

机器人技术在自闭症儿童干预中的应用

陈婧, 肖翠萍

(湖南师范大学公共管理学院, 长沙 410081)

【摘要】 在全球范围内,越来越多的儿童被诊断患有自闭症谱系障碍(ASD)。随着技术进步,自闭症儿童的干预方法越来越趋于智能化。近年研究表明,机器人技术逐渐成为自闭症儿童干预领域的研究热点,并在自闭症儿童的早期诊断、监测记录、情绪识别、社交技能、行为矫正和游戏互动等领域取得了较好效果。

【关键词】 机器人技术; 自闭症儿童; 机器人干预

中图分类号: R395.5

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2017.04.044

Application of Robot in Intervention for Autistic Children

CHEN Jing, XIAO Cui-ping

Institute of Public Management, Hunan Normal University, Changsha 410081, China

【Abstract】 With the development of science and technology, interventions for children with autism are more and more intelligent. In recent years, many researches have shown that robot has gradually become a hotspot in researching interventions for children with autism, and plays a big role in early diagnosis, monitoring, emotional recognition, interpersonal skills, behavior modification and activity interaction.

【Key words】 Robot; Autistic children; Robot interaction

自闭症谱系障碍(ASD)是一种广泛性发展障碍,其主要临床表现为社交能力缺失,沟通能力缺失,重复、刻板的行为及兴趣范围狭窄^[1]。据美国疾控中心数据显示,2015年美国约有2.2%的儿童患有自闭症谱系障碍^[2]。有学者指出,我国约有60万~180万名自闭症患儿^[3]。目前没有药物能彻底治疗自闭症,研究者普遍认为对自闭症儿童进行早诊断、早干预,可能有利于改善其问题。钱乐琼^[4]、赖珊^[5]等学者从自闭症儿童的行为、语言沟通、社会交往、感知觉、情绪情感和认知领域,介绍了多种较为有效的干预方法。但这些方法的智能化程度有待提高。

近期研究表明,用于自闭症儿童的干预方法越来越趋向智能化,机器人技术逐渐成为自闭症儿童早期干预的研究热点。目前,国内有关机器人技术应用于自闭症儿童干预的学术研究并不多,相关度较高的只有10多篇,且大部分研究局限于自闭症儿童的康复领域,尤其是自闭症儿童的社交、行为和情绪情感领域,例如,范晓壮^[6]、赵芳华^[7]和张婷^[8]分别介绍了机器人技术在自闭症儿童社交、情感和行为领域的干预作用。国内有关机器人技术对自闭症儿童早期干预的分析欠透彻。本文详细阐述了机器人技术在自闭症儿童的早期诊断、监测记录、情绪识别、社交技能、行为矫正和游戏互动等领域的应用,以期国内相关研究及实践提供启示。

1 机器人技术应用于自闭症儿童干预的领域

机器人技术具有简单操作性、可预测性、交互性等特征。大量研究显示,机器人技术在自闭症儿童的早期诊断、

监测记录、情绪识别、社交技能、行为矫正和游戏互动等领域具有较好效果。

1.1 早期诊断

自闭症儿童一般起病于3岁前,在1~2岁期间,可能会出现目光接触异常和非典型性情感表达行为,比如缺乏社会性微笑、面部表情异常、易怒、敌对情绪等^[9],有些在12月龄甚至更早些时候,就会表现出来,如及早发现、诊断,就能避免错过治疗的最佳时机。

