

基于Kano-QFD混合模型的老年陪伴机器人设计研究

潘雪勇, 任新宇

南京林业大学家居与工业设计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年3月1日; 录用日期: 2024年3月20日; 发布日期: 2024年4月25日

摘要

目的: 为了提升老年陪伴机器人的用户满意度, 研究着重于获取老年用户对陪伴机器人的实际需求及其相对权重。通过深入分析, 确定老年陪伴机器人的设计要求。方法: 通过实地考察与情境访谈法获取用户的原始需求。根据KANO模型对用户需求进行层次划分并按照其重要度进行排序; 通过构建QFD模型, 将用户的需求转化为具体的设计要求, 随后对用户需求的重要性进行评估和排序。依据其各自的权重, 将设计要求细分为一级、二级和三级设计要求。结果: 通过强化一、二级设计要求, 弱化三级要求对老年陪伴机器人进行设计输出。结论: 通过Kano模型与QFD模型的结合, 以老年陪伴机器人为具体案例进行设计研究, 证实了上述方法的可行性。研究从用户需求的视角出发, 为老年陪伴机器人的设计与优化提供了有力的依据和参考。

关键词

Kano模型, QFD, 老年陪伴机器人, 用户需求, 设计要求

Research on the Design of Elderly Companion Robot Based on Kano-QFD Hybrid Model

Xueyong Pan, Xinyu Ren

College of Furnishings and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: Mar. 1st, 2024; accepted: Mar. 20th, 2024; published: Apr. 25th, 2024

Abstract

Purpose: In order to improve the user satisfaction of elderly companion robots, the research fo-

cuses on obtaining the actual needs and relative weights of elderly users for companion robots. Through in-depth analysis, the design requirements for elderly companion robots are determined. Method: Obtain the original needs of users through on-site visits and situational interviews. According to the KANO model, user needs are hierarchically divided and sorted according to their importance; by constructing the QFD model, the user needs are transformed into specific design requirements, and then the importance of the user needs is evaluated and sorted. Design requirements are subdivided into primary, secondary and tertiary design requirements based on their respective weights. Results: The design output of the elderly companion robot was carried out by strengthening the first and second level design requirements and weakening the third level requirements. Conclusion: Through the combination of Kano model and QFD model, the design research was carried out using the elderly companion robot as a specific case, which confirmed the feasibility of the above method. From the perspective of user needs, the research provides a strong basis and reference for the design and optimization of elderly companion robots.

Keywords

Kano Model, QFD Model, Elderly Companion Robot, User Needs, Design Requirements

Copyright © 2024 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

随着人口老龄化的步伐不断加快,尤其是面对日益增多的空巢老人,如何有效提升他们的健康状况和生活质量,已成为全社会亟待解决的重大挑战[1]。与此同时,科技的迅猛发展正推动老年关怀产品从传统模式向智能化转型[2]。在这一趋势中,专为老年人群设计的家用老年陪伴机器人,凭借其创新性,已在消费市场中获得了广泛的关注和青睐。在这样的大背景下,深入挖掘老年人的核心需求,不仅是吸引消费者关注和购买的关键,更是推动家用老年陪伴机器人创新研发的重要方向。

2. 研究模型

2.1. Kano/QFD 理论概述

Kano 模型,由日本著名质量管理专家 Noriaki Kano 及其同事 Fumio Takahashi 所提出,是一种创新的分析工具,用于揭示产品性能与用户满意度之间的非线性关系。该模型的核心优势在于其能够深入挖掘并准确识别用户的潜在需求,同时对这些需求进行有效分类和排序[3]。

质量功能展开法(QFD)于 20 世纪 60 年代末起源于日本三菱重工,是日本质量专家水野滋(Shigeru Mizuno)和赤尾洋二(Yoji Akao)提出的以顾客需求驱动的产品设计方法,该方法主要是通过构建质量屋来将用户的需求、偏好和期望带入到产品设计过程中,从而明确用户需求与设计要求之间的关系[4]。

2.2. Kano/QFD 方法解决的问题及思路

在产品设计领域,Kano 模型和 QFD 是两种广泛使用的工具。Kano 模型主要通过问卷等手段深入挖掘用户需求,但在与设计实践的直接结合方面存在局限。相较之下,QFD 则专注于将用户需求精确转化为具体的设计要求,但在提供创新性解决方案方面有所不足[5]。将这两种方法结合应用可以有效地弥补各自的缺陷。这种结合的操作逻辑可以简要概括如下:首先,利用 Kano 模型对用户需求进行深入分析并

计算其权重, 为设计分析提供定量依据。然后, 通过 QFD 方法将这些需求转化为明确的设计要求。在此过程中, Kano 模型为 QFD 提供了更精确的用户需求权重, 而 QFD 则使 Kano 模型的结果与设计实践更紧密地结合。这种互补的应用策略, 不仅提高了用户需求的准确捕捉, 也增强了产品设计的创新性和实用性。

