

基于CiteSpace的人机交互领域研究热点和发展趋势分析

刘 梦¹, 郭禹辰², 宋蔓蔓²

¹河北金融学院河北省科技金融重点实验室, 河北 保定

²河北金融学院财务处, 河北 保定

收稿日期: 2025年10月22日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月27日

摘 要

为了解国内人机交互领域研究热点及前沿发展趋势, 本文基于CiteSpace可视化分析软件, 通过文献计量学方法, 梳理了2010~2025年人机交互领域的研究成果为研究对象, 构建了知识图谱。人机交互领域的研究热点趋势主要从基础的界面设计和移动设备交互, 逐渐转向增强现实、虚拟现实等沉浸式技术, 再到人工智能和多模态交互的深度融合, 元宇宙成为未来的研究方向。本研究旨在为人机交互及其交叉学科的未来发展提供参考与支持。

关键词

人机交互, CiteSpace, 可视化分析, 前沿趋势

Analysis of Research Hotspots and Development Trends in the Field of Human-Computer Interaction Based on CiteSpace

Meng Liu¹, Yuchen Guo², Manman Song²

¹Science and Technology Finance Key Laboratory, Hebei Finance University, Baoding Hebei

²Finance Office, Hebei Finance University, Baoding Hebei

Received: October 22, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 27, 2025

Abstract

To understand the research hotspots and cutting-edge trends in the field of human-computer

文章引用: 刘梦, 郭禹辰, 宋蔓蔓. 基于 CiteSpace 的人机交互领域研究热点和发展趋势分析[J]. 计算机科学与应用, 2025, 15(11): 295-304. DOI: 10.12677/csa.2025.1511305

interaction (HCI) in China, this paper employs bibliometric methods and CiteSpace visualization software to analyze research outcomes from 2010 to 2025, constructing a knowledge map based on this data. The research trends in HCI have evolved from foundational topics such as interface design and mobile device interaction to immersive technologies like augmented reality and virtual reality, and further toward the deep integration of artificial intelligence and multimodal interaction. Metaverse has emerged as a key future research direction. This study aims to provide reference and support for the future development of human-computer interaction and its interdisciplinary fields.

Keywords

Human-Computer Interaction, CiteSpace, Visualization Analysis, Frontier Trends

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人机交互(HCI)这一概念,由约瑟夫·利克莱德(J. C. Licklider)于 1960 年在“人机共生”(Man-Computer Symbiosis)文章[1]中首次提出。其作为信息技术领域的核心研究方向,正深刻改变着人类与数字世界的互动方式,研究范畴融合了心理学、社会学、认知科学、设计学等多个学科,致力于探索更加自然、智能、高效的人机协同模式。近年来,随着“人工智能”上升为我国国家战略,有力推动了国内“人机交互”研究成果数量的显著增长,但对其发展脉络、学科结构、热点主题及未来趋势的系统性学术梳理仍显不足。鉴于此,文章利用可视化分析软知识图谱分析工具,对“人机交互”研究前沿与热点进行可视化探索,并重点结合我国研究现状、政策导向及应用场景展开深度探讨。

2. 数据来源与研究方法

本文选用的数据来源于中国知网(CNKI)数据库。以“人机交互”为关键词进行主题检索,检索年份为 2010~2025 年,通过筛选保留北大核心、CSSCI、SCI、EI 等高质量文献,检索时间为 2025 年 9 月 22 日,共得到原始样本数据文献 557 篇。

本文利用 CiteSpace 软件,实现对人机交互领域研究文献的科学计量。通过研究数据库的文献相关信息:作者单位、关键词共现、合作网络、共被引等内容,以了解现有研究现状与知识结构,从而帮助研究人员找到该领域内的关键文献和主要研究学者团队,清晰地展示出该领域的研究前沿和发展趋势。

3. 人机交互发展趋势与动态

3.1. 发文量分析

近年来人机交互领域的研究呈现出蓬勃发展的态势。衡量人机交互领域发展的一个重要指标是学术论文数量的变化。对其文献分布作历史的、全面的统计,有助于评价该领域所处的阶段,预测其发展趋势与动态。结合图 1 与相关技术演进,可将“人机交互”相关研究划分为三个发展阶段。

第一阶段为平稳蓄势(2010~2016 年):此阶段,年发文量基本徘徊在 20 篇左右,最高为 2014 年的 34 篇,最低为 2011 年的 19 篇。该时期,移动互联网与触屏技术刚普及,可穿戴、语音交互等尚处于实验室阶段,学术界对“人机交互”的研究多聚焦传统界面可用性与用户体验,方法以问卷和可用性测试为

