

基于眼动测试的耳温枪造型设计研究

胡 磊, 邹 欣, 宦佳美, 罗 兰

贵州大学机械工程学院, 贵州 贵阳
Email: 591597687@qq.com

收稿日期: 2021年4月7日; 录用日期: 2021年5月31日; 发布日期: 2021年6月7日

摘 要

为使用户获得更好的感知体验, 探索了一种融入用户体验的产品造型设计的方法, 提升用户对耳温枪外观造型的感性需求认可。本文以感性需求分析和眼动追踪实验相结合的方法挖掘用户对耳温枪产品形象的感性认知, 通过用户感性需求评价分析、眼动追踪试验进行量化对比分析。获取代表性感性意象词汇与耳温枪造型特征之间的映射关系, 以用户需求导向进行耳温枪产品形态实例设计。结合眼动实验获取的用户眼动指标进行分析并运用计算机辅助设计实践, 验证基于眼动测试耳温枪造型设计方法具有较高可行性, 为相关企业与设计师提供产品开发方向。

关键词

感知体验, 眼动实验, 产品设计, 计算机辅助设计, 耳温枪

Research on Modeling Design of Ear Thermometer Based on Eye Movement Test

Lei Hu, Xin Zou, Jiamei Huan, Lan Luo

School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou
Email: 591597687@qq.com

Received: Apr. 7th, 2021; accepted: May 31st, 2021; published: Jun. 7th, 2021

Abstract

In order to make users get a better perception experience, a method of product modeling design integrated with user experience is explored to enhance the recognition of users' perceptual demand for the appearance of ear temperature gun. In this paper, the method of combining perceptual needs analysis and eye tracking experiment is used to mine users' perceptual cognition of the product form of ear warming gun. Through the quantitative comparative analysis of users' per-

ceptual needs evaluation analysis and eye tracking experiment, the mapping relationship between the representative sexy image vocabulary and the shape characteristics of ear warming gun is obtained, and the product form of ear warming gun is designed based on the user needs. Combined with the analysis of the eye movement index obtained from the eye movement experiment, and using the computer-aided design practice, it is verified that the ear temperature gun modeling design method based on the eye movement test is highly feasible, which provides the product development direction for the relevant enterprises and designers.

Keywords

Perceptual Experience, Eye Movement Experiment, Product Design, Computer Aided Design, Ear Thermometer

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

产品感性设计是一种以消费者的意象优先考虑的产品开发技术,一种将消费者对于产品所产生的感性或意象转化为新产品设计要素的产品设计技术,并持续发展与优化[1]。感性设计研究一直在不断推进,涉及从产品造型、建筑设计、服装设计到人机交互、网页制作、包装设计等方面。相关研究方法也一直不断跟进,如学者 Djatna [2]等人将模糊数量化理论 I 进行了感性空间的构建,进行产品开发。赵艳华[3]等人通过语义区分法与语义变量来获取目标产品的感性相关数据,用数据统计归纳用户需求,进行感性设计。还有通过相关设备以更好的获取用户感知情况,如眼动仪相关研究中,孙元[4]等人提出了一种基于眼动仪生理测量数据和 FAHP 的产品美学风格评价方法。将造型元素对审美偏好的优先权重计算与模糊算法进一步结合,以基于生理测量结果建立对商品审美偏好的更准确评估。陈友庆[5]等人认为眼动追踪技术是目前研究平面广告心理影响的有效方法之一,它可以有效地揭示各种元素和平面广告组合对受众注意力的影响,通过结合眼动实验和用户的心理感受来修复平面广告进行了总结并应用。在脑电波仪相关研究中,陈洋[6]等将眼动与脑电结合,从苗银耳饰样本中提炼出符合用户认知偏好的苗银耳饰样本,以辅助苗银耳饰产品创新设计。冯毅雄[7]等对以性能为导向的定制产品进行了深入研究,将感知图像评估方法结合脑电运用到产品研究中,并使用 EEG 收集用户的感知图像信号,将其用作验证产品性能的主要依据。

