

硕士学位论文

基于自然交互的舞蹈娱乐系统设计 及用户体验研究

DESIGN AND USER EXPERIENCE RESEARCH OF DANCING ENTERTAINMENT SYSTEM BASED ON NATURAL INTERACTION

王彤

哈尔滨工业大学

2015 年 7 月

国内图书分类号：G206.2

学校代码：10213

国际图书分类号：7.094

密级：公开

艺术学硕士学位论文

基于自然交互的舞蹈娱乐系统设计 及用户体验研究

硕 士 研 究 生：王彤

导 师：王建一副教授

申 请 学 位：艺术学硕士

学 科：设计学

所 在 单 位：机电工程学院媒体系

答 辩 日 期：2015 年 7 月 2 日

授予学位单位：哈尔滨工业大学

Classified Index: G206.2

U.D.C: 7.094

Dissertation for the Master Degree in Art

**DESIGN AND USER EXPERIENCE RESEARCH
OF DANCING ENTERTAINMENT SYSTEM
BASED ON NATURAL INTERACTION**

Candidate:	Wang Tong
Supervisor:	Prof. Wang Jianyi
Academic Degree Applied for:	Master of Art
Speciality:	Designology
Affiliation:	Department of New Media and Art School of Mechatronics Engineering
Date of Defence:	July 2 nd , 2015
Degree-Conferring-Institution:	Harbin Institute of Technology

摘 要

舞蹈娱乐由于其较高的艺术价值与健身价值，自古以来就是备受人民喜爱的一种文化娱乐活动。当今舞蹈娱乐产品纷繁多样，但是在操作及使用上普遍会带给用户较高的认知负荷，距自然交互还有一定距离。

本论文主要研究舞蹈娱乐自然交互的三个方面：舞蹈娱乐自然交互的目标；实现舞蹈娱乐情境下自然交互设计的系统性和可实操性的方法；检验舞蹈娱乐系统设计是否达到了自然交互的目标的方法。即从舞蹈娱乐自然交互设计的目标、方法及度量来进行研究。

本文首先对自然交互的概念及表征进行梳理及界定，明确自然交互的界定包括人与物两个层面，在人的层面主要考虑交互方式是否能够利用用户的先见知识与经验，物的层面主要考量交互的行为、交互方式与交互媒介。以认知心理学、设计学相关理论作为工具探寻自然交互过程中用户的外在行为形式与内在的心理机制规律，通过隐喻与原型衍生的方法对舞蹈娱乐系统设计进行理论指导。隐喻是我们认识世界的一种有效方法，在舞蹈娱乐系统的设计中，充分考虑界面与交互行为背后的隐喻，能够帮助用户更加自然流畅地使用舞蹈娱乐系统。在自然交互中的行为中，许多行为都具有其原型。原型是自然交互设计中进行解码与编码的关键，是用户的认知参照点，是交互设计进行衍生的原点，原型能够帮助设计者使用户先见知识与经验在目标环境中被激发，达到自然交互。

其次对根据文献研究与案例分析得出的自然交互设计方法，利用 Kinect 进行用户动作信息的获取，使用算法对于用户的动作进行姿势识别，利用 Unity3D 对各项功能进行整合，舞蹈娱乐系统进行设计与实现，使其能够达到自然交互体验。

使用系统可用性检验与心流体验度量对用户体验进行测试，检测按照自然交互设计方法设计的体感舞蹈娱乐系统是否达到自然交互的设计目标。

本文研究自然交互的目的在于其通用设计思维的探究与一定使用情景下如何提供最切和用户需求的舞蹈娱乐自然体验，在舞蹈娱乐的情境下提供相应的方法步骤来达成这一目的并完成目标用户体验的检测。本文的研究能够对于自然交互研究在舞蹈娱乐领域的空白进行补充，有助于舞蹈文化艺术的传播与发扬。

关键词：舞蹈娱乐；自然交互；用户体验

Abstract

Because of the high artistic value and the value of health, dance entertainment has been a kind of cultural and recreational activity which has been loved by people since ancient times. Today, the dance entertainment products are numerous and varied, but the operation and the use of them will give the user high cognitive load, the interaction of them are not natural.

This paper discuss three questions of dance entertainment product interaction: the goal of the dance entertainment system based on natural interaction; the method to realize natural interaction; and the method to measure whether it is natural interaction or not.

In this paper, we firstly defined the concept and characterization of natural interaction. Then we clearly defined that natural interaction includes two aspects, one is the aspect of people, the other is the aspect of object. The aspect of people means the user operation model, the aspect of object means the aspect of interaction of behavior. The interaction of behavior contains interactive mode and interactive media. Using metaphor theory as a tool to design better interaction. Metaphor is important to fully understand the interaction behind interface. Every interactive behavior has its prototype. The prototype is the key to decode and encode in natural interaction design, The prototype can help the designers to use user knowledge and experience to be excited in the first target environment, to achieve natural interaction.

Then according to the research and case analysis of the natural interaction design method, the dance entertainment system is designed and implemented.

Finally, the user experience of the dance entertainment system is tested, the user experience measurement includes system availability measurement and the flow experience measurement.

The goal of this research is to provide a general design thinking of natural interaction and the method to achieve natural interaction. Hope this research can make up the blank of dance entertainment natural interaction and can make more people to enjoy more natural interaction product.

Keywords: dance entertainment, natural interaction, user experience

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第 1 章 绪 论.....	1
1.1 课题背景及研究目的和意义.....	1
1.1.1 课题背景.....	1
1.1.2 研究目的及意义.....	2
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 自然交互研究现状.....	3
1.2.2 新媒体舞蹈娱乐研究现状.....	5
1.2.3 舞蹈娱乐用户体验研究现状.....	5
1.2.4 国内外研究现状分析.....	6
1.3 主要研究内容及方法.....	7
1.3.1 主要研究内容.....	7
1.3.2 主要研究方法.....	8
第 2 章 舞蹈娱乐系统自然交互模式分析.....	9
2.1 自然交互相关概念及表征.....	9
2.1.1 自然用户界面.....	9
2.1.2 自然交互的界定与特点.....	10
2.1.3 自然交互方式的局限.....	12
2.1.4 自然交互与舞蹈娱乐.....	14
2.2 基于隐喻的舞蹈自然交互.....	14
2.2.1 隐喻的发生过程.....	14
2.2.2 隐喻与交互设计.....	15
2.2.3 隐喻对舞蹈娱乐交互设计的启示.....	16
2.3 舞蹈娱乐自然交互中的原型.....	17
2.3.1 原型的概念与特点.....	17
2.3.2 原型对舞蹈娱乐交互设计的启示.....	18
2.4 本章小结.....	18
第 3 章 自然交互舞蹈娱乐系统的设计与实现.....	19
3.1 舞蹈娱乐系统整体设计方法与步骤.....	19

3.2	舞蹈娱乐系统需求分析	21
3.3	舞蹈娱乐系统功能设计	22
3.3.1	教学舞功能设计	22
3.3.2	自由舞功能设计	22
3.4	舞蹈娱乐系统交互设计	22
3.4.1	主界面交互设计	23
3.4.2	退出菜单交互设计	23
3.4.3	教学舞交互设计	23
3.5	舞蹈娱乐系统视觉设计	24
3.5.1	场景视觉设计	25
3.5.2	界面视觉设计	26
3.5.3	人物视觉设计	27
3.5.4	动画视觉设计	28
3.6	自然交互舞蹈娱乐系统的技术实现	28
3.6.1	系统硬件与软件	29
3.6.2	系统框架与流程	29
3.6.3	系统关键问题及解决方法	31
3.7	本章小结	38
第 4 章	舞蹈娱乐系统用户体验度量	39
4.1	舞蹈娱乐系统可用性评估	39
4.1.1	可用性评估方法	39
4.1.2	可用性评估结果分析	41
4.2	舞蹈娱乐系统心流体验评估	44
4.2.1	心流体验度量方法	44
4.2.2	心流体验度量结果及分析	44
4.3	本章小结	45
结 论	.....	47
参考文献	.....	48
攻读硕士学位期间发表的论文及其他成果	.....	52
哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限	.....	53
致谢	.....	54

第1章 绪 论

1.1 课题背景及研究目的和意义

1.1.1 课题背景

1.1.1.1 舞蹈娱乐的社会热潮

在文化艺术得到大力发展的今天，人们的物质需求和精神需求随着科学技术的不断进步不断提升到新的高度。文化经济大放异彩，舞蹈娱乐产业与舞蹈文化的发展呈现出一片欣欣向荣的繁茂景象。

舞蹈娱乐并非是现代社会独有的热潮，而是自远古时期就流传下来的一种集文化与艺术一体的历史悠久的娱乐方式。人类历史上最早出现的娱乐形式与艺术形式就是音乐与舞蹈相结合的娱乐与艺术作品。在人类语言还未产生之前，人们就已经会使用动作和姿态来表达内心丰富的情感和各种形式的重要的信息。舞蹈艺术被人们称为艺术之母，随着社会的进步，舞蹈艺术也在不断地发展与演进。舞蹈艺术具有律动的特性，通过各种节律的变化来表达其内在的节奏感，带给观者和舞者不一样的内心感触；舞蹈艺术具有动态的特点，舞蹈通过舞者扭动躯干与四肢来做出不同的动作，通过这些动作来反映舞者的思想和文化内涵；舞蹈艺术具有强烈的抒情特点，舞蹈是一种最直观与最激烈的感情的表达方式，人的形体动作能够反映内心的情感变化，动作的快慢也能够反映出内心感情的强烈程度；舞蹈艺术具有舞蹈艺术具有的各种特点决定了它成为人们所喜爱的一种娱乐方式。舞蹈娱乐除了由于具备深厚的艺术价值而为人们所喜爱之外，其具备的健身价值也是成为热会热潮的原因。

1.1.1.2 降低舞蹈娱乐认知负荷的需求

随着生活条件逐渐变好物质和文化生活的质量不断提升，越来越多的人选择闲暇之余以舞蹈作为娱乐方式。可是现实和理想总是有一些差距，人们怀着极大的热情买了跳舞机，下载了舞蹈游戏，报了舞蹈班，参加了舞蹈社团，可是坚持下来的能够完整跳出一段舞蹈的却寥寥无几。造成这种现象主要有两种原因，一个是学习者自身没有相应的舞蹈基础，在舞蹈学习中遇到了非常拿更多的困难，认知模式和舞蹈教学模式不统一；另一方面的原因是舞蹈教学机构及教学模式不够贴合用户的特点，没有根据用户的认知习惯来设计教学过程与教学进度，导致

人们的认知负荷过大，极易产生沮丧情绪，从而导致了仅有热情而无进度的情况。

以民族舞中的傣族孔雀舞为例，孔雀舞的动作既优雅舒缓又柔韧有力，轻盈敏捷不失丰富内在^[1]。具体的动作以模仿孔雀的形态为主，包括孔雀飞跑下山、孔雀漫步森林等等^[2]。感情十分丰富，动作富于变化又有相应的严格流程。比如孔雀舞整体身形的三道弯造型；孔雀舞手部动作中包括四位摊掌立掌手、五位提腕手、一七位按掌手等规章严格的手法；孔雀舞腿部动作中的跣步、矮步、点步、顿错步等流程严谨的步法^[3]。每一个动作的前后动作都有相应的流程，每一个步法都有严格的要求，这就给普通用户的学习与娱乐带来了巨大的认知负荷。想要学会孔雀舞必须要花费漫长的时间与巨大的精力，这与学习娱乐的初衷背道而驰。因此降低舞蹈娱乐过程中学习的认知负荷是广大用户的呼声，也是设计者在进行舞蹈娱乐系统设计及教育者在进行舞蹈教学中要着重注意并加以改善的地方。

1.1.1.3 民族文化的数字化弘扬

随着民族文化越来越成为民族独特性与民族创造力的源泉，民族文化越来越成为国家软实力的象征与国家综合国力的体现，数字化的民族文化弘扬手段以其绝佳的便利性、良好的沉浸性与流畅的体验性被越来越多的机构和个人所推崇。

民族文化作为一种地域文化，在其传播特点上具有极强的时间与空间特征，这种特点如果使用传统的手段来还原及加以传播，将耗费巨大的人力物力。但是数字化的手段不受时间与空间的限制，其传播速率及效率是传统传播手段的成百上千倍。在时间上，数字化手段能够实现民族文化的声音、图像、演变进程的完美记录，在空间上，数字化手段能够实现民族文化的跨区域广泛传播，在北京可以欣赏到百老汇的实时音乐剧，在纽约可以同步观看北京剧院正在上演的京剧。正是由于数字化手段对于民族文化的良好保存与弘扬，国内外多采取民族文化的数字化传播，例如联合国教科文组织正在全世界大力推行“世界记忆”项目，及我国的“数字敦煌”与“数字故宫”项目^[4]，通过三维扫描、数字摄影等手段，讲代表民族文化的历史瑰宝以数字化的方式进行存储，使远在千里之外的人们也可以感受到这些文物背后的悠久的历史文化与深厚的民族文化。

1.1.2 研究目的及意义

本文以实现舞蹈娱乐系统自然交互目标的设计原则、设计方法、实现流程、及相关理论为研究重点，探究如何设计能够最大限度的降低用户的认知负荷，符合用户已有的认知模式，使用户在使用舞蹈娱乐系统的过程中感受到自然简单的愉悦感。探究如何设计能够使舞蹈娱乐系统中的舞蹈学习过程寓教于乐，最大限

度地在最短的时间内使用户的舞姿学习达到最良好的效果。研究的主要内容与目的不执着于具体的某类交互方式本身，而是专注于其通用的设计思维的探究，专注于交互方式背后的理论基础，专注于探究在一定使用情景下能够为用户带来自然体验的设计原则与方法，及用户体验的检验方法。

本文的研究成果能够对自然交互研究在舞蹈娱乐领域的空白进行补充。主要研究内容包括舞蹈娱乐角度下自然交互的三个维度；自然交互的目标；实现舞蹈娱乐情境下的交互设计具有系统性和可实操性的方法；检验舞蹈系统设计是否达到了自然交互的目标的方法。即舞蹈娱乐情境下自然交互设计的目标、方法及度量。

从理论意义上，本文以“自然交互”、“舞蹈娱乐”、“用户体验”为研究重点，从认知学、符号学与心理学等学科追根溯源借鉴相关成熟理论，通过适当改进将适合的部分应用于舞蹈娱乐的设计，总结出舞蹈娱乐设计实现自然交互与良好用户体验的设计原则与方法。

从实践意义上，本文总结出的设计方法和流程可应用于类似的产品设计之中产生社会效益。根据本文所研究的设计方法设计出的舞蹈娱乐系统由于其较流畅的交互与较良好的体验可以应用于舞蹈教育、舞蹈娱乐、文化宣传等方面，是对于交互设计分支中的舞蹈娱乐交互设计空白的有力补充。

技术的发展或许会倍道而进快速更迭，但与之相比人的变化、人的认知习惯的变化却很缓慢，本文中提出的设计方法和思路由对人的理解出发，由设计心理学出发，在一段时间内会具备参考价值。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 自然交互研究现状

在自然交互的学术研究方面，国内对于自然交互一领域的研究虽然起步较晚，但是在近年来随着交互技术的进步学术方面的研究发展很快。北京大学教授董士海的著作《人机交互和多通道用户界面》详细介绍了新的人机交互技术与交互设计方法，其中对国内外对于多通道用交互的研究结果及实例进行了相关介绍，对自然的人机交互进行了展望^[5]。江南大学设计艺术学的师生在相关设计理论方面也做出了相应贡献。2013年，浙江大学的罗伟斌针对儿童群体进行了自然交互研究，从国内外现有的广泛使用的儿童软件入手，分析其优缺点；然后以设计心理学与认知心理学的相关理论为基础，提出了以儿童用户为主要用户群体的自然交互设计方法，验证其提出的方法的普适性，设计了儿童自然交互产品作为验证^[6]。

