

社交机器人在信息行为研究中的概念、任务及应用

刘 洋^{1,2}, 吕树月^{3*}, 黎若琨⁴

(1. 武汉大学 信息管理学院, 武汉 430072; 2. 武汉大学 深圳研究院, 深圳 519057;

3. 桂林电子科技大学 商学院, 桂林 541004; 4. 武汉大学 数学与统计学院, 武汉 430072)

摘 要: [目的 / 意义]在社交机器人应用范围不断拓宽的背景下, 系统性地综述社交机器人及其信息行为研究有助于洞察该领域的发展趋势, 为未来深入探索提供研究借鉴。[方法 / 过程]详细梳理了社交机器人在信息行为研究中的国内外研究。首先, 提炼社交机器人的理论基础和研究热点; 其次, 从数据资源建设角度和语言理解、情感计算、信息检索、智能对话任务角度归纳社交机器人的基础任务; 再次, 对社交机器人在具体应用场景中的信息行为研究进行总结和讨论; 最后, 深入讨论该领域的未来发展趋势。[结果 / 结论]社交机器人在信息行为研究领域的未来发展具有巨大的潜力和挑战, 如交互质量评估、社会认知增强、用户信息披露、情感理解能力等方面, 并积极探索解决方案。

关键词: 社交机器人; 信息行为; 人机交互; 发展脉络; 系统性综述

中图分类号: G251.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-1248 (2024) 03-0004-17

引用本文: 刘洋, 吕树月, 黎若琨. 社交机器人在信息行为研究中的概念、任务及应用[J]. 农业图书情报学报, 2024, 36 (3): 4-20.

0 引 言

智能和信息技术的迅速发展引领着的第四次工业革命, 人工智能和机器人技术正逐步融入人类社会的核心^[1]。社交机器人被寄予厚望, 人们期待它们能够以一种社会可接受的方式与人类互动, 并以人类可感知的方式传达意图。这种需求催生了社交机器人的概念, 作为人工智能领域的重要分支, 社交机器人通过智能

算法驱动模拟和促进人类社会交流。它们的诞生和涌现意味着更加密切的人机交互发展趋势, 引领了人机交互的新纪元^[2]。

作为信息的高效载体, 社交机器人不仅在家庭、医院、学校以及社区等领域扮演个人助手、在线客服、教育辅助和心理健康社交机器人的角色, 还在社交媒体平台中促进信息传播^[3], 为社会各领域发展提供了智能化、个性化的解决方案^[4]。在社交机器人的研究探索

收稿日期: 2024-01-04

基金项目: 教育部人文社科基金青年项目“基于社交机器人的突发公共卫生事件公众心理应激干预研究”(22YJCZH114); 中国博士后基金面上项目“突发公共卫生事件公众心理应激信息表征及干预机制研究”(2022M722476); 广东省基础与应用基础研究基金“面向突发公共卫生事件公众心理应激信息表征及干预机制研究”(2023A1515110058)

作者简介: 刘洋 (1987-), 副教授, 武汉大学信息管理学院, 研究方向为信息行为、商业分析。黎若琨 (2001-), 本科生, 武汉大学数学与统计学院, 研究方向为信息行为

*通信作者: 吕树月 (1998-), 硕士, 桂林电子科技大学商学院, 研究方向为自然语言处理、用户行为。Email: lvshuyue98@163.com

中,涌现出了一系列研究热点,例如情感识别与生成、用户建模及个性化交互等,推动了社交机器人的创新和发展,为构建更加智能、敏感且能够适应多样化社交环境的机器人系统提供了理论和技术支持。然而,与社交机器人进行人机交互时面临着诸多挑战。这些挑战的复杂性源于社交机器人的设计目标,即模拟人类社交行为,涉及到人类情感的多层次理解、多模态信息特征的提取以及情境感知等技术难题,同时也包括长期用户画像的建立、个性化交互过程中的数据隐私和数据伦理等问题。

鉴于社交机器人社交信息行为研究面临的诸多挑战,国内对这一研究热点的关注较少,且研究多为针对具体应用场景的,缺乏对社交机器人信息行为的系统性综述。因此,本研究旨在系统梳理并综述国内外有关社交机器人的信息行为研究,涵盖了社交机器人的研究基础、任务体系和应用领域 3 个方面,以展现社交机器人的理论发展和技术支持,从而深化人们对这一概念的理解。同时,本研究也指出了社交机器人的应用前景以及所面临的问题,为社交机器人和人机交互的研究提供更多的参考依据。

1 文献收集与预分析

1.1 文献收集

为了全面获取国内外社交机器人在信息行为研究中的相关文献,本研究选取 Web of Science 数据库中的 SCI、SSCI 期刊以及会议论文作为国外文献主要数据源,以 CNKI 中 CSSCI、CSCD 以及北大核心期刊作为国内文献的主要数据源。检索时间范围为 2012—2022 年,首先,通过检索式 TS=(social robot* AND robotic* AND information behaviour* OR information behavior* AND human-robot interaction* OR human robot interac-tion) 检索得到外文文献 239 篇,通过 SU= (‘社交机器人’+ ‘人机’) 检索得到社交机器人在信息行为研究的中文文献 65 篇,最终得到中英文文献共 304 篇。为避免遗漏重要文献,对 304 篇中英文文献的参考文献

进行追踪溯源,补充 16 篇文献,共得到文献 320 篇。

1.2 文献筛选

如图 1 所示,为确保文献的质量,本研究设置如下文献质量评估标准进一步筛选所收集文献:①研究主题是否与社交机器人信息行为的理论、应用、挑战相关;②理论性文章是否有清晰的研究背景和足够的文献依据;③实验性文章的研究设计和研究方法是否合理;④综述性文章是否条理清晰、高度概括观点。经过进一步筛选处理,最终保留了 101 篇高质量文献作为本研究的研究基础,其中英文文献 87 篇,中文文献 14 篇。



图 1 文献收集流程图

Fig.1 Flow chart of data collection

1.3 文献特征分析

社交机器人在信息行为研究领域的相关文献呈现出一定的时间和形式分布特征。自 2012 年至 2022 年间,涉及该领域的国内外研究文献总数为 101 篇。具体而言,研究社交机器人的学术文献呈现出以下发展趋势:2012 年至 2016 年期间发表的论文共有 13 篇,占总论文数的 12.87%;2017 年至 2019 年间,该领域共有 64 篇论文发表,占总论文数的 63.37%;2020 年至 2022 年间,共有 24 篇论文发表,占总论文数的 23.76%。论文的发表形式主要以期刊论文为主,占总数的 88.12%,而会议论文较少,仅占 11.88%。在学科分布方面,信息科学是最主要的研究领域,共有 29 篇

论文, 占总论文数的 28.71%。其次是计算机科学和医学, 分别占 17.82%。心理学方面的论文占比为 6.93%。其他学科如传播学、管理学、教育学、经济学、哲学和社会学等, 涉及论文数量相对较少。

总体上, 社交机器人研究近年来受到了广泛关注, 并呈现出跨学科研究的发展趋势。以期刊论文为主要发表形式, 涉及的学科领域较为广泛, 其中信息科学、计算机科学和医学等学科研究较为突出。这种多学科交叉的特征表明了社交机器人领域的广泛影响力和潜力。

2 社交机器人研究基础

2.1 理论基础

“社交机器人”的概念涵盖了认知心理学、神经科学、哲学、计算机等多个学科知识。BOSHMAF 等指出, 社交机器人是一种能够在社交网络中自主运行社交账号, 并且具备自动发送信息和链接请求的智能程序^[5]。HARUKA 等认为社交机器人是一种智能程序, 通过语言信息或非语言信息等方式表达自身意图^[6]。综上所述, 社交机器人可被视为一种由算法驱动的人工智能程序, 其具备后端处理信息或前端互动两种任务完成方式, 能够自动生成消息并与互联网用户进行交互, 其信息传递可模拟人类在社交平台一对一聊天对话形式, 也可模仿用户在公共网络空间中公开发布信息。

社交机器人的发展与信息行为研究密不可分。人机交互通常建立在特定的社会场景之上, 因此人们对社交机器人的期待往往高于一般机器人, 他们希望社交机器人能够智能地捕捉人类行为, 并具备直观自然的行为表现能力。WILSON 将人类的信息行为界定为人类基于信息资源与信息渠道的互动, 包括信息寻求行为、信息搜索行为和信息使用行为 3 个部分^[7]; PETTIGREW 等^[8]认为信息行为是人们在不同的情境中产生信息需求、搜寻、获取和使用的过程。与人类信息行为相似, 社交机器人的设计目标在于促进其在人类环境中进行自然有效的人机交互, 通过赋予社交机器人情感化和人性化的特征, 使人类获得相应的情感交互

