



包装工程

Packaging Engineering

ISSN 1001-3563, CN 50-1094/TB

## 《包装工程》网络首发论文

题目：智能家居产品显隐融合交互设计研究  
作者：邓力源，李栋宁  
网络首发日期：2023-08-22  
引用格式：邓力源，李栋宁. 智能家居产品显隐融合交互设计研究[J/OL]. 包装工程. <https://link.cnki.net/urlid/50.1094.TB.20230822.1043.002>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

## 智能家居产品显隐融合交互设计研究

邓力源, 李栋宁

(江南大学, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** **目的** 在智能时代背景下, 以显隐融合的思路, 探索智能家居场景中新交互新范式的转型方向。**方法** 以显隐式交互连续体框架为基础, 结合显隐式交互的优缺点、可转化性和智能家居产品特征, 进行系统整合与综合分析。**结果** 论证了显隐融合是当前技术困境下智能家居产品体验升维的关键途径之一, 明确了显隐融合的必要性和可行性, 归纳出三种显隐融合交互设计模式, 以及不同交互设计模式中的交互方式组合比例, 并提出了进一步融合的设计思路: 显隐并置、动态赋权和双向延异, 以实现三种交互方式的协调合作。**结论** 智能家居产品显隐融合的交互设计模式和思路, 回应了当前智能家居产品交互设计中存在的问题, 并为推进智能交互新范式的转向提供了参考方向和研究路径。**关键词:** 智能家居产品; 显隐融合; 交互设计; 设计范式

## Research on Explicit and Implicit Integration Interaction Design of Smart Home Products

DENG Li-yuan, LI Dong-ning  
(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**ABSTRACT:** In the context of the smart era, the transformation direction of the new interaction paradigm in the smart home scene is explored with the idea of convergence of explicit and implicit. Based on the framework of the explicit-implicit interaction continuum, a systematic integration and comprehensive analysis is conducted by combining the advantages and disadvantages of explicit-implicit interaction, transformability and smart home product features. It is argued that explicit-implicit fusion is one of the key ways to upgrade the experience of smart home products under the current technical dilemma, and the necessity and feasibility of explicit-implicit fusion are clarified. Three explicit-implicit fusion interaction design modes are proposed, and the ratio of interaction mode combinations in different interaction design modes is clarified, and design ideas for further fusion are proposed: explicit-implicit juxtaposition, dynamic empowerment and two-way delayed difference, so as to realize the coordination of the three interaction modes. cooperation. The interaction design pattern and ideas of smart home products with explicit and implicit fusion respond to the current problems in the interaction design of smart home products and provide a reference direction and research path to promote the shift to a new paradigm of intelligent interaction.

**KEY WORDS:** smart home products; explicit-implicit integration; interaction design; design paradigm

人工智能技术的突破使智能家居产品迸发出强大的市场价值。根据国际数据公司（IDC）全球季度智能家居设备报告，2021 年智能家居全球销售量超过 8.95 亿台，预计未来 5 年，智能家居产品出货总价值将增长到 3829 亿美元<sup>[1]</sup>。在蓬勃市场的驱动下，越来越多的智能家居产品面世并渗入人们的生活中，逐渐覆盖了家庭空间的每个角落。一方面，用户在主动扩大智能家居产品生态系统，寻求更复杂的连接体验。另一方面，“懒人经济”促使消费需求由“生活型”向“享受型”不断演进<sup>[2]</sup>。在“复杂系统”和“懒人操作”的矛盾交织下，传统交互设计思维和方法已不足以支撑智能化社会技术的结构转变以及人与物互动系统的复杂性<sup>[3]</sup>。如何在复杂智能家居场景下让用户感受到智慧化的服务体验，成为智能时代交互命题发展的重要方向之一。

## 1 智能家居产品

### 1.1 智能家居产品概念

智能家居的概念产生于 20 世纪 80 年代初，1984 年世界上第一幢智能家居在美国建成后，智能家居的概念迅速普及至全世界范围<sup>[4]</sup>。在相关领域内，智能家居通常作为一个系统性的概念来进行研究，如 Aldrich<sup>[5]</sup>认为智能家居是“配备计算和信息技术的住宅，它预测并响应居住者的需求，通过管理家庭内部技术与外部世界的连接，努力提高居住者的舒适度、便利性、安全性和娱乐性”。Lutolf<sup>[6]</sup>将智能家居描述为“通过使用各种通信系统在家庭内部集成不同的服务，实现高度的智能功能和灵活性，确保经济、安全和舒适的体验”。智能家居产品则是组成智能家居系统的各种具体的智能产品，与智能家居宏观概念相对应，智能家居产品是宏观系统中的微观组成，也是智能家居研究中的基础组成部分之一，二者相辅相成。目前已有许多研究在宏观、系统和整体的层面对智能家居进行了研究，但由于智能家居产品的异质性和实际使用场景的具体性，需要从微观层面进行深度与广度的进一步研究拓展。因此，聚焦于智能家居产品的交互设计研究，从微观视角切入，探寻智能家居产品自然交互的设计思路，可以为智能家居宏观层面的交互设计系统底层框架提供基础支撑，进而推动智能时代交互范式的转向。

