

【工业设计】

家庭智能产品的主动交互设计研究

覃京燕¹, 陈智博¹, 张文昊¹, 郝泽宇¹, 关岱松², 吴准², 赵敏²

(1.北京科技大学, 北京 100083; 2.百度人工智能交互设计院, 北京 100085)

摘要: **目的** 分析AI介入产品带给人机交互方式的转变,从被动交互到强迫式主动交互以及主动交互,对比智能产品交互形式及其差异,剖析智能产品主动性的研究,提出家庭智能产品主动交互形式及设计注意要点,以及智能体DNA双螺旋四联体主动交互设计模型。在人口老龄化社会背景下,结合智能产品潜在的大量用户,即老年群体为例,提升智能产品的使用效率。**方法** 对智能产品交互形式进行文献研究与对比研究,采用问卷分析法、用户访谈法及非参与式观察法等,结合实际案例进行分析。**结论** 智能产品交互系统分为被动交互、强迫式主动交互和主动交互,且在人机交互起点、主动权、数据驱动与AI决策等方面存在差异,家庭智能产品功能与内容的主动性服务,能够提高人机沟通的连贯性,有效帮助老年用户提升使用效率与体验。

关键词: 主动交互设计;强迫式主动交互;被动交互;家庭智能产品

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)20-0067-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.20.011

Active Interaction Design of Family Intelligent Products

QIN Jing-yan¹, CHEN Zhi-bo¹, ZHANG Wen-hao¹, HAO Ze-yu¹,
GUAN Dai-song², WU Zhun², ZHAO Min²

(1.University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2.Baidu AI Interaction Design Lab, Beijing 100085, China)

ABSTRACT: The work aims to analyze the change of human-computer interaction mode brought by AI empowered products, from passive interaction to proactive interaction and active interaction, compare the interaction forms of intelligent products and their differences, analyze the research on the initiatives of intelligent products, put forward the active interaction forms and design considerations of family intelligent products, as well as the active interaction design model of agent DNA double helix G-quadruplex. Under the background of an aging society, combined with a large number of potential users of intelligent products (i.e. the elderly) as an example, the use efficiency of intelligent products is improved. Literature research and comparative study on the interaction forms of intelligent products were carried out. The questionnaire analysis method, user interview method, non-participatory observation method and other methods were applied in the analysis thereof in combination with the actual cases. The interaction forms of intelligent products include passive interaction, proactive interaction and active interaction, and there are differences in the starting point of human-computer interaction, initiatives, data-driven and AI decision-making. The function and content of family intelligent products' active interaction can enhance human-computer communication consistency and help the elderly users improve their use efficiency and experience effectively.

KEY WORDS: active interaction design; proactive interaction; passive interaction; family intelligent products

收稿日期: 2019-08-03

基金项目: 教育部“长江学者奖励计划”青年项目基金项目; 中央基本科研业务费项目(FRF-TP-18-010C1)

作者简介: 覃京燕(1976—),女,四川人,博士,北京科技大学教授、博士生导师,主要研究方向为人工智能与创新设计、交互设计、信息设计、大数据的信息可视化、可持续设计、数字文化遗产、数字娱乐等。

以体感交互、实体交互、虚拟交互等为代表的智能产品,广泛出现在家庭环境中并服务于“多胎家庭”、“独居青年”、“空巢老人”等多种传统与新型的家庭形态里。随之而来的是家庭智能产品的用户年龄广、情感需求的提升以及对智能产品的低耐心与高期望等变化,用户—智能体—用户的被动交互,已不能满足需求的变化,交互形式会随着交互技术从弱人工智能转变为强人工智能和通用智能,再到人类智能与人工智能融合的混合智能^[1],最后向智能产品主动交互发展。同时随着老龄化社会的发展,老年群体将成为智能产品的大量潜在用户,产品和服务的通用性设计需求也越来越明显^[2]。

1 智能产品的交互系统

Abowd 和 Beale 提出交互系统由系统、用户、输入、输出构成^[3],智能产品能够被动或主动地与信息系统和用户进行沟通^[4],主动行为是引起变化,而非只对变化作出反应^[5],存在人机交互主动权的差异。本文根据主动权的不同,将交互系统分为被动交互系统、强迫式主动交互系统与主动交互系统。在功能交互方面强调动作前馈的主动性,在内容交互方面强调知识图谱的链接前馈刺激,在认知交互方面强调从具身认知(Embodied Cognition)向离身认知的主动转化,以此应对机器学习的监督学习、无监督学习、半监督学习和强化学习的迁移转化模式。

