

11-20-2019

Design and Implementation of ASD Children's Cognitive Education System Based on Unity3D

Xuejing Gu

1. College of Electrical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China; ;

Kaifeng Zhang

1. College of Electrical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China; ;

Yucheng Guo

2. College of Mechanical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China; ;

Zhiliang Wang

3. School of Computer and Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Design and Implementation of ASD Children's Cognitive Education System Based on Unity3D

Abstract

Abstract: ASD (autism spectrum disorder) is a broad sense of autism. In order to improve cognitive deficits of children with ASD, promote cognitive generalization in ASD children, an education system was designed using Unity3D. *The built-in physical engine of Unity3D was used to create a game environment which conformed to the physical laws of the real world by simulating the effects of gravity, buoyancy and collision. The Agent technology and state machine were used to realize the representation and control of virtual scene. Camera and face detection technology were used to realize facial imitative cognitive training.* The preliminary test showed that the system was suitable for ASD children's cognitive characteristics, and provided a new design method for ASD children's cognitive education.

Keywords

physical engine, face detection, interactive technology, ASD, Unity3D

Recommended Citation

Gu Xuejing, Zhang Kaifeng, Guo Yucheng, Wang Zhiliang. Design and Implementation of ASD Children's Cognitive Education System Based on Unity3D[J]. Journal of System Simulation, 2019, 31(5): 893-900.

基于 Unity3D 的 ASD 儿童认知教育系统设计与实现

谷学静¹, 张凯峰¹, 郭宇承², 王志良³

(1.华北理工大学电气工程学院, 河北 唐山 063210; 2.华北理工大学机械工程学院, 河北 唐山 063210;

3.北京科技大学计算机与通信工程学院, 北京 100083)

摘要: ASD(Autism Spectrum Disorder)即孤独症谱系障碍,是广义上的孤独症。ASD 儿童普遍存在认知障碍。为了提高 ASD 儿童的认知能力,促进 ASD 儿童的认知泛化,设计并实现了基于 Unity3D 的 ASD 儿童认知教育系统。使用 unity3D 内置的物理引擎模拟重力、浮力和碰撞等效果,构建了符合真实世界物理规律的游戏环境;利用 Agent 技术和状态机实现了虚拟场景的表现与控制;通过拍照和人脸检测技术实现了表情模拟认知训练。初步测试表明,该系统符合 ASD 儿童的认知特点,为 ASD 儿童认知辅助教育训练提供了一种新的设计方法。

关键词: 物理引擎; 人脸检测; 交互技术; ASD; Unity3D

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2019) 05-0893-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.17-0279

Design and Implementation of ASD Children's Cognitive Education System Based on Unity3D

Gu Xuejing¹, Zhang Kaifeng¹, Guo Yucheng², Wang Zhiliang³

(1. College of Electrical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China;

2. College of Mechanical Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China;

3. School of Computer and Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: ASD (autism spectrum disorder) is a broad sense of autism. In order to improve cognitive deficits of children with ASD, promote cognitive generalization in ASD children, an education system was designed using Unity3D. The built-in physical engine of Unity3D was used to create a game environment which conformed to the physical laws of the real world by simulating the effects of gravity, buoyancy and collision. The Agent technology and state machine were used to realize the representation and control of virtual scene. Camera and face detection technology were used to realize facial imitative cognitive training. The preliminary test showed that the system was suitable for ASD children's cognitive characteristics, and provided a new design method for ASD children's cognitive education.

Keywords: physical engine; face detection; interactive technology; ASD; Unity3D

引言

孤独症谱系障碍(ASD)也称为自闭症谱系障



收稿日期: 2017-06-12 修回日期: 2017-09-06;

基金项目: 国家自然科学基金(61432004), 国家重点研发计划(2016YFB1001404), 河北省自然科学基金(F2017209120);

作者简介: 谷学静(1972-), 女, 河北, 博士, 教授, 研究方向为虚拟现实及人机交互。

碍,是包括自闭症在内的一系列神经发育障碍性疾病。美国 2010 年 8 岁儿童中 ASD 的患病率为 14.7%^[1],我国 2017 年 6~12 岁儿童自闭症患病率为 7%^[2]。ASD 的核心症状是行为刻板和社会交往缺陷,患者大多存在认知能力和智力缺陷。

