

# 气味在多感官游戏体验设计中的研究与应用

冯安然<sup>1</sup>, 李万军<sup>1\*</sup>, 王紫怡<sup>1</sup>, 周梦焯<sup>2</sup>, 张蔚茹<sup>1</sup>  
(1.武汉纺织大学, 武汉 430070; 2.武汉理工大学, 武汉 430070)

**摘要:** **目的** 面向游戏体验设计领域多感官研究的发展需要, 明确气味体验在游戏设计中的必要性与迫切性, 分析现有研究的热点与不足, 探讨未来发展趋势。**方法** 首先, 使用文献综述与案例分析, 从国内外现有多感官游戏体验研究的设计方法、交互技术, 以及应用场景三个方面进行简述, 明确气味在多感官游戏体验设计中的发展与不足; 其次, 从方法融合、技术突破、创意设计三方面对气味在多感官游戏体验设计中的研究进行文献整理与归纳, 析出高被引文献以便后续进行深入分析与解读; 最后, 对高被引文献全文文本中的相关主题知识碎片进行知识元编码, 并使用桑基图 (Sankey Diagram) 体现数据流的关系和权重。**结论** 本研究聚焦气味在多感官游戏体验设计研究中的分析与探索, 虽面临挑战, 但气味仍有望成为丰富多感官游戏体验的关键元素, 赋予玩家沉浸式、情感化、个性化体验, 创造新的游戏体验设计策略。

**关键词:** 气味; 多感官游戏体验设计; 知识元编码

**中图分类号:** TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)24-0431-09

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.046

## Research and Application of Smell in Multi-sensory Game Experience Design

FENG An-ran<sup>1</sup>, LI Wan-jun<sup>1\*</sup>, WANG Zi-yi<sup>1</sup>, ZOU Meng-ye<sup>2</sup>, ZHANG Wei-ru<sup>1</sup>  
(1.Wuhan Textile University, Wuhan 430070, China; 2.Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**ABSTRACT:** For the development of multi-sensory research in the field of game experience design, the work aims to clarify the necessity and urgency of smell experience in game design, analyze the hot spots and shortcomings of existing research, and discuss the future development trend. Firstly, literature review and case analysis were used to briefly describe the design methods, interactive technologies and application scenarios of multi-sensory research in existing game experience at home and abroad, and to clarify the development and shortcomings of smell in game experience design. Secondly, from the three aspects of method integration, technology breakthrough and creative design, the research of smell in multi-sensory game experience was summarized and sorted out, and highly cited literature was extracted for in-depth analysis and interpretation. Finally, knowledge meta-coding of smell in multi-sensory game experience knowledge fragments in the full text of highly cited literature was carried out, and Sankey Diagram was used to reflect the relationship and weight of data flow. This research focuses on the review and exploration of smell in multi-sensory game experience design. Despite the challenges, smell is expected to become a key element of rich multi-sensory game experience, lead innovative design, give players immersive, emotional and personalized experience, and create new game experience design methods and mechanisms.

**KEY WORDS:** smell; multi-sensory game experience design; knowledge element coding

游戏体验设计一直是游戏开发的重要组成部分, 旨在创造出令玩家愉悦、吸引人、有深度的游戏原则、操控方式、具体内容等。长期以来, 在视觉、听觉、以及触觉等方面多感官游戏体验设计的技术突破与

收稿日期: 2023-07-24

基金项目: 教育部首批新文科研究与改革实践项目 (2021160042); 湖北省教育厅哲学社会科学研究项目 (22D058)

\*通信作者

综合应用都得到了广泛认可,而气味作为一种重要的感官体验因素,在多感官游戏体验设计中的研究还相对较少。一方面,是由于与气味相关的技术仍存在一些挑战,如气味的传递和控制技术还不够成熟,如何准确、有效地释放特定的气味仍需要进一步的提升;另一方面,气味常伴随着多种感官联觉作用,不同个体对气味的感知和反应存在较明显差异,如何针对不同玩家进行气味设计和调节也是一个挑战。近年来,诸多学者已经通过气味故事、气味地图、气味识别等方法有效地介入到多感官游戏体验设计全流程中,取得了不错的设计成果。然而,对气味在多感官游戏体验设计中理论、方法与工具的系统梳理还未完全形成。因此,本研究首先通过文献综述与案例分析的方法,对国内外多感官游戏体验研究的设计方法、交互技术,以及应用场景进行了简要概述,重点明确了气味在多感官游戏体验设计中的发展现状与不足。其次,从方法融合、技术突破和创意设计三方面,对气味在多感官游戏体验设计中的研究文献进行了归纳与整理,深入剖析了有关气味-多感官游戏体验设计的研究成果。最后,通过对高被引文献全文文本进行知识元编码,捕捉其中有关气味与多感官游戏体验设计的知识碎片。同时,运用桑基图(Sankey Diagram)展示数据流关系和权重,以更直观的方式呈现研究数据之间的关联。这三点共同构成了本研究的具体步骤,为未来以气味为主导的多感官游戏体验设计创新提供了有力支持。

## 1 游戏体验设计的发展现状

在当今数字化时代,游戏已经成为一种重要的娱乐和文化形式,而游戏体验设计在产业中扮演着关键的角色。富勒顿<sup>[1]</sup>(Fullerton)和格雷格森(Gregersen)等<sup>[2]</sup>认为游戏设计是一种玩家参与的极致体验过程,当玩家与游戏互动时,游戏所给予的反馈造就了游戏体验,因此对极致体验过程的设计是构建游戏的根本任务。在游戏极致体验的设计初期,佩雷拉(Pereira)等<sup>[3]</sup>提出了一种参与式游戏体验设计方法,邀请游戏玩家参与到游戏研发与创作的设计过程,从游戏性、挑战性、体现性、社会性、感觉性、感官性六个维度对游戏创作进行思考,调动游戏玩家对游戏设计的探索欲与积极性,与其他身份的协作者共同构建好的体验机制。基于此,研究学者认为游戏体验设计的本质是一种跨学科的设计创意萌发活动,需要相关利益者如游戏玩家、关卡设计师、游戏程序设计员等共同参与,并协作制定严格的游戏体验目标,从而萌发出更好的体验方式。从此定义出发,各国学者从设计理论、设计方法、设计因素,以及体验评估等方面对游戏体验设计进行了研究。从理论来说,奥赫达(Ojeda)等<sup>[4]</sup>认为游戏体验设计的好坏与用户的沉浸程度有

