

工业设计

基于使用方式的产品健壮设计研究

周明, 薛澄岐, 汤文成

(东南大学, 南京 211189)

摘要: 以使用方式作为产品健壮设计的切入点, 根据贡献度提取产品健壮因子, 对使用方式的行为动作和行为序列予以重构。优化产品使用方式与产品功能的匹配关系, 从而实现产品安全、舒适、高效的人机交互目标, 满足产品健壮性要求。以茶杯托架为设计研究对象, 最终设计方案的创新性和实用性, 也表明了基于使用方式的产品健壮设计方法具有良好的理论价值和应用前景。

关键词: 使用方式; 行为动作; 行为序列; 产品设计; 健壮

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)20-0027-03

Research on the Product Robust Design Based on Using Way

ZHOU Ming, XUE Cheng-qi, TANG Wen-cheng

(Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: Using the using-way as an entry point for the product robust design, it extracted the factor of the robust based on the contribution, and reconstructed the behavior action and behavior sequence of the using-way. It optimized the matching relations between product using-way and product feature, and then achieved the safety, comfort, efficient human-machine interactive target, meeting the requirement of product robustness. Taking the cup holder as an example, the innovation and practicality of the final design showed that the product robust design based on using-way had a good theoretical and pertinent prospect.

Key words: using way; behavior action; behavior sequence; product design; robust

产品的核心任务是以用户为中心赋予产品功能、结构、形态以新的品质和资格, 功能是第一要素。使用方式作为实现产品功能价值的行为过程, 涉及到安全、舒适、高效等人机交互方面的系列问题, 是产品设计以人为本的核心体现。基于此, 本研究以产品使用方式为切入点, 创新性地引入产品健壮因子, 对使用方式的行为动作和行为序列予以重构, 提出基于使用方式的产品健壮设计理论思想和应用方法, 为产品设计方法学的多元化发展提供有效的理论支撑。

1 产品使用方式

主要是指用户与产品之间的交互过程, 是一种基于时间性、空间性、经常性、反复性、同一性的以用户行为模式为主要表现手段的动态行为^[1]。产品使用方

式决定了产品的结构模式, 实现了产品的功能意愿, 强化了产品的形态结果。

行为动作作为产品使用方式的核心要素, 是用户多通道综合作用的复杂反应形态的形式体现^[2], 其产生机制由需求、动机、行为三者相互作用^[3]。对行为动作深入研究, 可以有效控制和预测用户的动作形态, 洞悉用户在使用产品时的行为特性, 分析用户在使用产品时的生理节律、行为规律以及容易产生疲劳或行为失误的大概情况及时间, 从而使产品更能满足人的行为需求, 符合人的行为规律, 从根本上提高产品使用的安全性、舒适性、高效性^[4]。

2 基于使用方式的产品健壮设计

健壮设计的基本思想是在设计变量或设计参数

收稿日期: 2011-04-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71071032)

作者简介: 周明(1981—), 男, 湖北咸宁人, 东南大学博士生, 主要研究方向为工业设计方法学、人机工程学等。

波动的情况下保持产品最优^[5],将其衍生到工业设计中,就是使产品解决方案确保产品在不同的使用环境中、面对不同的使用人群、采用不同的使用方式,都能稳定有效地满足用户需求,并具有良好的经济效益和社会效益^[6]。

产品使用方式作为动态行为过程,决定了产品以人为本的可用性程度,而健壮设计理论是规范动态因素的有效工具,基于此,提出基于使用方式的产品健壮设计基本思想和方法,其设计流程见图1。

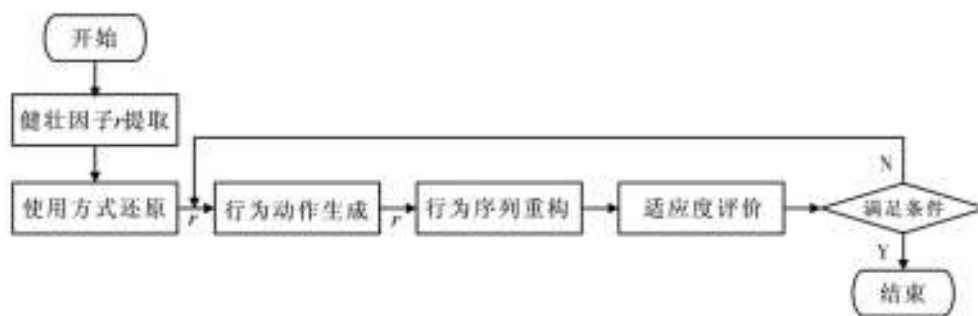


图1 基于使用方式的产品健壮设计流程

Fig.1 The process of the product robust design based on using way

品特征因素对产品功能的贡献度,得到产品功能与特征因素之间的量化关系,这种量化关系具体表现为不同特征因素对产品功能的影响值(贡献值)^[8]。根据贡献度大的即为健壮因子的原则,提取产品健壮因子 r 。

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & & X_{2n} \\ X_{31} & \cdots & X_{3q} \end{bmatrix}$$