### 1.2 现有智能家居产品的交互问题

尽管在宏观层面已有众多智能家居相关的研究支撑，但是在具体实践层面，由于不同智能家居产品的异质性、使用场景的复杂性和用户需求的动态性，智能家居产品在使用过程中仍暴露出一些问题：

1) 人机协同交互体验仍有待改进。在智能家居系统中，每个智能家居产品独特的功能意味着其交互方式应有所不同。但是目前大部分智能家居产品都统一采用传统的互联网交互设计思维，即基于“触发-响应/执行”式的单向、线性交互逻辑。将这种交互逻辑生硬地“迁移”到功能各异的智能家居产品上，不仅造成交互体验的失衡，也限制了智能技术的发挥。

2) 多元使用场景的适配性尚需提升。目前智能家居产品的交互主要建立在智能设备的自动化之上。通过设定不同的运行规则，经由动态传感器，在特定条件下触发智能设备的自动化运行。但这种规则通常是机械且固化的，只能在特定场景使用，并不能自适应动态的场景和随之变化的用户需求。

3) 对用户动态需求的应变性有待加强。用户属性（年龄、心理、生理情况等）的多样化以及时空变化的不可预估性，意味着用户交互需求的复杂性，停留在工具性层的交互无法产生体验的质变。相关数据报告指出：58% 已使用智能家居产品的用户认为智能产品自主智能弱，无法自适应需求变化，更多地需要手动调整；62% 已使用智能家居产品的用户认为目前智能产品无法精准理解自己的需求<sup>[7]</sup>。

综上所述，现有智能家居产品的交互模式与用户的理想预期之间仍有不小的罅隙。因此，近年来交互设计领域逐渐向更大范围的生态系统进行探索，寻找交互范式转变的切入点<sup>[3]</sup>。

在智能技术的驱动下，隐式交互与传统的显式交互在相互结合中，带来了全新的研究视野和思路，提供了用户与智能家居交互系统弥合的可能性。

## 2 显隐式交互结构分析

### 2.1 显隐式交互的提出

1991 年，Weiser<sup>[8]</sup>提出了“普适计算（Ubiquitous computing）”的概念，用以描述未来无处不在的计算机通过隐入后台“消失不见”的方式为人们提供服务，并基于用户注意力的使用情况，构建了“中心—边缘”模式。Weiser 提出的注意力的中心与边缘见图 1。1995 年，Weiser 和 Brown<sup>[9]</sup>进一步提出了“平静技术（Calm technology）”概念，认为计算技术应该消失在背景中，不仅通过将其“隐藏”在环境中，而且通过将它们的使用整合到日常生活中，以便交互可以在关注焦点之外进行。平静技术的目的是让技术和产品回归人性，通过合理分配用户注意力，避免非必需的干扰，凸显科技的人性化。Bakker 等人<sup>[10]</sup>则在平静技术概念和“中心—边缘”模型的基础上提出了显隐式交互连续体框架，见图 2。该框架进一步细分了注意力水平，并以此提出了三种交互方式：显式交互、边缘交互和隐式交互。

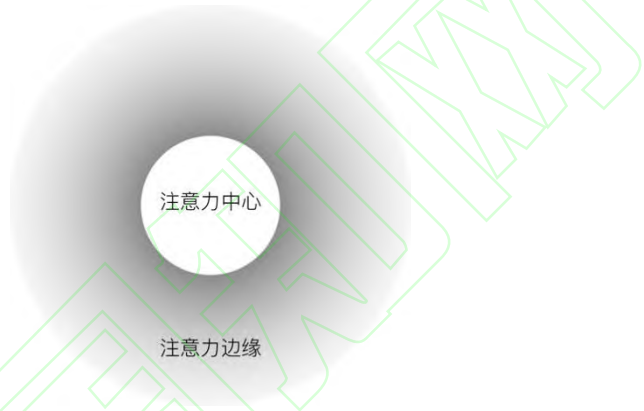


图 1 Weiser 提出的注意力的中心与边缘  
Fig.1 Center and edge of attention proposed by Weiser

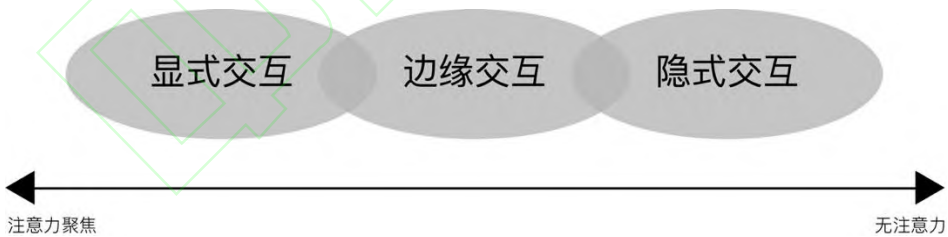


图 2 Bakker 等人提出的显隐式交互的连续体框架  
Fig. 2 The continuum ranging from explicit interaction to implicit interaction proposed by Bakker et al.

