

【工业设计】

老年人心智模型研究及在交互设计领域的应用

宫晓东¹, 张佳乐¹, 陈立翰²

(1.北京理工大学, 北京 100081; 2.北京大学, 北京 100080)

摘要: **目的** 对面向老年人群的心智模型研究及其在信息交互设计领域的应用现状进行分析梳理, 以对相关领域的理论研究与应用建立较为全面的认识。**方法** 基于文献可视化工具, 对国内外 2000—2020 年收录的面向老年人群的心智模型研究及其主要应用文献进行收集、整理与可视化分析, 通过代表性文献、关键词和引文的聚类、突现和共现等方法进行整体分析。**结论** 心智模型理论正在成为信息科技产品交互设计研究的理论基础, 对高科技产品的适老化设计具有重要的指导作用。目前面向老年人群的心智模型相关研究主要聚焦于在特定交互场景下, 生理和心理的变化对老年人心智模型绩效的影响以及如何构建老年人心智模型等方面, 相关基础理论及应用研究仍待深入发展, 进一步提炼老年人群心智模型的共性特征及探索更具普适性的心智模型构建方法是未来的发展方向, 对老年人适应智慧生活具有重要意义。

关键词: 心智模型; 老年人群; 信息交互设计; 心智模型构建

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)24-0084-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.24.009

Mental Model for the Elderly and Its Application in the Field of Interaction Design

GONG Xiao-dong¹, ZHANG Jia-le¹, CHEN Li-han²

(1.Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 2.Peking University, Beijing 100080, China)

ABSTRACT: This paper aims to analyze and sort out the research on mental models for the elderly and their application in the field of information interaction design, so as to establish a more comprehensive understanding of the theoretical research and application in related fields. Based on literature visualization tools, the mental model research and its main application literature for the elderly collected from 2000 to 2020 at home and abroad are collected, sorted and visualized. Through the clustering, emergence and analysis of representative literature, keywords and citations Co-occurrence, etc. Conduct an overall analysis and put forward conclusions. The theory of mental models has become an important theory in the research of information technology product interaction design and guiding the aging design of high-tech products. The current mental model-related research for the elderly mainly focuses on the impact of physical and psychological changes in the elderly on the performance of mental model and the construction of mental models in some certain scenario. The related basic theories and application research still need to be further developed. The further refinement of the common characteristics of mental models of the elderly and the exploration of effective mental model construction methods would be the future development direction, which are of great significance for the elderly to adapt to intelligent life.

KEY WORDS: mental model; the elderly; information interaction design; mental model construction

与伴随着信息科技的发展成长起来的较年轻群体相比, 缺少相关知识和经验的老年人群面对信息科

技产品时的手足无措俨然已有成为普遍性社会问题的趋势。如何让老年群体平等地享受科技发展生活

收稿日期: 2021-07-09

基金项目: 北京市社会科学基金重点项目“北京适老宜居城市评价指标研究”(18YTA001); 国家社科基金艺术学项目“国际知识产权格局下中国产品设计市场竞争力提升研究”(19BG125)

作者简介: 宫晓东(1969—), 女, 山东人, 博士, 北京理工大学教授、博士生导师, 主要研究方向为适老设计、人机交互设计。

带来的便利，而不是任其发展为科技鸿沟，发展为新的障碍和不平等，已成为社会关注的议题之一。从心智模型理论的角度出发，思考如何令高科技产品的设计更加适老化，使其以老年人能够理解的方式进行工作，即符合老年人的心智模型，成为人们关注的方向之一。本文首先梳理了心智模型的基本概念，之后针对面向老年人的心智模型研究进行了文献检索和分析，在分析老年人群心智模型研究在交互设计领域应用的部分时，为了更全面地了解交互设计领域对心智模型概念的应用状况，拓展了文件检索范围，从面向老年人群的交互设计角度对相关文献进行了分析，探讨了其中所涉及的心智模型理念，最后对面向老年人的心智模型研究及其在交互设计领域应用的现状和未来发展进行了总结和展望。

1 心智模型的概念

心智模型 (Mental Model) 的概念及系统性的论述可以追溯到 1943 年英国心理学家 Kenneth Craik 的研究。Craik 将心智模型描述为生物体头脑中携带的小型模型，这个模型在图形表现上不与真实世界相似，而更像是一种与真实世界工作方式并行的物理工作模型，它能尝试利用过去积累的知识和经验来处理现在和未来相似的情况，并快速得出最佳结论和应对方式^[1]。简单地说，Craik 认为心智模型是人类将对外在真实世界的认知和印象经过类比转化为内在的心理模型，通过自身建立起来的规则进行处理以快速有效地认识和解释世界^[2]。在此基础上，心理学家 Johnson-Laird^[3-4]提出心智模型是一种能够用来预测、推理和解释人类行为的典型模型：是对世界的一种表示，是影响人类做出决策和采取行动的一种逻辑。Rouse 和 Morris^[5]进一步将心智模型定义为人类生成的描述系统形式，解释系统功能和预测未来系统状态的心理机制或知识结构，这种机制或结构决定了相关的内容知识以及知识成分之间的关系，能够反映个人对现实事件的看法，并且能够提高预测个人行为表现的准确性。

