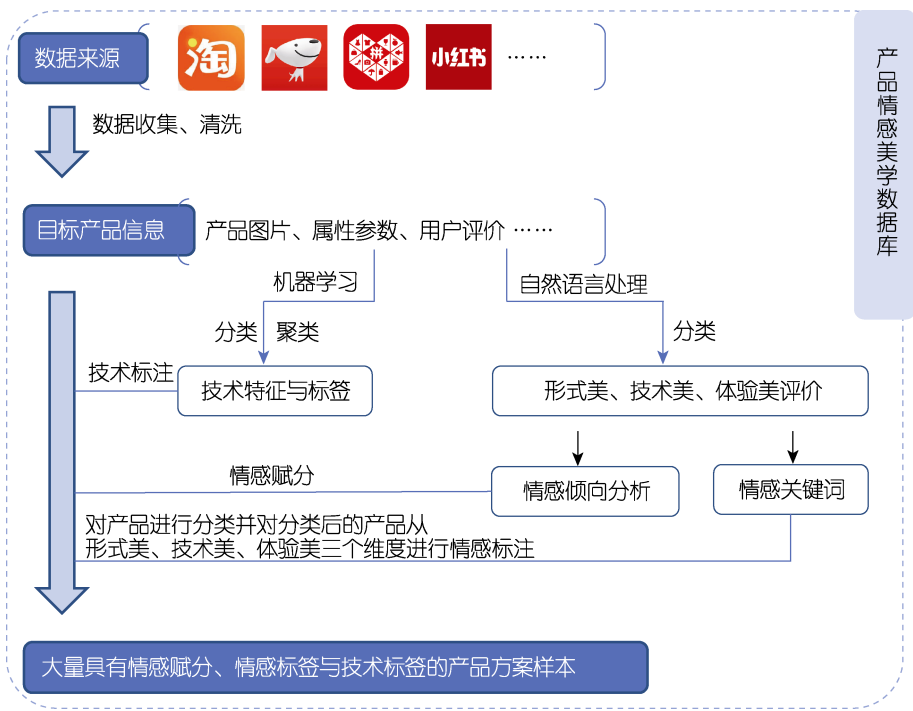


图 5 产品情感美学数据库的构建方法
Fig.5 Construction method of emotional aesthetics database of product

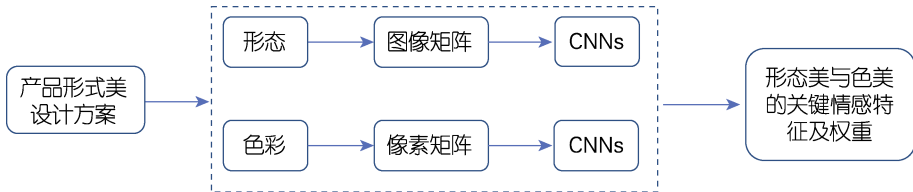


图 6 基于并行 CNNs 的产品形式美的关键情感特征提取及权重计算模型架构
Fig.6 Key emotional feature extraction and weight calculation model architecture of formal aesthetics of product based on parallel CNNs

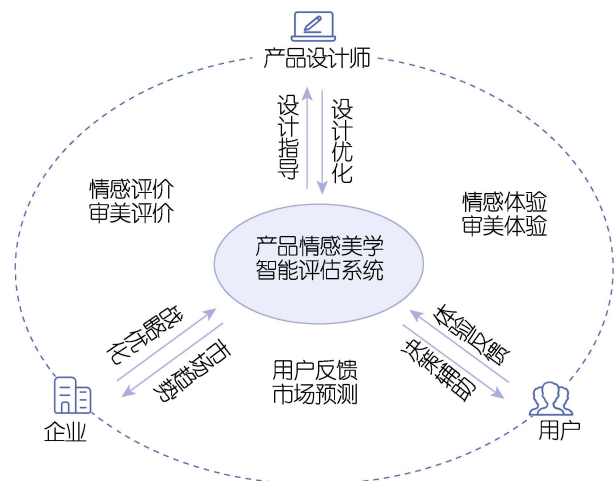


图 9 产品情感美学智能评估系统的服务对象
Fig.9 Service object of the intelligent evaluation system
for emotional aesthetics of product

