

基于用户需求的智能学习桌功能优化分析

赵香芹

(江苏理工学院, 江苏 常州 213001)

摘要: **目的** 通过优化智能学习桌功能合理性, 满足用户群体对智能学习桌的功能需求, 从而提升智能学习桌用户体验的满意度。**方法** 首先, 通过设置模糊 Kano 模型调查问卷, 收集智能学习桌功能需求信息, 确定关键功能指标; 其次, 利用 Better-Worse 系数测度各功能需求满意度系数及权重, 进而根据 FBS 模型进行功能-行为-结构的逐层映射, 发现机会点并探索需求合理性; 最后, 开展智能学习桌控制系统的界面设计和交互设计。**结论** “精准调节高度” “智能课程表” “在线课程资源” “智能到时提醒” “可投屏功能” 的用户满意度及权重系数相对较高, 利用满意度系数及其四象限图将智能学习桌 21 种功能需求分为期望型、魅力型、基本型、无差异型, 并结合 FBS 模型设计学习桌智能控制系统界面。

关键词: 智能学习桌; 满意度系数; Kano 模型; FBS 模型; 用户需求分析

中图分类号: TP399-C1; TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0181-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.022

Analysis on Function Optimization of Intelligent Learning Desk Based on User Needs

ZHAO Xiang-qin

(Jiangsu University of Technology, Jiangsu Changzhou 213001, China)

ABSTRACT: The work aims to satisfy the functional needs of user groups for intelligent learning desk by optimizing the functional rationality of intelligent learning desk, so as to improve the satisfaction of users to experience the intelligent learning desk. Firstly, by setting up a fuzzy Kano model questionnaire, the information on the functional needs of intelligent learning desk was collected and the key functional indicators were determined. Secondly, the satisfaction coefficients and weights of each functional need were measured by Better-Worse coefficients, and then a function-behavior-structure mapping was carried out according to the FBS model to find out the opportunity points and explore the need rationality. Finally, the interface design and interaction design were conducted to the intelligent learning desk control system. The user satisfaction and weight coefficients of "precise height adjustment", "intelligent course schedule", "online course resources", "intelligent prompt for time-up" and "screen projection function" are relatively high. The satisfaction coefficient and its four quadrant diagram are used to classify the 21 functional needs of the intelligent learning desk into expectation type, charm type, basic type and no-difference type, and the interface of the intelligent control system of the learning desk is designed in combination with FBS model.

KEY WORDS: intelligent learning desk; satisfaction coefficient; Kano model; FBS model; user needs analysis

当前, 融合多种现代科技的智能学习桌备受青睐, 有效促进了学生学习的高效性和便捷性。然而, 随着智能学习桌用户的逐渐增多, 如何兼顾不同用户的需求层次, 提升智能学习桌的功能需求是目前面临的重要挑战。具体包括: 结合人机工程学对学习桌的

结构特点进行改造升级, 但是功能相对单一, 智能化不足; 从市场角度开发智能学习桌功能, 忽略中小学生的的情感需求, 不注重用户体验; 对智能学习桌所设需求的合理性有待检验。

围绕上述问题, 对智能学习桌功能需求的用户满

收稿日期: 2022-09-21

基金项目: 江苏省社会科学基金项目 (17GLD004)

作者简介: 赵香芹 (1982—), 女, 硕士, 中级工程师, 主要研究方向为工业设计。

意度开展问卷设计，藉此搜集样本数据。利用 Kano 模型、Better-Worse 满意度系数和功能需求权重计算方法，测度用户对智能学习桌所设功能的满意度及权重，解决了“用户需求是什么（What）”的问题，同时将模糊 Kano 模型与概念设计 FBS 模型相结合，解决了“如何做（How）”的问题。由此，设计出一套满足中小学生学习需求的智能学习桌功能系统。

