

# 人智交互体验研究：为人本人工智能发展注入新动力

## Human-AI Interaction Experience Research: Accelerating the Development of Human-Centered AI

姜婷婷<sup>1,2</sup> 许艳润<sup>1</sup> 傅诗婷<sup>1</sup> 陆伟<sup>1,2</sup>  
JIANG Tingting XU Yanrun FU Shiting LU Wei

(1. 武汉大学信息管理学院, 武汉, 430072; 2. 武汉大学信息资源研究中心, 武汉, 430072)

**摘要:**【目的/意义】“人智交互”和“人本人工智能”分别是人机交互和人工智能领域的前沿课题,组成了一枚硬币的两面。本研究旨在以人智交互体验研究为切入点,帮助“以用户为中心”的信息行为、用户体验等领域的学者思考如何在用户研究和交互设计方面的独特优势,积极参与推动人本人工智能的长期稳健发展。【研究设计/方法】对国外人智交互体验现有研究进行细致梳理,从中提取研究脉络和重要维度,并揭示其对于人本人工智能发展的作用。【结论/发现】量化人智协作中用户和人工智能这两大交互主体要素对交互体验的影响是当前基本研究思路,可解释性、隐私安全等人本人工智能重点问题已有所涉及,但总体上人智交互体验研究仍处于起步阶段,缺乏系统性和针对性。【创新/价值】初步构建了人智交互体验研究体系,在研究设计层面上提出了由交互主体、交互任务、交互环境、交互体验要素组成的核心框架,在研究主题层面上探索了包含人智协作、人智竞争、人智冲突和人智共生在内的重点方向,为未来开展人智交互体验研究提供了清晰指引。

**关键词:** 人智交互; 交互体验; 用户研究; 人本人工智能

**中图分类号:** G25 **DOI:** 10.13366/j.dik.2022.04.043

**引用本文:** 姜婷婷, 许艳润, 傅诗婷, 等. 人智交互体验研究: 为人本人工智能发展注入新动力 [J]. 图书情报知识, 2022, 39(4): 43-55. (Jiang Tingting, Xu Yanrun, Fu Shiting, et al. Human-AI Interaction Experience Research: Accelerating the Development of Human-Centered AI [J]. Documentation, Information & Knowledge, 2022, 39(4): 43-55.)

**Abstract:** [Purpose/Significance] As the two sides of the same coin, "Human-AI interaction" (HAI) and "Human-Centered AI" (HCAI) have become frontier research themes in the field of human-computer interaction and artificial intelligence respectively. Taking the research of HAI experience as the entry point, this study aims to help researchers in such "user-centered" fields as information behavior and user experience consider how to give play to their unique advantages in user study and interactive design, and actively participate in promoting the long-term and stable development of HCAI. [Design/Methodology] This study conducted a literature survey on previous HAI experience research, with an aim to identify the major topics and determine its connections to HCAI research. [Findings/Conclusion] The existing HAI experience research focus on quantifying the influence of human or AI characteristics on the interaction experience. However, the characteristic dimensions of the two subjects were not explored in a systematic manner, and the task and environment components of interaction were not considered. More importantly, the dimensions of user experience investigated were not well connected to the key issues of HCAI. [Originality/Value] A preliminary research system of HAI experience is established: at the level of research design, the interaction subjects, tasks, environment, and experience constitute the core framework; and at the level of research themes, human-AI collaboration, human-AI competition, human-AI conflict, and human-AI symbiosis are promising directions. The research system provides clear guidance for conducting user studies in AI-involved context in the future.

**Keywords:** Human-AI interaction; Interaction experience; User study; Human-Centered AI

### 1 人智交互与人本人工智能: 硬币的两面

自20世纪80年代初以来,计算机与信息系统的演进发展深深影响着人类的工作和生活方式,从最开始的办公软件和数据库,到互联网和电子邮件、聊天应用和搜索引擎,到以用户生成内容为主的虚拟社区和社

交媒体,再到交互模式更丰富的移动设备、可穿戴设备等,人机交互(Human-Computer Interaction, HCI)领域一直在为这些系统的设计提供“以人为本”的规范、准则、策略和建议<sup>[1]</sup>。当计算机与信息系统中注入了人工智能(Artificial Intelligence, AI)之后,全新的设计挑战与机遇随之而来,“人智交互”(Human-AI Interaction, HAI)成为了HCI领域的前沿课题<sup>[2]</sup>。近几

[基金项目] 本文系国家自然科学基金面上项目“信息茧房的形成机理与联觉干预研究”(72074173)和武汉大学中外联合科研平台种子基金支持计划重大合作项目“人智交互国际联合研究中心”(WHUZZJJ202203)的研究成果之一。(This is an outcome of the project "The Formation Mechanism and Synesthesia-Based Intervention of Information Cocoons" (72074173) supported by National Natural Science Foundation of China and the project "International Collaborative Research Center for Human-AI Interaction" (WHUZZJJ202203) supported by the Sino-foreign Collaborative Research Platform Seed Money Support Plan of Wuhan University.)

[通讯作者] 姜婷婷 (ORCID: 0000-0002-5310-2073), 博士, 教授, 研究方向: 人智交互、信息行为、用户体验度量、人本数据分析, Email: tij@whu.edu.cn. (Correspondence should be addressed to JIANG Tingting, Email: tij@whu.edu.cn, ORCID: 0000-0002-5310-2073)

[作者简介] 许艳润 (ORCID: 0000-0003-0641-0329), 博士研究生, 研究方向: 人智交互、信息行为, Email: yaranx@whu.edu.cn; 傅诗婷 (ORCID: 0000-0002-5653-7931), 博士研究生, 研究方向: 人智交互、信息行为, Email: fushiting@whu.edu.cn; 陆伟 (ORCID: 0000-0002-0929-7416), 博士, 教授, 研究方向: 信息检索、AI 人机协同, Email: weilu@whu.edu.cn.

