

基于情感化交互的家用扫地机器人故障表达

郝涔钧, 何人可, 尹璐, 马可

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 针对现有的家用扫地机器人的故障报错策略, 探讨情感化故障表达在家用扫地机器人中的设计需求。**方法** 通过用户访谈获取他们对家用扫地机器人在故障表达方面的情感化设计需求, 利用Kano模型进行分析, 根据相关结果展开相应的分析讨论。对家用扫地机器人在框架结构、功能服务、操作反馈和视觉效果这4个方面, 进行交互设计需求的研究, 并对其进行用户满意度指数和四象限分析。**结论** 通过以上方法, 获得用户对家用扫地机器人在故障表达中的期望与需求。用户对家用扫地机器人在故障表达中的诉求集中在可靠性和易用性上, 同时希望有适当的交互引导和情感化表达, 并对界面视觉的统一和操作流程的便捷等方面有着较大的期待。

关键词: 情感化交互; 家用扫地机器人; 故障表达; Kano模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)02-0098-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.02.013

Fault Expression of Home Robot Vacuum Based on Emotional Interaction

HAO Cen-jun, HE Ren-ke, YIN Lu, MA Ke

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: This paper is to discuss the design requirements of emotional fault expression in home robot vacuum in view of the existing fault reporting strategies of home robot vacuum. Through user interviews, the user's emotional design requirements of the home robot vacuum in fault expression are obtained, and the Kano model is used to analyze them, and the corresponding analysis and discussion are carried out according to the relevant results. This paper studies the interaction design requirements of the home robot vacuum in four aspects: framework structure, function service, operation feedback and visual effect, and carries out user satisfaction index and four quadrant analysis. Through the above methods, the user's expectations and requirements for the home robot vacuum in fault expression are obtained. They focus on the reliability and ease of use of the home robot vacuum in fault expression, hope to have appropriate interactive guidance and emotional expression, and have great expectations for the unity of interface vision and the convenience of operation process.

KEY WORDS: emotional interaction; home robot vacuum; fault representation; Kano model

信息技术的不断提升, 交互方式发展的多元化, 推动了新产品的更迭与完善。家庭清洁一直以来就是中国家庭必不可少的刚性需求, 物联网技术的不断进步和推广, 促使家用智能型机器人开始进入居家生活中^[1]。市场与资本普遍对这一进展看好, 包括比尔·盖茨在内的很多声誉极高的专业人士也曾预测, 机器人

会像个人移动设备一样走进每个人的生活^[2]。随着智能化的不断进步和发展, 使情感化交互成为产品形态与交互中的重要发展趋势。用户与产品将不再局限于物理上的机械式的使用, 人—物之间的情感交流也将随着多感官通道进入更深的层次。在人机使用过程中, 故障传递与表达将会影响用户与产品之间的信任

收稿日期: 2021-09-16

基金项目: 湖南省研究生科研创新项目 (CX20200425)

作者简介: 郝涔钧 (1995—), 女, 山西人, 湖南大学硕士生, 主攻工业设计、人机交互设计。

通信作者: 何人可 (1958—), 男, 湖南人, 硕士, 湖南大学教授, 主要研究方向为设计史论和设计战略。

感和亲密度^[3]。基于上述问题，文中根据情感化交互，来探讨 Kano 模型^[4]和四象限模型^[5]在家用智能扫地机器人故障表达方面的设计要素，从而提高用户对产品的使用体验。

1 情感化交互与家用扫地机器人故障表达

1.1 情感化交互设计概述

随着物质和技术水平的不断提升，人们在消费方面由产品本身的基础功能需求，转向更高层次的精神满足。技术也不再是交互设计的本质，交互过程中能满足人的情感体验显得更为重要^[6]。在交互系统中由人（People）、人的行为（Active）、产品使用时的场景（Context）、产品中融合的技术（Technology）和最终的产品（Product）5 个基本元素（PACT-P）组成^[7]。通过这 5 种因素之间的相互作用来满足用户的交互体验。美国著名心理学家唐纳德·诺曼指出，人的情感化体验主要是由基本功能层、交互行为层和情感反思层组成^[8]。情感化交互在人机交互中，是通过产品在情感化的 3 个层面与用户进行关联的，从而建立起安全信任和长久稳定的情感联系，使用户在产品的使用过程中获得心理满足感，得到良好的交互体验^[9]。目前，在多通道的人机交互方式下，自然情感化交互成为人机交互的研究热点^[10]。

