

基于具身认知的儿童智能玩具交互设计研究

王秀丽¹, 蒋晓², 赵丹琳¹, 马凤娟¹

(1.河北地质大学, 石家庄 050031; 2.江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 探究具身认知视角下的儿童智能玩具交互设计方法。**方法** 通过对具身认知和信息加工两种认知理论模型进行对比分析, 提炼具身认知理论的核心特征; 通过对具身交互和儿童智能玩具交互设计的具身性进行研究, 发现将具身认知引入儿童智能玩具交互设计的机会和意义; 通过分析儿童的具身认知特性并结合前期相关研究, 构建基于具身认知的儿童智能玩具交互设计方法。**结论** 具身是儿童认识和理解世界最本能的方式。儿童智能玩具的交互设计需要同时考虑到儿童的具身认知特性以及融合了物理实体和虚拟计算在内的复杂交互系统的特点。通过将具身认知理论与儿童智能玩具的交互设计相结合, 提出信息的多通道输入输出、交互行为的自然化和直觉化两个交互设计方法。

关键词: 具身认知; 儿童智能玩具; 交互设计; 设计方法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)16-0165-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.16.025

Interaction Design of Children's Smart Toy Based on Embodied Cognition

WANG Xiu-li¹, JIANG Xiao², ZHAO Dan-lin¹, MA Feng-juan¹

(1.Hebei Geological University, Shijiazhuang 050031, China; 2.Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the interaction design method of children's smart toy based on embodied cognition. Through comparative analysis on the theory models of embodied cognition and information processing, the core features of embodied cognition theory was refined. Through the research on the embodied interaction and the embodiment of the interaction design of children's smart toy, the opportunity and significance of introducing the embodied cognition into the interaction design of children's smart toy were discovered. By analyzing the characteristics of children's embodied cognition and combining the relevant previous researches, the interaction design methods of children's smart toy based on embodied cognition were constructed. Embodiment is the most instinctive way for children to understand the world. The interaction design of children's smart toy needs to consider the characteristics of children's embodied cognition and the characteristics of complex interaction system which integrates the physical entity and virtual computing. Two interaction design methods are put forward by combining the embodied cognition theory with the interaction design of children's smart toy: multichannel input and output of information and the naturalization and intuition of interaction behavior.

KEY WORDS: embodied cognition; the children's smart toy; interaction design; design method

具身认知是儿童在成长过程中认识和理解世界最简单和直观的方式。技术的嵌入使传统玩具与儿童的互动模式发生了变革, 但儿童用身体去探索世界的本能并未发生改变。将具身认知理论融入儿童智能玩具的交互设计中, 能够帮助设计者在由人、技术、产品、环境所构成的新的生态系统下探索一种更加合理、自然、直觉的交互方式, 创造趣味而有活力的儿

童智能产品, 体现出设计对人性的关怀。

1 概述

1.1 具身认知理论综述

人认识世界从自己的身体开始^[1]。主体以自身为基准, 形成了大小、高低、前后、左右的空间认知;

收稿日期: 2019-02-23

基金项目: 2018年度河北省社会科学基金项目(HB18YS008)

作者简介: 王秀丽(1990—), 女, 河北人, 河北地质大学助教, 主要研究方向为产品与交互设计。

冷与难过、暖与快乐,物理感觉认知帮助理解抽象的高级情感体验。Lakoff 和 Johnson 将具身认知 (Embodied Cognition) 看作概念形成和理解世界的基础^[2]。作为认知心理学领域的一个新兴的研究方向,具身认知一方面还原了客观主体认识世界的一种常态化方式,另一方面为人与外界的交互提供了新的研究视角。

情境、身体的感知和运动系统是具身认知形成的两个重要条件。情境作为源域为具身认知提供了丰富的信息来源,身体的感知和运动系统在情境的激发下获得大量感知运动经验,经过大脑处理形成基础认知隐喻。随着刺激不断加深加强,基础认知隐喻进一步发生概念融合和转化,最终形成稳定的认知结构,个体由此逐渐完成对事物的理解和认识。

