

本能行为下智能康复产品的自然交互设计

贾乐宾, 薛孝媛

(山东科技大学, 青岛 266590)

摘要: **目的** 探讨用户本能行为下人机交互设计模型在智能康复产品中的应用。**方法** 通过对偏瘫患者康复训练时的本能交互行为层级和心理需求进行全面的分析,提炼出产品设计过程中人机自然交互设计原则,按照人机交互设计流程及用户心理模型建立智能康复产品的人机交互设计模型。**结果** 结合偏瘫患者需求层次,完成了智能康复训练轮椅的设计实践,初步验证了人机交互设计模型对改善偏瘫患者心理,使其主动进行康复行为的有效性。**结论** 基于本能行为的人机交互设计模型能够实现偏瘫患者对智能康复训练轮椅的本能自然交互,深层次地满足偏瘫患者情感和心理需求,建立一种更符合偏瘫患者的心理逻辑,使产品更好地为偏瘫患者服务。这为今后产品人机自然交互设计提供新的思路和方法。

关键词: 自然交互; 用户本能; 康复训练; 用户心理模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)10-0101-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.10.016

Natural Interaction Design of Intelligent Rehabilitation Products under the User's Instinct

JIA Le-bin, XUE Xiao-yuan

(Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the application of human-computer interaction design model in intelligent rehabilitation products under the user's instinct. The instinctive interaction behavior level and psychological needs of patients with hemiplegia during rehabilitation training were analyzed to extract the principles of natural human-computer interaction in the process of product design. The human-computer interaction design model of intelligent rehabilitation products was established according to the human-computer interaction design process and user mental model. The design practice of intelligent rehabilitation training wheelchair was completed in combination with the level of hemiplegic patients' needs, and the effectiveness of human-computer interaction design model to improve the psychology of hemiplegic patients and motivate them to actively carry out rehabilitation was preliminarily verified. The human-computer interaction design model based on instinctive behaviors can realize the instinctive interaction between the hemiplegic patients and the intelligent rehabilitation training wheelchair, deeply satisfy the emotional and psychological needs of the hemiplegic patients and establish a psychological logic that is more in line with the hemiplegic patients, so that the products can provide better services for patients with hemiplegia. This provides new ideas and methods for natural human-computer interaction design of future products.

KEY WORDS: natural interaction; user's instinct; rehabilitation training; user mental model

随着科技水平的发展、医疗技术的提高,康复医学受到了极大的关注,并且其核心目标也由传统的

收稿日期: 2020-02-21

基金项目: 青岛市哲学社会科学规划项目(QDSKL1801101); 山东省艺术重点课题(1607326); 山东科技大学青年教师本科拔尖人才项目(BJRC20180510)

作者简介: 贾乐宾(1980—),男,山东人,硕士,山东科技大学讲师,主要研究方向为工业设计、智能产品设计、交互设计理论及应用。

通信作者: 薛孝媛(1995—),女,山东人,山东科技大学硕士生,主攻智能产品设计、交互设计理论及应用。

“结构康复”逐渐转变为“功能康复”，更侧重于对患者运动功能的训练和适应。康复训练形式也更倾向于主动式的基于大脑思维控制的智能化人机交互式运动功能康复^[1]。同时，人工智能技术带动了外骨骼、智能轮椅、康复机器人等多种智能医疗辅助康复产品的发展，智能化康复手段逐渐成为康复产品发展的主流。智能康复产品具有结构复杂、用户需求多变、制造要求高及安全性强等特点。很多研究者对智能康复产品的造型、色彩、人机舒适度及结构进行了研究，为此类产品的的设计方法和人机工程学研究提供了各项数据支撑。然而面向智能康复产品的人机自然交互设计的相关研究却不多。针对上述问题，本文以智能康复轮椅设计为例，重点分析偏瘫患者在进行康复训练过程中的本能交互行为层级和心理模型，提炼出人机自然交互设计基本法则和智能康复轮椅人机交互设计模型，使偏瘫患者可以更自然、安全地与产品进行“沟通”，并建立一种更符合偏瘫患者的心理逻辑，以满足患者的康复需求。

