

【院士专栏：中华文化数字化创新设计研究新范式】

基于 TouchDesigner 视觉编程技术的粤剧数字化设计创新

冯乔, 黄天

(广州美术学院, 广州 510261)

摘要: **目的** 探究 TouchDesigner 视觉化编程技术于粤剧当代发展中的数字化设计创新路径。**方法** 分析粤剧的数字化发展现状, 探讨 TouchDesigner 视觉化编程技术与粤剧的数字化转换关系, 从而研究粤剧的可数字化元素及 TouchDesigner 技术的数据转换方法。分析当下数字技术介入粤剧的研究现状, 并总结特点与不足, 从中发现 TouchDesigner 编程技术之于粤剧的数字化创新突破口。最后通过 TouchDesigner 介入粤剧的数字化设计实践与案例剖析, 探索多元交互与沉浸式表现技术中的粤剧多重感官体验形式, 探究粤剧数字化设计的多维表达方式。**结论** 为粤剧的当代发展提供一种融媒体、跨感官的交互式数字化设计创新方法, 实现粤剧数字化创新表达, 同时, 也为传统文化的数字化设计注入中国式血液, 进而引发对未来智能场景下粤剧数字化设计创新的新思考。

关键词: TouchDesigner; 视觉化编程; 粤剧; 数字化设计; 交互; 沉浸体验

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)06-0001-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.06.001

Digital Design Innovation of Cantonese Opera Based on TouchDesigner Visual Programming Technology

FENG Qiao, HUANG Tian

(Guangzhou Academy of Fine Arts, Guangzhou 510261, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the digital design innovation path of TouchDesigner visual programming technology in the contemporary development of Cantonese opera. The current digital development of Cantonese opera was analyzed and the relationship between TouchDesigner visual programming technology and the digital conversion of Cantonese opera was explored to study the digitizable elements of Cantonese opera and the data conversion method of TouchDesigner technology. The current research status of digital technology intervention in Cantonese opera was analyzed, and the characteristics and shortcomings were summarized, from which a breakthrough in digital innovation of TouchDesigner programming technology for Cantonese opera was found. Finally, through the digital design practice and case analysis of TouchDesigner's intervention in Cantonese opera, the multi-sensory experience form of Cantonese opera in the integration of multi-interaction and immersive performance technology was explored, and the multi-dimensional expression of digital design of Cantonese opera was analyzed. The work provides an interactive digital design method that integrates media and cross-sensory for the contemporary development of Cantonese opera, realizes the innovative digital expression of Cantonese opera and injects Chinese blood into the digital design, at same time inspires innovation thoughts on the digitization of traditional Cantonese opera in future intelligent environment.

KEY WORDS: TouchDesigner; visual programming; Cantonese opera; digital design; interaction; immersive experience

粤剧是中国国家第一批非物质文化遗产, 也是中国国家文化软实力的重要组成部分。在日趋数字化的

今天, 粤剧依然存在着传播方式单一、宣传推广力度不足、与年轻群体之间的互动性差等问题^[1]。目前,

收稿日期: 2022-11-07

基金项目: 2020年广东省研究生教育创新计划项目—研究生示范课程建设项目(6040120023)

作者简介: 冯乔(1969—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为数字媒体艺术。

通信作者: 黄天(1991—), 男, 硕士生, 主攻数字媒体艺术。

利用数字技术开展文化遗产保护传承正在掀起一股强劲的浪潮^[2]。从2020年“推动数字化产业高质量发展”的提出,到2021年“实施文化产业数字化战略”被写入“十四五”规划^[3],再到2022年5月《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》的印发^[4],这一系列政策举措无不反映出国家正大力倡导利用数字技术推动粤剧等非物质文化遗产的传承与创新。因此,利用 TouchDesigner 编程技术对粤剧固有内容形式进行数字化设计创新是促进粤剧当代发展的必然要求。

1 相关概念阐述

1.1 粤剧的起源与发展

粤剧始于明朝嘉靖年间,发源于广东、广西、香港、澳门、台湾等地,有着600多年的历史,是整合了唱说演打、舞台美术、服饰妆容、乐队乐器、场所形式等元素的表演艺术。作为一种地方性戏剧艺术,它有着鲜明的地域文化色彩。粤剧是广东大戏,也是岭南文化的代表,是国家非物质文化遗产中不可或缺的组成部分,对研究粤剧的当代传承与创新具有重要的历史意义^[5]。

粤剧因其自身的传播方式、表演形式、美学形态越趋于老龄化,导致其在当代社会的传承发展中面临着层层阻碍。随着当代娱乐方式的多样化,人们对精神生活的要求日益增高,尽管粤剧在不断创新,却也难以赶上科技新鲜事物对年轻人生活的吸引力,因此出现了粤剧在当代社会,特别是在年轻的社会群体中难以发展的障碍。有调查发现,了解粤剧是非物质文化遗产的人只占总调查人数的6%,而喜欢粤剧的仅占3%,在这3%的人当中会主动唱粤剧的寥寥无几,且在这寥寥无几的人中以60岁以上的人为主,在不喜欢的人之中,18岁以下的人居多^[6]。不难发现,粤剧正在脱离年轻人,正在成为只在老年人之间流行的娱乐方式。由此可见,让粤剧适应更多年轻人的审美,让粤剧形式更多样化成为时代之需。

1.2 TouchDesigner 视觉编程技术介绍

TouchDesigner 是由加拿大 Derivative 公司研发的一款节点式视觉化编程软件,是一款实时的多媒体创意内容生产工具。它集成了网络与本地的数据处理、传感器信号收发、2D/3D 图形生成引擎、图像识别算法、多媒体影音输出、虚拟现实模拟等全媒体功能。是近年来数字艺术领域炙手可热的设计工具,同时,TouchDesigner 编程语言也被国内多所艺术高校纳为数字艺术相关专业的必修课程,由此可见其对数字艺术领域的重要程度。TouchDesigner 以节点连线的编程方式进行内容生产,其节点根据不同的内容制作逻辑划分为不同的模块集合:TOP(图像处理节点集合)、CHOP(数据处理节点集合)、SOP(三维建

