

• 研究构想(Conceptual Framework) •

人机共生体验的形成机制与作用效果*

李纯青 郝日艳 刘 伟

(西北大学经济管理学院, 西安 710127)

摘要 随着数字化与智能化技术的迅速发展, 人机协同构成的营销与体验生态发生了深刻变化。不同于以人为中心的传统客户体验, 人机共生体验(Human-machine Symbiosis Experience, HSX)作为新兴互动模式, 强调人与机器的相互作用及其所涌现的能力, 具有提升用户体验、优化企业决策与促进社会福利的潜力, 在推动经济发展与改善民生中意义重大。因此, 在万物互联、实时交互的数字生态中, 如何创造更高的用户价值成为亟需解决的问题。围绕 HSX 的动态过程, 本研究拟分三个层面展开探讨: 研究 1 聚焦概念与测量, 系统梳理 HSX 的内涵、维度与结构特征, 开发相应测量工具; 研究 2 关注形成机理, 从智商与情商双维度协同的视角揭示 HSX 的涌现机制与演化规律, 并提出阶段性演化模型; 研究 3 着眼于作用机制与效果, 实证检验 HSX 在积极与消极结果上的双螺旋效应, 并探讨其边界条件。研究将不仅为企业开展基于 HSX 的营销战略和智能应用提供实践启示, 也为政府推进“人工智能+”行动和数字生态治理提供重要的理论支撑。

关键词 客户体验, 参与者体验, 人机共生交互, 人工智能, 数字生态系统

分类号 B849: F713.55

1 研究背景与问题提出

中央经济工作会议明确提出, 2025 年将以科技创新引领新质生产力发展, 推进“人工智能+”行动。第十四届全国人民代表大会第三次会议的政府工作报告中进一步强调持续推进这一行动。这些政策为人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的广泛应用提供了坚实的政策支持和战略指引, 加速了生成式人工智能、大语言模型等智能技术的发展和普及。目前, AI 已深度融入各行各业, 推动人机互动模式从“人机协同”向更为复杂的“人机共生”(Human-Machine Symbiosis, HMS)转变。

研究表明, 不同于强调合作的“人机协同”, 人机共生强调的是人类与机器在交互过程中, 通过深度协作与相互适应, 形成一种相互依赖、共同进化的关系(Inga et al., 2023)。在这种关系中,

人类与机器不仅能高效完成任务, 还能通过互动学习提升彼此能力, 实现情感与认知的深度融合和共同进化(Järvälä et al., 2025), 使得机器学习的自主性与决策能够部分替代人类判断(Hoffman & Novak, 2018)。例如, 通用智能体“通通(Little Girl)”能通过基于价值体系的决策机制, 实现与人类的情感共鸣与社会融入。不仅能够通过深度学习为用户提供个性化的服务, 甚至可以通过其自主行为(如调节环境温度、学习新技能)预判用户需求, 体现了技术对人类生活的深度嵌入。这种共生关系不仅重塑了人机互动的伦理边界, 更通过情感交互实现了跨物种的联结(Law et al., 2025), 提升用户体验的同时, 推动了机器能力的迭代与进化。

在这种新型数字生态系统中, 智能机器不仅作为工具存在, 更通过与人类及其他机器的实时交互, 为所有参与者创造出具有独特价值属性的“人机共生体验”(Human-machine Symbiosis Experience, HSX)。与以商品质量、价格、渠道为核心的传统消费体验不同, 人机共生体验的核心内涵是指人类与机器在深度协同与进化过程中产

收稿日期: 2025-09-08

* 国家自然科学基金面上项目(72572127), 国家社会科学基金一般项目(23BGL150)资助。

通信作者: 郝日艳, E-mail: haoriyan@stumail.nwu.edu.cn

生的新属性和新能力(Novak & Hoffman, 2019)。当机器具备独特的交互能力和自主体验时,这种共生关系能够通过情感协调和价值共创机制,持续激发参与者(包括人、机器及其组合)的能力迭代与价值跃升。一方面,“机器的自主体验”是指其系统侧的功能自适应状态,是驱动整体 HSX 价值跃升的必要条件。另一方面,HSX 是一个“人机组合系统”在互动中产生的整体属性,而人类的主观感知是捕捉这一属性的窗口。

尽管 HSX 在推动技术进步、促进社会多元繁荣和提升社会福利方面具有巨大潜力(谢莹等, 2021; Pine & Gilmore, 2019),但其形成机制和作用效果仍不明确,亟需进一步研究。目前,AI 技术已广泛应用于各行各业,尤其在智能汽车、医疗和金融等领域,但 HSX 的具体机制和演化规律仍不清晰,如何最大化其效用尚未得到充分探讨。与此同时,技术发展的双刃性亦已显现(Bankins et al., 2024; Qin et al., 2025)。例如,已有研究发现,伪装智能(Ersatz AI)可能威胁人类主体性(Madhavaram & Appan, 2024),并导致伦理失控(如情感依赖引发的心理危机、产生心理厌恶及增加不诚实行为等)(Dang & Liu, 2024; Köbis et al., 2025; Rasoulian et al., 2023);此外,AI 生成内容的版权争议与责任界定问题(Kumar et al., 2025)也可能影响人机共生的健康发展。因此,人机共生研究还需在技术突破与伦理界限间寻求平衡(Tuzov & Lin, 2024)。通过规范设计保障智能系统的人文价值取向,最终实现技术与人类文明的协同发展(Grewal et al., 2025; Liu & Wang, 2025)。

基于此,本研究旨在探索人机共生体验(HSX)的形成机理和作用机制。首先,明确 HSX 的概念及其测量框架;其次,从涌现的视角,揭示 HSX 的形成过程与演化规律;最后,推动对 HSX 进行实证检验,以验证其实际作用效果,并深入分析其在应用中可能产生的积极与消极影响。本研究不仅为企业基于 HSX 开展创新营销战略和智能应用提供理论支持,还为应对数智化转型过程中的潜在风险提供理论依据。

2 研究现状分析

人机共生体验本质上是以人机组合为中心的体验,既有个体体验,也有集体体验。相应的直接研究目前还比较少,但人机共生体验来源于人机

组合并且与客户体验息息相关。因此,借鉴客户体验的研究框架分别从概念本身、作用原理及作用效果三个方面展开综述,并梳理出与此相关的三大研究空白。概念本源涉及人机共生体验是什么的问题,作用原理涉及人机共生体验为什么和如何做的问题,作用效果涉及人机共生体验怎么样的问题。其中在概念本源的基础上围绕理论构建、实证检验以及理论检验更进一步地梳理出人机共生体验的角色(代理角色/公共角色)和效价问题(正面/负面)如图 1 所示。

2.1 人机共生体验的本源

尽管目前还缺乏对人机共生体验的专门研究,但从人机共生在营销领域的研究和人机共生体验的概念来源两方面可见一斑。

2.1.1 人机共生在营销领域的研究

早在 1960 年, Licklider 提出“人机共生”概念,以生物学类比形容人类与智能机器紧密结合、协同工作并实时互动解决问题。这一概念在当代人机交互研究中应用愈加广泛(Inga et al., 2023; Jarrahi, 2018; Wang et al., 2019),但其多元内涵仍需跨学科协作加以深化(Rahwan et al., 2019)。在人机共生视角下,营销学科也被赋予新特征。首先,市场主体边界日益模糊,需求方身份难以识别,营销主体趋于多元化(Faraj et al., 2016; Marion et al., 2015)。其次,需求方地位上升,他们掌握更多信息渠道,使点对点交流更加便捷(Edelman & Singer, 2015)。再次,供需关系由“劝说者”和“消费者”转向价值共创者(Jitpaiboon et al., 2013)。营销学科边界的突破,表现为其与数字技术、机器智能和社会学科深度融合,并推动研究范式重构。近年研究开始聚焦如何将服务机器人更好地融入消费者生活(Grandey & Morris, 2023; Lu et al., 2020; Shanks et al., 2025),并延伸至人机协同(Cobots),相关研究综述如表 1 所示。

从表 1 可以看出,人机共生在营销界的研究仍停留在人机协同阶段,学者们将其称为“Cobots”。然而,跨学科研究指出,人机共生是物理耦合系统中最高层次的交互形式,其发展路径依次为:共存(coexistence)、合作(cooperation)、协同(collaboration)与共生(symbiosis)(Inga et al., 2023)。共存强调人机在同一环境中独立存在,互动有限,多为工具化使用;合作体现于人机在特定任务中的协作,但角色依旧独立;协同则是双

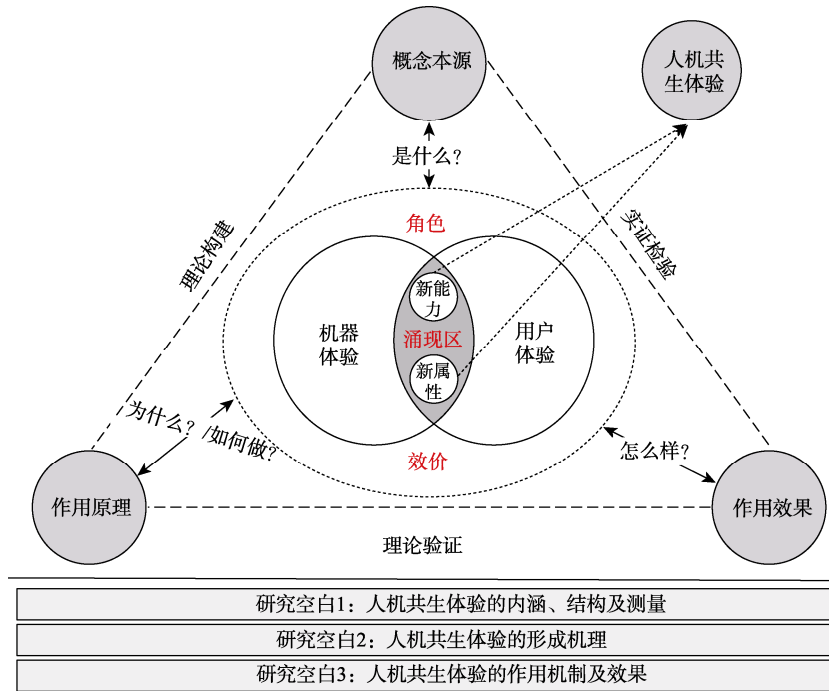


图 1 人机共生体验的研究空白和整合框架

表 1 机器人、人-机团队和人机协作的说明性定义

来源	定义	情景
机器人(Robots)		
Jörling et al., 2019	信息技术是一种物理的体现, 通过高度自主地执行物理和非物理任务来提供定制服务	自主产品(汽车、加热器和割草机)
Tsai et al., 2022	为实现人类工作自动化而创造的人工工人	各种情景(概念)
Winfield 2012	一种能够感知环境并有目的地在环境中或环境中采取行动的人工设备; 一种具体的人工智能; 或一种能够自主完成有用工作的机器	各种情景(概念)
人-机团队(Human-Robot Team/s)		
Hoffman & Breazeal, 2004	人和机器人在任务上协作, 共享相同的工作空间和对象	太空任务
Breazeal et al., 2004	人类和机器人维持并共同致力于共同的任务目标	各种情景
Gombolay et al., 2015	研究人员将有效的机器人队友定义为允许人类在飞行中选择自己的动作和动作时机, 动态预测和适应这些决定, 并支持人类感觉自然的流体互动	工业制造
Mirowska & Arsenyan 2025	将人工智能(AI)代理与人类团队成员结合以完成任务	各种情景
人机协作(Cobots)		
Pauliková et al., 2021	Cobot =与人工操作员协同工作的机器人设备; 在一个共同的工作空间中与人类共存, 并与他们一起执行所需的任务	工业制造
Javid et al., 2022	协作机器人一词通常被称为 Cobot, 指的是机器人和人类之间的伙伴关系	工业制造
Djuric et al., 2016	Cobot (来自协作和机器人)是一种旨在在共享工作空间中与人类进行物理交互的机器人	工业制造
Liu, Wang et al., 2024	协作机器人(Cobots)是与人类共享工作场所, 无需安全隔离, 辅助完成各类任务, 适配中小企业小批量生产的机器人	工业制造
Bassi et al., 2025	人类与协作机器人(Cobots)在共享工作空间中, 共同开展任务并结合体力或认知努力的协作形式	工业制造

