

增强现实技术在自闭症儿童教育发展的应用研究综述

赵紫宇

西南大学教育学部, 重庆

收稿日期: 2024年4月12日; 录用日期: 2024年5月20日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

自闭症是一种神经发育障碍, 常常导致儿童在社交交流、情绪认知和行为控制方面存在困难。增强现实技术(AR)为自闭症儿童提供了直观、可视化的学习环境。随着科技的进步, 增强现实技术成为自闭症儿童教育发展中的有力工具, 促进了自闭症儿童在社交交流中的参与度和积极性。通过系统综述和案例分析, 探讨AR技术在自闭症儿童教育中的应用和效果, 虚拟对象互动和游戏化的学习情境能够提升自闭症儿童的社交技能、情绪认知和日常生活技能。AR技术在自闭症儿童教育中的潜力包括模拟社交环境、个性化学习、减少焦虑、增加语言理解和表达、社交故事讲述以及共同注意训练等方面。未来研究可以尝试用户的图形界面设计、跟踪研究、跨学科合作、家庭参与、政策支持以及伦理与隐私等方面, 通过科学技术与人文关怀并举的方式促进特殊教育信息化的发展。

关键词

自闭症儿童教育, 增强现实, 学习干预, 案例研究

Research Review on Augmented Reality Technology in the Educational Development of Autistic Children

Ziyu Zhao

Faculty of Education, Southwest University, Chongqing

Received: Apr. 12th, 2024; accepted: May 20th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

Autism is a neurodevelopmental disorder that often causes children to have difficulties in social

communication, emotional recognition and behavioral control. Augmented reality (AR) provides an intuitive, visual learning environment for children with autism. With the advancement of science and technology, augmented reality technology has become a powerful tool in the educational development of autistic children, promoting the participation and enthusiasm of autistic children in social communication. Through systematic review and case analysis, this paper discusses the application and effect of AR technology in the education of autistic children. Virtual object interaction and gamified learning situations can improve the social skills, emotional cognition and daily living skills of autistic children. The potential of AR technology in the education of children with autism includes simulating social environments, personalized learning, reducing anxiety, increasing language understanding and expression, social storytelling, and co-attention training. Future research can try to use user graphical interface design, tracking research, interdisciplinary cooperation, family participation, policy support, ethics and privacy, etc., and promote the development of special education informatization through science and technology and humanistic care.

Keywords

Education of Autistic Children, Augmented Reality, Learning Intervention, Case Study

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自闭症谱系障碍(Autistic Spectrum Disorder, ASD)是一种神经发育疾病,其特征是沟通和社交互动持续困难,兴趣受限和重复行为的存在[1]。在过去10年中,ASD的患病率增加了4倍,在美国的患病率为1/68[2]。具体而言,Blumberg等[3]指出,2008年之后诊断出的儿童更有可能患有较轻的ASD。这种疾病患病率的稳步增长,部分原因是父母和卫生和教育服务专业人员的意识提高,以及诊断过程的改进,这导致了早期发现和诊断有些偏差[4]。

这种临床疾病对社交生活有显著影响,并可能对同伴社交互动、认知能力、日常生活技能、学业成绩和心理健康等不同领域产生长期负面影响。由于这种诊断,患有这种神经发育疾病的儿童需要有效的治疗,不仅可以改善ASD的核心症状,还可以改善与该疾病相关的共病临床表现。

在过去几十年中,基于技术使用的干预措施呈指数级增长,成为改善ASD患者及其照护者健康和生活质量的真正治疗可能性[5]。增强现实技术是虚拟现实的一种最新模式,它扩展了现实图像,将虚拟和现实元素相结合,通过添加虚拟计算机生成的信息来创建一个混合和交互式的环境。这样,关于环境及其对象的人工信息可以在现实世界中重叠[6]。

增强现实(AR)技术已成为健康领域中不同领域的有效治疗手段:诊断、心理健康治疗等[7]。关于干预计划,AR已被用于治疗多种神经发育障碍,例如ASD。具体而言,在这一领域,AR相对于更传统的干预措施显示出一些优势,因为它允许ASD患者在更生态和更现实的环境中接受治疗,这些环境可以纵并适应ASD儿童和青少年表现出的特定和异质性特征[8]。因此,这种处理方式在受控环境中具有更大的生态效度,所学技能可推广到其他领域和日常生活环境[9]。Lorenzo[10]等人表示:自闭症学生的特点是除了具有逻辑但有些抽象的推理能力外,还具有视觉偏好和极其具体的学习需求。正是这种对视觉学习的偏好,促进了研究人员和自闭症群体对虚拟现实等新兴技术的使用。

增强现实在 ASD 儿童教育发展方面的潜力

VR (虚拟现实)和 AR (增强现实)技术在自闭症谱系障碍(ASD)儿童的语词发展干预方面展现出了显著的潜力。ASD 儿童通常在社交沟通方面存在障碍,包括语言理解和表达的困难。VR/AR 技术提供了一个可控且互动的环境[11],可以帮助 ASD 儿童在没有现实世界社交压力的情况下练习语言技能。

具体可分为以下七个方面,第一,模拟社交环境:VR 技术可以创建逼真的社交场景,让 ASD 儿童在虚拟环境中与虚拟角色进行互动,从而练习语言交流。这种沉浸式体验有助于提高他们的参与度和学习动机[12]。第二,个性化学习:VR/AR 应用可以根据每个儿童的特定需求和兴趣进行个性化设计,提供定制化的学习路径。这有助于提高学习效率,因为内容与儿童的兴趣相关,更容易吸引他们的注意力。第三,减少焦虑:对于 ASD 儿童来说,社交互动可能引起焦虑。VR/AR 提供的虚拟环境可以让他们在一个安全、可控的空间中练习社交技能,从而减少焦虑和压力。第四,增强语言理解:通过 VR/AR 技术,可以设计出各种语言理解任务[13],如跟随指令、回答问题等,帮助 ASD 儿童提高语言理解能力。第五,促进语言表达:VR/AR 环境中的互动游戏和活动可以鼓励 ASD 儿童使用语言进行表达,从而提高他们的语言表达能力。第六,社交故事讲述[14]:VR/AR 可以用于讲述社交故事,帮助 ASD 儿童理解和预测社交互动的复杂性,这对于语言发展和社交技能的提升都是有益的。第七,共同注意训练:共同注意是 ASD 儿童语言发展的关键领域[15]。VR/AR 技术可以设计出专门的训练程序,通过引导儿童关注特定的虚拟对象或事件,来提高他们的共同注意能力。尽管 VR/AR 在 ASD 儿童语词发展干预方面具有巨大潜力,但目前的研究和应用仍处于初级阶段。未来的研究需要进一步探索这些技术在实际干预中的应用效果,以及如何将它们与传统的干预方法相结合,以实现最佳的干预效果。

