

基于沉浸理论的自闭症儿童体感游戏交互设计

王媚雪, 翟洪磊

(燕山大学, 秦皇岛 066000)

摘要: **目的** 探究可提升自闭症儿童体感游戏用户体验的交互设计方法, 提升自闭症儿童在利用体感游戏进行康复训练时的用户体验。 **方法** 以沉浸理论为基础, 通过用户研究总结出自闭症儿童体感游戏的设计策略。并将层次分析法 (AHP) 和逼近理想解排序法 (TOPSIS) 应用到体感游戏的设计中, 以及时的反馈、愉悦的界面表现、有效的操作交互、清晰的目标任务设计策略建立了体感游戏沉浸感设计的量化评估模型, 并对设计出的方案进行了评估, 选择了最佳方案, 并进行深入的设计。 **结论** 总结出了一套自闭症儿童体感游戏的交互设计策略和评估方法, 并将其应用到自闭症儿童的体感游戏的设计中, 从而创造出科学有效的沉浸式游戏体验, 提高游戏干预自闭症儿童康复训练的效果, 并为同类产品的设计提供了参考。

关键词: 自闭症儿童; 沉浸理论; 层次分析法; 逼近理想解排序法; 交互设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)16-0085-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.16.012

Interaction Design of Somatosensory Games for Autistic Children Based on the Flow Theory

WANG Mei-xue, ZHAI Hong-lei

(Yanshan University, Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: The paper aims to explore interactive design methods that can improve the user experience of somatosensory games for autistic children, and enhance the user experience of autistic children in rehabilitation training using somatosensory games. Based on flow theory, the design strategy of somatosensory games for children with autism is summarized through user research. The analytic hierarchy process (AHP) and technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) are applied to the design of somatosensory games, and the four design strategies, timely feedback, pleasant interface performance, effective operation interaction and clear target task, establish the quantitative evaluation model of somatosensory game immersion design, and evaluate the designed scheme, select the best scheme and design deeply. A set of interactive design strategies and evaluation methods for autistic children's somatosensory games are summarized and applied to the design of somatosensory games for autistic children, thus creating a scientific and effective immersive game experience, improving the effect of game intervention in rehabilitation training of autistic children, and providing a reference for the design of similar products.

KEY WORDS: autistic children; flow theory; analytic hierarchy process; technique for order preference by similarity to ideal solution; interactive design

自闭症是一种发病于婴幼儿时期的神经发育障碍, 社会交往障碍、言语发育障碍、兴趣狭隘和刻板

的行为方式是其典型的三个特征^[1]。近年来, 自闭症的发病率不断升高, 国内外对自闭症的研究已经有

收稿日期: 2021-05-21

基金项目: 秦皇岛市科学技术研究与发展计划资助项目 (201703A264)

作者简介: 王媚雪 (1977—), 女, 黑龙江人, 燕山大学副教授, 主要研究方向为艺术设计。

通信作者: 翟洪磊 (1995—), 男, 山东人, 燕山大学硕士生, 主攻产品设计程序与方法。

70 多年的历史,可至今没有找到可以治愈的方法,但是,通过有效的康复训练可以提高自闭症患者的生活自理能力,减轻家庭和社会的负担。国外有研究将体感游戏应用于自闭症儿童的康复训练中,并且取得了不错的效果。具身认知理论认为,儿童时期身体的动作和形式可以影响到人的认知和心智^[2]。相关研究也表明^[3-5],一定的游戏可以影响孩子的情绪,具有抗焦虑和抗抑郁的作用,减少他们的自伤行为。

对于自闭症儿童的干预,虚拟现实技术有着独特的优势。虚拟现实环境能够为自闭症儿童营造安全的教育环境,激发自闭症儿童的学习欲望^[6]。近年来,体感游戏被逐渐应用于自闭症儿童的康复训练,这主要有如下原因:首先,自闭症儿童以视觉学习为主,以计算机界面呈现教学内容的体感游戏非常符合其认知特点^[7];其次,体感游戏可以提供可控的教学内容,可降低对人际互动的要求,减少孤独症儿童的焦虑水平,创造出一个相对安全的学习环境^[8-9]。但是,目前对于自闭症儿童体感游戏交互设计的研究很少,因此,本研究基于沉浸理论和设计评估的方法,建立了一种针对自闭症儿童体感游戏的交互设计和评估方法,以提升自闭症儿童参与游戏时的用户体验,进而提高康复训练的效果。