资料来源: 根据 Shanks et al. (2025)的研究补充整理

方在目标上紧密配合,优势互补,但仍保持边界;共生则是最复杂的模式,强调人机在认知、情感等方面的深度融合,不仅功能互补,还实现共同进化,形成依赖与共生关系。在此过程中,体验被视为共生的重要维度,即个体与智能技术互动中产生的感知、情感与反应,涵盖对功能的理解、情感回应及满意度等。但现有研究的体验仍以人为中心,对人机共生体验的内涵与结构缺乏清晰界定,限制了对共生的理解。

因此,本研究采用“人机共生”而非“人机协同”作为研究情境:其一,共生是协同的高级形式;其二,人工智能已进入加速发展阶段,亟需前瞻性研究;其三,回归人工智能提出的初心,其最终目标正是实现人机共生与和谐发展。明确人机共生体验(HSX)并非人类体验与机器状态的简单

加总,而是一个人机耦合系统在深度协同与进化过程中产生的新属性和新能力。从感知视角看,它是人类对这种深度依赖与进化关系的主观感知;从功能视角看,它是人机系统通过自适应学习所达到的能力边界突破与价值跃升。

2.1.2 人机共生体验的概念来源

(1)体验相关概念梳理

人机共生体验与客户体验、客户 AI 体验、AI 支持的客户体验、智能体验共创、在线客户体验、智能客户体验和技术服务体验等相关概念既相互联系又相互区别。总的来说,人机共生体验是上述各类体验的一种深化和扩展,它不仅包括技术的支持和功能性应用,还特别强调用户与智能技术在情感和认知层面的长期协作与互惠关系,如表 2 所示。

表 2 人机共生体验与其他相似概念的区别与联系

概念	定义	适用情境	侧重点	来源
客户体验	用户在与产品、服务或品牌互动过程中形成的整体感知与评价	任何涉及产品、服务或品牌的互动情境	侧重用户的整体感知、满意度、期望与实际体验的差距	Becker & Jaakkola, 2020
客户 AI 体验	用户与 AI 系统之间的互动及体验,关注 AI 如何满足客户的需求和提供价值	AI 在客户服务中的应用,主要用于提高服务效率和质量	聚焦 AI 技术在满足用户需求中的功能性与效果	Puntoni et al., 2021 Li, Hao et al., 2025
AI 支持的客户体验	通过 AI 技术支持的客户体验,通常是 AI 为客户提供个性化服务、推荐等功能	AI 驱动的个性化服务、推荐或客户交互平台	侧重技术功能的应用和服务质量,提升效率	Ameen et al., 2021
智能体验共创	用户与智能技术共同创造的体验过程,用户在其中提供反馈或数据,技术根据这些信息优化服务	用户与智能技术共同参与创造的体验,强调反馈机制	聚焦于用户参与、数据反馈与技术的共同创造过程	Roy et al., 2022
在线客户体验	用户在线环境中与品牌、产品或服务互动的体验,通常通过网站或应用程序进行	在线平台上,如电商网站、在线服务平台的客户互动	强调虚拟平台中的交互便利性和效率,通常不涉及深层次情感互动	Bleier et al., 2019
智能客户体验	用户与智能产品、服务或系统的互动,通常包含 AI 或自动化技术	智能产品或系统的互动环境,如智能家居、智能客服等	聚焦 AI 或自动化技术如何提升用户体验,技术驱动的功能性和便利性	任丽娜, 2021
技术服务体验	用户在接受技术支持和服务过程中所获得的体验,通常包括技术故障排除、帮助和咨询服务	技术支持环境,如客户服务热线、技术维护、问题解决场景	关注技术支持和问题解决的效率,功能性服务	Prentice & Nguyen, 2020
人机协作体验	指人类与机器在任务层面进行合作,人类与机器各自发挥专长,在共同完成任务的过程中保持独立性,强调功能性的互补性	主要适用于生产、工作场景以及任务导向的应用,如自动化生产线、智能助手等	强调任务分工、合作效率与功能互补	Crook, 2018
人机共生体验	人类与机器在深度协同与进化过程中产生的新属性和新能力	适用于情感交互较强的场景,如智能家居、服务机器人、智能医疗助手等,强调机器的学习与人类的共同演化	强调情感融合、认知互动、共同进化与相互依赖	本文提出

综上所述,当前关于人机互动体验的研究虽然取得了一定进展,但其焦点仍未脱离传统客户体验的范畴,持续以人为中心展开讨论,而相对忽视了以人机关系为中心的体验视角。尽管已有研究探讨人机协作体验,但这种协作本质上仍属于任务导向的工具性互动,关注的是人与机器作为独立个体在分工下的效率优化与使用感知,通常表现为短暂、功能性的接触,互动结束后双方属性基本保持不变。相比之下,人机共生体验则是一种关系导向的系统性涌现。它超越了单纯的功能配合,强调人机在深度耦合与相互依赖中实现共同演进。在共生关系中,机器通过适应人的偏好调整算法逻辑,人则借助机器的能力拓展认知边界,双方在互动过程中均实现了“本体层面的转变”。其核心在于模糊主体界限后形成的“人机一体”增强感,以及组合系统所呈现出的新能力跃升。此外,大量营销实践显示,随着生成式人工智能的快速发展,人机互动过程中正呈现出日益增强的情感联系与更自主、自动化的人类行为特征(Zhou et al., 2025)。特别在人机共生背景下,机器的“体验”已逐渐受到学界关注(Balaji et al., 2025; Hoffman & Novak, 2018; Novak & Hoffman, 2023)。

但需要特别指出的是,本研究中的“机器体验”属于功能性视角。它并非指机器具备人类般的“主观意识”或“情感感觉”,而是指机器在与人类互动过程中,基于算法、传感器输入及模型更新所表现出的系统状态、反馈逻辑与自适应演化过程。

(2) 人机组合体验

人机组合体验是一个相对复杂的概念。相较于以人为中心的体验构念,它不仅强调人的主观感受,还强调非人对象(如机器)的独立体验。基于组合理论和对象导向本体论(object-oriented ontology),该概念在消费者-对象组合的背景下,通过涌现属性、能力和互动中的角色来定义消费者体验(Hoffman & Novak, 2018)。其中提出了四种体验类型:启用体验(自我延伸与自我扩展)和限制体验(自我约束与自我缩减)。

传统的以人为中心体验主要是消费者对非人对象的内在反应,而在人机组合体验中,消费者可以主动与智能对象互动(Vaccaro et al., 2024)。因此,人机组合体验涉及人、机双向交互,并区分体验的类型和层次。

1) 组合体验中扮演的角色

在组合体验的框架中,公共角色(communal role)和代理角色(agentive role)是描述消费者与智能对象互动中所扮演的角色。这些角色反映了消费者在互动中的行为倾向和互动的性质(Hoffman & Novak, 2018)。以下是对这两种角色的详细论述:

①公共角色是指消费者在互动中表现出的与他人或对象建立联系、合作和共享的倾向。这种角色强调的是消费者与互动对象之间的关系和共同感。在公共角色中,消费者倾向于合作与共享、关系建立以及建立共同感。

②代理角色是指消费者在互动中表现出的独立、自主和控制的倾向。这种角色强调的是消费者在互动中的主动性和控制力。在代理角色中,消费者倾向于独立行动、自主决策以及控制与影响。

在实际的互动中,两类角色并非对立,而是互补。消费者既可能在合作中保持自主,也可能在独立行为中兼顾合作。角色的互动丰富了体验和行为的多样性,既包括共享合作,也包括自主行动。

2) 组合体验的类型

基于消费者在人机交互体验中扮演的角色,Hoffman 和 Novak (2018)提出了启用和限制体验的组合理论框架以理解组合体验的类型。该框架指出,在消费者-对象组合的背景下,体验包括启用和限制两个大类,这两个大类又分成四个小类,启用包括自我延伸和自我扩展,限制包括自我约束和自我缩减。

①自我延伸(Self-Extension):消费者通过互动将自身能力注入智能对象,扩展行动范围(代理角色); ②自我扩展(Self-Expansion):消费者吸收对象的能力,从而扩展身份与能力(公共角色); ③自我约束(Self-Restriction):消费者限制对象能力,使其行为范围收窄(代理角色); ④自我缩减(Self-Reduction):消费者在互动中接受限制,导致自身行动受限(公共角色)。

该框架强调,人机共生体验不是单向的感知,而是互动中的相互塑造,组合理论为其提供了基础。

3) 体验的层次

体验具有三个层次(Hoffman & Novak, 2018):

①基本体验:最低层次,表现为模式识别能力。智能对象依赖机器学习进行模式识别,因此

具备基本体验; ②感知体验: 对输入的识别、组织和处理, 是过滤基本体验的结果。智能对象的感知体验代表了智能对象的信号捕获与特征提取能力, 反映了智能对象的策略涌现与反馈输出。人类和智能对象均具备此能力; ③意识体验: 通过识别、组织与注意的整合产生主观体验, 属于涌现结果。智能对象并不具备主观体验, 但其基于数据的反馈与自适应过程在一定条件下也可具备类似人类主观体验的机器功能状态。

因此, 人机组合体验可被视为动态涌现的系统。然而, 现有研究仍处于概念界定与原理探讨的初期阶段, 尚未深入剖析消费者与智能对象之间的具体交互细节, 也未系统阐释此类交互如何转化为实际体验, 更未能揭示该体验的影响因素、形成过程、中介机制及其作用效果。另一方面, 相关理论虽已关注到体验的层次性, 并指出其动态、涌现的特点, 这为我们理解体验的多层结构提供了重要参考。但当前探讨多停留在概念框架与未来方向提议层面, 仍有一系列关键问题有待深入探索: 当研究视角纳入智能对象及其组合的体验时, 这会对消费者以及其他智能对象产生何种影响? 其作用机制如何? 具体效果怎样? 又该如何促进积极结果、规避消极影响? 这些问题均需后续研究予以系统回应。

4) 人、机器和人机组合体验的区别与联系

三者的区别与联系可归纳如表3所示:

①体验主体: 人的体验以个体为主, 机器体验以智能对象为主, 而人机组合体验是两者互动

的结果。

②体验来源: 人的体验来自感官、情感与认知; 机器体验源于算法与传感器; 人机组合体验则来源于互动产生的新属性与能力。

③体验性质: 人的体验是基于意识与情感的主观感受, 机器体验基于规则与逻辑, 而人机组合体验融合两者, 形成复合体验。

与单一体验相比, 人机组合体验有三大优势: (1)更具互动性, 有助于揭示人机共生关系; (2)具有人机互补性, 结合人的情感与机器的逻辑; (3)具有实时反馈和适应性, 既涉及个体体验, 也包含集体体验。

