

基于模糊 KANO-SEM 模型的用户需求识别方法研究

李树, 蒋鹏

(西南民族大学, 成都 610041)

摘要: **目的** 在产品设计初期, 如何在用户的众多需求中识别出用户切实需求, 对于初期设计方向的引导具有重大意义, 基于此提出一种用户需求识别方法, 为确定产品设计方向提供参考依据。**方法** 首先通过文献查阅和用户访谈等方法确定了目标产品的 21 项用户需求, 然后根据模糊 KANO 模型理论对用户需求进行筛选与分类, 得到 15 项用户需求, 包括 7 项必备需求、4 项期望需求和 4 项兴奋需求, 并以此构建用户需求层次模型, 然后引入结构方程模型进一步对构建的用户需求层次模型进行权重求解, 确定各项需求的权重大小, 从而在众多用户需求中识别出 10 项用户核心需求, 指导产品设计。**结论** 以导盲杖用户需求为例, 进行了实例分析, 并完成了导盲杖的概念设计, 验证了该方法的可操作性和实用性。该方法能从众多需求中筛选和识别出用户的核心需求, 有效解决了设计人员面对用户多样性和模糊性的需求难以取舍的问题, 帮助设计人员确定设计方向, 提高设计效率。

关键词: 用户需求识别; 模糊 KANO 模型; 结构方程模型; 导盲杖

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)04-0156-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.018

User Requirements Identification Method Based on Fuzzy KANO SEM Model

LI Shu, JIANG Peng

(Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China)

ABSTRACT: In the early stage of product design, it is of great significance for the guidance of the initial design direction to identify the actual needs of users among the numerous requirements of users. Based on this, a user requirement identification method was proposed to provide a reference for determining the direction of product design. First of all, the target products of 21 items of user requirements were determined through literature review and user interviews and other methods. Then according to the theory of fuzzy KANO, the user needs are screened and classified, and 15 user needs are obtained, including 7 essential needs, 4 expected needs and 4 exciting needs, and based on this, a user needs hierarchy model is constructed. then the structural equation model was introduced to further for the construction of the user requirements hierarchy model for solving weights, the weights of all the requirements were determined, thus in many user requirements identified 10 user core requirements, the product design was guided. Taking the user requirements of the guide stick as an example, the case analysis is carried out, and the conceptual design of the guide stick is completed. The operability and practicability of the method are verified. The method can screen and identify the user's core requirements from numerous requirements, effectively solving the problem of designers' difficulty in choosing between the diversity and ambiguity of users' requirements, helping designers determine the design direction and improving design efficiency.

KEY WORDS: user requirements identification; fuzzy KANO model; structural equation model; guide stick

在如今竞争激烈的市场环境中, 增强产品竞争力是企业能否继续生存的关键, 准确有效地满足用户需

求是提升产品竞争力的有效手段^[1]。然而在实际的产品设计过程中, 用户通常只会给设计师描述一个他们

收稿日期: 2021-09-10

基金项目: 2020 年西南民族大学中央高校基本科研业务费专项资金项目 (2020SYB37)

