

基于 QFD 的老年人车载信息系统用户体验优化设计

何若乔, 李永锋, 朱丽萍
(江苏师范大学, 江苏 徐州 221116)

摘要: **目的** 优化老年驾驶人在使用车载信息系统时的用户体验。**方法** 提出基于 QFD 的老年人车载信息系统用户体验优化设计研究的方法。首先, 根据市场调研和用户访谈结果对老年驾驶人需求进行筛选、整合, 利用 Kano 模型进行需求划分, 得到老年驾驶人需求重要度。其次, 基于 QFD 将用户需求转化为设计要求, 以建立质量屋模型, 通过用户评分得到设计要求重要度, 从而获得关键设计要求, 并以此作为方案设计的理论依据。最后, 依据 PUGH 概念对可选方案进行概念评估, 比较方案的优劣性并重新组合进行评估, 以确定最佳方案。**结论** 设计方案的评估结果表明, 通过在 QFD 中引入 Kano 模型和 PUGH 概念, 选择有效的老年人车载信息系统用户体验优化的研究方法, 可以使得到的结果更具客观性和实用性。

关键词: QFD; 车载信息系统; 老年人; 用户体验; Kano; PUGH 概念选择

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)08-0164-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.08.021

User Experience Optimization Design of Elderly Vehicle Information System Based on QFD

HE Ruo-qiao, LI Yong-feng, ZHU Li-ping
(Jiangsu Normal University, Jiangsu Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: This paper aims to optimize the user experience of elderly drivers when using on-board information system. This paper puts forward the research method of user experience optimization design of elderly vehicle information system based on QFD. Firstly, according to the results of market research and user interviews, the needs of elderly drivers are screened and integrated, and Kano model is used to divide the needs, and the importance of elderly drivers' needs is obtained. Secondly, based on QFD, the user requirements are transformed into design requirements, and the house of quality model is established. The importance of design requirements is obtained through user rating, so as to obtain the key design requirements, which is the theoretical basis for scheme design. Finally, according to the concept of Pugh, the alternatives are selected and evaluated, and the advantages and disadvantages of the schemes are compared and combined to determine the best scheme. The evaluation results of the design scheme show that Kano model and Pugh concept selection in QFD can be used as an effective research method for the user experience optimization of the elderly vehicle information system, and the results obtained by this method are objective and practical.

KEY WORDS: QFD; vehicle information system; elderly; user experience; Kano; PUGH concept selection

公安部交通管理局 2019 年公布的数据显示, 中国机动车驾驶人总量达 4.35 亿, 60 岁以上的驾驶人约 1 400 万, 占驾驶人总数的 3.05%^[1]。数年后, 老

年人自动驾驶出行的需求会越来越高^[2]。未来老年驾驶人将在机动车驾驶人中占很大比重, 老年驾驶人事故率较一般驾驶人有较大增长^[3], 随着年龄的增加,

收稿日期: 2021-11-12

基金项目: 江苏师范大学研究生科研与创新计划 (2020XKT199); 江苏省高校哲学社会科学研究项目 (2019SJA0930); 江苏师范大学研究生质量工程项目 (Y2018YXK0305)

作者简介: 何若乔 (1996—), 女, 硕士生, 主攻艺术设计。

通信作者: 李永锋 (1979—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为产品设计、人机交互、感性工学。

老年驾驶人的视觉、感知、反应能力等诸多心理、生理问题都会直接影响驾驶的安全性^[4], 因此, 关于老年人车载信息系统用户体验的研究越发重要。

车载信息系统的研究主要集中在技术研究和功能叠加上^[5], 但操作系统的复杂性导致驾驶人停留在车载信息系统上的时间随之增加, 研究表明在行车过程中视线离开触摸屏的时间更短、安全性更高^[6]。ARVIN 等^[7]对汽车事故的研究也发现, 如果驾驶者的视线离开路面 2 s, 事故发生率会提高 2 倍^[8], 尤其是老年驾驶人在适应新技术带来的智能化、高效率的同时, 应更加关注安全性本身^[9]。然而, 现阶段很少有针对老年驾驶人的车载信息系统用户体验优化研究。

