

文章编号:1000-582X(2010)11-033-06

显示方式对产品感性意象评价的影响实验分析

张晓冬, 谢勋德, 郭波, 余田

(重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044)

摘要:针对新产品开发中对产品外观设计的感性意象评价,探讨了立体显示方式和平面显示方式对产品感性意象评价的影响。用立体显示方式和平面显示方式展示设计的数字产品模型,参试者对其进行感性意象评分,对评分量表进行了信效度检验,然后对两种显示方式下的评分一致性进行分析。统计结果表明:两种显示方式对产品外观总体的感性意象评分一致性的影响无显著性差别,但对于产品的情感特性评价指标,评价者在立体显示方式下更容易达成一致。

关键词:立体显示;平面显示;产品设计;评价;感性意象

中图分类号: TB18

文献标志码: A

Experimental research on the influence of display model on the evaluation of product perceptual image

ZHANG Xiao-dong, XIE Xun-de, GUO Bo, YU Tian

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: Aimed at the perceptual image evaluation of production appearance in product development, display model effectiveness of perceptual image evaluation between stereoscopic display and flat panel display are compared. Digital production models scored by subjects are exhibited through the two types of display usage. The reliability and validation of rating scale is checked and the inter-rater consistency is analyzed. The analysis result indicates that: as to the inter-rater consistency, no statistically significant difference can be found between the two types of display usage for evaluating the whole perceptual image of production appearance. However, subjects can reach an agreement on emotion characteristic indexes more easily in stereoscopic display environment than flat panel display.

Key words: stereo display; flat panel display; product design; evaluation; perceptual image

立体显示方式是近年来兴起的新技术。与平面显示器相比,立体显示器可以真实地重现客观世界的景象,表现图像的深度感、层次感和真实性,从而获得更加全面的信息^[1-3],在虚拟现实、医学研究、工业仿真、军事仿真、3D 显示与电子游戏、展览展示、教育科研等诸多领域实现了应用和推广^[4-7]。因此,

对立体显示方式的性能及特点进行评估,对显示方式的有效应用具有十分重要的意义。如根据美国航空航天局(NASA)朗雷(Langley)研究中心飞行管理部的报告,立体显示器可以大大提高飞行员对本机与敌机空间位置的判断能力,使飞行员的应急反应速度提高近一倍。Lee 等^[8]通过实验研究了由立

收稿日期: 2010-06-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70971146); 新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-08-0608); 重庆大学 211 工程三期创新实验项目(S-09107)

作者简介: 张晓冬(1972-),女,重庆大学教授,博士生导师,主要从事协同产品开发、人因与认知工程、系统仿真等研究, (E-mail) xdzhang@cqu.edu.cn。

体显示器构成视觉通道的桌面虚拟现实系统、沉浸的虚拟现实系统、增强现实性的虚拟现实系统 3 类系统,认为这 3 类系统在产品的感性评价中并无显著性差别。

在新产品研发领域,随着买方市场的来临,消费者对产品的主观性感受已成为产品研发需要考虑的重要因素。为此,企业在产品详细设计完成后,通常会对输出的产品渲染效果图或数字产品三维模型进行评价,甚至在网络协同设计平台中与用户进行交互设计与评价,从而确保产品的外观造型能被消费者和市场接受^[10-11]。由于基于平面显示方式的产品图像与产品实体有较大出入,会造成评价者印象不一,无法得到具有统计意义的评价结论,从而在一定程度上影响了评价的效果。那么,相对于平面显示方式,立体显示方式是否能让评价者更充分地了解产品,从而对产品作出更一致的评价呢?虽然立体显示方式在产品展示中有所应用,但该方式对产品评价的影响研究尚未见报道。为此,笔者进行了自由立体显示方式和传统的平面显示方式对产品主观印象评价影响的对比实验研究,从而探索立体显示方式在产品分析评价方面的应用前景。