模节点集合)、MAT(材质渲染节点集合)、DAT(数据集处理节点集合)、COMP(界面节点集合)、Custom(自定义节点集合)^[7]。从模块化的功能中可以看出,TouchDesigner 涵盖了数字媒体艺术创作的所有方面,又因其具有跨软件融合的强大功能,而成为数字艺术领域内容生产的万能工具。其模块化的编程方式,以及易于理解的特性,是艺术家与程序员无缝衔接的沟通平台,弥补了两者因学科差异带来的信息缺失^[8],为艺术家、设计师提供了与各学科间跨界创作的最优实现路径。TouchDesigner 是近年来数字艺术创作中不可或缺的技术媒介^[9]。它与 Processing、VVVV、MaxMsp 等当下流行的创意编程技术不同,TouchDesigner 是真正过程式的视觉化编程技术,即所见即所得的编程技术。其可视化节点的编程方式,不用像代码式编程那样,需要在程序编写完整时才能观测运行效果,TouchDesigner 依靠实时节点式渲染技术,可以在编程过程中实时地看到其中每一步的运行结果。这大大提高了编程的效率,也缩减了修补编程错误的时间。毫无疑问,其节点内容的可见性,使编程工作变得简单友好^[10]。在 TouchDesigner 编程软件中,艺术家甚至不需要编写代码就能够创作出绚烂夺目的视觉互动效果,其简单易用的程度是其他创意编程软件所无法比拟的。本文从实现圆形与鼠标交互的程序中对比 Processing、VVVV 和 TouchDesigner 三种不同类型的编程方法,并总结其优缺点,见图1。从中不难发现 TouchDesigner 是最简单直接的编程方式,它只需要建立两个节点就完成了鼠标互动的功能。代码式编程语言 Processing 需要在代码编写完成之后点击运行,才能看到运行结果;而 VVVV 节点式编程技术则是通过节点的相互连接进行程序编写的,虽然 VVVV 把代码简化为节点,使艺术创作者可以避免编写代码的烦恼,只需通过连线的方式即可实现内容创作,但其结果式的运行特点还是与传统的代码编程无异,需要把逻辑构建完整才能看到其最终效果;最后一种展示的是 TouchDesigner 视觉化编程方式,可以看到每个节点都以小窗口的方式呈现,窗口中可以看到数据、图形等的运行情况,而并不需要把程序逻辑构建完整才能看到其最终结果,这就决定了创作者在编程时可以一边看着运行效果一边进行逻辑的修改与调整。这一视觉化的编程方式对无编程经验的艺术创作者来说十分友好,它降低了数字艺术的技术门槛,提高了试错效率,把创造数字化视觉效果的可能性进一步放大。

2 粤剧的交互式实现

保守的粤剧传播方式是其滞后于时代发展的主要原因。在新的时代环境下,传统粤剧与新兴的流行艺术相比,经历了长时间的原地踏步,其艺术形式与传播方式均跟不上时代发展和科技进步的步伐^[11]。目

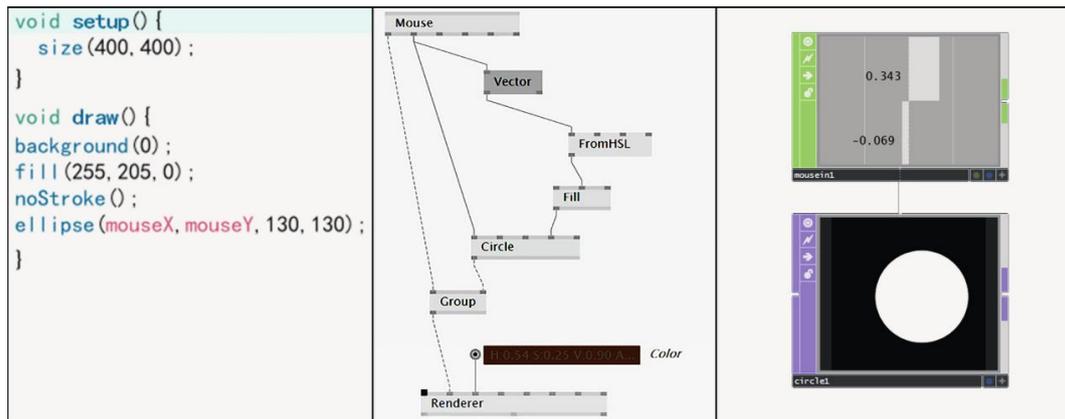


图 1 Processing、VVVV、TouchDesigner 编程方式对比

Fig.1 Comparison of Processing, VVVV, and TouchDesigner programming methods

前,人们观赏粤剧的方式主要分为直接到舞台现场观看和通过电视等视听设备进行粤剧节目观看^[12]。对传统的粤剧观赏方式而言,观众只能被动地观看粤剧内容,而粤剧通常根据固定的剧本进行反复表演,其内容只会重复地呈现给观众,因此,已经观看过一遍的观众就会对剧情发展产生记忆,其新鲜度会随着观看次数的增加而成倍衰减,对粤剧剧目的兴趣也会随之消散。本文将观众的交互行为介入粤剧情节发展的创新,既突破了传统观赏方式的局限,也打破了循环重复的观看模式,是使粤剧内容永驻活力的方法。将观众的交互行为作为粤剧剧情发展转折、粤剧视觉内容生成的驱动力,使粤剧内容充满变化和期待,进而丰富观众参与粤剧的体验感受。

通过 TouchDesigner 视觉化编程技术,可以让屏幕成为人们肢体与计算机内容之间沟通的介质,而鼠标与键盘是最基础的沟通设备^[13]。鼠标的屏幕坐标即是用户手部行为的直接反映,获得鼠标在屏幕空间中的二维坐标即可实现用户与粤剧内容的实时互动。在 TouchDesigner 编程之中,只需要调用数据处理模块中的 MouseIn 节点(CHOP)就能实时地获取鼠标的屏幕坐标、点击事件等数据信息,从而可以灵活地创造粤剧的视觉、剧情、声音元素的交互事件。例如通过鼠标的移动速度来实时改变粤剧唱腔频率的高低、通过鼠标的点击对粤剧情节进行实时编排等。运用交互设备的数据变量将粤剧元素数据化,使粤剧内容生成过程可视化,从而形成具有计算机算法逻辑的粤剧转化方式,形成新的粤剧内容设计方法。在 TouchDesigner 之中,除了鼠标、键盘这些计算机自带的交互行为数据捕捉设备,还提供了多点触碰交互协议(Table-Top User Interfaces Objects, TUIO)、体感捕捉(Kinect for Windows)、北洋雷达空间扫描(HOKUYO)、计算机视觉识别算法(OpenCV)、虚拟现实(Virtual Reality, VR)、空间定位(Black Trax)、麦克风采集等先进的交互技术,满足交互创作中技术实现与实现不同体验感受的所有需求。不同的交互方式对应着不同的交互行为,而交互行为是体验感受的

直接反映,获得了交互行为的控制权,就直接地掌握了参与者体验感的设计规则^[14]。因此,需要根据实际的创作主题来选择对应的交互技术,这样才能创造出更加丰富的互动体验,进而完善作品的创作理念。

3 粤剧元素的数字化转换

混合现实(XR)、虚拟现实(VR)、区块链等虚拟技术的发展,让虚拟技术进一步变革着人类社会的生产方式和生活方式,乃至情感方式和思维方式^[15]。“元宇宙”“Web3.0”“去中心化”等新理念的兴起,正在使各行各业走上虚拟化发展的快车道。粤剧的数字化发展适应了虚拟化社会的需求,通过粤剧与数字化设计的结合创造性地探索粤剧于虚拟世界中的创新形式与生产方式,是粤剧当代性的更全面的表达。如今,数字化已然成为当代人情感表达与接收的方式^[16],粤剧的数字化设计正是时代所需。

要实现粤剧的数字化情感表达,需要把粤剧的唱腔、剧本、音乐、服饰、动作等元素进行数字化来完成视听感受的传达。诞生于现实世界的粤剧不具备数字化的复杂情感表达属性,需要将粤剧内容统一化作数据信息,并通过数字化再现与重组来实现虚拟化的情感表达。在 TouchDesigner 编程语言之中,需要根据粤剧的不同数据类型进行数据结构的分类,从而采用更适合的数据分析技术。例如获取粤剧中演员的武打动作数据,需要对演员人体骨骼关节在三维空间中的坐标运动轨迹进行连续提取,人体姿态识别技术(OpenPose)则是实现演员姿态量化的最优选择。该技术基于卷积神经网络和监督学习实现人体捕捉,只需要借助普通的摄像头即可实现,甚至可以对影片中的演员动作进行分析,可以实现单人和多人的面部表情、手指运动等姿态的数据量化。OpenPose 构成代码由 Python 语言编写,而 TouchDesigner 则是由 Python 语言构建起来的可视化节点编程环境,因此,只需要在 TouchDesigner 编程环境中即可轻松实现 OpenPose 功能的调用。其实现方法只需把对应的