体验^[9]。而人机交互的关键在于迁移应用相关信息行为理论, 例如研究如何开发社交机器人的社会认知能力、如何基于人类信息行为设计出社交机器人的行为模式^[9]等。

2.2 研究热点

为了挖掘近年来社交机器人在信息行为研究中的热点及其演化情况, 本研究采用 TF-IDF 和共词网络分析方法, 对所获得中英文文献中的关键词进行了热点挖掘和演化分析如下。

(1) 英文文献分析。相关文章涵盖了多个主题关键词, 涉及理论、技术和具体应用等方面。在理论方面, 主要包括人机交互、心灵感知、信任等; 技术方面涉及控制系统、面部识别等; 应用方面包括游戏、临床诊断、日常生活等。从主题时序演化角度来看, 社交机器人研究逐渐从理解人类自闭症、情感表达、面部识别等应用场景, 转向了人机交互等机器人与人类互动层面的研究, 更多地关注社交机器人与儿童、老年人交互的场景。自 2020 年以来, 该领域的研究重点集中在机器人外观设计、服务型机器人、社交辅助机器人以及社交机器人在治疗自闭症谱系障碍 (Autism Spectrum Disorder, 简称 ASD) 患儿社交能力方面。各类主题各有侧重, 但又相互关联, 共同构成了社交机器人研究的庞大网络。

(2) 中文文献分析。近年来国内期刊关于社交机器人在信息行为中的研究热点主要集中在机器人伦理问题、技术支撑和应用 3 个方面。首先是伦理问题。研究集中在社交机器人在社交网络中产生的影响, 一方面关注社交机器人对扩大宣传所起到的正面促进作用; 另一方面关注社交机器人在社交网络中扮演真人角色产生虚假信息从而操控舆论的负面影响。其次是技术支撑。研究人员关注社交机器人的更新换代背后的算法和基础知识, 包括深度学习、传播学相关理论以及人际关系的理解等。再次是社交机器人的应用。与英文文献的热点分析相似, 国内期刊论文同样关注社交机器人在教育、医疗健康等领域的应用研究, 重点关注社交机器人辅助治疗自闭症和 ASD 研究。经分析, 近 10 年来, 研究热点从机器人社交技能、社交网

络中社交机器人信息伦理问题, 转向人机交互的技术研究, 到如今重点关注人机交互中人机关系、社会交往规则、智能传播等方面的研究。总体上, 各时期的研究主题密切相关, 但研究热点演化关系尚不十分清晰, 该领域研究仍有待进一步深入。

3 社交机器人基础任务

社交机器人研究的核心目标在于设计和开发具备满足人类社交功能的机器人, 并使其能够以人类用户的社交方式自然而直观地参与到社交环境中。高质量人机交互功能的实现需要社交机器人具备多种关键社交技能。首先, 人机交互需要准确理解人类语言的语义和语境, 并能够流畅地生成适当的回应。其次, 人机之间的个性化交互需要考虑到用户的偏好、兴趣和情感状态。这一方面要求社交机器人具备情感识别与表达技能, 能够识别人类的情感状态, 包括情绪、情感倾向和情感变化, 并以恰当的方式表达自身的情感; 另一方面, 该过程需要社交机器人准确理解和产生非语言交流, 例如姿势、手势、眼神接触等。最后, 社交机器人需要遵循社交规范和礼仪, 以确保与人类的交互符合社会习俗和道德规范。这些关键社交技能的综合运用, 有助于社交机器人实现与人类之间高质量的交互, 提升用户体验。

人机交互的实现依赖基础数据资源建设以及一系列关键技术方法支持。数据资源建设为机器人提供了必要的数据库支持, 包括语音数据、图像数据、用户交互数据等, 被广泛用于模型训练和算法性能提升, 从而进一步增强社交机器人的关键社交技能。关键技术方法使社交机器人理解人类语言、识别情感、以语言和非语言形式提供交互功能, 并且能够根据用户的偏好和情感状态提供个性化服务^[6]。其中, 语义理解、情感计算、信息检索以及智能对话作为社交机器人设计的 4 种基础任务, 在人机交互过程中扮演着重要角色。语义理解, 使社交机器人能够更精准地捕捉人类语言的深层含义, 从而深化对用户意图的领悟, 实现更为自然的对话交流。情感计算, 则赋予了机器人类似人

类的情感洞察和表达技巧, 增强了与用户之间的情感纽带, 让交互过程充满情感的连贯性。信息检索, 助力机器人高效筛选并获取用户需求信息, 极大提升了交互体验与用户的满意度。而智能对话任务, 更是推动了机器人模拟人类交流的能力, 显著提高了人机交互的效率。这些任务相互辅佐、相互促进, 共同推动着社交机器人的发展与应用, 为优化社交机器人与人类之间的交互体验, 实现更为自然、流畅的社交互动提供了坚实的支持与保障。

3.1 数据资源建设

社交机器人的资源建设对于深入了解和优化社交机器人在信息行为方面研究至关重要。数据充足性和质量直接影响着社交机器人在人机交互中的表现和效果。

为了充分发挥社交机器人的潜力并促进人机交互, 持续收集和处理用户的个人数据是必要的, 例如视频和音频数据用于图像和语音识别。HEUER 等研究了社交机器人的隐私中心设计, 提出了两种实现隐私设计原则的实际指南方法, 并讨论了隐私设计方法的内容^[10]。RoboTIPS 研究旨在设计和试验一种创新功能设计, 以提高社交机器人的安全运行并改善社会信任。WEBB 等借鉴了 Lucy Suchman 关于人机关系的开创性工作, 阐明了研究的目标、实践和潜在影响^[11]。MANSO 等研究了一个用于社交导航规范的基准和学习的数据集 SocNav1, 该数据报告介绍了 SocNav1 并描述了其主要内容^[12]。此外, 恶意社交机器人对信息安全和网络环境造成严重影响。WU 等提出使用生成对抗网络来扩展不平衡数据集, 进而改善对恶意社交机器人的检测^[13]。

为了实现与其人类用户的高质量交互, 社交机器人必须具备重要的社交技能。例如, 在社交机器人面部表情沟通方面, 目前尚无一致的方法能够客观地为社交机器人的行为库构建更广泛、更具心理影响力的面部表情变化, 这导致人机交互受到一定程度的限制。针对这一普遍挑战, 有研究提出将动态面部表情逆向工程到社交机器人头部的的方法^[14]。2019 年, CHEN 等提出社交机器人必须能够生成逼真且可识别的面部表情以吸引其人类用户, 采用了新型数据驱动方法来建

模传达给定文化中基本情绪的动态面部运动模式，从而开发出具有文化敏感性的面部表情^[15]。近年来数据驱动的社交机器人导航显示出潜力，但通过试错或专家演示仍然很难获取高质量的训练数据。NGUYEN 等建议利用丰富且广泛可用的社交人类导航数据，让机器人学习类似的、人类化的、社交合规的导航行为^[16]。

综上所述，在信息行为研究中，社交机器人的数据资源建设尤为重要，其意义在于推动社交机器人领域的科学研究与技术创新，为其在社会中的应用提供更多可能性和潜力。根据当前社交机器人研究数据资源建设现状，总结语义理解、情感计算、信息检索、智能对话 4 项任务的基本数据集示例如表 1 所示。

3.2 语言理解

近年来，国内外学者针对机器自然语言理解能力这一话题展开深入探讨，通过引入基于语言模型的常识推理方法，使机器人能够从环境中获取上下文信息，并根据常识推理填补指令中的缺失信息^[17]。还有学者对社交机器人人机交互过程中面临的问题和应对方案进行总结。FANASWALA 等推测不同文化和母语的对话

参与者之间存在着言语、外表和非语言手势上的差异^[22]。通过改变 HALA 社交机器人的行为和回应深入了解这些差异。发现目前人机交互研究面临两个主要挑战：一是理解合作的潜在结构；二是基于这种理解构建能够成功且安全地与人类交互的人工代理^[22]。LALLÉE 等采用了心理学基础和以人为中心的方法来应对这两个挑战，其研究结果证明：天真的人类和机器人之间的最佳合作需要机器人能够获取和执行联合计划，并通过口头语言、手势和凝视等生态有效的方式传达这个联合计划^[23]。

