

基于模糊分析的老年概念产品感性评价方法研究

杨超翔, 程建新, 丁伟, 叶俊男
(华东理工大学, 上海 200237)

摘要: **目的** 随着我国社会老龄化进程的不断加速, 针对老年人的产品设计在考虑产品本身的功能与安全外, 也需从老年人的情感角度出发, 符合老年人的心理和生理需求。本文为实现老年产品设计过程的科学决策, 对产品概念设计进行感性量化评价, 为决策活动中选择设计方案提供科学依据。**方法** 将用户的主观感受作为重要评价指标, 把感性评价分为功能性、人机性、经济性、外观性和创新性, 提出了基于模糊分析的概念产品感性评价方法。**结论** 以老年拐杖为例开展研究, 建立感性评价指标体系, 构建老年设计方案的用户满意度评价模型, 从而获得评价指标权重及重要度。通过模糊综合评价进行感性量化评价, 得到科学的量化依据。

关键词: 老年概念产品; 模糊综合评价; 感性工学; 层次分析法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)10-0128-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.10.024

Evaluation of Product Conceptual Design Based on Fuzzy Analysis

YANG Chao-xiang, CHENG Jian-xin, DING Wei, YE Jun-nan
(East China University of Science & Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT: With the increasing acceleration of social aging in China, emotions of senior citizens should be considered as well as the functions and security of products when designing products for them. Therefore, their emotional and physiological needs must be taken into consideration while designing and evaluating products for senior citizens. This research provides the scientific basis for the decision-making in the process of realizing product designing, the perceptual-quantitative evaluation of product concept design and the selection of design scheme for senior citizen products. Taking users subjective feelings as the important evaluation index that was divided into function, ergonomics, economics, appearance and innovation, this research put forward the perceptual evaluation method for concept product based on fuzzy analysis. By using the crutches for the elderly as examples, this research establishes the perceptual evaluation index system, constructs the user satisfaction evaluation model for the design of senior citizens products so as to obtain the weight and importance of the evaluation index. In the end, the scientific quantitative basis is obtained through fuzzy comprehensive evaluation of quantitative perceptual evaluation.

KEY WORDS: elderly concept product; fuzzy synthetic evaluation; Kansei engineering; analytic hierarchy process

老年人是一个特殊群体, 有着独特的生理和心理特点, 正因如此, 老年产品设计评价应最大限度符合他们的使用需求和生活品味。这既是对老年人的关怀, 又是设计师责任的体现^[1]。在老年产品评价

中将消费者的情感因素考虑在内, 将很大程度上提升产品的竞争力。设计评价方法是人们在设计实践中不断试验, 总结经验, 后又借鉴管理学、运筹学、数学等相关学科的知识逐渐发展和积累起来的^[2-3]。

收稿日期: 2018-02-04

基金项目: 上海市上海市设计学 IV 类高峰学科资助项目阶段成果 (DC17013); 江西省艺术科学规划项目阶段成果 (YG2016292); 上海市学校艺术科研项目阶段成果 (HJYS-2017-C26)

作者简介: 杨超翔 (1988—), 男, 江苏人, 华东理工大学实验师, 博士生, 主要研究方向为工业设计理论与方法。

通信作者: 程建新 (1954—), 男, 硕士, 华东理工大学教授, 博导, 主要从事工业设计理论与方法研究。

近年来,将主观感受应用于设计评价的研究逐渐增多,苏建宁^[4]在构建顾客、设计师、工程师复合意象认知空间中,研究出顾客评价权重最大。综合评价法主要依靠评价主体经验、感觉并结合量化的手段进行综合评价^[5]。

1 模糊分析和感性评价

1.1 模糊分析

模糊分析是一种对定性问题进行定量分析的多准则决策方法,它将人对事物的认知强弱程度用模糊数来表示,从而对层次分析法加以改进,扩展了其适用范围^[6]。该方法包括评价模型结构分析^[7]、模糊评判矩阵建立^[8]、权重矢量设定及排序等^[9]。