关,尝试以心流理论为基础,从其产生条件、活动目标、流动特征,以及反馈结果出发构建游戏体验设计策略。除此之外,方圆等<sup>[5]</sup>、李莎睿<sup>[6]</sup>、胡魏魏<sup>[7]</sup>、赛静颖<sup>[8]</sup>、申晓峰<sup>[9]</sup>、程玖平<sup>[10]</sup>还从符号学、自我效能、叙事理论等方面对游戏体验设计方法与应用进行了详细的解构与实践。从设计方法来说,皮内尔(Pinelle)等<sup>[11]</sup>认为游戏体验设计沿袭了体验设计以人为本的思想,强调从玩家的角度出发,围绕游戏场景、情感体验、行为交互等方面提出了设计方法,如基于具身认知理论而构建的游戏动作设计流程、基于叙事理论提出的游戏故事四元素设计方法、以心理学理论为基础而提出的情感体验地图设计方法等。从游戏体验的评估来说,除了可用性评价测试中的常规评估指标之外,佩尔图拉(Perttula)等<sup>[12]</sup>引入了心流体验的评估指标,并结合游戏沉浸感、趣味性、临场感、参与性、游戏性、社会性等特性共同构建出游戏体验评估体系,增加了评价指标与方法的多样性。

综上所述,游戏体验设计在理论与方法层面融合了多领域与跨学科的知识,其设计内容包含了人在参与游戏中的交互行为、心理感受、自我成就等多重维度,并构建出多层次的体验评估指标。

## 2 多感官游戏体验设计的研究现状

多感官游戏体验一方面通过感官通感帮助玩家实现在游戏世界中的沉浸体验,另一方面多感官交互拓展了游戏的操控方式及体验边界。从视觉来说,游戏设计者会利用视觉装饰对游戏场景进行改良,通过装饰呈现的位置、状态、形式等因素刺激玩家的感官体验。例如,格林(Gerling)等<sup>[13]</sup>证实通过视觉信息营造出的独特氛围,如屏幕抖动等,能够让玩家对游戏体验产生积极的影响。声音通常是游戏进程中,必不可缺的体验维度之一,弗里伯格(Friberg)等<sup>[14]</sup>认为游戏环境中物体撞击声、射击声、脚步声等修饰性声效都能带给玩家视觉与听觉交错的互动体验,在丰富游戏氛围的同时,也增强了任务的复杂性。触觉常依赖于技术的革命,从而为游戏体验带来设计与提升。例如,霍根(Hoogen)等<sup>[15]</sup>在操纵杆上添加了压力传感,以让用户感受到挫折感。除此之外,奥克塔维亚(Octavia)等<sup>[16]</sup>还在游戏环境中添加了多感官交互,通过对椅子、键盘、鼠标、触控板等外接设备来增强用户的感官交互体验,以达到构建复杂游戏体验的目的。

综上所述,随着技术的不断发展,多感官在游戏体验设计中的应用也将不断创新和拓展,为玩家带来更加丰富、更引人入胜的极致体验。然而,目前多感官游戏体验设计主要依赖于通过单一感官的技术突破带动联觉方式的创新,味觉、嗅觉作为五感重要的组成部分,对其系统设计方法与应用的探究还相对较少。

### 3 气味——多感官游戏体验设计研究综述

#### 3.1 方法融合带来新研究契机

嗅觉被证实比其他任何感官都要灵敏1万倍,嗅觉反应会即时且直接地延伸至大脑。在医学研究中,洛克菲勒大学神经遗传学研究证明,人类可以辨别超过1万亿种嗅觉刺激,这意味着人类的鼻子比眼睛灵敏15万倍,比耳朵灵敏100万倍。普雷斯(Press)等<sup>[17]</sup>采取“原始主义者”的立场,从系统发育的角度来看待嗅觉,认为其与人类的整个感知系统直接相连,且其中一部分与情感也能直接相接,并且未经过滤,所以嗅觉体验是直击情感的。举个例子来说,人类能够快速且准确地学习什么该吃什么不该吃,当接收到可能会产生不健康后果的环境信号时,神经系统会对此提出质疑并发出错误警报,从而带来消极的情绪感受。从生物学角度来说,嗅觉相较于其他四种感官而言是无法关闭的,因为呼吸是持续不断的,嗅觉神经元直接暴露在空气中,距大脑皮层只有三个突触,由嗅球、嗅觉皮层,以及神经元粗过滤后进行模式识别。在研究不断探索的新阶段,生理心理学家发现嗅觉进一步受到视觉、听觉、触觉等其他感官的影响,对记忆和情感起着重要的作用,并表现出强烈的主观偏好。威兰德(Wieland)等<sup>[18]</sup>表明,由气味触发的自传体记忆比由语言和视觉相关线索引起的记忆更古老。此外,气味所诱发的记忆能够让人有更强烈的、被带回到过去的感觉,比通过其他方式所诱发的记忆更加情绪化、生动化。例如,人们可能忘记了大部分小时候的事,但可能记得八岁那年在某个地方吃到糖炒板栗的味道。格恩瑞兹(Girona-Ruiz)等<sup>[19]</sup>也认为气味诱发记忆通常在情绪表现上最为显著,是因为除了嗅觉外没有其他感觉系统与情绪和记忆的神经基质有直接强烈的接触。对于这点,博德纳尔(Bodnar)等<sup>[20]</sup>也验证过,与视觉和听觉相比,气味作为一种信息传递机制的破坏性更小,更能实现信息的精准传导。经济学家也利用了这一点,提出感官营

销理论让人类感官在市场经济下发挥重要作用,并细化出以视听觉为主导、嗅觉为辅助的具体营销策略。例如,埃森胡贝尔(Emsenhuber)等<sup>[21]</sup>所讨论的气味营销。