1 用户本能下智能产品自然交互设计思维

人机自然交互设计是指一门研究系统与用户之间自然交流、互动关系的学科。用户本能是指用户与生俱来的、在成长中不用教导和训练所产生的一些行为和能力。基于用户本能的智能产品人机自然交互设计建构在以用户为中心的设计方法和思维上。它更多地面向用户本能行为、用户生理状态和用户心理^[2]，用户与智能产品本能自然交互见图1。将智能产品的设计看作一个系统设计，强调过程性思考的能力，运用流程图、用户体验地图和故事板等重要设计方法来解决如何让用户与系统更好地进行“对话”。当用户在跟一个系统交流时，需要更加强调用户生理和心理变化、用户与产品系统之间自然的情感交流和行为互动及实现自然交互的设计方法等，其目的是为了使用户得到自然的交互感受，实现用户与产品的本能自然交互。

根据马斯洛的需求层次理论，用户需求中的生理需求、安全需求、社交需求、尊重需求和自我实现需求由低到高依次排列。通过分析用户需求可以透视用户的动机，动机是造成用户发生行为的原因，而用户的本能行为则让用户需求得以满足。从用户角度来说，人机自然交互设计是一种使产品易用且让人愉悦的技术。它致力于了解目标用户生理状态下的本能行为，了解用户在使用产品时的双向交互是否自然，了解“本能”的行为特点^[3]。而特定用户群体行为习惯可以反映人的心理和行为特点。设计师通过研究用户本能行为来达到对用户的生理和心理状态的最深入理解，从而总结出用户的真实需求，使产品更好地为用户服务^[4]，最终实现以用户为中心且自然、高效

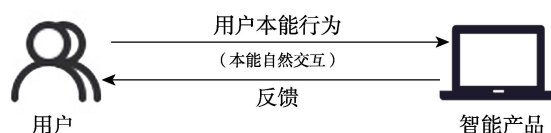


图1 用户与智能产品本能自然交互

Fig.1 Instinctive interaction between the user and the intelligent product

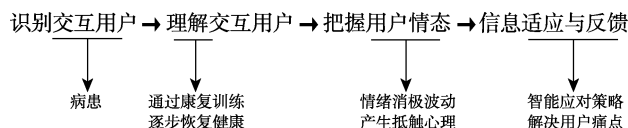


图2 人机交互设计阶段

Fig.2 Human-machine interaction design stages

的人机交互。

2 智能康复产品人机自然交互设计思维

2.1 智能康复产品自然交互设计系统流程

目前在智能医疗康复领域最领先的产品是外骨骼机器人。这类产品主要是为了让腿脚不便的人群及残障人士重新获得站立和行走的能力^[5]。国内外学者对康复产品的研究多集中于智能、结构、造型和人机工程学上，关于智能康复产品的自然交互设计相关研究却不多。智能康复产品的自然交互设计应该面向用户的本能行为。智能康复产品的人机自然交互设计具体分为四个主要阶段，见图2。在这四个阶段中，设计师利用患者行为层级和心理模型来创建交互行为细节，智能康复产品的交互方式会随着患者心理的变化而产生细小的差距。

2.2 智能康复产品人机自然交互设计原则

在正式展开智能康复产品人机交互设计之前，设计师需要明确智能康复产品交互思维应该重点把握过程，需要在交互设计过程中考虑“为什么”、“怎么做”，最终使其与用户能够隐性地对话、交流。为了达到这种双向性，智能康复产品人机交互设计的内容、形式必须与用户的行为、心理模型相匹配^[6]，因此，笔者在之前研究人员的研究基础上，对智能康复产品人机自然交互设计提出了五点原则。

2.2.1 反馈

用户使用产品是需要产品对其进行反馈的^[7]。每一步操作都能看到结果才会使用户产生继续下去的心理。站在康复产品的用户立场上考虑，当用户在进行康复训练时，每次完成一种训练，需要有语音交互提示的鼓励，在康复机械臂完成患者本能动作过程后，应该亮起灯光，并用震动效果提示患者动作正确与否，从听觉、视觉和触觉三种感官上带动用户主动训练的积极性，设计一种全新的反馈式的自然交互体验。