美国在自然交互理论、技术及其应用实现上较为先进。在上世纪 90 年代，史蒂夫·曼恩提出了一些关于界面优化的策略，即改变当前命令行用户界面和图形用户界面的应用现状，使用一种更加简洁方便的界面，他为这种界面的概念命名为“自然用户界面”或“直接用户界面”。曼恩指出这里的自然不仅仅指的是使用环境使用户感受到自然，且整个交互过程能够让用户感受到自然。在 2006 年克里斯丁·摩尔（Christian Moore）成立了一个专注于研究自然用户界面技术的组织并且在相关领域开展了广泛的调研^[7]。在 2008 年微软的比尔·巴克顿认为微软现有的关于视频与图像处理技术对于实现自然用户界面具有非常大的助力，其相关科技具有非常大的潜力，2010 年比尔·盖茨在一次名为“数字十年”的会议上对能够进行自然交互的 Kinect 进行了推介并强调了自然用户界面重要性^[8]。

学术文章方面，Daniel Wigdor 著有《Brave NUI World: Designing Natural User Interface for Touch and Gesture》，对于自然用户界面设计的准则及相关案例进行了系统化整体性的梳理，对于 GUI 与 NUI 进行了深入的对比思考^[9]。除此外还有针对不同的硬件平台进行的自然交互设计探究。MIT Media Lab 在多通道交互向自然交互的演进过程中做出了许多贡献。上世纪 80 年代，MIT Media Lab 的 Nicholas Negroponte 提出计算机和人之间的交互应该像人与人之间的交互一样，互动过程中用户的所有行为都是日常生活中的行为，并不需要特殊学习些什么。这正是今天自然交互方式研究的理想状态。MIT Media Lab 在自然交互方式应用的各个领域进行了许多深入地探索，其中较为知名的包括学习人类交流的机器人，手势交互、语音交互等的计算机等研究成果^[10]。例如第六感（Sixth Sense）项目是 MIT Media Lab 近期一个较知名的项目，用户通过带有彩色指环的手指做出的手势和系统进行交互，第六感通过摄像头能够敏锐地捕捉用户的指令，用户可以使用身边的任何实物当做屏幕和操作界面。第六感不仅可以用于手指拍照，使用手势对地图进行缩放，同时还能够进行打电话或查阅电子邮件等等操作。第六感交互操作如图 1-1 所示。



图 1-1 交互操作示意图

1.2.2 新媒体舞蹈娱乐研究现状

现有的新媒体舞蹈娱乐产品主要可分为三类：体感舞蹈娱乐产品、跳舞毯类舞蹈娱乐产品和手机平板类舞蹈娱乐产品。

跳舞毯的交互十分简单。用户只要在音乐响起时对照屏幕上出现的箭头踩到脚下对应的箭头即可。当用户踩到的踏板和箭头提示的不一样，屏幕就会提示错误。当用户正确地踩到了对应的踏板上，便能通关。跳舞毯的交互优点是不受场地限制，缺点是只有脚步的交互，上半身的动作是得不到任何反馈的，与人在自然状态下的舞蹈差距较大。

手机平板类的舞蹈游戏多是需要玩家手持设备，利用手机与平板自带的重力感应器来判断玩家上肢的运动方向与玩家是否在做下蹲动作。此类舞蹈游戏相比较跳舞毯更不便捷，同时对于动作的反馈和动作准确度的判断十分粗糙，因此其交互设计并没有达到自然交互的目的。

体感舞蹈娱乐产品不需要用户佩戴或手持任何设备，只需要用户随心所欲地进行舞蹈，具体玩法根据舞蹈游戏的设计不同，如美国的《舞动全身》为现代舞的舞蹈游戏，用户应做什么动作由图片进行动作提示，根据动作拟合度计分，同时也有自由舞模式。日本的《恋爱特训》是一款卡通风格的现代舞，有一个卡通形象实时领舞，同时根据用户做出的动作拟合度计分。体感舞蹈娱乐由于采用了体感动作检测设备，交互方式符合舞蹈娱乐的特点，但是在动作的认知与交互操作的设计上并非全部能做到使用户感到简单、流畅、自然。因此本研究围绕舞蹈娱乐的自然交互为中心，探究如何设计能够使用户在使用系统的过程中能够做到操作简单、流畅、自然，使用过程中充满愉悦感与沉浸感。

1.2.3 舞蹈娱乐用户体验研究现状

舞蹈娱乐的用户体验研究目前没有系统化的研究成果，但是关于用户体验研究的许多理论都可以适用与舞蹈娱乐的用户体验。国内关于用户体验的研究目前在手机交互、网页交互、游戏交互等领域取得了多方面的成果，但是比较系统的理论体系还有待完成。目前我国研究学者对于用户体验的研究主要针对不同的应用环境提出，包括网站用户体验评估，手机软件用户体验评估和儿童软件用户体验评估等领域的探索，虽然没有针对舞蹈娱乐系统的用户体验研究，但是用户体验研究在思维上是共通的，因此在下文中梳理已提出的虽不是针对舞蹈娱乐系统但对舞蹈娱乐系统同样适用的用户体验研究理论。浙江大学的尹志博提出了 3 种量化方法：分别是以行为为中心、以体验为中心以及以任务为中心的针对用户体

验层次结构进行的量化方法。以行为为中心的量化方法侧重产品使用过程中的交互行为发生的时间与频次；以体验为中心的量化方法侧重体验过程中用户的满意度度量及用户情绪的反映；以任务为中心的量化方法则是从任务是否达成的目标层面评测用户体验，并按照 3 个评级进行量化^[11,12,13]。李小青在 2010 年分析了用户体验在 web 信息构建中的特点，并且提出了 web 信息构建模型在用户体验方面的作用^[14,15,16]。

国外用户体验评估相关研究已有较为整体的论述，Tom Tullis 与 Bill Albert 所著的《用户体验度量》就系统详尽地列出了用户体验度量的方法。还有许多学者提出了针对特定使用情景的用户体验评估方法^[17]。

用户体验设计在上世纪由可用性设计衍生而来，由研究产品设计的人性化及可用性的 Donald A Norman 于上世纪 90 年代中期提出并推广。以用户为中心的设计（UCD）最早由 Donald A Norman 提出。Donald A Norman 认为设计应利用人和外部世界的自然特性^[18]。

ISO 9241-210 标准中用户体验的定义是“人们对于针对使用或期望使用的产品、系统或者服务的认知印象和回应”^[19]。在互联网产品的用户体验研究领域，用户体验并不是指一件产品本身是如何工作的（虽然有时产品本身如何工作对于用户体验具有很大的影响），用户体验是指“产品如何与外界联系并发挥作用”。

Jesse James Garrett 是一线设计师，同时也是 Adaptive Path 用户体验咨询公司的创始人。他提出了网站用户体验的要素：战略层、范围层、结构层、框架层、表现层的层次划分以及相关层次的用户体验要素。分析了以用户为中心的设计方法来进行网站设计及用户体验的测量的步骤，关注思路而非具体的工具与技术细节，该书中提出的观点不仅仅适用于网站的用户体验要素的设计，同时可迁移至其他领域^[20]。

Donald A Norman 提出了以用户为中心的设计方法与原则。并给出了七个具体设计原则。同时以本能、行为和反思层面对用户体验进行划分，强调情感在用户体验中的重要性。并且详细分析了如何把情感融入设计之中。Donald A Norman 在 2010 年的著作中探讨了设计的复杂与简单这样一个主题。阐述通过良好的设计，能够实现复杂功能与人的简单沟通^[21,22]。2004 年，Peter Morville 提出用户体验蜂巢方法（The User Experience Honeycomb），从七个角度来评价产品的用户体验，分别是：useful; usable; desirable; accessible; credible; valuable^[23]。

1.2.4 国内外研究现状分析

通过对于自然交互、新媒体舞蹈娱乐及舞蹈娱乐用户体验研究现状的归纳，

得出分析结果如下：

（1）自然交互方面

在自然交互研究方面国外目前处于领先地位，且学术理论的建立依赖着重工程应用的发展，目前自然交互的工程应用研究多集中于体感识别、语音识别、手势识别方面，在肌电流识别、表情识别方面也有一定探索，学术理论研究以目前的工程应用研究为基础不断发展。目前自然交互的理论研究在各个方面都有一定的发展，如针对儿童群体、针对老年人群体的自然交互设计，利用手势识别的自然交互设计等，缺点在于自然交互的整体学术理论框架尚未完整搭建，目前的理论研究不够系统化与完整化。

（2）新媒体舞蹈娱乐方面

当前的新媒体舞蹈娱乐主要包括移动设备上的跳舞游戏、跳舞机及体感设备平台的舞蹈游戏。跳舞游戏、跳舞机由于需要额外的附属设备与仅有局部肢体的操作与交互，无法达到舞蹈娱乐的自然交互。体感舞蹈娱乐由于采用了体感动作检测设备，交互方式符合舞蹈娱乐的特点，但是在动作的认知与交互操作的设计上并非全部能做到使用户感到简单、流畅、自然。

（3）舞蹈娱乐用户体验方面

在舞蹈娱乐系统的用户体验方面尚未出现系统的理论体系，但是目前用户体验的学术研究种类丰富已形成了系统化的结构，许多适用性较强的用户体验研究方法完全适用与舞蹈娱乐的用户体验研究。

1.3 主要研究内容及方法

1.3.1 主要研究内容

本文以实现舞蹈娱乐系统自然交互目标的设计原则、设计方法、实现流程、及相关理论为研究重点，探究如何设计能够最大限度的降低用户的认知负荷，符合用户已有的认知模式，使用户在使用舞蹈娱乐系统的过程中感受到自然简单的愉悦感。利用 Kinect 体感动作识别技术与交互设计，实现基于自然交互的舞蹈娱乐系统，并对该系统的用户体验进行度量以验证设计的合理性。

本文研究内容首先以自然交互理论及可用于舞蹈娱乐系统的设计方法及原则作为研究重点。探寻自然交互过程中用户的外在行为形式与内在的心理机制规律。界定自然交互的概念及其表征。然后从认知心理学的理论入手，从隐喻、及原型的角度对自然交互应如何做到“自然”进行研究，结合事件原型与隐喻提出一定情境下的设计方法。并总结自然交互的设计准则与目标。

其次详细介绍自然交互娱乐系统的设计方法及过程，包括舞蹈娱乐系统的功能设计，教学舞模块和自由舞模块的详细功能设计；舞蹈娱乐系统的视觉设计，包括界面视觉设计、场景视觉设计与人物视觉设计；舞蹈娱乐系统的交互设计。详细列出系统实现步骤，关键问题及其解决方法，包括动作识别、骨骼绑定、模型驱动等。

最后分析自然交互娱乐系统的用户体验，包括定量测试与定性评估的结果以及相关结论。检验方法包括系统可用性检验与心流体验度量，在系统可用性检验中包括系统的绩效度量与用户满意度度量，科学量化地测试系统并得出结论。

1.3.2 主要研究方法

（1）文献研究法

根据所要研究内容，通过查阅相关文献获得充足的资料，从而全面地了解所研究问题的背景、历史、现状与前景。

（2）案例分析法

结合舞蹈娱乐产品及相关产品的经典交互案例进行分析与归纳，实现舞蹈娱乐交互设计理论与舞蹈娱乐交互设计实践的相结合，使理论有事实作为依据。

（3）定量测量与定性评价

设计相关实验测试系统的用户体验、可用性、交互性。除客观的实验数据的展示与分析外，同时采取用户主观量表评价与研究员观察的方式，不仅仅测量用户对于系统各方面的主观感受，同时使用研究者的感官以及各种辅助的工具进行直接的观察与评估。

第2章 舞蹈娱乐系统自然交互模式分析

2.1 自然交互相关概念及表征

2.1.1 自然用户界面

用户界面是一种可以使用户想要表达的信息传送给系统，并且将系统反馈的结果传递给用户的信息与交互媒介^[24]。它实现了信息在两个主体之间的传播。用户界面自电脑出现后便开始不断地迭代更新，从最初微软引出的命令行用户界面（Command-line interface, CLI）发展到苹果公司引入微机领域的图形用户界面（Graphical User Interface, GUI），造成了电脑人机界面的历史性演变，如今微软又提出了自然用户界面（Natural User Interface, NUI）^[25,26]。交互界面演变如图 2-1 所示。自然用户界面是与图形用户界面相比而言的另一种人机操作更加友好的界面，图形用户界面虽然直观，但是需要用户花费一定的时间学习图形用户界面的使用，而自然用户界面只需要用户使用自己已有的认知就可以流畅自如的使用机器，与其进行互动。

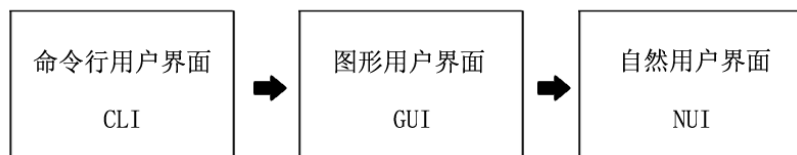


图 2-1 交互界面演变

在上世纪 90 年代，史蒂夫·曼恩提出了一些关于界面优化的策略，即改变当前命令行用户界面和图形用户界面的应用现状，使用一种更加简洁方便的界面，他为这种界面的概念命名为“自然用户界面”或“直接用户界面”^[27]。曼恩指出这里的自然不仅仅指的是使用环境使用户感受到自然，且整个交互过程能够让用户感受到自然。在 2006 年克里斯丁·摩尔（Christian Moore）发布了一项关于 NUI 的公开调研并且成立了一个专门研究自然用户界面技术的机构。在 2008 年微软的比尔巴克顿宣称微软现有的关于视频与图像处理技术能够用来创建自然用户界面，其相关科技具有非常大的潜力^[28]，2010 年比尔·盖茨在一次名为“数字十年”的会议上也强调了自然用户界面重要性^[29]。

自然用户界面是目前用户体验以及交互方式最能够符合用户认知的交互界面。可视化是图形用户界面中最重要的设计原则之一，而自然用户界面不仅仅满

足于可视化，同时对易用性有很高的要求。自然用户界面需要做到界面简单易懂，新的用户在非常短暂的时间内就能够从产品的初次使用者变成产品的使用专家，让用户在使用的过程中充满了流畅感与成就感。甚至用户可以不需学习仅凭已有的认知就可以流畅自如地使用产品。所以，自然用户界面中的自然指的就是一个用户体验的目标，使用户的体验达到自然，是交互的过程自然而不是界面自然。自然用户界面能够降低用户的认知负荷，使人们更加自然更加流畅地进行人机交互，使产品交互能够做到以人为本。

2.1.2 自然交互的界定与特点

“The only experience you need is life experience。”——Xbox 360 slogan

自然交互作为人机交互中的一个子类，具备人机交互的所有元素。人机交互指人与计算机之间使用某种对话语言使用一定方式实现人与计算机之间的信息交换的过程。在这个过程中有三个因素需要考量：用户、交互设备与实现人机对话的软件，其中用户指的是用户的操作模型，交互设备是实现人机交互的物质基础，交互软件是实现人机交互功能的核心^[5]。

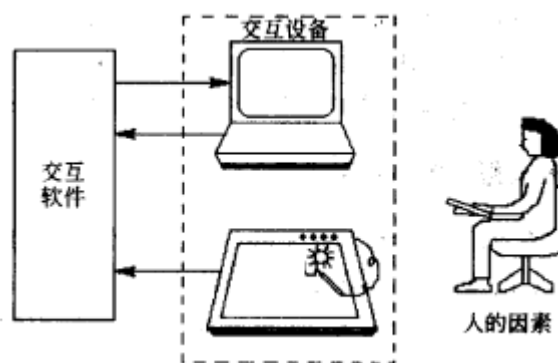


图 2-2 人机交互示意图^[5]

根据根据人机交互相关理论及已有的自然交互相关的理论和观点分析，自然交互从两个方面进行界定，一个是从人的层面，一个从物的层面。人的层面主要为精神层面，物的层面主要为行为层面。行为层面包括交互方式、交互媒介，精神层面涉及用户的感受及其已有的认知习惯。

目前已有的交互方式有命令行交互、图像交互、文字与数据交互、语音交互、触摸交互、手势交互、表情交互、动作交互等，其中数据交互、文字交互、命令行交互是需要我们花费大量时间来习得才能够进行的交互方式，其他交互方式则是我们本身所具备的不会增添过多认知负荷的交互方式，因此后述的几种交互方式都属于自然交互方式的范畴。

