

具身认知视域下的家居消毒产品设计与验证研究

方耀^{1,2}, 魏庆一^{1,2}, 方可可^{1,2}, 李子明^{1,2}, 李双旭^{1,2}, 卢兆麟^{2*}

(1.北京理工大学 唐山研究院, 河北 唐山 063611; 2.北京理工大学, 北京 100081)

摘要: **目的** 旨在探索具身认知理论在家居消毒产品上应用的可行性与成效, 提出具身认知视角下的家居消毒产品设计策略, 并通过设计实践及验证探索其合理性。**方法** 以具身认知设计策略为基础, 设计了一款具有手部清洁消毒、个人物品消毒、空间温湿度监测功能的家居消毒产品, 并采用 1:1 纸模结合 Arduino 的形式产出可交互原型。为验证其科学性, 设置具身设计为实验组, 非具身设计为对照组, 并进行对照实验。采用 SAM 情绪自我评定量表与 SUS 产品可用性量表分别对用户情绪及产品可用性进行测试验证。**结果** 在家居消毒产品的设计上, 采用具身设计-实验组在用户愉悦度及产品可用性上均显著优于非具身设计-对照组。**结论** 将具身认知引入家居消毒产品的设计中, 能有效地提升用户情绪及产品可用性, 使用户保持健康。

关键词: 工业设计; 家居消毒产品; 具身认知; 产品可用性

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)24-0042-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.005

Design and Verification of Household Disinfection Products from the Perspective of Embodied Cognition

FANG Yao^{1,2}, WEI Qing-yi^{1,2}, FANG Ke-ke^{1,2}, LI Zi-ming^{1,2},
LI Shuang-xu^{1,2}, LU Zhao-lin^{2*}

(1. Tangshan Research Institute, Beijing Institute of Technology, Hebei Tangshan 063611, China;

2. Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the feasibility and effectiveness of applying embodied cognition theory to household disinfection products, propose the household disinfection product design strategies from the perspective of embodied cognition, and explore their rationality through design practice and validation. Based on the embodied cognition design strategy, a household disinfection product with hand cleaning and disinfection, personal item disinfection, and space temperature and humidity monitoring was designed, and an interactive prototype was produced with a 1:1 paper model combined with Arduino. To verify its scientific nature, an experiment was set up with an experimental group through an embodied design and a control group through a non-embodied design. The SAM emotion self-assessment scale and the SUS product usability scale were used to test and verify user emotion and product usability, respectively. In the design of household disinfection products, the embodied design-experimental group significantly outperformed the control group-non-embodied design in terms of user pleasure and product usability. Introducing embodied cognition into the design of household disinfection products can effectively improve user emotion and product usability and promote users to maintain health.

KEY WORDS: industrial design; household disinfection products; embodied cognition; product usability

收稿日期: 2023-07-18

基金项目: 教育部人文社科基金(222YJA760055), 教育部产学研合作协同育人项目(220801867261228), 北京理工大学唐山研究院创新实践项目(TSYSSJ202212)

*通信作者

伴随着新冠疫情的全球肆虐, 人们的家居生活方式发生了改变, 防护消毒逐渐成为日常习惯。报告显示, 面对疫情人们最关心家人间的传染^[1]。疫情过后, 近七成人更关注家居健康, 倾向深层清洁, 超九成年轻人愿意使用智能家居清洁类产品^[2]。面对快速增长的用户需求与市场前景, 该品类产品在消费市场崭露头角的同时各种问题也逐渐浮现^[3]。因此站在社会需要的角度, 洞悉人们的日常消毒过程, 设计一款提高用户消毒效率并促进用户身心健康的家居消毒产品迫在眉睫。本研究从具身认知的角度出发, 以家居消毒作为主要研究场景, 探讨在家居消毒产品设计中引入具身认知理论的科学性。

1 具身认知相关研究现状

1.1 具身认知

具身认知 (Embodied Cognition), 也被译作涉身认知。最早起源于心理学家吉布森在 1979 年提出的知觉生态学理论, 他从心理学的角度阐明具身认知的理论, 并推动其发展^[4]。具身认知与传统身心二元论相对立, 强调身体构造在认知过程中的关键作用。该理论重在阐述人类认知的许多方面都受到物理世界经验的影响, 包括日常产品和物理界面的触觉互动, 以及感觉运动系统对思维的直接影响^[5], 也即身体的感知觉、活动方式, 都决定了人们看待和认识世界的方式, 并通过身体的体验和相对应的行为活动方式形成人的认知^[6-7]。

1.2 具身认知的应用现状

目前具身认知被应用于不同科学领域当中。例如, 来自斯坦福大学的 Biswas 等^[8]利用手势作为抽象概念的外部表述, 他们认为如果手势能够被识别并正规化, 那么就可以被用作知识索引和检索工具, 并基于此提出了 I-Gesture 方法和原型, 允许用户可以在特定的领域定义一个手势词汇, 最终集成为一个手势词汇的数字博物馆。Holland 等^[9]将具身认知运用于音乐教学领域, 通过“触觉鼓套件”工具, 培养节奏技能和多肢协调能力, 从而系统地发展学生认知、识别、记忆、保留、分析、再现等不同阶段的能力, 以及创作多声部节奏的技能。单杰等^[10]将具身认知应用于建筑学领域, 以具身认知理论为出发点, 提炼适应儿童身体活动和认知发展的空间设计原理及空间特征, 从而提出儿童交互空间概念。具身认知在不同领域的成果经验也为现代设计提供了一个全新的视角。