众多学者在用户感知设计研究中提出了许多的研究方法,有些研究通过研究设计过程进行改进,有的从设计方法出发,对整个设计进行了评价,这些对于用户感知设计研究都具有一定的意义。

当下,由于技术不断发展、保健意识的不断提高、水俣公约对含汞类产品的限制及新型冠状病毒肺炎的传播等,各类新型电子体温计迅速进入用户生活,相关产品所带给用户的感知体验提升需要得到重视。本文运用感性认知理论与眼动追踪实验相结合,以耳温枪为研究对象,将用户感性认知需求作为研究线索,借助眼动追踪技术进行用户体验测试,进行定性定量分析,建立耳温枪造型特征的映射关系,获取影响用户感性意象造型特征,指导耳温枪造型创新设计,以此提供一种新的设计思路。

2. 研究流程

本文研究流程图如图 1 所示:

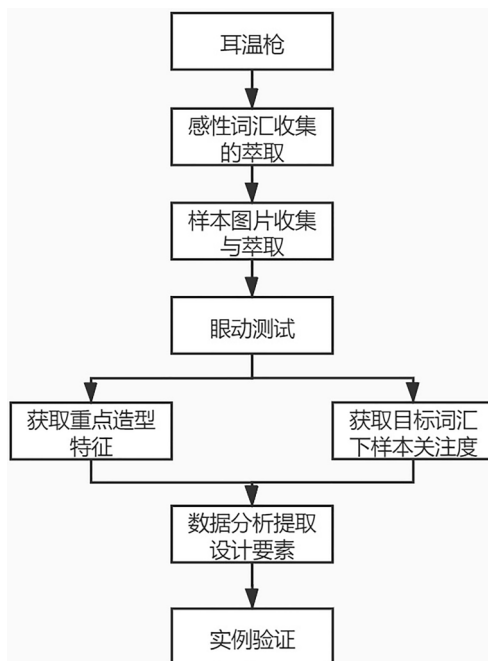


Figure 1. Flow chart
图 1. 流程图

3. 样本及感性词汇挑选

3.1. 图片样本筛选

在国内外网站上广泛搜集耳温枪样本图片，搜集时以适应研究、产品造型多样化和图片角度适宜为原则，共搜集到图片样本 200 个，并使用图片处理软件进行商标等干扰因素去除。再根据产品给人的第一印象进行了大概造型分类，最终保留了 50 个样本图片。为进一步精选样本，组织研究小组(工业设计工程与设计学专业学生，男女各 10 名)对剩余 50 个样本图片进行分类，共 10 类，根据分类结果由公式 1-1 描述相似情况，其中 Y 代表两图片相似情况，N 代表两样本出现在同一类中的次数，W 代表同一样本出现在同一类中的次数。根据相似情况，最终选出 10 个样本见图 2。



Figure 2. Representative sample pictures
图 2. 代表性样本图片

3.2. 感知词汇的筛选

从相关研究文献与研究资料中大量搜集感性词汇，搜集到适合词汇 160 个，为方便筛选，将消极词汇去除，然后经过研究小组分类、归纳后得到了 50 个感性词汇，为将 50 对感性词汇对进一步精确，采用 KJ (KJ-Technique)法进行词汇的萃取，经过萃取最终获得 5 个感性词汇分别安全稳定、创新美观、大气现代、科技精密、整体紧凑，为了更有利于后期研究，对其进行反义词汇配对，配对情况如表 1 所示。

Table 1. Target vocabulary

表 1. 目标词汇配对

目标词汇
安全稳定——危险冲突
创新美观——平淡丑陋
大气现代——拘谨传统
科技精密——落后粗劣
整体紧凑——分离松散

3.3. 造型感性意象评价

将上述筛选出的 10 个代表性图片样本与 6 组感性意象词汇作为评价实验素材，共挑选了 50 名测试者(工业设计本科生与研究生)，测试者通过自己主观感受进行评价。实验以问卷形式展开，采用语义区分法(Semantic Differential, SD)中 7 阶量表对感性词汇进行程度分级，一共 7 阶，-3~3，0 为中性，代表无特别感受，-3 和 3 分别对应量表两端，代表感受程度为最弱和最强。将问卷结果整理后得到意象评价平均值，见表 2。

