

具身认知视角下的交互手势对用户情感认知的影响

王新燕

(南京航空航天大学金城学院, 南京 211156)

摘要: **目的** 以具身认知相关理论为基础, 结合现代人使用便携移动设备的操作习惯, 探讨触屏环境下操作手、图片价态、滑动方向三者对用户情感认知造成的影响差异, 为便携式移动设备的界面设计及手势设计提供参考。**方法** 实验采用手(左/右)×滑动方向(由左向右/由右向左)×图片价态(积极/消极)的混合设计, 刺激图片均选自国际情绪图片系统。将 60 名右利手大学生随机分为四组, 两组受测者使用右手, 另外两组则使用左手, 分别在触屏设备上完成从左向右或从右向左滑动情感图片的操作。受测者根据自己的实时感受对图片进行 1-5 的评分。**结论** 滑动方向对于用户的情感认知具有显著影响, 由左向右的滑动方式能为用户带来更加积极的情感体验, 增加用户对于图像的喜好程度; 当用户使用惯用手操作时, 该影响会更加显著。同时, 研究发现当操作手与空间位置的极性保持一致时, 用户对图片的情感认知会更加积极, 然而该结论在消极图片上并不适用。

关键词: 具身认知; 极性一致假说; 近手效应

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)24-0153-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.24.017

The Influence of Interactive Gestures on Users' Emotional Cognition from the Perspective of Embodied Cognition

WANG Xin-yan

(Nanhang Jincheng College, Nanjing 211156, China)

ABSTRACT: Based on the relevant theories of Embodied Cognition and combined with the operating habits of modern people using portable mobile devices, this paper discusses the differences in the influence of manipulators, picture valance, and swiping direction on users' emotional cognition in a touchscreen environment, providing a reference for interface design and gesture design of portable mobile devices. The experiment adopted a mixed design of hand (left/right) × swiping direction (from left to right/from right to left) × valence (positive/negative). The stimulus pictures were all selected from the International Affective Picture System. Sixty right-handed college students were randomly divided into four groups. Two groups of participants used their right hand and the other two used their left. They swiped affective pictures either from left to right or right to left on a touchscreen device. Participants rated the pictures on a Likert scale of one to five based on how they felt in real-time. The swiping direction has a significant impact on users' emotional cognition. The left-to-right swiping mode can bring users a more positive emotional experience and increase users' preference for images. This effect is even more pronounced when the user is using the dominant right hand. Meanwhile, the study found that users' emotional perception of the picture was more positive when the manipulation hand was aligned with the polarity of the spatial position, but this result did not apply to the negative pictures.

KEY WORDS: Embodied Cognition; Polarity Coding Correspondence Hypothesis; the near-hand effect

收稿日期: 2022-07-15

基金项目: 2020 年度江苏高校哲学社会科学研究项目(2020SJA2221); 2022 年度江苏高校哲学社会科学研究项目(2022SJYB0722); 南航金城学院 2021 年教育教学改革研究项目(2021-D-17)

作者简介: 王新燕(1982—), 女, 硕士, 副教授, 主要从事产品设计与人机互动方面的研究。

在桌面时代,用户通过点击、滚动和拖动鼠标与产品进行交互^[1];然而,随着触控技术与交互方式的发展,平板电脑与智能手机日益普及,用户可以直接用手在触屏上通过轻击、拖拽或缩放等手势与产品进行互动。基于手势的交互技术已经彻底改变了用户与产品交互的方式^[2-3]。例如,在社交 APP 应用“探探”

中,用户可以通过左滑或右滑个人照片对未来的约会对象表示喜欢或者不喜欢。如图 1 所示,为一款名为 Stylelect 的手机购物 APP,用户通过浏览产品图片找到心仪的商品,如果喜欢该产品就向右滑,不喜欢就向左滑。“滑动”成为一种越来越普遍的交互动作,而滑动方向作为滑动手势的重要特征成为一个值得研究的话题。