近年来, 在设计领域内对具身认知的应用研究日益增长。例如, 张晓晨等^[11]提出了基于具身认知的导盲导向产品设计方案, 克服了现有产品导向信息离散、使用过程不流畅等问题。李刚等^[12]则从环境关联、感知关联、交互关联和认知关联等方面阐述了具身认知与智能车载信息娱乐系统的身体关联性, 并提出了

相应的设计策略。Huck 等^[13]通过具身认知体现移情, 设计了能够促进社区内对话的仪式。刘佳蕾^[14]则通过引入具身认知, 设计了一款膝关节功能恢复器, 并结合虚拟现实技术, 增加了交互式的游戏机制, 以鼓励用户积极融入康复环境。这些研究表明, 引入具身认知理论能够提高产品的易用性、效率、用户体验, 其设计领域具有广泛的应用前景。但前人研究尚未直接涉及具身认知在家居消毒产品上的应用与验证, 本课题的设计目标可归纳为以下两点。

1) 以具身认知为指导设计产品的交互方式, 在提高产品可用性的同时, 改善人们在家居场景下的消毒体验。

2) 将产品原型作为实验材料, 验证具身认知视角下的家居消毒产品设计是否能在有效提高产品可用性的同时改善用户情绪, 并收集用户的使用反馈。

2 设计策略与实践

2.1 设计策略

在具身认知中, 人们的思维方式被称为意象图式, 包括空间图式、容器图式、运动图式、平衡图式等, 它源于人们身体与周围环境互动的经验。同时, 这些意象图式也规定了人们的思维和推理方式^[15]。其中, 上-下意象图式是一个经典意象图式, 与其有关联的隐喻包括: 好是上, 坏是下; 快乐在上, 悲伤在下; 健康在上, 疾病在下等^[16]。根据上-下意象图式的特点, 在实验中将具有积极意象的向上动作引入产品的操作流程中。

根据市场调研及用户需求, 目前家居消毒产品按照消毒对象可大致划分为三大品类: 身体消毒、空间消毒、个人物品消毒。不同品类产品的消毒方式各不相同, 操作方式也复杂多样。通过产品的创新设计改善用户焦虑情绪及降低产品操作学习成本, 并整合产品种类及操作方式, 以提高产品可用性。这将成为本课题探讨的重点。结合具身认知理论及家居消毒产品使用需求, 归纳并得出设计与验证思路见图 1。

2.1.1 手部清洁消毒

手部是人体接触细菌最多的部位, 也是直接接触身体的部位。因此, 做好手部清洁工作可有效防止病毒和细菌的侵入。与此同时, 手势是日常生活中常用的具身化表达方式, 具身认知认为特定的运动行为会对情绪产生特定的影响。例如, 人们在做出向上舒展的动作时, 会产生积极的心理认知, 反之做出向下蜷缩动作时, 所带来的情绪认知也为负向^[17]。所以在产品的操作使用上, 应选取带有积极意义的动作来作为产品的交互方式, 以改善用户情绪状态。