面孔在社交互动中传递着重要的信息，帮助我们更好地理解社交伙伴并建立共情联系。AHMAD 等了解教师对现有有效社交行为和角色的看法，梳理了积极影响语言学习表现的新行为，基于对 8 位语言教师的访谈结果总结他们对机器人如何有效执行行为适应以影响学习并实现长期参与的看法^[24]。HEDAOO 等探索了人们在对话中使用客户数据对服务机器人持有的态度，基于社交和数据启发式变量（如数据来源、数据的正面或负面使用以及机器人口头表达对象）等变量，预测了参与者对机器人礼貌、体贴、恰当性和尊

表 1 社交机器人分任务数据资源支撑介绍

Table 1 Supporting data resources for social robot tasks

任务	文章	数据集
语言理解	<i>Enabling Robots to Understand Incomplete Natural Language Instructions Using Commonsense Reasoning</i> ^[17]	ConceptNET
		DBpedia
情感计算	语音情感识别研究进展综述 ^[18]	Belfast 英语情感数据库
		柏林 EMO-DB 德语情感语音库
信息检索	<i>Multimodal Integration Learning of Robot Behavior Using Deep Neural Networks</i> ^[19]	SFEAT
		IFEAT
		TSEQ
智能对话	基于深度学习的开放领域对话系统研究综述 ^[20]	Switchboard 电话对话数据集
		DSTC4-5 的 skype 通信数据集
	智能对话系统研究综述 ^[21]	康奈尔对话语料库
		OpenSubtitles 数据集
		IT Helpdesk Troubleshooting
		OpenSubtitles

重隐私的社会态度^[25]。SIRITHUNGE 等融合了人机交互、社交机器人和心理生理学的各种研究结果, 评估了能够在人机交互前评估人类情绪状态的智能系统^[26]。LOUIE 等进行了一项探索性研究, 与来自 18 种不同家庭语言背景的 95 名英语学习者进行互动小组访谈, 通过与英语学习者进行文化咨询, 探索了社交机器人设计和实施在多样化教育环境中的重要影响因素^[27]。AHMED 等在其研究中主要展示讨论了人机交互设计过程的第一阶段, 表明高质量地完成这些任务, 社交机器人仍然面临巨大挑战^[28]。为此, LIAO 等提出了描述机器人对简单和复合概念的研究框架^[29]。

3.3 情感计算

情感计算旨在帮助社交机器人理解人类情绪状态, 并做出恰当的回应^[30]。情感计算可以分为情感获取、情感检测、情感理解和情感表达 4 个部分, 其最终目的在于赋予机器类似于人类的情感能力——情感感知和情感表达^[31]。当前情感计算从技术上主要可以分为单模态和多模态情感计算。

单模态情感计算主要包括文本情感计算、语音情感计算、面部情感计算和触觉情感计算。在线社交平台上丰富的用户聊天、发布、评论等数据为文本情感计算提供了计算资源。计算方法主要有基于词典、基于机器学习、基于深度学习、基于预训练语言模型等。语音情感计算通过分析识别用户语音并从中提取用户情感信息。语音识别系统主要分为语音信号采集、情感特征提取、情感识别、情感空间描述和情感语料库的建立 5 个部分。语音情感特征提取包括韵律学特征、基于谱的特征以及特征融合等^[18]。面部情感识别一般采用隐马尔科夫或神经网络, 情感表达则一般采用面部编码系统。近年来基于面部动作编码系统 FACS 的运动控制系统的概念激发研究者设计出拥有 6 种情绪的机器人头部 EMYS, 实验结果验证了该机器人可以利用人类表达的信息, 回应相对的情绪, 且具有超出预期的情感表现力^[32]。另外, 面部的情感表达需要考虑到恐怖谷效应——类人机器人不自然的面部表情会造成人类的恐惧心理^[33]。触觉情感计算也同样有助于

丰富情感体验, 其能够在医疗护理^[34]和儿童治疗^[35]等应用场景中发挥作用, 比如在关于人类机器人握手期间涉及的触觉反馈, 在如何传达情绪等问题上进行深入研究^[36]。

单模态情感计算技术一定程度上实现了人机交互中的情绪交流需求, 然而其在情感检测和表达方面仍具有局限性。相较之下, 多模态情感计算体系所获取用户情感表达的信息更加丰富, 情感计算准确度更高。目前, 多模态情感计算方法总结如下: 一是融合声音和面部表情用于情感检测^[37]; 二是将视觉和触觉同时用于情感表达^[38]; 三是将颜色、声音和振动用于情感表达^[38]。由于这 3 种表达方式具有简单、直观和低成本等优点, 在简化情感表达设计并降低其成本的同时, 也可以解决外观受限的机器人(如救援搜索机器人和家用清洁机器人)情感表达受限的问题。总之, 同时借助多种机器学习技术进行多模态情感计算, 极大地丰富了情感计算体系, 提高了人机情绪交流的效率。

3.4 信息检索

随着信息检索技术和人工智能的不断进步, 社交机器人在信息检索任务中扮演着越来越重要的角色。通常情况下, 机器人与人类的交流能力差异往往会影响信息行为, 成为一种人机交互情境干扰因素^[39]。TERKEN 等研究了三方人际交流, 其中一位参与者扮演信息检索代理的角色, 详细分析了信息检索代理在听和说时的眼神交流行为, 为对话型代理的行为建模提供了输入^[40]。NODA 等提出了一种基于深度学习方法的新型计算框架, 实现了感觉运动时序数据和多模态融合表示的整合, 证明了所提出的框架实现了以下 3 个功能: ①利用深度自动编码器的信息互补能力进行跨模态记忆检索; ②利用多模态特征的概括能力进行抗噪声行为识别; ③进行多模态因果关系获取和基于所获取的因果关系进行感觉运动预测^[41]。WANG 等提出了一种基于分层拍卖的机制, 用于物理多机器人系统的实时资源检索设计^[41]。开设网络信息数据库是获取信息资源的有效手段, 而信息检索和数据挖掘是解决数据的有效途径^[42]。BEELEN 等提到, 近年来关于

图书馆机器人的研究中,提高抓取、定位和人机交互技术也是研究人员主要关注的内容。他们从通用和专用两个数据库比较了 ES/AI 和机器人与图书馆领域的已发表论文。考虑到孩子们通常对机器人过于信任的情况,他们提出了让机器人测量、监控和适应孩子对机器人的信任的方法^[43]。

社交机器人能够利用自然语言处理和机器学习技术,帮助用户更加高效地获取信息,促进了信息检索领域的发展。研究者们通过构建基于用户偏好的推荐系统,利用社交机器人与用户的交互数据,为用户提供个性化的信息检索服务。另外,一些研究还探讨了社交机器人在信息检索中的情感分析和内容推荐等方面的应用,以提升检索结果的质量和用户体验。然而,当前的研究仍面临一些挑战。例如,如何更好地理解用户的意图以及提高社交机器人对用户需求的准确理解,如何保护用户的个人信息和数据安全等。

3.5 智能对话

模拟人类对话的社交机器人系统,被工业界视为下一代人机交互的主要形式^[20]。对话系统是一种机器和人类交流的智能系统,采用语音、视觉、手势等一种或多种交流模式,通过输入和输出通道进行信息传递。

语音模式是对话系统中最重要的模式,语音相关的对话系统已经发展多年且取得了巨大的进展。信息行为学相关研究显示,对话系统大致可分为自动语音识别、自然语言理解、对话状态跟踪、自然语言生成和语音合成 5 部分^[21],其中技术要求最高的是自动语音识别和语音合成两部分。在自动语音识别部分,随着近些年深度学习技术的迅速发展,语音识别在经典的隐马尔科夫模型基础上运用了深度神经网络这项技术,实现了巨大的进展,使得机器人能够更好地从语音中寻求并获取人类所表达的信息。KENNEDY 等则聚焦于语音识别在儿童环境中的进展。目前的语音识别技术基本在成人环境中应用,由于儿童语音的特殊性——具有音调特征、语音不流畅、发育不稳定等特点,获取儿童表达的信息仍然困难,需要进行深入研究^[44]。在语音合成部分,传统的方法是基于人工模板

或知识库检索,但这两种方法具有一些明显的缺陷,导致机器人无法高效利用语音识别阶段所获取的用户信息^[45]:如无法高效地跟上源头知识的增长和领域的切换,缺乏与用户间的有效互动,无法有效处理非结构化问题等。新兴的技术在一定程度上解决了上述问题,如端到端的 Sequence-to-Sequence 技术^[45],通过注意力机制实现更具针对性的预测结果。

