

分类号_____

密级_____

U D C_____

编号_____

华中师范大学

硕士学位论文

面向孤独症儿童干预的 Avatar

社交互动游戏的设计与实现

学位申请人姓名：余 静

申请学位学生类别：全日制硕士

申请学位学科专业：现代教育技术

指导教师姓名：刘乐元 副教授



硕士学位论文
MASTER'S THESIS

硕士学位论文

论文题目：面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的设计与实现

论文作者：余 静

指导教师：刘乐元 副教授

学科专业：现代教育技术

研究方向：孤独症辅助技术

华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心

2020 年 5 月



硕士学位论文
MASTER'S THESIS

Design and Implementation of Avatar Social Interactive Game for Children with Autism

A Thesis

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the M.S Degree in Educational Technology

By

Yu Jing

Postgraduate Program

National Engineering Research Center for E-learning

Central China Normal University

Supervisor: Liu Leyuan

Academic Title: Associate Professor

Signature _____

Approved

May, 2020



华中师范大学学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

作者签名： 日期： 年 月 日

学位论文授权使用授权书

学位论文作者完全了解华中师范大学有关保留、使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属华中师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密，在____年解密后适用本授权书。

非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

作者签名： 导师签名：
日期： 年 月 日 日期： 年 月 日

本人已经认真阅读“CALIS 高校学位论文全文数据库发布章程”，同意将本人的学位论文提交“CALIS 高校学位论文全文数据库”中全文发布，并可按“章程”中的规定享受相关权益。同意论文提交后滞后：☐半年；☐一年；☐二年发布。

作者签名： 导师签名：
日期： 年 月 日 日期： 年 月 日



摘 要

孤独症是一种发病率高且无法用药物治愈的精神障碍。目前最常用和使用最广泛的治疗方法是采取一定的教育干预措施逐渐改善孤独症症状。其中孤独症儿童的重要特征是表现为不与人进行交流,无法适应周围的环境,也无法理解正常的社交信号。而且孤独症儿童的思维、行为、语言等都只适合于自己的世界,无法融入正常的社会生活。阿凡达技术(Avatar)是一种通过计算机建模的方式为现实世界中的真实人物提供的虚拟化表示的技术。它是现实世界中真实人物的形象或者是行为在数字世界的一种模拟仿真形象。本研究中用户可以控制孤独症儿童 Avatar 模型的社交行为,设计它的目的就是要增强用户在虚拟空间的社交互动行为和强烈的空间感、体验感。因此面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏将自然地给孤独症儿童提供在虚拟环境中的沉浸感和代入感。对于孤独症儿童来说,计算机游戏提供的环境更加安全,教学内容和资源十分丰富,操作便捷,同时儿童可反复训练和学习。本研究设计和实现的面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏模拟了孤独症儿童现实生活中的场景,轻松愉快的虚拟游戏可以帮助孤独症儿童学习怎样与身边的人相处和沟通,在相应的社交场合中表达自己的社交语言和社交行为。通过该虚拟游戏,可以帮助孤独症儿童提高社会交往能力、语言沟通能力、感知周围环境的能力和自我认识的能力。

研究内容主要包括 4 个部分:

(1) 阿凡达互动游戏情景设计。游戏情景的设计能够反应儿童的日常生活场景,包括家庭、学校和社会,本研究设计了 4 个教学活动和 4 个 3D 虚拟游戏场景,儿童可以实现基本的动作,比如走、跑、跳。在这些游戏情景中,孤独症儿童能够与社交人物进行社交活动,表达简单的社交语言和社交动作。

(2) 3D 模型构建。研究采用先进的深度神经网络来创建孤独症儿童及其社交对象的阿凡达。实现孤独症儿童及其他相关动画或游戏人物 3D 模型的塑造。然后根据设计的游戏场景用各种 3D 模型组合构建,例如:房子、桌子、椅子、书本等 3D 模型。将孤独症儿童现实生活中的场景用 3D 模型构建成虚拟场景。

(3) 虚拟游戏情景实现。人物基本动作的驱动使用 3D max 和 unity3D 的动画系统,程序会读入当前接受干预的孤独症儿童及社交对象的阿凡达(Avatar)模型,实例化孤独症儿童的社交对象,学习活动的情境动画和游戏通 Unity3D、VS 2015 等软件编程实现。



(4) 游戏运行。游戏的运行模拟了孤独症儿童生活中的社交互动，使之能够增进孤独症儿童对社交情境的理解能力，帮助孤独症儿童建立虚拟世界与现实生活的关联，促进他们在学习活动中习得的社交技能向现实生活进行学习迁移和技能泛化。

关键词：阿凡达技术；Unity3D；虚拟游戏；孤独症教育干预；社交互动



Abstract

Autism is a mental disorder that has a high incidence and cannot be cured with drugs. At present, the most commonly used and widely used treatment method is to take certain educational interventions to gradually improve the symptoms of autism. An important feature of autistic children is that they do not communicate with people, cannot adapt to the surrounding environment, and cannot understand normal social signals. Moreover, the thinking, behavior, language, etc. of autistic children are only suitable for their own world and cannot be integrated into normal social life. Avatar technology (Avatar) is a technology that provides virtual representations of real people in the real world through computer modeling. It is an image of a real person in the real world or an analog image of behavior in the digital world. In this study, users can control the social behavior of the Avatar model of autistic children. The purpose of designing it is to enhance the user's social interaction behavior and strong sense of space and experience in the virtual space. Therefore, the Avatar social interaction game for autistic children will naturally provide autistic children with a sense of immersion and substitution in the virtual environment. For children with autism, the environment provided by computer games is safer, the teaching content and resources are very rich, and the operation is convenient. At the same time, children can repeatedly train and learn. The Avatar social interactive game designed and implemented in this study for the intervention of autistic children simulates the real-life scenes of autistic children. Relaxing virtual games can help autistic children learn how to get along with and communicate with the people around them. Express your social language and social behavior in social situations. Through this virtual game, it can help autistic children improve their social communication ability, language communication ability, ability to perceive the surrounding environment and self-awareness.

The research content mainly includes 4 parts:

(1) Avatar interactive game scenario design. The design of game scenarios can reflect children's daily life scenes, including family, school and society. In this study, 4 teaching activities and 4 3D virtual game scenes are designed. Children can realize basic movements such as walking, running and jumping. In these game scenarios, autistic children are able to socialize with social characters and express simple social language and social actions.

(2) 3D model construction. The study used advanced deep neural networks to create



avatars for children with autism and their social objects. Realize the modeling of 3D models of autistic children and other related animation or game characters. Then according to the designed game scene, it is constructed with various 3D models, for example: 3D models such as houses, tables, chairs, books, etc. The real-life scenes of autistic children are constructed into virtual scenes with 3D models.

(3) Realization of virtual game scenarios. The basic action of characters is driven by 3D max and unity3D animation systems. The program will read the Avatar model of autistic children and social objects that are currently intervening, instantiate social objects of autistic children, situational animations of learning activities and the game is implemented through Unity3D, VS 2015 and other software programming.

(4) The game runs. The operation of the game simulates the social interaction in the life of autistic children, making it possible to improve the ability of autistic children to understand social situations, help autistic children to establish the relationship between the virtual world and real life, and promote their learning activities Social skills transfer and generalize skills to real life.

Key word : Avatar technology; Unity3D; virtual games; autism education intervention; social interaction



目 录

摘 要	I
Abstract.....	III
第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景与研究意义	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 国内外研究现状	2
1.2.2 Unity3D 应用现状	4
1.3 研究目的	5
1.4 论文组织结构.....	6
第二章 理论支持和技术基础.....	8
2.1 Avatar 社交互动游戏理论支持	8
2.2 Avatar 社交互动游戏技术基础	10
2.2.1 Avatar 技术	10
2.2.2 Unity 3D 游戏引擎概述.....	11
2.2.3 3d Max	13
2.2.4 FaceGen Modeller	14
第三章 孤独症儿童 Avatar 模型构建.....	16
3.1 孤独症儿童 Avatar 构建流程	16
3.2 FaceGen Modeller 生成的 3D 头部模型	18
3.3 3D 头部模型和身体模型的拟合.....	20
3.4 孤独症儿童 Avatar 模型在虚拟场景中实例化	21
第四章 孤独症儿童动作数据处理	23
4.1 Mecanim 动画系统.....	23
4.2 “Avatar”设置	25
4.3 Avatar 社交互动游戏人物模型骨骼动画	27
4.3.1 Full Body Biped IK	27
4.3.2 Animator Controller.....	29
4.4 结合编程完成 Avatar 人物模型的动作.....	29
第五章 Avatar 社交互动游戏的设计和实现	31
5.1 游戏情景设计	31



5.1.1 教学干预情景	32
5.1.2 测评游戏情景	33
5.2 Avatar 社交互动游戏整体架构设计	33
5.3 游戏资源	34
5.4 游戏实现	36
5.4.1 首页面	36
5.4.2 阿凡达模型选择	37
5.4.3 学习界面	39
5.4.4 测评界面	40
5.4.5 打招呼情景	40
5.4.6 再见情景	41
5.4.7 道歉情景	41
5.4.8 道谢情景	42
第六章 总结与展望	43
6.1 总结	43
6.2 研究的不足和展望	43
参考文献	45
攻读硕士期间发表的论文	48
致 谢	49



第一章 绪论

1.1 研究背景与研究意义

孤独症(ASD),也被称为自闭症或者是孤独性障碍,它是一种广泛性的发育障碍,患病者的症状主要表现为社会交往障碍、兴趣狭窄和行为重复刻板、言语和非言语交流缺陷等。尤其是孤独症儿童往往表现出社交困难、言语发育障碍、兴趣范围狭窄、刻板重复行为等症状。所以说临床上患儿其语言发育水平明显落后于同龄儿,与他人无法建立正常的伙伴关系,而且社会交往能力明显减弱,与社交人物互动时没有情绪的表达或者是目光的接触与交流。孤独症儿童在进行社会交往互动时,对社会交往缺乏理解,对周围环境无法感知,对社交人物的情绪缺乏反应,不能根据社交环境调整自己的社交行为,同样也无法回应他人的语言。并且我国的孤独症儿童人数已然超过 200 万,这亟待教育工作者运用新颖的现代教育技术来干预孤独症儿童的治疗^[1]。

虽然现在人们对孤独症儿童越来越关注,也越来越重视设计和实现计算机辅助游戏来干预孤独症儿童的治疗,但是因为我国的孤独症儿童的群体基数大,分布地区广,孤独症辅助技术的研究起步晚,孤独症儿童的社交技能课程实际操作起来复杂和困难以及专业看护人员和特殊教育人员的缺少。因此,当前针对孤独症儿童的教育资源远远不能满足该群体的治疗干预康复需求。现有的利用计算机辅助技术实现的软件或者系统虽然环境比较稳定和安全,学习内容具有趣味性和丰富性,但是目前的计算机游戏非常容易将孤独症儿童的思维局限在计算机环境内,游戏教学内容没有与儿童的现实生活环境产生关联。孤独症儿童在与计算机进行人机交互的过程中,容易让孤独症儿童封闭自我,无法将学习的知识迁移泛化到自身的现实社会交往环境中去,以致人机交互的教育干预治疗效果不佳^[2]。

国内外的众多教育学者开展了利用计算机辅助技术的孤独症儿童教育干预研究,开发新颖的教育资源,扩大孤独症儿童的使用人群,合理安排专业的特殊教育人员,使得更多的孤独症儿童能够得到及时有效的教育干预治疗。其中让人侧目的是 3D 教育干预游戏,3D 教育干预游戏在孤独症辅助技术上的应用取得了一定的成效。研究表明,轻松愉快的游戏学习活动和安全的学习环境能够帮助孤独症儿童快速进入学习状态,沉浸在学习活动中。孤独症儿童通过反复学习和训练,学习各项技能。因此,设计和开发的社交互动游戏需要能够帮助孤独症儿童学习和社会交往



对象的技能,进一步帮助儿童提高社交互动技能、语言和行为表达能力以及感知环境的能力。计算机游戏具有环境安全、使用广泛、操作简单、资源丰富等优点,儿童也更易接受。因此用电子游戏作为媒介,能够让孤独症儿童通过虚拟的社交环境自然的表达社交语言和社交动作,来改善其社交障碍的现状,从而使孤独症儿童在现实生活中认识自我、表达自我、控制自我和提升自我^{[25][29]}。

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏能使孤独症儿童非常直观地认识到虚拟游戏场景中的 Avatar 模型是“另外一个自己”,就和儿童在照镜子时看到镜中的自己一样。阿凡达技术是一种将真实人物在数字世界的虚拟化表示的技术,阿凡达(Avatar)是指现实世界中真实人物的形象或行为在数字世界的一种模拟形象表示。基于 3d Max 三维建模以及 Unity3D 游戏引擎开发针对孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏,能用于孤独症儿童的辅助治疗^[24]。在 Avatar 社交互动游戏中模拟了儿童现实生活中的社交情景。在场景中,儿童可与现实生活中的社交对象进行社会交往,让孤独症儿童看见“自己”在虚拟游戏场景中表达的社交语言和动作,利用形象且富有乐趣的画面潜移默化地把孤独症儿童带入情境,激发其学习动机和学习兴趣,促进儿童社会交往能力的发展。

本研究使用 Unity 3D 游戏引擎和 VS 2015 来开发面向孤独症儿童的 Avatar 社交互动游戏,该游戏将现实生活中的一个个社交场景构建成虚拟三维环境,能使孤独症儿童在设计好的 4 个学习活动中有较好的沉浸感、体验感和代入感。和 Flash Virtools 以及 UE4 等工具相比较,Unity 3D 游戏引擎的功能更加完备,制作的游戏场景更加逼真,用户的交互体验更真实。游戏产品带给孤独症儿童的体验感更强,学习环境更安全。面向孤独症儿童干预的 3D 互动游戏能够帮助孤独症儿童建立起虚拟世界与现实生活的关联,促进他们将在学习活动中习得的社交技能向现实生活迁移和泛化^[54]。

1.2 研究现状

1.2.1 国内外研究现状

早在 2005 年的时候,Cheng^[3]就尝试在孤独症儿童面部表情识别的干预中融入阿凡达技术。Hopkins^[4]等也开发了孤独症儿童社交技能干预系统 Facesay,该干预游戏系统是由阿凡达游戏组成的。Carter^[5]等研究发现,孤独症儿童在与阿凡达的交流过程中表现出了比与真实人物进行社会交往活动更加灵活与良好的语言表达能力,孤独症儿童更愿意和阿凡达进行社会交往互动。Deriso^[6]等开发了使用相机来实时匹配 Avatar 的面部表情 Emotion Mirror 系统,该系统检测到而孤独症儿童的注意



