

工业设计

电动汽车内室软硬人机界面的整合设计

曾庆抒¹, 赵江洪²

(1. 湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082; 2. 湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082)

摘要: **目的** 探讨汽车人机界面设计流程及方法。**方法** 采用案例分析和理论框架构建的方法,提出了汽车内室软硬人机界面的整合设计框架。**结果** 通过某电动车内室人机界面的设计案例,对内室造型和交互系统进行整合设计,并通过测试评估进行了优化和迭代。**结论** 初步验证了该方法的有效性和可行性。**关键词:** 汽车内室; 人机界面; 造型设计; 交互设计; 整合设计

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)08-0047-04

The Integral Design of Soft and Hard Human Machine Interface in Interior Design for Electric Vehicle

ZENG Qing-shu¹, ZHAO Jiang-hong²

(1. State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2. School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: It discusses both design process and method in the vehicle HMI domain. By adopting the method in the construction of theoretical framework and case studies, it proposes a design frame to integrate software and hardware in vehicle HMI interaction design. The solution to integrate interior styling and interaction, which comes from electric vehicle HMI interior design case, has been preliminary verified under tests and evaluation to further optimize and iterate the result. It is recognized that this method could efficiently help designers to reach the objective in the integral design of soft and hard human machine interface in interior design for electric vehicle.

KEY WORDS: vehicle interior; HMI; styling design; interaction design; integral design

汽车人机界面设计是汽车设计领域的一个重要课题^[1],对于电动汽车人机界面的设计研究和实践,具有一定的现实意义。一方面由于新能源、新技术对车身结构和动力总成的革新,使得内室空间格局发生变化,这对内室造型(硬件)设计具有一定的驱动作用;另一方面,物理空间的拓展也驱动着交互(软件)设计空间的拓展,表现为车载系统信息容量的扩增、多维信息模型的构建以及全新交互方式的设计等,因此,汽车内室人机界面呈现出软硬设计相结合的特征。然而,目前的开发流程却是二者互为独立、各自发展,

这影响了设计质量,导致了用户体验的碎片化倾向。针对该问题,这里对比造型与交互设计流程,提出并构建了设计整合的框架,并通过自主品牌量产电动车人机界面的设计实例,初步验证了该框架的有效性。

1 汽车内室的软硬人机界面设计

在新能源与互联网的发展与驱动下,汽车内室人机界面呈现出造型(硬件)设计与交互(软件)设计结合的趋势。造型(硬件)设计是指以工业设计为背景的内

收稿日期: 2014-12-06

基金项目: 国家国际科技合作专项资助(2012DFG70310); 国家973科技计划(2010CB328001); 国家863计划(2012AA111802)

作者简介: 曾庆抒(1980—),女,湖南长沙人,湖南大学博士生,主要从事汽车内室设计、交互设计方面的研究。

室及零部件设计^[2],交互(软件)设计是指以信息内容为主体的车载系统显示、控制与交互方式的设计^[3],二者具有不同的设计方法、工具和流程。而用户体验不分“软硬”,尤其在执行驾驶任务时,用户对界面的认知与反馈是兼顾视觉、听觉和触觉等多通道连续体验的综合反映,因此,有必要将分离的研发团队和设计流程进行资源、对象和平台的整合,这对于汽车人机界面用户体验的概念诠释与设计表达有着积极的意义。

2 汽车内室造型与交互设计流程对比

汽车内室造型设计具有高复杂性、高投入和长设计周期的特点,是一个环环相扣具有时序性与阶段性特征的过程^[4]。Kunio Lwata将宏观汽车造型设计流程分解为概念设计阶段、三维模型构建阶段、造型效果虚拟表现阶段、油泥模型制作阶段和基于油泥模型的反求数模阶段,一般的开发周期1~3年不等^[5],见图1a。交互设计从需求确立、设计到评估是一个快速迭代、多次循环的过程,一般情况下交互设计的开发周期为一个月至半年不等^[6]。根据快速应用开发方法,交互设计的研发流程包括理解用户需求、提出概念模型、构建交互原型、测试评估等阶段^[7],见图1b。对比两个流程可见,造型(硬件)设计与交互(软件)设计在流程载体、设计对象等层面都有较大差异,造成设计方法和设计人的分离,严重影响了设计的质量,也造成了软硬界面交互体验分离的碎片化现象,因此,这里就汽车人机界面设计流程分离的问题展开研究。