1 相关理论研究

1.1 沉浸理论

沉浸理论是美国著名的心理学家 Mihaly 于 1975 年提出的,用来描述人们从事某项活动时,对活动全身心投入、注意力高度集中,进而达到忘我境界的心理体验^[10]。随着计算机技术的发展,沉浸理论已经被广泛应用于游戏设计、人机交互等领域。在后续的研究中,Mihaly 在后续的研究中定义了沉浸理论的 4 个维度,即:清晰的目标、行动与意识融合、时间感的变换、行动具有自身的目的^[11]。将沉浸理论应用到自闭症儿童的体感游戏设计中,能够提高自闭症儿童在康复训练时的沉浸感,进而提升康复训练的效果。

1.2 评估方法

1.2.1 AHP 法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是美国学者 Saaty 在 1971 年提出的一种定性分析与定量分析相结合的方法^[12]。层次分析法就是将目标作为一个系统进行分析,把目标层分为若干个评价指标,通过定性的模糊量化计算方法对评价指标的权重进行计算,以此作为决策的依据^[13]。层次分析法可以计算出各项要素的权重值,帮助设计师对方案做出选择。

1.2.2 TOPSIS 分析法

逼近理想解排序法 (Technique for Order Preference

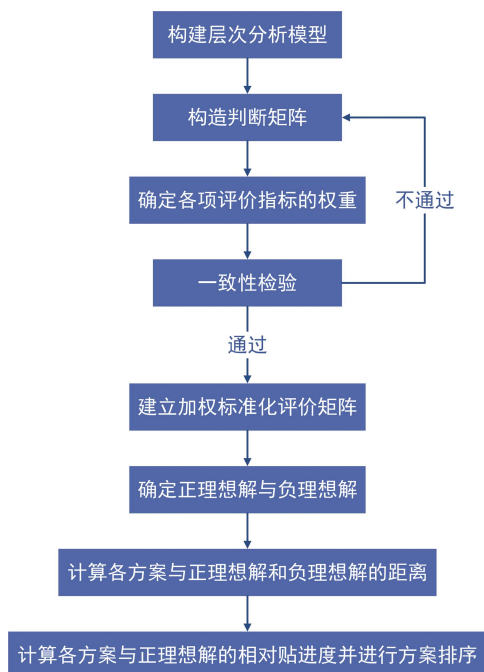


图 1 基于 AHP 与 TOPSIS 法的评估流程
Fig.1 Evaluation process based on AHP method and TOPSIS method

by Similarity to an Ideal Solution, TOPSIS)是由 Yoon 等^[14]提出的一种用来解决方案多目标分析的常用方法。TOPSIS 分析法通过正理想解和负理想解的概念来对方案做出评价,首先对初始评价矩阵进行加权标准化处理,求出方案的正理想解和负理想解,然后计算各个方案与正负理想解的距离,求出方案的相对贴进度,若方案最靠近正理想解和最远离负理想解,则方案为最佳方案,并以此为根据对方案进行优劣排序^[15]。

1.2.3 AHP 法与 TOPSIS 法的产品方案评估流程

TOPSIS 分析法虽然可以科学的对各方方案做出优劣排序,但是却无法确定各项评价指标的权重,所以将 AHP 法和 TOPSIS 法结合运用,以期做到更加科学有效的评价。

根据对 AHP 法与 TOPSIS 法的研究,总结出了自闭症儿童体感游戏的设计评价流程,即:构建层次分析模型,构造判断矩阵,确定各项评价指标的权重,一致性检验,建立加权标准化矩阵,确定正理想解与负理想解,计算各方案与正理想解和负理想解的距离,计算各方案与正理想解的相对贴进度并进行方案排序,见图 1。

2 自闭症儿童体感游戏的交互设计策略

2.1 用户调研

通过体感游戏对自闭症儿童康复训练的效果进行调研和总结,结合自闭症儿童的特点和需求,提出基于沉浸理论的体感游戏设计策略,为后续基于沉浸



图 2 利用体感游戏进行干预测试
Fig.2 Intervention testing with somatosensory games

理论的体感游戏设计产出提供理论支撑。选取了可以用来对自闭症儿童进行康复训练的体感游戏对自闭症儿童进行干预测试, 见图 2。

2.2 体感游戏的设计策略

根据调研的结果, 基于沉浸理论提出了自闭症儿童体感游戏的设计策略, 即及时适度的反馈、愉悦的界面表现、有效的操作交互、清晰的目标任务。

2.2.1 及时适度的反馈

1) 反馈易理解。自闭症儿童的游戏设计应符合他们的认知特点, 使反馈易于理解。否则, 反馈会对孤独症儿童的游戏训练造成干扰, 产生负面影响, 不利于沉浸体验的产生。

