

# Fusion of Educational Robots and Language Rehabilitation Training of Autistic Children

Yanfeng Xu<sup>1</sup>, Weizhong Zhang<sup>1</sup>, Huting Xu<sup>1</sup>, Jie Shangguan<sup>2\*</sup>, Shan Huang<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

<sup>2</sup>Xiaohaitun Ertong Qizhizhongxin, Fuzhou Fujian

<sup>3</sup>BeiYa Intelligent Technology (Suzhou) Co., Ltd., Fuzhou Fujian

Email: \*26465500@qq.com, \*13860627845@139.com

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2020; accepted: Aug. 12<sup>th</sup>, 2020; published: Aug. 19<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The application of educational robots to teaching was a momentous outcome of the development of artificial intelligence. More and more researches show that the diverse interaction mode and adaptive teaching strategies are two distinct advantages of implementing educational robot in language education. Nowadays, some scholars have pushed artificial intelligence technology into the education of autistic children and already made progress. Via analyzing the educational robot's advantages and autistic children's characteristics, this paper discusses and provides a reference for how to fuse educational robot and the existing language rehabilitation training for autistic children.

## Keywords

Educational Robot, Autistic Children, Verbal Communication Skills

---

# 教育机器人与自闭症儿童语言康复训练的融合

许艳凤<sup>1</sup>, 张为忠<sup>1</sup>, 徐湖婷<sup>1</sup>, 上官洁<sup>2\*</sup>, 黄山<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>福建师范大学, 心理学院, 福建 福州

<sup>2</sup>小海豚儿童语训启智中心, 福建 福州

<sup>3</sup>贝芽智能科技(苏州)有限公司, 福建 福州

Email: \*26465500@qq.com, \*13860627845@139.com

---

\*通讯作者。

## 摘要

教育机器人是人工智能技术在教育领域中的一个重大应用成果。越来越多研究表明，多样性互动模式及适应性教学策略是教育机器人在语言教育中的优势。现今，已有学者将人工智能技术运用于自闭症儿童教育，并取得一定的进展。文章从教育机器人以及自闭症儿童自身特点的角度，探讨如何将教育机器人与现有的自闭症儿童语言训练方法相融合，以期融合教育机器人以提升传统的自闭症语训康复水平提供参考。

## 关键词

教育机器人，自闭症儿童，语言能力

Copyright © 2020 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

随着科技的发展，人工智能技术所渗透的领域也越来越多。在教育领域，人工智能技术也带来了新的教育模式，引发了许多新的教育理念。吴永和，刘博文和马晓玲(2017)认为，人工智能在国家政策和领域应用的驱动下不断发展，教育作为人工智能的主要应用领域之一，正向“人工智能+教育”的新阶段迈进。其中，教育机器人就是人工智能应用于教育的典型成果之一。

在人工智能技术发展中，语言的输入输出也是重点课题之一。当前，计算机已经实现与人使用自然语言进行相互交流。随着语言识别技术的不断发展，研究者开始将教育机器人引入语言教学中。在取得了一定成果后，又开始有研究者尝试将教育机器人应用于特殊教育中的语言教学。

下文将梳理教育机器人在语言学习中的应用现状，以及当前自闭症的康复训练理念，探讨教育机器人结合传统训练法对幼儿语言能力提升训练中的优势、不足及展望。

## 2. 自闭症谱系障碍及其干预法

自闭症谱系障碍(Autism Spectrum Disorders, ASD)是一种神经发育障碍，其特征是在社交中持续存在明显的障碍，并伴有限制性的、重复的行为、兴趣和活动模式(Pennisi et al., 2016)。ASD 儿童语言障碍问题尤为突出，在语言表达和理解方面存在很大困难，言语发展相比一般儿童滞后，通常 24 个月的儿童已经能够较好地运用语言进行交流，而 ASD 儿童几乎无法使用语言，往往用非言语信息来进行交流(赵丽琴, 2014)。

根据《中国自闭症教育康复行业发展状况报告 II》显示目前中国自闭症患病率保守估计约 1%，自闭症患者人数已超过 1000 万，0 到 14 岁的患者达 200 余万(宿淑华，赵航，刘巧云等，2017)。目前 ASD 干预方法仍然处于百家争鸣的状态。语言能力提升是 ASD 干预中极为重要的一部分。有学者认为，语言康复训练有助于促使 ASD 儿童参与学习和社会活动，提高其生活质量，并改善其症状(杜杰，2019)。还有学者指出，ASD 儿童的语言干预计划除了儿童的言语表达能力以外，还包括其倾听能力(Sundberg, 2016)。