2.1.2 个人物品消毒

紫外线杀菌目前在市面上被广泛地应用, 其优势

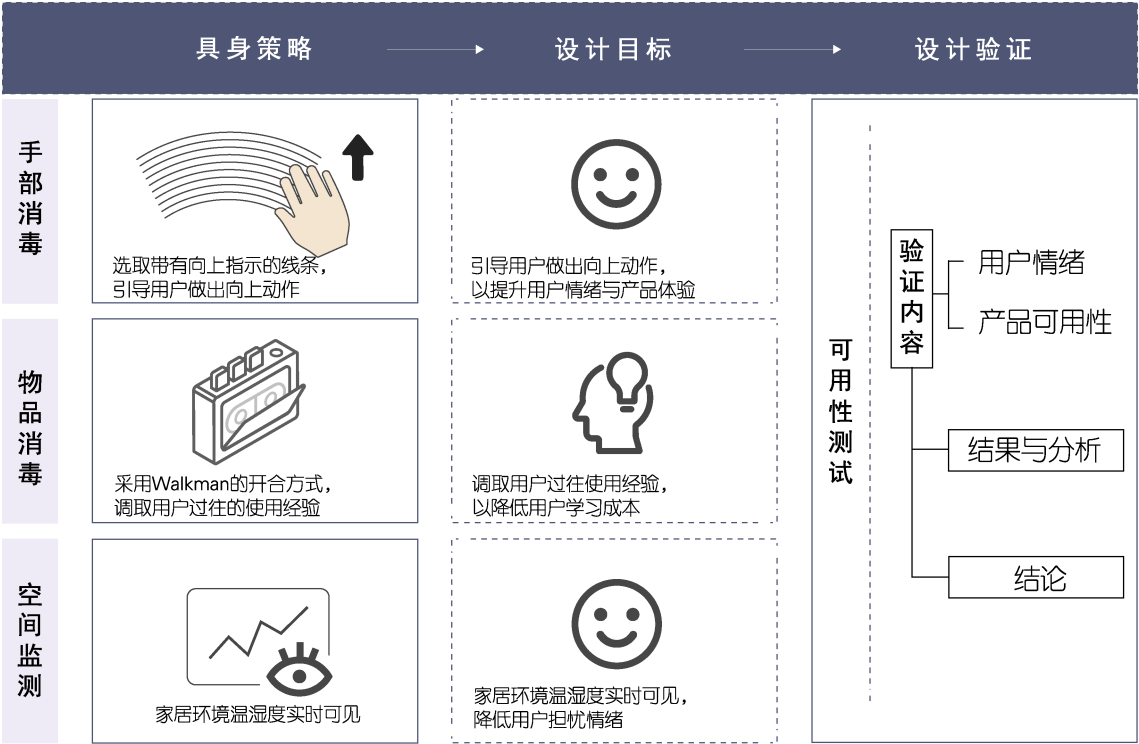


图 1 基于具身认知的家居消毒产品设计与验证思路

Fig.1 Design method and validation approach for household disinfection products based on embodied cognition

在于杀菌迅速、无化学反应且运行成本较低。但紫外线具有一定的适用条件，辐照能量低，穿透力弱，且不得照射人体。紫外线消毒装置的发射范围和强度存在差异，因此在消毒过程中必须合理选择紫外线消毒装置的位置，确保被消毒物体在紫外线的有效范围内^[18]。张凯等^[19]在研究中，将深泽直人先生所设计的 CD 播放器作为案例，展示出其在用户在与产品交互的同时，不仅改变了用户的行为过程，也唤醒着人们的情绪。因此，在紫外线消毒部分的设计过程中，要寻找用户在过往产品中的使用经验，使其与消毒物品的交互行为产生耦合，从而唤起用户的情感认知，提升用户体验。

2.1.3 空间温湿度监测

医学领域内的多项相关研究中显示，环境温湿度与新冠病毒的传播产生关联性^[20]。当环境平均温度为 9.5℃ 时，SARS-CoV-2 的传播速率最大^[21]。在 Wang 等^[22]的研究中也同样提及各地区研究时段平均气温与累计病例数之间存在关联。在另外两篇针对环境温湿度与 COVID-19 传播速率的研究中表明，湿度越大，病毒的传播速率可能越大^[23]。因此，家居环境的温湿度监测对家居防疫也至关重要。结合具身认知理论，可采用可视化设计以降低用户担忧等负面情绪^[3]。用户可以根据实时显示的家居温湿度情况对家庭环境进行调节，以达到防疫目的。

2.2 设计实践

笔者首先通过草图发散的形式对家居防疫产品

进行了造型上的探索，部分方案如图 2 所示。在 Van Rompay 等^[24]的研究中发现，表面纹理的处理会改变人们的味觉感知。同时，在 Dewey^[25]的研究中也提到“……不同的线条和不同的线条关系已经潜移默化地被赋予了价值和意义，这些价值和意义来自于我们与周围世界的每一次接触所产生的经验。”这些研究都试图解释人们在日常生活中的，身体与物品的互动时因具身认知所带来的影响。因此，在产品的造型设计中，通过细化添加带有向上指示的表面纹理处理方式去引导用户的操作，然后采用 Rhino 7 及 Keyshot 11 对该方案进行建模渲染，最终产品效果图见图 3，具体操作方式见图 4。

3 实验验证

3.1 实验设计

根据具身认知（Embodied Cognition）理论，人所处环境及身体行为会影响其情绪感知。身心是作为一个整体系统共同进化和发展的，用户与设备交互时所使用的动作和手势可能潜在性地影响用户在操作任务中的情感感知^[26]，故本研究设计具身（实验组）与非具身（对照组）两种操作方式进行对照。被试采取站姿状态进行实验，在产品实验设计中，具身组将通过产品表面纹理装饰线的处理去引导用户的操作，以纹理方向指示用户挥动上肢产生一定幅度的向上动作作为触发方式。非具身组则采用在转轴侧放置图标的方式引导用户操作使用^[27]，用户肢体保持相对静