但是，尽管某种交互方式属于自然交互方式，这并不意味着利用这种交互方式做出一种产品，产品带给用户的就是自然交互，因为自然交互还有精神层面的维度，即用户的感受与认知。除了在行为层面上是自然交互方式，在精神层面上要实现良好的用户体验与对用户已有认知模式的了解与迎合，做到设计以人为本，以用户为本，使产品的操作方式符合用户已有的认知习惯，使用户能够快速地上手熟练使用产品，在使用过程中感到流畅、简单、自然。

不论是从行为的角度还是从认知的角度，自然交互的精髓在于自然二字，自然与人的本性相关，与人的认知习惯相关，与人的思维模式相关。

从用户体验的角度来界定自然交互，那么自然交互就是极致的用户体验。微信的创始人张小龙曾指出，需要用文字来解释的交互不是好交互。即不符合用户已有的认知习惯，需要用户重新进行学习，需要额外的说明来解释的交互不是自然的交互。

以用户体验做到极致的苹果手机为例，苹果公司在“自然”的用户体验与交互上做了许多尝试。比如其手机的解锁方式为拇指右划。从人体功能学的角度来讲，当想要解锁手机时，人们大多首先会采取首先用右手持握手机，然后将手机拿起，此时手部的所有手指中只有右手拇指与屏幕发生接触，且此时由于掌骨处于固定状态，拇指关节横向运动比纵向运动更为便捷。一个带有向右箭头的滑块在一个横向的凹槽之中，我们不需要学习也不需要问自己的解释，仅仅凭借我们固有的认知我们便知应如何操作。于是我们拿起手机，右划开锁，整个过程无比流畅自然。与之产生对比的是用户第一次进行鼠标的使用与第一次尝试电脑的开机，许多用户在第一次使用鼠标的时候毫无头绪充满困惑，完全不知道如何使用，因为这与大家以往的认知无法拟合在一起，先见的知识与经验无法应用在鼠标的使用上，只有我们花上几分钟学习以后才能够使用鼠标进行操作。

以上两者最大的区别在于一个是直觉驱动，一个是规则驱动。自然交互设计出的产品总能够通过用户的直觉来驱动产品的正常使用。右滑解锁不需要我们进行额外的学习，仅凭我们已有的认知习惯就可进行解锁操作，鼠标的使用需要我们花费额外的时间学习这一工具的使用，需要习得的规则才能成功驱动鼠标的使用。

自然交互的特点在早期的自然交互界面发起者认为有两方面：一方面是交互界面的设计对于用户而言非常的直观并且使用用户的先验知识来进行操作；另一方面是用户与计算机之间的交互在操作时看起来似乎没有经过其他媒介，或者说这种媒介是对于用户不可见的。比如使用声音识别的人机交互，交互媒介是能够滤去杂音的麦克风与音响设备，在麦克风的背后有能够获取用户的语音以及进行

用户语音解释的硬件软件与算法，将用户发出的指令传递给其他部件并将其解释为机器能够理解的命令。但是在内部的这一切运作对于用户是不可见的，如果我们说出“把灯光调成绿色”的命令，灯光就被调成了绿色，用户非常有可能以为计算机能够像我们人类一样理解我们发出的命令并且执行，而不会被隐藏起来的与我们交互的麦克风和其他计算设备吸引注意。

自然交互的两方面特点不仅对于语音交互适用，这也是其他方式的自然交互所具有的特点，触摸交互、体感交互都具有该特点。依赖于用户的先验知识和不需与媒介的直接交互能让我们的交互更加便捷，更加简单，更加自然，能够让我们将主要精力放在任务的达成而不是操作界面的学习上。

2.1.3 自然交互方式的局限

任何一种交互方式都有其独特的适用性与局限性，自然交互方式也不例外。通过剖析自然交互方式的局限有助于我们更加清楚其适用范围，使其使用价值最大化。表 2-1 对比了自然交互与命令行交互和图形交互在感官通道、交互方式等方面的差异。

表 2-1 自然交互与命令行交互和图形交互的比较

类别	命令行交互、图形交互	自然交互
感官通道	视觉、听觉	视觉、听觉、动觉、触觉
交互方式	数据交互、图像交互	语音交互、触摸交互、手势交互、表情交互、动作交互、图像交互
上手所需时间	需要一定时间的学习与培训	短时间内即可上手，由产品的初次使用者熟练地晋升到产品的使用专家
所需技术	基础编程即可实现	图像分析与识别、语音识别、动作识别、表情识别等技术支持与硬件设备的支持
使用效率与准确度	使用效率较高，准确性较高	使用效率较低，准确性较低

经过上表的比较我们可以总结出自然交互的特点如下：交互具有自然流畅、上手快、学习负担轻的特点；所需技术深而广，实现自然交互需要具备较多的技术基础；利用人的多感官通道，自然交互更符合人在现实生活中的交互方式与习惯；但在使用效率与准确性方面表现水平较低。

可以发现自然交互的局限主要在于其精准性和使用效率。以触摸交互为例，人的手指与鼠标大小是由十分巨大的差异的。根据麻省理工学院触摸实验室最新的研究进展，发现大多数成年人的食指宽度在 1.5-2.0 厘米之间，用像素的单位进行表述则是 47-57 像素，拇指宽度在 2.5 厘米左右，用像素单位表述就是 72 像素，

手指接触面大小如图 2-3 所示。而鼠标的操作精度则可以达到一个像素，因此当进行手指触摸操作时，精度无法达到鼠标操作的精度。



图 2-3 麻省理工学院触摸实验室手指接触面大小图片^[30]

除了精准性，另一个问题体现在操作效率。在鼠标交互或者文字交互中，身体需要移动的距离小，而利用动作或者手势交互虽然有趣但是操作成本却增加很多，需要调动多块肌肉与骨骼的参与，时间长了以后会出现劳累感，引起操作效率的下降。

由上所述，自然交互虽然在很多方面优于传统交互方式，但是其所具有的局限性也决定了自然交互无法取代命令行交互和图形交互，自然交互无法适应所有的场合与所有情境下的交互范围。试想如果我们在使用设备进行精密地操作，如果使用自然交互方式，操作的误差将会大大增加。在某些领域如工作、精密学习、科研，自然交互是无法完全适用的，但是在另外的一些领域如旅游、宣传、娱乐，自然交互则会熠熠生辉，不受自身局限的困扰，自然交互所具备的特点在这些情景下完全成为了无法被其他交互方式取代的优点。适合自然交互方式的应用场景如图 2-4。

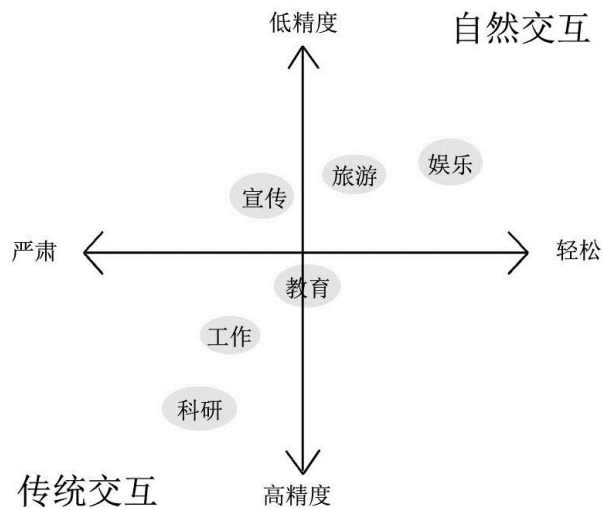


图 2-4 自然交互适用范围

2.1.4 自然交互与舞蹈娱乐

设计舞蹈娱乐系统的目的是使用户能够实现简单而自然的舞蹈娱乐。自然意指符合用户已有的认知习惯，简单意指在舞蹈娱乐系统使用过程中用户的认知负荷少，使用过程简单。舞蹈娱乐系统的设计目的与自然交互的特点不谋而合，且自然交互的适用范围与舞蹈娱乐的范围犹如量身定做。虽说界面的存在本身是一种不幸，界面的存在会分散用户的注意力与精力使用户的使用效率降低，但是在目前我们没有办法使其缺点消弭的情况下，自然用户界面是舞蹈娱乐的最佳选择，自然交互是舞蹈娱乐的最佳交互方式。

2.2 基于隐喻的舞蹈自然交互

2.2.1 隐喻的发生过程

隐喻最初来源于希腊文“metaphor”，意指能够把未知的一件事情使用人们已知的事物来进行表述隐喻，方便理解与表达^[31]。关于隐喻最早的文献记录是意大利的一名哲学家与修辞学家维柯（G·Vico）在《新科学》中的记载。经过漫长时间的演变，在上世纪 60 年代，学术界使用全新的视角再次审视隐喻，这次人们对隐喻的看法发生了显著变化，隐喻在人们眼中不再仅仅是预言中的修辞手段，同时也是人们认识世界的一种潜意识中的方法与机制^[32,33]。

从时间发展的角度来看隐喻，哲学家休谟指出在原始人的眼中，所有的事物与他们自身都是相似的，原始人将自己意识到的一些熟悉的特点转嫁到自己能够接触到的对象上，使他们接触到的对象在自己内心中存在着和自己一样的思想与状态。维柯也指出，人类在无意识的状态下就会把自己当作衡量世界中存在的其它事物的标准。维柯进一步指出，除了将自己当做衡量世界的标准外人们还习惯使用近处的熟悉的事物来衡量遥远的未知的事物。除了西方哲学对于早期人类隐喻的使用表明了相关观点外，中国古代文化也指出了隐喻的认知现象与通过隐喻的认知原则，例如《易传·系辞下》云：“仰则观象于天，俯则观法于地，观鸟兽之文与地之宜，近取诸身，远取诸物，于是始作八卦，以通神明之德，以类万物之情”^[34]。其中“近取诸身，远取诸物”的观点与西方哲学对于人类早期隐喻的认知观点不谋而合。隐喻的最初发生往往是人类无意识的自然地过程。这种过程体现了最初的人类对于自然事物和自身最原始最朴素的认知过程和方法。在最初认识世界之时，人类的思维特点体现在使世间万物向我趋同，以隐喻理解周遭世界。

后期随着人类社会的发展与认知水平的提高，人们逐渐开始有意识地使用隐喻来主动理解和分析这个世界，类比是这一阶段的隐喻主要模式。类比包括对于事物同一性的简单类比和对于不同领域的事物之间的同一性的类比推理，在这一过程中隐喻发生的思维与认知基础是基于已有认知和体验的事物之间的相似性，有意识地主动地将其进行隐喻，与初级隐喻相区别的主要是其主动性和有意识性。

亚里士多德曾指出：“The greatest thing by far is to have command of metaphor. This alone can not be imparted by another, it is the mark of genius.”^[35]。在此处亚里士多德所指的并不是最初人类的基本认知习惯，无意识地使用简单的隐喻来理解事物；也不是后期发展人们开始主动地有意识地使用隐喻；此处指的是一种复杂的隐喻，能够对已有的事物经过隐喻使我们产生新的认知新的解释。例如钱钟书的《围城》中将婚姻比作围城、将人生际遇比作围城，婚姻与围城是两类事物两类完全不同的概念，通过围城能让人们对于婚姻有更深刻的认识，通过围城使人们对于婚姻有了新的认知与印象更加深刻地感知。

隐喻的发生条件是两个或者多个事物之间具有同一性。同一性指的是人们对于事物认识的结果，是事物本身的特点，是认知主体与客体之间相互作用的结果。心理学家 Debus 指出：人类所掌握知识中的概念并非是先验（*priori*）的，人作为主体为了认识一个新的概念需要有“回想记忆”（*recollective memory*）又叫做体验性记忆来作为认识新事物理解新概念的基础。隐喻的发生除了需要事物之间具有同一性外，还需要心物同构（*psycho-physical isomorphism*）的心理过程的产生作为基础。心物同构理论指出我们存在的世界是物理的也是心理的。可以用两个相联系的理论心物场论和心物同构论来解释心物同构。认知主体心理中的真实事物的意象不是真实世界中的事物的完全复原与再现，它们在特点、材质、大小、颜色等方面不完全等同，但它们在整体的展现上是同构的：他们之间的联系表现为异质同构的内在联系。当认知的事物之间形成同构，就有可能发生隐喻。

2.2.2 隐喻与交互设计

“使用我们所熟知的事物来了解陌生的现象”^[36]这句话可以部分地表述设计中隐喻的实用价值。人们的认知来源于理解、体验与顿悟。其中体验源自于我们已经了解的知识的的世界；理解是我们参照已有的体验去认识新的知识世界；顿悟则超脱于体验与理解，是在两者积淀之上而形成的知识世界。

在交互设计中隐喻具有十分重要的意义，具体体现在两方面：一是能使抽象的事物变得具象化，另一点是能够使陌生的事物熟悉化。

在交互设计的过程之中，隐喻是设计者对于所要表达的主要信息的再思索与

再加工，是设计者对于所要表达内容的核心要素的适度凸显，能够将设计中最重要与最本质的内容的加工与重构成为可能。在实际的设计过程中，隐喻的尺度要在隐秘与直白之间平衡，过于隐秘会使信息不易于被用户理解，而过于直白则失去了设计的艺术意义，降低了信息传播的有效性。以设计图标举例，我们在设计实物图标时不能够将真实的实物图片置于此处，也不能仅仅将其抽象为一个矩形，在两者之间要达到隐秘与直白的平衡，即信息内容与信息传递效率的平衡，美感与可用性的平衡。

2.2.3 隐喻对舞蹈娱乐交互设计的启示

普罗泰格拉（Protagoras）说：“人是万物的尺度，是存在的事物存在的尺度，也是不存在事物不存在的尺度”^[37]。在舞蹈娱乐系统的设计过程中我们暂且不讨论其哲学上的意义，单单从舞蹈娱乐认知的角度我们可以理解为“用户是隐喻的源头，是认知的开端”，用户对自身的认识是用户认识产品中存在的逻辑、流畅地使用产品的缘起，用户对熟悉事物的认知是用户使用新的产品接触新鲜事物并理解的开端。舞蹈娱乐系统作为一种产品，不仅仅具有实用功能，同时它也是一种能够有所指、有所表现、有所传达的综合系统。由此，舞蹈娱乐系统应具备自我表达的功能，即产品能够主动地告诉使用者它的用途与使用方法，这就需要设计中的隐喻的适当存在。除了进行表达外，隐喻还能够在舞蹈娱乐系统中起到降低用户认知负荷使交互更加流畅自然的作用。以评分系统为例，在舞蹈娱乐系统的评分展示时不使用分数的形态而使用点亮星星的形态是由于现在各种电子游戏的广泛发展，星星已经被视作成就的一种表现形态，因此使用星星这一成就的隐喻能够使用户更加直观自然地了解评分状态。

如果舞蹈娱乐系统想要降低用户的认知负荷，使舞蹈娱乐学习变得简单快乐，需要借助隐喻帮助用户更快地进行认知与理解。在舞蹈娱乐系统的设计过程中不仅仅要考量设计者要表达的和用户所理解的事物之间是否具有同一性，同时也要考量能否在用户心中形成心物同构。针对特定的目标用户群体的认知程度来设计，将孔雀舞经典动作背后的隐喻挖掘出来并且形象化地展现，深化用户的感知。在交互的过程中充分利用各种为人们所熟悉的图形符号来表明下一步动作的形态，给用户提供更简明的隐喻与对舞蹈动作可期待的预知。

2.3 舞蹈娱乐自然交互中的原型

2.3.1 原型的概念与特点

原型的概念在很久之前便已出现，从柏拉图开始至今已有两千多年，由于经历了长时间的演化，原型成为了一个包容力非常广的词汇。原型在不同的学科有着不同概念与特点，如：仪式、母题、象征、符号、原型意象等^[38]。

《辞海》是这样解释“原型”二字：原”是“源”的古字；“型”指铸造器物的模子、母本，意为原初的范型。

《牛津字典》中这样解释“原型”二字：“不断被复制的原始形式”、“事物的典型状态”。

设计心理学中的原型指的是某些同类事物的共有的特点的归纳和抽象化的总结，是模式性与关键性特征的总和结果^[39,40]。基若（J S Gero）提出原型是设计的出发点，是设计起点的最初状态与原始类型^[41,42]。工业设计中的原型指的是进行创造性的想象与创造性解决措施中具有启发性与关键特性的事物^[43]。