在认知科学领域，Hiroyuki Nishimoto 等人^[6]将人在大脑中绘制的图像的表征，称为心智模型，在大脑处理信息的过程中，将周围环境输入的信息和固有的心智模型相关联构成结构化的知识经验网络称之为“图示”，“图示”是由感知到的信号和引起的联想而组成的。意思是说当人们理解事物时，很少能直接掌握实际事物本质。这时根据自己的经验创建心智模型，通过环境或关键信息的联想而了解事物所表达的意图。综上所述，心智模型主要是指人们处于理解现实事物和进行推理的过程时产生的一种心理机制，它可以作为短期工作记忆中所需要建立的对于问题状

态情境或其他外在事物的一种临时性表征，也可以被认为是存储在长期记忆中，人们用来对于外在世界的一种稳定性表征或者是图像。

心智模型的研究还经常与人机交互领域联系在一起，Stevens^[7]就将心智模型定义为一种人们与物理设备或系统界面发生交互行为时的心理表征。人类经常通过将某种特定场景下的心智模型作为处理当前情况的蓝图或指导手册^[8]，帮助用户推理、预测、解释所遇到的情境与问题，因此成为用户在未知或新的环境中行为活动的心理基础。这正契合了运转机制呈现“黑箱化”的信息科技产品的使用情境，用户只能通过“界面”这样的外部表征来揣摩产品的使用交互方式，既往的认知经验成为人们赖以理解产品运行机制的基础，因此在信息科技产品的人机交互设计中探索迎合、包含人们既有的知识经验，即心智模型，成为提高产品易学易用性的出发点之一。

2 面向老年人的心智模型研究文献分析

本研究以文献可视化分析软件 CiteSpace 作为分析工具，以“心智模型×(老年人+老年用户)”和“mental model” AND (“older adult” OR “elderly”)为检索关键词，分别以 CNKI 和 Web Of Science (WOS)核心合集为文献数据来源，选择时间跨度为 2000—2020 年，其中外文文献语种选择为英语，文献类型为 Article，共检索到有效中英文文献各 17 篇，合计 34 篇。而以同样方式、相同条件对面向非限定人群的心智模型研究相关文献进行检索，可获得有效文献为 1379 篇（英文）和 123 篇（中文），合计 1502 篇。仅从文献数量即可看到，一方面国外关于心智模型的研究开展要远比国内更加充分，同时相比于面向非限定人群的心智模型研究，国内外面向老年人心智模型的研究均比较少。

2.1 关于文献、引文及发展趋势

WOS 收录的论文发表数量与被引数量见图 1，CNKI 收录的论文数量与被引数量见图 2，分别整理显示了 2000—2020 年来 WOS 和 CNKI 每年收录的面向老年人群的心智模型研究论文数和论文被引数量的情况。可以看到，与国外相比，国内相关研究出现得更晚一些。在国内外面向老年人群的心智模型研究文献都较少的情况下，两者表现出的共同特点是被引数量都呈现逐渐上升的趋势，这一趋势自 2015 年后更加明显，这也与老年人在高科技产品使用中遇到的各种问题日益引起关注的趋势一致。一方面体现出目前还较少有学者投入到面向老年人这一特定群体的心智模型的研究，另一方面被引数量的连年增长显示出正有越来越多的研究人员关注到这一领域，相关研究亟待发展，潜力巨大。

