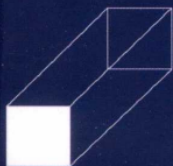


交互设计 三维虚拟

张琪◎著



三维虚拟交互设计

张 琪 © 著

图书在版编目 (CIP) 数据

三维虚拟交互设计 / 张琪著. -- 长春: 吉林美术出版社,
2018.3

ISBN 978-7-5575-3551-3

I. ①三… II. ①张… III. ①人-机系统-系统设计
IV. ①TP11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 058061 号

三维虚拟交互设计

SANWEI XUNI JIAOHU SHEJI

作 者	张琪
责任编辑	于丽梅
装帧设计	精准互动
开 本	710×1000 1/16
字 数	200千字
印 张	11
印 数	1-1000册
版 次	2019年1月第1版
印 次	2019年1月第1次印刷
出版发行	吉林美术出版社
地 址	长春市人民大街4646号
网 址	www.jlmspress.com
印 刷	廊坊市海涛印刷有限公司

ISBN 978-7-5575-3551-3 定价: 43.00元

前 言

第一章 虚拟现实交互设计概述 001

随着互联网技术的日益成熟,计算机多媒体技术在社会生活中发挥的作用不可替代,虚拟现实交互设计日益成为人们研究的重点。虚拟现实技术又称灵境技术,是20世纪90年代科学界和工程界所关注的技术。它的兴起,为人机交互界面的发展开创了新的研究领域;为智能工程的应用提供了新的界面工具;为各类工程大规模数据可视化提供了新的描述方法。这种技术的特点在于,利用计算机产生一种人为虚拟的环境,这种虚拟环境是通过计算机图形构成的三度空间,或是把其他现实环境编制到计算机中去产生逼真的“虚拟环境”,从而使得用户在视觉上产生一种沉浸于虚拟环境的感觉。这种技术的应用改进了人们利用计算机进行多工程数据处理的方式,尤其在需要对大量抽象数据进行处理时;同时,它在许多不同领域的应用,可以带来巨大的经济效益。

本书从相关的理论进行梳理和规律探寻,并对虚拟现实交互设计的实际应用进行分析和研究,包括虚拟现实的概念、发展趋势、构成要素、设计流程以及核心技术与瓶颈等做了阐述,并对虚拟现实交互设计创意实践着重解读,最后综述了虚拟现实交互设计全球化趋势、虚拟现实交互设计工作室的情况以及虚拟现实交互设计的未来思考。

本书在撰写时尽量做到精确、简洁的方式描述所有知识点,能够帮助读者快速掌握操作方法和运用技巧的需求,在实际生活中能更好地运用。

本书在撰写过程中参考并查阅了大量的书籍和著作文献等以及相应的实际运用知识,在此表示诚挚的谢意,书中有不足之处,在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作者

2018年4月

第二章 虚拟现实三维动画设计 022	
第一节 三维动画的概念表达 023	
一、三维动画的概念 023	
二、三维动画的发展历史与特点 024	
三、三维动画的应用领域 024	
四、三维动画未来的发展趋势 027	
五、3ds Max三维动画设计 028	

目 CONTENTS 录

第一章 虚拟现实交互设计概述	001
第一节 虚拟现实的概念	001
一、虚拟现实技术	001
二、虚拟现实艺术	006
第二节 虚拟现实现状及发展趋势	010
一、虚拟现实现状	010
二、虚拟现实发展趋势	011
第三节 交互设计的概念	014
一、概念表达	014
二、交互设计的起源	015
三、交互设计的设计流程和设计原则	015
第四节 交互设计主要内容及行业发展	018
一、交互设计的主要内容	018
二、交互设计的行业发展	019
第二章 虚拟现实交互设计构成要素及流程	020
第一节 虚拟现实交互设计构成要素	020
一、用户	020
二、行为 & 目标	021
三、媒介	021
四、场景	021
第二节 虚拟现实三维动画设计	022
一、三维动画的概念表达	022
二、三维动画的发展历史与特点	023
三、三维动画的应用领域	024
四、三维动画未来的发展趋势	027
五、3ds Max 三维动画设计	028