传统的自闭症诊断方法主要依赖医生对儿童性格特征和行为表现的分析判断,如儿童的目光注视、面部表情、身体姿势和手势等,该方法具有很强的主观性和不精确性。而机器人技术可对自闭症儿童做出更准确、更及时的诊断,因为它不仅能提供可重复、标准化的流程和记录方法;而且能通过交互或非交互的方式在婴幼儿时期对个体的一些社会线索进行测量,帮助医生在儿童会说话之前进行自闭症诊断。一方面,机器人通过与儿童互动,可对社交信号进行自动测量和记录,医生无需现场操作,便可获得有效数据。Scasselati开发了Playtest装置,治疗师按下按钮就能播放出两种音频片段,并发出闪光吸引儿童互动,再按一次按钮就能自动记录时间、日期,将音频剪辑并保存,帮助医生收集儿童听觉信息。由于它可确定儿童听觉偏好,该方法已被证明具有重要诊断价值^[10]。另一方面,机器人的感知系统可作为一个被动传感器,无需互动就能记录和解释儿童的社会响应信息。比如,Dicksteinfischer开发的机器人视觉系统通过与计算机整合,可跟踪儿童的视线方向和关注焦点,在儿童凝视的情况下,可对比自闭症儿童与正常儿童的差异。视觉系统的立体摄像机可成功跟踪儿童的位置移动,帮助进行简单的数据统计,如儿童与成年人保持多远距离,多久接近成年人一次,与成年人近距离相处时间多长,是否对成年人做出反应等^[11]。

【基金项目】 本文系国家社科基金项目“基于信息援助的弱势群体公共信息服务权益发展研究”(项目编号: 12CTQ012)研究成果之一
通讯作者: 陈婧

1.2 监测、追踪与记录、分析

自闭症儿童的干预是个长期过程,治疗师需要进行反复实践,不断对自闭症儿童的行为进行监测和记录,通过对比分析,确定阶段性的干预疗效,从而调整治疗方案。这个过程会耗费大量时间和精力,需要治疗师有足够的耐心。

近年来,机器人技术逐渐应用于自闭症儿童干预效果的监测领域,并呈现出互动性、客观性和准确性的特点。机器人系统能精准捕捉到自闭症儿童在互动环境中的真实表现,并能进行实时传输、数据储存和行为分析。2010年, Kim 开发了一个机器人辅助试验台系统(robot assisted test-bed system),该系统由机器人辅助系统、个人数字辅助设备(Personal Digital Assistance, PDA)、远程服务器、接点、交换中心以及装有麦克风的摄像机组成。治疗师可通过机器人系统观察自闭症儿童和机器人之间相互作用的过程,随时使用PDA设备输入观测数据,利用手持设备IEEE802.11 b/g无线频道将数据传送到远程服务器,存储录像和音频信息,方便进一步分析^[12]。Albo-Canals开发的机器人系统可通过机器人的眼睛和嘴巴观察自闭症儿童反应,观察到的视频数据可与研究人员、医生和家长分享,以便制定更好的方案治疗自闭症儿童^[13]。此外,机器人技术与其他先进技术整合,实现了自闭症儿童的动作和情绪状态同步捕捉功能。比如,在机器人系统中安装 Kinect 设备,能动态捕捉人类30个左右的关节运动,同时跟踪人类情感反应。

1.3 情绪识别

“心理理论”是个体理解自己和他人信仰、意图、期望、想象力和情绪的一种能力,情绪识别是心理理论的重要组成部分。有效的情绪识别依赖于个体辨别自己和他人面部表情、手势、声音和情境的能力,以及对社会关系意义的理解。自闭症儿童的情绪识别能力非常薄弱,有时难以表达和理解他人的情绪,甚至会出现混淆他人情绪信号的情况。

目前,有很多干预方法用来帮助自闭症儿童识别和理解情绪,但人类情绪复杂,身体运动和面部表情变化快,自闭症儿童容易进入感官超载状态。机器人技术在自闭症儿童情绪识别和理解训练方面具有独特优势。比如,Bevil基于罗素的情绪环状模型理论提取多维情感的不同层次对机器人进行情感设置,并通过其肢体动作和面部表情表达出来,自闭症儿童可对机器人的肢体动作和表情进行简单识别并模仿^[14]。Park利用音乐听觉刺激,诱导自闭症儿童与机器人参与社会活动,帮助自闭症儿童识别情绪^[15]。Barnes还提出将音乐和机器人结合,融入互动游戏的研究计划,她预测该计划可有效帮助自闭症儿童识别情绪,同时为客观评价人机交互的情绪效应提供一个新手段^[16]。