1.2 感性评价

感性评价是指产品使用者存在的对商品、服务及相关因素的情感体验,用于对设计师的设计方案进行感性评估^[10]。本研究将应用感性评价方法对老年概念设计阶段的方案进行评测,从使用者预期、感知质量进行评价指标重要度和满意度的表征,从而得出老年概念产品的评价价值:

$$V = \sum_{i=1}^n P_{ij} W_i \quad (1)$$

式中: V 为产品方案感性评价价值; P_{ij} 为第 j 个方案的第 i 项指标的感性评价; j 为研究案例, $j=1, 2, 3, \dots, m$; i 为感性评价指标, $i=1, 2, 3, \dots, n$; W_i 为第 i 项评价指标权重。

2 基于模糊数学的老年概念产品感性评价模型

利用问卷计算产品使用者对方案的感性意象程度,对概念产品进行评价,感性评价越高,则说明该方案越受到产品使用者认可。

2.1 确定研究方案和评价指标

通过 KJ 法和 K-means 聚类对研究方案和感性评价指标进行筛选,建立代表性样本集 $S=\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_n\}$ 和感性评价指标集 $E=\{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$ 。

2.2 建立评价指标体系并计算权重

通过 AHP 法建立感性评价指标体系,并通过 FMP 计算感性评价指标权重。

2.3 第 TNR 级评价指标计算

运用模糊数学理论对概念产品评价指标进行问卷调查。首先定义感性评语集 E , 使用语义差异法对评价等级进行标定:“很满意、满意、一般、不满意、

很不满意”5 种评价,并予以赋值 (5, 4, 3, 2, 1), 即 $E=(5, 4, 3, 2, 1)$ 。其次,对产品使用者进行感性评价问卷调查,得到方案 $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ 的第 n 级指标集 B 在感性评价集 E 上的隶属矩阵 R_1 和 $R_2 \dots R_n$ 。最后,计算得到 n 个方案在指标向量 T 上的评价向量, 见式 (2)。

$$P_n = R_n \cdot E^T \quad (2)$$

2.4 基于模糊数学的产品评价方法

根据以上的建立概念产品评价模型开展方案集的感性评价。从最后一级评价指标开始,依次计算出各个级层的评价指标,最终计算出每个方案的评价价值。

根据上文,可建立式 (3) 和式 (4)。

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} P_{ijk} W_{jk} \quad (3)$$

式中: V_{ij} 为第 i 个方案的第 j 个评价指标值; P_{ijk} 为第 i 个方案的第 j 个一级指标中第 k 个二级指标的感性评价价值; i 为代表案例, $i=1, 2, 3, \dots, n$; j 为一级指标, $j=1, 2, 3, \dots, n$; n_j 为第 j 个一级指标下二级指标的个数; W_{jk} 为第 j 个一级指标中第 k 个二级指标的权重。

$$V_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} W_j \quad (4)$$

式中: V_i 为第 i 个方案的感性评价价值, $i=1, 2, 3, \dots, n$; V_{ij} 是第 i 个方案的第 j 个一级评价价值, $j=1, 2, 3, \dots, n$; W_j 为第 j 个一级指标权重。

2.5 产品方案评价决策

通过感性评价,可对优选产品方案继续优化,对劣选产品可根据感性评价指标及权重再优化,并重复感性评价,如此循环往复,直到得到满意的概念产品。

3 实证研究

3.1 确定代表样本集和感性评价指标

首先从设计网站、杂志、书刊等渠道手机国内外的老年拐杖产品样本 40 个,通过专家法初步筛选出 15 个;再由 20 位专业学生针对拐杖样本进行相似度调查,并经过 K-means 聚类,选择距离 4 个聚类中心最近的产品作为代表,组成代表样本集,见图 1。对问卷结果通过 KJ 法以确定感性评价指标集 E_1 和 E_2 。