第三节	虚拟现实交互界面设计	034
一、	模型属性与材质贴图调整	034
二、	时间轴 / 相机 / 角色骨骼动画设计	034
三、	UI 控件界面设计	035
四、	脚本交互设计与编辑	036
五、	特效与环境制作	037
六、	编译输出	037
第四节	虚拟现实交互设计软件和硬件	038
一、	虚拟现实交互设计的软件	038
二、	虚拟现实交互设计的硬件	039
第三章	虚拟现实交互设计的核心技术与瓶颈	045
第一节	虚拟现实交互设计的核心技术	045
一、	孔明锁结构组装三维动画交互设计	045
二、	虚拟钢琴时间轴动画交互设计	049
三、	陶瓷产品造型与装帧的虚拟现实交互设计	054
四、	七彩霓虹灯光交互设计	059
五、	蝴蝶漫天飞舞路径动画交互设计	064
六、	益智答题测试交互设计	068
七、	芝麻开门—芝麻关门触发动画交互设计	076
八、	3D 迷宫虚拟现实交互设计	082
九、	3D 赛车虚拟现实交互设计	090
十、	机关城大冒险虚拟现实交互设计	097
十一、	粒子风雪虚拟现实交互设计	102
十二、	粒子火焰虚拟现实交互设计	108
十三、	全屏特效与摄像机转场动画交互设计	113
十四、	全景环境特效与天空太阳光晕交互设计	117
第二节	虚拟现实交互设计的技术瓶颈	121
一、	虚拟现实一直存在	121
二、	VR 背后的支撑	122
三、	为什么能感知到三维	123
四、	VR 的基本原理	124
五、	VR 的技术瓶颈	125

六、VR 与 AR/MR	132
第三节 虚拟现实交互设计的解决方案	133
一、问题的提出	133
二、问题的解决	134
第四章 虚拟现实交互设计创意实践	137
第一节 手机触屏体验虚拟交互设计	137
一、手机触屏三维动画设计	137
二、手机触屏交互设计	139
三、手机触摸屏更多应用领域	141
四、对企业的帮助	142
第二节 工业产品概念展示虚拟交互设计	142
一、工业三维动画发展历程	142
二、工业产品三维动画概念展示设计	143
三、工业产品功能动画概念展示交互设计	145
第三节 室内空间虚拟交互设计	147
一、室内空间模型材质和灯光动画设计	147
二、室内空间交互设计	149
第四节 网络游戏界面虚拟交互设计	153
一、网络游戏场景三维动画设计	153
二、网络游戏 UI 交互设计	155
第五章 虚拟现实交互设计综述	159
第一节 虚拟现实交互设计全球化趋势	159
第二节 虚拟现实交互设计工作室介绍	160
一、德国哈勒艺术和设计学院多媒体与虚拟互动设计中心 (MMIVR)	160
二、Thatgamecompany 游戏工作室	160
三、Monobanda PLAY 工作室	161
四、豪华朗机工 (Luxury Logico)	161
五、Hibanana Studio	162
第三节 虚拟现实交互设计的未来思考	163
参考文献	165

第一章

虚拟现实交互设计概述

第一节 虚拟现实的概念

一、虚拟现实技术

(一) 概念表达

虚拟现实技术是仿真技术的一个重要方向,是仿真技术与计算机图形学人机接口技术多媒体技术传感技术网络等多种技术的集合,是一门富有挑战性的交叉技术前沿学科和研究领域,虚拟现实技术(VR)主要包括模拟环境、感知、自然技能和传感设备等方面,模拟环境是由计算机生成的、实时动态的三维立体逼真图像,感知是指理想的VR应该具有一切人所具有的感知,除计算机图形技术所生成的视觉感知外,还有听觉、触觉、力觉、运动等感知,甚至还包括嗅觉和味觉等,也称为多感知,自然技能是指人的头部转动,眼睛、手势、或其他人体行为动作,由计算机来处理与参与者的动作相适应的数据,并对用户的输入做出实时响应,并分别反馈到用户的五官。传感设备是指三维交互设备。

关于虚拟现实的概念,不同领域有不同的定义和描述。

(1) 地理信息学:存在于计算机系统逻辑环境,通过输出设备模拟显示现实世界中的三维物体和它们的运动规律和方式。

(2) 通信科技学:利用计算机发展中的高科技手段构造的,使参与者获得与现实一样的感觉的一个虚拟的境界。

(3) 资源信息学:一种模拟三维环境的技术,用户可以如在现实世界一样地体验和操纵这个环境。虚拟现实(Virtual Reality,缩写为VR),又称灵境技术,是以