1.1 被动交互系统

智能产品语音交互框架分为唤醒、输入、理解、回答四个部分^[6],这种用户—智能体—用户的单向交互过程,智能产品无主动权,只能被动地接受用户行为信号并进行反馈,属于被动交互。本文根据人机交互类型,绘制被动交互系统图,人—智能产品被动交互系统组成见图1。整个被动交互过程中,人的主动性行为尤为重要,是整个交互过程的起点并决定交互终止,如用户需要通过“小度小度”、“天猫精灵”等名称唤醒智能产品,并须主动发问“今天天气怎么样?”,智能产品回答“今天天气晴,气温 23℃~27℃”,交互过程结束。智能产品缺少对用户信息数据的存储、缺少对离线环境与在线环境的信息融合、缺少数字信息与非数字化信息的融合、缺少知识图谱的强关联与数据迁移能力,造成交互过程枯燥、短暂、

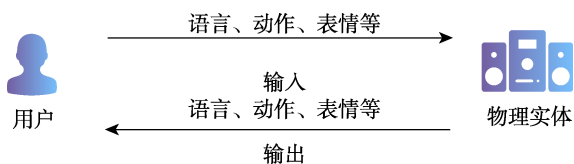


图1 人—智能产品被动交互系统组成
Fig.1 Composition of passive interaction system of human-intelligence products

不连贯,用户对智能产品的体验从“觉得有用”变为“彻底不用”,影响用户对智能产品的良性评价。

1.2 强迫式主动交互系统

强迫式主动源于主动计算“Proactive Computing”^[7],通过情境感知技术、统计推理、主动数据处理等^[8-10]发挥系统的主动性,机器虽然完成部分主动性服务,但是主要基于开发与设计人员的通用预设置和基础数据的简单推理应用等,并未达到机器的主动决策与实时“在线”,主动权较弱。强迫式主动交互系统是通过数据与弱知识图谱信息等进行不断构建与优化,映射成用户的数字代理,达到一定的用户、环境数据阈值,促使智能产品主动与用户进行交互。本文根据主动计算原理绘制强迫式主动交互系统图,见图2。强迫式主动交互是主动交互的过渡态,也是其初级状态,是目前缓解智能产品技术壁垒的解决方案。

强迫式主动交互在前馈系统发展未完善时,将用户本次输入及反馈信息,作为下次相关任务中的前馈数据与信息基础,优化智能产品的解决方案。强迫式主动交互功能较为通用,数量有限,内容上存在一定的个性化。在应用上,如相关资讯统一推荐、根据人格类型进行精准营销、邮箱发件人提醒、扫地机器人的主动续航充电等。

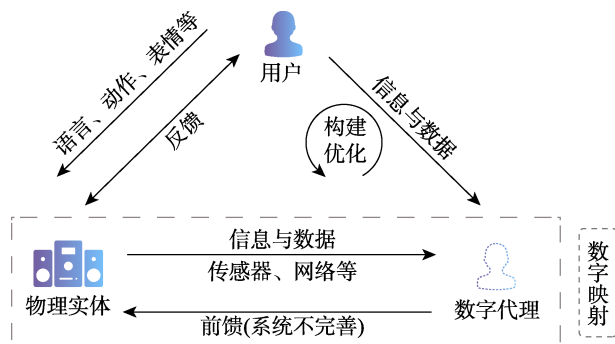


图2 人—智能产品强迫式主动交互系统组成
Fig.2 Composition of proactive interaction system of human-intelligence products