主, 整体产出相对平稳, 未见爆发式增长。值得关注的是, 2014 年 7 月的人机交互高峰论坛也指出, 该阶段我国人机交互研究面临研究人才不足、缺乏领军人物、研究方向散乱等问题, 这些因素直接制约了我国在该领域发展进程。第二阶段为初步升温(2017~2019 年): 2017 年国务院印发《新一代人工智能发展规划》明确强调: 让人机协同成未来主流的生产与服务方式, 以此战略导向为基石, 国家自然科学基金委员会(NSFC)同年首次设立“人机智能协同”方向, 至 2018 年 NSFC 对该方向资助力度显著扩大, 立项数同比激增 366%, 直接推动年发文量跃升至 31 篇。这一增长不仅促进了认知科学、机器人学、交互设计等交叉学科的协同发展, 更显著提升了国内人机混合智能(Human-in-the-Loop)研究的整体水平。同期, 深度学习技术突破带动语音识别、视觉多模态感知技术的成熟应用, 智能音箱、人脸识别支付等终端产品开始规模化落地, 促使人机交互研究重心从传统“界面优化”向“智能协同”转型, 学术关注度与产业应用需求同步提升, 我国人机交互研究进入以政策驱动、技术赋能、学科交叉为特征的初步升温期。第三阶段为高速扩张(2020 年及以后): 2022 至 2024 年发文量连续维持在 40~60 篇的高位。疫情催化远程办公、在线教育、健康监测等刚需场景加速形成, 直接推动 AR/VR、自然语言交互、情感计算等核心技术从实验室走向产品化落地。“以人为中心的人工智能”(HCAI)获国家自然科学基金、企业研发专项经费等资源注入, 为学者构建了丰富的数据采集平台与实验验证环境。在研究范式创新方面, 心理学、认知神经科学、社会学与计算机科学的跨学科深度融合成为关键驱动力[2], 突破传统人机交互单一界面优化局限, 推动研究议题向智能体共存、伦理隐私、无障碍设计等多元维度拓展, 催生高质量论文持续涌现。未来, 随着脑机接口、大模型对话、虚实融合等前沿技术的持续突破, 以及“适老化”“可持续交互”等新兴需求的涌现, 学术产出有望保持强劲增长态势, 为构建更自然、包容、可信的人机共生社会提供坚实的理论与方法支撑。

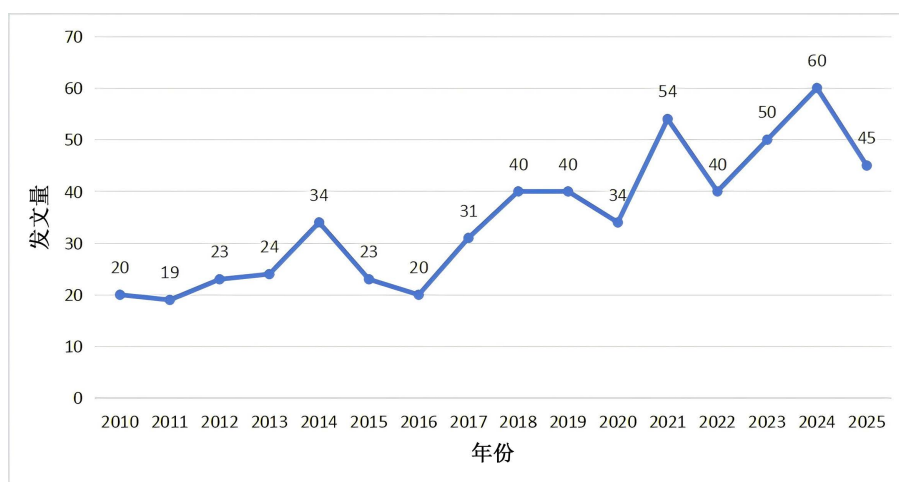
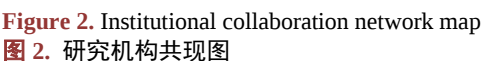


