

【工业设计】

家用服务机器人人机交互亲密度意象研究

何人可, 王玥虹, 马超民

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 研究小型清洁类家用服务机器人, 在自然人机交互中, 亲密度与用户体验之间的相关性, 并探究影响亲密度意象与体验的关键属性。**方法** 将收集到的 17 种交互方式作为测试样本, 然后将 30 名被试均分为 A 和 B 两组, 分别模拟家用服务机器人的主要使用人角色和次要使用人角色, 并进行实验。使用语义差异量表获取亲密度数据, 借助 Emocards 测量法获得用户综合体验数据, 通过口语报告法描述交互过程中所引发的意象图像。将亲密度与体验数据进行相关性计算, 再对语料进行分类统计, 最后分析得出影响亲密度意象与体验的关键属性。**结果** 亲密度与用户体验之间呈高度正相关, 其中“平等和尊重”为关键属性。**结论** 在人机交互设计中加入对亲密度考量可有效增加用户体验, 研究结果可为人机情感化交互提供依据和启发。

关键词: 亲密度; 意象; 家用服务机器人; 自然人机交互; 交互设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)06-0077-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.06.011

Intimacy and Perceptual Imagery of Home-use Robot Interaction

HE Ren-ke, WANG Yue-hong, MA Chao-min

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The study aims to explore the correlation of intimacy and user experience in the interaction with small type home-use cleaning robots and to find out the key features that affect perceptual imagery of intimacy. Researchers collect 17 interactive modes and ask participants to conduct a series of experiments with the completion of the questionnaire, which set according to the methods of semantic differential scale, emotion cards, and self-reporting. Then Pearson correlation analysis is conducted on intimacy and user experience. The linguistic material is classified to find out the key features, which affect the emotion of intimacy. User experience is highly positively correlated with intimacy. Users are sensitive to equality and esteem. Intimate interaction could effectively improve user satisfaction and provide a new perspective to emotional interaction design.

KEY WORDS: intimacy; perceptual imagery; home-use robot; natural interaction; interaction design

《美国机器人发展路线图——从网络到机器人》中预言, 机器人将是一项会对人类未来带来革命性影响的技术, 可能将如计算机的发展一样, 在未来几十年里遍布世界的每个角落^[1]。其中, 家用服务机器人是一个与人类日常生活更为密切相关且蓬勃发展的新兴领域。根据家用机器人的销售数据, 2018 年至 2020 年销量达到 3 240 万台, 价值 113 亿美元^[2]。人机将经历与人—人情感发展类似的过程, 即从物理上的亲近到情感上的依附, 而情感上的亲密, 使两者最

终进入到互相接受的深层阶段。因此在家庭环境中将人机亲密情感纳入考量范围显得尤为必要。

1 人机交互亲密度意象研究

1.1 人一机器人交互现状

根据交互通道的不同, 一般将人机交互分为四类: 基于视觉的交互, 如手势交互、表情识别、身体运动识别、人的检测和跟踪; 基于听觉的交互, 如语

收稿日期: 2020-12-15

作者简介: 何人可 (1958—), 男, 湖南人, 硕士, 湖南大学教授, 主要研究方向为工业设计史与设计管理。

音识别、声音(非语音)识别等;基于力触觉的交互,如触屏、触摸感应;其他,如脑电交互、红外感应等^[3]。目前自然交互为人机交互的研究热点,它基于用户自然的操作方式,如语音、手势等,向多通道、多感官、多维度的智能化交互方式发展^[4]。

1.2 人机亲密度研究

“亲密度”一词多用于形容人与人之间的关系,是一种感知的亲近和情感的契合^[5]。BRINGLE R G提出,互动过程里的亲密包括认知层的亲密和情感层的亲密^[6]。认知层是将对方的回应看作移情的情绪,是精神状态认知的亲密。情感层的亲密是一种积极的感受,包括舒服、信任的感觉。认知层面的亲密能够引发情感层面的亲密^[7]。

人机亲密度情感被讨论和研究得较少,学者 KIM Y M 通过三维行为特征估算人机亲密度,根据人的亲密性变化动态调整机器人的亲密表达,增进了机器人对人类社会适应性^[8]。学者刘金磊对人和产品之间的亲密情感形成机制进行了研究,发现在替代作用、自我揭露和生活经历这三个心理层面,对人机亲密情感的建立有显著影响。本研究将从人对机器人的亲密态度和内在感知出发,研究在自然人机交互过程中引起的亲密情感对于用户体验的影响。

