

智能音箱主动交互行为的用户满意度研究

赵颖¹, 谭浩², 朱敏¹, 袁翔¹, 李士岩³

(1.湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082; 2.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082; 3.百度智能云 AI 人机交互实验室, 北京 100085)

摘要: **目的** 随着主动交互方式在家居环境下的广泛应用, 进一步了解通过预测用户需求后智能产品发起主动交互服务的用户满意程度。**方法** 以家用智能音箱为例, 通过对于主动行为的理论研究, 了解主动交互在智能产品领域的研究现状, 并提出包含了5个层级的主动交互模型。利用绿野仙踪实验法获取了60名用户在高、低紧急程度的家庭任务中主动交互模型的体验数据, 分析了用户对交互模型的满意度差异并提出相关设计策略。**结果** 用户在高、低紧急环境下的不同程度主动交互行为的满意度上具有显著差异, L3(执行前请求同意)在高紧急和低紧急任务中都具有较好的满意度。**结论** 通过对参与实验的用户实验数据、行为观察和访谈进行总结, 得出3个基本设计策略, 从而提高用户交互体验。

关键词: 主动交互; 智能音箱; 用户满意度; 设计策略

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)14-0224-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.14.028

User Satisfaction of Proactive Interaction Behavior of Intelligent Speakers

ZHAO Ying¹, TAN Hao², ZHU Min¹, YUAN Xiang¹, LI Shi-yan³

(1.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacturing for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China;
3.AI HCI Lab of Baidu, Beijing 100085, China)

ABSTRACT: With the wide application of proactive interaction in the home environment, it is necessary to understand the user satisfactory degrees of the proactive interaction service provided by intelligent products through predicting user needs. Taking home intelligent speaker as an example, we should understand the proactive interaction research status in the field of intelligent products through the study of the proactive behavior theory, and put forward the five kinds of intelligent products proactive interaction mode. The wizard of oz experiment method is used to collect the 60 users under the environment of high and low emergency experience data of proactive interaction model. We analyzed the user interaction model of satisfaction difference and put forward relevant design strategies. The user satisfaction with different degrees of proactive interaction in high and low emergency environment is significantly different, and the Level 3 proactive model (request consent before execution) has a good satisfaction in both high and low emergency tasks environment. Three basic design strategies can be summarized based on experimental data, behavior observation and interview results of users participating in the experiment to improve user interaction experience.

KEY WORDS: proactive interaction; intelligent speakers; user satisfaction; design strategy

随着家用智能产品的逐渐普及, 如智能音箱、扫地智能产品等, 家居电器产品不再是一个被动等在用户操作的服务产品。在智能技术的支持下, 机器能够

通过预测用户意图主动与用户进行沟通, 以此提高用户的使用体验。比如, 智能音箱会在特定时间主动播报当天天气、新闻和路况等相关信息, 这种新的交互

收稿日期: 2021-03-09

基金项目: 百度人工智能交互设计院《智能音箱主动交互设计研究》

作者简介: 赵颖(1993—), 女, 江西人, 湖南大学设计艺术学院博士生, 主要研究方向为 智能产品设计与用户体验。

方式为用户提供了更加情感化、智能化和生活化的服务体验。为了进一步提升智能产品在日常生活中的主动交互服务质量,主动交互服务在设计及研究领域逐渐受到广泛关注。在计算机研究领域中,机器主动交互基于人工智能、机器学习、情境感知等技术的基础上进行开发,研究人员针对 AI 算法、进化策略等关键技术问题进行研究及迭代^[1-2]。但是在人机交互研究领域中,主动交互的用户体验数据作为智能产品的技术开发、服务内容构建和产品定位等多个方面的重要设计参考内容,仍然缺乏相关研究支持。因此,本文将探究用户对不同程度的智能音箱主动行为的满意程度并提出设计策略。