Figure 1. Publication volume trend chart

图 1. 发文量变化趋势图

3.2. 研究机构分析

通过 CiteSpace 软件对人机交互(HCI)领域文献的机构合作网络进行可视化分析可发现, 当前国内研究机构以高等院校为主导, 典型代表包括中国科学院大学、清华大学美术学院、中国科学院软件研究所人机交互技术与智能信息处理实验室等。图 2 统计数据显示, 该合作网络的节点总数为 370, 网络密度仅 0.0018, 反映出机构间合作网络的稀疏性特征, 应进一步通过构建资源共享平台、优化优势互补机制等策略强化跨机构协同, 以推动领域整体发展。



对研究热点进行深入剖析,对于推动研究领域发展意义非凡。通过构建关键词知识图谱,可以清晰地掌握关键词的出现频次与中心度,进而揭示出当前领域内的研究热点以及历史上曾经涌现的热点议题。该方法价值多元且深远,不仅有助于研究者快速、全面把握领域知识结构,又能揭示学科发展的动态趋势,为探寻未来研究方向、发现新兴交叉点以及进行科学决策提供重要的数据支撑和启示。

在文献计量学中,关键词是对文献中核心的词汇进行高度概括,通过对关键词的分析可得出各个时期的研究热点。

DOI: 10.12677/csa.2025.1511305 298 计算机科学与应用

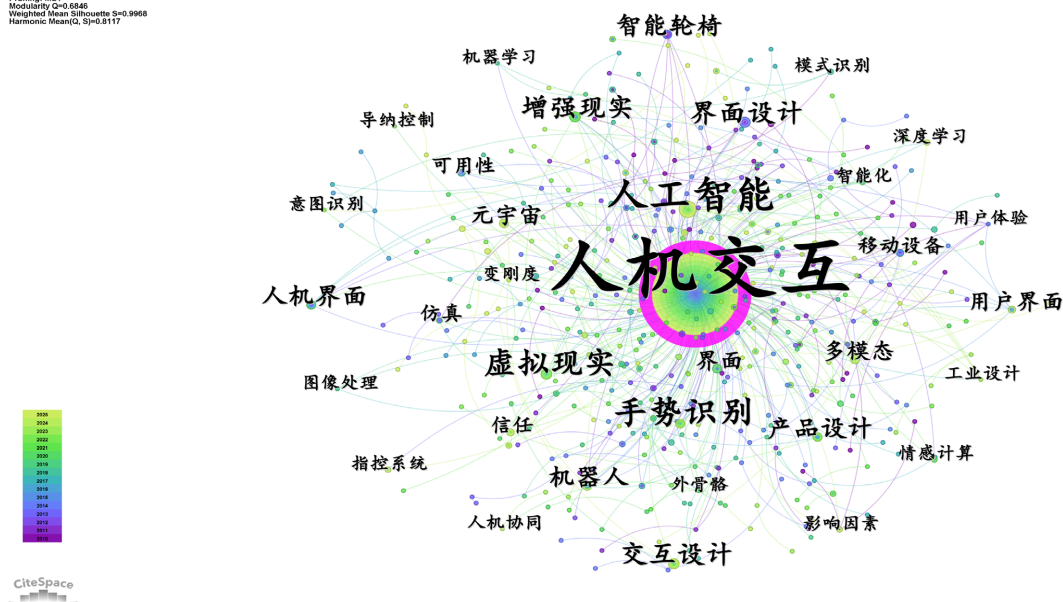


图3. 人机交互领域关键词共现图谱

表 1. 人机交互领域高频关键词词频表

序号	频次	中心性	时间	关键词
1	421	1.49	2010	人机交互
2	24	0.09	2018	人工智能
3	13	0.03	2011	手势识别
4	11	0.06	2018	虚拟现实
5	7	0.01	2010	界面设计
6	7	0	2013	增强现实
7	7	0.02	2020	交互设计
8	6	0.01	2014	产品设计
9	6	0.03	2012	机器人
10	6	0.03	2011	智能轮椅
11	6	0.03	2012	人机界面
12	5	0.01	2015	用户界面
13	5	0.02	2023	元宇宙
14	5	0.03	2022	多模态
15	5	0.02	2014	界面

从 2010 年“人机界面”“手势识别”等基础研究，到 2020 年后“元宇宙”“多模态”前沿探索，勾勒出人机交互从理论迈向应用融合的演进脉络。这一脉络深刻反映了技术哲学从“以机器为中心”到“以人为中心”再到“人机环境协同”的范式转变。而边缘的“智能轮椅”“情感计算”等词，彰显该领域在医疗、情感等多元场景的拓展潜力[4]。