沉浸性、交互性和构想性为基本特征的计算机高级人机界面,它综合利用了计算机图形学、仿真技术、多媒体技术、人工智能技术、计算机网络技术、并行处理技术和多传感器技术,模拟人的视觉、听觉、触觉等感觉器官功能,使人能够沉浸在计算机生成的虚拟境界中,并能够通过语言、手势等自然的方式与之进行实时交互,创建了一种适人化的多维信息空间,用户不仅能够通过虚拟现实系统感受到在客观物理世界中所经历的“身临其境”的逼真性,而且能够突破空间、时间以及其他客观限制,感受到真实世界中无法亲身经历的体验。

虚拟现实是由美国 VPL Research 公司的奠基人 Jaron Lanier 于 1989 年提出的,用以统一表述各种借助计算机技术及最新研制的传感装置所创建的一种崭新的模拟环境,它由模拟环境、感知、自然技能和传感设备几部分组成,其意义在于利用计算机等非现实的手段,表现在物理意义或功能意义中存在于世界内的任何事物或环境,它既可以是现实的,又可以是难以实现或者根本无法实现的物体。它最早的研究和应用是在军事上,后逐渐扩展至医疗、考古、道路桥梁、船舶制造、轨道交通、生物力学、康复训练、演播室、教育培训、水文地质、设计、艺术、机械制造、娱乐等不同领域。虚拟现实包含两个层面,即虚拟现实技术和虚拟现实艺术,两者之间相互依存、缺一不可,从技术层面上分析,它融合了人工智能、计算机图形学、传感器、多媒体技术等,从艺术层面上分析,它融合了造型设计、平面设计、色彩设计等知识。

虚拟现实(virtual reality, VR)技术是一门综合性信息技术,它集合了仿真技术、人机接口技术、传感技术、网络技术等多种技术,VR 技术是使用感官组织仿真设备和真实或虚幻环境的动态模型生成或创造出人能够感知的环境或现实,使人能够凭借直觉作用于计算机产生的三维仿真模型的虚拟环境。VR 具有交互性(interactivity)、沉浸性(immersion)、构想性(imagination)三大特点。其最初的构想是,利用计算机系统构造一个“看起来景物真实,动作真实,声音真实,感觉真实”的世界。VR 技术大体上可以分为有声形动态的模拟阶段、虚拟现实萌芽阶段、虚拟现实概念的产生和理论初步形成阶段、虚拟现实理论完善和应用阶段。从应用的角度来看,VR 技术就是用计算机程序语言来解决作品的交互性和链接性,即解决菜单按键背后的执行功能;从硬件设备的角度来看,VR 技术可以应用于动作捕捉设备、VR 手套、VR 眼镜等,而设备的背后其实还是技术在支撑。如果把虚拟现实比作一个人,那么艺术就是人的外表,技术才是心脏、血管、神经、骨骼。有了这些理论就可以支撑起一件作品,但没有一个好看的外表,就会降低人去了解的欲望,特别是在商业项目中,好的视觉表现形式在吸引客户的同时,会增加产品的附加值。

（二）应用现状

虚拟现实技术的应用范围很广,主要包括航空航天、军事、医学、工程设计、教育、娱乐等面向设计、制造、维修和训练等领域,下面列举了不同领域的一些典型应用。

1. 航空航天

1984年 Michael McGreevy 创建了 NASA 的第一个用来进行人机接口研究的虚拟环境工作站 VIVED。VIVED 是一个低成本系统,使用宽视野 HWD 进行立体显示,同时以头部跟踪设备作为用户控制输入,从此, NASA 进行了大量的 VR 系统应用研究,主要集中在航天设备仿真,如艾姆斯研究中心的虚拟/远程目标捕获作业中的头部随动滚转补偿;虚拟环境中人的性能;虚拟环境中舱外活动自救;遥控机器人计划与操作界面。哥达德空间飞行中心的 VR 在地球和空间科学中的应用,约翰逊航天中心利用人工合成的工作环境进行工作负荷的评定;舱外活动卫星捕获训练;空间站 Cupola 训练;交会对接人控虚拟训练器,马歇尔空间飞行中心宏观工效学与可伸缩的用户人体测量学;微观工效学虚拟及 Fomec 模型;微重力运动与工效学。美国马歇尔空间飞行中心研制载人航天器的 VR 座舱,指导座舱布局设计并训练航天员熟悉航天器的舱内布局、界面和位置关系,演练飞行程序。