王坚等(2018)认为在我国研究且应用较多的训练法主要有下面四种。

## 2.1. 应用行为分析

应用行为分析(Applied Behavior Analysis, ABA)属于行为主义流派的理论,在帮助 ASD 患者进行语言障碍康复方面应用较为广泛,是被美国孤独症中心(National Autism Center)审核为有大量循证依据支持其有效性的 ASD 患者语言障碍康复方法(白晓宇, Mutusva, 祝卓宏, 2019)。ABA 训练法非常注重儿童的个体差异性,其观点认为要提高 ASD 儿童的语言能力,首先要准确评估他当前的语言能力,并依据儿童特性为其制定个性化教育计划。

基于 ABA 分支出来的各种具体行为训练法都取得了较好的成果(杜佳楣, 2014; 白晓宇, Mutusva, 祝卓宏, 2019)(见图 1),例如洛瓦斯运用 ABA 原理所创建的分段式回合教法(Discrete Trial Teaching, DTT),其训练步骤主要是通过教师呈现指令,观察 ASD 儿童的反应并在儿童表现出正确的反应时给予强化物(李丹, 2014)。基于 DTT 又产生了关键性技能训练法(Pivotal Response Treatment, PRT),其核心理念就是专注于对关键性领域进行行为教学,强调提供自然的情景来促使学到的行为泛化,促进社交的自发性和动机(Ona et al., 2019)。言语行为里程碑评估及安置程序(Verbal Behavior Milestones and Placement Program, VB-MAPP)基于斯金纳的言语行为理论提出,其主要观点是将语言看成一种行为,并通过行为主义的方法来训练儿童(Montallana, Gard, Lotfizadeh, & Poling, 2019)。PEAK (Promoting the Emergence of Advanced Knowledge)关系训练系统是近年较受关注的一种训练法, Dixon 做了多项研究(Dixon et al., 2017, 2018),将 PEAK 关系训练系统与经典的评估工具对照,发现其具有较高的效度,并且效果良好。

## 2.2. 感觉统合训练

感觉统合训练(Sensory Integration Therapy, SIT)被认为是一种可运用于 ASD 儿童的训练方法,其主要观点是利用神经可塑性,对儿童提供特定形式且适当的感觉刺激,可提高神经系统处理感觉刺激的能力。但 Lang 等(2012)对众多文献进行了系统回顾认为,许多研究的研究方法有误,且没有足够的证据表明 SIT 具有持续的积极作用。近期 Schoen 等(2019)通过系统的文献研究认为,在不偏离干预的基本要素的情况

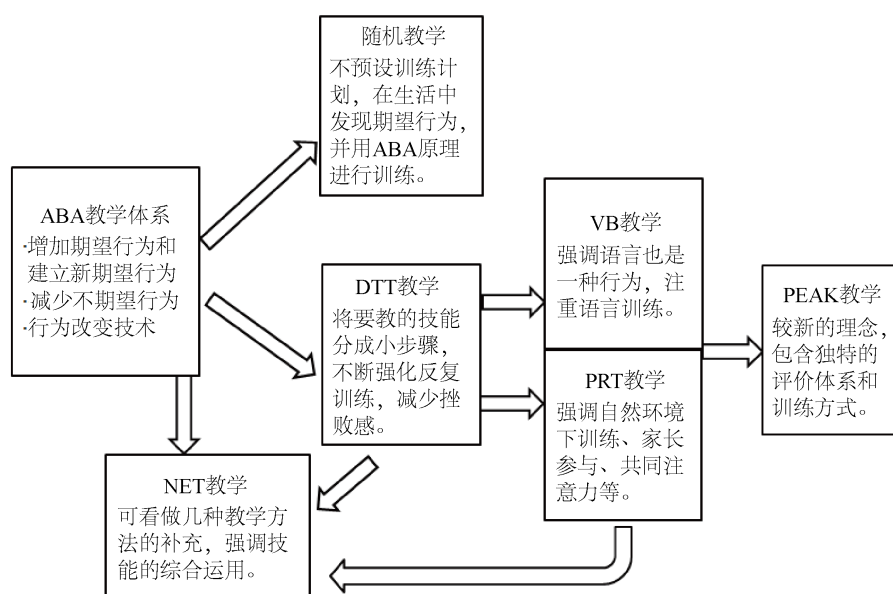


Figure 1. The ABA intervention and its branches  
图 1. ABA 教学体系的分支

下,有足够的实践证据证明该干预法的有效性。

总之, SIT 是否对 ASD 儿童有效还存在一定的争议,有待更进一步的研究。

### 2.3. 游戏干预法

沙盘疗法(Sandplay Therapy)是游戏干预法的典型。ASD 儿童的言语交流能力有限,那么或许能通过其他方式表达情感。Kalff 将沙盘游戏定义为“自由和被保护的空間”,在这个世界里,ASD 儿童不认为有错、迟缓、古怪的、或者有功能障碍,而被完全看作是有能力的且有创造力的(Plez-Sherman & Stephen, 2015)。ASD 儿童在选择玩具时,治疗者可用有声语言来说明玩具模型的名称、颜色及相关信息,这种伴随动作引发的言语刺激能够使 ASD 儿童的内部语言处于活跃状态,形成词组表达(陈顺森, 2010)。

