



产品造型对用户使用意向影响的事件相关电位研究

郭伏, 丁一, 张雪峰, 姜均译, 刘玮琳
东北大学工商管理学院, 沈阳 110167

摘要: 产品设计能否激发用户的使用意向将决定用户产生进一步体验行为或制定购买决策, 传统方法难以保证对用户自身感觉的准确解析。大脑控制着人的一切行为和认知, 神经生理学的发展及其测量方法的成熟使从脑认知的角度研究用户体验成为可能。采用事件相关电位技术, 以智能手机为研究对象, 探索期望体验的形成过程。为尽可能保证脑认知差异是由产品造型激发的期望体验不同而引起的, 实验不考虑产品价格和品牌的影响。实验中要求被试浏览不同用户体验水平的智能手机造型, 等概率随机呈现这些智能手机造型, 当出现能诱发被试使用意向的手机时, 要求被试点击鼠标左键。以点击鼠标行为数据(有/无产生期望体验意向)作为脑电处理的依据, 将采集的脑信号经过 Curry 7.0 SBA 处理, 然后通过 SPSS 18.0 对各个时间窗内的事件相关电位的平均幅值进行被试内重复测量方差分析。研究结果表明, 在被试对于呈现的智能手机造型产生期望体验意向并做出点击鼠标行为时, 与无期望体验意向时相比, 能在额区-中央区诱发较小的峰潜伏期的 260 毫秒左右的负波(N2)和峰潜伏期在 400 毫秒左右的正波(P3), 在中-顶区、顶区和枕区引起更大的峰潜伏期在 300 毫秒左右的负波(N3)和晚期正波(LPP); 头皮地形图显示当被试产生期望体验意向时, 被试中-顶区、顶区和枕区得到更强激活。脑电信号可以反映用户有无期望体验意向, 也能间接反映产品设计的好坏。通过对用户脑信号的分析, 能够提供更精确的测量用户感知的方法, 帮助市场研究者更好地锁定用户的心理需求。

关键词: 产品造型; 行为意向; 用户体验; 事件相关电位; 神经工效学

中图分类号: TB472

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1672-0334.2015.06.008

文章编号: 1672-0334(2015)06-0095-10

1 引言

产品设计不仅是要满足用户各方面的需求, 而且要能够在众多的产品中迅速吸引用户的注意并激发用户产生期望使用的意向。产品使用之前、使用过程中和使用之后的用户体验, 如情感、信念、偏好、感知、心理及生理反应都应该成为产品设计考虑的内容^[1]。行为意向作为前期的用户体验的重要内容, 直接影响和决定用户真正行为的发生和购买决策的制定^[2]。而对于行为意向的研究多集中于问卷、访谈和焦点小组等主观测量方法, 对于产品造型设计诱发的用户行为意向研究还缺乏脑电方面的证

据^[3]。大脑控制着人的行为和决策, 因此本研究试图利用事件相关电位(event related potentials, ERPs)探索用户体验初期行为意向产生的内在神经机制, 进一步揭示行为意向形成的神经活动过程。

2 相关研究评述

2.1 用户体验研究

传统的产品设计往往根据设计者的经验和知识进行产品构造, 不能很好地被用户接受, 因此产品设计开始越来越注重用户主观感受^[4-5]。用户使用产品不仅是为了完成某一操作或任务, 而是更多地强

收稿日期: 2015-06-03 **修返日期:** 2015-11-08

基金项目: 国家自然科学基金(71471033, 71171041)

作者简介: 郭伏(1964-), 女, 辽宁开原人, 管理学博士, 东北大学工商管理学院教授, 研究方向: 感性工学、用户体验和脑力负荷等。E-mail: fguo@mail.neu.edu.cn

调产品给自身带来的各方面体验,如追求产品带来的感官体验、心理共鸣和思维激发等,也即是用户体验^[6]。良好的用户体验不仅能使用户产生期望使用的意向,而且在使用过程中能满足功能及心理等主观体验方面的需求^[6-7],关于用户体验的研究也日益受到企业和学术界的关注。

ISO 9241-210将用户体验定义为“人们使用或者期望使用产品、服务或系统的所有感知和反应”^[8]。从定义可以看出用户体验不仅包括使用的过程,而且包括用户期望使用的过程,也即是用户行为意向产生的过程。一个产品不仅能够吸引用户的注意,而且能使用户产生期望使用的意向,进一步使用产品,让用户了解产品的各个方面。对于企业来说,怎样激发用户产生体验意向,进而激发用户购买行为才是设计的重点,而前一阶段用户体验水平直接影响后续购买决策的发生,因此研究产品造型如何影响用户的感知,有助于企业优化产品设计,从而设计出更加符合用户体验的产品^[9]。通常产品感知诱发的用户体验是一种潜在的、直觉的甚至不带有任何理性推理且难以用言语表达的感觉,产品设计者通常不能真正了解用户的感知和需求^[10]。用户体验的这种自身动态性、主观性和环境依赖性的特点对传统用户体验测量和评价方法提出了新的挑战。用户体验涉及用户使用产品之前、使用产品过程中和使用之后所有的感知和反应,但是已有对于用户体验的研究过于关注用户在产品交互过程中的体验,对用户在使用产品之前产品激发用户期望使用意向的内在机制还不够了解^[11]。

用户体验包括用户接触产品过程的各个时间段,而且随着体验的进行,用户对产品的感知和评价也会发生变化。已有很多学者对用户在产品使用的各个阶段进行研究,VENKATESH et al.^[12]采用技术接受模型将信息系统使用过程分为产品使用前、产品刚引入后和使用3个月以后3个阶段进行研究;VENKATESH et al.^[13]在技术使用和接受的整合理论模型研究中将用户产品使用划分为移动网络使用意向和4个月后移动网络使用阶段两个阶段;KARAPANOS et al.^[14]以用户接触使用产品全程的体验为研究对象,通过回忆的形式主观评价产品在接触第1天、第1周、第1个月和第6个月的感知易用性和感知创新性。这些研究对用户行为意向的影响因素进行探索,找出影响用户行为意向的关键因素,通过主观调查的形式对用户体验中的期望使用意向的形成进行初步的探索。然而,主观评价或回忆等形式难以完全反映用户的真实感知和反应,存在一定的滞后性,有时为了迎合调查者的研究,参与者甚至会扭曲自己的真实想法,从而难以保证结果的真实性^[15-16]。