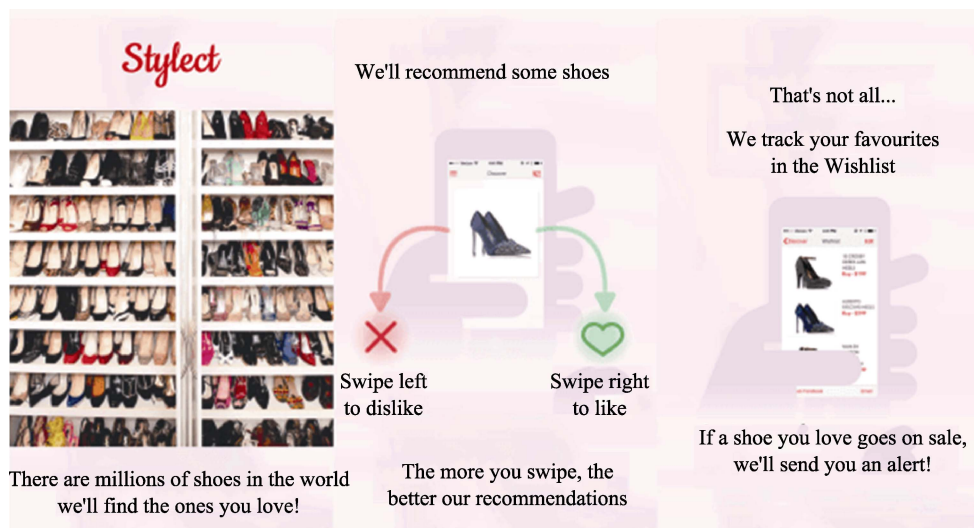


图 1 Stylelect 购物平台
Fig.1 Stylelect shopping platform

根据具身认知 (Embodied Cognition) 理论,人们所处环境及身体行为会对其认知和情感造成一定影响^[4-6]。人们的身心是作为一个整体系统共同进化和发展的^[7],用户与设备互动时所使用的手势也可能会潜在性地影响用户在交互任务中的情感认知,如通过触屏设备进行网购时对产品的评价。另一方面,手附近的空间是特别的^[8]。研究表明,当用户通过手在触屏界面上直接与电子讯息交互时,近手空间的电子资讯可能会更加强烈地影响用户的情感体验。

在触屏环境下,不同的交互手势会对用户情感认知造成不同影响^[9-10],近手空间效应加剧了此情感认知的影响。然而,与触屏设备的手势交互方向是否有关以及如何对用户情感认知造成影响尚未得到充分的研究。例如,研究购物或社交平台滑动方向的不同(从左到右或从右到左)是否对用户对于该产品的情感认知造成影响,这一影响可能会进一步影响用户的产品评价和支付意愿。因此,本文在具身认知理论的基础上,结合现代人使用便携移动设备的操作习惯,探讨触屏环境下滑动方向这一重要变量对用户情感认知造成的不同影响。

1 具身认知与极性一致性假说

人们与空间的情感联系是基于自身的身体构造及其与环境的互动经验^[11]。人们在日常生活中,主要通过右手与周围环境与事物进行互动,因此右手无论

是在灵活性、肌肉力量、敏感性等方面都比左手有优势,流畅的互动体验导致右利手对其右侧空间产生更加积极的情感体验。而左利手的情况恰恰相反。因此,左右利手在空间位置与情感认知关系上存在显著差异现象^[9,11]。右利手倾向于将右侧空间与积极情感相联系,将左侧空间与消极情感相联系,而左利手与空间的情感联系则完全相反^[12-14]。因此,可以想象,当用户分别使用右手与左手与呈现在触屏上的电子讯息进行互动时,操作手的不同可能会导致用户对同一产品产生不同的情感认知差异。

随着对左右空间情感效价的研究深入,人们发现对应于右利手者的“右好左坏”现象,以及对应于左利手的“右坏左好”现象并不是恒成立的^[15]。为了更好地解释这种差异,Lakens 基于前人研究,根据情绪以及空间方位等概念所具有的两极提出了极性一致性假说(Polarity Coding Correspondence Hypothesis)^[16]。极性一致性假说^[17]认为一个刺激的概念意义(效价)与其知觉特性(空间)相互重叠时,可以促进情绪认知加工。Cervera Torres 在极性编码一致性原则的背景下,对用户与大型触屏设备的物理互动所造成的情感认知影响进行实验研究^[18]。结果表明,受测者用于互动的手(惯用/非惯用)、图像的价态(积极/消极)和交互手势的起始空间(左/右)之间的极性一致增强了受测者对于该图像的情感认知。即当用户使用惯用手(正极)从屏幕右侧空间(正极)滑动积极图像(正极)到左侧空间时,三者的极性一致导致用户对该图