2) 反馈易感知。游戏中要通过声音和画面来做到多感官的反馈, 使游戏中的反馈更容易被用户所感知, 让玩家获得控制感, 有益于沉浸体验的产生。

3) 反馈具有引导性。游戏中的反馈基于用户在每个阶段需要了解的信息, 使用户感到交互正在进行, 并引导下一步操作。

2.2.2 愉悦的界面表现

1) 画面简洁。烦琐的界面设计会给自闭症儿童的使用造成视觉干扰, 不利于产生沉浸体验, 所以游戏界面的设计要简洁统一, 符合自闭症儿童的视觉特点。

2) 信息的可视化设计。在界面的设计中, 必须避免过多的文字, 将无聊的文字信息转化为更容易理解的图形, 从而更好地向用户传达信息。

3) 符合心理认知的界面元素。在游戏界面设计中添加卡通元素会更符合自闭症儿童的心理认知, 促进他们的理解, 增加他们的兴趣和训练的主动性。

4) 界面层级直接简单。游戏界面的信息架构应一目了然, 避免因游戏过程中操作体验不流畅而影响沉浸感的产生。

2.2.3 有效的操作交互

1) 操作简单。自闭症儿童的认知能力较低, 因此在游戏的设计中有必要降低操作难度, 避免用户因难度大而失去游戏兴趣, 从而无法达到康复训练的目的。

2) 可感知的操作流程。通过不同的表现方式来

显示操作的流程, 引导用户进行游戏操作, 避免在游戏中迷失方向。

3) 降低操作过程中的出错率。适当扩大游戏操作的区域, 减少游戏中的干扰因素, 防止操作时出错。

4) 可调节的操作难度。挑战与技能的平衡是获得沉浸体验重要因素, 根据自闭症儿童不同的情况来选择相应的难度, 以提升训练的效果。

2.2.4 清晰的目标任务

1) 目标任务具体明确。游戏操作界面中的任务要清晰, 避免自闭症儿童在游戏中出现迷失方向的情况。

2) 目标任务易理解。游戏训练的目标任务要便于自闭症儿童的理解, 符合自闭症儿童的认知特点。

3) 设置小目标不断激励。游戏中当用户完成某一项任务时给予反馈, 可以持续地给用户带来积极的体验, 因此要在游戏中设立小目标不断地给予激励。

3 评估模型的建立

3.1 建立层次分析模型

根据体感游戏的设计策略和 AHP 法的要求, 按照目标层、准则层、方案层将评价问题层次化, 作为自闭症儿童体感游戏评估模型的各个层次。层次分析模型见图 3。

3.2 层次单排序

根据图 3 的层次分析模型, 构建准则层与子准则层的判断矩阵。由自闭症康复中心的老师根据评价标度法 (见表 1 中的 1~9) 进行评价。根据统计得出各层的判断矩阵, 见表 2—6。

3.3 一致性检验

为了使数据合理, 需要对权重计算结果进行一致性检验, 一致性检验公式为:

$$C_R = \frac{C_I}{R_I} \quad (1)$$

其中, R_I 为随机一致性检验指标, R_I 的值见表 7。 C_I 为一致性检验指标, 计算公式为:

$$C_I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

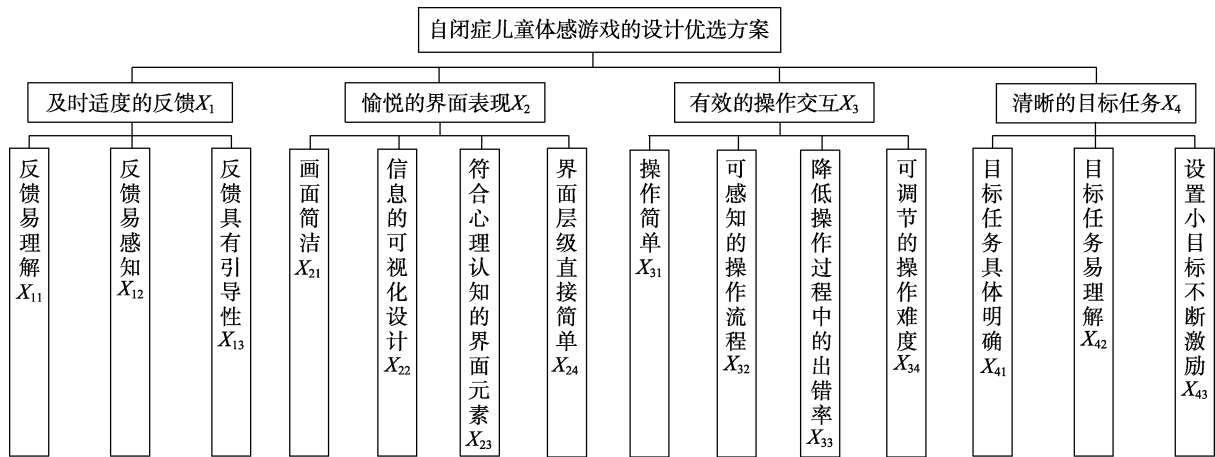


图 3 自闭症儿童体感游戏设计的层次分析模型
Fig.3 Analytic hierarchy model of autism somatosensory game design