1.3 主动交互系统

主动交互的相关研究,Deep Mind 提出用元强化学习实现因果推理,来使机器进行主动交互^[11];英特尔中国研究院提出通过置信度来触发主动交互,并确定其阈值^[12];百度提出包含主动交流交互模型的NIRO系统^[13],并投入商用,实际上还是处于主动交互的探索期。McFarlane 等人指出智能产品除与外部环境进行有效交流外,还要参与决策^[14],机器的决策能力是主动交互的重要基础。主动交互系统是通过静默界面(Silent Interface)、环境感知计算(Context Awareness Computing)和情感意识计算(Consciousness Awareness Computing),来进行具身认知(Embo-

died Cognition) 的前置性反馈 (前馈, feedforward), 构建知识图谱和交互路径的识别, 对交互语境进行预判, 智能产品根据知识图谱和数据预测分析, 做自我引导进入内省状态, 主动选择、主动判断、主动决策, 并在交互过程中表示“倾听”与“引导”, 并通过智能信息与强知识图谱数据激活交互场景, 达到基于 AI 决策的交互形式, 并能实时“在线”。本文根据以上分析, 绘制主动交互系统图, 见图 3。主动交互收集的反馈信息, 能够用来验证及修正 AI 的准确性, 并不断提升精度, 主动交互不只需要 GAN 系统, 还需要 AI CAN、无权重神经网络等算法, 人与机器形成新型的对抗协作关系, 目前蔚来 ES8 搭载的 NOMI、小度车载 OS 系统等, 是主动交互落地研究的前列。

主动交互的核心是 AI 虚拟代理的决策, 通过强人工智能增强情景感知、意识感知和情绪感知, 最终达到以意义为中心的交互设计, 形成故事化场景, 满足用户的多样需求^[15], 达到对用户的精准服务, 并逐步形成可信赖的人工智能 (Trustworthy AI)。

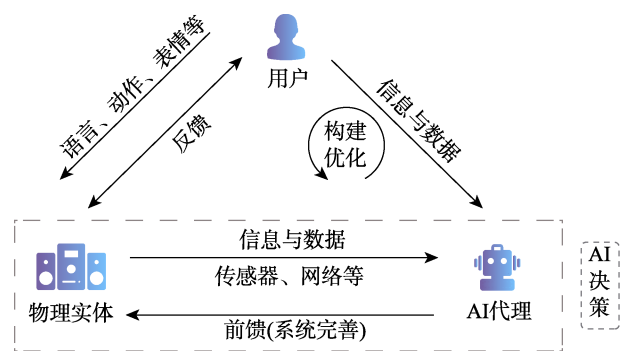


图 3 人—智能产品主动交互系统组成
Fig.3 Composition of active interaction system of human-intelligence products

2 智能产品交互形式对比分析

2.1 交互起点不同

被动交互是以用户的语音、动作等行为信号为起点, 从而激活交互情景, 如果用户的指令模糊或不精确, 会直接影响交互的进程, 因此整个过程中, 用户行为指令与反馈起重要作用, 而强迫式主动交互与主动交互是以前馈为交互起点, 并不断构建循环。两者不同的是, 强迫式主动交互是基于数据与传感器等的交互形式, 主动交互是基于强人工智能决策的前馈形式。

2.2 主动权不同

被动交互中主体始终为用户, 智能产品是接受信息并执行任务的客体, 用户的主动性行为决定交互的进程; 而强迫式主动交互与主动交互主体, 则是用户与智能产品的交互, 更替反馈前馈动作的发出方与接收方, 智能产品不再只是任务的执行方, 而是可以参与指导和决策的发出方, 实现双向交互, 而非被动回

应与执行, 机器发挥主动性, 主动权也由弱到强。例如, 被动交互中, 用户主动询问智能产品天气情况, 智能产品回答当天的天气温度, 进行被动作答; 强迫式主动交互中, 智能产品除进行天气情况的回答外, 还推荐当天的热点新闻或上次浏览的内容; 主动交互中, 智能产品会主动规划合理的行程, 并搭配好适合天气出行的衣物, 在当天主动提醒, 并跟踪内容与功能服务的进展结果, 形成连续性的用户体验。