用户满意度通常定义为实际体验相对于预期体验的满足情感反应,它在市场营销(消费者满意度)、社会和应用心理学(工作满意度、生活满意度)和组织沟通(人际沟通满意度)等不同研究领域是一个非常重要的概念^[3-4]。用户满意度可以帮助理解用户与产品的关系,同时也是建立和保持长期用户忠诚基础的关键。因此,本研究使用了“用户满意度”对主动交互服务体验是否能够满足用户使用预期进行评估,同时该评估结果能够有效支持主动交互设计策略的构建。

1 主动交互理论

主动交互理论起源于社会学中的主动行为。研究,指的是一种与领导、社会互动、商业关系等相关的人类社会行为^[5]。人的主动行为是由个人在社会情境中的自我预期、自我转变以及自发性行为组成^[6]。在社交机器人研究领域中,为了提高用户对机器人的接受程度,这种人类主动的行为被应用到了机器人设计当中。这种主动行为可以丰富机器人的多模态交互方式,并有助于在以用户为中心的设计中发展更复杂的服务形式。随着家用产品的智能化,智能音箱也逐渐将主动行为应用到家庭服务场景当中,以提高与用户的交互效率。

主动交互基于计算机智能技术的发展而不断广泛应用,比如人工智能、机器学习、自适应系统、环境计算等,使智能设备主动交互的自主系统和能够预测环境和行为信息的上下文感知,以及自主选择交互策略以改变完成的环境状态^[3]。这种交互方式能够帮助智能音箱与人建立更好的互动关系,促进与智能音箱进行沟通和交流,提升用户对于智能产品的信任。

将主动交互形式应用到音箱设计当中,其内容主要包含 3 个要素:(1) 预测需求,是指机器人通过数据分析对用户接下来的需求进行假设;(2) 执行动作,是指机器人主动发起交互信息;(3) 影响目标,是指主动行为的目标用户^[7]。区别于传统人机交互

“人发起指令、机器完成任务”的单向交互模式,如人们在使用设备之前需要通过控制器/按钮启动并进行控制。主动交互行为转变为“由机器发起、用户反馈、机器执行”的人机双向互动的交互模式,如当智能音箱具有主动行为时,在用户需要看电视之前将会主动提醒是否需要打开电视或者主动打开电视,并根据用户反馈对设备运行状态进行调整。

2 智能音箱主动交互设计

2.1 智能主动交互设计研究

主动交互技术作为人工智能领域的一部分,已经对其进行相关应用研究。比如兰玉琪、刘松洋等人提到人工智能已经能够独立决策、独立思考、自我控制、准确回应和有效互动,并在电商、医疗、金融等多个领域进行应用^[8]。数据、算法和人工智能能够对下一个任务目标进行预测,并且诊断用户下一个行为^[9]。通过不断地积累用户相关数据之后,作出推断并发出警告^[10]。

智能产品主动交互的应用能够增加用户的使用意愿^[11],但是主动交互行为的程度需要进行进一步的考量。Ziming W 等人发现主动交互行为的购物机器人能够在购物期间为顾客推荐产品,同时保持用户的参与感。中等程度主动行为能够帮助用户进行购物和决策;高主动程度机器人能够提供大量信息,但是不能帮助用户进行决策^[6]。

2.2 智能产品主动交互模型

在目前相关研究当中并没有将智能产品主动交互行为进行细致划分,本文结合主动交互理论中的交互要素,提出了由非主动到完全主动的 5 个等级的智能设备主动交互模型,智能产品主动交互模型见图 1。

第一级:非主动执行,智能设备只在人类叫它的名字,并要求提供帮助时才执行任务。

第二级:激活后等待用户响应,智能设备预测到用户需求后处于唤醒状态(设备打开呼吸灯、震动等)吸引用户的注意力,等待用户询问,然后设备进行反馈,并询问用户是否需要执行相关任务。如果用户需要,智能设备才会执行任务。

