

## 虚拟现实技术在自闭症儿童康复领域的应用 ——与认知科学结合的新方向

张玉洁 张 灿

华北水利水电大学，郑州

**摘 要** | 第二代认知科学突出的具身性和交互性与虚拟现实技术结合，可应用于自闭症儿童认知与社会性康复训练。研究表明，认知科学与虚拟现实技术的结合，有效改善自闭症谱系障碍儿童社交与情感缺陷，显著提升社会情感的认知与加工能力，改善思维认知缺陷与刻板行为，是对传统治疗方法的有益补充。针对研究简单化、缺乏体系范式和本土化研究等问题，研究提出未来整合体系、与传统疗法和认知神经科学技术结合、开展本土化研究等研究方向。

**关键词** | 虚拟现实技术；认知科学；自闭症儿童

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



### 1 引言

自闭症谱系障碍属于较为严重的一种儿童广泛性发育障碍。根据估算，全美每 68 名儿童中至少有一名被确诊患有自闭症谱系障碍<sup>[1]</sup>。社会交往障碍、语言障碍和刻板行为是自闭症谱系障碍的主要症状。由于无法理解社交信号，他们在与人交往和与周围环境的接触过程中存在不同程度的困难。随着治疗和干预方法的不断发展，该领域已经出现了卓有成效的进展。目前对自闭症儿童的治疗，主要包括行为、教育干预和药物治疗。抗精神病药物利培酮、抗抑郁药物如齐拉西酮、阿立哌唑等虽具一定疗效，但会对患者身体带来不同程度的副作用。尤其是自闭症儿童，安全风险更高。行为干预主要采用的有应用行为分析和感觉统合训练，旨在改善自闭症谱系障碍儿童的沟通、社会技能的干预技术。行为疗法和发展性治疗方法的结合，已经成为当前自闭症治疗的趋势。模仿、分享情感、沟通、象征性游戏、认知训练活动，以及作为早期社会认知能力的联合注意，都成为了早期干预技术的关键<sup>[2, 3]</sup>。相关研究表明，自

作者简介：张玉洁，华北水利水电大学，助教。E-mail: zhangyujie@ncwu.edu.cn。

文章引用：张玉洁，张灿. 虚拟现实技术在自闭症儿童康复领域的应用——与认知科学结合的新方向[J]. 心理咨询理论与实践, 2021, 3 (3) : 130-136.

<https://doi.org/10.35534/tppc.0303015>

自闭症儿童进行诊断和康复训练治疗、干预的时间越早，其症状得到缓解的可能性越大，因此康复训练干预成为自闭症治疗的重要手段。

虚拟现实（Virtual Reality，简称 VR）借助计算机技术构建模拟仿真的虚拟环境，实现用户与虚拟环境的视觉、听觉、触觉等直接交互，从而获得“身临其境”的感受<sup>[4]</sup>。虚拟现实技术的主要特征包括人与环境融为一体的沉浸感、人机和谐的交互性和引导用户萌发新意的想象<sup>[5-7]</sup>。随着虚拟现实技术的发展和人们生活需求的不断丰富，以虚拟现实技术为代表的计算机技术与认知科学的结合，已经逐渐从理论研究阶段进入产品研发与应用阶段<sup>[8]</sup>。自 20 世纪 70 年代兴起的第二代认知科学，以人工神经网络理论、模块理论、环境作用理论为代表，正在经历着从建立个体心理活动表征的计算模型到探究主体经验与环境的交互作用这一转变<sup>[9, 10]</sup>。个体的认知不应仅仅被传统的认知科学视为表征思考、计划、问题解决的能力，而更应强调个体的认知加工过程与具身行为及其环境密切交织在一起，即认知是个体的身体与环境交互作用的产物<sup>[11]</sup>，这是认知科学与计算机技术结合的技术基础。因此，人机交互成为认知科学与虚拟现实技术结合的产物，是个体与虚拟仿真环境联结的核心途径<sup>[12]</sup>。通过不同形式的交互动作，可以将日常生活中习得的思维逻辑、技能等运用于虚拟仿真环境当中。个体在虚拟仿真的交互过程中不断习得目标技能、提升认知能力，泛化到日常生活，对其存在的缺陷进行对应的补充调整，这是在特殊教育、心理治疗等诸多领域应用虚拟现实技术的技术原理。