2.3 数字代理与 AI 代理

被动交互中只有用户与智能产品, 而强迫式主动交互中还存在数字代理和数字孪生 (Digital Twins)^[16], 强迫式主动交互的智能体在交互过程中, 将实体人的数据, 通过量化自我 (Quantified Self) 的方式, 构建数字孪生的交互内容, 与交互行为的用户实体形成数字信息的镜像和映射, 由此智能体、用户、数字孪生体形成三方面的匹配关联和联动交互关系, 针对智能体和数字孪生体部分, 则形成了主动交互的交互表征, 映射到智能产品中, 不断进行“数据喂养”, 优化用户画像, 进而提供主动服务, 这也是在工业 4.0 背景下, 部分智能产品对数字孪生体的实际应用。在智能产品中, 数字代理将人机交互的内容聚合为数字内容的数字孪生体, 通过主动交互中的人工智能, 在数字化基础上聚合为 AI 代理, 基于强人工智能技术进行 AI 判断与决策, 达成更精准且有预见性的服务, 最终成为可信赖的 AI。数字代理与 AI 代理能够处理智能物理信息系统, 三种交互系统的对比分析, 见表 1。

表 1 被动交互、强迫式主动交互、主动交互对比

Tab.1 Comparison among passive interaction, proactive interaction and active interaction

对比内容	被动交互	强迫式主动交互	主动交互
智能性	低	中	高
主动权	无	弱	强
交互连贯性	低	中	强
与人的强弱联系	弱联系	弱联系	强联系
个性化需求满足	无	弱	强
用户画像	粗糙画像	粗糙画像	精准画像
触发条件	特定信号	前馈系统等 (不完善)	高级前馈系统等 (完善)
唤醒方式	特定行为	个性定制	实时反馈
知识图谱	弱关联性	中关联性	强关联性
数据迁移	无迁移	少平台迁移	多平台迁移
信息聚合	无	弱	强
环境感知	弱	中	强
情绪感知	弱	中	强
意识感知	无	无	强
情感互动	弱	中	强
系统体验	可预见、枯燥	可预见、兴奋	未知性、惊喜

容,进行关联的语义理解,再以符合用户思想交流逻辑的顺序进行交互内容的输出,并通过产品声音及表情表示类人行为的互动。(6)主动交互系统应考虑通用设计。除正常用户群体外,需要考虑特殊群体对智能产品的需求及使用特性。

4 调查与设计探索

随着人口老龄化趋势的加剧,“空巢老人”作为当今中国家庭形态中具有代表性的群体,受到了广泛关注,子女选择智能音响陪伴老年人成为潜在趋势,研究团队与百度人工智能交互设计院合作,针对八户空巢老年群体接触“小度”智能音箱进行非参与式观察与访谈两个月,梳理典型用户的体验情境与用户行为,并绘制用户对话旅程图,见图 5。

老年用户与年轻用户相比,更偏向于永远的初始用户,需要不断学习才能巩固所掌握的操作,该老年人对小度音响充满期待,但在交互中存在沟通内容单一、不连贯、误唤醒、误沟通、多口音等问题。如调查中发现,老年用户一天内之所以多次问到天气情况,是由于不理解智能音箱的功能及缺少沟通内容素材,多次将“小度小度”叫成“小豆小豆”,多次出现智能产品与用户同时说话的情况,交互过程不连贯,造成老年人对自身能力的怀疑,并出现老年用户主动向智能产品寻求情感慰藉的情况,但并未给予情感回馈等造成沟通间断的问题,交互形式并不能很好地满足沟通需求。典型老年用户画像需求整理见图 6。智能产品的主动交互的设计,要结合老年人的感知系统、行为系统与思维系统^[18]的特性,最大程度地达到产品通用设计与关怀设计。