像的情感认知变得更加积极。但鉴于 Cervera Torres 采用的实验设备为 23 英寸的大型触摸显示屏，该结果是否同样适用于便携式移动设备仍有待验证。极性一致假说的极性说明见表 1。

表 1 极性一致假说的极性说明
Tab.1 Polarity explanation of the Polarity Coding Correspondence Hypothesis

价态 (极性)	空间 (极性)	反应编码 (极性)	极性 一致
积极 (+)	惯用手空间 (+)	积极 (+)	一致 (+)
积极 (+)	非惯用手空间 (-)	积极 (+)	不一致 (-)
消极 (-)	惯用手空间 (+)	消极 (-)	不一致 (-)
消极 (-)	非惯用手空间 (-)	消极 (-)	一致 (+)

注：“+”为正极，“-”为负极。

2 近手效应

2006 年，Reed 等^[19]的研究发现手部距离屏幕越近，Posner 的空间线索任务反应时间越短，出现在手部附近空间的视觉刺激目标能够更快地被检索到。之后 Abrams 等的研究表明，在三种经典视觉注意任务（视觉搜索、返回抑制和注意瞬脱）中，手部位置靠近刺激目标均有效改变了受测者的任务表现。在这一现象中，手部附近的空间似乎获得了特殊的注意加工^[20]。例如，在简单的辨别任务中，受测者对接近手部位置的刺激反应具有更高的准确性和更短的反应时间。

其他的一些证据进一步表明，手部位置的靠近影响着视觉加工的很多方面，比如知觉及认知控制^[21]。Weidler 通过实验研究发现，当视觉刺激呈现在手部附近时，可以增强受测者对视觉信息的注意加工^[22]。这种注意力的增强是人类长期进化得来的，因为靠近身体附近的物体可能是需要快速有效处理的危险物。Kranz 等通过图片的分类实验发现，直接触摸并拖动图片会带来更好的任务表现，即近手条件更加有利于受测者对视觉空间信息的认知与加工处理。近手效应的影响不仅发生在视觉信息处理中，还会进一步影响用户的情感体验^[23]。Brucker 等的研究结果同样表明，在触屏界面上直接用手接触带有情感色彩的电子刺激（如滑动情感图片）会使用户对该刺激产生更高的视觉关注，这种视觉注意力的增加可能会影响其情感体验与产品评价^[24]。

由于以往关于手势互动对情感认知影响的实验研究较多采用大型触控屏幕^[18,25-27]，较少有研究针对便携式触屏环境下的用户情感认知进行探讨。因此，本研究试图以具身认知等相关认知理论为基础，以便携式触屏设备为实验载体，采用情感图片作为实验样本，探讨不同操作手（左、右）、不同滑动方向（由左向右、由右向左）对用户情感认知造成的影响差异。

3 研究方法

3.1 测试对象

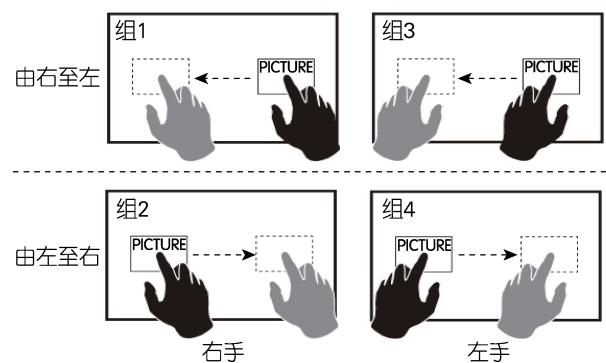
采用 G*Power3.1.7 软件预估样本量，参考已有类似文献的效应量^[25]以及课题组预实验结果，计算得到 36 名被试即可达到 0.95 的统计检验力。本研究招募了 60 名右利手大学生（平均年龄 $M_{age}=20.15$ ，46.7% 为女性），且视力或矫正视力均为正常，智力正常，没有明显影响右利手测试的身体疾病。将受测者随机分为四组，每组 15 人。

