

融合多主体用户的养老服务机器人迭代设计需求研究

商晓东¹, 吴琼²

(1.常州大学怀德学院, 江苏 靖江 214500; 2.南京工业大学, 南京 211816)

摘要: **目的** 用户需求和重要度的确定是设计师进行产品研发的关键环节, 对企业产品开发成功与否也起着至关重要的指导作用, 然而当前养老服务机器人在进行设计开发时仅考虑了用户老年人的需求, 缺乏综合考虑老年人子女, 即间接用户对服务机器人的需求。因此, 提出融合多主体用户的养老服务机器人迭代设计需求识别方法, 以期帮助设计师明确产品迭代的方向, 从而满足多主体用户的切实需求, 进而增强企业产品竞争力。**方法** 首先通过用户访谈获取直接用户老年人和间接用户子女的共同需求, 即关键需求, 其次利用熵权法确定关键需求的初始重要度, 然后运用模糊 kano 模型确定关键需求类别, 根据关键需求分类结果引入重要度调整函数, 对关键需求初始重要度进行调整, 综合考虑分析得出老年人及其子女的需求重要度, 识别出未达到用户期待的需求, 从而发现当前养老服务机器人的不足, 指导设计师进行迭代设计, 帮助企业研发出满足多主体用户切实需求的养老服务机器人。**结论** 通过综合分析养老服务机器人的多方需求, 明确了其在用药指导、远程医生和影音娱乐 3 个方面的不足, 帮助设计师找到了迭代设计的方向, 验证了该方法的有效性和可操作性, 同时该方法也为其他涉及多主体用户产品的改进设计提供了一定的参考价值。

关键词: 养老服务机器人; 用户需求; 迭代设计; 多主体用户; 熵权法; 模糊 kano 模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)14-0115-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.14.013

Iterative Design Requirements of the Elderly Care Service Robots Integrating Multi-agent Users

SHANG Xiao-dong¹, WU Qiong²

(1.Changzhou University Huaide College, Jiangsu Jingjiang 214500, China;

2.Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

ABSTRACT: The determination of user needs and their degree of importance is a critical link for designers to carry out product development, and it also plays a crucial role in guiding the success of enterprise product development. However, the current elderly care service robots only consider their directness when designing and developing. The needs of users of the elderly lack a comprehensive consideration of the needs of their children, that is, the needs of indirect users for service robots. Therefore, an alternative design demand identification method for the elderly care service robots that integrates multi-agent users is proposed to help designers clarify the direction of product replacement in order to meet the actual needs of multi-agent users, thereby enhancing the competitiveness of enterprise products. First, this paper aims to obtain the common needs of the direct users and the children of indirect users through user interviews, namely the key needs. Second, this papre uses the entropy method to determine the initial importance of the key needs, then uses the fuzzy kano model to determine the key needs category, and finally classifies the results according to the key needs, the importance adjustment function is introduced to adjust the initial importance of key needs, and the importance of the needs of the elderly and their children is comprehensively considered, and the needs that do not meet the expectations of the users are identified, so as to discover the deficiencies of the current the elderly care service robots, and guide designers to carry out

收稿日期: 2022-02-19

基金项目: 2020 江苏省高校哲学社会科学项目 (2020SJA2432)

作者简介: 商晓东 (1987—), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向为产品系统设计、文化创意产业研究、工业设计研究。

iterative design to help companies develop the elderly care service robots that meet the actual needs of multi-agent users. In conclusion, through a comprehensive analysis of the multi-party needs of the elderly care service robot, it has clarified its shortcomings in medication guidance, remote doctors, and audio-visual entertainment, helping designers find the direction of iterative design, and verifying the effectiveness and operability of the method. Furthermore, this method also provides a certain reference value for other improved designs involving multi-agent user products.

