

融合教育下机器人辅助干预在自闭症随班就读儿童中的应用路径

闫自然 陈胜芳 周诗扬 杨桐

武汉商学院 会计学院, 中国·湖北 武汉 430000

摘要: 就随班就读情形下自闭症儿童社交沟通障碍和课堂参与度低的现实困境而言, 本文创建起一个“评估—干预—协同”的机器人辅助干预闭环技术架构。该框架依照应用行为分析理论, 依靠机器人多模态交互的优势, 把复杂的社交技能拆解成阶梯式的微任务, 依照即时的反馈来自适应地改变难度, 从而达成由“教”到“导”的转变。本研究使用非参与式课堂观察、半结构化访谈等质性研究方法对干预前后儿童的社交主动性、情绪识别能力进行动态评价, 得出干预可以有效地提高儿童的社交主动性以及情绪识别能力。但是效果会受到自闭症的严重程度、语言的基础以及家校的协同力度等个体和生态因素的影响而表现出不同的异质性。融合教育下机器人辅助干预自闭症儿童的发展方向就是技术适配和多方协同。

关键词: 机器人辅助干预; 自闭症儿童; 干预路径; 随班就读; 融合教育

The Application Path of Robot-Assisted Intervention for Children with Autism in Inclusive Education

Yan Ziran, Chen Shengfang, Zhou Shiyang, Yang Tong

Wuhan Business University, School of Accounting, China Hubei Wuhan 430000

Abstract: Regarding the real challenges of children with autism facing social communication difficulties and low classroom participation in inclusive settings, this article establishes a robot-assisted intervention closed-loop technical framework based on "assessment—intervention—collaboration." Following applied behavior analysis theory and leveraging the advantages of multimodal interaction through robots, this framework breaks down complex social skills into step-by-step micro-tasks and adaptively adjusts difficulty according to immediate feedback, achieving a shift from "teaching" to "guiding." This study uses qualitative research methods such as non-participatory classroom observation and semi-structured interviews to dynamically evaluate children's social initiative and emotion recognition ability before and after the intervention, finding that the intervention can effectively improve their social initiative and emotion recognition. However, the effectiveness varies depending on individual and ecological factors such as the severity of autism, language foundation, and the level of home-school cooperation. The development direction for robot-assisted interventions for children with autism in inclusive education is technological adaptation and multi-party collaboration.

Keywords: Robot-assisted intervention; Children with autism; Intervention pathway; Inclusive education; Integrated education

0 引言

在融合教育课堂中, 自闭症儿童的低频课堂参与已成为制约其社会性融合和学业发展的关键瓶颈^[1]。自闭症儿童的核心表现是社交沟通障碍、兴趣狭窄和刻板行为, 在普通课堂中经常会遇到参与度低、同伴互动困难、情绪调节差等问题, 这就需要课堂干预更加适应。

伴随着机器人辅助技术的迅速发展, 应用机器人辅助技术研发新型自闭症康复训练系统, 有效提高了康复训练的效果, 给解决上述问题提供了一种新的技术途径。本文

主要研究随班就读环境下机器人干预的系统应用途径、家校合作机制以及效果评价体系, 给混合智能特殊教育干预模式创建赋予理论支撑和实际启迪。

1 机器人辅助干预的应用框架

1.1 机器人干预理论支撑

随着科技的迅猛发展, 人工智能与机器人技术在医疗康复领域展现出巨大的应用潜力, 机器人辅助康复逐渐成为行业发展的新方向, 机器人辅助技术凭借其个性化、持续性和灵活适应性, 逐渐成为自闭症康复训练的新兴方案^[2-3]。

机器人干预属于融合教育中对于自闭症儿童社交沟通障碍的主要思路,根据 2026 智能康复机器人行业发展动态与竞争格局分析预测报告可知,康复机器人正由原来的单纯辅助运动工具向具有“类人”感知和认知能力的智能伙伴转变,技术发展给解决自闭症康复过程中的诸多问题赋予了新的办法。