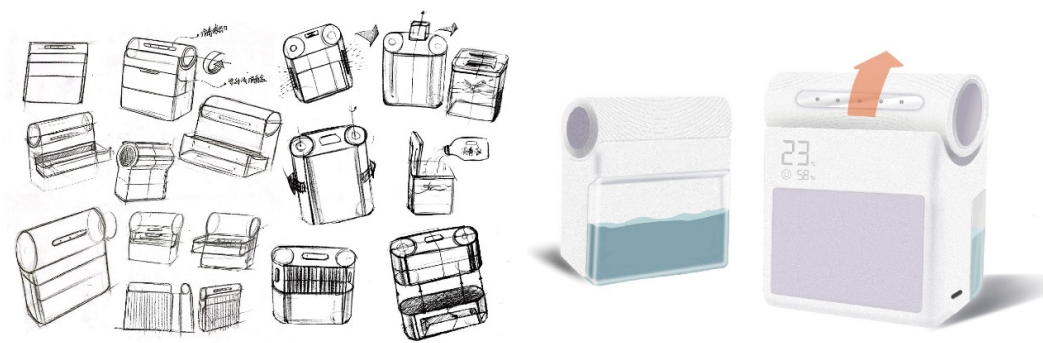


图 2 部分方案草图
Fig.2 Part of the plan sketch



图 3 产品效果图
Fig.3 Product renderings

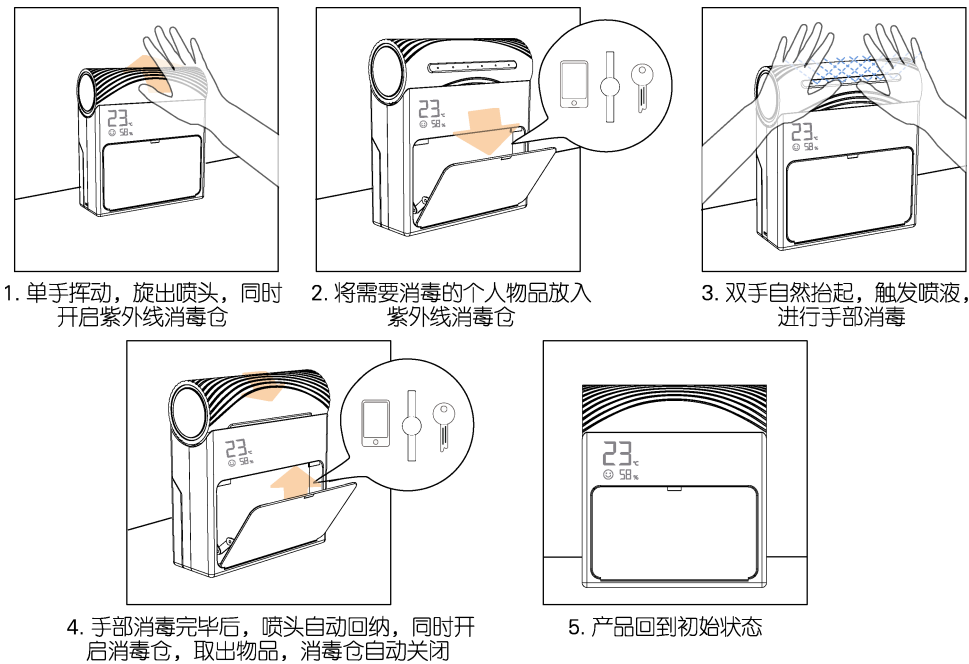


图 4 产品使用说明
Fig.4 Product user manual

止，仅以手部旋动转轴的动作作为触发方式，具体实验原型及操作方法见图 5。

3.2 实验流程

在测试前，首先向被试简单介绍本产品，并让用户简单试用。随后被试需依次完成指定任务，并

填写量表。实验过程全程录像，在结束后进行量表数据分析得出结论，并进行设计优化，流程如图 6 所示。

3.3 实验场地与设备

为了还原真实使用场景，实验使用与家庭玄关高

度基本一致的立柜，并将其放置在实验室入户门口处，同时使用 1：1 的产品原型并嵌入 Arduino 开发板与传感器。摄像机选用富士 XS10，以保证实验中的正常使用。实验设备与实验环境如图 7 所示。