年来,国外的HAI研究发展迅速,研究人员围绕人类与智能推荐系统、机器人、虚拟人、自动驾驶汽车等AI系统的交互开展了广泛探索,极大促进了HCI与AI领域交叉融合。

从AI学者的视角来看,两个领域的交叉融合催生了更为先进的AI发展理念——“人本人工智能”(Human-Centered AI, HCAI)。正如美国著名计算机与人机交互学者Ben Shneiderman教授在《人本人工智能》一书中阐述的那样,HCAI旨在增强人类感知、思考、行动、创造的能力,而不是取代人类<sup>[3]</sup>。在HCAI总体框架下,人在回路(Human-in-the-Loop, HITL)、可解释的AI(Explainable AI, XAI)、符合伦理规范的AI(Ethical AI)等方面的研究不断涌现,从不同角度实践“以人为本”这一宗旨。尽管HCAI的使命依然是技术的进步,但是成功的标准不再仅限于功能的实现或性能的提升,而是需要同时关注人类是否能够理解并愿意使用技术、人类生产力是否得到提高、人类是否能够控制技术以及人类价值观是否得到尊重等等<sup>[3]</sup>。

可以看出,虽然HAI和HCAI萌芽于不同的研究领域,但是两者拥有一致的目标,即创造能够增进人类福祉的AI。它们就像是一枚硬币的两面,一面是了解技术对人类的影响,另一面是将人类融入技术的创新,共同内核在于人类与AI的相互理解和协作共生。通过初步的文献调研可以发现,国外对于HAI和HCAI的研究相对独立。HCAI研究聚焦于对人在回路、可解释性、技术伦理等几个重点问题上的技术突破或解决方案探讨。HAI研究则主要分为两大类,一类是交互体验研究,通过用户研究反映人类使用AI系统完成特定任务的过程和结果并揭示各要素在其中的作用机制;另一类是设计应用研究,通过改进算法来解决交互中的现存问题,或是针对不同应用场景需求设计为人类提供辅助的AI系统。

对于情报学和信息科学来说,“以人为本”并不是一个陌生的概念,我们一直以来所从事的信息行为、用户体验等方面的研究正是致力于观察、度量、解释并预测人类在使用信息系统时的行为、认知与情感,以期为用户提供友好的交互界面和满意的信息服务。《为什么人工智能需要用户体验》一书指出,糟糕的用户体验可能会殃及整个AI生态,AI成功的关键在于理解并改善用户体验,用户对AI的信任来自他们从使用AI中受益,而不是AI能够提供的功能本身<sup>[4]</sup>。因此,

参与并推动HAI与HCAI跨领域研究既是我们的重要使命,也是一个必然趋势。在这样的背景下,本文拟通过文献调研对以下研究问题进行探讨:(1)当前HCAI重点问题有哪些?(2)HAI体验研究进展如何,以及已有研究对于解决HCAI重点问题具有怎样的作用?(3)根据HCAI发展需求,未来应该如何开展HAI体验研究?

## 2 人本人工智能

### 2.1 人本人工智能的兴起

自1950年Alan Turing提出“机器是否能思考”这个著名的问题以来,世人见证了AI的飞速发展并深切感受到AI重构各行业秩序的颠覆性力量。然而,近年来以算法为中心的传统AI因逐渐暴露出来的脱离人类控制、种族偏见、人智冲突等各种问题而受到诟病<sup>[2,5]</sup>。2017年,Facebook关闭了一个AI项目,因为发现两个聊天机器人使用了人类无法理解的自创语言进行交流<sup>[6]</sup>。2018年的一项研究显示,Face++和Microsoft AI这两款面部识别软件对人类情绪的解读会受种族影响,做出相同表情的黑人用户会被认为比白人用户具有更多负面情绪<sup>[7]</sup>。面对AI发展进程中潜藏的巨大风险,相关领域的专家学者纷纷呼吁AI的设计开发应该“以人为本”。

2018年10月,美国斯坦福大学率先发起了“人本人工智能倡议”(Human-Centered AI Initiative),发起人Fei-Fei Li和John Etchemendy指出:(1)为了让AI更好地为人类服务,必须在AI中更多地融入人类智能的多元性、细微差别和深度;(2)人们一直在研究AI对人类社会的影响,这将指引AI的发展;(3)AI的终极目标应该是促进人类的发展,而不是削弱或取代人类<sup>[8]</sup>。随后成立的斯坦福人本人工智能研究院(Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence)广泛汇聚了来自斯坦福大学计算机科学、哲学、神经学、生物医学、心理学、社会学、人类学、法学、经济学、历史学、传播学、机械工程学等多个学科的专家学者,围绕人类影响(human impact)、人类能力增强(augmenting human capabilities)和机器智能(machine intelligence)这三个方面开展跨学科合作研究。在此之后,“人本人工智能”(Human-

Centered AI, HCAI) 概念在业界和学界都迅速升温, IBM<sup>[9]</sup>、Microsoft<sup>[10]</sup>等科技公司相继启动了HCAI研究计划, 欧盟资助的HumanE-AI-Net工程<sup>[11]</sup>吸引了来自欧洲20个国家的53所机构共同参与以人为本的人工智能变革。

在我国, 为了加快推进国务院《新一代人工智能发展规划》中的各项任务, 国家新一代人工智能治理专业委员会<sup>[12]</sup>于2019年成立, 旨在推动AI相关法律、伦理、标准和社会问题的研究解决。2019年6月17日, 该专委会发布了《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》<sup>[13]</sup>, 提出了和谐友好、公平公正、包容共享、尊重隐私、安全可控、共担责任、开放协作、敏捷治理等八条原则, 强调应更好地协调AI发展与治理的关系, 推动经济、社会及生态可持续发展。2021年9月25日, 该专委会发布的《新一代人工智能伦理规范》<sup>[14]</sup>进一步指出要将伦理规范融入AI全生命周期, 除增进人类福祉、促进公平公正、保护隐私安全、确保可控可信、强化责任担当、提升伦理素养等基本伦理规范外, 从事人工智能管理、研发、供应和使用等活动时还应遵守特定的伦理规范。由此可见, “以人为本”是我国人工智能发展的重要战略方向。

## 2.2 人本人工智能重点问题

HCAI是智能系统设计的一种全新理念, 强调AI与用户、操作人员等人类利益相关者共同处于一个更大的生态之中, 因而人类与AI需要相互理解, HCAI系统不仅能够从社会文化角度理解人类, 而且能够帮助人类理解AI<sup>[15]</sup>。Xu<sup>[16]</sup>提出的HCAI框架由三个部分组成: (1) 避免歧视、不会取代人类的道德化设计; (2) 更接近人类智能的增强AI技术; (3) 保证可解释性、可理解性、有用性和可用性的人因设计。Shneiderman<sup>[17]</sup>特别指出, 只有当人类控制和计算机自动化均达到较高水平时, 才能够实现可靠、安全和可信的HCAI。Yang等<sup>[18]</sup>将HCAI的核心归结为两个方面: 一个是人类控制下的AI, 通过人类与AI的协作提高人类生产力; 另一个是考虑人类状况的AI, 将人性作为AI算法设计的首要前提。目前, 国外HCAI研究重点较为突出, 主要围绕人在回路、可解释性、技术伦理等重点问题开展理论探讨和技术实践尝试。