苹果公司在产品设计中非常注重产品的视觉形象与用户认知的匹配程度，在界面的符号设计中注重挖掘用户已有的认知模式与原始经验，在其基础之上进行衍生设计以使产品交互达到自然。日本设计师深泽直人追求设计的“原型”和“无意识”状态。深泽直人认为好的设计能够把“用户没有主观意识的行动转化为产品使用过程中的可见之物”，设计是为了满足用户未明确表示出但确实存在的一些或隐性或细微的心理需求，而不是设计师主观臆造出的千奇百怪的设计概念^[44]。Donald A Norman 提出了概念模型的观点，概念模型指的是用户记忆中储存的事物的原型。Donald A Norman 还指出产品的操作应匹配用户已有的认知习惯和先见知识与经验，使操作从设计师设立的规则的驱动转化成用户的本能活动。在设计中最重要的便是将隐含的目标事件原型和源事件原型之间的认知联系进行显性化的表达，使这个过程能够被我们拿来分析和量化，进行评价与检验，从源事件原型到目标事件原型的设计再由目标时间原型到源事件原型的检验是设计过程的重点。从源域的事件原型映射到目标域的事件原型这一过程在 Alan Cooper 所著的《交互设计精髓》中被视为实现模型趋近于用户的心理模型的过程，在这个过程中 Alan Cooper 指出需要存在表现模型，使实现模型的原理与功能能够被用户理解与使用^[45,46]。

2.3.2 原型对舞蹈娱乐交互设计的启示

在自然交互中的行为交互中，许多行为都具有其原型。例如达尔文在其所著的《人与动物的表达》中曾描述，人类的一些动作可以追溯到原始社会时期。在现代如果我们龇牙，对方会认为这是一个不友好的动作，因为露齿在原始社会时期是一个具有攻击性的动作。一些案例表明在原始社会时期甚至更久远之前，人类使用四肢行走，这种行为模式积淀下了踏实的心里感受，在现代人们出现紧张不安的情绪时常常会选择抓握一些东西例如双手互握等，在某些宗教意识中人们也常常使用双手合十的动作消除不安情绪。以此可以推出，现代瑜伽动作中的双手合十其原型便是古时的四肢着地，瑜伽中的双手合十不仅仅具备肢体的锻炼意义，同时也具备精神上的放松功能。身体形态的变化是另一种形态的语言，在这种语言中的解码与编码需要依靠原型来实现。原型就是自然交互设计中进行解码与编码的关键，是用户的认知参照点，是交互设计进行衍生的原点，原型能够帮助设计者使用户先见知识与经验在目标环境中被激发，达到自然交互。

对于舞蹈教学观卡的设计中像孔雀舞这种文化意蕴深厚的舞蹈教学观卡的设计，想要把背后的这些文化底蕴传播开来，就要考虑到从源域到目标域的过程中应该提取什么元素作为原型，然后根据该原型衍生。孔雀舞的原型即是孔雀，孔雀舞动作的原型即是孔雀日常生活的动作，在进行舞蹈娱乐系统设计时要在其原型的基础之上进行衍生设计。同时在系统的操作过程中，对与动作应找准其原型，判断源事件原型与目标事件原型的匹配度。

2.4 本章小结

本章主要内容为探究自然交互、隐喻及原型的设计理念对于舞蹈娱乐系统的理论指导。

隐喻不仅仅是一种修辞手段，更是我们认识世界的一种有效方法，在舞蹈娱乐系统的设计中，充分考虑界面与交互行为背后的隐喻，能够帮助用户更加自然地使用舞蹈娱乐系统。

在自然交互中的行为交互中，许多行为都具有其原型。原型是自然交互设计中进行解码与编码的关键，是用户的认知参照点，是交互设计进行衍生的原点，原型能够帮助设计者使用户先见知识与经验在目标环境中被激发，达到自然交互。因此在舞蹈娱乐系统的交互设计中，对于所要设计交互行为首先要剖析其原型，而后根据该原型进行衍生设计。

第3章 自然交互舞蹈娱乐系统的设计与实现

3.1 舞蹈娱乐系统整体设计方法与步骤

在规划与设计一款数字娱乐产品时，需要对使用这些产品的人如何工作和生活、他们的行为模式是如何有一定的了解，使设计出来的舞蹈娱乐产品能够支持和促进用户的行为。在这个设计过程中，重要的不仅仅是系统审美风格的选择问题，而是对于舞蹈娱乐系统用户需求与其认知模式的理解。通过美学、用户认知与用户目标的统一和平衡来设计出一款易用的产品。因此在舞蹈娱乐系统的设计中采用目标导向（goal-directed design）驱动的设计方法。此处目标导向中的目标意指用户与设计者的双重目标。

自然交互舞蹈娱乐系统的设计目标是使用户在更具有沉浸性与娱乐性的情境下了解孔雀舞文化，在一种自然简单认知负荷非常轻地状态下进行孔雀舞的娱乐活动，用户的认知只为了感受孔雀舞带来的趣味性而不是花费额外的精力进行复杂的系统操作的学习。

关于识别用户的目标首先要明确的是，用户的目标不等同于用户的行为更不等同于用户的任务。诺曼在《设计心理学》中提出了一种设计方法为“以行动为中心的设计”，这种方法强调设计者对于用户行为的理解，强调产品对于适应用户行为的重要性。诺曼的设计思想的理论基础是俄国心理学派的“行动理论”，行动理论强调通过人们的行为来理解世界的运转，通过人们与这个世界的互动来理解人类。但是行为的驱动归根究底是由目标引起的，每个设计者最应该考量的最基本问题就是用户为什么要这样做，然后才是对于行为的研究与考量。理解用户在使用舞蹈娱乐系统过程中的目标有助于理解用户的期望，有助于帮助设计者决定哪些行动与环节和设计相关。舞蹈娱乐系统中的目标与行动最大的区别在于，目标是用户的动机来驱动的，用户的目标一般不会随着时间的变化而变化，或者用户的目标会变化得非常慢，但是行动确是在每一个时间段都会变化的，依赖于技术、依赖于科技、依赖于设计者的设计。

目标导向的设计不仅仅需要设计学的理论内容作为支撑，同时也要进行用户访谈、用户调研、熟悉使用场景、对于用户的认知心理有一定的了解。Alan Cooper提出目标导向的设计过程应该包括六个步骤，首先对于产品、市场与用户进行研究；然后进行建模；其次是定义需求；然后需要定义整体框架；对整体框架进行细化；最后是支持工作的设立。本文在其方法基础之上进行针对舞蹈娱乐系统的

改进，使其适合舞蹈类娱乐产品的需求。

首先是舞蹈娱乐系统设计的需求分析与研究阶段，在这一阶段要采用基于社会学的现场研究技术来获取一些关于舞蹈娱乐系统的真正用户或者潜在用户的定性数据，使用访谈和观察法。除了对于用户做到一定研究之外，还有对于竞品及同类产品进行考察，对于当前的技术和市场有一定的了解。在使用现场观察和用户访谈法时，我们最重要的就是通过对于舞蹈娱乐系统的潜在主要用户提取其行为模式，行为模式指的是一系列的可以被确定的行为。舞蹈娱乐系统用户的行为模式有助于帮助设计者判断用户在使用产品时的根本目标和根本动机。如果是在商业环境下这些特殊的行为模式很有可能是对照着用户的不同的职业角色，在面向普通的用户时，不同的行为模式很有可能对应着不同的年龄层和不同的生活习惯。通过对于用户行为模式的准确了解可以帮助我们在建立模型的阶段快速而准确滴描述出用户角色。通过利益相关者的访谈、用户的访谈和文献研究，能够清楚地说明舞蹈娱乐系统的业务目标、舞蹈娱乐系统的用户诉求和技术上的支持与约束，这对于整个设计构建基础的过程至关重要。

当对于舞蹈娱乐系统的研究过程结束后就进入了建模过程，此处的建模意指对舞蹈娱乐系统主要用户角色的建模与舞蹈娱乐系统领域模型的建模。通过研究过程得出的用户的行为模式和对于娱乐产品的使用流程，我们可以进行用户特点的归纳。领域模型包括了舞蹈娱乐系统的信息流程与工作流程；用户模型包括了舞蹈娱乐系统用户在使用产品过程中的行为模式、用户的态度、用户使用产品的总目标以及用户在每一个步骤中的细分目标。对于用户模型分清主次也有助于在舞蹈娱乐系统的设计过程中区分功能的优先级，指定用户的角色模型也就是确定了每个类型的用户角色对于最终设计形式和最终设计行为的影响。

在对于用户有一定了解之后，进入需求定义阶段。需求定义阶段满足的是具体的舞蹈娱乐系统的用户角色模型的目标和需求。从舞蹈娱乐系统中的人物角色模型中，能够得到那些任务是重要的、哪些任务是次要的等一系列信息，这样的信息指导下设计出的舞蹈娱乐系统能够具有最小化的工作量和最大化的效果收益。需求定义阶段要定义的不仅仅是一个宏观的需求，更是对每一个细节模块的把控。对于需求的把控通过“情境化场景剧本”（context scenario）完成，从假设用户角色使用舞蹈娱乐系统的“某一时刻”开始描述用户与产品的接触点，然后持续地将这一场景深化下去，将细节不断深化，定义每个功能模块，定义每个产品细节的操作流转，是对于用户的需求、设计者的需求、商业需求与科技水平的平衡。

当功能需求确定之后，进入舞蹈娱乐系统的框架定义（Framework Definition）阶段。框架定义阶段包括多个模块的内容，交互框架定义、视觉框架定义。在此

阶段首先确定舞蹈娱乐系统的交互设计原则及交互设计模式，当交互确定以后再进行视觉框架的设计，通过对于舞蹈娱乐系统的界面结构与交互模式的理解探究色彩模式与视觉风格。

在舞蹈娱乐系统的设计过程中，最后是细化阶段，细化阶段注重的是舞蹈娱乐系统的功能细节、交互细节、视觉细节的实现。当所有功能、交互、视觉实现后通过走查的方法验证舞蹈娱乐系统的正常运行。

3.2 舞蹈娱乐系统需求分析

在进行舞蹈娱乐系统需求的确立与用户角色建模时首先要想清楚以下问题：舞蹈娱乐系统的主要用户群体是谁；舞蹈娱乐系统的用户想要实现什么目的；舞蹈娱乐系统应该如何工作，工作时应该采取什么样的形式；舞蹈娱乐系统的用户会发现哪些体验是非常吸引人并且让他们感觉到是有收获的。本舞蹈娱乐系统的主要用户为未进行过系统化舞蹈学习对于舞蹈娱乐感兴趣的青年人为主要用户群体，用户在使用系统的过程中能够获得沉浸性的舞蹈娱乐体验，能够学会一些孔雀舞的基本动作。

在大多数的产品使用过程中，其最广大的用户群体不是新手用户、不是专家用户，而是中间用户。因为新手的变化非常快，一段时间的积累后就能够成为中间用户。而本舞蹈娱乐系统由于其目的在于宣传孔雀舞文化与推行民族舞娱乐，因此其绝大多数用户集中于新手用户和中间用户。Alan Cooper 提出产品的设计目标包括三个方面，一个方面是要让新手能够快速低负荷地成为中间用户，然后是让永久的中间用户使用产品时感到愉快，最后是产品不要为成为专家用户设置障碍。Alan Cooper 提出的理论适用于舞蹈娱乐系统，自然交互舞蹈娱乐系统能使用户在更具有沉浸性与娱乐性的情境下了解孔雀舞文化，在一种自然简单认知负荷非常轻的状态下进行孔雀舞的娱乐活动，用户的认知只为了感受孔雀舞带来的趣味性而不是花费额外的精力进行复杂的系统操作的学习。

在对用户进行访谈的过程中发现，大多数用户对与舞蹈娱乐具有一定的偏好，但是并没有进行过多的舞蹈娱乐活动，主要原因首先是时间的限制，其次是认为舞蹈动作学习有难度，难于达成。根据用户访谈的启示我们可以得出本系统主要需求如下：首先系统要包括舞蹈的指导与学习部分，其次应该包含动作检验部分，在此基础之上还应有可以供用户自由发挥的舞蹈模块。重点是实现用户与舞蹈娱乐系统的自然交互，使交互过程中的认知负荷降到最低。同时尽可能地对舞蹈学习模块进行优化，使舞蹈学习的认知负荷尽可能降低。

3.3 舞蹈娱乐系统功能设计

本系统主要的目的是使用户进行孔雀舞的舞蹈学习与娱乐活动，同时对于孔雀舞有一定的宣传作用。因此在系统首次使用时会出现一段宣传动画，对于孔雀舞的来源、孔雀舞的艺术及文化价值进行简短的介绍，以使用户有一个初步的印象，引起用户对于孔雀舞更多的兴趣。该宣传与介绍短片出现的规则是只在系统首次启动时播放。

当介绍短片播放结束后进入舞蹈娱乐系统的主界面，主界面需要包括两个功能，一个是展示系统的两大模块，包括教学舞模块与自由舞模块和使用户知晓如何进入两大模块；另一个是进入不同子模块的跳转功能。

3.3.1 教学舞功能设计

教学舞模块的主要功能是使用户进行一些基础的孔雀舞舞姿动作的学习与学习成果的检测。因此主要内容应包括孔雀舞经典片段动画的播放与用户姿态的判定，对用户姿态判定的结果给予反馈。

整个功能的实现过程需要设计得尽可能简单自然。在教学动画部分需要对舞蹈进行动作拆解方便用户的学习，同时加入适当的辅助手段帮助用户对下一步动作有一个预知。每段单位动画播放结束后是用户的模仿时间，用户模仿刚刚动画中出现的舞蹈动作同时将用户的动作实时赋予屏幕中的傣族形象人物模型，使用户沉浸在孔雀舞的虚拟环境中且能够及时地进行动作的自我修正。打分不以分数为显示方式，使用图形化的显示方式更加方便直观地进行反馈。

3.3.2 自由舞功能设计

自由舞模块的主要目的是使用户在具有逼真性与沉浸性的环境中进行舞蹈动作的自如展示，将用户的动作实时赋予给傣族形象人物模型，使用户动作驱动的傣族形象人物模型在傣族风情的舞蹈场景中随着音乐翩翩起舞，使用户享受到孔雀舞的美感、民族文化的融入感与虚拟舞蹈的沉浸感。因此自由舞模块的功能设计首先要注重模型驱动的流畅性与舞蹈人物模型的傣族形象还原程度，还需注重场景的美观与沉浸性，除此外还需选择适当的音乐作为气氛的烘托。

3.4 舞蹈娱乐系统交互设计

交互设计（Interaction Design）又被称作互动设计，是针对人造系统进行行为设计的研究领域。交互设计关注与产品相关的行为。

3.4.1 主界面交互设计

舞蹈娱乐系统包括自由舞模式与教学舞模式两大模块，因此在主界面中用户需要进行自由舞模式与教学舞模式的选择。主界面担负着模式选择的作用。鉴于只有两类模式，因此采用伸出左手和伸出右手的方式进入两种模式。伸手向外推这一动作常见于推门动作，因此在设计的过程中将界面进行边框模块与内部模块的区分，边框隐喻门框，内部模块隐喻门，在内部模块中再进行左右区分使界面内含左右门的形状的隐喻，使用户在无需文字介绍的情况下能够获得进行模式选择的暗示。为了增强隐喻效果使用户能够掌握主界面的模式选择这一交互动作，使用左右模块上分别附有左右手掌印的形式强化隐喻。手掌印常见于游戏中的开锁、解除封印、影视剧中的开启门的动作，因此在用户记忆中会具有将手置于手印所在处就会开启一件事物的认知。采用门的形态与手掌印的双重隐喻，有助于用户理解模式选择的交互行为，更加自然地进行系统的使用。

3.4.2 退出菜单交互设计

在舞蹈娱乐系统的操作中，需要在每个子模块与每个交互过程中都具有退出当前操作返回上一级的功能。此功能需要用户将双手十字交叉于胸前完成动作的交互。双手十字交叉在日常生活中含有停止的隐喻，因此使用双手互十字交叉的动作进行退出当前的操作非常简单且易于用户掌握，符合用户已有的认知规律。且双手十字交叉的动作较少出现于孔雀舞的姿态中，在用户进行舞蹈时不会出现误识别。