此外,机器人技术也能帮助治疗师了解自闭症儿童的情绪状态。例如, Park引入了人类情绪元素,使机器人系统可以对自闭症儿童进行情绪评估和检测^[15]。Bevil在机器人系统中安装 Kinect 设备,可跟踪和理解自闭症儿童的愤怒、恐惧、厌恶、惊喜、幸福和悲伤等情感反应,帮助治疗师识别自闭症儿童的情绪,为其提供多维度的治疗^[14]。

1.4 社交技能训练

自闭症儿童存在严重社交障碍,他们极少主动发起社会互动行为,经常自顾自的玩耍,有时甚至拒绝外界联系。该社交障碍属于持久性缺陷,会严重影响他们的社会关系、同伴接纳以及个人心理健康状况。

早期研究发现,以同伴为中介进行干预,自闭症儿童的社交技能会显著提升。但同伴发出的行为很难预测,自闭症儿童容易感到不安和威胁。机器人可表现出高度可预测的行为吸引自闭症儿童注意力,且机器人技术在社交技能干预方面具有其他优势。比如,Özcan设计的机器人互动设备——“可穿戴式过渡同伴”(transitional wearable companions, TWCs)具有两方面的优势:① TWCs看起来像温柔的动物或安全的毯子,能够让人产生依恋情绪,为自闭症儿童提供安慰,鼓励和帮助他们克服恐惧,增强社会互动的自信心。② TWCs能与自闭症儿童进行互动,支持自闭症儿童在日常生活中发展社交技能。TWCs配有多个传感器,当自闭症儿童作用(触摸/互动)于传感器,TWCs会发出灯光、声音或通过振动做出响应。而且,治疗师或父母可以控制TWCs,培养和促进自闭症儿童与父母、朋友之间的互动。它的生理传感器和其他互动传感器(如触摸传感器)互相连接,通过皮肤电导可获得自闭症儿童内部生理状态的信息,如内部温度、心率和应力水平等^[17]。Yun开发的交互式机器人系统能对自闭症儿童进行社交技能训练,同时评估自闭症儿童的反应水平,该系统被证明有助于自闭症儿童的社交技能发展^[18]。

1.5 行为矫正

自闭症儿童通常会表现出高频率的重复性刻板行为,执行功能障碍(Executive Dysfunction, EDF)能对此做出很好解释,执行功能包括组织、规划、工作记忆、控制冲动和维持注意力等一系列功能^[19]。自闭症儿童无法控制自己的注意力和非适宜性行为,在规划和协调能力等方面也存在困难,因而表现出重复的刻板行为。

应用行为分析法(Applied Behavior Analysis, ABA)是目前比较认可的行为干预方法,但是擅长ABA的治疗师资源缺乏,且ABA只持续训练1到3年左右,大多数儿童需进行持续的专业服务指导。相比ABA法,机器人不会产生疲劳感,可完成大量重复性工作,非专业人士也可便捷地控制机器人,不受时间限制。研究表明,机器人技术在帮助自闭症儿童提高适应性行为,促进亲社会行为和获得健康生活方式方面已经取得一些成果。当前,机器人技术主要是结合ABA的干预原理,通过刺激-反应-强化来实现行为干预。比如, Yun基于ABA设计了一个机器人辅助行为干预系统(robot-assisted behavioral intervention system),该系统的社会培训情境符合ABA单元教学法要求。系统主要具有三大功能:①可对自闭症儿童的目光接触进行检测;②当自闭症儿童触摸到机器人身上的传感器,系统可识别他(她)的触觉反应;③在行为控制过程中,该系统通过预先掌握自闭症儿童的行为状态,再决定开启“治疗”、“鼓励”或“暂停”模式,只要自闭症儿童维持“治疗”模式并适当响应,机器人就会播放歌曲或进行语言称赞表示肯定;如果自闭症儿童远离机器人或对训练场景漫不经心,比如目光回避或不做反应,系统就会进入“鼓