**人在回路。**人在回路是指在机器学习的过程中将机器智能和人类智能结合起来, 从而取得更好的模型

效果<sup>[19]</sup>。在自然语言处理、计算机视觉等复杂任务中, 人类可以发挥知识和经验优势, 主动参与到训练数据标注、模型精度调试、预测结果评价等工作中, 旨在帮助机器理解各种情境, 迅速作出正确的决策<sup>[20-21]</sup>。也就是说, 将人保持在回路中并不仅仅只是强调人类对机器的控制, 而是将人类与机器的协作融入机器学习的各个阶段<sup>[22]</sup>。有了人类的参与, 算法公平性、可解释性、安全性等方面的潜在问题都有可能得到解决<sup>[23]</sup>。目前, HITL在安防系统、仿真系统、代码开发工具、搜索引擎等各类系统的构建中得到了广泛的应用<sup>[24]</sup>。

**可解释性。**可解释性指的是能够在多大程度上以人类可以理解的方式解释AI系统的内在结构<sup>[25]</sup>。可解释的AI (XAI) 关键在于透明 (transparency)<sup>[26]</sup>。机器学习性能的提升往往是通过提高模型复杂度实现的, 这使得AI系统在普通人眼中就像是一个“黑匣子”, 其运行和决策过程都不得而知。当系统给出了非常规或意料之外的结果时, 人类在人际交往中形成的心智模型就会遭到破坏<sup>[15]</sup>。因此, AI不透明引发了严峻的信任挑战, 导致人们在医疗健康、自动驾驶等敏感而重要的领域对AI的接纳度很低<sup>[27]</sup>。XAI这一研究方向越来越受到重视, 近年来已经发展出了黑盒模型和白盒模型两大类方法, 前者试图解释已经过训练的复杂模型 (如深度神经网络), 后者的目标则是构建人类易于理解的直观模型 (如线性模型、决策树模型、基于规则的模型等)<sup>[27]</sup>。有学者认为, 模型解释可以仅针对运行结果, 因为用户不必知晓AI的内在工作过程也能够成功使用它<sup>[28]</sup>。

**技术伦理。**技术伦理是HCAI需要解决的根本问题之一。AI应该遵循人类构建的伦理规范, 具有分辨是非对错的基本能力<sup>[26]</sup>。符合伦理规范的AI与其他AI交互时、与人类交互时以及在人类社会中运转时, 都应该受到伦理规范的约束<sup>[29]</sup>。强大的技术力量在推动人类社会进步的同时, 也可能因为技术滥用而造成难以估量的风险<sup>[29]</sup>。AI系统的运行离不开海量的数据, 其中包括个人数据和隐私数据, 数据的不当使用会导致隐私泄露; AI系统还可能会学习隐含在数据中的人类固有偏见, 从而有意或无意地表现出人口统计特征上的歧视; 不透明的AI有可能在脱离人类监控和管理的情况下自主进化, 动摇了人类对AI的绝对控制<sup>[26, 30]</sup>。此外, 不同国家和地区、不同人群并不是都能平等享受AI带来的益处, 智能鸿沟日益加深<sup>[29]</sup>。针对上述风





表1 用户特征对人智交互体验的影响

Table 1 The Effects of User Characteristics on HAI Experience

	用户特征维度	交互体验观测维度	来源
用户固有特征	性别	a. 用户对机器人的感知 b. 用户对交互体验的评价	Wienrich 和 Latoschik <sup>[38]</sup>
	性格	a. 用户对 AI 系统的评价 b. 用户对 AI 系统的信任	Molina 和 Sundar <sup>[39]</sup>
	伦理或政治意识	a. 用户对聊天机器人回应的偏好 b. 用户对 AI 系统的评价 c. 用户对 AI 系统的信任	Park 等 <sup>[40]</sup> Molina 和 Sundar <sup>[39]</sup>
	自主性	a. 消费者对 AI 语音助手类人性的感知 b. 消费者对 AI 语音助手的信任 c. 消费者的购买意愿	Huh 等 <sup>[41]</sup>
	使用动机	a. 用户对 AI 语音助手角色的感知 b. 用户满意度	Choi 和 Drumwright <sup>[42]</sup> Shao 和 Kwon <sup>[43]</sup>
	个人状态	a. 患者对健康信息隐私的担忧 b. 用户对 AI 智力的感知	Esmailzadeh 等 <sup>[44]</sup> Ashktorab 等 <sup>[45]</sup>
	专业能力或知识	a. 医生医学影像诊断的准确性、特异性、效率 b. 用户对 AI 的信任和依赖程度 c. 用户对 AI 能力的感知	Cabitza 等 <sup>[46]</sup> Dikmen 和 Burns <sup>[47]</sup> Molina 和 Sundar <sup>[39]</sup>
用户对 AI 的感知 / 评价	信心	用户对 AI 建议的采纳情况	Chong 等 <sup>[48]</sup>
	社会支持	a. 消费者与聊天机器人的交流满意度 b. 消费者对聊天机器人的情感依恋 c. 消费者的购买意愿	Lee 等 <sup>[49]</sup>
	认知临场感	学生的学习愉悦度	Wang 等 <sup>[50]</sup>
	掌控感	a. 消费者在语音购物中的感知风险 b. 消费者的语音购物意愿	Hu 等 <sup>[51]</sup>
	AI 算法规范感知	a. 用户对 AI 的信任 b. 用户对算法性能的评价 c. 用户对算法解释的理解程度	Shin <sup>[52]</sup> Shin <sup>[53]</sup>
	AI 拟人化程度感知	a. 用户对 AI 同理心的感知 b. 用户对 AI 的接受度和信任度 c. 用户对 AI 可解释性的感知 d. 用户对自身隐私安全性的感知 e. 用户与 AI 的心理距离 f. 用户对 AI 的态度和满意度	Pelau 等 <sup>[54]</sup> Shin <sup>[53]</sup> Li 和 Sung <sup>[55]</sup>
	AI 价值观评价	用户对 AI 玩家的信任评分	Mehrotra 等 <sup>[56]</sup>
	AI 易用性评价	用户对智能车载辅助系统的使用意愿	Loske 和 Klumpp <sup>[57]</sup>

**自主性。**在使用语音助手购物时,用户的自主性是指他们不受AI提供的选择支配、独立自主的程度。自主性能够显著正向影响用户对AI的类人性感知和信任及其购买意愿,其中对AI的类人性感知和信任在用户自主性与购买意愿之间具有部分中介效应<sup>[41]</sup>。

**使用动机。**人们使用语音助手的动机多种多样。出于社会交往动机的人更倾向于将其视为自己的朋友,觉得语音助手具有社会属性上的吸引力,强调生活效率的人将其视为自己的助手,而以获取信息为目的的人则倾向于将其等同于技术<sup>[42]</sup>。此外,对于出于实用动机的用户来说,语音助手提供的控制感或功能性越高,他们的满意度也越高<sup>[43]</sup>。