力长时间集中在 Avatar 的面部表情上,可以并用来提高孤独症儿童面部表情表达与识别能力。Wiederhold 等^[7]将孤独症儿童及其家人朋友的面部通过计算机辅助技术合成到动画的角色中,将该动画用于孤独症儿童面部表情识别障碍的干预治疗中,和其他动画相比,儿童对合成的动画注视时间更长。Patel 等^[8]为了孤独症儿童观察他人的面部表情和读懂他人表达的情绪,设计了一个叫为 Me Emo 的阿凡达形象,儿童通过观察 Me Emo 的表情来判断 Me Emo 的需求并给予相应的帮助。Newcastle University 的研究员利用虚拟现实技术,创造了一个三维的社交环境来帮助孤独症儿童进行教育干预治疗,在治疗过程中,让孤独症儿童逐渐的适应开发的虚拟现实环境中,慢慢地消除孤独症儿童的恐惧感,结合了认知行为治疗(CBT)的治疗方式帮助他们建立现实生活和虚拟现实环境的联结,最终逐渐适应现实生活中的环境^[19]。Strickland^[18]等通过计算机技术研发了高度集成化的三维虚拟环境,该环境能够引导孤独症儿童进行设计好的社会生活技能的学习,比如过马路时需要判断左右的车辆、等待排队时需要遵守的秩序、正确找到自己的座位等基本社会生活技能。同时他们主张提高儿童的沟通技能。Mitchell^[20]等的科研是将虚拟现实技术应用到 6 名孤独症儿童上,进行社会交往技能的干预训练。研究者们都认为这种新颖的方式具有很大的潜力,用虚拟现实技术来帮助孤独症儿童学习社会技能具有很大的帮助。Moore^[22]等人探究了孤独症儿童辨别虚拟环境中游戏人物的表情能力,研究结果表明结合虚拟环境能够提高孤独症儿童识别人类表情,感知游戏人物的情绪表达,能够缓解儿童害怕社交、不敢社交的心理。Bekele^[20]发现孤独症儿童和常人对信息的加工方式使不同的,但是孤独症儿童能够比较好的辨别虚拟游戏环境中的游戏人物,尤其是高度相似的游戏人物模型,儿童的注意力和辨别能力更好。针对这一特点,我们可以利用虚拟现实技术对孤独症儿童的 Avatar 模型进行仿真,提高儿童的注意力和辨别能力,这种方式可能使教育干预训练更有效。Charitos^[27]等为了让孤独症儿童学会日常的生活技能,利用虚拟现实技术实现了一款“回家”场景的教育干预游戏。

在国内,陈靓影教授^[23]将在孤独症儿童面部表情识别干预中融入了阿凡达技术,研究结果表明融入阿凡达技术的教育干预治疗可以提高孤独症儿童的面部表情识别能力,同时计算机辅助游戏具备环境安全、见效快、重复训练的优点,可以帮助孤独症儿童快速有效的学习知识,并进行知识迁移和技能泛化。谷学静教授^[30]使用 unity3D 游戏引擎来实现帮助孤独症儿童提高认知的一个教育系统,该教育系统使用虚拟现实技术创建三维虚拟环境,构建不同的生活场景,孤独症儿童在构建的虚拟场景中对基本的认知内容进行学习和训练。张倩^[25]研究发现将常用的孤独症干预



方法和虚拟现实技术结合起来对孤独症儿童进行针对性的教育干预训练,其干预效果会更好。她注重对孤独症儿童的认知、生活技能、社会交往等方面的干预。最大限度的帮助孤独症儿童回归正常的社会生活当中。

但我国到目前为止尚无将阿凡达技术融入孤独症儿童社会互动能力干预中的相关报道,大多数的虚拟教育干预游戏没有对孤独症儿童进行仿真,仅仅是一个游戏模型,孤独症儿童的代入感、沉浸感和空间感没有那么强烈,干预效果也就大打折扣。本文使用 Avatar 技术对孤独症儿童的 3D 模型进行仿真,在虚拟游戏中提供可选择的社交互动环境,并且增加场景或变化的复杂性,对孤独症儿童进行教育干预。

1.2.2 Unity3D 应用现状

Unity3D 是由 Unity Technologies 开发的一个全面整合的专业游戏引擎,用户可以使用 unity3D 游戏引擎开发实现三维视频游戏、建筑可视化、三维动画、电视剧等类型的多互动的多平台的综合型电子产品。Unity3D 游戏引擎不仅能够用于游戏开发,还可以应用在医学模拟、教育技术、建筑漫游、国防军事、工业仿真等领域。上述运用的领域一般称为严肃领域,由于 Unity3D 游戏引擎的明显优势,使用 unity3D 开发的严肃领域的产品受到广泛关注^[10]。

无论是正常儿童,还是孤独症儿童,都擅长模仿,因此,模拟类游戏(Simulation Games)是教育游戏中最常用的游戏类型。利用计算机技术实现的教育游戏大多是角色扮演类游戏,儿童通过游戏中的角色的行为和语言来进行模拟学习,然后在现实生活中进行学习迁移和技能泛化。另外, Kristian Kiili^[9]提出了教育与游戏相结的体验式游戏模型(Experiential game),该游戏类型强调儿童自身体验、沉浸游戏的程度越好,取得的学习效果也越好。Alan Amoryl^[11]基于教育理论和游戏设计开发理论,提出了游戏对象模型(Game Object Model),该游戏模型以游戏对象为第一视角,在设计时注重游戏场景的真实性,让学习者在生动形象的场景中进行学习,提高其熟练度、分析情况或进行预测。刘佳力^[10]使用 unity3D 游戏引擎来设计和实现了帮助儿童学习安全知识和提高安全意识的教育游戏,该游戏是以学习者的第一视角出发,在灾难到来时,学习者应该采取的措施。

Unity3D 是应用最广泛的游戏开发引擎,面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏属于模拟仿真类游戏。同时,模拟类严肃游戏不仅具有提升学习者语言技能、视觉空间技能和人际交往技能的特性,还可以帮助学习者提升身体律动、音乐韵律和自然认知技能。孤独症儿童关注和模仿 Avatar 模型在社交场景中的社交动作和社交语言,来对自身产生影响,提高社交技能,从而进行教育干预。由于 unity3D 的跨



平台能力强，可以用来开发三维动画游戏，本文中的研究是依靠 unity3D 游戏引擎来实现的。

1.3 研究目的

基于上述的研究背景与意义、研究现状和 unity3D 游戏引擎应用的综述，同时传统上对孤独症儿童进行的教育干预方式和过程刻板单一。长时间面对枯燥的教育游戏，会导致孤独症儿童因失望而动机弱化，失去兴趣和注意力，教育干预效果大打折扣。因此，本研究主要是面向孤独症儿童教育干预设计和实现的阿凡达(Avatar)社交互动游戏。利用计算机视觉和图形学技术为每个研究对象合成了真实人物形象，并驱动孤独症儿童 Avatar 形象的动作和语言，制作了融入 Avatar 的社交活动教学动画和测评游戏^{[45][24]}。在教学干预时，首先播放真实人物 Avatar 模型的自我介绍动画视频，吸引孤独症儿童的注意力；在孤独症儿童的注意力集中到虚拟游戏上后，让研究对象观看其 Avatar 模型的社交活动教学动画，学习动画中 Avatar 的社交行为和社交语言；孤独症儿童在反复观看每段情境教学动画后，可以利用测评游戏评估此次干预后研究对象的社交能力。由于孤独症儿童的社会交往能力参差不齐，有的孩子可能只会社交动作，而不会社交语言，有的恰好相反，这需要教育工作者正确客观的进行评估，同时针对性的对孤独症儿童进行教育干预治疗。

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏能够展示孤独症儿童真实的生活场景、主要的社交人物以及符合当前社交场景的社交行为、语言的表达，映射出孤独症儿童现实生活中的必要社交关系和所需的社交技能。设计和实现面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏，巧妙地将触摸交互、虚拟现实、图像处理和 Avatar 仿真等计算机技术与孤独症儿童的教育干预融合在一起。孤独症儿童通过新颖的 Avatar 社交互动 3D 游戏进行社交技能学习，在现实生活中学会学习迁移和技能泛化。该游戏通过设计学习目标、建立学习活动，设计基于真实人物形象的干预和测评工具，提高孤独症儿童的社会互动能力，支持孤独症儿童探索不同层次的社会互动场景。该游戏通过轻松愉快的学习方式培养和训练孤独症儿童的社交行为和社交语言的表达，有利于特殊教育专业人员以及儿童家庭对孤独症儿童进行积极有效的早期干预^[44]。

利用 Unity 3D、Visio2015、3D Max 以及 FaceGen Modeller 等软件对孤独症儿童 Avatar 模型、社交人物、社交行为以及社交场景建模和编程。通过 unity3D 游戏引擎实现的面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏，对孤独症儿童的社交能力进行教育干预，从而改善儿童社交障碍的现状，达到教育干预的目的。



因此,将 Avatar 技术融入孤独症儿童的教育干预之中,利用计算机视觉和图形学技术为每个孤独症儿童合成 Avatar 形象,并驱动儿童的 Avatar 模型在当前设计好的社交场景中的行为语言表达,然后制作融入 Avatar 技术的孤独症儿童教育干预情境教学动画和测评游戏,最终实现出一个孤独症儿童模仿干预系统,旨在为孤独症儿童的教育干预提供一种新模式新方法,增强孤独症儿童的模仿和社会互动能力,促进孤独症儿童的康复。

1.4 论文组织结构

本文分为六章,各个章节内容安排如下:

第一章 绪论。介绍了设计和实现面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的研究背景及意义,探究国内外研究现状和 unity3D 游戏引擎的应用现状,并讨论了目前国内外极少有面向孤独症儿童干预的阿凡达(Avatar)3D 社交互动游戏,本文提出将 Avatar 技术和 Unity 3D 游戏引擎结合开发应 3D 社交互动游戏用于孤独症儿童的社交干预治疗的主张。明确本文的研究目标和研究目的。

第二章实现游戏开发的关键技术介绍。主要描述了 Unity 3D 游戏引擎的特性、应用以及开发面向孤独症儿童干预的阿凡达社交互动游戏需要用到的 Unity3D 游戏引擎中的关键技术,包括了:着色器、动画制作、光照贴图技术。另外还描述了 3 维建模软件 3D Max 和 3D 头部生成软件 FaceGen Modeller 的特性、功能。

第三章 孤独症儿童 Avatar 模型构建,选取孤独症儿童,即真实人物的照片。然后通过 FaceGen Modeller 生成孤独症儿童的 3D 头部模型,再通过 3D Max 构建孤独症儿童阿凡达模型,即研究对象。最后在 unity3D 中读取该阿凡达模型的数据,实例化该模型,出现在设计好的各个虚拟的社交场景中。

第四章 孤独症儿童动作数据处理。孤独症儿童在相应的社交场合中需要与体现人际关系的游戏对象进行社交互动,因此,孤独症儿童的 Avatar 模型能够在游戏中做出符合该场景下的社交动作和说出社交语言。三维虚拟游戏中儿童的动作和语言能够被 unity 3D 游戏引擎读取和回放。每个儿童都能够使用这一套动作和语言。在虚拟游戏中,儿童能够“感同身受”,从而激发患儿的学习兴趣。

第五章 基于 Avatar 技术的面向孤独症儿童干预的社交互动游戏的设计和实现。详细介绍了孤独症儿童的常见社交情景,包括生活场景、人际关系和语言动作。阿凡达社交互动游戏情景设计,介绍了面向孤独症儿童干预的阿凡达互动游戏情景的设计,该游戏情景具体描述了孤独症儿童在相应的生活场景中语言、动作的表达。最重要的是孤独症儿童与朋友和家人在相应的社交场景中进行语言和动作的交流,



帮助孤独症儿童提高社会交往的兴趣、提高孤独症儿童的语言表达能力和建立起儿童对生活环境、人际关系的感知。该游戏的实现基于 Unity 3D 游戏引擎和 VS 2015，开发语言为 C#，通过阿凡达 (Avatar) 社交互动游戏的实现来干预治疗孤独症儿童，使儿童在玩耍阿凡达社交互动游戏后产生学习迁移和技能泛化。

第六章 总结与展望。总结和展望在设计 and 实现面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的过程中的一些思考，并指出研究中的不足和给未来的研究方向一些建议。



第二章 理论支持和技术基础

2.1 Avatar 社交互动游戏理论支持

(1) 情境教学理论。该理论认为在教育教学中，教育工作者应该有目的、有组织地引入或创设具有一定情绪色彩的、以形象为主体的生动具体的场景，给孤独症儿童创建一种良好的课堂体验，激发其学习兴趣，使孤独症儿童更好地理解和吸收课堂的知识内容，促进孤独症儿童的心理发展。在孤独症儿童教学干预过程中，特殊教育老师通常借助视频、动画等电子媒介，使儿童的注意力和兴趣快速集中在教学内容上。然后采用情境教学法来帮助儿童快速进入当前的虚拟游戏情景，最后在现实生活中将习得技能进行迁移和泛化[43]。

(2) 建构主义 (constructivism)，也被称为结构主义，起源于二十世纪六十年代初，是在行为主义理论和认知理论的基础上发展起来的，九十年代初逐渐被重视。建构主义认为个体的认知是在学习过程中发展起来的，学习者学习和获得知识的有效方式是和其他学生一起讨论知识、建构知识体系，学习者必须通过自身对知识进行意义的理解和建构，才能获取知识。孤独症儿童的教育干预尤其特殊，这要求特殊教育的教师需要学会运用多媒体、网络技术等媒介创设情境，根据孤独症儿童自身的特点，有针对性的给儿童提供利于主动探究、合作交流的学习环境和学习内容。建构主义的教学方式有利于增强儿童的自主性和探究思维，加深其对学习内容理解的深刻性，利于孤独症儿童将学习技能进行迁移和泛化。在孤独症儿童的教育干预方法中，教育游戏是老师们最常用的方式。教育游戏中也有建构主义的影子，利用资源丰富的教育游戏吸引孤独症儿童的注意力，增强课堂的趣味性。教育游戏对儿童是吸引而不是强制教授，对儿童的学习起到的促进作用，教育游戏提供给儿童反复试错的机会，儿童可以重复训练和不断巩固知识。利用教育游戏教学，充分体现了以学习者为中心的理念，也是以孤独症儿童的视角学习知识。本研究设计的 Avatar 社交互动游戏构建了多维度化的虚拟情境，设计了丰富的学习资源，帮助孤独症儿童创造协作学习的环境，搭建了教育干预情景和游戏测评两个模块。使用该游戏可以帮助儿童不断反复的学习和巩固练习，构建自己的社交知识体系[28]。

(3) 视觉支持策略。孤独症儿童具有视觉优势、长时间注视某物、动作刻板的特点，教育干预游戏通常借助图片、符号、视频、实物等含有视觉因素的学习材料作为媒介来帮助孤独症儿童认识社交环境和掌握社交互动技能。本研究使用的 3D 模型立体感和空间感强、模型简单大气和颜色鲜明，给孤独症儿童的视觉冲击更加



强烈，留给儿童的发展空间更大^[32]。

(4) 人际关系发展干预理论。人际关系发展干预理论的基础是建构在工具性互动和经验分享互动之上的。工具性互动是为了达到某种目的的手段（比如购物、坐公交、看电影、食堂吃饭等），与学习者互动的对象是谁没有太大关系；而“经验分享”需要与特定对象（比如朋友、家人、同学、老师）分享知识，表达社交语言和社交动作，才能产生互动乐趣。孤独症儿童存在经验分享上的学习困难，缺乏使用情感协调机制的能力，社交互动行为大多只停留在工具性互动上。有研究表明，在有家庭成员的参与情况下，孤独症儿童更容易发出“经验分享”的社交互动行为，也更愿意将学到的技能在新情境下加以运用并长时间地保持^[33]。