励”模式,通过音乐、舞蹈或其他有趣动作引起他们积极反应;若自闭症儿童感觉疲惫,机器人将启动“暂停”模式^[18]。

1.6 引导游戏互动

美国精神病学学会发布的《精神疾病诊断与统计手册》第五版(DSM-5)有关自闭症的诊断标准指出,自闭症儿童存在难以参与想象性游戏的障碍^[20]。这使得自闭症儿童被隔离在同伴游戏之外,无法与其他儿童进行游戏互动。机器人不仅像玩具一样可爱,还能走路、跳舞,进行交流,比玩具更具吸引力。相对于人来说,自闭症儿童与机器人的互动更为融洽。机器人技术可创造一个简单的交互式环境,以“同伴”身份与自闭症儿童进行游戏互动,训练各种技能,比如共同注意、模仿、轮流、语言表达和社会互动等。Boccanfuso设计了一个机器人遥控模式,操控机器人以玩伴身份与自闭症儿童进行有趣的一对一的“模仿你,模仿我”和一对多的“姿势传递”、“帽子游戏”。在游戏过程中,机器人可做出有趣的动作或发出搞笑的声音吸引自闭症儿童注意力,并能用语言或鼓掌的方式表示称赞。甚至,机器人还会要求自闭症儿童对机器人和游戏同伴说“你好”或“再见”等语言,或模仿挥手动作表示问候或分别^[21]。Valadao的实验发现,自闭症儿童也能像正常儿童一样参与模仿,并表现出语言或非语言沟通的社交能力^[22]。考虑到现实的游戏合作需频繁的沟通和互动,Wainer设计了一个实例化的游戏设置,模拟真实场景。同时,他还设计了一系列具有吸引力的视频合作游戏,要求多个自闭症儿童在一个有组织的团队里,与机器人协作完成视频游戏中特定的、共同的目标。结果发现,与机器人进行游戏合作的自闭症儿童能很好地运用人机游戏互动的实例与其他同伴或成人进行游戏协作^[23]。

2 辅助自闭症儿童干预与治疗的机器人的典型代表

机器人的外观设计是自闭症儿童情感认知能力训练的主要载体,相比人类面孔(社会性刺激),自闭症儿童对非生命体(非社会性刺激)的注视时间更长。用于自闭症干预的机器人的外观设计主要分为三类:仿人机器人、动物型机器人和其他造型的机器人。逼真的仿人机器人因其外貌与人类相似,很容易被自闭症儿童识别,如KASPAR和Robota。当然,那些不怎么逼真的仿人机器人,可能是想夸大一个社会线索,便于自闭症儿童辨认或指导他们关注特定的社会线索,避免注意力分散。许多自闭症儿童能够很自然地跟可爱的小动物相处,仿真的动物型机器类似于动物外观,比如毛绒海豹PARO和可爱的小鸭Keepon,这些动物型机器人作为机器宠物,深受自闭症儿童喜爱。Coeckelbergh的调查显示,74%的自闭症儿童更愿意接受动物型机器人^[24]。此外,有些机器人的外观类似于球形玩具,比如QueBall和Leka。部分机器人造型虽然不规则,却具有讨人喜欢的外观,让自闭症儿童感到亲切且易于接受。