**个人状态。**医疗领域通常将疾病划分为急性病和慢性病两大类。就急性病患者而言,他们在医生使用AI应用诊断时对个人健康信息隐私的担忧要显著高于传统的面对面诊断;而慢性病患者在两种情况下的隐私担忧并无差别<sup>[44]</sup>。在猜词游戏中,人类玩家可以充当线索提供者,让游戏伙伴猜词;也可以充当猜词者,使用游戏伙伴提供的线索。如果人类玩家认为自己的游戏伙伴是AI,那么线索提供者的角色会令他们的控制感更强,从而觉得AI更聪明<sup>[45]</sup>。

**专业能力或知识。**在AI协助下利用磁共振成像检测膝关节病变时,读片能力较弱的放射科医生在检测准确性、特异性和效率方面的表现反而要优于读片能

力较强的医生<sup>[46]</sup>。在AI系统的帮助下进行投资决策时，用户可以利用领域专业知识判断AI预测的准确性。如果AI助手出错，具有专业知识会降低用户对AI助手的信任和依赖程度，但并不影响他们的投资表现<sup>[47]</sup>。此外，对信息技术掌握程度更高的用户更倾向于认为AI不具有精准判断的能力，对AI的信任感也更低<sup>[39]</sup>。

**信心。**信心可以分为人们对AI的信心以及他们对自己的信心。在AI协助人类进行决策的情况下，优秀的决策者在他们对自己有信心时会接受AI建议，反之则会拒绝AI建议；然而，人们对AI的信心与其接受AI建议的可能性并不相关<sup>[48]</sup>。

**社会支持。**社会支持 (social support) 是指个体对其他人为帮助自己正常生活或应对不利局面提供支持的感知，分为情感支持、信息支持和尊重支持。购物聊天机器人为消费者提供各种社会支持越高，消费者对与聊天机器人的交流就越满意，他们的情感依恋和购买意愿也会越高；而且，聊天机器人提供的情感和尊重支持比信息支持更重要<sup>[49]</sup>。

**认知临场感。**认知临场感 (cognitive presence) 是指人们通过不断反思和交流建构意义的程度。对于跟随AI老师学习第二语言的学生来说，认知临场感越强，他们学习的愉悦度就越高<sup>[50]</sup>。

**掌控感。**掌控感 (power experience) 是指人们感知到自己能够控制或影响AI行为的程度。在语音购物场景中，当用户的掌控感与期望的程度相符时，他们感知到的风险更小，也更愿意在购物过程中使用AI助手<sup>[51]</sup>。

**AI算法规范感知。**在新闻消费场景中，用户对AI推荐算法的透明性、公平性和可理解性感知能够显著正向影响他们对AI的信任，而信任会进一步提高用户对算法性能的评价；此外，用户对算法解释的理解程度在算法规范感知与信任以及算法性能评价之间起到了中介作用<sup>[52-53]</sup>。

**AI拟人化感知。**当用户感觉AI更像人或是具有更强的人性时，人智交互体验会得到提升，如提高用户对AI同理心的感知以及对AI的接受度和信任度<sup>[54]</sup>、提高用户对AI可解释性以及自身隐私安全性的感知<sup>[53]</sup>、缩短用户与AI之间的心理距离并对AI产生更积极的态度和更高的满意度<sup>[55]</sup>。

**AI价值观评价。**在人智协作拯救人质的游戏中，用户认为AI玩家在价值观上与自己越相似，他们对AI玩家的信任评分也越高<sup>[56]</sup>。

**AI易用性评价。**智能车载辅助系统能够为货车司机规划运输路线，货车司机对系统的易用性评价会正向影响他们的使用意愿。此外，增强系统使用的基础设施支持也有利于提升使用意愿，而系统可以在多大程度上提高他们的工作表现以及其他人的看法并不影响使用意愿<sup>[57]</sup>。

### 3.2 人智交互中的人工智能特征研究

如表2所示，AI特征研究所观测的人智交互体验维度与上述用户特征研究基本重合，但是研究中出现的AI特征维度更为聚焦，其中AI解释类型、AI角色吸引了较多关注。总的来说，AI特征可以分为三大类：(1) AI作为机器或系统所具有的特征 (7篇)；(2) AI作为人类交互对象所具有的一般特征 (7篇)；(3) AI在与人类交流时所具有的特征 (4篇)。后面两类AI特征是通过AI进行类人化设计而形成的特征，旨在使人智交互更加接近人际交往的实际情形。

**运行规则。**AI运行规则可以是人类创建的，也可以是机器创建的。在用户与以浏览器插件形式存在的AI系统交互时，基于机器学习规则的AI系统给用户带来的社会临场感 (social presence) 更低，即感觉AI更不像人，这会导致用户感知到更高的不确定性，并最终降低他们对AI的信任和使用意愿；而提高AI运行规则的透明度有利于降低用户的不确定性感知、增强信任<sup>[58]</sup>。

**解释类型。**在线绘画识别游戏QuickDraw使用深度神经网络算法来猜测用户画的是什么物体。当系统无法识别时，用户会得到规范性 (normative) 解释或比较性 (comparative) 解释，前者是向用户展示希望他们画出来的物体示例，后者是根据用户画的物体展示与之相似的示例。规范性解释能够令用户更好地理解系统、认为系统具有更强的能力，而比较性解释有时会暴露算法的局限性<sup>[59]</sup>。Riveiro和Thill<sup>[60]</sup>将XAI提供的文字解释分为事实型 (factual) 和反设事实型 (counterfactual)，前者解释的是系统为什么会输出特定结果，后者则是系统为什么会输出一种结果而不是另一种。当系统输出的结果与用户预期一致时，事实型解释在满意度、完整性、细节程度和易理解性方面的评分都高于反设事实型解释；而在不一致的情况下，两类解释都无法令用户满意。XAI也可以通过可视化图形提供解释。在一项估计任务中，人们在第一次作出估计后可以根据AI建议及其可视化解释进行第二次估

