

## 陪护机器人介入老年人健康管理时体现互惠机制的探讨

刘 颀 王迪芬

贵州医科大学附属医院重症医学科, 贵州贵阳 550004

通信作者: 王迪芬, Email: 1078666485@qq.com

**【摘要】** 老年人因其特殊的用户属性, 在使用陪护机器人进行健康管理时如何持续构建有效的人机交互是亟需解决的问题。现从老年人和陪护机器人在人机交互时产生的认知行为出发, 着眼于建立一种长期、可持续的人机关系, 并结合目前为止, 陪护机器人介入老年人健康管理领域中的干预情况和老年人用户的属性分析, 笔者建议在利用智能化技术不断完善陪护机器人产品功能的同时, 也应站在老年人用户的思维角度, 注重人机交互关系中的互惠机制, 即用户与机器人相互增益的良性可持续关系发展。要实现这种互惠机制, 在机器学习时需要充分运用同步学习模式, 对老年人用户在健康管理时与对陪护机器人之间产生的各种互动行为进行同步适应性模仿/学习、反馈和调整、演示/教育, 以“同步-互惠”的模式来不断优化培养可以真正挖掘老年人健康管理使用者的用户价值, 培养长期的使用习惯, 为智能技术趋势下的老年人健康管理提供更多可靠的可持续应用策略。

**【关键词】** 陪护机器人; 老年健康管理; 人机交互; 同步学习; 互惠机制

**基金项目:** 国家重点研发计划(2018YFC2001900); 贵州省临床重点学科建设项目(2011-52); 贵州省高层次人才特助经费(TZJF-2011-25)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.06.032

**A discussion on reciprocity mechanism of companion robot in elderly health management** Liu Di, Wang Difen  
Department of Critical Medicine, The Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China  
Corresponding author: Wang Difen, Email: 1078666485@qq.com

**【Abstract】** According to the special users' attributes of older people, how to continuously build effective human-robot interaction while using companion robots for elderly health management is an urgent problem necessary to be solved. In this paper, beginning from the production of cognitive behaviors in the interaction between the elderly and accompanying robots, a long-term and sustainable human-robot relationship should be established. Combined with the present intervention situation of companion robots in the elderly health management scenario and the analysis of elderly users' attributes, the author suggests that while using intelligent technology to continuously improve the functions of companion robots, in the mean time, it is also to pay attention to the reciprocity mechanism in human-robot interaction from the perspective of elderly users, that is the optimum sustainable relationship development of mutual gain between elderly users and robots. In order to realize this reciprocity mechanism, the synchronous learning mode should be fully used in machine learning, the synchronous adaptive imitation/learning, feedback and adjustment, demonstration/education can be carried out in the health management of elderly user and companion robot while producing various interactive behaviors, using the "synchronization-reciprocity" mode to continuously optimize and cultivate the users' value and long-term utilizing habits of elderly people in health management, and under the trend of artificial intelligence technology, more reliable and sustainable application strategies for elderly health management can be provided.

**【Key words】** Companion robot; Elderly health management; Human-robot interaction; Synchronous learning; Reciprocity mechanism

**Fund program:** National Key Research and Development Plan (2018YFC2001900); Guizhou Provincial Key Clinical Discipline Construction Project (2011-52); Special Aid Fund for High-level Personnel in Guizhou Province (TZJF-2011-25)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.06.032

我国人口总量在 2018 年末已达 13.95 亿, 其中 60 周岁及以上人口逾 2.49 亿, 占总人口的 17.9%<sup>[1]</sup>, 从 1999 年进入人口老龄化社会到 2018 年的 19 年间, 中国老年人口净增 1.18 亿, 成为目前世界上唯一老年人口超过 2 亿的国家。积极应对人口老龄化是一项长期的战略任务<sup>[2]</sup>, 老龄化趋势下随之而来的是包括老年人的卫生健康服务、养老咨询等方面的“银发经济”产业, 预计 2030 年中国老年人口消费将达 18 万亿元的市场规模, 2050 年将达到约 61 万亿元。老年人的数量在增加, 老年人的卫生健康管理是一个亟待完善的社会问题, 近年来蓬勃发展的人工智能技术为先进社会治理及服务体系提供了很多创新有效的解决方案, 但面向老年人医