例,可供设计师借鉴和参考;产品情感美学智能评估系统中的数据实时更新,能及时反馈用户对产品的情感体验,帮助设计师快速进行调整与优化。在制造与营销方面,该系统可帮助企业了解产品的优劣势及市场表现,基于情感美学分析结果提供产品设计、制造流程、营销策略、供应链等方面的优化方案,提高产品的制造效率和质量,提升产品市场竞争力和销售业绩;及时的用户情感体验反馈与市场反馈,可帮助企业快速了解用户情感需求和市场趋势。用户则可借助该系统了解产品的情感特征与优缺点,例如产品情感美学特征的可视化展示,帮助用户更好地理解产品的外观、色彩、材质等方面,从而更好地选择和购买符合自身情感需求与审美的产品;系统也会根据用户的情感偏好,给出有效的购买建议与推荐,提供多样化的情感美学素材库和样例,供用户参考和借鉴;同时,产品情感美学智能评估系统为用户提供了产品情感体验的反馈平台,帮助用户表达对产品的意见与诉求。

4 对手表产品的情感美学智能评估系统的设计实践

为验证上文提出的系统构建方法的可行性及对产品设计的指导价值与实际效用,进行了设计实践。根据上述方法构建手表产品的情感美学智能评估系统,获取并分析主流购物网站的手表产品信息以构建手表情感美学数据库,使用数据库数据训练手表形式美与技术美的情感美学计算模型,对 5 名手表用户进行了访谈,了解手表使用体验的具体方面,发放并回收 32 份问卷调研,了解用户从感觉需求、交互情感需求、情感共鸣、社会认同感与自我情感需求五个层次对手表使用体验的评价,结合数据库中的体验信息,形成用户体验数据,训练手表体验美情感计算模型,最终完成手表产品的情感美学智能评估系统构

建。该系统分为手表产品情感美学数据库与手表设计方案智能评估两个部分,数据库中的手表产品方案包含图片、特征标签、用户情感倾向等内容,使用者可输入手表特征关键词或情感意象词汇在数据库中检索产品方案;将手表产品方案输入智能评估系统,系统会自动从形式美、技术美、体验美三个方面对方案进行评估,分析产品情感关键词与产品情感美学关键特征,给出设计评价及优化建议,见图 10。

4.1 实验流程

被试者为 10 名拥有设计专业背景的研究生,且平时都有穿戴手表的习惯,对手表产品有一定的了解与认识。实验开始前,10 名被试者随机分组,分为 5 人一组的两组。两组的共同设计目标是设计一款运动手表,对照组被试者只被允许使用浏览器进行信息搜索,结合使用 PS、AI、PPT 等基础设计软件产出设计方案;实验组被试者可使用构建的手表产品的情感美学智能评估系统,结合浏览器与基础设计软件进行设计。实验时间为 3 h,实验在安静独立的环境下进行,被试者在设计产品方案时不可与他人进行交流,须独立完成手表设计方案,设计方案内容需包含:产品效果图、产品参数说明、产品功能介绍等。实验结束后,对 10 名被试者的设计方案进行回收整理,并对实验组被试者进行访谈,了解他们对产品情感美学智能评估系统的使用体验与评价。根据回收的 10 个设计方案设置问卷并进行发放和回收,邀请有穿戴手表习惯的人群参与问卷填写,要求他们认真阅读手表设计方案,并对设计方案从形式美、技术美、体验美三个维度进行打分,为降低个体理解偏差,问卷中对形式美、技术美、体验美进行了解释说明。