1 文献综述与研究创新

1.1 文献综述

国外对智能学习家居的研究，常置于系统化智能家居环境的技术体系构建中。如 Huu 等提出智能家居识别系统，以优化居家阅读、写字及休息行为。^[1]Berger 等提出智能家居学习行为数据收集系统，以高效分析居家学习中的各种问题。国内研究中，近年来相关文献重点关注三个方面^[2]：其一是关注学习家具物理功能的优化，相关研究涉及儿童学习桌的功能结构和尺寸、仿生功能和安全性、辅助光源调节、一物多用功能和功能组件缺陷诊断；^[3-7]其二是关注学习家具的人体工程学研究，通过剖析青少年成长过程中生理和心理需求的发展变化，探讨青少年学习家具的适应性，相关研究多从人体工程学出发，探讨基于儿童生理和心理需求变化的学习桌开发问题；^[8-9]其三是关注学习家具虚拟情感化功能的设计，包括设计理念、原则和方法，情感化视角下智慧元素的嵌入，情感化与学习管理的功能交互。^[10-12]近年来，随着智能家居场景的推广应用，关于数字化技术辅助下的泛在学习理念和模式备受关注，而作为泛在学习的重要实现载体，智慧型学习环境的构建愈发受到推崇。相关研究涉及新一代信息技术下智慧学习环境的营造、“人网融合”的智慧学习模式及会话智能体的主动交互模式、智慧学习设施的作用模式及跨设备交互的内容传输模式、智慧学习活动场域及学材条件等。^[13-18]

由上述分析可见，既往关于青少年学习桌的研究，较多关注基于情感适应性的桌面设施物理功能的改进，但对智慧化学习元素的研究尚处起步阶段。随着现代信息技术发展，青少年学习桌已融入更多智慧

化元素，以迎合市场需求变化。而在理论研究层面，也需要更多基于用户调研的智能学习桌功能需求的分析，以指导智能学习桌功能的改进，并提升用户满意度。基于此，本文将概念化 FBS 模型与 Kano 模型相结合，通过对智能学习桌功能需求的分析，来改进智能学习桌功能系统。

1.2 基于 FBS 模型用户场景分析的研究创新

1.2.1 概念化 FBS 模型与 Kano 模型的结合理念

FBS 模型是一种产品概念设计过程的模型，是 Gero 在 1990 年提出，旨在表达产品在研发前期，将设计者尚未成型的一个创新构想，通过功能—行为—结构三个变量的逐层映射来解构产品的概念设计过程。即将 FBS 模型视为设计研究的不同状态，运用自然交互技术对用户需求进行场景化实现，验证设计者构想的合理性，并将构想转变成具体的方案。

通过模糊 Kano 模型获取智能学习桌的所有功能需求，然后利用 Better-Worse 满意度系数和功能需求权重公式，计算出用户对智能学习桌功能的满意度和权重，藉此作为智能学习桌开发依据。

1.2.2 智能学习桌功能系统概念化 FBS 创建

FBS 映射分析是发现产品可能存在的问题，探索需求合理性。将用户需求信息代入 FBS 模型，对场景设定合理性进行评估，藉此验证学习桌智能系统开发之前其功能需求（F）、用户行为（B）、产品结构（S）的合理性，见图 1。在此基础上，结合 FBS 模型模拟智能学习桌的使用流程，进行场景化情景感知，见图 2。

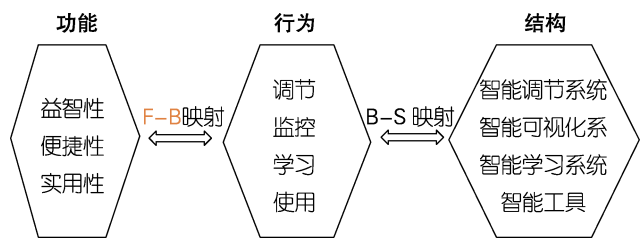


图 1 智能学习桌场景化 FBS 映射
Fig.1 Scenario-based FBS mapping of intelligent learning desk