2. 研究方法

2.1. 检索策略

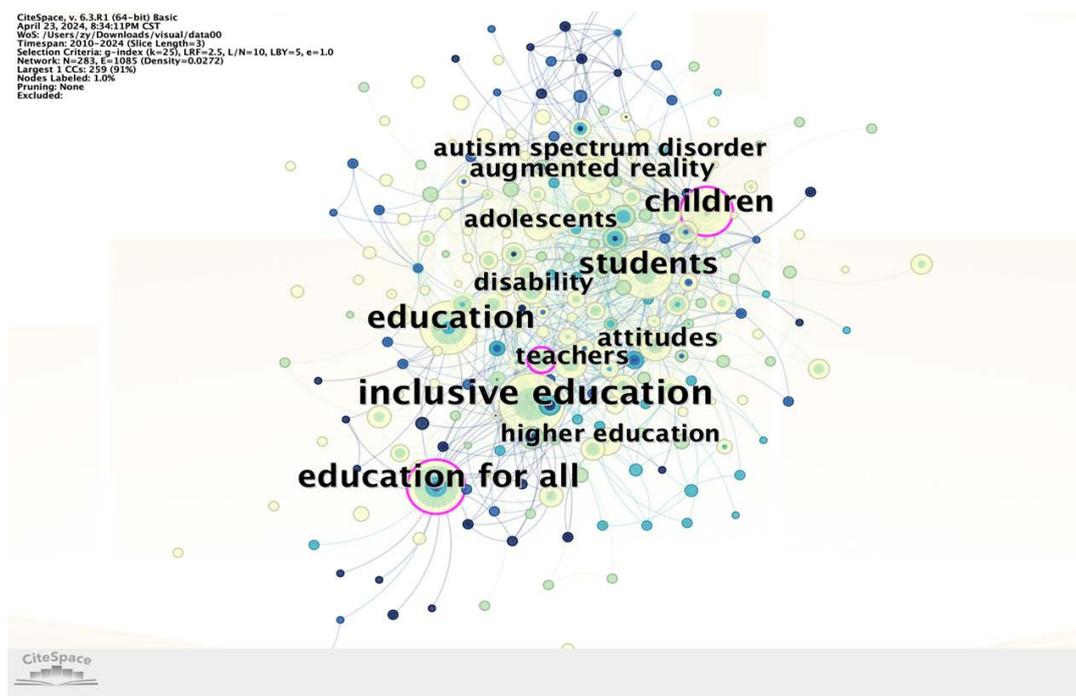


Figure 1. WOS core database high-frequency keyword co-occurrence network analysis diagram
 图 1. WOS 核心数据库高频关键词共现网络分析图

在 2024 年 1 月至 2024 年 2 月期间, 笔者进行了文献检索, 使用了一系列数据库进行系统检索, 包括 Web of Science、Scopus、Science Direct、IEEE Xplore、SpringerLink、PubMed 和 Google Scholar。之所以选择这些数据库, 是因为它们涵盖了关于自闭症谱系障碍(ASD)儿童教育的主题研究中的大部分相关文献。

首先, 使用了布尔运算符, “和”, “或”运算符, 通过以下关键字组合进行搜索: (TS = autism education OR TS = autistic spectrum disorder, TS = ASD AND TS = AR, TS = IVR AND TS = VR)。此外, 还手工检索了相关先前综述的参考文献部分, 以及符合纳入标准的研究的参考文献列表。我们排除了摘要、注释、协议、信件和社论等类型的文章。检索仅限于同行评议的研究, 在这些研究中, 作者评估了基于增强现实的治疗对 ASD 患者的影响。由于增强现实技术在过去十几年间不断进步, 因此研究者综述考虑了最近十四年的文章(时间范围: 2010 年 1 月 1 日至 2024 年 1 月 1 日), 根据科学可视化工具 CiteSpace 进行 Web of Science 核心数据库高频关键词共现网络分析, 具体如图 1 所示。

基于可视化分析软件, 将数据的前 20 名的高频关键词导出, 具体如表 1 所示。

Table 1. Statistics table of high frequency keyword

表 1. 高频关键词统计表

序号	频次	关键词	序号	频次	关键词
1	110	inclusive education	11	25	autism spectrum disorder
2	81	education for all	12	25	adolescents
3	77	education	13	24	policy
4	72	students	14	24	impact
5	68	children	15	23	quality
6	30	augmented reality	16	22	knowledge
7	29	teachers	17	22	school
8	29	attitudes	18	22	social justice
9	27	higher education	19	21	achievement
10	26	disability	20	19	teacher education

2.2. 排除和纳入标准

筛选时的研究纳入标准如下: 1) 时间范围: 2010 年以后的同行评审的英文研究; 2) 数据库来源: Web of Science Core Collection Categories, 包括教育和教育研究、教育科学学科; 3) 研究类型: 干预研究; 4) 主题: 虚拟现实在教育中的应用; 5) 参与者类型: 自闭症障碍谱系(ASD)学生。排除标准如下: 1) 重复文档: 排除重复文档; 2) 无法获取的文档: 排除无法获取全文的研究; 3) 文档类型: 排除信件、书籍文章、编辑材料和新闻类型的项目; 4) 技术类型: 排除与研究主题不相关的技术类型。

根据 PICO 模型[16]纳入已确定的研究, 以便在选择标准中选择相关研究问题: P——人群(儿童和青少年(4~18 岁)必须诊断为自闭症谱系障碍(ASD)或阿斯伯格症, I——干预(该研究需要报告基于 AR 的治疗或干预), C——对照组(与非 AR 治疗相比, 基于 AR 的治疗前的儿童状况和未接受治疗)和 O——结果(获得的主要结局)。