4.2 实验结果

1) 访谈记录及分析。在访谈中了解到,实验组的 5 名被试者皆使用了数据库检索功能与智能评估功能,他们在初期根据设计目标在数据库中检索关键词,如“运动”“心率监测”“步数记录”等,了解库中产品方案的特征与用户情感倾向,在此基础上进行设计;初步完成设计方案后,他们都将方案输入了智能评估系统,获取情感美学分析与评价,然后再对方案进行优化与调整;其中 3 名被试者,在完成设计方案优化后,再次将方案输入系统进行评估,确认优化后的设计方案评分更高。在使用体验方面,5 名被试者都对数据库检索功能较为满意,认为显著提升了前期调研的效率,为开展设计提供了有力支撑;对智能评估系统,被试者皆认为情感美学分析、评分与建议对优化产品设计方案有参考价值,特别是在提升产品用户体验方面,其中有两名被试者指出设计建议有些简单,可以进行一些优化,为设计师提供更为具体的设计指导。

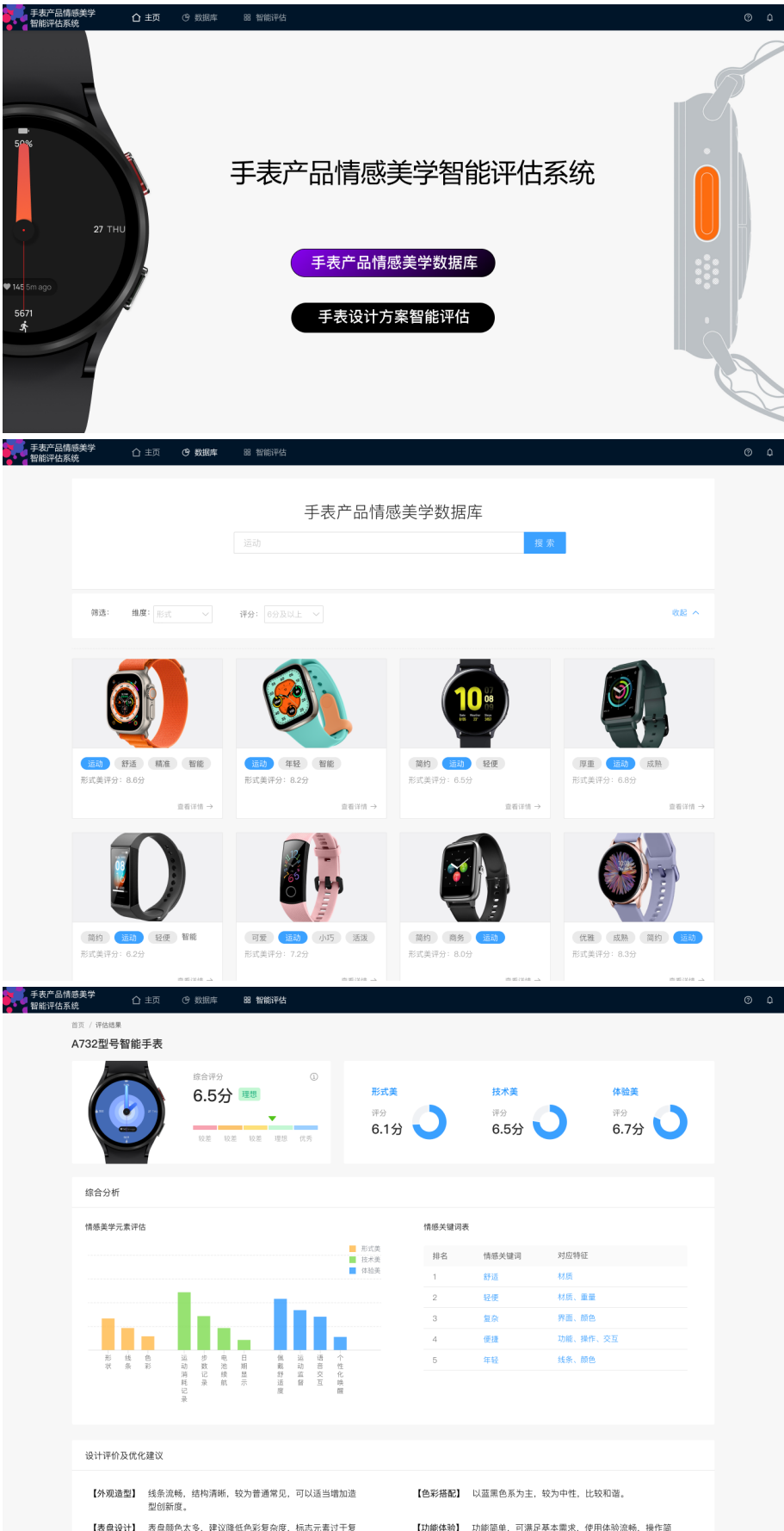


图 10 手表产品的情感美学智能评估系统界面

Fig.10 Interface of the intelligent evaluation system for the emotional aesthetics of watch products

2) 问卷结果分析。表 2 总结了 30 名用户对 10 组方案形态美、技术美和体验美的评价平均分。其中, 实验组的形态美、技术美和体验美均表现出更高的水平。针对组间差异进行了 T 检验, 实验组与对照组的形态美、技术美和体验美的组间差异均具有统计学意义 ($P_{\text{形态}}=0.001\ 7<0.05$, $P_{\text{技术}}=0.023\ 5<0.05$,

$P_{\text{体验}}=0.000\ 4<0.05$)。结果表明, 使用该系统设计的手表方案在形态美、技术美和体验美的表现更优, 尤其是在体验美方面分值提升最高, 表明本研究所提出的产品情感美学智能评估系统在产品中的应用实践取得了预期成果, 验证了该方法和系统的可行性与有效性。

表 2 实验组和对照组设计方案的情感美学平均分
Tab.2 Mean emotional aesthetics scores of design solutions for the experimental and control groups

评价 维度	实验组						对照组					