1.2 家用扫地机器人故障表达

如今，智能化产业蓬勃发展，在家居产品的设计中也逐步实现了智能化的应用。在家居清洁方面，家用智能扫地机器人也开始走进千家万户，就目前市面上大多数的国内外扫地机器人产品来看，人机交互方式主要是由产品端的家用扫地机器人和移动端的手机 APP 构成，见图 1。

故障表达是家用扫地机器人在产品设计过程中，必不可少的人机交互环节，根据《机器人 4.0 白皮书——云一边一端融合的机器人系统和架构》，对目前市场上排名前 10（iRobot、Dyson、Panasonic、Philips、Neato、科沃斯、小米、浦桑尼克、海尔、石头）的品牌家用扫地机器人进行调研，家用扫地机器人故障表达方式均由用户、产品端的家用扫地机器人和移动端的手机 APP 所构成，见图 2。其中，当家用扫地机器人在运行过程中出现故障时，产品端会发出故障的语音提示并向移动端发送错误报告，移动端接收并转码后，再发送错误提示和文字解决方案给用户，最终用户根据移动端的信息对产品端的故障问题进行处理。

1.3 情感化交互故障表达设计对人机交互的作用

用户在交互过程中的使用感受，起源于产品使用时的外在感官刺激，从而唤醒其记忆中的感性认识，这就是所谓的主观经验与感受，这种主观的意向判断与表达是不够明确和清晰的^[11]。然而当这种模糊的感

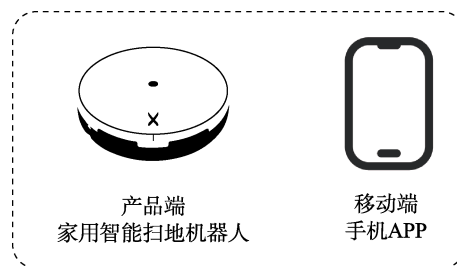


图 1 目前家用智能机器人交互终端设备
Fig.1 Interactive terminal equipment of home smart robot vacuum

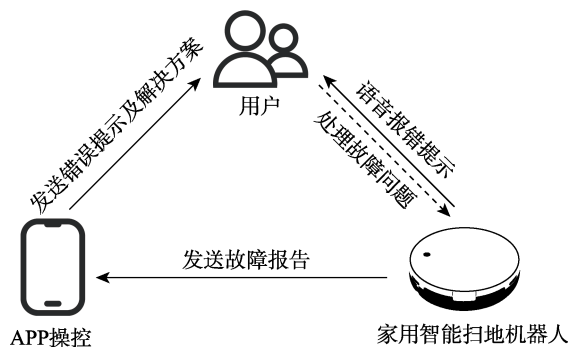


图 2 用户、产品端和移动端故障表达交互流程
Fig.2 User, product and mobile terminal fault expression interaction process

受，被捕捉并转化为情感意象运用在设计表达中时，则会帮助用户和产品产生更多的情感共鸣，建立起更为深厚的情感连接，从而满足人机交互中的情感需求。这些可以加强有使用经验的资深用户对产品的信赖，也能减少无使用经验的用户在操作中的认知负担^[12]。在产品设计中，故障表达方式与问题解决本身就需要用户进行大量的信息处理，在此过程中情感化交互的介入则能增强设计的内涵并减弱用户的认知压力，为人机交互的发展提供一种潜在的可能。

就目前全球研究情况来看，日本将道教的万物有灵概念加入情感化的交互研究之中^[13]。学者 Graenen 研究了机器人手势变化与用户情感表达之间的关系。学者 Kim 等人在 HMI（Human Machine Interface）的情感识别框架中，提出了一种新颖的情感化人机语音交互^[14]。目前中国部分互联网企业，在智能产品或语音助手的情感化交互设计领域有了初步尝试，但尚未在家居智能扫地机器人中进行研究并形成较为规范的理论指导和设计流程。例如，阿里巴巴天猫精灵团队基于 MBTI（迈尔斯布里格斯类型指标）人格理论为天猫智能音响建立了人格形象，增加了产品的情感化交互应用，从而推动智能音响的竞争力。百度地图的智能导航系统也为语音播报功能赋予了情感化语音包，从而拉近了产品与用户之间的关系。然而，在家用服务扫地机器人中的情感化交互讨论还主要集中在法学范畴内，当前国内产品主要以功能为导向，近距离社交的智能扫地机器人的情感化交互设计研究还处于初步摸索状态。