Python 环境安装到 TouchDesigner 之中即可。在 TouchDesigner 之中也内置了类似的人体动作捕捉技术,该技术通过 Kinect 节点(CHOP)来实现,但目前其捕捉人数的最大限度为 6 个人,且实现不了影片中人物的动作分析,因此,对多角色场景并不适用。针对演员唱腔的数据,可以采用 TouchDesigner 中内置的 FaceTrack 节点(CHOP)实现人物嘴型 26 个特征点的数据获取,从而进行唱腔的数据化再现。对于演员服饰色彩的数据化,可以采用 Resolution 节点(TOP)对演员服装的色彩进行 RGB 分量采样提取,从而整合为色彩数据集合。针对粤剧元素的不同数据类型,TouchDesigner 都内置了相应的数据化技术模块,且使用门槛低,是粤剧数字化设计工具的不二选择。

英国著名戏剧家彼得·布鲁克有句名言:“戏剧需要永恒的革命”。粤剧是一种艺术形式,它的血液里就具有永远寻求创新的特性,而粤剧也一直秉持这一特性在时代的变迁中不断革新^[17]。在《广东艺术》2003 年第 2 期发表的《关于粤剧改革与创新的对话》中,对新编粤剧“花月影”进行了评述:“以锣鼓多少论粤剧是荒谬的”^[18]。粤剧的数字化设计是虚拟世界与现实的平行版本,具有粤剧的基本特性又具有超越现实的数字化特征,是对传统粤剧的突破性探索,粤剧数字化设计创新是时代的呼唤。

4 粤剧数字化的生成、逻辑与表达

粤剧具有戏剧艺术的明显特征,可以将其置于其他艺术形式中。线性叙事的方式贯穿粤剧发展的历史,载歌载舞的表达形式是其灵魂,舞台布景是粤剧形式的符号性存在。把其现实特征都置于虚拟世界之中进行数字化重组与再现,那么所有的现实特征都将被差异化,随之而来的是新的数据式意象和交互式的粤剧内容生产方式。从数据源头上继承粤剧的传统基因,并在其基础上进行数字情景转化,从而使粤剧的面貌焕然一新。逻辑化、随机性和实时生成是粤剧数字化的重要特征,这些特征也是数字艺术的重要特性,而其中的逻辑化特征则源于生成艺术^[19]。要达成这些数字化艺术的特性,需要依托代码算法建构粤剧作品的虚拟属性,并以此迸发粤剧文化与当代数字技术结合的艺术性思考。这些思考的具体实现可分为“交互式情节生成”“数据库的叙事逻辑”与“开放融合的表达方式”三个步骤。“交互式情节生成”是“数据库的叙事逻辑”和“开放融合的表达方式”的基因,其贯穿整个粤剧数字化设计的创作过程。

4.1 交互式情节生成

早在 20 世纪 60 年代末,“互动电影”便已经萌芽。其结合游戏的参与性形式,打破了电影与游戏之间的隔阂,成为独具一格的电影形式。在互动叙事方式下,剧本交由观众编排,并实时进行视听反馈。在

增强剧本情节的代入感之余,也提升了观者的沉浸式体验^[20]。作品“后花园”是一种通过点击屏幕进行剧本交互的视听体验,见图 2。通过提取粤剧经典剧目“牡丹亭·游园惊梦”的音调、节奏等数据,以置于 TouchDesigner 之中进行视觉效果转化。通过量化的戏腔情绪、念白、戏词等元素构成新的视听影像,并以散点构图式的长卷呈现在屏幕之中。作品的交互流程分为两部分,分别对应游园和惊梦的故事情节。TouchDesigner 编程技术把参与者化身为蝴蝶(鼠标),参与者指尖滑动长卷进行游园,游园的路径均由参与者自主决定。当蝴蝶触碰到花草时,它们会摇曳开放;当蝴蝶触碰特定物件时会随即触发进入惊梦情节的事件;观众长按屏幕(回滚鼠标)时镜头退后,梦境崩塌随即退回到游园的情节之中。在游园时,观众化身的蝴蝶自由穿梭在满园春色之中的意象,是杜丽娘冲破封建礼教的象征,表达着自由和对爱情的渴求,也是所有人对美好生活向往的具象化体现;在惊梦部分的两只蝴蝶,既是杜丽娘与柳梦梅才子佳人的缱绻,也是现实中人与人之间的灵魂共鸣。



图 2 “后花园”

Fig.2 "Backyard garden"

(设计师:陈卓濠、戴甄妮、吕弘杰、吕熙晔、周诗琪、曾佳丽)

对于传统文化的交互式情景创作,中国当代数字艺术家费俊创作的互动影像作品“飞鸟集”给出了另一种可能,见图 3。作品基于中国宋代花鸟画的视觉语言,通过数字编码技术营造出一幅精妙灵动的花鸟长卷。画中飞鸟、植物的行为都实时地受到参与者与天气数据的影响。当参与者从屏幕前走过时,屏幕上方的感应器随即触发飞鸟的跟踪事件,激活飞鸟飞向参与者;当参与者在画面前停留时,成群的飞鸟会围绕着参与者翩翩起舞。同时,作品还增加了实时接收气象数据的功能,使画面中的季节和天气随着现实的气象情况实时变化,当室外起风时,画中的树枝摇曳;当下雨时,画中相应地也有细雨划过。画中的景物事件与画外的数据进行实时交互,画外的数据驱动着画内事物情节的转变。

故事情节的交互式生成,可以最大限度地唤起观众探索情节可能性的好奇心^[21]。不同的交互行为所引发的不同感官反馈改变了以往观众单向接收信



图 3 飞鸟集
Fig.3 Birds of prey
(设计师: 费俊)

息的身份, 让每一位观众得以摇身变为粤剧内容的生产者, 且是积极的粤剧内容创作者。交互的随机性和有趣性增强了观赏者对粤剧作品的主动探索欲望, 交互式情节内容的制作方式也为粤剧的创新设计提供了路径参考。

4.2 数据库的叙事逻辑

数字化的影像必须以数字的形式, 储存在数字技术的存储媒介之中——数据库。数据库将虚拟世界呈现为一个无序的项目列表^[22]。而叙事则是通过因果联系把一系列无序的事件串联起来, 因而数据库与叙事的逻辑背道而驰。数据库形式的数字影像, 突破了线性的叙事逻辑, 开启了人类视频化生存的进程^[23]。项目列表(事件)的编排交由参与者或算法自动串联诞生出新的数据库叙事方式, 把基于数据库的叙事方式置于粤剧之中, 打破了粤剧的线性叙事传统, 赋予粤剧非线性的叙事属性, 使其更具强烈的开放性特质。要实现粤剧的数据库叙事, 需要把粤剧元素通过 TouchDesigner 编程技术进行数字化处理, 其唱腔口型、身段动作、服饰色彩、台词念白均化作二进制的数字格式, 再将这些数据存储在 TouchDesigner 的 Table 节点 (DAT) 之中, 并为这些数据分配随机的索引值。通过自动生成算法设定索引的变量让其对表格数据进行随机提取, 从而达到数据库叙事的原则, 创造出新的粤剧叙事逻辑。