	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	实验组总	方案 6	方案 7	方案 8	方案 9	方案 10	对照组总
形态美	7.17	9.23	8.50	7.03	8.23	8.03	7.17	8.10	8.70	7.80	5.77	7.51
技术美	8.80	7.97	7.83	8.40	8.05	8.21	8.20	7.57	7.37	8.73	7.77	7.93
体验美	7.00	8.76	8.44	7.93	6.39	7.70	7.99	7.88	6.13	5.50	7.64	7.03

5 结语

社会、经济与高新技术的发展引发了设计行业的巨变, 用户不再满足于产品完善的功能和美观的形式, 情感附加值成为赢得市场的关键, 产品美学的概念不再局限于外观造型的美感, 美学评估变得尤为复杂且难以界定。而现有的产品情感化设计理论与产品美学评估研究存在方法模型局限性较大, 产品美学评估研究范围狭窄, 未充分考虑用户情感体验及缺乏完善系统的理论框架与方法模型等问题。对此, 本文提出了产品情感美学三层次评估模型, 将产品美学分为形式美、技术美与体验美三层, 研究每一层级的产品美学特征与用户情感体验的关系, 面向用户情感体验对产品美学进行分层化的综合性评估, 为产品情感化设计及产品美学评估相关研究提供新见解与新思路。并基于该模型, 结合大数据、人工智能等技术, 提出了面向用户情感体验的产品美学智能评估系统的构建方法, 通过产品信息与用户大数据训练深度学习模型, 进行美学特征提取与情感分析计算, 实现智能化评估, 以服务于设计师、制造商、营销商、用户等多种角色, 为他们提供有效的设计指导与优化建议, 促进高效精准的设计决策。最后, 本文基于提出的系统方法构建了手表产品的情感美学智能评估系统, 进行设计实践验证, 证明了系统的可行性、有效性与辅助设计价值, 为构建高效精准的产品情感分析与产品美学评估系统提供参考。

参考文献:

[1] 罗仕鉴, 张德寅. 设计产业数字化创新模式研究[J]. 装饰, 2022(1): 17-21.
LUO Shi-jian, ZHANG De-yin. Research on Digital Innovation Mode of Design Industry[J]. Art & Design, 2022(1): 17-21.
[2] 李静, 李世国. 从交互设计的视角探索人与产品的情