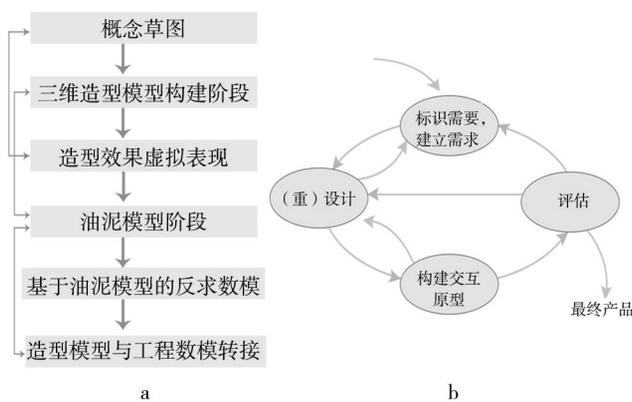


图1 汽车造型(硬件)设计流程与交互(软件)设计流程
Fig.1 Vehicle styling (hard) design process and interaction (soft) design process

3 汽车内室造型与交互设计流程整合

卡耐基梅隆大学的Asim Smailagic基于跨领域设计

流程的整合,提出了以用户为中心的跨领域并行系统设计方法,简称UICSM(a User-Centered Interdisciplinary Concurrent System Design Methodology)^[8],其目的是为了协同工业设计师、人机交互设计师、电气及机械工程师进行跨领域、跨流程的系统开发,并结合终端用户的测试评估进行产品的迭代与优化^[9]。UICSM通过整合各学科全流程的设计活动,对设计过程和对象进行抽象化,构建了产品开发的整合框架,从宏观上将各领域并行且分离的设计活动按照开发的时序关系,整合成3个阶段,即概念设计、深化设计和设计实施^[10]。UICSM产品开发构架(部分)见表1。

表1 UICSM产品开发构架(部分)
Tab.1 UICSM product development frame

学科	产品研发阶段		
	概念设计	详细设计	设计实施
机械工 程/工业 设计	1.回顾HCI所定义的问题情景	1.输入HCI情景	1. MEI任务和状态的列表
	2.选择HCI核心技术	2.添加任务追踪列表	2.输入HCI界面工作原型
	3.回顾HCI视觉情景版	3.解决方案列表	3.输入PM整合框架
	4.设计特征矩阵	4. MEI设计状态列表	4.整合MEI零部件
	5.设计可行性研究	5.设计问题解析	5.原型测试评估
人机 交互	1.用户调研	1.输入HCI设计情景	1.软硬件状态升级
	2.问题情景定义	2.添加任务追踪列表	2.产品原型脚本
	3.核心技术	3.用户界面设计	3.输入PM整合框架
	4.视觉情景版	4.系统安装	4.整合用户界面
	5. HCI可行性分析	5.设计总结	5.工作原型的测试运行
	6.回顾产品矩阵	6.用户评估和反馈	6.完成和调整
	7.回顾可行性研究		
	8.解决方案情景		
	9.用户界面概念设计		

这里基于UICSM所提出的面向流程整合的3个阶段,将造型设计与交互设计的开发流程整合成概念发散、完善设计、测试评估3个阶段,见图2。概念发散阶段是指,通过软硬件关系的匹配将造型设计中的内室部件、人机参数与交互设计的信息构架、交互方式进行映射,在整合设计输入的基础上进行概念发散。完善设计阶段是指,通过软硬件设计风格的匹配来整合造型设计、材质、色彩、工艺(CMF)、图形用户界面(GUI)的视觉语言,进行造型和界面的视觉设计。测试评估阶段是指,通过实体评估与虚拟测试相结合的



图2 造型(硬件)与交互(软件)设计的流程整合框架

Fig.2 The process integral frame of styling (hard) design and interaction (soft) design