Table 2. Image evaluation average

表 2. 意象评价平均值

样本编号	安全稳定—危险冲突	创新美观—平淡丑陋	大气现代—拘谨传统	科技精密—落后粗劣	整体紧凑—分离松散
Sample 1	0.75	1.21	0.12	0.39	1.28
Sample 2	1.91	2.26	0.21	1.51	1.1
Sample 3	-1.8	-1.81	-1.21	-1.51	-1.41
Sample 4	-1.78	-2.61	-2.11	-2.47	-2.5
Sample 5	1.05	0.51	2.48	0.21	0.29
Sample 6	-1.32	-1.03	-1.19	-1.5	-0.84
Sample 7	0.81	1.31	2.29	-1.26	0.81
Sample 8	2.13	2.04	1.17	2.49	2.05
Sample 9	-1.11	-0.6	1.15	-1.81	-1.1
Sample 10	-0.27	-0.82	-0.6	0.79	0.86

感性数值为各形容词的偏好，数据为正值代表样本在感性上是偏向于正面的形容词；数据为负代表样本在感性方向上偏向于负面的形容词；通过上述感性意象评价实验所得数据可知，样本 8 在安全的、科技的、舒缓的、精致的方面表现突出，样本 2 在柔软的方面表现突出，样本 5 在轻便的方面更具代表

性, 样本 1 在各个方面表现均衡。总体表现为样本 8 > 样本 2 > 样本 5 > 其他样本。

4. 眼动追踪实验

4.1. 实验设计

心理学上研究表明, 视觉能帮助人类获取外界 80% 信息, 并且会对注视事物进行偏好判断, 所以通过眼动追踪技术可以有效获取用户心理活动[8]。本次眼动追踪实验设备采用德国 SMI 公司的 RED 桌面型眼动仪及相关 Experiment Center 等实验相关数据记录与分析软件。将筛选后得到的 10 个代表性样本图片使用 Photoshop 进行去色、背景统一、大小统一等影响因数处理, 将样本进行编号, 编号为 1~10, 如图 1 所示。本次眼动追踪试验共召集到了身体健康且视力正常试验人员 20 名, 并对被试者进行了相关操作指导, 以确保实验的顺利进行。

实验共分两个阶段:

第一阶段将 10 个样本图片导入眼动设备进行单个样本单独观察, 共需要观察 10 个单独样本的实验素材, 为的是获取用户关注耳温枪的造型特征区域, 被试者在进行眼动校准后对单个样本图片实验素材进行自由观察。

第二阶段是将 10 样本图片置于同一张图片上作为实验素材进行观察, 被试者对 10 个样本进行自由观察时, 以最感兴趣的样本为目标, 对样本进行注视。被试者观察结束后实验组织人员跟被试者确认注视原因是否为积极情绪, 记录后该被试者眼动实验结束, 图为被试者正在进行第二阶段眼动测试。

本次实验观察前每一位被试者均需进行测试前进行眼动校准, 确保本次实验的合理性与准确性。

4.2. 眼动实验结果分析

根据上述眼动追踪实验, 获得了众多眼动指标。包括眼动兴趣区(AOI)、热点图(Heat Map)、凝视时间(Dwell Time [ms])、注视点的数目(Fixation Count)等相关注视指标, 首先实验第一阶段, 得到了单个耳温枪样本热点图, 根据实验目的, 对眼动指标进行筛选, 在众多眼动指标中, 注视点的数目是反应被试者注意分配情况的最佳指标, 根据热点图(图 3)所示, 对耳温枪单个样本兴趣区划分, 分别为 Z 区域、X 区域、Y 区域, 进行运用眼动设备的工作笔记本上 BeGaze 软件 Event Statistics 模块将相关眼动指标数据导出后导入 SPSS 数据分析软件, 最后得到表为第一阶段受试者对各样本各区域注视点的数目情况, 见表 3, 绘制堆积图如图 4 所示。