如今 NASA 研究的重点放在对空间站操纵的实时仿真上,如“虚拟行星探索”(VPE)的试验计划,这一项目能使“虚拟探索者”(virtual Explorer)利用虚拟环境来考察遥远的行星,他们的第一个目标是火星。现在 NASA 已经建立了航空、卫星维护 VR 训练系统,空间站 VR 训练系统,并且已经建立了可供全国使用的 VR 教育系统。

2. 医学

为了实现更加科学的诊断, HIT 提出了利用 VR 技术实现虚拟人代替病人就诊,即“医学替身”。类似的,于 1989 年发起的“可视人计划”,采用的是以人体横断面的 CT、核磁和组织学数据为基础,利用计算机图像重构技术为建造虚拟人体, David Warner 博士和他的研究小组成功地将计算机图形及 VR 的设备用于探讨与神经疾病相关的问题,他们以数据手套为工具,将手的运动实时地在计算机上用图形表示出来,除此之外,“电子手术”是 VR 技术在医学上的典型应用之一,医生通过实时的切片扫描电子图像来观察病人的手术部位,同时以此作为依据进行手术(这是体视学建模应用的最集中体现), Zeus 就是一套致力于细微组织手术的 VR 系统。1998 年 Frank Diamiano 医生在 Zeus 系统的帮助下完成了美国第一个输卵管手术。斯坦福大学的 Charles Taylor 和 Chris Zarin 尝试着将 VR 技术用于心血管手术上。Inria 在 1992 年开始的 EPIDAU-RE 项目是为了提高多维医学图像的分析,最终生成三维几何。

3. 军事

1991年,美国为海湾战役“东经73”计划的实施提供了一套供 MIAI 主战坦克使用的战场环境仿真系统,将伊拉克的沙漠环境用三幅大屏幕展现在参战者面前,进行身临其境的战场研究,为最终取胜打下了关键的基础。荷兰1992年完成的毒刺导弹训练器(VST)是虚拟现实技术用于单兵武器模拟设备的代表作,它在头盔内形成一个空间动态立体场景,随操作者的头部动作而相应改变场景,以训练操作者对付敌方飞行器的机动能力和瞄准能力,预先制备的VCD盘提供各种作战环境相应的音响效果。1993年,美国陆军利用虚拟现实技术进行了“路易斯安娜演习”,为美国陆军制定出适于21世纪作战要求的条令、战术和部队编成进行实验论证,仅此一项就为美国陆军节约经费近20亿美元。1997年,洛克希德·马丁 Vought 公司为美国海军航空兵训练系统项目办公室开发了一套实战演习系统 TOPSCENE(战术操作实况),这是一个综合运用军事测绘成果和虚拟现实技术的装备,被广泛应用于海军、海军陆战队、陆军和空军,已配备100多套。该系统运用SGI图形工作站(最高配置为ONYX2、4个R1000CPU)来处理图像数据,在高配置下,每秒能产生30帧详细、逼真的高分辨率战场图像。系统可以模拟各种地形要素、不同的气象条件,还可仿真带有夜视仪、红外显示器或合成孔径雷达显示效果的夜间战斗过程。北航计算机系虚拟现实与可视化新技术研究室在国家863计划支持下,作为集成单位,与国防科技大学、浙江大学、装甲兵工程学院、中科院软件所和解放军测绘学院等单位一起建立了一个用于虚拟现实技术研究和应用的分布式虚拟环境基础信息平台 DVENET, DVENET 由一个专用计算机网络以及支持分布式虚拟环境研究与应用的各種标准、开发工具和基础信息数据(如三维逼真地形)组成,基于 DVENET,一个分布式虚拟战场环境被成功开发出来。目前,应用 DVENET,可以实现包含远程的数十个武器虚拟平台在同一块逼真地形下进行协同作业或对抗演练。参演人员(即用户)可以通过不同的交互方式控制真实的或虚拟的武器仿真平台在虚拟战场环境中进行异地协同与对抗战术演练。

4. 工程

VR技术的蓬勃发展,最受益的是虚拟样机领域,为了克服当前CAD系统无法进行并行互动设计的缺陷,大型工程项目通常会使用虚拟样机工具,VR技术为虚拟样机提供了更加先进的底层支撑,在系统中采用了虚拟原型,从而减少了设计图像和新产品进入市场的时间,这样,产品在生产之前就可以估算和测试,并且大大地提高了产品质量。伊利诺斯州立大学研制出在车辆设计中,支持远程协作的分布式VR系统,不同国家、不同地区的工程师们可以通过计算机网络实时协作进行设计,