地板时光(Floortime)也是游戏干预法中的一种。Greenspan 等于 20 世纪 90 年代末设计出一种特殊儿童的干预方法,被称为“基于发展、个体差异和人际关系的干预模式(The Developmental, Individual Differences, Relationship based model, DIR)”,地板时光则是 DIR 模式的一个重要组成部分(赵斌, 马小卫, 王承雍, 2015)。地板时光注重儿童的自主性,以照顾者为中介,培训家长最大限度地与孩子互动,其核心方法在于通过儿童的兴趣建立情感关系,来促进儿童的社会沟通技能(Carpente, 2016)。Jane 和 Brenda (2007)运用包含地板时光的游戏项目对 ASD 儿童家庭进行训练,结果发现 45.5%的儿童功能性社交有了显著进步。

### 2.4. 音乐干预法

音乐干预也是一种常用的 ASD 儿童干预法,一系列的回顾与分析都证明音乐治疗对 ASD 儿童的交际技能、社会互动和游戏行为均具有积极影响(Geretsegger et al., 2015)。常欣等(2016)整理了三种提升语言能力的较有代表性的方法,一是听觉动作通路训练(Auditory-Motor Mapping Training, AMMT),二是基于旋律的语言沟通治疗(Melodic Based Communication Therapy, MBCT),三是背景音乐干预方法。在更具体的方法上,有让 ASD 患者创作音乐、将单词融入音乐中、引导 ASD 患者模仿乐器的声音说话等。

## 3. 教育机器人在自闭症康复训练中的运用

当前,已有不少教育机器人运用于 ASD 儿童语言能力提升方面的研究。王永固等(2018)通过文献检索和文献筛选认为,社交机器人有潜质成为 ASD 儿童社交技能训练的有效工具。目前,我国也已经有一些学者开始致力于专门针对 ASD 儿童康复训练中使用的机器人(熊国虹等, 2018; 赵芳华等, 2016)。根据范晓壮(2015)的总结,目前,教育机器人主要运用于模仿、共同注意、情绪识别和表达、主动沟通等方面的内容,其中在主动沟通中,主要扮演治疗同伴、社会活动中介、以及作为示范的社会代理。教育机器人运用于 ASD 儿童语言治疗至少有如下优势:

### 3.1. 机器人可分析出个性化语言学习内容

语言教学中,学习者的具体情况千差万别。维果茨基(Vygotsky et al., 1978)的“最近发展区”理论强调学习内容必须根据学习者现有的水平,提供略带难度的学习内容。该理论认为,要使学习活动有效,所提供内容的水平应该在其已有水平到潜在能达到的水平之间,形象的说就是“跳一跳,能抓到”的高度。在语言学理论上,宾克认为儿童有限的语法是成人语法结构中的一个子集,仅仅重复学习已学会的简单材料,不能使儿童的语法子集进一步发展,只有提供其语法子集以外的复杂材料,才能使其逐步学会更复杂的语法(张恩涛, 张积家, 2009)。

Westlund 和 Breazeal (2015)用教育机器人的研究也证实了这一点,通过让机器人向儿童呈现简单的和复杂的两种学习内容,结果发现学习复杂资料的儿童在后测评估中能说出更多的且更多样化的词语。

因此,最理想的教育方式就是不断地实时评估儿童现有的语言能力水平,并据此提供略带难度的学习内容。而智能测评则能为此教育方式提供技术支持。机器人能通过收集儿童学习过程中的行为表现数据,提供基于当前水平的更高难度的个性化内容,从而提高学习效率。

### 3.2. 促进互动以及提高参与度

理想的语言教学方式不应仅仅是教授词汇,也需要更多地让儿童积极参与到有意义的社会交互情境中,进行面对面的对话交流(Duranti & Goodwin, 1992)。例如讲故事作为一种社会互动行为方式,能够很好地让儿童学习、练习和构建语言系统,是语言学习的一个重要方法。非言语信息也是影响语言学习效果的重要因素。有研究(Jacqueline et al., 2017)表明,无论是由机器人还是人类提供教学,儿童都可以从对话者的非言语信息获取所要学习词汇的线索以改善词汇学习的效果。一系列研究(Westlund & Breazeal, 2015; Wit et al., 2018)表明,在讲故事游戏中,通过让教育机器人运用手势和情绪等非言语信息,可进一步强化学习的效果。