表 1 评价标度及其含义
Tab.1 The meaning of ratio in comparison judgment matrix

标度	含义
1	要 i 与要 j 重要程度相同
3	要 i 比要 j 稍微重要
5	要 i 比要 j 明显重要
7	要 i 比要 j 强烈重要
9	要 i 比要 j 绝对重要
2, 4, 6, 8	取上述值的中间值
标度倒数	要 j 比要 i 重要

表 2 体感游戏设计的目标层判断矩阵
Tab.2 Target layer judgment matrix for somatosensory game design

X	X_1	X_2	X_3	X_4	权重 ω
X_1	1	1/3	1/2	2	0.163 6
X_2	3	1	2	3	0.447 6
X_3	2	1/2	1	3	0.282 9
X_4	1/2	1/3	1/3	1	0.105 9

表 3 X_1 准则层判断矩阵
Tab.3 Criterion layer judgment matrix of X_1

X_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	权重 ω
X_{11}	1	2	3	0.539 6
X_{12}	1/2	1	2	0.297 0
X_{13}	1/3	1/2	1	0.163 4

表 4 X_2 准则层判断矩阵
Tab.4 Criterion layer judgment matrix of X_2

X_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	权重 ω
X_{21}	1	3	5	2	0.466 0
X_{22}	1/3	1	3	1/3	0.156 4
X_{23}	1/5	1/3	1	1/3	0.078 3
X_{24}	1/2	3	3	1	0.299 3

表 5 X_3 准则层判断矩阵
Tab.5 Criterion layer judgment matrix of X_3

X_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	权重 ω
X_{31}	1	3	5	2	0.486 0
X_{32}	1/3	1	3	1	0.207 1
X_{33}	1/5	1/3	1	1/3	0.079 7
X_{34}	1/2	1	3	1	0.227 2

表 6 X_4 准则层判断矩阵
Tab.6 Criterion layer judgment matrix of X_4

X_4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	权重 ω
X_{41}	1	1/2	3	0.3090
X_{42}	2	1	5	0.5816
X_{43}	1/3	1/5	1	0.1095

其中, $\lambda_{\max}$ 为最大特征根, n 为矩阵的阶数。当 $C_I \leq 0.1$ 时, 可以认为判断矩阵通过一致性检验, 所得到的各项评价要素的权重值符合要求。

根据公式(1)和公式(2)对表 2—6 的判断矩阵进行一致性检验, 结果见表 8。通过表 8 可知, 各层的判断矩阵的 C_R 值均小于 0.1, 因此各判断矩阵都通过了一致性检验, 其权重值符合要求。

3.4 权重总排序

判断矩阵通过一致性检验后, 对于准则层中所有的指标进行综合排序, 根据指标的重要度排序为后续的设计工作提供参考。权重的综合排序见表 9。

4 针对自闭症儿童康复训练的体感游戏设计实践

4.1 体感游戏的设计方案

根据表 9 中各设计要素的权重及排序, 设计出了两款针对自闭症儿童康复训练的体感游戏。并且, 为了能清楚地了解设计方案是否优于目前体感游戏的

表 7 随机一致性指标
Tab.7 Stochastic consistency index

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

表 8 一致性检验的结果统计
Tab.8 Result statistics of consistency test

	<i>X</i>	<i>X</i> ₁	<i>X</i> ₂	<i>X</i> ₃	<i>X</i> ₄
$\lambda_{\max}$	4.071 0	3.009 2	4.131 5	4.034 1	3.003 7
<i>C_I</i>	0.023 7	0.004 6	0.043 8	0.011 4	0.001 9
<i>R_I</i>	0.900 0	0.580 0	0.900 0	0.900 0	0.580 0
<i>C_R</i>	0.026 3	0.007 9	0.048 7	0.012 6	0.003 2

表 9 体感游戏设计的设计要素权重综合排序
Tab.9 Comprehensive ranking of design element weights for somatosensory game design