认知能力的提高对培养 ASD 儿童社会生活能力具有十分重要的意义。目前治疗主要以教育与行

为干预为主,方法主要有人际关系发展干预、地板时光、社交故事等^[3],由机构、社区、家庭多场景多阶段的进行教育。这些方法虽然有一定疗效,但需要父母和康复机构投入大量的精力、资源。

随着计算机辅助教学和移动设备的发展,借助计算机辅助训练的优势,已有软件用于 ASD 儿童教育。如《Autism-friendly English flashcards by Noyo》,模拟了“家庭”、“学校”等十多个场景,训练认知和语言能力;南京艺术学院的《触》,将认知和游戏结合,吸引儿童完成交互反应^[4]; Beaumont 等人使用《The Junior Detective Training Program》训练 ASD 儿童的情绪认知、社会技能与理解力^[5]; Fletcher-Watson 等使用《FindMe》训练基本社交技能^[6]。虽然现有的应用程序一定程度上发挥了计算机辅助训练的优势,但由于 ASD 儿童核心缺陷训练需求的特殊性,在认知泛化(即将认知从简化的虚拟环境泛化到复杂的现实世界)的过程中,对物理世界模拟及行为真实性等虚拟现实效果具有较高的仿真要求,相关研究还未见文献报道。

针对 ASD 儿童的认知障碍特别是认知泛化能力障碍的教育训练需求,本系统基于 Unity3D 平台设计出 ASD 儿童认知教育系统。首先,以语音和图片结合的方法训练 ASD 儿童对颜色、形状、水果、动物和表情的认知。其次,由于 ASD 儿童注意力易被分散^[7],故认知泛化训练采用了游戏的形式。为此,利用物理引擎构建了符合真实世界物理规律的游戏环境;应用 Agent 技术和状态机实现了虚拟场景的表现与控制;使用摄像头和 OpenCV for Unity 插件标示出表情的重要特征,实现了表情模拟认知训练。利用 Unity3D 软件的跨平台特性,还可以发布支持 PC 端、安卓等多平台的版本。本系统专注 ASD 儿童认知教育,为 ASD 儿童认知的辅助教育训练提供了一种新的设计方法。

1 系统设计

本系统由在智能 Agent 监督下的基本认知模

块和游戏泛化模块组成。智能 Agent 管理整个教育系统并通过卡通形象的虚拟角色给予 ASD 儿童指导和评价。系统功能模块如图 1 所示。

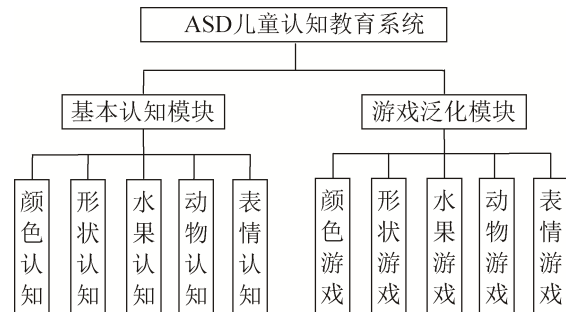


图 1 系统功能模块图

Fig. 1 System function module diagram

基本认知模块以信息提示的形式,进行颜色、形状、水果、动物和表情等内容的认知训练。应用图片强化视觉信息的输入,从而使 ASD 儿童注意力集中在可控的情境中,完成基本认知学习。

游戏泛化模块以游戏的形式,利用虚拟现实技术构建不同的生活场景,在构建的虚拟场景中进行基本认知内容的泛化训练^[8]。同时,通过点击漂浮的气球和移动图形来训练 ASD 儿童的手眼协调能力。针对 ASD 儿童模仿能力差的特点^[9],使用人脸检测技术标示出脸部、眼睛和嘴部等表情相关的重要区域,实现了表情模仿认知训练。

2 关键技术

为实现 ASD 儿童认知教育系统,关键技术主要包括 3 个方面:(1) 物理特性的仿真;(2) 虚拟场景的表现与控制;(3) 表情模拟的特征提示。

2.1 物理特性的仿真

物理特性的仿真就是利用物理引擎在游戏中模拟出具有接近真实世界物理规律的环境。物理仿真涉及的因素多、运算量大。为了真实地表现出物体的物理属性和运动规律,并合理减少运算量,本系统主要从物理引擎系统组件配置、游戏元素尺寸计算和物理引擎优化设置三方面来实现。