3.3.2. 关键词突现分析

突现词(bursts)能够洞察特定时期内某一主题词或关键词的兴衰演变，进而更精准地预测该领域未来的发展热点与趋势。通过 CiteSpace 软件对在人机交互领域中文文献的关键词突现分析，可以清晰地洞察该领域的研究热点与趋势演变。由图 4 可见，从 2010 年至 2025 年，一系列关键词在特定时间段内出现了强烈的引用突增，这表明了这些主题在相应时期内的研究热度和关注度。

在人机交互领域，其早期研究主要集中在基础的用户界面优化上，随着 2012~2013 年间智能手机渗透率的快速攀升，触控设备实现大规模普及，人机交互研究从实验室场景迈向大众应用场景，催生了大量针对手势交互、视觉注意力分配、触觉反馈等维度的学术论文与行业报告。“界面设计”在 2014 年首次出现引用突增，突现强度达到 1.69，反映出当时研究者对提升用户界面直观性、友好性和效率的关注，这与移动互联网的快速发展和用户对高质量界面体验的需求紧密相关。与此同时，伴随智能手机与平板电脑的普及浪潮，2014 至 2016 年间“移动设备”相关研究的突现强度达 1.46，标志着人机交互研究重心正式向移动场景倾斜：聚焦于满足用户在移动状态下的实时交互需求，探索适配小屏幕、触屏操作及碎片化使用场景的交互范式。而 iPhone 4 作为这一时期的标志性创新载体，凭借其在触控交互、多任务处理等方面的革命性设计，不仅被视为人机交互发展史上的关键节点，更对后续 AR/VR、可穿戴设备等前沿领域的交互设计产生了范式级影响，成为跨设备、跨场景智能交互设计的核心参考标杆，其设计逻辑至今仍在多模态交互、无障碍设计等领域持续发挥指导作用。

伴随我国科学技术持续突破，“增强现实”在 2020 年至 2022 年间迎来新一轮发展高峰。这一时期，研究者深入探索增强现实技术与交互设计的融合路径，袁庆曙团队通过空间增强现实实现虚实投影融合，并结合触控、手势、实物等多模态交互降低用户认知负荷，成功赋能运动训练、医疗辅助、教育创新等场景应用[5]，并依托多模态感知融合、实时环境理解、动态交互反馈等技术突破，推动人机交互从传统“界面优化”向“空间沉浸”升级，以创造更具临场感、互动性的沉浸式用户体验。

与此同时，“人工智能”在 2018 年突现强度达到 3.68，并从 2021 年持续至 2025 年，突现强度极高，显示出人工智能技术在人机交互领域的重要性日益凸显，研究者们开始关注如何利用人工智能提升交互系统的智能化水平，使交互更加自然和高效。

“虚拟现实”在 2018 年突现强度达到 1.83，并从 2021 年持续至 2023 年，表明虚拟现实技术在人机交互中的应用逐渐受到关注，研究者们探索如何通过虚拟现实技术创造逼真的虚拟环境，为用户提供更多维度的交互体验。此外，“多模态”在 2022 年突现强度达到 2.31，并持续至 2025 年，其兴起与大模型技术的突破密切相关。2022 年 OpenAI 发布 ChatGPT，国内如百度“文心一言”、阿里“通义千问”相继问世，推动语音、文本、图像等多模态融合成为交互设计的新范式，研究者也开始关注如何整合多种交互模态，如语音、手势、眼神等，以实现更加自然和流畅的人机交互[6]。

最后，“元宇宙”在 2023 年首次出现引用突增，突现强度为 1.71，表明元宇宙概念在人机交互领域的研究刚刚起步，但已显示出巨大的研究潜力。这一趋势具有多重因素驱动：国际层面来看，2021 年 10 月马克·扎克伯格宣布“元宇宙”战略并推出 Meta 平台，引发全球科技界对虚拟空间交互形态的广泛讨论；国内政策看，2022 年工信部等国家五部门联合印发《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022~2026 年)》，明确将元宇宙作为重点发展方向，推动产学研协同创新。此背景下，中国人民大学、清华大学等高校相继

设立元宇宙研究中心，聚焦探索元宇宙中的人机交互形态，以及如何构建支持元宇宙交互的技术和平台[7]。这一趋势也进一步反映了技术的不断进步以及用户对更加自然、高效和沉浸式交互体验的追求。