质量功能展开 (Quality Function Deployment, QFD) 是将顾客要求转化为保证生产阶段质量所需的设计目标和关键点的一种方法^[10]。Kano 模型可以捕获产品性能与客户满意度之间的非线性关系^[11], 抓住主要需求, 提高用户满意度。PUGH 概念选择是通过概念甄别和概念打分对设计方案进行优化的一种方法, 其可以提升用户体验的满意度^[12], 然而在目前的研究中, 很少有在 QFD 中结合 Kano 模型和 PUGH 概念选择作为优化老年人车载信息系统用户体验的设计方法。

综上, 将 Kano 模型和 PUGH 概念选择引入 QFD 中, 提出基于 QFD 的老年人车载信息系统用户体验优化的方法, 为设计师提供客观、有效的设计方案, 优化用户体验, 以解决老年人在行车过程中的车载信息系统用户体验满意度问题。

1 理论背景

QFD 是一种规划工具, 最早于 1966 年由 Akao 提出, 它是一种获取和改进顾客需求, 并将需求转化为设计要求, 以指导设计和生产的定量分析方法^[10]。QFD 的基本原理是运用质量屋矩阵, 通过数据分析处理, 找出满足客户需求贡献最大的设计要求, 从而优化用户体验、提高用户满意度, 见图 1。很多专家已将 QFD 运用到研究中, 例如, Miller 等^[13]通过质量功能来进行车门设计, 以优化客户在开门和关门时的舒适度; 熊伟^[14]也比较全面地介绍了质量创新的理论体系和方法, 并通过在十几个行业领域中的应用, 形成了质量创新理论体系。

目前, 已经有学者采用将 QFD 与其他研究方案相结合的方式优化设计方案。在 Amol 等^[15]对手推车的研究中, 将 PUGH 概念选择应用到 QFD 中, 以选择合适的手推车设计方案。在 Yadav 等^[16]的文献中, 将 Kano 模型和 PUGH 概念选择引入 QFD 中以确定合适的产品。Kano 模型是日本 Kano 教授提出的一个可以根据顾客满意度对其需求进行分类并区分

优先级的工具, 有利于设计师充分了解用户需求^[11]。PUGH 概念选择法是 Pugh 在 20 世纪 80 年代开发的一种方法, 也称 PUGH 矩阵, 主要用于评估概念^[12]。

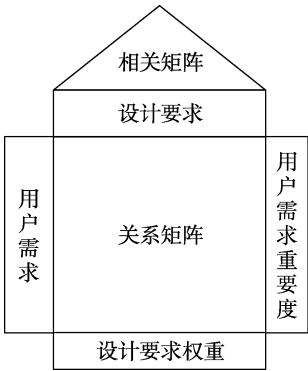


图 1 QFD 质量屋
Fig.1 QFD house of quality

2 研究方法

基于 QFD 的老年人车载信息系统用户体验优化设计研究方法框架, 见图 2。首先, 运用 Kano 模型分析老年群体的需求信息, 确定用户需求重要度。其次, 基于 QFD 将用户需求转换成设计要求, 并建立“用户需求—设计要求”质量屋, 得到相关矩阵并通过定量分析确认设计要求重要度。最后, 依据 PUGH 概念选择产生设计方案, 对可选方案进行评估, 以确定最终设计方案。

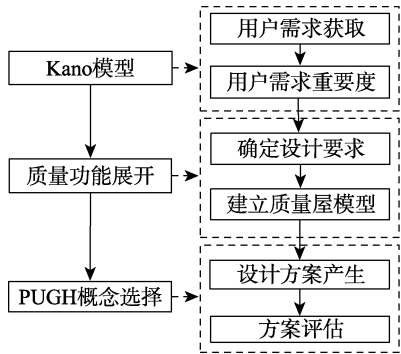


图 2 研究方法框架
Fig.2 Research method framework

2.1 Kano 模型

2.1.1 用户需求获取

为深入了解用户需求、提升用户体验, 通过访谈法收集用户需求并对其进行梳理和整合, 以占比较高的用户需求为主, 去除占比较低的需求, 通过 KJ 法对整理后的需求进行划分, 从而确定车载信息系统功能对用户的重要性。