	<i>X</i> ₁	<i>X</i> ₂	<i>X</i> ₃	<i>X</i> ₄	综合权重	排序
<i>X</i> ₁₁	0.539 6	—	—	—	0.088 3	4
<i>X</i> ₁₂	0.297 0	—	—	—	0.048 6	9
<i>X</i> ₁₃	0.163 4	—	—	—	0.026 7	12
<i>X</i> ₂₁	—	0.466 0	—	—	0.208 6	1
<i>X</i> ₂₂	—	0.156 4	—	—	0.070 0	5
<i>X</i> ₂₃	—	0.078 3	—	—	0.035 0	10
<i>X</i> ₂₄	—	0.299 3	—	—	0.134 0	3
<i>X</i> ₃₁	—	—	0.486 0	—	0.137 5	2
<i>X</i> ₃₂	—	—	0.207 1	—	0.058 6	8
<i>X</i> ₃₃	—	—	0.079 7	—	0.022 5	13
<i>X</i> ₃₄	—	—	0.227 2	—	0.064 3	6
<i>X</i> ₄₁	—	—	—	0.309 0	0.032 7	11
<i>X</i> ₄₂	—	—	—	0.581 6	0.061 6	7
<i>X</i> ₄₃	—	—	—	0.109 5	0.011 6	14

设计，选取了在用户调研中效果最好的《PolyDrop》游戏作为对比。

4.1.1 体感游戏的设计方案 A

方案 A 基于“形状匹配”游戏为原型进行设计，在游戏中玩家需要抓取不同形状的方块投到盒子中实现游戏得分。方案 A 的界面设计见图 4。

4.1.2 体感游戏的设计方案 B

方案 B 的设计中,玩家需要将小方块放到闪烁的格子才能获得积分，方案 B 的界面设计见图 5。

4.2 利用 TOPSIS 法对各方案进行评估

4.2.1 方案的初始评估

根据评价指标和待评价方案构建评价指标特征矩阵：

$$A = (a_{ij})_{m \times n}, (i = 1, 2, \cdots, m; j = 1, 2, \cdots, n)$$
 (3)

由于自闭症儿童自身的特殊性，不具备评分的能力，选取自闭症康复中心的 4 名专家和 3 名设计师，对他们进行游戏的演示并让其进行体验，根据层次分析模型中的 14 项设计要素对上述的两款设计方案和测试所用的体感游戏《PolyDrop》进行评分，评分区间为 0~10 分（0<很差≤3，3<较差≤5，5<一般≤6，6<较好≤8，8<很好≤10），取其算术平均数作为每项评价指标的最终得分。最终评分结果见表 10。

4.2.2 建立加权标准化矩阵

对初始评价矩阵 A 进行标准化处理后得到标准

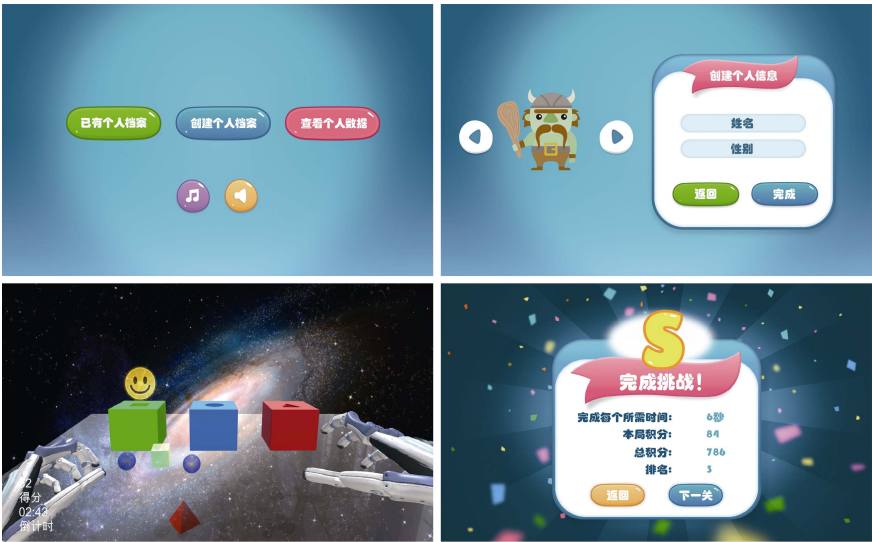


图 4 体感游戏的设计方案 A
Fig.4 Alternative A of somatosensory games



Fig.5 Alternative B of somatosensory games
图 5 体感游戏的设计方案 B

表 10 初始评价矩阵
Tab.10 Initial evaluation matrix

设计要素	方案 A 得分	方案 B 得分	《PolyDrop》得分
X_{11}	7.57	7.43	5.57
X_{12}	7.29	6.71	5.86
X_{13}	6.00	5.57	4.71
X_{21}	8.14	7.29	7.57
X_{22}	8.00	7.00	7.29
X_{23}	6.00	5.86	6.57
X_{24}	7.57	7.29	7.43
X_{31}	8.57	7.86	5.86
X_{32}	7.57	6.71	7.00
X_{33}	7.29	6.43	5.29
X_{34}	8.00	8.29	3.71
X_{41}	8.57	7.57	6.00
X_{42}	7.71	7.00	7.43
X_{43}	6.57	5.86	4.86