3.4 实验过程

实验流程将基于图 6 进行，依据被试所在的组别，主持人进行相应的试验任务安排。所有被试组在开始实验前都将简单了解实验背景及产品操作方式。

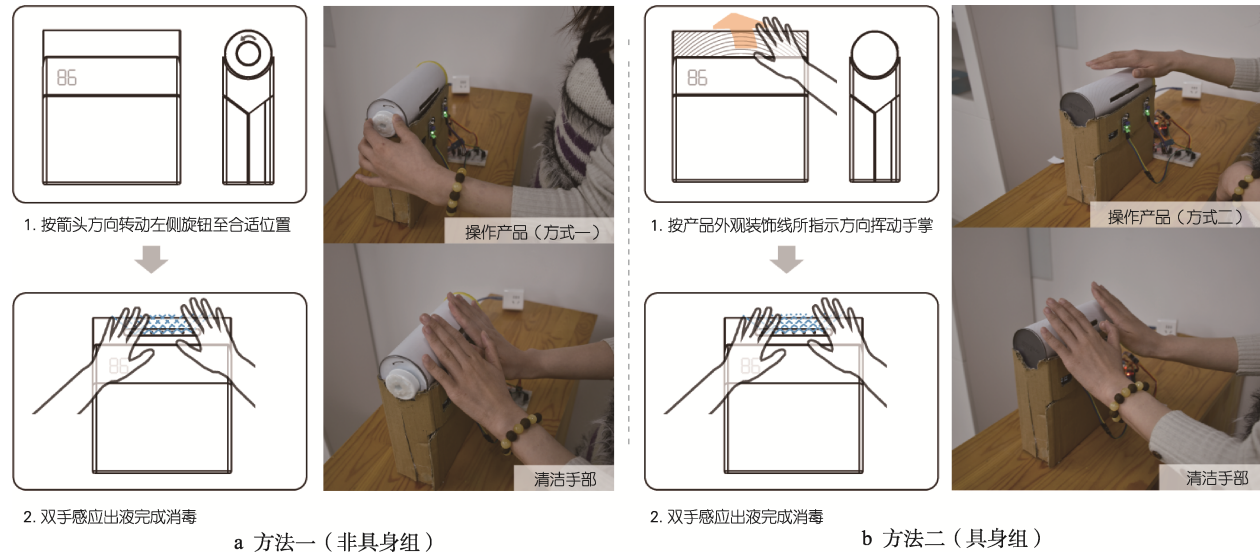
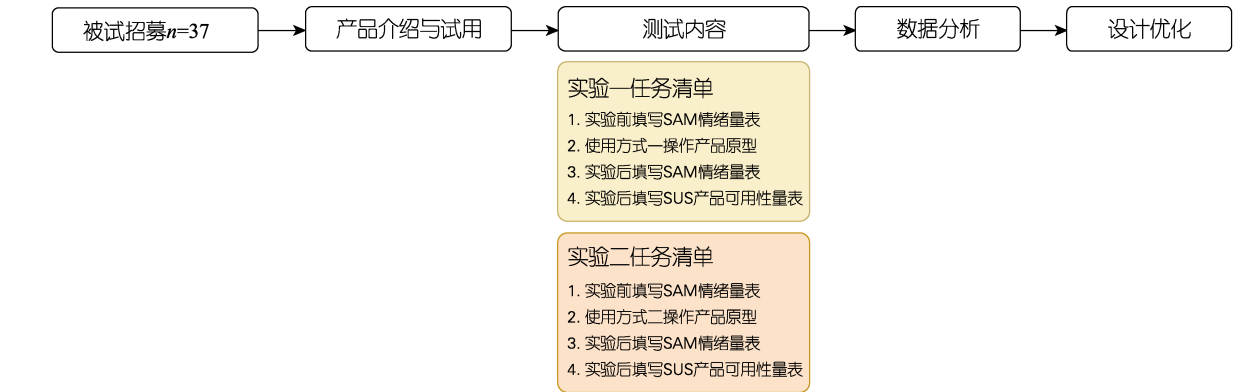


图 5 实验原型及操作方法
Fig.5 Experimental prototype and operating instructions



*每位被试需要完成实验一及实验二，为减少数据误差，被试随机被分为A/B两组，实验内容完全一致，仅调换实验一与实验二的测试顺序。

图 6 实验流程图
Fig.6 Experimental flowchart

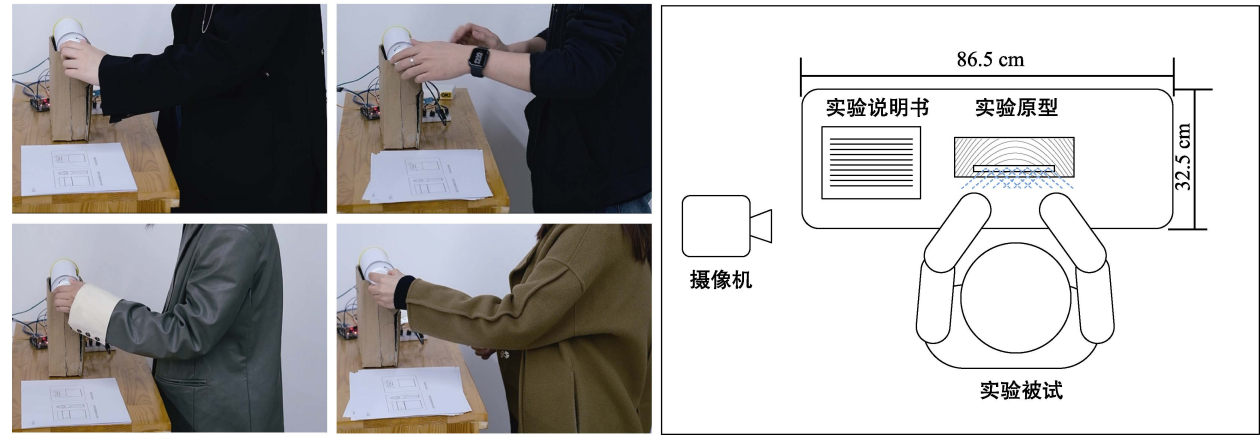


图 7 实验环境图
Fig.7 Experimental environment photos

被试组 a 依次进行实验一及实验二的操作, 被试组 b 则调换实验一与实验二的顺序。为保证获取准确的实验数据, 在两次实验之间设置休息环节, 每位被试会获得零食及饮料并在休息 3 min 后完成剩余实验。过程中, 非具身与具身两种操作方式分别以方式一和方式二作为名称, 主持人仅就开发板与传感器操作问题与被试交流。当被试完成实验任务后, 主持人将引导其进行下一步任务。为防止用户在填写重复量表时与先前填写的内容产生对照, 每一次量表填写完毕后, 主持人都将立即回收量表。

