

面向交互方式的儿童音乐玩具体验设计研究

徐庆龙, 王 雨

浙江理工大学艺术与设计学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年11月28日; 录用日期: 2023年12月18日; 发布日期: 2024年2月23日

摘 要

通过分析现有的儿童音乐玩具, 本文从交互方式的角度提取出儿童玩具体验的不同影响维度, 并依据交互方式的不同维度进行相应的音乐玩具原型设计, 测量儿童使用音乐玩具原型的情绪体验和可用性体验进行维度的验证, 为儿童音乐玩具应用设计优化提供依据。本文通过市场调研和总结, 分析提取儿童音乐玩具交互方式方面可能的影响维度, 然后结合实验研究方法, 邀请儿童使用多种交互方式的音乐发声原型完成操作任务, 考察不同维度的可用性评价和PAM情绪体验。交互方式的操作自由度对儿童音乐玩具的可用性体验不存在显著差异, 对儿童音乐玩具的情绪体验存在显著差异, 其中操作自由度高的交互方式能给儿童带来更高效价和更高唤醒度的情绪; 操作方式的不同对儿童音乐玩具的可用性体验和情绪体验都存在显著差异, 其中抓握敲击的操作方式可用性最好、儿童的情感体验最积极; 接触方式对儿童音乐玩具的可用性体验不存在显著差异, 对情绪体验存在显著差异, 非接触式的交互方式可以带来更好的情绪体验。

关键词

音乐玩具体验, 交互方式, 情绪体验, 可用性, 情绪测量

Research on the Interactive Design of Children's Musical Toys Experience

Qinglong Xu, Yu Wang

School of Art and Design, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: Nov. 28th, 2023; accepted: Dec. 18th, 2023; published: Feb. 23rd, 2024

Abstract

By analyzing existing children's musical toys, we extracted the different impact dimensions of children's toy experience from the perspective of interaction methods, and designed correspond-

ing musical toy prototypes based on the different dimensions of interaction methods to measure children's emotional experience and usability when using the musical toy prototypes. Dimensional verification of experience provides a basis for optimization of children's music toy application design. Through market research and summary, we analyze and extract the possible impact dimensions on the interactive methods of children's musical toys. Then, combined with experimental research methods, we invite children to use musical sound prototypes with multiple interactive methods to complete operating tasks, and examine the usability evaluation and PAM emotional experience of different dimensions. There is no significant difference in the usability experience of children's musical toys with the degree of operating freedom of the interactive mode, but there is a significant difference in the emotional experience of the children's musical toys. Among them, the interactive mode with high degree of freedom of operation can bring children more efficient and arousal emotions; different operating methods have significant differences in the usability experience and emotional experience of children's musical toys. Among them, the grasping and tapping operating method has the best usability and the most positive emotional experience for children; the contact method has a significant impact on children's musical toys. There is no significant difference in usability experience, but there is a significant difference in emotional experience. Non-contact interaction can bring a better emotional experience.

Keywords

Music Toy Experience, Interactive Mode, Emotional Experience, Availability, Emotion Measurement

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

体验经济时代, 儿童玩具产品的需求从量的满足到质的追求, 更加注重持续互动、多元深入的整体体验。同时音乐教育的重要性日益提升, 儿童玩具市场不断扩张, 但目前的儿童音乐玩具的互动趣味性不足、同质化现象导致儿童短期内对玩具失去兴趣, 使得玩具的体验性和教育性不足。

目前关于儿童音乐玩具的体验研究, 大多从宏观的角度或是玩具产品本身特点来输出一些设计策略 [1] [2]或是分析可能的体验影响要素 [3] [4] [5], 而较少从玩具的交互方式层面产出相关的指导策略和意见。并且已有研究也大多从玩具的可用性层面出发, 在情绪体验方面缺少细化和深入的研究。

儿童对玩具的行为操作是儿童构建知识和认识世界的重要方式, 玩具的交互方式也影响着玩具整体的趣味性和用户体验。因此, 本研究基于实验研究方法, 针对 5~10 岁儿童, 研究交互方式的操作自由度、操作方式、接触方式三个维度对儿童音乐玩具操作体验的影响, 提高音乐玩具的整体趣味性, 增强儿童使用体验。

2. 相关研究综述

儿童作为玩具使用的主体, 其操作体验和主观感受可以直接反映玩具体验的好坏 [6]。玩具作为儿童感知世界和学习认知的重要载体, 儿童可以在游戏的过程中对知识进行建构, 儿童与玩具之间的交互机制和操作行为会影响儿童的使用体验和学习效率。目前的研究基于儿童的行为表现, 已经提出了少量相关的儿童玩具的设计策略, 如王秀丽等人通过提炼具身认知的特征、儿童的具身认知特性以及研究智能玩具交互的具身性, 提出了可以通过信息的多通道输入输出和交互行为的自然化和直觉化进行儿童玩具

设计的交互设计方法[1]; 也有国外学者提出为儿童设计玩具需要设计好的动作行为, 动作的透明度、感知反馈的可用性和难度的知觉运动要求等因素都会影响儿童使用玩具过程的认知体验[3]; Susan Greaves 等人也针对儿童的双手操作玩具的行为, 研究了行为和玩具造型、材质、数量、颜色等多种要素之间的关系, 验证了从儿童操作行为指导玩具设计的可能性[4]。可见, 对于儿童与玩具之间交互行为操作的研究具有一定的意义。