教育机器人往往以游戏作为学习背景,这更容易吸引儿童的注意和兴趣,让他们主动与机器人互动,提高学习效果。Heath 等人(2017)开发了一款机器人,通过收集时间与空间数据证实机器人能够吸引儿童的注意,并引诱其参与到讲故事活动中(李斌, 2018)。机器人还能够提供恰当的反馈,以提高 ASD 儿童的活动参与度。Alemi 等人(2015)的研究发现,ASD 儿童非常期待来自教育机器人的反馈信息,甚至能在机器人播放音乐并跳舞时,产生模仿行为。

不少研究表明,相比真实的人,ASD 儿童更愿意和机器人交流。研究者(Cabibihan et al., 2013; Dautenhahn et al., 2003)认为,机器人的指令相对于人类的言语和非言语指令更为明确和简单,ASD 儿童可能会被成人复杂的指令所迷惑而变得紧张,而机器人明确简单的指令及其创造的轻松、安全、可预测性的情境则有助于缓解这一问题。

### 3.3. 更新迭代与批量生产

教育机器人具有的一个天然优势是教育机器人不需要经过长时间的培训。当发现了旧版本教育机器人在运行程序上的缺陷时,只需要通过更新即可让所有教育机器人根据教学需要,拓展新的学习模块和功能(李斌, 2018)。教育机器人具有长期的经济效益,一旦建立成熟的教育机器人生产线,就能够批量化生产,更容易地实现一对一教育的规模化,这是其他教育模式所无法比拟的优势(许艳凤, 张为忠, 连榕, 2019)。

## 4. 讨论与展望

尽管教育机器人在 ASD 儿童训练中已经取得了不小的进展,但很少有研究者系统地设计一套课程将教育机器人作为重要角色融入现有的干预方案中去。目前关于教育机器人的研究往往局限于短期影响效果的探讨,缺少在长期的、系统的训练中引入机器人作为辅助的实例。下文将进一步探讨如何将教育机器人融入现有的 ASD 训练法中。

### 4.1. 教育机器人融入游戏干预法

教育机器人应用于 ASD 儿童训练,比较常见的是游戏干预法。例如,Wong 等(2012)让机器人陪 ASD 儿童进行游戏,根据教师反馈,发现这些孩子在游戏过程中表现得比平时更积极,还会触摸机器人,不会感到紧张,比平时更放松。

#### 4.1.1. 教育机器人参与沙盘游戏

通过沙盘疗法来进行语言能力训练,咨询师需要创造一种安全的、受保护的环境。由于 ASD 儿童与

教育机器人相处时,往往更放松,表现出更多、更真实的自主行为,因此可以将教育机器人引入沙盘游戏以提升其训练效果,并可将其区分为两种模式。一种为“教育机器人协助+沙盘”,即让教育机器人扮演原来治疗师的角色。假若教育机器人的智能化程度有限,为了取得更好效果,可通过治疗师在另一个房间进行远程操控,以进行更有效的互动;另一种是“教育机器人玩伴+沙盘”的模式,即让教育机器人参与到沙盘游戏中,并且与ASD儿童进行更密切的互动。若将人工智能技术带入沙盘中,实现能够检测沙盘上物件的“智能沙盘”,沙盘可以将这些物件反馈给教育机器人,由教育机器人分析后进行描述和互动,以起到刺激ASD儿童的内部语言的功能,甚至参与和引导沙盘游戏。“教育机器人协助”和“教育机器人玩伴”这两种模式也可以在一个较长的训练周期中交替出现。有人类在场是否更有效?教育机器人究竟该扮演什么角色?以及技术上会遇到什么困难等问题有待通过实验研究来探索。

#### 4.1.2. 教育机器人参与地板时光

地板时光主要通过在地面上和ASD儿童进行游戏来进行,常常是家长和儿童一起进行,可以一对一进行,也可以全家人共同参与。在进行地板时光的时候,儿童才是游戏的主导,所要进行的游戏需要是儿童感兴趣的(马凌冬(译),2014)。目前将地板时光与教育机器人结合的研究寥寥无几,但是不难想象,教育机器人可以在这当中扮演一个重要的角色。此前已有教育机器人陪伴ASD儿童进行团体游戏的研究,那么,可以将教育机器人迁移到地板时光。教育机器人本身具有的吸引力能更好促进ASD儿童参与游戏,父母还可迎合教育机器人的反馈来赞许ASD儿童,促进亲子交流,从而不仅对ASD儿童语言能力的提高起到作用,还可能对亲子关系产生积极作用,给训练带来更深远的影响。