Top 15 Keywords with the Strongest Citation Bursts

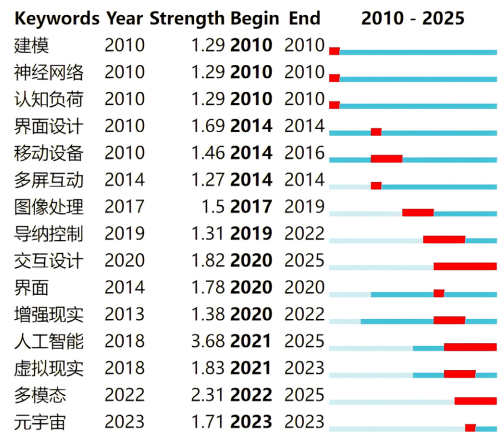


Figure 4. Top 15 keywords with the strongest citation bursts in human-computer interaction
图 4. 人机交互领域强度前 15 的关键词突现

3.3.3. 关键词聚类分析

基于 CiteSpace 对中国知网(CNKI)文献关键词进行聚类分析，可直观勾勒人机交互领域的知识结构与研究热点。如图 5 可见，9 大聚类彼此交错，体现出跨学科融合、技术协同的鲜明特征，分别是#0 人机交互、#1 增强现实、#2 虚拟现实、#3 人工智能、#4 机器人、#5 仿真、#6 界面、#7 信任、#8 系统设计。得出 $Q=0.6846$ ，聚类平均轮廓值 $S=0.8117>0.7$ ，各聚类轮廓值均 >0.8 ，表明聚类结构显著、同质性高、划分合理。

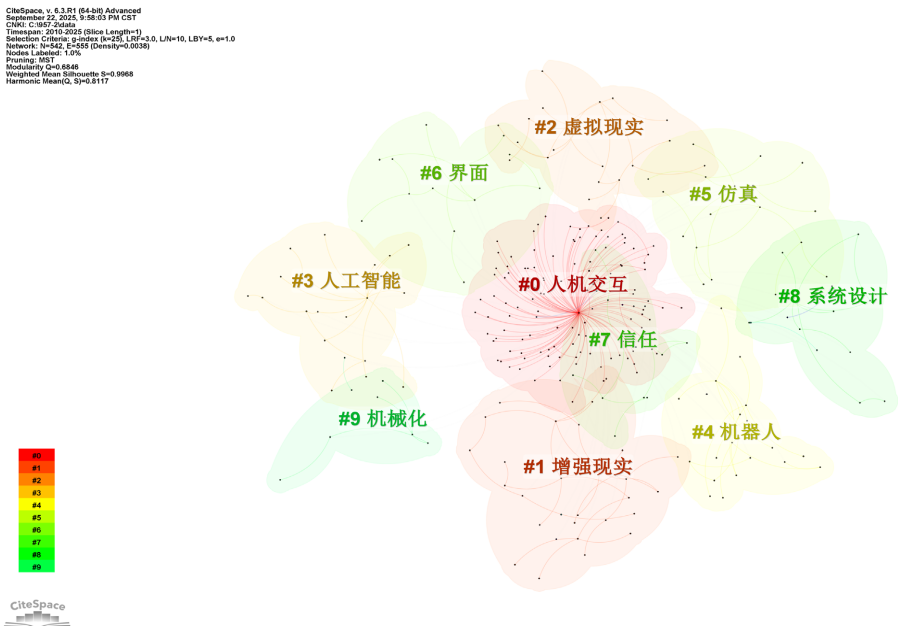


Figure 5. Cluster analysis of high-frequency keywords in HCI
图 5. 人机交互领域文献高频关键词聚类图谱

通过进一步梳理相关文献,根据各聚类的研究焦点和内在联系,可分为3个主要研究层面:一是关键技术支持领域研究。人工智能引入机器学习、深度学习等前沿方法,推动人机交互向自适应、智能化迈进,使交互更自然高效且具智慧;而仿真技术借虚拟环境构建与交互模拟,精准评估系统可行性、开展用户体验测试,助设计者提前发现问题并优化方案,确保系统完善;机械化技术聚焦交互物理实现,涵盖可穿戴设备、自动化外设等硬件,搭建虚拟与现实桥梁,带来直观真实交互感受,推动交互技术从概念走向应用。二是典型应用场景领域研究。其借助增强现实技术通过将虚拟信息无缝集成至现实场景,在工业、医疗等特定领域中优化了用户交互体验,使用户能够在熟悉环境中获取更多有效信息并实现高效操作。并通过构建沉浸式虚拟环境,在游戏、教育、培训等多样化场景中支持用户自然交互,使其深度融入虚拟情境并获得独特体验。人机交互的关键载体“机器人”,通过语音、动作等自然交互方式的研究与应用,实现与人类的高效沟通与协作,完成复杂任务[8]。三是交互设计与系统实现领域研究。界面设计聚焦用户界面的直观性与易用性,对布局和交互元素进行细致优化,通过合理布局与简洁元素助力用户轻松上手、快速找到所需功能,享受流畅愉悦交互;并借助信任机制增强用户对系统的信任感,增强用户感知其可靠性、安全性与稳定性,着眼于整体交互系统构建,追求稳定性、高效性与扩展性的完美平衡,既考虑技术可行性又兼顾用户体验,最终实现技术实现与用户体验的和谐统一。