1.2 儿童智能玩具发展现状

玩具,即供人(尤其是儿童)娱乐和游戏的器具^[3],融合了有形实体和数字媒体技术、具备一定人机互动性的儿童玩具即可称之为儿童智能玩具^[4]。

早在 20 世纪 70 年代,国外已经开始对智能玩具展开研究,1998 年 MIT 与乐高合作推出以可编程积木为核心的智能机器人揭开了全球玩具智能化的序幕。经过 20 年的发展,儿童智能玩具的种类不断丰富,益智类、教育类和娱乐类占据市场主流,代表产品如费雪的“学习厨房”、索尼的 AIBO 机器狗等,交互方式主要包括语音控制、肢体触碰以及图像交互^[5]。近年来,基于实体用户界面的儿童智能玩具结合 HCI, CV 和 AR 等新技术实现了虚拟与现实的无缝联结,为儿童智能玩具的发展提供了新思路。

纵观国内儿童智能玩具市场,将虚拟界面、卡通造型和简单交互技术相结合的儿童智能玩具占据主流,学习和游戏内容主要依托于后台数据库,较低的

技术壁垒和开发门槛导致大量产品的同质化,无法从根本上激发儿童的创造力,亟待进一步发展创新。

2 具身认知与儿童智能玩具交互设计

2.1 具身认知理论模型

根据认知心理学理论,人的整个认知过程可归纳总结为 3 个步骤:环境刺激下感受器接收信息—大脑对信息进行加工处理—效应器输出信息。感受器主要指身体的感官系统,包括视觉、触觉、听觉、嗅觉、力觉等,效应器主要指能够对大脑指令做出反应的肌肉、腺体和器官,具体表现为相应的表情、语言、动作和行为,见图 1。

对信息进行加工处理是传统认知心理学的研究重点,其中 Wickens 的信息加工理论模型最为典型,见图 2a。该模型将信息加工过程分为几个模块,主要包括感觉贮存、知觉转译、决策和执行。在知觉转译模块,大脑将短时感觉信息与记忆中的相关信息进行匹配,如圆形、黄色和热量匹配太阳,一旦知觉对象被归纳为某一范畴,大脑就会做出相对应的决策并支配人的行为。

具身认知相关理论 (CMT 理论、PPS 理论、SSM 理论) 反对此种视心理为计算、图式或表征的信息加工机制,认为感知觉经验以及身体与环境在互动过程中所产生的运动经验直接影响认知的形成。具身认知理论将身体、认知与环境看作统一整体^[6],并强调认知在此过程的无意识性,见图 2b。

从交互设计的角度看,基于信息加工理论的交互设计着重研究用户输入的信息与机器输出的信息是否相匹配的问题,而基于具身认知理论的交互设计则侧重对感知觉的分析并关注身体与环境的互动过程,更加强调整交互系统的整体性、互动性和直接性。