3.2 测试样本

实验中启动情感效价的刺激材料为国际情绪图片系统（IAPS）的情感图片，包括 15 张积极情感图片（例如，植物、风景、可爱的动物等）与 15 张消极情感图片（例如，垃圾、杂乱空间、灾难等）。图片呈现于 iPad pro 10.5 寸（17.4 cm×25.1 cm）平板电脑上，图像尺寸为 4 cm×5 cm，水平移动距离为 12 cm；四组受测者所用的平板电脑的亮度、对比度等功能均统一设置。

3.3 实验部分

实验状态中受测者均采取标准坐姿，平板电脑平放于其面前的桌子上，眼距屏幕 25 cm。受测者登录测试程序，界面中随机出现样本图片。受测者需要根据分组任务，使用左手或右手滑动情感图片到指定位置（白框）。具体分组情况为，四组受测者中，两组受测者使用右手，另外两组则使用左手，分别完成从左向右或从右向左滑动情感图片的操作（见图 2）。操作完成后，受测者根据自己的实时感受，使用 Likert 量表对该图片进行情感效价评分，评价时间不限，速度由受测者自己掌握，可随时休息。



注：灰色手和虚线框分别为手部及图片最终位置

图 2 分组任务

Fig.2 Group tasks

4 分析与结果

4.1 滑动方向与情感认知的关系研究

将实验数据通过 SPSS 21.0 进行 ANOVA 分析。

采用手(左/右)×滑动方向(由左至右/由右至左)×图片价态(积极/消极)的混合设计,结果如表2所示。分析用户通过便携式触屏设备与情感图片进行水平方向的人机互动时,滑动方向是否以及如何对用户情感认知造成影响,结果发现:

1) 滑动方向对用户情感认知有显著影响, $F(1, 56)=17.22, p<0.001$ 。用户与呈现在便携式移动设备屏幕上的情感图片进行互动时,采用由左向右的滑动方式能够使用户对该图片的情感认知更为积极($M=4.46, SD=1.46$) > ($M=3.93, SD=1.39$)。

表2 手、滑动方向、图片价态对用户情感认知的ANOVA分析

Tab.2 ANOVA analysis of hand, swiping direction, and picture valence on user's emotional cognition

来源	Ⅲ类平方和	自由度	平均值平方	F	显著性
A 手	0.34	1	0.34	0.69	0.41
B 滑动方向	8.38	1	8.38	17.22	0.00***
A*B	1.12	1	1.12	2.30	0.14
误差(组间)	27.24	56	0.49		
C 价态	191.76	1	191.76	721.92	0.00***
A*C	1.57	1	1.57	5.92	0.02*
B*C	0.003	1	0.003	0.01	0.91
A*B*C	3.36	1	3.36	12.64	0.00***
误差(组内)	14.88	56	0.27		

注:***表示 $p<0.001$, *表示 $p<0.05$ 。

2) 手与图片价态在用户情感认知上具有显著交互作用, $F(1, 56)=5.92, p=0.02$,说明两者对用户的情感认知具有重要的影响。进一步进行单纯主效果检定,结果如表2所示。对消极图片来说,手具有显著单纯主效果, $F(1, 112)=4.44, p=0.04$;即用户在触控屏幕上与情感图片互动时,是否使用其惯用手对用户的情感认知具有显著影响。当用户使用右手(惯用手)时,用户对该图片的情感认知相对积极,厌恶感减弱($M=2.76, SD=0.60$) < ($M=3.1, SD=0.87$)。

3) 手、滑动方向、图片价态在用户情感认知上具有显著交互作用效果, $F(1, 56)=12.64, p<0.001$,表明用户通过触控屏幕与情感图片进行人机互动时,手、滑动方向与图片价态三者对用户情感认知的影响具有共同重要性。进一步进行单纯交互作用检定,结果如表3所示。无论操作手是否为惯用手,滑动方向与图片价态均具有显著单纯交互作用效果($F(1, 56)=5.84, p=0.02$; $F(1, 56)=6.62, p=0.01$)。为进一步研究滑动方向与图片价态如何对情感认知造成影响,进行单纯主效果检定(见表4)。结果表明:当用户使用惯用手滑动积极图片或使用非惯用手滑动消极图片时,滑动方向均具有显著单纯主效果($F_{积极}(1, 112)=8.58, p_{积极}<0.001$; $F_{消极}(1, 112)=22.45, p_{消极}<0.001$),且