2.1.2 用户需求重要度

依据 Kano 模型设计用户需求问卷调查, 每个问题中的用户满意度评分可以是以下 5 个评分级别之一: 很满意、理应如此、无所谓、可以忍受和不满意。问卷调查的结果根据卡诺模型矩阵进行类型判断, Kano 模型包括基本需求 (M)、期望需求 (O)、魅力需求 (A)、无关需求 (I)、反向需求 (R), 其中期望需求和魅力需求对提升用户满意度起着关键性的作用, 反向需求不作为参考数据, 见表 1。

表 1 用户需求卡诺模型判断矩阵
Tab.1 Judgment matrix of user demand
Karnaugh model

用户需求	反向问题				
	很满意	理应如此	无所谓	可以忍受	不满意
很满意	Q	A	A	A	O
理应如此	R	I	I	I	M
无所谓	R	I	I	I	M
可以忍受	R	I	I	I	M
不满意	R	R	R	R	Q

基于 Kano 模型的单一的定性分析不足以完全捕捉用户需求, 因此, 引入调整系数 k_i , 取值 1.5、1、0.5、0, 并分别赋予魅力需求、期望需求、基本需求及无关需求^[17]。 w_i 为第 i 指标的权重^[18], 最终的用户需求重要度 W_i 如下:

$$W_i = \frac{w_i k_i}{\sum_{n=1}^n w_i k_i} \quad (1)$$

随后根据用户需求来挖掘体验的痛点和问题, 并通过定量分析得到更贴合用户的真实需求, 为后续的设计研究提供参考。

2.2 质量功能展开

2.2.1 确定设计要求

结合 Kano 模型得出用户需求, 提出符合老年人需求特征的设计要求。车载信息系统设计的目的是使驾驶过程更加安全、高效, 提高车载信息系统的可用性和易用性, 提升老年驾驶人在行车过程中的体验感, 增强用户满意度。

2.2.2 建立质量屋模型

基于 QFD 建立用户需求与设计要求质量屋模型, 各部分与功能之间的相关性用得分表示, 5 分、3 分和 1 分分别代表强相关、中等相关和弱相关。为确保每个用户需求都与设计要求关联, 对质量屋模型进行检验, 利用 QFD 的优势突出关键设计要求以开展设计, 确定设计要求重要度 H_j 的计算方法如下, 其中, R_{ij} 为第 i 个老年人需求与第 j 个设计要求之间的关系度值:

$$H_j = \sum_{i=1}^n W_i R_{ij} \quad (j=1, 2, 3, \dots, m) \quad (2)$$

2.3 PUGH 概念选择

通过 PUGH 概念选择对设计方案进行等级评估, 结果由评估的重要度之和得出, 比较方案优劣性, 将产生的新方案加入评估中, 对设计方案进行详细分析, 以确定最终方案。

2.3.1 设计方案产生

根据质量屋模型确定的设计要求重要度, 其分值越高表示对提升老年人车载信息系统的满意度越重要, 得出的设计要求作为设计方案的参考因素。视觉界面通常由一系列菜单、文字、图形等视觉元素构成, 包括大小、形状、间距、颜色等元素属性^[19]。将重要度排在前 4 位的设计要求作为主要元素, 其他为辅助元素。

2.3.2 方案评估

概念等级评估通过 1—5 的分值表示相对性能的差别 (1 分表示比参考概念差很多, 5 分表示比参考概念好很多), 分值是结合设计要求的重要度计算而来, 评估的最终分数如下, 其中, v_{ij} 表示概念 j 在第 i 个标准上的原始评分^[20]:

$$V_i = \sum_{j=1}^n H_j v_{ij} \quad (3)$$

随后根据评估结果确定最终方案, 得到客观、可行的设计方案并进行优化, 总结以老年驾驶人为主体的车载信息系统设计原则, 以增强老年用户体验满意度。

3 案例研究

3.1 老年人车载信息系统用户需求的 Kano 分析

3.1.1 运用 KJ 法获取老年人车载信息系统用户需求

对 60~74 岁拥有合法驾驶执照且有 10 年以上驾驶经验的 60 位用户进行调研, 采集到的信息结果显示, 所有车载界面用户都有相似的要求, 只有少数用户有不同的要求。为避免信息过载, 选取大众需求, 利用 KJ 法对信息进行分类, 得到 6 个一级需求和 15 个二级需求, 见图 3。

