

外形设计对社交机器人接受度的影响

熊兴月

重庆师范大学教育科学学院, 重庆

收稿日期: 2023年9月25日; 录用日期: 2023年11月3日; 发布日期: 2023年11月13日

摘要

外形设计是影响人们对社交机器人接受度的重要因素, 近几年该领域的研究呈爆发式增长。文章回顾总结了社交机器人外形设计领域的相关研究, 从宏观层面和微观层面概述了社交机器人的外形设计特点以及人们对这些设计的接受态度。其次, 文章提出了社交机器人的外形设计需要关注的几点问题, 以期提高人们对社交机器人的接受度。最后, 文章总结了已有研究的不足, 并对未来该领域的研究提出展望。

关键词

社交机器人, 机器人外形, 人机交互

The Effect of Appearance Design on the Acceptance of Social Robots

Xingyue Xiong

School of Educational Science, Chongqing Normal University, Chongqing

Received: Sep. 25th, 2023; accepted: Nov. 3rd, 2023; published: Nov. 13th, 2023

Abstract

Appearance design is an important factor affecting people's acceptance of social robots, and the research in this field has exploded in recent years. This paper reviews relevant researches in the field of social robot appearance design, and summarizes the design features of social robots and people's acceptance of these designs from the macro and micro levels. Secondly, this paper puts forward several issues that need attention in the appearance design of social robots, hoping it will do some help in improving people's acceptance of social robots. Finally, the paper summarizes the limitations of the existing researches, and proposes some future research directions in this field.

Keywords

Social Robots, Robot Appearances, Human-Robot Interaction

Copyright © 2023 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

社交机器人(Social Robots)是用于与人交流互动的机器人[1],其主要功能是辅助用户完成日常任务、满足用户的社交需求。目前,社交机器人已被实际应用于医疗护理[2] [3]、生活辅助[4]、家庭教育[5]等多个领域。人们对机器人的接受度受到多种因素的影响,可大致将影响机器人接受度的因素分为机器人因素、人类因素以及人-机器人交互因素[6]。机器人外形是机器人因素中很重要的一部分,涵盖了许多不同的维度,如机器人的大小[7]、面部特征[8]、性别特征[9]、拟人化程度[10]等。机器人外形会影响人们对机器人的感知,用户会根据外形对机器人形成某些期望[11],进而会影响到人们的接受度。机器人外形的重要性在不同的被试群体中都得到了验证[12] [13],我们应对社交机器人的外形设计趋势和特点进行总结,为社交机器人的外形设计提供理论参考。

2. 机器人外形设计对接受度的影响

2.1. 宏观层面的机器人外形设计

社交机器人的整体外形设计主要有两种取向,一是拟人化取向,即借鉴或仿照人类的外形特点进行设计,根据外形拟人化程度高低可分为类人机器人(Humanoid Robots)和人形机器人(Android Robots)。第二种取向是非拟人化,主要包括机械外形和动物外形的机器人。各种外形的机器人如图1所示。



动物外形机器人PARO



机械外形机器人Cozmo



类人机器人NAO



人形机器人Genminoid F

Figure 1. Images of social robots with different appearances

图1. 社交机器人外形示意图

2.1.1. 拟人化取向：类人机器人和人形机器人

“拟人化”是指将人类特征转移到非人类实体身上[14]，机器人外形的拟人化就是将人类的外貌特征赋予机器人，让机器人看起来“长得像人”[6]。由于需要与人互动交流，社交机器人的外形仿造人类外形进行设计是非常流行的做法。根据机器人外形拟人化程度高低，可将机器人分为类人机器人和人形机器人[15]。类人机器人的外形设计会使用人类的多个外形特征，通常有四肢、躯体、头和面部，但仍然具有明显的机器特征，比如没有皮肤或毛发[16]。人形机器人是指外形上非常接近人类的机器人，它们几乎拥有人类的所有外形特征，甚至难以与人类区分开来[16][17]。不同用户群体对类人机器人和人形机器人的偏好情况不尽相同。Esposito 等人对比了老年人对类人机器人和人形机器人的态度，发现相比起与人类外形相似度更高的人形机器人，老年人更喜欢类人机器人[18]。Kumazaki 等人让参与者与不同机器人进行互动，发现自闭症谱系障碍患者会因为人形机器人看起来更先进、更像人类而更喜欢它们[19]。