(5) 社会学习理论。该理论提倡的是人的行为，特别是人的复杂行为主要是后天学习习得。任何一个人都不可能脱离社会而存在，否则就会逐渐失去对现代社会环境的适应能力^[43]。著名的社会学习理论学者班杜拉强调社会学习中最重要学习方式是观察学习或者是模仿学习。注意是观察学习的第一步，只有孤独症儿童的注意力集中在他自己的 Avatar 模型上，后期的研究才得以展开。当孤独症儿童注意到他自己的 Avatar 模型上，并且开始观察 Avatar 模型的社交行为和社交语言时，Avatar 模型行动本身的特征、孤独症儿童的认知特征以及学习者和 Avatar 模型之间的关系等诸多因素都会影响教育干预的效果。前期进行的教学干预活动主要是让孤独症儿童注意和观察自身的 Avatar 模型在社交情景中表达的社交行为和社交语言。后期对孤独症儿童进行游戏测评，主要是在儿童观察学习的保持阶段，Avatar 模型虽然不再自动向社交人物交互，但他前期的社交行为仍给儿童以影响。要使 Avatar 模型的社交行为在儿童的记忆中保持，需要把 Avatar 模型的社交行为用儿童易懂的符号表象化，例如语音提示，图像表示。通过符号这一媒介，儿童能够将 Avatar 模型的社交行为保持长时间的记忆。儿童在观察学习的第三个阶段是把记忆中存储的符号转换成 Avatar 模型的社交动作和社交语言，即再现以前所观察到的 Avatar 模型的示范行为。游戏测评时，儿童需要触摸计算机游戏完成与社交人物的交互，即完成社交场景中的社交动作和社交语言。

孤独症儿童擅长于观察和模仿。因此游戏设计时，考虑到孤独症儿童通过在具体生活情境中的学习，通过观察学习，建立情境与行为的联结，使得孤独症儿童的社交行为和社交语言得到强化。由以上的阿凡达社交互动游戏设计理论基础，我们可以得到下图。

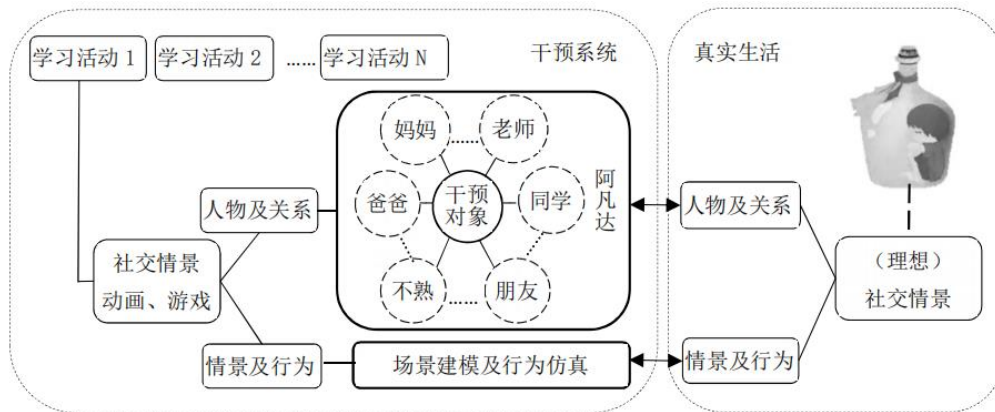


图 2.1 阿凡达 (Avatar) 社交互动游戏系统

由图 2.1 可知, Avatar 社交互动游戏一是要体现出孤独症儿童的社交关系,即社会交往中要建立儿童的社会关系网,与之交往的人物需是孤独症儿童现实生活场景中熟悉和社交的人物,比如上图中展示的妈妈、老师、同学等;二是要体现孤独症儿童的行为,每个社交场合都要和社交人物进行互动,现实生活场景中往往需要在社交场合中表达自己的动作和语言。另外,孤独症儿童的阿凡达 (Avatar) 形象也应该进行仿真。构建孤独症儿童真实生活场景,需要对人物关系和孤独症儿童的情景及行为进行建模。本文的研究是通过 3D max、FaceGen Modeller 等软件对孤独症儿童的人物模型进行建模,再用 Unity3D 游戏引擎、VS 2015 进行编程,实现孤独症儿童可以反复训练学习和进行教育干预治疗的 Avatar 社交互动游戏。

2.2 Avatar 社交互动游戏技术基础

2.2.1 Avatar 技术

在 1985 年的时候, Chip Moningstar 和 Joseph Romer 就使用“Avatar”这个词语来描述其设计实现的网络角色扮演游戏里的游戏仿真角色。2009 年,3D 电影《Avatar》使用 Avatar 技术来制作三维动画电影,让人眼前一亮,享受了一场视觉盛宴,让 Avatar 技术走进人们的视线。但是 Avatar 不仅仅可以作为一种 3D 形象出现在动画电影里面,还可以表示现实世界真实人物的形象或者是行为在虚拟世界图形化、虚拟化。Avatar 是运用计算机科学技术对现实生活中的真实人物形象、行为或动作的一种模拟,相当于对真实人物进行三维仿真,使其与真实人物无多大差别[23][24]。Avatar 是在计算机系统中可以表示为图片、卡通、动画、视频、三维模型等形式,是现实时间中真实人物形象或动作的表示方法。更为成熟的 Avatar 技术可以构建具有真情实感的包含外观、动作、情感和行为特征的三维仿真模型[29]。



本文中阿凡达 (Avatar) 是孤独症儿童的化身, 阿凡达技术能够让孤独症儿童身临其境, 感同身受。Dan Ferber^[11]就尝试研制一种使用镜子的实验性治疗方法。患有孤独症的孩子会被教导去拿一个藏在桌子下面的玩具, 在镜子反光的指引下, 孩子们自己的运动指令和镜子中另一个孩子的运动之间的完美同步, 可能会提供“双剂量”刺激, 以帮助恢复休眠的镜像神经元。“Avatar”就像镜子中的另一个孩子, 实验表明, 当一名被试在电脑上看到自己的虚拟形象时, 他相信自己的意识已经转移到了化身身上^{[13][14][15]}。因此, 通过 Avatar 技术能够使用户感知到数字世界中的人物是自己的化身, 我们可以利用这种计算机技术来实现图形描述和孤独症儿童相同行为之间的共振。我们让孤独症儿童看到 Avatar 模型的社交行为, 当儿童认为 Avatar 就是自己的时候, 会形成了自我意识。

2.2.2 Unity 3D 游戏引擎概述

Unity3D 作为开发 Avatar 社交互动游戏的游戏引擎, 具有如下优点:

(1) 兼容性强、跨平台。

Unity3D 最突出的优点就是它的编辑器可以在 Windows、Mac、OSX 和 Linux 等多种系统上运行, 并且由它开发的项目也支持发布到多个平台上。本研究使用 unity3D 开发 Avatar 社交互动游戏发布到 windows 平台上, 孤独症儿童可以与计算机进行触摸交互, 有利于吸引儿童的注意力^[39]。

(2) 编辑器功能强大

Unity3D 的编辑器不仅功能非常强大, 而且简单好用。游戏开发者可以自行修改编辑界面上的窗口, 方便自己使用。在编辑器面板上能够调整虚拟游戏场景的各种参数 (比如 Terrain、Shader、Lighting、Animation、Material、Audio、Physics、UI)。另外, unity3D 也提供各种组件, 包括 GUI、网络、材质、动画等。游戏开发者使用编辑器上的组件能够很方便的对游戏模型的参数进行修改, 也能够通过书写脚本来增加参数^[52]。

(3) 强大的三维引擎功能。

Unity3D 游戏引擎为游戏开发者提供多种强大的功能。首先是灯光系统, 在使用 unity3D 开发虚拟游戏场景时, 常常会用到等灯光、动态实时阴影、光效、HDR 技术等光照技术, 让 3D 虚拟游戏的空间给用户的感觉更加强烈。其次是渲染, 多线程渲染管道技术能够提升渲染的速度, 同时为了使虚拟游戏中的图像更加真实, unity3D 提供了可以自动计算场景光线的全局照明技术。Unity3D 提供的网格系统 (Mesh) 可以对三维物体进行修改, 比如贴图、网格顶点, 还具有网格过滤和网格渲染等非常实用的功能。此外, Unity3D 提供 UI 系统、物理系统、地形系统等功能,



大大满足了游戏开发者开发虚拟游戏的需求。另外，面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏中教育干预学习活动中下，需要制作儿童与社交人物进行社交互动的三维动画，使用 unity3D 的导航功能(NavMesh)，可以用来设定孤独症儿童的自动寻路路线。目前在 unity3D 的编辑器中即可直接进行烘焙，设定完成可大幅提高路径找寻(Path-finding)及人群仿真(CrowdSimulation)的效率^[37]。

(4) Mecanim 动画制作系统

Unity3D 游戏引擎提供的 Mecanim 动画系统具有非常高效的操作功能，游戏开发者可以使用它制作出非常形象逼真、自然流畅的社交动作。虚拟游戏情景中的动画与真实世界差别不大能让孤独症儿童的感受更加真实，学习效果会更好。并且游戏开发者还能够直接在编辑器中设置和编辑动画游戏人物模型的角色蒙皮。通过创建混合树、状态机和控制器等动作流程、使用动画重定向功能、编写 IK 骨骼脚本等来制作自然流畅的社交动作。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏中游戏人物的社交动作是使用 Mecanim 动画制作系统来实现的^[51]。

(5) 资源导入便捷。

Unity3D 支持 3ds Max、Maya、Blender 等多种软件格式模型的文件格式，不过为了统一建模，本研究中使用的是 FBX 文件格式。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的实现需要各种 UI、人和物的资源，包括音频、图片、动画、3D 模型等，Unity3D 都是能够支持直接导入和导出的^{[38][36]}。

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏使用 Unity3D 游戏引擎进行开发，所有的交互运动、界面布置、游戏逻辑设置都在 Unity3D 软件中进行。VS 2015 提供了适用 unity3D 编程的工具，所以我们使用 VS 2015 进行脚本书写。本游戏将使用 Unity 5.6.6 游戏引擎，结合 VS 2015 进行开发。

Unity3D 编辑界面如图 2.2 所示，游戏开发者可以根据自己的操作习惯和视觉偏好来任意编辑界面上显示的窗口。



图 2.2 unity3D 编辑界面

2.2.3 3d Max

Autodesk 公司开发的 3D Studio Max，也称为 3d Max 或 3ds MAX，是一款专门用来对人和物都可以建模的三维建模软件。3d Max 被广泛的应用于各个领域，例如二维动画视频、三维动画、建筑可视化、工业设计、教育教学，医学建模等方面，也有人用来制作影视和特效。总之，3d Max 是一款功能强大、应用领域广泛的三维建模软件^[29]。

本研究中使用 3d Max 孤独症儿童的头部模型进行修改，使之仿真更加生动形象，另外对一些基本的建筑模型和游戏人物动作进行建模^[41]。3d Max 具有以下优势：

(1) 编辑界面简洁。

3d Max 的编辑界面非常简单，编辑工具多种多样，支持的文件格式也多样，可对 3D 模型进行二次建模。3d Max 有多个版本可供学习者选择，彼此之间的编辑界面差别不大。

(2) 具有强大的内置功能。

3d Max 有非常强大的内置功能，构建模型方法也有多种，同时也可以创建三维动画和对 3D 模型进行渲染，使其更加生动、形象和逼真。Max Creation Graph 动画控制器是 3d Max 的编写动画控制器，用户在 3d Max 软件内就可以对 3D 模型进行创建、修改、打包和共享动画的操作。对于孤独症 Avatar 模型来说，使用 3d Max 进



行人物建模可以简化其动作代码。同时 3d Max 提供了注视约束、光线至曲面变换约束和旋转弹簧控制器等动画制作的常用控制器。另外，虚拟游戏场景中常常要用到不可控的物理素材，比如重力因素，3d Max 也提供了物理系统，所以 3d Max 也可以创建基于物理的模拟控制器，方便了一些素材的构建。最后，用户可以使用游戏导出器通过 FBX 交换技术，将 3D 模型的数据（如模型、动画、纹理、材质、LOD、灯光、摄影机）从 3d Max 传输到要使用的游戏引擎中（如 Unity3D、Unreal Engine 和 Stingray）。

（3）通用性比较强。

3d Max 支持多种文件格式，导入和导出的文件格式都可以根据用户的需求来修改。本研究使用的文件格式是 FBX，3d Max 也是支持的。

（4）3D 模型建模形象逼真。

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏要求虚拟游戏场景和游戏人物尽可能的形象逼真，3d Max 三维建模的效果和真实生活中的人和物还是比较接近的[30][54]。

2.2.4 FaceGen Modeller

FaceGen Modeller 可以根据照片来创建三维立体的真实的人类面孔，用户根据真实人物的面部特征来设置照片中基本的面部特征。FaceGen Modeller 提供了包括年龄、种族和性别在内的 150 种控制编辑面孔。并且，FaceGen Modeller 也提供了带有表情和音调的动画形态，让 3D 头部模型能够更加形象生动。生成的文件格式不仅可以储存为 bmp、jpg、tga、tif 图像格式，也可以导出 wrl、obj、3ds 三维立体文件格式。本研究中软件利用 FaceGen Modeller 来生成孤独症儿童的 3D 头部模型，FaceGen Modeller 会直接生成一个具有导入孤独症儿童照片外观特征的 3D 头部模型，并且我们可以使用软件内置的编辑方法对生成的 Avatar 头部模型进行简单的修改和调整，使之更加形象逼真，得到预想的效果。采用 FaceGen Modeller 来生成儿童的 3D 头部模型是因为可以快速生成 3D 头部模型，同时该种建模法操作简单便捷，生动形象。但是 FaceGen Modeller 对儿童头部的建模局限于年龄，面部偏成熟，需要我们使用 3D max 进行二次建模，对他进行微调^[23]。

本文中使用 FaceGen Modeller 对孤独症儿童的 3D 头部进行建模，输出的文件格式是 Unity3D 使用的 obj 文件格式。FaceGen Modeller 的界面编辑如图 2.3 所示，汉化的 FaceGen Modeller 更易操作，软件也支持对生成的 3D 模型进行编辑，使之更加仿真。



图 2.3 FaceGen Modeller 编辑界面



第三章 孤独症儿童 Avatar 模型构建

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的设计和实现首要是建立孤独症儿童的 Avatar 形象,使孤独症儿童的 Avatar 形象能够在设计好的虚拟游戏场景中作为游戏对象实例化,从而实现一系列的社会交往活动。本章内容对孤独症儿童阿凡达(Avatar)构建的相关内容进行详细的介绍。为了保护和尊重孤独症儿童的隐私,本文采取的孤独症儿童的照片是网络上公开的照片,如有侵权,请告知,笔者一定删除。

3.1 孤独症儿童 Avatar 构建流程

孤独症儿童大多患有社交障碍,以自我为中心,对周围环境的感知能力较弱,通常在社会交往中对自己高度关注而忽略他人的存在^[28]。然而孤独症儿童比正常儿童更具视觉优势和专注力,基于孤独症儿童的视觉自我认知特点,本文依据建构注意理论、社会学习理论、人际关系发展理论等理论为依托,创建孤独症儿童的阿凡 Avatar 形象,吸引孤独症儿童的注意力,使其关注自己的 Avatar 模型在虚拟游戏中的社交行为。同时利用孤独症儿童呆板、兴趣狭窄的特点,让孤独症儿童对 Avatar 形象的社交行为反复进行观察和学习,构建孤独症儿童虚拟环境中的社交行为和现实生活中的社交行为的联结。另外在游戏测评情景中,孤独症儿童在观察学习了 Avatar 模型在相应的社交场合中社交动作和语言表达后,在游戏测评场景中,会即时的检测孤独症儿童社交行为的表达,从而激发孤独症儿童参与游戏测评的兴趣与动机。

本研究使用 FaceGen modeller 来获取孤独症儿童的 3D 头部模型,然后在 unity3D 游戏引擎中与孤独症儿童的身体模型进行拟合,从而构建孤独症儿童的阿凡达(Avatar)模型。孤独症儿童的 Avatar 模型需要尽可能的三维仿真,吸引儿童的注意力。由于孤独症儿童有性别之分,本文构建了男生和女生两个基本的 Avatar 身体模型,然后与生成的 3D 头部模型进行拟合,完成孤独症儿童 Avatar 模型的构建。孤独症儿童的 Avatar 模型构建流程如图 3.1、3.2 所示。