KEY WORDS: elderly care service robots; user needs; iterative design; multi-agent user; entropy method; fuzzy kano model

人口老龄化是我国当前乃至几十年后的一个重要社会特征。据估计,我国 65 岁及以上人口在 2023 年将达到 2 亿人,2050 年预计达到 4 亿^[1]。在老龄化趋势日益加重的背景下,我国养老照护人员需求总数量预计将从 2016 年的 570 多万增加至 2030 年的 1 260 多万,年均增长率高达 7.76%。但由于养老护理工作不仅工作负重大、工资待遇低,导致近年来养老护理人员流动大、流失多等问题,进一步加剧了养老护理市场对护理人员的需求^[2]。因此,在当前人工智能与大数据等技术的驱动下,关于发展养老服务机器人,替代人工照护老年人,以弥补当前养老护理人员短缺、流动大和流失多等难题的呼声越来越高^[3],发展养老服务机器人这一举措,不仅可以有效减轻家庭和社会的养老负担,缓解养老护理人员严重短缺的压力,还能提升老年人的生活质量,进而促进社会稳定发展^[4]。预计到 2030 年,我国将成为世界最大的养老服务机器人潜在市场,市场需求体量将达到 2 021.76 亿元。

不少学者对养老服务机器人进行了相关研究,如 Salichs 等^[5]、Mannion 等^[6]、Scoglio 等^[7]主要从心理学角度探讨了养老服务机器人在老年人日常陪护中所发挥的作用和面临的相关技术问题, Hung 等^[8]、Körtner^[9]、Graaf 等^[10]探讨了养老服务机器人设计过程中出现的伦理道德问题及对老年人的情感导向,王秋惠等^[11-12]、毕翼飞等^[13]、Mollaret 等^[14]、Sheridan^[15]、Wang 等^[16]对养老服务机器人的造型设计、人机界面及交互进行了相关研究,以上研究均为养老服务机器人的设计与应用提供了很好的参考与借鉴价值,推动了养老服务机器人的发展。

此外,众多企业也将目光纷纷投向养老服务机器人这一巨大市场,进行养老服务机器人的产品研发,但当前养老服务机器人的设计研发多以直接用户为研究对象,忽略了间接用户的需求,缺乏综合考虑多主体用户的共同需求。养老服务机器人多数情况下是由于子女工作繁忙,缺乏时间照看父母,从而需购买一款服务机器人来照看父母,购买主体是子女。因此,在进行产品研发过程中需要综合考虑老年人及其子女的需求,从而满足各方需求,最终达到提升产品竞争力,提高产品销量的目的。考虑到在现有产品基础上进行产品迭代升级的成本远低于重新开发一款新产品所耗费的成本,为此,文中提出了一种基于多主

体用户的产品迭代设计需求识别方法,帮助设计师更好地发现产品的不足之处,从而为其指明迭代方向,完善产品。

1 研究框架

养老服务机器人不同于一般消费产品,其面向的用户包括老年人和子女两类人群。对于老年人而言,其作为养老服务机器人的直接服务主体,希望产品能为其日常生活带来方便,改善生活的便利性,同时还能为其带来生活乐趣,增强老年生活的趣味性;对于子女而言,其作为养老服务机器人的间接服务主体,希望产品在帮助照看其父母日常生活起居的同时,还能记录老年人的日常生活情况,检测父母的健康等方面,以便在父母各方面产生异常时,能及时知晓,及时解决。因此,养老服务机器人在进行研发时不仅需要考虑老年人的需求,子女的需求也影响着产品的设计研发。虽然老年人和子女对养老服务机器人需求侧重点存在着一定的差异,但也会存在一定的交叉。老年人和子女所关注的共同需求对产品的开发产生着重要的影响,是养老服务机器人设计时需要考虑的关键需求。设计师需要对关键需求进行分析,识别其需求重要度,为当前产品迭代设计指明方向,从而更好地满足多主体用户需求,提升用户使用体验,增强产品竞争力。面向多主体用户的产品迭代设计需求包括关键需求的确定、初始重要度的求解、关键需求的分类、最终重要度的确定和迭代设计方向的明确 5 个阶段,研究框架见图 1。

1) 确定关键需求。用户需求获取是产品设计开发中重要的一个环节,文中首先通过针对目标用户进行半结构化深度访谈的方式获取直接用户和间接用户的需求集,其次通过对直接用户需求集和间接用户需求集的对比分析,提炼出两者间的共同需求,即关键需求,为后续用户需求的分析及识别迭代设计方向做好准备。