由左向右的滑动方式($M_{积极}=5.85, SD_{积极}=0.70$; $M_{消极}=3.63, SD_{消极}=0.85$)均比由右向左滑动($M_{积极}=5.19, SD_{积极}=0.59$; $M_{消极}=2.57, SD_{消极}=0.47$)更能为用户带来积极愉悦的情感认知。

表3 手、滑动方向、图片价态在用户情感认知上的单纯交互作用

Tab.3 Simple interaction of hand, swiping direction, and picture valence on user's emotional cognition

变异来源	Ⅲ类平方和	自由度	平均值平方	F	显著性
手×图片价态(A*C)					
at 由左向右(B1)	4.77	1	4.77	17.67	0.00***
at 由右向左(B2)	0.17	1	0.17	0.62	
误差	15.12	56	0.27		0.43

表4 单纯主效果分析

Tab.4 The simple main effect test

变异来源	Ⅲ类平方和	自由度	平均值平方	F	显著性
滑动方向(B)					
at 右手(A1)					
at 积极(C1)	3.26	1	3.26	8.58	0.00***
at 消极(C2)	0.00	1	0.00	0.00	0.96
滑动方向(B)					
at 左手(A2)					
at 积极(C1)	1.06	1	1.06	2.79	0.10
at 消极(C2)	8.53	1	8.53	22.45	0.00***
误差	42.56	112	0.38		

为进一步研究用户对图片的情感认知在何种滑动方式下影响显著,需要继续对手与情感图片在水平空间的互动进行进一步分析探讨。

4.2 操作手与情感认知的关系研究

研究发现,使用非惯用手(左手)沿水平方向滑动情感图片时,由左向右的滑动方式使用户对该图片的情感认知变得更加积极。另一方面,当用户使用右手沿水平方向移动积极图片时,由右向左的滑动方式亦使用户对图片的情感认知变得更加积极($t(28)=2.79, p=0.009$);但相同条件下滑动消极图片时,用户对该图片的情感认知并不存在显著差异($t(28)=0.05, p=0.96$)。

该结果表明用户对图片的情感认知与最初触碰图片时图片所处的空间位置有关,而与图片价态本身无关;当操作手与图片出现时所处空间的极性保持一致时,用户对图片的情感认知会更加积极;即当右手为操作手时,用户对其右侧空间出现的图片情感认知更加积极;同样地,当其使用左手时,用户则对其左侧空间出现图片情感认知更加积极。然而,该结论并

不完全适用于消极图片,比如用户使用右手滑动消极图片时,其对于左侧出现的图片的情感认知与右侧出现的并不存在显著差异。

5 讨论

本实验采用手(左/右)×滑动方向(由左向右/由右向左)×图片价态(积极/消极)的混合设计,实验图片均选自国际情绪图片系统,共计 60 名右利手大学生参与实验研究。通过数据分析发现:

1) 用户通过手指直接对触控屏幕上的情感图片进行左右滑动时,操作手、滑动方向与图片价态三者对用户情感认知的影响具有共同重要性。对右利手用户来说,由左向右的滑动方式可以为用户带来更加积极的情感认知,增加用户对于该图像的喜好程度;当用户使用惯用手操作时,该影响会更加显著。此结论在一定程度上验证了具身认知理论。

2) 用户对图片的情感认知与最初触碰图片时图片所处的空间位置有关;当手与空间位置的极性保持一致时,用户对图片的情感认知会更加积极。即当用户使用右手进行触屏操作时,其右侧空间出现的图片更容易获得用户的好感,用户对其情感认知相对积极。然而,该结论并不完全适用于消极图片。例如,用户使用右手滑动消极图片时,用户对其左侧出现的图片评价与其右侧出现的图片之间并不存在显著差异。简单来说就是,当用户面对为他带来负面情绪或者不好回忆的产品时,该空间效价无法叠加到产品本身。无论产品位于左侧还是右侧空间,均无法显著改变用户对该产品的情感认知。造成该现象的原因,一方面可能是由于消极刺激属于非凸显维度。Dela Vega 在 2013 年通过实验研究发现,右手对积极词汇的反应显著快于左手,左手对消极词汇的反应与右手差异不明显,说明刺激与相同编码反应之间的联系可能由凸显刺激驱动^[28]。而由于消极词汇并非属于凸显的维度,从而对该效应的影响并不显著。本研究结果在一定程度上验证了 Dela Vega 的观点,即消极刺激(词汇、图片)无法完全驱动编码反应,极性一致性假说在消极刺激状态下有可能无法出现。同时由于本实验将刺激物置于被试的近手空间,强化了消极图片带给被试的刺激。被试在面对强烈消极刺激时,会本能选择回避,并进行情绪调节,甚至以牺牲自我控制或自我管理为代价^[29]。这种无意识的情绪调节弱化了消极刺激的维度与驱动力,最终导致编码效应并未出现或效果并不明显。