目前,市面上研发的机器人种类较多,且一般都配备传感器设备,使机器人具备类似人类的知觉功能和反应能力。

比如Romibo安装有众多传感器,包括光线传感器以及加速度传感器等,能够控制其运动轨迹,自动躲避前方障碍物。PARO周身装有5种类型的传感器,可感应光、触觉、声音、温度和动作。具体来说,这些机器人的功能主要包括以下几点:①情绪识别和表达功能:机器人可记录自闭症儿童的面部表情和声音,识别自闭症儿童的情绪状态,其中Probo面部表情识别率高达88%^[25]。同时,机器人可通过面部表情、手势和语言表达自己的情绪,比如Romo、Romibo和NAO。NAO的眼睛颜色可表达不同情绪,如红色代表愤怒,黄色代表惊喜,绿色代表厌恶,蓝色代表悲伤,橙色代表幸福,青色代表恐惧^[26]。为让机器人的情绪更加直观,研究人员为NAO添加了一个可插拔的眉毛设备,即插即用。②沟通交流功能:机器人与自闭症儿童能保持最基本的沟通,不具备语言功能的机器人一般通过点头、转动、摇晃和摆动等肢体动作进行交流,比如Keepon。具有语言表达功能的机器人则多以语言方式进行交流互动,其中NAO和Romibo分别能说19、26种语言。③娱乐功能:机器人可与自闭症儿童进行智能化的互动娱乐,帮助解除精神疲劳,比如I-sobot能自由走动并执行大量的行动,如踢足球、跳舞、弹吉他、做俯卧撑,甚至翻筋斗;Leka能与自闭症儿童玩捉迷藏和找颜色的游戏,刺激自闭症儿童自主活动;Kaspar可以唱儿童们熟悉的歌曲。

3 研究总结与展望

治疗师需要辅助工具来帮助治疗自闭症儿童,机器人技术的开发与应用为自闭症儿童的治疗提供了新的研究方向。大量研究表明,机器人技术对自闭症儿童的主要症状具有显著疗效,而且相对于传统方法,机器人技术在自闭症儿童的早期诊断、监测记录、情绪识别、社交技能、行为矫正和游戏互动等领域已经取得了积极效果。不过,尽管机器人技术对自闭症儿童的治疗起了积极作用,但机器人技术只是治疗师的辅助工具,并不能完全取代治疗师。

自闭症儿童的个体差异很大,每个患者的情况又不尽相同,因此,未来机器人技术在自闭症儿童的干预过程中仍有许多挑战和重要问题需要面对和解决。从目前的研究结果来看,并不是所有的自闭症儿童都能从同一机器人干预中获益。机器人的设计需考虑到自闭症儿童的特殊需求,实现个性化定制。此外,机器人技术对自闭症儿童干预的现有研究主要是针对5岁及以上的自闭症儿童,只有少量研究关注自闭症幼儿。未来的机器人技术应更智能化,增强机器人技术的适用性,扩大机器人技术对自闭症群体干预的对象范围,使那些很少或没有得到干预的自闭症幼儿提早受益。

参 考 文 献

- 1 杨娜,钱乐琼,肖晓,等.对孤独症儿童情绪理解干预的实验研究.中国临床心理学杂志,2014,22(4):738-741
- 2 USNEWS. CDC: Child Autism Rate Now 1 in 45 After Survey Method Changes. <http://health.usnews.com/health-news/articles/2015/11/13/cdc-child-autism-rate-now-1-in-45-after-survey-method-changes>, 2015-11-13

