

基于 ASD 儿童需求分析的干预 APP 交互设计研究

张丙辰¹, 杨俞玲², 韦懿洋¹, 孙福旭¹, 王瑞¹

(1.江苏师范大学 机电工程学院, 江苏 徐州 221116;

2.盐城工业职业技术学院 汽车与交通学院, 江苏 盐城 224300)

摘要: **目的** 目前我国自闭症谱系障碍儿童数量逐年上升, 为提升 ASD 儿童干预 APP 的训练效果、提高界面设计中合理决策的效率, 提出一种基于 Kano-熵权法的 ASD 儿童需求分析方法。**方法** 首先, 基于 Kano 模型收集 ASD 儿童干预 APP 的需求, 并根据相对满意度系数将其分为基本型、期望型、兴奋型三类; 其次, 运用熵权法计算各项需求指标的客观权重值; 然后, 结合权重值大小与 ASD 儿童干预训练的相关性进行案例设计实践, 并通过人机交互测试验证基于 ASD 儿童需求分析的干预 APP 是否有效地发挥了干预 APP 的效能。**结论** 融合 Kano-熵权法的 ASD 儿童干预 APP 交互设计, 将需求指标分为内容性、操作性和视觉性三个维度且内容性需求所占比重最大, 在此基础上运用人机交互测试验证 APP 的干预效果, 发现改进后的 APP 可以丰富界面内容、提升干预操作、增强视觉吸引力。基于 ASD 儿童需求分析的干预 APP 交互设计通过对内容、操作及视觉性需求的优化, 能够增强指示性、延长训练时长, 提升干预训练的有效性, 为后续相关设计提供了参考和依据。

关键词: 需求分析; Kano; 熵权法; ASD 儿童; 干预 APP

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)18-0122-14

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.016

Interactive Design of Intervention APP Based on Needs Analysis of ASD Children

ZHANG Bing-chen¹, YANG Yu-ling², WEI Yi-yang¹, SUN Fu-xu¹, WANG Rui¹

(1.School of Mechanical and Electrical Engineering, Jiangsu Normal University, Jiangsu Xuzhou 221116, China;

2.School of Automotive and Transportation, Yancheng Polytechnic College, Jiangsu Yancheng 224300, China)

ABSTRACT: At present, the number of children with autism spectrum disorders in China is increasing year by year. In order to improve the training effect of ASD children's intervention in APP and the efficiency of rational decision-making in interface design, a method of ASD children's needs analysis based on Kano-entropy weight method is proposed. First of all, based on the Kano model, the needs of ASD children's intervention in APP are collected and divided into three categories (basic type, expectant type and excitable type) according to relative satisfaction coefficient. Secondly, the objective weight value of each demand index is calculated by entropy method. Then, combined with the correlation between weight value and ASD child intervention training, case design practice is carried out, and human-computer interaction test is used to verify whether the intervention APP based on ASD needs analysis can effectively play the role of intervention in APP. The interactive design of ASD children's intervention APP integrating Kano-entropy weight method divides the demand indicators into three dimensions: content, operability and vision, and the content demand accounts for the largest proportion. On this basis, the human-computer interaction test is used to verify the intervention effect of APP. It is found that the improved APP can enrich the interface content, improve the intervention operation, and enhance the visual attraction. The intervention APP interaction design based on ASD child needs analysis can enhance indicative performance, extend training duration and enhance the effectiveness of intervention training by optimizing content, operation and visual needs, so

收稿日期: 2022-04-16

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目(18YJAZH123)

作者简介: 张丙辰(1976—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为儿童产品设计、交互设计。

通信作者: 杨俞玲(1997—), 女, 硕士生, 主攻工业设计及其理论、产品交互设计、儿童产品设计。

as to provide reference and basis for subsequent related design.

KEY WORDS: demand analysis; Kano; entropy method; ASD children; intervention APP

自闭症谱系障碍 (Autism Spectrum Disorders, ASD) 是一种发病于儿童发育早期, 以社会交往、沟通障碍和兴趣范围狭窄及行为重复刻板为主要特征的发育障碍^[1]。错过早期干预将危害儿童患者的健康成长。随着特殊教育法规的制定和完善, 自闭症儿童的干预训练逐渐从教师为主导转变为自主学习为主^[2]。自闭症谱系障碍儿童对眼睛视线方向的探测机制是完好的, 缺损的是根据眼睛视线方向的信息对他人的心理状态的判断推测能力^[3]。干预 APP 作为新技术下的视觉手段, 在自闭症康复领域中得到了广泛应用, 为 ASD 儿童的康复提供了高效率、低成本的有效途径^[4]。研究发现 ASD 儿童具有视觉学习优势, 以视觉提示为特征的干预 APP 训练有利于其更好发展^[5]。

1 相关研究

1.1 ASD 儿童用户需求分析

如今在市场竞争中, 用户满意度已成为主要关注点与先决条件, 因此从用户需求出发可以进一步实现用户对产品的情感诉求^[6]。用户需求是多层次的, 包括功能层面、生理/心理层面和主观情感层面。ASD 儿童通过视觉渠道所获得的对信息的识别、理解要优于其他感官, 且在视觉信息的加工上具有独特的优势^[7]。赵玉婉等^[8]通过感性工学提取 ASD 儿童对干预图卡的视觉需求表现为鲜明的、动感的、流畅的、新颖的、柔和的。王媚雪等^[9]通过 AHP 法分析 ASD 儿童康复产品的需求, 从安全性、耐久性、环保性、互动性、操作简单、结构设计合理、娱乐性、益智性、启发性 9 种需求角度对 3 款产品按优先级进行评价, 为 ASD 儿童康复产品设计提供有效参考。吕玥等^[10]从趣味性和训练性角度, 采用用户访谈方式获取 ASD 儿童在游戏过程中的语言需求和社交需求, 即降低复杂度、设计互动模式、多感官共同作用。姜亮等^[11]通过调研问卷显示 ASD 儿童辅助玩具的需求点包括老师和家长可以参与、能够发声、持续引起孩子注意以及在语言与感觉统合能力方面起到辅助作用。陈李斌等^[12]根据 ASD 儿童生理和心理特征, 对住宅空间的光环境需求进行深入分析, 总结出在生理、安全、学习、生活、定制化五个方面的具体需求, 进而创建一个舒适宜人、健康舒适的环境空间。

从以上多位学者的研究可以看出, 由于 ASD 儿童的行为特征具有特殊性, 因此对儿童开展具有针对性的需求分析, 有利于增强其积极性、提升干预效果。

1.2 ASD 儿童干预 APP 的研究现状

ASD 儿童线下干预训练课程通常存在训练过程

较慢、内容固定、场地限制、流程单一、儿童兴趣低沉等问题。APP 是 Application Program (应用程序) 的简称, 是指安装在移动终端设备上的、为用户提供各种便捷服务的第三方应用程序^[13]。作为信息社会下信息需求发展的结果, 近年来 APP 在自闭症康复教学领域发展迅速, 已成为一种重要的干预训练手段^[14]。

Neely 等^[15]发现, 应用程序在对自闭症个体的社会技能、情感技能、适应行为、沟通能力等的教学上是一个可行的工具。Silva 等^[16]通过应用程序对 ASD 儿童进行协作能力和社交技能训练, 结果表明能够明显提升其社交互动能力。Cihak 等^[17]在研究中运用心智解读软件对 ASD 儿童的情绪调节能力进行干预, 发现与传统行为训练项目相比, 其情绪的自我调节能力和社会适应能力皆得到了显著提高。Fage 等^[18]研究发现, 利用 APP 辅助儿童进行语言干预训练, 能够有效提升 ASD 儿童在自发的词汇和手势方面的使用效果。

APP 交互界面是用户获取信息的主要载体, 也是实现自我需求的重要入口, 其设计的优劣能够直接影响用户的视觉感受和操作体验^[19]。ASD 儿童干预 APP 交互界面的设计, 其目标是满足 ASD 儿童的需求, 提高其对干预 APP 交互界面的满意度, 进而提高干预效果。Bozgeyikli 等^[20]通过研究不同 APP 人机交互界面属性的变化对 ASD 儿童操作体验的影响, 发现其对低视觉保真度和使用动画指令的界面设计更有兴趣, 操作体验感更佳。Boste 等^[21]在探讨不同 APP 界面对 ASD 儿童干预效果的差异性时, 结果表明具有吸引力和引导性的界面能够有效提升其沟通能力。杨静等^[22]研究指出符合 ASD 儿童视觉需求的简洁、流畅的 APP 交互界面能够提升其满意度, 增加用户黏性。

通过以上研究可知, 符合 ASD 儿童视觉主导的干预 APP 凭借其教育性、便捷性、复现成本低等特点在康复训练中被广泛应用, 因此基于 ASD 儿童的需求, 从视觉、操作、内容的角度对干预 APP 展开研究, 将有利于提高积极性、增强体验感、提升干预效果。