4 数据处理与分析

4.1 被试人群分析

根据实验数据的统计结果, 本次实验的被试共计 37 人, 剔除由未完成填写问卷造成的异常数据 1 个,

最终符合要求的被试有 36 人。被试在性别分布方面无明显差异, 男女人数分布较均匀, 女性稍多。男女占比分别为 45.4%和 55.6%。被试年龄分布集中于 23~28 岁, 平均年龄为 23.9 岁。

4.2 被试情绪体验测试结果

使用 SAM 情绪量表^[28]测量用户在实验中的情绪变化, 在 Ren 等^[29]的研究中也使用了类似的方法进行用户情绪测量, 即将试验后的愉悦度、唤醒度、优势度和均值分别与实验前的对应数据相减, 得到被试在两个实验中情绪指标的变化值(如表 1 所示)。

对 SAM 量表的结果进行统计整理后发现, SAM 量表中的三个指标(愉悦度、唤醒度、优势度), 其均值、中位数都表现出实验二高于实验一的特征, 见表 1。这一定程度上反映出被试在实验二中的情绪感知更强烈, 产品也具有更高的可用性。

表 1 SAM 量表描述性统计
Tab.1 Descriptive statistics of the SAM scale

项目	实验一 变化值	实验二 变化值	实验一-愉悦度 (P)变化值	实验一-唤醒度 (A)变化值	实验一-优势度 (D)变化值	实验二-愉悦度 (P)变化值	实验二-唤醒度 (A)变化值	实验二-优势度 (D)变化值
平均值	0.48	0.87	0.17	0.69	0.58	0.72	1.06	0.83
中位数	0.33	0.83	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00
标准偏差	1.17	1.06	1.21	1.35	1.81	1.06	1.35	1.42
方差	1.37	1.13	1.46	1.82	3.28	1.12	1.83	2.03
最小值	-2.00	-2.67	-2	-2	-5	-3	-2	-3
最大值	3.67	3.00	3	5	5	3	5	4

4.3 产品可用性测试结果

在工业可用性研究中, SUS 可用量表^[30]占研究后问卷使用量的 43%^[31]。因此, 本次研究采用 SUS 量表评估产品的可用性。在对可用性量表的结果进行整理后发现, 实验一的可 SUS 均值是 66.94, 实验二的 SUS 均值是 74.72。根据 SUS 分数的曲线分级范围, 实验一的可使用性平均值评级为 C, 实验二的可使用性平均值评级为 B。因此, 实验二使用的原型具有更高的可用性, 详见见表 2。

表 2 实验一与实验二的 SUS 测试结果
Tab.2 SUS test results for experiment 1 and experiment 2

名称	样本量	最小值	最大值	平均值	标准差	中位数
实验一 SUS	36	25.000	95.000	66.944	14.977	67.500
实验二 SUS	36	27.500	100.000	74.722	13.794	76.250

4.4 相关性分析

相关性分析一般用于变量之间关系密切程度的研究。本研究通过 Pearson 相关系数检验来描述用户情绪与产品可用性的相关性^[32]。结果如表 3 所示, SAM 情绪量表总差值及各单项差值均与 SUS 产品可

用性分数之间呈现出显著性, 说明 SAM 情绪量表总差值及各单项差值均与 SUS 产品可用性分数呈正相关关系。实验用时与 SUS 产品可用性分数之间无相关关系。

表 3 相关性分析
Tab.3 Correlation analysis

项	相关系数	P
实验 SAM 总差值-SUS	0.535	0.000**
实验(愉悦度 P)差值-SUS	0.449	0.000**
实验(唤醒度 A)差值-SUS	0.423	0.000**
实验(优势度 D)差值-SUS	0.439	0.000**
时间-SUS	-0.084	0.484

注: 表中 “**” 表示 $P < 0.01$ 。

4.5 配对样本 t 检验

配对样本 t 检验是检验两组完全同质的研究样本之间是否存在差异的统计方法^[33]。为测试具身认知是否会提升用户的情绪和产品的可用性, 将处理后的问卷数据导入 SPSS。将实验一和实验二的愉悦度(P)、唤醒度(A)、优势度(D)和产品可用性(SUS)数据分别进行一一对应并配对, 样本 t 检验结果如表 4

所示。

通过表 4 可得，实验一愉悦度（P）差值和实验二愉悦度（P）差值之间呈现出显著性（ $t=-2.279$ ， $P=0.029$ ），实验一愉悦度（P）差值的平均值明显低于实验二愉悦度（P）差值的平均值。实验一 SUS 分数和实验二 SUS 分数之间呈现出显著性（ $t=-2.748$ ，

$P=0.009$ ），实验一 SUS 分数的平均值明显低于实验二 SUS 分数的平均值。其中，愉悦度变化量与产品可用性分数分布情况见图 8。从图 8 中可知，与实验一相比，实验二愉悦度变化的中位数提高了 1，且实验二的产品可用性分数在各个分位的分数均高于实验一。