3.4.3 教学舞交互设计

在教学舞模式中由于用户需要一直进行舞蹈动作的学习，因此容易引发误操作，因此教学舞交互中的容错设计便十分重要。在教学舞模块中，主要内容包括孔雀舞经典片段动画的播放与用户进行孔雀舞的学习。教学舞模块的交互流程：首先将孔雀舞经典片段中的动作进行拆解，划分为一整系列的以一个基础舞姿为主的一小段动作，用户的舞姿学习以每个基础舞姿为代表的一段动作为单位；然后每段单位动画播放结束后是用户的模仿时间，用户模仿刚刚动画中出现的舞蹈动作；用户模仿动画中的单位动作时体感设备捕捉用户的动作，将用户的动作实时赋予屏幕中的傣族形象人物模型，使用户能够实时观看到虚拟环境中自己的动作。当用户动作结束后，系统进行动作的识别与打分，当用户的分数低于及格分即 60 分时，无法进行下一个动作的学习，只有当用户的动作与该单位舞蹈动作拟

合时，即当舞蹈娱乐系统在这一步骤的评分在 60 分以上时才能够进行下一个舞蹈动作的学习；当本单位的舞蹈动作学习通过后，系统将评分展示给用户，然后系统自动进入到下一单位舞蹈动作的学习。在整个交互过程中，系统只对单位动作内的舞姿和退出姿态进行识别，其余流程的进行全部依靠系统设定的流程自动进行，避免误操作。

3.5 舞蹈娱乐系统视觉设计

孔雀舞是一种动作优美舞姿优雅的傣族民族舞蹈与舞蹈艺术界的一朵奇葩，傣族的人民将姿态优雅的孔雀作为自己的民族精神象征，孔雀舞是傣族民族舞蹈中最具有代表性和广泛认同性的舞蹈，也是我国民族舞种辨识度与知名度非常高的一个舞蹈文化与舞种。鉴于孔雀舞极高的技术价值、文化价值、观赏价值与娱乐价值。因此本系统的舞蹈娱乐设计以孔雀舞为舞种，使用户在娱乐的过程中不仅仅享受到舞蹈带来的健身快乐与精神快乐，更能够沉浸于民族文化之中，对我国瑰丽的民族文化中的孔雀舞有一定程度的认识与了解。在本系统中孔雀舞的优美高雅需要视觉设计的强调才能够得到充分的体现。

视觉设计是实现功能与美学效果的落地步骤，为了达到良好的视觉效果与功能效果，需要达到用户体验、用户认知习惯及美学效果之间的平衡。

为了使整个系统在使用习惯及效果上达到统一，本研究首先确立舞蹈娱乐系统整体的视觉风格、基调色系、尺寸规格。当所有基调设计完成后即可进行子模块的设计，包括场景视觉设计、界面视觉设计、人物视觉设计。

目前主要有两大类的视觉风格，一类是拟物化的视觉设计、一类是极简化的视觉设计。拟物化设计是对于现实生活中的场景与事物的还原性设计，能够使人们将现实生活中的认知无障碍地转移到虚拟产品的使用中，降低用户的认知负荷。其缺点在于细节过多，会有许多的冗余信息，对于主要信息的凸显不够。极简风格的设计以扁平化为代表，扁平化设计以 Metro UI 为代表，扁平化设计强调设计中所传达的信息为主，而不是过于美观与冗余的界面元素。扁平化的设计有点在于简洁、主要信息突出、现代感强，缺点在于当对于一些事物进行扁平化抽象时容易丢失过多的主要细节，不便于用户的理解和判断。在舞蹈娱乐系统的视觉风格确立中，由于系统对于运行速度的要求和信息直接快速传达的目的，以扁平化风格为主，适当辅以简约的拟物化设计，既能够突出主要信息，又不会引起用户认知负荷的增加。

在基调色系的确立上，由于场景、界面与人物的基调色系不能过于统一，否则视觉上会混沌一片，因此在子章节中将对场景、界面、人物的基调色系进行详

细设计。

尺寸规格方面考虑到兼容性与美观性的统一，以目前绝大多数监视器与投影仪均能够兼容的 1280*720 分辨率为界面尺寸规格，在界面的布局方面尽量遵循黄金比例。

3.5.1 场景视觉设计

良好的场景设计是舞蹈娱乐系统良好的用户体验的基础。自由舞模块的要求用户在具有逼真性与沉浸性的环境中进行舞蹈动作的自如展示，使用户动作驱动的傣族形象人物模型在傣族风情的舞蹈场景中随着音乐翩翩起舞，使用户享受到孔雀舞的美感、民族文化的融入感与虚拟舞蹈的沉浸感。因此场景设计对于舞蹈娱乐系统情境的构建与用户沉浸氛围的烘托具有非常重要的作用。场景设计又可以被称作情景设计，在娱乐系统的设计过程中场景设计主要有两个作用：一个是在娱乐系统所设定的世界观的基础之上针对娱乐系统中所要表达的主题内容通过景观、建筑等的详细细节的设计营造出一个虚拟的物质世界的景象；另一个是营造游戏所需要的情境，使用户沉浸其中；即娱乐系统的物质世界的构建和精神世界或称情境的外在体现。

场景设计作为视觉设计中的一个子分类，遵循视觉设计的基本原则。在进行孔雀舞娱乐系统设计时需要考虑七个视觉构成元素，包括场景空间、色彩、场景内构图的线条、形状、场景整体的影调、运动和节奏在场景设计中的作用。

目前主要的娱乐系统场景的空间设计包括三种类别，分别是平面空间、景深空间和模糊空间。平面空间的场景设计以《超级玛丽》为代表，如图 3-1 所示，景深空间的场景设计以《古墓丽影》为代表，如图 3-3 所示，模糊空间的游戏较少，在《纪念碑谷》的部分游戏场景中有所体现，如图 3-2 所示。



图 3-1 超级玛丽



图 3-2 纪念碑谷



图 3-3 古墓丽影

一般来说，鉴于透视带来的视觉冲击力和符合人们日常的视觉感觉，因此景深空间的场景设计沉浸性与对于真实世界的还原性相比于平面空间与模糊空间要强一些。因此在舞蹈娱乐系统的场景设计中采用景深空间，通过透视、物体尺寸在距离上的差异、光影的变化效果等体现出景深空间的效果。

在色彩的选择上由于与傣族、孔雀舞两个关键词联系最紧密的颜色为绿色，

因此采用绿色为场景的主色调。

舞蹈娱乐系统的场景设计要求能够体现出傣族的民族风情与孔雀舞活动场合的特点，在文献研究与图片采风中发现孔雀舞不仅仅是傣族人民日常生活中最喜爱的舞蹈，同时也是傣族盛大节日与宗教礼仪中傣族人民用来表达庆祝与崇敬的感情的舞蹈。傣族人民居于青山绿水之中，因此场景设计以云南自然风景为基调，在此基础之上将具有傣族特色的建筑增加于场景之中，突出其民族文化特性。场景设计效果如图 3-4 所示



图 3-4 游戏场景设计

3.5.2 界面视觉设计

在本研究中界面不仅仅承载了系统的功能，更承载了用户与系统进行交互的作用，因此在界面设计时不仅仅要考虑到美观方面的要求，更要考虑到用户认知的习惯与降低用户认知负荷的目标。

由于在主界面中用户需要进行自由舞模式与教学舞模式的选择，因此主界面还担负着菜单的作用。常见的菜单布局方式包括横向排列、纵向排列与不规则排列方式。在舞蹈娱乐系统的主界面中选择横向排列即将布局一分为二的形式，一方面是因为菜单选项只有两个，另一方面是方便用户区别。

界面视觉设计中的主要模块包括界面内的文字、主要图形与整体色彩。在界面设计中，色彩给用户带来第一印象的重要要素，具有先声夺人的效果。每种色彩都具有其象征意义，其象征意义能够充分地引人遐想将用户带入某种情境之中，使界面有浓烈的情感色彩与意义倾向。色彩具有的三个基本属性分别是色相明度和纯度，其中明度和纯度越高的颜色给人的感觉越是积极、阳光、向上。色彩对人的影响是通过对人的视觉的刺激激发人的心理体验，人的心理体验是由过去的经历、记忆、和知识而形成的，因此色彩对于人的感觉刺激与认得生存环境、信仰、地域有关，但整体而言对于某些色彩的认知具有普遍性。绿色的色调让人联想到自然，使人感受到宁静平和；红色让人联想到正义、血色；黄色让人联想到

甜品、阳光，有温暖感、柔和、辉煌的意味。在本研究的界面色彩选择上采用了蓝绿色为主的色调，突出自然、与傣族蓝天绿树的生活环境和孔雀的身体色彩相对应，同时鉴于主界面为左右分布的结构，因此需要对比色将两个菜单作出明显区分，使用户第一眼就能够意识到两个菜单进入的是不同的子功能模块，因此界面左方以绿色为主色调，右方以绿色的对比色红色为主色调，背景色使用蓝色作为打底，用白色的边框将菜单框于内部强调其整体化。

除了色彩之外界面中另一鲜明的视觉元素就是图形，图形通过隐喻能够在没有语言的说明与解释的情况下向操作者传达交互信息，使用户理解界面蕴含的内涵，同时起到布局划分与信息区隔的作用。在交互设计中确定使用两个小矩形嵌套在一个大的矩形中的形态来作为界面的图形状态，具有门的隐喻。即方便信息的区隔又强调了界面的整体化。

在界面的功能性元素中，文字是重要的组成部分。界面中的文字不仅仅起到信息传达的作用，同时还担负着审美的作用。界面中的文字的排版、字体、大小对于页面的整体布局影响非常大。在设计时应服从信息为主的特点，文字风格与整体相协调。通过用户测试结果确定文字的选择上以楷体为主，以便能够达到与整体风格相协调便于用户的认知的效果。主界面效果如图 3-5。



图 3-5 主界面效果

3.5.3 人物视觉设计

在进行人物视觉设计时除却人物肢体比例于面部五官及表情需要注意外，另一重要层面就是人物的服饰视觉设计。人物的服饰视觉设计能够像我们传达人物的民族与身份信息。因此在舞蹈娱乐系统人物视觉设计中，对人物的傣族服饰进行还原视觉设计便十分重要。据李楠在《滇西南傣族传统服饰色彩研究》中所述，通常西双版纳地区傣族男子服饰上身为无领对襟长袖上衣或者大襟小袖短衫，使用浅色布包头，下装着净色长裤。傣族男子常见服饰如图 3-6 所示。因此在舞蹈娱乐系统的人物视觉设计中采用黄色与蓝色作为人物的视觉主色，在绿背景中能够突出人物的同时让画面更加鲜活灵动。人物视觉设计如图 3-7。



图 3-6 傣族男子服饰



图 3-7 人物视觉设计

3.5.4 动画视觉设计

舞蹈娱乐系统中需要出现动画的地方有两个模块，一个是教学舞模块中需要展现教学动画，一个是系统启动时展示的宣传动画，动画出现的主要目的为功能性的信息传达，吸引用户融入到当前的舞蹈娱乐情境中。因此在动画设计中首先要注重信息的准确表达，其次是对于美感与情感的表达。因此在教学舞动画中，首先对于人物动作进行准确设定，而后进行镜头推拉与镜头切换的调整，最后进行特效的制作。动画设计如图 3-8。

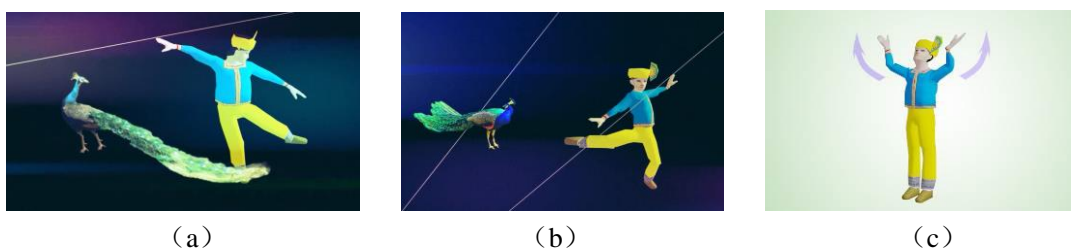


图 3-8 动画视觉设计

3.6 自然交互舞蹈娱乐系统的技术实现

在科技水平加速发展的现代，人们与机器进行互动的方式越来越多种多样，其中体感外设的发展尤为引人注目，体感科技不断成熟，其应用也在不断增多。

本系统为基于自然交互的舞蹈娱乐系统，以体感科技为技术依据，以孔雀舞的民族舞学习及娱乐为主要内容。孔雀舞是一种动作优美舞姿优雅的傣族民族舞

蹈与舞蹈艺术界的一朵奇葩，傣族的人民将姿态优雅神情清冷高洁的孔雀作为自己的民族精神象征，孔雀舞是傣族民族舞蹈中最具有代表性和广泛认同性的舞蹈，也是我国民族舞种辨识度与知名度非常高的一个舞蹈文化与舞种。傣族的乐舞文化在两千多年前的古代就已经达到了非常高的水平，孔雀舞不仅仅是傣族的民间舞蹈，更在傣族的宗教仪式中占有重要的位置，孔雀舞可单人跳、双人跳、更可以团体跳，它不仅仅是一种舞蹈，不仅仅具有艺术价值，更具有维系民族团结、增强民族凝聚力的作用。在 2006 年国家第一批国家级非物质文化遗产的认证中，孔雀舞便被列入了文化遗产名录。鉴于孔雀舞极高的技术价值、文化价值、观赏价值与娱乐价值。因此本系统的舞蹈娱乐设计以孔雀舞为舞种，使用户在娱乐的过程中不仅仅享受到舞蹈带来的健身快乐与精神快乐，更能够沉浸于民族文化之中，对我国瑰丽的民族文化中的孔雀舞有一定程度的认识与了解。

基于自然交互的舞蹈娱乐系统以实现孔雀舞自然交互娱乐为目的，其实现过程为首先通过文献研究与录像观察的方法得到孔雀舞动作特点与舞蹈片段；然后利用三维建模与动画制作技术还原孔雀舞的经典片段；再进一步使用 Kinect 作为体感外设实现用户动作的输入，使用姿态识别技术进行动作的识别与系统的控制；最终整合成为舞蹈娱乐系统。

3.6.1 系统硬件与软件

系统正常工作所需硬件包括：1、显示器；2、主机；3、Kinect 设备；4、音响设备。

本系统所需软件主要包括：

- 1、用于进行傣族形象人物构架、场景模型构建与孔雀舞动画制作的 3DS Max 2012；
- 2、用于进行舞蹈娱乐系统界面设计与系统视觉设计的 Photoshop CS6；
- 3、用于进行舞蹈娱乐系统功能构建与所有功能模块组合的 Unity3D 4.5.1；
- 4、用户进行孔雀舞视频渲染及特效制作的 AfterEffects CS 5.5；
- 5、用于进行用户动作识别与检测的体感外设 Kinect 开发与驱动的 KinectSDK 1.8、Developer Toolkit 1.8。

3.6.2 系统框架与流程

3.6.2.1 系统整体流程

系统功能包括两个模块，分别是教学舞模块和自由舞模块。系统整体流程如

图 3-9:

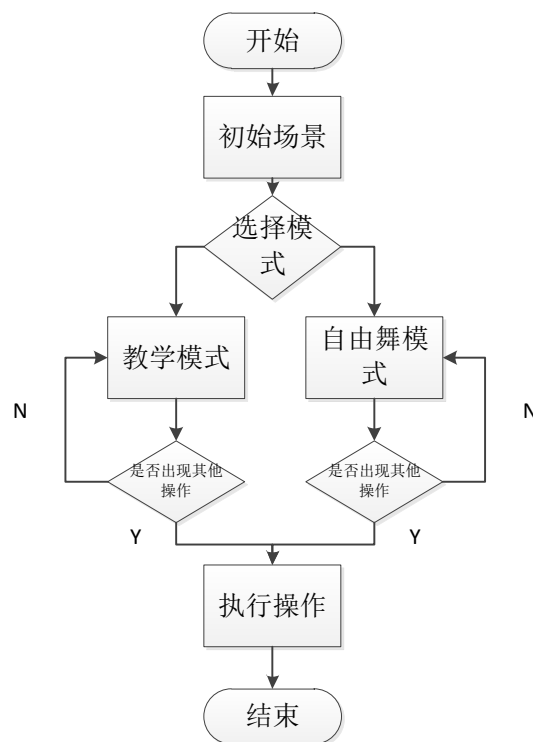


图 3-9 整体流程图

教学舞模块的主要内容包括孔雀舞经典片段动画的播放与用户进行孔雀舞的学习。教学舞模块的实现流程为：首先将孔雀舞经典片段中的动作进行拆解，划分为一整系列的以一个基础舞姿为主的一小段动作，用户的舞姿学习以每个基础舞姿为代表的一段动作为单位；然后每段单位动画播放结束后是用户的模仿时间，用户模仿刚刚动画中出现的舞蹈动作；用户模仿动画中的单位动作时体感设备捕捉用户的动作，将用户的动作实时赋予屏幕中的傣族形象人物模型，使用户能够实时观看到虚拟环境中自己的动作。不仅能够让用户沉浸在孔雀舞的虚拟环境中享受舞蹈带来的沉浸感与美感同时用户可以方便地进行动作的自我修正；当用户动作结束后，系统进行动作的识别与打分，当用户的分数低于及格分即 60 分时，无法进行下一个动作的学习，只有当用户的动作与该单位舞蹈动作拟合时，即系统评分在 60 分以上时才能够进行下一个舞蹈动作的学习；当本单位的舞蹈动作学习通过后，系统将评分展示给用户，然后系统自动进入到下一单位舞蹈动作的学习，后面的单位舞蹈动作学习以此类推。