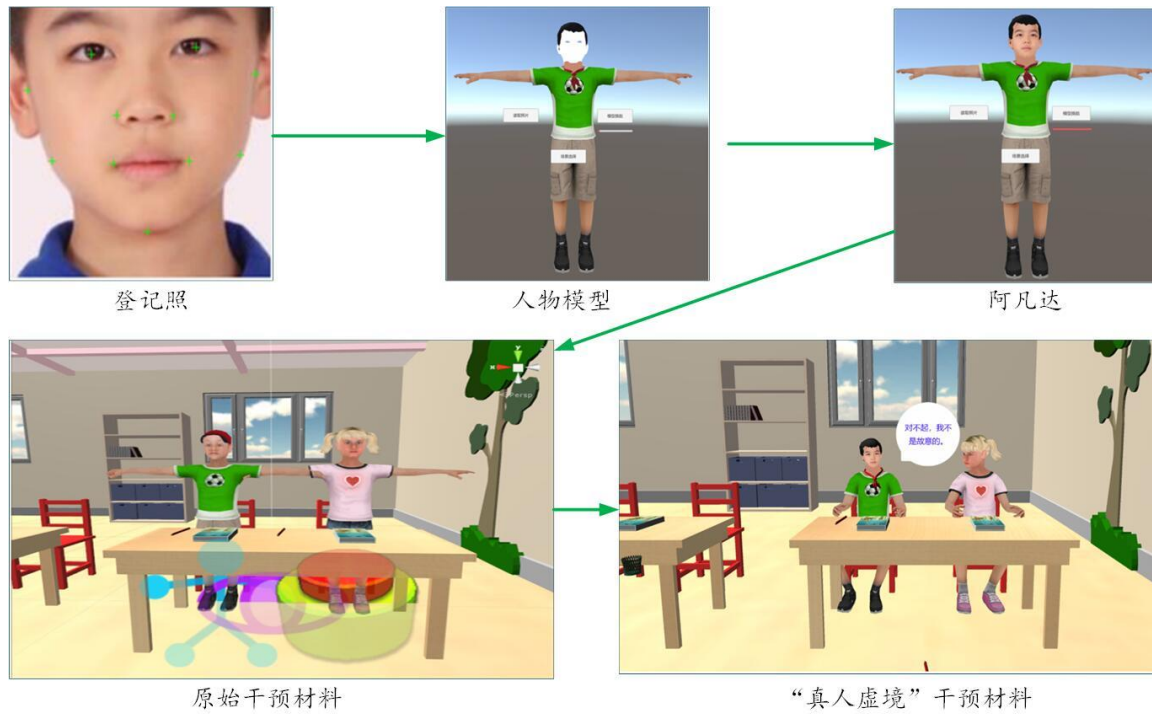


图 3.1 孤独症男孩 Avatar 虚拟游戏实现流程

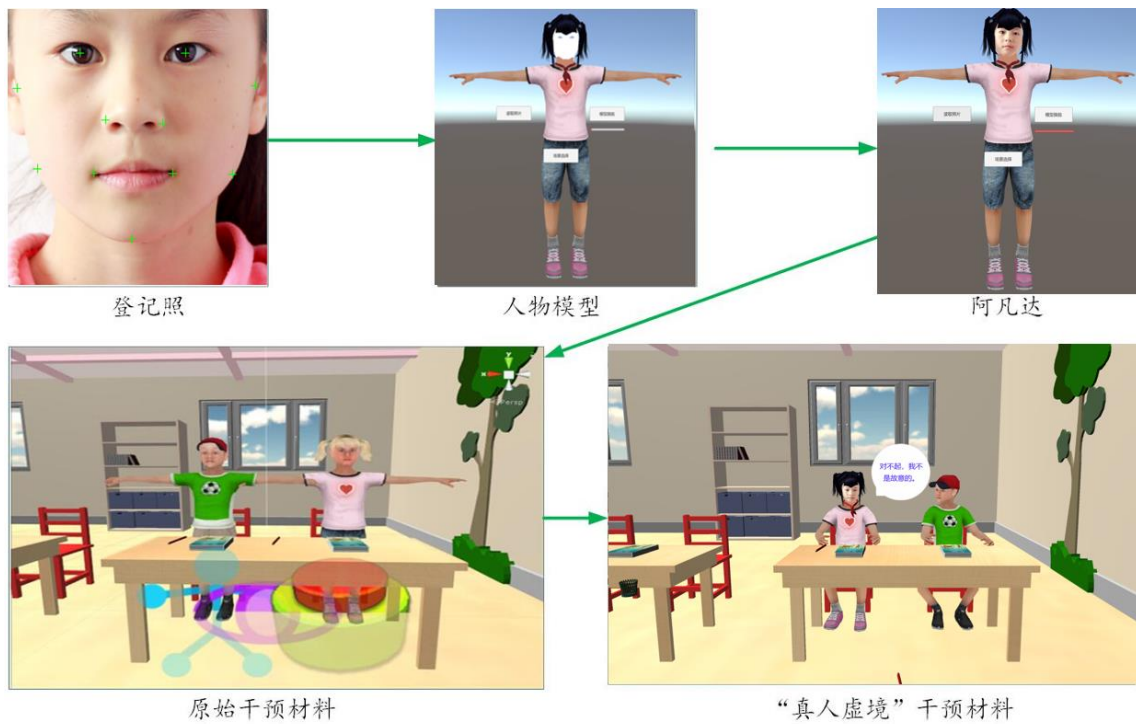


图 3.2 孤独症女孩 Avatar 虚拟游戏实现流程



3.2 FaceGen Modeller 生成的 3D 头部模型

为了保护和尊重孤独症儿童的隐私，本文使用网络上的儿童的照片来进行孤独症儿童的头部模型建模。使用 FaceGen modeller 软件进行头部建模的流程如下：

(1) 输入孤独症儿童的照片。选用的照片须是儿童的正面照，为了头部模型更加形象逼真，儿童的侧面照也尽量输入。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的直接使用者是孤独症儿童，有性别之分。因此，本研究中构建的孤独症儿童 Avatar 模型有男孩和女孩的选择。软件载入选择的照片如图 3.3 所示，左边的图(a)是选择的男孩照片，右边的图(b)是选择的女孩照片。



(a)



(b)

图 3.3 输入的儿童照片

(2) 载入照片，调整儿童的面部特征点。FaceGen modeller 软件是根据照片人物的面部特征点来建模的，面部特征包括了 11 个特征点。因此，在调整儿童的面部特征点的时候，应该认真和仔细，使生成的 3D 头部接近于真实人物。具体做法如下图所示。

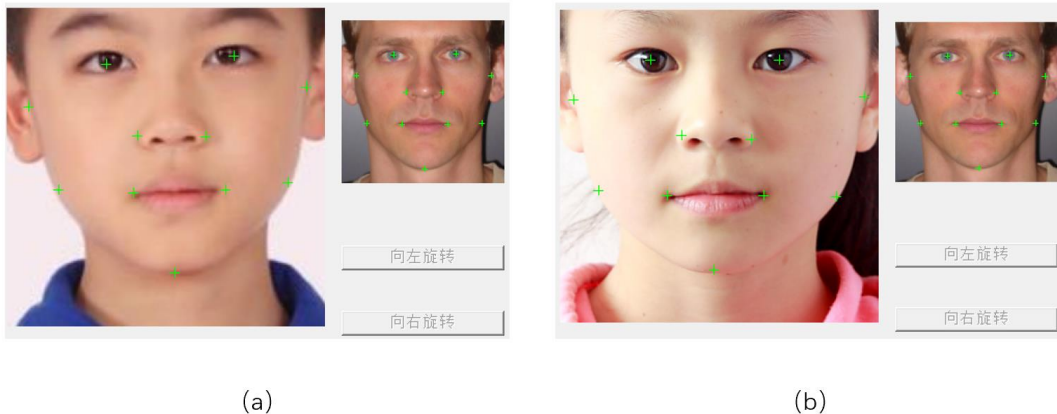


图 3.4 调整儿童的面部特征点

(3) 开始建模。调整好儿童的面部特征点后直接点击软件的下一步，等待几分钟就能够得到初步的 3D 头部模型。下图是初步生成的 3D 头部模型。



图 3.5 生成头部 3D 模型

(4) 使用 FaceGen modeller 内置的编辑功能对构建好的 3D 头部模型进行简单的编辑，使其更加形象逼真。内置的编辑功能涉及人种、年龄、肤色、性别等。但是这样初步得到的 3D 头部模型与照片还是有差距，需要二次建模。由图 3.4 显示的 FaceGen modeller 编辑界面中可以看到，软件的右边的界面是对生成 3D 头部模型的简单编辑，从而可以使孤独症儿童的阿凡达形象更加逼真。

(5) 导出 unity3D 读取的 obj 文件格式。Unity3D 能够读取的文件格式最常用的是 obj 文件。

(6) 使用 3D max 修正 FaceGen modeller 生成的 3D 模型。FaceGen modeller 生成的 3D 模型可能与孤独症儿童的真实形象还有一定的差距，需要我们使用 3D max 再次的进行编辑，最大限度的保证孤独症儿童的 Avatar 模型与儿童的真实形象一致。



3.3 3D 头部模型和身体模型的拟合

在 Avatar 社交互动游戏中，设置了一个孤独症儿童的基础身体模型，如图 3.6 所示。在该场景中，用户选择孤独症儿童的真实照片，将 3D 头部模型和孤独症儿童的身体模型进行融合，生成当前使用该游戏的儿童的阿凡达（Avatar）形象。

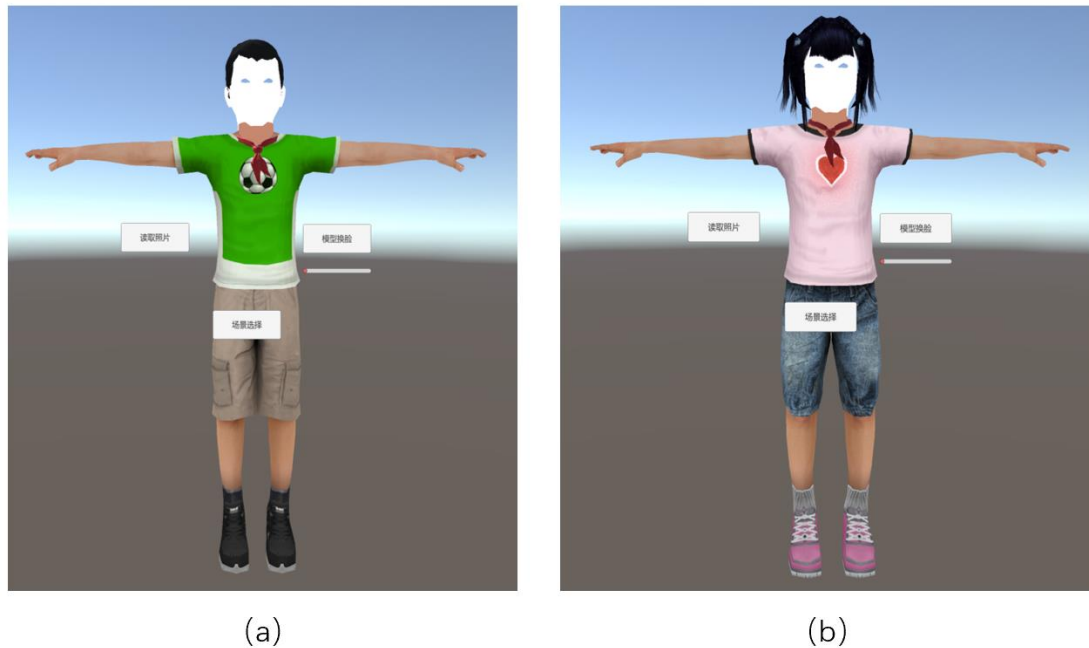


图 3.6 孤独症儿童身体模型

在 Unity3D 和 VS 2015 中通过编写脚本将孤独症儿童的 3D 头部模型和孤独症儿童的身体模型进行拟合，生成的效果如图 3.7 所示。

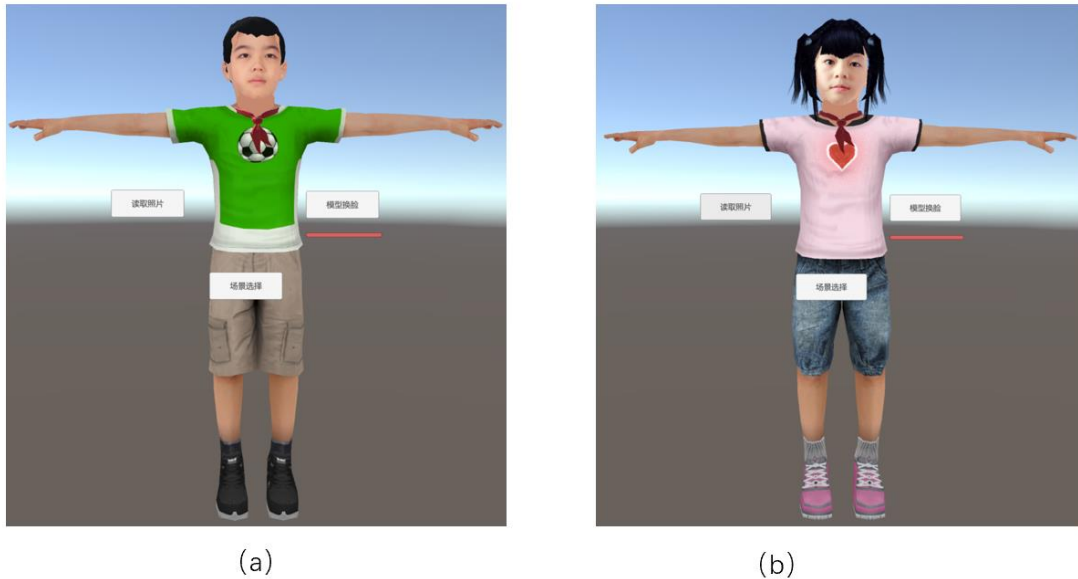


图 3.7 孤独症儿童的 Avatar 形象

3.4 孤独症儿童 Avatar 模型在虚拟场景中实例化

在章节 3.2 中，我们得到了孤独症儿童的 Avatar 模型，孤独症儿童将以这个仿真的三维模型进入到相应的场景中。本文使用的是 unity3D 5.6.6 版本进行开发，首先需要将孤独症儿童生成的 3D 头部模型导入到 unity3D 游戏引擎中，然后进行 3D 头部模型和身体模型的契合，这样才能生成了孤独症儿童 Avatar 模型。研究中，我们需要孤独症儿童的阿凡达在虚拟游戏场景中和一些游戏对象进行社交互动，所以孤独症儿童 Avatar 模型要在虚拟场景中实例化。也就是 unity3D 游戏引擎实现的 4 个虚拟场景中需要读取孤独症儿童的阿凡达形象。图 3.8 展示的是在 unity3D 游戏引擎中进行编辑，图 3.9 展示的是运行成功的虚拟游戏情景。我们可以看到，编辑页面中，对虚拟环境（教室）进行三维建模，然后在需要写游戏进程的游戏物体上挂载编写好的脚本，运行 Avatar 社交互动游戏就可以看到孤独症儿童 Avatar 模型在相应的社交场景中与游戏人物进行社交互动，表达自己的社交行为和社交语言。