### 2.2 显式、边缘和隐式交互的优势与不足

隐式交互的两个关键维度是设备主动性和用户注意力需求，即隐式交互无需请求用户操作即可自主决策并发起交互，且这种交互通常发生在用户注意力范围之外，驱动使用过程的淡化和透明，以此实现用户和设备之间的无缝接口<sup>[11]</sup>。2000 年，Schmidt<sup>[12]</sup>定义了隐式交互的概念：用户不再关注交互过程本身，也过多地考虑如何使用设备或者系统，而是由设备或者系统主动地、隐式地识别和理解用户行为，并将理解后的信息作用于人机交互过程。隐式交互突破了传统交互僵化逻辑的限制和约束，其主动交互的特征意味着多任务并行处



理的可行性，无注意力消耗则解放了用户的繁琐操作，为智能交互设计注入了更多人性化和灵活性。但是由于当前技术和算法的局限性，隐式交互还无法完美识别上下文信息，自适应用户的随机需求，在实际应用中有时会误解用户的真实意图，并产生不合时宜的交互。此外，隐式交互也意味着交互主导权和决策权的转移，过多或不合时宜的隐式交互也会造成控制感和安全感的缺失。

边缘交互介于完全集中的注意力和无注意力的范围之间，处于用户的注意力边缘，即用户通过极少的注意力资源便可完成交互。这也意味着边缘交互是一种快速、短暂的交互，用户从主要任务到次要任务的短暂转移，并可以在任何阶段发起与结束；也可以在主要任务的同时兼顾次要任务。但这种交互方式同样存在不小的限制。首先，边缘交互只适用于处理次要的非关键任务，因此交互的粗糙程度较高，精细程度较低；其次，无论是哪种边缘交互，除了易于启动和使用，还要易于放弃：即使交互未完成，也不造成任何影响，因此边缘交互的可适用范围相对狭窄<sup>[13]</sup>；最后对于需要同时进行多任务的边缘交互，在交互时不可占据同一种注意力资源。

显式交互是发生在注意力中心的交互，要求用户完全集中的注意力。从技术角度来说，人工智能永远无法完全理解人类的情感和思维，隐式交互对用户意图的推理和理解必然存在误差。从交互设计角度来说，可控感是用户体验的重要组成部分。因此以人类主导的显式交互在智能时代也有其存在的必要性。在显式交互中，用户将自己的需求意图明确传达于智能家居产品，从而保证交互的效果与质量。显示交互具备精细颗粒度的控制性，用户能获得对于家庭环境的控制能力，消除失控、混乱的情况，获得一种自信和安全的体验感受。显式交互的高精细度交互特点，也意味着其具有排他性的特征。其体验流程要求连续、集中的注意力资源，如被打断通常会产生负面感受。与此同时，显式交互需要消耗大量的注意力资源，过多的显式交互容易造成信息过载和交互疲劳。

综上所述，并不存在一种完美的交互方式，显式、边缘和隐式三种交互方式各有利弊，各自的使用都需要在合理的范围内。表 1 总结了三种交互方式各自的利弊，对应的用户需求和适用范围，可作为各种交互方式选择的参考。

表 1 三种不同交互方式的分析总结

Tab.1 Summary of the three different interaction methods

交互方式	交互性质	优势	局限	适用范围
显式交互	被动式，高注意力	高精度、控制感	排他性、注意力资源消耗大	重要程度高、传达特定意图的交互、紧急性高/意料之外的交互事件、自定义/详细设置等
边缘交互	被动式，低注意力	便捷、自然、高效	不可使用同一种注意力资源	次要任务、突发的临时交互事件、操作感与高效率并行的交互、任务负荷指数低 <sup>[14]</sup> 的交互等
隐式交互	主动式，无注意力	多任务并行、自适应调整	意图推测不完美、控制感缺失	重要和紧急程度低的任务、非关键性的交互 <sup>[15]</sup> 、重复/固定/繁琐/持续耗时耗力的交互、已建立的用户习惯交互、自动化规则 <sup>[16]</sup> 等

2.3 显隐融合的必然性和可行性

动态性的人处在动态性环境中，决定了不存在一种固定的交互范式能满足任何变化。语义学家 Wendell Johnson 认为，用静态的语言捕捉变动的现实，会造成很多困扰。用户与智能设备的交互也是一种沟通行为，在复杂智能家庭空间中，静态（固定）的交互方式已经无法满足动态的用户需求，仅靠一种交互方式并不能弥合智能时代下用户期望与智能家居产

品之间存在的罅隙。虽然在设计实践中，有部分智能产品有意或无意地尝试了不同交互方式的组合设计，但未抽象成具有指导意义的设计框架。因此，需要在方法论层面，将显式交互、边缘交互和隐式交互三种交互方式进行整合，使三种交互方式之间能动态流转，无缝衔接合作，以应对复杂的情境和交互需求，既减轻繁琐交互的负担，又保持合理的控制感，这也必然是未来智能家居交互设计的趋势。