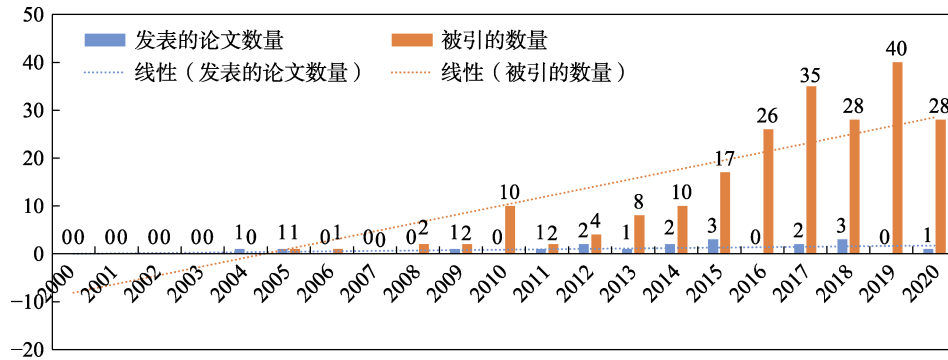


图1 WOS 收录的论文发表数量与被引数量
Fig.1 Number of papers published and cited in WOS

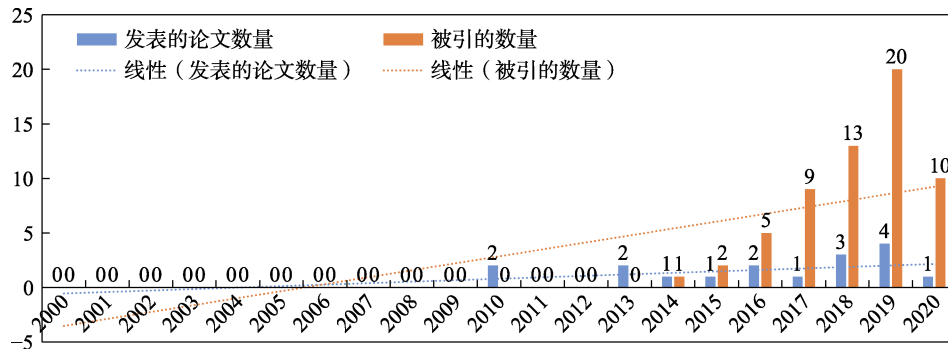


图2 CNKI 收录的论文数量与被引数量
Fig.2 Number of papers published and cited in CNKI

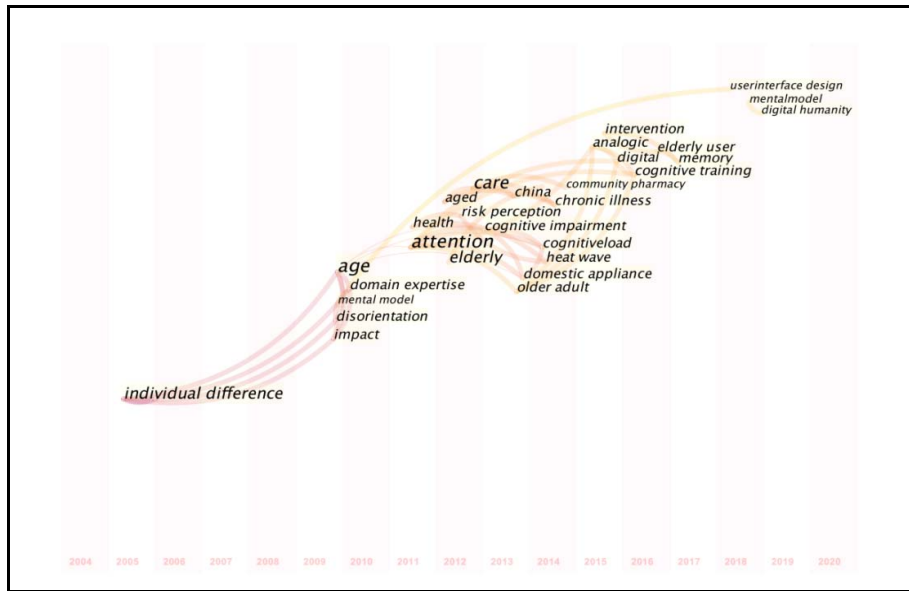


图3 WOS 文献中老年人心智模型关键词共现时区
Fig.3 Time zone of co-occurrence of keywords in the mental model of the elderly in WOS literature

2.2 关于研究领域

WOS 文献中老年人心智模型关键词共现时区见图3, CNKI 老年人心智模型关键词时区见图4, 分别针对国内外文献进行了关键词共现分析, 由此可见, 国外的研究主要可分为两个方面: 从老年人注意、记忆等认知特征出发的心智模型基础理论研究, 以及相关理论在数字产品界面设计的应用研究。国内学者则

聚焦于运用心智模型理论解决老年人对高科技技术产品的认知障碍, 从而更加适应智慧生活, 具体可分为探求老年人面对数字产品的心智模型构建及评估, 以及如何将设计师的心智模型与用户心智模型进行匹配两个方面。

被引用次数最多的 WOS 文献见表1, 被引用次数最多的 CNKI 文献见表2, 分别列出了国内外文献

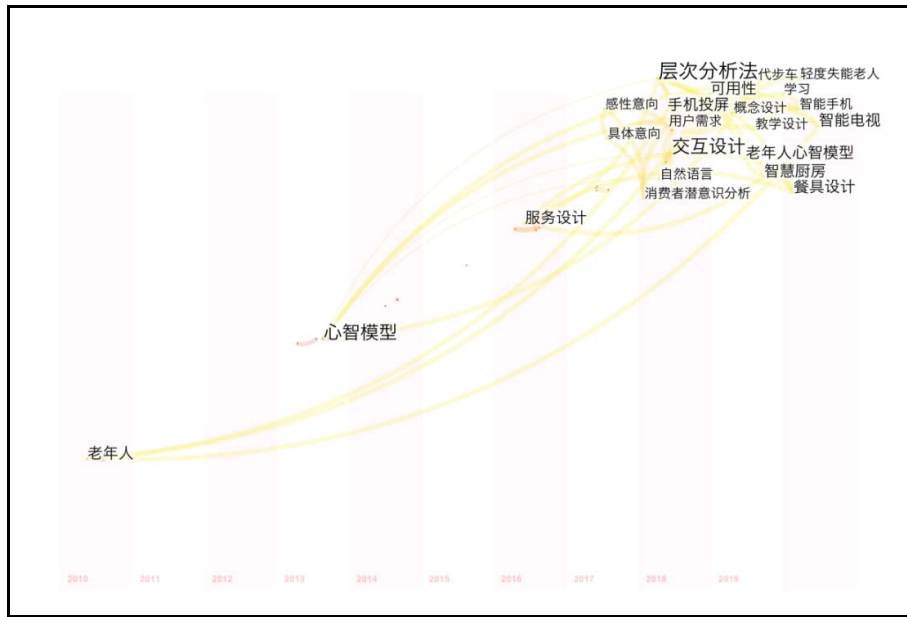


图 4 CNKI 老年人心智模型关键词时区

Fig.4 Keyword time zone of CNKI mental model for the elderly

表 1 被引用次数最多的 WOS 文献
Tab.1 The most cited WOS document

序号	标题	作者	来源出版物	出版年份	引用次数
1	User Profiles and Personas in the Design and Development of Consumer Health Technologies	LeRouge, Cynthia, Ma Jiao, et al	International Journal of Medical Informatics	2013 年	107
2	Effects of Age, Cognitive, and Personal Factors on PDA Menu Navigation Performance	Arning Katrin, Ziefle Martina	Behaviour & Information Technology	2009 年	39
3	Safeguarding Older Adults from Inappropriate Over-the-Counter Medications: The Role of Community Pharmacists	Chui Michelle A, Stone Jamie A, et al	Gerontologist	2014 年	18
4	Public Versus Expert Knowledge and Perception of Climate Change-induced Heat Wave Risk: A Modified Mental Model Approach	Chowdhury, Parnali Dhar, et al	Journal of Risk Research	2012 年	17
5	The Effects of Familiarity Design on the Adoption of Wellness Games by the Elderly	Pan Zhengxiang, Miao Chunyan, et al	2015 Ieee/Wic/Acm International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, Vol 2	2015 年	10
6	An Experiment for Motivating Elderly People with Robot Guided Interaction	Sasama Ryohei, Yamaguchi Tomoharu, et al	Universal Access In Human-Computer Interaction: Users Diversity, Pt 2	2011 年	8
7	Long-term Retention of A Spatial Mental Model for Younger and Older Adults	Gilbert DK, Rogers WA, et al	Experimental Aging Research	2004 年	7