自 1996 年首次用于自闭症儿童的康复训练领域，虚拟现实技术作为治疗自闭症儿童的疗法和工具的应用研究，已经有十几年的历史。斯特里克兰（Strickland）的研究发现，自闭症儿童能够在虚拟的环境中定位、移动目标物体，并对虚拟现实技术作为自闭症儿童的技术干预手段的前景提出了展望<sup>[13]</sup>。与认知科学的研究成果相结合，虚拟现实等干预手段凭借其理论、技术优势，使得自闭症儿童用户在虚拟仿真环境中产生现场感<sup>[14]</sup>，学习克服困难、解决问题的正确方法，以个性化、适合自身发展特点的速度、场合来获得干预训练，也不会因频繁的重复性练习中失去耐心和信心<sup>[15]</sup>。

## 2 自闭症儿童康复训练中认知科学与虚拟现实技术的结合

### 2.1 社会交往

认知科学强调个体心理过程与动作的交互。虚拟现实技术以其富于交互性的优势，与认知科学有机结合，被认为较好地适用于改善自闭症谱系障碍儿童在社会交往方面的缺陷和不足，包括社交与情感的交互缺陷、社交场合中的非言语交流缺陷以及处理人际关系的缺陷<sup>[16]</sup>。

认知科学的心智理论认为，在社会交往中，自闭症儿童缺乏对自己和社会交往对象的心理过程的理解，无法足够、有效地理解他人行为背后的心理过程，无法与他人进行有效的交流，从而产生社会交往障碍。基于这一理论，贝尔纳迪尼（Bernardini）开发了 ECHOES 游戏，自闭症儿童可与虚拟的学习伙伴角色进行你来我往的交流对话、共同解决困难，帮助自闭症儿童锻炼社交沟通能力<sup>[17]</sup>。

作为可供多人同时参与交互的技术，整合的虚拟现实环境还被开发成一套多用户的虚拟现实游戏。帕森斯（Parsons）为 8 名正常发展的儿童和 6 名自闭症儿童设计了一套双人 CVE 游戏，每一对儿童需要在游戏进行的过程中与同伴沟通交流，从而完成通关游戏任务。实验结果发现，参与游戏的自闭症儿

童表现出协作性的行为,验证了整合的虚拟现实环境的有效性和可行性<sup>[18]</sup>。

角色扮演游戏常应用于训练自闭症谱系障碍儿童在发展、维持、理解人际关系,以及处理人际关系问题的能力,帮助自闭症儿童在不同的社交场合、情境中调整社交行为。运用认知科学理论的交互性、具身性的特点,在虚拟现实环境中融入不同的社会故事情境和交互动作。程(Cheng)通过VR头盔呈现不同的社交场合,三名自闭症儿童在6周的社会理解和社交技能训练结束之后,目标行为明显改善,充分验证了虚拟仿真环境技术明显优于自闭症儿童传统的康复治疗方法<sup>[19]</sup>。

## 2.2 情感认知

在社会关系中,情感是一段有效的人际沟通的关键的成分。患有自闭症谱系障碍的自闭症儿童在加工情感时普遍存在困难。塞里特(Serret)设计并应用一套名为JeStiMulE的计算机游戏,旨在教育儿童更好地处理情感。参与研究的低功能自闭症儿童接受了4周的游戏训练,通过呈现虚拟游戏角色和真实生活中的人脸图片完成任务,结果明显优于前测成绩<sup>[20]</sup>。

此外,还有研究将VR技术对情感认知的作用应用于教育系统。洛伦佐(Lorenzo)为7-12岁患有自闭症谱系障碍的小学生设计了一个基于计算机视觉的虚拟仿真系统。参与者在生动、连续的虚拟现实环境中进行不同条件下的训练。小学生们的情感能力出现了显著的进步<sup>[21]</sup>。

大多数虚拟现实环境都是呈现于电脑屏幕上,然而沉浸式的虚拟现实系统使得用户完全身临其境,感觉仿佛踏入了一个真实的世界,凸显身体与环境的交互性,带来良好的视觉呈现效果。上述研究无一不有效地说明,虚拟现实技术对自闭症儿童的社会情感的加工和认知既实用又颇具治疗效果。