作者简介: 李树 (1969—), 男, 四川人, 本科, 西南民族大学副教授, 主要研究方向为艺术设计。

通信作者: 蒋鹏 (1976—), 男, 四川人, 硕士, 西南民族大学副教授, 主要研究方向为工业设计。

心中的“美好愿景”，对于设计师来说，这种简单的依靠收集目标用户的资料进行需求的提取显然不能直接用于指导设计。那么在产品初期，如何精准识别出用户需求，并指导设计师快速地设计出满足用户需求的高质量产品，成为提升产品竞争力的重要途径之一^[2]。许多学者也已经意识到，在产品的设计过程中，借助产品设计方法与理论能够有效帮助设计人员对众多用户需求快速准确地做出分析与决策，模糊 KANO 模型因其能有效区分用户需求，并与用户满意度建立映射关系的特点，被广泛应用于产品设计前期用户需求分析研究中。例如，汪天雄等人^[3]综合运用模糊 KANO 模型和文化研究理论，对文创产品设计中的用户需求进行了有效挖掘，从而为文化创意产品的设计提供了很好的参考价值；陈香等人^[4]借助模糊 KANO 模型和 TOPSIS 对用户需求进行分析，并以智能割草机为例，完成了实例设计；席乐等人^[5]利用模糊 KANO 模型对用户需求进行分析，从而确定用户重点需求，指导游客服务机器人造型设计；刘宗明等人^[6]从造型、功能和交互三个方面提取老年人家用陪护机器人用户需求，利用模糊 KANO 模型对提取的用户进行分类，并进一步结合 QFD 确定了用户需求相对重要度，指导产品设计；刘大帅等人^[7]融合模糊卡诺模型与熵权法等确定用户需求综合重要度，并以此指导产品设计；周琪等人^[8]将模糊 KANO 模型和 FBS 相结合，应用于玩具产品设计中识别用户需求，指导产品设计。以上研究均利用了不同的研究思维与框架，有效地对众多用户需求进行了分析与识别，为本文的研究提供了很好的借鉴价值。

然而，模糊 KANO 模型是一种典型的定性分析^[9-10]，仅展示了用户满意度与产品性能之间的映射关系，仍停留在定性分析的层面，不能很好地构建用户需求与满意度之间的定量关系^[11]，而结构方程模型（Tructural Equation Model, SEM）作为一种多元回归分析方法，能有效地同时分析各个需求类别以及各个用户需求和用户满意度之间的定量关系，并且还具备一定的验证性，很好地弥补了模糊 KANO 模型的不足。此外，现有研究也未有将模糊 KANO 模型和 SEM 各自的优点相结合用于产品设计前期用户需求分析研究中，基于此，本文提出了一种基于模糊

KANO-SEM 模型的用户需求识别方法。首先运用模糊 KANO 模型将用户的需求进行类别划分，定义了用户需求与满意度之间的关系，有效地保证了将用户的需求转化为产品的设计要素。其次引入结构方程模型，进一步确定用户需求优先级，从而提炼出用户核心需求，使用量化分析的手段将用户满意度这一具有不确定性、难以量化的感性诉求转换为具体功能需求，进而与产品设计建立对应关系，能够更加快捷地确定产品的设计方向，提高设计效率和用户满意度。

1 研究框架与流程

以用户需求为导向进行设计，是提高设计效率、增强产品竞争力以及提升用户满意度的有效途径，然而在实际的设计过程中，设计师往往面对用户多样化和模糊性的众多需求难以舍去，从而无法明确设计方向，造成设计效率低下，设计出的产品无法满足用户的切实需求。因此，本文通过构建一种模糊 KANO-SEM 模型，帮助设计师在众多用户需求中识别出用户核心需求，从而明确设计方向。该模型主要包括用户需求获取、用户需求分类、确定用户需求优先级以及明确设计方向四个阶段，模糊 KANO-SEM 模型研究流程图见图 1。

2 研究方法

2.1 模糊 KANO 模型

KANO 模型见图 2，是由狩野纪昭教授于 1984 年提出的，将产品或服务要素分为 5 类^[12]，依次为必备需求、期望需求、兴奋需求、无差异需求、反向需求。模糊 KANO 模型相对于传统 KANO 模型最大的不同在于模糊 KANO 模型问卷允许被试者根据自己的心理感受对每项需求在[0, 1]之间任意赋值，最终和为 1。同时为了对用户需求进行更好地划分，文中引入 Matzler 等人^[13]修正过的 KANO 模型需求分类表，见表 1，通过对收集的问卷表进行整理和分析，得出用户需求类别。其中用户必备需求、期望需求、兴奋需求、无差异需求、反向需求、矛盾需求、分别用 *M*、*O*、*A*、*I*、*R*、*Q* 表示。