### 4.2. 教育机器人融入基于ABA理论的训练法

上文已经谈到有学者为ASD儿童专门设计了特殊的机器人,但是很少有学者将其与传统干预法的理论结合起来,设计一套专门的长期的康复训练课程。陈东帆等(2017)结合ABA理论,提出过一种称为“ART模型”的基于人机交互技术的自闭症社交课程,是一种较新的尝试,其主要理论是建立自闭症儿童(Autism)、机器人(Robot)、康复师(Therapist)三者的两两互动来起到学习效果。社会交往能力与语言能力密切相关,下文将结合教育机器人与ABA理论在语言能力提升方面进行讨论。

#### 4.2.1. 教育机器人在ABA理论中的优势

教育机器人在ABA理论中具有很多可发挥作用的地方。ABA的一个重要操作手段就是“塑造”,即当目标行为出现时给予强化和反馈。此外,ABA注重在进行辅助指导前,吸引孩子的注意力,创造合适的条件(杜佳楣,2014)。在给予有效强化和反馈上,机器人无疑具有巨大的优势。机器人本身就很容易引起儿童的关注,并给ASD儿童提供反馈。

ABA训练注重语言学习从简单到复杂,从模仿到主动表达,逐步增加语言的复杂性。由于ASD儿童个体差异很大,使用个性化的干预方案非常重要(杜佳楣,2014)。机器人则可以基于人工智能技术,收集ASD儿童的语言数据,从中选出ASD儿童熟悉的词语,为评估儿童的语言能力和准备学习内容提供参考。

#### 4.2.2. 教育机器人在ABA干预中可扮演的角色

根据陈东帆等(2017)的ART理论,教育机器人在干预中,可以与康复师互动,示范模仿需要学习的动作;也可以与ASD儿童互动,成为儿童的学习伙伴或模仿对象,吸引儿童完成课程。

笔者根据现状,提出了下面这些将教育机器人引入ABA训练的途径:

- 1) 机器人发布指令。在以往的ABA干预法中,康复师往往通过提出指令,对ASD儿童的行为结果

给予反馈,从而最终达到塑造某种行为的结果。在这种情况下,康复师既是指令的提出者,也同时担任辅助者的角色。而如果由机器人来发布指令,是否可能因为儿童对于机器人本身的兴趣而更愿意达到指令的要求?在这种情况下,康复师所要做的是帮助儿童完成任务,这时康复师会成为一个儿童完成任务中的协助者,康复师通过适当地引导和协助,帮助 ASD 儿童完成机器人的指令,或许能给 ASD 儿童带来成就感,对康复师与儿童的关系也有积极作用,促进二者的交流,从而提升康复训练效果。例如,机器人可以在和儿童游戏的过程中,有礼貌地请求儿童帮它拿一个青苹果。若 ASD 儿童表现出犯难,康复师则可以帮助儿童找到青苹果,并告诉儿童:“这是青苹果!绿色的!拿给小白(机器人名称)吧!”当儿童把青苹果递给机器人后,机器人给予积极反馈(如呈现开心的表情),并再强调青苹果的名字和颜色等。在这个过程中,尽可能引导儿童重复物品的特点和名称,从而提高其语言能力。由于目前人工智能技术还有限,上述例子中要让机器人接过苹果可能很困难,但我们可以让儿童将苹果放置到一个检测器上,检测器检测到指定物体后,发送信息给机器人,以便机器人发出反馈。

2) 机器人角色扮演。角色扮演是 ABA 理论相关的各种干预法中常用的技巧,主要有示范、指导、演习、反馈四个步骤,其往往用于教授一些复杂的社交技能(杜佳楣, 2014)。

第一步示范,机器人可以和康复师一起示范社交场景,也可以让两个机器人运行已经设定好的程序,表演某个社交情景。第二步指导,将机器人作为指导者在技术上比较困难,可能需要克服眼动检测,动作检测等多方面问题。但让机器人表演被指导者相对容易,例如可以让机器人犯指定的错误,由康复师有礼貌地对机器人指出,机器人礼貌地回应,以对这一行为模式进行正确示范。精心准备整个过程,有助于事先就帮助 ASD 儿童避免在随后的演习中可能出现的误区,同时让机器人参与的角色扮演变得幽默有趣。第三步演习,机器人可以作为与儿童对话的对象,也可以让反馈者参与进去。由于机器人几乎无法识别 ASD 儿童的演习是否能做出良好的反应,机器人的所有行为都需人为地远程操作。第四步反馈,机器人可以作为一个提供强化的来源。如果希望减少 ASD 儿童某种不期望的行为,还可以借助机器人扮演错误示范,由康复师或者其他机器人指出,再由机器人进行改正,并表演正确的行为,这种替代强化或许也能取得好的效果。