近年来, 大量学者已经在 Kano-QFD 混合模型的基础上对产品创新进行了深入研究。例如, 孙园园等[6]在分析 Kano 模型和 QFD 模型的基础上, 提出了一种集成 Kano 和 QFD 的方法, 用于更准确地确定用户需求和产品特征属性的重要度; 石元伍等[7]以医疗服务机器人造型为案例, 综合运用 QFD 和 Kano 模型, 对产品创新过程进行了科学优化; 韦艳丽等[8]则通过构建 Kano 模型与 QFD 模型的结合, 专注于云养宠 APP 交互界面的可用性设计, 将用户需求和功能要求有效转化为 APP 的可用性, 从而提升了产品的实用性, 等等。

2.3. Kano-QFD 混合模型的老年陪伴机器人设计研究框架构建

本研究采用 Kano-QFD 混合模型对老年陪伴机器人进行系统性创新设计。研究首先通过实地考察及情境访谈法收集初步用户需求数据; 继而, 利用 Kano 模型对相关数据进行分类及权重分析, 分类用户需求; 随后, 利用 QFD 理论将这些需求转化为具体的产品设计要求, 并构建产品质量屋, 以分析用户需求与设计要求间的相互关系, 并根据结果对设计要求进行分类排序。最终, 基于设计要求的权重, 形成老年陪伴机器人的设计方案。具体流程如图 1 所示。

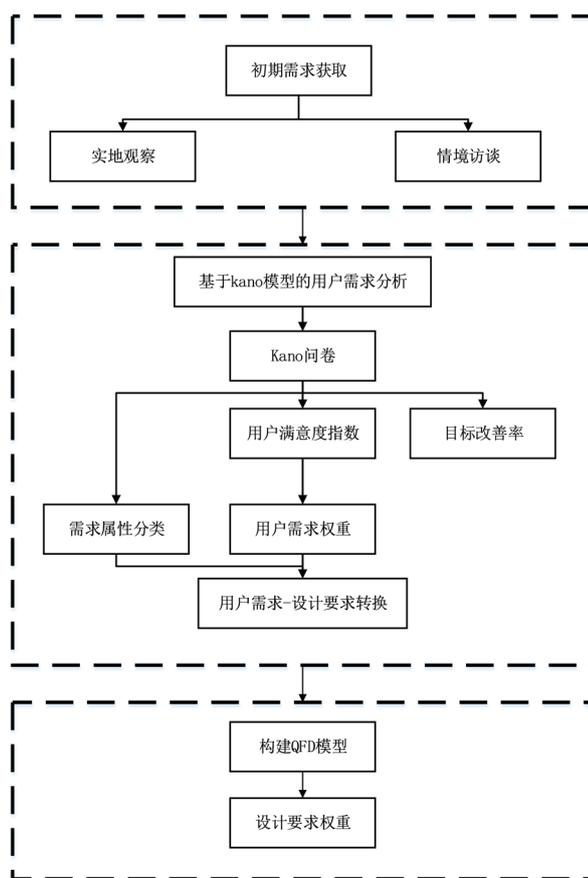


Figure 1. Research process of elderly companion robot based on Kano-QFD
图 1. 基于 Kano-QFD 老年陪伴机器人研究流程

2.4. 基于 Kano-QFD 混合模型的老年陪伴机器人设计研究流程

基于上述研究框架, 可将研究流程分为以下四步。

2.4.1. 获取用户原始需求要素

基于老年人用户的复杂特征, 以及相关产品的购买者不一定为产品的直接使用者等因素, 为了保证调研的有效性, 本研究将调研对象确定为 65~80 岁在有独居需求的老人及其子女, 以及社区居家养老服务人员选取 10 位有过老年陪伴机器人购买经历或有购买意愿的老人及其子女、5 位社区居家养老服务人员进行实地观察及情景访谈[9]。之后, 综合整理观察结果和访谈意见, 并对用户需求和痛点进行梳理归纳, 得到用户的原始需求。

2.4.2. 基于 Kano 模型设计用户需求问卷

基于 Kano 问卷设计原则获得的老年陪伴机器人用户需求要素进行问卷设计, 并邀请相关目标用户填写问卷, 从而确定老年陪伴机器人各项用户需求的属性。Kano 模型将用户需求属性分为五类, 分别为必备型需求(M)、期望型需求(O)、魅力型需求(A)、无差异型需求(I)以及反向需求(Q)问卷中共有正反向两种问题, 正向问题要求被调查者基于“需求实现时”的状况做出对应判断, 反向问题要求被调查者基于“需求没有实现时”的状况做出对应判断, 每个问题设置有五个答案选项, 分别为“我很喜欢”、“它理应如此”、“无所谓”、“勉强接受”、“我不喜欢”。根据回答结果依据 Kano 模型需求判断矩阵(见表 1)明确需求属性[10]。

Table 1. Kano model judgment matrix

表 1. Kano 模型判断矩阵

		如果不具备该功能				
		我很喜欢	它理应如此	无所谓	勉强接受	我不喜欢
如果具备该功能	我很喜欢	Q	A	A	A	O
	它理应如此	R	I	I	I	M
	无所谓	R	I	I	I	M
	勉强接受	R	I	I	I	M
	我不喜欢	R	R	R	R	Q

2.4.3. 用户需求综合权重计算

用户需求综合权重作为一项综合性评价指标, 其计算包括用户需求权重自评分(H_i)、用户满意度指数(T_i)、用户满意度的目标改善率(V_i), 用户需求综合权重的值可以更为真实全面地反映出各项用户需求的重要度。