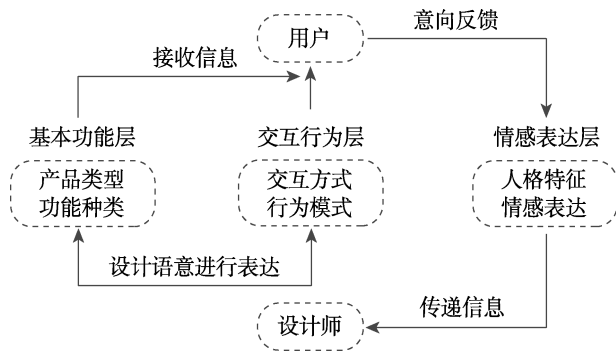


图3 情感化故障表达设计分析

Fig.3 Analysis of emotional fault expression design

2 家用扫地机器人故障表达分析

在家用扫地机器人使用过程中,故障表达是交互设计中的一项重要环节。为提高产品使用效率和用户接受度,在发生故障时,产品通过展现出情感化的行为和情绪表达来传递给用户^[15]。以学者唐·诺曼的情感三层理论^[16]为基础,将情感化故障表达设计分为基本功能层、交互行为层和情感表达层。情感化故障表达设计分析见图3。

2.1 基本功能层

产品的基本功能是情感交互产生的基础。家用扫地机器人主要是帮助用户清洁家居地面。故障报错是家用扫地机器人中较为重要的基本功能,主要是在低电提示、回充失败、故障报警等方面对用户进行报错提示。此功能是通过产品端的语音提示和移动端的错误信息发送,来提示用户解决相应的错误问题。产品的外观形态和报错时的交互行为都会以基本功能作为依据,并加以合适的情感化交互帮助家用扫地型机器人来完成故障表达。

2.2 交互行为层

在交互行为层中包含着使用产品时与人交互的内容和行为模式。文中选取了国内比较具有代表性的科沃斯地宝系列DJ35扫地机器人,其产品上只有两个按钮,分别是一个在表面的电源开关按钮和盒盖内部的重启按钮,产品表面没有界面显示屏,主要指令功能是在手机APP端操作。初次连接时需要用户先将智能手机与家用扫地机器人自带WiFi进行连接,之后在智能手机上进行指令操作。用户通过APP初次连接家用扫地机器人流程见图4。

家用扫地机器人将通过用户在手机APP端的操作进行工作,当其发生故障时,产品端会语音报错提示,并发送故障信息给移动端手机APP,移动端将会根据报错代码发送相应的错误报告和文字解决方案给用户,用户在解决完错误问题后可通过APP使家用扫地机器人继续开始新一轮的工作。产品故障报错是家用扫地机器人中一个非常重要的交互环节,也是

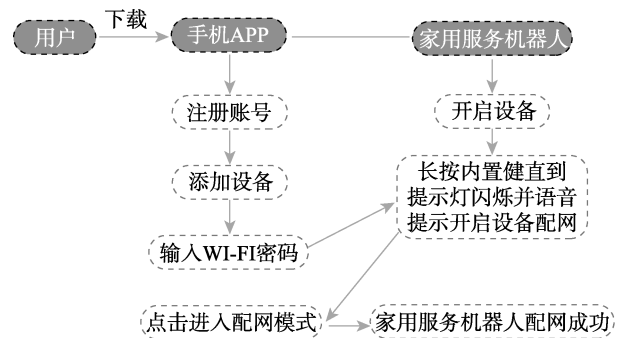


图4 用户通过APP初次连接家用扫地机器人流程

Fig.4 Flow chart of user connecting home robot vacuum through APP for the first time

影响用户体验感的重要原因之一,也会对产品品牌和其本身的信任感有所影响。如何能在产品发生故障时减少用户的情绪波动,平稳地解决错误问题完成人机交互,为产品设计合适的报错流程和表达方式,需要设计师对用户进行了了解。同时在用户使用产品的过程中,对信息的获取一般是通过人体感官中的视觉、听觉和触觉,这3种感官的共同作用会影响机器人在发生故障情况时的交互方式^[17]。