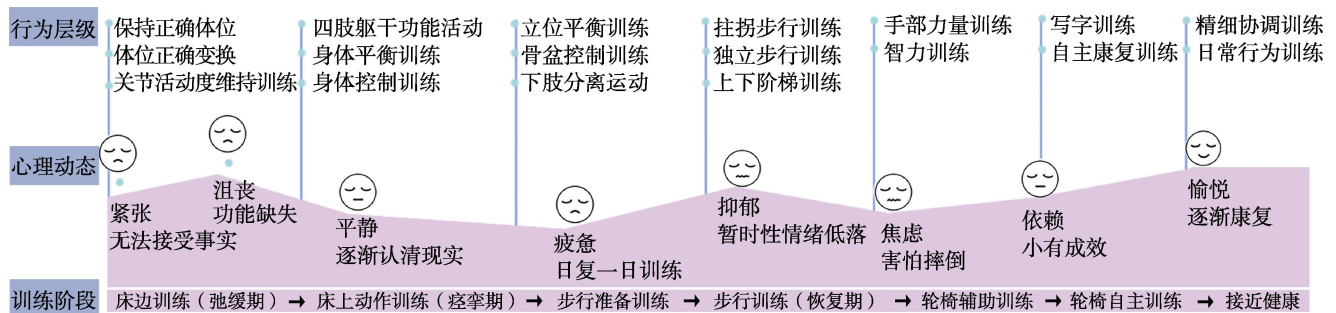


图 3 偏瘫患者康复行为层级

Fig.3 Rehabilitation behavior level of hemiplegic patients

2.2.2 优先级

这里所指的优先级是人机交互设计中的用户优先级、功能优先级、交互优先级。在智能康复产品人机自然交互设计中，核心用户就是偏瘫患者。产品具有的最主要的功能就是康复，在机械训练的基础上满足患者的心理调整。交互方式简化为视觉交互、听觉交互和触觉交互。

2.2.3 用户心理模型

用户心理模型是设计师真正了解用户之后所建立起来的模型。用户心理模型代表用户对产品的一种认知，是可以被引导和改变的。在进行人机自然交互设计时，设计师应建立核心用户的心理模型，总结出用户真正想要的产品和符合用户心理的交互方式。用户心理模型是基于用户交互行为而建立的，并且不断对用户心理进行定性分析，设计师时刻从用户的角度去分析产品的可用度，同时，进行用户访谈，从结果的差异中寻找用户更深层次的需求。基于用户心理模型的人机交互设计才能使产品深入人心。

2.2.4 临界点

人机交互大师 Matthew Turk 说过：“最自然的人机交互技术是指那些能够利用人类自然的认知和感知能力、社会技能以及我们从小就养成的行为习惯。”用户行为习惯的中间值就是临界点，处在临界点之下的交互行为才是用户真正想要通过产品获得的交互行为。产品的人机交互必须符合核心用户的行为习惯，因此，在进行智能康复产品人机交互设计时，应该对偏瘫患者的康复训练行为进行大而全的总结和分析。

2.2.5 本能交互

本能交互指设计师致力于将产品的基本操作设计为“傻瓜式”的，追求更本能的操作流，最终使产品与用户的交互成为用户的本能。既要充分理解核心用户，也要对用户的行为流进行引导式的设计。设计师对看似简单容易的交互操作必须进行更缜密的思考和频繁的用户测试。

3 偏瘫人群的行为、心理和人机分析

3.1 偏瘫患者康复训练过程中的本能交互行为

偏瘫患者的中枢神经系统在结构上或功能上具有重组能力和可塑性。运动功能康复包括被动按摩，被动运动，主动运动，坐、站、走和生活活动训练^[8]。笔者对偏瘫患者在整个康复训练过程中所涉及到的行为进行了层级概括，见图 3，从而总结出偏瘫患者对智能康复产品的需要程度。其中，主动运动可提高神经系统紧张度，活跃各系统生理功能。偏瘫患者通过这些行为训练可以恢复和常人一样的本能行为。通过使用智能康复产品来进行康复训练的目的在于使患者残存的功能和能力得到恢复，使他们重新获得基本生活能力，最大限度地恢复患者的生理本能。