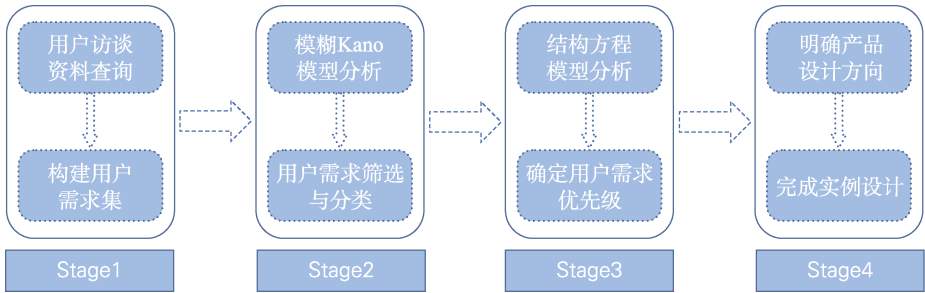


图 1 模糊 KANO-SEM 模型研究流程
Fig.1 Research flow of fuzzy KANO-SEM model

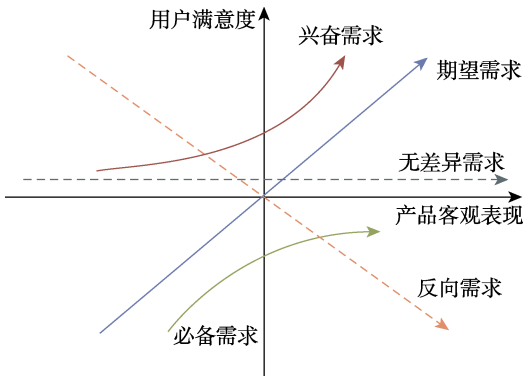


图 2 KANO 模型
Fig.2 KANO model

表 1 KANO 模型需求分类
Tab.1 KANO model requirement classification

		具备某一需求要素				
		满意	理应如此	无所谓	勉强接受	不满意
不具	满意	<i>Q</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>O</i>
备某	理应如此	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
一需	无所谓	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
求要	勉强接受	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
素	不满意	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>

模糊 KANO 模型确定用户需求类别的步骤如下所示:

1) 针对某一需求要素, 如若具备该项需求的矩阵为 $\mathbf{X} = (0.4, 0.5, 0.1, 0, 0)$, 如若不具备该项需求的矩阵为 $\mathbf{Y} = (0, 0, 0, 0.7, 0.3)$, 则生成的交互矩阵 $\mathbf{Z}$ 为:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X}^T \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.2800 & 0.1200 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.3500 & 0.1500 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0700 & 0.0300 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2) 将得到的矩阵 $\mathbf{Z}$ 对照表 1 所示的 KANO 模型需求分类表, 得出该需求的隶属度向量 T 为:

$$T = \left[\frac{0.18}{M}, \frac{0.12}{O}, \frac{0.42}{I}, \frac{0.28}{A}, \frac{0}{R} \right] \quad (2)$$

3) 根据上一步所求的隶属度向量可知, 一些需求可能会被划分为不同的类别, 因此需要引入置信水平 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 对关键需求进一步划分。当给定 $\alpha=0.4$ 时, 若隶属度中某个向量值大于或等于 0.4, 则该需求属于其对应的类别, 对于向量 T 来说, 当 $\alpha=0.4$ 时, 可知该需求属于无差异需求。 α 的取值直接影响分类结果, 取值过大, 易造成信息缺失, 取值过小, 会导致数据交叉, 在计算过程中 α 可通过采用比较分析方法确定^[14]。

4) 通过对每个用户需求进行计算汇总, 得出其在 5 种类别属性下各自出现的次数, 次数最高所对应的类别属性即为该需求的最终类别属性。假如某关键需求在两种及以上类别属性下出现的次数相等, 则按照必备需求>期望需求>兴奋需求>无差异需求>逆向需求的优先级进行用户需求类别的确定^[15]。

2.2 结构方程模型

为进一步识别用户核心需求, 文中以用户满意度为出发点, 引入结构方程模型, 分析各项需求与用户满意度之间的关系, 从而帮助设计师在产品初期确定用户需求优先级, 明确设计方向。结构方程模型 (Structural Equation Model, SEM) 是由外国学者 Swell Wright 和 Jöreskog 提出并不断完善的, 是一种基于路径分析思想、综合运用多种统计方法探索模型中各个变量之间的相关关系, 并对构建的模型做出适当评价的一种实证研究方法, 该方法广泛应用于管理学、心理学、社会科学等领域^[16]。在实际的运用过程中, 结构方程模型通常将研究模型分为测量模型和结构模型两个部分, 可通过如下矩阵方程式来表示:

1) 测量模型。

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (3)$$

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (4)$$

其中 x 和 y 指的是外生观测变量和内生观测变量, ξ 和 η 指的是外生潜在变量和内生潜在变量, δ 和 ε 是 x 和 y 的测量误差。 Λ_x 是外生观测变量 x 与外生潜在变量 ξ 的关系, Λ_y 是内生观测变量 y 与内生潜在变量 η 的关系。

2) 结构模型。

$$\eta = \beta + \Gamma \xi + \zeta \quad (5)$$

其中, β 是内生潜在变量之间的关系, Γ 是外生潜在变量对内生潜在变量的影响, ζ 是模型中未能被解释的部分。结构方程模型分析步骤一般包括模型构建、模型拟合、模型评估、模型修正和模型运算得出结果^[17-18]。

3 研究过程

3.1 构建用户需求集

产品设计的最终目的就是要满足用户需求, 同时, 在产品过程中一般也是以用户需求为导向的。获取真实需求最直接的途径就是进行用户访谈, 访谈对象通常直接瞄准目标用户群体, 所获取的需求往往也具有一定的代表性和精确性, 因此本研究在构建用户需求集阶段, 通过半结构化的方式对盲人进行深度访谈, 以期尽可能多地挖掘用户需求。为避免时间等客观因素干扰访谈实验的正常进行, 在进行深度访谈前, 提前与访谈对象预约好时间。整个访谈周期持续 3 天, 共访谈用户 32 名, 其中男性 14 名, 女性 18 名, 用户年龄在 22 岁至 43 岁之间, 职业包括按摩师、

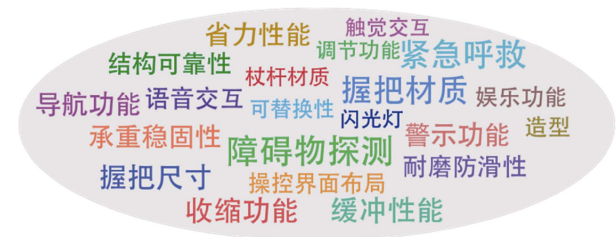


图 3 用户需求集
Fig.3 User requirements set

表 2 用户需求要素分类
Tab.2 Classification of user demand elements

需求类别	用户需求	分析结果						类别划分
	二级指标	<i>M</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>R</i>		
必备需求	握把尺寸	45	22	16	10	0	<i>M</i>	
	紧急呼救	60	18	8	7	0	<i>M</i>	
	障碍物探测	58	12	18	5	0	<i>M</i>	
	收缩功能	63	16	14	0	0	<i>M</i>	
	警示功能	55	30	6	2	0	<i>M</i>	
	承重稳固性	42	32	19	0	0	<i>M</i>	
	耐磨防滑性	69	19	5	0	0	<i>M</i>	
期望需求	握把材质	23	38	20	12	0	<i>O</i>	
	造型	30	39	10	14	0	<i>O</i>	
	调节功能	20	45	23	5	0	<i>O</i>	
	缓冲性能	32	50	11	0	0	<i>O</i>	
兴奋需求	导航功能	13	20	55	5	0	<i>A</i>	
	操控界面布局	26	16	48	3	0	<i>A</i>	
	结构可靠性	33	20	40	0	0	<i>A</i>	
	省力性能	28	20	45	0	0	<i>A</i>	

盲人学校的学生和教师，在整个访谈过程中鼓励受访者畅所欲言，尽可能全地获取用户需求。访谈结束后，成立研究小组对访谈所收集的资料进行整理，并以小组讨论的方式提取收集资料中所包含的需求，最终整理出 21 项需求，并以此构建用户需求集，见图 3。

3.2 用户需求筛选分类

在构建的需求集基础上，依据模糊 KANO 模型调查问卷表制作问卷，对用户进行筛选与分类。此次调查共计发放 100 分问卷，收回 96 份，剔除 3 份无效问卷，最终得到 93 份有效问卷，真实回收率为 93%，保证了问卷的可信度。进一步将回收的问卷进行整理，并按照模糊 KANO 模型的分析步骤进行计算，然后将结果进行累加和排序，次数最高所对应的类别属性即为该需求的最终类别属性，用户需求要素分类见表 2。