邀请产品目标用户及其他相关人员对各个用户需求的重要度进行评分, 用户根据各项用户需求的重要度, 给出用户需求重要度自评分, 打分范围为 1~5, 1 代表最不重要, 5 代表最重要, 最终用户需求重要度自评分(H_i)取分均值。

根据每个用户需求对应的出现频次数, 计算出 Better-Worse 系数, 计算方法见公式(1)、(2) [11], Better 值介于(0, 1), 值越大说明该需求对用户满意度影响越大, 用 SII 表示; Worse 值介于(0, -1), 值越小说明该需求对用户满意度的影响越大, 反之则影响越小, 用 DDI 表示。根据 Better-Worse 系数可以帮助判断用户需求对用户满意度的影响程度。设用户满意度指数为 T_i , 用户需求的 T_i 值计算方法见公式(3)。

$$DDI = \frac{(A+O)}{(A+O+M+I)} \quad (1)$$

$$SII = \frac{-1 \cdot (O+M)}{(A+O+M+I)} \quad (2)$$

$$T_i = \max(|DDI|, |SII|) \quad (3)$$

在上述公式中, T_i 是取 SII 或 DDI 绝对值的最大值, 为了避免不同属性的用户需求可能会得出相同的用户满意度指数, 需要根据不同属性的用户需求引入不同的系数 K 进行需求综合权重计算。由于无差异型需求和反向型需求不能提升用户满意度甚至会产生负面影响, 故不作考虑。通过结合 Chaudha A 等[12]的研究成果, 将必备型需求(M)、期望型需求(O)和魅力型需求(A)的 K 值分别设定为 0.5、1、1.5。

邀请用户对各项用户需求进行满意度评价, 得到当前满意度值 S_0 以及目标满意度值 S_1 。当前满意度值代表用户对当前用户需求的满意程度; 目标满意度值代表用户预估当需求被实现时用户的满意程度, 取值范围为 1 至 5, 1 表示最不满意, 5 表示最满意。最终的当前满意度值和目标满意度值, 分别取对应统计的得分均值。根据用户的当前满意度值和目标满意度值计算用户满意度的目标改善率 V_i [13], 公式为:

$$V_i = \frac{S_1}{S_0} \quad (4)$$

根据用户需求权重自评分(H_i)、用户满意度指数(T_i)、用户满意度的目标改善率(V_i)可以计算出用户需求综合权重评分 Z_i , 公式为[14]:

$$Z_i = H_i \cdot (1+T_i)^k \cdot V_i \quad (5)$$

2.4.4. 基于 QFD 质量屋分析设计要求权重

根据 Kano 模型提供的用户需求属性和权重, 进一步采用 QFD 质量屋工具来桥接用户需求与产品的具体设计要求。首先, 将 Kano 模型分析得到的用户需求整理并列出来, 这些需求被放置在 QFD 质量屋的左侧部分。接着, 将这些用户需求转化为产品的具体设计要求, 并将这些要求列在 QFD 质量屋的上方部分。为了确保设计要求真实反映用户需求, 邀请目标用户以及与产品相关的其他用户进行打分。打分采用 9、5、1 的打分制度, 9 代表高度相关, 5 代表中等相关, 而 1 代表低度相关。之后, 基于上述打分, 进一步计算各个设计要求的权重, 进而确定设计过程中应该优先考虑的要素。公式为:

$$W_j = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot R_{ij} \quad (6)$$

式中, W_j 为第 j 个设计要求的权重; Z_i 为第 i 个用户需求的综合权重; R_{ij} 为第 i 个用户需求与第 j 个设计要求之间的关联度系数[15]。

通过 Kano 模型对用户需求的分析以及 QFD 模型对设计要求的展开, 将用户需求与设计要求的相关数据输入质量屋, 加深对设计要求的理解, 按照设计要求权重排序以及 Kano 用户需求分析对老年陪伴机器人开展设计规划。

3. 基于 Kano-QFD-混合模型的老年陪伴机器人设计

3.1. 基于 Kano 模型的用户需求分析

3.1.1. 用户分析

基于之前实地观察和用户访谈得到的原始数据, 综合观察结果与访谈反馈意见对用户需求进行整理, 见表 2。

Table 2. Classification and organization of user needs
表 2. 用户需求分类整理

需求范围	需求	序号
功能需求 A	语音陪伴	A1
	可移动	A2
	娱乐功能	A3
	安全监测	A4
	自动充电	A5
	健康习惯提醒	A6
人机界面 B	可触控界面	B1
	亲切感	B2
	操作便捷	B3
	交互适老化	B4
造型结构 C	科技前卫	C1
	色彩柔和	C2
	造型稳重	C3
	尺寸合理	C4
	造型质感	C5
	材料环保	C6

3.1.2. 基于 Kano 模型的用户需求分析

针对老年陪伴机器人的用户需求, 基于 Kano 问卷调查法, 为每项需求设计了正反两种提问形式, 以全面评估用户的反应和偏好。具体而言, 每个问题提供五个答案选项: 非常喜欢、理应如此、无所谓、勉强可以接受、不喜欢。这种设计旨在细致捕捉用户对老年陪伴机器人各项功能和特性的态度和期望, 表 3 展示了部分问卷内容。