其中, 状态可见性, 对操作结果及车辆运行状况等进行显示, 可以减少老年驾驶人的焦虑感; 用户可控性, 为老年驾驶人提供自由控制车载信息系统功能, 以及对出现的错误进行恢复, 可以减少其在使用时的紧张感; 一致性需求, 为老年驾驶人提供相同的结构特征和操作环境, 可以降低其操作难度; 防错性, 对老年驾驶人在进行错误操作时给予提示, 可以减少不必要的麻烦; 易取性, 减少无关信息的产生, 聚焦老年驾驶人的注意力; 灵活高效性, 为老年驾驶人提供特定的操作方式, 通过自定义功能减轻老年用户的认知困难, 提高其操作效率。

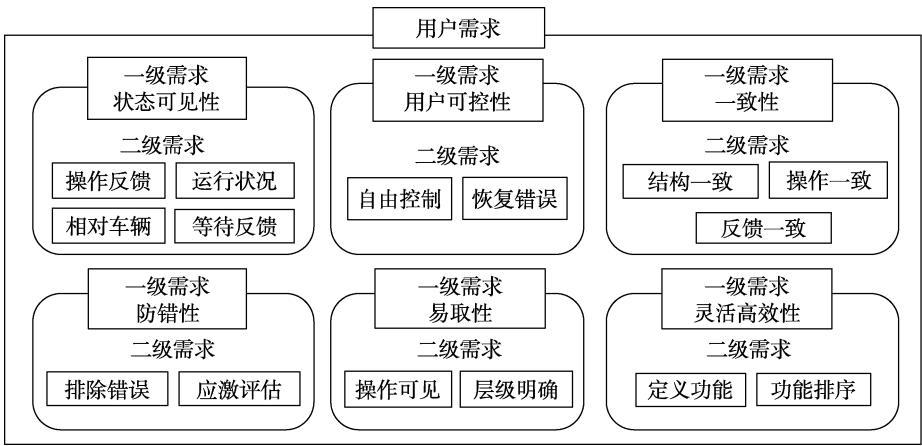


图 3 收集的用户需求
Fig.3 Collected user requirements

3.1.2 老年人车载信息系统需求重要度确定

采用电子问卷和纸质问卷相结合的调查方式。共发放 60 份问卷, 其中有效问卷 52 份, 回收率为 86.67%。对收集后的问卷根据式(1)进行定量分析, 确定魅力型需求有 C_{11} 操作反馈、 C_{14} 等待反馈、 C_{31} 结构一致、 C_{32} 操作一致、 C_{33} 反馈一致, 期望型需求

有 C_{12} 运行状况、 C_{21} 自由控制、 C_{52} 层级明确、 C_{61} 个性化设置, 必备型需求有 C_{22} 恢复错误、 C_{41} 排除错误、 C_{42} 应激评估, 反向需求有 C_{13} 相对车辆、 C_{51} 操作可见、 C_{62} 功能排序, 没有无关需求。根据 Kano 模型删除反向需求 C_{13} 、 C_{51} 、 C_{62} 。最终的用户需求重要度见表 2。

表 2 用户需求重要度
Tab.2 Importance of user requirements

用户需求	A	M	O	I	R	需求类型	原始权重	调整系数	调整后占比	权重
C_{11} 操作反馈	19	7	7	16	3	A	0.082	1.5	0.126	0.136
C_{12} 运行状况	12	8	23	8	1	O	0.086	0.5	0.033	0.036
C_{13} 相对车辆	4	12	8	20	28	R	0.052	—	—	—
C_{14} 等待反馈	25	4	16	7	0	A	0.084	1.5	0.116	0.125
C_{21} 自由控制	14	9	18	11	0	O	0.067	0.5	0.162	0.175
C_{22} 恢复错误	3	19	10	16	4	M	0.116	1.0	0.076	0.083
C_{31} 结构一致	23	0	10	19	0	A	0.108	1.5	0.018	0.019
C_{32} 操作一致	23	0	16	12	0	A	0.051	1.5	0.105	0.113
C_{33} 反馈一致	31	4	4	13	0	A	0.012	1.5	0.116	0.125
C_{41} 排除错误	13	16	14	9	0	M	0.105	1.0	0.053	0.057
C_{42} 应激评估	5	19	14	17	0	M	0.116	1.0	0.034	0.037
C_{51} 操作可见	6	12	11	17	26	R	0.042	—	—	—
C_{52} 层级明确	10	9	17	12	2	O	0.105	0.5	0.052	0.057
C_{61} 个性化设置	7	5	29	11	0	O	0.068	0.5	0.034	0.037
C_{62} 功能排序	13	8	18	16	27	R	0.051	—	—	—