表2 AI 特征对人智交互体验的影响

Table 2 The Effects of AI Characteristics on HAI Experience

	AI 特征维度	交互体验观测维度	来源
AI 作为机器或系统	运行规则	a. 用户的社会临场感 b. 用户对 AI 输出结果的不确定性 c. 用户对 AI 的信任 d. 用户对 AI 的使用意愿	Liu <sup>[58]</sup>
	解释类型	a. 用户对系统的理解 b. 用户对系统能力的感知 c. 用户对解释的满意度 d. 用户对解释的完整性、细节程度和易理解性的感知 e. 用户对 AI 建议的采纳情况 f. 用户的预测准确性 g. 用户对 AI 的信任	Cai 等 <sup>[59]</sup> Riveiro 和 Thill <sup>[60]</sup> Mucha 等 <sup>[61]</sup> Bondi 等 <sup>[62]</sup> Vössing 等 <sup>[63]</sup> Jiang 等 <sup>[64]</sup>
AI 作为人类交互对象	外观	a. 用户的感知风险 b. 用户对 AI 友好性、亲切性的感知 c. 用户与 AI 的交互享乐性 d. 学生的学习愉悦度	Wienrich 和 Latoschik <sup>[38]</sup> Wang 等 <sup>[50]</sup>
	虚拟人性别	用户的瞳孔变化	Spicer 等 <sup>[65]</sup>
	角色	a. 用户的任务表现 b. 用户的感知自主性 c. 用户对 AI 的信任 d. 用户的购买意愿 e. 用户对自身工作职责的认知清晰度	Nakahashi 和 Yamada <sup>[66]</sup> Liao 和 Sundar <sup>[67]</sup> Huh 等 <sup>[41]</sup> Jain 等 <sup>[68]</sup>
AI 与人类交流时	对话模式	a. 用户与 AI 的交互愉悦度 b. 用户对交流内容可信度的感知	Shin 等 <sup>[69]</sup> Lew 和 Walther <sup>[70]</sup>
	讲话风格	聊天机器人采集的调查数据的质量	Kim 等 <sup>[71]</sup>
	自我称谓	a. 用户的社会临场感 b. 用户对 AI 的认知信任、情感信任 c. 用户对 AI 系统推荐新闻质量的评价 d. 用户对隐私安全的担忧	Liao 和 Sundar <sup>[67]</sup>

计。以标准LIME图和饼图呈现的解释更有可能令人们根据AI建议调整初始估计<sup>[61]</sup>。在协助用户开展预测任务的过程中, AI的预测可能出现不可靠的情况, 这时AI需要与用户进行沟通。当AI告诉用户他们需要自己进行判断但不告诉用户AI的预测结果时, 用户的预测准确性最高; 而仅告诉用户AI的预测结果会令用户的预测准确性最低<sup>[62]</sup>。Vössing等<sup>[63]</sup>提出了两种增强AI透明性的设计: 一种是告诉用户AI在预测过程中考虑了哪些因素, 另一种是告诉用户AI并未考虑但有可能影响预测结果的不确定因素。在实际的预测任务中, 第一种设计增加了用户对AI的信任, 用户通过调整AI预测结果做出更为精确的预测; 而第二种设计则让用户意识到AI预测并不理想, 反而降低了信任。Jiang等<sup>[64]</sup>为在线问诊XAI设计了三种解释方式: 提供替代建议、提供预测置信度、提供预测依据。当用户对症状相关信息不太了解时, 提供预测依据是最有利于他们认同并采纳AI建议。

**外观。**在虚拟问答比赛游戏中, 用户作答时会听到来自具身AI推荐系统的建议, 这些系统在外观复杂程度上存在差别。复杂的外观令用户的感知风险更低, 而简单的外观则令用户感到更友好、更亲切、交互起来具有更高的享乐性<sup>[38]</sup>。此外, 学生跟随AI老师学习的愉悦度会随他们对AI外观的喜爱程度增加而提高<sup>[50]</sup>。

**虚拟人性别。**与虚拟人交互可能会引起人们的生理变化。当人们注视的女性虚拟人瞳孔扩张时, 他们的右眼瞳孔直径会随之显著增加, 但男性虚拟人的瞳孔变化不会产生影响<sup>[65]</sup>。

**角色。**在人智协作执行追逃对抗任务的过程中, AI角色可以分为: 支持——预测用户想要追捕的目标并尽力给予帮助; 显性指引——直接引导用户追捕最佳目标; 隐性指引——让用户通过观察AI行动来推断AI想要追捕的目标。与支持性AI相比, 显性指引AI和隐性指引AI均提供了用户追捕最佳目标的平均速率, 而且用户在与隐性指引AI的协作中感受到更高的自主



性<sup>[66]</sup>。AI新闻推荐系统在与用户沟通时塑造出三种不同的角色,即帮助寻求者、帮助提供者及二者兼有的双重身份。虽然AI角色的影响并不显著,但是技术爱好者更倾向于信任作为帮助寻求者的AI,而不太热衷技术的人则更喜欢具有双重身份的AI<sup>[67]</sup>。在使用语音助手购物的场景中,AI的角色是服务者还是合作者并不会对用户信任或购买意愿产生影响<sup>[61]</sup>。当AI协助人类执行决策任务时,可以采取多种协助模式,主要根据“同时/先后执行任务”和“执行相同/各自擅长的不同任务”这两个方面来划分。在人类与AI同时执行各自擅长任务的模式下,人类对自己工作职责的认识最清楚;而在AI和人类先后执行相同任务的模式下,人类对AI的信任最低<sup>[68]</sup>。

**对话模式。**语音助手的设计涉及到四个重要参数,包括进入下次交互的响应时间、回复节奏、问题获得正确答案的对话轮数、答案的句子结构。其中,后两个参数会影响用户与语音助手交互的愉悦度。如果需要多次重复问题才能获得正确答案,用户的愉悦度会显著下降;与仅给出答案相比,提供更详细的参考信息能够让用户感到更加愉悦<sup>[69]</sup>。就在线购物的客服聊天机器人而言,其讲话内容前后联系越紧密、回复越迅速,用户会觉得交流的可信度越高<sup>[70]</sup>。

**讲话风格。**与传统的网页调查相比,利用聊天机器人充当调查者更有可能使调查对象提供多种多样的回复,从而收获质量更高的调查数据。聊天机器人的讲话风格可以分为正式和非正式两种,非正式的讲话风格令聊天机器人采集的数据质量更高<sup>[71]</sup>。

**自我称谓。**AI新闻推荐系统在采集用户个人信息时需要进行说明,说明中可以使用不同的人称。相比于第三人称“系统”,AI采用第一人称“我”会令用户的社会临场感更低,从而降低他们对系统的认知信任、情感信任及其对系统推荐新闻质量的评价,增加他们对隐私安全的担忧而不愿披露个人信息<sup>[67]</sup>。

### 3.3 人智交互体验研究现状总结

通过回顾国外HAII体验实证研究可以发现,量化人智协作中用户和AI这两大交互主体要素对交互体验的影响是当前研究的基本思路。由于以上研究涉及到的AI应用场景多种多样,如游戏、医疗、购物、学习、新闻消费等,这些研究所探讨的用户/AI特征维度较为分散,缺乏系统性。特别需要注意的是,任何交互都是在

特定环境中由特定任务触发的<sup>[72]</sup>,而任务和环境这两个关键的交互要素在现有研究中并未得到重视。从表1和表2还可以看出,HAII体验观测维度大多是从传统HCI研究中直接迁移过来的,未能充分体现出AI这种交互对象的特殊性。