第三级:执行前请求同意,智能设备预测到用户的潜在需求时,在执行任务前询问用户,并在收到确认指令后执行。

第四级:执行后通知内容。这是一种更主动的交互模式,在这种模式下,智能设备会主动执行预测到的用户需求,然后告知用户已经执行。

第五级:直接执行。一旦智能设备预测到需要执行任务,将直接执行该任务而无需随后发出任何通知。

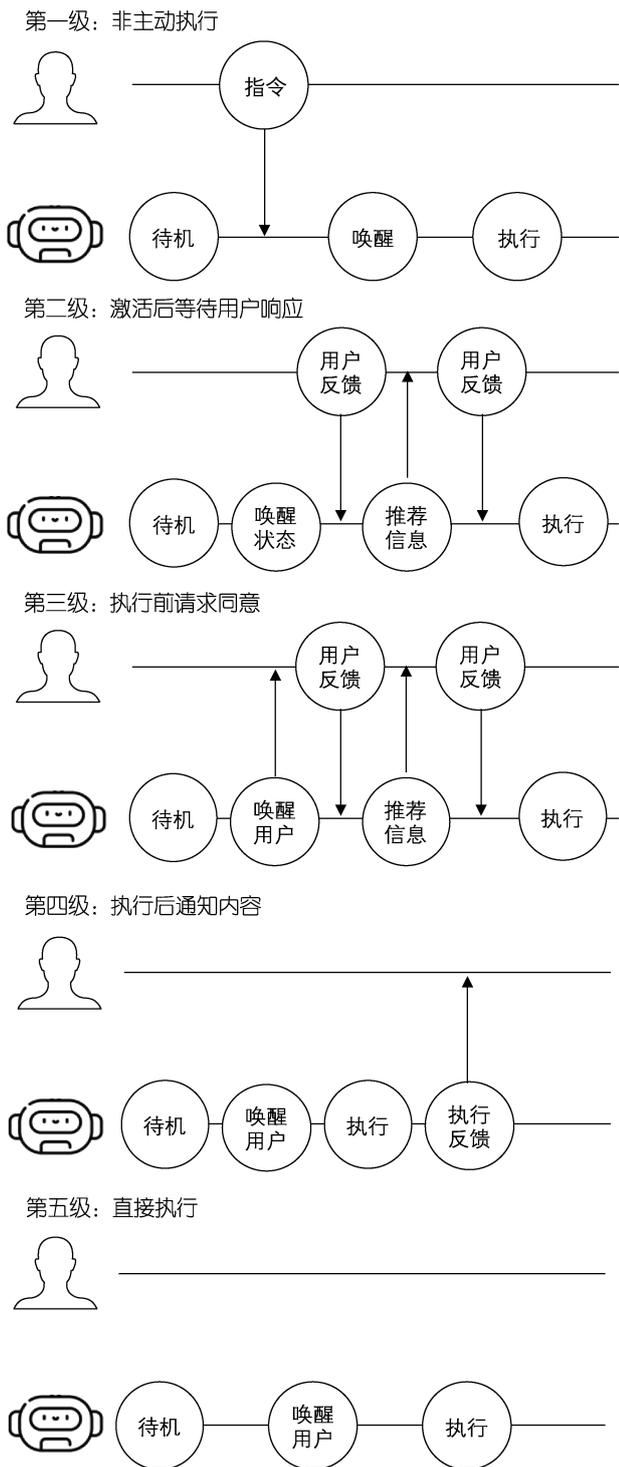


图1 智能产品主动交互模型

Fig.1 Proactive interaction model of intelligent product

3 智能音箱主动交互的用户满意度实验

3.1 实验设计

本文选取智能音箱作为研究案例,并根据 Rocker 等人在研究用户对智能产品的需求时,提出了使用“场景驱动”的方法,区分不同场景来进行讨论^[12]。本文中家居场景划分为高、低紧急任务场景,使用

户能够体验更真实的实验环境。高紧急环境任务为事件影响生命、财产安全,需要立即处理,低紧急环境任务为事件对生命财产影响较小,不需要立即处理。本次实验的目的是评估用户在高、低紧急任务的家居场景中对5个不同程度的交互模型的满意度差异。