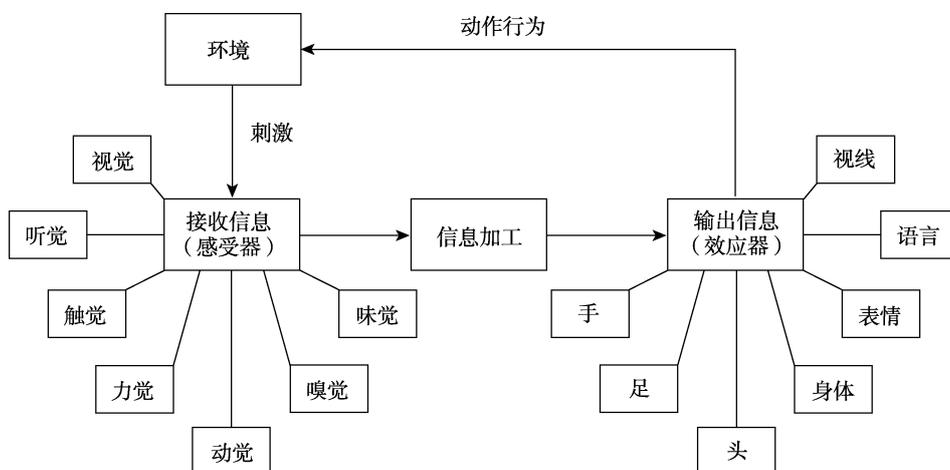


图 1 认知过程示意图

Fig.1 The sketch of cognitive process

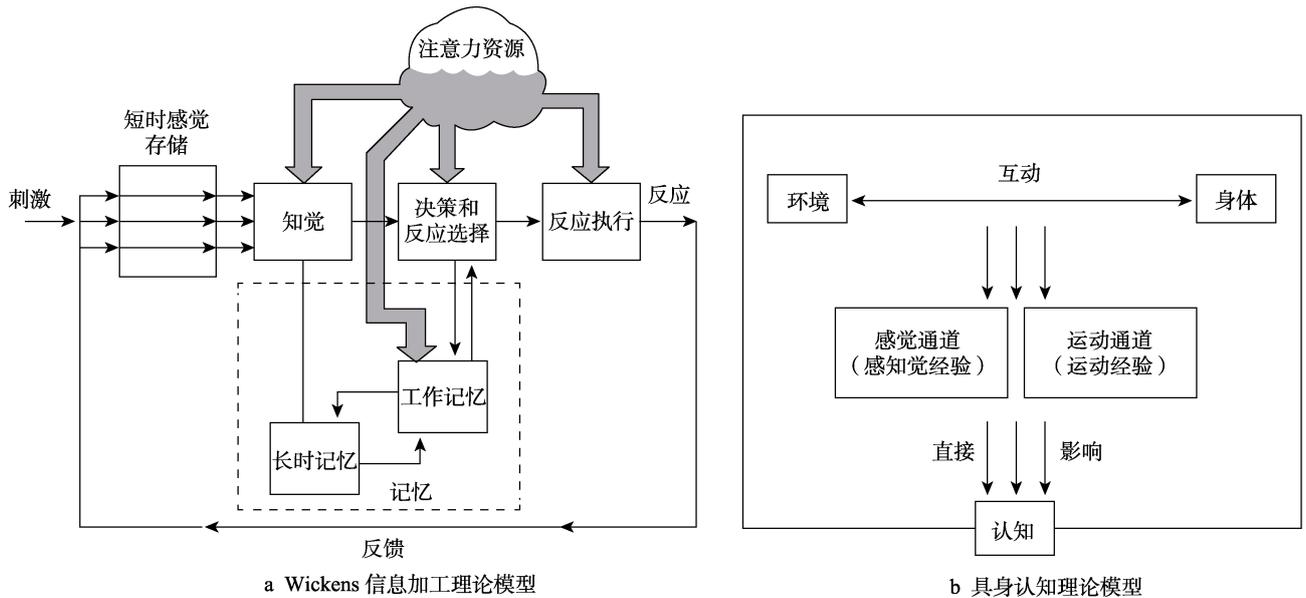


图 2 传统认知理论模型和具身认知理论模型的对比
 Fig.2 Contrast between traditional cognitive theory model and embodied cognitive theory model

2.2 基于具身认知的交互设计

交互设计以用户体验为基础,通过研究用户的期望和行为构建人与产品之间愉快和谐的关系,目标在于开发宜人的人机界面。人机界面即人与机器之间传递和交换信息的媒介,不仅局限于人与计算机界面的直接接触,还包括远距离信息传递与控制的作用空间^[7],人机交互模型见图 3。

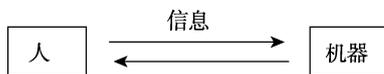


图 3 人机交互模型
 Fig.3 The model of human-machine interaction

交互设计的核心在于信息的输入和输出。传统的命令行和图形用户界面 (GUI) 以信息加工理论为基

础,通过鼠标、电脑等设备进行信息输入并以图形和声音的形式完成信息输出,用逻辑和符号来模拟和建构人与外界的关系。20 世纪 70 年代以来,此类交互范式越来越受到质疑,实物交互和社会计算的发展使设计融入日常成为一种趋势,新的交互概念基于具身认知理论,提倡充分运用人类技能,关注设计的参与性和情境性^[8]。具身认知的研究重点在于人与环境互动交流的本质,认为主体在后天环境潜移默化的影响下所获得的习得性经验是认知的重要来源。因此,在人工智能交互系统中应关照人“体认”世界的方式,营造自然、真实、直觉的交互参与状态。具身交互过程中,用户在物理世界中与嵌入计算的日常事物展开交互,形成了信息输入和输出的新模式,不仅减轻了人与机器之间的认知障碍并且实现了有形实体与虚拟数字之间的自然桥接,见图 4。