同时, 情绪也是影响儿童玩耍和使用玩具产品态度的重要因素, 情绪体验的好坏对于激发儿童的游戏兴趣和投入学习的过程也有着直接的影响[7], 并引导着用户的决策和行为[8]。因此研究儿童玩具的情绪体验十分重要。目前国内外学者对儿童玩具产品的情绪体验研究较少, 主要集中在对玩具的物理本身特点研究和设计方法的阐明方面。如 R. Gennari 等人研究了儿童产品的质量和儿童情绪的关系, 产品质量与快乐的积极激活情绪正相关, 与无聊的消极去激活情绪负相关, 验证了情绪评估产品的可行性[6]; Cheng Xi 等人认为产品的颜色、造型、角色扮演、互动性等要素是激发儿童积极情绪的关键刺激[5]; 程玖平等提出了刺激寻求动机下情绪设计的基本原则, 认为可以通过感官刺激、交互方式、情境化刺激的三个维度来创造情绪体验等[2]。然而, 针对玩具交互行为方式对儿童使用玩具时的情绪体验的影响机制和要素这一关键问题, 缺少深入的量化研究和设计建议。

3. 研究问题与假设

在本研究中, 主要选择儿童音乐弹奏类玩具的交互方式进行相关研究, 并通过分析现有的产品和相关文献总结出以下三点可能的交互方式对儿童玩具体验的影响维度: 操作自由度、操作方式、接触方式。后续进行相关的实验验证。

3.1. 操作自由度

李春良等人将游戏活动的自由度定义为幼儿可以根据自己的想法和意愿操纵游戏材料, 游戏活动的自由度会影响儿童对于游戏的判断和游戏的体验[9]。玩具是游戏得以开展和进行的重要条件, 儿童在进行游戏过程中对玩具材料的操作行为可以使儿童产生直接联想和想象等心理体验[10], Kishimoto 等人也认为玩具对象恰好支持了有趣的“游戏”行为[11]。可见儿童玩具操作方式的自由度可能也会对儿童的游戏体验产生影响。操作方式的不同自由度在如今的音乐产品中也有一定的体现。例如 SONY 的皮可同族音乐玩具, 儿童可以使用小积木在演奏垫上自由地进行敲击从而发出各种有趣的音效, 如图 1 所示; 以及概念的音乐交互甲片设计, 将音乐创作浓缩于指间, 穿戴的形式使得操作时没有物体和使用位置的约束, 见图 2。本研究探讨的操作自由度主要从玩具操作活动的区域范围入手, 将操作的自由度分为固定范围和自由操作两类。同时, 提出以下假设。

假设 1 (H1): 操作自由度的不同对儿童音乐玩具的可用性体验影响存在显著差异。

假设 2 (H2): 操作自由度的不同对儿童音乐玩具的情绪体验影响存在显著差异。



Figure 1. SONY pike tongzu
图 1. SONY 皮克童族^①

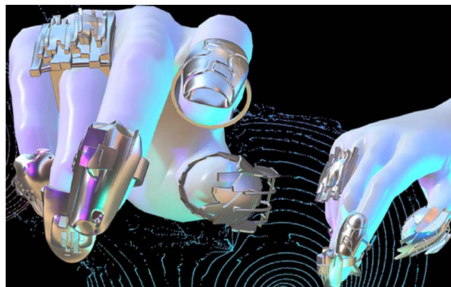


Figure 2. Music fake film
图 2. 音乐假片^①

3.2. 操作方式

随着儿童年龄的增长, 儿童的手部动作精细度会不断提高, 对于玩具的操作也会不断细致化。不同年龄段儿童的指向技能存在一定差异, 相较于年长的儿童, 年幼的儿童在进行指向操作时需要更大的目标才能达到相同水平的准确度[12]。因此对学龄前儿童的音乐玩具操作方式需要进行针对性研究, 探索适合学龄前儿童行为特征和心理特征的操作方式。为了探究儿童音乐创作类玩具设计的操作行为设计, 本研究对相关产品进行市场调研, 如图 3 所示, 可以发现目前音乐创作类玩具产品的手部操作行为大致可以分为按压、拍打和抓握敲击几类。按压的操作方式主要需要使用手指在一定的区域内与产品的一部分进行交互, 是一种精细度较高的动作; 拍打的行为特点是儿童可以借助手掌的大面积进行产品的功能操作, 对儿童的操作难度较低; 而抓握敲击的动作则需要儿童操纵特定的物体再与产品的表面进行交互, 考验手部对物体运动的控制程度。有相关研究表明, 三种操作方式在儿童学习认知过程中的体验各有优势。按压的操作在儿童使用触摸屏和纸张绘画过程中都起到了提高儿童绘画体验的作用[13]; 拍打的行为可以帮助 3~5 岁的儿童进行单词的记忆[14]; 使用物品敲打的行为是儿童学习工具使用的前提, 与挥手拍打等动作不同的是, 抓握的行为可以使儿童在协调移动和旋转物体时提高动作控制的表现[15]。已有研究针对儿童的行为发展特点对儿童不同情境下的操作方式提出了一定的研究结论, 而目前适合儿童在音乐玩具操作时的操作方式仍未明确, 并且从儿童的情绪角度出发对儿童的操作行为偏好的研究也比较缺乏, 本研究对此提出以下的假设。