实验中的两个实验变量分别为5个层级主动模型以及高低任务紧急程度。在实验设计中,在高、低紧急环境任务进行对比研究时采用了组间的实验方式,60名用户分成两组分别体验高紧急任务环境和低紧急环境任务。实验中将切断热水电源和紧急服务(突发情况需拨号119、112等)作为高紧急任务环境,为用户调节环境(调整空调设定的温度)和播放媒体(播放流行音乐或当日新闻)作为低紧急任务环境。在确定体验的场景任务后,用户会在该场景下以随机的方式体验主动交互模型,避免实验的顺序效应。

在实验过程中,首先参与者被安排到家庭场景中参加实验,在实验开始前会告知用户实验的主要目的和如何控制设备。实验者确定体验的场景任务后开始随机在5个模型上进行实验,在实验过程中进行用户行为观察,并且使用了5点李克特量表(1分为最不满意到5分为最满意)获取受试者对实验变量的满意度^[13]。实验完成之后对用户进行访谈,获取满意度体验评价反馈。访谈采用“5Why”的方法对用户满意度打分结果进行深度原因挖掘,了解用户的体验感受,主动交互实验流程见图2。

3.2 实验原型

实验原型是一个利用 Arduino 搭建的家庭智能音箱,主动交互实验原型见图3。该设备能够进行光效、动作、声音、AUI 和 GUI 的输出;能够实现多维运动(两个不同方向的转向引擎);3种以上不同的灯光效果;视频显示和语音输出;各种家用电器和设备的红外控制。

原型通过绿野仙踪实验法与用户进行交互,实验者在电脑处理界面远程发出指令与 Arduino 控制板进行通信。绿野仙踪实验法是指实验者远程操控机器人,控制他的移动、说话、动作等^[14]。比如高度紧急的实验任务是烧开水切断电源,实验者远程扮演智能音箱分别完成5个主动程度(非主动执行、激活后等待用户响应、执行前请求同意、执行后通知内容、直接执行)切断电源任务。被试在实验中直接与实验原型进行语音对话,由实验人员在观察室处理完成用户指令,如播放音乐、开灯和切断电源等。

3.3 实验用户

本次实验共有60名参与者(女性36名、男性24名),年龄18~55岁,平均年龄为30岁。所有被试都是通过问卷调查招募,问卷包括被试的人口信息和智能设备的使用经验(新手用户—从未使用过任