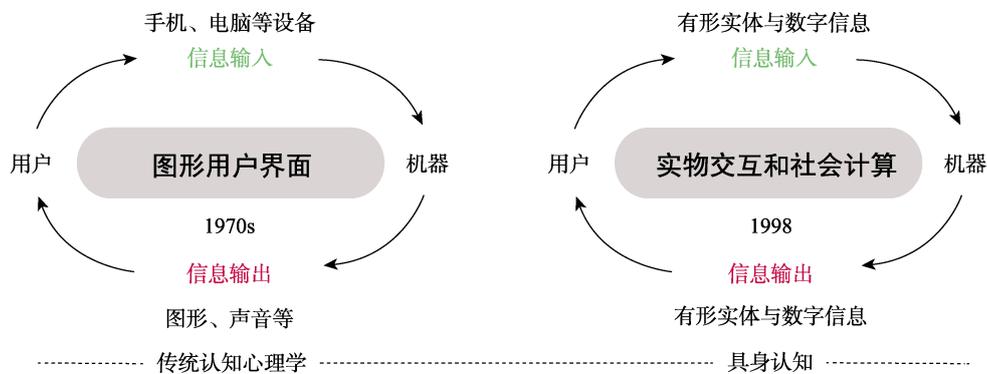


图 4 两种不同的交互模式
 Fig.4 Two different interaction models

具身交互与实物交互存在一定的区别和联系,具身交互依托于有形实体,强调交互的日常性和直觉化,实物交互的重点则在于将数字信息耦合到物理对

象中从而达到方便用户操作的目的^[9]。具身交互更注重交互的社会性表达,有形的物理对象和自然直觉的交互行为是具身交互的两个重要特征。智能积木

Siftables 将图形界面与有形模块相结合组成了一个数字化智能生态系统, 用户能够以日常的方式通过操纵智能模块来处理数字信息, 如用“倾倒”的方式来调制

颜色, 画面内容会跟随倾斜的动作而倾斜, 形成了较为典型的具身交互范式, 见图 5。



图 5 智能玩具 Siftables
Fig.5 The smart toy Siftables

2.3 儿童智能玩具交互设计的具身性

2.3.1 物理具身

信息技术的发展使数字信息嵌入传统玩具成为可能, 进而诞生了儿童智能玩具。儿童智能玩具依托于有形玩具实体并且能够在游戏中提供双向人机交互, 创造了一种多媒体的、交互丰富的游戏环境^[10]。儿童与玩具的交互是一种探索性的尝试行为, 儿童置身于游戏环境中并通过与玩具的物理接触获得了丰富的感官刺激和身心体验, 逐步提高了对事物的理解, 这一过程与具身认知强调身体、认知(游戏体验)与环境(交互情境)一体化的思想观不谋而合^[11], 在物理层面体现出儿童智能玩具交互设计的具身性。

认知嵌入环境, 身体与外界的互动成为认知的重要组成部分, 玩具的物理属性为具身认知的形成提供了丰富的土壤。具身研究表明物体的颜色、尺寸、重量以及物体表面的温度、湿度、光滑度、粗糙度、物体所发出的声音等物理属性能够影响认知主体的好恶倾向和态度, 如暖色调更能代表温暖, 表面粗糙的工具往往增加了操作者的“心理难度”。感知觉经验为个体内部概念、人际概念的形成以及隐喻知识的发生发展提供了本体论构架^[12], 同时也是重要的具身交互体验。

2.3.2 行为具身

儿童智能玩具的交互主体是儿童, 当前对儿童智能玩具交互设计的研究大多从儿童的身心发育特点以及交互技术的应用两方面展开。根据皮亚杰的儿童认知发展论, 儿童认知的发展具有阶段性和不完全性的特征, 0~2 岁的儿童处于感知运动阶段, 儿童与外界的交互行为是发自本能和无意识的; 从 2 岁到 11 岁, 儿童逐渐完成了从具象思维到简单抽象思维的过渡; 11 岁以后儿童开始逐渐掌握高级的抽象思维能力。

儿童在成长过程中难以像成人一样用抽象的逻辑思维和生活经验分析具体问题, 需要大量借助感官系统与外界事物进行具身的行为交互来获得思维和意识。因此, 为儿童设计的智能玩具产品往往具有较

强的体验性和互动性, 需要满足儿童的具身交互需求, 并且在交互过程中体现出自然、开放的行为特征, 从用户行为层面体现出较强的具身性。

2.4 具身认知与儿童智能玩具交互设计的意义

将具身认知理论引入儿童智能玩具的交互设计中, 具有以下 2 方面的意义: (1) 针对儿童在游戏过程中的具身参与状态和交互情境的研究相对较少, 研究具有一定的创新性; (2) 儿童智能玩具诞生于实物交互和社会计算的双重背景下, 新的人机交互拓展了图形用户界面的范畴, 更加要求儿童的具身参与, 引入具身认知理论有利于设计出更具人性化的智能玩具产品。

