

# 基于感性工学方法的儿童伴读机器人造型设计

司 念

华东理工大学艺术设计与传媒学院, 上海

收稿日期: 2023年6月6日; 录用日期: 2023年8月21日; 发布日期: 2023年8月30日

## 摘 要

在消费意识形态升级、产品设计多元化的市场竞争下, 工业产品设计中的情感价值突出, 应用感性工学方法探究儿童伴读机器人的造型设计与感性意向之间的关联, 从而契合消费者的感性需求, 提高儿童伴读机器人的感性价值。本文采用语义差异法和主观里克特量表对代表样本进行感性认知分析, 通过多元线性回归分析建立儿童伴读机器人外观造型特点与特定感性意向之间的映射关系, 从而指导儿童伴读机器人外观造型设计实践。

## 关键词

感性工学, 造型设计, 儿童伴读机器人

## Modeling Design of Children's Companion Reading Robot Based on Kansei Engineering Method

Nian Si

College of Art Design and Media, East China University of Science and Technology, Shanghai

Received: Jun. 6<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 21<sup>st</sup>, 2023; published: Aug. 30<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Under the market competition of upgrading consumption ideology and diversified product design, emotional value in industrial product design is prominent. The Kansei engineering method is applied to explore the relationship between the shape design and perceptual intention of children's accompanying reading robots, so as to meet the perceptual needs of consumers and improve the perceptual value of children's accompanying reading robots. In this paper, semantic difference method and subjective Richter scale were used to analyze the perceptual cognition of the repre-

sentative samples, and the mapping relationship between the appearance characteristics and specific perceptual intention was established through multiple linear regression analysis, so as to guide the appearance design practice of children's accompanying robots.

## Keywords

Perceptual Engineering, Styling Design, Reading Companion Robot for Children

Copyright © 2023 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

情感是设计中的重要因素，重视用户的感性需求，发展以理性方式指导感性设计的方法是产品设计发展的重要趋势[1]。在研究用户的感性需求层次上，感性工学已经发展成为相对比较成熟的理论体系，并用于指导设计的进行[2]。朱彦[3]等运用语义差异法和层次分析对用户需求进行量化后得出贡献值最大的造型特征和意向，进而指导家用陪伴机器人的设计。蔡瑞虹[4]等运用感性工学理论建立用户情感倾向与产品外观造型之间的映射模型，借助数学模型为造型设计提出新的思路。陈国强[5]等运用语义差异法和主观里克特评价方法综合用户感性需求，指导儿童陪伴机器人的设计。本文将感性工学方法应用于儿童伴读机器人的造型设计，阐述应用过程并输出设计结果。

## 2. 感性工学及其应用流程

### 2.1. 感性工学

感性工学概念由日本学者山本健一提出，指的是用理性的方法，研究关于用户的感性问题[6]。研究主要包括三个方面：从心理学角度探讨顾客需求；构建感性工学范式和系统；从定量的角度分析消费者的感性意向中的内在规律，其中得出可以识别的设计特征。感性工学的出现为理性分析用户感性需求提供了可行的思路，使设计思路从主观思维视角转变为更多依靠科学、理性、可量化的设计方法。

### 2.2. 感性工学的应用流程

感性工学的研究重点在于通过理性分析过程建立起现实的设计要素与用户感性倾向之间的对应关系，从而探究理性方法与感性认知关联性。因此，在研究应用过程中，首先应收集大量的现存样本，综合考虑感性词汇与产品造型之间的关联，完成对感性词汇的筛选。感性词汇一般由含义相反的形容词对组成。之后，通过主观评价等级的问卷调查形式将用户评价加以量化，在运用数学方法进行相关性分析，最终得出具有贡献值的感性意向词汇。

## 3. 儿童伴读机器人感性意向分析

### 3.1. 样本收集与筛选

首次对儿童陪伴机器人进行网络图片收集，在参考大量的电商销售的基础上对主流品牌产品进行筛选，选择与“阅读机器人”“儿童陪伴机器人”等关键词适配的产品，以网络途径共搜集具有代表性的儿童陪伴机器人样本图片 120 张。第一轮筛选为突出造型特点，采用 E-prime 软件对图片进行造型特征