3.2 偏瘫患者心理模型建立

偏瘫患者在康复训练过程中的心理状态一直是波动的，主要以负面情绪为主。这些心理因素会直接影响偏瘫患者在进行康复训练时的主动性，因此也成为设计师在设计康复产品人机交互时的障碍^[9]。偏瘫患者不同于正常人，心理因素是设计师在人机交互设计时需要重点考虑的对象。因此，在智能康复产品人机交互设计中，为了把握偏瘫患者的心理状态，首先需要建立偏瘫患者心理模型。用户心理模型是用户在使用产品时对产品应具有的元素、功能、界面等信息的认知。

有关用户心理模型的研究中，阿兰·库珀（Alan Cooper）建立了三种模型，即心理模型、运作模型和表现模型，见图 4；在《设计心理学》中，唐纳德·诺曼（Donald Norman）将心理模型分为了三个不同的方面——设计模型、用户模型和系统表象^[10]，见图 5。设计模型指设计人员头脑中对系统（产品）的概念；用户模型指用户所认为的该系统的操作方法。在理想状态下，用户模型与设计模型应该相吻合。然而两位学者对用户心理模型的建立方法并未展开描述。

用户心理模型的核心是以用户为中心的心理和行为设计研究，模型建立过程中的分析要素需要从用户逻辑行为层级中提取，结合用户实际康复行为中的

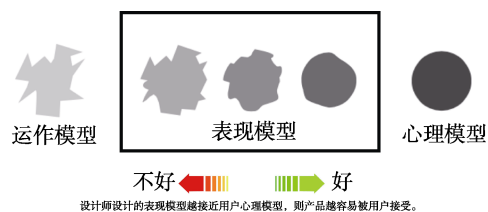


图 4 阿兰·库珀三种设计模型

Fig.4 Alan Cooper's three design models

障碍, 对用户痛点数据进行分析, 最终导出智能康复产品人机交互的设计依据。根据总结出的偏瘫患者训练行为层级, 分析偏瘫患者在进行康复训练交互行为时产生的心理波动。通过上述调研及整理, 笔者建立了偏瘫患者的心理模型, 见图 6。

基于偏瘫患者行为层级和用户心理模型的人机交互设计, 会更具体地解决偏瘫患者的痛点与需求, 避免只分析产品功能所造成的产品片面性。同时, 设计前期解决偏瘫患者的心理问题, 才能使智能产品人



图 6 偏瘫患者心理模型

Fig.6 Mental model of patients with hemiplegia

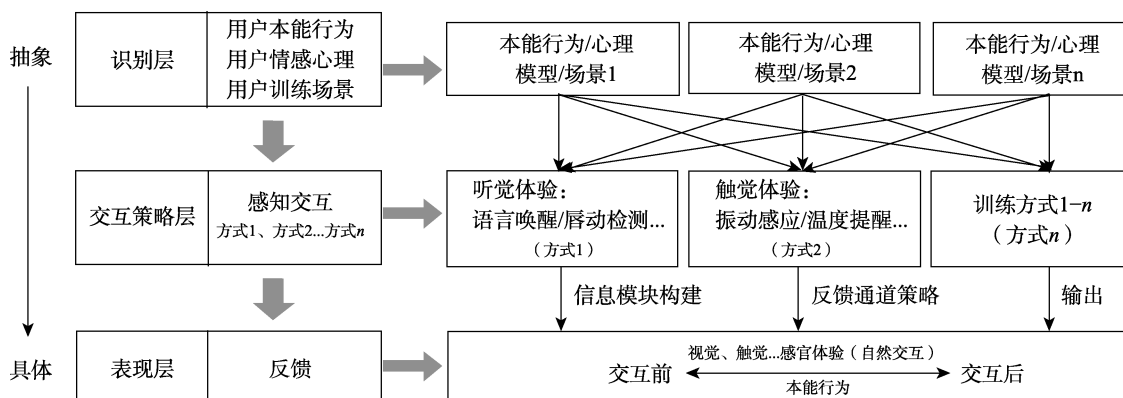


图 7 人机交互设计模型

Fig.7 Human-machine interaction design model



图 5 诺曼的设计模型、用户模型和系统表象

Fig.5 Norman's design model, user model and system representation

机交互设计更为合理。

4 智能康复产品人机交互设计模型

本文根据偏瘫患者心理模型与偏瘫患者本能行为的相关性, 针对用户心理模型中的交互行为, 研究智能康复产品的物理功能和逻辑功能。通过研究用户心理模型理论和推出的偏瘫患者心理模型, 发掘用户使用产品时的行为习惯、本能、情感需求和心理需求, 根据患者行为层级与心理模型构建出智能康复产品人机交互设计模型, 见图 7。

