

基于符号学的车载手势交互的手势轨迹研究

张家祺, 文豪, 周坤, 李彩洁
(河北工业大学, 天津 300401)

摘要: **目的** 手势交互作为一种非接触式的自然交互方式, 将广泛应用于车载交互中。通过研究符号学理论结合感性研究方法, 分析符号学与车载手势交互的手势轨迹之间的关系, 从而形成一个从手势轨迹角度研究车载手势交互的设计流程, 更好地辅助车载手势设计。**方法** 以符号学理论为基础, 运用符号学的外延意义和内涵意义, 结合语义差异法、意象尺度法、层次分析法等, 收集并分析车载功能手势轨迹样本偏好, 挖掘用户对手势轨迹符号所产生的深层次需求, 将分析和提炼出来的关键手势轨迹符号应用于手势轨迹设计, 探索符号学与车载手势交互的手势轨迹之间的关系。**结论** 运用符号学理论对手势轨迹符号进行研究, 提出了一种基于符号学理论研究手势轨迹的方法和流程, 验证了符号学可以有效地应用于车载手势交互的手势轨迹设计。

关键词: 符号学; 手势轨迹; 车载功能符号; 车载手势交互

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)16-0187-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.16.029

Gesture Trajectory of Vehicle Gesture Interaction Based on Semiotics

ZHANG Jia-qi, WEN Hao, ZHOU Kun, LI Cai-jie
(Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

ABSTRACT: Gesture interaction as a non-contact natural interaction method will be widely used in vehicle interaction. The work aims to analyze the relationship between semiotics and gesture trajectory of vehicle gesture interaction by studying semiotics theory and perceptual research methods, thus forming a design flow for the study of vehicle gesture interaction from the perspective of gesture trajectory, so as to better assist the design of vehicle gestures. Based on semiotics theory and in combination with semantic differential, image scale method and analytic hierarchy process, etc., the extension and connotation meanings of semiotics were applied to collect and analyze the sample preferences of vehicle functional gesture trajectory, and excavate users' deeper needs on gesture trajectory symbols. The analyzed and refined key gesture trajectory symbols were applied to gesture trajectory design, and to explore the relationship between semiotics and gesture trajectory of vehicle gesture interaction. The semiotics theory is used to study the gesture trajectory symbols. A method and flow that study the gesture trajectory based on semiotics theory are proposed, which proves that semiotics can be effectively applied to gesture trajectory design of vehicle gesture interaction.

KEY WORDS: semiotics; gesture trajectory; vehicle functional symbol; vehicle gesture interaction

随着科技水平的发展和互联网技术的融合, 传统的车载物理交互方式, 已经很难满足更加自然和人性化的用户体验的要求, 自然交互使得人机交互的体验更加自然和高效, 这将成为未来重要的车载交互方式。自然交互是与计算机之间的双向信息交换和传递, 这种双向信息的形式是以各种符号和动作的方式

进行呈现的^[1]。自然交互中的手势交互是一种利用计算机图形学等技术, 对肢体语言进行识别和分析, 转化为系统操作命令^[2], 并且在驾驶过程中减少驾驶员分心, 提升驾驶安全系数的交互方式, 手势交互将广泛应用于车载人机交互中。目前, 景春晖等人提出了一种基于汽车造型特征线的车载手势设计方法^[3], 谭

收稿日期: 2019-04-05

作者简介: 张家祺 (1963—), 男, 天津人, 硕士, 河北工业大学教授, 主要从事产品设计及理论方面的研究。

浩等人设计出了一套三维手势与之匹配的车载信息系统产品^[4]，尹超等人分析了现实与虚拟现实之间的符号学联系，提出了VR中的手势是以现实为原型的符号化设计方法^[5]，谭征宇等人利用感性意象的方法，对三维手势进行了设计研究^[6]。许多学者和设计师对车载手势交互进行了多方面的探究，但并未从车载手势运动时所形成的手势轨迹方面，对车载手势进行设计和研究。本文从符号学理论方法入手，探究符号学与手势轨迹之间的关联性，收集并分析车载功能手势轨迹样本，对用户产生的感性意象和偏好，将分析和总结后的关键车载功能手势轨迹作为依据，应用于车载手势设计中，形成一个基于符号学的手势轨迹设计流程，从而更好地辅助车载手势设计。