3.2 建立感性评价指标体系并计算权重

通过 AHP 法构建感性评价指标体系,见图 2;运用 FAHP 法对通过访谈问卷所收集到的数据进行分析,计算各级感性评价指标权重,见表 1。



图1 代表样本集

Fig.1 Selected sample set

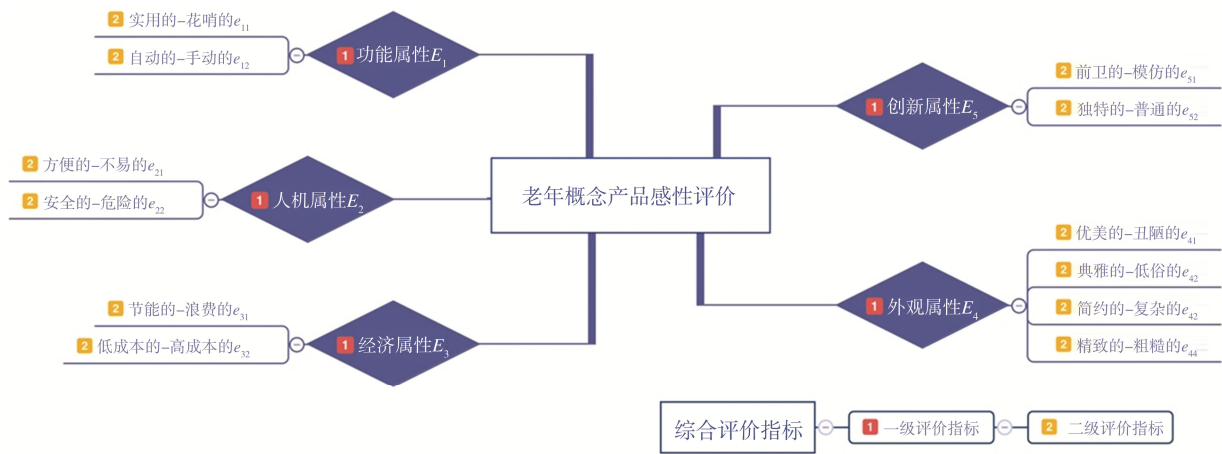


图2 老年概念产品评价体系

Fig.2 Kansei evaluation index system of elderly concept product for design phase

表1 感性评价指标权重
Tab.1 Kansei index weight

一级评价	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	
权重	0.2744	0.3992	0.1031	0.0899	0.1335	
二级评价	e_{11}	e_{12}	e_{21}	e_{22}	e_{31}	e_{32}
权重	0.1525	0.1218	0.1197	0.2794	0.0528	0.0503
二级评价	e_{41}	e_{42}	e_{43}	e_{44}	e_{51}	e_{52}
权重	0.0195	0.0181	0.0326	0.0197	0.0548	0.0787

3.3 第n级感性评价指标

再次对产品使用者进行调研以得到方案 s_1, s_2, s_3, s_4 的二级感性评价指标集 $E2=\{e_{11}, e_{12}, e_{21}, e_{22}, e_{31}, e_{32}, e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{51}, e_{52}\}$ 在综合评价集 E 上的隶变矩阵。然后计算这4个设计样本在指标向量 T 上的评价向量，得到方案样本集的二级感性评价价值，见表2。

表2 设计样本集的二级感性评价价值
Tab.2 Kansei secondary index evaluation of programs

评价价值	e_{11}	e_{12}	e_{21}	e_{22}	e_{31}	e_{32}
s_1	2.4286	1.8571	3.1429	2.5714	2.5714	3.1429
s_2	2.8571	2.4285	2.5714	3.1429	2.1429	1.8571
s_3	3	2.1429	3	2.2857	3.2857	3.1429
s_4	3	2.5714	3.1429	2.7142	2.5714	2.4286
设计样本	e_{41}	e_{42}	e_{43}	e_{44}	e_{51}	e_{52}
s_1	2.5714	2.7143	2.8571	2.4286	3.4286	3.7143
s_2	1.8571	2	1.1429	2.2857	2.4286	2.5714
s_3	3.5714	3.2857	3.4286	3.1429	3.5714	3.7143
s_4	2.8571	2.7143	3	3.1429	2.7143	3