表 4 配对样本 T 检验
Tab.4 Paired samples t-test

配对编号	项	平均值	标准差	平均值差值	t	P
配对 1	实验一 SAM 差值	0.48	1.17	-0.39	-1.395	0.172
	实验二 SAM 差值	0.87	1.06			
配对 2	实验一愉悦度 P 差值	0.17	1.21	-0.56	-2.279	0.029*
	实验二愉悦度 P 差值	0.72	1.06			
配对 3	实验一唤醒度 A 差值	0.69	1.35	-0.36	-1.082	0.287
	实验二唤醒度 A 差值	1.06	1.35			
配对 4	实验一优势度 D 差值	0.58	1.81	-0.25	-0.565	0.576
	实验二优势度 D 差值	0.83	1.42			
配对 5	实验一 SUS 分数	66.94	14.98	-7.78	-2.748	0.009**
	实验二 SUS 分数	74.72	13.79			

注：表中“*”表示 $P<0.05$ ；“**”表示 $P<0.01$ 。

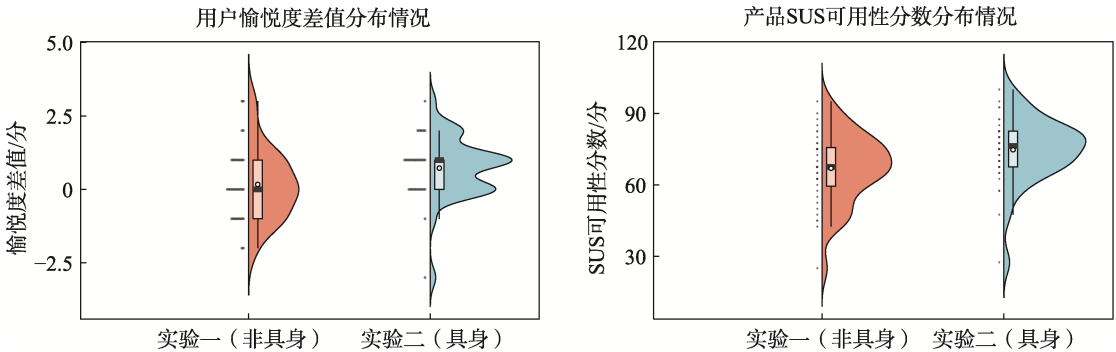


图 8 用户愉悦度差值与产品可用性分数分布情况
Fig.8 Distribution of difference in user pleasure scores and product usability scores

4.6 实验结论

将具身认知理论应用于家居防疫产品设计会显著提升用户的愉悦度。从配对样本 t 检验中显示的结果来看，实验一与实验二的用户愉悦度差值呈现 0.05 显著性，同时结合描述性统计及小提琴图的数据分布情况来看，其均值、中位数都表现出实验二高于实验一。

具身认知应用于家居防疫产品设计能够提高产品的可用性。从 SUS 的评分结果上来看，具身产品设计相较非具身产品设计的可用性更高，产品基本满足用户使用的有效性、满意度，以及使用效率。

根据相关性检验结果来看，用户情绪与产品可用性呈正相关关系，由于时间关系并没有对此结果进行进一步的深挖，找到其是否存在解释与被解释的关系，在未来的研究中将会继续完成此部分工作。

5 结语

居家消毒逐渐成为人们健康生活必不可少的一个环节，其产品设计则更加需要考虑易用性及用户的情感体验。本研究结合目前已有具身认知相关研究案例，讨论了具身认知在居家消毒产品中的可用性，提出具身认知视角下的居家消毒产品设计策略，并进行设计实践。通过实验验证其可行性，在设计中引入具身认知理论，优化了家居消毒产品用户体验及产品可用性，给予用户具身化的操作引导，在减少学习成本的同时，也促进用户积极使用该类产品并保持身心健康。

参考文献：

[1] 腾讯医典. 益普索-2020 公众健康行为洞察报告 [EB/OL]. (2021-03-05) [2023-6-10]. <https://www.dydata>