许多研究表明具有拟人化外形的机器人更受人们欢迎[7][12][20]，将机器人的外形拟人化可以帮助人们理解机器人的功能，有助于消除人与数字信息之间的障碍[21]、激发信任[22][23]、促进交流，甚至可以影响人们的道德判断[24]。尽管机器人外形拟人化有许多优点，但同时也存在一些缺点。首先，机器人外形和人类之间的相似程度不好把握，相似度过低无法发挥外形拟人化的优势，而相似度高又容易掉入“恐怖谷”。当机器人外形与人类非常相似但又不完全一致时人们对机器人的喜爱程度会急剧下降，比如当人造手臂肉眼看起来和真人手臂没什么两样，但摸起来却没有温度、没有弹性时，人们会有一种毛骨悚然的感觉[25]。其次，机器人外形与人类过于接近会带来一些安全隐患，比如导致电子系统无法正确区分机器人和真实人类。此外，人形机器人的批量生产可能导致新的问题，比如出现克隆贬值效应(The Clone Devaluation Effect)。如果具有相同外形的人形机器人大量生产，我们可能会在未来遇到类人产品具有完全相同面孔的情况。研究表明相比起各种不同的面孔，“克隆式”的面孔更让人们感到毛骨悚然[26]。

2.1.2. 非拟人化取向：机械外形机器人和动物外形机器人

(1) 机械外形机器人

机械外形机器人有明显的机械部件，如机械臂、电线、轮子等[27]。社交机器人需要与人“社交”，机械外形的机器人显然缺乏温暖、亲和等特点，因此较少被用作社交机器人。很多研究发现，在社交机器人的各种外形中，人们对机械外形的喜爱度是最低的[7][28][29]。但机械外形机器人仍占据了社交机器人的一定比例，因为面对某些特定群体，机械外形的社交机器人可能更有优势。自闭症患者喜欢简单重复、可预测的环境，更喜欢和设计简单的玩具进行互动[30]。从这一点看，机械外形的机器人更符合自闭症谱系障碍群体的喜好。Robins 等人的研究发现自闭症儿童在面对机械化外形的机器人时会表现出更多社交互动行为，对人类外形的机器人则采取回避或忽视的态度[30]。还有研究发现老年人也会偏好机械外形的机器人，比如 Sun 等人通过研究老年人对不同外形的机器人的脑电反应发现，相比起人类外形的机器人，老年人更喜欢机械外形的机器人[31]。

(2) 动物外形机器人

目前市场上已经出现不少动物形象的社交机器人，比如海豹外形的 Paro、仿狗机器人 AIBO、仿猫机器人 iCat 等。其中帕罗(Paro)是动物外形社交机器人的典型代表，常用于疗养院或其他看护场所。实验结果表明帕罗能有效减轻老人的压力、增加老人的社交活动[32]。与人类外形和机械外形的机器人相比，动物外形机器人外表可爱、更具吸引力，更适合与人建立关系[7]。其次，动物外形的社交机器人在伦理上更容易被接受[33]。动物外形的机器人与人类差异显著，不会对人类在外形和社交地位上的独特性产生威胁。此外，动物形象的机器人可以唤起用户之前与宠物互动时产生的积极情感体验进而促使用户接受机器人[34]。

人们对不同动物形象的偏好也各有差异,比如 Takayanagi 等人的研究表明相比起狮子毛绒玩具,老人明显对海豹外形的帕罗更感兴趣,并在与帕罗互动时表现出更多社交互动行为、出现更多积极情绪变化[35]。Heerink 等人让医护人员评估不同动物机器人在医疗护理中的适用性[3]。研究表明,人们认为海豹机器人最适合用于医疗护理,因为它外形简单、质地柔软且轻便易于使用。人们也比较喜欢造型逼真的小猫机器人。恐龙形象机器人得分最低,痴呆症患者与恐龙机器人互动时的行为反应水平也是最低的。这可能是因为恐龙是人们不熟悉的形象,没有满足“看起来像现实生活中的宠物”的要求[3]。因此,在设计动物外形的机器人时应尽可能选择人们熟悉的、广受大众喜欢的动物作为参考。设计时应遵循动物的真实自然形象,在赋予机器人人类的表情或者使用夸张的形象特征时要谨慎[36]。