从整体来看,人机交互领域的研究热点不仅包括基础的交互设计和用户体验,还涵盖了人工智能、虚拟现实、增强现实等前沿技术的应用,体现了技术与设计的深度融合。这些聚类之间的交叉联系表明,该领域的研究正朝着多学科协同发展的方向迈进,为未来的技术创新和应用提供了丰富的可能性。

3.4. 研究前沿分析

研究前沿能够体现某领域当前的研究创新点和未来研究趋势,人机交互关键词时间线图(见图6)侧重于勾画聚类之间的关系和某个聚类中文献的历史跨度。关键词聚类的时间线图谱以纵轴为聚类名称标签,横轴为文献发表年份,节点出现的时区为该关键词首次出现的时间。通过对关键词进行聚类并控制聚类数为10,可得到排名前10的前沿时间线程图,并分别对研究排名前15位的关键词进行突现分析,探测该研究领域的发展历史与研究前沿。通过对人机交互关键词时间线图(见图6)以及人机交互领域研究前沿时区图(见图7)进行梳理分析,可将2010~2025近15年以来的人机交互领域研究分为三个阶段。

第一阶段为基础交互与技术初步探索(2010~2015),也是我国人机交互领域发展的关键转型与奠基期。这一阶段研究主要集中在人机交互的基础理论和界面设计等方向。关键词如“人机界面”“交互设计”“手势识别”等频繁出现,表明研究者在探索如何设计更加直观、友好且高效的交互方式。此外,“智能轮椅”“情感计算”“虚拟现实”等关键词的出现,反映了人机交互在医疗、情感和虚拟环境中的初步应用尝试,也在应用层面走出了具有中国特色的创新之路,为后续在人工智能、智能硬件等领域的全面爆发奠定了坚实的技术、市场和用户基础。此时期的关键词连接相对稀疏,说明研究尚未完全深入技术融合的方向。

第二阶段为技术融合与应用场景拓展(2016~2020),随着人工智能、虚拟现实、增强现实等技术的快速发展,研究开始向技术深度融合和应用场景拓展的方向转变。人工智能成为核心驱动力,交互从“感知”走向“认知”,从“通用”走向“场景化”。可见关键词“人工智能”“虚拟现实”“增强现实”“多模态”等大量出现,并与“用户体验”“界面设计”“产品设计”等关键词形成了紧密的联系,表明研究开始关注如何通过技术手段提升交互的智能化和沉浸感。此外,“机器人”“智能化”“信任”等关键词的出现,反映了研究者对人机协同、智能化交互以及人机信任关系的关注。这一阶段的关键词连接密度显著增加,表明研究热点之间的关联性加强,中国人机交互领域的发展在这一阶段不仅跟上了全球潮流,更在移动支付、短视频交互、本地生活服务特定领域,形成了全球领先的、独具特色的交互范式和应用生态。