- io/datastore/detail/1979448587079258112/.
- Tencent Medipedia. Ipsos-Insight Report on Public Health Behavior in 2020[EB/OL]. (2021-03-05) [2023-06-10]. <https://www.dydata.io/datastore/detail/1979448587079258112/>.
- [2] 克劳锐指数研究院. 智能清洁家电市场分析及品牌营销观察[EB/OL]. (2022-11-21)[2023-06-12]. <https://www.cbndata.com/report/3064/detail?isReading=report&page=7>. Topklout Index Research Institute. "Analysis of the Intelligent Cleaning Home Appliance Market and Insights on Brand Marketing"[EB/OL]. (2022-11-21)[2023-06-12]. <https://www.cbndata.com/report/3064/detail?isReading=report&page=7>.
- [3] 詹子含, 吴绍兰. 具身认知理论下的防疫产品设计方案研究[J]. 设计, 2022, 35(17): 131-133.
- ZHAN Zi-han, WU Shao-lan. Research on Design Method of Epidemic Prevention Products Based on Embodied Cognition Theory[J]. Design, 2022, 35(17): 131-133.
- [4] 何灿群, 吕晨晨. 具身认知视角下的无意识设计[J]. 包装工程, 2020, 41(8): 80-86.
- HE Can-qun, LYU Chen-chen. Unconscious Design from the Perspective of Embodied Cognition[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 80-86.
- [5] CASTILHO V, HENRIQUES D, CORREIA W, et al. Embodied Cognition and Tactile Interaction: A Review on How Multi-sensorimotor Experiences Assisted by 3D Printing Can Shape the General Perception of Daily Activities[C]// International Conference on Human-Computer Interaction. New York: Springer International Publishing, 2020: 324-338.
- [6] 叶浩生. "具身"涵义的理论辨析[J]. 心理学报, 2014, 46(7): 1032-1042.
- YE Hao-sheng. Theoretical Analysis of the Meaning of "Embodiment"[J]. Acta Psychologica Sinica, 2014, 46(7): 1032-1042.
- [7] 郑皓元, 叶浩生, 苏得权. 有关具身认知的三种理论模型[J], 2017, 37(3): 195-199.
- ZHENG Hao-yuan, YE Hao-sheng, SU De-quan. Three Theoretical Models of Embodied Cognition[J]. Journal of Psychological Science, 2017, 37(3): 195-199.
- [8] BISWAS P, FRUCHTER R. Using Gestures to Convey Internal Mental Models and Index Multimedia Content[J]. AI & Society, 2007, 22(2): 155-168.
- [9] HOLLAND S, BOUWER A J, DALGELISH M, et al. Feeling the Beat Where It Counts: Fostering Multi-limb Rhythm Skills with the Haptic Drum kit[C]// Proceedings of the 4th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. New York: ACM Press, 2010: 21-28.
- [10] 单杰, 梅洪元. 基于具身认知的儿童交互空间设计研究[J]. 建筑学报, 2021(S1): 86-91.
- SHAN Jie, MEI Hong-yuan. Research on Interactive Space Design for Children Based on Embodied Cognition[J]. Journal of Architecture, 2021(S1): 86-91.
- [11] 张晓晨, 姚小玉, 胡飞. 具身认知视角下连续触感导盲导向产品设计[J]. 包装工程, 2021, 42(16): 113-119.
- ZHANG Xiao-chen, YAO Xiao-yu, HU Fei. Design of Continuous Tactile Navigation Products from the Perspective of Embodied Cognition[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(16): 113-119.
- [12] 李刚, 周韵. 基于具身认知的智能车载信息娱乐系统交互设计研究[J]. 无线互联科技, 2020, 17(7): 73-74.
- LI Gang, ZHOU Yun. Research on Interaction Design of Intelligent In-vehicle Information and Entertainment System Based on Embodied Cognition[J]. Wireless Internet Technology, 2020, 17(7): 73-74.
- [13] HUCK J, COULTON P, GULLICK D, et al. Supporting Empathy through Embodiment in the Design of Interactive Systems[C]// Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. California: IEEE, 2015: 523-528.
- [14] 刘佳蕾. 基于具身认知理论的膝关节功能恢复器体验设计研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2019.
- LIU Jia-lei. Research on the Experience Design of Knee Joint Function Recovery Device Based on Embodied Cognition Theory[D]. Xi'an: Shanxi University of Science and Technology, 2019.
- [15] 叶浩生. 有关具身认知思潮的理论心理学思考[J]. 心理学报, 2011, 43(5): 589-598.
- YE Hao-sheng. Embodied Cognition: A Consideration from Theoretical Psychology[J]. Acta Psychologica Sinica, 2011, 43(5): 589-598.
- [16] 刘爽. 从感知到意义[D]. 北京: 中央美术学院, 2016.
- LIU Shuang. From Perception to Meaning [D]. Beijing: Central Academy of Fine Arts, 2016.
- [17] 孔翠婷, 潘沪生, 张烈. 具身认知视角下的博物馆体感交互设计研究[J]. 装饰, 2020(3): 90-93.
- KONG Cui-ting, PAN Hu-sheng, ZHANG Lie. Research on the Interaction Design of Embodied Interactive Exhibits in Museums from the Perspective of Embodied Cognition[J]. Art & Design, 2020(3): 90-93.
- [18] 文尚胜, 左文财, 周悦, 等. 紫外线消毒技术的研究现状及发展趋势[J]. 光学技术, 2020, 46(6): 664-670.
- WEN Shang-sheng, ZUO Wen-cai, ZHOU Yue, et al. Research Status and Development Trend of Ultraviolet Disinfection Technology[J]. Optical Technique, 2020, 46(6): 664-670.
- [19] 张凯, 焦阳. 具身认知对产品设计的启迪[J]. 设计, 2016(7): 62-63.
- ZHANG Kai, JIAO Yang. Inspiration of Embodied Cognition for Product Design[J]. Design, 2016(7): 62-63.
- [20] 任梦圆, 陈俊熹, 吐鲁 B, 等. 环境温湿度对新型冠状病毒传播影响研究的现状及展望[J]. 环境化学, 2020, 39(6): 1473-1478.
- REN Meng-yuan, CHEN Jun-xi, TULU B, et al. Current Status and Prospects of Research on the Influence of Environmental Temperature and Humidity on the Spread of Novel Coronavirus[J]. Environmental Chemistry, 2020, 39(6): 1473-1478.