自由舞模块的主要内容是让用户在具有逼真性与沉浸性的环境中进行舞蹈动作的自如展示，使用体感外设进行用户动作的实时监测，将用户的动作实时赋予给傣族形象人物模型，使用户动作驱动的傣族形象人物模型在傣族风情的舞蹈场

景模型中随着音乐翩翩起舞，使用户享受到孔雀舞的美感、民族文化的融入感与虚拟舞蹈的沉浸感。其实现流程首先是进行模型的驱动与音乐的播放，与此同时进行退出动作的监测，当检测到除退出动作以外的动作时，将该动作赋予傣族形象人物模型，当监测到退出当前的动作时，退出当前界面，返回上一级菜单并停止音乐的播放。

3.6.2.2 系统框架设计

在本研究中舞蹈娱乐系统的具体技术框架包括如下三个模块：傣族形象人物三维建模与骨骼绑定模块；模型驱动与数据传输模块；动作识别模块。

在本研究中我们的主要目标是实现一个自然交互的孔雀舞娱乐系统，使用户进行舞蹈娱乐的同时，孔雀舞能够进行充分的展示，寓教于乐地实现民族文化的传播。具体的实现框架为首先对于孔雀舞相关文献与录像进行充分了解与观摩，掌握孔雀舞舞蹈模式、舞姿特点及经典动作，对于准确地还原孔雀舞动作打下基础；其次使用建模软件 3DSMax 创建傣族形象人物模型与骨骼，并将其导入到 unity3d 游戏引擎中为模型的驱动做准备；再次进行动作驱动与动作识别的技术实现，使模型能够按照用户动作进行驱动，使用户的动作得到准确检测；最后建立舞蹈娱乐系统，实现系统各功能子模块。

3.6.3 系统关键问题及解决方法

3.6.3.1 骨骼绑定与动画制作

本研究主题为自然交互的舞蹈娱乐系统，在实现的过程中使用孔雀舞作为具体的实现目标。在具体的实现过程中，傣族形象的人物模型创建就显得十分重要，关系着用户在进行舞蹈游戏时的沉浸性与孔雀舞民族文化传播的准确性。据此，选用 3DSMax 创建傣族形象人物模型与骨骼。由于 3DSMax 具有强大的集成型的软件，自身可以通过软件的集成将最易于使用的插件集成在软件之中。其最大的强项包括多边形工具与 UV 坐标贴图工具。由于本系统中需要大量复杂 UV 贴图及整体场景的制作，因此选择 3DSMax 能够达到事半功倍的效果。

骨骼绑定与动画制作的流程为首先进行人物模型与场景模型的建立；然后对人物与场景赋予材质，使其达到美观效果；再对人物进行骨骼绑定与权重调整；最后将绑定好骨骼的任务模型进行动画制作。

其中建模的思路为首先确定舞蹈娱乐系统所需建模的整体结构与比例，然后选择建模方法，确定了物体各个主要部分的拓扑结构后进行角色建模。在三维建

模中根据所要构建的物体的主要形态特征主要可以分为两类模型，一类是规则物体如杯子、桌子；一类是不规则物体如山地、人脸。对于不同类的模型有不同类的建模方法。其中规则物体的建模多使用堆砌的建模方法，不规则物体的建模多使用细分的建模方法。在本系统的实现过程中使用细分建模的方法，对多边形与网格进行编辑使其拟合人物的整体轮廓走向。首先使用基本的几何体构建傣族人物模型与场景模型的大体形状，然后通过编辑多边形对傣族人物与场景模型的细节进行雕刻。这种建模方法与素描绘制及雕塑构建的流程和思路具备相似性和同理性。

需要注意的是由于制作的是动画人物角色模型，因此在关节点处的模型构建需要多注意其布线的合理性。每个关节附件需要有至少三根纬度的线，中间的纬度线为了保持与关节一致，上方的纬度线能够保证模型与上方骨骼运动保持一致，下方的骨骼线能够保证下方的模型于下方骨骼运动保持一致。如图 3-10 关节点为人物模型的左右膝关节，左右膝关节纬度上各有四条圈线保障模型在运动时与骨骼的拟合度。

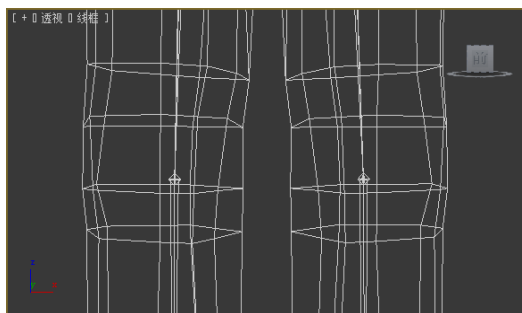


图 3-10 关节点骨骼

由于建立骨骼的最终目的是使用 Kinect 捕获的数据信息来驱动骨骼的运动，因此骨骼的建立需要对照 kinect 能够监测到的骨骼点。图 3-11 为 Kinect 能够监测到的 20 个骨骼点。

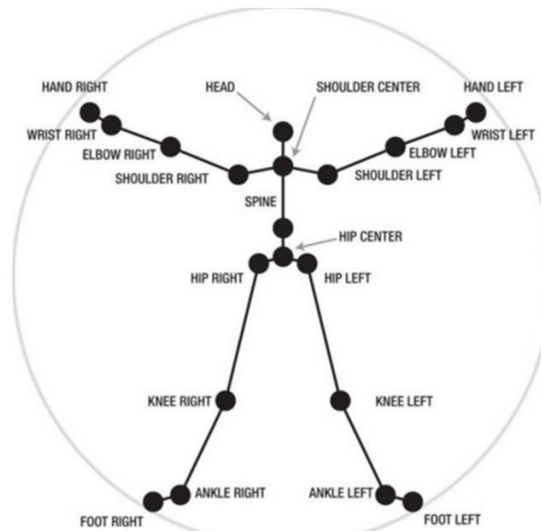


图 3-11 Kinect 识别关节点

因此的骨骼的创建中我们需要创建这 20 各关节点包括左右肩、左右肘、左右膝等。确定了需要创建的关节后，便可以使用正向动力学系统与反向动力学系统沿着人物模型的走向创建人体骨骼。在使用正向动力学和反向动力学创建骨骼的过程中要注意，骨骼中的父节点将能够驱动子节点的运动姿态的改变，同时子节点也能够驱动父节点的改变。

骨骼创建完成后需要将骨骼与模型进行绑定，使用蒙皮命令可以进行自动绑定，但是效果差强人意，需要进行手动调整，对于关节附近的模型顶点进行权重分配的细致调整。调整后的模型如图 3-12 所示。

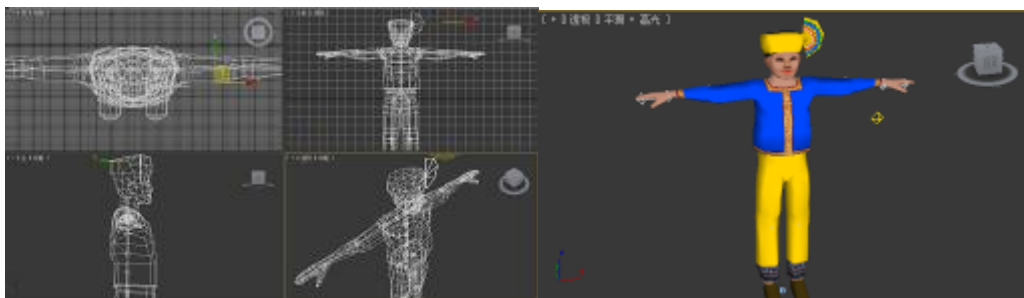


图 3-12 人物模型

3.6.3.2 数据传输与模型驱动

当前能够进行 Kinect 数据传输的方式多种多样，本研究中采用 Kinect 与 Unity3D 游戏引擎结合的方式进行孔雀舞娱乐系统的模型驱动与数据的传输。Unity3D 作为一款优秀的图形渲染引擎，同时具有 DirectX 与 OpenGL 两者的优点，其插件种类丰富，能够与建模软件和体感设备无缝衔接且能够输出各种平台之上的可执行文件。

进行数据传输与模型驱动首先要使 Kinect 与 Unity3D 能够共享通信数据。流程主要分为三个步骤,第一个步骤为 Kinect SDK 获取 Kinect 设备传输的骨骼数据;第二个步骤为中间件将 Kinect SDK 获取的骨骼数据传输给 Unity3D;第三个步骤为 Unity3D 将得到的数据进行处理后进行人物模型的驱动。

针对第一个步骤的实现目前由三种解决方法,第一种是使用微软官方的 SDK,微软官方目前有十几个版本的 SDK,每个版本都有内容更新;第二种是使用 OpenNI 的 SDK,此方式由于需要安装特定的驱动不能使用微软官方的驱动从而实现起来较为复杂,但是其优点在于可以跨平台使用,不仅仅能够在 Windows 平台使用同时也可以使用在 Linux 及 MAC OS 系统使用;第三种是 OpenNI2 的 SDK,由于版本较新,在向后兼容时容易出现問題^[47,48]。由上所述,本研究在实现时采用了微软官方版本的 SDK,使用稳定且较少出现问题。

第二步实现 Kinect SDK 与 Unity3D 进行通信的中间件目前主要有五种方法。第一种方法为 Zigfu 的商业官方中间件,是一款收费的中间件^[49];第二种方法为卡内基梅隆大学发布的开源 Kinect Wrapper 中间件;第三种方法是 adevine1618 发布的中间件,但是不再更新且易出现问题^[50];第四种方法是仿照 Zigfu 的商业官方中间件使用 C# 自行编写一套类库作为中间件;第五种方法为使用 C++ 语言自行编写中间件。鉴于本研究的需求与经费及时间预算,选择卡内基梅隆大学发布的中间件实现 KinectSDK 与 Unity3D 的通信。

当 SDK 与中间件的连接顺利后,我们还需编写相应的事件函数才能够使 Unity3D 获得骨骼数据并驱动傣族形象人物模型。实现数据传输与模型驱动的部分代码如下所示:

```
void getSkeletonData()
{
    float[] SkeletonPosData1f = new float[20 * 3];
    float[] SkeletonRotData1f = new float[20 * 4];
    int[] i = new int[1];
    interaction(i, SkeletonPosData1f, SkeletonRotData1f);
    if(i[0]>0)
    {
        bHaveBodyNow = true;
        for (int k = 0; k < 20; k++)
        {
            mSkeleton.SkeletonPos[k].x = SkeletonPosData1f[3 *
k]-disBetweenModelSkeleton;
            mSkeleton.SkeletonPos[k].y = SkeletonPosData1f[3 * k + 1];
            mSkeleton.SkeletonPos[k].z = SkeletonPosData1f[3 * k + 2];
```

```

        mSkeleton.SkeletonRot[k].w = SkeletonRotData1f[4 * k];
        mSkeleton.SkeletonRot[k].x = SkeletonRotData1f[4 * k + 1];
        mSkeleton.SkeletonRot[k].y = SkeletonRotData1f[4 * k + 2];
        mSkeleton.SkeletonRot[k].z = SkeletonRotData1f[4 * k + 3];
    }
}
else
{
    bHaveBodyNow = false;
}
}
private void RefreshBodyObject(ref Body body, GameObject bodyObject)
{
    int i=0;
    for (Kinect.JointType jt = Kinect.JointType.HIP_CENTER; jt <
Kinect.JointType.COUNT; jt++,i++)
    {
        Transform jointObj = bodyObject.transform.FindChild(jt.ToString());
        jointObj.localPosition = body.SkeletonPos[i];
        jointObj.localRotation = body.SkeletonRot[i];
        if(isDrawJoint)
            jointObj.renderer.enabled = true;
        else
            jointObj.renderer.enabled = false;
        SceneManager.jointsLoc[i] = body.SkeletonPos[i];
    }
}
}

```

当舞蹈娱乐系统的游戏用户出现在 **Kinet** 识别范围和消失在识别范围内时，会触发 **creatbody** 和 **lostbody** 函数，在测试过程中发现人物原地进行舞蹈动作时模型驱动效果较好，当用户进行前后走动舞蹈时，**Kinect** 的监测数据容易发生匹配不上的情况。

3.6.3.3 动作识别

使用 **Kinect** 进行人体动作识别具有非常重要的理论与实践价值，产生三维数据是 **Kinect** 传感器的最主要功能。其工作原理为：红外摄像头获取红外数据传输到 **Kinect for Windows SDK** 工具包，对其进行计算处理、产生深度图像数据。深度图像帧组成 **Kinect** 的深度数据，在某深度图像帧中，每个像素点包含以 **Kinect** 红外摄像头为视角的距离信息，距离的计算以毫米为单位^[51,52]。

Kinect 可以获取三种不同分辨率的深度图像，2 个字节组成一个深度像素。前 13 位记录深度数据，后 3 位记录用户 ID，如所示。如果该位置的深度数据不可获得则深度数据显示为 0^[53]，数据记录方式如图 3-13。

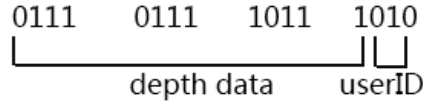


图 3-13 Kinect 的深度数据

Kinect for Windows SDK 工具包将 3D 信息的人体骨骼模型分为 20 个骨骼点。根据 3D 人体骨骼模型，Kinect for Windows SDK 能实时获取骨骼节点的位置，计算得到骨骼节点之间的夹角和相对位置。如果连续获取数据，则可获得骨骼节点的运动向量。基于这些信息数据可以判断识别人体姿势和手势。通常有两种方法识别人体姿态：一种是人体与人体姿势外观模型相符合的直接法，另一种是基于预测，即给定的轮廓特征的生成法。在本研究中采用直接法判断关节点之间的夹角与相对位置进行姿势的判断。具体的动作识别流程为：首先对于坐标系进行建立与转换；然后进行关节点角度与相对位置的计算；最后判断关节点角度与相对位置是否符合设定。

在进行关节点角度测量前，以 Kinect 传感器为原点建立世界坐标系，以深度图像原点作为坐标系的原点建立深度图像的坐标系。然后对 Kinect 标定：标定彩色摄像头和红外摄像头，确定深度图和 RGB 图之间对应的坐标关系。然后根据目标与传感器距离的不同，对深度数据进行彩色渲染为不同颜色。完成图像深度图后，将深度坐标： (x_d, y_d, z_d) 恢复到实际坐标 (x_w, y_w, z_w) ，转换方程为：

$$\begin{cases} x_w = (x_d - \frac{w}{2}) \cdot (z_w + D') \cdot F \cdot (\frac{w}{h}) \\ y_w = (y_d - \frac{h}{2}) \cdot (z_w + D') \cdot F \\ z_w = d \end{cases} \quad (3-1)$$

在空间坐标系中任意两点：

$$X(x_1, x_2, x_3), Y(y_1, y_2, y_3)$$

转化为关节点实际坐标，利用欧氏距离公式求连个相邻关节间的距离：

$$D(X, Y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2} \quad (3-2)$$

常用求解关节点连线之间的角度主要利用三个关节点：转换方程计算出关节点的实际位置坐标，然后计算三个相关联的关节点的距离：

$$\begin{cases} a = D(B, C) \\ b = D(A, C) \\ c = D(A, B) \end{cases} \quad (3-3)$$