2 基于 ASD 儿童需求分析的干预 APP 交互设计研究流程

2.1 Kano 模型的原理及应用

日本质量管理大师、东京理工大学教授 Noriaki Kano 于 1984 年提出了 Kano 模型, 该模型可以帮助设计师了解不同层次的用户需求, 并对用户需求进行分类和优先排序, 提高产品设计质量^[23]。Kano 模型将用户对产品的需求定义为五个层次, 包括基本型需

求、期望型需求、兴奋型需求、无差异需求和反向型需求,见图1。Kano模型作为一种分析和规划质量与

用户满意度的工具,目前已广泛应用于产品设计、交互设计、服务体验设计等领域^[24-26]。

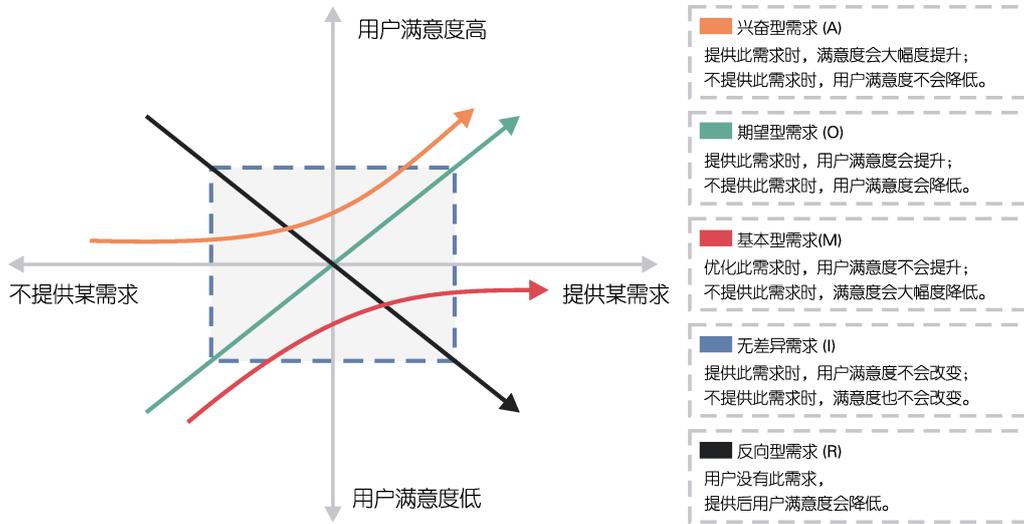


图1 Kano模型
Fig.1 Kano model

Ginting 等^[27]运用 Kano 模型对网站界面的需求重要度进行计算,发现用户需求主要集中在便利性、安全性和时效性方面,进而对网站界面进行了改良、创新设计。徐凯等^[28]基于 Kano 模型,从 30 项儿童保健护理服务需求中确定了 11 项服务属于改进区,对其分层次改进以提高护理品质。

2.2 熵权法

熵权法是指根据各项指标观测值的变异程度确定指标权重的客观赋权法,能够从众多的信息量中找出指标之间隐藏的规律性,有效避免了主观因素带来的偏差。李寻等^[29]将熵权法应用于儿童教育 APP 角色绘图方式的研究中,有效地评价角色的兴趣性、显著性和引导性,为 APP 角色设计提供参考依据。杨俞玲等^[30]将 AHP-熵权法应用于 6 种 ASD 儿童干预 APP 导航界面设计评价中,筛选出能够更好地提升导

航界面关注度、吸引力和引导性的最佳方案。

2.3 ASD 儿童干预 APP 界面设计流程

将 Kano 模型与熵权法相结合运用于 ASD 儿童干预 APP 界面的设计研究中,一方面可以削弱 Kano 模型处理需求指标时的主观性;另一方面通过熵权法对各项需求指标进行定量分析,进一步对指标的重要度进行量化,提高研究的准确性和可信度,为交互界面的设计完善了方向与思路。研究流程如图 2 所示。

2.3.1 获取用户需求信息

获取用户需求信息是在产品设计和开发的早期阶段对用户需求所作的调查与研究,其目的在于优化产品价值,提升用户体验。常见的获取用户需求的方式主要有四种:用户访谈、调查问卷、可用性测试和数据分析。

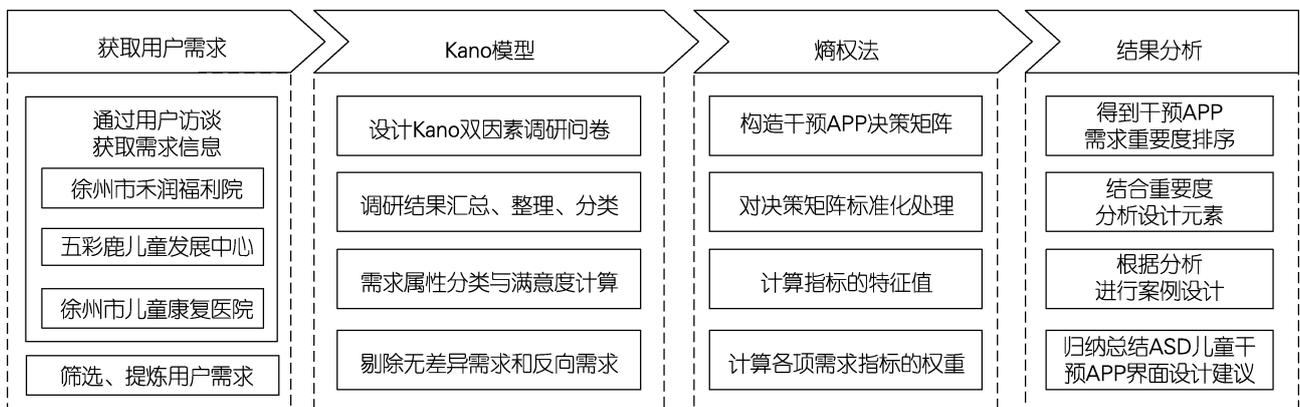


图2 研究流程
Fig.2 Research process

2.3.2 基于 Kano 模型的用户需求分类

基于 Kano 模型的用户需求分类主要包括 4 个步骤: Kano 问卷设计、用户需求整理、满意度系数计算和需求分类、剔除无差异需求和反向型需求。

1) 双因素问卷由每一个需求/功能问题的正向和负向两个子问题构成, 分别是用户在面对具备或者不具备某项需求时的接受程度。双因素调查问卷通过将产品的客观性与用户的主观性联系在一起, 为产品质量评估、用户满意度评估、产品设计指导等方面提供了参考^[31]。

2) 汇总调查数据, 按照正向问题和负向问题的回答填写需求分类表^[32]。需求分类表(如表 1 所示)是指通过把产品服务的属性转化成用户需求, 依据需求要素的详细分类, 寻求和理解用户对这些需求的态度, 以指导设计师进行相关决策^[33]。

表 1 需求分类表
Tab.1 Demand classification table

		不具备某需求				
		非常喜欢	喜欢	没意见	不喜欢	很不喜欢
具备某需求	非常喜欢	—	A	A	A	O
	喜欢	R	I	I	I	M
	没意见	R	I	I	I	M
	不喜欢	R	I	I	I	M
	很不喜欢	R	R	R	R	—

3) 当用户需求分类的最大值相等或者差距较小时, 采用“取最大值”法确定用户需求的类型缺乏严谨性^[34]。1993 年 Berger^[35]提出, 当用户对需求指标类型判断的百分比相差在 5% 以内时, 可以通过计算用户满意度系数比值的方式来解决这一问题, 如式(1)和式(2)所示:

$$SI_i = (A_i + O_i) / (A_i + O_i + M_i + I_i) \quad (1)$$

$$DI_i = -(M_i + O_i) / (A_i + O_i + M_i + I_i) \quad (2)$$

其中, SI_i 表示相对满意度系数, 即产品具备某需求时对用户满意度的影响; DI_i 表示相对不满意度系数, 即产品不具备某需求时对用户满意度的影响。

A_i 、 M_i 、 O_i 、 I_i 、分别表示在问卷调查中, 用户对同一需求问题选择该类需求类型的比值。用户满意度系数比值 RI_i 即为 SI_i / DI_i 的绝对值, RI_i 的取值范围如表 2 所示^[36]。这种分类方法既可以对用户需求指标进行准确的分类, 又可以清楚地了解到具备或者不具备某需求时对用户满意度的影响程度。

表 2 RI_i 对应的需求类型
Tab.2 Demand classification table

RI_i 范围	<0.9	0.9~1.1	>1.1
需求类型	M	O	A

4) 无差异需求指提供该需求时用户满意度不会上升, 不提供该需求时, 用户满意度也不会下降, 即用户对该类需求持无所谓的态度, 不会对整体设计造成影响, 应予以剔除; 反向型需求指用户没有此类需求, 提供后反而会造成满意度下降, 会对设计产生反向影响, 也应予以剔除。