假设 3 (H3): 操作方式的变化对儿童音乐玩具的可用性体验影响存在显著差异。

假设 4 (H4): 操作方式的变化对儿童音乐玩具的情绪体验影响存在显著差异。



Figure 3. Common operation modes of music toys in the market
图 3. 市面音乐玩具常见操作方式^②

3.3. 接触方式

用户和产品的交互方式依据接触方式可以被分为接触式交互和非接触式交互[16]。接触式交互就是用

户需要与产品的界面进行接触, 在接触过程中会感受到物体的表面属性和触觉反馈; 而非接触式交互指的是用户在产品表面一定距离的范围内进行自由的交互, 在交互过程中不会有与物体的触觉反馈。通过市场调研可以了解到, 目前儿童音乐玩具常见的交互方式主要是通过儿童的手部操作行为直接与玩具进行交互, 进而发出音效。但也已经有部分音乐装置和大龄儿童玩具或是专业的音乐创作产品开始将非接触式的交互方式应用其中, 如图 4 中所示。并且已经有研究表明, 儿童可以通过空中的手势交互进行音乐合奏的表演学习, 并且这种非接触式的交互方式可以降低儿童对于专业合奏知识的认知, 为音乐训练有限的儿童提供合奏体验[17]。同时非接触式的交互方式可以以一种更自然、直观的方式提供交互体验, 所以本研究提出第三个假设。

假设 5 (H5): 非接触式交互对儿童音乐玩具的可用性体验的影响优于接触式交互。

假设 6 (H6): 非接触式交互对儿童音乐玩具的情绪体验的影响优于接触式交互。



Figure 4. Non-contact music creation toy

图 4. 非接触式音乐创作玩具[®]

4. 研究对象与方法

4.1. 实验对象

本研究在浙江义乌和杭州等地共招募了 30 名 5~10 岁的儿童参与测试, 男女比例 1:1, 平均年龄 7.5 岁, 均无听力和手部操作方面的问题并且均有音乐玩具的使用经历。

4.2. 实验材料

为了满足上述的三点要素要求, 使用 Arduino 开发平台进行交互原型的制作, 制作的原型表 1 所示, 操作自由度的要素主要依靠触摸传感器和薄膜压力传感器进行效果实现; 三种操作方式使用触摸传感器、按钮和 RFID 进行实现; 接触方式主要通过触摸传感器和超声波传感器进行实现。

Table 1. Experimental prototype

表 1. 实验原型

交互方式影响维度	原型编号	原型特点	原型图片
操作自由度	固定	原型 1 在特定的区域内触摸按压发出音效	
	自由	原型 2 传感器以穿戴的形式进行原型设计, 可以同时进行捏、按操作, 依据手指按压的位置发出音效, 操作区域自由	

续表

	按压	原型 1	在特定的区域内触摸按压发出音效	
操作方式	拍打	原型 3	用手掌或多指进行拍打发声	
	抓握敲击	原型 4	使用物块敲击区域发声	
接触方式	接触式	原型 1	在特定的区域内触摸按压发出音效	
	非接触式	原型 5	通过手势的位置进行发声, 距离传感器一定的距离内发出音效	

4.3. 实验设计

本研究选取操作自由度、操作方式和接触方式作为实验的自变量, 其中操作自由度有两个水平, 分别是固定和自由; 操作方式有三个水平, 分别是按压、拍打和抓握敲击; 接触方式有两个水平, 分别是接触式交互和非接触式交互; 儿童在实验过程中的可用性和情绪体验作为实验的因变量。实验过程中为了平衡序列效应和近因效应, 使用拉丁方设计法排序, 确保每种原型的使用概率平均分布, 详见表 2。

Table 2. Experimental task sequence design
表 2. 实验任务顺序设计

转换编号	五种原型(原型 1: A, 原型 2: B, 原型 3: C, 原型 4: D, 原型 5: E)				
	第一个任务	第二个任务	第三个任务	第四个任务	第五个任务
R1: S1-S6	E	D	C	B	A
R2: S7-S12	D	C	B	A	E
R3: S13-S18	C	B	A	E	D
R4: S19-S24	B	A	E	D	C
R5: S25-S30	A	E	D	C	B

4.4. 测量方法

1) 可用性评估。可用性被定义为用户在特定的场景下使用产品、服务和系统时的有效性、效率和满意度等指标的程度[18]。本研究选取传统的可用性评估维度, 比较儿童使用不同功能原型进行音乐创作任务时的有效性、效率和用户满意度, 具体指标体系见表 3。

Table 3. Usability measurement index

表 3. 可用性测量指标

指标	一级指标	二级指标	三级指标
可用性	有效性	操作错误率	操作过程中出错的人次与样本总量之比 (出错指被试出现明显动作行为但未发出音效)
	效率	操作使用频率	被试从开始操作到完成任务所操作的次数
	满意度	主观评价	采用场后 ASQ 量表进行任务满意度的评估

2) 儿童情绪测量。本研究采用 PAM 情绪测量量表来对儿童进行情绪的测量, 该量表可以从情绪的效价和唤醒度两个方面对情绪值进行量化的测量[19]。量表以图片的形式进行测量, 降低儿童的认知负担, 同时机器人的形象避免了性别对测量数据的影响, 具体的量表信息如图 5。