3.4 老年概念产品的感性评价

根据前文建立的老年概念产品感性评价模型进行设计样本的评价计算。从二级感性评价指标开始，将权重表2带入公式(2)计算可得到样本集一级评价指标 $E1$ 的评价价值，见表3。在通过公式(3)计算得到各个样本的综合感性评价价值，见表4。如此自下

而上的计算出二级、一级感性评价指标值，最后得到每个设计样本的感性总和评价价值。

表 3 设计样本集的一级感性评价价值
Tab.3 First-class Kansei index evaluation of program

评价价值	设计样本			
	s_1	s_2	s_3	s_4
e_1	2.1748	2.6669	2.6194	2.8316
e_2	2.7428	2.9714	2.5	2.8428
e_3	2.85	2.0036	3.2161	2.5017
e_4	2.6727	1.7204	3.3682	2.9426
e_5	3.5969	2.5128	3.6556	2.8316

表 4 各个设计样本的综合感性评价价值
Tab.4 The evaluation of each program

	s_1	s_2	s_3	s_4
评价价值 V_i	2.7063	2.6142	2.8392	2.8061

3.5 老年概念产品的评价决策

如表 3 所示 $V_3 > V_4 > V_1 > V_2$, V_3 的感性评价最高，为最优概念方案，若对 s_3 设计方案满意，则可进行后续程序；如果仍不满意，则可对 s_3 设计方案的评价指标和权重进行对比分析，有针对性的进行优化。

归一化 s_3 设计方案的感性评价 V_3 为 0.6131，从图 3 我们可以看出一级评价指标 e_1 和 e_2 的感性评价低于 E_1 ，因此分析 e_1 和 e_2 所对应的二级评价指标 $e_{11}, e_{12}, e_{21}, e_{22}$ 。再从图 4 我们可以看出 e_{12}, e_{22} 分别低于其对应一级评价指标 e_1 和 e_2 。结合图 3 和图 4 分析得到 s_{11}, s_{21} 的感性评价高于 V_3 ，故我们在对 s_3 设计方案进行优化的时候应保持 s_{11}, s_{21} 的评价优势，对功能属性 s_1 和人机属性 s_2 进行优化，尤其是对二级评价指标 s_{12}, s_{22} 方面进行优化，循环往复直至得到满意方案为止。

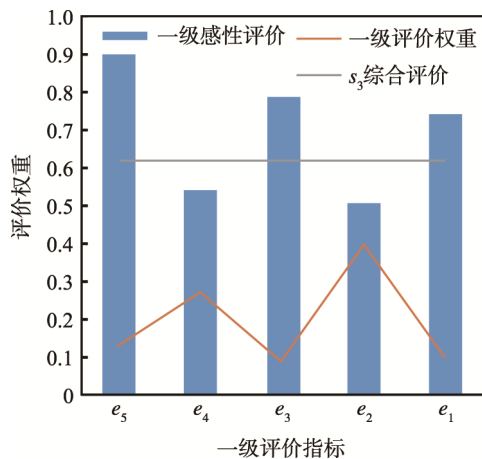


图 3 s_3 设计方案评价与 E_1 感性评价、权重对比
Fig.3 A comparison chart about s_3 Kansei evaluation, its First-class index evaluation and weight