1.3 意象的应用

“意象”一词作为艺术创造的概念被提出,其定义来自南北朝梁代刘勰《文心雕龙》,即给审美情思找到同构的形象^[9],如“红豆”被约定俗成地赋予了相思的含义。在建筑界,中国美术学院象山校区找寻到了江南园林疏密得宜、曲折尽致、眼前有景的情感意象,成为了一代经典。在设计领域,感性意象的应用被分为三个层面:表现层设计,包含造型、色彩、材质的集成特征的考量;体验层设计,包含操作体验和感知体验;内涵层设计,包括情景故事设计和人文关怀设计^[10]。目前研究主要集中在表现层设计,也有一些学者在感性意象的体验层进行探索。学者谭征宇等人构建了三维手势与意象语汇映射关系,进行了具

有“科技感”的感知体验手势交互设计^[11]。尹彦青等人从不同模态的感知出发,对汽车内饰的品质感意象进行了评价模型构建^[12]。本研究处于体验层的感性意象设计,寻找合适的意象表达依托,定义意象关键属性,关注从操作行为的感知层面上增强亲密反应。

1.4 亲密度意象研究对人机交互的作用

使用者对交互过程的感性认识起源于接受外界的感官刺激,从而调用记忆中的感性知识,即主观感受和体验。这种感性的综合表征不够明确和清晰^[13]。然而当这种模糊、不确定的表征被设计者捕捉,并基于此赋予情感意象应用于设计表达时,对于用户而言,可以帮助使用者与产品建立更深层的情感连接,满足人机交互中向上延伸的情感需求,并且减少未被训练过的使用者在操作使用时的认知负担。同时为情感化交互设计本身提供依据,在文脉上相承,增强设计的韵味和内涵。并且在人机关系层面成为情感的延续和补充,为人机交互的未来提供新的视角。

1.5 亲密度意象研究测量指标选取

情感的产生由环境事件(刺激因素)、生理状态(生理因素)和认知过程(认知因素)三个条件共同制约,其中认知因素是决定情感的关键^[14]。在本研究中,刺激因素为不同的人机交互方式,即实验样本。使用语义差异量表,测量用户内在感知的“亲密度”这一情感维度;使用 Emocards 测量法,综合评价用户在一家用服务机器人交互过程中的体验;通过口语报告法,探究用户的认知因素,即先前经验,如生活环境、成长经历、思想观念等。在整理的过程中,实验人员剔除由生理因素所影响的情感表达,如“动作幅度大”等。实验测量指标选取见图1。