疗、健康、养护等方面的产品及服务存在着供给总量不足、结构不合理、水平不高等突出矛盾<sup>[2]</sup>。以老年人陪护为例, 我国目前至少有 1 000 多万名养老护理人员的需求, 但实际从业人员不足百万, 养老看护服务和日间照料的缺口率分别超过 55% 和 70%, 因此, 智能技术应用于老年健康管理领域的表现备受期待。使用陪护机器人对老年人进行治疗援助的案例日益增多<sup>[3]</sup>, 机器人辅助治疗(RAT)方法已开始成功地应用于人机交互(HRI)。在老年人健康管理领域中, 老年人面临的主要问题是身体机能衰退、认知能力下降、健康管理和心理社会问题等。现有的陪护机器人技术可初步实现一部分早期干预措施以防止身体机能衰退的发生, 包括通

过人机交互实现的认知刺激、健康教育和远程咨询。

老年人是一个较为特殊的用户群体,一方面,他们的感知觉能力开始退化,记忆、思维能力的老化可能会导致他们对自我能力的评价与结果预期降低,从而使他们对融入科技产品和智能服务体系容易产生消极情绪和抗拒心理;另一方面,互联网及智能化科技背后充满了庞大的数据信息,如遇到不友好的人机交互界面,极有可能加剧两者之间互动的距离感<sup>[4]</sup>。为了减少老年人用户与陪护机器人之间的学习成本,降低陪护机器人用于老年人健康管理领域的准入门槛<sup>[5]</sup>,应更多地建立人机交互流程中的相互感知、学习、适应机制,这也是用户与产品之间更为深层的依从性、互惠性。也就是说,陪护机器人的功能不仅是为了提供静态的健康管理服务支持,同时,也是为了针对老年人用户的个性化情况提供更长远的预防和干预,在陪护机器人对老年人用户输出现有服务的同时,也需要从用户身上得到某种有益的反馈,陪护机器人施惠于老年人。同理,老年人在使用中亦可从某种意义上施惠于陪护机器人——这将意味着对于老年人用户的语言、行为、身体、认知、医疗、心理等方面数据感知及机器学习可能会采取更为主动的智能适应策略,在人机交互过程中建立起陪护机器人与老年人用户之间的互惠机制,从而帮助老年人用户更好地接入智能科技生活方式,使陪护机器人可以有针对性地提高老年人用户的医疗健康生活水平 and 便捷程度,从社会和经济层面也能挖掘老年群体对于网络化、智能化健康医疗卫生活动的参与潜力,甚至大大提高他们健康生活的自理能力。

### 1 互惠机制是陪护机器人与老年人用户人机交互中的关键因素

从认知心理学角度来看,互惠机制的建立需要交互对象之间各自具备一定认知能力,当陪护机器人介入到老年人的健康管理应用领域中时,老年人用户对陪护机器人长期稳定的适应关系、使用习惯,也可以理解为交互双方在互动中采取互惠的方式以便将来获得更大的增益<sup>[6]</sup>。老年人用户根据其需求,向陪护机器人输入指令或实施操作,机器人向老年人提供相应反馈支持和服务,这样持续稳定的交互关系需要参与个体在交互过程中不仅能“记住”或“习惯于”互惠同伴,还涉及记录与特定同伴的有益交往情况,以维持付出与收益预期目标的一致性,因此,人机交互的记忆因素在互惠机制中起着重要作用。