2.1.1 物理引擎系统组件配置

物理引擎是一种可仿真物理系统的程序。本系统主要应用 Unity3D 内置的 PhysX 物理引擎, 模拟了漂浮、碰撞和重力等物理效果。

在颜色认知泛化训练游戏中, 模拟气球漂浮涉及到施加作用力(如重力、空气作用力、碰撞力等)、更新位置和速度以及碰撞检测和处理。

添加刚体组件(Rigidbody 2D)可使物体受到重力在内的外力。空气的作用力由添加在背景物体上的浮力效果器(BuoyancyEffector2D)产生, 包括空气浮力、线性和旋转运动的摩擦力、空气流动力等。碰撞器(Collider 2D)可使物体之间产生碰撞作用, 物理引擎依据物体所加的碰撞器计算其包括质量在内的物理性质并模拟出碰撞效果, 物体的形状越复杂, 系统运算量越大。由于气球整体包括物理性质不同的气球和绳结, 因此需分别添加碰撞器。此外为减少运算量, 根据绳结的质量分布和物理性质将其碰撞器形状简化表示为正方形。

如图 2 所示, 碰撞器一为圆碰撞器, 描述气球的质量。碰撞器二为盒碰撞器, 描述绳结的质量。当气球整体的重力等于浮力时, 可得到碰撞器二密度 ρ_2 的计算如公式(1)所示:

$$\rho_2 = (\rho_0 \times (\pi r_1^2 + l_2^2) - \rho_1 \times \pi r_1^2) / l_2^2 \quad (1)$$

式中: ρ_0 为空气的密度; r_1 为碰撞器一半径; l_2 为碰撞器二边长; ρ_1 为碰撞器一的密度, 此处参考氮气密度。

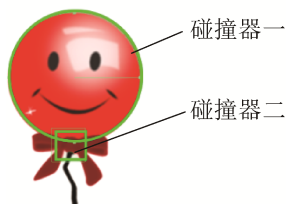


图 2 气球碰撞器示意图
Fig. 2 Balloon collider schematic diagram

模拟出气球的质量并运用向量加法求得合力后, 即可由牛顿第二定律算出物体加速度, 进而使用积分计算来更新位置和速度。

气球的加速度如公式(2)所示:

$$\ddot{\mathbf{p}} = \mathbf{f} / m \quad (2)$$

式中: $\mathbf{f}$ 为作用在气球上的合力; m 为气球的质量。

气球在碰撞后还会产生旋转运动, 角加速度如公式(3)所示:

$$\begin{aligned} \ddot{\theta} &= I^{-1} \tau \\ \tau &= \mathbf{p}_f \times \mathbf{f} \end{aligned} \quad (3)$$

式中: I 为转动惯量; τ 为转矩; $\mathbf{p}_f$ 为力的作用点关于气球质心的相对位置。

碰撞检测对于物理引擎至关重要, 检测方法有射线法和包围盒法。射线法是从物体上的一点向其运动方向发出射线, 通过判断射线与其它物体的碰撞器是否相交以及物体间距离来进行碰撞检测。当物体进行多个力作用下的复杂运动时, 系统需不断计算射线相交情况和物体间距离, 经过大量运算才能做到实时碰撞检测。包围盒法是用多种形状的碰撞器近似表示复杂形状的物体, 物理引擎通过检测边界的相交性来检测碰撞, 并实时计算碰撞后的运动。本系统即使用了包围盒法, 矩形包围盒碰撞检测原理如图 3 所示。

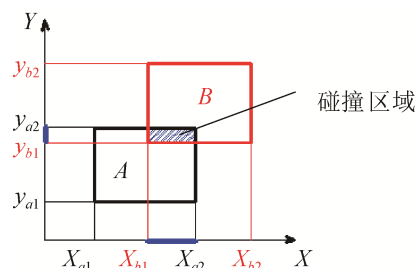


图 3 矩形包围盒碰撞检测原理图

Fig. 3 Rectangular bounding box collision detection diagram

图 3 中蓝色区域为物体 A 与物体 B 的重叠部分。如果在两个坐标轴的投影都发生重叠, 则可判断发生了碰撞。

Unity3D 中碰撞检测功能包含在碰撞器组件中, 同一个物体添加的多个碰撞器会作为一个整体参与物理模拟。气球的反弹效果由碰撞器物理材质的弹性系数决定。由于相互碰撞的动能损失和空气摩擦力的作用, 气球速度不断减小直至静止。因此, 本系统会通过脚本改变浮力效果器中空气流动力