另一方面可能是由于便携式移动设备尺寸较小,用户与情感图片交互的时间过短,对消极图片的反应尚未充分,进而导致编码效应的影响不够显著。后期课题研究将针对消极刺激状态下的用户情感认知进行深入探讨,以更好地理解 APP 界面设计及手势设计对用户体验及情感认知的影响方式。

6 结语

越来越多消费者使用移动设备来评估和购买产品,这使得理解用户与移动设备的人机互动如何影响其情感认知与产品评估变得越来越重要。本研究主要讨论了触屏环境下水平空间的滑动方向对用户情感认知的影响,研究表明,当用户通过便携式移动设备与图片进行人机互动时:

1) 向右滑动的手势可以将用户与正面评价联系在一起,增加用户对右滑产品的喜爱。生活中大部分用户为右手惯用者,右侧空间代表着更好的易用性与喜爱度。因此,在进行相关 APP 界面设计时,可以考虑将购买、收藏、点赞等鼓励性操作与右滑手势相结合,以提升用户互动时的情感体验。比如“探探”产品的目标是促成更多的用户配对成功,即系统是希望用户更大概率地进行“喜欢”的操作。因此,界面中采用对多数习惯右手操作的用户更顺手的右滑手势,引导用户进行喜欢的操作。

2) 空间效价对用户情感认知具有重要影响。例如,超市货架商品摆放时,习惯将促销产品或利润较大的产品优先摆放到超市货架的右侧空间,便是符合用户心理认知的一种操作习惯。该效应同样可以应用于相关 APP 界面设计,利用用户对右侧空间的好感对其进行一定的行为引导,增加其操作体验,提高购物成功率。但当该产品形象或图片为用户带来负面情绪或者不好回忆时,空间效价无法叠加,无论其在屏幕左侧或右侧出现均无法使用户对该产品或图片产生好感。

本研究通过实验分析探讨了触屏环境下交互手势对于用户情感认知造成的影响,进一步丰富了具身认知理论在人机互动方面的研究。研究结果有利于改善用户与便携式移动设备的互动体验,理解用户的心理反应和情感需求,提升用户的支付与购买意愿,对交互手势设计及界面设计亦具有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] SAFFER D. Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices[M]. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [2] 孙岩,董石羽,徐伯初,等.基于人类行为学的触屏手机手势交互设计研究[J].包装工程,2015,36(14):55-59.
SUN Yan, DONG Shi-yu, XU Bo-chu, et al. Gesture Interaction Design of Touch-Screen Phones Based on Human Behaviour[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(14): 55-59.
- [3] 陈子扬.手持移动设备多点触摸手势代替点按交互方式研究与设计[D].杭州:浙江大学,2016.
CHEN Zi-yang. Study and Design of Multi-Touch Ges-