令人鼓舞的是,已有少量研究开始探讨HCAI重点问题。在可解释性问题上,以往的HAII体验研究基本上都遵循了XAI黑盒模型方法,对既有模型提供了不同类型的解释并比较其效果。在技术伦理问题上,以往研究主要关注了隐私安全方面,考虑通过AI拟人化设计来减轻用户的隐私担忧。这些初步尝试展现出了HAII体验研究推动HCAI发展的巨大潜力。对于“以用户为中心”的信息行为、用户体验等领域的学者来说,如何在HAII体验研究中发挥自身在用户研究和交互设计方面的独特优势,是一个值得思考的问题。

## 4 人智交互体验研究未来展望

本文构建了如图1所示的人智交互体验研究体系,将交互主体(用户与AI)、交互任务、交互环境、交互体验等基本要素整合起来,形成了可供未来研究参考的研究设计核心框架。更为重要的是,该体系还进一步融入了HAII文献中的相关观点,明晰了未来研究需要考虑的重点主题方向,主要包含人智交互、人智协作、人智竞争、人智冲突和人智共生五个概念。

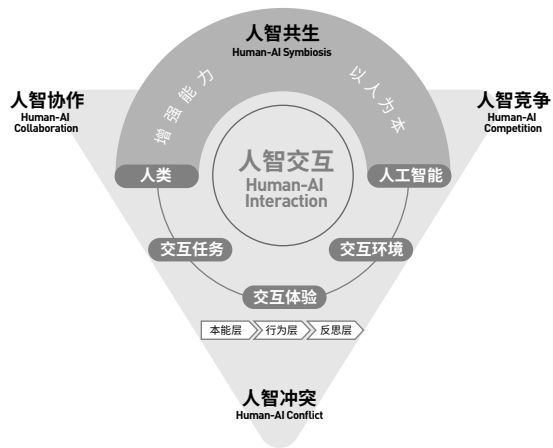


图1 人智交互体验研究体系

Fig.1 A Framework of HAII Experience Research



#### 4.1 人智交互体验研究设计要素

**交互主体要素。**实际上，人智交互与人机交互的区别主要在于用户的交互对象由一般的计算机与信息系统变为AI系统。这意味着以往人机交互体验研究中已经广泛探讨过的用户特征，包括人口统计、认知、情感、行为方面的特征<sup>[73-75]</sup>，都可以纳入未来人智交互体验研究考虑的范围。由于AI系统本身也属于计算机与信息系统，自然也包含功能性和可用性等基本特征维度<sup>[76]</sup>；但是AI系统的特殊之处又在于人们越来越期待AI能像人类一样参与到社会交互中，扮演着一定社会角色的AI不仅具有外观、声音、互动方式、身体机能等生理拟人化特征维度，而且也具有认知思维、情绪识别与表达、语言与行为模式等心理拟人化特征维度<sup>[77]</sup>，未来有必要针对AI专有特征开展深入研究。

**交互任务与环境要素。**就交互任务而言，与用户操作、机器响应的传统人机任务执行流程不同，AI一般是作为独立主体与用户进行任务分工与协作，双方各自承担擅长的子任务<sup>[68]</sup>；此外，AI所从事的往往是复杂度和不确定性都较高的决策、预测等工作，因而人智任务执行流程并不具有规律性<sup>[78]</sup>。就交互环境而言，传统人机交互主要局限于以键鼠操作、二维屏幕为基础的虚拟环境，而人智交互环境得到极大拓展。虚拟现实技术的成熟为用户提供了身临其境的三维空间体验，但同时也带来诸如视疲劳、晕动症等生理不适<sup>[79]</sup>；出现在越来越多应用场景中的实体机器人允许用户通过语音、手势、凝视等方式进行多模态交互，这需要更多考虑物理环境中的噪音、光照、温度等因素。因此，任务特征、环境特征对人智交互体验的影响也是未来研究的重要问题。

**交互体验要素。**美国著名用户体验设计专家Don Norman提出的“情感化设计”（emotional design）将能够预见并容纳用户需求和反应作为设计的基本原则，强调优秀的设计能够令用户在本能（visceral）、行为（behavioral）和反思（reflective）三个认知层次上获得积极体验<sup>[80]</sup>，这在未来研究中可以用于构建人智交互体验层次体系。首先在本能层，用户通过对产品外观的感官体验形成初始印象；感官设计对于机器人、虚拟人等拟人化AI系统来说尤为重要，是否能够在提升社会临场感的同时避免恐怖谷效应（uncanny valley）决定了用户是否会进一步与之交互。其次在行为层，用户通过与产品的实际交互对其性能和价值形

成评价；这往往是最容易观测的层面，AI系统是否能够提供顺畅的交互过程并带来符合预期的交互结果决定了用户的满意度以及再次交互的意愿。最后在反思层，用户通过回顾整个交互经历对产品的意义和影响产生持久的感受；HCAI“以人为本”宗旨的践行情况将在这一层得到检验，用户对AI系统吸引力、可理解性、可信度、安全性、可靠性、公正性、受控程度、可用性、趣味性等方面的主观判断决定了AI是否能够真正与人类建立起社会连接。

#### 4.2 人智交互体验研究主题方向

因为“交互”仅表示两个或多个主体相互交流或作用于彼此的情况<sup>[81]</sup>，而并不强调交互为什么发生，所以人智交互是处于最顶层的通用概念，可以涵盖其他概念。人智协作、人智竞争和人智冲突则代表了交互发生的三种不同原因。

**人智协作。**本文第三部分梳理的研究基本都属于人智协作的范畴，其中人类与AI的交互都源于双方需要一起实现共同的目标，协作的形式可以是AI直接满足用户的各类需求、AI在用户执行任务的过程中提供建议和帮助或是AI与用户在共同任务中分工合作、各司其职。人智协作研究应该在未来得到进一步深化，如何在协作过程中充分发挥AI的自动化、决策、推荐、预测、启发等作用<sup>[82]</sup>都是值得探讨的问题。

**人智竞争。**与人智协作相对，人智竞争中的人类与AI处于相对立的位置，双方是需要一较高下的。基于游戏的人智竞赛已经成为AI的重要测试平台之一，包括在简单规则游戏中击败顶级人类玩家的AlphaGo、DeepBlue等对弈系统，以及在实时战略游戏中与人类水平相当的AlphaStar、OpenAI Dota-5等竞技游戏机器人<sup>[83-84]</sup>。在竞争过程中，AI通过观察人类的角色特征和行为反应、推断其想法和策略，不断提升自身的拟人化程度和性能<sup>[84]</sup>。从人类玩家的角度来看，超能AI和低能AI都是不可接受的<sup>[84]</sup>。因此，人智竞争研究的核心问题应该是如何营造人与AI的良性竞争氛围、促进双方不断进步，竞赛游戏需要兼具公平性和娱乐性，AI应该能够根据情况灵活调整自身技能水平，以适合于教学、练习、选拔等多样化应用场景。