2.3.3 使用熵值法计算需求指标权重

使用熵权法计算需求指标权重主要包括 4 个步骤: 构造决策矩阵、标准化处理、计算特征值和熵值以及需求指标权重的计算。

1) 邀请 m 名专家采用五级 Likert 量表(1—5 分: 非常不重要、不太重要、一般、重要、非常重要)对最终筛选出来的 n 个需求指标进行重要度评价, 构造决策矩阵 $B = (b_{ij})_{m \times n}$, 第 i 个专家对第 j 个需求指标的评分用 b_{ij} 表示:

$$B = (b_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

2) 专家对需求指标的评价越高, 说明该需求指标越重要, 故判定需求指标属于正向指标, 即指标数值越大越好。然后使用正相关公式对决策矩阵 B 进行标准化处理:

$$b'_{ij} = \frac{b_{ij} - \min b_{ij}}{\max b_{ij} - \min b_{ij}} \quad (3)$$

利用式(4)计算第 j 个需求指标下第 i 个专家的评价特征值比重, 即第 i 个专家对第 j 个需求指标评价的指标比重值, 得到矩阵 $C' = (C'_{ij})_{m \times n}$ 。

$$C'_{ij} = \frac{b'_{ij}}{\sum_{j=1}^n b'_{ij}} \quad (4)$$

再计算第 j 个需求指标的熵值 E_j :

$$E_j = -k \sum_{j=1}^n c_{ij} \ln c_{ij}, K = \frac{1}{\ln n} \quad (5)$$

4) 由第 j 个需求指标的熵值, 可以计算出该需求指标的权重 W_j :

$$W_j = \frac{1 - E_j}{n - \sum_{j=1}^n E_j}, 0 \leq W_j \leq 1, \sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (6)$$

3 实例研究

3.1 获取 ASD 儿童需求

通过对徐州市及周边县市特殊教育服务机构(包括徐州市淮海爱舟康复托养中心、徐州市小海豚儿童康复中心、邳州市七彩虹儿童康复中心、沛县明欣残障儿童康教中心等)在自身发展、师资力量、样本数

量、课程设置、公益活动等方面的实地比较,排除设施不完善、在校人数较少的机构,最终选择规模、影响力、综合实力都较为出色的徐州市禾润福利院、五彩鹿儿童发展中心和儿童康复医院3所权威机构(见表3)作为样本。联系禾润福利院、儿童康复医院和五彩鹿儿童发展中心,与其沟通本次设计的重点与创新点,使其帮助选取本科以上学历层次、专业背景为特殊教育或心理学、自闭症理论扎实、教学能力强、且工作年限三年以上的9名教辅人员^[37]。邀请3位来自ASD儿童产品设计、儿童APP设计、视觉传达设计领域的设计师,其熟知ASD儿童视觉特点和行为模式、儿童APP设计痛点,能够设计出具有针对性的干预APP。教辅人员与资深设计师组成的专家团配合完成本次需求获取以及需求重要度评价。

熊韵佳等^[38]将视觉界面的需求总结为层级分明的导航系统、简洁美观的界面色彩、清晰合理的界面

布局、简洁直观的界面文字等;Ho等^[39]将APP的需求划分为字体样式直观、导航清晰明确、翻页速度适中、内容沉浸感强、图标元素指示性强等;朱南瑾等^[40]在儿童美术类APP交互界面研究中,将交互APP需求确定为内容丰富多样、交互操作简单、卡通形象、色彩明确直观、界面简洁明了、导航布局清晰等。通过查阅上述相关文献,最终整理出40项APP需求指标,在此基础上与专家团进行深度访谈,筛选出能够引导ASD儿童持续关注、激发儿童兴趣、具有清晰指示性,又能满足家长参与辅助治疗、实现有效家庭干预的指标,最终确定了26项干预APP的用户需求,详细信息如表4所示。

3.2 基于Kano模型的ASD儿童需求分类

根据表4中的用户需求信息,对用户进行Kano模型的双因素问卷设计。调研问卷的部分内容见表5。

表3 问卷调查机构
Tab.3 Questionnaire research institutions

机构名称	资质简介	主要影响
五彩鹿儿童发展中心	国内最早从事自闭症儿童康复的机构,受政府、中国残疾人联合会等部门多年扶持,现有14个连锁校区,遍布全国一线城市	2004年发布中国自闭症领域第一份行业报告和《五彩鹿儿童行为矫正中心自闭症康复干预十年数据》,在国内自闭症儿童领域具有权威的行业影响力
禾润福利院	淮海经济区专业儿童康复机构,中国社会组织评估3A单位,省市残联0~6岁贫困家庭残疾儿童康复项目定点机构	承担全市区乃至淮海经济区范围残疾儿童的康复工作,每天治疗200多人次,采用“康教结合”的教学方式,具有一定影响力
儿童康复医院	淮海经济区集医教研防为一体的公办三级甲等儿童医院,位于2019年中国儿童医院50强的第25名	2008年被认定为徐州市残疾儿童定点康复机构,是徐州市具有较强实力的自闭症儿童康复中心

表4 干预APP用户需求信息整理
Tab.4 Intervention in the collation of APP user demand information

编号	界面需求指标	编号	界面需求指标	编号	界面需求指标
X ₁	布局规整合理	X ₁₀	造型形象生动	X ₁₉	关卡内容多样
X ₂	色彩搭配和谐	X ₁₁	导航清晰明确	X ₂₀	奖励机制丰富
X ₃	操作反馈良好	X ₁₂	场景仿真度高	X ₂₁	两种模式切换
X ₄	跳转速度适中	X ₁₃	人物元素丰富	X ₂₂	操作历史记录
X ₅	信息简洁直观	X ₁₄	家庭场景运用	X ₂₃	图标元素美观
X ₆	内容辨识度高	X ₁₅	形状简约几何	X ₂₄	趣味字体形式
X ₇	语音交互功能	X ₁₆	内容吸引力高	X ₂₅	主体风格调节
X ₈	提供引导视频	X ₁₇	情节连贯合理	X ₂₆	个人平台推送
X ₉	操作简单便捷	X ₁₈	个性功能定制		

表5 问卷示例
Tab.5 Sample questionnaire

问题	满意度					
正向问题: 如果ASD儿童干预APP具备布局规整合理的功能时,您的评价是?	非常喜欢	理应如此	无所谓	勉强接受	很不喜欢	
负向问题: 如果ASD儿童干预APP不具备布局规整合理的功能时,您的评价是?	非常喜欢	理应如此	无所谓	勉强接受	很不喜欢	

由于 ASD 儿童的语言表达能力较弱, 为确保问卷的数量、质量和有效性, 故本次实验的被试均为具有丰富经验的教辅人员和家长^[41]。调研之前向教辅人员与家长详细介绍每个界面需求指标的内容及含义, 提高该问卷获取信息的可靠性。

调查问卷的数量与调研结果的可信度相关^[42]。因此, 分别在徐州市禾润福利院、五彩鹿儿童发展中心和儿童康复医院 3 所机构发放调查问卷(历时 5 天), 希望得到较多样本, 以增加可信度和可靠度。但由于调研问卷作答时间较长, 最终共发放 105 份纸质问卷, 剔除不完整、不规范作答(全部选同一选项)的无效问卷, 收回问卷 87 份, 其中有效问卷 82 份, 问卷有效率为 78.1%。结合表 1、表 2 以及式(1)和式(2)进行用户需求分类, 同时针对因 A_i 、 M_i 、 O_i 、 I_i 值较为接近导致在确定用户需求类型时出现不严谨的问题, 采用上文所提及的用户满意度系数进行解决。 SI_i 即正向问题的相对满意度数值, DI_i 即反向问题的相对不满意度数

值, 当 $SI_i > 0.5$, $|DI_i| > 0.5$, 属于期望型需求; $SI_i > 0.5$, $|DI_i| < 0.5$, 属于魅力型需求; $SI_i < 0.5$, $|DI_i| < 0.5$, 属于无差异型需求; $SI_i < 0.5$, $|DI_i| > 0.5$, 属于必备型需求。最终问卷调研结果如表 6 所示。