2) 求解初始重要度。需求重要度的确定,能帮助设计师明确各个需求需给予的关注程度,为设计资源的合理分配提供一定指导,是设计师进行产品设计研发的重要参考依据。提炼出关键需求后,选取目标产品及 3 款同类型竞争产品作为评价对象,通过七级量表的评分方式制作调查问卷,发放给直接用户进行



图 1 研究框架

Fig.1 Research framework

填写, 获取直接用户对目前养老服务机器人的满意程度, 然后对回收的问卷进行整理, 利用熵权法的求解步骤确定各项关键需求的重要度。

3) 划分关键需求类别。关键需求的类别划分在一定程度上可以反映出各项用户需求的满足与否对产品满意度提升所产生的影响, 能帮助设计师更加高效提升用户对产品的满意度。该阶段根据模糊 kano 模型制作调查问卷, 发放给间接用户填写, 然后对回收的问卷数据进行整合与计算, 得到需求类别属性。

4) 确定最终重要度。从综合视角出发, 以直接用户的需求初始重要度为主要设计依据, 同时考虑到间接用户对各个关键需求的不同关注程度, 引入重要度调整函数, 以充分融合间接用户的意愿, 得到综合考虑直接用户和间接用户需求的最终重要度, 从而为产品迭代设计提供更加全面和准确的参考依据。

5) 明确迭代设计方向。通过融合多主体用户对产品需求的深入分析, 可以发现当前产品在用户需求定位、设计资源分配等方面的不足。文中通过对比调整前后需求重要度的差异, 可有效识别出当前产品未达到用户期望之处, 以明确产品迭代方向, 使后续优化设计更具针对性, 从而最大限度地提升用户满意度。

2 研究过程

2.1 确定用户关键需求

选取某公司一款养老服务机器人为例进行研究, 通过半结构化深度访谈的调研手段获取目标用户对于养老服务机器人的需求。由于该研究的主要目的是基于直接用户和间接用户的视角为出发点, 来把握产品的迭代设计方向。因此在确定访谈目标的过程中,

选取拥有 1 年以上使用经验的用户作为此次访谈对象, 以便全面挖掘用户的需求, 从而最终提炼出关键需求, 提升研究的指导价值。确定好访谈对象后, 首先向访谈者表明此次访谈的目的, 然后根据事先确定好的访谈提纲, 以半结构化访谈的调研手段进行正式访谈, 同时记录整个调研过程中的音频, 以便后期对访谈资料进行整合, 避免遗漏、误记等情况的发生, 提升研究的可靠性与科学性。此次用户访谈共调查了 50 位用户, 包括 25 位直接用户和 25 位间接用户, 其中直接用户男性为 14 名, 女性为 11 名; 年龄在 62~75 岁; 间接用户男性为 10 名, 女性为 15 名, 年龄在 36~45 岁。进一步对访谈资料进行整合与提炼, 最终得到直接用户和间接用户的共同需求, 即关键需求 9 项, 分别为紧急求救、备忘提醒、用药指导、操作简单、远程医生、视频通话、健康检测、语音交互、影音娱乐。

2.2 求解关键需求重要度

提炼出关键需求后, 基于竞争性评估进行关键需求重要度的求解。考虑到老年人作为设计师面对的直接客户, 也是养老服务机器人的直接使用者, 对于产品带给其使用体验最具有发言权。因此通过让老年人对不同企业下同一类型养老服务机器人进行竞争性评估, 评价结果不仅具有一定的合理性和可靠性, 还能让企业了解到自身产品的优势和劣势。对于评价价值中高于竞争对手的设计要素, 企业应当给予保留并重视, 对于评价价值中低于竞争对手的设计要素, 表明自身产品在此方面存在不足, 企业应当给予重点关注, 并作为后期迭代设计的重要参考依据, 进而能有针对性地提升产品竞争力。

熵权法认为, 某项指标所携带的评价信息的离异度越高, 信息熵越大, 其所包含的有效价值就越小, 所反映出的指标权重也就越小^[17], 反之则指标权重越大, 这与上述竞争性评价所蕴含的意义趋于一致, 可见文中运用熵权法求解关键需求重要度有一定的合理性。熵权法求解养老服务机器人的流程大体分为 4 步^[18-19]。