2.2. 微观层面的机器人外形设计

除了对社交机器人的整体外形设计进行研究,很多学者也对机器人的体型大小、面部特征、性别特征等细节问题进行了研究。

2.2.1. 面部特征

社交机器人的面部设计是外形设计中很重要的一部分,以往研究关注面部的五官分布特征[8]、五官大小或形状[37]、面部设计风格[20]等对人们态度的影响。就机器人五官特征而言,Kalegina 等人发现缺少瞳孔或嘴巴等关键特征会导致机器人的受欢迎程度降低[27]。还有研究发现嘴巴的存在让机器人看起来更逼真,人们认为像人一样的嘴巴和微笑的嘴看起来是最友好的,认为没有嘴的机器人和波浪形嘴巴的机器人是最危险的[37]。Song 等人的研究发现人们会认为具有“娃娃脸”特征(即大眼睛、眼睛间距适中、眼睛和嘴巴距离适中)的机器人看起来更可靠、更诚实[8]。

纵观以往社交机器人的面部设计,大多数采用的是静态的物理面孔(如 Pepper)或机械驱动的表情面孔(如 Kismet) [27]。静态物理面孔表现力有限,而构建机械驱动的表情面孔技术难度高、成本高。近几年很多机器人制造者采用显示屏作为机器人的面部,平板电脑的可用性和编程的便利性推动了这一趋势[27]。使用电脑屏幕呈现机器人面孔具有高度灵活性,可轻松实现眨眼、微笑等面部表情的变化。Kalegina 等人对市面上已有的采用显示屏面部设计的机器人进行了较为全面的调查[27],我们可以从该调查中窥见机器人面部设计的趋势:机器人的面孔大多采用简化的、卡通化的设计,即显示屏上仅呈现眼睛、嘴巴等关键特征。还有相当一部分选择在显示屏上呈现整个头面部,这类面孔要素比较齐全,大多仿照人类面部进行建模,逼真程度不尽相同,少部分采用卡通化的人类面孔设计[27]。

2.2.2. 体型大小

人们对社交机器人的体型大小偏好主要取决于机器人的应用场景。许多研究发现在家庭使用情境中人们更喜欢体型较小的机器人[7] [12] [38],这可能是因为用户希望家用机器人不会占用过多空间、能够很好融入日常生活中[38]。此外,在家庭环境中,社交机器人更多被视为伴侣[7],而体型过大的机器人会让人们感到恐惧[32],不利于完成情感陪伴任务。大型机器人更适合在医疗护理场景中使用,因为医疗机器人除了需要完成社交任务外还需要完成搬运物品等功能性任务,大型机器人比小型机器人更适合完成这类任务[7]。

2.2.3. 性别特征

机器人的性别区分主要针对人类外形的机器人,动物外形机器人和机械外形机器人一般不做性别区分。机器人的性别大多是通过机器人的外形特点来体现的,比如体型(腰臀比、肩宽) [39]、发型[40]或着装风格[18]。机器人的性别线索会激活人们的性别刻板印象,从而影响人们对社交机器人的态度和行为。比如 Kuchenbrandt 等人发现,当人们在机器人的指导下完成典型女性任务时,不太愿意接受机器人的帮

助。在同样情况下完成典型男性任务时，会认为女性机器人比男性机器人更有能力[41]。Reich-Stiebert 和 Eyssel 发现教育机器人的性别会影响学生学习意愿，机器人性别和任务的性别刻板印象不匹配会增加学生与机器人进行前瞻性学习的意愿[40]。许多研究都发现，人们更容易接受与职业的性别刻板印象相匹配的机器人[39] [42] [43]，比如认为女性机器人更适合完成家务、陪伴、娱乐等任务，认为男性机器人更适合执行安保、医疗等任务。

3. 机器人外形设计需关注的问题

3.1. 机器人外形要与群体偏好匹配

研发人员在设计机器人时要充分考虑目标用户的特点与需求，高度个性化的设计也许能显著提升用户对机器人的接受度。人们对社交机器人外形的偏好受到很多因素的影响，不同性别[44]、年龄、生活经历[32]的用户偏好的机器人外形都有差异。有调查发现 65 岁以上的人群中只有 10% 的人更喜欢类人机器人[45]，年轻被试群体则更偏爱拟人化外形的机器人[29]。儿童更偏爱外形与真人中等程度相似的机器人[21]，也有调查发现大多数正常发育的儿童更喜欢和机械化外形的机器人互动[19]。由此可知，人们对机器人外形的偏好具有较大的个体差异性。以用户为中心的外形设计也许能有效提高人们对机器人的接受度。有研究尝试让人们自己设计机器人的面孔，实验结果表明人们对机器人面孔设计持开放态度。总体而言，人们对自己设计的面孔感到满意，并在后续实验中愿意与自己设计的机器人交流[46]。