1 符号学与手势轨迹的关系

1.1 符号学

符号学作为一种抽象的概念，是人类信息的传播途径。日常生活中各个方面都存在着符号学，例如语言、文字、手语、手势、图像、动作等。符号学是由符号实现意指（传达）作用的系统，并且所指的符号必须是由能指（符号形式）和所指（符号内容）构成的双面体^[7]。设计中的符号形式是设计人员传达给用户信息的载体，用户通过符号形式来感知符号内容，符号形式和内容相辅相成，后者是以前者为基础，共同构成符号的意义。符号学大师罗兰·巴尔特将符号学分为两层意义：外延意义和内涵意义^[8]。符号学的外延意义是一种相对表象的理解，即人们看到一个符号形式时，直观传递的表层意义。符号学的内涵意义是符号所包含的一些意味深长并有待联想的隐含性意义，例如宗教信仰、社会环境、心理暗示、文化背景等方面的深层次含义。对于符号学全面的理解，要通过对符号的外延意义（符号形式）和内涵意义（符号内容）两方面进行综合思考，才能对符号所要传达的意义有全面的理解。符号学的意义见图1。

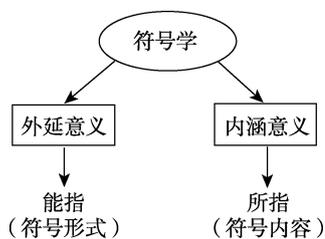


图1 符号学的意义

Fig.1 The significance of semiotics

1.2 车载手势交互的手势轨迹

在车载交互方式中，传统的物理按键和触摸屏式的交互方式，逐渐不能满足驾乘者追求更加简洁、易学、自然操作的交互体验，车载手势交互作为一种非

接触性的自然交互方式，可以在驾驶过程中实施操作指令时双手不直接与设备接触^[3]，这种方便操作同时增加使用乐趣的交互方式，将会被更多的驾乘者接纳和使用。手势识别主要分为静态和动态手势识别，静态手势识别是对于固定手势的识别，而动态手势识别主要是对手势的状态或运动轨迹进行识别^[9]。用户感知手势行为是通过捕捉手部的运动状态来实现的，即通过观察指尖运动形成短暂记忆，这种手指的运动就构成了一条时间维度上的动态线条^[3]，手势轨迹直观地体现了动态手势的使用状态。食指指尖跟踪的动态识别方法，正是通过指尖在空中来完成动态手势的操作，它能很好地呈现出所书写的手势，其运动幅度小并且动态手势轨迹更容易被设备识别^[10]，因此本文将食指指尖作为动态手势的捕捉点进行研究。

1.3 符号学与手势轨迹的关系

人机交互的本质是信息的传播与交流，当用户操作车载手势指令时，会对动态手势形成的轨迹产生直观的印象和记忆，从而形成了手势操作指令与手势轨迹的匹配关系。动态手势轨迹与车载手势设计是否被使用者所接纳相对应，动态手势形成的轨迹符号，就成为了判断车载手势设计能否被用户所接受和使用的重要依据。符号学源于人们的生活，是人类文明和社会价值的结晶，也是研究人类一切文化现象中系统化符号的理论。而手势轨迹要求从用户的知识和经验出发，以符合用户心理预期的方式进行设计，因此从符号学的角度对手势轨迹进行设计和研究，可以从用户的认知并符合心理预期的角度，进行手势轨迹设计，将最大限度地降低用户的认知负荷^[1]。在对目前的车载手势进行操作时，需要对不同车载功能对应的手势进行记忆和操作，繁琐和不符合使用者心理预期的手势动作，会增加用户的记忆难度，造成额外的记忆负担。根据手势轨迹的研究方法，可以将手势操作任务简化为符号，使用者只需记住符号，就可以与操作指令相对应，简化操作指令的记忆难度，通过轨迹符号呈现出符合使用者心理预期的操作任务符号轨迹，方便理解和记忆。

手势轨迹符号形式作为设计人员和用户间传递信息的载体，手势轨迹符号将直接关系到设计人员对车载指令的概念表达和用户操作指令的识别与理解。符号学作为研究符号的重要理论，通过对符号学的外延意义和内涵意义进行研究，将符合使用者心理预期的车载功能符号进行分类和梳理，并与符号学理论进行整合，对手势轨迹与符号之间的关系，进行分析和总结，发现两者的内在联系，完善手势轨迹对使用者反馈信息的传达，分析出最符合使用者认知和情感的手势轨迹符号，将其融入车载手势设计的重要研究环节，并作为参考依据，解决车载手势设计不符合人的心理预期和情感认知等问题。

2 基于符号学的手势轨迹研究

2.1 手势轨迹的总体设计需求

在驾驶过程中,传统的物理按键和触屏等车载交互方式,会在驾驶员的行驶过程中对驾驶员造成分心和干扰,使驾驶安全受到不同程度的影响。车载手势交互符合人们的操作习惯,满足内心的情感需求,操作简单并为驾乘者带来更加舒适的用户体验。