可见,已有用户体验研究过多关注产品的交互过程,忽略了用户体验中期望体验的研究,也即期望体验意向的产生过程。另外,传统方法非常依赖于用户对自我感觉进行阐述的能力,这些方法是建立在用户能够真实表达自我感觉的假设上,并且受到

实验环境因素的影响^[15],因此需要探索能够准确、及时地反映用户感知的方法。本研究对用户购买之前的使用意向进行脑认知方面的研究,弥补用户体验中对于期望体验研究的不足,同时也提供一种更加实时地、准确地反映用户感知的方法。

2.2 使用意向的脑认知研究

用户的感知和行为发生是由大脑控制的,基于神经活动的用户认知和思维研究能够更真实地反映用户的想法和认知过程^[17]。随着电生理测量研究技术的成熟以及应用的扩展,其已经成为市场学研究消费者行为心理的重要技术,这种方法可以提供传统方法(如访谈、问卷和焦点小组)无法获得的信息^[18-19],为解析用户的行为发生机制提供了思路。相关研究已经证实人们在考虑经济价值时购买行为的脑活动能够预测用户的最终选择^[20],脑成像技术能够实时观察用户接触产品之前、使用产品环节和购买阶段的脑认知过程,而且能将用户自身难以表达的偏好、意向的形成机制反映出来,从而帮助企业更好地设计产品和增加销售^[17]。

产品设计不仅要满足用户的各项需求,而且要在激烈的市场竞争中吸引用户注意,最终触发脑中的控制按钮,从而激发使用意向甚至购买意向^[15]。随着神经生理学的发展和测量技术的进步,越来越多的研究开始从脑认知的角度研究用户的行为和决策,其中功能性磁共振成像(fMRI)和脑电图(EEG)是研究人们脑认知机制的主要技术^[15]。工效学研究者已经开始从用户脑认知的角度去设计和优化产品。SYLCOTT et al.^[21]从脑认知的角度研究产品造型及功能对用户偏好和评价的影响,他们通过改变简单的汽车轮廓造型以及对应的功能参数分析用户制定决策的情况。VAN DER LAAN et al.^[19]采用fMRI技术对食品包装进行研究,实验中要求被试对不同包装色彩的产品进行选择,确定产品健康性选择的脑活动区域(上额叶脑回)和视觉处理区域(枕中区),并通过多变量模式分析方法证实脑活动模式能够预测人们的最终选择,这一研究结果说明脑活动区域强弱能够反映人们的选择行为。HANDY et al.^[22]研究人们对产品标识的美学评价和喜好选择,通过收集和分析人们快速评价不同美学水平标识的脑电信号,发现人们对不同产品标识美学的评价主要体现在早期视觉相关电位,如峰潜伏期在100毫秒左右的正波(P1)、峰潜伏期在100毫秒左右的负波(N1)、峰潜伏期在200毫秒左右的正波(P2)、峰潜伏期在200毫秒左右的负波(N2)和晚期正波(LPP)电位的差异上;并且在选择出最喜欢的5个产品标识和最不喜欢的5个产品标识实验中发现,不喜欢的产品标识能诱发更显著的P2、N2电位。NITTONO^[23]利用ERPs探索商品外观吸引力对用户脑认知的影响,发现前额电极出现的LPP能够用于评价商品外观的吸引力。RIGHI et al.^[24]研究工具外观吸引力和功能可供性水平对人们脑神经的影响,发现N1对吸引力和功能可供性敏感,P2主要受功能可供性影响,高吸引力和高

功能可供性的工具能够诱发更强的峰潜伏期在300毫秒左右的负波(N3)、峰潜伏期在300毫秒左右的正波(P3)和LPP,人们后期的反应主要受吸引度影响,说明理想的工具能够诱发额外的情感反应。

上述研究大都集中于用户的评价和决策过程,探索用户在评价事物好坏过程中的神经反应,一定程度上为探索用户使用意向的脑认知过程提供了借鉴。脑认知相关的基础研究则更多地关注意向产生的脑功能区域,缺乏将其应用到产品设计领域,目前还没有从脑认知的角度对产品造型激发的使用意向进行研究。

行为控制理论认为人的行为产生有基于意向和基于刺激两种^[25],通常所说的意向的、自发的行为属于长期的愿望或者欲望,这些基于意向的行为是以目标为导向的^[26],而基于刺激的行为是要求被试按照预定匹配规则对一系列刺激进行反应^[25]。在意向驱使下,通常人们会考虑如何实现目标,在这一过程中往往会通过一些行为表现出来^[27]。神经生理学研究认为行为意向主要产生于后顶叶皮层,后顶叶皮层控制意向的形成^[28],行为意向的发生机制为本研究提供了理论基础和依据。产品需要激发用户的期望使用意向才能导致使用行为或者购买行为的产生,因此对于产品设计者来说怎样激发用户的期望使用意向是产品设计的关键。针对用户期望使用意向发生的内在发生机制研究有助于提升产品设计,从而带给用户更好的用户体验。可以将用户的产品感知和行为发生看作一个信息加工过程,要经过产品信息搜寻、产品信息提取和加工以及产生使用意向或者购买意向等^[29]。在信息加工系统中,视觉是产品信息接收最快和最多的渠道,用户最终的感知和决策主要受最初视觉感知的影响^[30]。产品设计中影响用户视觉感知的因素很多,本研究不考虑价格、品牌等影响因素,只考虑产品造型设计的影响,研究用户在刚接触产品时能否产生期望使用意向、不同产品激发的期望使用意向有怎样的差异、他们的神经活动是怎样的一个过程。根据用户信息加工过程模型^[29],图1给出用户期望使用意愿的发生机制。将用户与产品之间的体验按照时间维度划分为使用前、使用过程和使用后的体验,使用前用户会对产品信息进行加工提取,从而产生期望使用的意向或者购买意向,最后发生体验行为或者购买决策。本研究只对使用产品之前产品的用户体验进行研究,探索产品设计激发的期望使用意向的神经活动。