感交流[J]. 包装工程, 2008, 29(9): 151-153.
LI Jing, LI Shi-guo. Exploration the Emotional Communications between Human and Products from the Perspective of Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(9): 151-153.
[3] 丁俊武, 杨东涛, 曹亚东, 等. 情感化设计的主要理论、方法及研究趋势[J]. 工程设计学报, 2010, 17(1): 12-18.
DING Jun-wu, YANG Dong-tao, CAO Ya-dong, et al. Theory, method, and Trend of Emotional Design[J]. Journal of Engineering Design, 2010, 17(1): 12-18, 29.
[4] 窦金花, 覃京燕. 基于深度学习的产品外观意象情感计算服务平台研究[J]. 包装工程, 2020, 41(6): 20-25, 31.
DOU Jin-hua, QIN Jing-yan. Affective Computing Service Platform of Product Appearance Image Based on Deep Learning[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(6): 20-25, 31.
[5] 兰玉琪, 刘松洋. 人工智能技术下的产品用户体验研究综述[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 22-29.
LAN Yu-qi, LIU Song-yang. Overview of Product User Experience Research under Artificial Intelligence Technology[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 22-29.
[6] 郭斌, 张秋韵, 方禹杨, 等. 计算美学: 计算科学驱动的视觉美学度量与生成[J]. 包装工程, 2021, 42(22): 62-77.
GUO Bin, ZHANG Qiu-yun, FANG Yu-yang, et al. Computational Aesthetics: Visual Aesthetics Measurement and Generation Driven by Computational Science [J]. Packaging Engineering, 2021, 42(22): 62-77.
[7] RIEDEL T. Encyclopedia of Aesthetics 4 Vol. Michael Kelly[J]. Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America, 1999, 18(2): 48.
[8] HEKKERT P, LEDER H. Product Aesthetics[J]. Product Experience, 2008: 259-285.
[9] BEN-ZE'EV A. Describing the Emotions: A Review Of the Cognitive Structure of Emotions by Ortony, Clore & Collins [J]. Philosophical Psychology, 1990, 3(2-3): 305-317.