3.3 确定用户需求优先级

结构方程模型作为多元数据分析的重要工具，相较于传统的回归分析、因子分析、层次分析法等，具

表 3 信度分析统计结果
Tab.3 Reliability analysis statistical results

潜在变量	观测变量	克隆巴哈系数	总体
MQ	MQ1-MQ7	0.970	0.910
OQ	OQ1-OQ4	0.859	
AQ	AQ1-AQ4	0.874	

表 4 效度分析统计结果
Tab.4 Statistic results of validity analysis

路径	Estimate	AVE	CR
MQ1←MQ	0.963	0.8055	0.9665
MQ2←MQ	0.811		
MQ3←MQ	0.850		
MQ4←MQ	0.859		
MQ5←MQ	0.982		
MQ6←MQ	0.899	0.5794	0.8431
MQ7←MQ	0.906		
OQ1←OQ	0.875		
OQ2←OQ	0.639		
OQ3←OQ	0.626	0.6293	0.8713
OQ4←OQ	0.867		
AQ1←AQ	0.858		
AQ2←AQ	0.768	0.6293	0.8713
AQ3←AQ	0.790		
AQ4←AQ	0.753		

有能同时对多个因变量进行分析，以及能同时得出潜在变量与观测变量、潜在变量与潜在变量之间的关系，此外还能评估整个模型的拟合程度，以及允许测量误差等优势，分析结果更加准确、合理和科学^[19]，因此本研究在确定用户需求优先级阶段引入结构方程模型。根据模糊 KANO 模型的分析结果，并根据结构方程模型构建方法，对各用户需求进行相关定义，并构建导盲杖用户需求结构方程模型。将必备需求、期望需求和兴奋需求定义为外生潜在变量，并分别记作 MQ、OQ 和 AQ，其各自所包含的需求定义为外生观测变量，并依次记为 MQ1-MQ7、OQ1-OQ4、AQ1-AQ4，将用户对产品的满意程度定义为内生潜在变量，记作 US，内生观测变量记为 US1，构建结构方程模型。进一步制作问卷调查，收集研究数据，为接下来的分析提供数据支撑，此次调查共发放问卷 220 份，回收有效问卷 215 份，问卷数量符合 Bentler 等提出的要求^[20]。紧接着对问卷进行整理，并进行信效度分析，信度分析统计结果见表 3，效度分析统计结果见表 4，拟合度分析结果见表 5，模型运行结果见图 4。

表 3 和表 4 的信效度分析表明，此次问卷所收集的数据具有较好的信度，问卷设计较为合理，从表 5 中可以看出，模型的整体适配较好。从模型运行的总

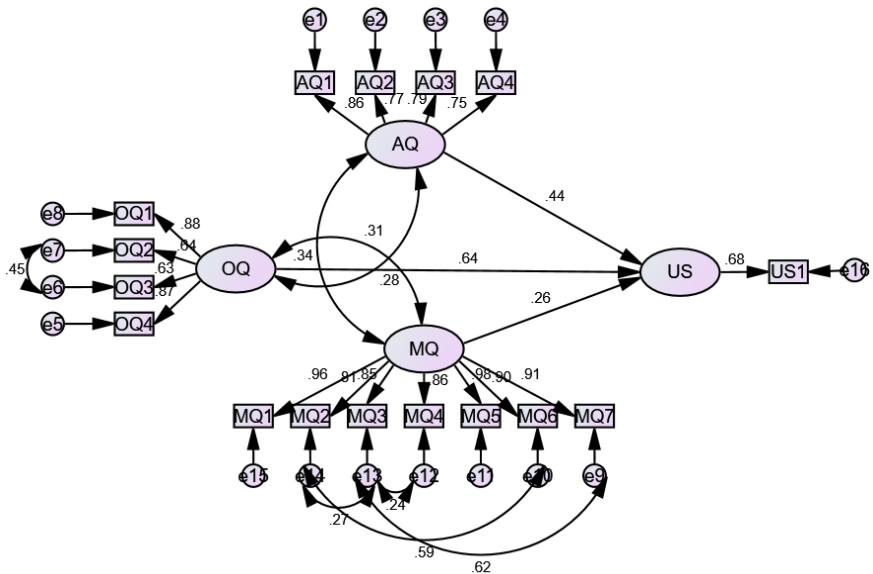


图 4 模型运行结果
Fig.4 Model running results

表 5 拟合度分析结果
Tab.5 Fitting analysis results

检验指标	值	参考范围	适配结果
χ^2/df	2.679	$0 < \chi^2/df < 5$	理想
RMSEA	0.089	< 0.1	理想
GFI	0.874	> 0.9	接近
CFI	0.953	> 0.9	理想
NFI	0.927	> 0.9	理想
IFI	0.953	> 0.9	理想