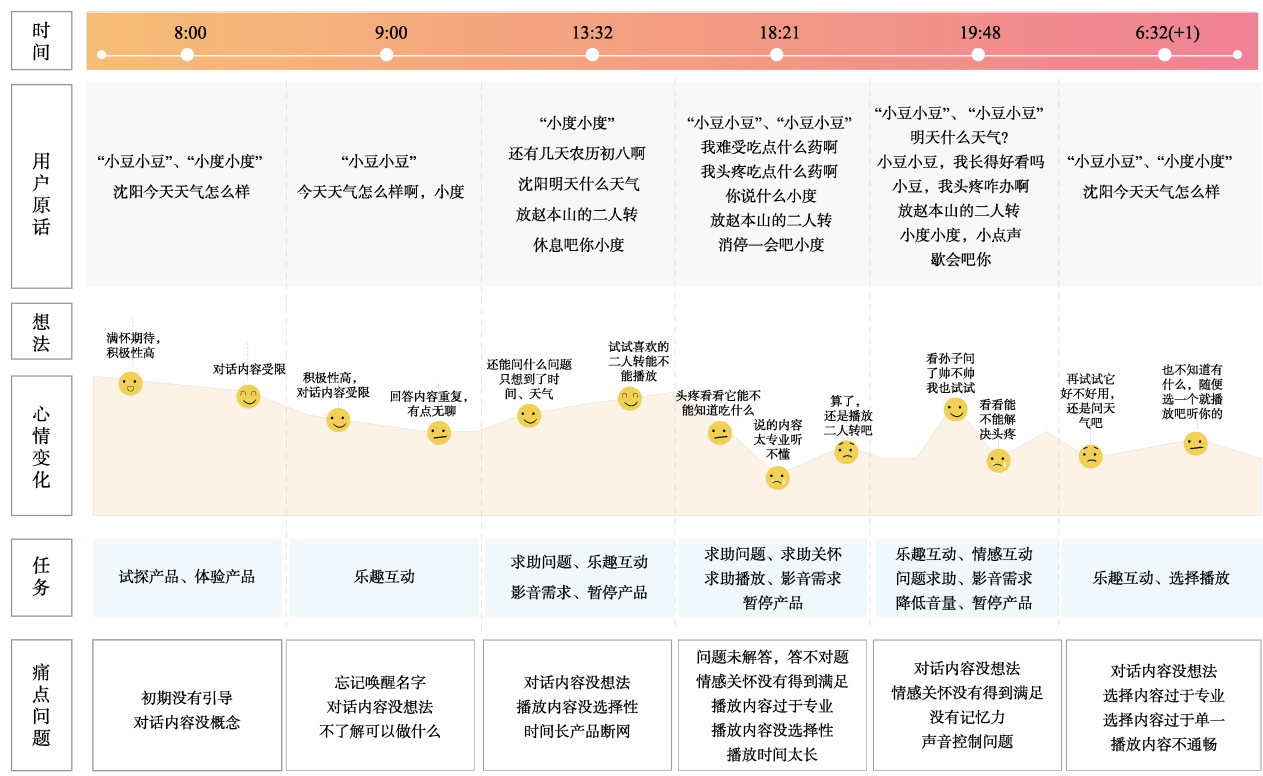


图 5 针对百度-小度音响的人机交互场景用户对话旅程图
Fig.5 HMI scenario research user dialogue chart of Baidu smart speaker



图 6 典型老年用户画像需求整理
Fig.6 Organization of needs for portraits of the typical elderly users

百度-DUEROS 的主动性已经通过情感互动、天气提醒、资讯内容推荐等,基于数据及通用机制等形式展现给用户,并应用于车载及智能音箱等场景中,已经领先市场上较多智能产品,交互形式主要以用户作为交互的主导者,对其指令的准确性和逻辑性要求较高,任一环节的失误,都会造成整个交互流程的不

畅。而增加主动交互和探索式人机对话机制,能够将单句式的判断,转化为对交互内容的知识图谱的语义理解,形成半开放式的人机交互式的主动对话结构,智能产品作为交互主体,用户的学习与沟通成本得以降低,更适合于“永久初始用户”的老年人群体。

基于上文主动交互设计的要点,为老年人设计的智能体在主动交互设计策略方面需要达成如下几点:

(1) 对用户隐私的尊重保护,在设计上预留用户的知情权、选择权的表达空间,以智能音箱为例,需要保证老年群体数据的隐私,并在家庭知情下获取数据信息;(2) 数字孪生体的可感知性,运用多模态多感知的交互技术,增加探索式人机对话,构建交互内容的知识图谱,形成交互语素的关联互动关系,主动进行沟通引导,确定兴趣内容,并非被动输入,保证与老年用户沟通的连贯性以及感知的智能性;(3) 设计中给予用户决策权,交互的真实人类用户本体与数字孪生体以及智能体三者之间,形成主从的交互逻辑关系与依从关系,智能体可以通过与数字孪生体的交互,形成主动交互的关系,但最终的决策权需要交还给交互的人类用户本体,在与智能体的交互中,不能因为引入主动交互,就完全让数字孪生体和智能体代替人类作出决策,剥夺人类作出决策判断的权利。以