1) 基于评价信息建立判断矩阵。若存在 n 个评价对象和 m 个评价指标, 则可建立判断矩阵 $R=(r_{ij})_{n \times m}$, r_{ij} 表示第 i 个评价对象的第 j 个评价指标算术加权评估值。

2) 将构建的矩阵转化为标准化矩阵 Q , 矩阵 Q 中各元素:

$$q_{ij} = \frac{r_{ij} - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \quad (1)$$

3) 求解信息熵:

$$H_j = -\frac{1}{\ln n} \times \sum_{i=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \quad (i=1, 2 \cdots n, j=1, 2 \cdots m) \quad (2)$$

其中, $0 \leq H_j \leq 1$, H_j 越接近于 1 表示系统指标变

异的程度最小，且如式（3）所示：

$$f_{ij} = \frac{q_{ij}}{\sum_{i=1}^n q_{ij}}, (i=1, 2, \dots, n)$$

(3)

4) 得到熵权，即关键需求的重要度如下：

$$G_j = \frac{1-H_j}{\sum_{j=1}^m (1-H_j)}, (j=1, 2, \dots, m)$$

(4)

以文中提炼的 9 项关键需求为评价指标，对某公司的养老服务机器人和竞争企业的 3 款同类型产品作为评价对象，分别记作 S1、S2、S3、S4，并制作调查问卷，发放给 30 位目标用户，采用非常满意、很满意、满意、一般、不满意、很不满意和非常不满意七级标度对 4 款产品进行评分，分别对应 7、6、5、4、3、2、1 分，然后对回收的问卷进行整理，并根据熵权法求解步骤进行计算，最终求解出的 9 项关键需求初始重要度见表 1。

表 1 关键需求初始重要度

Tab.1 Initial importance of key requirements

关键需求	评价对象机器人				重要度
	S1	S2	S3	S4	
紧急求救	5.2	5.5	5.6	5.6	0.048
备忘提醒	5.7	5.3	4.9	5.0	0.186
用药指导	4.9	4.5	5.2	4.6	0.171
操作简单	5.6	5.2	4.9	5.1	0.126
远程医生	4.8	4.6	5.1	4.4	0.158
视频通话	5.3	5.4	5.2	5.4	0.013
健康检测	4.8	4.9	5.2	5.5	0.152
语音交互	5.2	5.3	4.8	4.9	0.088
影音娱乐	5.6	5.6	5.2	5.3	0.057

2.3 划分关键需求类别

求解完用户需求重要度后，利用模糊 kano 模型对 9 项关键需求进行分类。Kano 模型是由狩野纪昭在 1984 年提出的，Kano 模型将产品或服务质量要素分为魅力需求（A）、期望需求（O）、基本需求（M）、无关需求（I）和逆向需求（R）5 类^[20]，主要是为了表现用户的满意度与产品的质量要素之间的非线性关系^[21]，见图 2。考虑到传统 Kano 模型在进行问卷调查时不能精确反映出用户的实际体验与需求，文中引入模糊数学理论对问卷进行改进，利用模糊区间值 [0,1]代替确定性值 0 和 1^[22]，相应的 Kano 模型需求分类评估表^[23]中 Q 为矛盾需求，见表 2。

模糊 Kano 模型确定养老服务机器人关键需求类别属性基本流程如下^[24-25]。

1) 针对某项养老服务机器人关键需求具备与否，所得到用户满意度意见构建的矩阵，分别为 $X=(0.4, 0.6, 0, 0, 0)$ ， $Y=(0, 0, 0, 0.7, 0.3)$ ，进一步转