(3) 集体体验

随着服务主导逻辑的发展, 学者们开始关注超越个体层面的集体体验。Hollebeek 等(2023)提出, 利益相关者旅程由角色相关的接触点和活动轨迹构成, 利益相关者通过融入与共塑塑造与企业的体验, 从而提升关系管理与绩效。Becker 等(2023)则指出, 许多营销现象涉及家庭、团队或企业客户的集体体验, 但现有研究仍偏重个体视角, 难以充分解释群体层面的互动。伴随数字化平台兴起, 个人体验逐渐向集体体验过渡, 多参与者平台客户体验成为新焦点。Mahadevan 和 Shainesh (2024)认为, 传统研究多基于线性业务情境, 忽视了多参与者平台的复杂性。他们以价值共创为理论视角, 提出了平台环境下客户体验框架, 揭示了平台与线性业务的关键差异及平台接触点的新兴驱动因素。

表3 人、机器和人机组合体验的区别与联系

对比维度	人的体验	机器人的体验	人机组合的体验
主要文献	Becker & Jaakkola, 2020	陈多闻, 汪姿君, 2023; Gray & Wegner, 2012; Gray et al., 2011	邓士昌 等, 2022; Hoffman & Novak, 2018; Inga et al., 2023
体验定义	人的体验涉及个体的主观、内部响应(感觉、情感和认知)以及行为反应等, 由品牌或市场等刺激引发	机器人的体验指的是智能对象(如机器人)在与人类或其他对象互动时所展现出的属性、能力和表达角色	人机组合的体验是指在人机环境中, 人类与智能对象(如智能家居设备)互动时产生的体验, 这种体验是双方互动的结果
体验主体	人类个体	机器人/智能对象	人类与机器人的组合
体验来源	感官、知觉、情感、认知、社会互动	多模态数据捕获、算法逻辑映射与动态参数优化(Functional Agency/功能主体)	人类与机器人的互动及其产生的新属性和能力
体验性质	基于意识和情感的主观体验	机器侧体验是系统在预设算法框架下对环境变化的响应记录, 是基于规则和逻辑的响应	结合了人类主观性和机器人响应性的复合体验

因此,本文认为人机共生体验除微观个体体验外还存在企业及社会层面的集体体验。就企业层面而言,研究个体与多个机器或机器系统交互过程中的体验层次,如在智能家居环境中的体验。通过系统模型的构建,分析不同设备之间的协同作用对体验的影响。例如,在智能家居环境中,智能音响、灯光系统和温控系统等设备的交互协同会影响用户的综合体验。研究可通过系统模型来分析各设备之间的配合对用户体验的提升或降低。通过集成体验模型的构建,分析当多个设备或系统共同作用时,个体的体验是否呈现出新的层次或模式。就宏观社会层面而言,研究集体与机器系统的互动,重点是集体行为如何影响机器系统的运作和反过来机器系统如何塑造集体行为。可以采用社会网络分析(Social Network Analysis, 简称 SNA)来探讨集体行为对机器系统互动的影响。通过构建集体行为模型,研究个体在集体环境中(如社区、企业)与机器系统互动的行为模式。例如,在智能城市或工业互联网中,研究社区或企业集体如何通过共享数据和协作平台共同参与到智能化系统中。

综上,本研究将机器视为具有功能主体性的系统。因此,机器体验并非指涉主观意识,而是指系统在复杂互动中通过递归计算所呈现的反馈回路状态,它是实现人机共生涌现的数智化基础。体验的相关概念为我们厘清在个体层面体验的相关内涵和结构奠定了研究基础。利益相关者/参与者为主体的客户体验又为我们研究由单个个体体验研究向由多个个体组成的集体体验(如社区体验)研究过渡提供了借鉴。为本研究站在数字生态系统的角度来深入研究人机共生体验的形成以及理解参与者之间的交互是如何影响用户体验打下了理论基础。同样不足的是,该类研究仍处于概念探讨阶段,并且也没有考虑机器及人机组合的体验问题。

2.2 人机共生体验形成的相关理论

与本研究相关的研究客户体验的理论视角主要有三个:一是组合理论(assembly theory),二是涌现理论(emergence theory),三是螺旋理论(a theory of spirals),下面分别进行介绍。

2.2.1 组合理论

组合理论(assembly theory)源自思辩现实主义哲学,强调物体本身具有本体论属性,并挑战

以人类为中心的观点。该理论认为,人类与非人类参与者在互动中形成稳定或不稳定的结构,其属性和能力不能简化为部分或关系之和,而是在互动中涌现的整体功能(Bogost, 2012; Bryant, 2011)。在本研究中,组合理论为理解人机互动中消费者与智能对象的角色、能力及涌现属性提供了理论基础。

2.2.2 涌现理论

涌现理论(emergence theory)描述复杂系统中整体属性通过组成元素的交互而生成的过程(Vargo et al., 2023)。其核心观点包括三个方面:

①概念:涌现指由组成元素交互产生的新整体,超越部分之和(Capra & Luisi, 2014)。在营销系统中,客户体验既可被简化为可测量变量,也可视为需观察系统逻辑的涌现过程,以揭示人机共生体验的新属性。

②层次性:涌现具有向上因果(高阶属性依赖低阶元素)与向下因果(高阶属性反作用于低阶元素)两类关系(McLaughlin, 2008)。在人机共生中,个体行为、系统结构和技术创新均体现这种自组织与适应性过程(Arthur, 1999)。

③营销应用:随着市场从价值链导向向系统导向转变,营销系统被视为复杂适应系统(Barile & Polese, 2010; Vargo & Lusch, 2016)。核心现象如客户体验、创新、价值和品牌意义是动态互动涌现的结果。涌现理论可解释人机共生体验的多层次形成及其从个人体验向集体体验的扩展。

Hoffman 和 Novak (2018)强调了体验的涌现特性,认为它包含从基本体验到感知体验到意识体验的多层次结构,但并未进一步阐明体验何以涌现,也未说明不同体验层次与涌现各阶段之间有何关联。相比之下,涌现理论中的涌现概念以及基于多参与主体的服务生态系统涌现过程表明,系统演进呈现出从单一走向多元、从无意识变化转变为有意识调控的动态特征。这一视角为理解人机共生体验的形成提供了理论基础:人机共生体验作为一种多层次的体验结构,本质上是在动态交互过程中涌现的结果。该理论不仅有助于揭示其动态形成机制,还能阐明涌现阶段与体验层次之间的对应关系,并将对体验的关注从个体层面拓展至集体层面。

2.2.3 螺旋理论

螺旋理论(spiral theory)用于研究变量间互为

因果的动态关系(Kraemer et al., 2020), 适合分析人机共生体验与结果的长期互动。其三大原则为:

①反馈回路: 变量间形成正向或反向因果循环, 随时间推移产生动态影响。

②变化优先于绝对水平: 变量的变化速率和方向比绝对水平对下游变量的影响更重要(Chen et al., 2011)。

③上下边界: 螺旋变化受上下限控制, 避免无限增长或下降。

基于螺旋理论, 可以探讨人机共生体验随时间的积极或消极循环, 如体验增益螺旋或损失螺旋, 并研究调节机制(如人机和谐关系)对螺旋方向的影响。此外, 新技术(AI、虚拟/增强现实、物联网)可能引发新的体验类型, 体验类型、对象特质、服务类别及客户人格均可能影响螺旋机制及其效应。

综上, 组合理论为理解人机互动中多主体、多属性的涌现提供基础, 涌现理论解释体验从个体到系统的动态形成过程, 螺旋理论则揭示体验与结果间随时间的互动循环。三者结合为研究人机共生体验的形成机制、体验层次及作用效果提供理论支撑。

2.3 人机共生体验的作用机制及效果研究

随着数字化平台和人工智能的普及, 客户体验研究呈现三大趋势: 由传统营销向数智化营销转变; 由单一个体体验向多参与者的集体体验转变; 由单一类型体验向多类型体验组合转变。现有研究多基于社会交换理论、情境认知理论、服务主导逻辑、价值共创理论、信息处理理论等进行探讨。但随着智能化技术发展, 学者们开始借助拟人化理论、互动体验理论和组合理论研究客户体验形成机制, 为人机共生体验的系统研究提供了理论基础。

客户体验的影响因素主要包括服务质量、品牌与零售刺激、客户预期体验、营销敏捷性、平台与技术刺激、环境及组织因素等(Becker & Jaakkola, 2020; Mahadevan & Shainesh, 2024)。以往研究通常关注单一因素, 而新兴研究指出, 多源刺激的组合效应更能反映真实体验。尤其在智能化背景下, 客户体验受技术、组织和环境因素的交互影响, 并受客户自身特征、情境与文化环境调节。

客户体验的中介包括认知、情感、社交、行

为、感官、智力、精神、品牌态度和服务能力等, 例如体验价值、服务能力提升、与拟人化机器人的社会融洽等(牟宇鹏 等, 2019; 沈鹏熠 等, 2021; 滕乐法 等, 2020; Ameen et al., 2021; Bleier et al., 2019)。调节因素则涉及产品类型、服务情境、关系类型、客户特征、参与度、品牌互动、感知成本、客户导向、经济状况及道德认同等(Becker & Jaakkola, 2020; Liu-Thompkins & Okazaki, 2022)。体验结果主要包括满意度、忠诚度、口碑、购买行为、客户终身价值、感知质量及服务绩效等(Brakus et al., 2009; Chandler & Lusch, 2015; Cova, 2021; De Keyser et al., 2020)。不同类型的客户体验通过中介与调节机制产生不同态度和行为结果, 如贝纳通“没有仇恨”广告通过情感与认知刺激影响客户反应。

基于此, 本研究将在智能化背景下, 结合用户、机器及环境因素, 系统探讨人机共生体验的形成机制、差异化作用及边界条件, 为实践提供指导。

2.4 小结

通过以上研究现状和发展动态的分析可以看出, 关于人机共生体验目前仍存在三大疑问——疑问 1: HSX 的本源是什么? 包括内涵、类型、结构和测量四个方面的问题; 疑问 2: HSX 是如何形成的? 包括 HSX 是否是涌现的? 具有哪些层次? 其形成机制是什么? 三个方面的子问题; 疑问 3: HSX 的作用机制及效果怎么样? 包括影响因素、差异化结果及其中介机制。

3 研究构想

由于考虑非人类参与者及其组合的体验而带来的新问题, 研究将首先厘清人机共生体验(HSX)这个概念的本源(包括内涵、结构、类型、维度及测量等), 在此基础上, 集中探讨 HSX 的影响因素和形成过程, 以及 HSX 的作用效果和作用机制。对此, 设计三个层层递进的研究, 如图 2 所示。具体如下:

研究 1: 在对人机共生体验的内涵、结构和测量进行全面分析基础上明确人机共生体验的核心特征、体验结构以及可行的测量方式。

研究 2: 在明确人机共生体验内涵、结构和测量的基础上, 基于涌现理论阐明人机共生体验的多层次、多阶段、多模式理解人机共生体验的

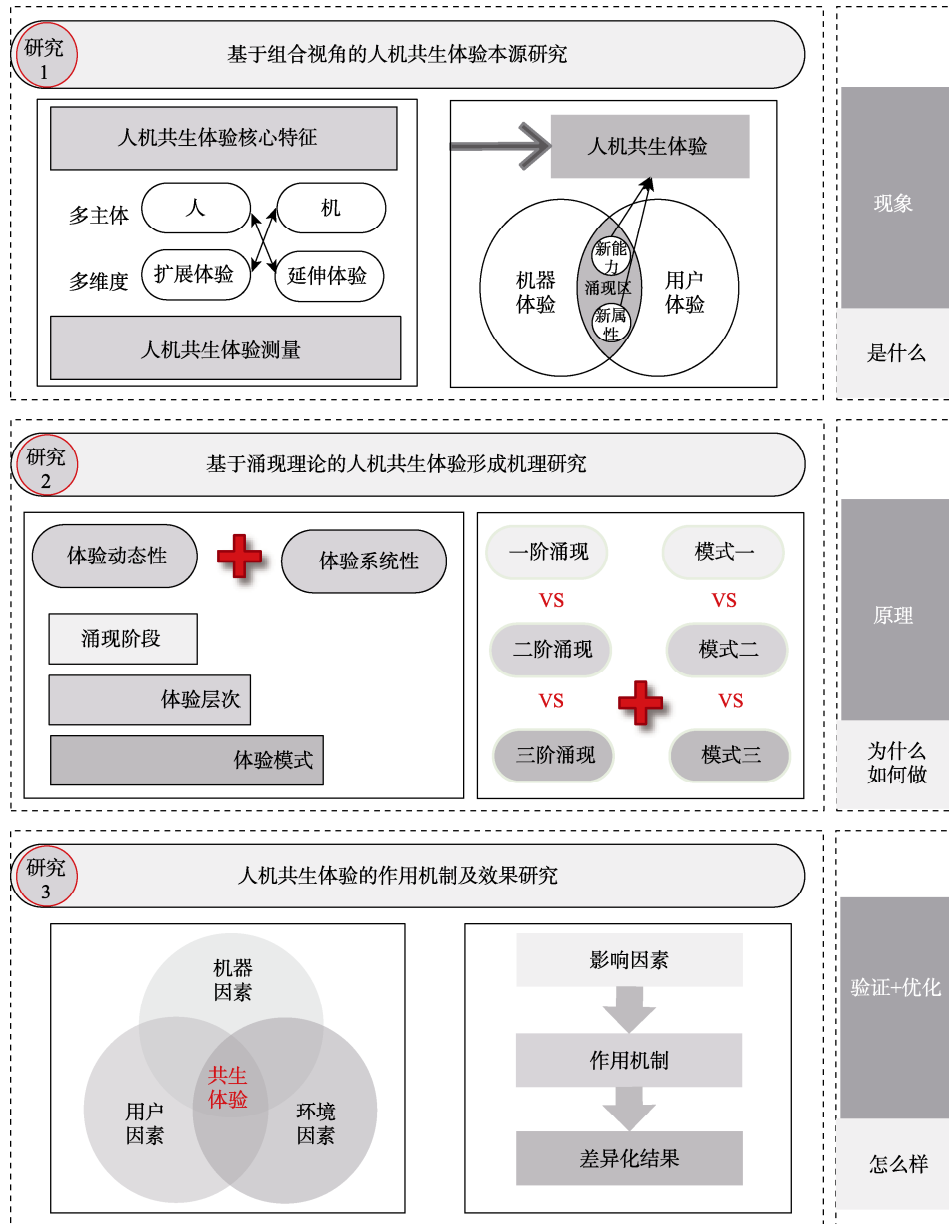


图 2 人机共生体验的形成机理及作用效果研究框架

形成机理。

研究 3：揭示人机共生体验的作用机制及效果，一是揭示差异化人机共生体验形成的中介机制；二是，分析不同人机共生体验类型可能产生的不同效价的结果；三是探索人机共生体验作用机制的潜在边界，从而提供实现最佳人机共生体验的系统方案。

3.1 研究 1: 基于组合视角的人机共生体验(HSX)本源研究

研究 1 主要是针对人机共生体验的核心特征和测量进行深入研究，具体内容包括以下三个部分：(1)人机共生体验的内涵及其与其他相似概念的区别与联系；(2)人机共生体验的内涵与结构；(3)人机共生体验的测量，具体如图 3 所示。

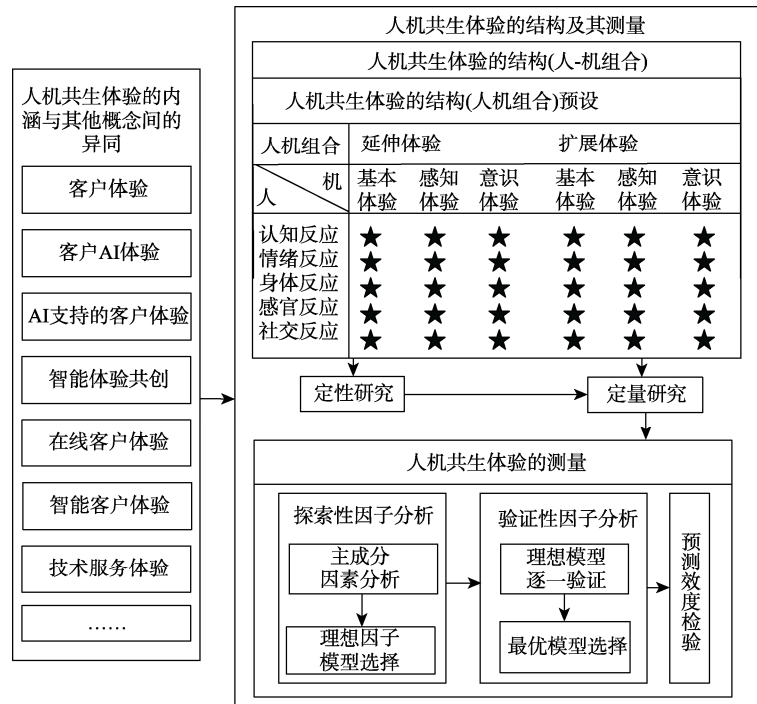


图 3 基于组合视角的人机共生体验(HSX)本源研究

3.1.1 人机共生体验的内涵及其与其他相似概念的区别与联系

在理清人机共生体验内涵的基础上,明确人机共生体验与客户体验、客户 AI 体验、AI 支持的客户体验、智能体验共创、在线客户体验、智能客户体验和技术服务体验等相关概念的区别与联系(见图 3 左边部分)。例如,就客户体验与人机共生体验而言,传统的客户体验例如用户购买一款智能家居设备,用户对设备的功能和使用体验做出评价;而人机共生体验则是在用户与设备的长期互动中,智能系统逐渐学习用户的偏好,并在此基础上提供个性化服务,形成情感联结和认知反馈。就客户 AI 体验与人机共生体验而言,客户 AI 体验关注的是用户与 AI 之间的功能性互动,如 AI 推荐系统根据用户行为提供个性化推荐;而人机共生体验则是在更深层次的互动中, AI 系统不仅提供推荐,还与用户建立持续的情感互动,形成一种类似伙伴关系的协作。就智能体验共创与人机共生体验而言,在智能体验共创中,用户和智能系统共同创造和优化体验,例如在 AI 客服中,用户的反馈帮助 AI 不断改进服务;而在人机共生体验中,用户与智能系统的互动不仅限于反

馈,还包括情感和认知层面的共生。

3.1.2 人机共生体验的结构预设

根据前面的文献综述,不同于以往强调人类是主动的“行动者”而机器是被动的“辅助者”角色,本文将基于组合理论,从以“人机组合为中心”的研究思路出发展开人机共生体验的讨论。即强调人类与机器具有同等的能动性,二者在网络中相互作用、彼此塑造,没有谁是绝对的主导者。这表明人类和机器之间互动可以是互补的,也可以是相互影响的。其中,人的体验来源于人的主观判断,包括认知、情绪、身体、感官和社交五个维度;机器的体验并非指机器具备人类般的“主观意识”或“情感感觉”,而是指机器在与人的互动的过程中,基于算法、传感器输入及模型更新所表现出的系统状态、反馈逻辑与自适应演化过程,即机器的运行状态和响应,而不是机器具有主观意识的体验。

为进一步夯实人机互动关系的分析基础,本文引入行动者网络理论(Actor-Network Theory, ANT)作为核心理论支撑,其核心观点“广义对称性原则”与本研究的人机共生体验研究具有高度适配性。具体地,ANT 的广义对称性原则打破了

传统研究中“人类为主导、非人类为客体”的二元对立认知,主张人类与非人类行动者在网络中具有同等的能动性,二者通过互动相互塑造、共同建构网络形态与运行逻辑(Latour, 1987, 1996)。这一原则恰好契合本研究对“人机平等互动”的核心预设——在人机共生场景中,人类并非单一的主导者,机器也非被动的工具,而是作为平等的行动者参与到互动过程中。机器自身的运行状态、响应逻辑会直接影响人类体验的生成,同时人类的行为反馈也会反向驱动机器的自适应演化,二者形成双向塑造的互动关系。

从 ANT 视角出发,本文所界定的机器“体验”,本质上正是机器作为对称性行动者的核心能动性体现。具体表现为数据流动与处理的路径轨迹(Hoffman & Novak, 2018):机器通过传感器捕捉人类行为数据(如动作、语音、生理信号),经算法处理后生成响应策略,再通过执行机构反馈给人类。这一完整的数据处理与反馈过程,构成了机器参与人机互动的“行动路径”,也即机器层面的“体验”表征。基于此,人机共生体验并非人类主观体验与机器功能状态的简单叠加,而是二者作为对称行动者深度耦合的结果——人类的主观体验(认知、情绪等维度)会因机器的响应行为而调整。机器的运行状态与响应逻辑也会因人类的反馈数据而优化,这种双向互动最终催生了具有“人类主观体验”与“机器功能状态”之间深度耦合属性的共生体验。综上,不同于人类个体体验与机器单独运行状态,人机共生体验来源于人类与机器的互动及其产生的新属性和能力,是人类对人机共生关系的主观体验,大致可分为延伸体验与扩展体验。

该部分主要进行定性研究:目的是通过定性研究方法初步探讨 a. 人机共生体验的核心特征以及 b. 人机共生体验的结构,再结合该研究目的制定相应的访谈提纲,并进行深度访谈。

3.1.3 人机共生体验的测量量表开发

基于上述定性研究,为避免访谈人数过少带来的偶然性和不稳定性,需要在定性研究的基础上,辅以定量研究。在定量研究部分,将进一步推进人机共生体验的实证研究,特别是机器维度的测量。具体来说,机器维度的测量指标将侧重于“算法响应的一致性”、“交互反馈的精准度”以及“系统学习的进化速度”,而非测量机器的情感。这

一设计将帮助我们更好地捕捉机器在交互过程中的功能性表现,从而为人机共生体验的全面理解提供更加稳定和可靠的实证支持。

a. 通过参考已有量表和自编量表相结合的方式自编人机共生体验问卷,对更多的参与者进行调查,来进一步探讨人机共生体验的结构。该部分的研究内容就是对(2)中得出的人机共生体验结构进行探索与验证,具体包括两个部分(见图 3 中间下半部分):

①探索性因子分析:计划采用主成分分析法提取公因子,从而获得若干符合理论预期的因子结构模型,每个模型均涵盖人机共生体验的测量因子及其对应题项;

②验证性因子分析:针对初步得到的若干较优模型进行验证性因子分析,通过拟合指标对比与模型评估,最终筛选出最具解释力与适配度的最优模型。

b. 由于组合体验是由相互作用的体验因素组成的时空网络,因此可采用网络分析方法,通过网络中心性、密度及连通性等指标来评估人机共生体验的强度或密度(Novak & Hoffman, 2023; Tononi & Koch, 2015)。

c. 还可以采用机器学习方式工程化人机共生体验,结合多种数据类型和算法模型,通过对用户行为、情感反应、认知评价等多维度的数据进行分析 and 建模,帮助量化和理解人机共生体验的不同层面。机器学习不仅可以提供对现有体验的精确测量,也能够预测未来体验趋势,为进一步优化人机交互设计提供理论支持和实践依据。