由表 6 可知, 用户需求 X_7 、 X_{10} 、 X_{13} 、 X_{14} 、 X_{18} 、 X_{19} 、 X_{20} 和 X_{24} 为兴奋型需求, 是提升魅力、带来愉悦的用户体验的关键因素, 应予以重视; 用户需求 X_9 、 X_{11} 和 X_{16} 为期望型需求是影响用户满意度的重要的影响因素, 也是建立用户忠诚度的关键要素; X_1 、 X_3 、 X_4 、 X_5 和 X_{22} 为基本型需求为基础设计元素, 可以最大程度降低用户不满意度^[43]; 用户需求 X_2 、 X_8 、 X_{12} 、 X_{15} 、 X_{17} 、 X_{21} 、 X_{23} 和 X_{25} 为无差异需求, 是用户较少关注的需求, 对干预 APP 界面设计影响较小, 应予以剔除; 用户需求 X_{26} 为反向型需求, 可能是由于对 ASD 儿童隐私性的保护, 教辅人员与家长不愿意泄露儿童信息, 提供个人平台推送的功能后会导致满意度下降, 故将其剔除。

表 6 问卷调研结果
Tab.6 Questionnaire survey results

编号	A_i %	M_i %	O_i %	I_i %	R_i %	满意度系数 SI_i	不满意度系数 DI_i	满意度系数比值 RI_i	分类
X_1	29.3	54.9	11.0	4.9	0.0	0.40	-0.66	0.61	M
X_2	9.8	31.7	17.1	40.2	1.2	0.27	-0.49	0.55	I
X_3	13.4	47.6	26.8	12.2	0.0	0.40	-0.74	0.54	M
X_4	9.8	52.4	13.4	24.4	0.0	0.23	-0.66	0.35	M
X_5	31.7	41.5	19.5	7.3	0.0	0.51	-0.61	0.84	M
X_6	29.3	24.4	34.1	9.8	2.4	0.65	-0.60	1.08	O
X_7	39.0	12.2	31.7	17.1	0.0	0.71	-0.44	1.61	A
X_8	25.6	3.7	19.5	47.6	3.7	0.47	-0.24	1.95	I
X_9	26.8	20.7	45.1	6.1	1.2	0.73	-0.67	1.09	O
X_{10}	42.7	12.2	18.3	24.4	2.4	0.63	-0.31	2.00	A
X_{11}	26.8	18.3	42.7	12.2	0.0	0.70	-0.61	1.14	O
X_{12}	14.6	3.7	17.1	62.2	2.4	0.33	-0.21	1.53	I
X_{13}	59.8	3.7	18.3	18.3	0.0	0.78	-0.22	3.56	A
X_{14}	48.8	0.0	4.9	46.3	0.0	0.54	-0.05	11.00	A
X_{15}	19.5	13.4	20.7	45.1	1.2	0.41	-0.35	1.18	I
X_{16}	22.0	11.0	46.3	20.7	0.0	0.68	-0.57	1.19	O
X_{17}	29.3	3.7	32.9	34.1	0.0	0.62	-0.37	1.70	I
X_{18}	33.8	15.0	17.5	32.5	1.3	0.52	-0.33	1.58	A
X_{19}	40.5	23.8	3.6	28.6	3.6	0.46	-0.28	1.61	A
X_{20}	5.1	18.3	25.6	8.5	2.4	0.73	-0.45	1.61	A
X_{21}	29.3	13.4	12.2	36.6	8.5	0.45	-0.28	1.62	I
X_{22}	25.6	52.4	13.4	8.5	0.0	0.39	-0.66	0.59	M
X_{23}	18.3	6.1	32.9	41.5	1.2	0.52	-0.40	1.31	I
X_{24}	35.4	22.0	29.3	13.4	0.0	0.65	-0.51	1.26	A
X_{25}	30.5	4.9	17.1	43.9	3.7	0.49	-0.23	2.17	I
X_{26}	0.0	3.7	0.0	26.8	69.5	0.00	-0.12	0.00	R

3.3 熵值法计算需求指标权重

结合关键性技能训练法 (Pivotal Response Treatment, PRT), 再次邀请专家团对 8 项兴奋型需求、5 项基本型需求和 4 项期望型需求进行重要度评价, 过程中采用五级 Likert 量表, 并构造决策矩阵。PRT 强调在自然的教育环境和家庭环境中训练自闭症儿童, 与本文设计干预 APP 的意图一致。评价结果如表 7 所示。评价需求指标时, 应着重考虑: 简洁直观、清

晰合理的引导性; 可切换模式的关卡内容; 丰富的奖励机制; 培养关注力与抗干扰能力; 提升互动性与趣味性, 进而提高干预效果^[44]。

然后根据式 (3) 对决策矩阵进行标准化处理, 得到干预 APP 界面用户需求重要度评价的标准化矩阵。接着由式 (4) 和式 (5) 计算得出各项用户需求指标的熵值; 在此基础上, 由式 (6) 可计算出各项用户需求指标的权重值, 如表 8 所示。

表 7 用户需求重要度评价结果
Tab.7 Evaluation results of user demand importance

	X_1	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{14}	X_{16}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{22}	X_{24}
教辅 1	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	3	4	3	3	5	5	4
教辅 2	4	4	5	5	4	3	3	2	4	3	2	5	2	3	3	4	4
教辅 3	5	4	4	3	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	4	1
教辅 4	4	3	4	4	4	3	3	5	4	3	4	4	3	4	4	4	2
教辅 5	3	4	5	3	4	4	5	3	5	5	2	4	4	4	3	5	2
教辅 6	5	4	4	5	5	3	4	5	4	5	3	4	2	4	4	5	2
教辅 7	5	5	4	3	4	5	3	4	5	3	3	5	2	3	3	4	3
教辅 8	4	4	5	4	5	4	4	2	5	3	4	5	3	5	3	4	3
教辅 9	5	4	4	5	4	4	4	3	4	3	5	5	3	5	3	4	1
设计师 1	5	3	3	3	5	3	4	4	5	5	2	4	4	3	4	4	2
设计师 2	4	5	4	5	5	4	4	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4
设计师 3	4	4	4	5	4	4	3	2	5	3	3	4	3	4	4	5	3

表 8 干预 APP 界面用户需求指标的权重
Tab.8 Weight of user demand index of intervention app interface

Kano 需求类型	编号	权重值	排序	Kano 需求类型	编号	权重值	排序
基本型需求	X_1	0.034 20	17	兴奋型需求	X_7	0.065 98	5
	X_3	0.041 11	15		X_{10}	0.050 54	12
	X_4	0.034 33	16		X_{13}	0.064 71	6
	X_5	0.056 01	10		X_{14}	0.050 79	11
	X_{22}	0.101 13	1		X_{18}	0.048 57	13
期望型需求	X_6	0.072 79	4	X_{19}	0.056 85	8	
	X_9	0.056 46	9	X_{20}	0.075 86	3	
	X_{11}	0.062 01	7	X_{24}	0.043 13	14	
	X_{16}	0.085 53	2				

4 研究结果

4.1 大数据驱动的服务设计

结合相关文献研究^[45-46], 对实验所得的需求指标权重进行整理。在 Saaty^[47]将 APP 评价指标分为情感性、内容性、审美性的基础上, 综合教辅人员与设计师的意见, 根据 ASD 儿童干预 APP 的相关性, 将 17 项指标分为内容性指标、操作性指标、视觉性指标三种类型, 见图 3。内容性指标即从干预 APP 的内容模式和 ASD 儿童的受众群体角度进行研究, 根据 ASD

儿童的视觉认知特点, 设计能引起儿童持续注意力的界面内容。操作性指标即从干预 APP 界面的操作机制角度进行研究, 根据干预 APP 用户体验, 使设计符合用户的操作行为模式。视觉性指标即从文字、色彩、图像和视频等多种视觉元素角度进行研究, 根据 APP 界面图形的指示性、引导性, 设计有效的界面布局、导航层次、色彩搭配及图标。

第一类包括内容界面辨识度高、家庭场景运用、内容界面吸引力高、关卡内容多样、奖励机制丰富以及操作历史记录, 可以看出, 这六项指标主要与干预 APP 所包含的功能内容及用户认知解码相关, 因此将

此类命名为内容性指标。第二类包括操作反馈良好、跳转速度适中、语音交互功能、操作简单便捷和个性功能定制, 可以看出, 这五项指标主要与干预 APP 使用过程中的操作机制相关, 因此将此类命名为操作性指标。第三类包括布局规整合理、信息简洁直观、造型形象生动、导航清晰明确、人物元素丰富以及趣味字体形式, 可以看出, 这六项指标主要与干预 APP 界面的视觉信息编码形式相关, 因此将此类命名为视觉性指标。

	基本型需求	兴奋型需求	期望型需求
视觉性需求		趣味字体形式	
	信息简洁直观	造型生动形象	导航清晰明确
	布局规整合理	人物元素丰富	
操作性需求	跳转速度适中	个性功能定制	
	操作反馈良好	语音交互功能	操作简单便捷
内容性需求		关卡内容多样	内容吸引力高
	操作历史记录	家庭场景运用	内容辨识度高
		奖励机制丰富	