Table 3. Partial elderly companion robot Kano questionnaire
表 3. 部分老年陪伴机器人 Kano 问卷

关于老年陪伴机器人安全监测功能这一点, 您的看法是					
如果老年陪伴机器人有安全监测功能您会感觉到?	A.我很喜欢	B.它理应如此	C.无所谓	D.勉强接受	E.我不喜欢
如果老年陪伴机器人没有安全监测功能您会感觉到?	A.我很喜欢	B.它理应如此	C.无所谓	D.勉强接受	E.我不喜欢
关于老年陪伴机器人娱乐功能这一点, 您的看法是					
如果老年陪伴机器人有娱乐功能您会感觉到?	A.我很喜欢	B.它理应如此	C.无所谓	D.勉强接受	E.我不喜欢
如果老年陪伴机器人没有娱乐功能您会感觉到?	A.我很喜欢	B.它理应如此	C.无所谓	D.勉强接受	E.我不喜欢

研究过程共发放问卷 92 份, 经过回收剔除, 最终得到有效问卷 86 份。依据问卷结果对用户需求进行分类以及权重排序。将问卷结果代入到 Kano 模型中 Better-Worse 系数算法中进行计算(见公式(1)、(2))。

用户需求分类结果见表 4。通过计算 Better-Worse 系数值、用户满意度指数、用户需求重要度等数值, 可以计算出用户需求的综合权重, 见公式(2)~(6), 见表 5。

根据表 4 的分析结果, A1 (语音陪伴)、A6 (可移动)、B1 (可触控界面)和 C4 (尺寸合理)被归类为必备型需求。在 Kano 模型中, 必备型需求指的是用户对产品的基本期望, 这些需求被视为产品的基础功能。若缺失这些功能, 用户的满意度可能会显著降低。尽管这些必备型需求对提升用户满意度的直接贡献可能不高, 但它们是确保产品基本可用性和用户接受度的关键因素, 因此在产品设计中必须予以充分实现。这一发现提示我们, 在设计老年陪伴机器人时, 应优先考虑并满足这些基本功能需求。

B4 (交互适老化)和 C6 (仿生化)被识别为期望型需求。这类需求的特点是, 当它们得到满足时, 用户的满意度会显著提升; 相反, 如果这些需求未被充分实现, 用户满意度则可能受到负面影响。因此, 在设计老年陪伴机器人时, 应特别关注适老化的交互方式和机器人的仿生造型。这意味着设计团队需要深入理解老年用户的操作习惯和审美偏好, 确保产品设计既符合老年用户的实际操作能力, 又能提供亲和力强、易于接受的外观。通过满足这些期望型需求, 可以有效提升老年用户对陪伴机器人的整体满意度和接受度。

A3 (健康管理)、A5 (充电便捷)、A6 (亲切感)、C2 (色彩柔和)和 C3 (造型稳重)被归类为魅力型需求。魅力型需求指的是那些超出用户基本预期的需求。当这些需求得到满足时, 它们能显著提升用户的满意度; 然而, 如果未能实现, 它们并不会对用户满意度造成负面影响。因此, 在设计老年陪伴机器人时, 这些魅力型需求也应被视为重要考量。实现这些需求可以极大地增强产品的吸引力和竞争优势, 尤其是在提供创新功能和增强用户体验方面。例如, 通过集成先进的健康管理功能、确保充电过程的便捷性、设计亲切感强的外观、采用色彩柔和的设计以及稳重的造型, 可以有效提升老年用户对陪伴机器人的整体满意度和好感。

A4 (娱乐功能)、C1 (科技前卫)和 C5 (材料环保)被识别为无差异型需求。这类需求通常被用户视为次要或不那么重要。它们对用户满意度的影响较小, 即使这些需求得到满足, 也不会显著提升用户满意度; 同样, 如果这些需求未被实现, 也不会对用户满意度造成明显的负面影响。因此, 在设计老年陪伴机器人的过程中, 这些无差异型需求可以被视为较低优先级, 或在资源和成本控制的前提下进行考虑。这意味着, 设计团队应更多地聚焦于那些能够显著提升用户满意度的需求, 而对于这些无差异型需求, 可以根据实际情况和项目资源灵活处理。

Table 4. Classification table of elderly companion needs based on Kano model

表 4. 基于 Kano 模型的老年陪伴人需求分类表

序号	需求	A	O	M	I	R	需求类型	BETTER	WORSE	措施
A1	语音陪伴	26	11	36	13	0	M	0.43	-0.55	保留
A2	安全监测	34	17	12	23	0	O	0.59	-0.53	保留
A3	健康管理	34	16	10	26	0	A	0.58	-0.3	保留
A4	娱乐功能	25	18	2	34	7	I	0.54	-0.25	舍弃
A5	充电便捷	30	17	13	26	0	A	0.55	-0.34	保留
A6	可移动	20	17	28	21	3	M	0.43	-0.52	保留
B1	可触控界面	24	12	26	24	0	M	0.41	-0.44	保留
B2	亲切感	28	12	20	26	0	A	0.47	-0.37	保留
B3	操作便捷	13	22	43	8	0	M	0.52	-0.80	保留
B4	交互适老化	14	39	22	11	0	O	0.61	-0.71	保留