表 2 被引用次数最多的 CNKI 文献
Tab.2 The most cited CNKI documents

序号	标题	作者	来源出版物	出版年份	合计引用次数
1	报刊和微博中老年人身份建构差异研究	刘文宇, 李珂	外语与外语教学	2017 年	24
2	面向老年人的移动健康关爱平台设计研究	顾瑜, 李世国	包装工程	2013 年	23
3	老年人群人机特征研究述评——基于信息科技产品使用	宫晓东	北京理工大学学报 (社会科学版)	2015 年	20
4	基于老年用户心智模型智慧厨房适老性饮食管理应用研究	李芳宇, 倪佳	图学学报	2018 年	5
5	基于老年用户认知特征的手机新闻客户端交互设计策略研究	丁明珠, 汪海波, 李俊	艺术与设计 (理论)	2020 年	2

中被引频次较高的经典文献,从中可以看出,心智模型理论研究涉及与老年人生活息息相关的各方面问题,包括健康管理、智慧生活等领域,且多与信息科技类智能产品的应用相关,包括软件开发和界面人机交互设计等方面。

3 国内外研究现状

经过综合梳理和分析文献,本文从关于老年人心智模型基础理论的心理学领域研究、心智模型构建方法的研究,以及面向老年人群的心智模型研究在交互设计领域的应用3个方面展开讨论。

3.1 关于老年人群心智模型基础理论的研究

面向老年人群这一特定群体的心智模型基础理论研究是以心理学领域关于非限定人群的心智模型研究为基础的,在心智模型基础概念不断演化完善和清晰化的同时,心理学界在面向老年人群的相关研究中更加关注老年人心智模型绩效降低的影响因素的研究。

目前的研究普遍认为,年龄因素是老年人心智模型准确性降低的原因之一。个体的认知、知觉、运动和记忆等方面的能力会随着年龄的衰老而下降^[9],从而影响了心智模型绩效的表现。其中以卡特尔的智力结构理论为基础的相关研究最具有代表性。卡特尔的智力结构理论^[10]认为,人的认知能力由流体智力和晶体智力两个部分组成,前者包括短期记忆和处理信息速度等方面的能力,决定人们快速思考和抽象推理的绩效表现,反映的是学习新知识、解决新问题的能力;后者指通过教育和经验获得的知识经验。其中流体智力会随着老年人的衰老而下降,可能是造成认知障碍的主要因素^[11],对于存在轻度认知障碍的老年人,其学习的认知负荷往往很高,进而阻碍了他们形成良好的心智模型。不同学者从流体智力的不同方面展开对老年人群心智模型绩效的影响研究:

1) 空间能力是流体智力表现中的一种,通常老年人较年轻人表现出更低的空间能力。Egan 等人^[12]认为空间能力较低的用户在创建心智模型时会遇到更大的困难,这种困难可能会表现为方向迷失,从而影响用户在应用心智模型判断、预测时的表现^[13]。

2) 知觉能力包括视觉、听觉、触觉等多种通道的感知能力。其中视觉是人类接受外界信息的主要通道,而老年人的视力通常会随着年龄增长而下降,视觉感知能力变弱,会导致其在感知信息时出现障碍^[14-15]。

3) 记忆能力方面,老年人调用长期记忆比调用短期记忆更加容易,这意味着基于过往经验和知识的回忆相比于学习新的东西更能够提高老年人完成任务的绩效,这一点老年人与年轻人存在明显不同^[16-17]。

这些研究进一步促使人们思考老年人在信息科

技产品使用过程中的表现, Nicol 等人^[18]就将心智模型准确性作为影响网站界面可用性的重要因素,提出随着年龄的增加,老年人空间能力逐渐下降,心智模型准确性也逐渐降低,从而产生影响可用性效能的中介效应,导致老年人难以理解网站或 APP 类虚拟产品的信息架构,在交互操作时迷失方向,从而影响其对信息科技产品可用性效能和满意度的评价,空间能力、心智模型准确性与可用性中介效应模型见图 5。而知觉能力衰退最有代表性的影响是网页界面上过小的字体和过低的对比度会使文本阅读变得困难。在记忆能力方面, Fariz 等人^[19]在研究中得出结论:一定时间内老年人对于交互界面上目标项目记忆的平均值约为 5.5 项,而年轻人最多可达 6.5 项,因此记忆能力亦作为影响老年人心智模型构建的因素之一。

值得注意的是,除了对老年人群日渐衰退的能力造成心智绩效衰退的研究之外,也有学者指出,面向老年人群的产品设计,应减少对老年人衰退明显的流体智力的需求,而更多地考虑利用其仍可保持较好的晶体智力能力,以减少老年人在信息科技产品使用中遇到的困难^[20]。这样的视角也为面向老年人群的信息交互设计提供了新的思路和可能性。