1 研究假设

1.1 假设的提出

自由立体显示器是立体显示器发展的最新模式。该模式不需要观看者佩戴眼镜/头盔等任何辅助设备就能在一定范围自由观看到浮出屏幕外、伸向纵深、悬在空中、具有身临其境效果的三维立体影像。自由立体显示方式可将需要展示的内容表达得更加直观、真实、清晰。在给观看者带来丰富信息的同时,又增加了观看者对信息的直观理解程度。

为检验自由立体显示方式在产品评价方面的效果,特提出以下假设:

假设 1 对于产品外观设计评价,相比于平面显示方式,评价者在立体显示方式下更容易对一组产品在各评价维度上达成一致性。

假设 2 对于产品外观设计评价,相比于平面显示方式,评价者在立体显示方式下更容易对各个产品在所有评价维度上达成一致性。

假设 3a 相比于平面显示方式,评价者在立体显示方式下更容易对产品在一项特性意象维度上达成一致性。

假设 3b 相比于平面显示方式,评价者在立体显示方式下更容易对产品在一项情感特性意象维度上达

成一致性。

在上述假设中,评价维度是指对产品感性意向的评价指标,可分为两类:一类为一般意象,如颜色、材质、大小、匹配性等;另一类为情感意象,如品位、安全感、个性化等。笔者在 2.1 节定义了某产品意象评价的具体指标。

1.2 假设的验证方法

首先,设计了产品外观感性意象评价量表,同时为了使量表所测数据可靠有效,对量表的信效度进行了检验。用克朗巴哈系数(Cronbach's α)来检验量表的内部一致性;用因素分析方法对测评结果进行结构效度分析。其次,在对假设进行验证时,评价结果的可靠性用评分一致性系数——肯德尔和谐系数(Kendall's Coefficient of Concordance)来表示。肯德尔和谐系数较大,表明评分者的意见较为一致;反之,则表明评分者的意见分歧较大^[12]。最后,对两种显示方式下的评分一致性系数进行配对 T 检验。若立体显示方式下的平均“评分一致性系数”大于平面显示方式下的平均“评分一致性系数”,且达到了统计意义上的显著差异,则接受所提假设;否则拒绝。

2 产品感性意象评价实验

2.1 实验任务

产品样本的遴选:根据研究目的,选择外观造型对消费者影响较大的轻工业产品。为此,按造型、风格等差异较大的原则选取了 10 个办公椅样本(如图 1)。这些产品样本均是用 3ds max 建模,并制作成模型旋转的动画使产品信息得以全面展示,然后用 SuperD Renderer for 3ds Max 进行特殊渲染和后期处理,分别制作成时间为 10 s 立体视频。



图 1 部分产品样本图

评价量表的设计:根据 Yun 等^[13-15]对办公椅设计中的感性意象指标的分析及其他感性意象要素的研究,本实验设计了相应的评价量表,办公椅评价量表如表 1 所示。

表 1 办公椅外观感性意象指标表

编号	评价维度	释 义
1	颜色	产品颜色的色调及搭配是否悦目
2	材质	产品材料和质地是否舒适宜人
3	大小	产品尺寸和体积大小是否协调
4	匹配性	产品各部分的形状和布局是否匹配
5	品位	感觉产品是否高雅、有档次、有品位
6	安全感	产品的稳固性和可靠性感觉
7	简洁性	产品外观是否简洁易于维护
8	吸引力	产品是否时尚、吸引眼球、惹人喜爱
9	个性化	产品风格很有个性还是很普通大众化
10	人性化	舒适感、健康等人因特性如何
11	整体满意度	对产品的整体意象评分(满意度),不是各评分点的均值,而是独立的、整体印象分

基于该量表,参试者在实验过程中按照对产品样本外观的主观印象进行打分(各项指标的满分为 100 分)。

2.2 参试者及培训

邀请 12 名在校大学生参加实验,其中 8 男 4 女,年龄介于 23~29 岁,均值 25.0 岁(方差:1.70)。受教育水平为 17 a 以上,视觉能力均正常。

主观评价实验由于受到主体物理、心理、认知等多方面的影响,因此在本次实验前对参试者进行了如下培训:

1)评价量的解释。对所要进行评价的感性意象指标的含义进行解释,其目的是让评价者更好地理解感性意象指标所表达的产品品质特性,以及减少评价者对评价内容理解的差异。

2)评价过程的说明。对评价判断结果的方法进行说明,以保证评价者能如实反映评价中的判断结果。

2.3 实验设备

硬件:1 台 HDL-46 裸眼自由三维立体显示器,支持平面和立体 2 种显示方式,分辨率为 1 920 × 1 080,“裸眼”最佳观测距离为 3~8 m。

软件:Autodesk 3ds Max 9,After Effects 6.5,bbWPEG Beta 18,SuperD Renderer for 3ds max v1.9 插件,SuperD 3D Movie Player 插件。

2.4 实验过程

将 12 名参试者均分为 A、B 两组。评价办公椅,将所有办公椅立体视频选入播放列表,视频按顺序自动播放。调为立体显示方式,每个视频播放一遍,让 A 组 6 成员按评价量表中评价指标的顺序对各办公椅外观进行评分。所有视频按顺序播放 11 遍。然后切换成平面显示方式,让 B 组成员按同样方法进行评分,评分后回答调查问题。

3 结果与讨论

3.1 评价量表的信度、效度分析

为验证量表的可靠性和有效性,笔者采用 SPSS 16.0 对实验数据进行信效度分析。其中,办公椅评价量表的 Cronbach's α 系数为 0.610~0.924,平均值为 0.800。结果见表 2。说明办公椅感性意象评价量表的内部一致性较好。

表 2 办公椅感性意象评价量表信度

编号	Cronbach's α 系数	
	立体组 A	平面组 B
1	0.863	0.743
2	0.773	0.788
3	0.886	0.728
4	0.857	0.771
5	0.921	0.924
6	0.610	0.724
平均值	0.800	

对量表有效性评价采用结构效度。其中,对于办公椅外观感性意象评价量表,检验变量间偏相关性的 KMO 统计量为 0.859; Bartlett's 球形检验 $\chi^2 = 515.189, P < 0.001$ 。可见 KMO 统计量大于 0.8,球形假设被拒绝,因此各评价维度得分间的相关程度无太大差异,数据适合做因子分析。对 11 个评价维度进行因子分析,采用主成分因素分析法,加方差极大旋转,抽取特征值大于 1 的因子。最后抽取 3 个共同因子,3 个因子方差的累积贡献率达到 63.010%。因子 1 包括 5 个评价维度(品位、安全感、吸引力、个性化、人性化、整体满意度)可概括为“产品情感特性因子”,因子 2 包括 4 个评价维度(颜色、材质、大小、匹配性)可概括为“产品一般特性因子”,因子 3 只包括 1 个评价维度(简洁性)可定为简洁性。3 个因子都是办公椅外观感性意象评价的重要组成部分,所以该量表具有较好的结构效度。见表 3。

表 3 最大正交旋转后因子负荷阵

评价维度	因子 1	因子 2	因子 3
颜色	0.571	0.529	0.075
材质	0.289	0.608	0.023
大小	0.037	0.861	0.067
匹配性	0.134	0.733	0.352
品位	0.639	0.481	0.110
安全感	0.479	0.206	-0.220
简洁性	0.067	0.052	0.836
吸引力	0.737	0.402	0.257
个性化	0.824	-0.016	-0.119
人性化	0.611	0.416	0.201
整体满意度	0.568	0.544	0.302

综上所述,实验使用的办公椅的外观感性意象评价量表具有较好的信效度,能够真实而稳定地反映参试者对办公椅的外观感性意象。

3.2 平面、立体显示效果的一致性比较

3.2.1 假设 1 检验

同一组(立体组/平面组)评价者对一组办公椅在每一个维度及总分上的评分一致性。

每一组评价者都对 10 个办公椅产品在 11 个维度上进行评定。笔者就可以算出同一组评价者对 10 个办公椅产品在每一个维度上的评分一致性,还可以求出同一组评价者对每一个办公椅产品在 11 个维度分数之和(总分)上的评分一致性。评分一致性的大小用 Kendall 和谐系数 W 表示。对于立体组和平面组的评价者,由于显示方式不同,分别进行了计算。结果见表 4。