的大小和方向,模拟风吹动气球的现象。

在模拟时,保持其他设置不变,可以发现,气球的弹性系数越大、空气的摩擦力越小,气球运动的时间越长;绳结的密度越大,下落的越快;气球整体转动所围绕的质心越靠近绳结,气球转动幅度越小。

2.1.2 游戏元素尺寸计算

Unity3D 的物理系统是无量纲的,比如重力加速度是 9.8 unit/s^2 ,并非 9.8 m/s^2 。为了模拟出接近真实的物理现象,须按 1 个单位等于 1 m 的要求计算游戏中元素的尺寸。

所有 UI 元素均位于画布上,为了不让画布遮挡虚拟人物等非 UI 元素,画布的渲染模式可设置为屏幕空间-摄影机模式。此模式下,UI 元素尺寸数值由其图片像素值按像素单位比进行换算得到,如公式(4)所示:

$$H_b = P_b / r_p \quad (4)$$

式中: H_b 为元素在场景内的高度尺寸; P_b 为气球图片高度的像素值; r_p 为像素单位比。

游戏场景高度由摄像机决定,其值为摄像机正交投射参数值的二倍,如公式(5)所示:

$$H_s = 2S \quad (5)$$

式中: H_s 为场景的高度尺寸; S 为摄像机正交投射参数。

2.1.3 物理引擎优化设置

物理仿真的效果和运算量与物理引擎的更新时间间隔 Δt 直接相关。 Δt 越小,模拟效果越好,但需要进行大量的计算,对于某些硬件性能较差的设备,会造成游戏帧率下降,甚至出现停顿感。 Δt 过大,则会使物理碰撞检测延迟,导致物体间出现“穿透”。因此,为保证不同设备间游戏运行的一致性,可以采取 2 种解决办法: (1) 在选择较小 Δt 的同时,设定帧的最大刷新时间间隔; (2) 只对运动速度快、物理模拟要求高的物体使用连续检测模式,即构造出物体在一段时间内的路径几何体,通过检测该几何体是否发生碰撞来防止穿透的

情况。

本系统通过物理引擎系统组件配置、游戏元素尺寸计算和物理引擎优化设置,构建了符合真实世界物理规律的游戏环境,并针对不同性能的设备做了优化。

2.2 虚拟场景的表现与控制

训练情景的变化有利于 ASD 儿童的认知泛化,因此本系统将 Agent 技术和动画状态机结合,实现训练情景变化与控制,并在交互中帮助 ASD 儿童适应情景变化。

Agent 指能采取自主行为的智能体。本系统使用其智能生成训练内容并给与 ASD 儿童反馈评价。动画状态机用来控制和序列化动画。每一个动画被称为一种状态^[10]。在动物认知泛化训练游戏中,Agent 接受到请求训练的信息后,首先查询数据库中各情景项目学习的正确率,按低训练次数、低正确率项目优先的原则生成训练次序;然后依照次序将预先制作好的各情景项目动画 clip 关联至动画状态机对应状态的 motion;最后系统主动发起交互任务,根据任务的完成情况,系统通过语音和动画的形式给予 ASD 儿童交互操作的反馈评价,并自动切换到下一个场景进行训练,从而控制虚拟场景的变化。训练结束后,保存各项目答题情况到数据库。

动物认知泛化训练游戏流程图如图 4 所示。

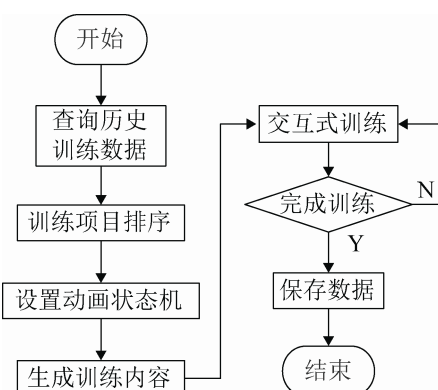


图 4 动物认知泛化训练游戏流程图

Fig. 4 Flow chart of generalization game for animal cognition

2.3 表情模拟的特征提示

表情学习的目的是为了认知表情并能做出表情来表达情感。因此, 本系统将拍照与人脸特征检测技术结合, 不仅可以显示 ASD 儿童模拟卡通人物表情的照片, 而且在需要帮助 ASD 儿童改进表情时, 可以点击图片显示出脸部、眼睛和嘴部等表情相关特征的提示。