智能音箱的设计为例,在初期状态以及因老年用户多次输入同一问题或口音问题等造成交流中断时,根据热度以及智能算法,推荐功能与内容,且需要老年群体决策的选项不宜过多;(4) 强主动与弱主动,采用强主动交互中的教学、规划功能,减少老年用户的学习成本,主动为用户提供情境体验式知识学习,引导并主动跟进发展;(5) 类人的交流逻辑,通过主动关怀话术,以尊敬和贴心为话术要点,使老年用户感受到智能产品的情感互动并产生情感依赖;(6) 增加产品模式,在现阶段技术背景下增加特定老年模式,通过 AI 主动能力帮助老年用户获取知识,丰富应用场景。在人机自然交互的对话过程中,对话机制采取半开放式的主动交互模式。由此,本文提出智能体 DNA 双螺旋及四联体主动交互设计模型,用于指导智能体如智能音箱的主动交互设计, DNA 双螺旋由用户与智能体构成半开放式的 DNA 双螺旋对话机制,应用人工智能中的机器学习方法,进行人机交互对话内容的计算,通过自然语言处理等方式,与人类智能的人类语言形成交互式叙事话术设计,话术由语境、语用、语义、语法构成基本的四联体,支持在知识图谱的构建之下,形成智能体的主动交互设计模型,见图 7。

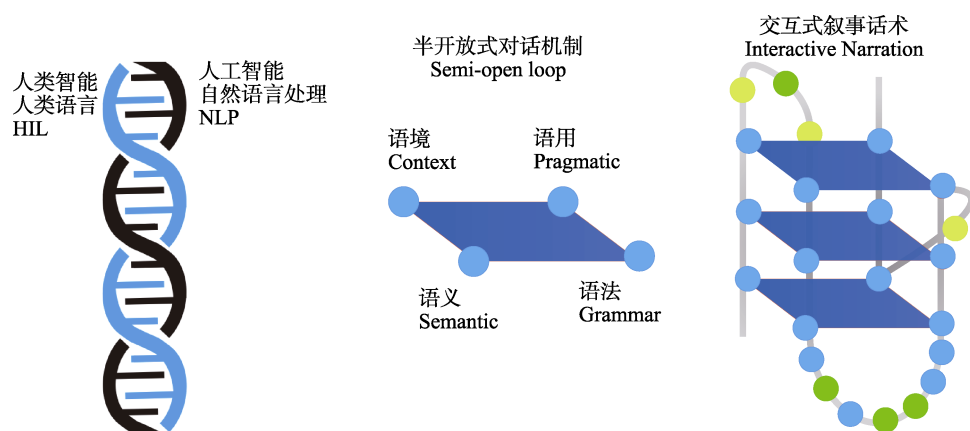


图 7 智能体 DNA 双螺旋及四联体主动交互设计模型

Fig.7 Agent DNA double helix and G-quadruplex active interaction design model

本设计策略应用在百度智能音箱 NIRO 系统的交互设计中,通过一次语音唤醒,即可通过语义、语境、语用分析进行 N 轮自然对话(对话话语间隔不超过 8 s),随时打断、随时抛出新问题、随时切换新话题、随时提出交互功能要求,在人机对话内容的响应与准确度方面,比人与人的自然对话的反应速度、态度和耐心都要好。同时,通过对人机对话内容的知识图谱信息架构设计,百度-小度智能音响可以通过老年用户的语音及表情特征,判断老年用户的身体状况,主动慰问老年用户头疼的情况,以此来减轻老年用户身体的疼痛及放松其心情。通过 AI 能力结合医疗系统中的药房信息系统为老年用户选购特定的药物,以及老年用户服药时间的医疗看护等活动信息的

安排制定,构建医疗保健看护服务等信息的知识图谱,在老年用户忘记吃药时,主动提醒其按时吃药,或者主动询问是否已经停止吃药等,通过主动规划交互功能与内容,解决沟通内容单一等问题,考虑到老年用户对智能产品主动交互的通用性,对智能体的交互设计及用户体验进行提升,具有重大意义。

5 结语

人与智能产品的交互系统随着人工智能技术的发展,从被动交互、强迫式主动交互,快速地向主动交互发展,更精准地服务于多种传统及新型用户群体。引入主动交互的家庭智能产品,一定程度上弥补