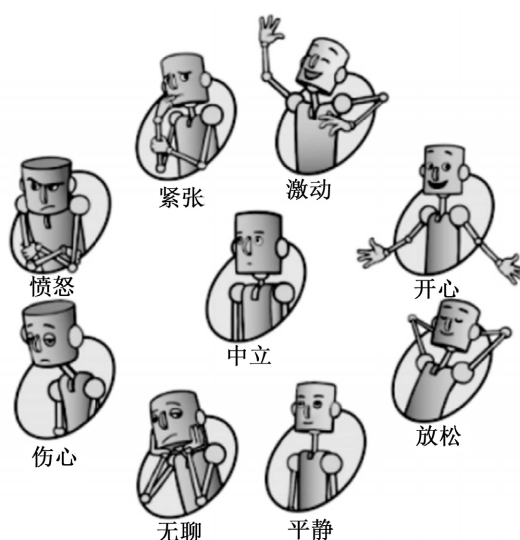


Figure 5. PAM emotional scale

图 5. PAM 情绪量表[®]

4.5. 实验任务与流程

本研究的实验任务设定为: 每种原型设置了四分音符和八分音符两种音效, 任务开始前给被试展示一段由两种音符构成的节奏型, 要求被试进行节奏型的演奏, 整个过程只需要儿童按照音符的图片顺序进行演奏即可。实验前让被试对每个原型进行自由操作, 避免由于对原型操作的陌生导致额外的变量, 并在 PAM 量表上选择期望的情绪。同时在正式开始前, 给被试翻看中性的情绪图片, 直到自我感觉情绪平静, 并填写 PAM 情绪量表。实验开始, 被试需要使用五种原型逐个完成节奏演奏任务, 并在每一个任务结束马上进行可用性和情绪体验的测量。实验结束后发放奖品。整体的实验步骤见图 6。

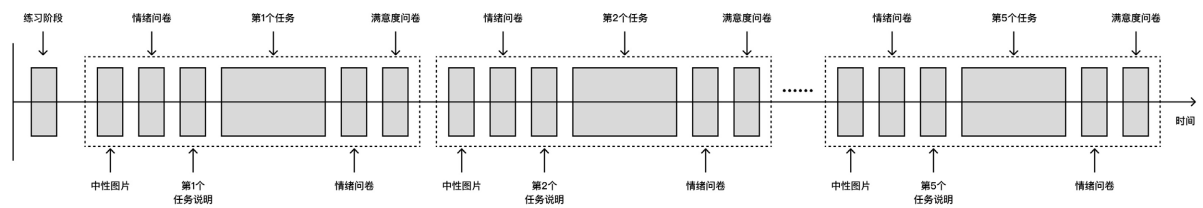


Figure 6. Experimental procedure

图 6. 实验步骤^⑤

5. 研究结果

5.1. 操作自由度数据分析

1) 操作出错率数据分析。交互方式的操作自由度出错率并无差别, 并且对其进行方差分析也可以了解到操作自由度对儿童音乐玩具的操作出错率不存在显著差异($F = 0.688, p = 0.410$), 如表 4 所示。

Table 4. Results of variance analysis of error rate of operational freedom

表 4. 操作自由度错误率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)		F	p
	原型 1	原型 2		
出错率	0.08 ± 0.05	0.06 ± 0.06	0.688	0.410

2) 操作使用频率数据分析。同样的实验任务, 使用原型 1 完成任务的操作次数大于原型 2, 原型 1 平均次数为 8.93 次, 原型 2 为 8.70 次。如表 5 所示, 对数据进行方差分析, 可知操作自由度对玩具操作的使用频率也不存在显著差异($F = 1.960, p = 0.167$)。

Table 5. Results of variance analysis of frequency of utilization of operational freedom

表 5. 操作自由度使用频率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)		F	p
	原型 1	原型 2		
使用频率	8.93 ± 0.64	8.70 ± 0.65	1.960	0.167

3) 满意度数据分析。总的来说, 被试对两种原型的使用操作都较为满意, 但 ASQ 的评分越低表示满意度越高, 所以从表 6 中可以看出, 原型 2 的整体满意度要高于原型 1。

Table 6. Analysis results of ASQ score of operational freedom

表 6. 操作自由度 ASQ 评分分析结果

原型编号(平均值 ± 标准差)	ASQ 评分
原型 1	1.6364
原型 2	1.3333

4) 情绪体验数据分析。在实验开始前, 被试会通过观看中性情绪图片平复情绪, 在实验任务结束后, 大多数被试都处于积极的情绪激活状态, 其中原型 2 的唤醒度要高于原型 1, 见图 7。