体结果来看,期望需求对用户满意度的影响最大,路径系数为 0.64;其次是兴奋需求,路径系数为 0.44;必备需求对用户满意度的影响最小,路径系数为 0.26,这也与模糊 KANO 模型中表述的各需求类别对用户满意度的影响机制基本吻合,在一定程度上也验证了分析结果的可靠性。

3.4 用户核心需求识别

在实际的产品设计过程中,必备需求作为用户对产品的基本要求,应当予以满足,期望需求和兴奋需求作为非必须满足的设计要素,可综合考虑设计资源、制造成本以及市场需求等实际情况,适当取舍。本文构建的用户需求集,共包含 21 项需求,利用模糊 KANO 模型识别出了 7 项必备需求、4 项期望需求和 4 项兴奋需求,进一步结合结构方程模型运行结果。在必备需求方面,各个观测变量对必备需求的解释程度均达到了 0.8 以上,因此,对于必备需求中的 7 项需求,在导盲杖的设计过程中,应当满足用户的这 7 项需求;在期望需求方面,握把材质和缓冲性能对期望需求的解释程度分别高达 0.88 和 0.87,而整体造型和调节功能设计要素不到 0.7,因此,对于期望需求中的 4 项需求,在导盲杖的设计过程中,应当

着重满足用户对于握把材质和缓冲性能的需求;在兴奋需求方面,导航功能对兴奋需求的解释程度达到了 0.86,而其他 3 项均不到 0.8,因此,对于兴奋需求中的 4 项需求,在导盲杖的设计过程中,应当着重考虑用户对于导航功能这一隐形需求,从而有效提升用户满意度。

4 设计实例

通过运用模糊 KANO-SEM 模型对用户需求进行系统地分析,最终从 21 项需求中识别出 10 项核心需求,依次为握把尺寸、紧急呼救、障碍物探测、收缩功能、警示功能、承重稳固性、耐磨防滑性、握把材质、缓冲性能和导航功能。进一步以 10 项核心用户需求为主要设计依据进行导盲杖的概念设计。

首先通过查阅相关人机工学资料,对人的持握姿势以及尺寸进行分析^[21],了解到在进行握把的设计时,应尽可能加大手与握把的接触面积,且握把的直径为 30~40 mm、把握区域的握把长度为 100~125 mm 为宜。因此,结合导盲杖这一具体产品,将握把主体轮廓设计为圆柱形,握把直径为 38 mm,且由握把中间逐渐向两端微微收缩至 32 mm,在保证握把尺寸符合人机工学的基础上,提升产品的美感,握把总体长度为 15 mm,把握区域长度为 11 mm,由环保 ABS 材质制作而成。此外,当人体操作握把时,手腕处于顺直状态时能有效减少手腕处的压力和拉伸^[21],因此在进行设计时,使握把与杖体形成一定的角度,尽可能地较少用户在使用过程中手腕的压力和拉伸。同时考虑到用户与导盲杖的直接接触部位一般位于握把处,因此在握把部分采用工业级硅胶材质进行包裹,工业级硅胶可模拟人体皮肤的感觉,使得用户在使用导盲杖时就像有人在前方引导一样,为其营造一种心