续表

C1	科技前卫	13	7	3	57	6	I	0.25	-0.12	舍弃
C2	色彩柔和	27	13	20	26	0	A	0.47	-0.38	保留
C3	造型稳重	39	8	9	28	2	A	0.56	-0.20	保留
C4	尺寸合理	16	18	43	9	0	M	0.39	-0.71	保留
C5	材料环保	17	13	3	53	0	I	0.35	-0.18	舍弃
C6	仿生化	24	31	10	15	6	O	0.69	-0.51	保留

Table 5. User satisfaction index and comprehensive weight of user needs for elderly companion robots
表 5. 老年陪伴机器人用户满意度指数及用户需求综合权重

需求序号	SII	DDI	T_i	K	H_i	S_0	S_1	V_i	Z_i
A1	0.43	-0.55	0.55	0.5	4.53	3.47	4.2	1.21	6.82
A2	0.59	-0.53	0.59	1.5	4.26	2.26	4.47	1.98	13.42
A3	0.58	-0.3	0.58	1.5	3.8	2.46	4.73	1.92	14.53
A5	0.55	-0.34	0.55	1.5	3.13	2.33	4.86	2.08	12.56
A6	0.43	-0.52	0.52	0.5	3.93	3.2	4.13	1.29	6.26
B1	0.41	-0.44	0.44	0.5	4.13	3.13	4.00	1.27	6.34
B2	0.47	-0.37	0.47	1.5	3.4	1.67	3.40	2.03	12.28
B3	0.52	-0.80	0.76	0.5	4	2.67	3.47	1.30	6.89
B4	0.61	-0.71	0.71	1	4.2	2.53	4.73	1.87	13.42
C2	0.47	-0.38	0.47	1.5	3.13	3.53	4.06	1.15	6.38
C3	0.56	-0.20	0.56	1.5	3.86	3.13	3.87	1.23	9.29
C4	0.39	-0.71	0.71	0.5	4.73	3.60	4.47	1.24	7.68
C6	0.69	-0.51	0.69	1	3.53	3.53	4.60	1.30	7.76

3.2. 基于 QFD 模型的用户需求转化

结合 Kano 模型和 QFD 工具的各自属性和要求, 将老年陪伴机器人的用户需求转换为设计需求, 见表 6。之后, 对相关设计要求进行归纳整理, 得到老年陪伴机器人的设计要求, 见表 7。

Table 6. Conversion table from user requirements to design requirements
表 6. 用户需求 - 设计要求转换表

用户需求序号	需求类型	需求	设计要求
A1	M	语音陪伴	智能语音 音响模块
A2	O	安全监测	摄像头感应模块 提醒功能
A3	A	健康管理	终端设备 语音模块
A5	A	充电便捷	自动充电模块 红外导航模块
A6	M	可移动	底部转向轮

续表

B1	M	可触控界面	终端设备 设计拟人化
B2	A	亲和感	语音模块 造型线条柔和
B3	M	操作便捷	人机交互适老化 模块化
B4	O	交互式老化	符合适老化要求
C2	A	色彩柔和	浅色调高明度
C3	A	造型稳重	体积厚重 结构合理
C4	M	尺寸合理	符合人机尺度
C6	O	仿生化	造型拟人化

Table 7. Summary table of design requirements for elderly companion robots

表 7. 老年陪伴机器人设计要求汇总表

序号	设计要求
D1	智能语音
D2	音响模块
D3	摄像头感应模块
D4	显示模块
D5	提醒功能
D6	终端设备
D7	自动导航模块
D8	底部转向轮
D9	交互拟人化
D10	造型线条柔和
D11	人机交互适老化
D12	模块化
D13	浅色调高明度
D14	体积厚重
D15	符合人机尺度

基于用户需求—设计要求转换结果,采用 QFD 理论的研究步骤,通过组织目标用户和产品相关人员对用户需求和老年陪伴机器人设计要求之间的相关程度打分,相关度由强弱按 9, 5, 1 为标准打分,可计算获得设计要求重要度,并将结果导入 QFD 质量屋,见图 2。

从老年陪伴机器人的 QFD 质量屋分析(见图 2)中,我们可以明确设计要求的权重排序。基于这些权重分析结果,在设计老年陪伴机器人时,应特别关注几个关键方面:首先,通过智能语音、人机交互适老化和交互拟人化来满足老年用户的陪伴需求;其次,通过人机交互适老化、自动导航模块和自动充电模块来提高产品的易用性;再次,通过终端设备、模块化设计和提醒功能来增强机器人的功能性;最后,通过体积厚重、线条造型柔和和浅色调高明度的设计来满足老年用户对外观的偏好。