3.2. 机器人外形要与动作、交流方式等要素匹配

机器人的拟人化不仅涉及外形的拟人化还包括运动方式、交流方式等的拟人化，保持机器人整体拟人化程度一致很可能是提高机器人接受度的有效方法。一是保持外形整体设计风格一致，即尽量使社交机器人的头和身体各部分设计风格及拟人程度一致。第二是保持社交机器人外形和其他特征的设计风格及拟人化程度一致。许多研究表明，当机器人的外形和运动方式[47]、声音或语调[2]、交流方式[7]等不匹配时，会导致人们对机器人的接受度下降。比如 Van Straten 等人发现相比外形拟人化、语调单调的机器人，外形拟人化、语调自然的机器人能够引起被试更多积极情绪；同样的，相比起外形机械化、语调自然的机器人，外形机械化、语调单调的机器人能引起更多积极情绪[2]。动物外形的机器人也同样需要做到外形和行为特征相匹配，有研究发现将人类的表情赋予动物形象时会产生负面影响[36]。外形会影响人们对机器人的感知，机器人的视觉外观应该与行为特征保持一致，设计时还应考虑机器人的预期用途以避免预期误差[11]。

3.3. 适当保留机器人与人类的差异

机器人外形与人类过于相似会对人类的独特性产生威胁[17]，为了提高人们对机器人的接受度，研发人员应考虑适当保留机器人和人类在外形上的差异。根据“恐怖谷”曲线：随着机器人外形和人类相似程度的增加，人们对机器人的接受度有两个峰值。由于当前技术条件限制，我们很难实现第二个峰值所要求仿真度。哪怕外形的逼真程度达到了，运动模式等方面的不完美也容易导致“恐怖谷”现象。Mori 等人建议将恐怖谷曲线的第一个高峰作为目标[25]，寻找机器人与人类相似性和差异性的平衡点。机器人设计者如果希望保留机器人的人形外形，但又担心拟人化外形引起人们反感，可考虑保留机器人和人类在能力方面的区别。机器人外形是影响人们对机器人心智感知的重要因素，人们会在人类外形的机器人身上体会到更高的“感受性”[20] [48]。而人们一般认为只有人类才具有感受性，当机器人似乎也有这种能力时会引起“恐怖谷”效应[49]。通过对人形机器人进行去人性化处理可在一定程度上缓解“恐怖谷”效应，比如 Yam 等人通过文字描述强调人形机器人不具有感受情绪的能力，发现在这种情况下人们感受到的“恐怖感”要少一些[49]。未来研究可考虑使用其他方法来保留机器人和人类的区别以提高人们对机器人的接受度。

4. 总结与展望

4.1. 总结

外形是影响用户对社交机器人接受度的重要因素，通过对以往有关研究的回顾总结，我们对社交机器人外形的研究现状有了一个初步了解。首先，整体而言，社交机器人的外形设计有拟人化和非拟人化两种取向，其中目前研究对拟人化取向关注度较高，尤其关注机器人外形与人类外形的相似程度对接受度的影响。社交机器人的拟人化外观包括与人类相似度较低的类人机器人和与人类相似度较高的人形机器人。非拟人化取向的机器人外形主要包括动物外形和机械外形。鉴于社交机器人的主要社交用途，动物机器人由于外形可爱、温暖受到较多关注，而机械外形的机器人由于外表缺乏吸引力而较少用作社交机器人。其次，除了关注社交机器人的整体设计，还有许多研究关注机器人外形设计的局部特征，如面部、大小、性别特征等。最后，文章对机器人外形设计提出建议，认为社交机器人的外形设计要充分考虑用户的个性需求、机器人的应用场景，在拟人化程度上要尽力避免掉入“恐怖谷”。

4.2. 展望

机器人外形设计是一个要素众多、研究潜力很大的领域，未来研究仍有巨大提升空间。第一，目前的研究主要关注人类外形的机器人，未来研究可重点关注动物外形、虚拟外形或动画外形的机器人。第二，机器人外形领域的“恐怖谷”现象还未形成一个广受认可的理论解释，未来研究需继续探索“恐怖谷”现象的有效解决方法、对其背后机制进行深入研究、形成解释力度更强的理论假说。第三，目前研究在研究方法、实验材料上还存在许多不足。大部分研究采用问卷调查或简单实验的方式，多以图片、视频作为实验材料。少部分研究采用真实人机互动，但多存在被试数量较少、互动时长有限的问题[2] [30]。未来应考虑使用更严谨、更精确的方法研究人们对机器人外形的态度。