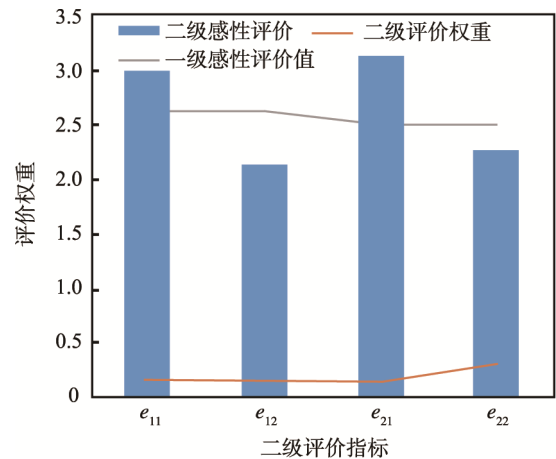


图 4 s_3 设计方案评价与 E_2 感性评价、权重对比
Fig.4 A comparison chart about s_3 Kansei evaluation, its secondary index evaluation and weight

4 结语

本文基于模糊数学探讨了老年概念产品感性评价的方法，运用感性量化手段对产品概念设计过程进行评价，并通过实例验证其方法的可行性。

通过运用感性工学、人机工程学、统计学等学科领域的相关理论与方法对老年概念产品进行分析，总结出了功能、人机、经济、外观、创新 5 个感性评价主因子。然后确定了 12 个感性评价主因子的具体指标，建立感性评价指标体系，运用 FAHP 构建了老年概念产品的感性评价模型，并在此基础上结合实例对老年拐杖概念设计方案进行了感性评价，并对评价权重、评价价值进行分析，最终达到优选设计的目的。本文所探讨的评价方法将为决策活动的感性量化评价提供依据，为老年产品概念设计起到一定的指导意义。

参考文献：

- [1] 王家跃. 基于产品要素的人性化老年产品设计[J]. 广西轻工业, 2011, 151(6): 106—107.
WANG Jia-yue. Humanized Older Product Design Based on Product Factor[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2011, 151(6): 106—107
- [2] 杨金勇, 黄克正, 尚勇. 产品基因研究综述[J]. 机械设计, 2007, 24(4): 4—7.
YANG Jin-yong, HUANG Ke-zheng, SHANG Yong. Summary of the Product Gene Study[J]. Journal of Machine Design, 2007, 24(4): 4—7.
- [3] 申译. 基于模糊理论的产品设计 DNA 分析辅助设计系统开发[J]. 机械设计, 2013, 30(8): 102—105.
SHEN Ze. Development on CAD System of Product Design DNA Analysis Based on Fuzzy Theory[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(8): 102—105.
- [4] 苏建宁. 认知差异下的产品造型意象熵评价研究[J].

- 机械设计, 2016, 33(3): 105—108.
- SU Jian-ning. Research on the Entropy Evaluation of Product Styling Image under the Cognitive Difference [J]. Journal of Machine Design, 2016, 33(3): 105—108.
- [5] YANG Chao-xiang. Evaluation and Research on Interior Decoration Design of Automobile Cabins Based on Intention Recognition[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2016(3): 299—304.
- [6] 李永峰. 基于模糊层次分析法的产品可用性评价方法[J]. 机械工程学报, 2012, 48(14): 183—191.
- LI Yong-feng. Product Usability Evaluation Method Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(14): 183—191.
- [7] WU H C. Linear Regression Analysis for Fuzzy Input and Output Data Using the Extension Principle[J]. Computers & Operation Research, 2000, 24(9): 819—829.
- [8] CHEN L. Approach Based on Fuzzy Goal Programming and Quality Function Deployment for New Product Planning[J]. European Journal of Operational Research, 2017(1): 654—663.
- [9] CHAN L. A Systematic Approach to Quality Function Deployment with a Full Illustrative Example[J]. Omega, 2005, 33(2): 119—139.
- [10] 杨超翔. 基于感性工学的 OLED 灯具设计评价方法研究[J]. 设计, 2014(2): 115—118.
- YANG Chao-xiang. Research of OLED Lamp Design Evaluation Method Based on Kansei Engineering[J]. Journal of Design, 2014(2): 115—118.