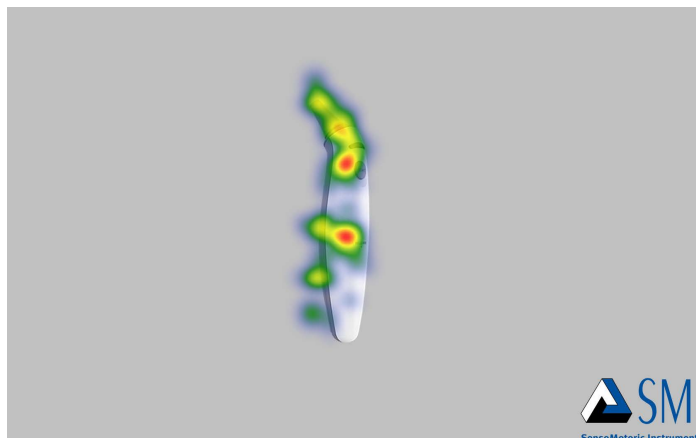


Figure 3. Single sample heat map
图 3. 单个样本热点图

Table 3. Regional note point statistics
表 3. 各区域注视点统计

受试者编号	样本 1			样本 1			样本 1			样本 1			样本 1		
	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y
1	7	5	7	8	9	4	1	5	7	3	2	7	5	7	0
2	1	6	5	5	4	5	5	7	5	6	6	4	10	6	2
3	2	4	6	6	1	6	6	4	4	2	1	2	9	1	5
4	5	4	1	1	4	6	8	1	8	4	4	3	5	5	4
5	4	2	3	2	5	4	4	1	3	1	6	4	5	1	8
6	7	3	2	4	8	7	1	2	2	8	8	5	7	3	9
7	8	7	1	5	9	5	6	4	9	5	2	2	6	4	2
8	9	7	5	7	7	2	7	9	1	2	7	8	9	4	4
9	0	8	4	7	3	8	4	6	7	2	9	9	4	8	7
10	7	5	7	5	2	5	5	7	8	8	3	9	5	8	10
11	4	5	1	1	5	2	10	6	6	6	1	5	3	4	9
12	5	4	5	3	4	10	5	4	6	3	4	5	3	6	5
13	8	6	8	4	8	7	6	3	0	8	5	6	2	3	2
14	1	1	9	2	7	8	8	7	8	5	9	4	7	7	4
15	0	1	11	7	0	2	2	7	4	1	8	3	1	2	7
16	8	2	5	5	2	9	1	5	5	4	3	7	8	7	5
17	5	5	1	4	4	4	8	6	7	6	7	7	5	9	3
18	5	7	3	4	8	9	7	3	7	9	2	5	6	1	9
19	6	9	10	7	6	3	3	1	0	0	2	5	2	5	12
20	2	4	8	9	9	8	4	8	9	6	9	8	1	0	2
Sum	94	95	102	96	105	114	101	96	106	89	98	108	103	91	109