Bakker 等人提出的显隐式交互的连续体框架中已经暗含了显隐融合的趋势。显式交互、边缘交互和隐式交互作为一种连续体，三者之间的界限并非完全割裂，而是交叉重叠的。在智能家居中，显式交互方式在经过设计简化或者用户自然熟悉后，可以转化为边缘交互；边缘交互一端可以根据用户意愿将次要任务提升为主要任务，进而转为显式交互；另一端则可以简化到一定程度，嵌入到用户的肌肉记忆和无意识行为之中，或转化为自动方式进行的隐式交互。而隐式交互则需要通过边缘交互或显式交互来反馈交互情况，根据需求随时转化为用户主导的边缘或显式交互。由此，这三种交互方式具备了衔接的契合性和融合的可能性，形成了显隐融合交互设计的基础。

2.4 显隐融合交互设计模式构建

Bakker 等人的显隐式交互连续体框架说明了显式、边缘和隐式交互的划分依据。本研究在 Bakker 等人的显隐式交互连续体框架基础上，结合显隐式交互的优缺点及可转化性，进一步研究了在智能家居场景下，三种交互方式的融合结构。根据不同智能家居产品各自的功能特性和交互需求，复合考虑三种交互方式在智能家居产品中的构成，并采用对应的比例进行组合，以弥合实践应用中交互范式与产品异质性之间的鸿沟，以此归纳出三种显隐融合交互设计模式：正三角模式、沙漏型模式和双锥型模式，如图 3 所示。

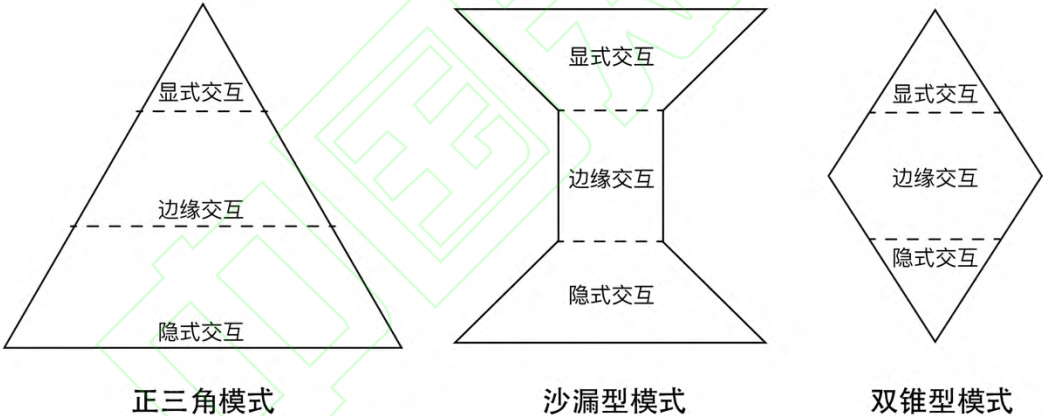


图 3 三种显隐融合交互模式

Fig. 3 Three explicit and implicit fusion interaction modes

三种显隐融合交互设计模式都有其优势、适用场景和对应的相关产品，三种显隐融合交互模式分析见表 2。

表 2 三种显隐融合交互模式分析

Tab.2 Analysis of three explicit and implicit fusion interaction modes

模式	应用场景	运行模式	相关产品	设计目标
正三角模式	日常生活/健康日常娱乐等常规场景	日常以隐式交互为主，辅以边缘交互，特殊情况下才转向显式交互	扫地机器人、照明产品、窗帘、空调、恒温器、冰箱、音乐播放器、空气净化器、马桶、宠物喂食器等	智慧化服务体验

沙漏型模式	安防/急救/生命日常监测设备以门锁、监控设备、紧急呼叫/报警与财务等紧急与隐式交互运行，情器、儿童/老人可穿戴设备、猫眼、重要场景		
	况发生需直接转门铃、烟雾/可燃气/水浸传感器、向显式交互 燃气阀门等		
双锥型模式	需要用户控制或简化交互，主次任智能音箱、电视、抽油烟机、燃		
	存在大量主次要务可以并行、切换气灶、电饭煲、烤箱、垃圾桶、任务并行的场景进行 晾衣架、洗衣机、智能化妆镜等		

正三角模式以隐式交互为基础，占据较大比例，辅以部分边缘交互和少量显式交互，适用于日常生活、健康娱乐等常规场景。在这些场景中，存在大量繁琐重复的交互，并且这些交互大多重要程度低，容错率和用户包容性会更强。因此在这些场景中，可以设计更大比例的隐式交互，于后台自动运行，以减轻用户的交互负担。同时，这些场景中的产品功能较为简单，当用户要主动调整功能时，需要提供适量的边缘交互以协助其可以快速完成交互。最后，还需要提供少量的显式交互以保证用户的精细化需求和控制得到满足。

沙漏型模式主要应用于安防、急救、生命与财务等严肃或紧急场景。在这些场景中，产品设备的监测和运行等功能主要保持隐式交互以防止打扰用户，由于这些场景重要或紧急程度高，当发生情况必须使用显式交互，使用户做出精准的决策。在日常中也可以辅以少量边缘交互，帮助用户快速获取设备情况，处理信息推送等简单交互。