图 5 导盲杖设计效果
Fig.5 Design effect of guide rod



图 6 导盲杖设计细节展示
Fig.6 Details of the design of the guide rod

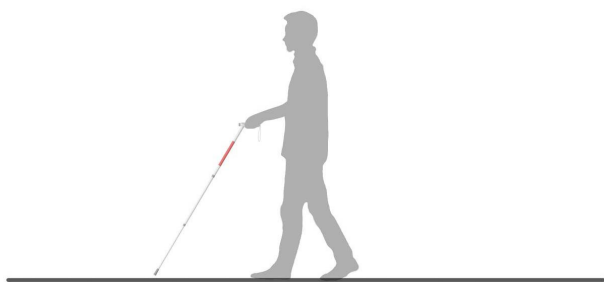


图 7 导盲杖使用
Fig.7 The use of guide rod

理上的安全感,并对硅胶表面进行凹陷处理,增加握把的防滑性。运用红外线探测技术,将障碍物探测模块至于握把前端,当探测到前方有障碍物时,可及时提醒用户,运用导航定位技术,配备导航模块,将其置于握把内部,并配备蓝牙耳机,储存于握把后端,用户可通过佩戴蓝牙耳机,语音接收导航信息,引导其寻路。此外,在握把上前方设置一紧急呼救按钮装置,当遇到紧急情况时,用户可按下此按钮,寻求救助。整个杖杆部分由三段组成,并且参考相关人机数据,将总长设计为 1300 cm,杖杆可收缩,方便携带与收纳,材质采用铝合金。因铝合金具有良好的强度和刚度性能,且是轻金属材料,能在保证导盲杖轻便的同时也具有一定的承重稳固性,在杖杆外表面涂抹一层荧光材料,当用户在夜晚出行时,杖杆表面的荧光材料会形成发光效果,从而达到提醒行人以及车辆避让等目的。在杖脚部分,采用汽车轮胎级橡塑材质制作而成,具有一定的防滑功能,同时由于橡塑材质

自身具备的弹性,使其在与地面接触时能起到一定的缓冲作用,让用户使用起来更加舒适。导盲杖设计效果见图 5,导盲杖设计细节展示见图 6,导盲杖使用见图 7。

5 结语

设计的最终目的在于满足用户的需求,从而提升用户的产品使用体验感,提高用户的生活质量。在实际的产品设计中,用户对于自身的需求并不总是能清楚且准确地表达出来,时常带有一定的模糊性和多样性,且设计师在面对众多的用户需求时,常常面临不知如何取舍的困境,为解决此类问题,笔者提出了一种模糊 KANO-SEM 模型,对用户需求进行筛选与分类,并进一步识别出核心需求,从而帮助设计师完成产品设计。文中以导盲杖设计为例,运用模糊 KANO-SEM 模型,从 21 项用户需求中筛选出 15 项,并进一步从 15 项用户需求中识别出 10 项用户需求,完成了导盲杖的设计,验证了该方法具有一定的可操作性。该方法可为相关设计人员在用户需求抉择阶段提供一定的参考与借鉴意义。

参考文献:

- [1] 周生祥,郑枫.集成 AHP/QFD/AD 的产品设计方法研究[J/OL].包装工程,2021,42(2):150-154.
ZHOU Sheng-xiang, ZHENG Feng. Research on Product Design Method Integrating AHP/QFD/AD[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 150-154.
- [2] 苏兆婧,余隋怀,初建杰,等.需求驱动的云平台产品关键设计特征识别方法[J].计算机集成制造系统,2021,27(12):3604-3613.
SU Zhao-jing, YU Sui-huai, CHU Jian-jie, et al. Demand-driven Cloud Platform Product Key Design Feature Identification Method[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2021, 27(12): 3604-3613.
- [3] 汪天雄,周美玉.基于用户感性需求的文创产品设计范式构建[J].包装工程,2020,41(20):14-18.
WANG Tian-xiong, ZHOU Mei-yu. The Construction of Cultural and Creative Product Design Paradigm Based on the Perceptual Needs of Users[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(20): 14-18.
- [4] 陈香,邱大鹏.基于模糊 KANO 模型与 TOPSIS 法的产品设计研究[J].图学学报,2019,40(2):315-320.
CHEN Xiang, QIU Da-peng. Research on Product Design Based on Fuzzy KANO Model and TOPSIS Method[J]. Journal of Graphics, 2019, 40(2): 315-320.
- [5] 席乐,张辉,程建新.基于模糊 KANO 模型的游客服务机器人造型设计[J].机械设计,2017,34(7):110-113.
XI Le, ZHANG Hui, CHENG Jian-xin. Modeling Design of Tourist Service Robot Based on Fuzzy KANO Model[J]. Machinery Design, 2017, 34(7): 110-113.