方法,对内室模型与交互系统的工作原型进行测试评估,在此基础上进行设计的迭代和优化。

4 自主研发电动车人机界面设计实践

本案例基于湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室自主电动车研发项目,通过电动车内室造型设计与车载系统交互设计的实践,对造型与交互设计流程整合框架进行实例验证,开发过程共分为3个阶段,即概念发散、完善设计和测试评估,设计全过程见图3。



图3 电动车人机界面设计流程

Fig.3 Electric vehicle HMI design process

4.1 概念发散

概念发散整合造型(硬件)与交互(软件)设计的前期输入,整合设计的关键是在软硬件关系匹配的基础上进行概念发散。所谓软硬件关系,是指造型与交互设计关联与制约的驱动机制,在本次电动车人机界

面设计中表现为3个层面,见图4。

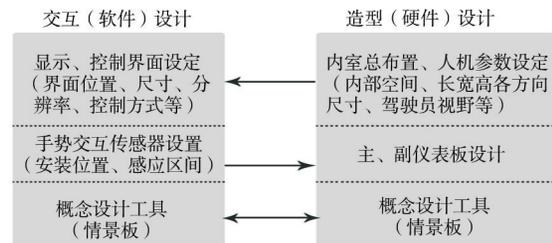


图4 软硬件关系匹配

Fig.4 Matching relationship between soft and hard design

第一,在概念发散阶段内室总布置、人机参数的输入制约着显示、控制界面的设定,在这一层关系中是造型(硬件)对交互(软件)的设计驱动。例如总布置的内部空间及宽度方向尺寸,就直接制约着主仪表盘显示界面的分布位置、方向和尺寸;副仪表盘宽度则对该区域控制界面的按键及其交互方式产生直接影响。

第二,概念发散阶段确定车载系统采用手势控制的交互方式,因此实现手势功能的传感器及元件的安装、设置就成为主、副仪表盘造型设计的约束,在这一层关系中是交互(软件)对造型(硬件)的设计驱动。在本次设计中,传感器的感应区域尺寸为:200 mm × 10 mm,空间高度需大于500 mm;经测试,手势控制界面的最佳位置在驾驶者右侧前臂舒适区域,因此,传感器的设置成为副仪表盘造型设计的重要因素,这也是通过交互方式的创新驱动造型(硬件)设计的表现。

第三,在概念设计的工具层面构建情景板,旨在建立造型(硬件)与交互(软件)设计的“情境依存”关系,即二者受同一情境材料的驱动,使原本分离的设计活动具有相似的触发情境,在原本独立的设计过程中建立二者的情境依存关系^[11],因此,是造型(硬件)与交互(软件)设计互为驱动。在本次设计中,概念主题定位为“科技感”,视觉看板表达科技感概念之下的“灵动、优雅”设计主题和视觉线索。围绕这一设计概念,造型设计师和交互设计师分别获取表达主题的多张产品图片和交互技术图片。整合概念和视觉的情景板,通过相似风格、相似概念和相似景象为设计师提供了沟通与交流的平台,确保了软硬件界面风格的匹配和设计元素的统一,为电动车人机界面交互设计的软硬件整合起到了积极的驱动作用,如图3③。

4.2 完善设计

本阶段整合造型(硬件)与交互(软件)设计的设计风格,进行内室造型、CMF与GUI的完善设计,在此过程中,造型(硬件)与交互(软件)设计并行,分为两

个步骤。

1) 内室造型草图和交互设计流程探索。内室造型草图设计基于对外观造型主要特征的提取,即硬朗的折面和型体的嵌套关系,主要体现在主、副仪表板的“T”字型特征。此外,通过主仪表盘在空间高度上的造型设计,用来安装显示和控制界面,分别是位于仪表盘罩板上部的嵌入界面、方向盘中部的嵌入界面和中控界面,三者的显示内容分别对应行车信息、驾驶辅助和娱乐信息。由于3块界面的不同方位和不同功能,因此需要分别构建相应的信息构架和交互流程,如图3④的内室造型草图探索,图3⑤的信息构架和交互流程探索。

