

操作便捷性对老年人智能伴侣机器人接受意愿的影响

刘笑语¹ 李安然^{2*}

1. 北京市日坛中学, 中国·北京 100000

2. 雏鹰翎智(北京)教育科技有限公司, 中国·北京 101508

摘要: 随着人口老龄化的加剧, 智能化养老设备逐渐成为改善老年人生活质量的重要手段。作为其中之一, 智能伴侣机器人因其陪伴、辅助与安全监测功能受到关注。然而, 老年人对该类产品的接受程度仍受多重主观因素影响。本文基于技术接受模型与信任感知理论, 构建以操作便捷性为自变量、接受与推荐意愿为因变量, 并引入安全信任度、跟随性能满意度与实用性认知作为中介变量的研究模型, 探讨老年人对智能伴侣机器人的使用意愿影响机制。同时, 以性别与年龄为调节变量, 考察其在操作便捷性影响路径中的调节效应。

关键词: 智能伴侣机器人; 操作便捷性; 接受意愿

The influence of operation convenience on the acceptance willingness of elderly intelligent companion robots

Liu Xiaoyu¹, Li Anran^{2*}

1. Beijing Ritan Middle School, China Beijing 100000

2. Chuying Yizhi (Beijing) Education Technology Co., LTD, China Beijing 101508

Abstract: With the intensifying trend of population aging, intelligent elderly care devices have become crucial tools for enhancing quality of life. Among these innovations, companion robots have garnered attention due to their capabilities in companionship, assistance, and safety monitoring. However, elderly users' acceptance of such products remains influenced by multiple subjective factors. This study employs a research framework based on the Technology Acceptance Model and Trust Perception Theory, constructing a model with operational convenience as the independent variable and willingness to adopt/recommend as the dependent variable. The model incorporates mediating variables: safety trustworthiness, performance satisfaction, and practicality perception. It explores the mechanisms influencing elderly users' adoption intentions for companion robots. Additionally, gender and age are moderated in the operational convenience pathway to examine their moderating effects.

Keywords: Intelligent companion robot; Operation convenience; Acceptance willingness

1 绪论

1.1 研究背景

在全球人口老龄化趋势日益严峻的背景下, 老年人群在日常出行与生活中的安全风险与照护压力持续增加, 特别是独居老年人, 因行动不便、认知衰退等问题而面临购物负重困难、跌倒无人察觉、情绪孤独等多重挑战。据《澎湃新闻》(2023)报道, 老年人在外出时频繁发生跌倒事件, 部分老人甚至在摔倒后长时间未被发现, 从而导致更严重的健康后果。此外, 《界面新闻》(2022)也指出, 越来越多家庭希望通过引入具备陪伴、移动跟随、紧急报警功能的半自主型智能设备, 缓解传统照护资源紧张的问题。

1.2 研究目的

本文以操作便捷性为核心自变量, 探讨其如何通过三个中介变量: 安全信任度、跟随性能满意度与实用性认知, 间接影响接受与推荐意愿。研究提出以下假设:

H1 操作便捷性正向显著影响用户的安全信任度。

H2 安全信任度对老年人的接受与推荐意愿具有正向显著影响。

H3 操作便捷性正向影响用户对跟随性能的满意度。

H4 跟随性能满意度对接受与推荐意愿具有正向显著影响。

H5 操作便捷性正向影响老年人对机器人实用性的认知。

H6 实用性认知将正向显著影响其接受与推荐意愿。

H7 性别与年龄在操作便捷性对接受意愿的路径关系中具有显著调节作用。

1.3 研究问题

本文以 Davis (1989) 提出的技术接受模型为理论基础, 探讨影响老年人接受智能伴侣机器人的关键路径机制。TAM 主张, 用户对新技术的采纳行为主要受两项认知因素影响, 分别为感知易用性与感知有用性, 二者不仅直接影响用户的使用意愿, 还可能通过其他信念、态度与信任机制间接产生作用 (Davis, 1989)。

研究提出操作便捷性是否能够增强老年人对机器人安全性的信任感。已有研究指出, 老年人在面对技术时的信任建立, 往往源于其是否能够轻松理解与操作该设备, 尤其是在紧急场景下是否能及时响应 (Charness & Boot, 2009; Lee & See, 2004)。Broadbent et al. (2009) 的研究已显示, 机器人信任水平显著预测老年人的依赖程度与长期使用意图。

进一步关注在实际使用过程中, 机器人跟随功能的表现是否会成为推动接受行为的中介变量。操作便捷性可能通过减少误操作与路径偏差, 使用户产生更高的跟随性能满意度 (Wu et al., 2020), 而这一满意度是否能转化为对产品的整体信赖与推广意愿, 将成为值得检验的路径机制。