然后利用余弦定理求关节点连线之间的角度大小：

$$\theta = \cos^{-1} \frac{(a^2 + c^2 - b^2)}{2ac} \quad (3-4)$$

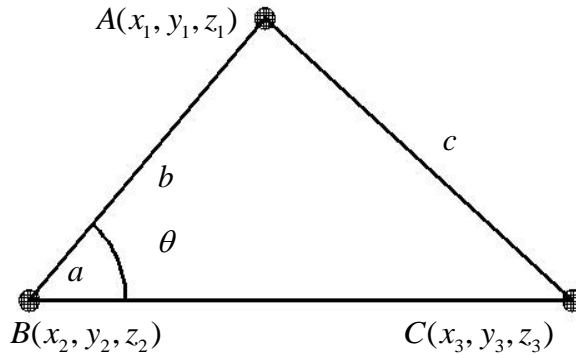


图 3-14 关节点角度构成

从上述计算可以知道，三个关节点在空间上相对不稳定，测量出来的角度误差较大，因此还需要关节点相对位置的判定。关节点相对位置的判定较为简单，只需要获取当时骨骼点所在位置的数据然后将其进行比较即可。在进行动作比较时，设定阈值非常重要，关系到动作界定的范围，阈值的确定需要在实验的过程中不断地进行调整，在实验过程中发现 $\pm 10^\circ$ 作为阈值较恰当，既不会过于严密使用户的动作难于拟合也不会丧失挑战性。相对位置判断部分代码如下。图 3-15 为关节点角度判断示意图。

```
bool isGesture02()
{
    if(jointsLoc[7].y < jointsLoc[5].y && jointsLoc[5].y < jointsLoc[4].y
        && jointsLoc[11].y > jointsLoc[9].y && jointsLoc[9].y > jointsLoc[8].y
        && jointsLoc[7].x - jointsLoc[5].x > 0.05f && jointsLoc[4].x - jointsLoc[5].x > 0.05f
        && jointsLoc[11].x - jointsLoc[9].x > 0.05f && jointsLoc[9].x - jointsLoc[8].x > 0.05f)
    {
        mGesture02Count++;
        if(mGesture02Count > 5)
        {
            mGesture02Count = 0;
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

}

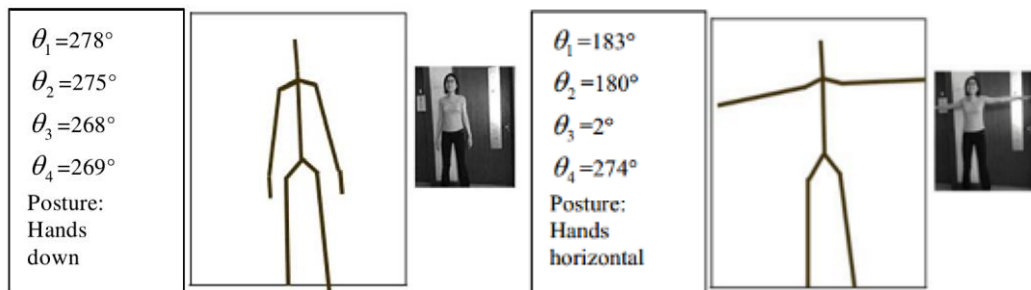


图 4-15 关节点角度判断示意图

3.7 本章小结

本章首先论述了舞蹈娱乐系统的设计原则、设计方法及设计过程。在交互设计中由交互动作的原型出发，衍生出适合本系统的主要交互行为，剖析了交互行为的低认知负荷与自然行为的特点；在视觉设计中分析了本系统的界面视觉设计、场景视觉设计、人物视觉设计与动画视觉设计，由隐喻与原型出发，对于适合系统的界面、场景、人物、动画进行逐一解构与重构，使系统的交互设计与视觉设计能够充分利用用户已有的知识经验，使用户能够在很短的时间就能够从系统使用的新手变成专家，达到舞蹈娱乐的自然交互。

然后详细叙述了系统实现所需硬件软件，系统的框架设计与关键技术。在动作判定时使用了关键点角度判断与关节点相对位置判断两种判定向结合的方法，使动作的判断更加精准。其中角度的计算使用欧式距离公式与余弦定理求解得出。

第4章 舞蹈娱乐系统用户体验度量

用户体验对于一个产品具有十分重要的作用，决定着产品的用户数量与产品质量，因此产品的用户体验度量在产品形成过程中是不可或缺的，用户体验度量能够将产品的用户体验进行量化的评估，从而对产品的设计与制作起到反思与指导作用。本章内容主要为针对舞蹈娱乐系统的用户体验度量方法、过程与其结果分析及舞蹈娱乐系统应用前景分析。

4.1 舞蹈娱乐系统可用性评估

在舞蹈娱乐系统的用户体验度量中，系统可用性测试包括对于系统的绩效度量和用户满意度度量。系统绩效的度量是量化的可测量的数据，与用户使用产品的时的操作息息相关，能够测量舞蹈娱乐产品用户完成一个额定的任务或者是一系列的任务所达成的效果与耗费的精力，能反映系统的使用效率。用户满意度评估与用户在使用舞蹈娱乐产品时的行为、所思所想有关，可能存在于用户接触产品时、接触产品中和接触产品后，是对于产品是否满足用户的需求与情感而进行的检验。绩效评估和满意度评估对于产品的用户体验度量都十分重要，然而两者并非总是紧密相连，有时绩效评估高的产品反而用户满意度评估却非常低，所以在舞蹈娱乐系统可用性评估中二者缺一不可。

4.1.1 可用性评估方法

本研究中对于舞蹈娱乐系统的可用性评估包括两方面，一方面是系统的绩效评估，另一方面是系统的用户满意度评估。用户满意度评估反映了系统在对用户的心理、情感等需求的满足程度，系统绩效评估反映了系统设计对用户使用效率的影响，二者相辅相成。

系统绩效评估的数据反映了用户对于系统如何操作、某个任务的操作流程的理解与使用情况，系统绩效评估中的结果越好，说明系统的交互设计更加符合用户的认知习惯与操作习惯，系统使用效率高，用户认知负荷低，反之说明系统使用效率低，用户负荷高。在舞蹈娱乐系统的绩效测试中，测试用户完成有效任务的相关数据，数据包括有：完成某个特定任务所需要的时间、成功完成任务的数目、在完成特定任务期间出现的操作错误数目等等。其中完成特定任务所需时间反映了系统的交互设计与功能设计的使用效率及合理性，具体包括有舞蹈娱乐系

系统的反馈时间和用户完成特定操作所需时间；成功完成任务的数目是在一系列任务中用户能够成功完成的任务数目，能够反映系统是否流畅运行及交互设计与功能设计是否符合用户先见的知识经验；错误数目包括用户在完成一系列任务的过程中出现的操作错误次数与任务错误数目，本数据反映了系统设计与用户认知的拟合程度。

用户满意度评估与用户在进行产品接触前、接触时、接触后与产品相关的所说、所做、所想的一切相关，但是用户满意度评估并不是只有系统的设计一个影响因素，还与用户的状态、使用产品的时间与环境相关。例如曾经系统学习过舞蹈的用户和从未学习过舞蹈的用户对于舞蹈娱乐系统的设计感受会不同，因此要结合用户的情况进行具体问题具体分析。其次，在使用舞蹈娱乐系统产品的过程中，用户完成前一个任务的情况会引起对于接下来要完成的任务的满意度评价变化，当用户没有顺利完成上一个任务，在完成下一个任务时可能会出现烦躁或抵触情绪，当用户在上一个任务顺利完成时对待下一个任务的态度可能会非常放松，用户的感情与态度变化影响了用户的满意度评价。在本次用户体验度量中采用用户满意度问卷的方式来对舞蹈娱乐系统可用性进行整体的评估。

4.1.1.1 实验目的

通过用户对于舞蹈娱乐系统教学舞模块的使用体验进行测量，检验用户在使用舞蹈娱乐系统时是否能够达到自然交互状态，在用户体验的可用性、满意度、心流体验上是否能够做到符合预期。

4.1.1.2 实验条件

(1) 使用独立的房间，使用户完全自主地完成教学舞第一个及第二个孔雀舞动作的学习。

(2) 使用录像设备对用户进行拍摄，后期根据录像同时相关测试数据，用户完成孔雀舞动作的学习及自由舞模块的体验后填写关于系统的用户满意度调查表。

4.1.1.3 实验对象

舞蹈娱乐系统的目标用户是未进行过系统化舞蹈学习的年轻人，选择了 10 名哈尔滨工业大学在校学生作为实验对象主体。

4.1.1.4 实验步骤

首先实验对象讲明此次实验是为了测试系统是否能正常运转及设计是否合理，并不是针对用户舞蹈能力的测试，消除用户的紧张感。然后在独立的房间中，每个用户进行单独的系统使用体验，测试任务为每个用户从系统启动开始到独立完成教学舞模块第一个及第二个孔雀舞动作的学习。使用录像设备对用户进行拍摄，后期根据录像同时相关测试数据，用户完成孔雀舞动作的学习后进行自由舞模块的体验，然后填写关于系统的用户满意度调查表。

4.1.2 可用性评估结果分析

首先是可用性评估中的绩效评估部分，本研究对用户使用舞蹈娱乐系统完成教学舞模块的学习中的任务耗时、总操作次数和错误操作次数进行了统计，统计结果如表 4-1 所示。

表 4-1 统计结果

参与者	总耗时（秒）	动作学习耗时（秒）	错误操作次数（次）	总操作次数（次）
1	126	59	1	4
2	110	48	0	3
3	130	62	1	4
4	152	76	2	5
5	109	52	0	3
6	113	47	0	3
7	146	89	3	5
8	131	78	2	5
9	128	68	1	4
10	118	56	0	3
均值	126.3	63.5	1	3.9

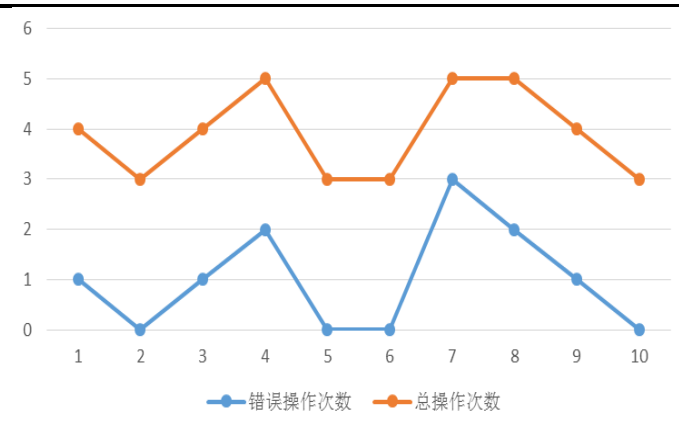


图 4-1 操作次数统计折线图

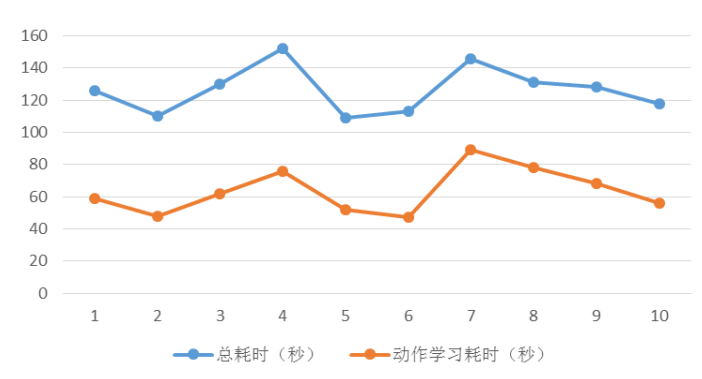


图 4-2 操作耗时统计折线图

系统错误操作率=错误操作次数/总操作次数;

单位动作学习耗时=动作学习耗时/单位动作学习数目

有效任务完成率=完成任务数/任务总数

对系统错误操作率、单位动作学习耗时、有效任务完成率进行计算后的结果如表 4-2 所示。

表 4-2 系统错误操作率、单位动作学习耗时与有效任务完成率

名称	系统错误操作率	单位动作学习耗时	有效任务完成率
均值	25.6%	31.8	100%

从 4-2 的结果显示，系统错误操作率较高，在后期分析原因时发现用户对于操作的认知是正确的，发生误操作的主要原因有两个方面：一个是用户在进行舞蹈动作的学习时不经意间的双手交叉会使系统认为用户发出了返回上一级的指令；另一方面是系统在进行舞蹈动作的学习时身体位置发生了移动，超出了 Kinect 的最佳识别范围，导致用户在后续操作时动作被系统误识别。还有几个用户是由于对于系统的使用充满了好奇心，尝试了其他操作。对系统设计的启示为在实际的使用中要对用户的活动范围进行圈定，以免影响系统用户体验，同时在舞蹈动作的设计中尽量避免双手交叉于胸前的动作，避免系统误识别。

单位动作学习耗时及有效任务完成率符合预期，在对单位舞蹈动作进行划分时，每个动作的持续时间约在 7-10 秒，使该单位时间内的舞蹈动作既是一个连贯的动作，又不会对于用户的认知产生负荷，绩效测试中用户单位动作学习的时间为 31.8，已经达到了一个学习转换率非常高的水平。因此在可用性绩效的测量中本系统取得了较好的效果。

在对舞蹈娱乐系统进行用户满意度测量中使用《孔雀舞娱乐系统用户满意度量表》进行问卷调查，上述量表为根据李克特量表原理改进而成的一个加总方式计分量表，对于每一个问题都有五个选项包括“非常同意、同意、不一定、不同意、非常不同意”。每个选项计分分别为 5、4、3、2、1，经过对同一主题问题计

分的累加可以获得用户对待该问题的态度。

表 4-3 孔雀舞娱乐系统用户满意度量表

主题	问题	非 常 同 意	同 意	不 一 定	反 对	非常 反对
审美	1 宣传动画带来美的感受					
体验	2 教学动画体现出了孔雀舞动作的优雅					
	3 自由舞模块为我带来傣族舞美感的享受					
认知	1 系统操作方式易于理解					
负荷	2 动画中的舞蹈设计易于学习					
	3 使用系统过程中感到轻松					
交互	1 系统信息反馈及时					
体验	2 系统信息反馈准确					
	3 系统的交互设计使我感到操作起来愉悦轻松					

经过统计，结果如表 4-4 所示。

表 4-4 孔雀舞娱乐系统用户满意度量表结果统计

主题	问题	平均分
审美	1 宣传动画带来美的感受	4.8
体验	2 教学动画体现出了孔雀舞动作的优雅	4.5
	3 自由舞模块为我带来傣族舞美感的享受	4.6
	审美体验平均分	4.63
认知	1 系统操作方式易于理解	4.8
负荷	2 动画中的舞蹈设计易于学习	4.6
	3 使用系统过程中感到轻松	4.7
	认知负荷平均分	4.7
交互	1 系统信息反馈及时	4.5
体验	2 系统信息反馈准确	3.9
	3 系统的交互设计使我感到操作起来愉悦轻松	4.5
	交互体验平均分	4.3

用户满意度调查结果显示总均值为 4.54，用户认同系统设计具有较好的交互体验、审美体验、与较低的认知负荷，但是在某些细节上仍有提升空间。交互体验中关于系统反馈准确性方面得分较低，一方面是由于动作误识别率较高，一方面是由于 Kinect 对于使用距离有较高要求。

综上所述，综合绩效测试与用户满意度测试的结果显示，舞蹈娱乐系统的设计具有较高的可用性。

4.2 舞蹈娱乐系统心流体验评估

心流体验指的是用户在使用某个产品、玩某个游戏时的一种深深融入无比专注地心理状态，心理学家米哈里齐克森·米哈里 (Mihaly Csikszentmihalyi)认为心流 (flow)是个人精神力完全投注在某个活动上的全身心的感觉；心流体验产生时用户会有高度的兴奋感、充实感、沉浸感。心流理论对于游戏类产品具有非常高的理论指导意义，能有效对产品的沉浸性与用户体验等维度进行评估。

4.2.1 心流体验度量方法

4.2.1.1 实验目的

使用心流体验量表检验用户在使用舞蹈娱乐系统时是否能够达到自然交互状态，体现出较高的沉浸性与较高的用户满意度。

4.2.1.2 实验对象

舞蹈娱乐系统的目标用户是未进行系统化舞蹈学习但是对舞蹈娱乐感兴趣、对新鲜事物持开放态度的年轻人，因此选择了哈尔滨工业大学在校学生作为实验对象主体，其中男性 5 人，女性 5 人。

4.2.1.3 实验步骤

- (1) 使用独立的房间，使用户完全自主地进行舞蹈娱乐系统的使用。
- (2) 用户体验完毕后，填写《心流体验评估表》

4.2.2 心流体验度量结果及分析

根据 Csikszentmihalyi 提出的心流体验评估维度，心流体验的维度包括：清晰的目标；及时的反馈；难度与能力相匹配；专注度；具有一种潜在的控制感；感受到沉浸感；时间感的变化，时间过得飞快；交互便捷；使用过程自然。用户对于每个维度进行评分，5 分代表非常同意，4 分为同意，3 分表示不一定，2 分意味着不同意，1 分等于非常不同意。

心流体验评估结果如表 4-5。

表 4-5 心流体验评估结果

用户	目标	反馈	难度	专注	控制	沉浸	时间感	交互	自然
1	5	4	5	5	4	4	5	5	5
2	5	3	5	5	4	5	5	5	5
3	5	5	5	5	4	5	5	4	5
4	5	4	5	5	3	5	5	5	4
5	5	4	4	5	4	5	5	4	5
6	5	4	5	5	5	5	5	5	5
7	4	4	5	5	4	5	5	4	4
8	5	3	5	5	4	5	5	5	5
9	4	4	4	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	3	5	5	5	4
均值	4.8	4.0	4.8	5.0	4.0	4.9	5.0	4.7	4.7

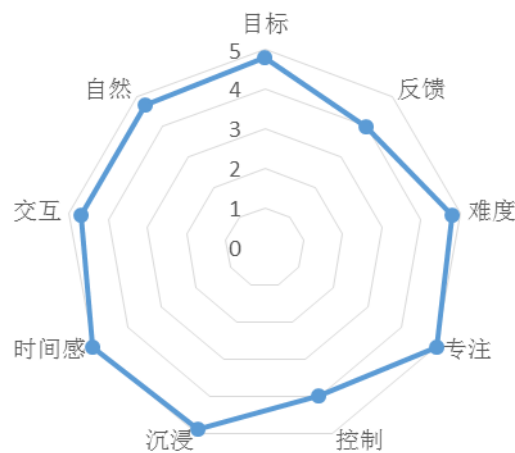


图 4-3 用户心流体验均值

经过计算后得到用户心流体验均值，心流体验均值结果显示，用户认为舞蹈娱乐系统的交互便捷、操作自然、认知负荷低，在使用系统进行舞蹈娱乐时非常专注感到时间过得非常快，但是在系统反馈准确度方面有提升空间。舞蹈娱乐系统具有较高的用户体验，能够使用户在使用过程中产生心流体验。

4.3 本章小结

本章主要内容为舞蹈娱乐系统用户体验评估的方法、结果与分析。通过两类测评包括系统可用性测试与心流体验评估来测试舞蹈娱乐系统的用户体验。在可用性测试中使用了绩效评估与用户满意度问卷调研，在心流体验评估中使用了心流体验量表进行问卷调研，在对结果进行分析后得出如下结论。

用户认为舞蹈娱乐系统的交互便捷、操作自然、认知负荷低，在使用系统进

行舞蹈娱乐时非常专注感到时间过得非常快，但是在系统反馈准确度方面有提升空间。舞蹈娱乐系统具有较高的用户体验，能够使用户在使用过程中产生令人愉悦的心流体验。

结 论

本文探讨了自然交互的相关理论，研究了如何能够达到自然交互的设计方法。通过剖析现有舞蹈娱乐产品，得出当前交互设计方面存在的不足，进而使用体感外设实现了基于自然交互的舞蹈娱乐系统，对系统设计进行实现及对用户体验进行评估后，得出结论如下：

（1）交互设计若要达到自然交互，需要具备两个方面的条件，一个是行为层面一个是精神层面，行为层面包括交互方式、交互媒介，精神层面涉及用户的感知知觉及其已有的认知习惯，自然交互是依靠用户的直觉驱动而不是设计者的规则驱动。

（2）实现用户先见知识与经验在舞蹈娱乐系统中的迁移与复用关键在于以已知喻未知，通过隐喻在交互设计中的使用使未接触过的系统交互操作与界面设计对于新手用户而言并不陌生，对作为用户认知参照点的原型进行适当使用，通过对于交互设计中的事件与行为原型进行衍生设计。

（3）实现舞蹈娱乐系统的自然交互需要基于自然交互的设计理念，以及基于隐喻与原型衍生的设计方法，结合对于目标用户的调研，使用 Kinect、Unity3D 等实现，产品具备舞蹈娱乐、舞蹈教学与舞蹈宣传功能。

综上所述，自然交互作为交互设计中最切合舞蹈娱乐的交互方式，能够充分考虑到用户的认知与操作习惯，实现用户在先见知识经验的迁移与复用。使用自然交互方法进行舞蹈娱乐系统的设计与实现保留了舞蹈娱乐的乐趣，增强了舞蹈娱乐的沉浸性，降低了舞蹈娱乐的认知负荷。本研究为舞蹈娱乐的自然交互设计提供了新思路与新方法，在舞蹈娱乐交互设计领域具有一定的参考价值与实践意义。

参考文献

- [1] 张莎莎. 傣族孔雀舞的传承与变异研究[D], 中央民族大学, 2007:3-7.
- [2] 贺桂梅. 云南傣族“孔雀舞”动作特征分析与健身塑体功能的开发研究[D]. 云南师范大学, 2008:8-11.
- [3] 谢莲花. 孔雀舞的传承基础与审美合力——以毛相、刀美兰、杨丽萍为例[J]. 云南艺术学院学报, 2007, 01:92-94:17-23.