2.2 产品使用方式还原

产品使用方式是用户行为对产品有目的的作用过程,产品使用方式的还原就是采用多维单镜头阵列法(MSA)对产品使用方式进行单帧分解和静态提取,以图形化形式分别从用户需求、使用人群、使用环境、使用时间、使用目的、行为过程(行为动作/行为序列)以及行为结果等子项完整地表现产品使用信息,见图2,从而为后期产品设计奠定基础。

2.3 基于健壮因子 r 的产品行为动作生成

根据使用方式还原图例,针对目标产品以及产品健壮因子 r ,对产品使用行为动作进行概括性描述,如按、扭、推、拉等。一般来说,对同一功能产品使用行为动作的动词描述主要分为2类,基于同类产品的使用动作描述(动作 A)和基于异类产品的使用动作描述(动作 B)。这样除了可以进一步修正产品原有使用方

2.1 产品健壮因子提取

针对目标产品,利用多维尺度法(MDS)、层次聚类分析法(HCA)对其特征相似度进行意向分析,构建产品形态特征认知空间,并借助专家访谈,对认知空间中具有代表性的样本进行特征解析,建立产品特征因素矩阵^[7]。产品特征主要由3类特征构成:造型特征 X_1 ,色彩特征 X_2 ,材质特征 X_3 。其中: m, n, q 为特征因素中的特征水平数。

根据产品特征因素矩阵,以及贡献度函数计算产

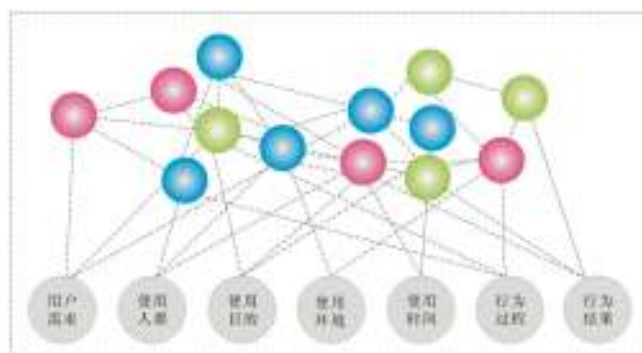


图2 产品使用方式还原

Fig.2 The reducing of the product using-way

式外,还可以创新性的将本来用于其他类产品的使用动作引入目标产品中,从而使产品具有更好的适应性和健壮性。

将产品健壮因子 r 与产品使用动作进行相交组合,见图3,生成基于动作的产品使用方式。如产品健壮因子 r 是把手,使用动作有推、拉、按等,则生成新的产品使用方式方案为:可以推的把手、可以拉的把手、可以按的把手,即基于 A_i 的 r 或基于 B_i' 的 r 。

2.4 基于健壮因子 r 的产品行为序列重构

用户与产品之间的关系,主要是使用意义上的人机交互关系,综合体现于用户对产品的使用过程中,

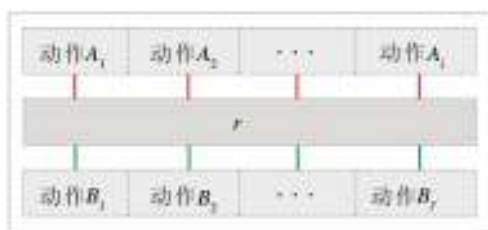


图3 健壮因子与行为动作的组合模式

Fig.3 The combination of the robust factor and behavior action

而使用过程是行为动作的时间序列。根据产品健壮因子 r ,以用户生理特征为基础,采用分时、疲劳、相合、定势以及动作经济、动作安全、动作舒适、动作效率等原则,按照取消、合并、重排、简化的方法,对产品行为序列进行重构,从而产生更加安全、舒适、高效的产品使用方式,见图4。当然,还需要综合考虑经济、

加工、审美等因素指标。

3 实例分析

以茶杯托架为实例来说明基于使用方式的产品健壮设计方法的具体应用。对于茶杯托架类产品,其健壮性主要体现在通过不同的使用方式,满足不同人群、不同环境的使用需求,达到安全、舒适、高效的使用目标。

3.1 茶杯托架健壮因子 r

在对茶杯托架进行调查的过程中发现,茶杯托架类产品还没有形成固定的产品倾向,所以在设计过程中不能具象提取茶杯托架产品特征,但通过产品功能分析,以及产品使用需求、使用方式意向调研,可以得



图4 行为序列重构

Fig.4 The reconstruction of the behavior sequence

到产品健壮因子 r 为“支撑托架”。如果没有支撑托架这一元素,茶杯托架也不存在。

3.2 茶杯托架使用方式

如上所述,茶杯托架类产品有2种情况:一是桌面某处作凹槽处理,直接将茶杯放置于桌面凹槽上,但破坏了桌面的完整性;二是以平面型杯垫作为托架使用,但疏忽了茶杯安稳以及空间等重要需求。还原茶杯托架的使用场景以及用户行为过程(行为动作/行为序列),见图5。描述为:手持茶杯,喝茶,然后观察将