在设计车辆的过程中,各种部件都可以共享一个虚拟环境,并且可以查看对方任何一个位置的视频传递和相应的定位方向。劳斯莱斯汽车公司使用了名为 ISS 的 VR 分析系统对发动机研制和性能进行评估,波音公司在研制 777 时一直使用高性能 VR 工程系统,提高了产品质量并缩短了开发时间。除此之外,室内漫游是最广泛和成熟的虚拟现实系统应用,它主要用于复杂的建筑设计和评估,如 Frederick 使用 8000 个几何面皮模拟 UNC 计算机科学大楼的虚拟漫游,MIT 的 Andy 开发小组研制的 Aspen MovieMap 系统允许用户在虚拟的美国科罗拉多州城市 Aspen 里进行观光浏览。美国电动船舶公司的最新型弗吉尼亚级潜艇设计完全使用了计算机虚拟设计,不仅直接利用三维设备装配评估,同时使用了虚拟人模型,帮助其对潜艇空间是否适合人的操纵进行评估。

5. 娱乐

娱乐应用是虚拟现实最广阔的用途之一。英国出售的一种滑雪模拟器,使用者身穿滑雪服、脚踩滑雪板、手拄滑雪棍、头上载着头盔显示器,手脚上都装着传感器,虽然在斗室里,只要做着各种各样的滑雪动作,便可通过头盔式显示器,看到堆满皑皑白雪的高山、峡谷、悬崖陡壁,一一从身边掠过,其情景就和在滑雪场里进行真的滑雪所感觉的一样,好莱坞利用 Waldo 和 VActor 脸部系统遥感演员得脸部表情来自动生成动画形象,其成本是其他方式的百分之一。1991 年 Dimension 还与电视公司合作开发 cyberzone(宣称是世界上第一个 VR 电视游戏节目),虽然这种游戏是非沉浸式的,但它是交互式的:相互竞争的两个队员坐在一个分隔开的封闭舱中驱使虚拟探险者(虚拟世界中的队员)在同一虚拟世界中移动,设法破坏其虚拟对手的进展,两个队员都在搜寻,当一个队员与虚拟世界中图像交互时,在电视屏幕上投影一个 3×4 矩阵,从而挡住另一队员的视域,这时探险者在场,另一队员通过地图显示或别的虚拟表示指示其虚拟探险者。由于通过能感知步态的压力板来获得用户的状态,所以允许用户在现场走动或跑动。

6. 教育

由于虚拟现实技术具有的深度沉浸特性,它能给予学生一个全方位的学习环境,因此越来越多地被使用到教育系统中,伦敦西部大学进行的 VIRT 项目致力于利用桌面 VR 技术帮助智障少年进行职业训练,它利用数据手套和三维运动跟踪器帮助用户判断和记忆,伊利诺斯大学芝加哥分校的电子可视化实验室和交互计算环境实验室共同开发的叙事式沉浸的建设者及协同环境是一个专为 6 至 10 岁儿童而设计的虚拟现实教育系统,在 NICE 虚拟现实环境中的孩子们,均戴着特制的立体眼镜,唯一用来与虚拟环境进行交互的是手中拿着的小棒,小孩可以在这个虚拟现实环境中和

花朵进行“交谈”，通过游戏般的交流，小孩可以学到许多书本上学不到的东西。Lancaster 大学的 Devrl 项目的其中一部分就是建立一个虚拟教室，用户在这个虚拟教室里可以重复进行物理现实中不可恢复的重力实验。

二、虚拟现实艺术

（一）概念表达

关于 VR 艺术有如下的定义：“以虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等人工智能技术作为媒介手段加以运用的艺术形式，我们称之为虚拟现实艺术，简称 VR 艺术。该艺术形式的主要特点是超文本性和交互性。”艺术家把创意思维借助计算机工具发挥的空间不仅停留在纸上，还通过交互性和人机对话的形式拓展到现实空间里，观赏者可以参与其中并反馈信息，在某种意义上可以说观赏者也参与了艺术再创造，从而激发人的想象空间，通过参与能更深刻地理解和加深印象。当技术遇上了艺术，世界会焕发不一样的生机。VR 技术和艺术的无缝融合，激发人的无限想象力，创造出崭新的表现形式和功能，并很快融入社会活动诸多领域，同时也产生了商业价值并带来经济效益，马克·波斯特（Boston Mark）说：“当传统的物质媒介被数字媒介取代后，艺术家已不再是真正意义上的艺术主体，取而代之的将是超越日常身份而相互交往的网络参与者，是随缘演化的超媒体；艺术生成的主要方式将不再是目标明确的有意想象，而是随机性和计划性的新的结合。”在虚拟交互设计中，技术与艺术就像一对孪生兄弟，一个创意用技术去实现其功能，用艺术去包装其形式。在功能和形式之间很难评价谁更重要些，功能和形式的完美统一才会创造出满足人们精神世界需求的作品。