### 4.3. 教育机器人融入感觉统合训练

感觉统合训练主要通过诸如按摩球、平衡木等训练器材进行。那么可以设想这些训练器材可以通过物联网系统联系起来,将训练结果数据传送给教育机器人,教育机器人根据结果来做出相应的反馈。教育机器人还可以作为一个玩伴参与到训练中去,给予儿童示范、帮助,在这过程中促进儿童的社会交流,提升语言能力。教育机器人本身的触感、多媒体功能等也是可以进一步研究的地方。

实现上面的设想是需要较高的成本投入。由于感觉统合训练本身尚无有力证据证明其有效性,因此应当先对感觉统合训练进行进一步研究,再考虑引入教育机器人。

### 4.4. 教育机器人融入音乐疗法

绝大多数教育机器人都具有多媒体功能,因此融入音乐疗法并非难题。在语言沟通上,通常使用的方法是给每个要学习的目标词都配上一个固定的旋律。例如在 Sandiford 等(2012)的研究中,先让被试听目标词,跟着旋律拍手;之后跟唱目标词,再拍手,由此逐步学会目标词。教育机器人完全可以充当唱出目标词并拍手的示范对象。鉴于 ASD 儿童很喜欢得到机器人的反馈,那么由机器人作为示范对象,效果可能会更好。机器人还可以在播放音乐的同时呈现图像,丰富效果。机器人还可以充当乐器的功能,将各种乐器的声音内置到教育机器人设备中,教育机器人可以像电子音乐软件一样根据使用者的要求播放声音。

## 4.5. 展望

当前教育机器人应用于 ASD 儿童语言能力的提升研究还有很多值得关注的地方：

### 4.5.1. 现有干预法的组合和效果问题

训练中，各种干预法并不是完全孤立的，康复训练师往往会同时选取几种干预法来对 ASD 儿童进行干预。而教育机器人参与到其中的全部或部分训练中是完全可行的，但这需要一个系统的安排和足够的理论支持。使用教育机器人的最终目标是提高 ASD 儿童康复效率，或者节省康复师的时间精力成本，这是研究中需要重点把握的地方。

当前存在的各种 ASD 干预法当中，部分干预法的有效性仍然尚待研究，在开发一个系统的带有教育机器人且结合当前干预法的课程体系前，应该尽可能选择结合已有多方面证据证明其有效性的干预法。当然也可打破常规，建构以教育机器人为基础的 ASD 干预理论，但其过程务必要谨慎进行，多方面考虑成本和效果问题。

### 4.5.2. 技术难题

尽管教育机器人已经被少量运用到 ASD 儿童的干预训练中，但目前所遇到的技术难题也是显而易见的：首先，机器人语言识别的准确率、效率仍然有待提高，再加上 ASD 儿童更是在言语方面有困难，这一问题将导致人机互动受到巨大阻碍；其次，教育机器人的眼动检测、动作识别等技术能够帮助康复师更好地判断不同 ASD 儿童的个性特点，但目前由于技术限制还无法普及运用；最后，是正确的反馈。要让教育机器人对儿童的语言、动作做出正确反馈，则必须基于上述两个技术的发展。但笔者认为，部分问题可以暂时通过远程操作机器人来解决，通过人为远程控制机器人，既能够维持机器人的优势，又能够解决技术上无法解决的一些问题。

### 4.5.3. 当前研究数量及广度尚有不足

Pennisi 等(2016)对 998 篇(758 篇有效)有关自闭症和社交机器人的调查文献进行了回顾调查，认为目前的研究至少存在以下几个局限：1. 纵向研究较少；2. 多数研究缺少控制组；3. 许多研究的被试数量较少。

Cabibihan 等(2013)从工程学角度总结三个需要研究的关键影响因素：机器人的外观、功能和智能化水平等需要进行优化，以满足 ASD 儿童的独特需要、由机器人执行的不同角色的效果和在治疗过程中机器人可能引起儿童哪些特定的行为等。

### 4.5.4. 新异效应的影响

新异效应是一个需要重点研究的问题。各种干预法都不可能一次两次就完成，随着儿童与机器人接触时间增多，是否会导致机器人不再引发儿童兴趣，或者反馈逐渐无效，这是需要关注的问题。假若儿童只在刚接触机器人的时候才有兴趣，那么教育机器人在长期干预中的应用方式就要进行更加精心的安排。

总之，教育机器人运用于提高 ASD 儿童的语言能力方面有很大的潜力，需要进行不断地探索，多方面的研究，以期让 ASD 儿童更好地康复。

## 参考文献

- 白晓宇, Mutusva, T. S., 祝卓宏(2019). PEAK 关系训练系统: 孤独症语言障碍康复的新方法. *心理科学进展*, 27(11), 1896-1905.
- 常欣, 刘雨婷, 王沛, 张佳玮(2016). 音乐干预对自闭症儿童语言障碍的影响. *心理科学进展*, 24(9), 1391-1397.