实用性认知作为 TAM 中的另一关键构念, 即感知有用性, 在本文中具体体现为用户对机器人是否真正减轻生活负担、提高出行便利性的评价。相关文献指出, 若老年人认为某项技术具有实际效益, 其使用意愿将显著增强 (Czaja et al., 2006)。

本文关注性别与年龄是否在上述路径结构中发挥调节作用。研究指出, 老年男性与女性在技术使用中的认知方式与心理需求存在差异 (Mitzner et al., 2010), 而年龄亦可能影响用户在形成信任、满意度与使用意愿过程中的反应强度。

2 文献综述

2.1 理论依据

本文的理论框架主要建立在技术接受模型 TAM 之上, 并辅以信任感知理论与用户行为意图理论中的部分结构性观点。

技术接受模型最早由 Davis (1989) 提出, 是信息系统与人机交互领域中广泛应用的用户行为理论。TAM 认为, 用户对技术的使用行为主要由两项关键感知所决定: 感知有用性与感知易用性。

本文拓展中介路径, 引入安全信任度、跟随性能满意度与实用性认知三个感知变量。信任作为影响行为意愿的重要前因, 在后续的多项研究中被证实具有中介效应 (Gefen et al., 2003; Lee & See, 2004) 而满意度与感知有用性亦被广泛用于衡量用户对系统或产品功能与价值的主观评价 (Bhattacharjee, 2001)。

本文亦借鉴调节模型结构, 将性别与年龄纳入分析路径中。过往文献指出老年用户在技术接纳过程中表现出显著的性别差异与年龄敏感性 (Mitzner et al., 2010), 这使得在探讨行为动机时加入人口学变量显得尤为必要。

2.2 操作便捷性

操作便捷性是本文的核心自变量, 源自于 Davis (1989) 在其提出的技术接受模型中的关键构念感知易用性。Davis (1989) 将其定义为: 个体在使用某一系统时, 主观上认为不需要付出额外努力的程度。不少学者进一步将感知易用性细化为操作学习曲线、界面交互清晰度、系统逻辑直观性等维度 (Venkatesh & Davis, 2000) 也有研究将其与老年用户群体的技术抗拒或认知负荷相联系 (Charness & Boot, 2009)。

2.3 中介变量

2.3.1 安全信任度

安全信任度是指用户对系统在危急情况下能否保障其人身安全的信任感知, 强调技术在保护自我、响应及时方面的心理可靠性。该概念最早由 Lee 与 See (2004) 在其自动化信任理论中提出, 用以解释用户对高自主性系统的依赖程度与使用意愿之间的关系。

2.3.2 实用性认知

本文延用 Davis (1989) 提出的原始定义, 但结合老年人情境将其具体化为对机器人在购物承载、爬坡助力、提供座椅与陪伴等功能上的价值评估。此版本更符合本文问卷设计中的测量逻辑, 亦可涵盖用户对是否值得使用这一主观判断。

2.3.3 跟随性能满意度

本文采用 Broadbent (2009) 在老年照护机器人研究中的定义版本, 原因在于该定义专注于陪伴型机器人在跟随、避障与响应指令过程中的表现满意度, 与本文所构建的机器人功能特性一致, 亦能覆盖老年人外出购物时对机器人行动表现的直观感受。

2.4 接受与推荐意愿

接受与推荐意愿是指用户在使用产品后, 表现出的继续使用该产品以及愿意推荐他人使用的行为倾向。本变量

整合了技术接受模型中的行为意图概念与扩展模型中对口碑传播意愿的延伸表达。最早由 Fishbein 与 Ajzen (1975) 在理性行为理论中提出, 后被 Davis (1989) 引入 TAM 框架, 用以预测用户未来的使用行为。

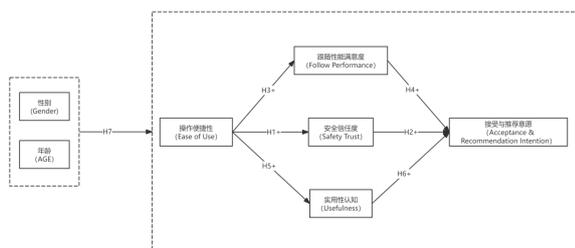
Davis (1989) 将行为意图定义为个体在某种程度上计划使用某项技术的意愿。在随后的 TAM 研究中, 该概念多被用于衡量用户对技术的态度是否会转化为行为行动 (Venkatesh & Davis, 2000)。而在现实应用中, 特别是消费性技术产品领域, 研究者进一步发现, 推荐他人使用的倾向也可视为用户高度接受的外显表现, 具有重要的口碑传播价值 (Bhattacharjee, 2001)。