2 亲密度意象实验设计

2.1 实验目标

将“示意机器人至指定地点”作为实验任务、不同人机交互方式作为实验样本。研究小型清洁类家用

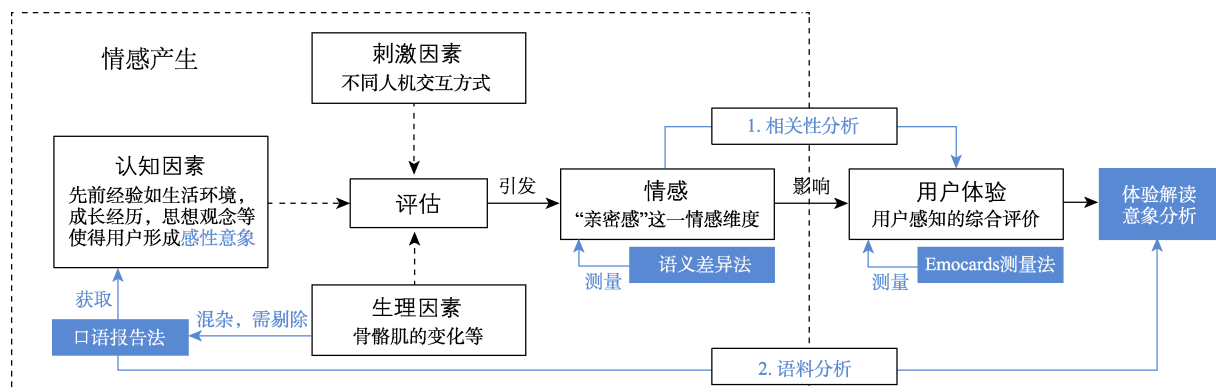


图1 实验测量指标选取

Fig.1 Experimental measurement indexes

服务机器人人机交互中亲密度与用户体验之间的相关性。探究人机交互过程中产生的情感意象关键属性，为交互设计寻找依据。

2.2 实验方法

- 1) 对照实验。使用现有控制方法，将“G0”作为对照组，将其设定为亲密度和体验的中间值（0，4）。
- 2) 绿野仙踪法^[15]。绿野仙踪法（Wizard of Oz, Woz）为在设计早期时，“幕后的人”给出的一套完整的模拟系统。在本次实验环境中，实验人员在被试不知情的情况下，使用遥控器操控家用服务机器人，模拟家用服务机器人听到指令之后的反应。以此给被试一种与机器人交互的真实感。
- 3) 语义差异法。寻找对立的形容词，如“亲密—冷漠”，并设置 5 点区隔，衡量用户在此交互过程中对机器人产生的亲密情感程度。将用户的内隐性感受对应于语义差异量表上，实现心理内隐性感受的外显。输出的数据为亲密度评分（-2~2）。语义差异量表与 Emocards 量表见图 2。
- 4) Emocards 测量法。此方法能比较方便直观地表现用户对于产品的情绪，在用户情感评价中被经常使用。在实验的过程中，每使用一种交互方式，完成“呼唤”动作，被试都需选择相应的分数进行评价，分数即作为交互体验综合感受的直观反馈。输出的数据为体验评分（1~7）。
- 5) 口语报告法。每成功完成一次“呼唤”动作，被试就要描述自己的意象图像，并通过文字记录，这

种方法也被称为口语分析法。此法要求被试者根据问题的特点和要求，报告自己分析和思考的过程。是获取被试者认知活动信息的好方法。

2.3 实验样本收集与制作

实验样本为共同表达“示意机器人过来”意图的 17 种自然交互方式。依据现有可用的人机交互技术，邀请 25 名被试，从自然人机交互中的视觉通道和听觉通道发出示意行为，并分解为单个动作。实验样本见图 3。

实验样本的制作由 3 名实验人员协同完成：一名实验人员依序使用不同交互方式；另一名实验人员使用遥控器控制机器人，模拟回应行为；最后一名实验人员负责视频录制和后期剪辑，并保证风格与时长的统一。

2.4 实验参与者

由于家庭成员为多数，所以区分出了主要机器人使用者和次要机器人使用者。为保证实验的客观性，将被试分为 A 和 B 两组。A 组为“交互行为参与者组”，代表家庭环境下的主要机器人使用者，多为操作者。B 组为“交互行为观看组”，模拟家庭环境下的次要使用者，多为观察者，少数时候作为操作者。亲密度和体验的相关性分析将综合两组的评价情况进行计算。招募到被试人员 30 名，均为中国大陆内地公民，20~25 岁，本科及以上学历，未使用过机器人产品，并有清晰的自我表达能力。

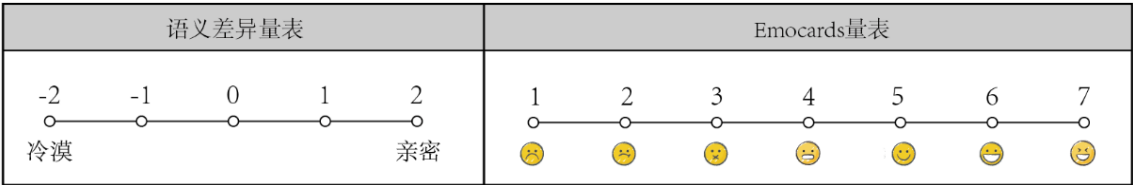


图 2 语义差异量表与 Emocards 量表
Fig.2 SD scale and Emocards scale



图 3 实验样本
Fig.3 Experiment samples

实验人员为 4 名，分别为 1 名扫地机器人操控者、2 名实验过程记录者和 1 名实验过程的全程观察者。

2.5 实验过程

实验开始前，实验人员布置场地、调试设备并进行预实验测试。A 组实验场地设计见图 4，场地中放置了 2 台摄像机，分别记录实验过程及被试状态。1 台家用服务机器人，型号为科沃斯小型扫地机器人地宝系列 ECOVACS-DJ35。实验设计总流程见图 5，分