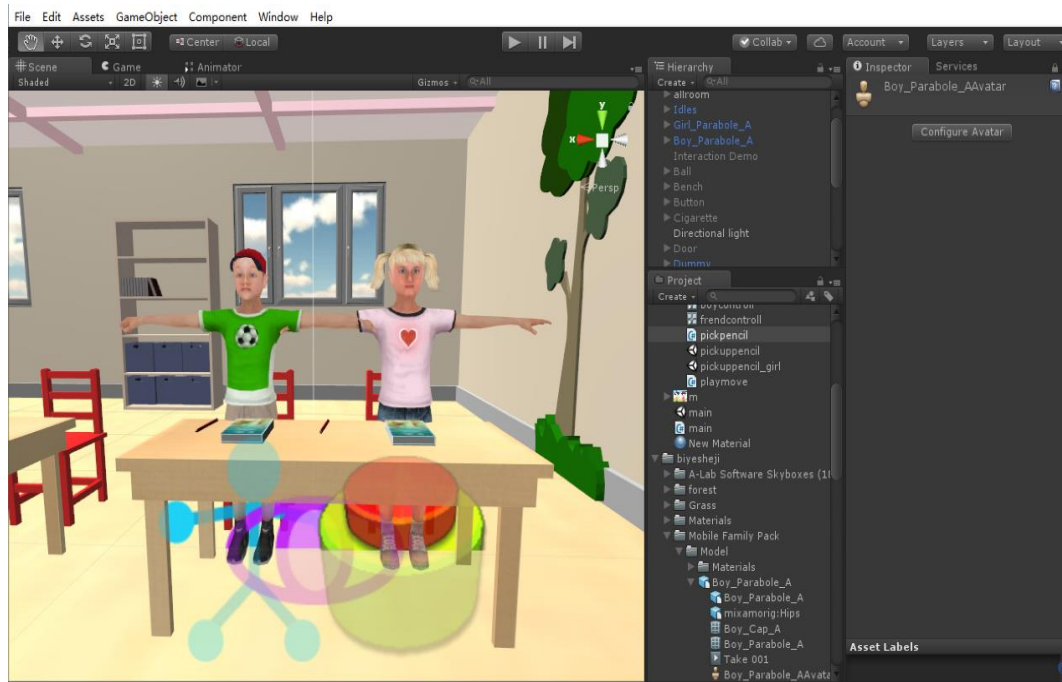


图 3.8 编程孤独症儿童阿凡达形象的实例化



图 3.9 孤独症儿童阿凡达形象实例化运行



第四章 孤独症儿童动作数据处理

前一章对孤独症儿童的 Avatar 模型构建做了描述,本章则是对该模型的动作数据进行介绍。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏是需要相应的社交场景中,孤独症儿童做出符合当前情景的动作和说出符合当前情景的语言。因此,游戏过程中该游戏会自动读取构建好的孤独症儿童 Avatar 模型和游戏对象的动作数据,从而表现出符合当前社会交往情景的动作和表达出符合当前社会交往情景的语言。

4.1 Mecanim 动画系统

Mecanim 动画系统是 Unity3D 游戏引擎提供的一个功能强大的动画系统,游戏开发者可以使用 Mecanim 动画系统来对虚拟游戏中的游戏角色动画做一些处理,配合脚本使用,能够使游戏角色的动画更加自然,同时孤独症儿童的 Avatar 模型和社交人物模型的互动也更加自然。Mecanim 的特性如下:

(1) 针对人形角色进行简易的工作流和动画创建。游戏开发人员可以使用脚本去调整人物的动作数据。

(2) 创建“Avatar”是使用 Mecanim 动画系统的关键步骤,因此,正确地为 3D 人物模型设置“Avatar”也就变得至关重要。这里的“Avatar”指的是 Mecanim 动画系统中的重要模块,本研究中的 Avatar 指的是孤独症儿童在虚拟游戏中的化身,即儿童的真实人物在数字世界的模拟化身。开发游戏过程中,游戏开发者需要在“Avatar”界面中设置 3D 人物模型的“Avatar”,保证 3D 人物模型的骨骼结构与 Mecanim 预定义的骨骼结构已经正确映射。当所有的游戏人物拥有同一个人形骨架结构“Avatar”时,就可以使用 unity3D 的动作重定向(Retargeting)功能把动画从一个角色模型应用到另一个角色模型上,这样能够大大减少了人物模型动作制作的工作量。

本研究中使用的 3D 人物模型具有简单的动作设计,然后可以用 unity3D 的动作重定向功能,将所有的游戏社交人物和孤独症儿童的 Avatar 模型都使用同一套动作,可以节约实现游戏的工作量。孤独症儿童的阿凡达(Avatar)模型的骨骼映射(“Avatar”)的创建如下图所示。

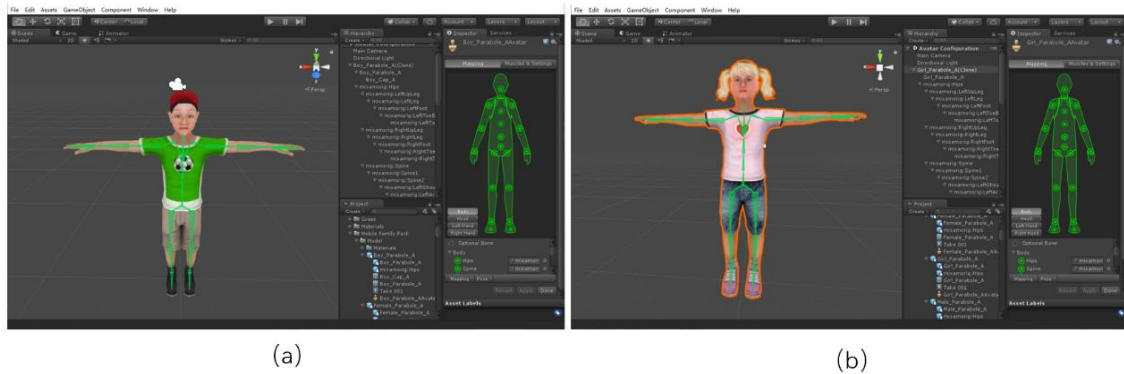


图 4.1 孤独症儿童的“Avatar”

(3) 针对 Animation Clips(动画片段)的简易工作流, 游戏开发者可以预览游戏角色的动画片段以及他们之间的过渡和交互过程。游戏开发人员可以在编写游戏逻辑代码之前预览动画效果, 从而设置游戏角色动画之间的逻辑。此外, 我们可以通过设置预制体(Prefab)来保存游戏角色, 方便将游戏角色模型的各个组成部分保存和随时使用。如图 4.2 中资源窗口可以看到游戏人物模型的预制体, 该预制体包含了我们设置好的社交动作。

Animator 是一个 unity3D 中用于管理动画间复杂交互作用的可视化编程工具, 如图 4.2 所示, Unity3D 动作编辑界面的右边显示是可以对人物模型的动作进行简单编辑的, 我们可以增加或截取人物模型的动作。



图 4.2 动作编辑



(4) 通过不同逻辑来控制不同身体部位运动的能力, 任何一个拥“Avatar”的 GameObject 都需要有一个 Animator 组件, 该组件是关联游戏角色及其行为的纽带, 如图 4.3 所示。Animator 组件中还提供了一个为游戏角色设置行为的动画控制器 (Animator Controller), 可以帮助游戏开发者对游戏人物的动画进行设置。

Unity3D 游戏引擎提供的动控制画有状态机(state Machines)、混合树 (Blend Trees) 以及脚本控制的事件 (Events)^[42]。孤独症儿童的 Avatar 模型在游戏中进行的社交动作是可以分解为一个个细小的动作片段, 所以在制作动画的时候需要用动画控制器连接起来。本研究中使用 unity3D 的动画控制器对孤独症儿童 Avatar 形象进行控制, 实现孤独症儿童的 Avatar 形象在虚拟游戏社交场合中的一连串社交动作, 然后通过脚本来调动或停止动作。

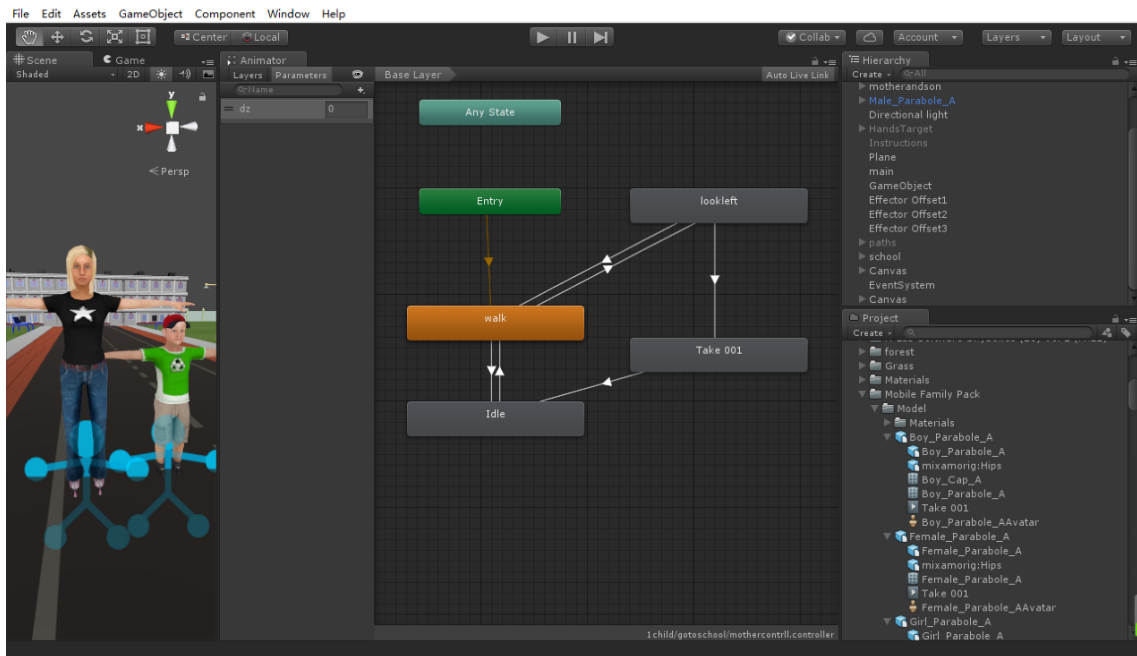


图 4.3 Mecanim 动画控制器

4.2 “Avatar” 设置

Mecanim 动画系统适用于制作人形角色动画。由于人形骨架是呈 T 形的, 它也是游戏开发中普遍采用的一种骨架结构。人形角色有基本的骨骼节点 (如颈部、肘关节、膝关节等), 也有更为细小的骨骼节点 (如手指关节、脚趾关节等), 在游戏制作中, 细小的骨骼节点可以制作更加细腻的动画。研究中需要对游戏所需要的 3D 人物模型进行“Avatar”配置, 将 3D 人物模型的骨骼结构与 Mecanim 预定义的骨骼结构正确映射。



由于人形骨架结构的相似性，我们可以使用动画重定向功能快速实现将动画效果从一个人形骨架结构映射到另外一个人形骨架上去。Mecanim 充分利用了人人形骨骼相似这一特点来简化了骨骼绑定的过程，可以让游戏中的人物模型都使用同一套“Avatar”。“Avatar”配置界面有两个重要的设置，分别是骨骼映射（Mapping）和肌肉（Muscles）。图 4.4 是游戏中成人使用的“Avatar”。在图 4.1 中显示了孤独症儿童使用的“Avatar”。

Mecanim 使用骨骼（Mapping）使“Avatar”呈 T 形。其中，主要的骨骼节点有身体、头、手、腿和脚，每块骨骼又含有更多细小的骨骼节点，比如手指，在创建动画时，可以控制这些骨骼节点来完成动作。

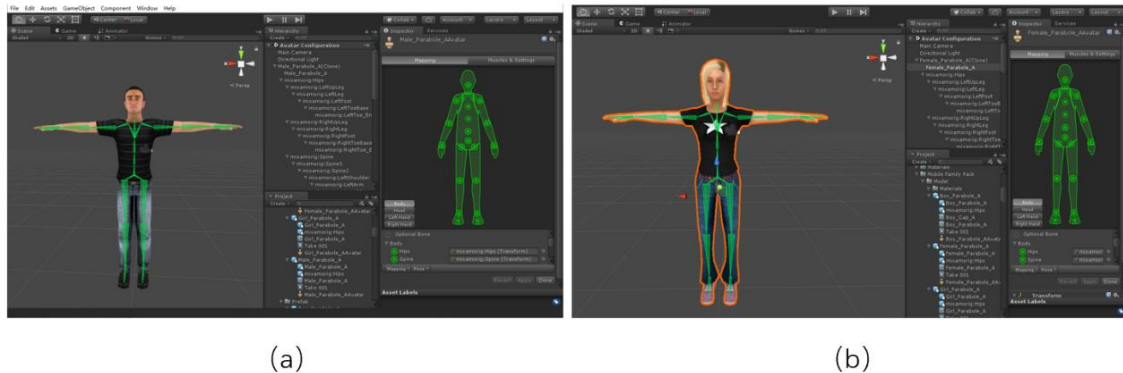


图 4.4 人物模型的“Avatar”

Mecanim 使用肌肉（Muscle）来限制不同骨骼的运动范围。一旦游戏角色模型的“Avatar”配置完成，Mecanim 就能解析其骨骼结构，进而游戏开发者可以调节“Muscles”选项卡中相关参数，如图 4.5 所示。游戏开发者可以非常容易地调整人物模型骨架的运动范围，以确保骨骼运动看起来真实、自然和流畅。我们可以根据现实世界中真实人物的社交动作来设计孤独症儿童的骨骼范围，在肌肉调整时，应该尽量真实，保证动作的流畅性和自然。

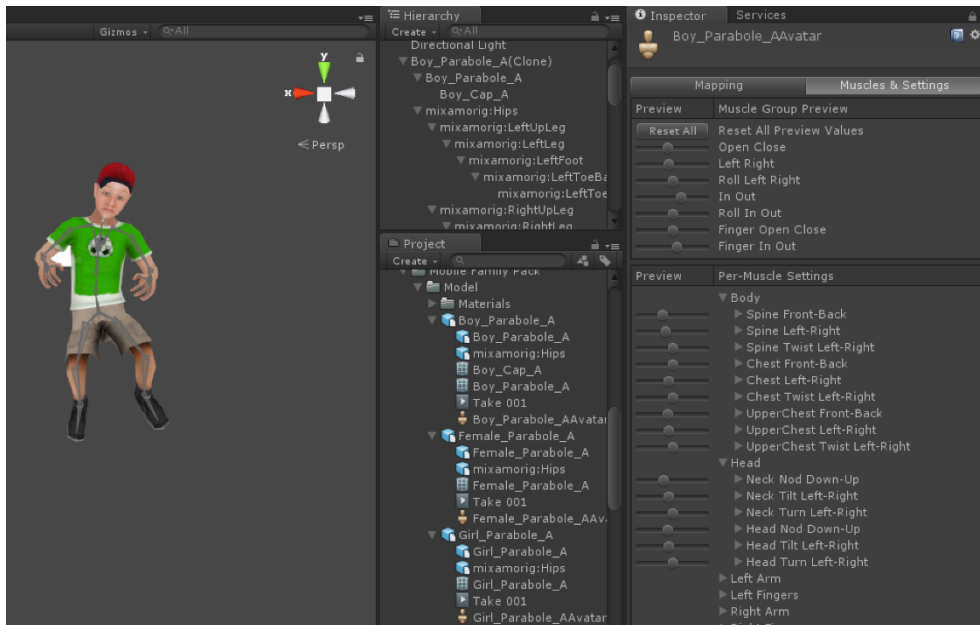


图 4.5 Muscle 参数设置

4.3 Avatar 社交互动游戏人物模型骨骼动画

4.3.1 Full Body Biped IK

Inverse Kinematics, 简称 IK, IK 在角色动画的制定中十分重要。Final IK 是一个基于双足行走人物的非常强大并灵活, 高效率的全身反向动力学系统。Unity3D 提供的 Full Body Biped IK 组件 (图 4.5 所示), 可以将任何人形角色对应到分辨率多效应器的 IK 操纵器, 解析它, 然后将数据返回对应的游戏人物, 完成孤独症儿童及其社交对象的社交动作。使用 IK 制作动画可以使游戏角色人物和虚拟游戏场景更加贴合, 从而达到动作更加真实自然的效果。动作完成时, IK 骨骼是先决定了子骨骼的变换, 然后再推导父骨骼由此而产生的变换。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏中, 我们希望儿童同老师朋友挥手打招呼, 在行走的过程中, 我们需要停止目前走动的动作, 举起手臂关节, 肘关节上面挥手。这一系列的动作需要使用 IK 动画为角色设置 IK, 通过脚本来设置 IK, 完成孤独症儿童和其进行社交互动的游戏角色对象的交互。IK 动画中常用 SetIKRotationWeight、SetIKPosition、SetIKRotation、SetLookAtPosition、bodyPosition 等方法来对游戏角色进行动作设定。