3 儿童的具身认知特性

根据具身认知理论模型, 身体与外界互动时所获得的感知和运动经验促进了儿童认知的形成。感知觉主要指视觉、听觉、触觉、力觉、物体知觉、时间和空间知觉等, 运动主要指包括动作在内的运动能力和行为发展。儿童的感知和运动发展在不同的年龄段表现出不同的特征, 见表 1。

新生儿喜欢注视色彩鲜明、图案复杂的物体, 能够分辨声音和声音的方向, 触觉发育十分敏感, 喜欢用手去感受和探索身边的事物。为新生儿开发的智能玩具可通过将常见的触觉材料与形状、色彩、声音相结合, 形成多重感官刺激, 让儿童通过眼看、耳听、手握等具身方式来理解日常事物的基本概念。

儿童在 2~3 岁时能够辨别物体的大小、形状和色彩, 4 岁完成听觉发育, 5~6 岁时能够区别物体的体积和重量, 6 岁完成视觉发育, 大运动和精细运动的发展基本成型。在这一阶段, 儿童对事物的认识是具体和直观的, 儿童智能玩具可在物理层面上提供更加丰富的感官刺激帮助儿童进一步理解物体的大小、冷热、软硬、轻重等属性概念, 可通过色彩的对比调和进一步提高儿童的视知觉能力, 在行为层上需要设计更多互动性的模块, 使儿童在具身互动过程中建立起

表 1 儿童的感知和运动发展特征
Tab.1 The development characteristics of children's perception and movement

发育阶段	视觉	听觉	触觉	大运动	精细运动
0~2 岁 感知运动阶段	2 个月 头眼协调 6~7 个月 喜鲜艳明亮颜色	3~4 个月 定向反应 6~7 个月 能够区别父母声音	新生儿眼、手、足等触觉敏感 新生儿能够感觉到冷热	8~9 个月爬 9~12 个月独站片刻 1 岁独走几步 1.5~2 岁跑	5~6 个月伸手抓物 6~8 个月物体换手 1.5~2 岁自发乱画 2 岁叠纸
	8~9 个月 深度视觉发育, 能看小物体 1.5~2 岁 区别各种图形	1.5~2 岁 听懂简单吩咐	1 岁开始有时间和空间知觉 2 岁可辨别上下		
2~7 岁 前运算阶段	5 岁能够区别颜色 6 岁完成视觉发育	3 岁精细区分声音 4 岁听觉发育完善	2~3 岁可辨别物体属性 4 岁可辨别前后 5~6 岁能够区别体积和重量	2 岁双足跳 3~4.5 岁独足跳	3 岁临摹简单图形 5 岁能学习写字

初步的生活经验, 如什么样的材质适合抓握, 什么样的高度容易摔跤。

到了学龄期, 儿童开始逐渐对读写、算数、绘画产生兴趣, 并开始对一些简单的规律产生好奇, 在这一阶段, 儿童智能玩具可充分利用图像交互、肢体触碰等技术手段培养和锻炼儿童的动手动脑能力以及联想思维能力。

儿童在具身认知过程中由于其感觉、知觉和运动能力的发展而表现出一定的阶段性和渐进性, 儿童智能玩具的交互设计应考虑到这个特点有针对性的做出合适的设计选择。

4 基于具身认知的儿童智能玩具交互设计方法

4.1 信息的多通道输入输出

传统的图形用户界面主要通过手部、眼睛和声音输入信息。具身交互依托于有形实体, 信息的输入和输出将更加自然全面。根据具身认知理论模型以及儿童的具身认知特性, 建立多通道的信息交互, 形成丰富的感官和运动刺激, 对于处在生长发育阶段的儿童来说具有十分重要的意义, 见图 6。