陪护机器人与老年人用户两者之间的互惠关系,一方面,研究指出,在被广泛认可的伦理道德范畴内,较为理想的陪护机器人贡献被描述为在日常作业中尊重老年人用户的自主权,对其具有非伤害性、慈善性和正义性,并能输出符合卫生、医疗、健康等相关专业行为准则的服务行为,且可以在实施过程中实现记忆功能<sup>[7]</sup>。另一方面,人机交互互惠机制中人的因素却可能会影响老年人用户对陪护机器人的“施惠”行为:这是因为,人们的大多数决策都是无意识本能(自动)发生的,人与人行为的相互作用通常也是自然而然发生的<sup>[8-9]</sup>。在大多数情况下,人们不会考虑实施行为的运动轨迹,就如决策过程一样,人们通常会自动或下意识地执行

动作。这样的习惯将导致在人机交互过程中,如果互动流程的体验感不顺畅,或出现在对行为的反馈与预期不匹配时,即使是意识到人机交互中可能会出现“恐怖谷效应”,用户依然会因为获得感上出现的最小偏差而表现为反感、焦虑,甚至是被激怒。因此,我们假设老年人用户面对陪护机器人进行主动提高学习和适应能力的意愿或可能性极低时,解决人机交互的优化思路和应用策略应该落实到具有可迭代、可升级甚至是可重塑特性的陪护机器人产品中去,在设计陪护机器人时,植入同步学习的智能算法模式,尽可能充分考虑老年人用户对陪护机器人行为的交互期望,从而推测出建立两者互惠机制的可能性。

### 2 用同步学习模式来支持互惠机制建立于智能化老年健康管理中

作为一种应用于健康管理领域的辅助机器人,陪护机器人需要有效无缝地融入老年人健康管理领域,这就要求陪护机器人了解老年人用户的意图,并能相应调整它们的行动计划,从而满足实现人机交互互惠机制的基础条件——即相互适应,这是一种人机交互的同步学习模式<sup>[10]</sup>,它在估计用户意图时可构建多个可相互切换的非线性用户行为框架,从估计到控制的路径来评估老年人用户的动态表现行为和意图逻辑,在同步化的机器学习中对控制功能进行增效,使陪护机器人终端执行的行为反馈与老年人用户的行为意图尽可能同步适应。

在老年人健康管理这一领域中,陪护机器人产品的功能设计目标主要是为了解决老年人用户在其接受心理和物理治疗、日常健康护理时遇到的陪伴/看顾/看护问题<sup>[11-12]</sup>。如何检验陪护机器人作用的成功与否,这不仅取决于它在介入治疗时所使用的技术水平,如面对失能、残疾或有康复、养生等老年人用户广泛存在的需求时,陪护机器人的一些“主观”功能(如陪伴社交和健康咨询,甚至是日常与老年人用户之间进行的社交互动)将起到积极的作用。因此,如何建立老年人用户与陪护机器人之间人机交互的互惠机制,更好地塑造人类和机器人之间的行为互动关系就显得尤为重要,机器人学习人类这一过程使机器人能参与人类同步的行为动态,对人类心理和内部动态的认知和学习越及时、透彻,同步学习将越有可能在算法的基础上计算人类行为并产生技术移情。而实现互惠机制所需同步学习模式的关键基础是基于人机交互的社会神经科学且侧重于对行为同步的协调修正。这一理念充分参照了人与人互动中无所不在的同步性与互惠性,这两个要素特性构成了人与人之间可持续互动的基础,并能产生随之而来的良性互动体验。同理,从智能科技融入的社会学角度来看,陪护机器人的同步学习可以促使机器人更加拟人化地过渡产生出足以支持人机互惠机制的感知能力,换言之,就是可以让陪护机器人介入老年人健康管理时通过“给予-索取”互动模式衍生出近似于人与人社交关系的人机关系,以及相应的人机互惠机制。