2.3.1 表情获取

通过调用前置摄像头来获取 ASD 儿童表情, 并显示在屏幕上。再将屏幕图像保存为纹理用于后续人脸检测。主要代码如下:

```
tex.ReadPixels(new UnityEngine.Rect(wPix, hPix,
tex.width, tex.height), 0, 0, false);
```

2.3.2 表情特征提示

本系统使用 OpenCVfor Unity 插件实现表情特征提示。OpenCV 是由 Intel 公司开发的计算机视觉库, 实现了图像处理方面的很多算法。

表情特征提示前, 需使用 Adaboost 算法来迭代训练得到分类器^[11]。Adaboost 算法的核心思想将很多分类能力一般的弱分类器组成能力很强的强分类器。首先将类 Haar 特征组合成大量弱分类器。对于每个弱分类器, 使用积分图快速计算训练样本的特征值, 通过遍历的方法调整类 Haar 特征的阈值并计算错误率, 依据错误率最小的原则选出最优的弱分类器。弱分类器 $h_i(x)$ 构成如公式(6)所示:

$$h_i(x) = \begin{cases} 1 & p_i f_i(x) \leq p_i \theta_i \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (6)$$

式中: f_i 为特征; θ_i 为阈值; p_i 为偏置位(取值 ± 1)使不等式方向始终是 $\leq$ 号。

之后加入新样本进行新一轮训练, 经过 T 轮迭代后, 将选出的 T 个最优弱分类器组合成一个强分类器。强分类器 $h(x)$ 构成如公式(7)所示^[12]:

$$h(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{i=1}^T a_i h_i(x) \geq 0.5 \sum_{i=1}^T a_i \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (7)$$

$$a_i = \ln((1 - \varepsilon_i) / \varepsilon_i) / 2$$

式中: $h_i(x)$ 为弱分类器; ε_i 为弱分类器的错误率。

最后将多个强分类器级联, 得到最终可用于人脸检测的分类器。

1) 预处理待检测的图像。为了加快处理速度, 需把彩色图像转换为灰度图像以降低像素点的变化范围。之后进行直方图均值化处理, 重新分配图像像素值, 达到提高图像的亮度及对比度的效果。主要代码如下:

```
Imgproc.cvtColor(imgMat, grayMat, Imgproc.
COLOR_RGBA2GRAY);
```

```
Imgproc.equalizeHist(grayMat, grayMat);
```

2) 加载分类器。

本系统用到了一个脸部分类器, 一个嘴部分类器, 两个眼睛分类器(分别用于检测戴眼镜和不戴眼镜的情况)。以加载脸部分类器为例, 主要代码如下:

```
CascadeClassifier cascadeFace = new
CascadeClassifier(Utils.getFilePath( " haarcascade_
frontalface_alt.xml " ));
```

3) 检测表情特征。应用分类器检测时, 先将图片划分为多块, 对每一块分别进行检测。对于超过训练样本尺寸的表情特征, 采用不断扩大搜索窗口的方法进行多尺度检测。比例系数过大会漏检两个窗口大小之间的表情特征, 过小则会降低检测效率, 因此选择窗口比例系数为 1.1。

以脸部检测为例, 主要代码如下:

```
cascadeFace.detectMultiScale (grayMat, faces,
scaleFactor, minNeighbors, 0, minSize, maxSize);
```

其中 $scaleFactor$ 表示每次搜索窗口缩放的比例系数, $minNeighbors$ 表示构成检测目标的相邻矩形的最小个数, 即目标至少要被检测到 $minNeighbors+1$ 次才确认; $minSize$, 和 $maxSize$ 为目标的最小和最大尺寸。

4) 验证检测结果。实际应用中存在误检的问题, 所以需对检测结果做验证以排除错误结果。

为了保证后续对比的效果, 脸部高度占整个图像一半以上才会被确认。眼睛检测时, 验证眼睛与脸部的相对大小和相对位置以及结果是否为两个眼睛。嘴部检测时。根据嘴部与脸部、眼睛的相对