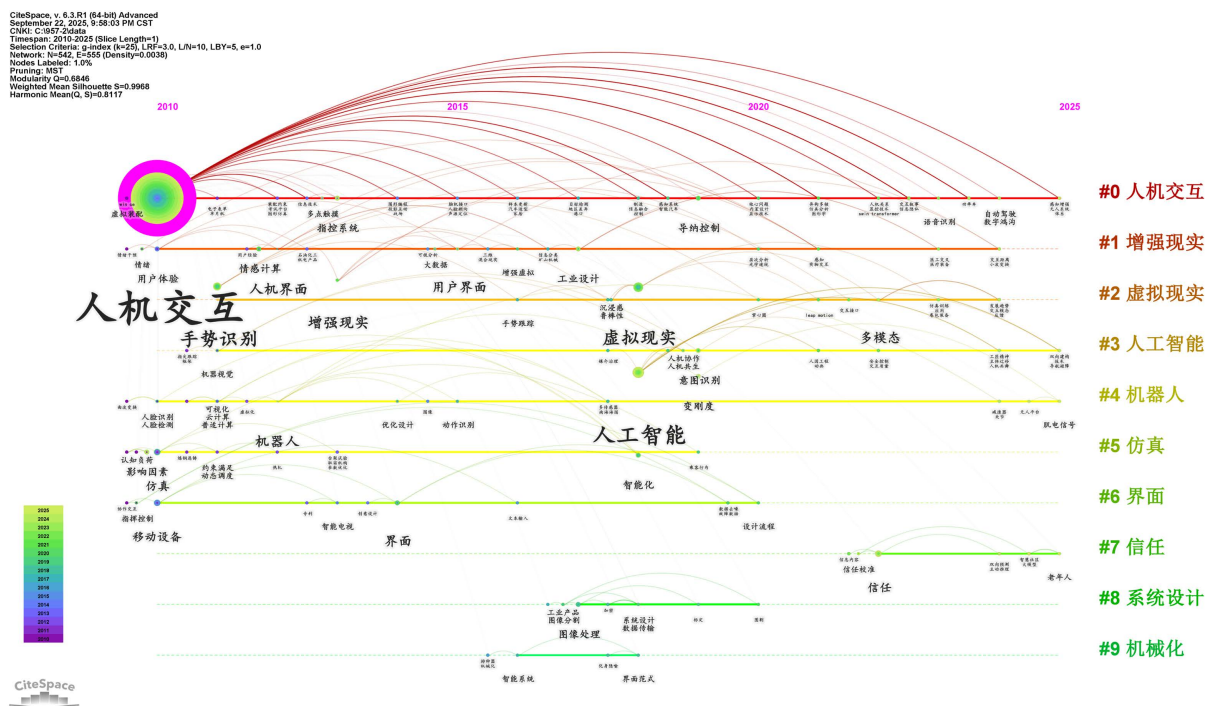


Figure 6. Timeline view of keywords in human-computer interaction
图 6. 人机交互关键词时间线图

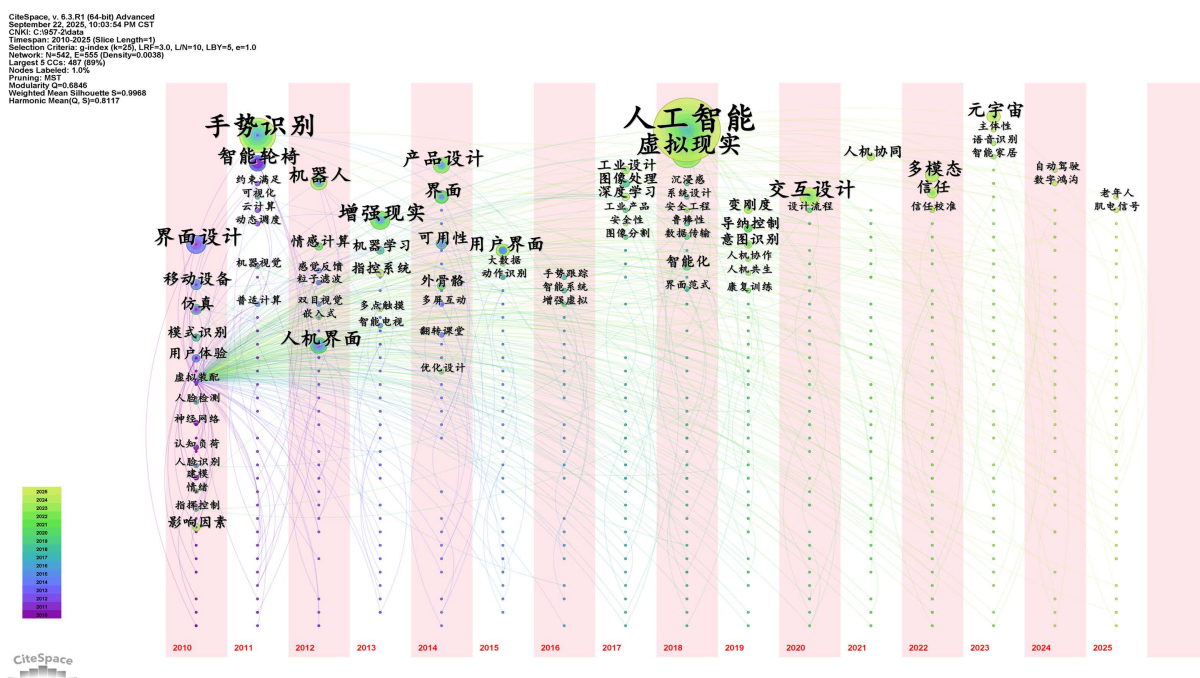


Figure 7. Timezone view of research fronts in human-computer interaction
图 7. 人机交互领域研究前沿时区图