（二）虚拟现实艺术的交互性

列夫·马诺维奇（Lev Manovich）在其《新媒体的语言》书中指出数字媒体美学的起源与绘画、摄影、电影、电视等视觉媒介相同的文化脉络，并将数字媒体的原则归纳为“数值化再现（numerical representation）、模组化（modularity）、自动化（automation）、液化化（variability）、转码化（transcoding）”，虚拟现实的交互性正是在数字媒体表现原则的基础上展开，虚拟现实艺术所具有的交互特征是由其数字媒体自身的属性所决定的。其交互性可以分为观看者与作品的交互，以及以作品为媒介观看者与艺术家、观看者与观看者间的交互，以上交互形式使得艺术家、作品、观看者三者之间的关系产生了改变，虚拟现实艺术自身是以未完成状态呈现，需要通过观看者与其进行交互展开信息交换实现最终效果，这里所说的最终效果是相对的概念，不同观看者所进行的交互方式不同，使呈现的面貌也随之改变。虚拟现实

艺术中的空间是在一个符号向另一符号过渡的数字化过程中实现的,作为经过信息化过程创作的艺术表现形式,虚拟现实所具有的最显著特征便是交互过程中信息重组与再现。“传统的艺术形式要与观者的被动性进行抗争,而虚拟现实艺术家则在被动和主动之间发现了一种可以控制的均衡”,虚拟现实艺术中观看者不是被动地观看,而是积极地参与到作品所营造的空间环境中。观看者的身份与艺术家相等,也是直接参与艺术品的创作,因此,虚拟现实艺术在创作初期,艺术家已将观看者的作用及在交互过程中对作品带来的影响考虑到创作中,作品的完整性体现在观看者参与交互的过程中。

虚拟现实观看者的作用由“被动接受者”转变为“主动创作者”,在这个过程中观看者具有以下三方面的作用。

(1) 解释。即虚拟现实空间中所有的信息都非固定不变的,是随着观看者的交互出现多样的结构形态变化,虚拟空间中所产生的意义体现在观看者接受过程的解释中,观看者将意义赋予多变的因素中,同时对出现的信息进行主动参与解释,交互过程中引发观看者对作品的即兴解释过程有时会出现与艺术家创作初期设定的意图相悖的情形,这种在交互过程对艺术作品的多重解释凸显出虚拟现实艺术具有的实时反馈、转化的特征。

(2) 观看者与虚拟空间的交互行为特征可以看作为日常生活中形成的主观意识,即媒介之外的社会性,也就是说观看者不仅是单纯地读、看和听虚拟空间中出现的消息,还可以根据自身的社会经验、知识结构主观地对信息进行参与和解读。

(3) 观看者身份发生转变。不再是单纯地观看,成为与艺术家同等重要的作品信息创作者,与传统媒介中观看者作为被动的信息接收者不同,虚拟现实空间在信息时间流中,观看者具有信息的选择接受权,作品的价值也体现在观看者在交互、反馈、转化的过程中实时生成的信息中。

上述虚拟空间中的交互作用构成了“不确定性(indeterminacy)”形态的串联。约翰·凯奇将不确定性归纳为灵活性(flexibility)、可变性(changeability)和流畅性(fluency)三方面表现特征,虚拟现实艺术的不确定性从两个侧面发生,一是观众在参与作品交互的过程中超越艺术家之前设定的意义,赋予虚拟空间新意涵的过程。二是作品呈现的多样性决定了不确定性。在交互过程中观看者与作品、观看者与观看者之间的交互行为会产生无穷无尽的不可预测的结果,虚拟现实艺术中基于时间和空间的不确定性概念中“此时此刻”的景象是观看者可以参与的形态,这里所说的形态是指观看者与作品交互过程中形成的艺术景观,观看者作为创作者的角色存在并赋予虚拟空间中形态的意涵,虚拟现实空间的随机接触性和观众的直接操作超