表 4 一组办公椅在各维度的 W 系数

评价维度	立体组		平面组	
	W	P 值	W	P 值
颜色	0.180	0.371	0.231	0.187
材质	0.408	0.009**	0.182	0.363
大小	0.297	0.066	0.317	0.047*
匹配性	0.260	0.120	0.435	0.005**
品位	0.507	0.001**	0.337	0.033*
安全感	0.291	0.073	0.203	0.278
简洁性	0.383	0.014*	0.529	0.001**
吸引力	0.260	0.122	0.197	0.300
个性化	0.316	0.048*	0.321	0.044*
人性化	0.430	0.006**	0.292	0.071
整体满意度	0.269	0.105	0.225	0.204
总分	0.363	0.020*	0.307	0.055

说明:表中“*”表示 0.05 水平显著,“**”表示 0.01 水平显著,即不同评分者在某一个维度上对一组产品的评分具有一致性且达到统计上的显著水平。

从表 4 可以发现,无论是在立体组成员间还是平面组成员间在不同评价维度上对一组办公椅的评分并非都是一致的。表 4 中立体组成员和平面组成员均在 5 个评价维度上评分时达到了一致性并在统计上达到显著水平。那么这两组成员对一组办公椅在各个评价维度上的评分是否有显著性的差别呢?对两组的评分一致性系数 W 进行配对 T 检验。检验结果如表 5 所示。

表 5 一组办公椅在各维度的平均 W 系数的 T 检验

组别	平均值	标准方差	差异/%	T	df	P 值
立体组	0.33	0.094	9.8	0.797	10	0.44
平面组	0.30	0.108				

T 检验结果表明,立体组成员在每一个评价维度上对一组办公椅的平均“评分一致性”与平面组基本相当,它们之间没有显著的差异($T=0.797, P > 0.05$)。由此可知,假设 1 没有得到支持。

3.2.2 假设 2 检验

同一组评价者对每一个办公椅产品在 11 项评价维度上评分时的一致性。

每个办公椅产品,都需要经过 6 个评价者对其从 11 个维度上进行评分。评价者之间对同一个办公椅产品在这 11 个维度进行评分时给的分数是否一致,可以用 Kendall 和谐系数 W 进行评定。其含义在于 6 个评价者对该办公椅在 11 个维度上表现好坏的排序的一致性有多大。笔者还就同一组评价者对一组办公椅在每一个维度上的平均分也计算了 Kendall 和谐系数 W 。结果见表 6。

表 6 各办公椅在所有维度的 W 系数

产品编号	立体组		平面组	
	W	P 值	W	P 值
$P1$	0.286	0.071	0.295	0.060
$P2$	0.202	0.278	0.243	0.148
$P3$	0.393	0.009**	0.476	0.001**
$P4$	0.103	0.800	0.093	0.850
$P5$	0.455	0.002**	0.164	0.453
$P6$	0.091	0.860	0.239	0.158
$P7$	0.331	0.031*	0.279	0.081
$P8$	0.492	0.001**	0.244	0.146
$P9$	0.275	0.085	0.155	0.503
$P10$	0.391	0.009**	0.347	0.022*
产品平均分	0.453	0.002**	0.274	0.087

说明:表中“*”表示 0.05 水平显著,“**”表示 0.01 水平显著,即不同评价者分别对某一个办公椅产品在 11 项评价维度上的评分排序一致性高且达到统计上的显著水平。

表 6 中办公椅立体组成员在评分时达到一致性的产品数比平面组成员的要多 3 个,两组成员对每一个办公椅产品在 11 项评价维度上的综合评分是否有显著性的差别?对两组的评分一致性系数 W 进行配对 T 检验。检验结果如表 7。

表 7 各办公椅在所有维度的平均 W 系数的 T 检验

组别	平均值	标准方差	差异 /%	T	df	P 值
立体组	0.30	0.138	16	1.106	9	0.30
平面组	0.25	0.108				

T 检验结果表明,立体组成员分别对每一个办公椅产品在 11 项维度上评分时的平均“一致性”与平面组的基本相当,它们之间也没有显著的差异 ($T=1.106, P>0.05$)。由此可知,假设 2 被拒绝。