下图为 Full Body Biped IK 计算动作演示。

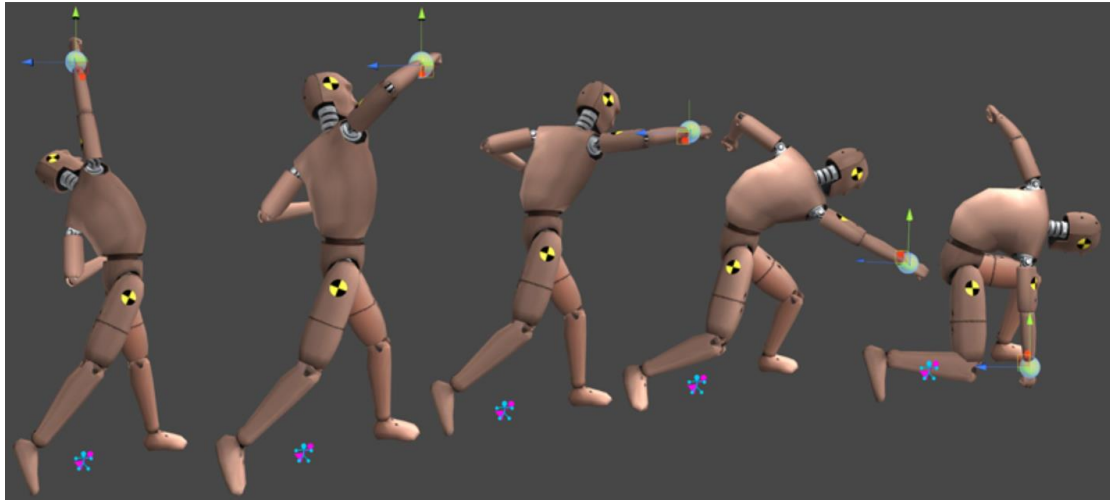
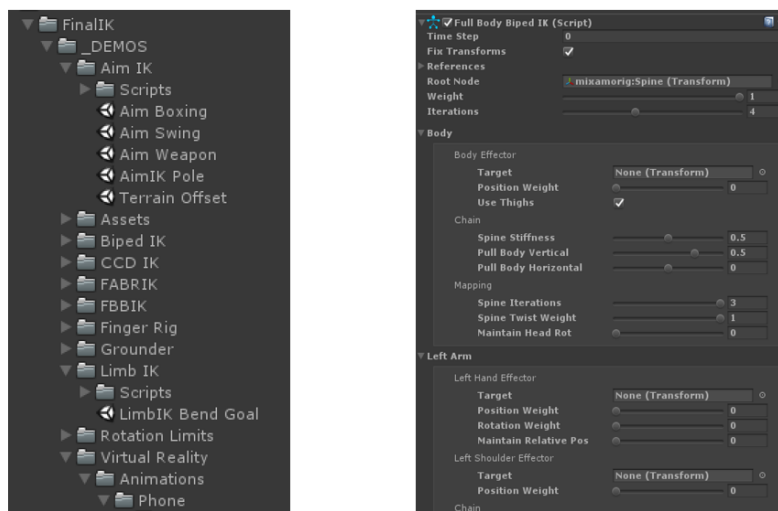


图 4.6 IK 动画

在 Mecanim 动画系统中，任何正确设置了“Avatar”的人形角色都支持 IK 功能。面向孤独症儿童的 Avatar 社交互动游戏中给游戏角色模型设置 IK，需要知道可能与之进行交互的周边物体，进而编写 IK 脚本。然后将写好的脚本挂载在游戏角色模型中，即可完成孤独症儿童阿凡达（Avatar）模型的社交动作。

下图是 unity3D 提供的 IK 设置和编写的 IK 脚本，需要游戏开发人员调用其中的参数完成孤独症儿童阿凡达（Avatar）模型的社交动作。



(a)

(b)

图 4.7 IK 部分参数设置

4.3.2 Animator Controller

面向孤独症儿童干预的阿凡达（Avatar）社交活动游戏中游戏角色的部分动画控制器（Animator Controller）设计如下图所示，包括了孤独症儿童 Avatar 模型和其社交互动对象模型。基本的动作片段有走、跑、挥手、左看、右看等。

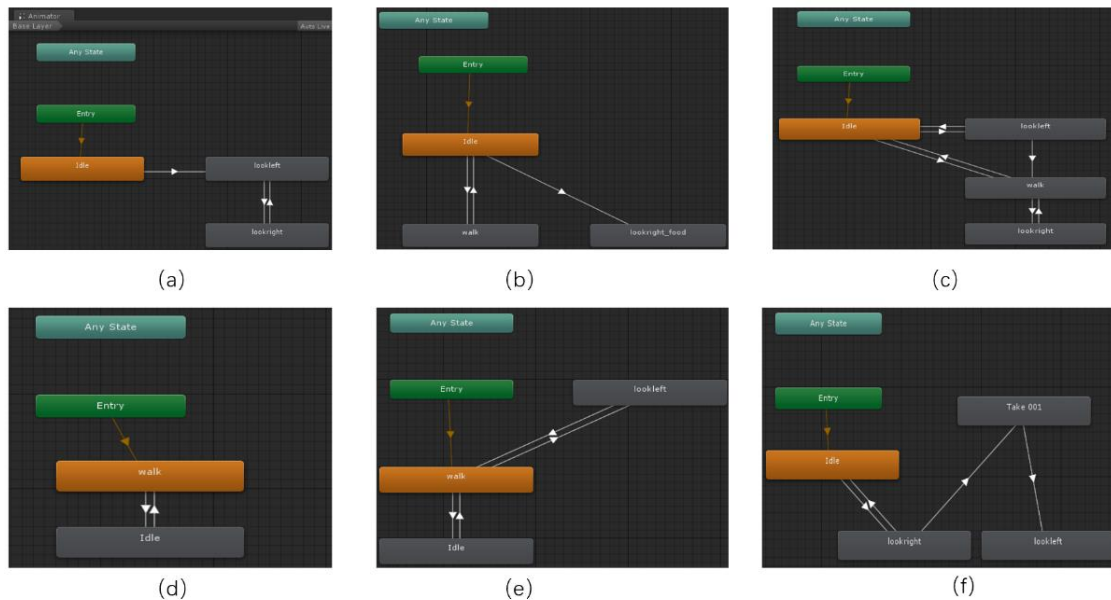


图 4.8 阿凡达人物模型部分动画控制器

4.4 结合编程完成 Avatar 人物模型的动作

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的实现核心任务就是要完成游戏对象 Avatar 模型的动作，在前面的章节中已经介绍了孤独症儿童阿凡达（Avatar）模型的制作和 unity3D 动画制作，本小结将结合前面的内容，完编程成孤独症儿童 Avatar 模型的社交动作实现。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏中的阿凡达人物模型和阿凡达动作如表 4.1 所示。需要在 unity3D 中编写 C#脚本，然后挂载在游戏物体上，运行脚本就能实现孤独症儿童的社交动作。



表 4.1 阿凡达人物模型及动作

阿凡达人物模型	阿凡达动作
孤独症儿童（男）	走、牵手、挥、坐、吃饭、手移动、弯腰捡
孤独症儿童（女）	走、牵手、挥、坐、吃饭、手移动、弯腰捡
妈妈	走、牵手、侧头看“我”、坐、夹菜
爸爸	走、牵手、侧头看“我”、坐、夹菜
老师	站、挥手
同学	走、挥手、坐、侧头看我

部分核心代码如下：

```
playerani.SetInteger("dz", 0);  
TweenParms parms1 = new TweenParms();//相机移动  
parms1.Prop("rotation",new Vector3(0f,0f,0f)).Ease(EaseType.Linear).OnComplete(  
stand9);  
parms1.SpeedBased(true);  
HOTween.To(player.transform, 1f, parms1);  
spine_e_tra.localPosition = new Vector3(0f, 0.845f, -0.256f);  
pelvis_e_tra.localPosition = new Vector3(0f, 0.34f, -0.228f);  
Invoke("stand10", .3f);  
opt1 = false;  
playerani.SetInteger("dz", 1);  
friendani.SetInteger("dz", 1);  
talk2.SetActive(true);
```




第五章 Avatar 社交互动游戏的设计和实现

在前面的章节中，主要探讨了 Avatar 社交互动游戏的理论基础和 Unity 3D 游戏引擎的关键技术，以及孤独症儿童 Avatar 模型社交动作的构建。本研究针对孤独症儿童社交障碍、手眼协调能力不足、感知能力弱、语言障碍和视觉优势等特点，进行针对性的场景设计与实现^{[54][55]}。虚拟社交游戏情景的设计需要满足如下条件：

(1) 虚拟场景符合孤独症儿童的现实生活场景，方便儿童在该游戏的教育干预下进行学习迁移和技能泛化。

(2) 孤独症儿童的 Avatar 模型和虚拟游戏场景的 3D 模型制作尽量仿真，增加游戏的趣味性和吸引儿童的注意力，便于儿童对熟悉的社交场景更容易接受和学习。

(3) 由于孤独症儿童自身的特殊性，虚拟游戏场景中需要提供语音支持，儿童在独自玩耍的时候也能够根据语音提示进行操作。此外，虚拟游戏场景中的社交人物对象的语言和语音能够与儿童产生互动，使得孤独症儿童在该社交场合中也能够学到符合社交情景的动作和语言。

(4) 孤独症儿童要能够无障碍的交互，同时儿童的注意力要集中于虚拟游戏场景，实现 Avatar 与其他游戏人物的交互。在游戏制作时，孤独症儿童的 Avatar 模型在游戏中能够吸引儿童的注意力，便于儿童进行模仿。

本章将结合前几章的研究，使用 3Dmax 三维动画渲染软件和音频软件制作 Avatar 社交互动游戏中的虚拟场景及音频素材，后期通过 unity3D 游戏引擎软件和 VS 2015 对游戏素材进行渲染加工和编程实现面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏。把孤独症儿童的现实生活中的社交场景映射到虚拟游戏学习活动中，以这样多场景多通道的交互方式，让孤独症儿童参与到 Avatar 社交互动游戏的社会交往学习中。本章对面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏进行设计和实现。

5.1 游戏情景设计

游戏情景是根据孤独症儿童的现实生活社交场景来设计，包括儿童的家庭、学校和社会等现实生活中的社交互动情景。本研究设计了 4 个教学语言和 4 个 Avatar 社交互动游戏情景，为每个研究对象定制了打招呼、告别、感谢他人、称赞他人四种社交礼仪的情境脚本，并用 Unity 3D 设计出了相应的四段社交礼仪教学动画。在游戏中，儿童不仅可以学习在基本的生活场景中的社交语言和社交动作，还可以学习在相应社交场合中的社交语言和社交动作。儿童可以在游戏测评场景实现基本的

动作，比如走、跑、跳、挥手。孤独症儿童经过教学干预情景的学习后，将进入测评游戏情景中检测学习效果。Avatar 社交互动游戏的设计是希望孤独症儿童能够将游戏中的化身（Avatar）当成自己，学以致用，改善其社会交往障碍的现状，达到教育干预的目的。为了验证该游戏对孤独症儿童的教育干预效果，教学干预情景和游戏测评情景的虚拟场景和游戏人物的社交关系都是一样的。

Avatar 社交互动游戏故事情节框架如图 5.1 所示。

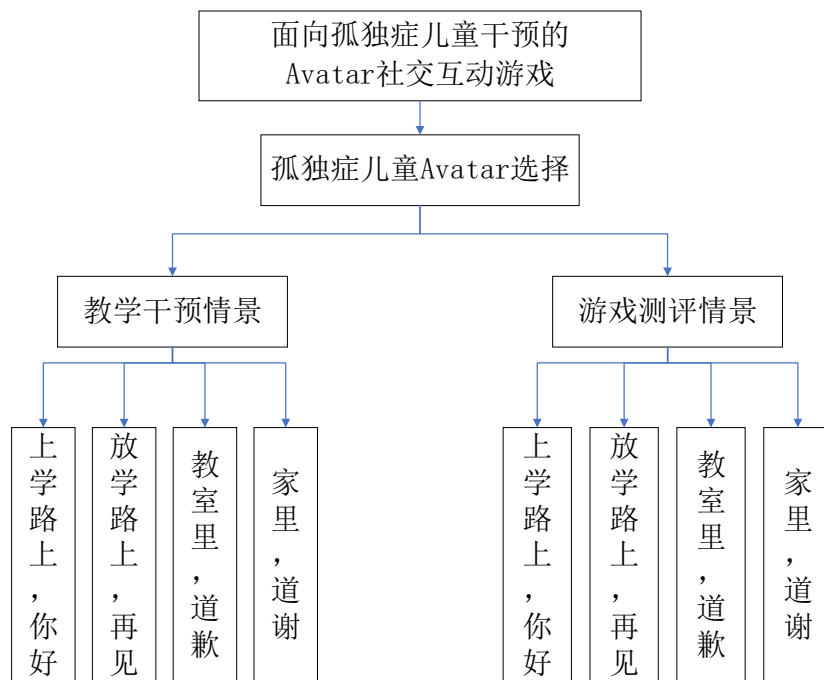


图 5.1 Avatar 社交互动游戏故事情节框架

5.1.1 教学干预情景

游戏干预情景是根据游戏设计来制作的动画视频，供孤独症儿童在前期测评的时候观看。该干预情景与测评游戏的情景一样，体现了孤独症儿童的现实生活场景。本研究侧重干预孤独症儿童的社会交往能力，因此在设计游戏情景的时候会在交互情境中加入游戏语音提示，促进学习者语言及情感认知过程的正确形成，从而促进孤独症儿童认知、语言、情感等方面的发展。模仿能力的类型包括物体模仿、动作模仿、表情模仿和语音模仿四种，此处我们主要观察孤独症儿童对 Avatar 的语言和动作模仿的学习情况，孤独症儿童通过观看教学动画学习社交礼仪及其在现实生活中的应用，将真实生活情境融入到孤独症儿童的社交干预教学中，有利于孤独症儿童能力的泛化。教学干预情景设计如下表所示：