归类处理，筛选出频次超过 50 次的样本图片 35 张。第二轮筛选邀请设计专业同学 3 名，工业设计师 2 名参与焦点小组讨论，最终得出 8 个最具有代表性的产品样本。如图 1。图中第一行从左至右为样本 1、2、3、4，第二行为样本 5、6、7、8。

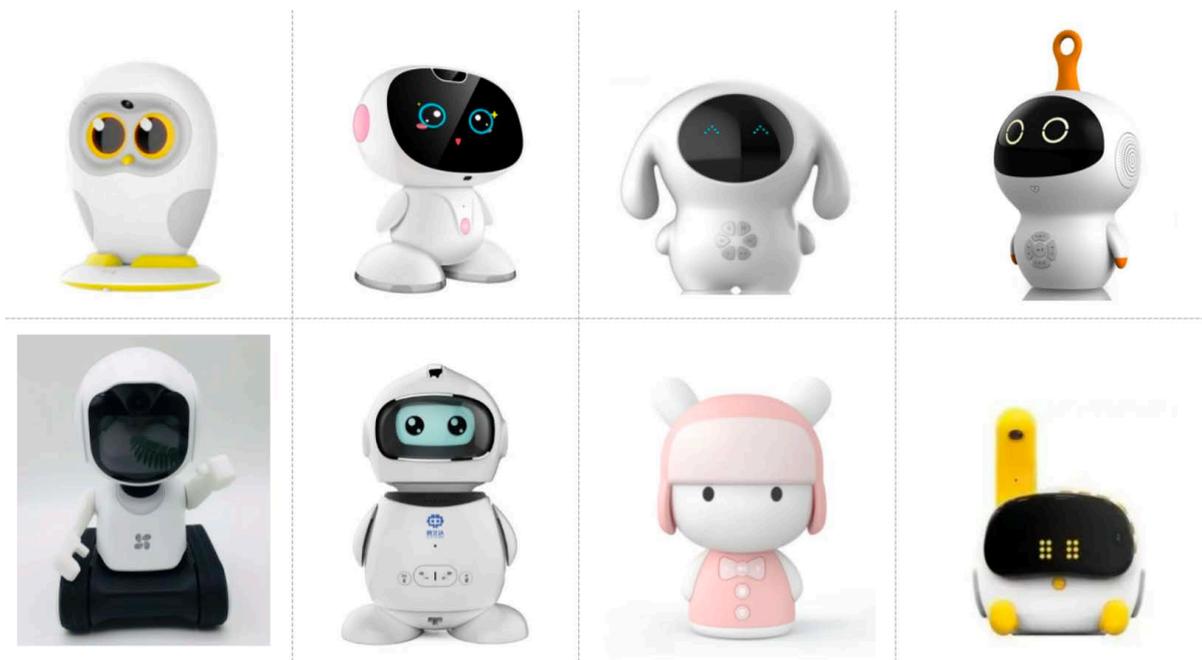


Figure 1. Representative product sample

图 1. 代表性产品样本

### 3.2. 感性词汇建立

根据查相关文献及研究资料，以及网页宣传页、电商平台等途径，初次收集得到 50 个适合本次研究的形容词，在用户参与下，运用语义差异法对感性词汇进行归纳整理，筛选出具有代表性的感性意向词汇组 12 组，分别是：硬朗的 - 圆润的，繁复的 - 简洁的，几何的 - 卡通的，单一的 - 复合的，沉静的 - 跳脱的，朴素的 - 时尚的，高冷的 - 亲和的，钝感的 - 灵巧的，脆弱的 - 稳固的，廉价的 - 高端的，易损的 - 耐用的，危险的 - 安全的。

根据查相关文献及研究资料，以及网页宣传页、电商平台等途径，初次收集得到 50 个适合本次研究的形容词，在用户参与下，运用语义差异法对感性词汇进行归纳整理，筛选出具有代表性的感性意向词汇组 12 组，分别是：硬朗的 - 圆润的，繁复的 - 简洁的，几何的 - 卡通的，单一的 - 复合的，沉静的 - 跳脱的，朴素的 - 时尚的，高冷的 - 亲和的，钝感的 - 灵巧的，脆弱的 - 稳固的，廉价的 - 高端的，易损的 - 耐用的，危险的 - 安全的。