除语音对话系统外,非语音行为也可以传达信息并提高语音交流效率,如注视、手势等。其中,目光注视是最重要的类型之一。注视相关的技术集中在机器人中实现社交目光注视的计算工具,其中最主要的有 3 种^[46]:一是基于人类认知科学,对眼睛注视的潜在神经或心理过程进行建模;二是由行为数据驱动的,基于注视特征的经验进行测量,这种数据驱动方法的使用比生物启发方法具备更高级别的观察,但其核心仍是刻板地复制观察到的人类行为;三是构建启发式系统,该系统不以生物学或经验观察为基础,但仍有可能产生富有表现力的注视。作为人类交流的一个重要特征,人类经常使用手势和语音来共同表达内容。手势有助于传达例如参考、空间或图标等仅靠语音无法提供的信息^[47]。

4 应用系统中社交机器人的信息行为

随着社交机器人深入参与到人类社会活动,针对各领域人机交互行为的研究不断拓宽和深入。社交机器人在各类人群和场景中开辟了信息交流的新途径,特别是在教育、医疗、服务等领域。本节基于国内外社交机器人信息行为相关研究进展,从教育、医疗和服务 3 个类别总结社交机器人在信息行为研究中的研究进展及所面临的问题 (Social Robots + Applications, 简称 SR+)。

4.1 SR+青少年教育

目前,在儿童教育领域,社交机器人主要应用于儿童的语言辅助学习,儿童更容易将机器人视为真实的老师或者同伴。社交机器人在扮演教师角色时教授

儿童词汇、阅读、语法等^[48],在扮演学习伙伴时,能够在讲故事、玩乐等场景中引入新词汇和语法结构等帮助提升儿童语言水平^[49]。社交机器人允许学习者和现实场景中的物理环境互动,如操纵物体和利用手势辅助教学,帮助儿童从多渠道获取语言相关信息,这种较为自然的交互技术允许平台利用非语言信息和儿童进行交流,有助于提高儿童学习积极性和学习效率。已有研究表明社交机器人和儿童之间的交流与人类之间互动没有显著区别,具有个性化的机器人更倾向被儿童所接受作为学习伙伴,其在长时间嵌入学习环境时易对儿童学习产生积极影响^[50]。同时,社交机器人对于促进发育障碍的儿童教育具有较高接受度和广阔的发展潜力^[51]。

社交机器人在儿童教育方面具有独特的优势以及巨大的发展潜力,然而其负面影响也不容忽视。有学者认为社交机器人的信息交互行为可能为儿童学习带来负面影响^[52],如儿童可能会对教师型机器人产生不健康的依恋。当机器人作为伙伴时,可能涉及欺骗和隐私侵犯等伦理问题^[53]。这对于正处于认知和性格塑造的关键时期的青少年教育形成挑战。因此,社交机器人的设计和应用需要充分考虑到其可能产生的伦理道德和社会影响^[54]。针对上述社交机器人在青少年教育中面临的挑战,已有研究从4方面提出应对措施:①设立机器人行为限制的道德监管者;②设立道德适配器允许机器人根据其行为主动修改行为;③借鉴相互依赖理论的心理模型,开发机器人对人类的信任模型及双重欺骗模型;④维护人机关系尊严^[55]。

4.2 SR+医疗

4.2.1 ASD 儿童治疗

由于ASD患者在多种环境下的社交沟通和互动中遇到持续性问题,容易表现出受限和重复的行为、兴趣或活动模式^[56],使得ASD儿童产生信息沟通障碍。社交机器人主要用于促进ASD儿童完成社交技能训练^[57],强化ASD儿童的信息沟通能力。当前,越来越多研究将目光投射到社交机器人在ASD儿童社交中起到的干预作用^[58]。一项基于KASPAR人形机器人和ASD儿童

的游戏互动研究表明,相比于成年人,儿童更喜欢与机器人玩耍^[59],这对于提升儿童的社交技能有所助益。在社交干预方面,ESUBALEW等开发了一种兼具适应性和个性化的机器人介导技术,以促进发展ASD儿童早期社交定向的核心缺陷区域的技能^[60]。可以看出,社交机器人在帮助ASD儿童解决社交、情感和沟通障碍等方面取得了不同程度的成功^[61]。

然而利用社交机器人为儿童的信息交流提供医疗服务时,仍存在不足之处。目前的研究成果大多数是探索性的,也存在方法上的局限性,难以就其临床效用得到具体的结论^[62]。ASD儿童的治疗需要制定全面且细致的治疗方案,目前的机器人治疗大多数关注少数几个方面,对ASD儿童的具体社交干预应用仍存在较大提升空间。

4.2.2 老年人护理与医疗

社交机器人在老年人的护理和医疗中的作用主要体现在情感治疗、陪伴、生理治疗等方面^[63]。针对老年人这一特殊群体频繁遭受身体机能退化和各类疾病等问题的困扰,社交机器人在日常生活中需要提供特别帮助和护理,如购物配送和垃圾收集^[64]等。针对患有痴呆症的老年人的信息接受和沟通能力显著下降,人工护理困难程度较高,对应社交机器人被研发作为人工护理的替代,如著名的婴儿海豹机器人PARO可通过各类情绪表达行为与痴呆症老年人进行沟通,有利于提高老年人的生活质量、工作和交流意愿^[65]。

然而,社交机器人同老年人信息交互时,仍需要关注老年人的心理状态,如老年人充分接受和信任家用机器人^[64],反感机器人辅助影响到自主权利^[66]。研究表明社交机器人互动可以改善参与度、互动和压力指标,并减少老年人的孤独感和药物使用^[67]。ROSALIE的研究认为,老年人对机器人参与自身的护理工作持开放态度^[68]。针对社交机器人在老年人护理和医疗方面面临的接受度问题,已有研究的解决办法之一是研究社交机器人在养老价值网络中的潜在作用,从而决定机器人在价值网中的角色^[69]。另外,社交机器人面临严峻的伦理道德问题。主要体现在:①人类护理者与老年人直接接触的减少,可能会增加老年人的社会

孤独感；②目前的机器人技术还无法充分向老年人提供其所需的陪伴、照顾和心理安慰；③照顾痴呆症患者的机器人会通过欺诈造成老年人的认知错误^[70]。另外，机器人用于心理治疗具有治疗方式新颖、时间有效节约等优点，也面临诸多伦理道德问题，其缺乏对现有技术的开发和临床整合，在道德监管框架中存在差距，滥用导致现有的健康不平衡进一步加剧等^[71]，仍需进一步地研究与探讨。

4.3 SR+服务

在社会公共服务领域，社交机器人通过将人类特征输入复杂算法，实现了以与人类相同的方式解决问题的能力，逐渐代替了一部分消费者与人类员工的互动工作，这种趋势有利于提高企业与消费者信息沟通效率，同时也节约了服务成本。在人工智能技术的支持下，社交机器人被应用于各种公共服务和社交媒体行业，并且被寄予盈利潜力上的希望，例如医疗保险、金融服务、通勤、旅游、酒店管理等领域。越来越多的公司开始使用由人工智能驱动的聊天机器人和信息传递系统，以提供智能支持，并增强其功能和技术支持操作^[72]。

4.3.1 酒店旅游服务

随着人工智能解决方案在服务交付过程中使用的数量增长，用于酒店服务的社交机器人开始受到了广泛关注。酒店企业开始利用机器人和自动化技术，如送货机器人、聊天机器人、机器人礼宾和自助服务岗亭等^[73]，以提高企业绩效和客户服务质量。同时，在机场协助、通知和引导乘客方面，移动机器人平台得到了广泛应用^[70]。社交机器人在酒店服务场景中的应用具有诸多优势：①与人类服务员相比，服务机器人更容易引发消费者的补偿性效应，这推动了补偿性消费增强^[74]；②消费者基于对技术革新和服务质量的提升的支持，也会更倾向于接受社交机器人服务^[75]。③从服务供应商的角度来看，社交机器人提高了企业生产效率，起到了降本增效的作用。社交机器人的出现提高了服务质量，促进了可持续劳动力协同合作和人工智能服务，有利于提高员工满意度，从而提高员工总体利益

相关者的旅游和酒店企业。

研究者发现，服务型语音机器人的拟人化对人机交互并非只有积极作用，这为社交机器人进一步研发提供了新的思路与视角^[76]。酒店服务社交机器人在进行人机交互服务中需要克服的问题包括：一是外观特征塑造。比如，高效的服务营销需要机器人具有类人的外观特征和社会特征，用以提高消费者对机器人的信任程度^[77]。二是机器人虐待行为。在公共场合，需要预防儿童由于好奇心对机器人的虐待行为^[78]。