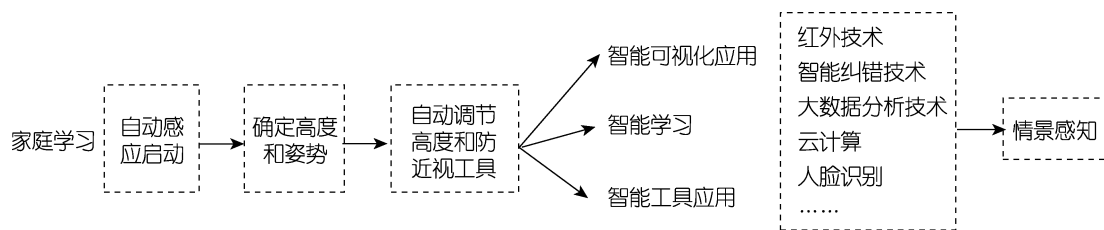


图 2 智能学习桌使用流程
Fig.2 Use process of intelligent learning desk

2 基于模糊 Kano 模型的功能需求分析

根据赫兹伯格提出的双因素理论,狩野纪昭教授对产品需求的客观质量和客户满意度的主观质量之间的相互关系进行研究,从而创建了 Kano 模型。通过设置 Kano 模型调查问卷,可以获取用户对产品功能的需求信息,藉此开展产品功能优化分析。

2.1 设计模糊 Kano 模型市场调研问卷

以中小學生及其家長作為智能學習桌主要用戶

群体开展问卷调查,见表 1。为确保调研可靠性,被调研人员来自不同职业不同年龄,约 156 人参与问卷填写。结合用户访谈与问卷调查,获取用户对智能学习桌功能需求的信息。通过 A 型图解法将收集到的信息汇总,其功能类型的分类经反复拆分与整合,并归类整理,得出包括智能调节系统(C)、智能可视系统(V)、智能学习系统(L)、智能工具应用(T) 4 个大类,21 种功能需求,见表 4。并对所有需求进行满意度问卷调查,见表 1。

表 1 Kano 模型调查问卷举例
Tab.1 Example of Kano model questionnaire

设计要素	编号	要素分析	用户需求	满意	理应如此	无所谓	可接受	不满意
智能调节系统	C1	智能调节高度	提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			不提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	C2	智能防近视	提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			不提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	C5	用户成长记录	提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			不提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2 Kano 模型用户调查评价对照表

根据客户不同需求层次,利用问卷进行正向提问和反向提问。获取用户对某一功能需求提供与否的满意度反馈,将分析结果代入 Kano 模型评价结果对照表进行评估,见表 2。

表 2 Kano 模型评价结果对照表
Tab.2 Comparison of Kano model evaluation results

产品/服务需求	反向问题					
	量表	满意	理应如此	无所谓	可接受	不满意
正向问题	满意	<i>Q</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>O</i>
	理应如此	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
	无所谓	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
	可接受	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>M</i>
	不满意	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>

根据评估结果进行以下分类:(1)若正面评价是“满意”,负面评价是“不满意”,则用“O”表示期望型需求;(2)若正面评价是“理应如此”“无

所谓”“可接受”,负面评价为“不喜欢”,则用“M”表示基本型需求;(3)若正面评价是“满意”,负面评价是“理应如此”“无所谓”“能忍受”,则用“A”表示魅力型需求;(4)以此类推,用“I”表示无差异需求;(5)用“R”表示反向型需求;(6)用“Q”表示不合理的结果,比如对正面评价选择满意,对负面评价也选择满意,则这种结果就可作废。

2.3 用户需求属性归类用例

本文以智能学习系统中的“智能错题集”为例,开展用户需求的属性分析,整理问卷调查数据见表 3。

参照表 2 所示的 Kano 模型评价结果对照,把表 3 中智能错题集功能各属性所得数据相加可以看出,基本型功能需求所占数值最大,占绝对优势。具体数据为,期望型(O):16.1%、魅力型(A):29%、基本型(M):40.2%、无差异型(I):11.4%、反向型(R):0.6%、错误(Q):2.7%。由此可以得出,智能错题集功能的 Kano 属性属于基本型需求;反向型功能(R)和错误(Q)对用户来说可忽略不计。

表 3 智能学习桌“智能错题集”属性评价结果
Tab.3 Evaluation results of the attributes of "intelligent error set" of intelligent learning desk

产品和服务需求	如果智能学习桌学习系统中没有智能错题集,你喜欢么?					
	量表	喜欢/%	理应如此/%	无所谓/%	可忍受/%	不喜欢/%
如果智能学习桌学习系统中没有智能错题集,你喜欢么?	喜欢	2.7	6.2	4.3	18.5	16.1
	理应如此	0.5	1.8	1.6	0.3	34.7
	无所谓	0.1	0.5	4.3	0.7	4.8
	可忍受	0.0	1.9	0.0	0.3	0.7
	不喜欢	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2.4 智能学习桌用户需求满意度和权重排序