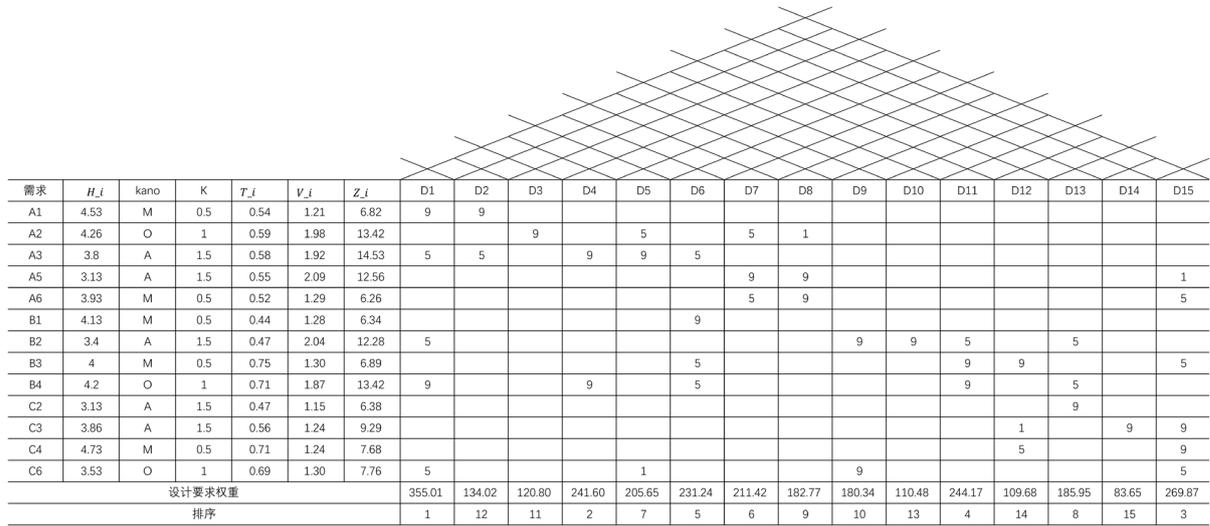


Figure 2. QFD for elderly companion robots
图 2. 老年陪伴机器人设计质量屋

为了有效指导设计过程，将设计要求根据其权重和所属 Kano 属性分类为一级、二级和三级设计要求 (见表 8)。在实际设计实施中，将优先考虑一级和二级设计要求，而对三级设计要求采取相对弱化的策略。这种分层方法有助于确保设计资源和注意力集中于最能影响用户满意度和产品性能的关键因素上。

Table 8. Classification of design requirements
表 8. 设计要求分类

分类	序号	设计要求	Kano 属性
一级设计要求	D1	智能语音	M
	D4	显示模块	A
	D15	符合人机尺度	M
	D11	人机交互适老化	M
	D6	终端设备	A
	D7	自动导航模块	A
二级设计要求	D5	提醒功能	A
	D13	浅色调高明度	A
	D8	底部转向轮	M
	D9	交互拟人化	A
	D3	摄像头感应模块	O
三级设计要求	D2	音响模块	M
	D10	线条造型柔和	A
	D12	交互拟人化	A
	D14	体积厚重	A

4. 老年陪伴机器人设计输出

4.1. 魅力型需求实现

在老年陪伴机器人的设计中，实现魅力型需求对于提升用户满意度和产品吸引力至关重要。以下是

针对关键魅力型需求的实现策略:

(1) 健康管理功能: 集成平板电脑作为机器的内置终端模块, 为老年用户提供全面的健康管理服务。用户可以通过语音指令直接与机器人互动, 而子女和社区养老服务人员则可以通过手机或电脑远程为老人设置健康提醒事项, 如服药、体检和门诊预约等。机器人将以语音形式及时通知老人, 有效防止老人遗忘重要事项。

(2) 充电便捷: 采用自动充电技术, 通过内置的充电传感器实现便捷充电。当机器人电量低或在夜间, 传感器会自动发出信号至控制系统, 指引机器人返回充电桩进行自动充电, 确保机器人始终处于最佳工作状态。

(3) 亲和感: 在机器人的设计上注重人性化元素, 采用仿人化的外观设计、柔和的线条、稳重的造型和温暖的色彩搭配。结合智能语音交互功能, 这些设计元素共同作用, 以增强用户对产品的亲和感, 缩短用户与产品之间的情感距离。

通过上述策略, 不仅能够满足老年用户的实际需求, 还能提升他们对老年陪伴机器人的整体满意度和好感, 从而使产品在市场上更具吸引力和竞争力。

4.2. 必备型需求实现

对于老年陪伴机器人必备型需求来说, 可参考如下实现策略:

(1) 语音陪伴: 机器人设计中应嵌入高级语音模块和智能语音系统。这些系统能够通过智能化交互, 如语音识别和自然语言处理, 来满足老年用户的陪伴和沟通需求。智能语音系统应具备高度的用户友好性和灵活性, 以适应老年用户的特定语音和交流方式。

(2) 可移动性: 机器人的底部设计应包括灵活的转向轮, 以便于在各种环境中轻松移动。此外, 集成的自动导航模块应能使机器人根据用户的位置和需求进行自动跟随, 确保机器人能够在必要时刻陪伴在用户身边。

(3) 操作便捷: 在设计机器人时, 应充分考虑老年人的生理特性, 如手部灵活性和视力限制。机器人的尺寸和结构设计应遵循适老化原则, 确保所有操作界面和功能都易于理解和使用。这包括但不限于大字体显示、简洁直观的界面设计以及易于触达的操作按钮。