3.2 老年人车载信息系统设计要求的质量功能展开分析

3.2.1 确定老年人车载信息系统设计要求

根据 Kano 模型分析的用户需求通过 QFD 转化为设计要求, 见表 3。例如, 一级设计要求“ D_1 ”界面布局的显示应该有助于驾驶人做出有效的决策^[10], 同时“ D_2 ”视觉设计中数据的显示应包含图形大小、文字

样式、色彩搭配等。一级设计要求可细化为“ D_{11} ”图标功能模块布局设计、“ D_{12} ”功能层级分布设计、“ D_{21} ”配色设计、“ D_{22} ”文本设计等, 其主要功能是帮助用户提高对界面显示的辨识度, 方便用户操作, 增强用户体验。

3.2.2 建立老年人车载信息系统用户需求和设计要求的质量屋模型

根据老年用户需求和设计要求, 建立质量屋矩阵模

型，质量屋的“左墙”和天花板分别为老年用户需求和设计要求。每一组用户需求与设计要求的相关性用分数表示。评分是通过驾龄超过 10 年的老年用户、交互界面专家和设计人员组成的评分小组打分而得出的, 见图 4。

表 3 设计要求
Tab.3 Design requirements

一级设计要求	二级设计要求	一级设计要求	二级设计要求
D_1 界面布局设计	D_{11} 图标功能模块布局设计 D_{12} 功能层级分布设计	D_3 信息架构设计	D_{31} 功能分类设计 D_{32} 界面导航设计
D_2 视觉设计	D_{21} 配色设计 D_{22} 文本设计 D_{23} 图标图形设计 D_{24} 排版设计 D_{25} 亮度设计	D_4 信息通道设计	D_{41} 语音输入设计 D_{42} 手动触屏设计 D_{51} 语音反馈设计
		D_5 操作反馈设计	D_{52} 手动触屏反馈设计 D_{53} 视觉界面反馈设计

设计要求 用户需求		重 要 度	D_1		D_2					D_3		D_4		D_5		
			D_{11}	D_{12}	D_{21}	D_{22}	D_{23}	D_{24}	D_{25}	D_{31}	D_{32}	D_{41}	D_{42}	D_{51}	D_{52}	D_{53}
C_1	C_{11}	0.136	○			△			△							
	C_{12}	0.036		●	○					△						
	C_{13}	0.124				△					○					
C_2	C_{21}	0.175			△		●			○						
	C_{22}	0.083					△	●				○	○	△	△	
C_3	C_{31}	0.019	●	△		△			○	●	○				○	△
	C_{32}	0.113	○			△			●	●	△		△			
	C_{33}	0.126	△		○	●			○		●		○			
C_4	C_{41}	0.061		●			○	△				●	○	○		
	C_{42}	0.037	○	○								●	●			
C_5	C_{51}	0.055		△					△			○			△	
C_6	C_{61}	0.034		○	△		●	○							○	●
重要度			1.079	0.770	0.695	1.022	1.311	0.578	1.191	1.221	1.172	0.904	1.108	0.266	0.297	0.189
重要度排序			7	10	11	8	1	12	3	2	5	9	6	14	13	4

注：5 分为“强”相关（●）；3 分为“中”相关（○）；1 分为“弱”相关（△）；空格为无相关。

图 4 用户需求和设计要求质量屋
Fig.4 User requirements and design requirements house of quality

3.3 老年人车载信息系统界面设计的 PUGH 概念选择

通过 PUGH 概念选择对产生的方案进行等级评分，通过得分情况确定最优方案，使用户获得满意的驾驶体验。

3.3.1 老年人车载信息系统设计方案产生

根据前期质量屋矩阵分析，以重要度较高并且可用于设计方案中的设计要求“ D_{23} 图标图形设计”“ D_{31} 功能分类设计”“ D_{32} 界面导航设计”，以及“ D_{42}