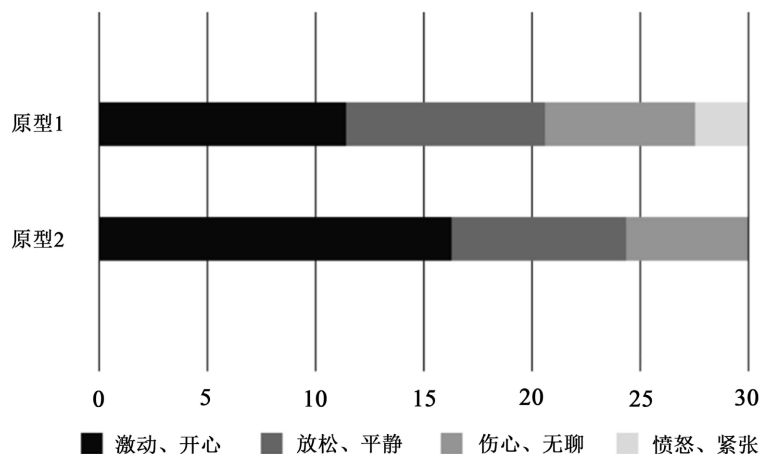


Figure 7. Results of emotional distribution induced by different degrees of freedom of operation

图 7. 不同操作自由度诱发情绪分布结果^⑤

根据 PAM 的情绪评分机制, 本文绘制了相关的情绪体验比较图, 见图 8。原型 2 处于高唤醒度和高效价的区间, 原型 1 处于低唤醒度高效价的区间, 可见操作自由度高的交互方式可以带来更优的情绪体验。

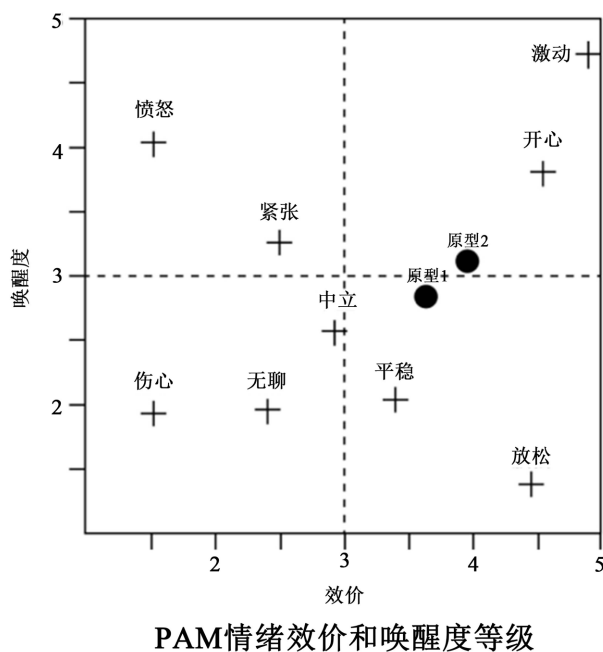


Figure 8. Emotional valence and arousal of PAM with different degrees of freedom of operation

图 8. 不同操作自由度 PAM 情绪效价和唤醒度^⑥

5.2. 操作方式数据分析

1) 操作出错率数据分析。三种不同的操作方式出错率依次为按压 > 拍打 > 抓握敲击, 进一步对出错率进行方差分析, 结果表明操作方式的不同对儿童进行音乐玩具操作错误率存在显著差异($F = 5.892, p = 0.004 < 0.05$), 具体数据如表 7 所示。

Table 7. Results of variance analysis of error rate of operational modes
表 7. 操作方式错误率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)			F	p
	原型 1	原型 3	原型 4		
出错率	0.08 ± 0.05	0.05 ± 0.06	0.03 ± 0.05	5.892	0.004

2) 操作使用频率数据分析。在三种不同的操作方式完成任务的操作次数中, 按压的操作方式需要操作的次数最多, 其次是拍打操作, 抓握敲击进行操作的次数最少。通过方差分析可知(见表 8), 完成任务的操作次数随操作方式的改变变化显著($F = 7.012, p = 0.002$)。

Table 8. Results of variance analysis of frequency of utilization of operational modes
表 8. 操作方式使用频率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)			F	p
	原型 1	原型 3	原型 4		
使用频率	8.93 ± 0.64	8.63 ± 0.61	8.33 ± 0.61	7.012	0.002

3) 满意度数据分析。如表 9 所示, 被试对操作方式的 ASQ 评分排序为按压 > 拍打 > 抓握敲击, 可见被试对抓握敲击的操作方式最为满意, 按压的操作方式体验一般。

Table 9. Analysis results of ASQ score of operational modes
表 9. 操作方式 ASQ 评分分析结果

原型编号(平均值 ± 标准差)	ASQ 评分
原型 1	1.6364
原型 3	1.4849
原型 4	1.2727

4) 情绪体验数据分析。通过实验前后的情绪变化可知(见图 9), 任务结束后, 大多数的被试情绪均处于高效价的积极情绪激活状态。三种操作方式中只有按压操作出现了愤怒、紧张的情况。

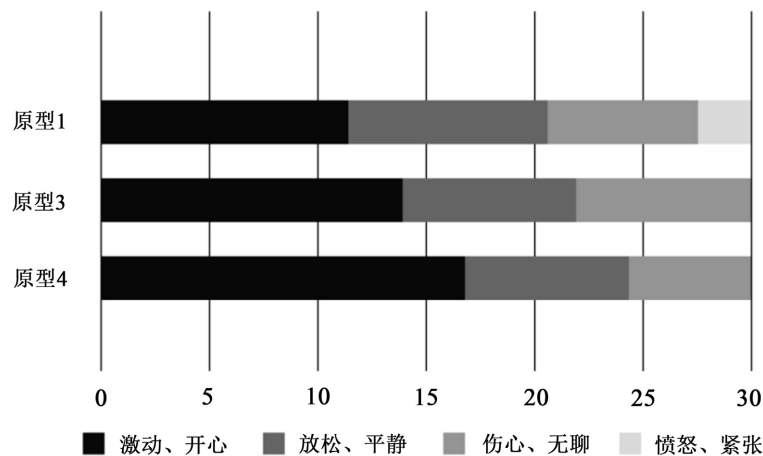


Figure 9. Results of emotional distribution induced by different degrees of operational modes