作者指定的其他标准如下: 根据国际疾病分类(International Classification of Diseases, ICD)确定自闭症诊断; 《精神障碍诊断与统计手册》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM); 自闭症诊断观察表(Autism Diagnostic Observation Schedule, ADOS)、修订后的自闭症诊断访谈(Revised Autism

Diagnostic Interview, ADI-R), 其他经过验证的 ASD 症状照料者问卷(如儿童自闭症评定量表(Childhood Autism Rating Scale, CARS) [17]。

2.3. 筛选过程与结果

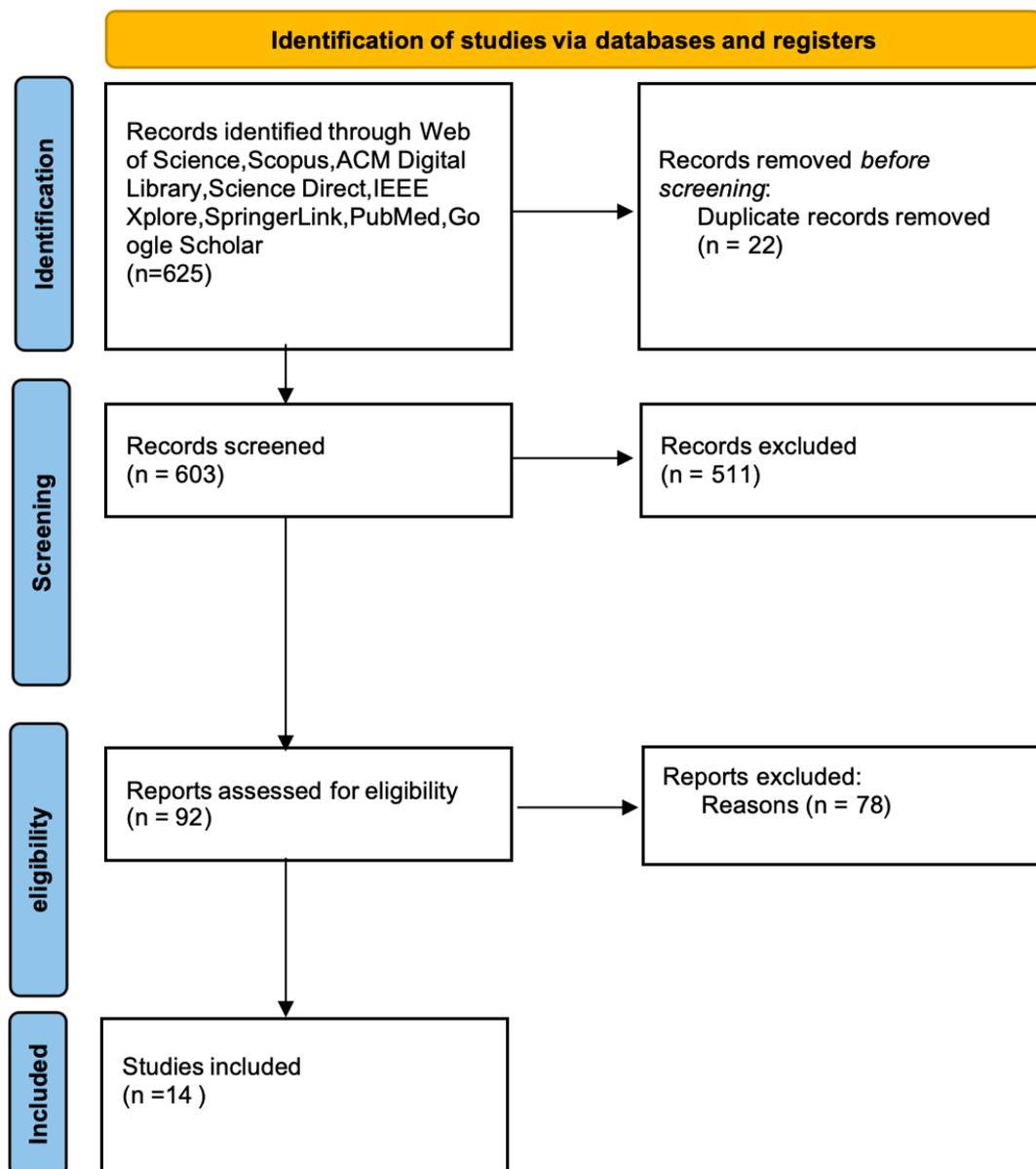


Figure 2. Filter flowcharts according to PRISMA declarations

图 2. 根据 PRISMA 声明筛选流程图

筛选过程包括标题和摘要筛选以及基于 PICO 标准的全文筛选。如果一项研究符合所有预定义的纳入标准, 则将其纳入综述。具体而言, 本研究旨在对 2010 年——2024 年期间虚拟现实(VR)、增强现实(AR)在自闭症儿童的教学环境中的应用进行系统和专题综述。具体分析基于以下系统评价和元分析首选报告项目 (PRISMA)指南找到了从 Web of Science Core Collection Categories 数据库中获得的 14 份文件样本。研究结果强调, 大部分研究都集中在情感识别和社交技能发展领域。此外, 我们发现当 VR/AR 环境中的活动具有

互动性和现实性时,这一特定人群(ASD 患者)对该工具的接受程度得到了提高,具体筛选流程如图 2 所示。

在自闭症(ASD)领域的文献中,一些综述性文章致力于使用虚拟现实(VR)进行干预,包括评估 VR 干预在注意力、社会功能、抽象概念和想象力等方面的有效性。然而,关于 VR 在 ASD 研究和实践中的叙述性评论却只占很小比例。人们普遍认为,系统性综述和叙事综述在总结当前知识、促进新兴领域进一步发展方面提供了互补的贡献。然而,一些研究领域指出,大多数关于 VR 和 ASD 的评论文章都采用了系统性方法,这可能导致一种虚假的等级制度,即将系统性文献综述的价值置于 ASD 儿童教育的叙述性评论之上[18]。虽然压倒性地强调狭隘的问题是为了巩固积极的证据,但它缺乏广泛的视角,可能无助于建立对使用虚拟现实(VR)进行自闭症谱系障碍(ASD)研究和培训的彻底和全面的理解。因此,在这方面,我们选择以多种方式呈现几个关于 VR 在 ASD 人群中的应用的选定主题,以反映当前对这一新兴领域的理解。笔者对现有研究综述进行统计,具体如表 2 所示。