- 陈东帆, 于新宇, 沙庆庆, 赵伟志, 谢誉, 李进, 乐蕾(2017). 基于人机交互技术的自闭症社会交往课程开发研究. *中国教育技术装备*, (18), 68-72.
- 陈顺森(2010). 箱庭疗法治疗自闭症的原理和操作. *中国特殊教育*, (3), 44-49.
- 杜佳楣(2014). *ABA 改变孤独症*. 西安: 陕西师范大学出版社.
- 杜杰(2019). 语言康复训练对自闭症患儿的积极作用. *心理月刊*, 14(15), 67.
- 范晓壮(2015). 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(高教)*, (7), 34-37.
- 李斌(2018). 教育机器人及其应用. *四川文理学院学报*, 28(2), 31-34.
- 李丹(2014). *孤独症干预的关键性技能训练法*. 北京: 北京大学出版社.
- 马凌冬(译) (2014). *地板时光: 如何帮助孤独症及相关障碍儿童沟通与思考*. 北京: 华夏出版社. (Greenspan, S. I., & Wieder, S., 2006)
- 王坚, 秦燕青, 朱晓玲(2018). 中国大陆自闭症干预方法研究综述. *南昌师范学院学报(社会科学)*, 39(1), 66-69.
- 王永固, 黄碧玉, 李晓娟, 王会军(2018). 自闭症儿童社交机器人干预研究述评与展望. *中国特殊教育*, (1), 32-38.
- 吴永和, 刘博文, 马晓玲(2017). 构筑“人工智能+教育”的生态系统. *远程教育杂志*, (5), 27-39.
- 熊国虹, 王阳, 李兴旺, 赵智(2018). 基于北斗的自闭症儿童康复机器人. *中国设备工程*, 404(19), 149-150.
- 宿淑华, 赵航, 刘巧云, 等(2017). 特殊教育学校自闭症儿童教育康复现状调查. *中国特殊教育*, (4), 60-65.
- 许艳凤, 张为忠, 连榕(2019). 教育机器人对儿童语言学习的影响分析. *教育评论*, (7), 8-13.
- 张恩涛, 张积家(2009). 语言复杂性理论及临床应用. *现代生物医学进展*, 9(14), 2728-2730.
- 赵斌, 马小卫, 王承雍(2015). 关于地板时光理论及应用的思考. *现代特殊教育(高教)*, (18), 41-45.
- 赵芳华, 杨熙, 张维维, 李昊(2016). 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)*, (10), 116-118.
- 赵丽琴(2014). 自闭症谱系障碍儿童的早期筛查与诊断. *中国特殊教育*, (2), 49-55.
- Alemi, M., Meghdari, A., Basiri, N. M., & Taheri, A. (2015). The Effect of Applying Humanoid Robots as Teacher Assistants to Help Iranian Autistic Pupils Learn English as a Foreign Language. In A. Tapus, E. André, J. C. Martin, F. Ferland, & M. Ammi (Eds.), *International Conference on Social Robotics* (pp. 1-10). Springer: Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5_1)
- Cabibihan, J. J., Javed, H., Ang Jr., M., & Aljunied, S. M. (2013). Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 5, 593-618. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0202-2>
- Carpente, J. A. (2016). Investigating the Effectiveness of a Developmental, Individual Difference, Relationship-Based (DIR) Improvisational Music Therapy Program on Social Communication for Children with Autism Spectrum Disorder. *Music Therapy Perspectives*, 35, 160-174. <https://doi.org/10.1093/mtp/miw013>
- Dautenhahn, K., Werry, I., Salter, T., & Boekhorst, R. T. (2003). Towards Adaptive Autonomous Robots in Autism Therapy: Varieties of Interactions. *Proceedings of the 2003 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*, Kobe, 16-20 July 2003, 577-582. <https://doi.org/10.1109/CIRA.2003.1222245>
- Dixon, M. R., Peach, J., Daar, J. H., & Penrod, C. (2017). Teaching Complex Verbal Operants to Children with Autism and Establishing Generalization Using the PEAK Curriculum. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 50, 317-331.
- Dixon, M. R., Wiggins, S. H., & Belisle, J. (2018). The Effectiveness of the PEAK Relational Training System and Corresponding Changes on the VB-MAPP for Young Adults with Autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 51, 321-334. <https://doi.org/10.1002/jaba.448>
- Duranti, A., & Goodwin, C. (1992). Rethinking Context: Language as an Interactive Phenomenon. *Contemporary Sociology*, 22, 731-732. <https://doi.org/10.2307/2074658>
- Geretsegger, M., Holck, Ulla, H., Carpente, J. A., Elefant, C., Kim, J., & Gold, C. (2015). Common Characteristics of Improvisational Approaches in Music Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder: Developing Treatment Guidelines. *The Journal of Music Therapy*, 52, 258-281. <https://doi.org/10.1093/jmt/thv005>
- Heath, S., Durantin, G., Boden, M., & Hensby, K. M. (2017). Spatiotemporal Aspects of Engagement during Dialogic Storytelling Child-Robot Interaction. *Frontiers in Robotics and AI*, 4, 27. <https://doi.org/10.3389/frobt.2017.00027>
- Jacqueline, M., Westlund, K., Dickens, L., Jeong, S., Harris, P. L., Desteno, D., & Breazeal, C. L. (2017). Children Use Non-Verbal Cues to Learn New Words from Robots as Well as People. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 13, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.04.001>