**人智冲突。**与人类个体并不总是和谐共存一样，人智冲突也是难免的。冲突可能发生在人智协作的过程中，比如用户对社交机器人的游说产生心理抗拒<sup>[85]</sup>；



- [8] Li F-F, Etchemendy J. Introducing Stanford's Human-Centered AI Initiative[EB/OL]. [2022-05-27]. <https://hai.stanford.edu/news/introducing-stanfords-human-centered-ai-initiative#>.
- [9] IBM. Human-Centered AI[EB/OL]. [2022-05-27]. <https://research.ibm.com/topics/Human-centered-ai>.
- [10] Microsoft. Advancing Human-Centered AI[EB/OL]. [2022-05-27]. <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/advancing-human-centered-ai/>.
- [11] Net HumanE AI. HumaneAI[EB/OL]. [2022-05-27]. <https://www.humane-ai.eu/event/?type=humaneai>.
- [12] 中国网·科技部部长王志刚宣布成立新一代人工智能治理专业委员会 [EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.sohu.com/a/297465112\\_116897](https://www.sohu.com/a/297465112_116897). (ChinaNet. Minister of Science and Technology Wang Zhigang Announced the Establishment of a New Generation of AI Governance Committee[EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.sohu.com/a/297465112\\_116897](https://www.sohu.com/a/297465112_116897).)
- [13] 中华人民共和国科学技术部·发展负责任的人工智能: 新一代人工智能治理原则发布 [EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617\\_147107.html](https://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617_147107.html). (Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Developing Responsible AI: Principles for a New Generation of AI Governance published [EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617\\_147107.html](https://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617_147107.html).)
- [14] 中华人民共和国科学技术部·《新一代人工智能伦理规范》发布 [EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.safea.gov.cn/kjbgz/202109/t20210926\\_177063.html](https://www.safea.gov.cn/kjbgz/202109/t20210926_177063.html). (Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. The Ethical Code for the New Generation of Artificial Intelligence was Released[EB/OL]. [2022-05-27]. [https://www.safea.gov.cn/kjbgz/202109/t20210926\\_177063.html](https://www.safea.gov.cn/kjbgz/202109/t20210926_177063.html).)
- [15] Riedl M O. Human-Centered Artificial Intelligence and Machine Learning[J]. *Human Behavior and Emerging Technologies*,2019,1(1):33-36.
- [16] Xu w. Toward Human-Centered AI:A Perspective from Human-Computer Interaction[J]. *Interactions*,2019,26(4):42-46.
- [17] Shneiderman B. Bridging the Gap Between Ethics and Practice: Guidelines for Reliable, Safe, and Trustworthy Human-Centered AI Systems[J]. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*,2020,10(4):1-31.
- [18] Yang S J H,Ogata H,Matsui T,et al. Human-Centered Artificial Intelligence in Education:Seeing the Invisible through the Visible[J]. *Computers and Education:Artificial Intelligence*,2021,2:100008.
- [19] Qadir J, Islam M Q, Al-Fuqaha A. Toward Accountable Human-Centered AI:Rationale and Promising Directions[J]. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*,2022,20(2):329-342.
- [20] Mabrok M A,Mohamed H K,Abdel-Aty A H,et al. Human Models in Human-in-the-Loop Control Systems[J]. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*,2020,38(3):2611-2622.
- [21] Nakao Y R,Stumpf S,Ahmed S,et al. Toward Involving End-Users in Interactive Human-in-the-Loop AI Fairness[J]. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*,2022,12(3):1-30.
- [22] Margetis G, Ntoa S, Antona M, et al. Human-Centered Design of Artificial Intelligence[C]//*Handbook of Human Factors and Ergonomics* (Fifth Edition). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2021: 1085-1106.
- [23] Demartini G, Mizzaro S, Spina D. Human-in-the-loop Artificial Intelligence for Fighting Online Misinformation: Challenges and Opportunities[C]//*Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2020: 65-74.
- [24] Wu X J,Xiao L W,Sun Y X,et al. A Survey of Human-in-the-Loop for Machine Learning[J]. *Future Generation Computer Systems*,2022,135:364-381.
- [25] Fagbola T M,Thakur S C. Towards the Development of Artificial Intelligence-Based Systems:Human-Centered Functional Requirements and Open Problems[C]//2019 International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS). Shanghai,China:IEEE,2019:200-204.
- [26] Bond R R, Mulvenna M, Wang H, et al. Human Centered Artificial Intelligence: Weaving UX into Algorithmic Decision Making[C]//*International Conference on Human-Computer Interaction (RoCHI)*, Romania, 2019: 2-9.
- [27] Linardatos P,Papastefanopoulos V,Kotsiantis S. Explainable AI:A Review of Machine Learning Interpretability Methods[J]. *Entropy*,2020,23(1):18.
- [28] Veitch E,Alsos O A. Human-Centered Explainable Artificial Intelligence for Marine Autonomous Surface Vehicles[J]. *Journal of Marine Science and Engineering*,2021,9(11):1227.
- [29] Siau K,Wang W Y. Artificial Intelligence (AI) Ethics[J]. *Journal of Database Management*,2020,31(2):74-87.
- [30] Stahl B C. Ethical Issues of AI[C]//*Artificial Intelligence for a Better Future*. Springer Briefs in Research and Innovation Governance. Cham: Springer, 2021: 35-53.
- [31] Elahi H,Castiglione A,Wang G J,et al. A Human-Centered Artificial Intelligence Approach for Privacy Protection of Elderly App Users in Smart Cities[J]. *Neurocomputing*,2021,444:189-202.
- [32] Shneiderman B. Human-Centered Artificial Intelligence: Three Fresh Ideas[J]. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 2020,12(3):109-124.
- [33] Caforio A, Pollini A, Filograna A, et al. Design Issues in Human-Centered AI for Marginalized People[C]//*Annual Conference of the Italian Chapter of AIS, Italy*, 2021:6.
- [34] Okolo C T. Optimizing Human-Centered AI for Healthcare in the Global South[J]. *Patterns*,2022,3(2):100421.
- [35] Wright P,Blythe M,McCarthy J. User Experience and the Idea of Design in HCI[C]//*Interactive Systems Design,Specification,and Verification*. Newcastle upon Tyne: Springer,2006: 1-14
- [36] Mockitt. Human Computer Interaction (HCI) in UX Discipline[EB/OL]. [2022-06-17]. <https://mockitt.wondershare.com/ui-ux-design/human-computer-interaction.html?amp;amp;amp;amp;>
- [37] Iyer R,Li Y Z,Li H A,et al. Transparency and Explanation in Deep Reinforcement Learning Neural Networks[C]//*Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*.New York:ACM,2018:144-150.
- [38] Wienrich C,Latoschik M E. eXtended Artificial Intelligence:New Prospects of Human-AI Interaction Research[J]. *Frontiers in Virtual Reality*,2021,2:686783.
- [39] Molina M D, Sundar S S. Does Distrust in Humans Predict Greater Trust in AI? Role of Individual Differences in User Responses to Content