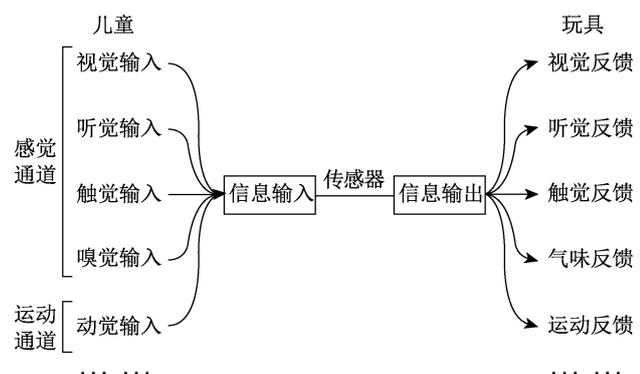


图 6 信息的多通道输入输出
Fig.6 Multichannel input and output of information

4.1.1 视觉通道

儿童在婴幼儿时期对颜色十分敏感, 喜欢明亮鲜艳的颜色, 尤其偏爱红色、黄色、绿色、橙色和蓝色, 到 2 岁左右能够区别各种图形, 6 岁时进入成人视觉。儿童智能玩具在造型设计上应选用纯度和饱和度较高的颜色, 选用辨识度清晰的图形或卡通图案。随着儿童立体视觉的发育, 开放式的、可自由搭配的实体玩具模块能够开发儿童的空间智力和想象能力, 如乐高智能积木。

4.1.2 触觉通道

触觉是人体中发育最早、分布最广、最复杂的感觉系统, 能够感知外部环境的温度、湿度、压力、振动和疼痛, 能够帮助修正视觉偏差、提高认知准确度^[13]。儿童的触觉发育在 1 岁以后趋于成熟。触觉信息通道的交互包括触觉感知和触觉反馈两方面。在触觉感知方面, 丰富的材质和肌理能够提供多种触觉刺激, 帮助儿童对客观事物有初步的了解, 例如沙子是粗糙的, 玻璃是光滑的。触觉反馈能够有效传达鼓励、赞赏、警告等信息, 例如通过振动的时长和频率来增强体感或提示操作错误。此外, 还可以利用温度觉来传递信息, 例如热感更能促使个体产生积极的心态和评价, 利用高科技变温材料产生热反馈可以达到鼓励的效果。

4.1.3 听觉通道

听觉是具身认知形成的重要通道。在具身交互过程中配合视觉图形和触觉感知提供相应的听觉反馈能够帮助婴幼儿学习日常事物的基本概念, 如汽笛声、风声、雨滴声、打鼓声等。儿童在 3 个月左右开始对声音产生定向反应, 在玩具中内置不同方位的声音信号能够锻炼儿童的听觉发育。听觉发育成熟后, 利用听觉反馈可以有效表达地理位置、角色定位以及当前的交互情境从而辅助儿童进行具身判断, 如怪兽的咆哮声和战争的号角声。

4.1.4 动觉通道

互动体验是具身认知的重要组成部分。儿童智能玩具在交互设计中应关照儿童的动觉发育,运用多种交互技术增强玩具的互动性和趣味性。对于婴幼儿,可通过模拟不同的生活情境让儿童体验“开—关”、“推—拉”等简单动作,形成习得性动作经验。随着儿童综合认知能力的提升,设置具有挑战性的交互操作,不仅能够锻炼儿童的动手操作能力,同时能够提升儿童的智力水平和逻辑思维能力,如智能遥控玩具能够让儿童在互动过程中感受重力、磁力等物理现象。

4.2 交互行为的自然化和直觉化

前文研究已经表明,具身认知强调认知在具身状态下的无意识性,具身交互旨在帮助用户以日常的形式操纵数字信息,还原人与环境的真实互动。基于具身认知的儿童智能玩具交互设计应符合儿童用身体来探索世界的认知特点,帮助儿童专注于当前的游戏情境而不因复杂的技术和操作产生觉知压力。

根据具身认知理论模型,感觉通道和运动通道是认知形成的两个重要通道,也是儿童接收外界信息的途径,从交互通道的角度出发、综合利用多种传感技术,通过识别儿童的视线、面部表情、肢体语言、声音、脑电等来预估和判断儿童的行为意图,并结合智能情境提供相应的行为引导,能够有效减少认知障碍,营造自然的具身交互环境。

在视觉通道,玩具可利用眼动追踪技术观测儿童的视觉注意中心并自动执行相关操作,如点亮屏幕、放大图像、周围像素的高质量渲染等;在触觉通道,触觉传感器能够帮助儿童与玩具产生自然的肢体互动,“孩之宝”开发的儿童智能玩具菲比精灵在毛绒外表下内置触觉传感器,儿童可以通过挠它的头顶或者拉它的尾巴与菲比产生交流。此外,粗鲁或友好的不同对待方式会触发菲比不同的表情和行为,潜移默化的影响儿童形成与人交往的良好习惯;在听觉通道,语音识别技术已经能够让儿童与玩具进行自然对话,对儿童的语言学习具有一定的促进作用;在运动通道,体感交互技术能够实现用肢体控制终端,儿童与机器人可以互相学习彼此的动作,在游戏中锻炼儿童的手眼协调和平衡能力。