3.2 面向老年人群的心智模型构建与评估的研究

针对老年群体学习新知识、解决新问题的能力随着年龄的增长而降低的特点,面向老年人群的心智模型构建与评估的研究主要关注两个方面:老年用户对高科技产品系统组成架构的认知,以及如何构建与解决问题的行为相关的知识结构,并在此基础上解释所采取的交互行为的原因^[21]。聚焦构建老年人群心智模型研究的学者来自心理学、社会学、设计学、工业工程等多个领域,呈现出典型的学科交叉特点。

在面向非限定人群的研究中,心智模型获取方法通常通过语言(开放或半结构式访谈)或图像(具有变量及关系的图形),或者语言与图像相结合的反馈得出用户的潜在目标和期望^[22]。此外, Indi Young^[23]提出了心智模型的一般创建流程,通过心智空间构建并相互叠加的方法构建用户心智模型“亲和图”,进而指导设计人员发现产品设计的创新点。以上方法在面向老年人群的心智模型构建方面得到进一步发展。

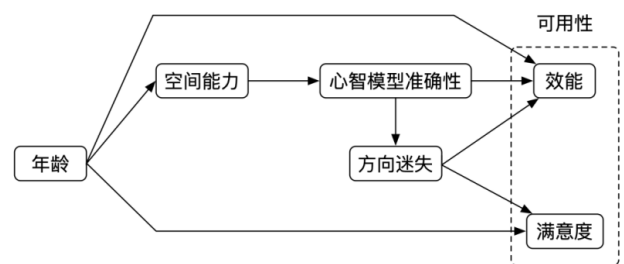


图5 空间能力、心智模型准确性与可用性中介效应模型
Fig.5 Spatial ability, mental model accuracy and usability performance model

Cynthia LeRougea 等人^[24]使用行动研究方法构建符合实际需求的老年患者群体用户资料和角色,以此为基础改善智能手机应用程序的设计、开发和实施计划,以帮助具有疾病自我管理能力的慢性病老龄糖尿病人群,其研究过程在访谈的基础上融入了行为观察方法。Michelle A Chui 等人^[25]分析了社区药剂师向老年人推荐非处方药(OTC)时的心智模型,据此考量和优化社区药剂师在提供信息、建议和咨询方面的流程和做法,以与老年人的需求更加匹配,该研究将药剂师的心智模型与老年人心智模型结合考虑,以更准确地满足老年人的需求。

国内学者则在访谈基础上较多叠加 AHP 层次分析法和算法来评估各影响因素的权重比例,进而为原型设计提供依据。侍伟伟、李永锋^[26]即运用这一方法探讨针对老年人的 APP 设计评估方法。李芳宇^[27]、金冬等人^[28]分析了老年人心智模型的内部成因和外部表征,并运用 AHP 层次分析法将认知构造、行为指引和情绪显现因子进行权重排序,设计出符合老年人心智模型的智慧厨房适老性饮食管理应用及相关产品。南京理工大学的谢苏含^[29]、姜霖等人^[30]则探讨了心智模型的多维表达,尝试在用户语言信息收集的基础上,应用复杂网络中的 EC 中心向量法计算各节点的特征向量中心性,从而得出老年用户心智模型下的行为节点 EC 值波动曲线,以此来完善老年人出行网络软件架构中主要的功能模块。综上所述,心智模型构建研究更多地被作为一种用户研究方法,研究者通过构建心智模型探求老年人对产品使用方法的理 解,与产品开发和交互设计的全流程紧密联系,指导产品设计,进行评估测试,使产品更符合特定用户群体的认知从而提升用户体验。

3.3 老年人心智模型理论在交互设计领域的应用

对于设计师而言,心智模型是非常重要的概念。用户在使用产品或理解信息时,常常需要通过关键字和环境进行联想,并根据自身已有经验创建心智模型,以补充丢失或不易获得的信息,最终了解设计师想表达的意图。设计的本质是设计师将想要传达的信息进行编码传递给用户,契合他们熟悉的心智模型并引导他们采取预期的行动^[31]。换言之,设计师通过重现每个用户的心智模型来建立同理心,并在此基础上从不同角度提出交互设计应遵循的原则。虽然以心智模型作为关键词获取的面向老年人的交互设计研究文献数量较少,但是如果将涉及心智模型相关要素的设计研究考虑在内的话,可以发现文献数量会大大增加。为了更全面地梳理面向老年人群的心智模型研究在交互设计领域的应用,本文扩大了检索范围,对与心智模型要素相关的面向老年人群的交互设计文献进行了检索。