**2.1 人机交互中的同步学习模式与互惠机制:**人机交互中的行为包括言语和非言语交流以及相互模仿等其他互动形式,其中相互模仿(非镜像)行为是一种对自主行为的学

习/复制<sup>[13]</sup>,从机器学习的角度而言,它是一种状态,或是一段动作序列,它的行动结果是使人机交互的参与者通过动作模仿从而获得了新技能<sup>[14]</sup>。互惠机制作为一种基本的交互作用其实是一种相互给予的模式,在人类社会中,互惠机制已经普遍存在且适用于跨文化交际。通俗地来讲,互惠机制表达的核心理念就是用同样的方式回报对方所给予自己的,这应该是一种对行为的无意识反应,即在交互行为不断协调中的相互反馈<sup>[6]</sup>。笔者认为,同步学习和互惠机制是相互联系和交织在一起的。这是因为:一方面,如果人机交互参与者之间的行为不能协调一致则会产生干扰效果;另一方面,如果允许在交互行为中进行同步学习,则交互参与者之间相互协调后的适应行为就会趋于稳定,且参与者之间相互适应的时间延迟也会趋于缩短<sup>[15]</sup>。智能化人机交互行为中已经显现出互惠机制的雏形,例如人工智能产品的演示与学习<sup>[16]</sup>。智能化人机交互行为包含了演示/教育者和模仿者/学习者和教育者之间的连续模仿/同步学习,在这一过程中,学习者不断重复教育者的演示行为,与此同时,教育者通过观察学习者的尝试性反馈对其学习任务进行调整,完善学习者在学习/模仿过程中没有考虑到的某些因素。教育者和学习者之间就这样产生了相互的反馈行为,双方通过不断地适应来完善学习效果,因此,这样的过程也就是一个交互层面上的同步互惠过程。在人机交互过程中,用户与陪护机器人之间产生同情、同理的融洽感觉可以通过人机同步相互学习的程度来衡量<sup>[17]</sup>。如果是重复的行为任务,那么同步学习的实现将是最简单直接的。但是,单纯的对生物行为进行重复同步学习并不是智能化同步学习的关键要素。在面对复杂的行为时,不能自我适应的机器人将不能胜任同步学习的任务,这就要求机器人可在线适应用户的行为并能提供行为反馈,这样同步学习的理想化目标才能出现,即使是在用户不具备与机器人相互适应的能力时(老年人用户中尤其会出现这样的可能性),陪护机器人依然可以通过自身的同步学习模式来达到人机交互行为中相互适应的目标。人机交互行为到目前为止仍然是相对单向的<sup>[18]</sup>,尚未出现有效地利用同步学习和互惠机制来搭建用户与陪护机器人之间长期联系的产品或服务。从长远来看,在智能化机器人研发领域推行同步学习模式和互惠机制,将这两个要素作为应用策略融入陪护机器人行为算法库中,或可驱动人机交互关系成为未来社会的社交互动关系,尤其是在健康管理领域,互惠机制可能会更好地促进用户和陪护机器人之间的社交互动,提前改善干预的效果。

**2.2 陪护机器人以同步学习模式介入老年人健康管理互惠机制的可行性:**人们赋予陪护机器人的意义是具有一定社会价值,即用以在特定环境下对人类进行看护、护理、拥有一定社交技能并能与用户进行社交互动的机器人<sup>[19]</sup>。在老龄化社会的发展进程中,陪护机器人对于老年人的健康管理和日常生活将显得越发重要,它们既可以替代用户去承担较为繁重的日常活动任务、便捷地移动、顺畅地表达,并可对用户下达的指令作出及时反馈,也可以作为通讯媒介为用户提供多种模式的安全沟通和信息咨询等。可见,为了更好地

深化发展这些方向的作用,陪护机器人的发展还需要具有应用策略意义的适应性研发和计算能力的提升,力求创造出可以体现相对自然的、社会属性的陪护机器人,通过互动来帮助、提高目标用户群体的生活质量,极大地帮助诸如老年人、接受康复治疗的身体残疾人、认知障碍/社会障碍者。陪护机器人用于老年人健康管理时可发挥的价值有<sup>[20-21]</sup>:①以社交认可方法提升健康管理/治疗过程中老年人作为患者可能会存在的人道需求;②激励等沟通方法可以优化健康管理/治疗环境,提升健康管理条件或使治疗过程更为舒适愉悦;③在干预方法方面,在众多治疗领域前期和后期为患者提供健康管理和治疗预处理/康复支持。