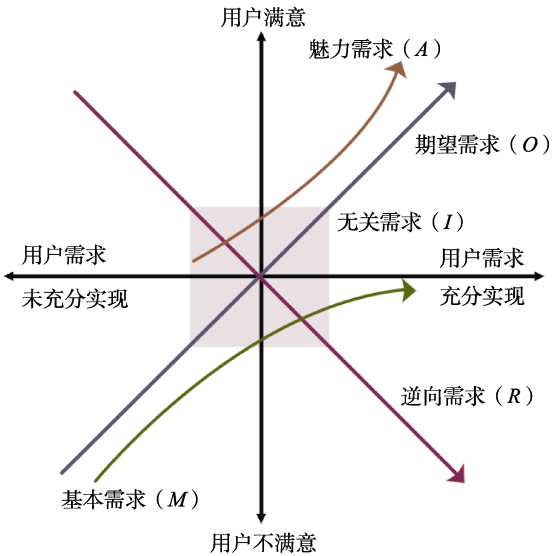


图 2 Kano 模型质量要素

Fig. 2 Kano model quality elements

表 2 Kano 模型需求分类评估表

Tab.2 Kano model requirements classification assessment table

是否具备该需求	具备					
	满意	应当这样	无所谓	还能接受	不满意	
不具备	满意	Q	A	A	A	O
	应当这样	R	I	I	I	M
	无所谓	R	I	I	I	M
	还能接受	R	I	I	I	M
	不满意	R	R	R	R	Q

换为交互矩阵 Z：

$$Z = X^T Y =$$

$$\begin{bmatrix} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.2800 & 0.1200 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.4200 & 0.1800 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 \end{bmatrix} \quad (5)$$

2) 将交互矩阵 Z 与表 2 对照，可得出该项关键需求的隶属度向量 T：

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

(6)

3) 根据隶属度向量 T 所包含的信息，来划分关键需求的类别属性，并引入置信水平 α ， $\alpha=0.4$ ^[26]。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 I 类，即无关需求。

4) 通过上述步骤可计算出每项关键需求所对应类别属性的频数, 频数最高所对应的类别出行为该关键需求的最终属性类别, 若在具体的统计过程中, 出现频数相等, 则按照 $M>O>A>I>R$ 的顺序依次确定^[27]。

依据模糊 Kano 模型问卷的形式, 将 9 项关键需求制作成问卷, 发放给 80 位用户填写, 收回问卷后, 对其进行整理, 根据模糊 Kano 模型的分析步骤确定关键需求类别, 结果见表 3。

表 3 关键需求类别划分结果
Tab.3 Classification results of key demand categories

关键需求	<i>A</i>	<i>O</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	需求类别
紧急求救	8	16	56	0	0	0	<i>M</i>
备忘提醒	11	21	48	0	0	0	<i>M</i>
用药指导	32	22	26	0	0	0	<i>A</i>
操作简单	14	37	29	0	0	0	<i>O</i>
远程医生	13	39	28	0	0	0	<i>A</i>
视频通话	6	18	56	0	0	0	<i>M</i>
健康检测	7	45	28	0	0	0	<i>O</i>
语音交互	8	9	63	0	0	0	<i>M</i>
影音娱乐	43	14	23	0	0	0	<i>A</i>

2.4 调整关键需求重要度

在实际的设计研究过程中, 考虑到不同的需求类别属性对于设计具有一定的参考价值, 因此引入重要度调整函数, 对初始重要度进行调整^[28], 公式如下:

$$G_j^* = G_j \lambda_j / \sum_{j=1}^n G_j \lambda_j \tag{7}$$

式中, G_j^* 为调整之后的最终重要度; G_j 为关键需求的初始重要度; λ_j 为调整系数; λ 值的大小参考以往经验^[28], A 、 O 、 M 、 I 需求类别所对应的 λ 值分别为 2、1、0.5、0。

确定关键需求初始重要度和类别后, 根据式 (7) 得出其最终重要度, 见表 4。

表 4 最终重要度
Tab.4 Final importance of key requirements

关键需求	<i>G</i>	需求类别	λ	<i>G</i> *
紧急求救	0.048	<i>M</i>	0.5	0.020
备忘提醒	0.186	<i>M</i>	0.5	0.076
用药指导	0.171	<i>A</i>	2	0.281
操作简单	0.126	<i>O</i>	1	0.104
远程医生	0.158	<i>A</i>	2	0.259
视频通话	0.013	<i>M</i>	0.5	0.005
健康检测	0.152	<i>O</i>	1	0.124
语音交互	0.088	<i>M</i>	0.5	0.036
影音娱乐	0.057	<i>A</i>	2	0.094