## 2.3 思维认知和行为

前面的研究已经阐述了VR技术在自闭症儿童社交和情感障碍方面康复治疗的作用,自闭症儿童的刻板行为等其他临床症状在虚拟现实环境中也可以得到有效的改善。科(Ke)等人训练了8-11岁2名高功能自闭症儿童和一名正常发展的儿童同伴,在虚拟现实环节中完成建筑设计的项目。在VR环境中所有的反应行为都会被镜头记录,通过微动作分析得出结果:高功能自闭症儿童在VR环境中动作灵活性得到显著的发展<sup>[22]</sup>。

研究表明,自闭症儿童在认知过程中的持续注意和注意分配方面存在明显的缺陷,认知流畅性较差等缺陷与自闭症儿童的社交交往障碍等诸多问题也有关,这使得认知障碍、缺陷成为自闭症谱系障碍儿童的核心症状之一。贺瑞斯(HHS Ip)与认知科学的研究结合,探讨虚拟现实技术对促进个体认知加工能力的作用。研究者招募了18名患有自闭症谱系障碍的儿童和18名正常发展的同龄人,在虚拟环境中参与一系列的视觉加工和注意测试任务。与正常发展的儿童相比,自闭症儿童在进行三维任务时显著较慢<sup>[23]</sup>。

## 3 现有研究的评价

随着计算机技术的普及,越来越多的研究者在自闭症研究、临床治疗中将认知科学的研究成果与虚拟现实技术相结合。相比于传统的自闭症干预治疗,认知科学与虚拟现实技术结合具有突出的优势。综

合国内外近年的研究，目前的应用研究主要呈现出以下特点。

### 3.1 认知科学与虚拟现实技术结合的优势

自闭症儿童传统的康复训练、治疗方法，忽视自闭症儿童认知能力的发展。而认知训练疗法，将自闭症儿童复杂的心理过程、技能的提升训练简单化心理过程的信息加工成分的训练<sup>[24]</sup>，忽视了个体经验与环境的交互作用，治疗效果难以保证。以具身性为突出特征的认知科学理论，与虚拟现实技术结合，实现了自闭症儿童的心智与身体经验在虚拟环境中的交互，既是认知科学理论的实践，也是认知科学不断深入、发展的体现。

无创性的虚拟现实环境，为自闭症儿童提供在现实中无法实现或搭建场景复杂、成本较高的训练环境，有效缓解自闭症儿童焦虑紧张、害怕退缩的情绪<sup>[25]</sup>，有利于增强他们的自我效能感，对症状的缓解和个体能力的训练发展起到了积极的促进作用<sup>[26]</sup>。

虚拟现实技术凭借其技术特点，能够以不同的形式、不同的呈现平台存在。面向自闭症儿童开发的可穿戴设备和用于分析数据的手机应用程序，可以帮助自闭症儿童在自然场景下，准确、实时获得与社交对象之间的距离以及方向，帮助自闭症儿童正确理解并运用社交距离<sup>[27]</sup>。借助移动电子设备或现代化网络教育技术，自闭症儿童可以随时随地进行自闭症相关的康复训练，这将大幅降低治疗所需的时间、经济花费。

认知科学与虚拟现实技术的结合，应用于自闭症儿童的康复治疗，是对传统治疗方法的有益补充。传统的行为疗法，内容较为枯燥，难以激发自闭症儿童的参与兴趣，对治疗师、指导老师的依赖严重，治疗缺乏行之有效的评价标准<sup>[28]</sup>。

### 3.2 目前研究的局限性

虚拟现实技术在自闭症儿童治疗领域的应用仍然处于实验室阶段，并未大范围市场推广和应用，存在不同程度的问题和缺陷需要改进，与认知科学的结合研究更为少有。

当前设计的虚拟现实环境片面简单化，没有充分突出认知科学的交互性、具身性的特点，程序较为单一，情境的丰富程度有待改进，缺乏日常生活的真实性。搭建单一的虚拟仿真环境来训练自闭症儿童，单一的视觉等感官通道无法有效地带动社交、情感、认知等各方面能力的发展。

与其他现代化技术手段的结合较少。刘翠娟等人（2015）提出在虚拟环境中融合计算机情感计算，从而建立人机情感交流技术，使得用户把交互对象视为有情感、具有生命特征的智能体，将有助于提高自闭症儿童的情绪调节能力，增强沉浸感和交互性，改善自闭症的症状<sup>[29]</sup>。

虚拟现实技术的应用尚处技术研发阶段，研究领域较为局限。与认知科学的结合，并未形成本土化、可参考的研究范式和统一的技术标准。对自闭症儿童的虚拟现实治疗产品走向市场、大范围推广造成了阻碍。