将样本和感性词汇绘制成 7 点里克特量表，向家中有适龄儿童的家长、设计相关人员发放问卷，最终统计得分为感性词汇意向均值。问卷调查最终得到 72 份有效问卷。对评价均值进行主成分分析，检测感知相近的感性词组并剔除贡献值较小的感性词组。最大方差法用于正交旋转方法导入，根据阈值设置筛选出特征大于 1 的成分。方差计算结果如表 1 所示。

据统计结果，3 个成分累计方差共享量较高，可以较好地表达儿童伴读机器人的造型意向。结合意象词汇属性将这 3 个主要成分分别定义为造型因子成分、风格因子成分和价值因子成分。分析三个主成分中的感性词汇因子负荷量并按照负荷值的大小选取感性词汇，最终得到“硬朗的 - 圆润的、繁复的 -

简洁的、几何的 - 卡通的、沉静的 - 跳脱的、高冷的 - 亲和的、危险的 - 安全的” 6 组核心感性意向词汇，形成感性意向空间。

**Table 1.** Principal component analysis data of perceptual vocabulary

**表 1.** 感性词汇主成分分析数据

主成分因子	旋转后因子负荷矩阵			提取平方和载入			
	感性词汇	因子负荷值		特征值	贡献量/%	累计贡献量/%	
造型因子	硬朗的 - 圆润的	0.347	0.242	0.851	6.150	51.087	52.082
	繁复的 - 简洁的	-0.391	0.887	0.094			
	几何的 - 卡通的	0.497	0.871	0.611			
	单一的 - 复合的	0.448	0.285	0.041			
风格因子	沉静的 - 跳脱的	0.867	0.186	0.107	2.809	24.311	24.311
	朴素的 - 时尚的	0.829	0.307	-0.093			
	高冷的 - 亲和的	0.712	-0.859	-0.191			
	钝感的 - 灵巧的	0.225	-0.482	-0.181			
价值因子	脆弱的 - 稳固的	-0.607	0.671	0.787	1.663	13.876	89.369
	廉价的 - 高端的	0.727	0.430	0.019			
	易损的 - 耐用的	0.364	-0.293	0.472			
	危险的 - 安全的	0.849	0.552	-0.081			

### 3.3. 产品特征分析

根据文献调研及市场产品调研，儿童陪伴机器人的造型设计要点相关的感性意向可以对应为整体尺寸、外轮廓造型、开关按键、显示屏轮廓、色彩、材质、抓握处形状、头部形态 8 个主要的造型特征。通过焦点小组对以上 8 个造型特征进行筛选，得出对造型设计影响最大的 6 个特征，按照重要程度进行排列为：外轮廓造型、整体尺寸、色彩、头部轮廓、显示屏轮廓、抓握处形状。从 A~F 依次编号，然后在每个造型特征的归属类别下进行细分，得出 16 个特征元素，分别用数字 1、2、3 表示，见表 2。

**Table 2.** Contour feature element

**表 2.** 外形特征元素

造型特征集	A 外轮廓造型	B 整体尺寸	C 色彩	D 头部轮廓	E 显示屏轮廓	F 抓握处形状
特征元素	A1 流线型	B1 偏小	C1 黑白灰	D1 规则体	E1 无显示屏	F1 一体式
	A2 几何型	B2 中等	C2 局部色彩	D2 不规则体	E2 块面显示屏	F2 分隔式
	A3 仿生型	B3 偏大	C3 大块色彩		E3 仿生显示屏	

## 4. 造型要素与感性词汇的映射关系

### 4.1. 感性词汇与造型特征的关联性

根据表 1 得出的 6 组感性词汇(圆润的 - 硬朗的、简洁的 - 复杂的、卡通的 - 写实的、活泼的 - 平静的、亲和的 - 高冷的、安全的 - 危险的)最能代表用户对于儿童伴读机器人的造型意向，可分别对应儿童陪伴机器人在创新性、美观度、互动感、人性化等方面的设计内容。试验邀请 30 名被试者，其中包括