图 3 需求指标分类图

Fig.3 Classification chart of demand indicators

通过分类整理, 将各项需求指标的权重值按三种类型分别相加, 即可得到内容性指标、操作性指标、视觉性指标的权重值, 且 $W_{\text{内容性指标}} + W_{\text{操作性指标}} + W_{\text{视觉性指标}} = 1$ 。干预 APP 的三种需求类别权重排序为: 内容性指标 > 视觉性指标 > 操作性指标, 即 ASD 儿童对内容性指标的需求度最高 (见表 9)。因此在设计过程中, 可以考虑将内容性指标作为最为关键性的核心内容。

表 9 需求指标分类
Tab.9 Demand index classification

需求类别	编号	权重值
内容性需求	$X_6, X_{14}, X_{16}, X_{19}, X_{20}, X_{22}$	0.442 94
操作性需求	$X_3, X_4, X_7, X_9, X_{18}$	0.246 45
视觉性需求	$X_1, X_5, X_{10}, X_{11}, X_{13}, X_{24}$	0.310 61

在 ASD 儿童干预 APP 交互设计的内容性指标中, “操作历史记录” “内容吸引力高” 和 “奖励机制丰富” 三项指标的需求权重值最高, 说明干预 APP 满足以上三项需求时, 用户的满意度越高。结合对所有内容性指标的降序排列, 隶属基本型需求的 “操作历史记录” 位列首位, 说明在设计过程中应首先满足以更加便捷的方式保存、管理和查看操作历史记录的功能;

隶属期望型需求的 “内容吸引力高” 位列第二, 因此干预 APP 中要包含丰富的生活技能、社交技能、职业技能等内容; 隶属兴奋型需求的 “奖励机制丰富” 位列第三, 需完善、丰富奖励机制, 不断增强界面内容的吸引力, 以提高 ASD 儿童的学习兴趣。

在 ASD 儿童干预 APP 交互设计的操作指标中, 数据显示 “语音交互功能” 和 “操作简单便捷” 的需求权重值较高。APP 界面设计应满足用户对产品易用性的需求, 符合用户认知习惯, 以便进行快速操作^[48]。因此, 在干预 APP 界面操作功能的设计过程中, 将图片、声音、视频及智能语音交互等多种形式结合起来, 降低不必要的操作流程, 减少学习时间, 增强交互体验感, 为自闭症群体的语言模块训练提供更多可能性。

在 ASD 儿童干预 APP 交互设计的视觉性指标中, “导航清晰明确” 和 “人物元素丰富” 的需求权重值较高。这说明 APP 界面的视觉效果设计能够直接影响用户对产品的第一印象和用户的使用情绪, 且相比于其他获取信息的方式, 视觉信息更容易引起 ASD 儿童的关注^[49]。因此在设计过程中, 要对界面视觉信息进行合理的规划, 丰富人物元素, 使形状色彩符合视觉认知特点, 提供清晰明确、引导性强的导航设计, 避免出现干扰信息, 从而减少视线流和操作流的无效往复, 降低用户的认知负荷。

4.2 设计案例

在需求指标分类的基础上, 结合 ASD 儿童的心理特点^[50-52], 从内容性、操作性、视觉性三个方面, 对界面加以改进, 界面改进细节见图 4。

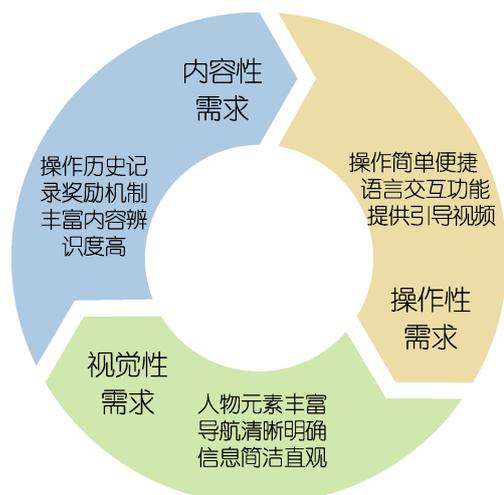


图 4 ASD 儿童干预 APP 界面改进细节
Fig.4 ASD child intervention APP interface improvement content

以提升情绪能力为主题, 对 ASD 儿童干预 APP 进行相关界面设计创新实践, 提高干预效果, 如图 5 所示。



图5 ASD儿童干预APP界面设计案例
Fig.5 Design case of ASD children intervention APP interface

首先针对内容性指标,在设计实践中应给予适当的满足。儿童在使用干预APP过程中,会进行多次同一游戏或不同游戏操作,设计操作历史记录功能,能够详细记录儿童对情绪识别、匹配、挑战、模仿的训练程度,方便教辅人员能够充分了解家庭干预过程中儿童的成长动态和训练结果(见图3d),课上与课下相结合可有效提高干预训练的效率,同时也有效解决了遇到突发情况而被迫中断操作的问题^[53]。考虑到ASD儿童的视觉认知特点,界面背景中界面背景运用了怪兽、飞船、儿童、地球等元素,丰富了界面背景,提高了吸引力(见图3a)。此外,在每个关卡结束之后,设计了形式多样的奖励机制,能够激发儿童的学习兴趣,提升干预训练效果(见图3f)。

对于操作性指标,在设计实践中应给予关注。作为一款ASD儿童干预APP,应既能使儿童清晰使用也可以使家长有效参与,为了确保干预APP的实用性、舒适性和便捷性^[54],APP的界面设计应符合图形简练、步骤简单、易于操作的特点,因此,在设计时将导航按钮分布于界面两端,均采用简单的图形符号,如箭头表示返回、×号表示关闭、房子表示首页等,以黄色为底,清晰明显,指引性强(见图3e)。游戏开始之前、使用过程中以及游戏结束之后均有语音播报功能,有助于引导家长辅助儿童进行下一步操作,增加沉浸感,提升用户体验^[55]。

最后是视觉性指标,考虑界面的视觉中心是设计的基础,必须把有效信息放置在屏幕的视觉焦点^[56],因此将界面中主要内容设置为浅蓝色,引导儿童的视线向画面中集中,突出重点。此外,在干预训练的过程中,需要将训练内容与周围环境和实际生活场景相结合,自闭症儿童才能够感受和理解训练内容,因此,

在界面设计中运用了大量的动物、人物和器物角色,活泼生动,有利于拉近儿童与界面的距离。角色与关卡选择时使用了白色边框进行辅助,能够突出重要内容,引起儿童的好奇心,促使其进行屏幕点击,增强了人机交互的频率(见图3b和图3c)。

4.3 验证实验

为了验证基于ASD儿童需求分析的干预APP交互设计能否有效提高儿童情绪能力,采用眼动实验进行人机交互测试。

4.3.1 被试

在徐州市五彩鹿儿童发展中心招募3~6岁的自闭症儿童28名(男童16名,女童12名)作为被试,所有被试具备一定的理解能力和社交能力。

4.3.2 实验仪器与程序

本研究使用aSee Glasses眼镜式眼动仪、分辨率为2650*1600px的微软12.3英寸Surface Pro 7,以及附带的aSee Glasses Studio软件记录被试眼动数据,显示屏与被试者眼睛之间的距离为65cm,注视持续时间大于100ms为一次注视。整个实验过程在安静的房间内进行,正式实验前进行3点校准。正式实验过程中被试坐在电脑前65cm,语音提示开始后自动播放样本。

4.3.3 实验准备

陆金生等^[55]指出,首次注视时间、注视时间比、目标注视率和注视频率等眼动数据指标可以反映被关注的程度,与用户的兴趣性密切相关。张仙峰等^[57]发现,回看时间比、再注视比可以通过用户视线变化的频繁程度来反映界面操作的引导性。韩映虹等^[58]

研究表明,首次注视前时间和首次注视前次数等眼动指标可以反映事物被察觉的容易程度,与视觉特性关联较大。综上,构建 ASD 儿童干预 APP 评价维度及眼动指标,见表 10。

在应用商店中选取下载量高且以 ASD 儿童认识情绪、调节情绪为主题的情绪干预 APP——《知情解意》,选择包含登录界面、内容界面、操作界面、和情绪干预界面在内的 6 个样本作为对照样本,本文以内容性、操作性、视觉性指标的界面设计为实验样本,

详细界面样本见图 6。

4.3.4 实验结果

为了提高 ASD 儿童干预 APP 评价的准确度,使用 SPSS 22.0 对眼动实验的数据进行信度分析,整体数据的克伦巴赫系数 $\alpha=0.908$,即本实验数据满足信度要求且具有较高说服力;对其进行方差分析, $p<0.05$,说明数据全部呈现出显著性差异。ASD 儿童干预 APP 的眼动实验详细数据见表 11。

表 10 干预 APP 评价维度及眼动指标
Tab.10 Intervention in APP evaluation dimension and eye movement index