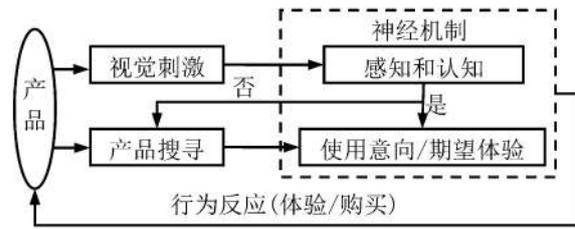


图1 用户体验发生过程

Figure 1 The Process of User Experience

3 方法

3.1 被试

共有11名来自东北大学工业设计专业和人因工程专业的在校男性大学生参与实验,被试年龄在21周岁~26周岁,平均年龄23.814岁,标准差2.142。被试均为右利手,视力或矫正视力正常,身体健康,无神经或精神上的疾病史。实验之前,所有被试都签署了知情同意书,实验结束后给予价值30元的礼品作为奖励。被试参与条件是均未使用或不熟悉实验所采用的智能手机。

3.2 实验材料

首先通过Pro/ENGINEER Wildfire 5.0(PTC)制作在色彩、屏幕尺寸和棱角上存在差异的手机造型8副,专家小组在这些材料中选取整体外观差异较为明显的4幅,另外选取网络上较有代表性的产品造型5幅作为实验材料,网络图片经过处理,避免品牌忠诚引起的差异。图片大小设置为700×460像素,以保证材料更加接近真实尺寸,智能手机大小为13.9厘米×7.2厘米,刺激呈现均为同一角度。

3.3 实验过程

实验于2015年3月9日至3月20日期间完成,每个被试在早上9:30~10:30参与实验,实验在一个安静的、光线柔和的且能屏蔽电干扰的实验室内进行。首先被试戴好脑电帽后调整坐姿,舒适地静坐于刺激呈现屏幕前,双眼注视屏幕中央。眼睛距离电脑约为70厘米,实验材料水平和垂直视角分别为11.4度和5.9度。实验过程由E-prime 2.0 professional呈现,实验指导语要求被试对每一幅智能手机图片的整体外观进行感知,当出现自己想进一步了解或者期望使用的智能手机图片时,要求点击鼠标左键进行反应,所有实验材料随机呈现。每一幅智能手机随机呈现40次,实验步骤见图2。每幅图片呈现时间为800

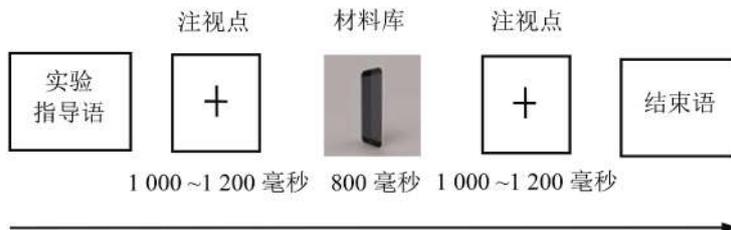


图2 实验步骤

Figure 2 Experimental Procedure

毫秒,空屏呈现时间为1 000~1 200毫秒(用以消除前一刺激的影响),中间设定休息时间为4次,加上实验准备时间,每个被试一次实验一般需要35分钟。

3.4 数据记录和分析

实验采用 Neuroscan 公司的脑电记录和分析系统,电极位置在国际10-20系统基础上构成,采用64导电帽记录21个电极点的脑电数据,电极点位置见图3。脑电记录时,将参考电极置于左侧乳突,右侧乳突也放置一个电极,接地点在前额FPZ(实验中未采集和分析)和FZ中间。双眼外侧约1.5厘米处安置电极记录水平眼电(HEOG),左眼上下眼眶约1.5厘米处安置电极记录垂直眼电(VEOG)。通过Curry 7.0 X采集脑信号数据,数据采集时每个电极处的头皮电阻保持在5千欧以下,连续记录时滤波带通为0.05~100赫兹,采样频率为1 000赫兹/导。

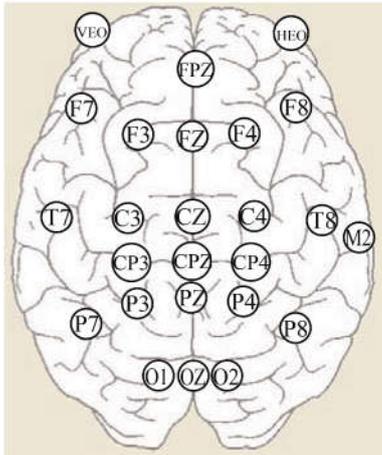


图3 电极点位置脑区示意图

Figure 3 The Schematic Diagram of Electrode Location of Brain Regions

离线数据分析采用Curry 7.0 SBA进行,首先进行数据的预处理,删除发生明显漂移的脑信号片段;截

取刺激呈现前200毫秒到呈现后800毫秒的脑电,用-200~0毫秒的平均波幅对基线进行校正。垂直眼动伪迹消除阈值设为±200微伏,剔除超出范围的信号,滤波带通为1~30赫兹。采集的数据分为两组,将期望使用的和无期望使用的ERPs进行叠加和平均,最后进行统计分析和地形图分析,数据处理原理见图4。

4 结果

4.1 行为数据

智能手机呈现时,被试产生期望使用意向并点击鼠标的数据统计情况见表1。由于ERPs技术要求每种条件的有效刺激试次为20~30次,甚至更高^[31]。实验中被试有一定的错误率,为保证叠加试次足够,实验中一个被试对某一刺激材料的反应次数大于或等于25次时,认定该被试对这一实验材料有一定的期望使用意向,而当被试在观察刺激图片时,没有反应的次数小于或等于5次时,认为被试对这一刺激并没有产生使用意向,而是由于被试错误反应引起的行为变化。其中被试在选择期望体验的刺激图片时,反应时间为541.735毫秒(SD=104.345毫秒)。因此,根据行为数据分析结果可以将每个被试的心理活动分为期望使用意向产生和没有产生两种,这一结果将作为ERPs统计和分析的参考。

4.2 电生理数据

采集脑电信号的电极点可以划分为额区(F3、FZ、F4)、中央区(C3、CZ、C4)、中-顶区(CP3、CPZ、CP4)、顶区(P3、PZ、P4)和枕区(O1、OZ、O2)5个脑区^[32]。图5为有/无使用意愿情况下的总叠加ERPs波形图,实线为有使用意愿,虚线为无使用意愿。从图5的FZ子图和CPZ子图可知,波形差异主要体现在额区、中央区、中-顶区、顶区和枕区的N2和N3成分(260~340毫秒)以及P3/LPP成分(400~600毫秒)上。对N2和P3在各自时间窗内的平均幅值采用期