表 11 标准化评价矩阵
Tab.11 Standardized evaluation matrix

设计要素	方案 A 得分	方案 B 得分	《PolyDrop》得分
X_{11}	0.63	0.62	0.46
X_{12}	0.63	0.58	0.51
X_{13}	0.64	0.59	0.50
X_{21}	0.61	0.55	0.57
X_{22}	0.62	0.54	0.57
X_{23}	0.56	0.55	0.62
X_{24}	0.59	0.57	0.58
X_{31}	0.66	0.60	0.45
X_{32}	0.62	0.55	0.57
X_{33}	0.66	0.58	0.48
X_{34}	0.66	0.68	0.31
X_{41}	0.66	0.59	0.46
X_{42}	0.60	0.55	0.58
X_{43}	0.65	0.58	0.48

表 12 加权标准化评价矩阵
Tab.12 Weighted normalization evaluation matrix

指标	方案 A 得分	方案 B 得分	《PolyDrop》得分
X_{11}	0.055 6	0.054 7	0.040 6
X_{12}	0.030 6	0.028 2	0.024 8
X_{13}	0.017 1	0.015 8	0.013 4
X_{21}	0.127 2	0.114 7	0.118 9
X_{22}	0.043 4	0.037 8	0.039 9
X_{23}	0.019 6	0.019 3	0.021 7
X_{24}	0.079 1	0.076 4	0.077 7
X_{31}	0.090 8	0.082 5	0.061 9
X_{32}	0.036 3	0.032 2	0.033 4
X_{33}	0.014 9	0.013 1	0.010 8
X_{34}	0.042 4	0.043 7	0.019 9
X_{41}	0.021 6	0.019 3	0.015 0
X_{42}	0.037 0	0.033 9	0.035 7
X_{43}	0.007 5	0.006 7	0.005 6

化矩阵 B_{ij} ，计算公式为：

$$B_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (4)$$

根据公式(4)，将表 10 的初始评价矩阵进行标准化处理，得到标准化矩阵，见表 11。

对矩阵 B_{ij} 进行加权处理后得到加权标准化矩阵 Z_{ij} ，计算公式为：

$$Z_{ij} = \omega_i B_{ij} \quad (5)$$

根据公式(5)对表 11 进行加权标准化处理，得到加权标准化评价矩阵，见表 12。

4.2.3 计算评估方案的正负理想解

正理想解的计算公式为：

$$X^+ = (M_1^+, M_2^+, \dots, M_m^+) \quad (6)$$

负理想解的计算公式为：

$$X^- = (M_1^-, M_2^-, \dots, M_m^-) \quad (7)$$

根据公式(6)和(7)，正理想解与负理想解为：

$$X^+ = (0.055\ 6, 0.030\ 6, 0.017\ 1, 0.127\ 2, 0.043\ 4, 0.021\ 7, 0.079\ 1, 0.090\ 8, 0.036\ 3, 0.014\ 9, 0.043\ 7, 0.021\ 6, 0.037\ 0, 0.007\ 5)$$
$$X^- = (0.040\ 6, 0.024\ 8, 0.013\ 4, 0.114\ 7, 0.037\ 8, 0.019\ 3, 0.076\ 4, 0.061\ 9, 0.032\ 2, 0.010\ 8, 0.019\ 9, 0.015\ 0, 0.033\ 9, 0.005\ 6)$$

4.2.4 计算计算各方案的欧式距离以及相对贴近度

各方案与正理想解 X^+ 和负理想解 X^- 的距离为：

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^+)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \tag{8}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^-)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \tag{9}$$

计算出每个方案与理想解的相对贴近度 C_i ：

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, (i = 1, 2, \dots, m) \tag{10}$$

根据公式(8)~(10)可以计算各方案的欧式距离以及相对贴近度 C_i ，见表 13。

表 13 欧式距离以及相对贴近度
Tab.13 Euclidean distance and relative closeness

方案编号	S_i^+	S_i^-	C_i	排序
方案 A	0.0025	0.0436	0.9458	1
方案 B	0.0177	0.0351	0.6648	2
《PolyDrop》	0.0428	0.0058	0.1193	3