由于交互设计目标包括可用性目标和用户体验

目标^[32],所以本文在中国知网数据库中,对面向老年人的交互设计、用户体验设计、可用性设计以及信息设计领域的期刊论文进行了中文文献检索,检索周期为 2000—2020 年,共获得有效文献 281 篇,这些文献均直接或间接基于老年人的部分认知特性探讨数字产品的界面研究与交互设计,探讨老年群体的感知觉、思维、记忆与情感方面的特征变化对交互设计对策的影响,这与老年人心智模型理念不谋而合。例如白学军^[33]、何灿群^[34]就基于老年人的感知觉、记忆和情感等认知老化特征提出了产品界面适老化设计的基本原则。值得关注的是,唐纳德·A·诺曼所提出的设计 3 个层次与界面交互设计的对应关系理论对国内设计界产生了广泛影响,诺曼认为交互设计存在表现模型、系统实现模型和心智模型^[35],其中感知主体对外在客体表现的描述与认知以及对内在实现原理的理解与解释即为心智模型,诺曼的研究为设计师在交互设计领域引入心智模型概念提供了理论基础。刘小路^[36]就总结了老年人认知特性中,本能层次对应各种感觉通道,行为层次对应知觉和思维需求,反思层次对应通过记忆唤起回忆而建立自我情感认知,在此基础上建立了与数字产品界面设计对应的关系模型;姚江^[37]则在行为层面提出了行为关联体验交互的概念,提出行为体验是老年人与界面互动时产生的心理或生理体验,老年人与数字产品间的互动行为或老年人与其他用户交流关联的方式符合老年人的认知是针对老年人交互设计的重要参考依据;丁明珠^[38]提出通过增加交互界面的自然性(适当采用拟物化设计)能够增加数字产品与老年用户心智经验的拟合程度,从而在本能层面方便老年人认知与操作,并提出了行为层面的简易化的手势操作策略以帮助老年人更轻松地使用智能数字产品。

综上所述,现有交互设计研究从不同角度、不同层面强调了设计师应根据老年群体特定的心智模型为其设计产品,使得这些产品在与交互的过程中带来良好的体验而不是焦虑和负累。作者通过文献分析,梳理了交互设计契合老年人心智模型特征所应遵循的设计原则:

1) 简单性。简单性是老年人交互指南中强调的最重要的设计原则之一,复杂的设计是降低系统可用性的重要因素,特别是对于没有经过培训的用户和老年人群^[39]。老年用户时常会因为复杂而感到焦虑,引起焦虑的主要原因是用户缺乏足够与系统相匹配的心智模型^[40]。特别是高科技产品更新换代频繁,且软件功能越来越强大,相当一部分附加功能对老年人来说不是必需的,甚至与他们完全无关。这是由于年轻用户在生活的时代背景中更早地接触了计算机技术,所以他们对于功能的期望比老年人更多^[41]。于是在面对复杂的界面和功能繁琐的产品时,老年人便会出现无法应对的情况,从而产生心理上的焦虑。

2) 可识别性。已有研究表明,老年人的心智模型一旦形成,就趋向于保持静态并抵抗变化,直到现实生活中系统的变化太多而不得已更新自己的心智模型来重新处理信息^[42]。克服已失效的心智模型的困难之一是工作记忆能力的限制。如前所述,老年人的工作记忆会随着年龄的增长而衰减,更倾向于应用基于经验和知识的长期记忆而非短期工作记忆。解决这一问题的方法之一是将信息放置到熟悉的环境当中^[43]。在交互设计中,有研究人员提出了一种“回顾性体验设计”,即在不更改工具功能的情况下将界面设计更改为旧式外观,使人们可依据记忆,通过熟悉的界面设计以适当的方式使用工具。当图标、按钮或其他部件以符合老年人长期记忆中先验知识的形式出现时,老年人会更容易“识别、认出”,从而减少困惑、提升用户体验。

3) 熟悉性。老年人在与技术互动时经常会遇到障碍,这是因为老年人对应用该技术的软件和硬件组件并不熟悉^[44],即老年人的心智模型与设计师预期用户进行的操作没有匹配。将熟悉的概念注入交互式技术系统的设计中是利用心智模型填补老年人与高科技产品鸿沟的有效方法之一。熟悉是指对先前知识的认可和理解,而熟悉度是在特定背景下对先前知识的认可和理解程度的度量^[45], Zhengxiang Pan 等人^[46]提出了一个熟悉设计框架,该框架包含3个熟悉设计的维度:符号熟悉、文化熟悉、操作熟悉。在设计科技产品的界面和交互过程时,可以通过使用熟悉的认知结构进行培训来“复现”过去技术中熟悉的心智模型^[47]。这些设计原则均从不同角度阐述了如何迎合老年人的心智模型特点,为面向老年人群的产品交互设计提供了指导。

4 结语

本研究对WOS和CNKI中2000—2020年期间有关老年人心智模型的文献进行梳理和可视化分析,呈现了面向老年人群的心智模型研究现状与发展趋势,得出结论:

1) 影响老年人群心智绩效因素的基础理论研究仍待发展。面向老年人的心智模型基础理论研究成果主要体现于外文文献中,可能与国外非限定人群的心智模型研究起步较早、基础理论方面已有较深厚的积累有关;国内已有的面向老年群体的心智模型研究更多的是借鉴国外提出的理论和方法,关注其在人机交互领域的应用和发展,主要聚焦于如何构建老年人群的心智模型、指导相关数字产品的适老化设计等方面。在未来,面向国内老年群体,开展相关的心智绩效影响因素基础研究,提出符合我国老年群体特点的研究成果,为我国的适老交互设计提供支撑,仍有很大的发展空间。

2) 用户心智模型构建及评估研究的系统性仍待发展。依据心智模型理论进行心智模型构建是适老交互设计领域的重要的用户分析方法,目前的研究多为基于具体场景具体案例的探讨,相关研究的系统性和普适性仍待展开更加广泛和深入的研究,未来面向老年人群开展适于不同场景的心智模型共性机制的提取,以及相关研究范式的确立,仍有待进一步探索。

3) 信息科技产品交互设计是面向老年群体心智模型研究的重要应用领域。较为一致的是,国内外不论是基础理论研究还是应用研究,均与信息科技产品交互设计结合非常紧密,在一定意义上可以说信息科技的发展促进了近年来心智模型理论的研究与应用。