为两部分。

第一部分为 A 组参与组实验。A 组被试模拟家庭环境下，家用服务机器人的主要使用人角色，即机器人的主要控制者。实验开始时，邀请被试进入实验场地，实验人员站在机器人后面，用遥控器操控机器人行进和后退，模拟扫地机器人听到指令后的行为。在被试不知情的前提下，按照指定的交互动作进行实验，并参照对照组评估亲密密度与体验，完成“亲密—冷漠”语义差异量表、Emocards 量表及口语报告。实验过程见图 6。

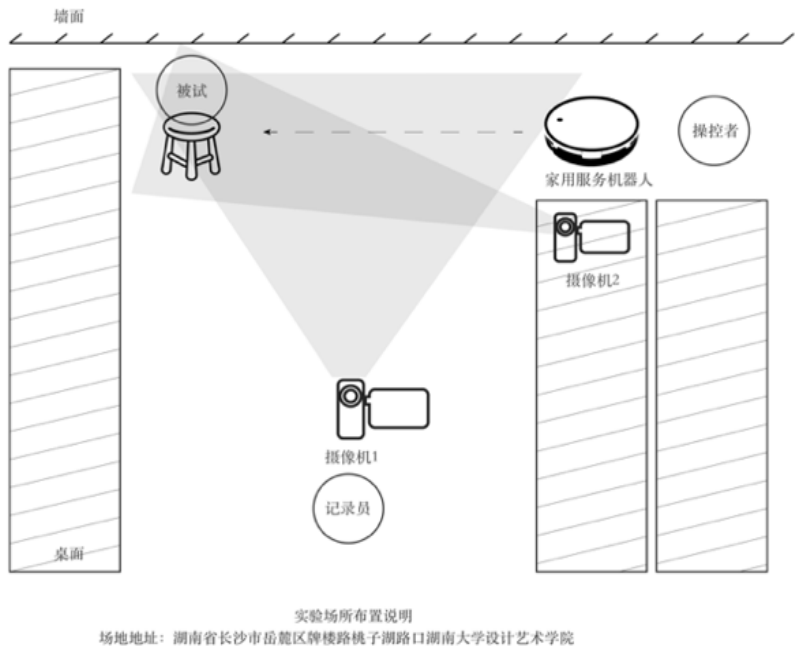


图 4 A 组实验场地设计
Fig.4 Experiment field design for group A

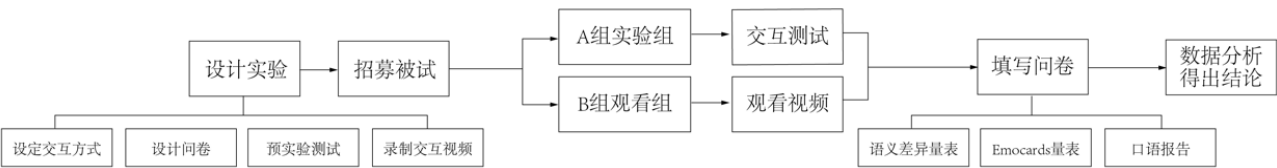


图 5 实验设计总流程
Fig.5 Experiment design flow



图 6 实验过程
Fig.6 Process of experiment

第二部分为 B 组观看组实验。B 组被试模拟家庭环境下，家用服务机器人的次要使用人角色。实验人员依次播放交互视频，被试需观看后填写与 A 组一致的语义差异量表、Emocards 量表，并进行意象图像的口语表达。

3 数据分析

3.1 相关性分析

首先对亲密度和体验值进行正态分布检测。结果显示，D 检验亲密度显著性 $P=0.200$ ，体验值显著性 $P=0.107$ ；W 检验亲密度显著性 $P=0.486$ ，体验值显著性 $P=0.133$ ，结果均大于 0.05，因此亲密度和体验值均呈正态分布，可进行 Pearson 相关性分析。不同交互方式的亲密度值和体验值结果见图 7。

Pearson 相关性分析结果见表 1，亲密度与体验值的 Pearson 相关系数 $r=0.925$ ($P<0.05$)，则亲密度

与体验值高度相关。

3.2 语料分析

用户在接触陌生事物时，习惯将熟悉的模式当作依托和参照。语料分析方法借鉴了语义关联的生成词库理论，建立了以名语素结构为中心和参照体系，通过形语素表达名语素所指事物的属性^[16]。数据分析人员先提取用户口语报告中的名语素，用于了解触发用户认知因素中熟悉的关系模式。然后选取有情感意义的形语素，按语义相近进行合并，并按正负词性分类，得出影响人机交互体验亲密意象的属性。语料信息统计见表 2，分段结果以对照组为参照，体验值高于对照组且亲密度得分为 1~2 的为高分段；体验值高于对照组且亲密度得分为 0~1 的为中分段；亲密度与体验值有一个低于对照组的为低分段。由于语料来自不同交互行为，所以同一分段内会出现反义形容描述。