- Jane, C. H., & Brenda, C. S. (2007). Brief Report: Comparative ABA and DIR Trials in Twin Brothers with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 1197-1201. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0258-z>
- Lang, R., O'Reilly, M., Healy, O., Rispoli, M., Lydon, H., Streusand, W. et al. (2012). Sensory Integration Therapy for Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6, 1004-1018. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.01.006>
- Montallana, K. L., Gard, B. M., Lotfizadeh, A. D., & Poling, A. (2019). Inter-Rater Agreement for the Milestones and Barriers Assessments of the Verbal Behavior Milestones Assessment and Placement Program (VB-MAPP). *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 49, 2015-2023. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03879-4>
- Ona, H. N., Larsen, K., Nordheim, L. V., & Brurberg, K. G. (2019). Effects of Pivotal Response Treatment (PRT) for Children with Autism Spectrum Disorders (ASD): A Systematic Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 7, 78-90. <https://doi.org/10.1007/s40489-019-00180-z>
- Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., & Pioggia, G. (2016). Autism and Social Robotics: A Systematic Review. *Autism Research*, 9, 165-183. <https://doi.org/10.1002/aur.1527>
- Plez-Sherman, D., & Stephen, O. (2015). Sandplay Therapy with Individuals on the Autism Spectrum. *Journal of Sandplay Therapy*, 24, 69-88.
- Sandiford, G. A., Mainess, K. J., & Daher, N. S. (2012). A Pilot Study on the Efficacy of Melodic Based Communication Therapy for Eliciting Speech in Nonverbal Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 1298-1307. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1672-z>
- Schoen, S. A., Lane, S. J., Mailloux, Z., May-Benson, T., Parham L. D., Roley, S. S., & Schaaf, R. C. (2019). A Systematic Review of Ayres Sensory Integration Intervention for Children with Autism. *Autism Research*, 12, 6-19. <https://doi.org/10.1002/aur.2046>
- Sundberg, M. L. (2016). The Value of a Behavioral Analysis of Language for Autism Treatment. In R. G. Romanczyk, & J. McEachin (Eds.), *Comprehensive Models of Autism Spectrum Disorder Treatment* (pp. 81-116). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40904-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40904-7_5)
- Vygotsky, L. S., Cole, M., & JohnSteiner, E. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Westlund, J. K., & Breazeal, C. (2015). The Interplay of Robot Language Level with Children's Language Learning during Storytelling. *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts*, Portland, March 2015, 65-66. <https://doi.org/10.1145/2701973.2701989>
- Wit, J. D., Schodde, T., Willemsen, B., Bergmann, K., Haas de, M., Kopp, S., Krahmer, E., & Vogt, P. (2018). The Effect of a Robot's Gestures and Adaptive Tutoring on Children's Acquisition of Second Language Vocabularies. *Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Chicago IL, February 2018, 50-58. <https://doi.org/10.1145/3171221.3171277>
- Wong, A., Tan, Y. K., Tay, A. et al. (2012). A User Trial Study to Understand Play Behaviors of Autistic Children Using a Social Robot. In S. S. Ge, O. Khatib, J. J. Cabibihan, R. Simmons, & M. A. Williams (Eds.), *Social Robotics. ICSR 2012. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 7621, pp. 76-85). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8_8)