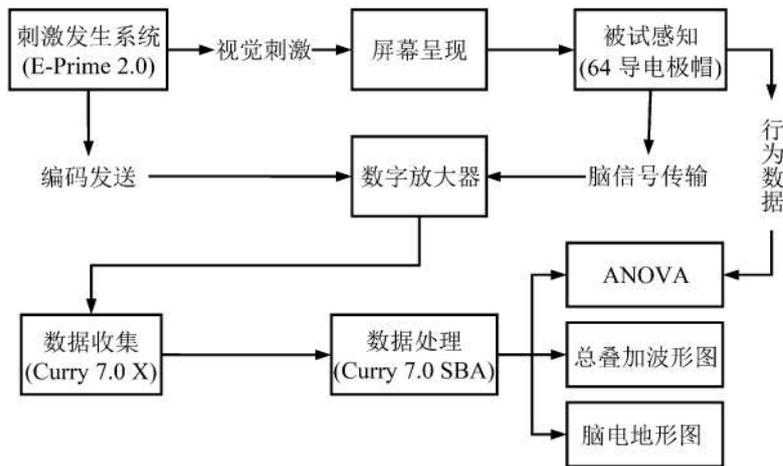


图4 ERPs采集和处理原理

Figure 4 The Principle of ERPs Collecting and Processing

表1 具有使用意向的刺激(点击次数)

Table 1 Stimuli with Intention to Use(Times Clicked)

被试	刺激序号(点击次数)
1	2(28)、3(39)、5(38)、6(39)
2	3(39)、4(38)、6(36)、9(30)
3	4(25)、6(25)
4	2(40)、3(40)、4(39)、5(40)、6(38)、9(39)
5	1(39)、2(38)、3(40)、4(33)、5(38)、6(36)、9(39)
6	2(37)、5(27)、6(28)
7	3(28)、9(30)
8	3(26)
9	3(26)、4(38)、5(36)、6(39)
10	2(25)、3(38)、9(40)
11	1(32)、2(37)、3(39)、4(38)、5(36)、6(35)、9(34)

注:括号外面的数据为能够激发被试刺激产生使用意愿的刺激,括号里面的数据为期望使用次数。

望使用意愿水平(有或无)×电极位置(额区和中央区)的被试内重复测量方差分析,对N3和LPP在各自时间窗内的平均幅值采用期望使用意愿水平(有或无)×电极位置(中-顶区、顶区和枕区)的被试内

重复测量方差分析。方差分析的 p 值皆采用 Greenhouse-Geisser 法校正, $p < 0.050$ 为差异有统计学意义。

对图5中的FZ-额区和CZ-中央区的N2波,智能手机期望使用意向水平主效应显著, $F(1,10) = 10.680, p = 0.008, \eta^2 = 0.516$;电极位置主效应不显著, $F(1,10) = 1.628, p = 0.231, \eta^2 = 0.140$;期望使用意向水平与电极位置交互效应显著, $F(1,10) = 5.578, p = 0.040, \eta^2 = 0.358$ 。进一步的简单效应分析发现,在额区电极FZ上,无期望使用意向条件下诱发更小的N2 ($p = 0.014$)。

对图5中的FZ-额区和CZ-中央区的P3波,智能手机期望使用意向水平主效应显著, $F(1,10) = 13.299, p = 0.004, \eta^2 = 0.571$;电极位置主效应显著, $F(1,10) = 7.802, p = 0.019, \eta^2 = 0.438$;期望使用意向水平与电极位置交互效应显著, $F(1,10) = 7.598, p = 0.020, \eta^2 = 0.432$ 。进一步简单效应分析发现,在额区电极FZ上,无期望使用意向条件下诱发更大的P3 ($p = 0.015$)。

对图5中的CPZ(中-顶区)、PZ-顶区和OZ-枕区在280~400毫秒范围内的N3波,智能手机期望使用意向水平主效应显著, $F(1,10) = 7.958, p = 0.018, \eta^2 = 0.443$;电极位置主效应显著, $F(2,20) = 25.977, p = 0.000, \eta^2 = 0.722$;期望使用意向水平与电极位置交互效应不显著, $F(2,20) = 2.711, p = 0.101, \eta^2 = 0.213$ 。统计结果表明,当被试表现出期望使用意向时,相应的智能手机图片能够引发更小的N3波形。