作品“超现实数字梦境”由粤剧经典剧目“牡丹亭惊梦”的剧本唱词与剧目音频数据转化而来。数据化的粤剧剧本在 TouchDesigner 的三维虚拟世界中进行重组, 并生成基于粤剧的数据物象。需要把 txt 格式的粤剧文本导入 TouchDesigner 之中, 再调用 Python 脚本把文本的解码格式设置为 Utf-8, 并通过 Bytes 函数把每个字符转换为字节, 接着采用 Bin 函数将字节转换为二进制数字, 此时即可得到一个二进制的数字列表。将数据化的列表映射于 Script 节点 (TOP) 的像素 RGB 色彩变量就能创造视觉物象, 即可生成随着剧本推进而自动变化的虚拟物象, 见图 4。



图 4 “超现实数字梦境”
Fig.4 "Surreal digital dreams"
(设计师: 朱梓豪、罗祉慧、李雯、梁俪馨、汪雨璵、王继辉)

在“时间的形态·京剧”作品中, 采用了同样的叙事方式, 见图 5。作品通过动作捕捉技术捕捉舞台表演中的京剧演员肢体数据。通过实时三维模型生成算法把动态数据转换成“数字雕塑”的驱动力。与传统的雕塑叙事方法不同, 它本身没有预设的形态, 形态由京剧演员在舞台上的表演动作数据塑造而成。动作数据集代表着京剧演员所有瞬间感受的集合, 具有个体唯一性与环境复杂性。因此, 在形态还没诞生之前, 它具有多种可能形态, 每一种被凝聚的形态代表着一维时间的标准答案, 但潜藏着还未现形的多种可能形态, 刺激了观众的观赏欲望与好奇心。这种“数字雕塑”并没有固定的形状, 其形态会因不同的演员而异, 呈现出一种开放式的叙事风格。

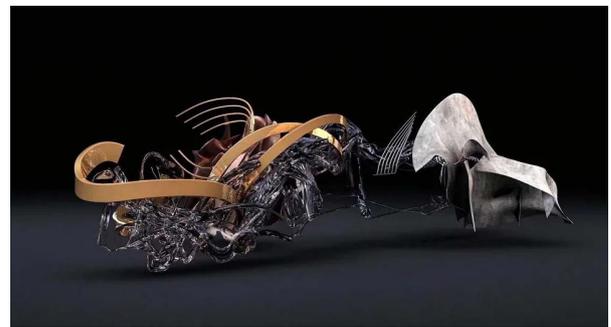


图 5 “时间的形态·京剧”
Fig.5 "The Form of Time-Beijing Opera"
(设计师: 费俊、刘晓斌、邱宇、苑辰、云泽)

通过算法自动进行项目列表编排是数据库叙事的方式之一, 若要把数据库叙事的优势发挥到极致则需要让观众参与到叙事之中。“时间的形态·京剧”让舞蹈演员作为独一无二的数字载体, 使个体的差异性与数据库叙事的随机性实现无缝连接, 得以实现超脱视觉的多维度感官体验。“超现实数字梦境”调用 TouchDesigner 中的 OSC 节点 (CHOP) 通过 OSC 协议 (局域网设备无线通信技术) 与平板电脑中的 TouchOSC 应用程序相连, 实现了数字物象与平板电脑用户指尖数据的映射。除了指尖的数据提取, 作品还通过摄像头实时读取参与者外表的色彩数据作

为数据物象色彩变化的影响变量,以此增强参与者的角色代入感,增强参与者的主人翁意识,以实现参与者对数据物象形态的实时干预。在此过程中,物象会向用户反馈视听感受,形成人与机器的即时双向对话,共同创造开放性的事件结局。

4.3 开放融合的叙事表达

当前,网络技术、传感技术、大数据技术、新的智能技术、元宇宙、脑机接口等新技术和新概念正在将人类导向一个万物互联的时代^[24],这些数字智能技术正推动着各行业之间进行融合式发展。在当前的时代背景下,粤剧需要在开放融合的环境中长足发展,需要打破其固有的单一艺术形式,才能实现与其他学科之间的融合发展。在具体的政策上,广州的地方政府积极响应中央及广东省政府的号召,结合实际,制定并实施了《广州市推进文化创意和设计服务与相关产业融合发展行动方案(2016—2020年)》,通过对非物质文化遗产与相关产业融合的创意策划,进一步加快对粤剧文化的保护、传承及弘扬^[25]。数字化粤剧是实现这一理念的重要基础。数字化的世界是一个开放性的虚拟动态场景,即“开放性环境”,与传统艺术独立叙事的封闭姿态不同,共享、共用、共体验、共阐述是数字化艺术的开放理念。开放性环境、开放性过程和开放性结局共同构建了数字化虚拟艺术作品的多元开放维度^[26]。因此,粤剧需要借助数字化的开放性表达方式打开其文化接口,以此方式获得与各产业间相互融合的重要发展契机。

粤剧数字化设计作品“抱住脚,弯腰,蜷成一个圈”是一个开放式的社会循环装置,见图6。作品灵感源于“白蛇传·情”粤剧剧目,在分析“白蛇传·情”的过程中发现,无论是许仙对白娘子“蛇妖”的偏见还是法海对这一段爱情的阻拦,都以社会秩序为故事发展的基础。而在这一故事体系中,妖是低于人的,法海需要履行他的职责,每个角色各司其职,冥冥中有一种潜移默化的“社会规则”。“白蛇传·情”中彼此影响、循环往复的社会秩序,是该循环装置构成的理论基础。其中没有褒贬含义的表达,而是从粤剧



图6 “抱住脚,弯腰,蜷成一个圈”

Fig.6 "Hold your feet, bend over, and curl up into a circle"
(设计师:方志焯、郑洱汗、汤曼莉莎)

的故事结构出发,通过数据的流动来演绎一个社会群体间相互影响的连锁效应,最终达成粤剧形式的差异化再现。

在作品中挑选了粤剧念白、世界新闻、斗鱼、红绿灯、含羞草这五种象征社会元素的物象,最终置于 TouchDesigner 之中并调用 Python 脚本进行相互的数据通信。首先,把“白蛇传·情”的文字剧本输入人工智能文本生成模块(Gpt)之中,通过机器学习最终生成新的“白蛇传·情”剧本。然后调用 Python 脚本的文本转语音模块(Gtts)读取新的剧本,将其音高作为干扰新闻事件播放画面的变量。此时,在 TouchDesigner 中调用百度自然语言处理(EasyDL)的接口实现新闻评论的语义情绪分析。语义情绪的数值大小控制着鱼缸中两条斗鱼之间隔板屏障的升降,屏障升降装置由 Arduino 单片机驱动舵机工作来实现。TouchDesigner 的 Serial 节点(CHOP)经由计算机串口实现与 Arduino 单片机的数据通信,从而控制舵机的旋转角度。当屏障升起,斗鱼视线相对,引发水波震动。放置在鱼缸旁边的摄像头会对水波震动的画面进行实时拍摄,同时,把画面实时地传输到 TouchDesigner 之中,此时,通过 TouchDesigner 内置的运动检测算法 Blobtrack 节点(TOP)实现震动幅度计算。震动的幅度值可以控制世界各地十字路口红绿灯画面的切换,红绿灯画面通过世界实时摄像头(Earth Cam)进行实时提取。交通影像的切换变量控制着含羞草旁边的风扇开关。通过 TouchDesigner 与 Arduino 继电器模块进行通信连接,即可实现风扇开关状态的控制。当风扇打开,被风吹动的含羞草闭合,闭合的叶片数目控制着输入 Gpt 之中的剧本语序。