- [4] 孙传明. 民俗舞蹈类非物质文化遗产数字化技术研究[D]. 华中师范大学, 2013:26.
- [5] 董士海. 人机交互与多通道用户界面[M]. 北京: 科学出版社, 1999:63-81.
- [6] 罗伟斌. 儿童自然人机交互技术研究[D]. 浙江大学, 2013: 23-30.
- [7] Bruder G, Steinicke F, Hinrichs K H. Arch-explore: A natural user interface for immersive architectural walkthroughs[C]//3D User Interfaces, 2009. 3DUI 2009. IEEE Symposium on. IEEE, 2009: 75-82.
- [8] Siltanen S, Hyv ä J. Implementing a natural user interface for camera phones using visual tags[C]//Proceedings of the 7th Australasian User interface conference-Volume 50. Australian Computer Society, Inc., 2006: 113-116.
- [9] Shneiderman B. Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction[M]. Reading, MA: Addison-Wesley, 1992:88-92.
- [10] 谭慧. 数字娱乐产品中的自然交互方式研究[D]. 江南大学, 2011. [11] 杨若男. 基于用户体验的智能手机交互设计研究[D]. 湖南大学, 2007:12-29.
- [12] 江蕊. 产品设计中的用户体验与应用研究[D]. 湖南大学, 2006:27-37.
- [13] 龚蓉蓉. 用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计研究[D]. 浙江大学, 2010:6-13.
- [14] 张明真. 基于用户体验的智能手机应用程序界面设计研究[D]. 江南大学, 2011:23-30.
- [15] 李玉梅. 基于用户体验的精品课程 WEB 界面设计研究[D]. 华中科技大学, 2008:8-23.
- [16] 胡淑平. 用户体验对用户忠诚的作用机理研究[D]. 山东大学, 2012:29.
- [17] Hassenzahl M, Tractinsky N. User experience-a research agenda[J]. Behaviour & information technology, 2006, 25(2): 91-97.
- [18] Garrett J J. Elements of user experience, the: user-centered design for the web and beyond[M]. Pearson Education, 2010.

- [19] Hassenzahl M. User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality[C]//Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine. ACM, 2008: 11-15.
- [20] Mandryk R L, Inkpen K M, Calvert T W. Using psychophysiological techniques to measure user experience with entertainment technologies[J]. Behaviour & information technology, 2006, 25(2): 141-158.
- [21] McLaughlin M R, Herlocker J L. A collaborative filtering algorithm and evaluation metric that accurately model the user experience[C]//Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. ACM, 2004: 329-336.
- [22] Hassenzahl M, Diefenbach S, Göritz A. Needs, affect, and interactive products—Facets of user experience[J]. Interacting with computers, 2010, 22(5): 353-362.
- [23] Bargas-Avila J A, Hornbæk K. Old wine in new bottles or novel challenges: a critical analysis of empirical studies of user experience[C]//Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2011: 2689-2698.
- [24] 尹超. 事件原型衍生的自然交互设计与应用[D]. 湖南大学, 2014:19-22.
- [25] 孙传祥. 基于自然交互方式的移动终端产品交互设计研究[D]. 山东大学, 2012:36-42.
- [26] 谭慧. 数字娱乐产品中的自然交互方式研究[D]. 江南大学, 2011:17-22.
- [27] 王鹏. 未来指挥所双手触摸式自然交互技术研究[D]. 国防科学技术大学, 2007:39-52.
- [28] 王财. 基于自然交互的智能手机界面设计研究[D]. 青岛理工大学, 2014:24-33.
- [29] 王敏. 数字终端中书法的自然交互方式研究[D]. 北京邮电大学, 2014:31-39.
- [30] 何益明. 基于自然交互的体验式教学系统设计研究[D]. 浙江工业大学, 2013:38.
- [31] 王洪刚, 陶竹. 隐喻发生的思维路径[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2013, 05:112-116.
- [32] 徐盛桓. 隐喻的起因、发生和建构[J]. 外语教学与研究, 2014, 03:364-374+479-480.
- [33] 阎莉, 康中和. 隐喻发生的机制[J]. 科学技术与辩证法, 2008, 05:38-42.
- [34] 张曲. 符号学视角下格式塔理论与隐喻的认识功能探讨[J]. 湖南财政经济学院学报, 2011, 02:149-151.
- [35] Lakoff G. The contemporary theory of metaphor[J]. Metaphor and thought, 1993, 2: 202-251.

- [36] Reddy M J. The conduit metaphor: A case of frame conflict in our language about language[J]. *Metaphor and thought*, 1979, 2: 164-201.
- [37] 尹超. 事件原型衍生的自然交互设计与应用[D]. 湖南大学, 2014.
- [38] 何书. 古汉语词义引申的认知原型阐释[J]. *学术交流*, 2007, 04:158-161.
- [39] 杨宇萍. 设计创新是检验设计基础的试金石[A]. *中国创意设计年鉴论文集* 2012[C], 2013:2.
- [40] Luk J, Pasquero J, Little S, et al. A role for haptics in mobile interaction: initial design using a handheld tactile display prototype[C]//*Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*. ACM, 2006: 171-180.
- [41] Tucker E E, Christian S D. A prototype hydrophobic interaction. The dimerization of benzene in water[J]. *Journal of Physical Chemistry*, 1979, 83(3): 426-427.
- [42] Huang X, Acero A, Chelba C, et al. MiPad: A multimodal interaction prototype[C]//*Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 2001. *Proceedings.(ICASSP'01)*. 2001 IEEE International Conference on. IEEE, 2001, 1: 9-12.
- [43] Bretzner L, Laptev I, Lindeberg T, et al. A prototype system for computer vision based human computer interaction[J]. *Report ISRN KTH/NA/P-01/09-SE*, 2001.
- [44] Brave S, Dahley A. inTouch: a medium for haptic interpersonal communication[C]//*CHI'97 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 1997: 363-364.
- [45] Rivis A, Sheeran P, Armitage C J. Augmenting the theory of planned behaviour with the prototype/willingness model: Predictive validity of actor versus abstainer prototypes for adolescents' health - protective and health - risk intentions[J]. *British journal of health psychology*, 2006, 11(3): 483-500.
- [46] Cantor N, Mischel W, Schwartz J C. A prototype analysis of psychological situations[J]. *Cognitive psychology*, 1982, 14(1): 45-77.
- [47] Oikonomidis I, Kyriazis N, Argyros A A. Efficient model-based 3D tracking of hand articulations using Kinect[C]//*BMVC*. 2011, 1(2): 3.
- [48] Chang Y J, Chen S F, Huang J D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities[J]. *Research in developmental disabilities*, 2011, 32(6): 2566-2570.
- [49] Henry P, Krainin M, Herbst E, et al. RGB-D mapping: Using Kinect-style depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments[J]. *The International Journal of Robotics Research*, 2012, 31(5): 647-663.
- [50] Han J, Shao L, Xu D, et al. Enhanced computer vision with microsoft kinect sensor: A review[J]. *Cybernetics, IEEE Transactions on*, 2013, 43(5): 1318-1334.

- [51] Frati V, Prattichizzo D. Using Kinect for hand tracking and rendering in wearable haptics[C]//World Haptics Conference (WHC), 2011 IEEE, 2011: 317-321.
- [52] Clark R A, Pua Y H, Fortin K, et al. Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control[J]. Gait & posture, 2012, 36(3): 372-377.
- [53] Gabel M, Gilad-Bachrach R, Renshaw E, et al. Full body gait analysis with Kinect[C]//Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE, 2012: 1964-1967.

攻读硕士学位期间发表的论文及其他成果

- [1] Wang Tong, Liu Xiaoliang, Wang Meng, Wang Tongyao. The Transform of Internet Product Advertising Strategy Under the Influence of Social Media [C].2015 ICCE-ICSS,2015(06):248.
- [2] Wang Tong, Liu Xiaoliang, Wang Tongyao, Wang Meng. A Human Body Posture Identification Algorithm Based on Kinect[C]. 2015LEMCS, 2015(07)(已录用)

哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限

学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的学位论文《基于自然交互的舞蹈娱乐系统设计及用户体验研究》，是本人在导师指导下，在哈尔滨工业大学攻读学位期间独立进行研究工作所取得的成果，且学位论文中除已标注引用文献的部分外不包含他人完成或已发表的研究成果。对本学位论文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。

作者签名：

王彤

日期 2015 年 7 月 6 日

学位论文使用权限

学位论文是研究生在哈尔滨工业大学攻读学位期间完成的成果，知识产权归属哈尔滨工业大学。学位论文的使用权限如下：

(1) 学校可以采用影印、缩印或其他复制手段保存研究生上交的学位论文，并向国家图书馆报送学位论文；(2) 学校可以将学位论文部分或全部内容编入有关数据库进行检索和提供相应阅览服务；(3) 研究生毕业后发表与此学位论文研究成果相关的学术论文和其他成果时，应征得导师同意，且第一署名单位为哈尔滨工业大学。

保密论文在保密期内遵守有关保密规定，解密后适用于此使用权限规定。

本人知悉学位论文的使用权限，并将遵守有关规定。

作者签名：

王彤

日期：2015 年 7 月 6 日

导师签名：

王彤

日期：2015 年 7 月 6 日

致谢

在这两年的研究生学习生活中，收获良多。首先要感谢的是我的导师王建一老师，感谢王建一老师谆谆善诱的教诲与事无巨细的指导，使我在课题研究方面获益匪浅，王建一老师具有开阔的学术视野，敏锐的学术感知，提纲挈领的学术思维和踏实严谨的治学态度，王建一老师的言传身教对我有莫大的感染力与影响力。感谢闫波老师、陈月华老师、吕德生老师、原松梅老师、张宏老师、王赫晨老师在课题组讨论时给予的指导，感谢你们提出的中肯建议，感谢你们的鼓励与支持，让我对毕业设计及论文有了新的认知，让课题研究不断地想更好的方向前进。感谢教研室良好的治学作风，让我养成了良好的治学习习惯。

感谢工大媒体系的老师和同学，与你们的交流促使着我进步，你们的帮助与陪伴是克服困难的助力。

感谢我的男朋友刘晓亮，你的陪伴与鼓励是我前进路上最大的动力。

感谢父母，你们对我无条件的爱与鼓励是对我的最大支持。

向所有曾给予我帮助的老师、同学、亲友们表达最衷心的祝福和感谢！在未来的学习与工作中我将用更大的成绩回报大家的关心与帮助！