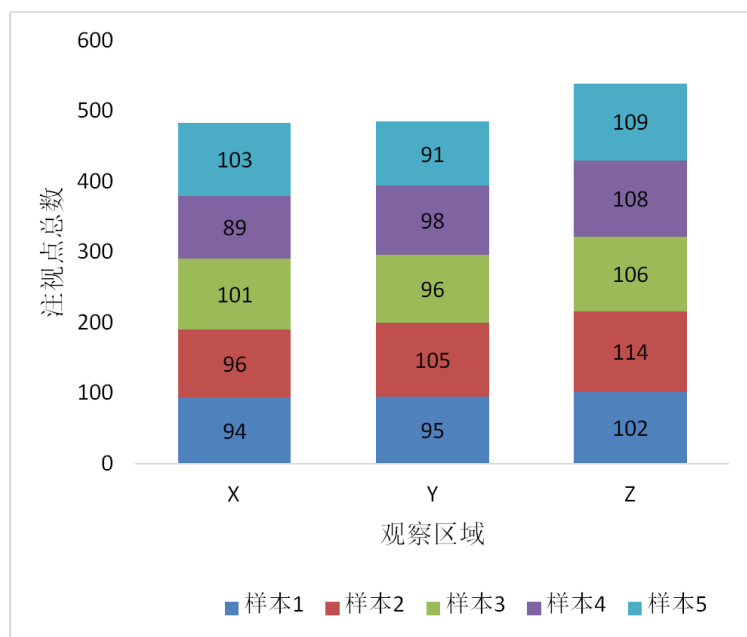


Figure 4. Stacked graph of gaze points in each area
图 4. 各区域注视点数堆积图

根据第一阶段的眼动数据可知, 用户在对耳温枪进行观察时, 对 X、Y、Z 区域较为关注, 其中 Z 部区域受到了最多关注, X 与 Y 部区域关注情况相差不大。所以, 在对耳温枪造型进行设计时, 对其 X 部区域应重点关注与设计, X、Y 部区域为次重点关注设计区域。

第二阶段导出眼动指标为平均注视次数与平均凝视时间/s, 眼动实验数据见表 4。通过对样本进行观察, 挖掘用户兴趣点, 进而将样本作为设计参考。

Table 4. Eyes indicator data

表 4. 相关眼动指标数据

眼动指标	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	样本 5	样本 6	样本 7	样本 8	样本 9	样本 10
平均注视次数	4.6	5.8	2.2	2.1	5.5	2.4	4.1	7.1	2.7	3.4
平均凝视时间/s	0.28	0.36	0.18	0.16	0.33	0.21	0.25	0.42	0.19	0.24

根据数据可以得到, 在注视次数方面, 样本 8 > 样本 2 > 样本 5 > 其它样本; 在平均凝视时间方面, 样本 8 > 样本 2 > 样本 5 > 其它样本; 两个眼动指标结果一致, 与前面进行的造型感性意象评价实验结果相符合。根据眼动跟踪技术和认知心理学所知, 被试者在自由观察时, 对某区域的兴趣越大, 对该区域的观察时间越久。通过以上实验结果可知耳温枪代表性意象词汇与关键造型特征之间的映射关系被有效建立, 被试者对样本 8、样本 2 和样本 5 的兴趣明显大于其它样本, 样本 8、样本 2 和样本 5 的耳温枪造型实例特征需被重点学习和设计, 第二阶段热点图如图 5 所示。