通过实现这些必备型需求, 老年陪伴机器人将能够为老年用户提供基本而关键的支持和便利, 从而在满足基本功能的同时, 提升用户的整体满意度。

4.3. 期望型需求实现

在老年陪伴机器人的设计中, 满足期望型需求是提升用户满意度和增强产品吸引力的关键。以下是针对关键期望型需求的实现策略:

(1) 交互适老化: 机器人的终端界面设计应遵循适老化设计标准, 以确保老年用户的易用性和舒适性。这包括选择适合老年人视力的字体大小、使用对老年人视觉友好的颜色搭配以及选择清晰易读的字体类型。此外, 界面布局应简洁直观, 避免复杂的菜单或指令, 确保老年用户能够轻松地与机器人交互。

(2) 安全监测: 在机器人设计中集成高质量摄像头, 以实现家庭内的实时监控功能。这一功能不仅能够让机器人实时关注家中老人的活动和安全状况, 还能在紧急情况下及时通知家人或相关紧急服务, 如跌倒检测和异常行为监测。此外, 确保摄像头的数据处理和存储符合隐私保护标准, 以保障用户的个人信息安全。

通过实现这些期望型需求, 老年陪伴机器人将能够更好地满足老年用户的特定需求, 提升其使用体验和生活质量, 从而在市场上获得更高的用户接受度和满意度。

4.4. 产品输出

基于上述设计分析,对老年陪伴机器人的造型、功能进行创新设计。在语音交互过程中,机器人可以识别当前使用状态,根据不同对话场景显示不同表情,增加交互时的亲和感,同时在外观造型上,采用柔软的线条与仿生的造型,拉近了老人与产品的距离,见图 3。机身底部设置有万向轮与自动导航模块,便于机器人在各种环境中移动,见图 4,在充电方式上采用了固定式充电桩的设计,机器人电量不足会自动返回充电桩充电,见图 5。在交互界面的设计上,以白色和绿色作为主色调,并使用大字体,设计布局简洁明了,交互功能上主要包括了社交、设计、语音、提醒与帮助,功能简单实用,方便老年用户使用,见图 6。最终老年陪伴机器人整体设计效果图,见图 7。

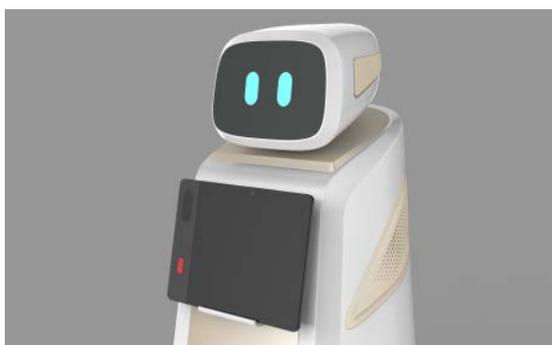


Figure 3. Interactive facial expressions of elderly companion robots
图 3. 老年陪伴机器人交互表情



Figure 4. Universal wheels and navigation module at the bottom of the fuselage
图 4. 机身底部万向轮与导航模块