国外的研究表明,机器人辅助对自闭症儿童的社交技能训练有效果,可以给自闭症儿童提供稳定的、高效的训练支持,产生大量的先进应用成果;国内虽然在技术成熟度和智能化水平上同国外相比还存在一些差距,但是具备较好的应用前景,已经开发出许多具备基本功能的机器人,但是仍然存在技术适配性差、长期效果追踪缺失、评价体系不健全等问题,尤其是在随班就读场景下系统的整合研究较少。

1.2 机器人辅助干预技术框架设计

根据随班就读环境中自闭症儿童普遍存在社交沟通障碍、感官敏感的特点,本节提出一个由“评估-干预-协同”组成的闭环技术框架。该技术框架依靠多模态感知、边缘、云端协同处理这些技术支撑,并且技术框架还包含数据加密、交互安全规则等机制来保证框架的合规运行。

首先,评价模块把多种模态传感器的即时数据融合起来,不再只是依靠标准量表评分来决定儿童当前的能力水平,而是会根据即时的状况来重新调整儿童的能力阈值。

在此基础上,干预模块严格依照应用行为分析(ABA)的分级原则,把复杂的社交技能拆解成阶梯式的微任务。机器人并不是机械地执行指令,它会根据儿童在任务中实时的反馈来自适应地改变提示的强度以及任务的难度,进而实现由“教”到“导”的转变。

协同模块把教师和家长联动起来,同步干预数据并衔接课堂和家庭场景,克服传统干预场景割裂的问题,在不干扰正常教学秩序的前提下,给自闭症儿童提供与其认知水平相匹配的结构化支持。

2 干预效果评估与分析

2.1 干预效果评估的质性框架

2.1.1 评估的核心维度与质性方法

为了对机器人辅助干预效果进行全方位、系统的评价,质性评估框架所关注的焦点已经从可以量化的动作次数等行为频次转向了对社交互动质量、儿童参与情感体验以及所学技能到真实生活场景迁移的过程进行深入的探究。

质性评价主要是通过非参与式的课堂观察和半结构化的访谈来进行的。非参与式课堂观察就是指观察者在进

入课堂互动、不干涉教学进程的情况下,用“局外人”的身份去对研究对象的行为表现做系统的记录。半结构化访谈就是研究者按照事先准备好的访谈提纲进行访谈,在与受访者交流的过程中,根据受访者的回答可以随时改变提问的顺序、措辞和追问的深度等。

基于实证的质性分析可以很好地解释,在统一的干预方案之下,不同的个体社交反应存在较大的差异。另一方面,研究者以课堂互动观察日志的形式,采取每星期观察两天的频率,对自闭症儿童与教师、同伴等的互动进行详细观察、记录^[4]。另一方面是通过访谈家长来了解其在家庭场景下所起到的干预作用的实际效果。

2.1.2 动态评估与过程分析

不同于传统的静态比较方法,在本研究中,评价就是干预,把评价过程嵌入到干预的全过程之中,并且开展动态追踪以及详细剖析。

干预初期:主要观察自闭症儿童对机器人这种新的异质性媒介产生恐惧、拒绝的情况。

干预中期:观察自闭症儿童社交意图的表达有无主动发起的行为,评价社交适应性变化。

干预后期:对教师和同伴对自闭症儿童互动行为的接受程度进行评价,对自闭症儿童在没有机器人辅助的情况下独立完成的行为进行观察。

可以给干预方案的即时改良赋予直接参照。在观察中发现某个儿童对机器人的某个语调有抵触情绪的时候,团队可以立即改变语音反馈的策略,这说明质性评价对于实现个性化的价值是不可忽视的。