- 3 熊絮茸. 儿童自闭症及其综合干预. 医学与哲学, 2013, 34(8): 76-78
- 4 钱乐琼, 杨娜, 肖晓, 等. 孤独症谱系障碍儿童的早期干预方法综述. 中国临床心理学杂志, 2013, 21(5): 856-862
- 5 赖珊, 徐光兴. 自闭症儿童干预技术. 中国健康心理学杂志, 2013, 21(2): 317-320
- 6 范晓壮. 机器人用于自闭症谱系障碍儿童社交技能干预研究的综述. 现代特殊教育, 2015, 14(7): 34-37+57
- 7 赵芳华, 杨熙, 张维维, 李昊. 基于自闭症儿童情感特征的陪护机器人设计研究. 艺术与设计(理论), 2016, 10(10): 116-118
- 8 张婷. NAO机器人在自闭症干预中的应用. 系统仿真技术, 2013, 9(4): 327-331+338
- 9 Kliemann D, Dziobek I, Hatri A, et al. The role of the amygdala in atypical gaze on emotional faces in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience*, 2012, 32(28): 9469-9476
- 10 Scassellati B. How Social Robots Will Help Us to Diagnose, Treat, and Understand Autism. *Robotics Research: Results of the International Symposium*, 2007, 28: 552-563
- 11 Dicksteinfischer L, Fischer GS. Combining psychological and engineering approaches to utilizing social robots with children with Autism. *Engineering in Medicine & Biology Society*, 2014. 792-795
- 12 Kim YD, Hong JW, Kang WS, et al. Design of Robot Assisted Observation System for Therapy and Education of Children with Autism. *International Conference on Social Robotics*, 2010, 6414(8): 222-231
- 13 Albo-Canals J, Feerst D, Cordoba DD, et al. A Cloud Robotic System based on Robot Companions for Children with Autism Spectrum Disorders to Perform Evaluations during LEGO Engineering Workshops. *Tenth Acm/ieee International Conference*, 2015. 173-174
- 14 Bevill R, Azzi P, Spadafora M, et al. Multisensory robotic therapy to promote natural emotional interaction for children with ASD. *Acm/ieee International Conference on Human-robot Interaction*, 2016. 571-571
- 15 Park CH, Jeon M, Howard AM. Robotic framework with multi-modal perception for physio-musical interactive therapy for children with autism. *Joint IEEE International Conference on Development & Learning & Epigenetic Robotics*, 2015. 150-151
- 16 Barnes J. Musical robotic interactions for children with autism spectrum disorders. *Acm Sigaccess Accessibility & Computing*, 2016, 114: 8-10
- 17 Özcan B, Caligiore D, Sperati V. Transitional Wearable Companions: A Novel Concept of Soft Interactive Social Robots to Improve Social Skills in Children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Social Robotics*, 2016, 8(4): 471-481
- 18 Yun SS, Choi JS, Park SK. An Interactive Robot Facilitating Social Skills for Children. *Tenth Acm/ieee International Conference on Human-robot Interaction Extended*, 2015. 95-96
- 19 Beck SJ, Hanson CA, Puffenberger SS, et al. A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 2010, 39(6): 825
- 20 American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*(5th ed, text rev). Washington: American Psychological Association, 2013. 4189-4189
- 21 Boccanfuso L, Scarborough S, Abramson RK, et al. A low-cost socially assistive robot and robot-assisted intervention for children with autism spectrum disorder: field trials and lessons learned. *Autonomous Robots*, 2016. 1-19
- 22 Valadao CT, Goulart C, Rivera H, et al. Analysis of the use of a robot to improve social skills in children with autism spectrum disorder. *Res.biomed.eng*, 2016, 32(2): 161-175
- 23 Wainer J, Dautenhahn K, Robins B, et al. A Pilot Study with a Novel Setup for Collaborative Play of the Humanoid Robot KASPAR with Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 2014, 6(1): 45-65
- 24 Coeckelbergh M, Pop C, Simut R, et al. A Survey of Expectations About the Role of Robots In Robot-Assisted Therapy for Children with ASD: Ethical Acceptability, Trust, Sociability, Appearance and Attachment. *Science and Engineering Ethics*, 2016, 22(1): 47-65
- 25 Saldien J, Goris K, Vanderborght B, et al. Expressing Emotions with the Social Robot Probo. *International Journal of Social Robotics*, 2010, 2(4): 377-389
- 26 Johnson DO, Cuijpers RH, Pol DVD. Imitating Human Emotions with Artificial Facial Expressions. *International Journal of Social Robotics*, 2013, 5(4): 503-513

(收稿日期:2016-11-14)