Figure 5. Fixed charging station
图 5. 固定式充电桩

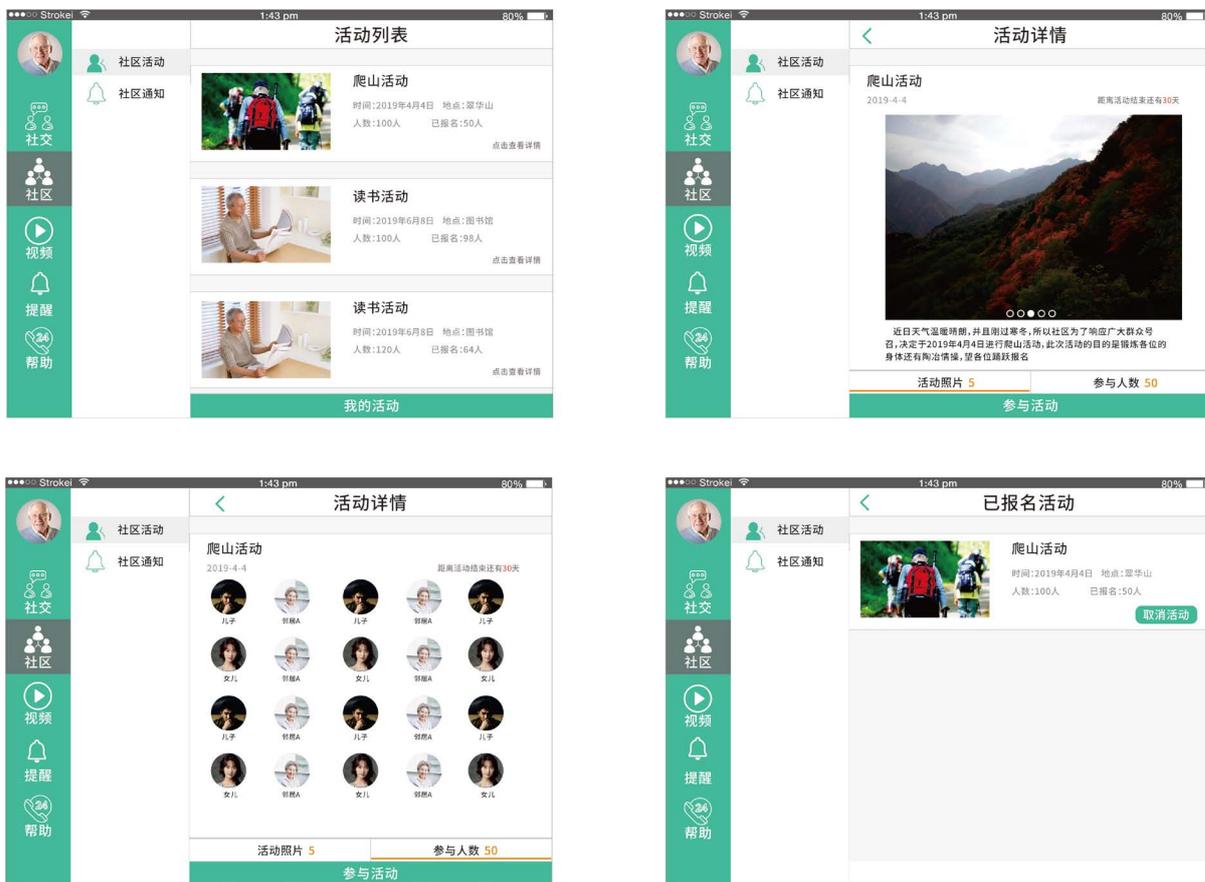


Figure 6. Interactive interface design
图 6. 交互界面设计



Figure 7. Overall rendering of elderly companion robot
图 7. 老年陪伴机器人整体效果图

5. 总结

本研究通过 Kano-QFD 模型的综合运用,既能使用 Kano 模型获得用户需求的定性分析,对用户需求进行排序,也能通过 QFD 模型量化设计要求的权重,有效规避了使用 Kano 模型过程中由于设计人员的主观性导致的用户需求分析偏差。经过定性和定量分析,对老年陪伴机器人的设计要求进行分类排序,并行之有效地指导设计方案的实施。需要注意的是,由于老年群体的生理心理等限制,针对老年用户的

调研工作有较大的难度。本研究所获取的样本数量相对有限,且主要集中在具备较好表达能力的老年人群。为了提升研究的全面性和准确性,后续将致力于扩大样本的收集范围,并探索多元化的调研方法,进而使对老年陪伴机器人设计的研究更为深入和完善。

基金项目

教育部产学研合作协同育人项目(编号:202102015034)。

注 释

文中所有图片均为作者自绘或者自摄

参考文献

- [1] 严妮. 城镇化进程中空巢老人养老模式的选择: 城市社区医养结合[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2015(4): 22-28.
- [2] 张雷, 韩永乐. 当前我国智慧养老的主要模式、存在问题与对策[J]. 社会保障研究, 2017(2): 30-37.
- [3] 王剑峰, 赵少俐, 宋棋超, 等. 基于 KANO-AHP 混合模型在共享模式下的青年公寓空间设计中的研究[J]. 包装工程, 2023, 44(S1): 580-587.
- [4] 檀润华, 王庆禹. 产品设计过程模型、策略与方法综述[J]. 机械设计, 2000(11): 1-4+49.
- [5] 刘乘源. 基于 Kano-QFD 的家庭厨房食品储存柜设计[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2022.
- [6] 孙园园, 刘飞, 李丽. 基于 Kano-QFD 的个性化产品属性指标重要度确定方法[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(11): 2697-2704.
- [7] 石元伍, 韩珊. 基于 QFD 和 Kano 模型的医疗服务机器人造型设计研究[J]. 机械设计, 2017, 34(12): 121-125.
- [8] 韦艳丽, 李安, 徐曦, 等. 基于 Kano-QFD 的云养宠 APP 可用性设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(2): 378-386.
- [9] 许莹. 基于服务设计理念的老年智能产品设计研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安科技大学, 2021.
- [10] 於佳颖, 朱意灏, 吴剑锋. 基于 KANO/QFD/TRIZ 集成理论的单身白领便携式蒸汽挂烫机改良设计[J]. 设计, 2022, 35(2): 126-129.
- [11] Kuo, Y. (2004) Integrating Kano's Model into Web-Community Service Quality. *Total Quality Management & Business Excellence*, **15**, 925-939. <https://doi.org/10.1080/14783360410001681854>
- [12] Chaudha, A., Jain, R., Singh, A.R., et al. (2011) Integration of Kano's Model into Quality Function Deployment (QFD). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **53**, 689-698. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2867-0>
- [13] 徐育文. 基于 KANO-QFD 的老年人智能手机 APP 用户界面设计研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 江苏师范大学, 2017.
- [14] 代宇婷, 韩少华. 基于 KANO-QFD 模型的医用防护服及其处理仓设计[J]. 设计, 2022, 35(5): 66-69.
- [15] 邓杏仪, 刘林, 张瑞秋. 基于 Kano-QFD 的健身游戏系统优化设计[J]. 包装工程, 2021, 42(14): 148-154.