2.2 干预效果的理论阐释与差异分析

2.2.1 效果生成的理论逻辑

应用行为分析在特殊学校以及家庭中有着广泛的运用,并且已有很多研究证实了应用行为分析作为对孤独症儿童的评估和干预方案的有效性^[5]。此法重视对行为前因和后果的客观分析以及系统的控制,从而达到学习目标行为、消除问题行为的目的。机器人辅助干预在融合教育场景中产生了积极的效果,机器人辅助技术把复杂的社交沟通目标拆解成一个个阶梯式的、可以测量的微任务,在互动中给予即时的反馈,进而有效地加强自闭症儿童的正向行为,给 ABA 原则的推行赋予了技术支持。

其效果产生机理就是以“评估-干预-协同”闭环技术体系的形式出现的。一方面,机器人会依据儿童即时的行为数据来改变任务的难易程度以及提示强度,从而达到干预由机械的“教”向灵活的“导”的转变,缩减了自

自闭症儿童由于社交焦虑或者认知负担过重而产生的参与障碍；另一方面，机器人可以有效地减轻自闭症儿童的社交抵触感，在低压力的环境下让其进行社交技能的练习，为课堂习得技能内化打下了基础。

2.2.2 效果差异的质性归因

虽然机器人辅助干预具有整体有效性，但是不同个体之间效果存在较大差异，这种异质性主要可以归结为以下几个方面：

个体特质属于根本性的因素。自闭症儿童症状的严重程度、语言能力的基础以及感官处理的特点等都存在着很大的差别，而这些内在的特质又直接导致了他们对于同样的干预措施所表现出的不同结果。语言基础好的儿童在轮流对话任务上进步会快一些，感官敏感的儿童会对机器人的某些音调或者外貌产生最初的抵触情绪，干预初期的接纳度较低。

其次，效果的不同是由于干预方案是否可以依据动态评估的结果进行及时的调整。质性评估方法可以很好地揭示出儿童在互动中所表现出的情感以及真实的困难。观察到某个儿童对于机器人的某种语调产生抵触或者迟钝的时候，如果可以及时改变语音反馈策略的话，那么就可以逆转它的消极参与状态，相反，如果方案僵化的话，就会加大个体差异。以过程为基点、贯穿干预全过程的动态评价才是解释并缩小效果差距的重要途径。

最后干预效果要依靠机器人、教师和家长三者之间协同的生态模式。教师对于自己在干预中所扮演的引导角色认识是否清楚，能否有效地利用机器人提供的数据来支持课堂，直接关系到技能向真实课堂场景的迁移。家庭协同干预的落实情况指的是家长能否把所确定的目标带入到家庭训练当中，决定该技能能否得到巩固与泛化。家校之间数据同步、沟通是否顺利，是决定效果能否持久、稳定的外部条件。

因此机器人辅助干预效果的差别是由个体自身特点、干预方案是否精准适应、外部支持系统是否协同三个因素共同造成的。在未来的实践中和研究中要不断加强个性化适应算法、协同支持系统等各方面精细构建，才能达到更好的干预效果。

3 随班就读场景下机器人辅助干预的应用路径

随班就读是融合教育的一种重要形式，是指具有接受普通教育能力的适龄残疾儿童少年进入普通学校，与普通学生同班学习，目的在于促进帮助特殊儿童从受教育阶段就融入社会，获得平等的社会地位和受教育的机会，对

新时代建设更高质量、更公平的义务教育体系有着十分重要的意义，是保障残疾儿童少年平等接受义务教育的重要途径。

3.1 课堂融合干预路径

3.1.1 课堂参与赋能

为了用机器人多模态交互和结构化支持来解决自闭症儿童由于社交焦虑、注意力缺陷而造成的课堂参与困境，课堂参与赋能构建起一个以自闭症儿童、机器人、教师、同伴为参与主体的协同参与生态，实现从整到零、从集体到个别的融合教育干预，确保孤独症幼儿非言语沟通能力的发展^[6]。

自闭症儿童的常见特点就是无法适应新的环境和变化，习惯于接受一成不变的环境和指令^[7]。机器人以拟人化的外形减少自闭症儿童的社交抵触，用预设好的可视化任务流程和即时强化手段帮助自闭症儿童形成课堂规则的认知，依靠 AI 算法对自闭症儿童眼神接触、互动频率等行为数据加以分析，给老师赋予准确的干预根据，达成动态的改良。