#### 3.2 技术突破引领新体验方式

气味在感知和情感体验中扮演着重要的角色,但在用户体验和交互设计中,气味往往被忽视或较少地被关注,奥布里斯特(Obrist)等<sup>[22]</sup>的文章激发了人们对气味体验和相关技术的关注,并提出气味研究的相关建议。气味感知来自于生理学与心理学的研究基础,气味与情感、记忆与行为的关系密切,而当前技术对气味体验的研究存在着如何产生、控制和传递气味,以及如何克服气味变化和耗散等问题的挑战。尽管如此,研究学者仍坚持认为气味体验是重要的感官体验设计研究创新领域,相关新技术的革新必将在游戏、健康、通信、教育和环境等方面改善人们的用户体验和生活质量。尽管近年来研究学者已经进行了一些探索嗅觉的尝试,然而人机界面中关于气味的大部分工作都集中在开发和评估气味增强技术上。例如,马焦尼(Maggioni)等<sup>[23]</sup>介绍了一种名为“Owidgets”的工具包。该工具包提供了一组电子气味发生器和相关软件,可以模拟各种气味,并将它们集成到虚拟现实游戏、智能手机应用、电子商务网站等环境中使用,以提高用户体验。研究者认为,这可以为用户提供更加全面的感官体验,以此建立产品与用户之间的情感联系。此外,布鲁斯特(Brewster)等<sup>[24]</sup>使用气味来诱发记忆,开发了一种基于气味的照片标记工具。拉纳辛赫(Ranasinghe)等<sup>[25]</sup>进一步研究了气味在数字交流中的作用,探索如何使气味能够在互联网上共享。松仓(Matsukura)等<sup>[26]</sup>介绍了一种名为“Smelling Screen”的气味显示系统,可以在虚拟现实环境中模拟气味的出现,为使用者带来与视觉和听觉一样逼真的气味体验,为虚拟体验提供更加真实的感觉,这种技术也被广泛地应用到娱乐、医疗、教育等领域(如图1所示)。

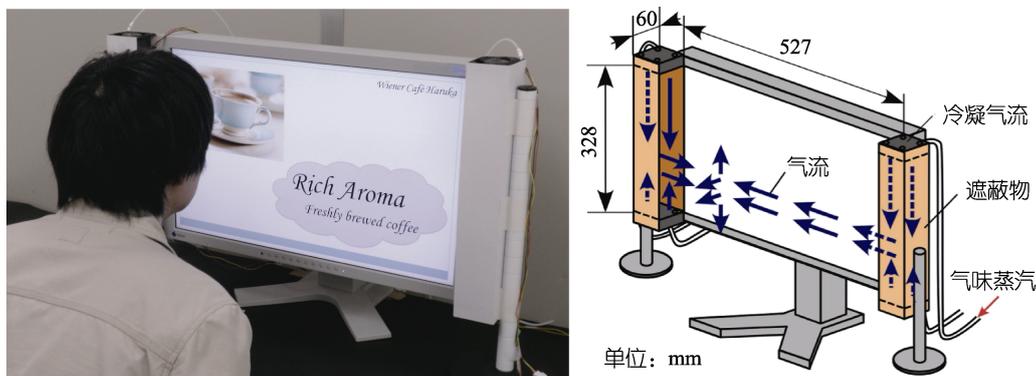


图1 “Smelling Screen”的气味显示系统  
Fig.1 Smell display system of "Smelling Screen"

中泉 (Nakaizumi) 等<sup>[27]</sup>发明了被称为“Spotscents”的气味投射器, 通过将多个气味投影仪安装在特定的位置和角度, 以在虚拟现实环境中创造出复杂的气味场景, 使用户更加沉浸在虚拟现实环境中, 并通过“Spotscents”的硬件和软件实现在虚拟现实游戏、仿真、教育等领域的应用 (如图 2 所示)。

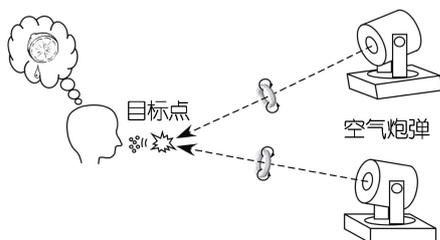


图 2 气味投射器  
Fig.2 Smell projectors

中本 (Nakamoto) 等<sup>[28]</sup>设计了交互式嗅觉游戏展示系统。该系统由一个具有独特气味的烹饪装置和一个电子嗅觉传感器组成。在游戏中, 玩家需要在一定的时间内识别并选择正确的食材或香料, 每个食材或香料都有其特定的气味, 电子嗅觉传感器会检测并

识别气味, 然后将结果发送到计算机中进行分析和处理。玩家可以通过触摸屏幕来选择答案, 该系统被拓展应用于餐厅、娱乐场所等 (如图 3 所示)。

拉纳辛赫 (Ranasinghe) 等<sup>[29]</sup>开发了一款嗅觉互动游戏, 通过 USB 与散发气味的模块通信, 并使用超声波扩散器连接 RGB 发光二极管 (LED), 为玩家提供“气味-颜色”的反馈 (如图 4 所示)。

奥乐美科技公司 (OLORAMA TECHNOLOGY) 开发了一款香味合成器, 通过合成器, 集成多达 10 种逼真的香味, 可以通过 API、DMX 集成语音识别的应用程序以及 Unity&Unreal 激活。若使用者要获得更多气味, 只须复制气味合成器的数量即可 (如图 5 所示)。

在 VR、AR 领域中, 计算机连接手持嗅觉显示器与头戴式显示器 (HMD), 使“三位一体”的数字气味交互成为可能。威默 (Witmer) 等<sup>[30]</sup>设计了一款关于气味控制影响沉浸感体验的装置, 以探究哪些控制因素可能会影响沉浸感, 如控制的即时性、控制模式等。亚当 (Adams) 等<sup>[31]</sup>做了一个多感官附加装置, 包括: 两个贴在衣领上用于加热和冷却的帕尔贴元件、两个指向用户面部的小风扇, 以及一个四腔空气