心智模型理论已逐步发展成为涉及心理学、组织理论、神经科学、经济学、设计学等的跨学科理论,并应用到多个领域。可以预见,面向老年人群的心智模型研究将成为后续发展的热点之一,特别是老年人群心智模型的普适性建模方法,以及如何应用理论指导实践和评估效用都有待进一步探索。对于设计领域来说,心智模型理论可以看作是用户体验设计和可用性设计的理论基础之一,构建用户心智模型,进而探讨影响用户心智表现的影响因素,对于创造真正“以用户为中心”的设计具有重要意义。科学技术的发展毋庸置疑为有效地解决养老服务等问题提供了更多可能性,然而老年人作为科技洪流中的“弱者”与“接受者”,他们的声音更应该被倾听,将“以用户为中心”进一步细化落实为“以老年人为中心”,不必使他们“迁就”较年轻群体,是科技发展进步过程中包括设计师在内的全社会不可忽视的责任。

参考文献:

- [1] Laila V, Jan T. Reflections on Dynamics, Adaptation and Control: A Cognitive Architecture for Mental Models[J]. *Cognitive Systems Research*, 2021, 70: 1-9.
- [2] Craik K J W. The Nature of Explanation[M]. UK: Cambridge University Press, 1943.
- [3] Johnson-Laird P N. Mental Models: Towards A Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness[M]. UK: Cambridge University Press, 1983.
- [4] Johnson-Laird P N. Mental Models and Deduction[J]. *Trends Cognit Sci*, 2001, 10(5): 434-442.
- [5] Rouse W B, Morris N M. On Looking Into the Black Box: Prospects and Limits in the Search for Mental Models[J]. *Psychological Bulletin*, 1986, 100(3): 349-363.
- [6] Hiroyuki N, Tomoyoshi K, Makoto S, et al. “Memes” UX-Design Methodology Based on Cognitive Science Regarding Instrumental Activities of Daily Living[C]. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2019.
- [7] Gentner D, Stevens A L. Mental Model[M]. UK: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 1983.

- [8] Jan T. Mental Models in the Brain: On Context-dependent Neural Correlates of Mental Models[J]. *Cognitive Systems Research*, 2021, 69: 83-90.
- [9] Hawthorn D. Possible Implications of Aging for Interface Designers[J]. *Interacting with Computers*, 2000, 12(5): 507-528.
- [10] 林崇德. 心理学大辞典[M]. 上海: 上海教育出版社, 2003.
LIN Chong-de. The Dictionary of Psychology[M]. Shanghai: Shanghai Education Press, 2003.
- [11] Hanson V L. Age and Web Access: the Next Generation[C]. Madrid: University of Dundee, 2009.
- [12] Egan D E, Gomez L M. Assaying, Isolating, and Accommodating Individual Differences in Learning Complex Skill[J]. *Individual Differences in Cognition*, 1985, 2: 174-217.
- [13] Arturo C F, Alexis O N. Overview of Mental Models Research Using Bibliometric Indicators[J]. *Cognitive Processing: International Quarterly of Cognitive Science*, 2020, 21(2): 10.
- [14] Ousley C. Vision Research[J]. 1983, 23(7): 689-699.
- [15] Arthur D F, Wendy A R, Neil C, et al. Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches[M]. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- [16] Czaja S J, Charness N, Fisk A D, et al. Factors Predicting the Use of Technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE)[J]. *Psychology & Aging*, 2006, 21(2): 333-353.
- [17] Razak F H A, Rafidah S, Wan Adnan W A. Elderly Mental Model of Reminder System[C]. Japan: ACM, 2012.
- [18] Nicole W, Khaled H, Milena H. The Impact of Age on Website Usability[J]. *Computers in Human Behavior*, 2014, 37: 270-282.
- [19] Razak F H A, Razak N A, Wan Adnan W A, et al. How Simple is Simple: Our Experience with Older Adult Users[C]. India: APCHI, 2013.
- [20] 宫晓东. 老年人人机特征研究述评——基于信息技术产品使用[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2015, 17(5): 149-155.
GONG Xiao-dong. A Review of Research on Human-computer Characteristics of the Elderly Based on the Use of Information Technology Products[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2015, 17(5): 149-155.
- [21] Baharum A, Ismail R, Saad N, et al. Development of Elderly Reminder Mobile Application Using Mental Model[C]. Nagoya: Association for Computing Machinery Press, 2018.
- [22] Grenier R S, Dudzinska-Przesmitzki D. A Conceptual Model for Eliciting Mental Models Using a Composite Methodology[J]. *Hum Resour Dev Rev*, 2015, 14(2): 163-184.
- [23] Indi Young. *Mental Models: Aligning Design Strategy with Human Behavior*[M]. USA: Rosenfield Press, 2008.
- [24] LeRougea C, Mab J, Sneha S, et al. User Profiles and Personas in the Design and Development of Consumer Health Technologies[J]. *International Journal of Medical Informatics*, 2013, 82: 251-268.
- [25] Chui M A, Stone J A, Martin B A, et al. Safeguarding Older Adults From Inappropriate Over-the-Counter Medications: the Role of Community Pharmacists[J]. *The Gerontologist*, 2013, 54(6): 989-1000.
- [26] 侍伟伟, 李永锋. 基于层次分析法的老年人 APP 设计研究[J]. *包装工程*, 2017, 38(8): 126-131.
SHI Wei-wei, LI Yong-feng. Research on the Elderly APP Design Based on Analytic Hierarchy Process[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(8): 126-131.
- [27] 李芳宇, 倪佳. 基于老年用户心智模型的智慧厨房适老性饮食管理应用研究[J]. *图学学报*, 2018, 39(4): 689-694.
LI Fang-yu, NI Jia. Applied Research on Smart Kitchen Age-adaptive Diet Management Based on Mental Model of Elderly Users[J]. *Journal of Graphics*, 2018, 39(4): 689-694.
- [28] 金冬, 王晓婧. 基于用户体验的适老化橱柜设计[J]. *工业工程设计*, 2020, 2(3): 86-92.
JIN Dong, WANG Xiao-jing. Design of Aging-friendly Cabinets Based on User Experience[J]. *Industrial & Engineering Design*, 2020, 2(3): 86-92.
- [29] 谢苏含, 姜霖, 李学超. 基于老年用户心智模型的共享接驳车软件架构研究[J]. *设计*, 2020, 33(13): 11-13.
XIE Su-han, JIANG Lin, LI Xue-chao. Research on the Software Architecture of Shared Shuttle Bus Based on the Mental Model of Elderly Users[J]. *Design*, 2020, 33(13): 11-13.
- [30] 姜霖. 交互设计用户心智模型建模方法——以老年人互联网约车出行 APP 为例[J]. *南京艺术学院学报(美术与设计)*, 2018(6): 165-170.
JIANG Lin. Interactive Design User Mental Model Modeling Method: Taking the Internet Car-hailing Travel APP for the Elderly as an Example[J]. *Journal of Nanjing University of the Arts (Fine Arts and Design)*, 2018(6): 165-170.
- [31] Hiroyuki N, Tomoyoshi K, Makoto S, et al. "Memes" UX-Design Methodology Based on Cognitive Science Regarding Instrumental Activities of Daily Living[C]. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2019.
- [32] 鲁晓波. 信息设计中的交互设计方法[J]. *科技导报*, 2007(13): 18-21.
LU Xiao-bo. Interaction Design Method in Information Design[J]. *Science & Technology Review*, 2007(13): 18-21.
- [33] 白学军, 于晋, 覃丽珠, 等. 认知老化与老年产品的交互界面设计[J]. *包装工程*, 2020, 41(10): 7-12.
BAI Xue-jun, YU Jin, QIN Li-zhu, et al. Cognitive Aging and Interactive Interface Design for Elderly Prod-