对图5中的CPZ(中-顶区)、PZ-顶区和OZ-枕

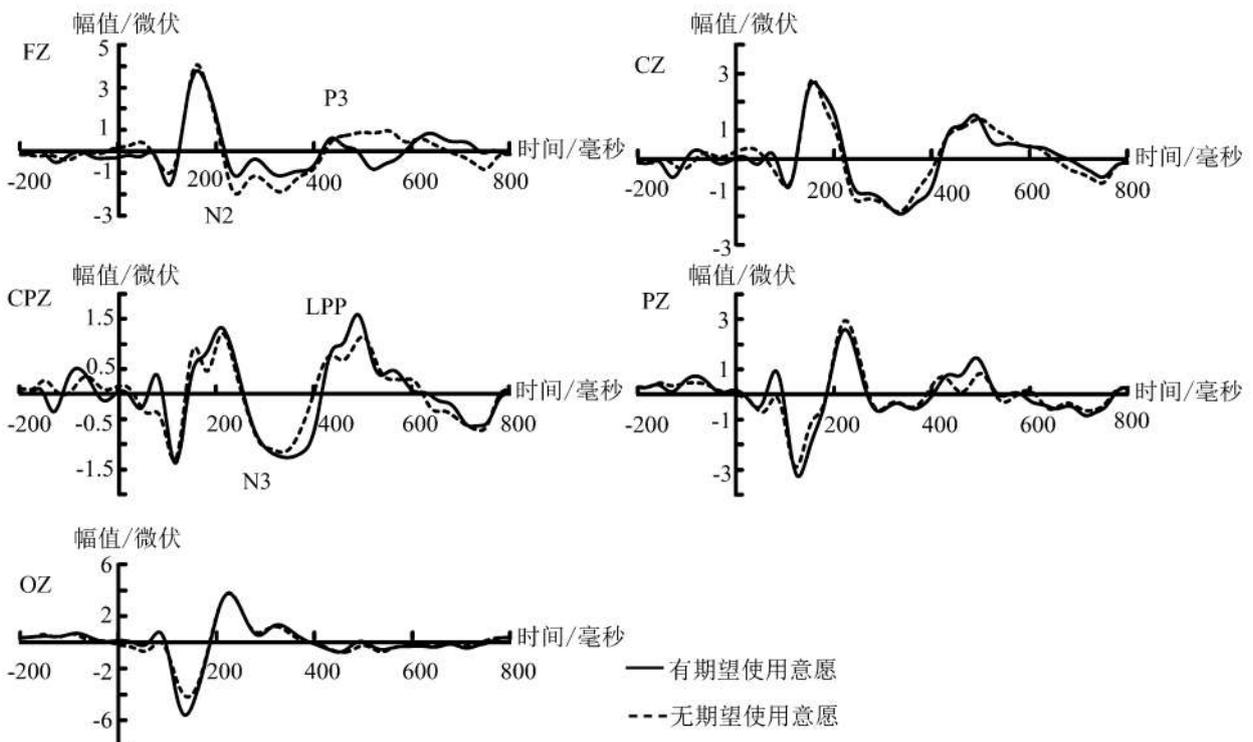


图5 FZ-额区、CZ-中央区、CPZ-中-顶区、PZ-顶区和OZ-枕区有/无使用意愿ERPs总平均图
Figure 5 The ERPs Grand Averaged Waveform for FZ, CZ, CPZ, PZ and OZ of Having Intention to Use/Not

表2 有/无期望使用意愿时在各个位置的波幅配对双尾t检验

Table 2 Two-sample Paired t-Test of aMplitudes at Each Site under Having Intention to Use/Not
单位:微伏

ERPs	电极点	有期望使用意愿		无期望使用意愿		<i>t</i>	<i>p</i>
		均值	标准差	均值	标准差		
N2	额区	-0.631	1.442	-1.632	0.710	2.962	0.014
	中央区	-1.364	0.532	-1.571	0.853	1.949	0.080
P3	额区	-0.231	0.920	0.581	0.449	3.799	0.003
	中央区	0.682	0.321	0.832	0.510	0.938	0.370
N3	中-顶区	-1.000	0.682	-0.742	0.679	-2.074	0.065
	顶区	-0.520	1.224	0.030	0.901	-3.132	0.011
	枕区	0.900	1.211	1.500	0.833	-2.419	0.036
LPP	中-顶区	0.812	0.580	0.560	0.434	1.465	0.174
	顶区	0.674	0.881	0.192	0.491	2.459	0.034
	枕区	-0.291	0.662	-0.631	0.461	2.282	0.046

区在400~600毫秒范围的LPP波,智能手机期望使用意向水平主效应显著, $F(1,10) = 5.394, p = 0.043, \eta^2 = 0.350$;电极位置主效应显著, $F(2,20) = 28.884, p = 0.000, \eta^2 = 0.743$;期望使用意向水平与电极位置交互效应不显著, $F(2,20) = 1.532, p = 0.240, \eta^2 = 0.133$ 。统计结果表明,有期望使用意向时的智能手机图片能够激发更正的LPP波形。各个时间相关电位在不同期望使用意向水平下的配对t检验结果见表2,由表2可知有、无期望使用意向时各个波形在各自时间窗内幅值的对比结果。

图6为260~340毫秒和400~600毫秒时间窗内的头皮地形图,反映头皮激活程度,电压绝对值越大表示激活越强。从图6可知,不同期望使用意向水平的智能手机图片诱发在头皮不同部位激活程度很相似,激活程度较强区域(颜色较深)主要分布在头皮额区-顶区。被试有期望使用意向时脑激活区域较无期望使用意向时靠后,大脑中-顶区、顶区和枕区的头皮激活程度明显增强。

5 讨论

能够激发用户产生期望体验的意向是衡量产品设计的重要指标,如果一个产品不能激发用户使用和尝试的欲望,那么更进一步的体验活动将不会发生,用户也不会产生购买行为。实验旨在对用户产生期望使用意向时的内在神经活动进行研究,探索不同用户体验水平的智能手机图片激发出怎样的用户期望体验意向,揭开这一过程产生的神经反应过

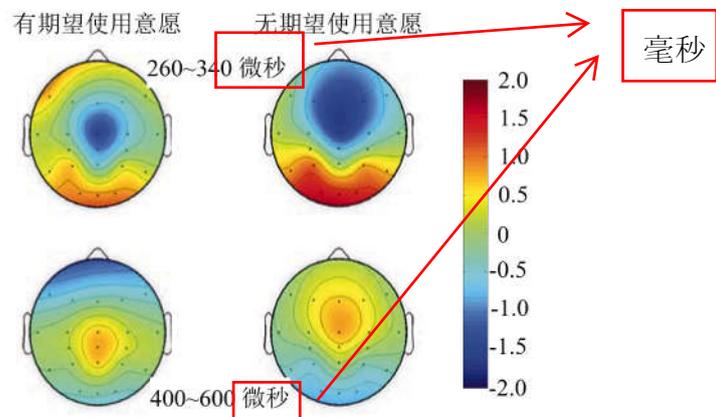


图6 有/无期望使用意愿时在相应时间窗内的头皮地形图

Figure 6 The Topographic Maps of Having Intention to Use/Not within Correspondence Time Window

程。由图5可知,FZ-额区和CZ-中央区出现N2和P3波,图6头皮地形图显示FZ-额区到PZ-顶区之间头皮区域激活程度较强;并且被试有期望使用意向时,FZ-额区和CZ-中央区头皮激活程度要低于没有期望使用意向。图5中CPZ(中-顶区)可以看到较明显的N3波,紧随着这一负波之后出现一个明显的LPP,而且统计结果表明当被试出现期望使用意向时,在重复测量方差分析结果中可以看出这两个波