大小和相对位置进行验证。

5) 绘制框图。用不同颜色矩形框标示出脸部、眼睛和嘴部。以标示脸部为例, 主要代码如下:

```
Core.rectangle(imgMat, pt1, pt2, color, thickness);
```

//其中 pt1 和 pt2 为矩形框的左上和右下角坐标, color 和 thickness 为框线颜色和宽度。

标示眼睛前, 先依据坐标判断左眼和右眼, 然后用右眼的左上坐标和左眼的右下坐标绘制一个矩形框标示出两个眼睛。

2.3.3 模拟结果对比

拍照后, 点击照片即可以显示表情特征提示。提示结果如图 5 所示。

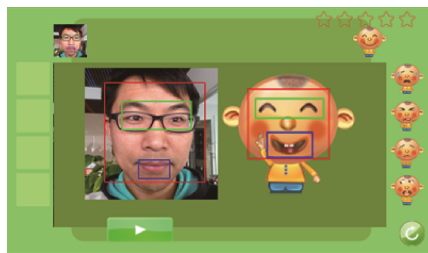


图 5 表情特征提示

Fig. 5 Facial feature prompts

3 系统效果评估

为获得系统的使用效果评价, 以及为进一步改进提供依据, 本文进行了实验测试。

3.1 评估方法

3.1.1 实验设计

实验采用不等同对照组设计, 将 ASD 儿童分成干预组和对照组。在开始实验前, 对两组 ASD 儿童完成了实验前评估。经过 10 周的干预后, 进行实验后评估。

3.1.2 被试对象

在唐山市思达儿童智慧潜能培训学校招募 16 名高功能 ASD 儿童, 其中男 13 名, 女 3 名, 年龄 6~10 岁, 分为干预组和对照组各 8 名。获得家长和儿童同意, 同时家长承诺测试期间儿童不接受其

它干预措施。

3.1.3 实验方法

实验设备为安装有 ASD 儿童认知教育系统的平板电脑, 平板电脑配置为 7.9 英寸屏幕, 操作系统 Android5.1。实验地点为唐山市思达儿童智慧潜能培训学校。测试前, 对康复训练中心老师进行设备和教育软件的使用培训。为期 10 周的实验过程中, 两组 ASD 儿童均接受传统综合治疗。此外, 干预组儿童接受每周两小时的认知教育。

3.1.4 指标和评估

国内现有的评估工具大多针对 ASD 儿童症状诊断和筛查设计, 还没有权威的用于教育训练效果评估工具。因此, 为了评估本系统的教育效果, 在分析 PEP-3(Psychoeducational Profile, 3rd Ed)并参考培训学校的专家意见后, 制作了专用的任务评分表。重点记录教育前后的认知表现、认知泛化水平、模仿能力、手眼协调能力以及情感认知和表达等 5 项指标。每项指标在教育前后的改善状况分为 3 个等级, 0 级为无效, 1 级为好转, 2 级为显效。

评估前, 对助理人员进行评估方面的培训, 随后由家长和专家对 ASD 儿童教育前、后的改善状况进行评分并由助理人员记录和统计。助理人员、家长和专家均未被告知分组情况。

3.1.5 统计学分析

数据使用 SPSS19.0 统计软件处理, 计量数据采用均值±标准差表示, 非正态分布数据比较采用秩和检验, $P<0.05$ 被认为差异有统计学意义。

3.2 结果

3.2.1 干预组与对照组 ASD 儿童基本情况

干预组与对照组 ASD 儿童的基本情况见表 1。

表 1 干预组与对照组 ASD 儿童基本情况
Tab. 1 Basic situation of ASD children in intervention group and control group

组别	例数	年龄/岁	男/例
干预组	8	8.13±1.10	6
对照组	8	7.63±1.20	7

3.2.2 干预组与对照组 ASD 儿童改善状况比较

干预组在认知表现、认知泛化水平以及情感认知和表达等方面的改善程度均好于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。实验后干预组与对照组 ASD 儿童状况改善情况见表 2。

表 2 干预组与对照组 ASD 儿童状况改善情况
Tab. 2 Status improvement of ASD children in intervention group and control group