- ucts[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(10): 7-12.
- [34] 何灿群, 谭晓磊. 智慧养老背景下的老年人数字阅读界面设计研究综述[J]. *包装工程*, 2020, 41(20): 57-68.
HE Can-qun, TAN Xiao-lei. A Review of Research on the Design of Digital Reading Interface for the Elderly in the Context of Smart Elderly Care[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(20): 57-68.
- [35] Norman D A. *The Design of Everyday Things*[M]. New York: Basic books, 2002.
- [36] 刘小路, 丁虹月, 韦鑫珠. 基于老年人认知需求模型的资讯APP界面设计研究[J]. *设计*, 2018(1): 26-27.
LIU Xiao-lu, DING Hong-yue, WEI Xin-zhu. Research on Information APP Interface Design Based on the Cognitive Needs Model of the Elderly[J]. *Design*, 2018(1): 26-27.
- [37] 姚江, 封冰. 体验视角下老年人信息产品的界面交互设计研究[J]. *包装工程*, 2015, 36(2): 67-70.
YAO Jiang, FENG Bing. Research on the Interface Interaction Design of Information Products for the Elderly from the Perspective of Experience[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(2): 67-70.
- [38] 丁明珠, 汪海波, 李俊. 基于老年用户认知特征的手机新闻客户端交互设计策略研究[J]. *艺术与设计(理论)*, 2020, 2(4): 99-101.
DING Ming-zhu, WANG Hai-bo, LI Jun. Research on the Interactive Design Strategy of Mobile News Client Based on the Cognitive Features of Elderly Users[J]. *Art and Design (Theory)*, 2020, 2(4): 99-101.
- [39] Rogers W A, Gilbert D K, and Cabrera E F. An Analysis of Automatic Teller Machine Usage by Older Adults: A Structured Interview Approach[J]. *Applied Ergonomics*, 1997(28): 173-180.
- [40] Hiroshi F. A Learning Method to Support User's Understanding about Complex Systems Based on Functional Models[C]. UK: IEEE Computer Society, 2011.
- [41] Wu Y, Slyke C V. Interface Complexity and Elderly Users: Revisited Abstract[C]. USA: Proceedings of the Southern Association of Information Systems Conference, 2005.
- [42] Richardson M, Ball L. Internal Representations, External Representations and Ergonomics: Towards a Theoretical Integration[J]. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2009, 10(4): 335-376.
- [43] Zhang J. The Nature of External Representations in Problem Solving[J]. *Cognitive science*, 1997, 21(2): 179-217.
- [44] Razak F H A, Rafidah S, Wan Adnan W A. Elderly Mental Model of Reminder System[C]. Japan: ACM, 2012.
- [45] Johnson E J, Russo J E. Product Familiarity and Learning New Information[J]. *Journal of Consumer Research*, 1984, 11(1): 542-548.
- [46] Pan Z X, Miao C, Yu H. The Effects of Familiarity Design on the Adoption of Wellness Games by the Elderly[C]. Singapore: 2015 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, 2015.
- [47] Higgins P G, Gasgow A. Home Technology Design for the Cognitively Impaired[C]. The Netherlands: Proceedings of ECCE 2010 Conference, 2010.