图 9. 不同操作方式诱发情绪分布结果[®]

绘制三种操作方式的 PAM 情绪体验比较图可以发现(见图 10), 三种操作方式都分布在图片的右边, 均诱发出正向的情绪, 其中抓握敲击的操作方式唤醒度最高, 按压诱发的唤醒度最低。

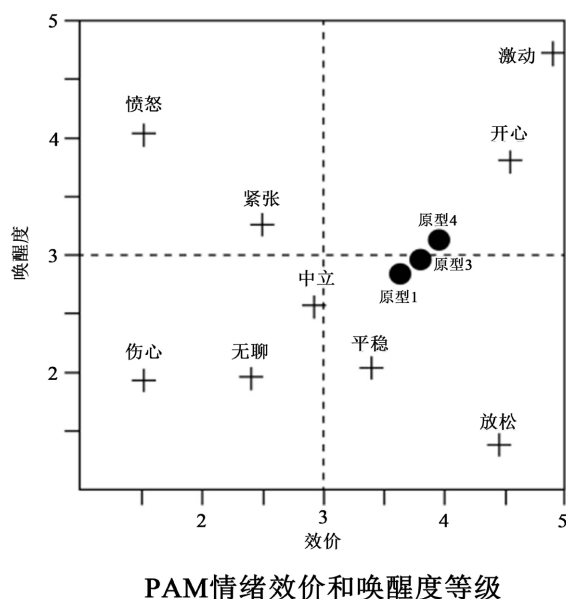


Figure 10. Emotional valence and arousal of PAM with different degrees of operational modes

图 10. 不同操作方式 PAM 情绪效价和唤醒度[®]

5.3. 接触方式数据分析

1) 操作出错率数据分析。在接触方式上, 非接触式和接触式的交互方式对儿童使用玩具时的操作出错率没有太大的差别, 非接触式出错率略低于接触式的交互方式。表 10 的方差分析结果显示接触方式的不同对儿童的操作错误率并不存在显著差异($F = 0.310, p = 0.580$)。

Table 10. Results of variance analysis of error rate of contact modes

表 10. 接触方式错误率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)		F	p
	原型 1	原型 5		
出错率	0.08 ± 0.05	0.07 ± 0.07	0.310	0.580

2) 操作使用评率数据分析。通过视频记录的操作可知, 接触式的交互方式平均需要 9 次操作完成任务, 非接触式的交互方式平均需要 8.91 次操作完成任务。表 11 的方差分析结果显示, 接触方式的变化并不会对儿童的操作使用频率产生显著影响($F = 0.446, p = 0.507$)。

Table 11. Results of variance analysis of frequency of utilization of contact modes

表 11. 接触方式使用频率方差分析结果

	原型编号(平均值 ± 标准差)		F	p
	原型 1	原型 5		
使用频率	8.93 ± 0.64	8.80 ± 0.89	0.446	0.507

3) 满意度数据分析。表 12 的数据表明, 接触式的交互方式 ASQ 评分高于非接触式的交互方式, 可见被试对非接触式的交互方式更为满意。

Table 12. Analysis results of ASQ score of operational modes
表 12. 接触方式 ASQ 评分分析结果

原型编号(平均值 ± 标准差)	ASQ 评分
原型 1	1.6364
原型 5	1.4242

4) 情绪体验数据分析。实验后对被试的情绪进行测量, 如图 11 结果显示, 被试使用接触式与非接触式的交互方式后大部分都表现出正向的积极情绪。

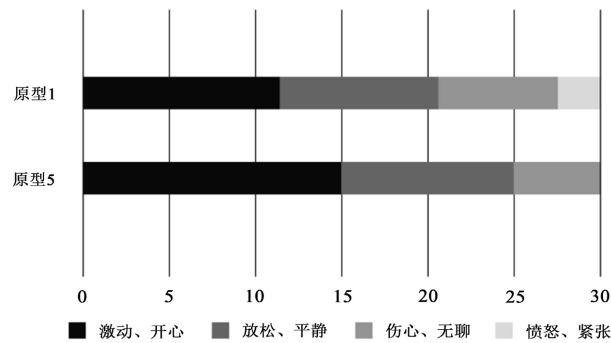


Figure 11. Results of emotional distribution induced by different degrees of contact modes

图 11. 不同接触方式诱发情绪分布结果[®]

从图 12 的不同接触方式 PAM 情绪体验比较图可以了解到, 接触式交互方式和非接触式交互方式都处于正向的情绪效价位置, 情绪唤醒度偏向中立, 其中非接触式的交互方式更能激发儿童愉悦、活跃的情绪。