双锥型模式主要用于一些必须要用户控制或者存在大量主次要任务并行的场景，因为还存在许多技术无法取代的交互，如厨房场景中的烹饪做菜，而且烹饪过程中可能会有许多任务是并行处理的，如开关和设定电饭煲、烤箱、抽油烟机等，因此在这些产品更适合采用边缘交互，既保持一定的控制感，又帮助用户轻松快速完成交互。还有一些交互必须要求用户来发起，如智能音箱，因此这些场景的显隐融合交互主要以方便、迅速的边缘交互为主，辅以少量隐式交互和显式交互。

### 3 智能家居产品显隐融合交互的设计思路

融合不仅仅是将不同的交互方式组合在一起，还需要进一步将三者融会贯通，使三种交互方式在结构内部能相互转换、协作配合。因此，还需要在显隐融合交互模式的基础上，进一步打通三种交互方式，使其能协同运行、合作方式和相互流转。为此，结合上文的相关分析，本研究提出智能家居产品的显隐融合交互设计思路：显隐并置、动态赋权和双向延异，以此为实现真正意义上的显隐融合交互提供参考和方向。

#### 3.1 显隐并置

##### 3.1.1 三种交互方式多线并行与动态流转

首先要摒弃割裂孤立的固化思维和线性、顺序的传统交互逻辑。在显隐融合的交互思路中，用户与智能家居产品的每一个交互行为都应同时包含有显式、边缘和隐式交互三种交互方式，用户以那种交互方式进行，要根据产品功能特性、场景情境和用户状态动态流转，同时还要考虑多种交互方式同步多线并行的情况。因此在进行智能家居产品的交互设计时，需要将显式交互、边缘交互和隐式交互置于同一执行节点上，三种交互方式各自负责不同的范畴，通过分组和聚合取代单一交互，相互配合与弥合，避免冲突，形成和谐合作的状态。此外还要考虑到相互之间的可转化性。如图4所示，隐式交互通常在后台起支持作用，与用户之间形成唐·伊德<sup>[17]</sup>提出的背景关系，边缘交互与显示交互之间则形成一种海德格尔所描述的上手状态和在手状态关系<sup>[18]</sup>，在日常中，智能家居产品是一种透明化，一体化的呈现或是得心应手的边缘交互，当出现问题或重要决策时，透明和上手状态被打断，进入一种对象化

的呈现，即显式交互。三种交互方式的合理并置，使得用户于背景关系、上手状态与在手状态之间动态转换，与各智能家居产品达到和谐互动的理想状态。

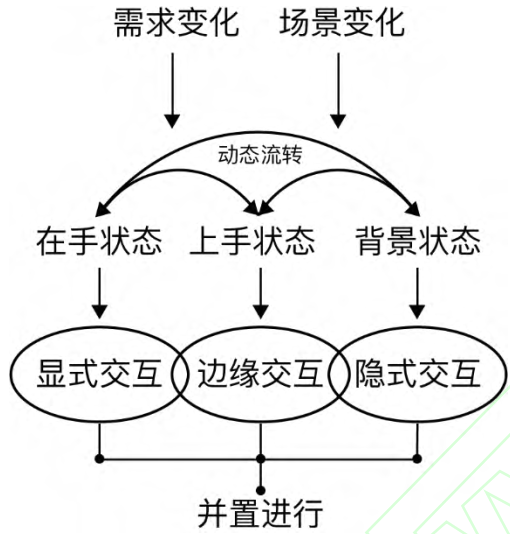


图 4 显隐融合交互并置与动态转化

Fig. 4 Juxtaposition and dynamic transformation of explicit and implicit fusion interaction

Nest 恒温器之所以能以 30% 的占有率引领恒温器市场，与其采用显隐并置和动态流转的交互设计思路密切相关。在日常情况，Nest 恒温器的隐式交互（自动调节温度、自动开启/关闭恒温系统）一直保持运行，用户需要时可以随时通过显式或边缘交互手动调节服务，这时隐式交互会在后台同步进行用户习惯喜好的记录和学习并更新自动化规则。显式、边缘和隐式三种交互方式需要时刻保持待激活状态，用户可以在不同的交互方式之间随时跳跃、灵活转换、自由切换，避免注意力资源的冲突，同时满足其随机和偶发交互需求。如当双手被占用时可以选择语音交互，离开家后可以选择手机 App 控制，也可以放任 Nest 恒温器的隐式交互自行处理。这种交互模式合理分配不同层级的信息和交互任务，使其能多线并行处理，从而提升交互效率，并在每个交互层面都减少了信息干扰和交互负担，进而形成了优质的交互体验。