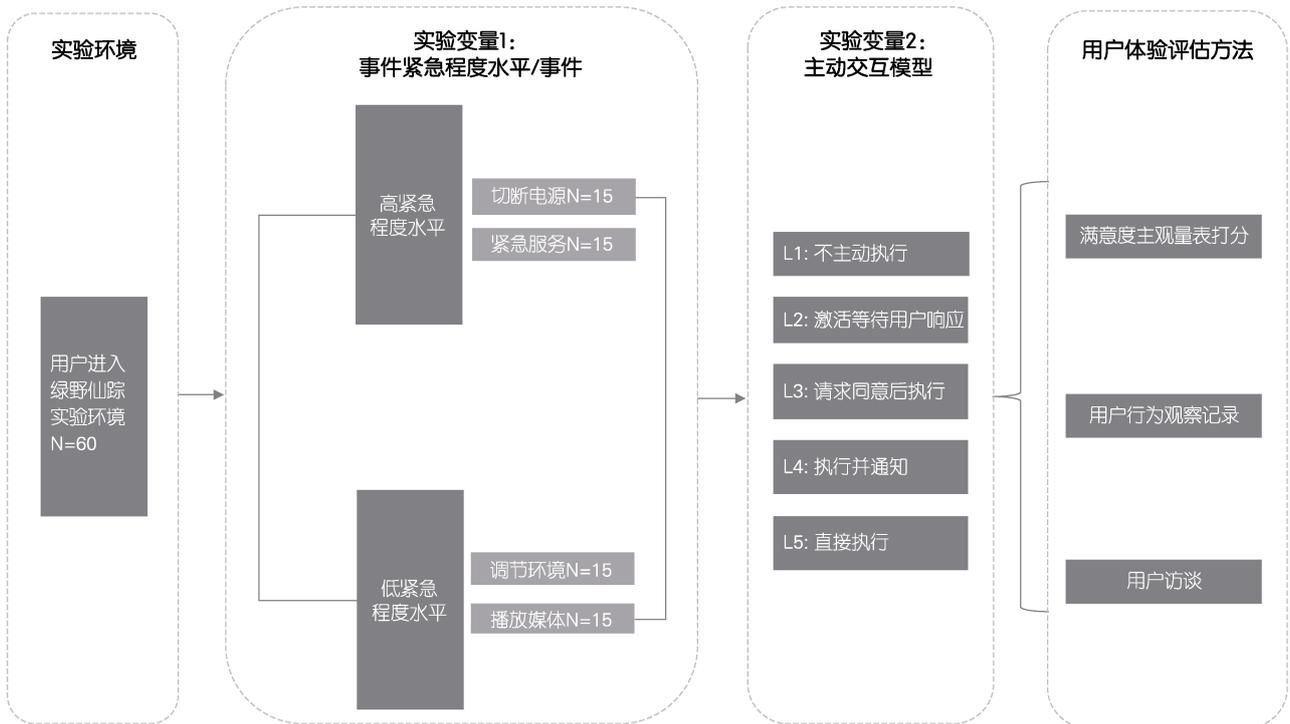


图 2 主动交互实验流程
Fig.2 Experiment process of proactive interaction experiment



图 3 主动交互实验原型
Fig.3 Prototype of proactive interaction experiment

何智能设备, n=20; 潜在用户—没有使用过, 但对智能音箱有一定了解, n=23; 专家用户—使用过智能设备的人, n=17)。大多数参与者的最高教育水平是四年制大学学历或以上 (83.3%, n=50), 其次是大专学历 (10%, n=6), 然后是高中文凭或更低学历 (6.7%, n=4)。

4 智能音箱主动模型的用户满意度研究

由于实验设计的目的是研究任务紧急程度是否会对不同主动交互程度的满意度体验造成影响, 首先使用了单因素方差分析法对定量用户体验数据分析是否存在显著影响, 同时使用了 Scheffé 事后检验对高、低紧急程度对不同主动交互模型的影响程度进行两两对比分析。研究中的所有定量数据使用 IBM

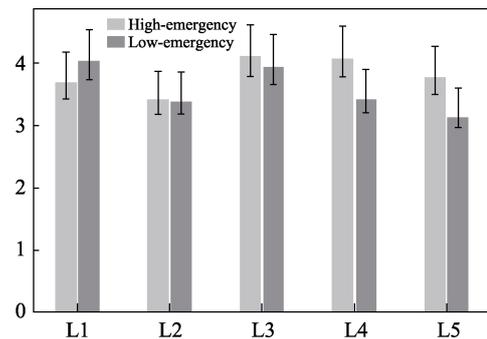


图 4 高、低紧急场景中主动交互的满意度方差分析
Fig.4 Variance analysis of satisfaction with proactive interaction in high and low emergency scenarios

SPSS v.25 (IBM Corporation, 2017 年) 进行分析。最后将定量数据、用户行为观察及访谈数据结合进行分析, 提出了在家庭场景下智能音箱主动交互行为设计策略。

4.1 用户对主动交互的满意度差异分析

本次实验共有 60 名用户参与, 最终获取有效实验数据 59 份。数据方差分析结果表明在高、低紧急环境下的 5 个主动交互层级划分对用户满意度研究具有实际意义, 能够体现出不同程度主动交互行为对用户满意度影响的显著差异性。高、低紧急场景中主动交互的满意度方差分析见图 4。Scheffé 事后检验结果表明在高度紧急情景下, 5 个不同程度的主动互动模型对满意度的影响具有显著的差异性, $F(4,59)=6.385, p=0.000$ 。通过高紧急任务中 5 个主动交互层级的两两对比发现, 用户对 L3 (执行前请求同意)

模型最为满意 ($M=4.12$), 其次是 L4 (执行后通知内容) 模型 ($M=4.10$)。用户访谈数据表明用户认为: L3 尊重自己的意见, 可以更自然地与设备沟通; L4 是高效率的, 使用户能够对家用设备的操作有一种控制感。