2.3 情感表达层

家用扫地机器人的情感化设计是否能满足人的心理需求,是产品设计在情感表达层的重点。基于此,在研究时对产品目前的报错情况进行分析。首先,从产品端来看,市场上大部分家用扫地机器人在发生故障时电源开关键呼吸灯呈红色闪烁,并语音提示相关错误信息,如“边刷被缠绕,请及时清理”“驱动轮悬空,请移动到新位置启动”“下视传感器积灰,请清理”等。语音提示信息中产品没有其性格特征和情感表达,趋向于生硬的信息提示。从移动端来看,故障表达则是通过错误信息文字提示用户,让用户根据相应的文字说明来处理故障问题。这样的处理过程比较流程化,产品和用户仅仅是基本功能上的交互,过程中没有情感化的交流与表达,用户在感性情感上的需求没有得到满足。对此在进行产品设计时需要为产品搭建合适的情感映射,让用户在感官体验中感受到产品的情感化交互表达,满足其对产品使用的情感化需求。

3 实证研究

3.1 情感化交互设计需求获取与提炼

在对目前的家用扫地机器人故障表达进行分析后,为获得情感化的交互设计需求,对北京、上海、厦门、南宁和广州5地,每地各5户,共25户,并有两年以上使用经验的资深用户进行了入户访谈,通过访谈来深层次挖掘用户需求,了解家用扫地机器人在故障表达方面的服务需求、使用流程和使用体验等信息。收集用户访谈的结果,并根据其故障报错场景绘制用户旅程图,对用户的痛点、情感点和机会点进