### 3.1.2 复合多通道感知

智能家居产品的异质性，意味着不同产品具备各自的输入操作方式，如语音、肢体动作、触控等。通过显隐并置的思路，将这些多元的输入方式以显式或隐式的形式进行整合与同步采集，以此复合多种感知渠道，收集更多的用户数据和使用情况，相互印证，做出更合理的交互决策。例如近三年全球出货量第一的小度智能屏，见图 5。在视频结束时，通过告别手势和语音的双通道同时发生的自然交互方式，触发自动挂断操作。这种交互模式复合了手势和语音的信息感知渠道，提升了智能家居产品推理和决策的精准性，同时，并置了挥手动作、告别语音（显式交互），和设备自动挂断的触发机制（隐式交互），降低了用户界面的操作成本，提升交互自然性。





图 5 小度智能屏

Fig. 5 Xiaodu smart screen

### 3.2 动态赋权

显式交互和边缘交互代表了用户的主导权和控制力，隐式交互则代表了智能家居产品的主动性与决策权，显式、边缘和隐式交互三种交互的并置，是人与物各自主导权的合并，也意味人机决策权力的冲突与矛盾。因此在多元场景中，需要根据情境状况和用户即时需求，对智能家居产品进行动态赋权，来保持不同交互方式之间的张力，以保证用户在不同的场景情境和身体状态中都能自然和谐地完成与智能家居产品的交互。

#### 3.2.1 通过慢交互进行人机双重确认

由于使用情境中因素的含混性、用户身体状态以及信任程度的不同，都会随机触发人的控制欲或惰性，导致交互需求的不可预估性。为此，交互决策权的灵活性便显得尤为重要。因此，在进行智能家居产品的显隐融合交互设计时，要挖掘影响用户的感知和控制需求的变量，通过显式、边缘和隐式交互进行权力动态流转的实践映射。

为此，可以借鉴 Vermeulen 等人<sup>[19]</sup>提出的慢交互模式。慢交互充分利用了三种交互方式的特性实现了相互补足，即在不增加用户负担的情况下，进行双重确认，保持主动式交互和被动式交互的动态协调。在无法确定用户真实意图的场景下，隐式交互仍会发起主动交互，但此时的交互不是即时性的，而是减缓了速度的交互，同时通过边缘交互提供必要的感知，让用户能意识到正在发生的情况（或将要发生什么），并预留足够的时间进行干预。用户可以根据需求，放任其继续完成，或通过边缘/显式交互覆盖原隐式交互。Vermeulen 等人以此为基础设计了一款智能灯。在深夜，智能灯的交互被减慢，缓慢自动地增加亮度，并提供一种简单的方法来控制或取消此操作，确保灯可以根据不同情况保持在合理的亮度。小度智能屏在触发隐式挂断机制后，也不会立刻执行挂断操作，而是给予相关反馈，并预留 3 秒缓冲以及提供用户撤销此操作的触点。

#### 3.2.2 赋权非智能物体创造更多的交互可能性

Pohl<sup>[20]</sup>提出的利用任何对象进行随意交互的模式也是动态赋权的一种设计思路。这种交互打破了交互的固定性，使用户的交互和意识活动不必屈居于算法的框架之下。随意交互将交互范围扩大到智能家庭空间中的任何非智能物体，在人、物、环境三个不同的角度综合思考，超越了屏幕媒介的界限，不囿于固定的交互对象。如家庭中的物体的任何触摸或其他交互都可用作输入手段（必须遵循行为逻辑），如当电话铃声响起时，用户不想接听，可以使用附近任何具有某种标记属性的对象（例如任何红色且可按下的对象）来取消接听，而不需要拿出的手机进行操作。这种交互模式通过赋权隐式交互，根据用户周围的场景特征，创建恰当的、临时的、短暂的互动，充分考虑到了真实物理空间的特性与用户当时的身体能力，

让用户通过边缘交互或者显式交互的方式快速进行交互决策,实现了主动交互和用户控制感之间的平衡,并将交互的可能性延伸到更大的范围,因此在复杂情境中拥有更好的适应性。

### 3.3 双向延异

Fedorova 认为,在人与机器、人与算法所形成的一种流动的共生状态中,塑造与反塑造、影响与被影响,是双向存在的<sup>[21]</sup>。对于智能家居产品而言,未经用户使用的智能家居产品均具备未完成性,只有当用户使用产品后,经由人工智能的深度学习,生成具有个人特征的显隐融合交互模式,智能家居产品才算是补充完满。对于用户而言,显隐融合交互可以在技术上延伸人的感知和行为能力,其通过不同交互方式进行委婉的反馈和建议,也能影响用户的最终决策。这种用户与智能家居产品的相互补足关系呈现出斯蒂格勒所描述的“双向延异”特征:人与技术之间的双向运动,交错反射,人和技术共同构成了一个现象的 2 个侧面<sup>[22]</sup>。