了机器语义理解及样本数据限制的不足,使其能更精准地基于 AI 理解用户本体及环境客体,多种家庭的形态需求能得到更好的内容、功能与情感的满足,产品的用户体验会得到极大提升。主动交互系统的探索与发展,会增强人的沟通意愿、体验信任及对强人工智能时代的信任。

参考文献:

- [1] 覃京燕. 人工智能对交互设计的影响研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 27-31.
QIN Jing-yan. Impaction of Artificial Intelligence on Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 27-31.
- [2] 王琴, 涂颖哲. 通用设计思想的历史谱系研究[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 1-6.
WANG Qin, TU Ying-zhe. A Historical Pedigree Study of General Design Ideas[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 1-6.
- [3] ABOWD G D, BEALE R. Users, Systems and Interfaces: a Unifying Framework for Interaction[C]. England: Cambridge University Press, 1991.
- [4] 李韬奋, 郭鹏, 杨水利. 智能消费产品的关键智能要素实证研究[J]. 管理评论, 2017, 29(2): 106-113.
LI Tao-fen, GUO Peng, YANG Shui-li. Empirical Research on Key Intelligence Elements of Intelligent Consumer Products[J]. Management Review, 2017, 29(2): 106-113.
- [5] SALOVAARA A, OULASVIRTA A. Six Modes of Proactive Resource Management: a User-centric Typology for Proactive Behaviors[C]. Conference: Proceedings of the Third Nordic Conference on Human-Computer Interaction 2004, 2004.
- [6] 百度 UXC. 打造优秀语音交互体验的设计建议[EB/OL]. (2017-09-28)[2018-09-11]. <http://ued.baidu.com/239>.
Baidu UXC. Design Suggestions for Creating Excellent Voice Interactive Experience[EB/OL]. (2017-09-28) [2018-09-11]. <http://ued.baidu.com/239>.
- [7] TENNENHOUSE D. Proactive Computing[J]. Communications of the ACM, 2000, 43(5): 43-50.
- [8] WANT R, PERING T, TENNENHOUSE D. Comparing Autonomic and Proactive Computing[J]. IBM Systems Journal, 2003, 42(1): 129-135.
- [9] VILLE H. Usability Testing Methodology of Proactive HMIs for Virtual Control Room[D]. Finland: Tampereen Teknillinen Yliopisto Tampere University of Technology, 2014.
- [10] CHEN Zhiyu, LIU Shufen, WANG Xiao. Application of Context-aware Computing in Manufacturing Execution System[C]. Qingdao: 2008 IEEE International Conference on Automation and Logistics, IEEE, 2008.
- [11] DASGUPTA I, WANG J, CHIAPPA S, et al. Causal Reasoning from Meta-reinforcement Learning[EB/OL]. (2019-01-23)[2019-03-11]. <https://arxiv.org/abs/1901.08162>.
- [12] 英特尔中国研究院. 自适应机器人交互白皮书[R]. 北京: 英特尔中国研究院, 2018.
Intel Labs China. Adaptive Human Robot Interaction[R]. Beijing: Intel Labs China, 2018.
- [13] 百度 UXC. 机器人人机交互体验重构 百度 AI 交互设计院发布 NIRO[EB/OL]. (2018-07-27)[2018-09-11]. <http://mux.baidu.com/889>.
Baidu UXC. Reconstruction of Robot Human-Computer Interactive Experience: Baidu AI Interactive Design Institute Releases NIRO[EB/OL]. (2018-07-27)[2018-09-11]. <http://mux.baidu.com/889>.
- [14] MCFARLANE D, SARMA S, CHIRN J L, et al. The Intelligent Product in Manufacturing Control and Management[J]. IFAC Proceedings Volumes, 2002, 35(1): 49-54.
- [15] 覃京燕. 大数据时代的大交互设计[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 1-5.
QIN Jing-yan. Grand Interaction Design in Big Data Era[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 1-5.
- [16] GRIEVES M, VICKERS J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems[J]. Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems, 2017(8): 85-113.
- [17] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. Intelligence Agents: Theory and Practice[J]. Knowledge Engineering Review, 1994, 10(2): 115-152.
- [18] 郑林欣, 张帅. 基于老年人生理衰退的产品设计[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 188-189.
ZHENG Lin-xin, ZHANG Shuai. Research on the Product Design for the Elderly Based on Physiological Decline[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 188-189.