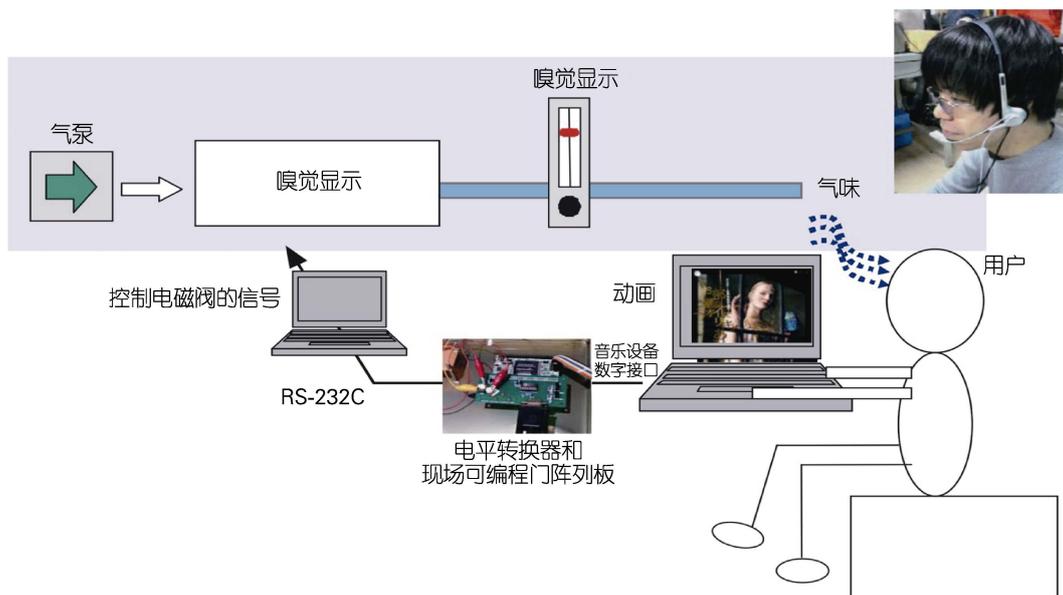


图 3 交互式嗅觉游戏展示系统  
Fig.3 An interactive olfactory game display system



图 4 嗅觉互动游戏  
Fig.4 Olfactory interactive game



图 5 香味合成器  
Fig.5 Aroma synthesizer

泵驱动的香味传输机制,用于测试气味与其联想之间的相关性与强度问题。余(Seah)等<sup>[32]</sup>展示了“SensaBubble”,一种通过带有独特气味的气泡实现信息多模态的传导方式。

### 3.3 体验故事激发新设计需求

几十年来,视觉和听觉在人机交互领域里已经占据了主导地位,并延伸至各个细分的设计领域中。人机交互的从业者已经开始尝试在设计交互任务时利用触觉、味觉与触觉,在多媒体环境中营造更好的用户体验。尽管在多感官游戏体验设计中,视觉、听觉与触觉是率先进行设计理念构建、设计方法提出的,然而嗅觉与游戏体验设计之间的探索有着巨大的潜力和发展空间,凯业(Kaye)<sup>[33]</sup>鼓励从气味体验的具体内容产生对人机交互与用户体验进行再理解与再创造。赫兹(Herz)<sup>[34]</sup>探索嗅觉与记忆之间的关联,莱雷特(Leret)等<sup>[35]</sup>做了极具探索性的气味体验实验,他们收集了 88 个与气味相关的体验故事,认为气味可以唤起顾客的深刻记忆,有关气味的回忆是一个个详细而精确的小故事(包括详细的时间、地点、人物、心情等),这些故事可被稍加利用以融入到游戏设计与医疗研究中。从了解参与者所关注的气味开始进行步步推导,使得设计师不再拘泥于以成熟技术推导创新设计,而是从气味本身所营造的氛围、记忆、故事出发,寻找技术突破的灵感,这种设计策略正逐步成为游戏关卡设计灵感的重要来源之一。例如,吉尔伯特(Gilbert)等<sup>[36]</sup>在创作射击游戏时,在进入房间、墓地等新环境之前,设置了某种特殊气味以增强玩家与环境之间的关联。不仅如此,学者还关注到气味对用户与游戏体验黏合性的影响,包括赫兹(Herz)<sup>[37]</sup>

在内的多位学者探讨了多感官体验对达到“心神合一”游戏境界的帮助,这其中就包含有气味对这种状态的辅助。在国内学者方面,清华大学未来实验室率先展开了对嗅觉技术的探索,并引发了路奇等<sup>[38]</sup>学者以联觉体验为主题发表多篇气味与设计艺术研究相关的探讨。但总的来说,国内对嗅觉与体验设计的文献相对较少,难以形成有效的分析。

综上所述,尽管神经科学家、心理学家、经济学家等已经对人类的气味建立进行了详细的了解,但对嗅觉主观特征和相关体验的洞察仍然缺乏。技术的不断进步能够使各类游戏场景中气味交互、气味认知、气味体验等变成可能,然而源于技术突破所带来的体验升级限制了人们从需求本身入手而进行创意发散的能力。由此,多感官游戏体验设计也正在做着转变,通过嗅觉体验故事收集、联觉体验创意萌发等方式试图从人出发,理解人与气味的相关经历并从中获取设计点,并进行创新设计。

## 4 基于文献知识元的气味-多感官游戏体验设计知识体系编码

知识体系涵盖了知识的组成成分、层级架构,以及知识元之间的相互关联。对高被引文献进行知识碎片提取与编码能够为知识体系的构建提供基础保障,国内学者如高国伟等<sup>[39]</sup>、韩海燕等<sup>[40]</sup>采用过这种方法对学科中某一领域的知识关联性进行分析。将前文所整理的高被引文献(共计 236 篇文本分析)的知识碎片进行汇总,去重共得到 23 个气味-多感官游戏体验设计知识元,如表 1 所示。针对这 23 个知识元将相关概念、理论、方法和实践进行分类和编码,以构建一个结构化的知识体系。这样的编码体系可以帮助研究人员系统地组织和理解气味-多感官游戏体验设计方法领域的知识,并提供一个共享和交流的框架。