行分析，见图 5。

综合图中研究结果，分析、总结用户需求，再结合专业设计人员的意见（拥有 10 年以上的设计经

验），对用户需求进行整合与分类，最终得出情感化交互设计需求共 17 项，并按照类型进行序号排列，见表 1。

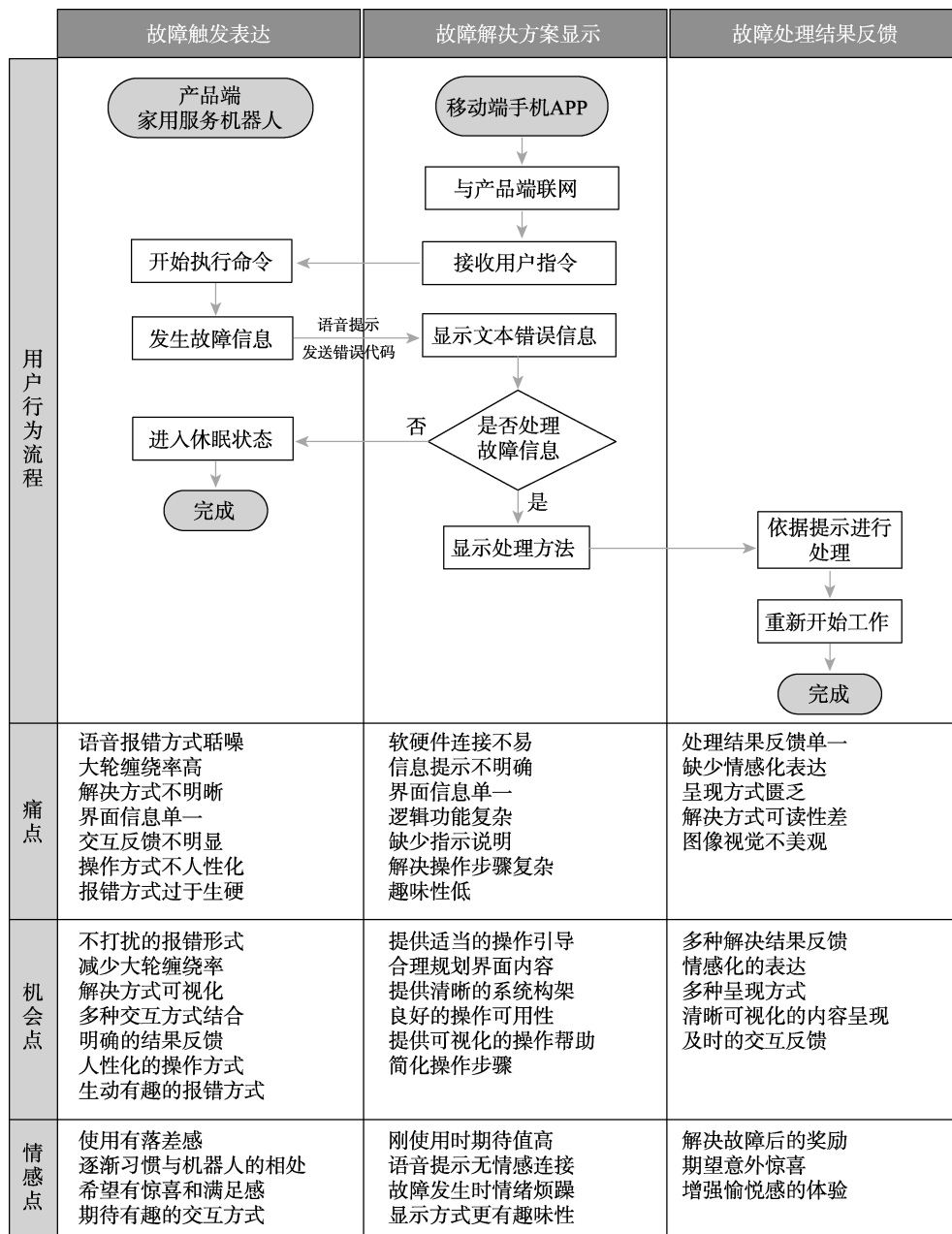


图 5 家用扫地机器人故障报错系统用户体验地图

Fig.5 User experience map of home robot vacuum fault reporting system

表 1 家用扫地机器人故障报错交互设计需求

Tab.1 Interactive design requirements for home robot vacuum fault report

设计类型	对应序号	设计需求	需求说明
框架结构	A1	系统流程结构明确	故障系统触发后流程清晰明了
	A2	界面布局明了	移动端显示界面功能布局划分清晰
	A3	故障类别清晰	故障触发后类型准确，可准确给出解决方案
功能服务	B4	故障解决方式说明	故障问题解决步骤清楚易懂
	B5	图文内容易于理解	故障解决内容易于理解，便于操作
	B6	提供帮助中心	可以提供各种问题的解决方案

续表 1

设计类型	对应序号	设计需求	需求说明
操作反馈	C7	操作流程便捷易懂	可以明确知晓故障发生后的处理方式
	C8	交互反馈良好	交互方式多样有趣味性,能得到良好反馈
	C9	交互引导适当	在用户出现迟疑时,给予用户适当指引
	C10	解决方式易于理解	解决故障呈现方式简单明白,容易理解
	C11	错误操作提示	用户操作错误时予以提示
	C12	故障表达方式多样	多种故障表达方式提示用户故障信息
视觉效果	D13	界面风格简洁统一	移动提示端界面风格样式简洁明了
	D14	界面视觉美观	移动提示端界面视觉效果好
	D15	图文大小合适	移动提示端界面图文搭配大小适中和谐
	D16	色彩搭配协调	移动提示端界面颜色搭配组合协调
	D17	图画设计美观	移动提示端界面图形设计具有一定辨识度

3.2 调研问卷收集与检验

调研共发放线上问卷 70 份,回收有效问卷 60 份。其中 72%参与调研的用户为 90 后和 95 后,与文中的目标用户特征相符,为了保证问卷调研的准确性,通过 SPSS 24.0 数据统计软件对问卷信度进行分析,其中正向问题的 Cronbach's α 值为 0.941,反向问题的 Cronbach's α 值为 0.937,均大于 0.8,说明问卷调研内部具有良好的一致性,调研结果具备可信度。

3.3 情感化交互设计需求 Kano 属性分类

将调研问卷结果与 Kano 模型评价对应,见表 2。对设计需求属性进行分类,家用扫地机器人故障报错系统设计需求的 Kano 分类结果,见表 3。

3.4 情感化交互设计需求用户满意度指数计算

根据表 3 中各个设计需求属性的分类结果,计算出各个设计需求用户的满意度指数。这里将利用学者 Berger 所提出的 Better-Worse 系数计算方式^[18],其计算公式如下:

$$\text{Better}=(A+O)/(A+O+M+I) \quad (1)$$

$$\text{Worse}=(O+M)/(A+O+M+I)\times(-1) \quad (2)$$

其中, B6、D15 为 I 无差异需求,此类需求能否满足不会对用户产生影响,因此无需对其进行满意度指数计算,其余指数满意度结果,见表 4。

表 2 Kano 模型评价
Tab.2 Kano model evaluation

需求实现	需求未实现				
	很喜欢	喜欢	无所谓	能忍受	不喜欢
很喜欢	Q	A	A	A	O
喜欢	R	I	I	I	M
无所谓	R	I	I	I	M
能忍受	R	I	I	I	M
不喜欢	R	R	R	R	Q