手动触屏设计”“ D_{11} 图标功能模块布局设计”和“ D_{41} 语音输入设计”作为设计方案的主要参考，并结合其他设计要求对车载信息系统进行方案设计，为避免方案设计的片面性，综合市场中使用率较高的车载界面布局模式得出 4 个方案并对此进行评估，见图 5。在评估中发现，方案 A 和方案 D 能够整合成得分较高的新方案 E，因此，将新方案加入可选方案进行等级评估。



图 5 设计方案高保真原型
Fig.5 High fidelity prototype of design scheme

3.3.2 老年人车载信息系统方案评估

根据设计要求对高保真模型进行评估, 方案 C 作为总体参考概念。为确保评估的客观性, 运用式 (3) 给概念打分来证实设计要求是否合理, 并根据打分得到每个方案的总分和重要度, 从而得出最佳方案, 见表 4。

由评估结果可以发现, 组合后的新方案 E 分数最

高, 为 53.751 分, 其次是方案 D 为 50.494 分, 方案 A 和方案 B 分别为 46.189 分和 45.090 分, 最低的是方案 C 为 35.661 分。方案 A 和方案 D 的功能层级分布清晰且文本信息简洁、详细, 方案 B 的语音输入功能明确, 方案 C 的图标功能指向性明显。方案 E 对方案 A 和方案 D 的优劣性进行补充后得到最终方案, 见图 6。

表 4 用户需求和评估要素相关性
Tab.4 Correlation between user needs and evaluation elements

设计要求	重要度	可选方案				
		A	B	C	D	E
D_{11} 图标功能模块布局设计	1.079	4	5	3	3	4
D_{12} 功能层级分布设计	0.770	2	2	2	4	4
D_{21} 配色设计	0.695	2	3	1	3	3
D_{22} 文本设计	1.022	5	2	3	4	5
D_{23} 图标图形设计	1.311	3	5	3	4	4
D_{24} 排版设计	0.578	5	4	2	3	5
D_{25} 亮度设计	1.919	5	5	5	5	5
D_{31} 功能分类设计	1.221	4	3	3	5	5
D_{32} 界面导航设计	1.172	4	3	2	4	4
D_{41} 语音输入设计	0.904	2	4	3	3	3
D_{42} 手动输入设计	1.108	3	2	2	4	4
D_{51} 语音反馈设计	0.266	4	3	2	4	4
D_{52} 手动输入反馈设计	0.297	3	4	2	5	5
D_{53} 视觉界面反馈设计	0.189	4	3	2	5	5
总分		46.189	45.090	35.661	50.494	53.751

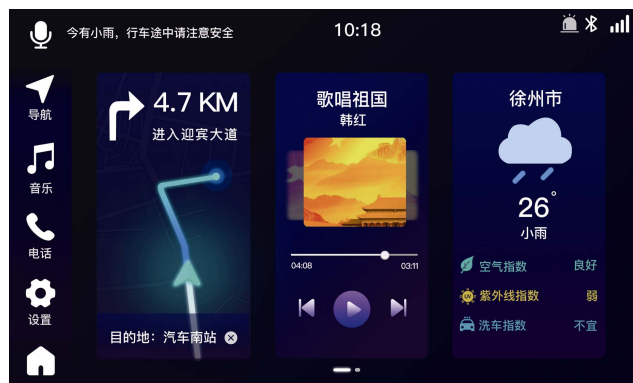


图6 高保真原型

Fig.6 High fidelity prototyp

对老年人车载信息系统进行用户体验优化设计的设计原则归纳如下。

1) 布局。结合“ D_{11} 图标功能模块布局设计”“ D_{31} 功能分类设计”和“ D_{32} 界面导航设计”, 利用卡片式的布局使界面排列整齐, 扁平化的图标简洁、明确, 功能作用明显, 提高了老年驾驶人的操作效率, 减少了其停留在额外功能上的时间。

2) 功能。根据“ D_{41} 语音输入设计”和“ D_{42} 手动触屏设计”, 将手动输入和语音输入作为主要功能的操作方式, 减少因手动操作带来注意力分散的危险。同时, 为保证老年驾驶人的生命安全, 信息栏设计了紧急按钮, 正常状态为灰色, 当老年用户在驾驶过程中身体不适时, 可通过点击紧急按钮向外界传送求救信号。