表 5.1 阿凡达（Avatar）教学干预情景设计

社交互动	主要动画情景	阿凡达语言	阿凡达动作
打招呼	早上在路上见到老师同学打招呼	老师早上好	挥手
告别	放学在路上和老师同学告别	老师再见	挥手
表示歉意	在教室不小心碰掉了同桌的笔	对不起	捡起笔
表示感谢	妈妈给自己夹菜	谢谢妈妈	看向妈妈

5.1.2 测评游戏情景

游戏测评情景是儿童观看教学干预情景后进行检测，通过学生在游戏中玩耍的分数或者玩耍过程中的眼动数据来判断该游戏的设计和实现对孤独症儿童的吸引力和干预效果。测评游戏是孤独症儿童主动滑动屏幕以操纵自身阿凡达形象，在遇到游戏人物的时候，系统提示 Avatar 表达的社交语言和社交动作。这种让儿童自己参与的方式能够让儿童沉浸在当前社会交往环境中。测评游戏的情景设置如下表：

表 5.2 阿凡达（Avatar）测评游戏情景设计

社交互动	主要动画情景	阿凡达语言	阿凡达动作
打招呼	早上在路上见到老师同学打招呼	老师早上好	挥手
告别	放学在路上和老师同学告别	老师再见	挥手
表示歉意	在教室不小心碰掉了同桌的笔	对不起	捡起笔
表示感谢	妈妈给自己夹菜	谢谢妈妈	看向妈妈

5.2 Avatar 社交互动游戏整体架构设计

阿凡达（Avatar）社交互动游戏的整体架构分为 5 个部分，包括了 UI 界面、游戏声音处理、游戏逻辑处理、游戏控制处理、游戏资源。根据前面 5.1 的 Avatar 社交互动游戏情景设计，本游戏将分为 2 个部分，分别是教学游戏情景和测评游戏情景。每部分的游戏情景包含了 4 个虚拟游戏场景，即设计的 4 个社交互动学习活动。

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的整体架构如图 5.2 所示。

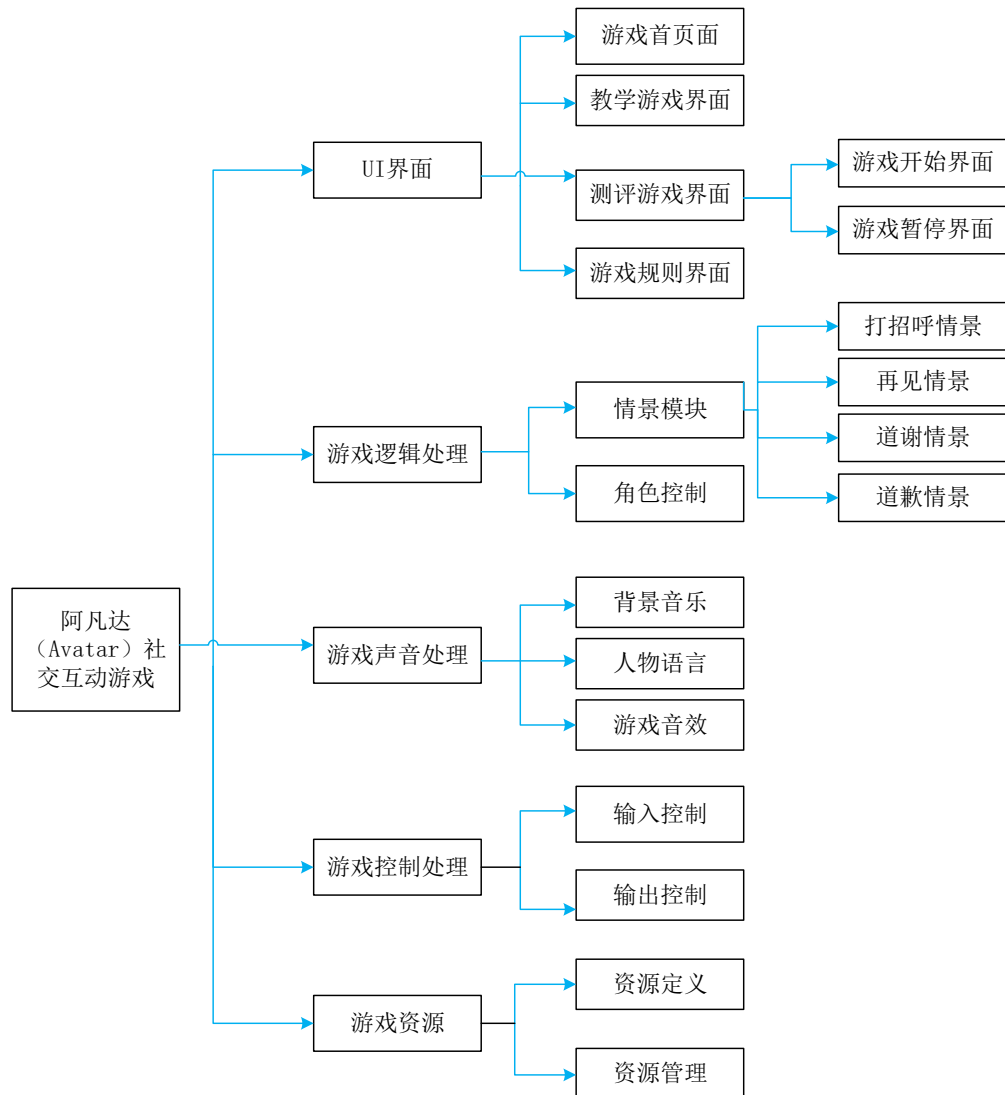


图 5.2 游戏整体架构设计

5.3 游戏资源

(1) 图片资源

虚拟游戏中的图片资源主要是背景资源，提示语照片。这些照片将在游戏实现中体现，这里不再展示。

(2) 音频资源

虚拟游戏中的音频主要是提示语、背景音乐、音效和游戏角色语言。面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏里涉及到提示语、背景音乐和孤独症儿童与社交



人物的社交语言。虚拟游戏中的音频资源如下图所示。

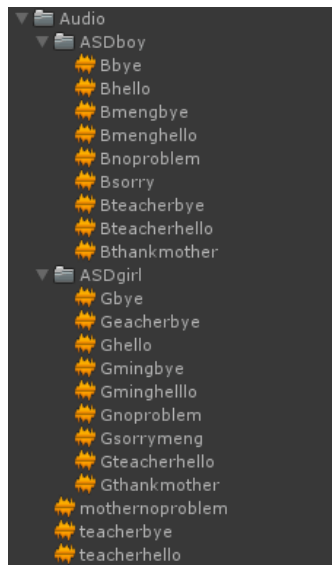
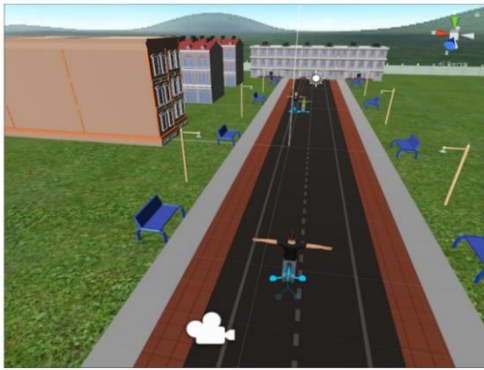


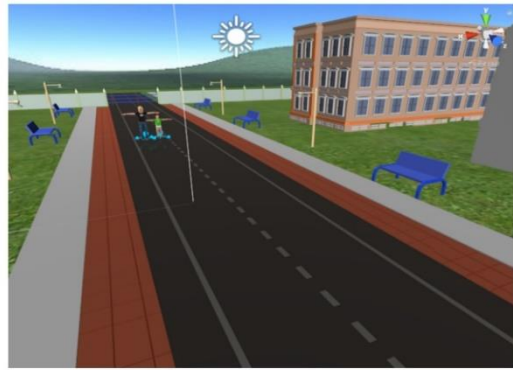
图 5.3 游戏音频资源

(3) 场景资源

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏的重要场景就是儿童的虚拟社交场景。本研究的社交场景选择的是学校、家庭和教室，这些场景都是孤独症儿童现实生活中待的时间最多的场景，也是和社交对象互动时间最长的。本研究中搭建的 4 个社交场景如下图所示：



(a)



(b)



(c)



(d)

图 5.4 虚拟游戏场景

5.4 游戏实现

5.4.1 首页面

游戏首页由学习、测评、退出游戏、游戏规则以及关于我们五个按钮组成。点击相应的按钮可进入相应的界面。学习按钮对应的是阿凡达（Avatar）社交互动游戏的教学干预情景，测评按钮对应的是阿凡达（Avatar）社交互动游戏的游戏测评情景。



图 5.5 Avatar 社交互动游戏首页面

5.4.2 阿凡达模型选择

从首页面点击测评按钮，进入到阿凡达（Avatar）模型。在第三章中介绍到由于不同性别的孤独症儿童有不同的身体模型。因此，由图 5.6 的性别选择界面可以看到，用户可以选择孤独症儿童的性别。选择与孤独症儿童相匹配的性别，儿童的 Avatar 模型才能够生动形象，吸引孤独症儿童的注意力，该游戏孤独症儿童的教育干预才有更好的效果。



图 5.6 性别选择

由图 5.6 可知，孤独症儿童选择性别后进入到生成阿凡达（Avatar）形象的界面，在该界面中（图 5.7），输入孤独症儿童的照片，可以将模型的头部换掉，从而构建孤独症儿童的 Avatar 模型。构建好孤独症儿童的 Avatar 模型就可以选择孤独症儿童学习的社交场景了。

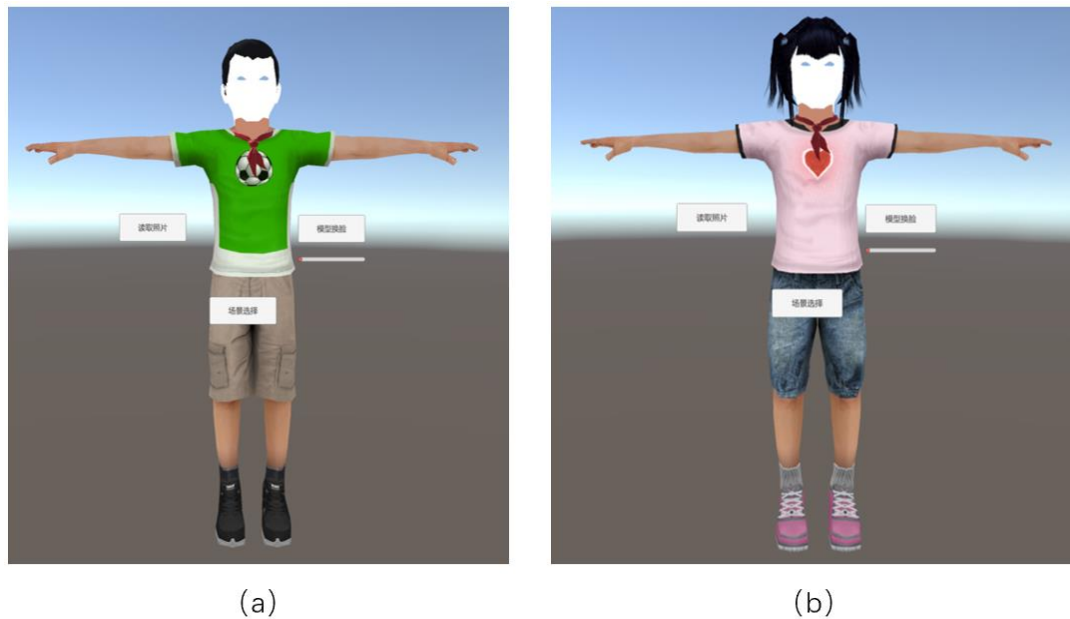


图 5.7 孤独症儿童身体模型

输入孤独症儿童照片，点击模型变脸便能够得到该儿童的阿凡达模型，构建好的孤独症儿童的 Avatar 模型如下图所示，构建好儿童的 Avatar 模型可选择进入相应的社交虚拟游戏情景进行干预。

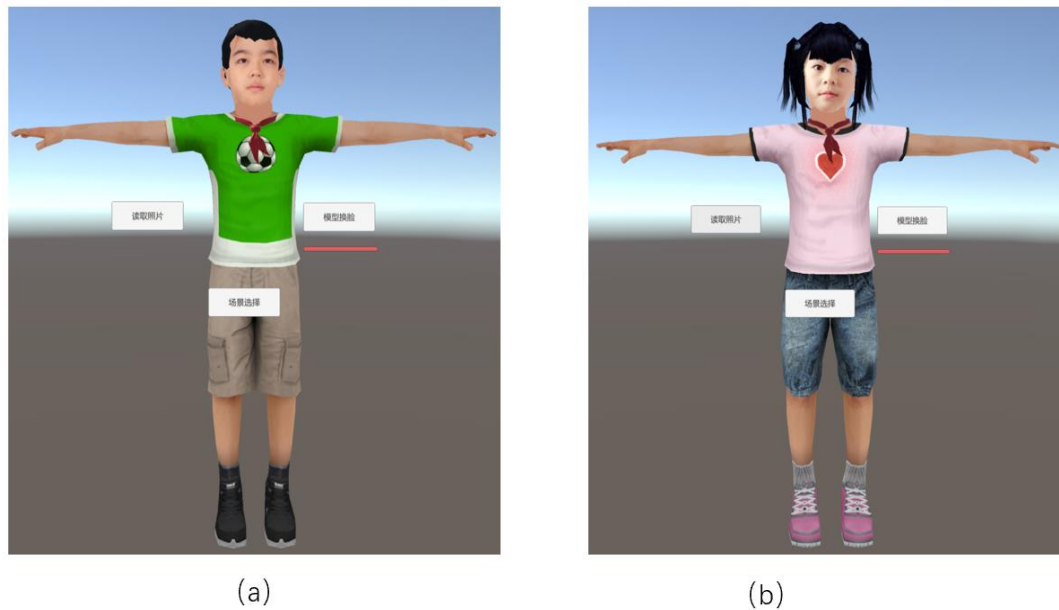


图 5.8 孤独症儿童的 Avatar 模型

5.4.3 学习界面

孤独症儿童首先要进行教学干预情景，在孤独症儿童的阿凡达（Avatar）模型构建好之后，进入虚拟游戏场景中进行教育干预。研究对象进入学习状态后，观察真实人物形象的社会活动教学动画，学习社会交往互动行为。



图 5.9 Avatar 社交互动游戏学习选择页面



5.4.4 测评界面

孤独症儿童经过教育干预后可进入游戏测评界面，建议前面的教学干预情景反复观看和学习，以期达到较好的学习效果。在测评游戏的4个虚拟游戏场景中，儿童可以操作自己的Avatar模型，在遇到自己社会关系中的游戏人物时，向他们做出社交行为，包括社交语言和社交动作。



图 5.10 Avatar 社交互动游戏测评选择页面

5.4.5 打招呼情景

打招呼虚拟情景是在孤独症儿童上学的路上遇到老师和同学应有的社交行为。图 5.13 展示了妈妈带着孩子在上学的路上遇到老师并向老师问好的情景。在互动过程中，孤独症儿童向老师问好，老师也需要有回应，形成一个完整的社交活动。