越了再现现实。观看者在“不确定的”“无意识的”交互过程中使得虚拟空间包含着偶然性、非预测性和随机性。

（三）虚拟现实艺术的网络化

虚拟现实艺术的网络化是指通过有线、无线网络进行连接,观看者可以在虚拟的空间之间进行互动连接。虚拟现实中强调实时的双向互动,正是以网络化的连接实现的,网络连接下交互是指观看者和虚拟空间中物体间产生的互动,并通过物体观看者与观看者之间、观看者与艺术家间形成多向交流沟通的关系,在网络连接的虚拟环境中,交互的形式更加多样化,虚拟现实的表现空间范围也得以扩张。虚拟现实中的交互是指以数字技术为手段,通过艺术家、作品、观看者三者之间的相互交流呈现出的概念,虚拟现实艺术作品中所含有的信息和隐喻在交互过程中产生的情感、意识、美学等因素形成内在的统一属性,从而连接其相互间的关系,即虚拟空间中信息传递过程与交互行为同时产生,但此时所谓交互行为并未能突破时间和空间的限制,网络化的介入突破了虚拟现实时空的界线,人与人之间在虚拟空间中信息和情感的连接共享成为可能,现实空间与虚拟空间的界线被模糊化,跨区域的观看者之间相互连接,彼此沟通交流互相影响,从而形成了虚拟空间的特殊“关系”,即观看者和虚拟空间中物体之间成为作品主体的同时也是作品的客体,这便是网络化连接下看不见的虚拟网络中产生的空间连接带来的影响,网络化自身具有连接性、开放性和流动性等特征,在网络化的虚拟空间中不仅物体与观看者发生关系,通过物体,观看者与观看者之间、物体与物体间的关系,以及与虚拟空间沟通的关系连接下的信息、情感、思想的共享过程形成了虚拟空间的总体关系性格,依此而产生的虚拟共同体也对社会关系进行了再构成,正如本雅明所预言的:“在数字化网络的能力扩展之后,总有一天能够通过网络化的虚拟空间寻求一种意义深远的转变,从区域文化转变为跨文化,或者转化为一件全球化和象征知识的作品”,观看者行为和信息获取不再局限于真实的空间内,虚拟空间在网络连接下产生的信息交流自由环境下构成了普适环境(Ubiquitous environment)空间。因此,观看者之间在虚拟空间连接交流环境中,更加自由地接受与反馈信息,信息也摆脱了空间的约束。观看者自身的行为在虚拟空间中成了信息内容。

虚拟现实在网络化中,艺术家、物体、观看者、虚拟空间之间心理传播存在着多种要素结合的关系性,这也是其艺术价值的重要体现,单纯的新技术的出现并不具备其艺术美学上的价值,技术只有在形成某种新型社会关系中,并以技术为基础进行情感的表达时,它才具有美学价值,与古典艺术中艺术家对作品具有绝对的统治权相比,虚拟现实艺术使得艺术家、作品、观看者之间形成了积极的互动关系。

网络化的虚拟空间提供给观看者在其中与全世界任何区域的人或事物进行信息交互的环境,虚拟空间中的物体在具有显示价值之外,也向观看者和艺术家传达具有社会性的信息。网络化使得观看者可以和艺术家创作的虚拟世界进行实时的(思想、情感、信息等)共享和交流,观看者在虚拟环境中与艺术家展开交流不仅是空间维度,还有空间中形成的虚拟世界,因此构成了观看者同时作为作品主题的多重关系。观看者与作品融合为一,达成物理和心理的连接。虚拟空间中网络提供的参与沟通过程给观看者带来了某种具有主观能动性的表现空间,交互过程中提供给观看者丰富的知觉体验。