本文采纳该复合定义, 将接受与推荐意愿合并为一个广义的因变量, 用以衡量老年人是否愿意长期使用该伴侣机器人产品, 以及是否有意愿向他人推荐。

3 研究方法与设计

3.1 研究框架

本文以科技接受模型为理论基础, 探讨老年人对智能伴侣机器人接受与推荐意愿的形成机制。模型中, 操作便捷性为本文主要自变量, 指用户与机器人互动时对其界面设计、指令操作、语音识别等便捷程度的主观感知。操作便捷性被假设显著正向影响三项中介变量, 即安全信任度、跟随性能满意度与实用性认知, 这三项中介变量分别代表用户对机器人安全感跟随功能实用价值的综合评价。为研究不同人口特征对变量路径的调节作用, 引入性别与年龄作为调节变量, 拟通过多群组结构方程模型分析不同群体间的路径差异性。如图 1。



3.2 研究对象与抽样方法

本文以中国大陆地区年满 55 岁及以上的中老年群体为主要研究对象, 聚焦于具备独立生活能力并对科技产品表现出初步兴趣或使用经验的老年用户。

初期调查阶段以小范围试探性发放 300 份问卷样本, 作为预测试数据进行信度与效度初步验证, 并对问卷结构与逻辑进行修正与优化。正式调查阶段在问卷调整与确认之后, 进行大规模数据采集, 计划发放不少于 500 份问卷。

3.3 问卷设计与测量量表

本文问卷由六部分构成, 共计 35 题, 采用 Likert 五点评分量表, 用于衡量受访者对各项陈述的认同程度。问卷语句简洁、贴近使用场景, 符合老年群体的理解与填写习惯。

基础信息部分收集性别、年龄、出行频率、跌倒经历与智能设备使用经验, 用于群体划分与调节效应分析。

操作便捷性衡量语音控制、功能识别与使用直觉性, 参考 Papadopoulos (2020) 等人与 Broadbent (2019) 等人的可用性研究。

安全信任度评估机器人在跌倒检测、报警、信任感等方面的表现, 部分题项设为反向计分 (Papadopoulos et al., 2020; Mubashir et al., 2019)。

跟随性能满意度关注机器人在用户移动时的稳定跟随与避障能力, 参考 Broadbent et al. (2019) 及 UWB 跟踪系统相关设计经验。

实用性认知包括运载功能、辅助出行、收纳与折叠座椅等评价, 文献支持源自 Broadbent (2019) 等人与 Papadopoulos (2020) 等人。

接受与推荐意愿评估受访者的购买意向、推荐意愿、未来使用态度等, 参照 Belpaeme (2018) 等人与 Broadbent (2019) 等人关于用户采纳模型的研究。

4 研究结果分析

4.1 问卷的发放与收集

本次问卷的调查对象为居住在北京市、年龄在 55 岁以上的老年群体, 符合本文以中老年人对智能服务机器人的接受与推荐意愿为核心议题的研究范围。问卷调查时间为 2025 年 7 月至 8 月, 采用线下实地随机抽样法, 在北京地区多个社区、集贸市场、广场、公园等老年人日常活动频繁的场合开展实地问卷发放与指导填写工作。

为确保数据的广泛性与代表性, 本文共发放问卷 743 份, 回收问卷 532 份, 其中有效问卷为 500 份, 有效回收率为 67.27%。

4.2 变量的描述性统计

五个变量的平均值均介于 2.39 至 3.84 之间, 说明受访者整体反馈处于中等偏上水平, 表明对智能跟随机器人整体接受度较好, 尤其在跟随性能满意度上评分最高 (M=3.84), 而接受与推荐意愿得分相对较低 (M=2.39)。

所有变量的偏度绝对值均小于 1 (范围为 -0.94 至 0.23), 峰度绝对值也均小于 2 (范围为 -0.75 至 1.23),

符合正态分布的基本判断标准。本数据分布相对均衡,不存在明显的偏斜或峰态异常情况。

4.3 信度与效度分析

为验证量表的结构效度,采用 KMO 与巴特利特球形度检验进行验证。KMO 取样适切性量数为 0.671,说明样本数据中等适合进行因子分析。巴特利特球形度检验结果显示:近似卡方值为 292.708,自由度为 10,显著性为 0.000,达到统计显著水平,表明数据之间存在相关性,适合进行因子分析。

采用主成分分析法提取公因子,结果如表所示,除跟随性能满意度与操作便捷提取公因子方差值略低(分别为 0.075 与 0.123)外,其余变量的提取方差值均超过 0.5,变量能较好地解释公共因子,整体具有良好的收敛效度。