评价维度	眼动指标	表达含义
内容性	首次注视时间 (FFD)	落入界面内首个注视点的持续时间,首次注视时间越长,表明被试对该界面的关注越高,界面内容的吸引力越大。
	注视时间比 (PFD)	界面内的注视时长/屏幕的注视时长,即被试对界面注视时间的分配,注视时间比越大,表明此界面的内容越具有吸引力。
操作性	回看时间比 (GBTR)	界面内操作区域回视时间/总注视时间,回看时间比越大,说明回视时间越长,该界面的操作引导性越好。
	再注视比 (RR)	界面内操作区回看次数/总注视次数,再注视比越高,说明对该兴趣区的回看次数越多,认知效率越好,操作性越强。
视觉性	首次注视前时间 (TFF)	从观看样本至视线第一次注视界面的时长,首次注视前时间越短,界面越容易被注意,视觉性越强。
	首次注视前次数 (FB)	从样本呈现至第一次注视到界面之间的次数,数值越小,说明界面越容易被察觉,视觉性越强。



图 6 干预 APP 界面对比眼动实验样本
Fig.6 Intervention in APP interface eye movement experiment sample

表 11 干预 APP 界面对比眼动数据
Tab.11 Eye movement data of control samples and experimental samples

	FFD	PFD	GBTR	RR	TFF	FB
X_1	0.15 (0.31)	0.21 (0.30)	0.18 (0.23)	0.22 (0.22)	0.06 (0.06)	7.29 (4.71)
X_2	0.19 (0.40)	0.22 (0.37)	0.18 (0.29)	0.20 (0.28)	0.07 (0.06)	8.18 (5.46)
X_3	0.20 (0.25)	0.19 (0.31)	0.15 (0.26)	0.17 (0.25)	0.09 (0.08)	11.14 (8.57)
X_4	0.19 (0.25)	0.23 (0.28)	0.20 (0.24)	0.21 (0.25)	0.09 (0.08)	10.39 (9.61)
X_5	0.22 (0.40)	0.16 (0.30)	0.12 (0.21)	0.14 (0.24)	0.16 (0.06)	18.61 (6.32)
X_6	0.11 (0.26)	0.14 (0.26)	0.11 (0.20)	0.15 (0.24)	0.13 (0.05)	15.68 (6.29)

通过对被试的眼动实验数据进行分析发现,实验样本相较于对照样本在内容性、操作性、视觉性交互方面均有所提升,为了对实验结果进行更加准确清晰的分析,配以雷达图辅助展示实验数据,见图7—9。

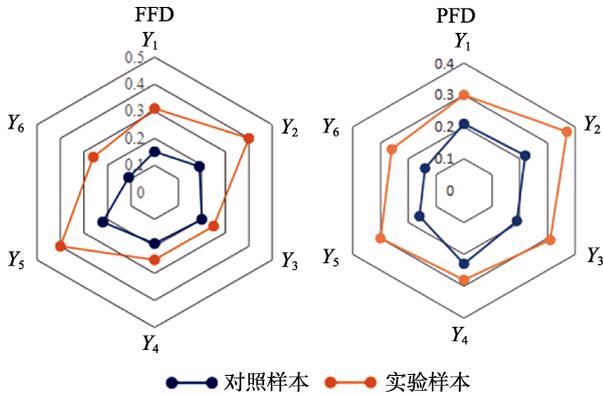


图7 实验样本的 FFD 与 PFD 均值雷达图
Fig.7 Interfering with FFD and PFD radar charts of APP interface samples

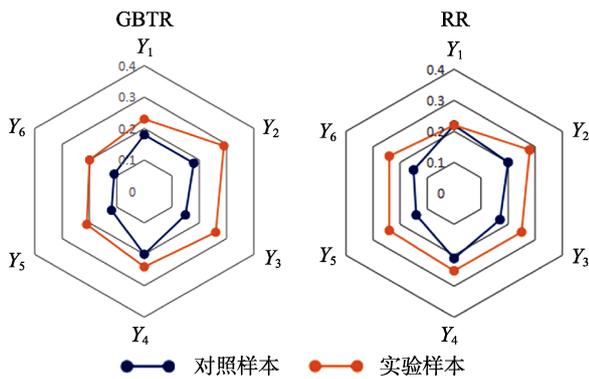


图8 干预 APP 界面样本 GBTR 与 RR 均值雷达图
Fig.8 Interfering with GBTR and RR radar charts of APP interface samples

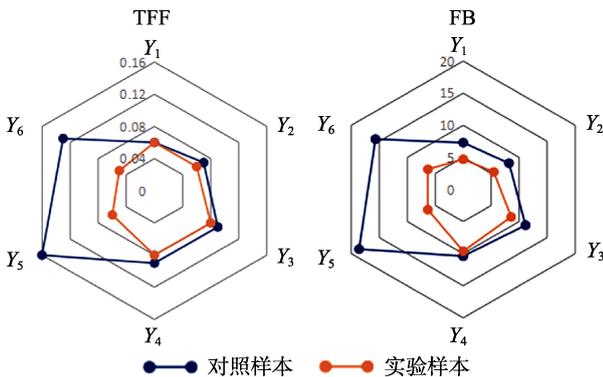


图9 干预 APP 界面样本 TFF 与 FB 均值雷达图
Fig.9 Interfering with TFF and FB radar charts of APP interface samples

由图7可知,当 $FFD=0.40$ 、 $PFD=0.37$ 时,ASD儿童的偏好最为显著。根据表10,首次注视时间和注视时间比越大,说明界面内容的吸引力越高,因此,当 $FFD>0.40$ 、 $PFD>0.37$ 时,界面内容丰富、吸引力高,能够促使ASD儿童获得持续注意力;当 $FFD<0.40$ 、

$PFD<0.37$ 时,界面内容相对缺乏辨识度与兴趣性。

实验样本中分别增加了属于兴奋型需求的奖励机制、动态信息,属于期望型需求的界面内容元素,属于基本型需求的历史记录功能之后,有效提高了儿童在实际交互过程中对内容的关注度。

因此,基于基本型、期望型、兴奋型三种需求对内容性指标加以强化,可以提升干预训练的持续性并延长训练时间。

由图8可知,当 $GBTR=0.40$ 、 $RR=0.28$ 时,ASD儿童的偏好最为显著。根据表10,回看时间比与再注视比越大,说明界面具有良好的操作引导性,因此,当 $GBTR>0.40$ 、 $RR>0.28$ 时,界面导航、指示清晰明确,有助于提高界面的点击率与转化率;当 $GBTR<0.40$ 、 $RR<0.28$ 时,界面指示相对模糊,增加了儿童的操作难度。

实验样本中分别增加了属于兴奋型需求的引导视频与语音播报功能,属于期望型的箭头等简单指示图形,属于基本型的界面跳转流畅,在一定程度上提高了用户满意度,建立了儿童对APP的忠诚度。

因此,基于基本型、期望型、兴奋型三种需求,对操作性指标进行强化可以增强交互反馈的实时性,带来高效、愉悦的交互体验。

由图9可知,当 $TFF=0.05$ 、 $FB=4.71$ 时,ASD儿童的偏好最为显著。根据表10,首次注视前时间和首次注视前次数越小,说明界面越符合被试的视觉效应,因此,当 $TFF<0.05$ 、 $FB<4.71$ 时,儿童的目光进入界面越快,注目性越强,越能激发兴趣;当 $TFF>0.05$ 、 $FB>4.71$ 时,儿童的目光进入界面相对越慢,产生进入障碍,兴趣减退。

实验样本中增加了属于兴奋型需求的趣味字体、卡通角色形象,属于期望型需求的导航,属于基本型的合理布局、功能分区,进一步增强层次感、趣味性,通过良好的视觉体验减少了儿童的焦虑与烦躁行为。

因此,基于基本型、期望型、兴奋型三种需求,对视觉性指标进行强化,可以聚焦ASD儿童的注意力,提供流畅的干预训练。

5 结语

研究以ASD儿童为目标群体,提出将Kano模型和熵值法相结合对ASD儿童干预APP界面进行交互设计研究:

1) 在文献整理所得26项用户需求信息的基础上,运用Kano模型提炼出基本型需求、期望型需求和兴奋型需求所包含的17项具体指标。

2) 结合17项指标与ASD儿童训练相关性,将其分为内容性、操作性和视觉性三种类型。

3) 以提升情绪能力为主题展开干预APP界面交互设计实践,并通过人机交互测试验证界面的有效性。

融合主观体验与客观量化的 Kano-熵权法, 能够更为直观地解析 ASD 儿童需求特点, 进一步丰富内容, 改善操作, 增强视觉吸引力, 完善干预 APP 界面设计方法, 从而提升训练效果, 为后续相关设计提供参考和依据。后期可进一步将视觉提示策略与 ASD 儿童干预 APP 界面的图标、色彩联系起来, 构建更为系统完善的理论框架。

参考文献:

- [1] JOSHI G, FARAONE S V, WOZNIAC J, et al. Examining the Clinical Correlates of Autism Spectrum Disorder in Youth by Ascertainment Source[J]. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2014, 44(9): 2117-2126.
- [2] 王云峰. 电脑辅助教学提升自闭症谱系障碍儿童学科技能的研究综述[J]. *中国特殊教育*, 2018(1): 25-31.
WANG Yun-feng. Promoting the Academic Skills of Children with Autism Spectrum Disorders by Means of Computer-Assisted Instruction: A Research Review[J]. *Chinese Journal of Special Education*, 2018(1): 25-31.
- [3] BARON-COHEN S. Theory of Mind and Autism: A Review[J]. *International Review of Research in Mental Retardation*, 2000, 23: 169-184.
- [4] 于新宇, 陈东帆, 李睿强. 现代化技术在自闭症康复领域应用的研究综述[J]. *中国特殊教育*, 2016(3): 17-22.
YU Xin-yu, CHEN Dong-fan, LI Rui-qiang. A Review of the Research into the Application of Modern Technology in Autism Rehabilitation[J]. *Chinese Journal of Special Education*, 2016(3): 17-22.
- [5] 曹漱芹, 方俊明. 自闭症谱系儿童语言干预中的“视觉支持”策略[J]. *中国特殊教育*, 2008(5): 26-32.
CAO Shu-qin, FANG Jun-ming. Visual Support Strategy in the Language Intervention to Children with Autistic Spectrum[J]. *Chinese Journal of Special Education*, 2008(5): 26-32.
- [6] 李洋, 徐伯初. 面向用户需求的产品设计理论[J]. *机械科学与技术*, 2011, 30(11): 1895-1899.
LI Yang, XU Bo-chu. Reviewing User-Oriented Product Design Theory[J]. *Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering*, 2011, 30(11): 1895-1899.
- [7] 张丙辰, 王艳群, 杨俞玲, 等. 基于视觉提示的 ASD 儿童绘本角色造型设计研究[J]. *包装工程*, 2020, 41(22): 244-250.
ZHANG Bing-chen, WANG Yan-qun, YANG Yu-ling, et al. Role Modeling Design of ASD Children's Picture Books Based on Visual Tips[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(22): 244-250.
- [8] 赵玉婉, 张丙辰, 王艳群, 等. 基于视觉认知的自闭症儿童干预图卡角色造型设计研究[J]. *图学学报*, 2020, 41(3): 461-468.
ZHAO Yu-wan, ZHANG Bing-chen, WANG Yan-qun, et al. Research on Role Modeling Design of Intervention
- Card for Autistic Children Based on Visual Cognition[J]. *Journal of Graphics*, 2020, 41(3): 461-468.
- [9] 王媚雪, 翟洪磊. 基于 AHP 与 TOPSIS 法的自闭症儿童康复训练产品设计评价方法及应用[J]. *图学学报*, 2020, 41(3): 453-460.
WANG Mei-xue, ZHAI Hong-lei. Evaluation Method and Application of Rehabilitation Training Products for Autistic Children Based on AHP and TOPSIS[J]. *Journal of Graphics*, 2020, 41(3): 453-460.
- [10] 吕玥, 李晶, 欧阳子薇, 等. 针对自闭症儿童的玩具设计研究[J]. *戏剧之家*, 2019(23): 132-134.
LYU Yue, LI Jing, OUYANG Zi-wei, et al. Research on Toy Design for Autistic Children[J]. *Home Drama*, 2019(23): 132-134.
- [11] 姜亮, 韦钰婕. 基于认知行为特征的自闭症儿童辅助工具设计研究[J]. *工业设计*, 2018(5): 50-52.
JIANG Liang, WEI Yu-jie. Autistic Children's Auxiliary Tools Design Based on Cognitive Behavioral Characteristics[J]. *Industrial Design*, 2018(5): 50-52.
- [12] 陈李斌, 郭晶, 徐钊. 自闭症儿童住宅室内空间的光环境需求分析[J]. *家具与室内装饰*, 2019(9): 96-97.
CHEN Li-bin, GUO Jing, XU Zhao. Analysis on the Demand of Indoor Light Environment for Autistic Children's Residence[J]. *Furniture & Interior Design*, 2019(9): 96-97.
- [13] 李森, 吕伟, 郭伏, 等. 基于眼动追踪技术的即时通讯 APP 导航界面设计[J]. *人类工效学*, 2019, 25(4): 31-38.
LI Sen, LV Wei, GUO Fu, et al. Design on the Navigation Interface of Instant Messaging APP Based on Eye Tracking Technology[J]. *Chinese Journal of Ergonomics*, 2019, 25(4): 31-38.
- [14] 周雁, 宋方昊. 基于应用行为分析法的自闭症儿童认知训练 APP 设计[J]. *包装工程*, 2018, 39(8): 132-139.
ZHOU Yan, SONG Fang-hao. Cognitive Training APP for Autistic Children Based on Applied Behavior Analysis[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(8): 132-139.
- [15] NEELY L, RISPOLI M, CAMARGO S, et al. The Effect of Instructional Use of an iPad® on Challenging Behavior and Academic Engagement for Two Students with Autism[J]. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2013, 7(4): 509-516.
- [16] SILVA G F M, RAPOSO A, SUPLINO M. PAR: A Collaborative Game for Multitouch Tabletop to Support Social Interaction of Users with Autism[J]. *Procedia Computer Science*, 2014, 27: 84-93.
- [17] CIHAK D. The Use of Video Modeling via a Video iPod and a System of Least Prompts to Improve Transitional Behaviors for Students with Autism Spectrum Disorders in the General Education Classroom[J]. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 2010, 12(2): 103-115.
- [18] FAGE C, CONSEL C, ETCHEGOYHEN K, et al. An Emotion Regulation App for School Inclusion of Children with ASD: Design Principles and Evaluation[J]. *Computers & Education*, 2019, 131: 1-21.