#### 3.3.1 保持“动态化-过程化”的更新迭代

显隐融合个性化交互模式需要基于历时性的动态过程进行补完。由于用户属性的复杂性,设计师无法完美预设所有的情况。在同一事件中,有些用户可以接受隐式交互,而有些用户需要边缘/显式交互来确保控制感和安全感。因此对于智能家居的显隐融合交互来说,其交互模式的设计并不追求在出厂前的完美预设,而应是保持“动态化-过程化”的持续演变。例如,Nest 恒温器在初始阶段并不能直接进行隐式交互,而是需要约一周的时间来学习和生成用户相关的初始数据表,并且在后续使用中仍然保持更新和迭代,以保持对用户行为、习惯和需求改变的匹配。其次,为了更好地满足不同用户的差异化需求,需要提供更强的开放性和可理解性。显隐融合交互摒弃了传统的固化操作模式,给用户留有了更多的“人——物”协商空间,使得用户可以根据自身需要和特定的场景进行组合、调整和再设计<sup>[23]</sup>。近年来,DIY 集线器和传感器如三星 SmartThings、Wink 集线器等都受到了众多用户的欢迎,它们在安装、(重新)配置和扩展智能家居时提供了更大的开放性。同时,Aqara、Apple Homekit、小米、ORVIBO 等都在推动智能家居个性化编程的简化,用更通俗易懂的语言取代传统编程逻辑,让更多普通用户都能依据自身需求,针对不同对象、场景,轻松地设定和更改所需的显式、边缘或隐式交互方式或其组合和转换模式。Jakobi 等人<sup>[16]</sup>也认为最终用户开发(End user development, EUD)可以使非编程用户能够轻松处理复杂系统,其灵活性提供了更多的个性化管理,同时通俗和简化的编程语言和逻辑提供了更强的可理解性,使得用户可以随心定制。

#### 3.3.2 融入用户生活实现情感认同

显隐融合交互在用户的使用中形成个性化模式的形塑,智能家居产品也要通过或隐或显、或直接或间接的交互方式,加强对用户生活的参与和融入,以获得更多的信任和认同。对于用户而言,显隐融合交互作为用户感知和行为能力的延伸,补偿了人的局限性。用户也在与其交互的过程中形成梅洛·庞蒂提出的“正是通过我和‘事物’的关联,我才认识到自己”认知同构关系<sup>[24]</sup>。海尔智慧厨房系统见图 6,以贴心的厨房助手形象融入到用户的烹饪过程,当用户准备烹饪时,冰箱能获取食材信息(隐式交互),显示相关的菜肴图片和菜谱(边缘交互),这些带有相关食谱的图片可以激发人们的灵感,也可能让用户改变原有的烹饪方案。当用户确定制作该菜谱后(显式交互),相应的炊具会按照菜谱提供的数据自动设定好时间温度,油烟机可根据炊具状态自动开启/关闭和调整风力大小(隐式交互)。这种显隐融合交互的有序配合,帮助用户避免烹饪过程中的混乱和错误,降低了厨房新手烹饪上手的难度,同时也提升了用户的烹饪信心和兴趣,形成一种人机协同合作的共生状态,从而实现情感化层面的升华。



图 6 海尔智慧厨房系统

Fig. 6 Haier smart kitchen system

无论是哪种设计思路，对于显隐融合的交互设计都需要以一种视域融合的角度来进行思考，将用户和智能家居产品视为一体共生的统一体，以当下技术和场景状况为原点，一方面汲取用户的历史行为和经验，一方面保持对未来交互可能性的敏感和预测，通过迭代不断完善显隐交互模式，实现人与物的双向弥合，使得用户从对技术的控制转向对与生活的共鸣，智能家居产品将不再被定位为技术对象，而是作为一个社会对象，成为家庭社会组织的一部分<sup>[8]</sup>。

#### 4 结语

设计总是服务于它所处的时代，每个时代独有的社会背景因素会生发特有的设计问题，并促成设计范式的变革<sup>[25]</sup>。在智能时代下，人工智能技术的出现、用户对智能家居产品的交互期待和更大更多的交互频率意味着隐式交互会成为关键的交互方式之一，而人工智能技术的困境和使用情境的复杂性，也表明传统的显式交互与边缘交互仍有其重要价值，因此，显隐融合是智能时代交互范式的必然发展方向之一。

本文在显隐式交互的连续体框架的基础上，深入剖析了显式、边缘和隐式交互三种交互方式的交互逻辑，结合其各自的利弊将三者进行弥合重构，构建了显隐融合交互设计模式，并提出了智能家居产品显隐融合的交互设计思路，即显隐并置、动态赋权和双向延异，以此为智能家居产品在人机协同交互、多元场景适配性和用户动态需求适应性方面提供参考策略和思路。然而本文对显隐融合交互设计的研究还是在早期探索阶段，其范式仍有众多需要进一步完善的方面。在接下来的研究中，还需将设计思维与技术创新和社会科学（探索和验证社会背景下的概念和方法）结合，通过更具广度和深度的融合研究来实现智能家居交互设计新范式的进一步转向。

#### 参考文献：

- [1]Adam Wright.Worldwide Smart Home Device Forecast Update, 2022–2026: CY 3Q22[EB/OL].(2022-8-01)[2023-01-17].<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US49427022>.
- [2]艾瑞咨询.千人千面、无感智能:中国全屋智能行业研究白皮书[C], 2022. iResearch. Thousands of people, senseless intelligence: a white paper on China's whole-house intelligence industry research [C],2022.
- [3]Hu J. Social things: design research on social computing[C]//Cross-Cultural Design: 8th International Conference, CCD 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings 8. Springer International Publishing, 2016: 79-88.