4.3.2 社交媒体服务

公共服务和社交媒体领域的社交机器人是一类特殊的社交机器人，它并不具有显式的物理结构，而是一种旨在与人类对话的计算机算法，它能自动生成内容，并在社交媒体上与人类进行互动^[79]。近年来，社交媒体平台广泛应用智能机器人来促进信息传播，如网络客服、在线聊天机器人、虚拟账号等。社交机器人在公共服务和社交媒体应用场景中具备独特优势：①与人工服务相比，社交机器人提供全天候的服务响应和支持，随时随地提供服务；②社交机器人可以根据用户偏好和历史交互记录提供个性化的服务，从而提升用户体验；③社交机器人可以快速检索和整合大量的信息资源，为用户提供准确、全面的解决方案；④基于自然语言处理和语音识别技术，社交机器人能够实现自然而流畅的对话交互。

社交机器人在社交媒体和公共服务领域的应用带来了服务效率和用户体验的提升，但同时也面临着一些不容忽视的问题。以全球最大的社交网络服务平台 Twitter 为例，近年来出现了严重的舆论操纵问题^[80,81]，严重损害了新闻的客观真实性和国家公权力。社交机器人作为不易察觉的“意见环境塑造者”，通过各种手段干预网络舆情正常传播，伪造、生产假信息、压制特定的信息流，制造信息迷雾，对社会产生负面影响。社交媒体机器人可能被设计为恶意实体，利用谣言、恶意软件、错误信息、垃圾邮件、诽谤生成噪音来误导、利用和操纵社交媒体话语，给社会带来多层次的损害^[79]。针对这类层出不绝的恶意社交媒体机器人，有研究通过检测算法将其即时识别和清除^[82]。另外，

还有学者设计用户感知算法, 预测社交媒体中的用户抑郁情况, 帮助了解用户心理健康状况从而及时做出应对措施^[83,84]。然而, 随着机器人技术和新闻传播的激烈碰撞时, 势必会产生更多挑战。因此, 如何去充分利用技术检测并规避错误信息传播的影响, 是相关工作者需要深思的问题。

综上, 社交机器人目前已在教育、医疗和社会服务领域得到广泛应用, 一定程度上解放人类劳动力, 如老年人护理、酒店服务等。同时在一些领域能够产生人类所不具备的潜在社会价值, 如 ASD 辅助治疗。研究人员社交机器人的应用中发现了社交机器人应用对人类产生的负面影响, 如表 2 所示, 本研究对社交机器人应用中存在的局限性进行总结阐述, 展示了当前和未来该领域研究可能的难点问题。

5 社交机器人研究发展趋势与未来展望

5.1 研究发展趋势

在数智能时代的浪潮中, 社交机器人的研究发展趋势具有着不容忽视的重要意义。随着技术的不断进步与完善, 社交机器人有望在更多领域扮演人类角色, 为社会进步与发展贡献出巨大力量。然而, 当前的社交机器人在信息行为领域的研究中仍面临诸多挑战, 需要进一步深入研究和探讨。为了更好地推动社交机器人的发展, 本节从交互质量评估、社会认知增强、用户信息披露和情感理解能力 4 个方面, 对领域研究的发展趋势进行梳理和总结。

首先, 交互质量评估是提升社交机器人性能的关键所在。

通过构建科学有效的评估体系, 我们可以对社交机器人的交互质量进行客观、全面的评价, 从而指导机器人的优化和改进。这不仅可以提升用户体验, 还能够为社交机器人在更多领域的应用提供有力支持。其次, 社会认知增强是社交机器人发展的重要方向。通过增强社交机器人的社会认知能力, 使其能够更好地理解人类社会规范、文化习俗以及人际交往规则, 从而提升其在与人类交互过程中的适应性和灵活性。这将有助于社交机器人在更广泛的社会场景中发挥作用。再者, 用户信息披露是社交机器人研究中不可忽视的一环。在保护用户隐私的前提下, 合理获取和利用用户信息, 有助于提升社交机器人的个性化和精准化服务水平。最后, 情感理解能力构成了人机有效交互的基石, 未来仍然是需要解决的重要问题之一。

5.1.1 交互质量评估

人机交互质量的提高依赖于人机交互质量评估结果。通过评估人机交互结果, 发现制约社交机器人与用户进行信息交互的冲突点, 有利于研究人员发现并改善用户与社交机器人之间的信息交互行为。为了保证社交机器人能够以类人的方式与人类进行高效交互, 如何评估人机交互质量至关重要^[12]。已有研究针对性地探讨了人机交互质量的评估指标, 总体上可分为 3 方面: 一是以参与度作为质量评估的指标, 并将其定义为“参与交互的个人开始、维持和结束他们感知到彼此联系的过程”^[83]; 二是部分研究认为人类对机器人的信任程度是评估交互质量的重要指标^[86]; 三是通过构建结构方程模型将多个评估指标同时纳入衡量, 并发现个人和社会规范在人机交互质量中占据重要地位^[80]。

表 2 社交机器人应用中的局限性

Table 2 Limitations of SR+ application

领域	面向对象	局限性	文献
教育	儿童教育	信息泄露、后期传达效率降低、侵犯隐私、降低与人类伙伴的交流频率	[55]
医疗	老年人护理	增加孤独感、无法提供心理安慰、引起认知错误	[85]
	心理治疗	滥用导致加剧现有的健康不平衡	[71]
服务	酒店服务	虐待行为	[78]
	网民	误导与操纵舆论	[79][80][81]

5.1.2 社会认知增强

近年来,人类对社交机器人的接受度不断增加。研究指出人类在许多环境下对待社交机器人持积极态度,但仍有部分人群对社交机器人接受程度不高^[87]。究其原因为人机交互面临的核心问题,即机器人设计需建立在确保机器人具备能被人类接纳为好友的功能^[88]。而提高接受度的关键在于设计出更具有人类社交属性的机器人,这主要体现在机器人是否可以唤起人类的社会认知机制,即人类在寻求信息的过程中,可以从机器人的行为中获取其肢体动作表达的信息(如机器人是在跳舞还是在抓取物品),并且将这些信息使用在接下来个人行动的决策上。社会认知水平一定程度上限制了社交机器人在人类社会的参与度,可赋予社交机器人与人类相同的社会认知模型——如基于透视和可承受性分析的几何推理和情境评估,并据此构建应用于机器人的代理的知识模型,也可以利用认知神经科学的方法确定机器人特征,从而激活人脑中的社会认知机制。

5.1.3 用户信息披露

无论人类感知到何种类型的披露对象,都能创造有益的情感关系和心理结果。而在人机信息披露的过程中,人类对机器人信息披露的过程和结果与往常不同:当面对人工智能时,人类对自我披露的恐惧感会降低并且减少印象管理,更容易披露出自身信息,这有利于机器人获取人类的真实信息,促进机器人与人类进行对话。向他人披露信息行为对于用户情绪理解和交流具有诸多益处,如缓解个人压力,提高亲近感。因此,信息行为学中信息披露的研究帮助社交机器人更好地搜寻信息并且使用信息,从而加强人机间高效的信息交流。

5.1.4 情感理解能力

人机交互研究中情感理解与计算具有重要地位。研究人员将这一信息行为的原理运用在社交机器人上,相较于不具备移情功能的代理,具备移情功能代理的系统中用户体验显著提高,可见其在促进机器人获取用户信息的研究中发挥着重要作用,对用户情感体验提升有重要影响。这也是用户更青睐具有移情行为的机器人而非中立机器人的原因之一。此外,移情助益的社交机器人情感理解和计算能力提高对人类大有裨

益。比如国际象棋游戏中具有移情能力的机器人可通过不同的面部表情和口头表达来对棋盘上的移动做出反应,提升玩家体验。可见信息行为学中社交机器人情感理解能力的研究,对社交机器人拥有高质量移情能力以及和人类进行情感交互具有重要价值。

5.2 未来展望

随着社交机器人技术的日新月异和广泛普及,它们正逐步融入人类生活的各个领域,有望成为我们生活中的亲密伴侣与得力助手。这些智能机器人不仅能够为我们提供个性化的信息服务,满足我们的多元化需求,还能够在情感上给予我们支持和陪伴,丰富我们的社交互动体验。然而,社交机器人的融入过程并非一帆风顺,也面临着诸多挑战,其中隐私保护和道德伦理问题尤为突出。