- Moderation[J/OL]. *New Media & Society* (2022-06-23) [2022-06-25]. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/14614448221103534?ai=1gvoi&mi=3ricys&af=R>. DOI: 10.1177/14614448221103534.
- [40] Park N, Jang K, Cho S, et al. Use of Offensive Language in Human-Artificial Intelligence Chatbot Interaction: The Effects of Ethical Ideology, Social Competence, and Perceived Humanlikeness[J]. *Computers in Human Behavior*, 2021, 121: 106795.
- [41] Huh J, Whang C, Kim H-Y. Building Trust with Voice Assistants for Apparel Shopping: The Effects of Social Role and User Autonomy[J/OL]. *Journal of Global Fashion Marketing* (2022-05-05) [2022-06-01]. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20932685.2022.2085603?journalCode=rgfm20>. DOI: 10.1080/20932685.2022.2085603.
- [42] Choi T R, Drumwright M E. "OK, Google, why do I Use You?" Motivations, Post-Consumption Evaluations, and Perceptions of Voice AI Assistants[J]. *Telematics and Informatics*, 2021, 62: 101628.
- [43] Shao C, Kwon K H. Hello Alexa! Exploring Effects of Motivational Factors and Social Presence on Satisfaction with Artificial Intelligence-Enabled Gadgets[J]. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2021, 3(5): 978-988.
- [44] Esmailzadeh P, Mirzaei T, Dharanikota S. Patients' Perceptions Toward Human-Artificial Intelligence Interaction in Health Care: Experimental Study[J]. *Journal of Medical Internet Research*, 2021, 23(11): e25856.
- [45] Ashktorab Z, Dugan C, Johnson J, et al. Effects of Communication Directionality and AI Agent Differences in Human-AI Interaction[C]// *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM, 2021: 238.
- [46] Cabitza F, Campagner A, Sconfienza L M. Studying Human-AI Collaboration Protocols: The Case of the Kasparov's Law in Radiological Double Reading[J]. *Health Information Science and Systems*, 2021, 9(1): 8.
- [47] Dikmen M, Burns C. The Effects of Domain Knowledge on Trust in Explainable AI and Task Performance: A Case of Peer-to-Peer Lending[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2022, 162: 102792.
- [48] Chong L, Zhang G L, Goucher-Lambert K, et al. Human Confidence in Artificial Intelligence and in Themselves: The Evolution and Impact of Confidence on Adoption of AI Advice[J]. *Computers in Human Behavior*, 2022, 127: 107018.
- [49] Lee C T, Pan L Y, Hsieh S H. Artificial Intelligent Chatbots as Brand Promoters: A Two-Stage Structural Equation Modeling-Artificial Neural Network Approach[J]. *Internet Research*, 2022, 32(4): 1329-1356.
- [50] Wang X, Pang H, Wallace M P, et al. Learners' Perceived AI Presences in AI-supported Language Learning: A Study of AI as a Humanized Agent from Community of Inquiry[J/OL]. *Computer Assisted Language Learning* (2022-04-09) [2022-06-02]. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09588221.2022.2056203?journalCode=nca20>. DOI: 10.1080/09588221.2022.2056203.
- [51] Hu P, Lu Y B, Wang B. Experiencing Power over AI: The Fit Effect of Perceived Power and Desire for Power on Consumers' Choice for Voice Shopping[J]. *Computers in Human Behavior*, 2022, 128: 107091.
- [52] Shin D. The Effects of Explainability and Causability on Perception, Trust, and Acceptance: Implications for Explainable AI[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2021, 146: 102551.
- [53] Shin D. Explainable AI: How Explainability Impacts the Human Interaction with AI[J]. *Social Science Asia*, 2022, 8: 2.
- [54] Pelau C, Dabija D C, Ene I. What Makes an AI Device Human-Like? The Role of Interaction Quality, Empathy and Perceived Psychological Anthropomorphic Characteristics in the Acceptance of Artificial Intelligence in the Service Industry[J]. *Computers in Human Behavior*, 2021, 122: 106855.
- [55] Li X G, Sung Y. Anthropomorphism Brings us Closer: The Mediating Role of Psychological Distance in User-AI Assistant Interactions[J]. *Computers in Human Behavior*, 2021, 118: 106680.
- [56] Mehrotra S, Jonker C M, Tielman M L. More Similar Values, more Trust? - the Effect of Value Similarity on Trust in Human-Agent Interaction[C]// *Proceedings of the 2021 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*. New York: ACM, 2021: 777-783.
- [57] Loske D, Klumpp M. Intelligent and Efficient? an Empirical Analysis of Human-AI Collaboration for Truck Drivers in Retail Logistics[J]. *The International Journal of Logistics Management*, 2021, 32(4): 1356-1383.
- [58] Liu B J. In AI we Trust? Effects of Agency Locus and Transparency on Uncertainty Reduction in Human-AI Interaction[J]. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2021, 26(6): 384-402.
- [59] Cai C J, Jongejan J, Holbrook J. The Effects of Example-Based Explanations in a Machine Learning Interface[C]// *IUI '19: Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces*. New York: ACM, 2019: 258-262.
- [60] Riveiro M, Thill S. "That's (not) the Output I Expected!" on the Role of End User Expectations in Creating Explanations of AI Systems[J]. *Artificial Intelligence*, 2021, 298: 103507.
- [61] Mucha H, Robert S, Breitschwerdt R, et al. Interfaces for Explanations in Human-AI Interaction: Proposing a Design Evaluation Approach[C]// *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM, 2021: 1-6.
- [62] Bondi E, Koster R, Sheahan H, et al. Role of Human-AI Interaction in Selective Prediction[J]. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2022, 36(5): 5286-5294.
- [63] Vössing M, Kühn N, Lind M, et al. Designing Transparency for Effective Human-AI Collaboration[J/OL]. *Information Systems Frontiers* (2022-05-26) [2022-06-04]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-022-10284-3#citeas>. DOI: 10.1007/s10796-022-10284-3.
- [64] Jiang J L, Kahai S, Yang M. Who Needs Explanation and When? Juggling Explainable AI and User Epistemic Uncertainty[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2022, 165: 102839.
- [65] Spicer C, Khwaounjoo P, Cakmak Y O. Human and Human-Interfaced AI Interactions: Modulation of Human Male Autonomic Nervous System via Pupil Mimicry[J]. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2021, 21(4): 1028.
- [66] Nakahashi R, Yamada S. Balancing Performance and Human Autonomy with Implicit Guidance Agent[J]. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 2021, 4: 736321.
- [67] Liao M Q, Sundar S S. How should AI Systems Talk to Users when Collecting Their Personal Information? Effects of Role Framing and Self-