- [19] 吕健, 孙玮伯, 潘伟杰, 等. 基于认知特性的信息界面布局美度评价[J]. 包装工程, 2019, 40(18): 220-226.
LYU Jian, SUN Wei-bo, PAN Wei-jie, et al. Evaluation of Information Interface Layout Beauty Based on Cognitive Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(18): 220-226.
- [20] Lal, BOZGEYIKLI E, KATKOORI S, et al. Effects of Virtual Reality Properties on User Experience of Individuals with Autism[J]. ACM Transactions on Accessible Computing, 2018, 11(4): 22.
- [21] BOSTER J B, MCCARTHY J W. Designing Augmentative and Alternative Communication Applications: The Results of Focus Groups with Speech-Language Pathologists and Parents of Children with Autism Spectrum Disorder[J]. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 2018, 13(4): 353-365.
- [22] 杨静. 基于 KANO-AHP 模型的陕西汉唐旅游纪念品需求指标评价[J]. 包装工程, 2017, 38(4): 239-247.
YANG Jing. Evaluation on Demand Indexes of Tourist Souvenirs at Shaanxi Han Tang Scenic Spot Based on KANO-AHP Model[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(4): 239-247.
- [23] MADZÍK P, BUDAJ P, MIKULÁŠ D, et al. Application of the Kano Model for a Better Understanding of Customer Requirements in Higher Education—A Pilot Study[J]. Administrative Sciences, 2019, 9(1): 11.
- [24] 李涵玉, 李欣欣, 许梦阳. 自闭症儿童辅助治疗 APP 设计策略研究[J]. 科技风, 2019(14): 227-228.
LI Han-yu, LI Xin-xin, XU Meng-yang. Research on APP Design Strategy of Children's Autism Adjuvant Therapy[J]. Technology Trend, 2019(14): 227-228.
- [25] 卢纯福, 肖子皓, 傅晓云. 基于 Kano 模型的家用集成灶用户体验设计[J]. 包装工程, 2020, 41(20): 91-96.
LU Chun-fu, XIAO Zi-hao, FU Xiao-yun. Household Integrated Stove User Experience Design Based on Kano Model[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(20): 91-96.
- [26] SEO Y J, UM K H. The Asymmetric Effect of Fairness and Quality Dimensions on Satisfaction and Dissatisfaction: An Application of the Kano Model to the Interdisciplinary College Program Evaluation[J]. Studies in Educational Evaluation, 2019, 61: 183-195.
- [27] GINTING S, HADIANA A. Interface and Service Analysis on Student Website Using Kansei Engineering and Kano[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 407: 012170.
- [28] 徐凯, 骆小青, 张红菱, 等. 基于 Kano 模型的儿童保健护理服务需求属性分析[J]. 临床医学工程, 2017, 24(9): 1321-1323.
XU Kai, LUO Xiao-qing, ZHANG Hong-ling, et al. Analysis on the Demand Attributes of Child Health Care Nursing Service Based on Kano Model[J]. Clinical Medicine & Engineering, 2017, 24(9): 1321-1323.
- [29] 李寻, 张丙辰, 杨俞玲, 等. 基于熵权法的学龄前儿童教育 APP 角色绘图方式评价[J]. 包装工程, 2022, 43(10): 300-311.
LI Xun, ZHANG Bing-chen, YANG Yu-ling, et al. Evaluation of the Role Drawing Mode of Preschool Children's Educational APP Based on Entropy Method[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(10): 300-311.
- [30] 杨俞玲, 张丙辰, 李寻, 等. 基于 AHP-熵权法的 ASD 儿童干预 APP 导航界面设计评价[J]. 包装工程, 2022, 43(12): 165-173.
YANG Yu-ling, ZHANG Bing-chen, LI Xun, et al. Evaluation of Navigation Interface Design of ASD Children Intervention APP Based on AHP-Entropy Weight Method[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(12): 165-173.
- [31] 夏雅琴, 阚雪晴, 陶梦月, 等. 基于家居生活体验的卫浴产品智能化设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 54-59.
XIA Ya-qin, KAN Xue-qing, TAO Meng-yue, et al. Intelligent Design of Sanitary Products Based on Household Life Experience[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 54-59.
- [32] 孟庆良, 周芬, 蒋秀军. 基于顾客需求分类重组的大规模定制服务族规划[J]. 管理工程学报, 2015, 29(1): 82-88, 105.
MENG Qing-liang, ZHOU Fen, JIANG Xiu-jun. Service Family Planning for Mass Customization Based on Customer Requirements Classification and Recombination[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2015, 29(1): 82-88, 105.
- [33] 卞玲玲. 考虑顾客需求分类的服务模块化设计方法及应用[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2014.
BIAN Ling-ling. Research on Application and Design Method of Service Modular Considering Customer Requirements Classification[D]. Zhenjiang: Jiangsu University of Science and Technology, 2014.
- [34] LIAO Yong-qiang, YANG Chun-yan, LI Wei-hua. Extension Innovation Design of Product Family Based on Kano Requirement Model[J]. Procedia Computer Science, 2015, 55: 268-277.
- [35] 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.
- [36] 袁浩, 劳超超, 张清林, 等. 基于用户体验的数控压力机触摸式交互界面设计[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 229-235.
YUAN Hao, LAO Chao-chao, ZHANG Qing-lin, et al. Design of Industrial Servo Press Touch-Type Interactive Interface Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 229-235.
- [37] 张茂林, 陈琳, 王辉, 等. 国内康复机构自闭症儿童评估情况调查与分析[J]. 中国特殊教育, 2009(8): 35-38.
ZHANG Mao-lin, CHEN Lin, WANG Hui, et al. An Investigation into Assessment of Autistic Children in Domestic Rehabilitation Agencies[J]. Chinese Journal of Special Education, 2009(8): 35-38.
- [38] 熊韵佳, 何人可. 基于卡诺与四象限模型的商业智能

- 系统界面设计[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 242-247.
- XIONG Yun-jia, HE Ren-ke. Interface Design of Business Intelligence System Based on Kano Model and Four-Quadrant Model[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 242-247.
- [39] HO H H, TZENG S Y. Using the Kano Model to Analyze the User Interface Needs of Middle-Aged and Older Adults in Mobile Reading[J]. Computers in Human Behavior Reports, 2021, 3: 100074.
- [40] 朱南瑾. 儿童美术教育类 APP 界面交互式设计研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2021.
- ZHU Nan-jin. Research on Interactive Design of Children's Art Education App Interface[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2021.
- [41] HANINGTON B. Designing Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors Article[J]. Design Issues, 2002, 18(1): 87-88.
- [42] 韩明爽, 李钢, 唐菲, 等. 关于环评中公众参与问卷调查样本数量的探讨[J]. 环境影响评价, 2015, 37(6): 79-83.
- HAN Ming-shuang, LI Gang, TANG Fei, et al. Discussion on Sample Size of Public Participation Survey of Environmental Impact Assessment[J]. Environmental Impact Assessment, 2015, 37(6): 79-83.
- [43] 罗正清, 方志刚. 常用客户满意度研究模型及其优缺点分析[J]. 贵州财经学院学报, 2002(6): 14-17.
- LUO Zheng-qing, FANG Zhi-gang. An Analysis of Common Research Models of Customer Satisfaction and Their Strengths and Weaknesses[J]. Journal of Guizhou College of Finance and Economics, 2002(6): 14-17.
- [44] 黄伟合, 陈夏尧, 李丹. 关键性技能训练法: ABA 应用于自闭症儿童教育干预的新方向[J]. 中国特殊教育, 2010(10): 63-68.
- HUANG Wei-he, CHEN Xia-yao, LI Dan. Pivotal Response Treatment: A New Trend in the Education of Autistic Children by Applied Behavior Analysis[J]. Chinese Journal of Special Education, 2010(10): 63-68.
- [45] Ben Shneiderman, Catherine Plaisant. 用户界面设计有效的人机交互策略[M]. 张国印, 李健利, 汪滨琦等, 译. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- BEN S, CATHERINE P. Designing the User Interface[M]. ZHANG Guo-yin, LI Jian-li, WANG Bin-qi, et al Translated. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011.
- [46] LIVINGSTON M A, AI Zhu-ming, KARSCH K, et al. User Interface Design for Military AR Applications[J]. Virtual Reality, 2011, 15(2): 175-184.
- [47] SAATY T L. The analytic hierarchy process: planning, setting priorities, resource allocation[M]. New York: McGraw-Hill International Book Co., 1980
- [48] 孟庆林. 场景化社交游戏中界面设计的优化研究[J]. 包装工程, 2020, 41(22): 251-257.
- MENG Qing-lin. Optimization of Interface Design in Scene-Based Social Games[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(22): 251-257.
- [49] BARON-COHEN S. Autism, Maths, and Sex: The Special Triangle[J]. The Lancet Psychiatry, 2015, 2(9): 790-791.
- [50] MOONEY L, NORDAHL C, SOLOMON M, et al. Children with ASD Show Impaired Item-Space Recollection, but Preserved Item-Color Recollection[J]. Autism Research, 2020, 53(11):136-142.
- [51] GRANDGEORGE M, MASATAKA N. Atypical Color Preference in Children with Autism Spectrum Disorder[J]. Frontiers in Psychology, 2016, 7: 1976.
- [52] 李逸轲. 基于用户体验的“邻图”App 界面交互设计研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2016.
- LI Y K. Research on User Experience-Based Interaction Design of Neighborhood Graph App Interface[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2016.
- [53] 宋奕勤, 余佳琳. 论无意识设计和情感化设计对 APP 设计的提升与优化[J]. 设计, 2021, 34(5): 65-67.
- SONG Yi-qin, YU Jia-lin. On the Promotion and Optimization of App Design by Unconscious Design and Emotional Design[J]. Design, 2021, 34(5): 65-67.
- [54] 栾雪阳, 李敏, 任雅芳, 等. 以用户体验为中心的 UI 设计与研究[J]. 艺术大观, 2021(5): 46-47.
- LUAN Xue-yang, LI Min, REN Ya-fang, et al. User Experience-Centered UI Design and Research[J]. Grand View of Art, 2021(5): 46-47.
- [55] 陆金生, 陈锡晶. 浅谈移动互联产品的用户体验设计[J]. 艺术与设计(理论), 2013, 2(12): 135-138.
- LU Jin-sheng, CHEN Xi-jing. Discussion on how to Get Good User Experience of Mobile Internet Products[J]. Art and Design, 2013, 2(12): 135-138.
- [56] 杨子京, 李卓, 王爱平. 结果呈现对决策过程影响的眼动模式[J]. 心理学探新, 2017, 37(4): 301-306.
- YANG Zi-jing, LI Zhuo, WANG Ai-ping. The Eye Movement Pattern of Decision-Making Process with Results Presented[J]. Psychological Exploration, 2017, 37(4): 301-306.
- [57] 张仙峰, 叶文玲. 当前阅读研究中眼动指标述评[J]. 心理与行为研究, 2006, 4(3): 236-240.
- ZHANG Xian-feng, YE Wen-ling. Review of Oculomotor Measures in Current Reading Research[J]. Studies of Psychology and Behavior, 2006, 4(3): 236-240.
- [58] 韩映虹, 周夕冉, 康立超. 自主阅读方式下 5-6 岁儿童图画书重复阅读的眼动研究[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2020, 21(1): 86-90.
- HAN Ying-hong, ZHOU Xi-ran, KANG Li-chao. Eye Movement Research on Repeated Reading of Children's Picture Books of 5 to 6-Year-Old Children in Autonomous Reading Mode[J]. Journal of Tianjin Normal University (Elementary Education Edition), 2020, 21(1): 86-90.