参考文献

- [1] Lee, K.M., Jung, Y., Kim, J. and Sang, R.K. (2006) Are Physically Embodied Social Agents Better than Disembodied Social Agents? The Effects of Physical Embodiment, Tactile Interaction, and People's Loneliness in Human-Robot Interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, **64**, 962-973. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.05.002>
- [2] van Straten, C.L., Smeekens, I., Barakova, E., Glennon, J., Buitelaar, J. and Chen, A.J. (2017) Effects of Robots' Intonation and Bodily Appearance on Robot-Mediated Communicative Treatment Outcomes for Children with Autism Spectrum Disorder. *Personal and Ubiquitous Computing*, **22**, 379-390. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1060-y>
- [3] Heerink, M., Albo-Canals, J., Valenti-Soler, M., Martinez-Martin, P. and Anisuzzaman, S. (2013) Exploring Requirements and Alternative Pet Robots for Robot Assisted Therapy with Older Adults with Dementia. *The International Conference on Social Robotics*, Bristol, 27-29 October 2013, 104-115.
- [4] Ringwald, M., Theben, P., Gerlinger, K., Hedrich, A. and Klein, B. (2023) How Should Your Assistive Robot Look like? A Scoping Review on Embodiment for Assistive Robots. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, **107**, Article No. 12. <https://doi.org/10.1007/s10846-022-01781-3>
- [5] Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B. and Tanaka, F. (2018) Social Robots for Education: A Review. *Science Robotics*, **3**, eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- [6] 许丽颖, 喻丰. 机器人接受度的影响因素[J]. 科学通报, 2020, 65(6): 496-510.
- [7] Kluber, K. and Onnasch, L. (2022) Appearance Is Not Everything-Preferred Feature Combinations for Care Robots. *Computers in Human Behavior*, **128**, Article ID: 107128. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107128>
- [8] Song, Y., Luximon, A. and Luximon, Y. (2021) The Effect of Facial Features on Facial Anthropomorphic Trustworthiness in Social Robots. *Applied Ergonomics*, **94**, Article ID: 103420. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103420>
- [9] Stroessner, S.J. and Benitez, J. (2018) The Social Perception of Humanoid and Non-Humanoid Robots: Effects of Gendered and Machinelike Features. *International Journal of Social Robotics*, **11**, 305-315.