在装置中,每个部件都以开放的姿态置于整体之中,除了部件之间的相互作用之外,装置所处的环境也是影响因素之一。开放性环境让作品与周围的因素相融合,而观众作为重要的环境变量可以介入系统之中进行循环系统的运行状态干预。例如观众可以主动吹动含羞草的叶子,触发系统的更新;亦可与斗鱼对视,从而加快水面震动的频率,促进红绿灯画面的切换,进而打破循环系统的平衡。整个装置与环境相互连接,相互影响,是一个浓缩的开放型社会循环系统。

作品“THE VAST NAND|千里江山图”是王希孟“千里江山图”的数字版本,在 11 m 的长卷之前远远观看,900 多年前的青山绿水和亭台楼阁历历在目,见图7。当观众走到屏幕前驻足观看时,画中山水像素开始融合并开始扭曲变形。而驱动其发生画面变化的变量来自于雾霾的 PM2.5 数值。该作品是新媒体艺术家曹雨西及其工作室在 2013 年启动的艺术项目,他们把北京的 PM2.5 空气质量数据作为屏幕像素的纵坐标,以此方式重新绘制“千里江山图”,当污染越严重,画作的纵向拉伸程度越严重,变形越明显。



图 7 THE VAST LAND|千里江山图
Fig.7 THE VAST LAND | Thousands Li of Rivers and Mountains
(设计师: 曹雨西)

画中的山水象征着现实中的山水, 现实环境气候的变化同样影响着现实山水景象的变化, 作者在山水画中打开了一个与现实气象数据联通的接口, 使虚构的山水画具有了与现实世界连接的感官, 形成虚拟与现实彼此交融的局面, 是一个虚实结合的开放式山水系统。

4.4 小结

TouchDesigner 编程技术嵌入粤剧的叙事逻辑之中, 为其带来了叙事方式的转变。其中, 通过把粤剧中的戏腔、情绪、念白、戏词等元素进行数据式量化, 实现了具有交互电影属性的交互式粤剧叙事表达。透过交互式的粤剧情节生成方式, 使观众成为粤剧内容的创作者, 增强了观众主动探索粤剧文化的意愿; 数据库叙事逻辑是数字化粤剧的重要特征, 本研究把数据库思维融入粤剧的剧本建构之中, 创造了具有随机性、数据性逻辑的粤剧叙事方式。数据库叙事的加入, 打破了传统粤剧中的线性叙事表达逻辑, 赋予了粤剧非线性叙事的特性, 使其戏剧内容更具开放性特质, 能够以一种更多元的结构纳入更多样的内容来讲述当代的粤剧故事; 开放式的数字化结构之中蕴含着万物互融的特性, 这一特性为数字化粤剧融入各个领域提供了融合式接口。万物互联的粤剧数字化特性, 使粤剧能够打破其固有的单一艺术形式, 与时代的发展需求紧密相连, 为粤剧的当代化长足发展提供动力。

5 基于 TouchDesigner 编程技术的粤剧数字化设计特征

数字化技术的出现, 改变了人们传统的生产、生活和娱乐方式, 也转变了非遗的文化生态和人们保护非遗的观念。正如尼葛洛庞帝在《数字化生存》中所指出的那样: “计算机不再只和计算机有关, 它决定我们的生存”^[27]。这一理念为计算机编程技术介入粤剧的数字化改造提供了新的视角。与其他数字技术不同, TouchDesigner 编程技术对粤剧的介入是根本性的, 从交互性体验到沉浸式呈现的数字化特征, 以多

样化的交互方式触发粤剧文化的多重感官体验, 联动观者的通感对粤剧文化进行趣味性探索。多重感官的互动体验, 进一步启发创作者与参与者对粤剧进行程序化的艺术性改造。

5.1 多样化的交互方式

著名作家钱钟书在《通感》一书提出了“五感”对诗学的重要性^[28]。“五感”即视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉。交互艺术正是调动五感进行艺术性体验的艺术形式, 交互性是其重要特性。多样化的交互方式是交互设计具有诗性的关键, 多元化的交互形式能够使人们充分发挥自身主动性, 从而达成多感官交互、情感交互、行为交互的多重感官体验。

TouchDesigner 编程平台具有与时俱进的交互技术, 其交互算法、硬件接口的更新与科学发展紧密同步, 这一优势是其他创意编程平台所不具备的。因此, 艺术创作者可以利用 TouchDesigner 编程平台轻而易举地创作出由多种交互技术构成的交互作品。同时, 其丰富的交互技术库, 为创作者提供了丰富的交互行为设计素材, 让交互方式更具创造性。将 TouchDesigner 平台多样化的交互技术应用于粤剧之中, 能够创造性地实现多重感官的粤剧体验方式, 丰富粤剧文化的传播形态。广东工业大学数字媒体专业 2021 年的毕业创作“粤来”交互艺术装置, 通过多样化的交互技术进行了粤剧的数字化再现, 见图 8。该作品中采用增强现实 (Augmented Reality, AR) 与触摸感应互动技术的叠加来增强参与者的互动体验。作者在交互台上左右对称地摆放着六颗触发感应球, 当观众触摸感应球时, 投影画面会随即切换到对应的粤剧纪录片, 在切换过程中有时空穿梭的视觉特效; 同时, 观众用手机打开 AR 应用程序, 对准墙面上的静态粤剧海报进行扫描即可触发粤剧海报的动态效果。



图 8 “粤来”
Fig.8 "Yue Lai"
(设计师: 许旋、刘键誉、邱源潭、钟雨婷)

作者通过叠加式的互动设计, 让观众主动地依据其设计的交互逻辑参与到粤剧文化的交流之中, 并结合多重感官的互动与粤剧文化达成双向的高效沟通, 打破了以往传统方式中的单向对话。

5.2 沉浸式的视觉表现

沉浸式视觉体验是数字艺术向观众传达艺术理念的独有方式,毕加索的立体主义作品从事物的不同视角解构事物,给观众带来艺术的空间性表达;而数字艺术的沉浸式体验,则是让观众自由选择置身空间的方位,自主地对作品意义进行创造性组合。前者的“观众”是接收者,后者的“观众”是创造者,沉浸式展示是数字艺术的重要叙事方式。数字技术对非物质文化遗产的再现,使大众能够以沉浸式的方式去感受其魅力,进而能够促进非物质文化遗产的传承与发展^[29]。沉浸空间、穹顶投影、360°球体投影、虚拟现实等沉浸式体验形式是数字艺术领域内主流的呈现方式。TouchDesigner 平台一出厂就自带虚拟现实(OpenVR)、立体投影(3D Mapping)、等距柱状投影(Equirectangular)、球形投影(Fish Eye)和双抛物面环境投影(Dual Paraboloid)等沉浸式内容制作算法。在沉浸式算法的加持下,沉浸式粤剧成为可能,将带来传统粤剧体验方式的突破,增强粤剧的视听感受。