得到显著增强。

4.2节中N2的重复测量方差结果($p = 0.014$)表明,不同期望使用意向水平下额区上N2波幅有显著性差异,有期望使用意向时的幅值更大。N2是ERP的内源性成分,与人的认知加工有关^[33],是表示行为抑制神经指标^[34-35]。实验中被试会在实验任务指导下对呈现的刺激图片进行辨别和分类,识别出自己已有使用意向的智能手机图片,而对于自身并没有使用意向的智能手机表现出按键抑制。也即对于比较符合自身感觉的产品会产生进一步体验的意向,从而产生行为趋向,而对于不符合自身感觉或者不喜欢的产品会产生厌烦,进而做出规避行为^[22,34],从而表现为增强的N2。实验中并没有要求被试对材料做出规避选择,而是找出能激起自己使用意向的手机并做出反应。与倾向性行为类似,当不同智能手机呈现给被试时,被试会受到自身知识、记忆等影响对智能手机图片进行比较和分析,从而诱发被试相关的评价和神经活动,进而表现出潜在的对某一智能手机的倾向。另外WU et al.^[36]的研究认为N2可能与刺激和感知之间的失匹配有关。在实验中呈现的刺激材料与期望使用目标相差很大时,也即没有引起期望使用意向时,从而诱发更小的N2。也即能够激发用户期望使用意向的智能手机更符合用户认知,刺激与感知之间的匹配更吻合,从而表现为较浅的N2。

4.2节中N3的重复测量方差结果($p = 0.018$)表明,对于N3,期望使用意向水平在中-顶区、顶区和枕区表现出主效应,且被试对呈现的智能手机造型表现出期望使用意向时N3波形加强。通常认为N3对情感刺激敏感,并且正向视觉刺激能够诱发更负的N3,在顶区表现最为明显^[32,37]。实验中当出现被试期望进一步体验的智能手机造型时,这一造型能够吸引用户的注意^[38],更加符合被试认知和期望,从而能够诱发更多积极性情感,最终表现为更大的N3。被试在浏览产品造型并找出能引起自身使用意向造型的过程中,可以认为被试是在找出与他们内心期望的目标较为吻合的刺激,当出现这一刺激时N3得到显著加强^[39]。

通常在目标辨别任务中,任务处理中额区注意机制下能够诱发出刺激导向的P3波,非目标刺激能够在额区-中央区引起较为明显的P3波^[40-41]。4.2节中P3的重复测量方差结果($p = 0.015$)表明,被试发现期望使用意向的智能手机造型时,额区-中央区出现波幅更小的P3波。脑前部P3一般与目标识别评估有关,波幅越大,说明注意再分配过程中被试表现出越强的反应抑制^[40,42],也即对自己无期望使用意向的手机表现出更强的抑制来控制点击鼠标行为。由于实验中材料是重复随机呈现,被试对于期望使用的智能手机造型较少,也容易记住,再出现其他手机时不得不投入更多的认知资源去辨别这一造型是否是自己期望使用的,从而表现出更强的P3。

4.2节中对400~600毫秒范围内在脑后部产生了

较为明显的晚期正波的重复测量方差分析结果($p = 0.043$)表明,当被试对呈现的智能手机产生期望使用意向时,正波得到加强。BLEDOWSKI et al.^[40]和POLICH^[41]的研究认为枕顶区的P3或晚期正波是由内心认知诱发的,是受自上而下注意的影响,是人们高阶认知趋于稳定的表现^[40-41],与行为控制的准备有关^[43],通常也与记忆和意向检索有关^[32]。随着实验进行,被试对手机认知趋于稳定,对期望使用意向的手机产生一定的记忆^[44],在“出现有期望使用意向的手机时点击鼠标左键”这一任务驱使下,表现出自上而下的注意分配机制^[30,40],控制行为进行准备按键反应。期望使用的智能手机的感官属性和行为相关性都会存储在长期记忆中,然后人们通过自我调整将注意转移到目标刺激上^[40],也即对于期望使用的智能手机,被试会分配更多的认知资源,从而表现为行为意向^[45]。实验结果也很好印证了已有脑认知的研究,在刺激识别阶段(找出期望使用意向的手机),主要体现在N2、N3和P3波上,而随着刺激随机重复出现,被试认知趋于稳定,也形成一定的记忆,也即是在出现期望使用意向时会发生点击鼠标行为,从而在顶区出现增强的准备电位N3和表示认知趋于稳定的LPP。

6 结论

6.1 研究结论

本研究通过采集和分析用户在选择期望使用的产品造型这一过程中的ERPs,从用户脑认知的角度解析使用意向产生的过程,实验中要求被试在出现能引起自身使用意向的产品造型时点击鼠标左键,从主要ERPs的产生可以将使用意向产生的脑认知过程分为3个阶段,具体得到如下结果。

(1)当产品造型能引发用户的使用意向时,会在额区-中央区出现较小的N2。

(2)当产品造型能引发用户使用意向时,额区-中央区出现较小幅值P3,并且在中-顶区、顶区和枕区出现显著增强的N3。

(3)随着认知稳定和记忆形成,当产品造型能够引起用户的使用意向时,会在中-顶区、顶区和枕区出现显著增强的LPP。

6.2 研究意义

已有对于用户体验的研究主要集中于交互过程的研究,对于期望使用产品时产生的感知和反应缺乏相应的研究,本研究为研究期望体验提供了方法借鉴。期望使用意向产生与否直接决定用户后续行为的发生和购买决策的制定,已有的方法对于使用意向的研究受用户主观影响较大,本研究方法弥补了主观性的缺陷。另外本研究证实了产品造型设计的差异能够诱发用户神经反应的不同,揭示了产品造型诱发使用意向与否的脑认知过程。通过对用户脑信号的收集和分析,也可以间接反映产品设计用户体验水平,为用户体验的测量提供了新的方法。

在实践上有两个方面的应用价值。从市场角

度,产品造型设计是为了在众多的产品中脱颖而出、第一时间吸引用户注意、激发用户产生使用意向,并最终使其发生购买行为。因此,根据脑信号差异,能够找出诱发用户使用意向的产品造型,从而分析这些产品造型的特点,为产品研发提供指导。另外,通过分析用户在产品感知过程中的脑信号,可以快速找出设计优秀的产品造型,节省产品造型设计初期的评价费用。