### 4.1 气味-多感官游戏体验设计学科范畴知识元编码

针对表 1 中的 23 个知识元进行学科分类,共归纳到 7 个学科范畴,其中属于心理学的连线最多,产生了 10 条连线。随后,依次是设计学 5 条、计算机科学 4 条、化学 1 条、社会学 1 条、管理学 1 条、医学 1 条,见图 6。在心理学中情绪记忆理论和用户测试的比重最高,情绪记忆理论是气味-多感官游戏体验设计的基础和出发点,气味在多感官游戏体验设计

表 1 气味-多感官游戏体验设计知识元  
Tab.1 Knowledge element of smell and multi-sensory game experience design

知识元
嗅觉场景设计、情绪记忆理论、用户测试、用户体验、人机交互(HCI)、沉浸理论、虚拟现实、知觉心理学理论、嗅觉心理、认知负荷理论、嗅觉记忆、多感官整合理论、嗅觉显示器、无障碍设计、多模态交互、物联网、感官体验、游戏设计、叙事研究、包容性设计、生物传感技术、信息反馈、气味营销

中可以作为刺激命题的一部分,通过特定气味的释放,触发玩家对特定情境的记忆。用户测试在气味游戏设计中起着至关重要的作用,它能够帮助开发者评估和改进游戏的气味元素,确保游戏在玩家中产生预期的情感效果和体验。在计算机科学领域,虚拟现实、多模态交互、人机交互技术是气味游戏设计的重要工具。设计学中的信息反馈、嗅觉场景设计、无障碍设计等可以共同影响气味-多感官游戏体验设计的可玩性、沉浸感,以及受众的体验。化学中的嗅觉显示器可以生成和释放各种气味,以模拟不同的嗅觉体验。社会学中的叙事研究为气味-多感官游戏体验设计提供了一种思考框架,从而帮助设计师更好地运用情感共鸣、情节设计、情感体验等原则来创造更具深度、更引人入胜的多感官游戏体验。管理学中的感官营销试图构建玩家的情感共鸣,为游戏卖点注入独特的推广价值。医学中的生物传感技术可以用来监测玩家的生理指标,如心率、皮肤电导率等。

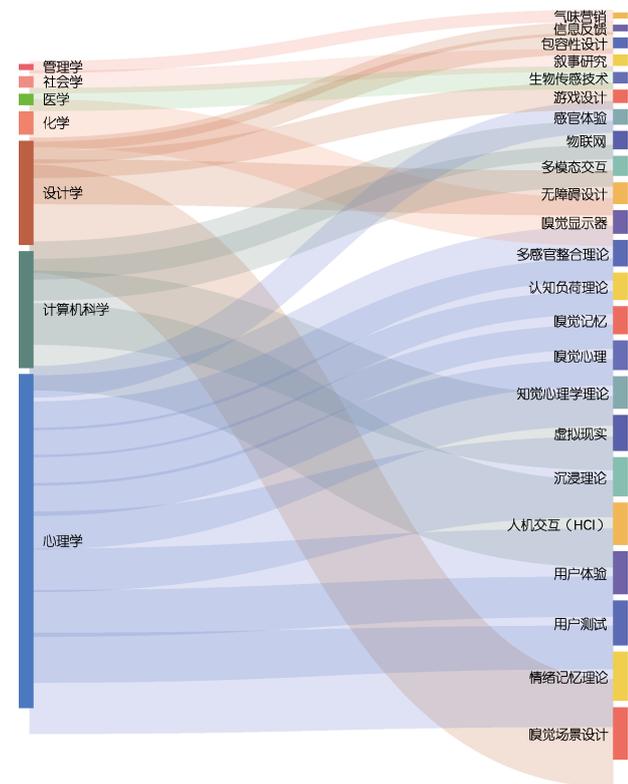


图6 学科-知识元桑基图  
Fig.6 Sankey diagram of discipline-knowledge element

#### 4.2 气味-多感官游戏体验设计的类型范畴知识元编码

将23个知识元按照“基础理论”“模型与范式”“方法与工具”“统计与分析”进行分类。在对知识元和知识类型的梳理中发现,“统计与分析”最少,产生3条连线;“方法与工具”产生6条连接线;“模型与范式”产生7条连接线;“基础理论”产生了7

条连接线,见图7。在“基础理论”方面,沉浸理论与情绪记忆理论的占比较高;在“模型与范式”方面,用户体验和用户场景设计为气味-多感官游戏体验设计的指导原则提供了研究范式;在“方法与工具”方面,汇聚了许多气味-多感官游戏体验设计的方法,多模态交互、嗅觉记忆、嗅觉显示器等能够加深气味带给用户的游戏沉浸感。

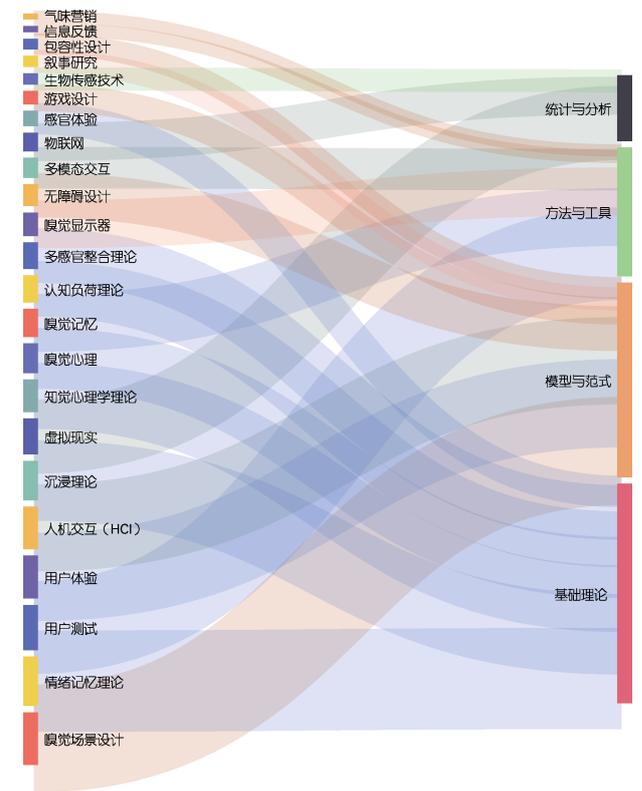


图7 知识元-知识元类型桑基图  
Fig.7 Sankey diagram of knowledge element-knowledge element type