2021年3月8日晚由广东粤剧院主办的粤韵OnLine(三·八)妇女节粤剧折子戏“穆桂英招亲”正式进行线上直播,星海直播团队负责了本场的直播拍摄,直播团队正是采用了超高分辨率(Ultra High Definition, HD)+虚拟现实(Virtual Reality, VR)的高科技直播方式。2022年5月5日,和思易科技(武汉)有限责任公司在全球知名游戏平台Steam发布了粤剧经典曲目“帝女花”的VR免费版,获得了世界各地玩家的高度赞誉,见图9。VR版“帝女花”通过动作捕捉、数字化建模、动画绑定等技术打造沉浸式的虚拟现实戏台场景,让观众可以身临其境地体验粤剧文化。



图9 “帝女花”VR版本

Fig.9 VR version of "Empress Flower"

(设计团队:和思易科技(武汉)有限责任公司)

有着高分辨率图像与环绕式视觉特征的虚拟现实体验方式给观众带来了沉浸式视觉体验的同时,消除了观众对粤剧的距离感,使观众获得了独立选取视觉方向的主动权,增加了观众主动探索粤剧内容的欲望,也增强了观者的视听感受。

5.3 程序化的构造逻辑

程序化是开放性的基础,程序化意味着内部结构的模块化,模块之间通过特定的逻辑相关联,彼此联系却不相互混淆,程序化的低耦合性是数字艺术具有开放性的基础。数字艺术的开放是其创作过程的开放。如同邱志杰^[30]在《总体艺术论》一书中强调的一样:“艺术创作需要不断修改,一件作品不是在展出那一刻就完成的,反而每一次的展出是检验效果的创作节点,需要在每个节点中检验效果到达与否,进而修改完善,艺术创作是一个过程性的工作”。因此,数字艺术作品要在与观众的对话中不断修改和完善,这就意味着数字艺术作品需要程序化,把模块之间的耦合度降低,提高其扩展性,方便后续修改完善。

在TouchDesigner之中进行艺术创作,往往如同制作一个完整的应用程序。其中,不仅需要需要对数据进行分析过滤和动态处理,还需要对程序运行流程进行模块化规划,以方便适应创作过程中功能效果的叠加,并减少其模块之间的耦合性,增大程序的扩展能力。制作过程中需要把数据处理的后端与视觉前端进行分离制作,这也是低耦合的需求。另外,程序的运行日志也是必不可少的。最后需要对程序进行耐久测试,在展出之前对程序的运行进行多应用场景测试。例如在动作识别的交互数字艺术作品中,尤其需要测试多人协同的交互情景,避免因人流过大,导致程序判断逻辑出错、感应器受限等问题,而无法为参与者带来良好的交互体验。TouchDesigner还具备用户界面管理系统,在实时直播类作品中尤为重要。这类作品通常需要人为地在程序后台进行节目内容的播放控制,这时就需要构建用户控制界面,以此实现节目的人为切换。总的来说,基于TouchDesigner的数字化设计创新过程,完全包含了开发一个应用程序的所有环节,这是在传统的粤剧制作中不可能涉及的问题和特性,但又能给粤剧带来稳定的数字化体验场景。因此,在粤剧的数字化设计中,程序化的制作流程格外重要,无论是数据库式的粤剧影像展示,还是交互式的粤剧装置呈现,都需要程序化的结构进行内容编排。

游戏是程序化构造逻辑与交互性结合的数字化体现,游戏的设计过程也与艺术的创作过程无异,两者无不需要根据用户体验的反馈进行版本的更新,就如同数字艺术的创作需要不断在展览场景中进行更新迭代。如今,粤剧的数字化创作已经不再局限于表演艺术,而是化作文化符号作用于不同的艺术形式之中。2022年9月,腾讯游戏“王者荣耀”在全球吸金高达1.9亿美元(以最新汇率计算折合人民币近14亿元),成为全球手游收入冠军。据统计,“王者荣耀”月活跃用户量为1.6亿,据百度指数统计该游戏用户主要集中于年轻群体,0~39岁的用户占88.29%。近年来,开发团队在“王者荣耀”游戏中植入了丰富的

传统戏剧内容,在视觉风格上增加了许多具有中华民族传统文化特征的元素。其中,游戏人物英雄角色的开发主要以中国传统神话故事人物为主,2016年9月虞姬和项羽英雄角色的“霸王别姬”京剧皮肤套装的推出,标志着英雄角色的包装重心向戏剧类非物质文化遗产转移,见图10。“霸王别姬”皮肤套装除了在京剧服饰方面的还原外,还根据游戏中英雄的作战状态自动演唱相应的京剧唱词,以此,通过游戏的方式活灵活现地展现着戏剧文化。穿戴上霸王别姬皮肤套装的虞姬角色,会根据游戏中不同的作战状态触发相应的唱词语音。在登场时会自动演唱“兵家胜负,乃是常情”“十年征战几人回,尔等再难归去”“大王、大王,何日共还乡”等剧目中的唱段;在被击败时她会吟唱“一曲已过”;在死亡时会低声倾诉“免你、牵挂”。随着游戏开发团队对传统文化的深入挖掘,昆剧“游园惊梦”、粤剧“梁山伯与祝英台”、川剧脸谱等皮肤系统已经陆续上线。无独有偶,在热度仅次于“王者荣耀”的另一款国产游戏“原神”之中,也充分融合了传统戏剧元素,在2022年“原神”22.4版本中,新角色云堇的一曲京剧表演“神女劈观”在网上爆红,在国产游戏中完成了将游戏角色、剧情与戏曲进行深度融合的创举。2015年,广东粤剧青年团、广东粤剧院一团参演的“决战天策府”开始了全国巡演,这部粤剧改编自红极一时的网游“剑网3”。在接下来的几十场巡演中,场均上座率高达八成,获得了年轻观众的一致好评。



图 10 “霸王别姬”皮肤海报
Fig.10 Skin poster of "Farewell My Concubine"
(设计师:王者荣耀设计团队)

从已有的粤剧程序化实践成果中不难看出,通过程序化游戏进行传统戏剧的活化已经成为一种适应当代年轻人审美取向的再现方式;把传统粤剧元素融入具有程序化游戏逻辑之中的创新实践,已经在粤剧文化的推广和发展创新上取得了丰硕的成果。

5.4 解构重组的虚拟再现

在数字化设计之中,本土意识正在用一种新的秩序对传统艺术特质进行解构重组,在这种解构重组秩序之中蕴含着隐性知识正是本土化设计的灵魂所

在^[31]。对于粤剧的数字化再造正是在把握其“本质”之后的取舍性重组。通过富有趣味和个性的重新聚合唤醒其传统特质之外的隐性知识,从而让无限的可能产生于个体的差异化经验之中。TouchDesigner 编程技术介入粤剧文化的数字化转换过程可以归结为对粤剧文化的数理性解构和创造性重组。同时,解构重组的设计手法也是实现传统文化创造性虚拟再现的数字化设计新路径。