为了解决这些难题,我们需要构建坚实的人机交互理论基础。这需要我们跨越心理学、社会学、认知科学等多个学科领域,深入探讨人类与机器人之间的交互机制和行为模式,以提升社交机器人与用户之间的交互质量和用户体验。通过深入理解人类的认知过程、情感需求和社交行为,我们可以设计出更加人性化、智能化的社交机器人,使其更好地适应人类社会的需求。同时,社交机器人的发展也离不开相关技术的支撑。人工智能、机器学习、自然语言处理等技术的快速发展,为社交机器人的功能和性能提升提供了强大的动力。这些先进技术使得社交机器人能够更准确地理解用户需求、更自然地进行情感交流,并为用户提供更加个性化的服务。

未来社交机器人领域的发展方向涉及多个方面,需要跨学科合作以及持续性技术创新。首先,我们必须持续推动人机交互技术的创新,提升社交机器人的智能化水平。这意味着我们需要致力于开发更加先进和智能的算法和技术,以使社交机器人能够更好地理解和解释人类语言和行为,更准确地识别人类的情感状态和意图。除此之外,我们还需要研究和开发更加灵活和自适应的机器人体系结构和设计,使其能够根据不同的情境和环境变化,灵活地调整和改变自己的

行为和反应。同时,我们也需要不断改进机器人的学习和适应能力,使其能够通过不断的学习和积累经验,不断提升自身的智能水平和性能表现,使社交机器人更好地适应和满足人类的需求,为人类社会的发展和进步做出更大的贡献。其次,需要深入研究社交机器人融入人类生活的可能性以及相关潜在风险。我们必须认真思考社交机器人的行为和决策是否符合道德伦理规范,以及它们是否会对人类社会造成不良影响。研究加强隐私保护技术,制定和完善道德伦理规范,从而确保用户信息安全、引导社交机器人的健康发展。另外,探索社交机器人对特定人群的影响也是未来的研究方向之一。例如,研究社交机器人在养老院中对老年人的影响,或者在车内场景中的应用情况,有助于我们更深入地了解将社交机器人集成到不同环境中所面临的有效性和挑战。通过深入研究这些特定人群的反馈和互动,我们可以更好地优化社交机器人的设计和功能,从而提高其在各种应用场景中的适用性和效果。总的来说,未来社交机器人的发展需要协作、创新并考虑各种因素,如同理心、可持续性和用户体验。通过解决开放的研究问题、整合非语言线索和探索新的应用,社交机器人有望创造更多有益的人机互动体验。

6 结 语

本研究深入梳理了国内外关于社交机器人在信息行为研究领域的文献资料,从研究基础层面明确界定了社交机器人的概念,揭示了当前的研究热点,并剖析了所面临的难点问题。在数据资源建设和相关技术层面,系统总结了社交机器人的任务体系,展现了其在多领域中的广泛应用潜力。特别地,文章从教育、医疗、服务等多个关键领域,深入探讨了人机交互的应用场景及其研究现状,为未来社交机器人的研究提供了明确而富有前瞻性的指引。经过细致的梳理与分析,我们不难发现,社交机器人的发展尚处于较为初级的阶段,诸多领域尚待深入挖掘与突破。因此,未来研究应进一步聚焦于社交机器人在交互质量评估、社会认知增强、用户信息披露以及情感理解能力等方

面的发展趋势,以期不断提升社交机器人与人类之间的交互质量,为用户提供更为智能、个性化的服务体验。通过这一系列的努力,我们有望推动社交机器人技术的持续进步与广泛应用,为人类社会的未来发展注入新的活力。

参考文献:

- [1] 刘洋,柳卓心,金昊,等.基于BERTopic模型的用户层次化需求及动机分析——以抖音平台为例[J].情报杂志,2023,42(12): 159-167.
LIU Y, LIU Z X, JIN H, et al. User hierarchical need and motivation analysis based on BERTopic model: Taking Douyin platform as an example[J]. Journal of intelligence, 2023, 42(12): 159-167.
- [2] ARND-CADDIGAN M. Sherry turkle: Alone together: Why we expect more from technology and less from each other[J]. Clinical social work journal, 2015, 43(2): 247-248.
- [3] BLUT M, WANG C, WÜNDERLICH N V, et al. Understanding anthropomorphism in service provision: A meta-analysis of physical robots, chatbots, and other AI[J]. Journal of the academy of marketing science, 2021, 49(4): 632-658.
- [4] 张洪忠,段泽宁,韩秀.异类还是共生:社交媒体中的社交机器人研究路径探讨[J].新闻界,2019(2): 10-17.
ZHANG H Z, DUAN Z N, HAN X. Heterogeneity or symbiosis: Research path of social robots in social media[J]. Journalism and mass communication monthly, 2019(2): 10-17.
- [5] BOSHMAF Y, MUSLUKHOV I, BEZNOSOV K, et al. The socialbot network: When bots socialize for fame and money[C]//Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference. New York: ACM, 2011: 93-102.
- [6] SEKINO H, KASANO E, HSIEH W F, et al. Robot behavior design expressing confidence/unconfidence based on human behavior analysis[C]//2020 17th International Conference on Ubiquitous Robots(UR). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2020: 278-283.
- [7] WILSON T D. Human information behavior[J]. Informing science, 2000, 3(2): 49-55.
- [8] FISHER K E, JULIEN H. Information behavior[J]. Annual review of information science and technology, 2009, 43: 1-73.

- [9] 邓卫斌, 于国龙. 社交机器人发展现状 & 关键技术研究 [J]. 科学与技术工程, 2016, 16(12): 163–170.
- DENG W B, YU G L. Development and key technology of social robot[J]. Science technology and engineering, 2016, 16(12): 163–170.
- [10] HEUER T, SCHIERING I, GERNDT R. Privacy-centered design for social robots[J]. 2019, 20(3): 509–529.
- [11] WEBB H, JIROTKA M, WINFIELD A F T, et al. Human-robot relationships and the development of responsible social robots [C]// Proceedings of the Halfway to the Future Symposium 2019. New York: ACM, 2019, 12: 1–7.
- [12] MANSO L J, NÚÑEZ P, CALDERITA L V, et al. SocNav1: A dataset to benchmark and learn social navigation conventions[J]. Data, 2020, 5(1): 7.
- [13] WU B. Detecting malicious social robots with generative adversarial networks[J]. KSH transactions on Internet and information systems, 2019, 13(11): 5594–5515.
- [14] CHEN C N, GARROD O G B, ZHAN J Y, et al. Reverse engineering psychologically valid facial expressions of emotion into social robots[C]//2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2018). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2018: 448–452.
- [15] CHEN C N, HENSEL L B, DUAN Y C, et al. Equipping social robots with culturally-sensitive facial expressions of emotion using data-driven methods[C]//2019 14th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2019). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2019: 1–8.
- [16] NGUYEN D M, NAZERI M, PAYANDEH A, et al. Toward human-like social robot navigation: A large-scale, multi-modal, social human navigation dataset[C]//2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2023: 7442–7447.
- [17] CHEN H N, TAN H, KUNTZ A, et al. Enabling robots to understand incomplete natural language instructions using commonsense reasoning [C]//2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation(ICRA). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2020: 1963–1969.
- [18] 韩文静, 李海峰, 阮华斌, 等. 语音情感识别研究进展综述[J]. 软件学报, 2014, 25(1): 37–50.
- HAN W J, LI H F, RUAN H B, et al. Review on speech emotion recognition[J]. Journal of software, 2014, 25(1): 37–50.
- [19] 刘洋, 马莉莉, 张雯, 等. 基于跨模态深度学习的旅游评论反讽识别[J]. 数据分析与知识发现, 2022, 6(12): 23–31.
- LIU Y, MA L L, ZHANG W, et al. Detecting sarcasm from travel reviews based on cross-modal deep learning[J]. Data analysis and knowledge discovery, 2022, 6(12): 23–31.
- [20] 陈晨, 朱晴晴, 严睿, 等. 基于深度学习的开放领域对话系统研究综述[J]. 计算机学报, 2019, 42(7): 1439–1466.
- CHEN C, ZHU Q Q, YAN R, et al. Survey on deep learning based open domain dialogue system[J]. Chinese journal of computers, 2019, 42(7): 1439–1466.
- [21] 贾熹滨, 李让, 胡长建, 等. 智能对话系统研究综述[J]. 北京工业大学学报, 2017, 43(9): 1344–1356.
- JIA X B, LI R, HU C J, et al. Review of intelligent dialogue system[J]. Journal of Beijing university of technology, 2017, 43(9): 1344–1356.
- [22] FANASWALA I. Human-robot interaction in an Arabic social and cultural setting[J]. Qatar foundation annual research forum proceedings, 2011(2011): CSP27.
- [23] LALLEE S, HAMANN K, STEINWENDER J, et al. Cooperative human robot interaction systems: IV. Communication of shared plans with Naive humans using gaze and speech[C]//2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Piscataway, New Jersey: IEEE, 2013: 129–136.
- [24] AHMAD M I, MUBIN O, ORLANDO J. Understanding behaviours and roles for social and adaptive robots in education: Teacher's perspective[C]//Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction. New York: ACM, 2016: 297–304.
- [25] HEDAOO S, WILLIAMS A, WADGAONKAR C, et al. A robot barista comments on its clients: Social attitudes toward robot data use [C]//2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2019: 66–74.
- [26] SIRITHUNGE C, JAYASEKARA A G B P, CHANDIMA D P. Proactive robots with the perception of nonverbal human behavior: A review[J]. IEEE access, 2019, 7: 77308–77327.
- [27] LOUIE B, BJÖRLING E A, KUO A C. The desire for social robots to support English language learners: Exploring robot perceptions of