Table 2. Current reviews of VR/AR for ASD interventions

表 2. VR/AR 用于 ASD 干预的现有综述

作者	出版年份	综述文章类型	期刊/会议	焦点话题	覆盖参与者	纳入/涵盖研究时间段	涉及声调语言使用者与 ASD 研究比例
Banire [19]	2017	系统性综述	2017 年第 7 届 IEEE 控制系统、计算与工程国际会议 (ICCSCE)	基于 VR 的学习干预中的注意力检测与测量	自闭症儿童	2008 年 1 月至 2017 年 5 月	18.18%
Bellani [20]	2011	描述性综述	流行病学和精神科学	VR 在支持 ASD 学习过程中的益处,特别是与社交情境有关	ASD 儿童和青少年	1996 年至 2010 年	12.50%
Berenguer [21]	2020	系统性综述	国际环境研究与公共卫生杂志	AR 通过社会、认知和行为领域对 ASD 儿童和青少年产生影响	ASD 儿童和青少年	2010 年 1 月至 2020 年 4 月	20%
Bradley and Newbutt [22]	2018	系统性综述	使能技术杂志	使用 VR-HMD 进行 ASD 的教育评估、方法和干预	ASD 儿童和成人	1996 年至 2017 年	16.67%
Dechsling [23]	2021	系统性综述	发展性障碍的研究	在 VR 中应用自然主义发展行为干预(NDBI)-Approaches	患有自闭症的儿童和年轻人	2010 年至 2020 年 4 月	10%
Dechsling [24]	2021	范围性综述	自闭症与发育障碍杂志	VR 和 AR 技术在 ASD 个体社交技能干预中的应用	以 ASD 儿童和青少年为主	2010 年至 2021 年 2 月	20.41%
Glaser and Schmidt [25]	2022	系统性综述	国际人机交互杂志	作为 ASD 个体干预或训练工具的 VR 系统的设计特点	以 ASD 儿童和青少年为主	1995 年至 2020 年 3 月	7.41%
Karami [26]	2021	采用 Meta 分析进行系统评价	精神病学前沿	VR 对 ASD 患者康复和训练的有效性	ASD 患者	直至 2019 年 10 月	15.15%
Lorenzo [27]	2019	系统性综述	教育和信息技术	沉浸式 VR 在 ASD 学生中的应用	ASD 患者	1990 年至 2017 年	9.09%
Mak and Zhao [28]	2020	系统性综述	互动学习环境	VR 在 ASD 技能专项表现中的应用	ASD 患者	2012 年 1 月至 2018 年 2 月	0

续表

Mesa-Gresa [29]	2018	系统性综述	传感器	基于 VR 的 ASD 干预的有效性	ASD 儿童	2010 年 1 月至 2018 年 2 月	19.35%
Parsons	2016	描述性综述	教育研究综述	VR 对自闭症研究的真实性	ASD 患者	展期至 2016 年 8 月	4.00%
Shoaib 等[30]	2017	系统性综述	2017 第十七届计算科学及其应用国际会议	信息技术在提高 ASD 行为、沟通和社交能力中的作用	ASD 儿童	展期至 2016 年 4 月	N/A (纳入未明确列出的研究)
Thai and Nathan-Roberts [31]	2018	系统性综述	人为因素与人体工程学学会年会论文集	VR 系统应该旨在训练的最重要的社交技能, 以及最能评估所做变化的最有用的措施	ASD 患者	展期至 2017 年 10 月	N/A (纳入未明确列出的研究)
Wang and Reid [32]	2011	描述性综述	神经流行病学	VR 在特定神经发育障碍儿童中的现状和应用	患有自闭症、多动症或脑瘫的儿童	2000 年至 2011 年	0

2.4. 研究目的与意义

本综述的目的是评估 AR 技术在不同领域对 ASD 儿童和青少年干预过程的有效性。总的来说, 大多数分析的研究表明, 应用 AR 技术可以改善各种认知和情感过程、社会沟通、面部情感识别、注意力等心理能力理论以及功能和运动能力。实际上, 社会交往和跨多种情境的社会交往和社交互动的持续困难, 表现为社会情感互惠、发展和理解关系或用于社交互动的非语言交际行为的限制[33], 代表了 ASD 的核心特征。这种症状以及与 ASD 等异质性和复杂性疾病相关的问题, 推动了对专业化、个体化和循证干预措施的需求。因此, 在过去十来年中, 针对 ASD 儿童和青少年的技术干预有所增加, Bandura [34]提出的基于观察性学习的认知行为治疗的补充。研究结果表明, AR 技术是一种有效的教学策略, 可以在现实世界中为自闭症儿童和青少年教授多种行为。AR 应用程序有助于自闭症患者学习日常生活技能的方式, 并可以促进个人对社会交际行为的理解, 增强注意力能力并有助于识别面部情绪等优势。AR 提供的更高层次的真实感在促进各种能力方面发挥着关键作用, 这些能力促进了 ASD 儿童的自主性和生活质量, 从而进一步接近与现实世界的互动。

3. 新兴技术应用筛选

基于文献分析的基础上, 作者遵循案例筛选, 最终确定了 7 篇文献。根据筛选内容进行案例分析, 具体如表 3 所示。

Table 3. AR technology to promote the development of autism education typical case
表 3. AR 技术促进自闭症患者发展的教育典型案例

序号	时间	地区	实验对象	教育目的	实用工具
1	2023	马来西亚 中国河北省邯郸市	6~12 岁自闭症儿童	促进社交技能、注意力和学习兴趣, 通过 wARna 应用, 促进理解和记忆单词	wARna 移动 AR 涂色应用、眼动追踪技术、WISC-RC、CARS
2	2023	中国青岛	5~8 岁自闭症儿童、阿斯伯格综合征儿童	通过 FaceMe 应用促进 ASD 儿童的情感发展, 帮助儿童识别社交场景中的面部表情, 提高他们的情感和沟通技能	FaceMe 系统、实体工具包(如木制标记)、Unity 3D 游戏引擎、Vuforia Engine、Android 平台、眼动追踪设备