3 研究结果

根据表 4 中得出的关键需求初始和最终重要度结果, 将其展现在如图 3 所示的折线图中。从图中可以看出, 老年人比较关注养老服务机器人的易用性以及其给日常生活带来的便利性, 而子女比较关注养老服务机器人在其父母健康生活方面所发挥的作用。从关键需求重要度调整前后对比折线图中可以看出, 养老服务机器人在紧急呼救、备忘提醒、操作简单和语音交互等方面达到了用户的预期需求, 而在用药指导、远程医生以及影音娱乐这 3 个方面与用户的期望还存在一定的差距。因此, 从多主体用户的综合视角来看, 设计师应着重关注用药指导、远程医生和影音娱乐这 3 个方面的用户需求, 并进行有针对性的迭代设计, 进而更好地满足用户的关键需求, 带给用户良好的使用体验, 同时提升产品市场竞争力。

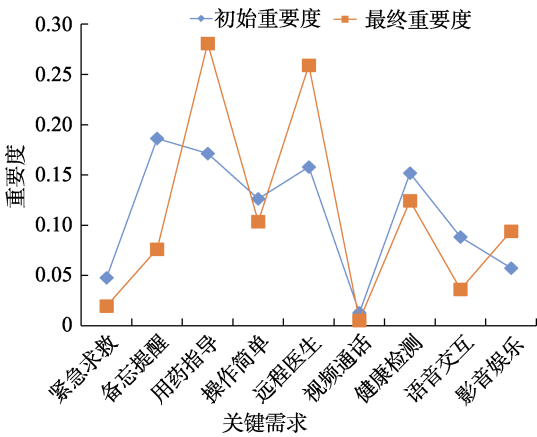


图 3 关键需求重要度调整前后对比折线图
Fig.3 Comparison line chart before and after adjustment of the importance of key requirements

4 结语

用户需求分析是产品设计的源头, 是产品设计规划中重要的参考依据, 对于产品设计成功与否起着至关重要的作用。基于此, 文中从多主体用户的综合视角出发, 集成熵权法、模糊 kano 模型和重要度调整函数等方法, 对养老服务机器人的直接用户和间接用户的共同需求进行分析, 通过对关键需求的对比分析, 发现养老服务机器人的不足之处, 明确其在用药指导、远程医生和影音娱乐等方面存在一定的改进空间, 为设计师进行产品迭代设计指明了方向, 从而提高其迭代设计的效率及针对性。此外, 文中构建的方法也为设计师识别其他相似产品的不足之处提供了一定的参考价值。

参考文献:

[1] 魏强, 吕静. 快速老龄化背景下智慧养老研究[J]. 河

- 北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 46(1): 99-107.
- WEI Qiang, LYU Jing. Research on Smart Pension under the Background of Rapid Aging[J]. Journal of Hebei University (Philosophy and Social Science), 2021, 46(1): 99-107.
- [2] 张思锋, 张泽漓. 中国养老服务机器人的市场需求与产业发展[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2017, 37(5): 49-58.
- ZHANG Si-feng, ZHANG Ze-hao. Market Demand, Industrial Base and Development of Aged Service Robot[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences), 2017, 37(5): 49-58.
- [3] 张婷婷, 陈静. 我国老人护理服务机器人的应用探析[J]. 管理观察, 2014(10): 138-140.
- ZHANG Ting-ting, CHEN Jing. Analysis on the Application of Elderly Care Service Robot in China[J]. Management Observer, 2014(10): 138-140.
- [4] 邓志东, 程振波. 我国助老助残机器人产业与技术发展现状调研[J]. 机器人技术与应用, 2009(2): 20-24.
- DENG Zhi-dong, CHENG Zhen-bo. Investigation on the Development Status of Robot Industry and Technology for the Elderly and the Disabled in China[J]. Robot Technique and Application, 2009(2): 20-24.
- [5] SALICHS M A, CASTRO-GONZÁLEZ Á, SALICHS E, et al. Mini: A New Social Robot for the Elderly[J]. International Journal of Social Robotics, 2020, 12(6): 1231-1249.
- [6] MANNION A, SUMMERVILLE S, BARRETT E, et al. Introducing the Social Robot MARIO to People Living with Dementia in Long Term Residential Care: Reflections[J]. International Journal of Social Robotics, 2020, 12(2): 535-547.
- [7] SGOGLIO A A, REILLY E D, GORMAN J A, et al. Use of Social Robots in Mental Health and Well-being Research: Systematic Review[J]. Journal of Medical Internet Research, 2019, 21(7): e13322.
- [8] HUNG L, LIU C, WOLDUM E, et al. The Benefits of and Barriers to Using a Social Robot PARO in Care Settings: A Scoping Review[J]. BMC Geriatrics, 2019, 19(1): 232.
- [9] KÖRTNER T. Ethical Challenges in the Use of Social Service Robots for Elderly People[J]. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 2016, 49(4): 303-307.
- [10] GRAAF M, ALLOUCH S B, KLAMER T. Sharing a Life with Harvey: Exploring the Acceptance of and Relationship-Building with a Social Robot[J]. Computers in Human Behavior, 2015, 43: 1-14.
- [11] 王秋惠, 张一凡, 刘力蒙. 老龄服务机器人人机界面设计研究进展[J]. 机械设计, 2018, 35(9): 105-113.
- WANG Qiu-hui, ZHANG Yi-fan, LIU Li-meng. Advance in Human-Robot Interface Design of Service Robot for the Elderly[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(9): 105-113.
- [12] 毕翼飞, 王年文, 朱亦吴. 基于感性工学的老年陪护机器人造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 160-165.
- BI Yi-fei, WANG Nian-wen, ZHU Yi-wu. Form Design of Accompany Robot for the Elderly Based on Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 160-165.
- [13] MOLLARET C, MEKONNEN A A, LERASLE F, et al. A Multi-Modal Perception Based Assistive Robotic System for the Elderly[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2016, 149: 78-97.
- [14] SHERIDAN T B. Human-Robot Interaction: Status and Challenges[J]. Human Factors, 2016, 58(4): 525-532.
- [15] WANG Ning, BROZ F, DI NUOVO A, et al. A User-Centric Design of Service Robots Speech Interface for the Elderly[M]. Cham: Springer International Publishing, 2016: 275-283.
- [16] 李雪瑞, 侯幸刚, 杨梅, 等. 基于多层次灰色综合评价法的工业设计方案优选决策模型及其应用[J]. 图学学报, 2021, 42(4): 670-679.
- LI Xue-rui, HOU Xing-gang, YANG Mei, et al. The Optimal Decision-Making Model of Industrial Design Scheme Based on Multi-Level Grey Comprehensive Evaluation Method and Its Application[J]. Journal of Graphics, 2021, 42(4): 670-679.
- [17] 马成庆, 高长水, 刘壮, 等. 汽车内饰装配线小时产出及设备使用率优化研究[J]. 现代制造工程, 2020(3): 21-25.
- MA Cheng-qing, GAO Chang-shui, LIU Zhuang, et al. Optimization Research of the Vehicle Interior Trim Assembly Line[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2020(3): 21-25.
- [18] 张敏, 余信, 王琪琰, 等. 基于熵权法和灰色关联分析的藤茶理化品质评价与分级应用[J]. 食品与机械, 2021, 37(1): 186-192.
- ZHANG Min, YU Ji, WANG Qi-yan, et al. Evaluation and Classification for Physicochemical Quality of Vine Tea on Entropy Method and Grey Relation Analysis[J]. Food & Machinery, 2021, 37(1): 186-192.
- [19] ATLASON R S, STEFANSSON A S, WIETZ M, et al. A Rapid Kano-Based Approach to Identify Optimal User Segments[J]. Research in Engineering Design, 2018, 29(3): 459-467.