第三阶段为多模态交互与未来发展方向(2021~2025), 其发展主线是从“感知”到“行动”。关键词如“元宇宙”“多模态”“人机协同”等成为新的研究热点[9], 反映了人机交互领域在虚拟现实、增强

现实、多模态融合等方向上的深度探索。此外,“自动驾驶”“数字鸿沟”“老年人”等关键词的出现,表明研究者开始关注人机交互在特定人群和新兴技术场景中的应用,例如如何通过交互设计解决数字鸿沟问题、提升老年人的交互体验等。这一阶段关键词之间的连接更为复杂,呈现出多领域交叉融合的特点,人机交互也将继续深度融合,从精准高效的工具,进化为能够感知情绪、适应环境、甚至预见需求的协同伙伴。

4. 结语

本文基于中国知网(CNKI)数据库中 2010~2025 年间收录的人机交互领域相关文献,借助 CiteSpace 可视化分析工具,系统梳理了国内该领域的研究态势、热点主题与发展趋势。同时对今后的研究趋势进行预测。

研究发现,人机交互研究在时间分布上呈现阶段性上升趋势,整体发文量趋于稳定;在空间分布上则表现为研究机构集中、地区间合作交流不足的不均衡状态,亟需加强跨机构、跨区域的深度协作;从学科分布来看,计算机技术学科占据主导地位,同时工程科技、心理学等学科也占有一定比重,反映出人机交互研究具备显著的跨学科融合特征[10];在研究热点与趋势方面,随着科技的快速发展,人机交互的研究重心已从早期的界面设计与移动设备交互,逐步拓展至增强现实、虚拟现实等沉浸式技术,并进一步走向以人工智能为核心的多模态融合交互模式。

综上所述,本文通过 CiteSpace 系统揭示了国内人机交互研究的演进路径与前沿动向,为后续研究提供了可视化参考与选题方向。目前,人机交互研究不仅关注技术实现,更加强调用户体验、情感认知、文化语境等人文心理因素在交互系统中的作用,元宇宙等新兴前沿更成为探索热点,显示出该领域在技术驱动下不断拓展边界的活力。未来,随着智能技术与感知计算的进一步发展,人机交互研究有望在虚实融合环境、自适应交互机制、社会化人机协同等方向实现突破[11],也将持续推动构建更加自然、高效且具备情感智能的下一代交互范式。

参考文献

- [1] Licklider, J.C.R. (1960) Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1, 4-11. <https://doi.org/10.1109/thfe2.1960.4503259>
- [2] 丁玲. 基于时序知识图谱的智能感知人机交互系统研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2024(8): 256-260+265.
- [3] 詹丰竹, 陈加元, 刘彦. 基于 CiteSpace 的国内生成式人工智能研究可视化分析[J]. 现代信息科技, 2025, 9(9): 172-175+180.
- [4] 孙松. 人工情感中的交互主体性问题研究[D]: [博士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2024.
- [5] 袁庆曙, 王若楠, 潘志庚, 等. 空间增强现实中的人机交互技术综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2021, 33(3): 321-332.
- [6] 闫桥, 陈昌凤. 人机协同内容生产中的边界问题: 何以建构、消融与重塑[J]. 青年记者, 2025(7): 12-18.
- [7] 陈巍. 机器遭遇他心: 人机互动时代的社会认知[J]. 学术月刊, 2023, 55(6): 16-27.
- [8] 宋晓蕾, 田珍珍, 董梅梅. 智能交互系统中人机组队协同工效提升的模型构建[J]. 包装工程, 2023, 44(20): 8-17+517.
- [9] 王伟伟, 魏婷, 余隋怀. 基于知识图谱的情境感知交互设计研究综述[J]. 包装工程, 2021, 42(24): 73-83.
- [10] 蒋磊. 重新想象人类: 人工智能时代的人机互动研究[J]. 海南大学学报(人文社会科学版), 2018, 36(2): 143-148.
- [11] 向安玲, 许可. 人机何以交互: 理论溯源、范式演变与前景趋势[J]. 全球传媒学刊, 2023, 10(5): 88-105.