续表

3	2023	美国	自闭症成人 (ASD 组)、神经典型成人(NT 组)	360 度球型视频(SVVR)在 ASD 患者用户行为方面的应用,为自闭症个体设计有效的 SVVR 学习干预措施	Virtuoso-SVVR 应用、Oculus Rift 头戴显示器 (HMD)、Open Broadcaster Software (OBS)、python、RStudio
4	2022	埃及的曼苏拉大学阿拉伯地区	5~10 岁 ASD 儿童	设计实施 Pickstar 的教育移动游戏,提高 ASD 儿童的词汇学习能力,通过多感官体验和适应每个玩家的动态难度调整(DDA)来增加参与度	Pickstar 游戏 Unity 引擎 用户研究 ISO 25062:2006
5	2010 年至 2020 年	全球范围内的研究	自闭症谱系障碍 (ASD)的儿童和青少年	探讨移动增强现实(MAR)技术在 ASD 干预中的应用,以改善 ASD 儿童和青少年的各种技能,包括社交沟通、行为、学习等	移动增强现实(MAR)技术:智能手机、平板、智能眼镜 系统性文献回顾
6	2000 年~2018 年	全球范围内的研究	自闭症谱系障碍 (ASD)的患者,包括儿童和成人	通过使用可穿戴设备和移动技术来改善 ASD 患者的社交行为、沟通能力、行为管理、情绪调节以及日常生活技能。这些技术被用于教育、训练、监测和支持 ASD 患者,以及提供辅助技术以增强他们的独立性	智能手机、智能手表、平板电脑、无线传感器、多触摸设备、虚拟现实设备、增强现实设备、机器人
7	2014	中国台湾	11~13 岁 ASD 青少年	增强现实(AR)基础的视频建模 (VM)故事书(ARVMS)学习系统,帮助 ASD 儿童更好地理解 and 判断社交情境中他人的表情和情绪,提高他们的社交技能	增强现实(AR)基础的视频建模(VM)故事书(ARVMS)学习系统 Vuforia™ 平台 Unity 3D Vuforia 移动视觉平台

3.1. 案例一：基于移动增强现实着色程序评估 ASD 儿童单词拼写的应用

第一个案例主要研究了移动增强现实(Mobile Augmented Reality, AR)技术在儿童自闭症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)干预中的应用。研究者们开发了一个名为 wARna 的移动 AR 涂色应用,该应用允许儿童通过视觉化的方式与涂色书页上的 2D 图像互动,将其以 3D 形式展现在用户的移动设备上。通过这种方式,应用旨在提高儿童对涂色活动的专注度,并鼓励他们学习单词拼写。

通过研究马来西亚地区和中国河北邯郸市的 55 名自闭症谱系障碍儿童,其中包括 28 名自闭症谱系障碍儿童和 27 名典型发展的儿童,研究对象的年龄范围在 6~12 岁之间。研究者开发了 wARna 移动 AR 涂色应用,专为儿童设计的移动 AR 应用,允许用户通过扫描涂色书页来与 3D 模型进行互动,从而提高学习体验。

3.2. 案例二：基于代理的社交游戏促进 ASD 儿童发展情感的应用

第二个案例主要研究了“FaceMe”的移动增强现实社交游戏,旨在为自闭症谱系障碍儿童提供更有有效的社交技能训练,并通过增强现实技术创造一个更自然和互动的学习环境。FaceMe 系统是一个基于增强现实技术的虚拟代理社交游戏,它使用虚拟代理、一组实体工具包和多级游戏机制来教授儿童基本的面部表情。

该项研究在中国进行的,研究对象为临床诊断为自闭症谱系障碍(ASD)或阿斯伯格综合症的儿童,年龄范围在 5~8 岁之间。研究旨在通过“FaceMe”的 AR 社交游戏来支持自闭症谱系障碍儿童的情感发展,帮助儿童识别社交场景中的面部表情,提高他们的情感和沟通技能。

3.3. 案例三: 基于视频的虚拟现实提取 ASD 患者行为序列模式的应用

第三个案例,研究者设计了 Virtuoso-SVVR 应用:这是一个为自闭症成人设计的虚拟现实干预,旨在支持他们在交通需求方面的技能。研究探索计算机视觉和人工智能(AI)方法在分析 360 度球型视频(SVVR)数据中的潜力,以及这些技术在提取自闭症和神经典型用户行为序列、对象管理和常见模式方面的应用。

该研究于 2014 年进行,研究对象包括两组:一组是自闭症成人(ASD 组),另一组则是神经典型成人(NT 组),研究旨在了解这些技术在沉浸式学习干预的应用,并为自闭症个体设计有效的 SVVR 学习干预措施。

3.4. 案例四: 基于动态难度调整技术的 ASD 儿童移动词汇学习游戏的应用

第四个案例主要研究了 Pickstar 游戏,这是一款基于 Android 设备的 DDA 游戏,旨在通过适应玩家技能水平来提高 ASD 儿童的词汇学习训练的可访问性和参与度。研究者使用 Unity 引擎作为 Pickstar 游戏的跨平台引擎,在设计过程中通过 ASD 儿童和家长进行访谈,以及观察 ASD 儿童的日常和教育活动,来指导游戏。

该项研究在埃及的曼苏拉大学进行,其中包含阿拉比地区的自闭症谱系障碍儿童,研究对象为 7 名 5~10 岁之间的 ASD 儿童,ASD 严重程度从中度到重度不等,并且语言技能从无到低,游戏的教育目的是通过设计与实施一个名为 Pickstar 的教育移动游戏,来提高 ASD 儿童的词汇学习能力。游戏旨在通过多感官体验和适应每个玩家水平的动态难度调整(DDA)来增加参与度。

3.5. 案例五: 基于可穿戴设备与移动技术在自闭症谱系障碍干预中的应用

第五个案例主要分析了文章中提到的实用工具包括智能手机、智能手表、平板电脑、无线传感器、多触摸设备、虚拟现实设备、增强现实设备、机器人等。这些工具被用于开发各种应用程序和系统,以支持 ASD 患者的教育、治疗和日常生活管理。文章强调了这些技术在 ASD 干预中的潜力,并指出了在研究和实际应用中存在的挑战,如参与者数量有限、结果的普遍性、技术考虑、隐私、法律和伦理问题等。同时,文章也提出了未来研究的方向,包括需要更多的个性化解决方案、在真实世界环境中测试应用程序的有效性,以及利用人工智能和情感计算来支持诊断和治疗干预。