- [10] De Graaf, M.M.A. and Ben Allouch, S. (2014) Users' Preferences of Robots for Domestic Use. 2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), Bielefeld, 3-6 March 2014, 146-147.
- [11] Haring, K.S., Silvera-Tawil, D., Takahashi, T., Watanabe, K. and Velonaki, M. (2016) How People Perceive Different Robot Types: A Direct Comparison of an Android, Humanoid, and Non-Biomimetic Robot. 2016 8th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), Chiang Mai, 3-6 February 2016, 265-270.
- [12] Prakash, A., Kemp, C.C. and Rogers, W.A. (2014) Older Adults' Reactions to a Robot's Appearance in the Context of Home Use. *The Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Bielefeld, March 2014, 268-269. <https://doi.org/10.1145/2559636.2559790>
- [13] Okanda, M., Zhou, Y., Kanda, T., Ishiguro, H. and Itakura, S. (2018) I Hear Your Yes-No Questions: Children's Response Tendencies to a Humanoid Robot. *Infant & Child Development*, **27**, e2079. <https://doi.org/10.1002/icd.2079>
- [14] Duffy, B.R. (2003) Anthropomorphism and the Social Robot. *Robotics and Autonomous Systems*, **42**, 177-190. [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00374-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00374-3)
- [15] 邓卫斌, 于国龙. 社交机器人发展现状及关键技术研究[J]. 科学技术与工程, 2016, 16(12): 163-170.
- [16] Müller, B.C.N., Gao, X., Nijssen, S.R.R. and Damen, T.G.E. (2021) I, Robot: How Human Appearance and Mind Attribution Relate to the Perceived Danger of Robots. *International Journal of Social Robotics*, **13**, 691-701. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00663-8>
- [17] Ferrari, F., Paladino, M.P. and Jetten, J. (2016) Blurring Human-Machine Distinctions: Anthropomorphic Appearance in Social Robots as a Threat to Human Distinctiveness. *International Journal of Social Robotics*, **8**, 287-302. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0338-y>
- [18] Esposito, A., Cuciniello, M., Amorese, T., Esposito, A.M., Troncone, A., Maldonato, M.N. and Cordasco, G. (2020) Seniors' Appreciation of Humanoid Robots. In: Esposito, A., Faundez-Zanuy, M., Morabito, F.C. and Pasero, E., Eds., *Neural Approaches to Dynamics of Signal Exchanges*, Springer, Singapore, 331-345.
- [19] Kumazaki, H., Warren, Z., Muramatsu, T., Yoshikawa, Y., Matsumoto, Y., Miyao, M. and Kikuchi, M. (2017) A Pilot Study for Robot Appearance Preferences among High-Functioning Individuals with Autism Spectrum Disorder: Implications for Therapeutic Use. *PLOS ONE*, **12**, e0186581. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186581>
- [20] Broadbent, E., Kumar, V., Li, X.Y., Sollers, J., Stafford, R.Q., MacDonald, B.A. and Wegner, D.M. (2013) Robots with Display Screens: A Robot with a More Humanlike Face Display Is Perceived to Have More Mind and a Better Personality. *PLOS ONE*, **8**, e0072589. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072589>
- [21] Tung, F.W. (2016) Child Perception of Humanoid Robot Appearance and Behavior. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **32**, 493-502. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1172808>
- [22] Lee, J.G., Kim, K.J., Lee, S. and Shin, D.H. (2015) Can Autonomous Vehicles Be Safe and Trustworthy? Effects of Appearance and Autonomy of Unmanned Driving Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **31**, 682-691. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070547>
- [23] Natarajan, M. and Gombolay, M. (2020) Effects of Anthropomorphism and Accountability on Trust in Human Robot Interaction. *The Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Cambridge, March 2020, 33-42. <https://doi.org/10.1145/3319502.3374839>
- [24] Nijssen, S. R. R., Muller, B. C. N., van Baaren, R. B. and Paulus, M. (2019) Saving the Robot or the Human? Robots Who Feel Deserve Moral Care. *Social Cognition*, **37**, 41-56. <https://doi.org/10.1521/soco.2019.37.1.41>
- [25] Mori, M. (2012) The Uncanny Valley. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, **19**, 98-100. <https://doi.org/10.1109/mra.2012.2192811>
- [26] Yonemitsu, F., Sasaki, K., Gohara, A. and Yamada, Y. (2021) The Clone Devaluation Effect: A New Uncanny Phenomenon Concerning Facial Identity. *PLOS ONE*, **16**, e0254396. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254396>
- [27] Kalegina, A., Schroeder, G., Allchin, A., Berlin, K. and Cakmak, M. (2018) Characterizing the Design Space of Rendered Robot Faces. *The Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Chicago, February 2018, 96-104. <https://doi.org/10.1145/3171221.3171286>
- [28] Graaf, M. and Allouch, S.B. (2015) The Evaluation of Different Roles for Domestic Social Robots. 2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), Kobe, 31 August-4 September 2015, 676-681.
- [29] Kontogiorgos, D., Pereira, A., andersson, O., Koivisto, M., Rabal, E.G., Vartiainen, V. and Gustafson, J. (2019) The Effects of Anthropomorphism and Non-Verbal Social Behaviour in Virtual Assistants. *The Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*, Paris, 2-5 July 2019, 133-140. <https://doi.org/10.1145/3308532.3329466>
- [30] Robins, B., Dautenhahn, K. and Dubowski, J. (2006) Does Appearance Matter in the Interaction of Children with Autism with a Humanoid Robot? *Interaction Studies*, **7**, 479-512.