#### 4.3 气味-多感官游戏体验设计的设计流程知识元编码

对高共被引文献23个知识元编码,按照完全开放原则分别对应得到“用户研究与需求定义”“概念设计与原型开发”“详细设计与工程开发”“用户体验测试与迭代优化”。其中,“用户研究与需求定义”有6条连线;“概念设计与原型开发”有10条连线;“详细设计与工程开发”有3条连线;“用户体验测试与迭代优化”有4条连线,见图8。“用户研究与需求定义”主要挖掘用户对气味-多感官游戏体验设计的功能需求,在这个阶段,主要从用户体验出发,使用用户调研工具对用户的需求进行探究,在气味-多感官游戏体验设计中关注气味选择、情感传达、可访问性,避免游戏情节复杂。在“概念设计与原型开发”阶段,通过游戏设计、多模态交互、嗅觉记忆等创造令人沉浸的感官体验,整合多感官元素,考虑嗅觉心

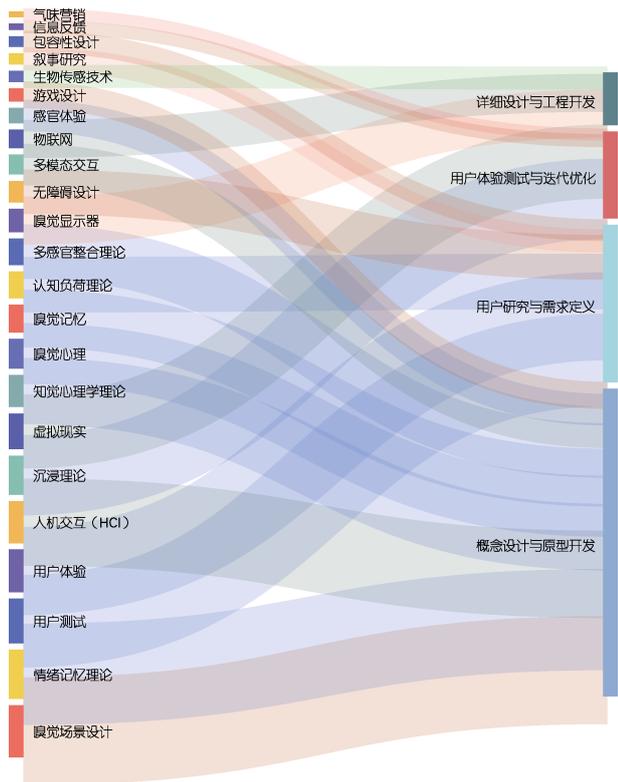


图 8 知识元-设计流程桑基图  
Fig.8 Sankey diagram of knowledge element-design process

理、知觉心理, 设计情感记忆触发场景, 实现深度人机情感互动。“详细设计与工程开发”主要涉及气味-多感官游戏体验设计的关键技术。“用户体验测试与迭代优化”则主要根据玩家对游戏的感受、满意度等方面的评价对产品进行迭代优化。

#### 4.4 气味-多感官游戏体验设计的知识关系与权重可视化

综合对学科-知识元-类型-流程的分析, 在气味-多感官游戏体验设计方法相关的学科对比中, 心理学的桑基能量最多, 心理学的理论、模型、方法和统计分析等对气味-多感官游戏体验设计方法的研究有着非常重要大的作用, 并贯穿于不同的知识类型和设计流程当中。在知识类型方面, “基础理论”“模型与范式”接受的知识元能量最多, 说明气味-多感官游戏体验设计目前在理论研究和概念研究方面较为活跃。在设计流程阶段, “概念设计与原型”开发接受了很多“基础理论”的桑基能量, “模型与范式”“方法与工具”则更多地发生在“用户研究与需求定义”, 为气味-多感官游戏体验设计开发阶段提供了大量的设计工具, 见图 9。

在研究态势上, 气味-游戏体验设计呈现出跨学科的特点, 充分体现了多领域的交叉属性。从“基础理论”“模型与范式”“方法与工具”“统计与分析”等方面来看, “基础理论”更多地聚焦于心理学研究, 结合用户体验、情绪记忆、虚实相生等各个理论知识为气味主导的游戏体验设计奠定理论基础。在“模型与范式”方面, 涌现出大量的跨学科知识元, 如“气味营销”“信息反馈”“无障碍设计”等来自不同学科的方法模型在气味-游戏体验设计中得到了较好的应用与发展, 衍生出一系列创新设计机制。在“方法与工具”中, 运用了定量定性的研究手段, 如“多模态交互”“生物传感技术”“用户测试”等, 从实证角度出发给予“模型与范式”支撑。此外, 未来的研究趋势应关注创新技术的整合, 如利用社交媒体获取用户