在低紧急情况下, 方差分析结果表明主动交互模型的满意度也具有显著差异, $F(4,59)=8.569, p=0.000$ 。Scheffé 事后检验显示, L1 (非主动执行) 和 L3 (执行前请求同意) 模型的满意度显著高于其他 3 个模型。因为用户在低紧急环境中往往会做出自己的决定。用户认为: “最好在我想开灯的时候把灯打开。当我不想它帮我的时候, 它不会干涉我。我只需要它在紧急情况下帮助我。”

研究结果表明, 高低紧急任务环境对于智能音箱不同主动交互程度的用户满意度具有显著差异, 因此任务环境的紧急程度是在设计智能音箱主动交互行为时的重要考量因素。同时, 定量数据表明 L3 (执行前请求同意) 模型在两个任务环境中都具有较好的满意度, 可以作为智能音箱主动程度的初始预设, 能够较好地为用户任务提供所需的服务信息。

4.2 主动交互的设计策略

通过对实验过程中的用户操作行为进行观察, 发现主动交互模型能够有效帮助用户完成交互任务并提高效率, 其中智能音箱的适当提醒、主动推荐服务帮助用户减少了操作时间。主动交互模型中的 L1 (非主动执行) 的交互时间最长, 随着主动交互行为等级的增加, 用户的交互时间也随之减少。实验后的用户访谈结果也表明用户对于智能音箱使用主动交互行为所带来的交互效率提升感到非常满意, 用户认为: “很舒适, 它不影响我正在做的事情而且不需要我进行思考”。但是用户依然对主动交互行为存在不信任的问题, 用户认为: “担心这种交互模式无法正确判断任务情况, 或者不能及时告知我目前任务的执行情况”。

为了能够进一步提高智能音箱主动交互模型的服务体验, 根据用户行为观察、访谈语料库以及实验数据分析结果, 结合家庭高低紧急使用环境总结出以下智能音箱主动交互行为的设计策略。

首先, 主动行为必须确保用户的掌控感。用户在确保自身对家庭智能产品运行具有掌控力的情况下, 才会放心选择使用主动交互服务。用户对智能化产品存在不熟悉以及不信任感, 因此保证用户对家庭智能音箱的掌控感是主动交互行为设计的必要条件。设计者可以在低紧急场景下尽量通过由用户自己进行决策, 或者智能音箱将所执行的功能以及原因及时告知用户等方法来提升用户掌控感, 培养用户信任度。但在高紧急场景中需要提高主动程度避免意外发生, 保证用户安全。

其次, 设计师需要为主动交互行为创造高效、简

洁的交流模式。通过对用户意图的准确预判判断, 降低对用户的打扰程度, 同时可以赋予智能音箱更多的沟通权限。在家庭高紧急场景下用户对服务效率较为重视, 智能音箱需要以比较直接的方式告知任务情况, 以便自己更高效地处理事件。

最后, 智能音箱设计需要保证在低紧急环境中进行适当交流。在低紧急任务中用户对任务的安排受自身心情和当前环境等因素影响变化较大, 频繁的主动交互会对用户造成较大幅度的干扰。因此产品能进行适当交流, 会使用户感觉更加智能, 接触意愿也会更高。

5 结语

从用户满意度的角度对智能音箱的主动交互模型在高、低紧急程度任务下的用户体验进行了深入研究, 并根据研究结果提出了相关设计策略。实验结果表明用户对智能音箱不同程度的主动交互服务的满意度具有显著差异, L3 (执行前请求同意) 在高紧急和低紧急任务中都具有较好的满意度。高紧急任务中用户倾向 L3 (执行前请求同意) 和 L4 (执行后通知内容) 交互模式, 低紧急任务中用户倾向 L3 (执行前请求同意) 和 L1 (非主动执行) 交互模式。本次实验结果为智能音箱的前期主动交互程度设定提供了设计参考, 同时本文提出的设计策略能够为智能音箱在获取目标用户相关数据后的主动交互服务迭代方向上提供建议。