表 3 情感化交互设计需求 Kano 属性分类
Tab.3 Classification of Kano attributes for emotional interaction design requirements

序号	魅力需求 A	期望需求 O	必备需求 M	无差异需求 I	反向需求 R	Kano 属性
A1	16	18	20	5	1	M
A2	11	26	19	4	0	O
A3	13	20	22	5	0	M
B4	12	11	24	11	2	M
B5	10	21	17	12	0	O
B6	13	12	11	21	3	I
C7	10	27	18	5	0	O
C8	15	27	14	4	0	O
C9	25	11	13	9	2	A
C10	16	21	14	7	2	O
C11	24	12	13	11	0	A
C12	25	12	15	8	0	A
D13	16	24	6	14	0	O
D14	30	14	7	9	0	A
D15	14	8	18	20	0	I
D16	20	13	11	16	0	A
D17	16	14	11	19	0	I

表 4 家用扫地机器人故障表达设计需求用户满意度指数
Tab.4 User satisfaction index for fault expression design requirements of home robot vacuum

序号	分类	Better	Worse	序号	分类	Better	Worse
A1	M	0.56	0.63	C9	A	0.60	0.40
A2	O	0.61	0.75	C10	O	0.61	0.58
A3	M	0.55	0.70	C11	A	0.60	0.41
B4	M	0.38	0.58	C12	A	0.61	0.45
B5	O	0.51	0.63	D13	O	0.66	0.50
C7	O	0.61	0.75	D14	A	0.73	0.35
C8	O	0.70	0.68	D16	A	0.55	0.40

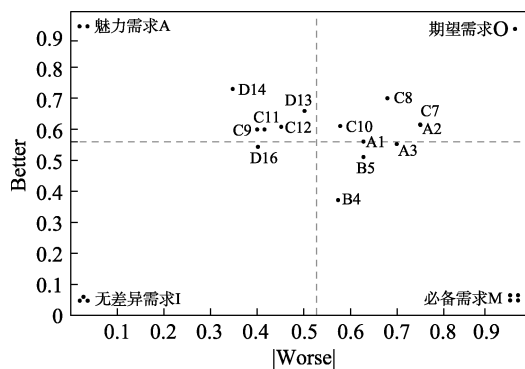


图 6 家用扫地机器人故障表达设计需求四象限
Fig.6 Four quadrant diagram of fault expression design requirements for home robot vacuum

3.5 设计需求重要度排序

为了解不同设计需求对用户的重要性影响程度,根据表 4 的计算结果,进行家用扫地机器人故障表达设计需求象限图分析,并以均值作为临界线^[19],见图 6。

从图中可以发现,一象限是期望需求,代表重要且急需,包括 A1, A2, C7, C8, C10,即信息框架流程明确,界面布局清晰、可读,操作流程便捷、易懂,交互反馈高效,故障解决方式对用户的满意度尤为重要,是建立用户与产品之间信任度的关键因素。二象限是魅力需求,代表重要但不急需,包括 C9, C11, C12, D13, D14,即操作方式引导合理,错误操作予以提示,多种故障表达方式,界面风格简洁统一,界面视觉效果美观,这样设计需求的实现能帮助提升产品魅力,为用户带来良好的体验,增强用户与产品之间的情感连接。三象限为无差异需求,代表不重要且不急需,包括 D16 即界面色彩搭配协调,此项需求不会影响到用户。四象限为必备需求,代表不重要但急需,包括 A3, B4, B5,即故障表达类别清晰,故障问题解释说明和图文内容易于理解,这些需求是故障表达设计需求中的基础。在这四象限中一象限是界面设计时用户需要的重要需求,二象限和四象限的设计需求,则会帮助产品进一步提升用户满意度。一象限与四象限中设计需求是非常重要且急需的,这些需求的实现会极大地提升用户的满意度,因此将这些象限中的设计需求,作为后续故障表达界面设计的重要依据。

4 设计输出

4.1 家用服务机器人故障表达设计要素分析

人是有思想和情感的复杂生物体,在实际设计过程中,用户对产品会有基本生理功能和心理情感上的设计需求^[20]。家用扫地机器人故障表达设计的需求列表明确了用户的产品设计需求,实际设计中还需要考虑用户的心理需求和情感化表达。在产品故障报错的场景中,用户会因产品故障而产生相应的负面情绪,