3.2 研究 2: 基于涌现理论的人机共生体验形成机理研究

研究 2 围绕人机共生体验是如何形成的展开研究。现有研究认为用户体验是涌现的(例如, Thompson et al., 1989),它不同于产品和其他与参与者互动的组成部分(Lemon & Verhoef, 2016)。涌现的用户体验既是整体的(Verhoef et al., 2009),也是多维的。然而,我们并不清楚人机共生体验是如何涌现的?涌现的过程及涌现的机制仍旧存在模糊性。此外,有研究发现体验也具有多个层次。例如, Hoffman 和 Novak (2018)将体验划分为三个不同的层次,从基本体验到感知体验到意识体验。因此,这部分研究内容主要包含以下三个方面(见图 4):

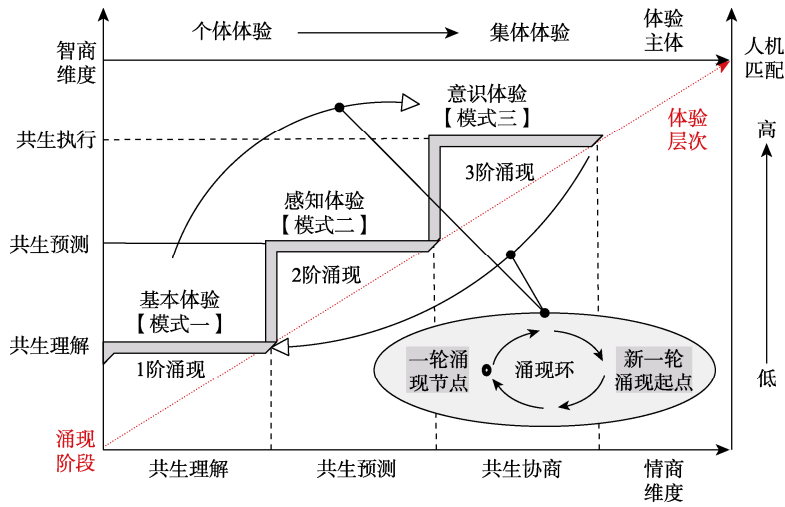


图 4 人机共生体验的形成机理

3.2.1 人机共生系统的价值涌现循环过程

本部分研究的主要内容是揭示人机共生系统的体验价值涌现循环过程。结合涌现理论,揭示人机共生体验是如何从复杂和动态环境中的相互作用下产生的。借鉴 Inga 等(2023)的研究,并考虑到人机互动中,智商决定了人机协作中的认知和技术层面的有效性,而情商则促进了人机之间的情感联结和互动深度(张小军, 2023),从而共同影响体验的质量和持续性。因此依照智商维度(共生理解、共生预测和共生执行)和情商维度(共生理解、共生预测和共生协商)来探究人机共生体验的涌现过程,这不仅涉及一个阶段的涌现还涉及其由量变(涌现阶段)到质变(涌现节点)再到新一轮量变(新一轮涌现起点)的渐进式前进、螺旋式上升的体验涌现循环过程。

具体地,该过程涉及从价值共创转变为价值涌现的逻辑,是人工智能时代以人机共生系统为载体的价值创造的新进化。本文认为人机共生的复杂适应系统是一个以人机对等参与为基础,具有自组织、自适应、非线性以及参与者自生成的制度逻辑的涌现现象(许晖 等, 2024; Vargo & Lusch 2016)。重点关注人机共生系统价值创造的复杂性。一方面,作为一个复杂适应系统,人机共生生态系统的价值是由对等参与子系统(人类参与者和机器参与者)的非线性相互作用的涌现生成的,这实现了对系统内的资源和参与者的动态地选择和适应。其次,人机系统价值创造的涌现

性。现有价值共创理论认为价值是在产品或服务的“使用”过程中,由受益人所决定的独一无二的现象学体验(Vargo & Lusch, 2016),该价值概念一直是以人为核心。然而,本部分的涌现价值是一个系统级别的新资源,此时,价值是一个系统级别的涌现属性,由人机双方共同决定,预示着人机组合中新能力的出现。

3.2.2 人机共生体验的主体扩展和范围演进

除单个用户体验外,数以百万计的家庭级消费者组合与它们各自的智能对象交互,共同定义了宏用户、宏对象和宏用户-对象组合,这些组合不可简化为它们各自的部分。例如,通过基于云的机器学习,云 Alexa 将数百万用户的体验紧密地整合在一起。相比之下,单个用户有自己的体验,那么数百万用户是否有相应的集体体验呢?因此,本部分的研究内容是探究人机共生体验主体由个体体验扩展至集体体验的主体扩展和人机组合的范围演进过程。本部分将涌现阶段与涌现的体验层次相对应,再根据体验主体可将人机共生体验从个体体验扩展至集体体验(如对宏用户或宏机器和宏用户-机器组合而产生的宏体验,又或者是基于用户集体或用户-对象集体而形成的体验网络等)。重点关注体验主体的扩展。

主要包括以下三方面的内容:

(1)在微观层面:研究个体在与单个机器交互时的体验层次,如感知、认知、情感和行为等。构建一个从感知到行为的多层次模型,分析每个

层次的涌现特征。

(2)在中观层面：研究个体与多个机器或机器系统交互时的体验层次，如在智能家居环境中的体验。通过系统模型的构建，分析不同设备之间的协同作用对体验的影响。

(3)在宏观层面：研究集体(如社区、企业)与机器系统交互时的体验层次，如在智能城市或工业互联网中的体验(Li, Cheng et al., 2025)。可以构建一个宏观模型，分析集体行为和机器系统的互动关系。

3.2.3 人机共生体验的模式发展路径及体验鸿沟

本部分涉及两方面内容，分别是人机共生体验模式的匹配和体验鸿沟的探讨。

(1)人机共生体验模式

从组合理论的角度来看，模式匹配对应的是两个实体相互影响和相互作用的配对能力(the paired capacities) (DeLanda, 2011, 2016)。作为锻炼配对能力的涌现结果，不仅涉及人类，也包括非人类的机器，并构成了人机共生体验。只有二者实现相对平衡匹配时，人机共生体验才有可能涌现出来，若二者不平衡则人机共生体验的阴暗面将会浮现，如自我约束或自我缩减。按照人机共生体验涌现的三个阶段可划分为三种人机共生模式。

在模式一阶段，人机共生模式中并不存在互动过程，可能遵循的是单向-被动的共生模式。在模式二阶段，人机共生模式下开始出现交互行为的发生，其遵循的是双向-被动的共生交互模式。在模式三阶段，人机共生模式的互动演化进入自主融合阶段，其遵循的是双向-主动的共生逻辑。在这一高阶形态中，人机共生体验不再依赖于显性的指令传递，而是建立在人机双向的功能主体性深度契合基础之上。此时，机器侧通过高阶自适应算法实现对环境与用户意图的深度预判，而人类侧通过对技术能力的内化实现认知的边界扩展。这种模式代表了人机共生体验在系统集成与协同演化层面的高阶水平，展现了人机系统在复杂情境下通过意图对齐与功能耦合所达到的深度共鸣状态。在这种形态下，人机组合体呈现出极强的涌现性特征，实现了从工具辅助向主体共生的实质性跨越。因此，我们认为人机共生体验的形成过程研究还应包括人机匹配这一重要组成部分。

(2)体验鸿沟

体验鸿沟(Experience Gap)是指在人机共生体验中，从以人为中心到以人机组合为中心的转变过程中出现的体验不连续性或不匹配现象。这种鸿沟主要体现在模式二(双向-被动的共生交互模式)到模式三(双向-主动的共生模式)的过渡阶段。在这一阶段，机器从简单的执行者逐渐转变为具有功能自适应系统的学习者，而人类用户需要适应这种新的互动方式。体验鸿沟的构成要素包括：①认知鸿沟：随着机器自主性和复杂性的增加，用户可能在与机器互动时面临认知负荷的增加，特别是在机器进行自适应调整时，用户对机器的反应和行为产生困惑或不适应。②情感鸿沟：当机器变得更加拟人化或具有更高自适应性时，用户可能感到情感上的不匹配或不安，特别是在机器的行为与用户的预期产生偏差时，这可能导致不信任或情感排斥。③行为鸿沟：用户对机器行为的理解和适应可能滞后于机器的自我学习和行为演化，导致互动效率下降。因此，本部分研究内容分为以下三个子内容：(1)人机共生模式的匹配和演进；(2)深入探讨体验鸿沟的形成因素及影响；(3)探索跨越体验鸿沟的策略与方法。

3.3 研究3：人机共生体验作用机制及效果研究

本部分的研究将实证探讨人机共生体验的形成机制以验证研究中提供的测量工具以及研究二中发现的人机共生体验的动态涌现过程，并进一步探究其对用户、企业和社会的作用效果及潜在边界条件。大致可分为四个方面，分别是：人机共生体验的作用机制、人机共生体验的作用效果、人机共生体验的调节(见图5)，主要涉及人机共生体验的影响因素、人机共生体验的作用机制及人机共生体验的相关边界三部分内容。

3.3.1 人机共生体验的影响因素

有关客户体验的大量研究表明，环境因素(如社会环境和市场环境等因素)、组织相关的因素(如社会互动和制度等因素)都会影响体验(Becker et al., 2023; Mahadevan & Shainesh, 2024)。基于文献研究，并考虑到在人机共生背景下技术因素的重要性，本文认为技术扮演的角色(例如，机械AI、思维AI或感觉AI)以及对机器的接受度(Huang & Rust, 2021; Inga et al., 2023)等因素的差异都会对体验效果产生影响。因此，本部分研究将基于TOE 框架(Technology-Organization-Environment

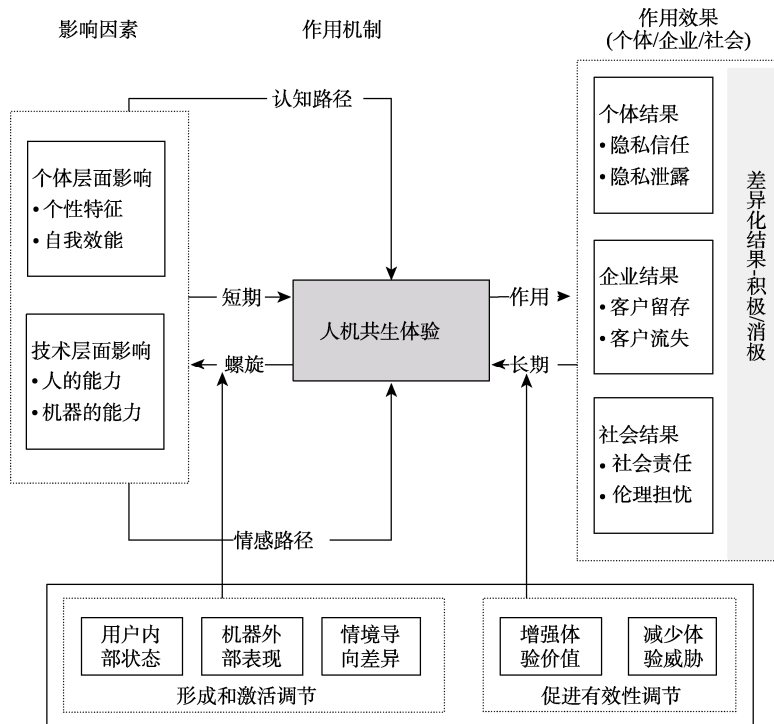


图 5 人机共生体验的作用机制及效果

Framework)找出人机共生体验的三大类(技术条件、组织条件和环境条件)驱动要素,并对这些结构的行为结果进行调查。具体可以借鉴 Wolter & Cronin (2016)中的方法,采用横截面调查(cross-sectional survey)方法,在遵从相关协议的基础上,要求调查对象说出一段他们印象深刻的人机共生体验经历。接着,这一经历会被加入后面的每一个问题中。通过这种方法,我们就可以将人机共生体验的刺激因素、人机共生体验的维度与行为结果的对应关系研究出来,还可将人机共生体验的结果由个人体验扩展至集体体验,具体可分两条研究路径:

(1)通过单一类型条件变量构建相关理论模型,进行结构方程模型检验,探究某一影响因素对人机共生体验类型及维度的作用效果。基于此本研究提出:

研究命题 1a: 用户、机器和情境因素分别正向/负向影响人机共生体验。

(2)通过变量间的集合作用,采用 fsQCA 的方法寻找促进人机共生体验的差异化集合路径,探究所有类型影响因素对人机共生体验类型及维度

的集合作用效果。基于此本研究提出:

研究命题 1b: 用户、机器和情境因素的不同要素组合有利于塑造满意的人机共生体验。

(3)基于螺旋理论,探究影响因素与人机共生体验结果间的循环效应,通过纵向研究寻找影响因素作用区间的上下阈值,从而更细致地刻画其影响效果。基于此本研究提出:

研究命题 1c: 用户、机器和情境因素分别正向/负向影响人机共生体验,在较长时期内人机共生体验又反过来正向/负向影响用户、机器与环境等因素,从而形成积极/消极螺旋。

3.3.2 人机共生体验的作用机制

本部分的研究将主要探讨人机共生体验的形成机制及作用效果。鉴于现有研究中的差异化体验结果(积极/消极),本部分研究将结合双系统决策理论与认知-情感双路径探讨产生差异化结果的中介机制。根据双系统决策理论(Kahneman, 2011; Metcalfe & Mischel, 1999),可以将系统划分为依据联想的、冲动式的和自主的“热系统”,对应于人机共生体验所带来的“趋之若鹜”现象;和依据规则的、反思式的和受控的“冷系统”,对应于

由一系列机器担忧而产生的“望而却步”现象。通过双系统加工决策以更好地理解人机共生体验差异化结果的形成的认知和情感机制。

(1) 人机共生体验的形成机制 I。“热系统”是一种直觉的启发式系统(heuristic system), 这个系统处理问题依赖于直觉, 处理问题速度快, 自动化地给出解决方案, 信息加工时提取部分信息, 遵循联想思维。因此, 人机共生体验带来的新奇、良好体验可能会促进个人或集体遵循联想思维, 从而启动“热系统”进行快速的信息加工及问题处理, 从而逐渐在人机交互中形成数字技术信任、情感依恋等积极的心理迷恋和高技术接受度和自我效能感等积极地认知迷恋, 最终产生积极的体验结果。找到如何激发热系统引起参与者迷恋的中介机制是本部的要研究的内容。基于此本研究提出:

研究命题 2a: 人机交互中的体验线索通过造成迷恋的“热系统”正向影响人机共生体验。

(2) 人机共生体验的形成机制 II。“冷系统”是一种理性的分析加工系统(analytic system), 这个系统处理问题是有意识努力的结果, 依赖于系统性信息加工, 启用算法规则处理问题, 加工速度慢, 遵循逻辑思维。因此, 人机共生体验带来的恐惧、担忧体验可能会促进个人或集体遵循逻辑思维, 进行理性的信息加工及问题处理, 从而逐渐在人机交互中形成技术焦虑、情感反刍等心理恐惧和由于认知超载、认知偏差等造成的认知恐惧, 最终产生消极的体验结果(Rapp et al., 2025)。找到如何激发冷系统引发回避或恐惧的中介机制是本部的要研究的内容。基于此本研究提出:

研究命题 2b: 人机交互中的体验线索通过造成恐惧的“冷系统”负向影响人机共生体验。

(3) 人机共生体验的形成机制 III。本部分的研究是在(1)和(2)的基础上对人机共生体验的长期滞后影响的检验。也即探究在较长时期内人机共生体验是否会反向作用于其中介机制及影响因素, 从而形成积极或消极螺旋, 并探究两螺旋的上下边界, 找到影响和作用于人机共生体验的上下边界。根据资源保存理论, 对于资源平衡的个体, 随着资源的进一步加入可能会产生资源增益, 进而形成向上的资源增益螺旋; 而对于处于资源受损的个体, 进一步的资源损失反而可能会产生更进一步的资源损失, 从而形成向下的资源损失螺旋。基于此本研究提出:

研究命题 2c: 在较长时期内人机共生体验会反作用于其中介机制和影响因素并在“热系统”中形成积极的“增益螺旋”, 在“冷系统”中形成消极的“损失螺旋”。

3.3.3 人机共生体验的作用效果

本部分的研究旨在检验人机共生体验的预测效度, 并探讨这一复杂混合体是否会有效地影响相关个体和社会结果。在长期过程中, 这种影响可能会反过来进一步作用于人机共生体验, 形成螺旋效应, 体现人机共生体验与相关结果之间的互动关系。尽管人机共生体验可能会产生提高决策质量和促进情感健康等诸多的积极效应, 但仍存在着另一种负面声音, 且随着 AI 迅速走近日常生活, 这种声音愈发响亮。如, 先前的研究已揭示了在隐私感知方面, 参与者更喜欢中等水平的语言拟人化, 而在情感、功能等方面, 他们更喜欢高水平的语言拟人化。这意味着社交机器人的拟人化的最佳水平可能会根据是否涉及隐私信息而有所不同(Liu, Guo et al., 2024)。与之相伴的道德决策问题也是人机共生体验所面临的挑战之一。已有研究表明人们普遍排斥让机器在涉及生命安全、法律、医疗和军事等重要领域中做出道德决策(Dietvorst et al., 2015)。因此, 人机共生体验是否也会对用户或社会造成差异化结果是这部分的研究内容。基于此本研究提出:

研究命题 3a: 人机共生体验会对用户/企业/社会造成差异化结果。

此外, 人机共生体验作为个体或集体的一种资源是否也会由于(2)中的差异化结果而导致更进一步的增益或损失呢? 增益或损失的边界又在哪里呢? 因此, 本部分还需结合螺旋理论, 采用混合效应生长曲线模型探索螺旋的下边界。基于此本研究提出:

研究命题 3b: 人机共生体验与用户/企业/社会差异化结果间存在增益螺旋和损失螺旋。

我们预测初始时期人机共生体验的初始水平如何影响积极和消极结果的变化, 再预测积极或消极结果变化的第 2 阶段模型中加入初始时期人机共生体验及其与人机共生体验变化的相互作用项, 并进行 Floodlight 分析来进行这一方面的相关探讨。

3.3.4 人机共生体验的相关边界

本部分将从实证的角度探究人机共生体验与

相关结果间可能存在的调节变量, 希望发现增强积极影响, 缓和负面影响的边界条件。通过系统地分析这些边界条件, 我们希望能够揭示人机共生体验在不同情境下的动态变化规律, 为优化AI系统设计、提升用户体验提供科学依据。这不仅有助于最大化人机共生的积极效应, 还能有效缓解潜在的负面风险, 推动人机共生技术的可持续发展。主要包含两部分内容:

(1) 人机共生体验形成和激活的调节

根据相关研究, 我们初步拟定一个人机共生体验的调节机制研究框架, 如图5左下方所示。需要解释的是, 人机共生体验形成和激活的调节机制包含三个方面:

a. 用户的内部状态。用户内部状态包括个体的个性特征、情感需求、文化背景等, 这些因素直接影响用户对人机共生体验的感知和反应而造成差异化体验结果。例如用户的个性特征——外向性、开放性、神经质等, 会影响他们对机器的互动方式和情感投入。外向型用户可能更容易与机器建立情感连接, 而内向型用户则可能更关注机器在任务执行中的准确性与效率。

b. 机器的外部表现。机器的外部表现是指机器在物理和功能方面的具体特征, 如外观类型、系统性能、交互方式等, 这些因素影响用户对机器的初步印象以及其互动体验。外观类型包括机器的形态设计、颜色搭配、界面风格等, 这些视觉特征可以影响用户的情感反应与认同感。比如, 拟人化外观的机器可能使用户感到更亲近, 从而增强情感互动的质量。而在系统性能方面, 机器的任务执行能力、响应速度、稳定性等因素对用户的满意度至关重要。一个高效、稳定且反应迅速的机器能够增强用户对组合体验的信任感和依赖感。此外, 机器的交互方式(如语音识别、触觉反馈、视觉界面等)对用户的互动流畅性和情感反馈的接受度也具有重要影响。良好的交互设计可以减少用户的认知负荷, 提高组合体验的质量。

c. 情境差异。情境差异指的是在不同的社会情境和使用情境下, 用户对机器的认知和情感反应会有所不同, 主要包括信任情境和体验情境等。例如, 在医疗或金融等信任情境领域, 机器的行为可能受到更高的伦理和信任要求, 用户对机器决策的信任程度直接影响组合体验的深度。信任情境中的变化可能促使用户更加谨慎地评估机

器的任务执行与情感反馈(Yin et al., 2024)。此外, 体验情境则指用户在特定使用场景下的情感需求和任务要求的不同。在家庭、工作或公共场所等不同的情境下, 用户对机器的依赖程度和使用方式不同, 这会直接影响组合体验的效果。例如, 在家庭环境中, 用户可能更关注机器提供的情感支持与互动; 而在工作场景中, 任务执行效率和功能性可能成为用户关注的重点。不同的情境要求机器能够灵活调整其功能与反馈, 以适应用户的需求。基于此本研究提出:

研究命题 4a: 用户内部状态在体验线索与对机器的情感和认知过程及人机共生体验间起调节作用。

研究命题 4b: 机器外部表现在体验线索与对机器的情感和认知过程及人机共生体验间起调节作用。

研究命题 4c: 情境导向差异在体验线索与对机器的情感和认知过程及人机共生体验间起调节作用。

(2) 促进人机共生体验有效性的调节

促进人机共生体验有效性的调节如图5右下方所示。需要解释的是, 在促进人机共生体验有效性的调节机制中, 我们主要考虑了增强体验价值和减少体验威胁两种类型。在人机共生体验对相关积极和消极结果之间的调节机制中, 增强体验价值和减少体验威胁是两个关键的调节因素, 它们直接影响用户对人机共生体验的总体评价和结果。这两个调节因素相互作用, 共同决定了人机互动的效果和影响。

a. 增强体验价值。增强体验价值的调节因素旨在提高人机共生体验的正向效果, 使用户从体验中获得更多的利益和满足感。这类因素可以通过优化用户的情感、认知和行为结果, 来提升整体体验的价值感和使用动力。例如, 增强群体互动, 通过促进社会互动和群体协作, 机器不仅能够提高用户的个人体验价值, 还能推动社会整体效益的提升, 从而增强人机共生体验的正向影响, 增加社会认同感和参与感。

b. 减少体验威胁。减少体验威胁的调节因素旨在消除或减轻用户在与机器互动过程中可能面临的负面情绪、焦虑或不信任感, 从而减少潜在的消极结果, 避免对体验的负面影响。例如, 随着技术的进步, 机器对个人数据的收集和使用日益

广泛。用户对隐私和数据安全的担忧可能成为影响共生体验的负面因素。而加强隐私保护和数据安全措施,能够减少用户在使用过程中对个人信息泄露的担忧,降低情感和认知上的威胁,从而增强组合体验的正面效果。此外,除了从价值-成本的视角考虑边界因素外是否还存在其他的调节机制也是我们未来研究的延伸内容,例如,仅考虑体验本身(如体验的时间性和空间性等)。基于此本研究提出:

研究命题 5a: 增强体验价值因素在人机共生体验与相关用户/企业/社会结果间起调节作用。

研究命题 5b: 减少体验威胁因素在人机共生体验与相关用户/企业/社会结果间起调节作用。

(3)有中介的调节和有调节的中介

除上述(1)、(2)外,关于先有调节还是先有中介对于系统运行可能也会存在差异。因此,在这一部分我们还将额外检验有中介的调节(先考虑调节,然后考虑调节变量是否通过中介变量起作用)和有调节的中介(先考虑中介,然后考虑中介过程是否受到调节),确保对系统运行顺序是否对机制作用的发挥产生影响。

4 理论建构与创新

在人工智能快速发展与“人工智能+”战略深入推进的背景下,人机交互模式正从传统的人机协同逐步演进至更为复杂的人机共生(Human-Machine Symbiosis, HMS)阶段。在这一过程中,人与智能体之间的关系不再局限于“工具-使用者”的单向依赖,而是通过深度协作与相互适应形成了一种动态共生关系,其核心体现为人机共生体验。现有研究虽已关注到AI在医疗、制造、金融等领域的应用成效,但普遍仍停留在工具属性或协作层面,缺乏对人机共生体验这一新兴现象的系统探讨。本研究尝试突破以往视角,从概念内涵、形成机制与作用效应三个层面展开理论建构与创新,主要理论建构与创新如下:

首先,从研究对象来看,不同于以往研究主要聚焦于人类个体的用户体验,本研究首次将“人机共生体验”作为独立研究对象,探讨其独特属性与多维内涵。以往体验研究主要强调人类在消费、使用过程中的感知与价值创造(Pine & Gilmore, 2019),或关注客户体验在经济价值中的作用(De Keyser & Kunz, 2022)。然而,在HSX情

境中,机器不仅作为工具发挥功能性作用,还展现出一定的自主属性(Hoffman & Novak, 2018),即其与人类交互时能够通过主动学习与自适应不断进化,进而影响整体体验系统的走向。本研究将HSX由以人为中心的单向感知扩展至“人-机-群体”多元互动,从个体体验拓展至集体体验,从经济价值延伸至社会价值,突破了现有体验研究的对象边界。

其次,从研究内容来看,不同于以往研究多聚焦于AI对个体心理或行为的影响(如克服思维定势、提升效率等),本研究关注HSX在动态交互中的涌现机制与演化规律。基于涌现理论与复杂系统理论,本研究提出人机共生体验并非静态存在,而是在智商(信息处理、逻辑推理等)与情商(情感回应、社会融入等)两个维度的动态协同中逐步生成。具体而言,HSX在交互过程中表现出“实时性-涌现性-交互性-迭代性”的演化特征,不仅塑造人类的感知与行为,也推动机器在学习与反馈中生成新能力。这一视角突破了传统体验研究的线性因果假设,揭示了HSX的自组织与进化特性,为理解人机交互中的双向赋能提供了新路径。

再者,从研究视角来看,不同于现有研究主要从一人一机的互动场景出发,本研究构建了“多主体-多机器”的集体共生视角,探索HSX的作用机制与边界条件。随着智能体的普及与互联互通,HSX已从个体-单机互动延展至集体-多机的复杂场景。在这一过程中,HSX既可能通过价值共创与情感协调促进能力螺旋式提升,也可能因过度依赖或伦理风险而带来消极效应(Madhavaram & Appan, 2024)。本研究提出,HSX与结果变量之间并非单向因果关系,而是存在双螺旋式效应:积极体验可迭代提升交互质量与价值创造,而负向体验则可能导致信任危机与决策偏差。通过纵向追踪与动态建模,本研究将在理论上深化螺旋理论在智能交互场景中的适用性,并在实践上揭示HSX的边界条件与调节机制。

总体而言,本研究以HSX为研究对象,聚焦其概念建构、形成机理与作用机制,尝试在三个方面实现理论创新:一是通过多维解构明确HSX的内涵与结构,推动客户体验理论与组合理论的跨领域整合;二是揭示HSX的动态涌现与演化规律,构建其阶段性演化模型,丰富涌现理论在智能交互研究中的应用;三是通过验证HSX的双螺旋

旋效应及其边界条件, 推动螺旋理论、双系统决策理论与调节焦点理论的交叉融合, 最终构建起包含内涵、机制与边界的人机共生体验理论体系。这不仅回应了数智时代人机关系重塑的现实挑战, 也为“人工智能+”战略与企业智能转型提供了重要的理论支撑。

参考文献

- 陈多闻, 汪姿君. (2023). 人工共情何以可能?——当代新兴人工共情技术形成原因的理论探赜. *科学技术哲学研究*, 40(3), 93-99.
- 邓士昌, 许祺, 张晶晶, 李象千. (2022). 基于心灵知觉理论的 AI 服务用户接受机制及使用促进策略. *心理科学进展*, 30(4), 723-737.
- 牟宇鹏, 丁刚, 张辉. (2019). 人工智能的拟人化特征对用户体验的影响. *经济与管理*, 33(4), 51-57.
- 任丽娜. (2021). 人工智能技术刺激对智能顾客体验的影响——技术准备的调节作用 [博士学位论文]. 华北水利水电大学.
- 沈鹏熠, 万德敏, 许基南. (2021). 在线零售情境下人机交互感知如何影响消费者幸福感——基于自主性的视角. *南开管理评论*, 24(6), 26-40.
- 滕乐法, 吴媛媛, 李峰. (2020). 越沉浸越好吗?——品牌体验中消费者沉浸程度的双重影响研究. *管理世界*, 36(6), 153-167+251.
- 谢莹, 李佳钰, 李纯青, 贺艳婷, 张洁丽. (2021). 新兴技术驱动的多元繁荣的内涵、结构和理论框架研究. *预测*, 40(6), 31-38.
- 许晖, 王泽鹏, 杨金东. (2024). 从人机冲突走向人机融合: 知识编排视角下制造业企业的人机关系重塑. *中国工业经济*, (4), 170-188.
- 张小军. (2023). 关于“人工智能”的认知人类学思考. *人民论坛·学术前沿*, (24), 67-79.
- Ameen, N., Tarhini, A., Reppel, A., & Anand, A. (2021). Customer experiences in the age of artificial intelligence. *Computers in Human Behavior*, 114, 106548.
- Arthur, W. B. (1999). Complexity and the economy. *Science*, 284(5411), 107-109.
- Balaji, M. S., Jiang, Y., & Zhang, X. (2025). Robots in service: How robot capabilities and personalities drive customer value co-creation and satisfaction. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 37(3), 1016-1035.
- Bankins, S., Ocampo, A. C., Marrone, M., Restubog, S. L. D., & Woo, S. E. (2024). A multilevel review of artificial intelligence in organizations: Implications for organizational behavior research and practice. *Journal of Organizational Behavior*, 45(2), 159-182.
- Barile, S., & Polese, F. (2010). Linking the viable system and many-to-many network approaches to service dominant logic and service science. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 2(1), 23-44.
- Bassi, G., Orso, V., Salcuni, S., & Gamberini, L. (2025). Understanding workers' well-being and cognitive load in human-cobot collaboration: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e75658.
- Becker, L., Karpen, I. O., Kleinaltenkamp, M., Jaakkola, E., Helkkula, A., & Nuutinen, M. (2023). Actor experience: Bridging individual and collective-level theorizing. *Journal of Business Research*, 158, 113658.
- Becker, L. C., & Jaakkola, E. (2020). Customer experience: Fundamental premises and implications for research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(4), 630-648.
- Bleier, A., Harmeling, C. M., & Palmatier, R. W. (2019). Creating effective online customer experiences. *Journal of Marketing*, 83(2), 98-119.
- Bogost, I. (2012). *Alien phenomenology, or what it's like to be a thing*. University of Minnesota Press.
- Brakus, J. J., Schmitt, B. H., & Zarantonello, L. (2009). Brand experience: What is it? How is it measured? Does it affect loyalty? *Journal of Marketing*, 73(3), 52-68.
- Breazeal, C., Gray, J., Hoffman, G., & Berlin, M. (2004). Social robots: Beyond tools to partners. In *IEEE International Workshop on Robot & Human Interactive Communication* (pp. 551-556). IEEE.
- Bryant, L. R. (2011). *The democracy of objects*. Open Humanities Press.
- Capra, F., & Luisi, L. (2014). *The systems view of life: A unifying vision*. Cambridge University Press.
- Chandler, J. D., & Lusch, R. F. (2015). Service systems: A broadened framework and research agenda on value propositions, engagement, and service experience. *Journal of Service Research*, 18(1), 6-22.
- Chen, G., Ployhart, R. E., Thomas, H. C., Anderson, N., & Bliese, P. D. (2011). The power of momentum: A new model of dynamic relationships between job satisfaction change and turnover intentions. *Academy of Management Journal*, 54(1), 159-181.
- Cova, B. (2021). The new frontier of consumer experiences: Escape through pain. *Academy of Marketing Science Review*, 11(1-2), 60-69.
- Crook, C. (2018). *Computers and the Collaborative Experience of Learning (1994)*. Routledge.
- Dang, J., & Liu, L. (2024). Extended artificial intelligence aversion: People deny humanness to artificial intelligence users. *Journal of Personality and Social Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/pspi0000480>
- De Keyser, A., & Kunz, W. H. (2022). Living and working with service robots: A TCCM analysis and considerations for future research. *Journal of Service Management*, 33(2), 165-196.
- De Keyser, A., Verleye, K., Lemon, K. N., Keiningham, T. L., & Klaus, P. (2020). Moving the customer experience field forward: Introducing the touchpoints, context, qualities