- [6] 刘宗明, 葛碧慧. 基于 QFD 的老年家用陪护机器人设计[J]. 图学学报, 2018, 39(4): 695-699.
LIU Zong-ming, GE Bi-hui. QFD-based Design of Elderly Home Care Robots[J]. Journal of Graphics, 2018, 39(4): 695-699.
- [7] 刘大帅, 杨勤, 吕健, 等. 融合用户满意度的用户需求综合重要性研究[J]. 图学学报, 2019, 40(6): 1137-1143.
LIU Da-shuai, YANG Qin, LYU Jian, et al. Study on the Comprehensive Importance of User Needs Integrated with User Satisfaction[J]. Journal of Graphics, 2019, 40(6): 1137-1143.
- [8] 周祺, 李旭, 周济颜. 模糊 KANO 与情景 FBS 模型集成创新设计方法[J]. 图学学报, 2020, 41(5): 796-804.
ZHOU Qi, LI Xu, ZHOU Ji-yan. Integrated Innovative Design Method of Fuzzy KANO and Scene FBS Model[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(5): 796-804.
- [9] 赵宇晴, 阮平南, 刘晓燕, 等. 基于在线评论的用户满意度评价研究[J]. 管理评论, 2020, 32(3): 179-189.
ZHAO Yu-qing, RUAN Ping-nan, LIU Xiao-yan, et al. Research on User Satisfaction Evaluation Based on Online Reviews[J]. Management Review, 2020, 32(3): 179-189.
- [10] 王新燕, 范大伟, 李江. KANO 模型在智能花盆设计的应用研究[J]. 机械设计与制造, 2017(9): 46-48.
WANG Xin-yan, FAN Da-wei, LI Jiang. The Application Research of KANO Model in the Design of Smart Flowerpot[J]. Machinery Design and Manufacturing, 2017(9): 46-48.
- [11] 宋明亮. 融合美学与工程的房车造型数字化设计方法[D]. 大连: 大连理工大学, 2020.
SONG Ming-liang. Digital Design Method of Touring Car Shape Integrating Aesthetics and Engineering[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2020.
- [12] KANO N, Seraku N, Takahashi F, et al. Attractive Quality and Must-be Quality[J]. Journal of the Japan Society for Quality Control, 1984, 41(2): 39-48.
- [13] Matzler K, Hinerhuber H H. How to Make Product Development Projects More Successful by Integrating KANO's Model of Customer Satisfaction into QFD[J]. Technovation, 1998, 18(2): 25-38.
- [14] KONSTANTIONS A, CHRYSAFIS B K. Cost-volume-profit Analysis Under Uncertainty: A Model with Fuzzy Estimators Based on Confidence Intervals[J]. International Journal of Production Research, 2009, 47(21): 5977-5999.
- [15] BERGER C. KANO's Methods for Understanding Customer Defined Quality[J]. Center for Quality Management Journal, 1993, 2(4): 3-36.
- [16] 宁禄乔, 于本海. 结构方程模型——偏最小二乘法理论与应用[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2012.
NING Lu-qiao, YU Ben-hai. Structural Equation Model-theory and Application of Partial Least Squares[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2012.
- [17] 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟. 结构方程模型及其应用[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004.
HOU Jie-tai, WEN Zhong-lin, CHENG Zi-juan. Structural Equation Model and Its Application[M]. Beijing: Education Science Mountain Press, 2004.
- [18] 王卫东. 结构方程建模原理与应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
WANG Wei-dong. Principle and Application of Structural Equation Modeling[M]. Beijing: China National People's Congress Press, 2010.
- [19] 丁韵. 民航购票网站体验对顾客忠诚度影响研究[D]. 天津: 中国民航大学, 2018.
DING Yun. Research on the Influence of Civil Aviation Ticketing Website Experience on Customer Loyalty[D]. Tianjin: Civil Aviation University of China, 2018.
- [20] BENTLER P M, CHOU C P. Practical Issues in Structural Modeling[J]. Sociological Methods & Research, 1987, 16(1): 78.
- [21] 刘刚田. 人机工程学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2015.
LIU Gang-tian. Ergonomics[M]. Beijing: Peking University Press, 2015.