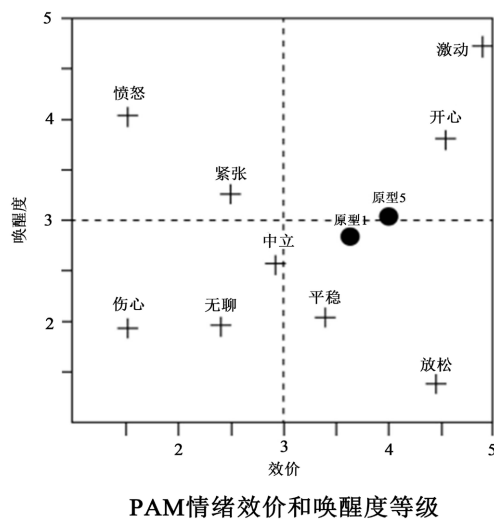


Figure 12. Emotional valence and arousal of PAM with different degrees of contact modes

图 12. 不同接触方式 PAM 情绪效价和唤醒度[®]

6. 讨论

儿童与音乐玩具之间的交互是进行音乐演奏的第一步, 提高交互方式的可用性可以提升玩具整体的游玩体验, 同时从儿童的主观体验角度分析可以进一步了解儿童进行玩具玩耍的行为偏好, 进而为儿童的音乐玩具设计在交互方式上提供设计指导。本文从交互方式的操作自由度、操作方式和接触方式三个维度进行儿童音乐玩具操作时的可用性 & 情绪体验研究, 以求可以提出具体的玩具体验优化路径, 以下将对实验结果与实验假设的对比进行讨论。

6.1. 操作自由度对儿童可用性体验、情绪体验的影响

1) 操作自由度的不同对儿童音乐玩具的可用性体验影响不存在显著差异, 所以假设 H1 不成立。主要原因可能为: 可用性的好坏往往由情境下的用户进行操作行为时注意力资源投入的多少有关, 操作困难、可用性差的方式则需要更多的操作成本和注意力资源。而操作自由度的差异主要体现在行为可操作的范围大小, 并未对行为本身造成影响, 因此实验假设不成立。

2) 操作自由度的不同对儿童音乐玩具的情绪体验影响存在显著差异, 假设 H2 成立。实验数据显示, 高自由度的交互方式可以诱发更高的唤醒度。分析其中原因可以了解到, 低自由度交互方式需要在指定的区域位置进行操作, 儿童操作的整个过程比较固定和重复, 相比之下高自由度的交互方式儿童操作时具有随机性, 因此影响情绪体验。

6.2. 操作方式对儿童可用性体验、情绪体验的影响

1) 操作方式的差异对儿童音乐玩具的操作可用性体验存在显著差异, 假设 H3 成立。实验结果表明, 抓握敲击的操作方式出错率最低, 其次是拍打的操作方式, 按压的形式出错次数最多; 相较于抓握敲击和拍打的拍方式, 按压的形式在操作过程中需要完成的操作次数最多, 效率最低; 同时抓握敲击的方式满意度也最好。不同的操作方式在进行实验任务时需要占用不同的注意力资源, 按压的方式需要儿童对小范围的目标区域进行精准的点击对应, 对于手眼协调的能力要求较高; 而抓握敲击和拍打的拍方式不需要对目标区域做太精准的位置校对, 更为简单自然, 因此可用性会优于按压的方式。

2) 操作方式的差异对儿童音乐玩具的操作情绪体验存在显著差异, 假设 H4 成立。通过描述统计可以知道, 儿童在三种方式的操作过程中均被诱发了正向的情绪。其中抓握敲击的操作方式诱发的唤醒度最高, 按压的操作方式唤醒度最低。对此进行分析: 不同操作方式的可用性会间接地对儿童的情绪产生影响。实验结果也显示各操作方式的可用性高低对应儿童操作时的情绪高低, 如果操作过程中出现失误, 儿童会因为自身的操作行为与认知之间存在差异而产生失衡的心理状态, 从而出现低唤醒度的情绪。

6.3. 音乐玩具中儿童非接触式交互体验优于接触式交互

1) 非接触式交互对儿童音乐玩具的可用性体验的影响优于接触式交互, 假设 H5 不成立。已有研究表明, 非接触式的交互可以提供更直观和直接的操作手段, 对儿童进行音乐认知可以起到促进作用[17]。但在本实验中, 接触方式的差异对儿童进行音乐玩具操作时的可用性影响并不存在显著差异。分析原因, 本实验的非接触式交互原型在设计时未对交互操作范围进行一个清晰的划分, 使得儿童在操作过程中超出范围未识别动作而增加错误率, 从而缩短组间差距; 同时接触式的交互方式对于儿童来说熟悉度高, 而非接触式的交互对儿童来说比较陌生, 这也会造成一定错误的发生。

2) 非接触式交互对儿童音乐玩具的情绪体验的影响优于接触式交互, 假设 H6 成立。实验观察记录发现, 儿童在使用非接触式交互进行操作时会表现出明显的喜悦和惊喜情绪。个体在面对新异刺激时会产生一定的探索倾向, 也就是所谓的好奇心。非接触式交互对于儿童玩具的操作来说是一种非常规化的