- ture Replacing Tap-Based Interaction on Mobile Devices[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2016.
- [4] BARSALOU L W. Grounded Cognition[J]. *Annual Review of Psychology*, 2008, 59: 617-645.
- [5] HOMMEL B, MÜSSELER J, ASCHERSLEBEN G, et al. The Theory of Event Coding (TEC): A Framework for Perception and Action Planning[J]. *The Behavioral and Brain Sciences*, 2001, 24(5): 849-878; discussion 878-937.
- [6] NIEDENTHAL P M. Embodying Emotion[J]. *Science*, 2007(316): 1002-1005.
- [7] 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.
- [8] ABRAMS R A. Embodied Seeing: The Space near the Hands[J]. *Psychology of Learning and Motivation*, 2015, 63: 141-172.
- [9] KEYSAR B, et al. Conventional Language: How Metaphorical is It?[J]. *Journal of Memory and Language*, 2000, 43(4): 576-593.
- [10] GAO Yuan, BIANCHI-BERTHOUBE N, MENG Hong-ying. What does Touch Tell us about Emotions in Touchscreen-Based Gameplay?[J]. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2012, 19(4): 31.
- [11] PECHER D, BOOT I, VAN DANTZIG S. Abstract Concepts. Sensory-Motor Grounding, Metaphors, and beyond[J]. *Psychology of Learning and Motivation-Advances in Research and Theory*, 2011, 54: 217-248.
- [12] CASASANTO D, HENETZ T. Handedness Shapes Children's Abstract Concepts[J]. *Cognitive Science*, 2012, 36(2): 359-372.
- [13] DE LA FUENTE J, CASASANTO D, ROMÁN A, et al. Can Culture Influence Body-Specific Associations between Space and Valence? [J]. *Cognitive Science*, 2015, 39(4): 821-832.
- [14] MILHAU A, BROUILLET T, BROUILLET D. Valence-Space Compatibility Effects Depend on Situated Motor Fluency in both Right-and Left-Handers[J]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2015, 68(5): 887-899.
- [15] 闫鹏. 左右空间情感效价的研究——基于极性差异假说[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2015.
YAN Peng. Research on the Valence of Left and Right Space Emotions—Based on the Hypothesis of Polarity Difference[D]. Qufu: Qufu Normal University, 2015.
- [16] LAKENS D. Polarity Correspondence in Metaphor Congruency Effects: Structural Overlap Predicts Categorization Times for Bipolar Concepts Presented in Vertical Space[J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2012, 38(3): 726-736.
- [17] PROCTOR R W, CHO Y S. Polarity Correspondence: A General Principle for Performance of Speeded Binary Classification Tasks[J]. *Psychological Bulletin*, 2006, 132(3): 416-442.
- [18] TORRES S C, FERNÁNDEZ S R, LACHMAIR M, et al. Coding Valence in Touchscreen Interactions: Hand Dominance and Lateral Movement Influence Valence Appraisals of Emotional Pictures[J]. *Psychological Research*, 2020, 84(1): 23-31.
- [19] REED P, MORGAN T A. Resurgence of Response Sequences during Extinction in Rats Shows a Primacy Effect[J]. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2006, 86(3): 307-315.
- [20] ABRAMS R A III. Altered Vision near the Hands[J]. *Cognition*, 2008, 107(3): 1035-1047.
- [21] BROCKMOLE J R, DAVOLI C C, ABRAMS R A, et al. The World within Reach[J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2013, 22(1): 38-44.
- [22] WEIDLER B J, ABRAMS R A. Enhanced Cognitive Control near the Hands[J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2014, 21(2): 462-469.
- [23] KRANZ J, IMHOF B. Learning Art History on Multi-Touch-Tables: Metaphorical Meaning of Interaction Gestures matters[C]. France: Laboratoire des Sciences de l'Éducation Université Pierre-Mendès-France, 2012.
- [24] BRUCKER B, et al. Touching Digital Objects Directly on Multi-Touch Devices Fosters Learning about Visual Contents[J]. *Computers in Human Behavior*, 2021, 119: 106708.
- [25] CERVERA-TORRES S, RUIZ FERNÁNDEZ S, LACHMAIR M, et al. Altering Emotions near the Hand: Approach-Avoidance Swipe Interactions Modulate the Perceived Valence of Emotional Pictures[J]. *Emotion (Washington, D C)*, 2021, 21(1): 220-225.
- [26] MARKMAN A B, BRENDL C M. Constraining Theories of Embodied Cognition[J]. *Psychological Science*, 2005, 16(1): 6-10.
- [27] PECHER D, VAN DANTZIG S, ZWAAN R A, et al. Short Article: Language Comprehenders Retain Implied Shape and Orientation of Objects[J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2009, 62(6): 1108-1114.
- [28] DE LA VEGA I, et al. Keep your Hands Crossed: The Valence-by-Left/Right Interaction is Related to Hand, not Side, in an Incongruent Hand-Response Key Assignment[J]. *Acta Psychologica*, 2013, 142(2): 273-277.
- [29] BAUMEISTER R F, BRATSLAVSKY E, MURAVEN M, et al. Ego Depletion: Is the Active Self a Limited Resource?[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, 74(5): 1252-1265.