作为老年人或老年人患者用户的健康辅助机器伙伴,陪护机器人能实现上述价值的关键因素就是具有可交互性<sup>[22]</sup>。老年人与陪护机器人之间有益的人机交互行为需要陪护机器人可持续地识别老年人用户在社交互动中所表达的一切形式的信息,例如通过动作模仿来完成同步学习,然后以语言反馈的形式告知老年人用户,从而体现人机交互关系中的互惠机制,增加老年人用户与陪护机器人进行交互行为的动机。虽然到目前为止这些构想都还仅停留在初级阶段,但通过让陪护机器人不断学习老年人用户的行为动作或语言,将会更好地服务用户并促进人机交互参与双方良性关系的不断发展。

### 3 互惠机制将促进陪护机器人更加靠近老年人健康管理需求的满足

基于目前有限的研究和探索成果,在如何利用同步学习模式和互惠机制来增强老年人与陪护机器人的人机交互效果,并以此来改善老年人健康管理品质方面还有大量的工作要做。但针对居家、养老院、医院等医疗卫生健康领域的细分垂直领域,中老年人与陪护机器人的互惠机制研究可以进一步深入。在这些更为细分的领域中,应用策略研究将促使同步学习和互惠机制的潜在价值被逐渐发掘,并可潜移默化地促使老年人健康管理领域中使用陪护机器人进行人机交互的参与者们提高自我效能感知程度、对陪护机器人反馈形式的接受度。同时,陪护机器人的研发制造者们除需要不断提升算法算力等软硬件技术条件之外,还需要重点关注老年人用户的思维、老年人与陪护机器人之间利用同步学习模式促成互惠机制应用的可能性,因为这将极大地影响着用户对于陪护机器人产品的长期接受程度、依赖程度(用户黏性),并能有针对性地提高、感知、陪伴、护理、治疗等健康管理服务的质量。互惠机制的基础是同步学习,从发展趋势来看,在陪护机器人介入老年人健康管理领域时,同步和互惠两者必须结合起来才能激发陪护机器人在老年人陪伴、护理、治疗和康复等方面的全部潜能<sup>[23-27]</sup>。人机交互同步学习的反馈将使陪护机器人更加适用于对老年人用户的适应和模仿或学习效果的提升。因此,笔者建议在陪护机器人介入老年人健康管理时采取“同步-互惠”模式的应用策略:①陪护机器人因其自身功能特征必须具有吸引用户注意力的能力,这也是后续产生人机交互行为过程中可以实现同步反馈的必要前提;②陪护机器人需要在同步学习

的过程中判断用户的状态,以便做出相应的反馈和回应,例如机器人模仿或学习患者的实际状态而后产生感知,同时机器人也可以根据感知做出有治疗意义的状态并鼓励患者进行模仿或学习,这是更为积极主动的社交型提前治疗干预行为,这与人与人之间的培育行为极为相似,通过此类密切的社交互动循环,在达到健康管理或治疗目标的同时,增加用户体验的顺畅感甚至是获得幸福感;③在以互惠机制为目标时,陪护机器人或可利用同步学习的潜在影响来营造一个社会化的人机交互氛围,以更加融洽的人机关系来培养一系列交互活动,如在实现演示或教育任务的同时对患者进行鼓励,监控和显示任务的进展,以交互和反馈来影响患者使用时的表现和情绪,适时地对任务进行调整以适应患者要求,这样具有灵活适配能力的互惠机制将使得治疗任务更容易完成、护理和治疗过程更容易被简化、陪护机器人的接受度更容易被提高、使用过程更加愉快。