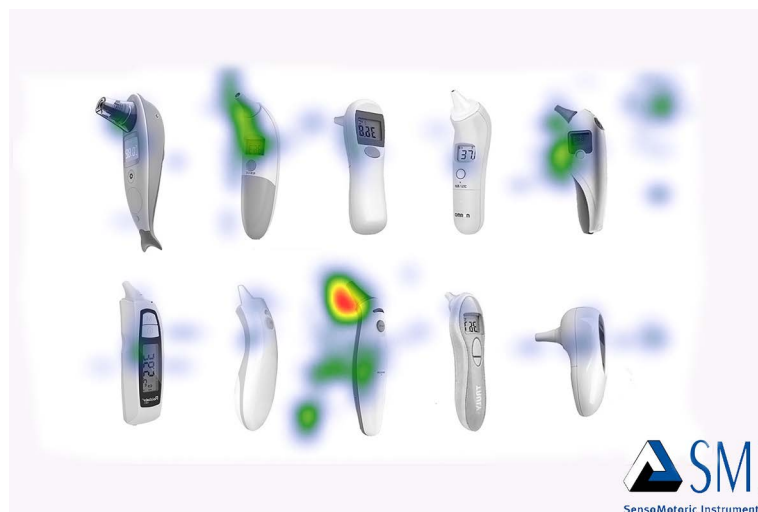


Figure 5. Multi-sample heat map

图 5. 多样本热点图

5. 耳温枪造型设计开发

通过上述研究, 对耳温枪的用户形态偏好进行了挖掘, 选择样本 8 形态进行产品造型创新设计, 根据样本 8 的感性数值与样本 8 和其他样本造型特征区别, 总结出包括整体线条柔软、形态整体性、手持部分曲面饱满与探头跟手持部分的形态融合协调等特征。其他样本在感性形态上面的突出表现也需要被关注。如样本 2 整体形态给人以强烈柔软感, 作为一款入耳式的人体温度检测仪, 柔软能给用户带来良好的感知体验与使用体验。同样, 样本 7 是轻便的代表形态, 在进行耳温枪造型创新设计时, 也可以适当借鉴与参考。基于以上, 采用计算机软件辅助进行产品造型实例创新设计, 设计采用 CINEMA 4D 软件进行模型的构建, CINEMA

4D 应用广泛, 在广告、电影、工业设计等方面都有出色的表现, 图 6 为通过 CINEMA 4D 建立的三维模型。



Figure 6. 3D model diagram

图 6. 三维模型图

将构建的三维模型导入 Keyshot6 软件进行效果图渲染, Keyshot 是一个互动性的光线追踪与全域光渲染程序, 无需复杂的设定即可产生相片般真实的 3D 渲染影像, 最终渲染图如图 7 所示。



Figure 7. Product rendering

图 7. 产品渲染图

为了验证产品设计方案是否满足用户需求, 将最终效果图制作作为成果样本进行感性意象评价, 问卷发放 30 份, 回收有效问卷 27 份并进行数据统计, 得到意象评价平均值, 见表 5。

Table 5. Eyes indicator data

表 5. 相关眼动指标数据

感性词汇	意象评价平均值
安全稳定——危险冲突	2.18
创新美观——平淡丑陋	2.55
大气现代——拘谨传统	2.31
科技精密——落后粗劣	2.17
整体紧凑——分离松散	2.23

通过意象平均值可知耳温枪产品的设计方案在六组感性词汇中安全的、科技的、舒缓的与精致的方面评分较高, 柔软的、轻便的也得到了提升, 满足前期总结的设计要求。

6. 结语

本文针对用户对耳温枪的感性需求, 采用眼动测试的方法, 将抽象的感性需求量化并作为设计依据, 通过眼动追踪挖掘感性意象词汇与耳温枪关键造型特征之间的映射关系, 获取了产品造型的感性特征, 分析用户感性意象, 并以此为指导进行耳温枪造型的创新设计, 验证了基于眼动测试的耳温枪造型设计方法的有效性, 希望可以为同类产品的造型设计提供一定的参考。

基金项目

贵州省科学技术基金项目(黔科合 J 字[2014]2057 号)。

参考文献

- [1] 苏建宁, 王瑞红, 赵慧娟, 张书涛. 基于感性意象的产品造型优化设计[J]. 工程设计学报, 2015, 22(1): 35-41.
- [2] Djatna, T.C., et al. (2015) Balinese Aromatherapy Product Development Based on Kansei Engineering and Customer Personality Type. *Procedia Manufacturing*, 4, 176-183. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.029>
- [3] 赵艳云, 边放, 李巨韬. 基于感性工学的产品材质意象研究[J]. 机械设计, 2015, 32(8): 117-121.
- [4] 孙元, 林子瑜, 王德伦, 郑雅琪, 鲍永岩. 眼动数据与 FAHP 相结合的产品感性认知测量方法[J]. 大连理工大学学报, 2020, 60(6): 584-590.
- [5] 陈友庆, 李秀飞. 眼动追踪技术在平面广告效果评估中的应用[J]. 南京晓庄学院学报, 2020, 36(5): 99-103.
- [6] 陈洋. 基于眼动联合脑电的苗族银饰工艺品创新设计[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2019.
- [7] 冯毅雄, 娄山河, 王绪鹏, 郑浩, 高一聪, 王云, 谭建荣. 面向性能的定制产品感性意象评价方法研究[J]. 机械工程学报, 2020, 56(9): 181-190.
- [8] 张玲玉, 伍健. 基于眼动测试的电火花切割机床造型设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(18): 40-47.