三维动画是数字化艺术的重要形式之一,随着 Unity3D、Unreal Engine5 等实时游戏引擎的发展,极大地增强了动画艺术的视觉创造能力。其立足现实又超现实的虚构性特征充分调动了人们对未知世界的期待性心理,其表达形式更有着超强的视觉震撼力和情绪感染力。广州美术学院数码游戏设计工作室 2019 届本科毕业设计作品“虹·棉”是一部集合广府文化题材的赛博朋克三维科幻动画,见图 11。作品由黄耀荣、黄家俊、姚泽华和叶垚均四位同学在周立均、高汉威两位老师的指导下历时九个余月共同完成。自 2019 年 5 月播出以来,在微博和哔哩哔哩等主流媒体平台上短时间的浏览量就达到十万左右,受到社会的广泛关注和好评,同时也在“塔外 2019: 粤港澳大湾区设计实验与实践”巴黎展上进行了展映。

“虹·棉”作品不仅具有浓烈的广府文化色彩,在剧中由机器组件构建而成的机械粤剧花旦更是完美地体现了作者对未来智能环境中传统粤剧生命形态的畅想。机械花旦是通过对粤剧中的五官、妆容、服饰、动作等元素进行解构和重新组合而创作出来的。具有“红白脸”特征的机械花旦给人一种既传统又科幻的视觉美感,栩栩如生的视觉效果仿佛给机械花旦注入了广府之魂,这得益于作者在重建角色的过程中对粤剧文化的本质予以了保留,并对粤剧的灵魂基因做到了有意的取舍。

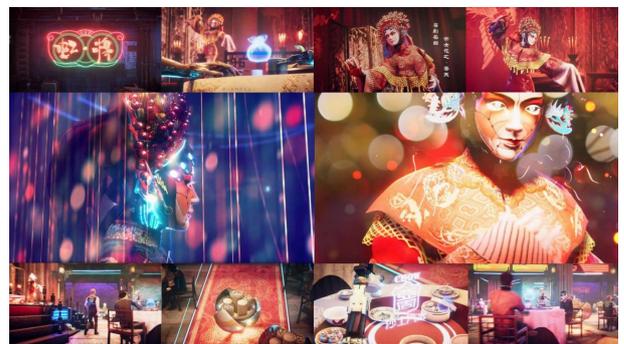


图 11 “虹·棉”
Fig.11 "Taking The Kapok"
(设计师:黄耀荣、黄家俊、姚泽华、叶垚均)

创造性的解构重组不仅体现在视觉再现之上,同样也隐喻在角色的生命历程之中。作品在剥离熟悉感与创造陌生感之中更深层地隐喻了经典粤剧“帝女花·香夭”中长平公主的悲惨命运。不由感叹“虹·棉”

把解构重组的数字化手法恰到好处地运用到了传统文化的活化中,并取得了丰硕的成果。

5.5 小结

基于 TouchDesigner 视觉化编程技术的粤剧数字化设计具有多样化的交互方式、沉浸式的视觉表现、程序化的构造逻辑、解构重组的虚拟再现等特征。在研究中,运用 TouchDesigner 丰富的交互技术为粤剧的数字化设计带来体验方式的创新,塑造了多样的粤剧体验形式;使用 TouchDesigner 的沉浸式展示技术,打破了粤剧传统的观赏方式,增强了粤剧的视听感受;采用编程技术对粤剧的数字化改造具有程序化的特点,其程序化的特点贯穿在整个粤剧数字化的创作过程中,使粤剧文化能够介入游戏程序当中,并通过游戏的方式走入更多年轻群体的视野,强有力地推进了粤剧的当代传播与发展;把粤剧元素进行信息化解构,再对信息进行虚拟化重组,是实现粤剧在虚拟世界中创造性再现的重要手段。信息化重组使其能介入任何的虚拟化情景之中,在拓宽粤剧生存空间的同时,也丰富了粤剧的存在形式。

6 结语

本文基于 TouchDesigner 视觉化编程技术探讨了粤剧数字化设计创新的可能性与可行性,旨在探索粤剧艺术形式的当代发展策略以及传统文化元素给数字艺术带来的创作空间。如今,新技术的冲击加剧了传统粤剧演出的萧条^[32],数字化技术的发展对传统粤剧的既有规则与形式造成了颠覆性的改变。对于数字化技术的掌握,是使艺术想象力能够运用于各学科领域中的基本要求。建立在 TouchDesigner 编程技术之上的粤剧数字化的设计核心,在于充分掌握编程语言的程序化逻辑,把程序化的逻辑思维融入粤剧的数字化设计之中,通过逻辑先行的思维方式创造性地构建计算机算法媒介与粤剧元素的融合通道,从而达到粤剧的数字化革新效果。总而言之,基于 TouchDesigner 编程技术的粤剧数字化设计探索响应了国家对非物质文化遗产的数字化战略创新理念,是寻求粤剧在数字艺术邻域创新发展的可行性探索,将粤剧元素作为艺术媒介应用于数字艺术领域的创作中,不仅丰富了数字媒体艺术的内涵和形式,也为数字艺术的创新发展注入了中国式血液。同时,对粤剧文化的数字化发展而言同样具有重要的价值与意义。

参考文献:

- [1] 肖家欣. “四序琼花”——明清时期粤剧场景的动态插画创新设计应用[D]. 广州: 广州大学, 2022.
XIAO Jia-xin. Cantonese Opera at All Seasons—Innovative Design and Application of Dynamic Illustration

- of Cantonese Drama Scenes in Ming and Qing Dynasties[D]. Guangzhou: Guangzhou University, 2022.
- [2] 董甜甜. 互联网时代中华元素的数字化艺术传播研究[D]. 南京: 东南大学, 2019.
DONG Tian-tian. Research on Digital Art Communication of Chinese Elements in the Internet Age[D]. Nanjing: Southeast University, 2019.
- [3] 国家发展和改革委员会编写. 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》辅导读本[M]. 北京: 人民出版社, 2021.
Prepared by National Development and Reform Commission. Guidance Readings on the Fourteenth Five-Year Plan of National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the Outline of Vision 2035 [M]. Beijing: People's Publishing House, 2021.
- [4] 李林. 数字文化产业与国家文化安全——基于国家数字化战略的思考[J]. 出版广角, 2021(3): 6-10.
LI Lin. Digital Cultural Industry and National Cultural Security—Thinking Based on National Digital Strategy[J]. View on Publishing, 2021(3): 6-10.
- [5] 伍俐行. 国潮背景下粤剧角色符号的创意设计研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2020.
WU Li-xing. Research on Cultural Creative Design of Cantonese Opera Role Symbols under the Background of National Tide[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2020.
- [6] 汪田甜. 数字交互技术在粤剧文化宣传中的应用[D]. 北京: 北京工业大学, 2016.
WANG Tian-tian. The Application of Digital Interactive Technology in Cantonese Opera Cultural Propaganda [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2016.
- [7] Digital FUN. TouchDesigner 全新交互设计及开发平台[M]. 北京: 人民日报出版社, 2020.
Digital FUN. TouchDesigner New Interactive Design and Development Platform[M]. Beijing: People's Daily Publishing House, 2020.
- [8] 苏镜如. TouchDesigner 在新媒体艺术中的运用[J]. 新媒体研究, 2020, 6(14): 9-10.
SU Jing-ru. Application of TouchDesigner in New Media Art[J]. New Media Research, 2020, 6(14): 9-10.
- [9] 李振宇. 可视化编程下数字化艺术设计的表现与作用[D]. 南京: 南京艺术学院, 2021.
LI Zhen-yu. The Expression and Function of Digital Art Design under Visual Programming[D]. Nanjing: Nanjing University of the Arts, 2021.
- [10] SARGEANT B, MUELLER F, DWYER J. Using HTC Vive and TouchDesigner to Projection-Map Moving Objects in 3D Space: A Playful Participatory Artwork [J]. Computer-Human Interaction in Play, 2017, 10: 1-11.
- [11] 梁献心. 从粤剧电影《白蛇传·情》探索粤剧的革新与发展[J]. 传媒论坛, 2022, 5(17): 87-89, 103.
LIANG Xian-xin. Exploring the Innovation and Development of Cantonese Opera from the Cantonese Opera Film White Snake[J]. Media Forum, 2022, 5(17): 87-89, 103.