随着主动交互形式在不同服务场景下的广泛普及, 用户对于主动交互的体验需求会呈现更多的差异化特征。主动交互的界面形式、反馈信息、主动策略等对用户满意度的影响是未来可以继续深入探究的研究方向。

参考文献:

- [1] 左自磊. 基于情境感知的智能家居系统设计研究——小米智能家居为例[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
ZUO Zi-lei. Research on the Design of Intelligent Home System Based on Situational Awareness: a Case Study of Xiaomi Smart Home[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2017.
- [2] MARVIN M. The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind, Simon & Schuster[M]. Japan: Reprint Edition, 2007.
- [3] OTONDO R F, SCOTTER J R V, ALLEN D G, et al. The Complexity of Richness: Media, Message, and Communication Outcomes[J]. Information & Management, 2008, 45(1): 21-30.
- [4] PATWARDHAN P, YANG J, PATWARDHAN H. Understanding Media Satisfaction: Development and Vali-

- dation of an Affect-Based Scale[J]. *Atlantic Journal of Communication*, 2011, 19(3): 169-188.
- [5] CRANT J M. Proactive Behavior in Organizations[J]. *Journal of Management*, 2000, 26(3): 435-462.
- [6] BATEMAN T S, CRANT J M. The Proactive Component of Organizational Behavior: A Measure and Correlates[J]. *Journal of Organizational Behavior*, 1993, 14(2): 103-118.
- [7] PENG Z, KWON Y, LU J, et al. Design and Evaluation of Service Robot's Proactivity in Decision-Making Support Process[C]. New York: Paper Presented at the Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems-CHI'19, 2019.
- [8] 兰玉琪, 刘松洋, 王婧. 人工智能技术在产品交互设计中的应用[J]. *包装工程*, 2019, 40(16): 14-21.
LAN Yu-qi, LIU Song-yang, WANG Jing. Application of Artificial Intelligence Technology in Product Interaction Design[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(16): 14-21.
- [9] 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): 39-43.
QIN Jing-yan. Impaction of Artificial Intelligence on Interaction Design[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(20): 39-43.
- [10] 郭宇. 人工智能与家居设计[J]. *包装工程*, 2017, 38(16): 24-27.
GUO Yu. Artificial Intelligence and Home Design[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(16): 24-27.
- [11] DE V E J, KRUEGER F, MCKNIGHT P, et al. *The World is not Enough: Trust in Cognitive Agents*[C]. Los Angeles: Sage Publications, 2012.
- [12] RÖCKER C, JANSE M D, PORTOLAN N, et al. User Requirements for Intelligent Home Environments: a Scenario-driven Approach and Empirical Cross-cultural Study[C]. *Innovative Context-aware Services: Usages and Technologies*, 2005.
- [13] QAZI A, TAMJIDYAMCHOLO A, RAJ R G, et al. Assessing Consumers' Satisfaction and Expectations through Online Opinions: Expectation and Disconfirmation Approach[J]. *Computers in Human Behavior*, 2017(75): 450-460.
- [14] RIEK L D. Wizard of oz Studies in Hri: a Systematic Review and New Reporting Guidelines[J]. *Journal of Human-Robot Interaction*, 2012, 1(1): 119-136.

(上接第 223 页)

- [8] 王嘉奇. 基于情感共生理念的宠物猫用品设计研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2018.
WANG Jia-qi. Design of Pet Cat products Based on Emotional Symbiosis[D]. Chongqing: Chongqing University, 2018.
- [9] 王香琴. 基于人与宠物犬陪伴的宠物产品设计研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2019.
WANG Xiang-qin. Study on Pet Product Design Based on Human and Pet Dog Accompanying[D]. Beijing: Beijing Institute of Fashion Technology, 2019.
- [10] 冯宝亨. 以宠物狗用品为例的宠物用品设计研究[D]. 广州: 广州大学, 2011.
FENG Bao-heng. Research on Pet Products Design Based on Pet Dog Supplies[D]. Guangzhou: Guangzhou University, 2011.