智能康复产品人机交互设计模型分为三个层次，即识别层、交互策略层和表现层。在设计基于用户本能的智能康复产品交互系统时，需要明确其中涉及的用户本能行为、用户心理模型及用户训练场景，并创建不同本能行为和产品交互行为之间的对应关系。同时，研究用户在康复过程中的复杂心理，提取其中影响用户行为和认知的关键因素，为产品的应对策略提供基础。比如用户在训练时，由于疲惫、劳累、行为困难等心理阻碍康复，此时产品可通过感知用户情绪心理进行相应的应对策略。在此模型中，产品可提供给用户丰富的触觉体验和听觉体验，如通过适当频率的振动来放松用户的肢体，以及播放舒缓的音乐来缓解用户的心理压力。在功能确立过程中，建立场景信息与训练方式的相关关系，根据用户使用康复产品时所处场景的不同，为用户提供相应的训练方式。智能康复产品功能的人机交互设计应采用结合自然语言交互模型和用户情感应对模型的交互策略，从用户的角度思考，在交互前的信息模块构建过程中，需要考虑到用户的理解能力、心理模型和行为习惯等。智能康复产品交互系统通过多种方式进行交互反馈，给予用户自然的交互体验。

人机交互设计模型是产品交互系统面临问题的设计求解过程。设计师在设计过程中，需要把握交互策略层中感知交互的求解信息，然后通过多通道人机交互方式反馈给用户。该模型对研究具体智能康复产品的人机交互设计具有一定的借鉴意义，可以使设计

师更完善地把握用户真实心理，排除人机交互设计中不必要的步骤，从而优化用户体验。

5 针对偏瘫患者的智能康复轮椅设计实践

5.1 偏瘫患者需求层次分析

通过前期对于偏瘫患者的行为和心理分析，运用基于用户本能行为的人机交互设计模型提炼出偏瘫患者的真实需求，偏瘫患者需求层次见图 8。在设计过程中，针对偏瘫患者的痛点建立和筛选不同等级的用户需求，避免不必要的隐性需求所带来的交互不合理性，从而使产品既能满足用户基本需求，又能带来使用户感到惊喜的交互点。

5.2 智能康复轮椅的多感官交互方式分析

偏瘫患者的需求层次建立在其生理和心理上，不同时刻的心理生理状态会对偏瘫患者的本能行为产生潜在的影响。智能康复轮椅作为一种恢复用户本能的康复产品，结合用户本能行为中不同的心理波动和用户需求层次，总结出智能康复轮椅的多感官交互方式，见图 9。本文主要研究关注的本能行为下的人机交互设计，以人机交互设计模型建立产品的自然交互方式为主，将智能康复轮椅进行功能和交互内容上的区分和简化，形成偏瘫患者在康复过程中主动、舒适、安全和合理的多感官交互体验。

场景	目的	本能行为	心理	用户需求	解决点
家庭	以主动、舒适、安全的姿势进行康复	下意识动作 学习操作方法 寻找操作键 控制操作键	积极 主动 疲倦 无聊 渴望 依赖 独立	患者初期的心理辅导 患者发病时内心痛苦，无法控制自己身体和情绪 患者语言表达障碍 家人对于康复基本知识的学习 家人心态调整、自己内心的压力及对患者的鼓励 不同时间段的需求，训练方式的更新及丰富 防止训练时的伤害 患者独立康复训练，避免人工进行错误姿势训练	专家在线/预约上门 舒缓机制 语音助手 医疗器械/护理知识 预期目标设定 音乐/视频/游戏/康复动作多样性 保护机制 产品的可靠性