在其解决故障问题的同时,需要对其消极情绪进行适当的引导和转移,使用户在产品发生故障时可以顺利解决相应的问题。

家用扫地机器人故障表达设计需求的研究结果表明,其重要的设计要素主要是在框架结构方面,用户对完整的故障处理流程和清晰的交互界面布局的需求程度最高,这样可以降低用户使用产品时的认知负荷。在功能服务方面,故障问题的解决步骤要清楚、易懂,减少不必要的操作流程,以提高用户的使用效率,增加用户对产品的信任度。在操作反馈方面,需要便捷的操作流程、良好的交互反馈和简单的解决呈现方式。例如,在家用扫地机器人的用户群中会有一些产品使用经验较少的用户,及时进行交互反馈和引导,能使用户明确自己的操作行为,减少用户的焦虑情绪,并加强用户与产品的情感化交互。在视觉效果方面,简洁统一的界面风格,可以帮助用户减少处理界面信息的疲劳感,为用户带来良好的视觉体验。

4.2 家用扫地机器人交互界面设计

家用扫地机器人作为可以交互和移动的智能终端设备,根据其设计需求和情感需求,并结合家用扫地机器人在使用场景、功能和方式等方面特点,对其交互界面进行了设计,见图 7。在交互界面设计中,采用了产品拟人化的方式,为产品赋予人格特征,通过表情、动作、角色、语言和行为等方式在产品发生故障时给予提示,帮助用户排除故障问题。这种情感拟人化的设计方式构建了产品人格意向,使用户和产品之间产生相应的情感共鸣,激发其在故障问题产生时的同理心,减弱因此问题带来的负面情绪,顺利完成产品故障场景问题的解决。

4.3 设计介入前后分析

将设计介入前和设计介入后的故障报错移动界面进行分析,见图 8。在设计介入前,产品端发生故障后,移动端会接收到文字版的错误信息提示和故障解决方式,提示方式较为单一,不利于用户对产品故障问题的了解与处理。设计介入后,产品端发生故障时,移动端首先将接收到故障问题的类目、具体内容提示和拟人化产品图示,用户在确认处理故障信息后,则会有文字和图片相结合的方式帮助用户处理相应的故障问题。在故障信息提示中加入拟人化的产品图示,使用户与产品产生更多的情感共识,帮助用户减少在产品故障产生时带来的负面情绪和认知负担,从而提升用户的交互体验,采用情感化的设计方式解决产品在故障报错场景中的问题。

4.4 故障表达界面设计评估

将改版前和改版后的家用扫地机器人故障表达界面设计制作成素材包,发放给参与问卷评估的人员,邀请 20 名深度研究并参与设计过家用扫地机器人的从业人员,进行线上调研问卷式的专家设计评审,见图 9。



图 7 家用扫地机器人故障报错移动端提示和解决方式界面
Fig.7 Mobile terminal prompt and solution interface of fault report for home robot vacuum



图 8 家用扫地机器人故障报错移动界面设计前后对比
Fig.8 Comparison of mobile interface design before and after fault report of home robot vacuum



图 9 家用扫地机器人故障报错移动界面设计评估素材包
Fig.9 Design and evaluation material package for mobile interface design of home robot vacuum

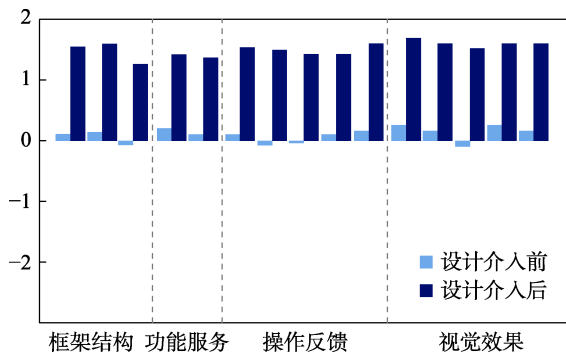


图 10 家用扫地机器人故障报错移动界面设计评估结果
Fig.10 Evaluation results of mobile interface design for home robot vacuum

设计评审从界面设计的框架结构、功能服务、操作反馈和视觉效果 4 个方面，采用李克特量表分析法，即“不满意”为-2 分、“能忍受”为-1 分、“无所谓”为 0 分、“满意”为 1 分、“非常满意”为 2 分，进行设计前后的满意度评价，见图 10。从评估结果中可以看出，设计介入后的交互界面设计满意度均高于设计介入前，从而验证了优化设计后的交互界面与用户的设计需求相匹配，情感化交互设计有利于提升用户对故障表达的满意度。