儿童与玩具的交互具有较强的具身性和互动性,在交互过程中尊重儿童的行为特点能够帮助智能玩具真正融入到儿童的日常生活中,实现儿童智能玩具娱乐益智的目的。

5 结语

将具身认知引入儿童智能玩具的交互设计中,在理论层面突破了以信息加工为代表的传统认知心理学的禁锢,对于探索信息时代下新的交互设计方法具有积极的意义;在实践层面,物理世界和虚拟世界的

深度融合要求设计更好地适应人与环境,以感觉和运动通道为媒介的具身交互更加贴合儿童的认知特性、使儿童与机器之间的交流更加自然顺畅。儿童生长发育的特殊性决定了儿童具身认知的阶段性和不成熟性,本文所谈及的交互设计方法通过提取理论模型要点并结合儿童的具身认知特性而展开,对具体设计方法的研究还有很多不足之处,希望在未来进一步挖掘和拓展。

参考文献:

- [1] WILSON M. Six Views of Embodied Cognition[J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2002(4): 20—43.
- [2] LAKOFF G, JOHNSON M. *Metaphors We Live By*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- [3] 王洪阁. 玩具与创新设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] WANG Hong-ge. Toys and Innovation Design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [5] CAGILTAY K, KARA N, AYDIN C C. Smart Toy Based Learning[J]. *Educational Technology & Society*, 2010, 13(1): 260—263.
- [6] 程宽. 基于视听联觉教育的智能玩具设计研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [7] CHENG Kuan. Design Research of an Intelligent Toy Based on Synesthesia Education[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2016.
- [8] 郑皓元, 叶浩生, 苏得权. 有关具身认知的三种理论模型[J]. *心理学探新*, 2017(3): 198.
- [9] ZHENG Hao-yuan, YE Hao-sheng, SU De-quan. Three Theoretical Models of Embodied Cognition[J]. *Psychological Exploration*, 2017(3): 198.
- [10] 吴国荣, 王微. 儿童智能玩具中人机交互设计的研究[J]. *包装工程*, 2012, 33(18): 61—63.
- [11] WU Guo-rong, WANG Wei. Research on the Human Computer Interaction Design for Children Smart Toys[J]. *Packaging Engineering*, 2012, 33(18): 61—63.
- [12] 鲁晓波, 刘月林. 具身交互: 基于日常技能而设计[J]. *装饰*, 2013(3): 97.
- [13] LU Xiao-bo, LIU Yue-lin. Embodied Interaction: Design Based on Daily Awareness and Skills[J]. *Zhuangshi*, 2013(3): 97.
- [14] 周晔星. 基于有形用户界面的儿童音乐智能玩具设计研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [15] ZHOU Ye-xing. Design Research of Children Music Smart Toy Based on Tangible User Interfaces[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2017.
- [16] 周艳, 李青. 我国智能玩具研究现状述评——基于2002—2014年中文文献[J]. *北京邮电大学学报*, 2016(1): 113.
- [17] ZHOU Yan, LI Qing. The Review of the Research Status of Smart Toys Based on the Chinese Literature from 2002 to 2014[J]. *Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications*, 2016(1): 113.
- [18] 叶浩生. 有关具身认知思潮的理论心理学思考[J]. *心理学报*, 2011(5): 590—592.
- [19] YE Hao-sheng. Theoretical Psychological Reflection on the Embodied Cognitive Trend of Thought[J]. *Acta Psychologica Sinica*, 2011(5): 590—592.
- [20] ACKERMAN M. Incidental Haptic Sensations Influence Social Judgments and Decisions[J]. *Science*, 2010(5): 51—72.
- [21] 张蓓蓓, 李建民. 基于触觉开发的婴幼儿玩具设计[J]. *包装工程*, 2012, 33(10): 66.
- [22] ZHANG Bei-bei, LI Jian-min. Design of the Infants Toys Based on the Development of Tactile[J]. *Packaging Engineering*, 2012, 33(10): 66.