图 5.11 打招呼情景

5.4.6 再见情景

放学路上，孤独症儿童遇到同学小萌，挥手和小萌说再见，小萌回应说再见。



图 5.12 再见情景

5.4.7 道歉情景

教室里，孤独症儿童把同桌的笔不小心弄掉了，对同桌说“对不起，我不是故意的”然后捡起笔还给同桌，同桌则回应说“没关系”。



图 5.13 道歉情景

5.4.8 道谢情景

在家里，妈妈做好饭菜端上饭桌，然后妈妈给儿童夹菜，孤独症儿童看向妈妈说“谢谢妈妈”，妈妈看向儿童，并且回应说“不用谢”。



图 5.14 道谢情景



第六章 总结与展望

6.1 总结

(1) 孤独症儿童的教育干预需要现代教育技术的辅助

孤独症儿童具有视觉优势、反应迟钝等特点。可以利用现代教育技术设计和实现计算机软件,将孤独症儿童的注意力集中在教育干预游戏中。儿童可以经常反复的训练自己的社交能力。本文充分利用计算机辅助技术开发的教育干预游戏的一些优点针对孤独症儿童社交障碍进行教育干预,构建孤独症儿童的虚拟游戏情境下基于 Avatar 的 3D 社交互动游戏。

(2) Avatar 技术能够吸引孤独症儿童的注意

孤独症儿童对与其自身条件或行为相似的事物有更高的注意性和关注度,使用 Avatar 技术对真实人物的模拟形象就具备这种性质。Avatar 技术能给孤独症儿童带来强烈的代入感和沉浸感,利用计算机视觉和图形学技术为每个自闭症儿童合成了真实人物形象,并驱动真实人物形象的面部表情、语言和行为变化,制作了融入真实人物形象的自闭症儿童教育干预情境教学动画和测评游戏,让儿童的注意力集中在自身的化身上(Avatar),从而对孤独症儿童的社交障碍产生影响。

(3) Unity3D 和其他软件共同开发能够实现 3D 人机交互

Unity3D 是一款功能齐全和强大的游戏引擎,开发人员可以结合编程软件(如 VS 2015)和建模软件(如 3D max)来实现 3D 人机交互游戏。本研究设计和开发的 3D 社交互动游戏与儿童的真实生活更加拟合,孤独症儿童对该虚拟游戏场景也更容易接受。孤独症儿童使用该教育游戏实现与现实生活的学习迁移和社交技能泛化是本文研究的最终目的。

6.2 研究的不足和展望

(1) Avatar 社交互动游戏技术有待发展

Avatar 社交互动游戏首要就是构建孤独症儿童的 Avatar 模型,本研究中使用 FaceGen Modeller 构建孤独症儿童的 3D 头部模型,然后和孤独症儿童的身体模型进行拟合。因此,生成的孤独症儿童的 Avatar 模型与真人还是有一定的差距,达不到照镜子那样真实的效果。此外,Avatar 社交互动游戏中虚拟场景与现实生活中的场景相比,立体感和空间感没有那么强烈。在未来的研究中,Avatar 社交互动游戏



技术有待发展，实现的 Avatar 社交互动游戏与孤独症儿童的现实生活社会交往活动一致。

（2）Avatar 社交互动游戏的信效度需要进一步证实

面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏作为一种新颖的教育干预方法，需要研究人员不断的证实其信效度，即干预效果的可靠性和真实性，也就是我们采取 Avatar 技术和虚拟现实技术对孤独症儿童进行教育干预的凭证。研究结果证实：由于面向孤独症儿童干预的 Avatar 社交互动游戏设置的环境是根据儿童现实生活环境虚拟设置的，虽然孤独症儿童在虚拟游戏情境中学会了社交技能，并不代表其能够在现实社交情境中表达自己的社交语言和社交行为。因此，在今后的研究中，需要对 Avatar 社交互动游戏的信效度给出更精确、可靠的数据。同时，教育工作者需要结合其他的教育干预方式，将儿童习得的社交技能泛化到孤独症儿童现实生活情境中去，提高其自身的社会技能。

（3）Avatar 社交互动游戏在教学过程中存在的问题

现在的教育干预游戏产品大都存在着精度、延迟和设备的问题，也存在针对孤独症儿童的教育干预游戏设计不准确，同时也存在家庭和学校关注不到新颖的教育干预游戏。或者教育干预游戏不能够引起孤独症儿童的注意力。针对孤独症儿童设计和实现的教育干预游戏资源少，影响了教育干预时虚拟游戏场景的多样化建设，降低了 Avatar 社交互动游戏的趣味性和对孤独症儿童注意力的吸引力。因此，教育工作者应该多设计社交互动游戏的情景，同时游戏开发人员需要在特殊教育专业人员的指导下，针对孤独症儿童的身心特点实现多元化的虚拟游戏情景。在未来的教学过程中，需要对儿童的家庭人员和学校的教师进行专门的培训，从而保证 Avatar 社交互动游戏的教学效果。



参考文献

- [1] 周念丽著. 特殊儿童的游戏治疗[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [2] 黄焱. 自闭症儿童的游戏治疗[J]. 现代特殊教育, 000(3):35-36.
- [3] Cheng Y. An avatar representation of emotion in Collaborative Virtual Environments (CVE) technology for people with autism. Leeds, UK: Leeds Metropolitan University, 2005
- [4] Hopkins I, Gower M, Perez T, et al. Avatar assistant: improving social skills in students with an ASD through a computer-based intervention. Journal of autism and developmental disorders, 2011, 41(11): 1543~1555
- [5] Carter E, Williams D, Hodgins J, et al. Are children with autism more responsive to animated characters? A study of interactions with humans and human-controlled avatars. Journal of autism and developmental disorders, 2014, 44(10): 2475~2485
- [6] Deriso D, Susskind J, Krieger L, et al. Emotion mirror: a novel intervention for autism based on real-time expression recognition. European Conference on Computer Vision. Berlin Heidelberg, Springer 2012. 671~674
- [7] Wiederhold B K, Riva G. Facial synthesis of 3D avatars for therapeutic applications. Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2009: Advanced Technologies in the Behavioral, Social and Neurosciences, 2009, 144: 96
- [8] Patel S, Hughes D, Hughes C. MeEmo - Using an Avatar to improve social skills in children with ASD. The Workshop on Child Computer Interaction. 2016: 45-50
- [9] Kristian Kiili. 2005. Digital Game-Based Learning: Towards an Experiential Gaming Model. Internet and Higher Education[J]. 2005(8):13-24
- [10] 刘佳力. 基于 Unity3D 的儿童安全教育游戏的研究与实现[D]. 四川师范大学.
- [11] Alan Amory & Robert Seagram. 2003. Educational game models conceptualization and evaluation[J]. South African Journal of Higher Education, 2003, 17(2):206-217
- [12] Molly McElroy. A first step in learning by imitation, baby brains respond to another's actions. News and Information. University of Washington. October 30, 2013.
- [13] Greg Miller. The Promise of Parallel Universes. Science 07 Sep 2007.
- [14] Sara Reardon. Machines That Run on Human Thoughts. AAAS 2011. Feb. 19, 2011.
- [15] Nisha Giridharan. Virtual Reality Allows Adults to See World Through a Child's Eyes. Brain & Behavior. Jul. 15, 2013.
- [16] de Macedo D V, Formico Rodrigues M A. Experiences with rapid mobile game development using unity engine[J]. Computers in Entertainment (CIE), 2011, 9(3): 14.
- [17] Smith A M, Nelson M J, Mateas M. Ludocore: A logical game engine for modeling videogames[C]. Computational Intelligence and Games (CIG). 2010: 91-98.
- [18] Frye, R E, Slattery, J, Delhey, L, 等. Folic acid improves verbal communication in children with autism and language impairment: a randomized double-blind placebo-



- controlled trial[J]. *Mol Psychiatry*.
- [19] 虚拟现实环境治疗自闭症儿童的恐惧症[EB/OL].
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0100374>, 2014-7-26.
- [20] Bekele E, Crittendon J, Zhi Zheng, et al. Assessing the Utility of a Virtual Environment for Enhancing Facial Affect Recognition in Adolescents with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2014, 44(7) :1641—1650
- [21] MICHELL P, PARSONS S, LEONARD A . Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders[J]. *Journal of autism and developmental disorders*, 2007, 37(3):589-600.
- [22] MOORE D, CHENG Y, MCGRATH P, et al. Collaborative virtual environment technology for people with autism^[J]. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 2005, 20(4):231-243.
- [23] 刘乐元, 张孟地, 陈靓影, et al. An Avatar-Enhanced Intervention Method for Autistic Children's Facial Expression Recognition%融入阿凡达技术的孤独症儿童面部表情识别干预研究[J]. *中国特殊教育*, 000(9):35-42.
- [24] 张孟地. 基于 Avatar 技术的孤独症儿童面部表情识别的干预与实证研究[D]. 华中师范大学, 2017.
- [25] 张倩. 虚拟现实技术在自闭症患者干预中的应用[J]. *中国特殊教育*, 2010, (05):27-31.
- [26] HERRERA G, ALCANTUD F, JORDAN R, et al. Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders Two case studies[J]. *Autism*, 2008, 12(2):143-157.
- [27] CHARITOS D, KARADANOS G, SERETI E, et al. Employing virtual reality for aiding the organisation of autistic children behaviour in everyday tasks[C]. Italy:Alghero. 2000.
- [28] 连福鑫, 王雁. 自闭症谱系障碍儿童视觉自我认知及脑机制[J]. *中国特殊教育*, 2016.
- [29] 高贝贝. 基于虚拟游戏的 ASD 情感认知辅助治疗方法研究^[D]. 华北理工大学.
- [30] 谷学静, 张凯峰, 郭宇承, et al. 基于 Unity3D 的 ASD 儿童认知教育系统设计与实现^[J]. *系统仿真学报*, 2019(5):893-900.
- [31] 谢明, 魏轶兵, 韦淑芹, et al. 游戏:促进孤独症儿童社会适应性能力提高[J]. *现代特殊教育*, 000(6):10-12.
- [32] 李超. 视觉支持策略对孤独症儿童干预的个案研究[D]. 东北师范大学, 2011.
- [33] 熊絮茸, 毕永红, 张莉. RDI—自闭症谱系儿童人际关系发展干预理论及应用[J]. *南京特教学院学报*, 2011, 000(001):P.38-42.
- [34] 郭芳芳, 刘志勤. Unity3D 在教育游戏中的应用研究[J]. *教育观察*(10):51-54.
- [35] 金宁, 胡晓毅. 对孤独症儿童进行假装游戏的教学策略研究[J]. *现代特殊教育*, No.327(24):58-63.
- [36] 刘桂元, 曾志远, 杨书新. 基于 Unity3d 引擎的教育类游戏设计与实现[J]. *软件导刊*(1):50-53.



- [37]陈瑞玲. STEM 理念下基于 Unity3D 的游戏化学习环境设计与开发[D]. 东北师范大学.
- [38]汪腾浪, 田元. 基于 Unity 3D 的教育产品开发研究[J]. 软件导刊(教育技术)(5):88-90.
- [39]王梅亮, 顾键萍. 基于 Unity 3D 的交通安全教育和技能训练系统的关键技术研究[实现[J]. 电脑知识与技术, 2015, 11(29).
- [40]窦艳辉. 面向孤独症儿童的教育游戏设计研究[D]. 南京师范大学, 2011.
- [41]赵丽娜. 面向孤独症儿童的教育游戏设计与实现[D]. 华中师范大学, 2014.
- [42]雷显梅, 刘艳虹, 胡晓毅. 运用体感游戏干预自闭症儿童动作技能的研究[J]. 现代特殊教育(10 期):36-42.
- [43]过雅琪. 提高孤独症儿童共情能力的个案研究[D]. 杭州师范大学, 2015.
- [44]宋文凯. 基于增强现实技术的孤独症儿童注意力训练系统[D]. 东南大学.
- [45]戚静瑜, 阮宗才. 虚拟现实在自闭症儿童干预训练中的应用及展望[J]. 信息化研究. 2017,(6): 7-12
- [46]李达, 茹作飞, 郑钧, 高欣宇, 刘旭奎. 虚拟现实技术的应用与展望[J]. 中国科技博览. 2017,(35).
- [47]K Wu, C Yuksel. Real-time Cloth Rendering with Fiber-level Detail[J]. IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics, 2017, PP(99):1-1.
- [48]童芳. 自闭症儿童 App 的情感化设计——以公益 App《触》为例[J]. 创意与设计, 2016(4): 83-88.
- [49]Katz, N, Cook, T, Smart, R. Extending Web Browsers with a Unity 3D-Based Virtual Worlds Viewer[J]. IEEE Internet Computing, 15(5):15-21.
- [50]李娇. 孤独症儿童游戏特点及康复训练研究[D]. 南京师范大学, 2011.
- [51]于意. 基于 iOS 移动平台的 Unity3D 幼儿认知游戏的设计与实现[D]. 北京工业大学.
- [52]杨镇豪, 田垒, 朱留川. 基于 Unity 3D 的火灾逃生模拟系统的实现[J]. 电子技术与软件工程, 000(1):P.52-53.
- [53]沙庆庆, 陈东帆, 于新宇, et al. Design and Development of Virtual Reality Game for Autistic Children%面向自闭症儿童的虚拟现实游戏设计与开发[J]. 中国教育技术装备, 000(2):37-40.
- [54]陈靓影, 王广帅, 张坤. 为提高孤独症儿童社会互动能力的人机交互学习活动设计与实现%Design and Implementation of Human-computer Interaction Learning Activities for Improving Social Interaction Competence of Autistic Children[J]. 电化教育研究, 038(005):106-111,117.
- [55]窦艳辉, 张义兵. 技术支持在孤独症儿童教育干预中的应用[J]. 现代特殊教育, 000(4):36-38.



攻读硕士期间发表的论文

- [1] 软著：面向孤独症儿童干预的阿凡达社交互动游戏[简称：AvatarASD]v1.0。



致 谢

时光荏苒，像是做梦般，两年的研究生学习生涯就快要结束了。在读书期间，自己收获了很多关于孤独症辅助技术的知识，也认识了许多真诚友善的老师 and 朋友，还圆梦了一直想去的武汉各大景点。虽然今年发生了新型冠状病毒这样不可控的灾难，但是无论何时，武汉都是我满心期待的城市，华中师大也是我永远难忘的母校。

感谢我的导师，刘乐元副教授。从研一开始选择导师，刘老师就跟我说清楚他的研究方向和智能幼教组的研究方向，明确了我将要研究的方向和需要进行的研究工作。非常感谢他在入学之初接受了我的导师选择申请，让我有幸加入智能幼教部。学习期间，刘老师无论是研究设备还是学习资源都尽量提供给学生，以保证我们的研究顺利进行。修改论文时，刘老师也要求严禁抄袭和反复修改，一丝不苟的给我的论文进行批注，本论文是在刘乐元老师多次精心指导下完成的。在此，谨向刘老师致以最崇高的敬意和衷心的祝福。

感谢智能幼教组的全体老师和同学，每次的学术交流会都让我受益匪浅，感谢他们在学业上提供给我的帮助。组里的学习资源也是共享的，实验室良好的学术环境也给了我很大的创作灵感。感谢陈靓影老师，作为我们智能幼教部的领头者和负责人，为我们提供了这么友好的团队氛围，在学术上严谨负责，在生活上亦师亦友。

感谢我的朋友赵婷婷、柯泽冉、姜儒彬、胡柔，蔡可等。他们在学习和生活中，都给予我支持、鼓励和建议，让我能够及时的发现自己的不足，丰富了自己的学识。

感谢我的父母和我的亲人，在研究生期间都一直支持着我。无论是在我的学业中，还是在我就业时，他们都坚定不移的相信我的选择和给予我莫大的鼓励。爸爸在经济上也一直支持着我，一直不求回报的做我最坚强的后盾。疫情期间，为我解决网络、电脑等一切困难，让我能够安心科研。感谢他们无私的付出，让我在人生路上越走越宽，他们的支持是我前进的动力！

最后，我还要感谢为本文评审的各位老师和参加答辩的同学们，感谢他们诚恳的指导和建议，我的论文才得以完善。

2020 年 4 月 5 日
华中师范大学