- teachers, parents, and students[J]. *Frontiers in education*, 2021, 6: 566909.
- [28] AHMED E, AHTINEN A. Design implications for a virtual language learning companion robot: Considering the appearance, interaction and rewarding behavior[C]//*Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*. New York: ACM, 2021: 56–65.
- [29] LIAO Y X, YAN M R, LI X Q. A formal framework for robot to understand compound concepts[J]. *Journal of physics: Conference series*, 2021, 1846(1): 012035.
- [30] PICARD. *Affective computing*[M]. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Press, 1997.
- [31] 罗森林, 潘丽敏. 情感计算理论与技术[J]. *系统工程与电子技术*, 2003, 25(7): 905–909.
- LUO S L, PAN L M. Theory and technology on affective computing[J]. *Systems engineering and electronics*, 2003, 25(7): 905–909.
- [32] KĘDZIELSKI J, MUSZYŃSKI R, ZOLL C, et al. EMYS-Emotive head of a social robot[J]. *International journal of social robotics*, 2013, 5(2): 237–249.
- [33] MATHUR M B, REICHLING D B. Navigating a social world with robot partners: A quantitative cartography of the Uncanny Valley[J]. *Cognition*, 2016, 146: 22–32.
- [34] CHEN T L, KING C H A, THOMAZ A L, et al. An investigation of responses to robot-initiated touch in a nursing context[J]. *International journal of social robotics*, 2014, 6(1): 141–161.
- [35] ROBINS B, DAUTENHAHN K. Tactile interactions with a humanoid robot: Novel play scenario implementations with children with autism[J]. *International journal of social robotics*, 2014, 6(3): 397–415.
- [36] AMMI M, DEMULIER V, CAILLOU S, et al. Haptic human-robot affective interaction in a handshaking social protocol[C]//*Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2015: 263–270.
- [37] ALONSO-MARTÍN F, MALFAZ M, SEQUEIRA J, et al. A multimodal emotion detection system during human-robot interaction[J]. *Sensors*, 2013, 13(11): 15549–15581.
- [38] SONG S C, YAMADA S. Expressing emotions through color, sound, and vibration with an appearance-constrained social robot[C]//*Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2017: 2–11.
- [39] TERKEN J, JORIS I, DE VALK L. Multimodal cues for addressee-hood in triadic communication with a human information retrieval agent[C]//*Proceedings of the 9th International Conference on Multimodal Interfaces*. New York: ACM, 2007: 94–101.
- [40] TONG G F, LIU R, TAN J D. 3D Information retrieval in Mobile Robot Vision based on spherical compound eye[C]//*2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*. Piscataway, New Jersey: IEEE, 2011: 1895–1900.
- [41] WANG L J, LIU M, MENG M Q H. Hierarchical auction-based mechanism for real-time resource retrieval in cloud mobile robotic system[C]//*2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. Piscataway, New Jersey: IEEE, 2014: 2164–2169.
- [42] DENG R R, WU Y H. Information retrieval and data mining based on open network knowledge[C]//*Proceedings of the 4th International Conference on Mechatronics, Materials, Chemistry and Computer Engineering 2015*. Paris, France: Atlantis Press, 2015: 261–263.
- [43] ASEMI A, KO A, NOWKARIZI M. Intelligent libraries: A review on expert systems, artificial intelligence, and robot[J]. *Library hi tech*, 2021, 39(2): 412–434.
- [44] KENNEDY J, LEMAIGNAN S, MONTASSIER C, et al. Child speech recognition in human-robot interaction: Evaluations and recommendations[C]//*Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2017: 82–90.
- [45] SUTSKEVER I, VINYALS O, LE Q V. Sequence to sequence learning with neural networks[J/OL]. *arXiv: 1409.3215*, 2014. <http://arxiv.org/abs/1409.3215>.
- [46] ADMONI H, SCASSELLATI B. Social eye gaze in human-robot interaction: A review[J]. *Journal of human-robot interaction*, 2017, 6(1): 25.
- [47] SALEM M, KOPP S, WACHSMUTH I, et al. Generation and evaluation of communicative robot gesture[J]. *International journal of social robotics*, 2012, 4(2): 201–217.
- [48] VAN DEN BERGHE R, VERHAGEN J, OUDGENOEG-PAZ O, et al. Social robots for language learning: A review[J]. *Review of educational research*, 2019, 89(2): 259–295.
- [49] KORY J, BREAZEL C. Storytelling with robots: Learning companion

- ions for preschool children's language development[C]//The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. Piscataway, New Jersey: IEEE, 2014: 643-648.
- [50] GORDON G, BREAZEL C, ENGEL S. Can children catch curiosity from a social robot?[C]//Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. New York: ACM, 2015: 91-98.
- [51] CONTI D, DI NUOVO S, BUONO S, et al. Robots in education and care of children with developmental disabilities: A study on acceptance by experienced and future professionals[J]. International journal of social robotics, 2017, 9(1): 51-62.
- [52] KENNEDY J, BAXTER P, BELPAEME T. The robot who tried too hard: Social behaviour of a robot tutor can negatively affect child learning[C]//Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. New York: ACM, 2015: 67-74.
- [53] SHARKEY A J C. Should we welcome robot teachers?[J]. Ethics and information technology, 2016, 18(4): 283-297.
- [54] SERHOLT S, BARENDRECHT W, VASALOU A, et al. The case of classroom robots: Teachers' deliberations on the ethical tensions[J]. AI & society, 2017, 32(4): 613-631.
- [55] ARKIN R C, ULAM P, WAGNER A R. Moral decision making in autonomous systems: Enforcement, moral emotions, dignity, trust, and deception[J]. Proceedings of the IEEE, 2012, 100(3): 571-589.
- [56] HUIJNEN C A G J, LEXIS M A S, JANSSENS R, et al. Mapping robots to therapy and educational objectives for children with autism spectrum disorder[J]. Journal of autism and developmental disorders, 2016, 46(6): 2100-2114.
- [57] 王永固, 黄碧玉, 李晓娟, 等. 自闭症儿童社交机器人干预研究述评与展望[J]. 中国特殊教育, 2018(1): 32-38.
- WANG Y G, HUANG B Y, LI X J, et al. A review and prospect of intervention on autistic children by social robots[J]. Chinese journal of special education, 2018(1): 32-38.
- [58] 范晓壮. 机器人用于自闭症谱系障碍儿童社交技能干预研究的综述[J]. 现代特殊教育, 2015(14): 34-37, 57.
- FAN X Z. A review of applying robots to intervene the social skills of children with autism[J]. A journal of modern special education, 2015(14): 34-37, 57.
- [59] WAINER J, DAUTENHAHN K, ROBINS B, et al. A pilot study with a novel setup for collaborative play of the humanoid robot KASPAR with children with autism[J]. International journal of social robotics, 2014, 6(1): 45-65.
- [60] BEKELE E T, LAHIRI U, SWANSON A R, et al. A step towards developing adaptive robot-mediated intervention architecture (ARIA) for children with autism[J]. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering, 2013, 21(2): 289-299.
- [61] CABIBIHAN J J, JAVED H, ANG M, et al. Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism[J]. International journal of social robotics, 2013, 5(4): 593-618.
- [62] DIEHL J J, SCHMITT L M, VILLANO M, et al. The clinical use of robots for individuals with Autism Spectrum Disorders: A critical review[J]. Research in autism spectrum disorders, 2012, 6(1): 249-262.
- [63] ABDI J, AL-HINDAWI A, NG T, et al. Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care[J]. BMJ open, 2018, 8(2): e018815.
- [64] CAVALLLO F, LIMOSANI R, MANZI A, et al. Development of a socially believable multi-robot solution from town to home[J]. Cognitive computation, 2014, 6(4): 954-967.
- [65] TAKAYANAGI K, KIRITA T, SHIBATA T. Comparison of verbal and emotional responses of elderly people with mild/moderate dementia and those with severe dementia in responses to seal robot, PARO[J]. Frontiers in aging neuroscience, 2014, 6: 257.
- [66] MITZNER T L, CHEN T L, KEMP C C, et al. Identifying the potential for robotics to assist older adults in different living environments[J]. International journal of social robotics, 2014, 6(2): 213-227.
- [67] PU L H, MOYLE W, JONES C, et al. The effectiveness of social robots for older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies[J]. The gerontologist, 2019, 59(1): e37-e51.
- [68] WANG R H, SUDHAMA A, BEGUM M, et al. Robots to assist daily activities: Views of older adults with Alzheimer's disease and their caregivers[J]. International psychogeriatrics, 2017, 29(1): 67-79.
- [69] ČAIĆ M, ODEKERKEN-SCHRÖDER G, MAHR D. Service robots: Value co-creation and co-destruction in elderly care networks[J]. Journal of service management, 2018, 29(2): 178-205.