2) 造型效果图和界面视觉设计。在这一步中软硬件设计共同体现“科技感(灵动、优雅)”的概念主题,造型(硬件)设计是在草图的基础上对内室造型、材质、色彩、工艺进行深入的推敲和效果图绘制。手势交互传感器布置于中控面板上部,处于空调出风口之间,在材质上采用与出风口设计一致的金属装饰件,与方向盘、侧门板的金属装饰条形成内饰材质的呼应,同时,银色的质感也强化了科技感的概念主题,如图3⑥。交互界面的视觉设计分为3个部分:平视显示辅助驾驶信息界面、方向盘行车信息界面及中控娱乐信息界面。在进行视觉设计时,首先对界面元素进行简化处理,提炼出体现“科技感(灵动、优雅)”的视觉元素,例如环绕的光晕和渐变的线条。为了与中控面板的部件造型保持风格一致,摒弃了复杂的效果和多余的装饰,采用了短弧线和一小圆角为系统界面的装饰元素,这些元素在图标和字体设计中均有所体现,如图3⑦。

4.3 测试评估

本阶段是将造型(硬件)模型与交互(软件)工作原型相结合进行测试与设计优化。本次电动车人机界面设计的测试评估,分为数字模型评审与系统原型的用户测评。首先通过数字模型的评审对型面细节进行推敲和调整,如图3⑧,同时结合手势交互的传感器原件、工作原型,在虚拟驾驶室进行系统的测试评估。通过邀请用户参与测试,获取了有价值的反馈,如图3⑨。例如在传感器位置和手势动作之间存在空间上不配合的问题,传感器位于中控屏幕上方,用户进行手势操作时易产生误操作,需要对传感器位置进行向下移动,因此与之紧密相关的中控出风口位置也需作相应调整。在界面视觉方面,界面色彩的饱和度、明度及字体大小的设计,也需根据不同的显示位置而作出相应改变。通过本阶段的整合测试,造型(硬件)和交互(软件)设

计并行优化,加速了迭代周期。

5 结语

对于汽车人机界面设计工具、方法的探索还在不断完善,这也是本研究的理论价值所在。这里就造型(硬件)与交互(软件)设计流程进行了对比分析,提出并构建了软硬件整合设计的框架,即将汽车人机界面设计流程整合成概念发散、完善设计、测试评估3个阶段,对软硬件关系匹配、设计风格匹配、实体评估与虚拟测试相结合等设计问题展开了研究,并通过设计实践得到了初步验证。当前,结合成熟的汽车造型设计方法与交互设计方法将为相关领域的设计和开发提供一定的可行思路,对汽车人机交互界面设计具有现实意义。

参考文献:

- [1] 赵江洪,谭浩,谭征宇.汽车造型设计:理论、研究与应用[M].北京:北京理工大学出版社,2011.
ZHAO Jiang-hong, TAN Hao, TAN Zheng-yu. Car Styling: Theory, Research and Application[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2011.
- [2] 赵丹华.汽车造型的设计意图和认知解释[D].长沙:湖南大学,2013.
ZHAO Dan-hua. A Car Styling-based Study: the Designer's Intension and User's Interpretation[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
- [3] 谭浩,赵丹华,赵江洪.面向复杂交互情境的汽车人机界面设计研究[J].包装工程,2012,33(18):26—30.
TAN Hao, ZHAO Dan-hua, ZHAO Jiang-hong. Research on Automotive Human Machine Interface Design Based on Complex Interaction Context[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(18):26—30.
- [4] 赵丹华,何人可,谭浩,等.汽车品牌造型风格的语义获取与表达[J].包装工程,2013,34(10):27—30.
ZHAO Dan-hua, HE Ren-ke, TAN Hao, et al. Research on Semantic Acquisition and Expression of Car Brand Styling[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(10):27—30.
- [5] IWATA K. Effects on Creation Activities by Computerization of Product Development Process—Change of Development Process Innovation and Development Work on Automobile Companies[D]. Japan: Future University, 2003.
- [6] 赵丹华,赵江洪.汽车造型特征与特征线[J].包装工程,2007,28(8):115—117.
ZHAO Dan-hua, ZHAO Jiang-hong. Automobile Form Feature and Feature Line[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8):