赋能效果从行为、认知、情感三层展开：

（1）行为上：机器人设定阶梯式参与目标，用语音表扬、动画奖励等方式加强正向行为，逐渐提高互动的持续性；

（2）认知上：把抽象的知识变成具象化的交互任务，比如数学里演示图形的拼接、语文里开展角色扮演，依靠多感官的刺激来加深知识的加工；

（3）情感上：依靠情绪识别和陪伴功能可以改善自闭症儿童的课堂抵触感，产生积极的课堂体验。

3.1.2 社交技能培养

目前，随班就读自闭症儿童社交技能培养的核心就是课堂社交场景的适应性。由于自闭症儿童普遍存在着主动社交意愿低、非语言信号识别能力差的问题，传统的干预方式很难达到精准破解的效果，但是机器人依靠可以预测的互动模式和场景化的任务设计，可以成为一种有效的干预工具，帮助自闭症儿童实现主动发起互动、轮流沟通等目标行为，并且通过语音、表情、触觉等多种形式的反馈来加强正向行为，温和纠正不当的互动。

已有实证研究证明干预效果，创建“三位一体”融合护苗模式、执行个别化教育计划、展开家校社协同育人等办法，有效提升了孤独症儿童的社会适应能力、学习参与度和心理健康水平^[8]。以随班就读自闭症儿童为对象的短期干预（4~8周），结果显示，自闭症儿童主动社交频率

提高 30%~50%，情绪识别正确率提高 25%~40%；有研究显示，干预之后自闭症儿童在小组活动里轮流说话的时间由原来的平均 12 秒增加到现在的 45 秒，课堂上同桌间的互动次数比干预之前多了一倍，但是这些成效会受到自闭症严重程度、语言水平等个体差异的影响。

但是目前的干预还存在着许多的难题，一方面机器人互动脚本预设性较强，不能适应课堂上的各种突发情况；另一方面部分教师对于自身在教学中的角色定位不清，容易忽略引导的责任，而且存在数据隐私保护的伦理问题。因此未来需要改进机器人技术的适配性，创建起机器人、教师和家长三者相互配合的体系，并且要制定伦理指南，用课堂强化和家庭延伸的方式保证干预效果的长久迁移。

3.2 课后支持干预路径

3.2.1 行为矫正延伸

机器人辅助干预的行为矫正延伸应用，用技术冲破传统干预的时空束缚，把课堂矫正目标推广到课后，融合应用行为分析（ABA）理论和机器人互动长处，创建起精确的常态干预模式。由于精力、专业度所限，传统的手工干预不能很好地纠正自闭症儿童的刻板行为和指令遵守困难的问题，机器人可以模仿社交反馈、给予多感官刺激，营造出低压力的练习环境，使自闭症儿童形成“听指令—做动作—得到强化”的行为模式，并且可以持续追踪反应数据来弥补人工观察的主观性缺陷。

干预效果可从三方面评估：

（1）在集体适应方面，用机器人模拟课堂规则场景，在小组活动时引导自闭症学生递积木并给予表扬，把行为转移到真实课堂上来。

（2）在社交技能方面，依靠拟人化设计来减少社交回避，提高眼神接触等能力；

（3）在学业参与方面，用自适应难度调节来降低挫败性逃避行为。

3.2.2 家庭协同干预

自闭症家庭的困境是多维度的。要破解这些困境，需要各方力量多渠道提供帮助^[9]。家庭协同干预是机器人辅助干预效果延续的关键，其主要目的在于创建起“学校—家庭”的闭环干预体系，把机器人技术同家庭生活场景、情感支持融合起来，从而解决传统干预中场景断层、家校合作不到位的难题。机器人按照齐家校干预目标来制定生活化任务，用餐时指令遵守训练、亲子互动中的社交练习，在熟悉环境中巩固课堂技能；搭建数据同步平台，把任务完成率、互动表现等数据同步到教师端，形成“学校干