3.2.3 假设 3 检验

将表 1 中办公椅的各项感性意象指标归为两类:一类为办公椅的一般特性感性意象,包含颜色、材质、大小、匹配性、简洁性 5 项维度;另一类为办公椅的情感特性感性意象,包含品位、安全感、吸引力、个性化、人性化和整体满意度 6 项维度。两类的评分一致性 W 系数整理如表 8。

表 8 办公椅感性意象 W 系数

一般 意象	W		情感 意象	W	
	立体组	平面组		立体组	平面组
颜色	0.180	0.231	品位	0.507	0.337
材质	0.408	0.182	安全感	0.291	0.203
大小	0.297	0.317	吸引力	0.260	0.197
匹配性	0.260	0.435	个性化	0.316	0.321
简洁性	0.383	0.529	人性化	0.430	0.292
			整体 满意度	0.269	0.225

分析立体组和平面组的参试者在办公椅一般特性感性意象和情感特性感性意象上的评分一致性是否具有差异。因此,分别对其进行配对 T 检验。结果见表 9。

T 检验结果表明,对于外观的一般特性感性意象维度,参试者在立体显示方式下的平均“评分一致性”与在平面显示方式下的平均“评分一致性”基本相当,它们之间没有显著的差异 ($T=-0.468, P>0.05$)。然而,对于外观的情感特性感性意象维度,

参试者在立体显示方式下的平均“评分一致性”比在平面显示方式下的平均“评分一致性”高 24.2%,并且该差异达到了统计意义上的显著水平 ($T=3.192, P<0.05$)。由此可以得出如下结论,假设 3a 没有得到支持,而假设 3b 得到支持。

表 9 办公椅感性意象 W 系数的配对 T 检验

意象 分类	组别	平均值	标准方差	差异 /%	T	df	P 值
一般 意象	立体组	0.31	0.093	9.8	-0.468	4	0.66
	平面组	0.34	0.143				
情感 意象	立体组	0.35	0.100	24.2	3.192	5	0.02
	平面组	0.26	0.062				

基于假设 1、2 检验的结果可以得出如下结论,从总体的办公椅外观感性意象维度考虑,评价者在对办公椅外观进行感性意象评价时,立体显示方式和平面显示方式对评分一致性的影响无显著差别,在统计上没有达到显著水平。因此认为评价者对办公椅外观设计的感性意象评价的评分信度受显示方式的影响很小。这与 Lee 等^[9]得出的结论相类似。但从假设 3 检验的结果可以得出,将办公椅外观感性意象进行分类考虑,则评价者在对一般特性感性意象进行评分时,其评分的一致性受显示方式(立体/平面)的影响很小;但在对情感特性感性意象进行评分时,其评分的一致性受显示方式(立体/平面)的影响很大,且达到统计上的显著水平。即在立体显示方式下,参试者对产品情感特性感性意象的评分更易于达到一致性。分析原因可能是:立体显示方式能够给观看者带来直观、逼真、悬浮于屏幕外的立体图像和身临其境的感觉,给其带来强烈的震撼力和冲击感,从而使观看者更容易在情感上对产品外观的情感特性感性意象评价达成共识。

4 结 语

笔者通过实验的方法,比较了立体显示方式与平面显示方式对产品外观的感性意象评价的影响是否具有显著性的差别。首先对评价量表的信效度进行了分析,然后利用肯德尔和谐系数分别检验了两种显示方式下评价的一致性。研究结果发现,从产品外观总体的感性意象评价和分类的一般特性感性意象评价看,两种显示方式对评价结果的影响无显著性差别,但对于产品外观的情感特性感性意象评价,立体显示方式则更易于达成一致。因此,对于外

观造型对消费者情感影响较大的轻工业产品,如家具、装饰、日用陶瓷等,在产品评价中使用立体显示方式,能帮助设计人员快速有效地得到消费者情感意象指标的反馈意见。此外,基于这一发现,还可考虑将产品的立体展示作为一种产品营销方式,从而对消费者的购买心理产生推动作用。