家中有儿童的家长 15 名，设计类专业年轻学生 15 名。被试者对 8 个样本进行主观评价，所得到的各组感性意向平均值如表 3 所示。

**Table 3.** Evaluation mean of perceptual intention words in representative samples  
**表 3.** 代表性样本感性意向词汇评价均值

样本编号	感性意向词汇					
	硬朗的 - 圆润的	繁复的 - 简洁的	几何的 - 卡通的	沉静的 - 跳脱的	高冷的 - 亲和的	危险的 - 安全的
1	3.93	3.53	3.80	2.87	2.97	3.23
2	2.73	2.63	3.30	3.07	2.90	2.83
3	3.10	3.27	3.53	3.30	3.33	3.00
4	3.07	3.00	3.27	3.00	2.97	3.27
5	2.63	2.87	3.00	2.90	2.53	2.83
6	2.97	2.80	3.30	3.00	2.87	3.17
7	3.33	3.27	3.50	3.34	3.53	3.10
8	3.27	3.50	3.30	3.27	3.23	3.17

根据造型设计要素的 6 个造型特征在每个造型特征的归属类别下细分 16 个特征元素，如表 3，对每个造型特征要素进行多元线性回归分析。根据数量化 I 类理论的原理，对代表性样本的造型设计要素编码进行进一步量化，最后得到只包含“0”和“1”的矩阵。再对外形特征元素与代表性样本感性意向词汇评价均值进行多元线性回归分析。自变量 X 为儿童伴读机器人代表性样本造型设计特征要素矩阵量化值，因变量 Y 为代表性样本的感性词汇评价均值，建立二者之间的多元线性回归方程结果如表 4 所示。

**Table 4.** Multiple linear regression results of perceptual vocabulary and modeling features  
**表 4.** 感性词汇与造型特征多元线性回归结果

		硬朗的 - 圆润的	繁复的 - 简洁的	几何的 - 卡通的	沉静的 - 跳脱的	高冷的 - 亲和的	危险的 - 安全的
拟合优度 R <sup>2</sup>		0.888	0.891	0.798	0.960	0.946	0.696
A 外 轮 廓 造 型	A1 流线型	0.605	0.583	0.287	-0.211	0.041	0.715
	A2 几何形	-0.273	0.141	-0.589	-0.029	-0.320	-0.270
	A3 仿生型	-0.255	-0.373	0.147	0.484	0.399	-0.311
B 整 体 尺 寸	B1 偏小	0.037	0.368	-0.029	0.430	0.360	0.346
	B2 中等	0.345	0.285	0.205	-0.255	-0.038	-0.104
	B3 偏大	-0.426	-0.730	-0.196	-0.196	-0.310	-0.270
拟合优度 R <sup>2</sup>		0.937	0.884	0.764	0.715	0.761	0.737
C 色 彩	C1 黑白灰	-0.361	0.004	-0.420	0.137	-0.176	-0.202
	C2 局部色	0.235	-0.138	0.287	-0.509	-0.252	0.169
	C3 大块色彩	0.202	0.196	0.214	0.537	0.634	0.059

Continued

D 头部轮廓	D1 规则体	0.321	0.181	0.193	-0.238	-0.082	0.311
	D2 不规则体	-0.321	-0.181	-0.193	0.238	0.882	-0.311
E 显示屏轮廓	E1 无显示屏	0.202	0.196	0.214	0.537	0.634	0.059
	E2 块面显示屏	-0.652	-0.534	-0.454	-0.125	-0.373	-0.576
	E3 仿生显示屏	0.536	0.418	0.322	-0.211	-0.048	0.555
F 抓握处形状	F1 一体式	0.566	0.694	0.454	0.094	0.288	0.576
	F2 分隔式	-0.566	-0.694	-0.454	-0.094	-0.288	-0.576

通过表 4 中感性词汇与造型特征多元线性回归结果可知左侧感性词汇组(硬朗的、繁复的、几何的、沉静的、高冷的、危险的)与回归系数值负相关,右侧感性词汇组(圆润的、简洁的、卡通的、跳脱的、亲和的、安全的)与回归系数值正相关。回归系数值越大越能代表感性词汇组右侧的意向,反之则代表左侧。由此得出表 5 所示的感性语汇下儿童伴读机器人造型设计建议。