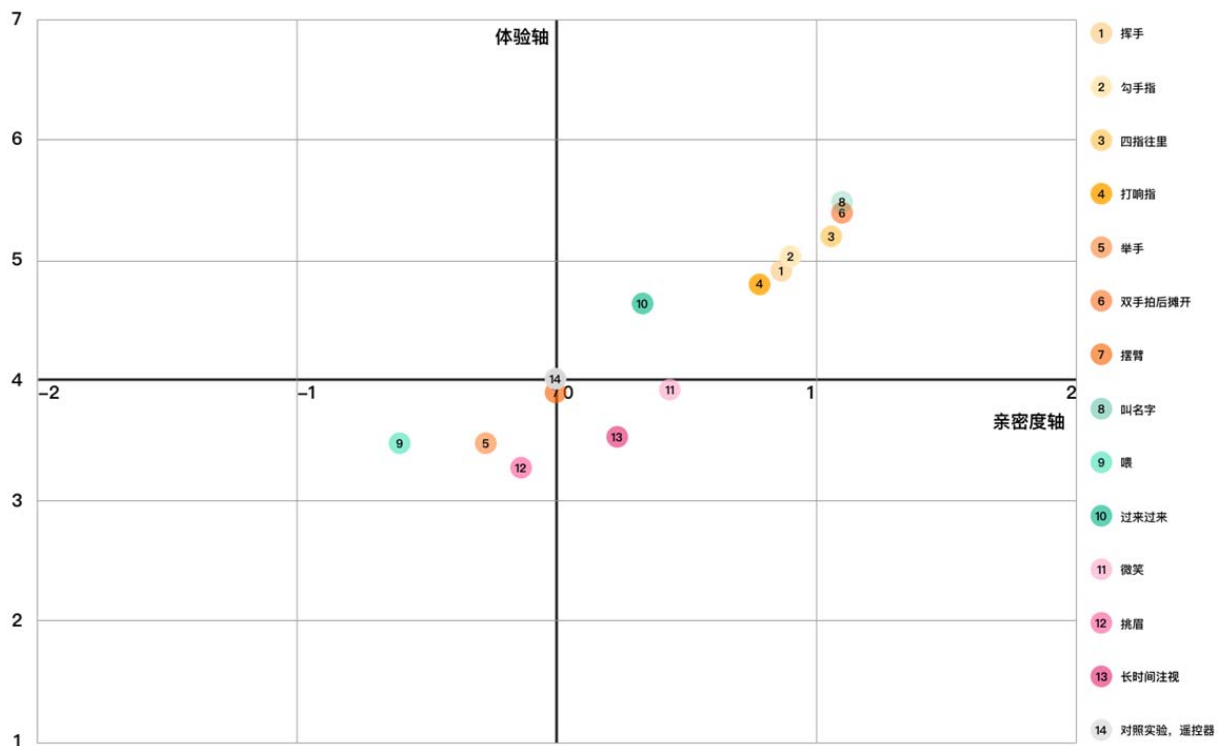


图 7 不同交互方式的亲密度值和体验值结果
Fig.7 Intimacy value and experience value results of different interaction modes

表 1 Pearson 相关性分析结果
Tab.1 Pearson correlation analysis outcome

平均值	相关性	体验平均值	亲密度平均值
体验平均值	Pearson 相关性	1.000	0.925
	Sig. (双尾)	—	0.000
	个案数	17.000	17.000
亲密度平均值	Pearson 相关性	0.925	1.000
	Sig. (双尾)	0.000	—
	个案数	17.000	17.000