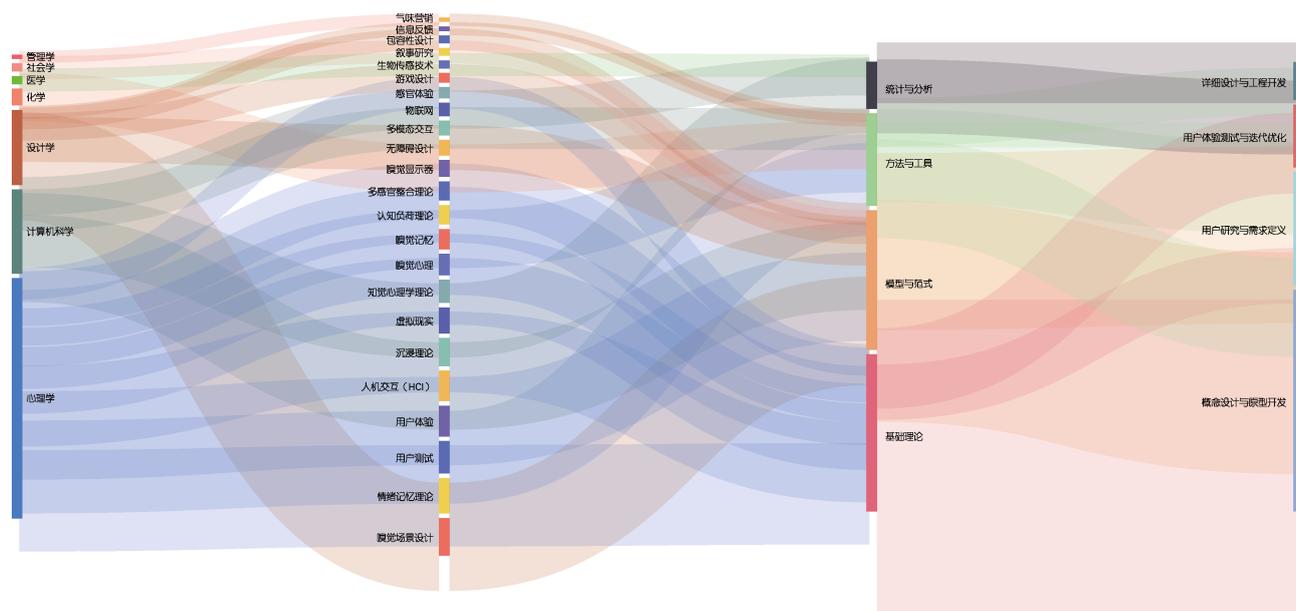


图 9 学科-知识元-知识结构-设计流程桑基图  
Fig.9 Sankey diagram of discipline-knowledge element-knowledge structure-design process

行为数据、数据驱动用户画像、人工智能算法（机器学习、深度学习等）在气味-游戏体验设计中的应用。这些新技术有望成为丰富研究工具的重要部分，推动领域的不断创新与发展。

## 5 结语

世界上人类感知到的所有气味都是由各种成分组合而成，通过这些感知到的气味，人类逐渐建立了与周围环境的联系。随着游戏行业的不断发展，设计师们不断探索新的方式来提供更加沉浸的游戏体验。气味作为一种被人们时常忽视的感官，可以为多感官游戏体验设计带来全新的维度。受到文献研究的启发，总的来说气味在多感官游戏体验设计中的研究凸显了知识交叉、方法复杂和体验创新的特点，主要涉及的三个关键方面如下。

1) 知识理论的交叉性。气味在多感官游戏体验设计中展现了跨学科性质，人类感知气味是由多种分子组合而成的，这背后涉及生物化学、感官心理学等多学科知识。

2) 方法工具的复杂性。虽然技术不断进步，但将气味融入游戏体验仍然具有挑战。有效地捕捉、传递和还原气味，需要创新的技术手段。这使得研究涉及到工程学、材料科学等多个领域，从而使方法工具的复杂性成为研究的一个重要特点。

3) 用户体验的创新性。气味的引入赋予了多感官游戏体验设计全新的维度，但仅仅利用技术制造气味是不够的，还需要考虑气味、记忆、情绪之间的关联，使气味与视觉、听觉等其他感官之间产生多维的互动，以达到缔造新体验方式的目的。尽管本研究对气味与多感官游戏体验设计之间的知识关联做出了一定探讨，但由于论文数量有限，高被引论文偏向于外文期刊，作者对提取关键词带有主观偏见，未能探知研究热点全貌，只希望从气味、气味设计、气味体验等以嗅觉为主导的角度为多感官游戏体验设计研究提供文献参考。

### 参考文献：

- [1] FULLERTON T. Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games[M]. Boca Raton: CRC press, 2014.
- [2] GREGERSEN A, GRODAL T. Embodiment and Interface[M]. London: Routledge, 2008.
- [3] PEREIRA L, ROUQUE L. Towards a Game Experience Design Model Centered on Participation[C]// CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Austin: Association for Computing Machinery, 2012.
- [4] OJEDA C M S. In the Game: An Exploration of The

- Concept of Immersion in Video-Games and Its Usage in Game Design[D]. Australia: Edith Cowan University, 2007.
- [5] 方圆, 李栋宁. 皮尔斯符号学视阈下的网络游戏身份认同研究[J]. 设计艺术研究, 2021, 11(5): 63-66.  
FANG Yuan, LI Dong-ning. Research on the Identity of Online Games under the Visual Persandium of Pierce Symbolology[J]. Design Art Research, 2021, 11(5): 63-66.
  - [6] 李莎睿. 基于自我效能的肢障老人体感严肃游戏交互体验设计研究[D]. 马鞍山: 安徽工业大学, 2021.  
LI Sha-ru. Research on the Design of Serious Game Interaction Experience for the Elderly with Physical Disabilities Based on Self-efficacy[D]. Maanshan: Anhui University of Technology, 2021.
  - [7] 胡魏魏. 基于情境体验的游戏平台设计研究与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.  
HU Wei-wei. Design and Application of Game Platform Based on Situational Experience[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
  - [8] 赛静颖. 网易团队竞技射击游戏心流体验设计研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2020.  
SAI Jing-ying. NetEase Team Competitive Shooting Game Flow Experience Design Research[D]. Changsha: Hunan University, 2020.
  - [9] 申晓峰. 基于情境体验要素的游戏交互设计与研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.  
SHEN Xiao-feng. Game Interaction Design and Research Based on Situational Experience Elements[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2019.
  - [10] 程玖平. 基于情绪体验的儿童数字游戏交互性叙事设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014.  
CHENG Jiu-ping. Research on Interactive Narrative Design of Children's Digital Games Based on Emotional Experience[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.
  - [11] PINELLE D, WONG N, STACH T. Heuristic Evaluation for Games: Usability Principles for Video Game Design[C]. New York: Association for Computing Machinery, 2008.
  - [12] PERTTULA A, KIILI K, LINDSTEDT A, et al. Flow Experience in Game Based Learning—a Systematic Literature Review[J]. International Journal of Serious Games, 2017, 4(1): 57-72.
  - [13] GERLING K M, BIRK M, MANDRYK R L, et al. The Effects of Graphical Fidelity on Player Experience[C]. New York: Association for Computing Machinery, 2013.
  - [14] FRIBERG J, GÄRDENFORS D. Audio Games: New Perspectives on Game Audio[C]. New York: Association for Computing Machinery, 2004.
  - [15] HOOGEN W M, IJSSELSTEIJN W A, KORT Y A W, et al. Toward Real-time Behavioral Indicators of Player Experiences: Pressure Patterns and Postural Responses[C]. Maastricht: Proceedings of Measuring Behaviour, 2008: 100-101.
  - [16] OCTAVIA J R, CONINX K, LUYTEN K. Squeeze me