**Table 5.** Children's companion reading robot design suggestions  
**表 5.** 儿童伴读机器人造型设计建议

感性意向词	外轮廓造型	整体尺寸	色彩	头部轮廓	显示屏轮廓	抓握处形状
圆润的	A1 流线型	B2 中等	C3 大块色彩	D1 规则	E3 仿生显示屏	F1 一体式
简洁的	A1 流线型	B1 偏小	C3 大块色彩	D1 规则	E3 仿生显示屏	F1 一体式
卡通的	A1 流线型	B2 中等	C2 局部色	D1 规则	E3 仿生显示屏	F1 一体式
跳脱的	A3 仿生型	B1 偏小	C3 大块色彩	D2 不规则	E1 无显示屏	F1 一体式
亲和的	A3 仿生型	B1 偏小	C3 大块色彩	D2 不规则	E1 无显示屏	F1 一体式
安全的	A1 流线型	B1 偏小	C3 大块色彩	D1 规则	E1 无显示屏	F1 一体式
硬朗的	A2 几何型	B3 偏大	C1 黑白灰	D2 不规则	E2 块面显示屏	F2 分隔式
繁复的	A3 仿生型	B3 偏大	C2 局部色	D2 不规则	E2 块面显示屏	F2 分隔式
几何的	A2 几何型	B3 偏大	C1 黑白灰	D2 不规则	E2 块面显示屏	F2 分隔式
沉静的	A1 流线型	B2 中等	C2 局部色	D1 规则	E3 仿生显示屏	F2 分隔式
高冷的	A2 几何型	B3 偏大	C2 局部色	D1 规则	E2 块面显示屏	F2 分隔式
危险的	A2 几何形	B3 偏大	C1 黑白灰	D2 不规则	E2 块面显示屏	F2 分隔式

#### 4.2. 儿童伴读机器人造型设计方案

从表 5 可知,流线型的、卡通的外轮廓造型,中等偏小的尺寸、大块色彩的外观形式会使产品造型更加圆润简洁,让用户感到活泼、更具有亲和力。儿童伴读机器人作为一种面向学龄前儿童及低龄儿童的日常用品,更亲和的产品会带来更加积极的用户体验。相反,偏大的造型,以及过于偏大、黑白灰主色调的陪伴机器人会让人感到有“不安全”的感觉,不适合儿童使用。基于以上分析,本文以仿生型的

圆润外观为轮廓，采用大块面的明快色彩，以及仿生显示屏的形式外形定位创作作品如图 2 所示。



Figure 2. Children's companion reading robot design scheme  
图 2. 儿童伴读机器人设计方案

## 5. 结语

情感是一种感性因素，运用感性工学相关的分析方法以科学、理性的方式对儿童伴读机器人的造型特征意向加以量化，获得消费者感性意向与造型特征要素之间的对应关系，以此指导新的产品设计的进行。感性工学方法的应用满足了消费者在感性层面对产品的需求，提升了产品的附加价值。本文以儿童伴读机器人为具体的实施对象，采用问卷调研、文献调研、语义差异分析等方法收集代表性的感性次汇，并探讨感性词汇与具体造型特征之间的关联性，在结果的指导之下进行设计实践，表明本文的研究结果具有一定的可应用性。

## 注 释

文中所有图片均为作者自绘。

## 参考文献

- [1] 罗仕鉴, 潘云鹤. 产品设计中的感性意象理论、技术与应用研究进展[J]. 机械工程学报, 2007, 43(3): 8-13.
- [2] 丁满, 程语, 黄晓光, 等. 感性工学设计方法研究现状与进展[J]. 机械设计, 2020, 37(1): 121-127.  
<https://doi.org/10.13841/j.cnki.jxsj.2020.01.022>
- [3] 朱彦. 基于感性工学的家庭服务机器人外形设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(14): 50-54.
- [4] 蔡瑞虹. 云石机意象造型认知与感性设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(1): 121-124.
- [5] 陈国强, 姜楠, 张鹏, 等. 基于感性工学的儿童陪伴机器人造型设计[J]. 包装工程, 2021, 42(4): 166-171.  
<https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.023>
- [6] Yamamoto, K. (1986) Kansei Engineering—The Art of Automotive Development at Mazda. The University of Michigan, Ann Arbor.