C_i 的值越大，说明方案越好，通过计算可知，方案 A 为最优方案。

4.3 深入设计最终方案

对方案 A 进行深入设计，通过对体感游戏的交互设计进行研究，制定了针对自闭症儿童康复训练的体感游戏功能流程，见图 6。并且制作了体感游戏的高保真界面，见图 7。

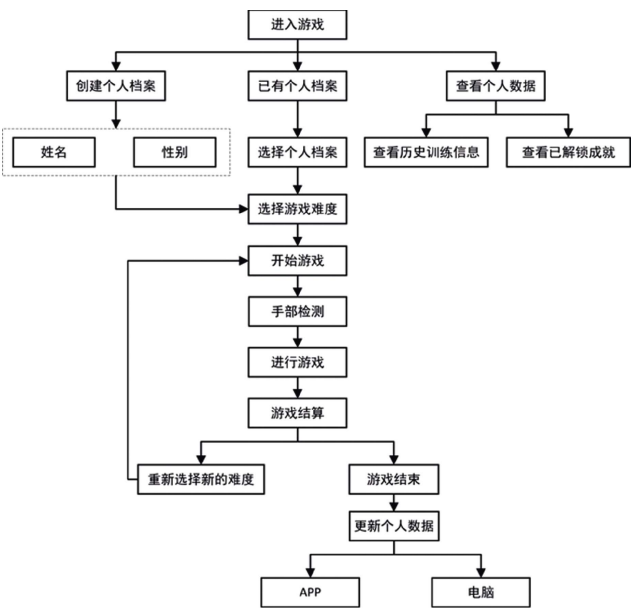


图 6 体感游戏的功能流程图
Fig.6 Functional flowchart of somatosensory game



图 7 体感游戏的高保真界面
Fig.7 High-fidelity interface for somatosensory games



图8 体感游戏的测试
Fig.8 The test of somatosensory games

4.4 设计验证

为了验证体感游戏的可用性,在获得自闭症儿童家长的同意下,邀请了3名自闭症儿童进行可用性测试,测试的过程见图8。

三名自闭症儿童都能理解游戏界面的内容,游戏的操作在其能力范围内;三名自闭症儿童都对游戏的各个界面的布局、配色以及游戏的元素都很喜欢,能够积极主动的进行游戏,提升训练的积极性。暂说明经过设计后的体感游戏对自闭症儿童的康复训练具有可行性。

5 结语

随着科技的发展,在自闭症儿童的康复训练中,现代技术手段相较于传统的训练手段体现出了更多的优势。为了提高自闭症儿童使用体感游戏进行康复训练时的用户体验,本研究通过文献分析、用户研究提出了基于沉浸理论的自闭症儿童体感游戏的设计策略,并借助于AHP法和TOPSIS法建立了合理的设计流程和量化评估方法,通过AHP法确定了设计策略中各设计要素的权重排序,指导设计实践并运用TOPSIS法进行打分,作为方案量化评价的参考依据,指导后续的设计,也为同类产品的设计和方案的选择提供了参考。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 赵寒冰.具身认知观对特殊教育的启示[J].中国特殊教育,2014(8): 26-28.

ZHAO Han-bing. Implications from Embodied Cognition for Special Education[J]. Chinese Journal of Special Education, 2014(8): 26-28.

- [3] BYRNE A E, BYRNE D G. The Effect of Exercise on Depression, Anxiety, and Other Mood States: A Review[J]. Journal of Psychosomatic Research 1993, 37(6): 565-574.
- [4] BIANCHI B N. Understanding the Role of Body Movement in Player Engagement[J]. Human Computer Interaction, 2013, 28(1): 40-75.
- [5] 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.
- [6] 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. Review of the Application of Modern Technology in Autism Rehabilitation[J]. Chinese Journal of Special Education, 2016(3): 17-22.
- [7] GARZOTTO F, GELSOMINI M, OLIVETO L, et al. Motion-Based Touchless Interaction for ASD children: A case Study[C]. Milan: Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, 2014.
- [8] 雷显梅,刘艳虹,胡晓毅.运用体感游戏干预自闭症儿童动作技能的研究[J].现代特殊教育,2016(10): 36-42.
LEI Xian-mei, LIU Yan-hong, HU Xiao-yi. Study on the Intervention of Somatosensory Games on Motor Skills of Autistic Children[J]. Modern Special Education, 2016(10): 36-42.
- [9] 季灵芝.体感游戏在孤独症儿童干预中的应用[D].杭州:浙江工业大学,2016.
JI Ling-zhi. The Application of Motion Sensing Games on the Intervention of Children with Autism[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2016.