预—家庭延伸—数据反馈—方案优化”的闭环。

此外，可以通过公式量化干预效果，即

$$\left(\frac{\text{干预后任务完成率} - \text{干预前任务完成率}}{\text{干预前任务完成率}} \times 100\% \right)$$

该公式可以准确地计算出技能提高的程度，给方案的改进提供量化的依据。

从长远看，家庭协同干预可以提高自闭症儿童的社交和生活技能，也可以加强家长干预的信心，缓解亲子关系紧张，促进随班就读干预由“家校社协同”生态化发展。利用人工智能技术可以达到干预方案自动调整的目的，减小家长的负担，提高个性化干预的准确度。

4 结语

机器人辅助干预自闭症儿童的未来发展有两个主要方向，技术方面会朝向多模态感知、跨场景协同、情感化互动发展，依靠自适应算法精准对接个人需求，促使干预由“被动调整”变为“主动适配”，生态方面要整合家校医研多方资源，创建起标准化的协同体系和信息共享平台，明晰各方职责，借助技术赋能化解数据同步、课程契合等难题，经过长时间的实践迭代改良形成长效机制。

机器人辅助干预对于随班就读自闭症儿童来说，具有很强的适配性和实用性，它对自闭症儿童社交能力的提高、课堂参与度的改善起着越来越重要的作用。然而，仅仅局限于自闭症儿童的随班就读适应情况，未涉及其他障碍类型的随班就读学生的学校适应情况，缺乏横向的对比^[10]。

为了进一步提高干预的效果，需要把技术更新同生态协同结合起来，并且还要考虑到个体差异、场景适配这些实际情况的影响。只有综合考虑各方面因素，才能不断改善融合教育中它的应用效果，给自闭症儿童的社交融入和全面发展提供强有力的保障，也给融合教育高质量推进提供可行的技术赋能途径。

参考文献：

- [1] 蒋艳双，张一鸣，陈莺等. 教育机器人促进孤独症谱系障碍儿童课堂参与的应用场景、理论逻辑与实践理路[J/OL]. 现代远距离教育，1—19[2026-05-20].
- [2] 卢振利，罗宇铭，单长考等. 机器人辅助技术在自闭症康复训练系统中应用综述[J]. 高技术通讯，2025, 35(09): 979—990.
- [3] 罗宇铭. 机器人辅助多激励干预自闭症康复训练系统关键技术研究[D]. 盐城工学院，2025.
- [4] 郭丽莎. 普通小学随读自闭症儿童同伴支持的个案研究[D]. 四川师范大学，2015.

[5] 张童言. 孤独症谱系障碍儿童人际交往能力的影响因素及其干预研究[D]. 重庆师范大学, 2023.

[6] 高原. 融合教育环境下孤独症幼儿非言语沟通能力的个案干预研究[D]. 山东师范大学, 2025.

[7] 李辉. 自闭儿童智能机器人产品设计研究[J]. 电子技术与软件工程, 2022(16): 103-107.

[8] 曹富辉, 廖云, 叶鉴明. 孤独症儿童随班就读融合教育支持模式研究——以贵港市木兰河小学为例[C]// 广西幼儿师范高等专科学校, 广西桂科孤独症科学研究院. 第四届中国-东盟特殊教育学术交流大会暨孤独症教育康复

专题学术会议论文集. 贵港市特殊教育学校, 2025: 2-9.

[9] 李豪豪, 沈亦骏, 杨翠迎. 自闭症家庭的困境及社会支持体系构建——基于上海市的调研[J]. 社会保障研究, 2020(06): 37-47.

[10] 邢小敏. 随班就读自闭症儿童学校适应个案研究[D]. 西北师范大学, 2024.

基金项目: 武汉商学院大学生创新创业训练计划项目“芯护——自闭症群体的智能陪伴机器人”(202411654024)。

作者简介: 闫自然(2004.08-), 女, 汉族, 河南新乡, 会计学学生。