6.3 研究局限

本研究虽然对产品造型诱发的使用意向进行了电生理的探索,但是由于多方面的原因,仍然存在一些局限。本研究是针对智能手机类产品进行的实验,研究结果对其他产品的适应性还需要进一步研究,并且需要将产品的参数、价格、品牌都考虑进去;实验样本没有考虑性别差异,未来研究可以对比男女在产品认知上的差异,从而有针对性地改进产品设计;另外,实验样本集中于在校大学生群体,对智能手机较为熟悉,后续研究应该尽可能地将目标消费者考虑进去,从而为产品设计者提供参考;实验并没有研究产品的具体设计属性对用户使用意向的影响,未来需要对具体设计属性的变化是否能激发期望体验的产生进行研究,从而更具针对性地提升用户体验水平;实验材料与真实手机存在一定的差异,未来需要考虑更加真实的体验过程。

参考文献:

- [1] XU W. Enhanced ergonomics approaches for product design: A user experience ecosystem perspective and case studies [J]. *Ergonomics*, 2014, 57(1): 34-51.
- [2] DAVIS F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology [J]. *MIS Quarterly*, 1989, 13(3): 319-340.
- [3] MCKEOWN C. Neuroergonomics: A cognitive neuroscience approach to human factors and ergonomics [J]. *Ergonomics*, 2014, 57(1): 137-138.
- [4] 景奉杰,余樱,涂铭. 产品属性与顾客满意度纵向关系演变机制: 享乐适应视角 [J]. *管理科学*, 2014, 27(3): 94-104.
JING Fengjie, YU Ying, TU Ming. The longitudinal relationship evolution mechanism between product attribute and customer satisfaction: A perspective of hedonic adaptation [J]. *Journal of Management Science*, 2014, 27(3): 94-104. (in Chinese)
- [5] 马庆国,付辉建,卞军. 神经工业工程: 工业工程发展的新阶段 [J]. *管理世界*, 2012(6): 163-168, 179.
MA Qingguo, FU Huijian, BIAN Jun. The project of the nerve industry: The new stage of the development of the industrial project [J]. *Management World*, 2012(6): 163-168, 179. (in Chinese)
- [6] BLYTHE M A, OVERBEEKE K, MONK A F, et al. Funology: From usability to enjoyment [M] // HASSENZAHN M. *The thing and I: Understanding the relationship between user and product*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2005: 31-42.
- [7] HOLBROOK M B, HIRSCHMAN E C. The experiential aspects of consumption: Consumer fantasies, feelings, and fun [J]. *Journal of Consumer Research*, 1982, 9(2): 132-140.
- [8] International Organization for Standardization (ISO). *Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centered design for interactive systems*. ISO. 9241-210: 2010. Switzerland, 2010.
- [9] FENKO A, SCHIFFERSTEIN H N J, HEKKERT P. Looking hot or feeling hot: What determines the product experience of warmth? [J]. *Materials & Design*, 2010, 31(3): 1325-1331.
- [10] BARRENA R, SÁNCHEZ M. Using emotional benefits as a differentiation strategy in saturated markets [J]. *Psychology & Marketing*, 2009, 26(11): 1002-1030.
- [11] LAW E L C, VAN SCHAİK P, ROTO V. Attitudes towards user experience (UX) measurement [J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2014, 72(6): 526-541.
- [12] VENKATESH V, DAVIS F D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies [J]. *Management Science*, 2000, 46(2): 186-204.
- [13] VENKATESH V, THONG J Y L, XU X. Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology [J]. *MIS Quarterly*, 2012, 36(1): 157-178.
- [14] KARAPANOS E, ZIMMERMAN J, FORLIZZI J, et al. Measuring the dynamics of remembered experience over time [J]. *Interacting with Computers*, 2010, 22(5): 328-335.
- [15] MORIN C. Neuromarketing: The new science of consumer behavior [J]. *Society*, 2011, 48(2): 131-135.
- [16] GUO F, CAO Y, DING Y, et al. A multimodal measurement method of users' emotional experiences shopping online [J]. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 2015, 25(5): 585-598.
- [17] ARIELY D, BERNS G S. Neuromarketing: The hope and hype of neuroimaging in business [J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2010, 11(4): 284-292.
- [18] 葛燕,陈亚楠,刘艳芳,等. 电生理测量在用户体验中的应用 [J]. *心理科学进展*, 2014, 22(6): 959-967.
GE Yan, CHEN Yanan, LIU Yanfang, et al. Electrophysiological measures applied in user experience studies [J]. *Advances in Psychological Science*,