- [10] 欧细凡, 谭浩. 基于心流理论的互联网产品设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(4): 70-74.
OU Xi-fan, TAN Hao. Internet Product Design Based on Flow Theory[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(4): 70-74.
- [11] 陈欣. 心流体验及其研究现状[J]. 江苏师范大学学报, 2014, 40(5): 150-155.
CHEN Xin. The Review of the Flow Experience[J]. Journal of Jiangsu Normal University, 2014, 40(5): 150-155.
- [12] 张东方. 基于 FAHP 的立体车库人机界面可用性评价方法[J]. 机械设计, 2014, 31(4): 97-100.
ZHANG Dong-fang. Usability Evaluation Method of Human Computer Interface of Stereoscopic Garage Based on FAHP[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(4): 97-100.
- [13] 侯士江, 刘甲财, 孙可. 基于 AHP-FCE 的医院陪护病床设计与评价[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 174-178.
HOU Shi-jiang, LIU Jia-cai, SUN Ke. Design and Evaluation of Hospital Escort Beds Based on AHP-FCE[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 174-178.
- [14] 孔峰. 多属性决策模型的选择反转问题研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.
KONG Feng. Research on Selection Inversion of Multiple Attribute Decision Making Model[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2011.
- [15] 廖炎平, 刘莉, 邢超. TOPSIS 中不同规范化方法的研究[J]. 北京理工大学学报, 2012, 32(8): 871-875.
LIAO Yan-ping, LIU Li, XING Chao. Investigation of Different Normalization Methods for TOPSIS[J]. Transaction of Beijing Institute of Technology, 2012, 32(8): 871-875.

(上接第 84 页)

- [3] 中国国家统计局. 2019 年全国规模以上文化及相关产业企业营业收入数据[EB/OL]. (2020-02-04)[2021-01-10]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202002/t20200214_1726365.html.
China National Bureau of statistics. Data of Business Income of Cultural and Related Industries Enterprises above Designated Size[EB/OL]. (2020-02-04)[2021-01-10]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202002/t20200214_1726365.html.
- [4] 解学芳, 臧志彭. 人工智能在文化创意产业的科技创新能力[J]. 社会科学研究, 2019(1): 35-44.
XIE Xue-fang, ZANG Zhi-peng. Technological Innovation Ability of Artificial Intelligence in Cultural and Creative Industries[J]. Social Science Research, 2019(1): 35-44.
- [5] 徐悬. 智能化设计方法的发展及其理论动向[J]. 包装工程, 2020, 2(41): 10-19.
XU Xuan. Development and Theoretical Trend of Intelligent Design Method[J]. Packaging Engineering, 2020, 2(41): 10-19.
- [6] 胡洁. 人工智能驱动的艺术创新[J]. 装饰, 2019, 11(319): 12-17.
HU Jie. Art Innovation Driven by Artificial Intelligence[J]. Zhuangshi, 2019, 11(319): 12-17.
- [7] 覃京燕. 审美意识对人工智能与创新设计的影响研究[J]. 包装工程, 2019, 2(40): 59-71.
QIN Jing-yan. Research on the Influence of Aesthetic Consciousness on Artificial Intelligence and Innovative Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 2(40): 59-71.
- [8] 雷军. 大力发展中国设计产业 全面提升中国设计水平[M]. 北京: 中国科技产业, 2018.
LEI Jun. Vigorously Develop Chinese Design Industry and Comprehensively Improve Chinese Design Level [M]. Beijing: China's Science and Technology Industry, 2018.
- [9] 杨彭. 人工智能背景下的设计思维的发展与转变[J]. 江苏科技信息, 2018, 10(30): 76-80.
YANG Peng. Development and Transformation of Design Thinking in the Context of Artificial Intelligence [J]. Jiangsu Science and Technology Information, 2018, 10(30): 76-80.
- [10] 何玉长. 人工智能与实体经济融合的理论阐释[J]. 学术月刊, 2018(5): 56-67.
HE Yu-chang. Theoretical Explanation of the Integration of Artificial Intelligence and Real Economy[J]. Academic Monthly, 2018(5): 56-67.
- [11] 郝凝辉. 中外设计产业形态与现状比较[J]. 现代商贸工业, 2016(26): 22-23.
HAO Ning-hui. Comparison of Design Industry Form and Current Situation between China and Foreign Countries[J]. Modern Commercial Industry, 2016(26): 22-23.