#### 4 总结

综上所述,笔者认为陪护机器人作为参与老年人健康管理领域的一种重要的智能辅助产品,同步学习和互惠机制将会成为它在发展进程中可以显著提高健康管理质量、辅助治疗和康复效果的积极关键因素,甚至有可能超过目前老年人健康管理领域内已有的智能化技术应用策略。这是因为:①陪护机器人可以利用同步学习实现互惠机制,引导老年人用户与机器人之间建立具有长期相互影响力的社交关系;②同步学习和互惠机制概念中包含着可追溯、可量化的指标,方便对其过程和结果进行测量及评估,为成功构建老年人与陪护机器人之间的人机交互关系提供一个重要的策略方法。所以,陪护机器人介入老年人健康管理时,相关人员应结合同步学习和互惠机制来培养科学利用智能化产品进行人机交互并达到健康管理任务目标的意识和能力,甚至可以将同步学习和互惠机制理念融入已经存在的应用产品中进行优化和升级,在此基础上,我们或将在智能化健康管理工作中突破对自身本性特征的了解,能在未来互联网智能化发展进程中更好地帮助那些在健康管理及医疗卫生方面有所需求的老年人。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 国家数据 [DB/OL]. (2018-12-31) [2019-12-13]. <http://data.stats.gov.cn/search.htm?s=%E6%80%B%E4%BA%BA%E5%8F%A3>. National Bureau of Statistics of China. National data [DB/OL]. (2018-12-31) [2019-12-13]. <http://data.stats.gov.cn/search.htm?s=%E6%80%BB%E4%BA%BA%E5%8F%A3>.
- [2] 迟福林. 银色经济: 老龄化社会的中国 [M]. 北京: 中国工人出版社, 2019. Chi FL. Silver economy: the aging society in China [M]. Beijing: China Workers Publishing House, 2019.
- [3] Garcí ADH, Esteban PG, Lee HR, et al. Social robots in therapy and care [C]// 2019 14th ACM, IEEE International Conference On Human-Robot Interaction (HRI), 2019, south korea. American: IEEE, 2019: 669-670.
- [4] 罗琛琛, 陈香. 基于用户认知的新老年人互联网产品设计策略研究 [J]. 设计, 2019, (11): 64-66. Luo CC, Chen X. Research on the internet product design strategy for new elderly based on user cognition [J]. Design, 2019 (11): 64-66.
- [5] Shishehgar M, Kerr D, Blake J. A systematic review of research into how robotic technology can help older people [J]. Smart Health, 2018, (7-8): 1-18. DOI: 10.1016/j.smlh.2018.03.002
- [6] 熊明瑞, 张真, 施建农. 计算式互惠机制探讨——认知和动机的物种比较 [J]. 心理科学进展, 2015, 23 (10): 1746-1754. DOI: CNKI:SUN:XLXD.0.2015-10-007.
- [7] Xiong MR, Zhang Z, Shi JN. A Discussion on computational reciprocity mechanism, species comparison of cognition and motivation [J]. Adv Psychological Sci, 2015, 23 (10): 1746-1754. DOI: CNKI:SUN:XLXD.0.2015-10-007.
- [8] Vandemeulebroucke T, de Casterlé BD, Gastmans C. The use of care robots in aged care: a systematic review of argument-based ethics literature [J]. Arch Gerontol Geriatr, 2018, 74: 15-25. DOI: 10.1016/j.archger.2017.08.014.
- [9] Wykowska A, Chellali R, Al-Amin MM, et al. Does observing artificial robotic systems influence human perceptual processing in the same way as observing humans? [J]. Int J Soc Robot, 2012, 7621: 327-337. DOI: 10.1007/978-3-642-34103-8\_33.
- [10] Mori M, Maccormack KF, Kageki N. The uncanny valley from the field [J]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2012, 19 (2): 98-100. DOI: 10.1109/mra.2012.2192811.
- [11] Ravichandrar HC, Trombetta D, Dani AP. Human intention-driven learning control for trajectory synchronization in human-robot collaborative tasks [J]. IFAC-Papers On Line, 2019, 51 (34): 1-7.
- [12] Lorenz T, Weiss A, Hirche S. Synchrony and reciprocity: key mechanisms for social companion robots in therapy and care [J]. Int J Soc Robot, 2016, 8 (2): 125-143. DOI: 10.1007/s12369-015-0325-8.