(四) 虚拟现实艺术的触觉体验

麦克卢汉在其著作《理解媒介》中将文字印刷媒介的特征归纳为视觉的、顺序的、中央集权的,电子媒介的特征为触感的、实时的,数字化的虚拟现实通过数字化的方式唤起人们超越时空与人或物进行接触,虚拟空间中的接触行为不仅包含皮肤的接触,同时也包含了人类精神世界中人与人、人与物之间的交流,我们可以将虚拟现实看作视觉的印刷媒介和触觉的数字媒介之间中介者的角色存在,数字时代图像的意义由信息(Information)向变形(Transformation)转变,图像的作用已经不再是单纯持续的图片或符号形态,而是更强调其功能、形象和知觉地再概念化,虚拟现实空间与传统艺术中体系化的、符号的空间相比具有触觉的、复合的空间属性。与麦克卢汉将电视命名为马赛克媒体相同,虚拟现实无法指定在一个固定的视点而脱离透视的知觉,其空间性是观看者运动着的身体不间断地采集影像的过程,虚拟现实主动地激发视觉、听觉、触觉和观看者不断变化着的内在感觉,虚拟现实成为充实人类感官的触觉媒体,正如“地球村”的形成源于感官的相互交叉过程中引发的听觉的、触觉的媒介来实现相同,虚拟现实在全身沉浸中恢复了人类所有感官之间的平衡,通过身体直接体验的真实世界和利用想象或客观化装置物体体验的图像世界进行互换。

虚拟现实空间中的图像是作为启动身体触觉和运动感官反应的力量之和存在。虚拟现实的交互是观看者在与作品互动过程中身体和数字信息间相互接触的经验方式,虚拟现实空间拥有的本体性也是通过触觉体验来实现。身体在虚拟空间中成为图像的提供者,这里出现的身体我们可以将其称为“代码化身体”,它是以数字化为基础,只出现在数字虚拟空间中的身体。在数字技术中形成的技术文化的过程正是通过“代码化身体”构建的,身体与科技结合的虚拟空间与人类感官密切相关,利用数字技术实现的虚拟空间的艺术表现力集中体验在视觉和触觉的关系上,虚拟空间的构建是在触觉与视觉相互补充的过程中实现的。

第二节 虚拟现实现状及发展趋势

一、虚拟现实现状

有人认为：“现在，唯一可供我们的文明继续扩张的领土——唯一真正的边疆——就是电脑化空间。”计算机的发展使计算和分析工具应运而生，并由此而产生许多解决问题的新方法，虚拟现实技术的产生与发展也同样如此，纵观国外虚拟展示技术的应用现状，欧美在此项技术上起步较早，取得丰硕的成果，亚洲的日本也较为发达，并在生产生活中得到广泛应用，这些国家和地区的科研成果为我国虚拟现实技术的研发、创新提供了宝贵经验。作为虚拟现实技术发源地的美国，其虚拟现实技术研究水平就代表着国际虚拟现实技术发展的情况。在此领域中，美国虚拟现实技术的基础研究主要集中于硬件、软件、用户感知及界面等方面，美国麻省理工大学（MIT）是一直走在最新技术前沿的科学研究型学府。学校建立了一个名叫 BOLIO 的测试环境，用于进行不同图形仿真技术的实验，另外，MIT 还在进行“路径计划”与“运动计划”等研究。SRI 研究中心建立了“视觉感知计划”，研究使 VR 技术得到了进一步发展，在美国宇航局的 Ames 实验室中，主要集中研究以下各个方面：将数据手套工程化，并将其称为较高的可用性产品，将可操纵的实时仿真性运用到了约翰逊空间中心之中；将大量的虚拟现实技术运用太空座舱的飞行模型技术之中，在美国最早研究虚拟现实技术的大学——北卡罗来纳大学的计算机系中，大学的教授最主要研究的是分子模型、航空驾驶虚拟展示、外科手术虚拟仿真、建筑外观虚拟仿真等各个领域。在华盛顿大学的华盛顿技术中心的人机界面技术试验室中，虚拟现实技术的研究应用到了社会教育、设计、娱乐行业及制造产品等领域之中。

英国在虚拟现实技术开发等方面，尤其是在辅助设备设计和虚拟现实技术应用研究及分布处理等方面处于领先地位。在英国主要从事虚拟现实技术的研究中心——Windustries（工业集团公司），成了国际虚拟现实技术界的重要开发机构之一，使其在虚拟现实技术可视化和工业设计等领域之中占有一定的重要位置。在主要注重建立一些大规模虚拟现实技术知识库研究的日本，虚拟现实技术中的游戏设计研究处于国际领先地位，日本京都电子通信研究所正在开发一套能够用图像处理来进行识别手势与面部表情的系统，并将其成为输入系统，2004 年，日本奈良间断技术，在研究生院大学教授千原国宏所领导的研究组研发出一种嗅觉模拟器，只需在虚拟空