汇总各功能需求属性的调研信息，通过式(1)和式(2)计算出所有需求的满意度系数， SI_i 表示当产品提供某种功能时用户满意度系数； DSI_i 表示当产品不提供某种功能时用户不满意度系数。其中， i 表示第*i*个需求。由于此公式在计算过程中没有涉及反向型需求(R)和不合理结果(Q)，故这两种结果可忽略不计，并将统计结果属于反向型(R)的需求去除，见表4。Better(B)与Worse(W)系数，运算方式如下：

$$B = \frac{A+O}{A+O+M+I} \tag{1}$$

$$W = \frac{O+M}{A+O+M+I} * (-1) \tag{2}$$

针对用户的各项需求，选出其*B*值和*W*值中相对权重较高者，作为用户需求的绝对权重，公式如下：

$$\omega = \text{Max} \left[\frac{S}{\sum_{i=1}^m S_i}, \frac{D}{\sum_{i=1}^m D_i} \right] \tag{3}$$

通过对调研问卷的多次统计和归类，利用式(1)—(3)计算出用户满意度结果及权重，藉此对用户需求进行梳理，见表4。

表4 智能学习桌功能需求评价结果
Tab.4 Evaluation results of functional needs of intelligent learning desk

功能类型	编号	功能需求	A/%	O/%	M/%	I/%	结果	SI 值	DSI 值	权重 (排名)
智能调节系统(C)	C1	智能调节高度	15.3	26.7	35.9	12.5	M	0.46	0.69	0.0548(M-2)
	C2	智能防近视	10.6	25	39.4	19.2	M	0.38	0.68	0.0540(M-3)
	C3	智能台灯	17.3	19.4	43.6	15.4	M	0.38	0.66	0.0516(M-5)
	C4	精准调节高度	20.4	39.4	18.1	16.8	O	0.63	0.61	0.0563(O-2)
	C5	用户成长记录	33.1	21.9	16.1	18.6	A	0.66	0.49	0.0609(A-2)
智能可视系统(V)	V1	学习要求展示	20.2	23.6	33.7	11.8	M	0.49	0.64	0.0508(M-6)
	V2	智能作业列表	32.7	23.6	25.3	12.1	A	0.60	0.52	0.0554(A-4)
	V3	智能到时提醒	12.3	29.7	38.6	15.2	M	0.44	0.73	0.0579(M-1)
	V4	智能课程表	19.1	35.1	21.2	13.5	O	0.61	0.63	0.0532(O-3)
	V5	监控系统	21.6	32.8	29.9	11.9	O	0.57	0.65	0.0526(O-4)
智能学习系统(L)	L1	中英文词典	17.1	21.2	32.9	17.3	M	0.53	0.61	0.0484(M-8)
	L2	古诗词查询	15.2	28.2	34.9	15.4	M	0.46	0.67	0.0524(M-4)
	L3	在线课程资源	22.7	36.9	20.1	15.1	O	0.63	0.60	0.0581(O-1)
	L4	智能错题集	15.5	38.9	22.1	18.3	O	0.57	0.64	0.0526(O-5)
	L5	网络课堂	24.2	23.5	32.8	10.5	M	0.52	0.62	0.0492(M-7)
	L6	音频故事	37.1	19.5	28.4	12.2	A	0.60	0.49	0.0535(A-5)
	L7	Kindle 模式	32.1	21.5	18.4	15.2	A	0.61	0.46	0.0563(A-3)
智能工具应用(T)	T1	计时功能	22.3	15.8	38.5	13.9	M	0.42	0.60	0.0476(M-9)
	T2	USB 连接	20.3	18.4	19.7	26.8	I	0.45	0.45	0.0420(I-2)
	T3	蓝牙功能	21.6	19.7	18.3	35.5	I	0.43	0.4	0.0460(I-1)
	T4	可投屏功能	38.3	28.9	18.7	11.4	A	0.69	0.49	0.0637(A-1)