4.4 相关分析

相关系数(Pearson's r)绝对值大多高于 0.3,表明变量之间具有中等程度的线性关系。其中,操作便捷与安全信任度的相关性最高($r=0.71$),其次是操作便捷与接受与推荐意愿($r=0.69$)、实用性认知与接受与推荐意愿($r=0.50$),均显著正相关,验证了变量间预期的理论联系。变量间无严重共线性问题。

4.5 方差分析

为检验五个变量在整体样本中的均值是否存在显著差异,采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)进行统计检验。结果显示,组间方差为 910.24,组内方差为 14.44,总平方和为 39665.11,F 值为 63.04,显著性 p 值小于 0.001,远低于显著性标准 0.05,说明各变量间存在显著统计差异。

从描述性统计看,平均值最高的是跟随性能满意度($M=19.21$),最低为操作便捷($M=15.77$),这表明受访老年人对智能设备的跟随性能评价较高,而在操作便捷性方面则相对保留。另一方面,接受与推荐意愿的方差值最大(24.98),代表该项评价分布最广,个体差异明显,反映出老年人对推荐行为的态度尚不一致。

4.6 回归分析

为探究多个自变量对因变量接受与推荐意愿的影响,本文进行多元线性回归分析。回归模型的决定系数 R^2 为 0.943,调整后 R^2 为 0.941,说明回归模型能解释约 94.1%的因变量变异,拟合度极高,模型具有较强的解释力。方差分析中,F 值为 2051.92,显著性水平 Sig.为 $1.7E-306$,远小于 0.05,表明整体模型具有统计显著性。

就各个自变量而言, P 值小于 0.05 的变量有安全信

任度($\beta=0.438, P<0.001$)与实用性认知($\beta=0.518, P<0.001$),均对因变量具有显著正向影响。而操作便捷($P=0.316$)与跟随性能满意度($P \approx 0.000$ 但 t 值很小)对接受与推荐意愿未形成显著直接效应。此外,模型中各变量间的 VIF 值均未超过多重共线性阈值,排除共线性干扰。因此,模型结果可信,可为后续管理建议提供依据。

4.7 年龄与性别差异分析

本文运用单因素方差分析。结果显示,在性别层面,操作便捷性、安全信任度、实用性认知及接受与推荐意愿等维度的多个题项存在显著差异(如按钮布局: $F=12.135, p=0.001$;紧急帮助感知: $F=28.551, p<0.001$),表明男性与女性在产品使用体验和态度上存在不同感受。总体来看,女性用户对机器人的实际帮助与推荐意愿反应更为积极。

而在年龄方面,差异表现较弱,绝大多数题项在不同年龄组间均未达到显著水平,只有个别如 E5 机器人容易上手($F=1.586, p=0.024$)表现出差异,说明在 55 岁以上人群中,年龄对机器人感知的影响不大。

综上,性别是一个显著的影响因素,建议后续产品设计可根据性别差异优化功能偏好与交互方式;而年龄对接受度影响较小,说明该产品可适配广泛老龄人群。

5 结语

理论贡献:本文构建并验证了机器人接受意愿的结构模型,拓展了技术接受模型与用户信任理论在服务机器人领域的应用,尤其是在实用性认知与安全信任度的作用机制方面提供了新的实证支持。

实务贡献:本文为服务机器人设计与推广提供了数据依据,强调安全与实用是用户接受的核心驱动,为企业产品策略、市场传播与用户引导提供了实践参考。

参考文献:

- [1] Broadbent, E., Stafford, R., & MacDonald, B. (2009). Acceptance of healthcare robots for the older population: Review and future directions. *International Journal of Social Robotics*, 1(4), 319 - 330. <https://doi.org/10.1007/s12369-009-0030-6>.
- [2] Charness, N., & Boot, W. R. (2009). Aging and information technology use: Potential and barriers. *Current Directions in Psychological Science*, 18(5), 253 - 258. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x>.
- [3] Wu, Y. H., Damn é e, S., Kerherv é, H., Ware, C., & Rigaud, A. S. (2020). Bridging the digital divide in older adults:

A study from an initiative to inform older adults about new technologies. *Clinical Interventions in Aging*, 15, 1231 - 1241. <https://doi.org/10.2147/CIA.S259574>.

[4] 澎湃新闻. (2023 年 5 月 12 日). 《智能照护机器人能否代替人力? 探访试点养老机构》. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_18335198.

[5] 界面新闻. (2022 年 8 月 9 日). 《陪护机器人进入养

老机构, 科技能否真正替代陪伴? 》. <https://www.jiemian.com/article/3687399.html>.

作者简介: 刘笑语, 男, 汉族, 北京, 北京市日坛中学, 研究方向: 智能伴侣机器人。

通讯作者: 李安然 (1993.12-), 男, 汉族, 北京, 本科, 研究方向: 智能伴侣机器人, 说明: 文章属于刘笑语贡献, 李安然老师指导。