- [10] KLEINGINNA P R Jr, KLEINGINNA A M. A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition[J]. *Motivation and Emotion*, 1981, 5(4): 345-379.
- [11] 尹建国, 吴志军. 产品情感化设计的方法与趋势探析[J]. *湖南科技大学学报(社会科学版)*, 2013, 16(1): 161-163.
YIN Jian-guo, WU Zhi-jun. Methods and Trends of Product Emotional Design[J]. *Journal of Hunan University of Science & Technology (Social Science Edition)*, 2013, 16(1): 161-163.
- [12] FISHWICK M. Emotional Design: Why we Love (or Hate) Everyday Things[J]. *The Journal of American Culture*, 2004, 27(2): 234.
- [13] 罗仕鉴, 朱上上, 沈诚仪. 用户体验设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2022.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang, SHEN Cheng-yi. *User Experience Design*[M]. Beijing: Higher Education Press, 2022.
- [14] JORDAN P W. Putting the Pleasure into Products[J]. *IEE Review*, 1997, 43(6): 249-252.
- [15] NAGAMACHI M. Kansei Engineering: A New Ergonomic Consumer-Oriented Technology for Product Development[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1995, 15(1): 3-11.
- [16] NAGAMACHI M, LOKMAN A M. Innovations of Kansei Engineering[M]. Boca Raton: CRC Press, 2016.
- [17] EKMAN P. An Argument for Basic Emotions[J]. *Cognition and Emotion*, 1992, 6(3-4): 169-200.
- [18] RUSSELL J A. Core Affect and the Psychological Construction of Emotion[J]. *Psychological Review*, 2003, 110(1): 145-172.
- [19] SCHERER K R. What are Emotions? and how can they be Measured?[J]. *Social Science Information*, 2005, 44(4): 695-729.
- [20] ZHOU Feng, KONG Shu, FOWLKES C C, et al. Fine-Grained Facial Expression Analysis Using Dimensional Emotion Model[J]. *Neurocomputing*, 2020, 392: 38-49.
- [21] BELPAEME T, KENNEDY J, RAMACHANDRAN A, et al. Social Robots for Education: A Review[J]. *Science Robotics*, 2018, 3(21): 5954.
- [22] LI Z, TIAN Z G, WANG J W, et al. Dynamic Mapping of Design Elements and Affective Responses: A Machine Learning Based Method for Affective Design[J]. *Journal of Engineering Design*, 2018, 29(7): 358-380.
- [23] JIANG Hui-min, KWONG C K, PARK W Y, et al. A Multi-Objective PSO Approach of Mining Association Rules for Affective Design Based on Online Customer Reviews[J]. *Journal of Engineering Design*, 2018, 29(7): 381-403.
- [24] ABU-SALIH B, WONGTHONGTHAM P, ZHU D, et al. Affective Design Using Social Big Data[J]. *Social Big Data Analytics: Practices, Techniques, and Applications*, 2021: 145-176.
- [25] RAMS D, DE JONG C, KLEMP K, et al. Ten principles for good design: Dieter Rams: the Jorrit Maan collection[M]. Munich: Prestel, 2017.
- [26] RAMACHANDRAN V, HIRSTEIN W. The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience[J]. *Journal of consciousness Studies*, 1999, 6(6-7): 15-51.
- [27] Nagamachi M. Kansei Engineering: The Framework and Methods[J]. *Kansei Engineering*, 1997: 1-9.
- [28] HSIAO S W, TSAI H C. Applying a Hybrid Approach Based on Fuzzy Neural Network and Genetic Algorithm to Product Form Design[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2005, 35(5): 411-428.
- [29] DIEGO-MAS J A, ALCAIDE-MARZAL J. Single Users' Affective Responses Models for Product Form Design[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2016, 53: 102-114.
- [30] ZHOU Ai-min, MA Jian, ZHANG Shu-tao, et al. Optimal Design of Product Form for Aesthetics and Ergonomics[J]. *Computer-Aided Design and Applications*, 2022: 1-27.
- [31] HSIAO S W, CHIU F Y, LU Shu-hong. Product-Form Design Model Based on Genetic Algorithms[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2010, 40(3): 237-246.
- [32] 罗仕鉴, 朱媛, 田馨, 等. 智能创意设计激发文化产业“四新”动能[J]. *南京艺术学院学报(美术与设计)*, 2022(2): 71-75.
LUO Shi-jian, ZHU Yuan, TIAN Xin, et al. Intelligent Creative Design Stimulates the “Four New” Kinetic Energy of Cultural Industry[J]. *Journal of Nanjing Arts Institute (Fine Arts & Design)*, 2022(2): 71-75.
- [33] KANT I, VORLÄNDER K. Kritik der Urteilskraft[M]. Hamburg: Felix Meiner, 1924.
- [34] 甘桥成, 徐人平. 产品设计的设计美学评价[J]. *设计艺术(山东工艺美术学院学报)*, 2010(2): 75-78.
GAN Qiao-cheng, XU Ren-ping. Aesthetic Evaluation of Product Design[J]. *Journal of Shandong University of Art and Design*, 2010(2): 75-78.
- [35] 吕文静. 产品设计中的功能美与形式美[J]. *科技风*, 2010(24): 78.
LYU Wen-jing. Functional Beauty and Formal Beauty in Product Design[J]. *Technology Wind*, 2010(24): 78.
- [36] 钟玮. 论产品设计中的技术美[J]. *商场现代化*, 2007(10): 248-249.
ZHONG Wei. On the Technical Beauty in Product Design[J]. *Market Modernization*, 2007(10): 248-249.
- [37] 罗仕鉴, 龚何波, 林伟. 智能产品交互设计研究现状与进展[J]. *机械工程学报*, 2023, 59(11): 1-15.
LUO Shi-jian, GONG He-bo, LIN Wei. Status and Progress of Intelligent Products Interaction Design[J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2023, 59(11): 1-15.