5 结语

文中采用用户访谈和 Kano 模型理论，对家用扫地机器人在框架结构、功能服务、操作反馈和视觉效果 4 个方面，进行了交互设计需求的问卷调查，并根据结果对其进行了用户满意度指数和四象限分析。研究结果对以用户需求为出发点的研究有潜在价值，为后期优化家用扫地机器人情感化故障表达提供了参考，可帮助提升用户对产品的满意度和使用体验。

参考文献：

- [1] 袁佳炜, 张新景, 覃傲, 等. 家庭扫地机器人市场需求及发展趋势分析[J]. 科技资讯, 2019(19): 73-75.
YUAN Jia-wei, ZHANG Xin-jing, QIN Ao, et al. Market Demand and Development Trend Analysis of Home Sweeper Robots[J]. Science and Technology Information, 2019(19): 73-75.
- [2] DEUTSCH I, EREL H, PAZ M, et al. Home Robotic Devices for Older Adults: Opportunities and Concerns[J]. Computers in Human Behavior, 2019, 98(SEP): 122-133.
- [3] 孙欣欣, 靳文奎. 移动应用中的情感交互设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(14): 51-54.
SUN Xin-xin, JIN Wen-kui. Research on Emotional Interaction Design in Mobile Applications[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 51-54.
- [4] ATLASON R S, STEFANSSON A S, WIETZ M, et al. A Rapid Kano-based Approach to Identify Optimal User Segments[J]. Research in Engineering Design, 2018, 29(5): 459-467.
- [5] 张芳兰, 贾晨茜. 基于用户需求分类与重要度评价的产品创新方法研究[J]. 包装工程, 2017, 38(16): 99-104.
ZHANG Fang-lan, JIA Chen-xi. Research on Product Innovation Method Based on User Demand Classification and Importance Evaluation[J]. Packaging Engineering, 2017(16): 99-104.
- [6] 辛向阳. 混沌中浮现的交互设计[J]. 设计, 2011(2): 45-47.
XIN Xiang-yang. Interaction Design Emerging in Chaos[J]. Design, 2011(2): 45-47.
- [7] 李世国. 体验与挑战: 产品交互设计[M]. 南京: 江苏美术出版社, 2008.
LI Shi-guo. Experience and Challenge: Product Interaction Design[M]. Nanjing: Jiangsu Art Press, 2008.
- [8] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学: 情感设计[M]. 北京: 中信出版社, 2012.
NORMAN D A. Design Psychology: Emotional Design[M]. Beijing: CITIC Press, 2012.
- [9] 陈香. 产品设计价值评价基准的再设定[J]. 艺术百家, 2013(3): 215-217.
CHEN Xiang. Resetting of Evaluation Criteria for Product Design Value[J]. Art Hundred, 2013 (3): 215-217.
- [10] 任淑愉. 基于情景感知的自然交互界面设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2016.
REN Shu-yu. Research On Natural Interactive Interface Design Based on Situational Awareness[D]. Nanjing: Southeast University, 2016.
- [11] 刘霁虹, 支锦亦, 支宇. 产品设计中基于思维自适应模型的用户认知研究[J]. 机械设计, 2018, 35(2): 115-118.
LIU Ji-hong, ZHI Jin-yi, ZHI Yu. User Cognition Research Based on Thinking Adaptive Model in Product Design[J]. Mechanical Design, 2018, 35(2): 115-118.
- [12] 何人可, 王玥虹, 马超民[J]. 包装工程, 2021, 42(6): 77-82.
HE Ren-ke, WANG Yue-hong, MA Chao-min[J]. Packaging Engineering, 2021, 42 (6): 77-82.
- [13] JOOSSE M, LOHSE M, JORGE G P, et al. What You Do is Who You Are: the Role of Task Context in Perceived Social Robot Personality[C]. Karlsruhe: 2013 IEEE International Conference On Robotics and Automation. IEEE, 2013.
- [14] STEFANO S B. Cognitive and Emotional Information Processing for Human-Machine Interaction[J]. Cognitive Computation, 2012, 4(4): 383-385.
- [15] PICARD R W. Affective Computing: Challenges[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2003, 59(12): 55-64.

(下转第 115 页)