- 2014,22(6):959-967. (in Chinese)
- [19] VAN DER LAAN L N, DE RIDDER D T D, VIERGEVER M A, et al. Appearance matters: Neural correlates of food choice and packaging aesthetics [J]. *Plos One*, 2012,7(7):e41738.
- [20] KNUTSON B, RICK S, WIMMER GE, et al. Neural predictors of purchases [J]. *Neuron*, 2007,53(1):147-156.
- [21] SYLCOTT B, CAGAN J, TABIBNIA G. Understanding consumer tradeoffs between form and function through metaconjunct and cognitive neuroscience analyses [J]. *Journal of Mechanical Design*, 2013,135(10):10100201-10100213.
- [22] HANDY T C, SMILEK D, GEIGER L, et al. ERP evidence for rapid hedonic evaluation of logos [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2008,22(1):124-138.
- [23] NITTONO H. Late positive potentials associated with the attractiveness of the appearances of commercial goods [J]. *Clinical Neurophysiology*, 2013,124(8):e35.
- [24] RIGHI S, ORLANDO V, MARZI T. Attractiveness and affordance shape tools neural coding: Insight from ERPs [J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2014,91(3):240-253.
- [25] WASZAK F, WASCHER E, KELLER P, et al. Intention-based and stimulus-based mechanisms in action selection [J]. *Experimental Brain Research*, 2005,162(3):346-356.
- [26] JAHANSHAH M, FRITH C D. Willed action and its impairments [J]. *Cognitive Neuropsychology*, 1998,15(6/8):483-533.
- [27] ANDERSEN R A, BUNEO C A. Intentional maps in posterior parietal cortex [J]. *Annual Review of Neuroscience*, 2002,25:189-220.
- [28] HESSE M D, THIEL C M, STEPHAN K E, et al. The left parietal cortex and motor intention: An event-related functional magnetic resonance imaging study [J]. *Neuroscience*, 2006,140(4):1209-1221.
- [29] SCHIFFERSTEIN H N, DESMET P M. The effects of sensory impairments on product experience and personal well-being [J]. *Ergonomics*, 2007,50(12):2026-2048.
- [30] VETTER P, NEWEN A. Varieties of cognitive penetration in visual perception [J]. *Consciousness and Cognition*, 2014,27:62-75.
- [31] LUCK S J. An introduction to the event-related potential technique [M]. 2nd ed. Cambridge: The MIT Press, 2014:18-19.
- [32] CONA G, KLIEGEL M, BISIACCHI P. Differential effects of emotional cues on components of prospective memory: An ERP study [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2015,9(10):1-15.
- [33] FOLSTEIN J R, VAN PETTEN C. Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review [J]. *Psychophysiology*, 2008,45(1):152-170.
- [34] ERNST L H, EHLIS A C, DRESLER T, et al. N1 and N2 ERPs reflect the regulation of automatic approach tendencies to positive stimuli [J]. *Neuroscience Research*, 2013,75(3):239-249.
- [35] LI Y, ZHONG W, CHEN Q, et al. Object detection is completed earlier than object categorization: Evidence from LRP and N200 [J]. *Psychophysiology*, 2013,50(12):1255-1262.
- [36] WU J H, MAI X Q, YU Z L, et al. Effects of discrepancy between imagined and perceived sounds on the N2 component of the event-related potential [J]. *Psychophysiology*, 2010,47(2):289-298.
- [37] CARRETIÉ L, IGLESIAS J, GARCÍA T. A study on the emotional processing of visual stimuli through event-related potentials [J]. *Brain and Cognition*, 1997,34(2):207-217.
- [38] 张妍,孔繁昌,陈红,等. 男性对女性面孔吸引力的认知偏好:来自ERP的证据 [J]. *心理学报*, 2010,42(11):1060-1072.
ZHANG Yan, KONG Fanchang, CHEN Hong, et al. Cognitive bias toward female facial attractiveness in males: Evidences from an ERP study [J]. *Acta Psychologica Sinica*, 2010,42(11):1060-1072. (in Chinese)
- [39] HAMM J P, JOHNSON B W, KIRK I J. Comparison of the N300 and N400 ERPs to picture stimuli in congruent and incongruent contexts [J]. *Clinical Neurophysiology*, 2002,113(8):1339-1350.
- [40] BLEADOWSKI C, PRVULOVIC D, GOEBEL R, et al. Attentional systems in target and distractor processing: A combined ERP and fMRI study [J]. *Neuroimage*, 2004,22(2):530-540.
- [41] POLICH J. Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b [J]. *Clinical Neurophysiology*, 2007,118(10):2128-2148.
- [42] BARCELÓ F, PERIÁÑEZ J A, KNIGHT R T. Think differently: A brain orienting response to task novelty [J]. *Neuro Report*, 2002,13(15):1887-1892.
- [43] BAMFORD S, BROYD S J, BENIKOS N, et al. The late positive potential: A neural marker of the regulation of emotion-based approach-avoidance actions? [J]. *Biological Psychology*, 2015,105:115-123.
- [44] GABLE P A, HARMON-JONES E. Does arousal per se account for the influence of appetitive stimuli on attentional scope and the late positive potential? [J]. *Psychophysiology*, 2013,50(4):344-350.
- [45] WEST R, HERNDON R W, CREWDSON S J. Neural

activity associated with the realization of a delayed intention [J]. *Cognitive Brain Research*, 2001, 12 (1):1-9.

The Impact of Product Forms on User's Usage Intention with Event Related Potentials

GUO Fu, DING Yi, ZHANG Xuefeng, JIANG Junyi, LIU Weilin

School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China

Abstract: The ability of product to stimulate user's intention of anticipated use has a decisive role in further experience or purchase decision, while traditional methods cannot give a full understanding of user's experience on product. The brain controls all of people's behaviours and cognition, and the development of neurophysiology and mature of electroencephalogram (EEG) measurement method makes it possible to understand people's mind more accurately.

In this study, event related potentials (ERPs) were applied to explore the process of anticipated user experience when users browsed different smart phone designs. Four smart phone forms designed by using Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 and five selected from website were displayed as stimuli. All the stimuli were processed to have the same size and visual angel. Moreover, the brands were deleted and price was not taken into account for mainly studying the brain activity evoked by variety of product forms. Smart phone pictures with different anticipated user experience were displayed with equiprobability randomly. Eleven subjects took part in the experiment, during which participants were asked to click the left button of mouse when certain picture gave them a feeling of anticipated use. Consequently, according to the behavioral results (the times of mouse click), stimuli were divided into intended and no response types. EEG signals were processed by applying Curry 7.0 SBA (Neurosoft Labs Inc), and computed using EEG epochs that started from 200ms before stimuli onset to 800ms after stimuli onset. Event related potentials of each participant were then averaged separately for each channel and stimulus type. The single-subject ERPs were then used to derive the grand averaged waveforms for display and analysis. Then within-subject repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was done by SPSS 18.0.

The results show that pictures with an ability to stimulate participants' intention for further experience can evoke smaller N200 and P300 in frontal and central sites, and enhanced N300 and late positive potential (LPP) in central-parietal, parietal and occipital regions. The scalp topography shows that central-parietal, parietal and occipital regions are more activated. The results indicate that the discrepancy of ERPs can reflect the neural activities of behavioral intention formed or not. Moreover, amplitude of ERPs occurring in corresponding brain areas can be used to measure user experience.

Product design should not only satisfy user's need from pragmatic and hedonic, but has the capacity to arouse user's behavioral intention to use the product. However, users cannot fully explain their perceptions or feelings. The exploring of neural correlated with behavioral intention provide an accurate measurement method of user's perception and help marketers to grasp consumer's needs.

Keywords: product form; behavioral intention; user experience; event related potentials; neuroergonomics

Received Date: June 3rd, 2015 **Accepted Date:** November 8th, 2015

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71471033, 71171041)

Biography: GUO Fu (1964 - , Native of Kaiyuan, Liaoning), Doctor in Management and is a Professor in the School of Business Administration at Northeastern University. Her research interests include kansei engineering, user experience and mental workload, etc.

E-mail: fguo@mail.neu.edu.cn

□