- [70] LOURENÇÃO M, DE MOURA ENGRACIA GIRALDI J, DE OLIVEIRA J H C. Destination advertisement semiotic signs: Analysing tourists' visual attention and perceived ad effectiveness[J]. *Annals of tourism research*, 2020, 84: 103001.
- [71] FISKE A, HENNINGSEN P, BUYX A. Your robot therapist will see you now: Ethical implications of embodied artificial intelligence in psychiatry, psychology, and psychotherapy[J]. *Journal of medical Internet research*, 2019, 21(5): e13216.
- [72] CHUNG M, KO E, JOUNG H, et al. Chatbot e-service and customer satisfaction regarding luxury brands[J]. *Journal of business research*, 2020, 117: 587–595.
- [73] KIM S S, KIM J, BADU-BAIDEN F, et al. Preference for robot service or human service in hotels? Impacts of the COVID-19 pandemic[J]. *International journal of hospitality management*, 2021, 93: 102795.
- [74] MENDE M, SCOTT M L, VAN DOORN J, et al. Service robots rising: How humanoid robots influence service experiences and elicit compensatory consumer responses[J]. *Journal of marketing research*, 2019, 56(4): 535–556.
- [75] DE KERVENOEL R, HASAN R, SCHWOB A, et al. Leveraging human-robot interaction in hospitality services: Incorporating the role of perceived value, empathy, and information sharing into visitors' intentions to use social robots[J]. *Tourism management*, 2020, 78: 104042.
- [76] FERNANDES T, OLIVEIRA E. Understanding consumers' acceptance of automated technologies in service encounters: Drivers of digital voice assistants adoption[J]. *Journal of business research*, 2021, 122: 180–191.
- [77] VAN PINXTEREN M M E, WETZELS R W H, RÜGER J, et al. Trust in humanoid robots: Implications for services marketing[J]. *Journal of services marketing*, 2019, 33(4): 507–518.
- [78] BRŠČIĆ D, KIDOKORO H, SUEHIRO Y, et al. Escaping from children's abuse of social robots[C]//*Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2015: 59–66.
- [79] FERRARA E, VAROL O, DAVIS C, et al. The rise of social bots[J]. *Communications of the ACM*, 2016, 59(7): 96–104.
- [80] 师文, 陈昌凤. 分布与互动模式: 社交机器人操纵 Twitter 上的中国议题研究[J]. *国际新闻界*, 2020, 42(5): 61–80.
- SHI W, CHEN C F. Distribution and interaction patterns: How social bots manipulate the Chinese-related issues on twitter[J]. *Chinese journal of journalism & communication*, 2020, 42(5): 61–80.
- [81] 师文, 陈昌凤. 社交机器人在新闻扩散中的角色和行为模式研究——基于《纽约时报》“修例”风波报道在 Twitter 上扩散的分析[J]. *新闻与传播研究*, 2020, 27(5): 5–20, 126.
- SHI W, CHEN C F. The role and behavior pattern of social bots in the diffusion of news: An analysis of the spread of coverages of Hong Kong's anti-amendment bill campaign by the New York times on twitter[J]. *Journalism & communication*, 2020, 27(5): 5–20, 126.
- [82] 刘蓉, 陈波, 于冷, 等. 恶意社交机器人检测技术研究[J]. *通信学报*, 2017, 38(S2): 197–210.
- LIU R, CHEN B, YU L, et al. Research on detection technology of malicious social robots[J]. *Journal on communications*, 2017, 38(S2): 197–210.
- [83] LIU Y. Depression detection via a Chinese social media platform: A novel causal relation-aware deep learning approach[J]. *The journal of supercomputing*, 2023: 1–30.
- [84] 刘洋, 段宇杰, 张鑫, 等. 今天你上“小红书”了吗? 在线社区用户信息分享的主题提取与动机分析 [J/OL]. *图书情报知识*, 2024: 1–12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1085.G2.20240109.1739.002.html>.
- LIU Y, DUAN Y J, ZHANG X, et al. Have you been on "Little Red Book" today? Topic extraction and motivation analysis of user information sharing in online communities[J/OL]. *Documentation, information and knowledge*, 2024: 1–12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1085.G2.20240109.1739.002.html>.
- [85] ROYAKKERS L, VAN EST R. A literature review on new robotics: Automation from love to war[J]. *International journal of social robotics*, 2015, 7(5): 549–570.
- [86] COECKELBERGH M. Can we trust robots?[J]. *Ethics and information technology*, 2012, 14(1): 53–60.
- [87] WU Y H, WROBEL J, CORNUET M, et al. Acceptance of an assistive robot in older adults: A mixed-method study of human-robot interaction over a 1-month period in the living lab setting[J]. *Clinical interventions in aging*, 2014: 801.
- [88] WIESE E, METTA G, WYKOWSKA A. Robots as intentional agents: Using neuroscientific methods to make robots appear more social[J]. *Frontiers in psychology*, 2017, 8: 1663.

Concept, Task, and Application of Social Robots in Information Behavior Research

LIU Yang^{1,2}, LYU Shuyue^{3*}, LI Ruojun⁴

(1. School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072; 2. Wuhan University Shenzhen Research Institute, Shenzhen 519057; 3. Guilin University of Electronic Science and Technology, Business School, Guilin 541004; 4. School of Mathematics and Statistics, Wuhan University, Wuhan 430072)

Abstract: [Purpose/Significance] The advent and emergence of social robots represent a closer development trend in human-computer interaction. However, the study of the information behavior of social robots faces many challenges that arise from the need to simulate human social behavior. This challenge includes technical hurdles such as a multi-level understanding of human emotions, extraction of multi-modal information features, situational awareness, as well as the establishment of long-term user profiling, data privacy, and ethical considerations in personalized interaction. However, existing research tends to focus narrowly on specific applications and lacks a holistic review. This paper attempts to provide a thorough review of both domestic and international studies of social robots in the area of information behavior. It aims to elucidate the theoretical evolution and technological foundations of social robots, thereby enriching our understanding of their role in the landscape of information behavior research. [Method/Process] Using a rigorous literature review methodology, we meticulously analyze the current state and prospective trajectory of research on the information behavior of social robots. First, we extract and scrutinize the theoretical foundations and salient research topics within the field. We then delineate the core tasks of social robots, which include data acquisition, language processing, emotion analysis, information retrieval, and intelligent communication. Furthermore, we synthesize research on the information behavior of social robots in various application domains such as education, healthcare, and service sectors. We delve into the intricacies of human-computer interaction in these contexts and provide comprehensive insights. Finally, we explore future directions in the field. [Results/Conclusions] Our examination of the information behavior of social robots reveals both promising potential and notable challenges. This paper provides a fundamental elucidation of the social robot concept, identifies current research foci, and addresses prevailing challenges. Regarding the construction of data resource and related technologies, we systematically delineate the task architecture of social robots, and highlight their wide-ranging applications in various domains. Furthermore, we provide an in-depth examination of human-computer interaction scenarios in critical domains such as education, healthcare, and service delivery, offering prescient guidance for future research efforts in social robotics. Nonetheless, our findings underscore the nascent stage of development of social robotics, which requires a concerted focus on advancing interaction quality assessment, enhancing social cognitive capabilities, managing user information disclosure, and refining emotional intelligence. By prioritizing these avenues, we aim to improve the quality of human-robot interaction and provide users with enriched and personalized service experiences, thereby catalyzing the continued evolution and broader integration of social robotics technology.

Keywords: social robot; information behavior; human-computer interaction; development context; systematic review