3 智能学习桌控制系统设计实例

根据上述 Kano 模型用户需求分析，将智能学习桌的用户期望型需求、基本型需求和魅力型需求归类汇总。参考图3各项功能的 Better-Worse 系数值，可以得出所有功能点所在坐标位置，据此深入分析智能学习桌各项功能的满意度指数。以 Worse 指数为横坐标，以 Better 指数为纵坐标，以两指数的平均值(|-0.600|, 0.525)为坐标中心，绘制包含 y 轴和 x 轴的 Worse-Better 指数坐标四象限图。当功能散点的 Worse 值的绝对值和 Better 值均高于平均值时，则所属功能需求的用户满意度越高。如图3所示精准调节

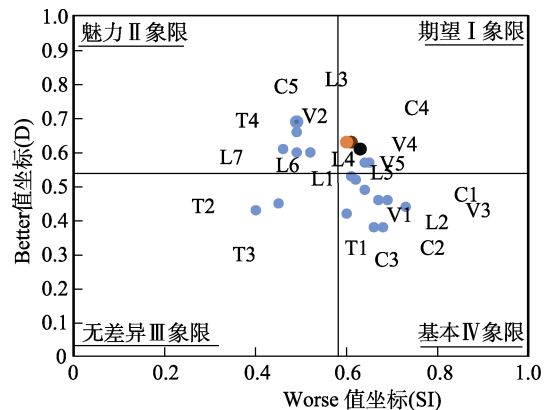


图3 Worse-Better 指数象限坐标
Fig.3 Worse-Better index quadrant coordinate

高度 (C4)、智能课程表 (V4)、在线课程资源 (L3) 三个功能用棕、黑、橙不同颜色的圆点标识,表明智能学习桌上述三个功能的满意度最高。由表 4 可知以上三个功能的权重排名在期望型需求里位列前三,若能对智能学习桌的上述三个功能予以创新完善并重点开发,以满足用户需求,将有助于提升智能学习桌的用户满意度。

3.1 智能学习桌控制系统用户需求属性分析

智能学习桌的智能可视化系统和智能学习系统依附于智能控制系统,而两大系统中的期望型需求、基本型需求和魅力型需求,是有别于市场在售学习桌的重要因素。将这几种属性的用户需求重点分析与开发,将有助于提高智能学习桌的可用性和市场占有率。无差异型需求表明无论平台是否提供这些服务,对用户满意度的影响均较弱。因此,为节约系统建设成本,应谨慎提供上述功能,可暂时忽略。

3.1.1 智能学习桌控制系统的期望型需求分析

由图 3 可知,期望型需求包括“精准调节高度 (C4)”“智能课程表 (V4)”“在线课程资源 (L3)”“监控系统 (V5)”“智能错题集 (L4)”5 种,其特点是 Better 指数高、Worse 指数高,代表其在系统中用户满意度高。此类需求与顾客的满意度指数成正比关系,如果提供了上述功能,则用户满意度会显著增加;反之,用户满意度会明显下降。期望型需求的提供能够提高产品在同类产品竞争中的优势。

3.1.2 智能学习桌控制系统的基本型需求分析

由图 3 可知,基本型需求按表 4 中权重排序,包括“智能到时提醒 (V3)”“智能调节高度 (C1)”“智能防近视 (C2)”“古诗词查询 (L2)”“智能台灯 (C3)”“学习要求展示 (V1)”“网络课堂 (L5)”“中英文词典 (L1)”“计时功能 (T1)”六种,其特点是 Better 指数低、Worse 指数高。基本型需求也是必备需求,表明如果系统提供此类功能,则用户满意度也许不会显著增加,但若此类功能缺

失,则会导致用户满意度明显下降,因此对于此类功能,应加强服务与维护。

3.1.3 智能学习桌控制系统的魅力型需求分析

由图 3 可知,魅力型需求按表 4 中权重排序,包括“可投屏功能 (T4)”“用户成长记录 (C5)”“Kindle 模式 (L7)”“智能作业列表 (V2)”“音频故事 (L6)”,其特点是 Better 指数高, Worse 指数低。此类需求的提供能提升用户的满意度,但若不提供此类功能,也不会明显引起用户的不满。故实践中,研发人员应基于用户所需,完善或者升级此类功能需求,对用户满意度的提升将达到事半功倍的效果。