图 8 偏瘫患者需求层次
Fig.8 Hemiplegic patient demand hierarchy

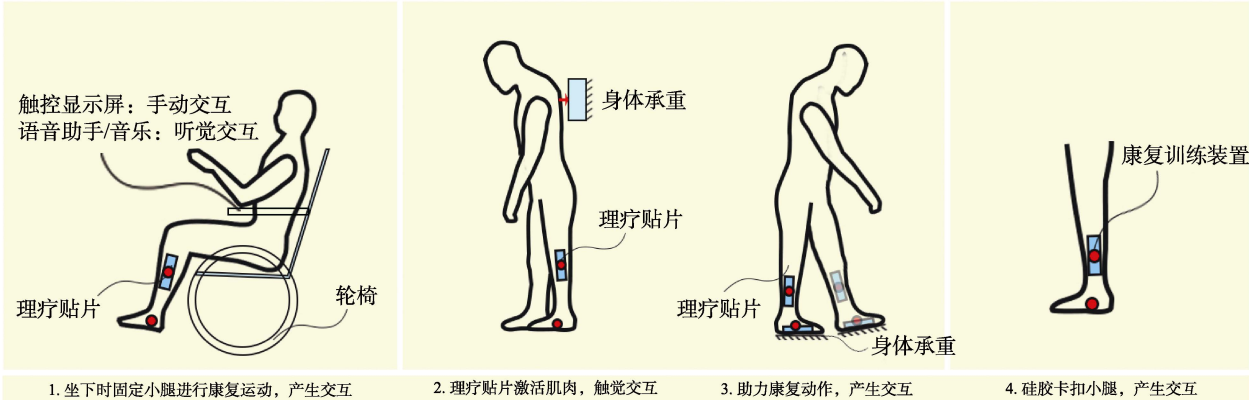


图 9 智能康复轮椅的多感官交互方式
Fig.9 Multi-sensory interaction of intelligent rehabilitation wheelchair



图 10 智能外骨骼康复轮椅设计方案

Fig.10 Design scheme of intelligent exoskeleton rehabilitation wheelchair

5.3 智能康复轮椅设计方案呈现

综上所述,对智能康复轮椅的造型、色彩、材质及人机交互方面进行了设计,设计方案见图 10。在造型上,简洁的视觉化要素能够达到功能优先的目的,采用简洁流畅的线条更贴近患者的心理需求,形态结构应符合人机要求。在色彩上,考虑到偏瘫患者特殊的心理感受而采用以米黄色为主色,白色和灰色为辅色,最能够消除用户肌肉紧张的色彩搭配,以及以白色为主色,雅兰色和灰色为辅色,最能够带来善意的色彩搭配。在材质上,轮椅部分使用高强度铝合金,既轻便又坚固。在人机交互方面,通过设计模型得出的智能康复轮椅人机交互方式为多感官的交互体验,即视觉交互、手动交互、听觉交互及触觉交互。患者可以通过操作轮椅扶手上的控制屏更换运动方式,调节运动强度,选择腿部卡托的加热或振动模式。同时,轮椅的语音系统包含辅助康复音乐,语音助手可根据患者的运动程度进行鼓励反馈。此产品设计经过前期分析,最大化地满足了用户需求,减少了不必要的功能点,增加了交互体验方式。经此设计实践验证,通过人机交互设计模型进行智能康复产品人机交互设计是有效的。通过此产品,偏瘫患者可以主动、舒适、安全和合理地进行康复训练,同时,舒缓其心理上的压力,得到良好的用户体验。

6 结语

基于本能行为的人机自然交互设计通过研究用户心理模型和用户本能行为,使产品的交互方式更为合理。本文从用户本能行为出发,分析了智能康复产品的人机交互设计思维,并根据人机交互设计流程,总结出了自然交互五点基本原则。根据阿

兰·库珀和唐纳德·诺曼对设计模型和心理模型的研究,在提炼出的用户行为层级的基础上,建立了偏瘫患者的心理模型,并在此基础上,构建了智能康复产品的人机交互模型。然后,通过设计实践初步验证了设计模型的有效性,最大化地提升了用户康复效果,改善了用户体验,为之后的人机交互设计提供了新的思路和方法。

参考文献:

- [1] 明东,蒋晟龙,王忠鹏,等.基于人机信息交互的助行外骨骼机器人技术进展[J].自动化学报,2017,43(7):1089-1100.
MING Dong, JIANG Sheng-long, WANG Zhong-peng, et al. Review of Walk Assistant Exoskeleton Technology: Human-machine Interaction[J]. Acta Automatica Sinica, 2017, 43(7): 1089-1100.
- [2] 金雅庆,何媛媛.交互设计中的情感化设计[J].现代装饰(理论),2016(8):16-17.
JIN Ya-qing, HE Yuan-yuan. Emotional Design in Interaction Design[J]. Modern Decoration (Theory), 2016 (8): 16-17.
- [3] 董建明,傅利民,饶培伦,等.人机交互:以用户为中心的设计和评估[M].北京:清华大学出版社,2010.
DONG Jian-ming, FU Li-min, RAO Pei-lun, et al. Human-Computer Interaction: User Centered Design and Evaluation[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [4] 陈卯纯,孙薇,赵小惠.物联网智能家居中的人机交互[J].包装工程,2014,35(2):64-67.
CHEN Mao-chun, SUN Wei, ZHAO Xiao-hui. Human-Computer Interaction in Internet of Things Smart Home[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(2): 64-67.
- [5] 侯增广,赵新刚,程龙,等.康复机器人与智能辅助系统的研究进展[J].自动化学报,2016,42(12):

- 1765-1779.
HOU Zeng-guang, ZHAO Xin-gang, CHENG Long, et al. Recent Advances in Rehabilitation Robots and Intelligent Assistance Systems[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(12): 1765-1779.
- [6] 覃京燕. 大数据时代的大交互设计[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 1-5.
QIN Jing-yan. Grand Interaction Design in Big Data Information Era[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 1-5.
- [7] 李铁萌, 侯文军, 陈冬庆. 对移动互联网产品交互设计中控制感的研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2014, 16(4): 7-11.
LI Tie-meng, HOU Wen-jun, CHEN Dong-qing. Sense of Control in the Interactive Design of Mobile Internet Products[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Social Science Edition), 2014, 16(4): 7-11.
- [8] 倪自强, 王田苗, 刘达. 医疗机器人技术发展综述[J]. 机械工程学报, 2015, 51(13): 45-52.
NI Zi-qiang, WANG Tian-miao, LIU Da. Survey on Medical Robotics[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2015, 51(13): 45-52.
- [9] 田颖慧. 从人机交互角度分析用户心理[J]. 科技与创新, 2017(12): 41.
TIAN Ying-hui. Analysis of User Psychology from the Perspective of Human-Computer Interaction[J]. Technology and Innovation, 2017 (12): 41.
- [10] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学[M]. 北京: 中信出版社, 2010.
NORMAN D A. Design Psychology[M]. Beijing: CITIC Publishing House, 2010.
-
- (上接第94页)
- [7] 卜立言, 马兴芑, 姚冰. 智能快递终端机造型设计[J]. 机械设计, 2017, 34(1): 129.
BO LI-yan, MA Xing-peng, YAO Bing. Modeling Design of Intelligent Express Terminal[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(1): 129.
- [8] 石毅新, 张广, 廖凯, 等. 多功能快递车厢功能分区与结构设计[J]. 时代农机, 2017, 44(1): 68-69.
SHI Yi-xin, ZHANG Guang, LIAO Kai, et al. Design and Partition of Multi-function Express Carriage[J]. Times Agricultural Machiner, 2017, 44(1): 68-69.
- [9] 宫一非. 结合条码技术和RFID技术的移动手持终端在顺丰快递中的应用[J]. 物流技术, 2014(4): 42-45.
GONG Yi-fei. Application of Mobile Handheld Terminal Combining Bar Code Technology and RFID Technology in Shunfeng Express[J]. Logistics Technology, 2014(4): 42-45.
- [10] KOVALSKÝ M, MIČIETA B. Support Planning and Optimization of Intelligent Logistics Systems[J]. Procedia Engineering, 2017(192): 451-456.
- [11] 郭志雄, 缪文南. 基于嵌入式快递包裹实时跟踪系统设计[J]. 现代电子技术, 2015, 38(1): 38-40.
GUO Zhi-xiong, MIU Wen-nan. Design of Real-Time Tracking System Based on Embedded Express Packages[J]. Modern Electronics Technique, 2015, 38(1): 38-40.
- [12] 梅爽. 民营快递服务质量的评价指标体系研究[J]. 中国储运, 2011(3): 92-93.
MEI Shuang. Research on Evaluation Index System of Private Express Service Quality[J]. China Storage & Transport, 2011(3): 92-93.