## 4 未来的研究方向

虚拟现实技术在自闭症康复领域前景广阔。研究人员应不断应用虚拟现实技术的最新成果，与其他



领域的技术、研究成果相结合,深入研究虚拟现实技术应用于自闭症儿童干预训练的可行性、有效性。

#### 4.1 整合资源,形成课程体系

利用认知科学的理论和技术,改进原有的认知训练,在不同的虚拟场景中通过与环境的交互,系统地训练心理过程内部的认知成分。参考感觉统合训练“有挑战性”原则,利用自闭症儿童在身心发育过程中大脑神经系统的可塑性,训练自闭症儿童的感觉统合能力。打破技术壁垒,形成整合训练社交、情感等多个症状的课程体系。

#### 4.2 认知科学与VR进一步结合的方向

近年来,以功能磁共振成像(fMRI)、大脑电位活动记录技术(EEG)为代表的认知神经科学和成像技术,已经广泛应用于自闭症患者的脑功能研究,如将上述技术应用于自闭症儿童接受VR干预训练的研究,在揭示自闭症儿童进行VR训练时的认知神经机制的同时,运用认知科学的理论进行解释,这将对进一步深入开展自闭症疾病的机理研究及其诊断、评估和干预提供重要的实证支持。

#### 4.3 开发本土化的自闭症虚拟现实干预课程

中国学者在参考国外前人研究的基础上,开发本土化的自闭症虚拟现实干预课程。重视虚拟现实场景及其交互内容的跨文化差异,尤其在设计虚拟环境中的非言语交互信息内容时,应着重考虑国内自闭症儿童的发展特点和中国文化背景,形成可推广的课程体系。这不仅能更深入地全面提高自闭症儿童的康复水平,更符合国内自闭症儿童的身心发展特点,还能提高治疗效率和门槛,大幅降低开发成本和课程费用,减轻患者家庭和全社会的经济负担。

### 5 结论

虚拟现实技术安全无创地令自闭症儿童沉浸在虚拟仿真环境中,接受社会交往、情感、认知等方面的技能训练,有效弥补了传统疗法的不足,有效降低了治疗成本、提高训练效率,具有广阔的前景。然而目前国内外的研究仍存在虚拟仿真环境场景单一、研究不够深入全面等问题。随着虚拟现实等计算机技术的不断发展,虚拟现实技术将在自闭症康复干预领域发挥更重要的作用,有待研究人员更深入地研究。

### 参考文献

- [1] 于新宇,陈东帆,李睿强. 现代化技术在自闭症康复领域应用的研究综述[J]. 中国特殊教育, 2016(3): 17-22.
- [2] Mediating Effects of Individuals' Ability Levels on the Relationship of Reflective-Impulsive Cognitive Style and Item Response Time in CAT [J]. 2018, 21(4): 89-99.
- [3] WASS S V, PORAYSKAPOMSTA K. The uses of cognitive training technologies in the treatment of autism spectrum disorders [J]. Autism the International Journal of Research & Practice, 2014, 18(8): 851-