3.2 智能学习桌智能控制可视化系统 FBS 映射

通过模糊 Kano 模型所获取的用户需求与 FBS 模型相结合,使智能学习桌控制系统界面设计更具合理性和可靠性,从而得到最优设计方案。按照上文所得的功能属性归类,以其中几个满意度和权重系数相对较高的功能为例,在 FBS 模型功能-行为-结构相互映射的基础上,进行学习桌的智能控制系统界面的设计,以验证其合理性,见图 4。

3.2.1 情景 FBS 中的功能 (F)

将获取的重要设计要素与情景 FBS 的功能 (F) 相整合,以解决功能中的益智性、便捷性及实用性问题。如利用期望需求中智能错题集的智能归类和错题教学视频功能,可增强智能学习桌的益智性。基本型需求中的学习要求展示、智能闹钟提醒、中英文词典、智能课程表等功能,可提升学习专注力及便捷性。魅力型需求中的智能作业列表和音频故事,为学生学习资料准备和休闲式学习提供了实用性功能。

3.2.2 情景 FBS 中的行为 (B)

针对学习桌智能控制系统的合理性问题,需要把重要需求中权重较高的需求要素与情景 FBS 的行为 (B) 相整合。如用户在学习中借助智能系统的各项功能,通过搜索、查找、查看的方式来完成学习。即



图 4 智能学习桌智能控制系统 FBS 映射成品
Fig.4 Finished control system FBS mapping of intelligent learning desk

利用查阅基本型需求中的中英文词典和期望型需求中的智能错题集,可有效提升用户的学习专注力,节省学习时间并提高学习效率。

3.2.3 情景 FBS 中的结构 (S)

针对学习桌智能控制系统的可靠性问题,需要把权重较高的重要需求要素与情景 FBS 的结构 (S) 相整合。在用户行为合理性分析基础上,可以映射出智能学习桌中智能调节系统和智能可视化系统的相互配合应用,实现高度、光线、人屏比例相统一。如用户在使用智能学习桌时,由于坐姿或者光线的不合理,会导致脊椎变形及眼睛疲劳。对此,通过人脸识别技术智能调节智能学习桌高度,使用户能保持一种健康的坐姿。此外,智能无影台灯的光线可根据环境进行明暗、亮度、柔和度的调节,有利于眼睛在自然光的保护下,防止用眼疲劳,由此体现了智能学习桌的实用性。

4 结语

利用 Kano 模型与 FBS 模型相结合的方法,提升智能学习桌功能属性的合理性。首先通过设计的 Kano 模型用户需求调查问卷进行调研,获取并提炼智能学习桌用户需求信息,计算智能学习桌用户满意度系数和权重系数,开展功能优先级排序。研究发现“精准调节高度”“智能课程表”“在线课程资源”“智能到时提醒”“可投屏功能”的用户满意度及权重系数相对较高,若能对智能学习桌上述五个功能予以创新完善,将有助于提升智能学习桌的用户满意度。其次,借助 FBS 模型剖析了智能学习桌控制系统的合理性问题,通过智能可视化系统和智能学习系统的功能-行为-结构逐层映射,将“智能作业列表”“智能课程表”“中英文词典”“智能错题集”等功能合理性予以推演,并通过设计智能可视化系统和智能学习系统成品案例,验证其功能需求的合理性。该创新设计方法有利于设计者更加精准地把握用户对智能学习桌的心理诉求,其研究结论有助于精准把握用户对智能学习桌的功能诉求,为相关功能优化提供可行性依据。本文不足之处是,调研群体只以年龄和职业划分,对用户的个性化需求有待探索,在后续研究中可以根据个体需求的不同增加个性化定制的功能。

参考文献:

- [1] HUU P N, THI THU H N, MINH Q T. Proposing a Recognition System of Gestures Using MobilenetV2 Combining Single Shot Detector Network for Smart-Home Applications[J]. Journal of Electrical and Computer Engineering, 2021(3): 1-18.
- [2] BERGER A, KURZE A, TOTZAUER S, et al. Sensing Home: Designing an Open Tool that Lets People Collect and Interpret Simple Sensor Data from Their Homes[J]. i-com, 2018, 17(2): 153-167.
- [3] 景瑶, 于娜, 呼慧敏, 等. 儿童学习桌功能结构与功能尺寸调查研究[J]. 家具, 2019, 40(3): 105-109.
JING Yao, YU Na, HU Hui-min, et al. Research on Children's Study Table Functional Structure and Dimension Design[J]. Furniture, 2019, 40(3): 105-109.
- [4] 张振, 郝婷. 儿童家具功能化设计路径探析[J]. 包装工程, 2021, 42(4): 267-269.
ZHANG Zhen, HAO Ting. Analysis of Functional Design Path of Children's Furniture[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(4): 267-269.
- [5] 刘宁, 李楠舟, 尤田. 一种带辅助光源可升降的智能学习桌设计与实现[J]. 吉林化工学院学报, 2020, 37(11): 79-84.
LIU Ning, LI Nan-zhou, YOU Tian. Design and Realization of a Lifiable Intelligent Study Desk with Auxiliary Light Source[J]. Journal of Jilin Institute of Chemical Technology, 2020, 37(11): 79-84.
- [6] 钟光明, 韩卫国, 赵敏. 基于一物多用原则的可成长性儿童家具设计[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 204-210.
ZHONG Guang-ming, HAN Wei-guo, ZHAO Min. Children's Grown-up Furniture Design Based on the Multi-Purpose Principle[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(2): 204-210.
- [7] 刘宗明, 李倩文. 基于 KANO 模型与 TRIZ 理论的儿童家具轻设计研究[J]. 林产工业, 2020, 57(8): 41-46.
LIU Zong-ming, LI Qian-wen. Research on Light Design of Children's Furniture Based on KANO and TRIZ Theory[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(8): 41-46.
- [8] 叶雨静, 徐伟, 詹先旭, 等. 基于人体工程学的学龄儿童学习桌设计分析与评价[J]. 家具与室内装饰, 2018(7): 75-77.
YE Yu-jing, XU Wei, ZHAN Xian-xu, et al. On Analysis and Evaluation of Learning Desk Design for School Children Based on Ergonomics[J]. Furniture & Interior Design, 2018(7): 75-77.
- [9] 盛金成, 孙献华. 基于儿童学习桌的人体工程学调查研究[J]. 家具与室内装饰, 2019(2): 36-37.
SHENG Jin-cheng, SUN Xian-hua. Ergonomic Investigation Based on Children's Learning Table[J]. Furniture & Interior Design, 2019(2): 36-37.
- [10] 曹春燕, 杨刚俊. 提升儿童家具情感化设计初探[J]. 林产工业, 2021, 58(2): 65-67.
CAO Chun-yan, YANG Gang-jun. A Preliminary Study on Improving the Emotional Design of Children's Furniture[J]. China Forest Products Industry, 2021, 58(2): 65-67.
- [11] 肖瑛, 秦怀宇. 情感化儿童智慧学习桌/家具设计[J]. 装饰, 2021(5): 144.
XIAO Tian, QIN Huai-yu. Emotional Children's Wis-