- (TCQ) nomenclature. *Journal of Service Research*, 23(4), 433–455.
- DeLanda, M. (2011). *Philosophy and simulation: The emergence of synthetic reason*. London: Continuum.
- DeLanda, M. (2016). *Assemblage theory*. Edinburgh University Press.
- Dietvorst, B. J., Simmons, J. P., & Massey, C. (2015). Algorithm aversion: People erroneously avoid algorithms after seeing them err. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(1), 114–126.
- Djuric, A. M., Urbanic, R. J., & Rickli, J. L. (2016). A framework for collaborative robot (CoBot) integration in advanced manufacturing systems. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 9(2), 457–464.
- Edelman, D. C., & Singer, M. (2015). Competing on customer journeys. *Harvard Business Review*, 93(11), 88–100.
- Faraj, S., von Krogh, G., Monteiro, E., & Lakhani, K. R. (2016). Special section introduction—Online community as space for knowledge flows. *Information Systems Research*, 27(4), 668–684.
- Gombolay, M. C., Gutierrez, R. A., Clarke, S. G., Sturla, G. F., & Shah, J. A. (2015). Decision-making authority, team efficiency and human worker satisfaction in mixed human-robot teams. *Autonomous Robots*, 39(3), 293–312.
- Grandey, A. A., & Morris, K. (2023). Robots are changing the face of customer service. *Harvard Business Review*, 23.
- Gray, K., Knobe, J., Sheskin, M., Bloom, P., & Barrett, L. F. (2011). More than a body: Mind perception and the nature of objectification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(6), 1207–1220.
- Gray, K., & Wegner, D. M. (2012). Feeling robots and human zombies: Mind perception and the uncanny valley. *Cognition*, 125(1), 125–130.
- Grewal, D., Satomino, C. B., Davenport, T., & Guha, A. (2025). How generative AI is shaping the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 53(3), 702–722.
- Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (2018). Consumer and object experience in the internet of things: An assemblage theory approach. *Journal of Consumer Research*, 44(6), 1178–1204.
- Hoffman, G., & Breazeal, C. (2004, September). Collaboration in human-robot teams. In *AIAA 1st Intelligent Systems Technical Conference* (p. 6434). AIAA. <https://doi.org/10.2514/6.2004-6434>
- Hollebeek, L. D., Kumar, V., Srivastava, R. K., & Clark, M. K. (2023). Moving the stakeholder journey forward. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 51(1), 23–49.
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 30–50.
- Inga, J., Ruess, M., Robens, J. H., Nelius, T., Rothfuß, S., Kille, S., ... Kiesel, A. (2023). Human-machine symbiosis: A multivariate perspective for physically coupled human-machine systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 170, 102926.
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577–586.
- Järvelä, S., Zhao, G., Nguyen, A., & Chen, H. (2025). Hybrid intelligence: Human-AI coevolution and learning. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 455–468.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2022). Significant applications of cobots in the field of manufacturing. *Cognitive Robotics*, 2, 222–233.
- Jitpaiboon, T., Dobrzykowski, D. D., Ragu-Nathan, T. S., & Vonderembse, M. A. (2013). Unpacking IT use and integration for mass customisation: A service-dominant logic view. *International Journal of Production Research*, 51(8), 2527–2547.
- Jörling, M., Böhm, R., & Paluch, S. (2019). Service robots: Drivers of perceived responsibility for service outcomes. *Journal of Service Research*, 22(4), 404–420.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Straus and Giroux.
- Köbis, N., Rahwan, Z., Rilla, R., Supriyatno, B. I., Bersch, C., Ajaj, T., ... Rahwan, I. (2025). Delegation to artificial intelligence can increase dishonest behaviour. *Nature*, 646(8083), 126–134.
- Kraemer, T., Weiger, W. H., Matthias, M. H. J., & Maik, H. (2020). Toward a theory of spirals: The dynamic relationship between organizational pride and customer-oriented behavior. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48, 1095–1115.
- Kumar, V., Kotler, P., Gupta, S., & Rajan, B. (2025). Generative AI in marketing: Promises, perils, and public policy implications. *Journal of Public Policy & Marketing*, 44(3), 309–331.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press.
- Latour, B. (1996). On actor-network theory: A few clarifications. *Soziale Welt*, 47(4), 369–381. <http://www.jstor.org/stable/40878163>
- Law, R., Ye, H., & Lei, S. S. I. (2025). Ethical artificial intelligence (AI): Principles and practices. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 37(1), 279–295.
- Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69–96.
- Li, C., Hao, R., Li, N., & Zhang, C. (2025). Measuring customer experience in ai contexts: A scale development. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(1), 31.
- Li, Z., Cheng, S., Sun, X., Ren, X., Wang, Y., & Zhang, M. L.

- (2025). Tuning into urban birdsong: Enhancing nature connectedness with an AI-powered wearable. *Scientific Reports*, 15(1), 1219.
- Liu, L., Guo, F., Zou, Z., & Duffy, V. G. (2024). Application, development and future opportunities of collaborative robots (cobots) in manufacturing: A literature review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(4), 915–932.
- Liu, X., Wang, L., Liu, X., & Zhai, X. (2024). The impact of privacy violations on subsequent consumer preferences for anthropomorphized products. *Journal of Business Research*, 174, 114505.
- Liu, Y., & Wang, X. (2025). Can service robots recover themselves? The effect of service recovery agents and robot service failure types on customer response. *International Journal of Hospitality Management*, 124, 103951.
- Liu-Thompkins, Y., Okazaki, S., & Li, H. (2022). Artificial empathy in marketing interactions: Bridging the human-AI gap in affective and social customer experience. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 50(6), 1198–1218.
- Lu, V. N., Wirtz, J., Kunz, W. H., Paluch, S., Gruber, T., Martins, A., & Patterson, P. G. (2020). Service robots, customers and service employees: What can we learn from the academic literature and where are the gaps? *Journal of Service Theory and Practice*, 30(3), 361–391.
- Madhavaram, S., & Appan, R. (2024). AI for marketing: Enabler? Engager? Ersatz? *AMS Review*, 14(3), 258–277.
- Mahadevan, D., & Shainesh, G. (2024). Conceptualizing customer experience in multi-actor platforms. *AMS Review*, 14(1), 83–103.
- Marion, T. J., Meyer, M. H., & Barczak, G. (2015). The influence of digital design and IT on modular product architecture. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 98–110.
- McLaughlin, B. P. (2008). Emergence and supervenience. In M. A. Bedau & P. Humphreys (Eds.), *Emergence: Contemporary readings in philosophy and science* (pp. 81–98). MA: MIT Press.
- Metcalfe, J., & Mischel, W. (1999). A hot/cool-system analysis of delay of gratification: Dynamics of willpower. *Psychological Review*, 106(1), 3–19.
- Mirowska, A., & Arsenyan, J. (2025). The A(I) Team: Effects of human-likeness and conformity to gender stereotypes on initial trust and willingness to work with an AI teammate. *Journal of Organizational Behavior*. <https://doi.org/10.1002/job.70009>
- Novak, T. P., & Hoffman, D. L. (2019). Relationship journeys in the internet of things: A new framework for understanding interactions between consumers and smart objects. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 47(2), 216–237.
- Novak, T. P., & Hoffman, D. L. (2023). Automation assemblages in the internet of things: Discovering qualitative practices at the boundaries of quantitative change. *Journal of Consumer Research*, 49(5), 811–837.
- Pauliková, A., Babel'ová, Z. G., & Ubárová, M. (2021). Analysis of the impact of human–cobot collaborative manufacturing implementation on the occupational health and safety and the quality requirements. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1927.
- Pine II, B. J., & Gilmore, J. H. (2019). *The experience economy: Competing for customer time, attention, and money*. MA: Harvard Business Press.
- Prentice, C., & Nguyen, M. (2020). Engaging and retaining customers with AI and employee service. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 56, 102186.
- Puntoni, S., Reczek, R. W., Giesler, M., & Botti, S. (2021). Consumers and artificial intelligence: An experiential perspective. *Journal of Marketing*, 85(1), 131–151.
- Qin, X., Zhou, X., Chen, C., Wu, D., Zhou, H., Dong, X., & Lu, J. G. (2025). AI aversion or appreciation? A capability–personalization framework and a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 151(5), 580–599.
- Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J.-F., Breazeal, C., ... Wellman, M. (2019). Machine behaviour. *Nature*, 568(7753), 477–486.
- Rapp, A., Di Lodovico, C., & Di Caro, L. (2025). How do people react to ChatGPT's unpredictable behavior? Anthropomorphism, uncanniness, and fear of AI: A qualitative study on individuals' perceptions and understandings of LLMs' nonsensical hallucinations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 198, 103471.
- Rasoulouian, S., Grégoire, Y., Legoux, R., & Sénécal, S. (2023). The effects of service crises and recovery resources on market reactions: An event study analysis on data breach announcements. *Journal of Service Research*, 26(1), 44–63.
- Roy, S. K., Singh, G., Hope, M., Nguyen, B., & Harrigan, P. (2022). The rise of smart consumers: Role of smart servicescape and smart consumer experience co-creation. In *The role of smart technologies in decision making* (pp. 114–147). Routledge.
- Shanks, I., Scott, M. L., Mende, M., van Doorn, J., & Grewal, D. (2025). Cobot service teams and power dynamics: Understanding and mitigating unintended consequences of human-robot collaboration in healthcare services. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 53(2), 463–489.
- Thompson, C. J., Locander, W. B., & Pollio, H. R. (1989). Putting consumer experience back into consumer research: The philosophy and method of existential-phenomenology. *Journal of Consumer Research*, 16(2), 133–146.
- Tononi, G., & Koch, C. (2015). Consciousness: Here, there and everywhere? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1668), 20140167.
- Tsai, C.-Y., Marshall, J. D., Choudhury, A., Serban, A., Hou,

- Y.-Y., Jung, M. F., Dionne, S. D., & Yammarino, F. J. (2022). Human-robot collaboration: A multilevel and integrated leadership framework. *The Leadership Quarterly*, 33(1), 101594.
- Tuzov, V., & Lin, F. (2024). Two paths of balancing technology and ethics: A comparative study on AI governance in China and Germany. *Telecommunications Policy*, 48(10), 102850.
- Vaccaro, M., Almaatouq, A., & Malone, T. (2024). When combinations of humans and AI are useful: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour*, 8(12), 2293–2303.
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2016). Institutions and axioms: An extension and update of service-dominant logic. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(1), 5–23.
- Vargo, S. L., Peters, L., Kjellberg, H., Koskela-Huotari, K., Nenonen, S., Polese, F., ... Vaughan, C. (2023). Emergence in marketing: An institutional and ecosystem framework. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 51(1), 2–22.
- Verhoef, P. C., Lemon, K. N., Parasuraman, A., Roggeveen, A., Tsiros, M., & Schlesinger, L. A. (2009). Customer experience creation: Determinants, dynamics and management strategies. *Journal of Retailing*, 85(1), 31–41.
- Wang, L., Gao, R., Váncza, J., Krüger, J., Wang, X. V., Makris, S., & Chryssolouris, G. (2019). Symbiotic human-robot collaborative assembly. *CIRP Annals*, 68(2), 701–726.
- Winfield, A. (2012). *Robotics: A very short introduction*. UK: OUP Oxford.
- Wolter, J. S., & Cronin, J. J. (2016). Re-conceptualizing cognitive and affective customer-company identification: The role of self-motives and different customer-based outcomes. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(3), 397–413.
- Yin, Y., Jia, N., & Waksak, C. J. (2024). AI can help people feel heard, but an AI label diminishes this impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(14), e2319112121.
- Zhou, E. B., Lee, D., & Gu, B. (2025). Who expands the human creative frontier with generative AI: Hive minds or masterminds? *Science Advances*, 11(36), eadu5800.

The formation mechanism and effectiveness of the human-machine symbiotic experience

LI Chunqing, HAO Riyan, LIU Wei

(School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: The rapid advancement of digital and intelligent technologies has profoundly reshaped the marketing and experience ecosystems driven by human-machine interactions. Distinct from traditional human-centered customer experience, Human-Machine Symbiotic Experience (HSX) represents an emerging interaction paradigm that emphasizes reciprocal collaboration and emergent capabilities between humans and machines. HSX holds significant potential to enhance user experience, improve corporate decision-making, and promote social well-being, thereby playing a pivotal role in economic development and quality of life. Within today's digital ecosystem—characterized by pervasive connectivity and real-time interaction—creating greater user value has become an urgent priority. This research investigates the dynamics of HSX through three interconnected studies: Study 1 conceptualizes and operationalizes HSX, systematically clarifying its definition, dimensions, and structural features while developing a corresponding measurement instrument. Study 2 explores the formation mechanisms of HSX, uncovering its emergent dynamics and evolutionary pathways from both intelligence quotient (IQ) and emotional quotient (EQ) perspectives, leading to a proposed stage-based evolution model. Study 3 examines the impact mechanisms and outcomes of HSX, empirically testing its dual-helix effects on positive and negative consequences and identifying relevant boundary conditions. The findings offer practical guidance for businesses in designing HSX-based marketing strategies and intelligent applications, while providing theoretical foundations for policymakers promoting “AI+” initiatives and digital ecosystem governance.

Keywords: customer experience, actor experience, human-machine symbiotic interaction, artificial intelligence, digital ecosystem