3.3 基于健壮因子 r 的行为动作生成

针对茶杯托架的健壮因子 r 进行动词搜索,基于本类产品的使用动作主要有:托、挂等,基于其他类产品的使用动作主要有:夹、吸、粘等。将这些动作按照图3的模式组合,得到托着的 r ,挂着的 r ,夹着的 r ,吸着的 r ,粘着的 r 等使用方式,过滤不合理的托架使用方式,保留合理的行为动作,如托、挂、夹。

3.4 基于健壮因子 r 行为序列重构

以基于茶杯托架健壮因子的行为动作“夹”为例,对茶杯托架使用方式的动作序列予以重构。在上述茶杯托架使用方式分析中,得到其行为动作主要有7个,行为序列为手持-喝茶-观察-定位-放置-工作-注意,按照取消、合并、重排、简化的重构方法,取消“观察、注意”这2个动作,合并“定位”、“放置”这2个动作,并予以简化,然后将“夹”的动作赋予茶杯托架本身,据此设计师生成茶杯托架新方案,见图6。最后采用五点量表法从安全、舒适、高效3个方面对茶杯托架新方案的适应度评价:采用“夹”的使用方式,茶杯托



图5 茶杯托架使用方式行为序列

Fig.5 The behavior sequence of the cup holder's using way

茶杯放置在哪里好,确定好之后定位,放置好茶杯,继续工作,在工作的过程中,时刻注意茶杯的位置,防止不小心碰倒茶杯。

(下转第33页)

4 结语

针对产品形态基因继承与创新问题,提出了局部形态融合以保持产品设计风格基因传承和创新的设计方法。重点研究了通过产品三维模型设计方案进行形态特征曲线提取的方法,提取获得的特征曲线通过一定的处理变为可用的样条曲线,并通过交互挑选出需要特征融合的曲线段,利用已有的曲线融合算法,实现了特征曲线的融合,并将融合后的特征曲线替换产品三维模型中原有的特征曲线,从而获得大量新颖的设计方案,实现形态的继承和创新。将该创新设计方法应用于产品创新设计中,不仅可以实现多个三维模型的局部形态特征融合,还可以实现三维模型与图像、绘制曲线的特征曲线融合。

参考文献:

[1] 陈旭.产品形态设计及评价问题探索[J].桂林电子工业学院

学报,2000,20(2):87—89.

- [2] 熊兴福,曲敏,张峰.产品设计中的形态创意[J].包装工程,2005,26(6):171—173.
- [3] 祝燕琴.论产品设计中形态的创新[J].包装工程,2007,28(11):140—142.
- [4] 刘永翔.产品设计中形态创造途径与方法[J].工程图学学报,2004(3):86—90.
- [5] 王凯,孙守迁,杨颖.基于风格描述的产品外形设计[J].包装工程,2004,25(2):148—150.
- [6] HSIAO S W, LIU M C. A Morphing Method for Shape Generation and Image Prediction in Product Design [J]. Design Studies, 2002, 23(5): 523—556.
- [7] 李明珠.形状混合理论的研究与应用[D].镇江:江苏大学,2007.
- [8] 杨华春.基于设计草图的产品三维模型检索技术研究[D].镇江:江苏大学,2009.
- [9] 章菲倩,孙正兴,张尧焯,等.采用单笔画草绘的三维模型编辑方法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2010,22(9):1522—1528.

(上接第29页)



图6 茶杯托架健壮设计方案及使用方式

Fig.6 The robust design and using way of the cup holder

架能适应不同用户在工作台、书桌、床头板等不同的环境下使用,从而满足健壮性要求。

4 结语

提出了基于使用方式的产品健壮设计理论和方法,以产品使用方式为切入点,结合健壮因子的贡献度因素,创新性地采用行为动作生成和行为序列重构,优化产品使用方式与产品功能的匹配关系,实现了产品安全、舒适、高效的人机交互目标。但由于影响产品健壮设计的不确定因素较多,同时,用户行为本身也具有模糊性和随意性,所以,在后期的研究中,

将进一步完善因素变差和评价体制,实现产品的强健壮性要求。

参考文献:

- [1] 冯乙.产品使用方式与其造型概念的关系研究[D].北京:清华大学,2006.
- [2] 倪瀚,姜君臣.基于生活形态的产品设计研究[J].包装工程,2010,31(24):8—10.
- [3] 蔡晓宁.以人的行为方式为导向的产品设计研究[D].合肥:合肥工业大学,2009.
- [4] MCDONOUGH William, BRAUNGART Michael. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things[J]. New York: North Point Press, 2006.
- [5] 郭惠听.稳健设计研究现状与模糊稳健设计研究进展[J].机械设计,2005,22(2):1—4.
- [6] 巫宗萍.健壮设计及其在机械设计中的应用[J].机械设计与制造,2003,3(5):133—136.
- [7] GALVAO A. Human-Centered System Architecture: a Framework for Interpreting and Applying User Needs, Proceedings of ASME DETC04/DTM-57545[M]. Salt Lake City: 2004.
- [8] 田国会,吉艳青.基于多特征融合的人体动作识别[J].山东大学学报(工学版),2009,39(2):43—47.