状况改善	干预组	对照组	Z 值	P 值
认知表现	0	2	2.003	<0.05
	1	5		
	2	1		
认知泛化水平	0	2	2.450	<0.05
	1	5		
	2	1		
模仿能力	0	3	1.464	0.143
	1	5		
	2	0		
手眼协调能力	0	4	0.413	0.680
	1	3		
	2	1		
情感认知和表达	0	1	2.199	<0.05
	1	5		
	2	2		

4 结论

本文介绍了 ASD 儿童认知教育系统的设计和实现。系统基于 Unity3D 平台开发, 针对提高 ASD 儿童的认知能力, 促进其认知泛化的问题, 实现了游戏环境仿真和虚拟场景的表现与控制, 为 ASD 儿童提供了符合现实生活的、多情景的泛化学习环境; 通过表情模拟认知训练提高 ASD 儿童情感表达能力。初步测试表明, 该系统在改善 ASD 儿童的认知能力方面优于单纯的传统综合治疗, 为 ASD 儿童认知的辅助教育训练提供了一种新的设计方法。本系统还有待改进之处: 首先, 需要扩展和完善认知内容, 包括数字、空间和生活常识等; 其次, 手眼协调训练作为传统感统训练的一部分, 可以促进 ASD 儿童的脑发育, 有利于认知能力提

高。系统进一步的游戏开发中拟采用更自然的体感交互手段以提高 ASD 儿童的手眼协调能力。

参考文献:

- [1] Christensen D L, Baio J, Braun K V, et al. Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2012 [J]. Morbidity & Mortality Weekly Report Surveillance Summaries (S1545-8636), 2014, 63(2): 1.
- [2] 中国新闻网. 研究显示中国儿童自闭症患病率为千分之七 [EB/OL]. [2017-04-02]. <http://www.chinanews.com/sh/2017/04-02/8190203.shtml>.
- [3] 李洪华, 单玲, 杜琳, 等. 儿童孤独症谱系障碍的治疗研究进展[J]. 中国当代儿科杂志, 2015, 17(8): 886-892. Li Honghua, Shan Ling, Du Lin, et al. Research advances in the management of autism spectrum disorders in children [J]. Chinese journal of contemporary pediatrics, 2015, 17(8): 886-892.
- [4] 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. Tong Fang. The Emotional Design of App for Autistic Children Using Nonprofit App Touch as an Example[J]. Creation & Design, 2016(4): 83-88.
- [5] Beaumont R, Sofronoff K. A multi-component social skills intervention for children with Asperger syndrome: The Junior Detective Training Program [J]. Journal of Child Psychology and Psychiatry (S1469-7610), 2008, 49(7): 743-753.
- [6] Sue F W, Alexandra P, Juliet S B, et al. A trial of an iPad™intervention targeting social communication skills in children with autism [J]. Autism (S1461-7005), 2016, 20(7): 771-782.
- [7] Aliee Z S, Jomhari N, Rezaei R, et al. The Effectiveness of Managing Split Attention among Autistic Children Using Computer Based Intervention [J]. Turkish Online Journal of Educational Technology (S2146-7242), 2013, 12(2): 281-302.
- [8] Rajendran G. Virtual environments and autism: a developmental psychopathological approach [J]. Journal of Computer Assisted Learning (S1365-2729), 2013, 29(4): 334-347.
- [9] 黄智雄. 孤独症谱系障碍儿童对生物运动感知的初步探讨 [D]. 天津: 南开大学, 2013. Huang Zhixiong. The Preliminary Study of Biological Motion Perception in Children with Autism Spectrum Disorders [D]. Tianjin: Nankai University, 2013.

- [10] 杨观. 基于 Unity 的游戏逻辑引擎的设计与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
Yang Guan. Design and Implementation of Game Logic Engine Based on Unity [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2015.
- [11] 王蓉, 侯鹏鹏, 曾昭龙. 基于 OpenCV 的人脸检测与跟踪方法实现[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(24): 115-118.
Wang Rong, Hou Pengpeng, Zeng Zhaolong. The Application of Face Detection and Tracking Method Based on OpenCV[J]. Science Technology and Engineering, 2014, 14(24): 115-118.
- [12] 龙伶敏. 基于 Adaboost 的人脸检测方法及眼睛定位算法研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2008.
Long Lingmin. Face detection method and eye location algorithm based on Adaboost [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2008.