3) 情感。依托“ D_{23} 图标图形设计”, 采用简洁的图标作为功能入口, 以减轻老年用户的记忆负担, 减少其不必要的操作。考虑到老年人的消极情感, 通过简单的色彩构成, 以帮助老年人有效完成任务, 建立情感上的积极、自信, 从而带来更好的驾驶体验。

4 结语

结合 Kano 模型、QFD 及 PUGH 概念选择对老年人车载信息系统用户体验优化设计进行的研究, 不仅为设计师确定设计要求提供了理论依据, 还给出了具有针对性的设计方案。该研究能有效应用于老年人车载信息系统的用户体验优化设计中, 也适用于其他关于用户体验优化的研究课题。后续的研究将继续完善车载信息系统的测试环节, 验证设计方案在实际驾驶环境中对提升老年人驾驶体验的效果, 从而提高设计方案的可行性。

参考文献:

[1] 周楚, 李婵, 沈先亭, 等. 老年驾驶人的驾驶自我调节研究述评[J]. 中国公路学报, 2020, 33(6): 18-28.

- ZHOU Chu, LI Chan, SHEN Xian-ting, et al. A Review of Driving Self-Regulation of Elderly Drivers[J]. Chinese Journal of Highway Science, 2020, 33(6): 18-28.
- [2] 杨浩, 严扬, 胡也畅. 基于驾驶操作行为分析的宜老型代步车原型设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(6): 105-112.
- YANG Hao, YAN Yang, HU Ye-chang. Research on Prototype Design of Suitable for Old Type Scooter Based on Driving Behavior Analysis[J]. Mechanical Design, 2018, 35(6): 105-112.
- [3] CHOI I K, KIM W S, LEE D, et al. A Weighted QFD-Based Usability Evaluation Method for Elderly in Smart Cars[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2015, 31(10): 703-716.
- [4] 张卫华, 谷锦彪, 冯忠祥. 汽车老年驾驶人特性及行为研究进展[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(7): 23-28.
- ZHANG Wei-hua, GU Jin-biao, FENG Zhong-xiang. Research Progress on Characteristics and Behavior of Elderly Automobile Drivers[J]. Chinese Journal of Safety Science, 2015, 25 (7): 23-28.
- [5] 吴剑斌, 张竞元, 张凌浩. 基于情境感知的车载信息娱乐系统交互设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 189-196.
- WU Jian-bin, ZHANG Jing-yuan, ZHANG Ling-hao. Research on Interactive Design of Vehicular Infotainment System Based on Context Perception[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 189-196.
- [6] 谭浩, 孙家豪, 关岱松, 等. 智能汽车人机交互发展趋势研究[J]. 包装工程, 2019, 40(20): 32-42.
- TAN Hao, Sun Jia-hao, GUAN Dai-song, et al. Research on the Development Trend of Human-Computer Interaction of Intelligent Vehicles[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(20): 32-42.
- [7] ARVIN R, KHATTAK A J. Driving Impairments and Duration of Distractions: Assessing Crash Risk by Harnessing Microscopic Naturalistic Driving Data[J]. Accident; Analysis and Prevention, 2020(146): 1057.
- [8] 杨奥, 刘敏霞, 李梓漩. 基于驾驶员偏好的车载信息系统显示器评价体系构建[J]. 机械设计, 2019, 36(2): 126-131.
- YANG Ao, LIU Min-xia, LI Zi-xuan. Construction of Evaluation System for on Board Information System Display Based on Driver Preference[J]. Mechanical Design, 2019, 36(2): 126-131.
- [9] 陈圳濠, 谭浩. 基于流程特征的用户安全驾驶移交体验[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 50-56.
- CHEN Zhen-hao, TAN Hao. User Safety Driving Hand-over Experience Based on Process Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(2): 50-56.
- [10] MARSOT J. QFD: a Methodological Tool for Integration of Ergonomics at the Design Stage[J]. Applied Ergonomics, 2005, 36(2): 185-192.
- [11] XU Q L, JIAO R J, YANG X, et al. An Analytical Kano Model for Customer Need Analysis[J]. Design Studies, 2009, 30(1): 87-110.

(下转第 202 页)