参考文献:

- [1] FTONER B, HOLLIMAN N S, LIVERSEDGE S P. A comparative study of fine depth perception on two-view 3D displays[J]. *Displays*, 2008, 29(5): 440-450.
- [2] 梁发云, 邓善熙, 杨永跃. 自由立体显示器的视觉特性测量与研究[J]. *仪器仪表学报*, 2006, 27(10): 1350-1353.
LIANG FA-YUN, DENG SHAN-XI, YANG YONG-YUE. Measure and research for auto-stereoscopic display vision characteristic[J]. *Chinese Journal of Scientific Instrument*, 2006, 27(10): 1350-1353.
- [3] WANG X H, GOOD W F. Real-time stereographic rendering and display of medical images with programmable GPUs [J]. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 2008, 32(2): 118-123.
- [4] LU C W. Analysis and application of virtual reality technology in protection of cultural heritage[C/OL]// 9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design, November 22-25, 2008; [2008-12-30]. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4730797.
- [5] CHEN T, PAN Z G, ZHENG J M. System and method for virtual product exhibition [C/OL] // 2008 International Conference on Cyberworlds, September 22-24, 2008; [2009-01-09]. http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4741316.
- [6] VASILYEV N V, NOVOTNY P M, MARTINEZ J F, et al. Stereoscopic vision display technology in real-time three-dimensional echocardiography-guided intracardiac beating-heart surgery[J]. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2008, 135(6): 1334-1341.
- [7] 赵崇, 王培俊, 王鸿森. 立体显示技术在产品虚拟设计中的应用与研究[J]. *机械工程与自动化*, 2009, 31(5): 25-29.
ZHAO CHONG, WANG PEI-JUN, WANG HONG-SEN. Research and application of stereoscopic display technology for virtual design [J]. *Mechanical Engineering & Automation*, 2009, 31(5): 25-29.
- [8] 邵文清. 立体显示技术及其在航空电子系统中的应用[J]. *航空电子技术*, 2009, 40(2): 13-17.
XI WEN-QING. Stereoscopic display technology and its application to avionics system [J]. *Avionics Technology*, 2009, 40(2): 13-17.
- [9] LEE S, CHEN T, KIM J, et al. Affective property evaluation of virtual product designs [C] // *Virtual Reality. IEEE Virtual Reality Conference 2004*, March 27-31, 2004, Chicago, IL, USA. Chicago: IEEE, 2004: 207-292.
- [10] 周余斌, 罗天洪. 网络协同设计下的三维建模技术[J]. *重庆大学学报*, 2008, 31(9): 1038-1043.
ZHOU YU-BIN, LUO TIAN-HONG. 3D modeling based on internet collaborative design [J]. *Journal of Chongqing University*, 2008, 31(9): 1038-1043.
- [11] 郭波, 张晓冬, 段爽月. 基于主观脑力负荷测量和时间研究的设计能力评价[J]. *重庆大学学报*, 2009, 32(3): 288-293.
GUO BO, ZHANG XIAO-DONG, DUAN SHUANG-YUE. An evaluation method of design ability using mental workload assessment [J]. *Journal of Chongqing University*, 2009, 32(3): 288-293.
- [12] 林杰斌, 林川雄, 刘明德, 等. SPSS12.0 统计建模与应用实务[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [13] YUN M H, HAN S H, RYU T, et al. Determination of critical design variables based on the characteristics of product image/impression: case study of office chair design [C] // *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*. Minneapolis, MN: Human Factors and Ergonomics Society, 2001: 712-716.
- [14] GROENESTEIJN L, VINK P, LOOZE M D, et al. Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angle design in relation to tasks [J]. *Applied Ergonomics*, 2009, 40(3): 362-370.
- [15] BAEK S, HWANG M, CHUNG H, et al. Kansei factor space classified by information for Kansei image modeling [J]. *IEEE Transactions on Applied Mathematics and Computation*, 2008, 205(2): 874-882.

(编辑 张 革)