- [12] 谭明渊. 从老信“触电”说开去[J]. 南国红豆, 2010(5): 62.
TAN Ming-yuan. From the Old Man's "Electric Shock" Theory[J]. Nanguo Hongdou, 2010(5): 62.
- [13] Casey Reas, Ben Fry. Processing 语言权威指南[M]. 张静, 谭亮, 译. 北京: 电子工业出版社, 2013.
CASEY R, BEN F. Processing: a Programming Handbook for Visual Designers and Artists[M]. ZHANG Jing, TAN Liang, Translated. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2013.
- [14] 张雯, 付琳. 多媒体作品中交互行为的设计研究[J]. 装饰, 2010(4): 104-105.
ZHANG Wen, FU Lin. Research of Multimedia Interactive Behavior Design[J]. Art & Design, 2010(4): 104-105.
- [15] 张如良. 论人对事物属性需求的虚拟满足[J]. 山西财经大学学报, 2009, 31(S1): 313-315.
ZHANG Ru-liang. On the Virtual Satisfaction of People's Demand for Things' Attributes[J]. Journal of Shanxi Finance and Economics University, 2009, 31(S1): 313-315.
- [16] 张玉萍. 论数字化时代产品设计的情感表达[J]. 西南民族学院学报(哲学社会科学版), 2002, 23(S1): 67-69.
ZHANG Yu-ping. On the Emotional Expression of Product Design in the Digital Age[J]. Journal of Southwest Institute for Ethnic Groups, 2002, 23(S1): 67-69.
- [17] 布鲁克. 空的空间[M]. 邢历, 译. 北京: 中国戏剧出版社, 1988.
PETER B. The Empty Space[M]. XING Li, Translated. Beijing: China Drama Publishing House, 1988.
- [18] 梁郁南, 谢海涛, 易红霞. 《龙月影》走了多远? ——关于粤剧改革与创新的对话[J]. 广东艺术, 2003(2): 27-29.
LIANG Yu-nan, XIE Hai-tao, YI Hong-xia. How far Has "Dragon Moon Shadow" Gone? -Dialogue on the Reform and Innovation of Cantonese Opera[J]. Guangdong Arts, 2003(2): 27-29.
- [19] 郁沁林. 生成艺术在视觉识别设计中的创新策略研究[J]. 设计, 2022, 35(3): 80-83.
YU Qin-lin. Research on the Creative Strategy of Generative Art in Visual Identity Design[J]. Design, 2022, 35(3): 80-83.
- [20] 冯永恒, 王钦玄, 姜仕炜. 试论《中国考古大会》的话语表达、多维叙事与故事建构[J]. 电视研究, 2022(8): 34-37.
FENG Yong-heng, WANG Qin-xuan, JIANG Shi-wei. On Discourse Presentation, Multi-Dimensional Narration and Story Construction of "China Archaeology Conference"[J]. TV Research, 2022(8): 34-37.
- [21] 蔡燕. 基于交互生成的算法汉字图形化设计研究[J]. 美术学报, 2021(5): 119-123.
CAI Yan. Research on the Arithmetic Graphic Design of Chinese Characters Based on Interactive Generation[J]. Art Journal, 2021(5): 119-123.
- [22] 董玉杨. 数据库与电影叙述: 互动电影的开放叙事革新[J]. 喜剧世界(下半月), 2022(5): 115-117.
DONG Yu-yang. Database and Film Narration: Interactive Movie's Open Narrative Innovation[J]. Comedy World, 2022(5): 115-117.
- [23] 孙玮. 技术文化: 视频化生存的前世、今生、未来[J]. 新闻与写作, 2022(4): 5-14.
SUN Wei. Technical Culture: The Past, Present and Future of Video Survival[J]. News and Writing, 2022(4): 5-14.
- [24] 谢俊贵. 网络传播信息环境的现状、症结与治理策略[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2022, 43(4): 145-153.
XIE Jun-gui. The Present Situation, Crux and Governance Strategy of Network Communication Information Environment[J]. Journal of Southwest Minzu University (Humanities and Social Science), 2022, 43(4): 145-153.
- [25] 王伟. 新时代视域下广州地区粤剧传承与发展的策略思考[J]. 戏剧之家, 2021(29): 20-21.
WANG Wei. Strategic Thinking on the Inheritance and Development of Cantonese Opera in Guangzhou in the New Era[J]. Home Drama, 2021(29): 20-21.
- [26] 王可. 虚拟艺术人类学——虚拟艺术的人类学阐释[D]. 北京: 中国艺术研究院, 2018.
WANG Ke. Virtual Art Anthropology—Anthropological Elaboration of Virtual Art[D]. Beijing: Chinese National Academy of Arts, 2018.
- [27] 尼葛洛庞帝. 数字化生存[M]. 海口: 海南出版社, 1997.
Negroponte. Digital Survival[M]. Haikou: Hainan Publishing House, 1997.
- [28] 谭征宇, 杨文灵. 面向自然交互的声音通感设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 68-73.
TAN Zheng-yu, YANG Wen-ling. Sound Synaesthesia Design Based on the Natural Interactions[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 68-73.
- [29] 崔博, 田思源. 数字技术对宝坻皮影戏的创新传承研究[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 321-325, 357.
CUI Bo, TIAN Si-yuan. The Creative Inheritance of Digital Technology to Baodi Shadow Play[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 321-325, 357.
- [30] 邱志杰. 总体艺术论[M]. 上海: 上海锦绣文章出版社, 2012.
QIU Zhi-jie. On Total Art[M]. Shanghai: Shanghai Pictorial Press, 2012.
- [31] 王南杰. 全球化语境下本土艺术特质的再发现——从现代设计出发观照民间美术中的隐性知识[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2020(3): 74-77.
WANG Nan-jie. Rediscovery of the Characteristics of Local Art in the Context of Globalization—On the Tacit Knowledge in Folk Art from the Perspective of Modern Design[J]. Journal of Nanjing Arts Institute (Fine Arts & Design), 2020(3): 74-77.
- [32] 黄露, 刘俊玲. 文明互鉴视域下粤剧在东南亚的传播论略[J]. 艺术百家, 2019, 35(6): 40-45.
HUANG Lu, LIU Jun-ling. The Communication of Cantonese Opera in Southeast Asia from the Perspective of Mutual Learning among Civilizations [J]. Hundred Schools in Arts, 2019, 35(6): 40-45.