该研究分析了 2000 年~2018 年之间的综述文献,研究范围包括全球不同国家不同地区,研究对象主要是自闭症谱系障碍(ASD)的患者,包括儿童和成人。研究还涉及到了家长、护理人员、教师和专业人员等与 ASD 患者相关的群体。其教育目的是通过使用可穿戴设备和移动技术来改善 ASD 患者的社交行为、沟通能力、行为管理、情绪调节以及日常生活技能。这些技术被用于教育、训练、监测和支持 ASD 患者,以及提供辅助技术以增强他们的独立性。

3.6. 案例六: 基于视频建模(VM)故事书来提升 ASD 儿童感知能力的应用

第六个案例研究者通过使用 AR 技术与视频建模(VM)故事书相结合,来帮助 ASD 儿童提高他们对面部表情和情绪的感知和判断能力的研究。研究中使用 AR 基础的视频建模(VM)故事书(ARVMS)学习系统。这个系统结合了 AR 技术和视频材料,通过故事书中的静态图像和 AR 技术提供的动态视频层,来吸引 ASD 儿童的注意力,并帮助他们专注于视频中的非言语社交线索。

该项研究的在中国台湾进行,研究对象为 6 名 ASD 儿童,其中包含 5 名男孩和一名女孩,年龄范围

在 11~13 岁之间,智力水平在正常范围之内。其教育目的是为了帮助 ASD 儿童更好地理解 and 判断社交情景中他人的表情和情绪,提高他们的社交技能。

4. 研究核心要素

4.1. 不同地区对比分析

Gonzalo Lorenzo Lledó 等[35]人于 2022 年回顾了 1990~2020 年间在 Web of Science (WOS)数据库中关于增强现实(AR)技术在自闭症谱系障碍(ASD)个体中的应用综述,在对比不同地区在 AR 技术实际应用方面的分析中,得出以下结论:某些地区在增强现实(AR)应用于自闭症谱系障碍(ASD)个体研究中表现活跃且产出丰富,其中几所大学被认为是最具生产力的研究中心,这些中心也拥有最多产的作者。某些大学的 Lee I.和 Chen C.H.在 WOS 和 SCOPUS 数据库中被认为是最有生产力的作者。研究团队通常由 3 到 5 名作者组成,这反映了这些领域工作的跨学科性质。在研究领域方面,SCOPUS 数据库中以计算机科学为主,而 WOS 中以教育和教育研究为主。WOS 中期刊文章较多,而 SCOPUS 中会议论文比例较高。根据布拉德福德定律,WOS 和 SCOPUS 都有相同的主题核心期刊,这说明在这两个数据库中,AR 在 ASD 领域的研究集中于特定一组期刊。期刊质量方面,WOS 中的期刊多位于 Q1 和 Q2 四分位数,而 SCOPUS 中的期刊则多位于 Q3 和 Q4 四分位数。

4.2. 研究焦点

综合分析显示,研究主要集中在使用移动增强现实(MAR)技术支持自闭症谱系障碍(ASD)儿童的教育和干预。这些研究探讨了 MAR 技术在 ASD 干预中的应用,包括使用智能手机、iPad、智能眼镜等移动设备。增强现实技术在促进自闭症患者教育中的核心要素包括以下几个方面。分别是:多感官刺激、个性化学习、社交技能训练、认知发展、环境适应性。多感官刺激方面,AR 技术通过结合虚拟现实世界和虚拟信息,提供丰富的视觉、听觉甚至触觉刺激,有助于吸引自闭症患者的注意力,来提升他们的学习参与度。个性化学习方面,AR 应用可以根据自闭症患者的兴趣和学习需求定制内容,提供个性化的学习体验,有助于吸引自闭症患者的注意力并提高他们的学习参与度。社交技能训练方面,AR 技术可以模拟社交场景,帮助自闭症患者学习和练习社交互动技能,从而提高学习效果。认知发展方面,AR 系统可以用于行为干预,通过正向强化和逐步引导自闭症患者的认知发展,通过设计有助于提高自闭症患者的认知能力,如注意力、记忆、问题解决能力和执行能力。环境适应性方面,AR 系统可以记录用户与环境交互的数据,为研究人员和教育者提供宝贵的反馈,以便调整教学策略和评估干预效果。AR 技术可以应用于多种环境,包括家庭、学校和社区,这有助于自闭症患者在不同环境中泛化所学的技能。

4.3. 核心价值

本研究的核心价值主要体现在学生主体性、实用的教学内容、创新性和适应性、技术支持与人文关怀并行等四个方面。

在学生主体性方面,研究强调以自闭症患者为中心,关注他们的特殊需求和偏好,确保技术方案能够满足他们的个性化学习和发展需求。

在实用的教学内容方面,研究利用 AR 技术的可包容性和可访问性,设计实用的教学工具,确保自闭症患者能够更轻易地参与学习和社交活动。

在创新性和适应性方面,研究基于实证研究方法,通过系统性文献回顾和实验设计来评估 AR 技术的有效性,并利用 AR 技术的创新性来设计适应自闭症患者认知和感官特点的教育应用,提高他们的学习动机和参与度。

在技术支持与人文关怀并行方面，研究通过提供有效的教育教学干预工具，体现了对改善自闭症患者生活质量的社会责任，以及对促进社会包容和平等的承诺。这些核心价值观指导了研究的方向和方法，旨在通过科学和技术的进步改善自闭症患者的生活，体现了对人文社会的深切关怀。对于我国特殊教育事业信息化的发展，首先应积极尝试新兴技术在特殊教育教学活动的应用，其次是技术支持和人文关怀并举的关系，才能更好地推进特殊教育事业的发展。

5. 总结与建议

5.1. 增强现实对自闭症儿童教育发展的积极影响

研究表明，AR 技术是一种有效的教学策略，可以在现实世界中为自闭症儿童和青少年教授多种行为。基于 AR 的应用程序有助于自闭症患者学习日常生活技能的方式，并可以促进个人对社会交际行为的理解，增强注意力能力并有助于识别面部情绪等优势。AR 提供的更高层次的真实感在促进各种能力方面发挥着关键作用，这些能力促进了 ASD 儿童的自主性和生活质量，从而进一步接近与现实世界的互动。