- dom Learning Table/Furniture Design[J]. Zhuangshi, 2021(5): 144.
- [12] 陈朝杰, 郑康杰, 刘小娇, 等. 基于劝导技术的智能儿童学习桌设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2021(7): 59-63.
CHEN Chao-jie, ZHENG Kang-jie, LIU Xiao-jiao, et al. Design Research on the Intelligent Children Learning Desk Based on Persuasive Technology[J]. Furniture & Interior Design, 2021(7): 59-63.
- [13] 胡稀里. 智慧学习能力的内涵、本质与特征[J]. 教育评论, 2016(9): 38-41.
HU Xi-li. Connotation, Essence and Characteristics of Intelligent Learning Ability[J]. Education Review, 2016(9): 38-41.
- [14] 钟绍春. 人工智能支持智慧学习的方向与途径[J]. 中国电化教育, 2019(7): 8-13.
ZHONG Shao-chun. The Orientation and Route of Artificial Intelligence Supporting Intelligent Learning[J]. China Educational Technology, 2019(7): 8-13.
- [15] 成婉莹, 袁翔. 跨设备交互场景下参照域构建方法的设计策略研究[J]. 图学学报, 2021, 42(5): 874-882.
CHENG Wan-ying, YUAN Xiang. Research on Design Strategy of Referential Domain Formulation Methods in Cross-Device Interaction[J]. Journal of Graphics, 2021, 42(5): 874-882.
- [16] 刘革平, 农李巧. 从“泛智”论到泛在学习进阶智慧学习: 论“泛”教育思想的内在关联和价值意蕴[J]. 电化教育研究, 2020, 41(6): 27-32.
LIU Ge-ping, NONG Li-qiao. From "Pansophism" to Ubiquitous Learning to Smart Learning: On the Intrinsic Relevance and Value Implication of "Pan" Educational Thought[J]. e-Education research, 2020, 41(6): 27-32.
- [17] 王尔卓, 袁翔, 李士岩. 智能家居场景中会话智能体主动交互设计研究[J]. 图学学报, 2020, 41(4): 658-666.
WANG Er-zhuo, YUAN Xiang, LI Shi-yan. Proactive Interaction Design of Conversational Agent for Smart Homes[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(4): 658-666.
- [18] 艾兴, 赵瑞雪. 未来学校背景下的智慧学习: 内涵、特征、要素与生成[J]. 中国电化教育, 2020(6): 52-57.
AI Xing, ZHAO Rui-xue. Intelligent Learning in the Future School: Connotation, Features, Elements and Generation[J]. China Educational Technology, 2020(6): 52-57.

责任编辑: 陈作

(上接第170页)

- [7] AO JIANG, FOING BERNARD H, SCHLACHT IRENE LIA, et al. Colour schemes to reduce stress response in the hygiene area of a space station: A Delphi study[J]. Applied ergonomics, 2021, 98.
- [8] 江奥. 基于情绪适居性的空间站卫生区色彩设计研究[D]. 湖南: 湘潭大学, 2019: 18-24.
AO Jiang. Study on color design of health area of space Station based on emotional habitability [D]. Hunan: Xiangtan University, 2019: 18-24.
- [9] National Aeronautics and Space Administration. HUMAN Integration Design Handbook (NASA/SP-2010-3407) [R]. Washington D.C: NASA, 2010.
- [10] GJB 4856-2003, 中国男性飞行员人体尺寸[S].
GJB 4856-2003, The Body Size of Chinese Male Pilots[S].
- [11] 阮宝湘, 刘永翔, 董明明. 工业设计人机工程[M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2017.
RUAN Bao-xiang, LIU Yong-xiang, DONG Ming-ming. Ergonomics in Industrial Design[M]. 3rd ed. Beijing: China Machine Press, 2017.
- [12] LIANG Di, SUN gui zhi, WU Shuang. The Ergonomics Analysis in the Process of Reversed Loader Cylinder Virtual Assembly Based on CATIA and DELMIA[J]. MATEC Web of Conferences, 2016, 44: 02020.
- [13] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 4版. 北京: 北京理工大学出版社, 2011.
DING Yu-lan. Human Engineering[M]. 4th ed. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2011.
- [14] PARK S, RHIE Y L, LEE J H, et al. Development of Affective Modeling for Toilet Seat Comfort[C]// 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Bali, Indonesia. IEEE, 2016: 1746-1750.
- [15] 闻邦椿. 机械设计手册-轴 弹簧: 单行本[M]. 6版. 北京: 机械工业出版社, 2020.
WEN Bang-chun. Mechanical Design Manual-shaft Spring: Single Book[M]. 6th ed. Beijing: China Machine Press, 2020.
- [16] 王文军. 飞机驾驶舱人机工效设计与综合评估关键技术[D]. 西安: 西北工业大学, 2015.
WANG Wen-jun. Key Technologies of Aircraft Cockpit's Ergonomic Design and Comprehensive Evaluation[D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2015.
- [17] BARKANE A, PLATNIEKS O, JURINOVIS M, et al. UV-Light Curing of 3D Printing Inks from Vegetable Oils for Stereolithography[J]. Polymers, 2021, 13(8): 1195.

责任编辑: 陈作