- [20] KANO N, SERAKU N, TAKAHASHI F, et al. Attractive quality and must-be quality[J]. Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984, 14(2): 147-156.
- [21] 孟庆良, 何林. 基于模糊 KANO 模型的质量属性分类方法及其应用[J]. 工业工程, 2013, 16(3): 121-125.
- MENG Qing-liang, HE Lin. Fuzzy-KANO-Based Classification Method and Its Application to Quality Attributes[J]. Industrial Engineering Journal, 2013, 16(3): 121-125.
- [22] MATZLER K, HINTERHUBER H H. How to Make Product Development Projects more Successful by Integrating Kano's Model of Customer Satisfaction into Quality Function Deployment[J]. Technovation, 1998, 18(1): 25-38.
- [23] 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]. Journal of Machine Design, 2017, 34(7): 110-113.
- [24] 余森林, 陈茜月. 基于模糊 Kano 模型的户外音箱创新设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 202-208.
- YU Sen-lin, CHEN Xi-yue. Innovative Design of Outdoor Speaker Based on Fuzzy-Kano Model[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 202-208.
- [25] KANO N, SERAKU N, TAKAHASHI F, et al. Attractive Quality and MustBe Quality[J]. Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984, 14(2): 39-48.
- [26] BERGER C, BLAUTH R, BOGER D. Kano's Methods for Understanding Customer-Defined Quality[J]. Center for Quality Management Journal, 1993, 2(4): 3-36.
- [27] 唐中君, 龙玉玲. 基于 Kano 模型的个性化需求获取方法研究[J]. 软科学, 2012, 26(2): 127-131.
- TANG Zhong-jun, LONG Yu-ling. Research on Method of Acquiring Individual Demand Based on Kano Model[J]. Soft Science, 2012, 26(2): 127-131.
- 责任编辑: 陈作
-
- (上接第 58 页)
- [8] TSENG M M, RADKE A M. Production Planning and Control for Mass Customization - a Review of Enabling Technologies[M]. London: Springer London, 2011: 195-218.
- [9] SIRELI Y, KAUFFMANN P, OZAN E. Integration of Kano's Model into QFD for Multiple Product Design[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2007, 54(2): 380-390.
- [10] WANG C H. Incorporating Customer Satisfaction into the Decision-Making Process of Product Configuration: A Fuzzy Kano Perspective[J]. International Journal of Production Research, 2013, 51(22): 6651-6662.
- [11] 王贤, 胡伟峰. 基于 Kano 模型的户外净水器改进设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 239-243.
- WANG Xian, HU Wei-feng. Improved Design of Outdoor Water Filter Based on Kano Model[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 239-243.
- [12] 田正清, 车建明, 李巨韬, 等. 基于感性工学与 Kano 模型的自行车造型需求研究[J]. 机械设计, 2017, 34(5): 113-118.
- TIAN Zheng-qing, CHE Jian-ming, LI Ju-tao, et al. Study of Bicycle Modeling Requirement Based on Kansei Engineering and Kano Model[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(5): 113-118.
- [13] 白涛, 李中凯. 基于模糊 Kano 模型的顾客需求重要度计算方法[J]. 中国机械工程, 2012, 23(8): 975-980.
- BAI Tao, LI Zhong-kai. A Customer Needs Importance Rating Method Based on Fuzzy Kano Model[J]. China Mechanical Engineering, 2012, 23(8): 975-980.
- [14] 余森林, 陈茜月. 基于模糊 Kano 模型的户外音箱创新设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 202-208.
- YU Sen-lin, CHEN Xi-yue. Innovative Design of Outdoor Speaker Based on Fuzzy-Kano Model[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 202-208.
- [15] 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 of Product Design Based on Fuzzy-Kano Model and TOPSIS[J]. Journal of Graphics, 2019, 40(2): 315-320.
- [16] 聂宏展, 聂耸, 乔怡, 等. 基于主成分分析法的输电网规划方案综合决策[J]. 电网技术, 2010, 34(6): 134-138.
- NIE Hong-zhan, NIE Song, QIAO Yi, et al. Comprehensive Decision-Making of Alternative Transmission Network Planning Based on Principal Component Analysis[J]. Power System Technology, 2010, 34(6): 134-138.
- [17] KUMAR D D, RAO P. Analysis and Design of Principal Component Analysis and Hidden Markov Model for Face Recognition[J]. Procedia Materials Science, 2015, 10: 616-625.
- [18] 林小芳, 王海船, 程林. 基于模糊 Kano 模型的连锁配送服务质量需求属性判定及重要度调整[J]. 物流科技, 2016, 39(10): 1-6.
- LIN Xiao-fang, WANG Hai-chuan, CHENG Lin. Property Determination and Importance Adjustment for Quality Requirements of Chain Distribution Service Based on Fuzzy Kano Model[J]. Logistics Sci-Tech, 2016, 39(10): 1-6.
- 责任编辑: 陈作