AR 技术通过提供沉浸式和互动式的学习环境，有助于提高孤独症儿童的参与度和学习动机。通过多感官的刺激和游戏化的元素可以增强 ASD 儿童的认知能力和社交技能，为其提供个性化学习路径，适应不同 ASD 儿童的特殊需求。

AR 是一种虚拟现实技术，它为个人提供混合的互动体验，换句话说，真实和虚拟，在可以学习新行为及其泛化的环境中。目前分析了这种技术对自闭症患者的优势的实证研究显示出有希望的结果。尽管 EBP 标准的实证研究仍然很少，但本综述的结果表明，AR 技术可能是 ASD 儿童和青少年认知行为干预领域的有效补充。

5.2. 局限性

尽管增强现实(AR)技术在自闭症谱系障碍(ASD)教育中显示出积极效果，但目前仍面临着技术稳定性、用户界面设计、设备成本和互联网等挑战。这项研究的主要局限性主要与高质量设计数量减少有关。目前，由于 AR 技术相对较新，在国际会议上以通信或海报形式的研究较多，而高质量的实证研究较少。本综述的其他缺点与样本特征有关，因为大多数符合纳入标准的研究都是针对患有高功能自闭症的儿童和青少年样本。尽管这一亚组 ASD 患儿的患病率不断增加，但有必要分析更多考虑该疾病更大异质性的研究，以推广结果。同样，分析的许多研究的样本减少也影响了相关结果的产生。此外，AR 是一个广泛的概念，涉及多种设备应用于干预计划。在本综述中，仅考虑了 AR 的有限应用。因此，未来的研究需要考虑应用更多与治疗 ASD 患者相关的 AR 设备和应用程序，以便确定其科学性和有效性程度。但是由于缺乏纵向调查，无法了解这些技术是否真的可以帮助患有 ASD 的儿童随着时间和不同的发展背景改善社交互动或情绪识别。

5.3. 未来研究及实践建议

根据所获得的结果，AR 技术对改善自闭症儿童和青少年的社交互动、社交沟通技巧、语言和非语言交流、面部情感识别程序、注意力技能或功能性生活等不同领域产生了积极影响。

AR 应用程序、电脑游戏、平板电脑游戏、视频游戏或 AR 互动书籍的开发对这种发育障碍的治疗过程是有益的。回顾的研究，使用 AR 技术在社交互动、情绪识别、注意力技能和功能学习方面取得了有益的结果。考虑到几个因素，这种方法可能特别适合 ASD 人群。首先，AR 基于 ASD 中通常报告的优势，如视觉学习风格或对视觉显示信息的偏好。此外，一些 ASD 患者可能表现出使用数字工具的自然倾向，

表现出对电子媒体的喜爱，并喜欢类似游戏的元素，这种类型的技术可以帮助减轻现实世界的社交场合经常对自闭症患者产生的压力。因此，AR 可以设计有吸引力的学习工具，帮助 ASD 儿童保持专注，促进对活动的参与、任务行为、动机和积极情绪，从而增强学习过程。

未来研究可以尝试在以下几个方面探索创新。具体有：用户中心设计、跟踪研究、跨学科合作、技术迭代优化、教育者培训、家庭参与、政策支持、伦理与隐私等八个方面。可以在以下方面展开，以推动增强现实(AR)技术在自闭症谱系障碍(ASD)儿童教育中的应用：

第一，技术创新：研究人员可以探索开发更多具有个性化特点的 AR 应用，根据 ASD 儿童的不同需求和能力进行定制。例如，结合人工智能技术，使 AR 应用能够根据 ASD 儿童的学习进度和喜好调整内容和难度，Autism & Beyond：由苹果公司开发的应用程序，利用 AR 技术来识别自闭症潜在的迹象。该应用通过分析儿童的面部表情和动作来评估他们的情感认知能力，旨在帮助家长和医生早期发现 ASD 迹象，以便及早介入和治疗。

第二，互动性和沟通：研究可以重点关注提高 AR 应用的互动性和沟通功能，以帮助 ASD 儿童改善社交技能和情绪认知能力。例如，开发能够模拟真实社交场景的 AR 应用，帮助 ASD 儿童练习社交技能。Project: EVO，利用 AR 技术帮助 ASD 患者改善注意力和执行功能。通过与游戏化的 AR 应用互动，患者可以进行认知训练，提高他们的学习动机和参与度，从而改善学习效果。

第三，长期效果评估：未来研究可以加强对 AR 干预长期效果的评估，包括技能的泛化和持久性。通过长期跟踪研究，可以更好地了解 AR 技术在 ASD 教育中的实际效果和影响。

第四，教育实践：教育者培训应该继续发展，以提高教育工作者对 AR 技术的认识和运用能力。此外，教育实践研究可以探索如何将 AR 技术融入不同学习环境和教学场景中，以最大程度地发挥其教育潜力。AR 情感故事书、AR 社交技能训练等不同新兴技术的加入，可以为 ASD 患者提供更加个性化和有效的教育方式，促进他们的社交交流、情感认知和日常生活技能的发展。

第五政策支持：未来的研究可以关注如何通过政策支持促进 AR 技术在 ASD 教育中的应用。政府和相关机构可以制定相关政策，提供资金支持和技术指导，推动 AR 技术在 ASD 教育中的广泛应用。