- [31] Sun, X.X. and Jin, W.K. (2021) Elderly's Preferences towards Rehabilitation Robot Appearance Using Electroencephalogram Signal. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, **2021**, Article No. 35. <https://doi.org/10.1186/s13634-021-00757-z>
- [32] Feil-Seifer, D. and Mataric, M.J. (2011) Socially Assistive Robotics. *IEEE Robotics and Automation Magazine: A Publication of the IEEE Robotics and Automation Society*, **18**, 24-31.
- [33] Coeckelbergh, M., Pop, C., Simut, R., Peca, A., Pinteá, S., David, D. and Vanderborght, B. (2016) 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*, **22**, 47-65. <https://doi.org/10.1007/s11948-015-9649-x>
- [34] Shibata, T. (2012) Therapeutic Seal Robot as Biofeedback Medical Device: Qualitative and Quantitative Evaluations of Robot Therapy in Dementia Care. *Proceedings of the IEEE*, **100**, 2527-2538. <https://doi.org/10.1109/jproc.2012.2200559>
- [35] Takayanagi, K., Kirita, T. and Shibata, T. (2014) Comparison of Verbal and Emotional Responses of Elderly People with Mild/Moderate Dementia and Those with Severe Dementia in Responses to Seal Robot, PARO. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **6**, Article No. 257. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00257>
- [36] Schwind, V., Leicht, K., Jager, S., Wolf, K. and Henze, N. (2018) Is There an Uncanny Valley of Virtual Animals? A Quantitative and Qualitative Investigation. *International Journal of Human-Computer Studies*, **111**, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.11.003>
- [37] Castro-González, Á., Alcocer-Luna, J., Malfaz, M., Alonso-Martín, F. and Salichs, M.A. (2018) Evaluation of Artificial Mouths in Social Robots. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, **48**, 369-379. <https://doi.org/10.1109/THMS.2018.2812618>
- [38] Deutsch, I., Erel, H., Paz, M., Hoffman, G. and Zuckerman, O. (2019) Home Robotic Devices for Older Adults: Opportunities and Concerns. *Computers in Human Behavior*, **98**, 122-133. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.04.002>
- [39] Bernotat, J., Eyssel, F. and Sachse, J. (2021) The (Fe)male Robot: How Robot Body Shape Impacts First Impressions and Trust towards Robots. *International Journal of Social Robotics*, **13**, 477-489. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00562-7>
- [40] Reich-Stiebert, N. and Eyssel, F. (2017) (Ir)relevance of Gender? On the Influence of Gender Stereotypes on Learning with a Robot. *The 2017 12th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Vienna, 6-9 March 2017, 166-176.
- [41] Kuchenbrandt, D., Häring, M., Eichberg, J. and Eyssel, F. (2012) Keep an Eye on the Task! How Gender Typicality of Tasks Influence Human-Robot Interactions. *4th International Conference, ICSR 2012*, Chengdu, 29-31 October 2012, 448-457.
- [42] Tay, B., Jung, Y. and Park, T. (2014) When Stereotypes Meet Robots: The Double-Edge Sword of Robot Gender and Personality in Human-Robot Interaction. *Computers in Human Behavior*, **38**, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.014>
- [43] Esposito, A., Amorese, T., Cuciniello, M., Pica, I., Riviello, M.T., Troncone, A. and Esposito, A.M. (2019) Elders Prefer Female Robots with a High Degree of Human Likeness. *The 2019 IEEE 23rd International Symposium on Consumer Technologies (ISCT)*, Ancona, 19-21 June 2019, 243-246.
- [44] De Graaf, M.M.A. and Ben Allouch, S. (2017) The Influence of Prior Expectations of a Robot's Lifelikeness on Users' Intentions to Treat a Zoomorphic Robot as a Companion. *International Journal of Social Robotics*, **9**, 17-32. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0340-4>
- [45] Arras, K.O. and Cerqui, D. (2005) Do We Want to Share Our Lives and Bodies with Robots? A 2000 People Survey. ETH-Zürich, Zürich.
- [46] Heuer, T. (2019) Who Do You Want to Talk to? User-Centered Design for Human-Like Robot Faces. *The Proceedings of Mensch und Computer 2019*, Hamburg, 8-11 September 2019, 617-620. <https://doi.org/10.1145/3340764.3344878>
- [47] Castro-Gonzalez, A., Admoni, H. and Scassellati, B. (2016) Effects of Form and Motion on Judgments of Social Robots' Animacy, Likability, Trustworthiness and Unpleasantness. *International Journal of Human-Computer Studies*, **90**, 27-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.02.004>
- [48] Gray, K. and Wegner, D.M. (2012). Feeling Robots and Human Zombies: Mind Perception and the Uncanny Valley. *Cognition*, **125**, 125-130. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.06.007>
- [49] Yam, K.C., Bigman, Y. and Gray, K. (2021) Reducing the Uncanny Valley by Dehumanizing Humanoid Robots. *Computers in Human Behavior*, **125**, Article ID: 106945. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106945>