- [13] Langer A, Feingold-Polak R, Mueller O, et al. Trust in socially assistive robots: considerations for use in rehabilitation [J]. Neurosci Biobehav Rev, 2019, 104 : 231-239. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2019.07.014.
- [14] Shane Saunderson, Goldie Nejat. How robots influence humans: a survey of nonverbal communication in social human-robot interaction [J]. Int J Soc Robot, 2019, 11: 575-608.
- [15] Iacono M. Imitation, empathy, and mirror neurons [J]. Annu Rev Psychol, 2019, 60: 653-670. DOI: 10.1146/annurev.psych.60.110707.163604.
- [16] Mörtl A, Lorenz T, Hirche S. Rhythm patterns interaction: synchronization behavior for human-robot joint action [J]. PLoS One, 2014, 9 (4): e95195. DOI: 10.1371/journal.pone.0095195.
- [17] Koenig N, Takayama L, Mataric M. Communication and knowledge sharing in human-robot interaction and learning from demonstration [J]. Neural Netw, 2010, 23 (8-9): 1104-1112. DOI: 10.1016/j.neunet.2010.06.005.
- [18] Jokinen K, Nishimura S, Watanabe K, et al. Human-robot dialogues for explaining activities [C]. 9th International Workshop On Spoken Dialogue System Technology. 2019, Springer, Singapore, 2019: 239-251.
- [19] Deutsch I, Erel H, Paz M, et al. Home robotic devices for older adults: opportunities and concerns [J]. Comput Human Behav, 2019, 98: 122-133. DOI: 10.1016/j.chb.2019.04.002.
- [20] Boumans R, Meulen FV, Hindriks K, et al. A feasibility study of a social robot collecting patient reported outcome measurements from older adults [J/OL]. Int J Soc Robot, (2019-05-22) [2019-12-13].
- [21] Scoglio AA, Reilly ED, Gorman JA, et al. Use of social robots in mental health and well-being research: systematic review [J]. J Med Internet Res, 2019, 21 (7): e13322. DOI: 10.2196/13322.
- [22] Mannion A, Summerville S, Barrett E, et al. Introducing the social robot MARIO to people living with dementia in long term residential care: reflections [J]. Int J Soc Rob, 2019, 14: 1-13. DOI: 10.1007/s12369-019-00568-1.
- [23] Lorenz T, Weiss A, Hirche S. Synchrony and reciprocity: key mechanisms for social companion robots in therapy and care [J]. Int J Soc Robot, 2016 8: 125-143. DOI: 10.1007/s12369-015-0325-8.
- [24] Evangelista L, Steinhilber SR, Topol EJ. Digital health care for older adults [J]. Lancet, 2019, 393 (10180): 1493. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30800-1.
- [25] Noori FM, Uddin MZ, Torresen J. Robot-care for the older people: ethically justified or not? [C]. 2019 Joint IEEE 9th International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob), Oslo, Norway, 2019: 19-22.
- [26] Latikka R, Turja T, Oksanen A. Self-efficacy and acceptance of robots [J]. Comput Human Behav, 2019, 93: 157-163. DOI: 10.1016/j.chb.2018.12.017
- [27] Kim SY, Oh YH, Ju DY. A study on the design of companion robots preferred by the elderly [C] USA, 2019. Germany: Springer, 2019: 104-115.
- [28] Salzmänn-Eriksson M, Eriksson H. Absorbability, applicability and availability in nursing and care robots: a thematic analysis of twitter postings [J]. Telemat Inf, 2018, 35 (5): 1553-1560.

(收稿日期: 2019-09-26)