- and I'll Change: An Exploration of Frustration-triggered Adaptation for Multimodal Interaction[C]// 2011 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI). Singapore: IEEE, 2011.
- [17] PRESS D, MINTA S C. The Smell of Nature: Olfaction, Knowledge and The Environment[J]. *Ethics, Place and Environment*, 2000, 3(2): 173-186.
- [18] WIELAND M, MACHULLA T. Towards Inclusive Conversations in Virtual Reality for People with Visual Impairments[J]. *Mensch und Computer 2022-Workshopband*, 2022, 22(1): 4-7.
- [19] GIRONA-RUIZ D, CANO-LAMADRID M, CARBONELL-BARRACHINA Á A, et al. Arachnology related to Foods, Scientific Lines of Evidence: A Review[J]. *Applied Sciences*, 2021, 11(13): 6095.
- [20] BODNAR A, CORBETT R, NEKRASOVSKI D. AROMA: Ambient Awareness through Olfaction in a Messaging Application[C]// Proceedings of the 6th International Conference on Multimodal Interfaces, New York: Association for Computing Machinery, 2004.
- [21] EMSENHUBER B. Scent Marketing: Making Olfactory Advertising Pervasive[J]. *Pervasive Advertising*, 2011, 12: 343-360.
- [22] OBRIST M, TUCH A N, HORNBAEK K. Opportunities for Odor: Experiences with Smell and Implications for Technology[C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: Association for Computing Machinery, 2014.
- [23] MAGGIONI E, COBDEN R, OBRIST M. OWidgets: a Toolkit to Enable Smell-Based Experience Design[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2019, 130: 248-260.
- [24] BREWSTER S, MCGOOKIN D, MILLER C. Olfoto: Designing a Smell-Based Interaction[C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: Association for Computing Machinery, 2006.
- [25] RANASINGHE N, KARUNANAYAKA K, CHEOK A, et al. Digital Taste and Smell Communication[C]. Belgium: 6th International ICST Conference on Body Area Networks, 2012.
- [26] MATSUKURA H, YONEDA T, ISHIDA H. Smelling Screen: Development and Evaluation of an Olfactory Display System for Presenting a Virtual Odor Source[J]. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2013, 19(4): 606-615.
- [27] NAKAIZUMI F, NOMA H, HOSAKA K, et al. Spot-Scents: a Novel Method of Natural Scent Delivery Using Multiple Scent Projectors[C]// IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006), Washington: Curran Associates, 2006
- [28] NAKAMOTO T, OTAGURO S, KINOSHITA M, et al. Cooking up an Interactive Olfactory Game Display[J]. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2008, 28(1): 75-78.
- [29] RANASINGHE N, KOH K C R, CHUA D, et al. Tainted: Smell the Virtual Ghost[C]// Proceedings of the 2017 ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition, Singapore: Association for Computing Machinery, 2017: 266-268.
- [30] WITMER B G, SINGER M J. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire[J]. *Presence*, 1998, 7(3): 225-240.
- [31] ADAMS C, DOUCÉ L. What's in a Scent? Meaning, Shape, and Sensorial Concepts Elicited by Scents[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2017, 32(2): 1-20.
- [32] SEAH S A, MARTINEZ PLASENCIA D, BENNETT P D, et al. SensaBubble: A Chrono-Sensory Mid-Air Display of Sight and Smell[C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: Association for Computing Machinery, 2014.
- [33] KAYE J J. Making Scents: Aromatic Output for HCI[J]. *Interactions*, 2004, 11(1): 48-61.
- [34] HERZ R S. Odor-Evoked Memory. *The Oxford Handbook of Social Neuroscience*[M]. Oxford: Oxford Press, 2011.
- [35] LERE, SUSANA C, VISCH V. "From Smells to Stories: The Design and Evaluation of the Smell Memory Kit." [J]. *International Journal of Design*, 2017, 11(1): 65-77.
- [36] GILBERT A N, MARTIN R, KEMP S E. Cross-modal Correspondence between Vision and Olfaction: the Color of Smells[J]. *The American Journal of Psychology*, 1996, 109(3): 335-351.
- [37] HERZ R S. Aromatherapy Facts and Fictions: a Scientific Analysis of Olfactory Effects on Mood, Physiology and Behavior[J]. *International Journal of Neuroscience*, 2009, 119(2): 263-290.
- [38] 路奇, 张煜, 孙宇驰, 等. 智能家居气味识别装置产品设计研究及实践[J]. *包装工程*, 2022, 43(16): 27-36. LU Qi, ZHANG Yu, SUN Yu-chi, et al. Research and Practice of Product Design of Smart Home Odor Recognition Device[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(16): 27-36.
- [39] 高国伟, 王亚杰, 李佳卉, 等. 基于知识元的知识库架构模型研究[J]. *情报科学*, 2016, 34(3): 37-41. GAO Guo-wei, WANG Ya-jie, LI Jia-hui, et al. Research on the Knowledge Base Architecture Model Based on Knowledge Elements[J]. *Information Science*, 2016, 34(3): 37-41.
- [40] 韩海燕, 方兴. 设计学用户研究的多学科知识系统综述[J]. *包装工程*, 2022, 43(18): 216-231. HAN Hai-yan, FANG Xing. Overview of the Multidisciplinary Knowledge System of Design User Research[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(18): 216-231.