表 2 语料信息统计
Tab.2 Table of linguistic material

分段	组别	动作	名语素 (词频)	形语素 (词频)	正负形语素词频
高	A	7	宠物(22), 朋友(8), 亲切(14), 可爱、萌(10), 有趣(7), 安静	温柔(4), 活泼(4), 酷、新奇(2)等 生疏、冷漠(2)等	80/11
	B	1, 2, 3, 5, 7, 17	小孩子(8), 家人(2)		
中	A	1, 2, 3, 5, 9, 11, 12, 17	宠物(25), 小孩子(8), 朋友(8), 仆	亲切(13), 可爱、萌(6), 有趣(6), 酷、新奇(6), 安静温柔(5), 简单舒服(3), 友好有爱(3), 活泼(3), 乖巧(3), 控制感(3), 仪式感(2)等	71/44
	B	4, 9, 11, 12, 13	人(6), 长辈对晚辈(3), 交警(2)		
低	A	15, 16	主从(如生气的父	俏皮逗趣(8), 专注放松(4), 轻巧灵动(3), 征服感(2)等 不礼貌、不尊重(16), 有脾气、颐指气使(11), 冷漠、疏远(7), 严肃、刻板(6), 地位不平等、命令(3), 人情负担(3), 不友好(3), 夸张(2)等	28/85
	B	6, 14, 15, 16	子、发火的老板)		
	A	4, 6, 8, 10, 13, 14	(6), 交警(3), 老师(3), 朋友(2),		
	B	8, 10	吵架的人(2)		

在高分段的交互方式中, 意象图像为和宠物朋友进行的亲切、可爱、有趣等的互动, 人机交互方式为 A7、B7 (叫名字“地宝”)、B1 (挥手)、B2 (勾手指)、B3 (四指往里)、B5 (双手拍后摊开)、B17 (打响指), 负形语素数量为 80/11, 比例约为 8 : 1。在中等分段开始出现了身份地位较为不平等的意象, 如仆人、长辈对晚辈, 形语素负面形语素的数量有增加, 比例约为 3 : 2, 提及的负面形语素为不尊重、刻板严肃等。在低分段, 名语素语料体现的关系意象为带着情绪的不平等的关系, 如“生气的父子、发火的老板”等的主从关系, 并有“不礼貌、颐指气使”等不尊重对方的描述, 负面形语素比例迅速提升, 正负形语素比例约为 1 : 3。

在具体的关系模式下总结概括关键属性, 即用户对与人机关系间身份意象中的“平等和尊重”感受敏锐, 量化的亲密度与体验值的数据和口语表达彼此印证。当交互行为带给用户地位不平等、不互相尊重的感受时, 负面描述性形语素比例迅速提升。

4 结语

本文从人与家用服务机器人的关系出发, 以小型家庭清洁类机器人为实验工具, 以中国内陆地区 20~25 岁群体为被试, 从自然人机交互的角度, 对人—机器人交互亲密度进行了研究和考量, 明确了亲密度与用户体验间的关系 (高度相关), 弥补了现有研究的不足。并且通过语料分析, 探寻了用户模糊认知中影响亲密度感知的关键属性, 即平等和尊重。为情感化交互设计提供了依据和启发。本研究主要关注情感产生过程中认知因素的影响, 而同样制约交互过程

中情感产生的生理因素的探讨将作为下一步的研究方向。

参考文献:

[1] 刘辛军, 于靖军, 王国彪, 等. 机器人研究进展与科学挑战[J]. 中国科学基金, 2016(5): 425-431.
LIU Xin-jun, YU Jing-jun, WANG Guo-biao, et al. Research Trend and Scientific Challenge of Robotics[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2016(5): 425-431.

[2] 梁文莉. 全球机器人市场统计数据分析[J]. 机器人与应用, 2018(6): 43-48.
LIANG Wen-li. Global Robot Market Statistics Analysis[J]. Robot Technique and Application, 2018(6): 43-48.

[3] 梁荣健, 张涛, 王学谦. 家用服务机器人综述[J]. 智慧健康, 2016, 2(2): 1-9.
LIANG Rong-jian, ZHANG Tao, WANG Xue-qian. A Review of Home Service Robots[J]. Smart Healthcare, 2016, 2(2): 1-9.

[4] 任淑愉. 基于情景感知的自然交互界面设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2016.
REN Shu-yu. Natural User Interfaces Design Research Based on Context Awareness[D]. Nanjing: Dongnan University, 2016.

[5] TOLSTEDT B E, STOKES J P. Relation of Verbal, Affective, and Physical Intimacy to Marital Satisfaction[J]. Journal of Counseling Psychology, 1983, 30(4): 573-580.

[6] BRINGLE R G, PRAGER K J. The Psychology of Intimacy[J]. Journal of Marriage and Family, 1996, 58(3): 805.

(下转第 150 页)