- 871.
- [4] MAPLES-KELLER J L, BUNNELL B E, KIM S J, et al. The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders [J]. *Harvard Review of Psychiatry*, 2017, 25 (3): 103.
- [5] 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 (5): 27-3.
- [6] 柯照文, 李建民, 柯晓晓, 汪亚珉. 虚拟现实学习环境中的个性化测验研究——以认知风格测验为例 [J]. *远程教育杂志*, 2020, 38 (6): 104-112.
- [7] 周榕, 李世瑾. 虚拟现实技术能提高学习成效吗? ——基于 46 个有效样本的实验与准实验元分析 [J]. *现代教育技术*, 2019, 29 (11): 46-52.
- [8] 刘革平, 王星. 虚拟现实重塑在线教育: 学习资源、教学组织与系统平台 [J]. *中国电化教育*, 2020 (11): 87-96.
- [9] 田元, 周晔, 夏丹, 李方迪. 基于移动增强现实的学龄前儿童教育游戏研究与设计 [J]. *电化教育研究*, 2019, 40 (4): 68-75.
- [10] 李其维. “认知革命”与“第二代认知科学”刍议 [J]. *心理学报*, 2008, 40 (12): 1306-1327.
- [11] 冯康. 认知科学的发展及研究方向 [J]. *计算机工程与科学*, 2014, 36 (5): 906-916.
- [12] ENGEL A K, MAYE A, KURTHEN M, et al. Where's the action? The pragmatic turn in cognitive science [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2013, 17 (5): 202.
- [13] STRICKLAND D, MARCUS L M, MESIBOV G B, et al. Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children [J]. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 1996, 26 (6): 651.
- [14] SARAH P, SUE C. State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum [J]. *European Journal of Special Needs Education*, 2011, 26 (3): 355-366.
- [15] WILKINSON N, ANG R P, GOH D H. Online video game therapy for mental health concerns: a review [J]. *International Journal of Social Psychiatry*, 2008, 54 (4): 370.
- [16] WALLACE S, PARSONS S, BAILEY A. Self-reported sense of presence and responses to social stimuli by adolescents with autism spectrum disorder in a collaborative virtual reality environment [J]. *Australian Journal of Mental Retardation*, 2017, 42 (2): 131-141.
- [17] BERNARDINI S, PORAYSKAPOMSTA K, SMITH T J. ECHOES: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism [J]. *Information Sciences*, 2014, 264 (6): 41-60.
- [18] PARSONS S. Learning to work together: Designing a multi-user virtual reality game for social collaboration and perspective-taking for children with autism [J]. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2015, 6: 28-38.
- [19] CHENG Y, HUANG C L, YANG C S. Using a 3D Immersive Virtual Environment System to Enhance Social Understanding and Social Skills for Children With Autism Spectrum Disorders [J]. *Focus on Autism & Other Developmental Disabilities*, 2015, 30 (4): 607-625.
- [20] SERRET S, HUN S, IAKIMOVA G, et al. Facing the challenge of teaching emotions to individuals with low- and high-functioning autism using a new Serious game: a pilot study [J]. *Molecular Autism*, 5, 1 (2014-07-01), 2014, 5 (1): 37.
- [21] LORENZO G, POMARES J, ROIG R. Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders [J]. *Computers & Education*, 2016, 98 (C):

- 192–205.
- [22] KE F, LEE S. Virtual reality based collaborative design by children with high-functioning autism: design-based flexibility, identity, and norm construction [J]. *Interactive Learning Environments*, 2015, 24 (7): 1–23.
- [23] IP H H S, LAI H Y, WONG S W L, et al. Visuospatial attention in children with Autism Spectrum Disorder: A comparison between 2-D and 3-D environments. 2017, 4 (1).
- [24] FREEMAN D, REEVE S, ROBINSON A, et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders [J]. *Psychological Medicine*, 2017, 1 (47): 2393–2400.
- [25] 任媛, 刘艳虹, 胡晓毅. 国外虚拟现实技术在特殊教育中的应用进展 [J]. *现代特殊教育*, 2017 (8).
- [26] 柳菁. 虚拟现实技术应用于心理治疗领域的最新进展 [J]. *心理科学*, 2008, 31 (3): 762–764.
- [27] 蒋鑫龙, 陈益强, 刘军发, 等. 面向自闭症患者社交距离认知的可穿戴系统 [J]. *浙江大学学报 (工学版)*, 2017, 51 (4): 637–647.
- [28] MCCLEERY J P. Comment on Technology-Based Intervention Research for Individuals on the Autism Spectrum [J]. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 2015, 45 (12): 3832–3835.
- [29] 刘翠娟, 刘箴, 刘婷婷, 等. 虚拟现实在焦虑症和自闭症治疗中的应用研究 [J]. *系统仿真学报*, 2015, 27 (10): 2233–2238.

## The Application of Cognitive Science and VR Technique in the Treatment of Autistic Children

Yujie Zhang Can Zhang

*North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou*

**Abstract:** Recent years, applications of virtual reality technology and cognitive science have provided many inestimable insights into the treatment of children with autism spectrum disorder (ASD). In this review, we focus on research that has used VR to intervene and improve performance on some disorders of children with autism. We review interventions with VR technology that target three disorders of ASD children: (1) social communication competence, (2) emotion recognition, and (3) behavior and cognition. Despite encouraging preliminary results, the use of VR technology and cognitive science still remains limited. Hence, systematic research and studies combined with other modern technologies, such as eye-tracking technologies are in urgent need. We also discuss key issues and promising directions in treatment of autistic children for future research.

**Key words:** Virtual reality technology; Cognitive science; Autistic children