(下转第59页)

得系列数据不可机械地依照单项数据进行评价。微妙的数据差别有时折射出同组两个样本各有优势,其数据与结果值得作出进一步综合考量。

该可用性评估测试设计的核心在于:其一,使用眼动仪作为数据记录的仪器,保持其测试及测试数据的客观性;其二,以平行测试作为可用性评估的基本测试方针,目的在于优选设计方案;其三,以分解视觉要素作为平行设计的样本制作标准,做到一组测试解决一个影响因子;其四,将兴趣区策略作为可用性测试的评估策略。经过测试与测试方法的反复修正,试图形成一种基于眼动仪的智能手机APP图形用户界面设计原型的可用性评估方法,并逐步形成测试与评估标准。该可用性评估方法可广泛应用于手持移动设备的可用性评估与可用性优化。

参考文献:

- [1] NIELSEN J. Usability Engineering[M]. Pittsburgh: Academic Press Inc, 1993.
- [2] JACOB R J K, KARN K S. Eye Tracking in Human-computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises[J]. Mind, 2003, 2(3): 4.
- [3] 常方圆. 手机多媒体交互视听系统设计研究与应用[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
CHANG Fang-yuan. Research and Application of the Audiovisual System for Mobile Phone's Interactive Multimedia Design[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [4] 程时伟. 手机用户界面可用性评估的眼动模型[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
CHENG Shi-wei. Usability Evaluation Model Based on Eye Track for Mobile UI[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.
- [5] KOHAVI R, LONGBOTHAM R, SOMMERFIELD D, et al. Controlled Experiments on the Web: Survey and Practical Guide[J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 2009, 18(1): 140—181.
- [6] POOLE A, BALL L J. Eye Tracking in HCI and Usability Research[J]. Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2006.
- [7] 张光强. 可用性测试中的视线追踪技术[J]. 人类工效学, 2001, 12(4): 9—14.
ZHANG Guang-qiang. The Eye Tracking Technology Used on Usability Test[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2001, 12(4): 9—14.
- [8] 胡凤培. 眼部跟踪和可用性测试研究综述[J]. 人类工效学, 2005, 16(2): 52—55.
HU Feng-pei. Review of Eye Tracking Technology and Usability Research[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2005, 16(2): 52—55.
- [9] JOHNSON J. Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Rules[M]. Morgan Kaufmann, 2010.
- [10] 戴均开, 葛列众. 手机原型界面的可用性评估[J]. 人类工效学, 2007, 18(13): 13—15.
DAI Jun-kai, GE Lie-zhong. Usability Evaluation of Mobile Phone Prototype User Interface[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2007, 18(13): 13—15.
- [11] 曾庆抒, 赵江洪. 汽车导航平视显示的信息组织和视觉设计[J]. 装饰, 2014(8): 66—67.
ZENG Qing-shu, ZHAO Jiang-hong. The Information Organization and Visual Design of Automobile Navigation HUD[J]. Zhuangshi, 2014(8): 66—67.
- [12] SMAILAGIC A. Evaluation of Audio-Centric CMU Wearable Computers[J]. ACM Journal on Special Topics in Mobile Networking, 1998, 6(4).
- [13] 曾庆抒, 赵江洪. 汽车导航平视显示的信息组织和视觉设计[J]. 装饰, 2014(8): 66—67.

(上接第50页)

115—117.

- [7] COOPER A. The Essentials of Interaction Design[M]. Beijing: Publishing House of Electronic Industry, 2011.
- [8] SMAILAGIC A, SIEWIOREK D. System Level Design as Applied to CMU Wearable Computers[J]. Journal of VLSI Signal Processing Systems, 1999, 21(3).
- [9] SMAILAGIC A, SIEWIOREK D. User-Centered Interdisciplinary Concurrent System Design[J]. ACM Mobile Computing