参考文献

- [1] Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G. and Veenstra-Vanderweele, J. (2018) Autism Spectrum Disorder. *The Lancet*, **392**, 508-520. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31129-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2)
- [2] 1/36! 美国 CDC 发布最新自闭症患病率数据[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/658634602_120920865, 2024-05-29.
- [3] Blumberg, S.J., Bramlett, M.D., Kogan, M.D., et al. (2013) Changes in Prevalence of Parent-Reported Autism Spectrum Disorder in School-Aged U.S. Children: 2007 to 2011-2012. *National Health Statistics Reports*, **65**, 1-11.
- [4] 陈靛影, 王璇, 王广帅. 自闭症儿童在线评估系统及应用研究[J]. 现代教育技术, 2023, 33(2): 89-98.
- [5] 王怡欣, 耿柳娜. 孤独症儿童自然教育的实践、效果与反思[J]. 中国特殊教育, 2023(7): 53-60.
- [6] 蔡苏, 张静. 增强现实(AR)技术变革教育教学[J]. 人民教育, 2023(9): 33-37.
- [7] 户秀美, 姜依彤, 马永强, 等. 增强现实技术在孤独症儿童教学中的应用述评[J]. 现代特殊教育, 2022(1): 10-16.
- [8] 蔡苏, 王沛文, 杨阳, 等. 增强现实(AR)技术的教育应用综述[J]. 远程教育杂志, 2016, 34(5): 27-40.
- [9] 周森. 近十年沉浸式虚拟现实技术在自闭症矫治中的应用及展望[J]. 现代特殊教育, 2020(20): 63-69.
- [10] Lorenzo, G.G., Newbutt, N.N. and Lorenzo-Lledó, A.A. (2023) Designing Virtual Reality Tools for Students with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Education and Information Technologies*, **28**, 9557-9605. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11545-z>
- [11] 蔡苏, 宋倩, 唐瑶. 增强现实学习环境的架构与实践[J]. 中国电化教育, 2011(8): 114-119+133.
- [12] 蔡苏, 杨阳, 常珺婷, 等. 自然交互环境训练自闭症儿童动作和认知能力——增强现实(AR)在 K-12 教育的实证

- 案例之八[J]. 中小学信息技术教育, 2018(7): 150-152.
- [13] 陈靓影, 王广帅, 张坤, 等. 基于计算机游戏的自闭症谱系障碍儿童评估研究[J]. 电化教育研究, 2017, 38(11): 81-86, 120.
- [14] 蒲云欢, 王金玉, 汪琪. 多媒体社交故事提升孤独症儿童社会适应能力的干预研究[J]. 中国特殊教育, 2023(3): 47-55.
- [15] 胡晓毅, 范文静. 重度孤独症儿童接收性语言的干预研究[J]. 中国特殊教育, 2016(12): 26-32.
- [16] 孙皓, 时景璞. 循证医学中 PICO 模型的扩展及其在定性研究中的应用[J]. 中国循证医学杂志, 2014, 14(5): 505-508.
- [17] 陈光华, 陶冠澎, 翟璐煜, 等. 自闭症谱系障碍的早期筛查工具[J]. 心理科学进展, 2022, 30(4): 738-763.
- [18] 皇甫全, 游景如, 涂丽娜, 等. 系统性文献综述法: 案例、步骤与价值[J]. 电化教育研究, 2017, 38(11): 11-18+25.
- [19] Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., et al. (2020) Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE Access*, **8**, 78779-78807. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608>
- [20] Bellani, M., Fornasari, L., Chittaro, L. and Brambilla, P. (2011) Virtual Reality in Autism: State of the Art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, **20**, 235-238. <https://doi.org/10.1017/S2045796011000448>
- [21] Berenguer, C., Baixauli, I., Gómez, S., et al. (2020) Exploring the Impact of Augmented Reality in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, Article 6143. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176143>
- [22] Bradley, R. and Newbutt, N. (2018) Autism and Virtual Reality Head-Mounted Displays: A State of the Art Systematic Review. *Journal of Enabling Technologies*, **12**, 101-113. <https://doi.org/10.1108/JET-01-2018-0004>
- [23] Dechsling, A., Shic, F., Zhang, D., et al. (2021) Virtual Reality and Naturalistic Developmental Behavioral Interventions for Children with Autism Spectrum Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, **111**, Article 103885. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.103885>
- [24] Dechsling, A., Orm, S., Kalandadze, T., et al. (2022) Virtual and Augmented Reality in Social Skills Interventions for Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Scoping Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **52**, 4692-4707. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05338-5>
- [25] Glaser, N. and Schmidt, M. (2022) Systematic Literature Review of Virtual Reality Intervention Design Patterns for Individuals with Autism Spectrum Disorders. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **38**, 753-788. <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1970433>
- [26] Karami, B., Koushki, R., Arabgol, F., et al. (2021) Effectiveness of Virtual/Augmented Reality-Based Therapeutic Interventions on Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, **12**, Article 665326. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.665326>
- [27] Lorenzo, G., Lledó, A., Arráez-Vera, G. and Lorenzo-Lledó, A. (2019) The Application of Immersive Virtual Reality for Students with ASD: A Review between 1990-2017. *Education and Information Technologies*, **24**, 127-151. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9766-7>
- [28] Mak, G. and Zhao, L. (2023) A Systematic Review: The Application of Virtual Reality on the Skill-Specific Performance in People with ASD. *Interactive Learning Environments*, **31**, 804-817. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1811733>
- [29] Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., et al. (2018) Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. *Sensors*, **18**, Article 2486. <https://doi.org/10.3390/s18082486>
- [30] Shoaib, M., Hussain, I., Mirza, H.T., et al. (2017) The Role of Information and Innovative Technology for Rehabilitation of Children with Autism: A Systematic Literature Review. 2017 17th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), Trieste, 3-6 July 2017, 1-10. <https://doi.org/10.1109/ICCSA.2017.7999647>
- [31] Thai, E. and Nathan-Roberts, D. (2018) Social Skill Focuses of Virtual Reality Systems for Individuals Diagnosed with Autism Spectrum Disorder; A Systematic Review. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, **62**, 1469-1473. <https://doi.org/10.1177/1541931218621333>
- [32] Wang, M. and Reid, D. (2010) Virtual Reality in Pediatric Neurorehabilitation: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Autism and Cerebral Palsy. *Neuroepidemiology*, **36**, 2-18. <https://doi.org/10.1159/000320847>
- [33] 吴丹丹, 赵瑾珠, 李锦卉, 等. 孤独症谱系障碍儿童的语言评估[J]. 教育生物学杂志, 2023, 11(2): 154-158.
- [34] Taresh, S., Ahmad, N.A., Roslan, S., et al. (2020) Pre-School Teachers' Knowledge, Belief, Identification Skills, and

Self-Efficacy in Identifying Autism Spectrum Disorder (ASD): A Conceptual Framework to Identify Children with ASD. *Brain Sciences*, **10**, Article 165. <https://doi.org/10.3390/brainsci10030165>

- [35] Lorenzo, G., Cerdá, A.G., Lorenzo-Lledó, A. and Lledó, A. (2022) The Application of Augmented Reality in the Learning of Autistic Students: A Systematic and Thematic Review in 1996-2020. *Journal of Enabling Technologies*, **16**, 75-90. <https://doi.org/10.1108/JET-12-2021-0068>