- [4]童晓渝, 房秉毅, 张云勇. 物联网智能家居发展分析[J]. 移动通信, 2010, 34(09): 16-20.  
TONG Xiao-yu, FANG Bing-yi, ZHANG Yun-yong. Analysis of IoT smart home development [J]. Mobile Communications, 2010, 34(09): 16-20.
- [5]Aldrich F K. Smart homes: past, present and future[J]. Inside the smart home, 2003: 17-39.
- [6]Lutolf R. Smart home concept and the integration of energy meters into a home based system[C]//Seventh international conference on metering apparatus and tariffs for electricity supply 1992. IET, 1992: 277-278.
- [7]唯奥体验创新咨询. 2021 年智能家居体验现状与趋势研究报告[R], 2021.  
WELL. Smart Home Experience Status and Trends Research Report 2021[R], 2021.
- [8]WEISER M. The computer for the 21st century [J]. ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review, 1999, 3(3): 3-11.
- [9]WEISER M, BROWN J S. The coming age of calm technology [M]. Beyond calculation. Springer. 1997: 75-85.
- [10]BAKKER S, HAUSEN D, SELKER T. Introduction: Framing peripheral interaction [M]. Peripheral Interaction. Springer. 2016: 1-10.
- [11]Clark A. Natural-born cyborgs?[C]//Cognitive Technology: Instruments of Mind: 4th International Conference, CT 2001 Coventry, UK, August 6-9, 2001 Proceedings. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001: 17-24.
- [12]SCHMIDT A. Implicit human computer interaction through context [J]. Personal technologies, 2000, 4(2): 191-199.
- [13]BAKKER S, VAN DEN HOVEN E, EGGEN B. Peripheral interaction: characteristics and considerations [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2015, 19(1): 239-254.
- [14]EDGE D, BLACKWELL A F. Peripheral Tangible Interaction [M]. Peripheral Interaction. Springer. 2016: 65-93.
- [15]王巍,姚宇双.可穿戴产品的隐式交互设计浅析 [J]. 装饰, 2016, (06): 106-107.  
WANG Wei, YAO Yu-shuang. Research on Implicit Interaction of Wearable Devices [J]. Decoration, 2016, (06): 106-107.
- [16]JAKOBI T, STEVENS G, CASTELLI N, et al. Evolving needs in IoT control and accountability: A longitudinal study on smart home intelligibility [J]. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, 2018, 2(4): 1-28.
- [17]唐·伊德,韩连庆.技术与生活世界:从伊甸园到尘世 [M]. 北京:北京大学出版社, 2012.  
Don ihde, HAN Lian-qing. Technology and the Living World: From the Garden of Eden to the Earthly World [M]. Beijing: Beijing University Press, 2012.
- [18]HEIDEGGER M, VON HERRMANN F-W. Sein und zeit[M].Niemeyer Tübingen, 1977.
- [19]Vermeulen J, Luyten K, Coninx K, et al. The design of slow-motion feedback[C]//Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems. 2014: 267-270.
- [20]POHL H. Casual Interaction—Moving Between Peripheral and High Engagement Interactions [M]//BAKKER S, HAUSEN D, SELKER T. Peripheral Interaction: Challenges and Opportunities for HCI in the Periphery of Attention. Cham; Springer International Publishing. 2016: 117-35.
- [21]FEDOROVA K. Tactics of interfacing: Encoding affect in art and technology [M]. MIT Press, 2020.
- [22]斯蒂格勒, 裴程. 技术与时间[M]. 北京:译林出版社, 2012.  
Bernard Stiegler, PEI Cheng. Technology and Time [M]. Beijing:YiLin Press, 2012.
- [23]董玉妹, 刘胧, 董华.积极老龄化视角下的设计赋能方式探究: 基于“手段—目的链”的案



例研究[J]. 装饰, 2021(02): 92-97.

DONG Yu-mei, LIU long, DONG Hua. Research on the Mode of Design Empowerment Towards Active Ageing:A Case Study Based on Means-Ends Chain Method [J]. Decoration, 2021(02): 92-97.

[24]李栋宁. 触发与激活:影像艺术叙事理论的机制建构[J].艺术百家, 2020, 36(04):156-162.

LI Dong-ning. Trigger and Activation: The Construction of VR Image Narrative Theory and Mechanism [J]. Hundred Schools in Arts, 2020, 36(04):156-162.

[25]施晗薇,胡飞.交互设计的具身进路:问题产生的历史机缘与理论价值的评估[J].装饰, 2022(03):139-141.

SHI Han-wei, HU Fei. An Embodied Approach to Interactive Design: The Cause of the Historical Transition and Evaluation of Theoretical Value[J]. Decoration,2022(03):139-141.

**基金项目：**国家社科基金艺术学项目阶段性成果(21BC042)。

**作者简介：**邓力源（1993—），男，博士生，主攻交互设计方法与理论。

**通信作者：**李栋宁（1971—），男，博士，教授，主要研究方向为影视艺术理论、数字媒体艺术设计及理论。