交互方式, 儿童初次接触并在相应的操作下产生声音反馈, 从而带来正向的情绪体验。

7. 结论

本研究针对现有的儿童音乐玩具交互现状, 提出了交互方式下的操作自由度、操作方式和接触方式三个音乐玩具体验影响维度, 并通过实验的方法对三个维度下的交互方式使用情况进行研究, 了解儿童在音乐玩具操作时的行为表现和主观感受。实验抽取了 30 名 5~10 岁的适龄儿童(男女 1:1)通过三种维度的不同实验原型进行音乐演奏任务, 评估和测量儿童音乐玩具演奏行为的有效性、效率和情感体验, 分析各个维度对儿童音乐玩具操作的可用性和情感体验影响。

实验发现: 交互方式的操作自由度对儿童音乐玩具的可用性体验不存在显著差异, 但对情感体验有影响, 高自由度的交互方式情感体验最积极。不同的操作方式对音乐玩具的可用性影响差异较大, 其中抓握敲击的方式最好, 情绪的唤醒度也最高。同时, 对于儿童来说, 非接触式交互的情绪体验要优于传统的非接触式交互。

本研究提出儿童音乐玩具设计领域中交互方式的重要性, 并提取出可以作为设计优化的三个思考维度, 并进行了相关的实证研究, 为后续儿童音乐玩具设计提供研究支撑。

注 释

- ①图 1、图 2 来源: DIA 设计大赛官网截图
- ②图 3 来源: 百度、淘宝截图
- ③图 4 来源: 百度截图
- ④图 5 来源: 参考文献[19]
- ⑤图 6~12 来源: 笔者自绘

参考文献

- [1] 王秀丽, 蒋晓, 赵丹琳, 等. 基于具身认知的儿童智能玩具交互设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 165-170.
- [2] 程玖平, 李世国, 张玘. 基于刺激寻求动机的情绪体验在交互设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2013, 34(14): 68-71+80.
- [3] Kaplan, B.E., et al. (2022) The Process of Learning the Designed Actions of Toys. *Journal of Experimental Child Psychology*, **221**, 105442. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105442>
- [4] Greaves, S., et al. (2012) Bimanual Behaviours in Children Aged 8 - 18 Months: A Literature Review to Select Toys That Elicit the Use of Two Hands. *Research in Developmental Disabilities*, **33**, 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.09.012>
- [5] Cheng, X., Hou, W.J., Sheng, Q. (2020) Affective Design in Children Products: A Case Study of Toy Storage Product. 2020 13th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID), Hangzhou, 12-13 December 2020, 136-139. <https://doi.org/10.1109/ISCID51228.2020.00037>
- [6] Gennari, R., Melonio, A., Raccanello, D., et al. (2017) Children's Emotions and Quality of Products in Participatory Game Design. *International Journal of Human-Computer Studies*, **101**, 45-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.01.006>
- [7] 鲁艺, 汤宏伟. 学龄前儿童益智游戏中的情感体验研究[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 106-110.
- [8] 刘鲁川, 孙凯. 社会化媒体用户的情感体验与满意度关系——以微博为例[J]. 中国图书馆学报, 2015, 41(1): 76-91.
- [9] 李春良, 张莉. 大班幼儿判断游戏活动的依据——基于儿童视角的研究[J]. 学前教育研究, 2017(5): 23-34. <https://doi.org/10.13861/j.cnki.sece.2017.05.003>
- [10] 丁海东. 影响学前儿童游戏的物理环境因素[J]. 山东师大学报(人文社会科学版), 2001(5): 32-35+38.
- [11] Kishimoto, T.M.O. (2002) *jogo e a educação infantil*. Pioneira Thompson Learning, São Paulo.
- [12] Lyu, F., Li, H.J., et al. (2023) Effects of Spatial Constraints and Ages on Children's Upper Limb Performance in

-
- Mid-Air Gesture Interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, **170**, 102952. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102952>
- [13] Crescenzi, L., Jewitt, C. and Price, S. (2014) The Role of Touch in Preschool Children's Learning Using iPad versus Paper Interaction. *The Australian Journal of Language and Literacy*, **37**, 86-95. <https://doi.org/10.1007/BF03651936>
- [14] Igualada, A., Esteve-Gibert, N. and Prieto, P. (2017) Beat Gestures Improve Word Recall in 3- to 5-Year-Old Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **156**, 99-112. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.11.017>
- [15] Kahrs, B.A., Jung, W.P. and Lockman, J.J. (2012) What Is the Role of Infant Banging in the Development of Tool Use? *Experimental Brain Research*, **218**, 315-320. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3062-3>
- [16] O'Hara, K., Harper, R., Mentis, H., *et al.* (2013) On the Naturalness of Touchless: Putting the "Interaction" Back into NUI. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, **20**, 1-25. <https://doi.org/10.1145/2442106.2442111>
- [17] Lyu, F., Tian, F., Feng, W.X., *et al.* (2017) EnseWing: Creating an Instrumental Ensemble Playing Experience for Children with Limited Music Training. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May 2017, 4326-4330. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025583>
- [18] Bevan, N., Carter, J., Earthy, J., *et al.* (2016) New ISO Standards for Usability, Usability Reports and Usability Measures. In: Kurosu, M., Ed., *Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice*, Springer, Cham, 268-278. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_25
- [19] Desmet, P.M.A., Vastenburg, M.H. and Romero, N. (2016) Mood Measurement with Pick-A-Mood: Review of Current Methods and Design of a Pictorial Self-Report Scale. *Journal of Design Research*, **14**, 241-279. <https://doi.org/10.1504/JDR.2016.079751>