在对车载交互手势轨迹进行研究之前,要对现存的问题进行分析和优化,然后根据符号学理论与用户的感性需求和心理预期等方面相结合,设计出更能被驾乘者所接受的车载交互手势。综合考虑后,车载交互手势轨迹符号应符合以下要求:(1)操作简单,让驾乘者减少记忆负担;(2)符合驾乘者的情感需求和使用习惯;(3)保证汽车驾驶的安全性,避免操作失误,区别不同车载功能的手势轨迹,具有差异性;(4)满足不同年龄层的驾驶员使用,实现认知操作的通用性。

2.2 基于符号学的手势轨迹设计流程

符号学作为连接设计者与用户之间的媒介,使设计表现中符号元素所代表的内容和意义,能在设计中充分表达并进行传达的方法,已经广泛应用于多个领域的设计流程中^[1],但是从手势轨迹角度对车载交互手势设计的研究尚未得到延展。手势交互作为一种形式丰富、表达情感极强的交流方式,理应在设计流程中融入符号学的理论研究^[7]。根据上述分析,将符号学理论的外延意义和内涵意义结合语义差异法、意象尺度法、层次分析法等方法,更有利于车载手势的设计和研发,因此提出将符号学的研究方法,融入车载手势交互的手势轨迹设计流程中,见图2。

2.3 具体设计流程

运用符号学理论的外延意义,通过网络、书籍、手语、标志等渠道,大量收集车载功能手势轨迹样本,运用KJ法分类并进行分析、比较、筛选后,得出车载功能轨迹样本。运用语义差异法,收集车载功能轨迹样本的感性意象词汇,并通过专家论证法,对感性意象词汇进行筛选,确定关键感性意象词汇。通过以Likert量表为标准的问卷调查进行分析,并根据问卷调查结果,结合意象尺度法绘制意象尺度图,总结手势轨迹样本的特征和用户对轨迹符号样本的偏好,并对问卷结果进行分析。

运用符号学的内涵意义与层次分析法绘制层次分析图,分析使用者更深层次的需求,总结出具体设计要素和深层含义,结合车载功能轨迹样本分析结论,确定关键轨迹符号。

将关键轨迹符号进行编程并输入Leap motion设备进行仿真操作,通过问卷调查对使用者真实的操作结果进行分析,并绘制车载手势的满意度雷达图,分

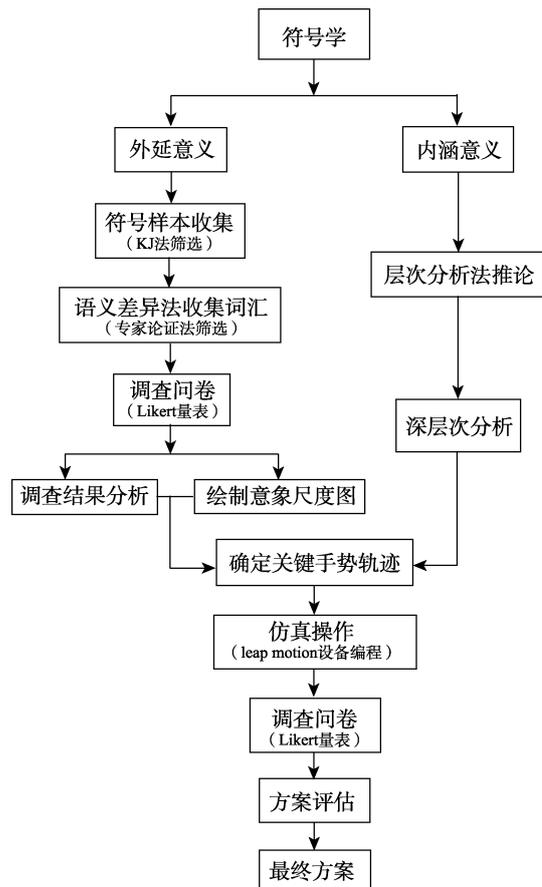


图2 车载手势轨迹设计流程

Fig.2 Design process of vehicle gesture trajectory

析调查结果和总结使用者的反馈意见,确定最终的车载手势设计方案。

3 车载音乐功能轨迹符号设计过程

3.1 车载音乐功能

汽车未来发展的趋势,已经不再认为汽车只是单纯的出行代步工具,而是融入更人性化的驾乘体验。随着生活品质的提高和车载音乐设备体验效果的增强,在驾驶过程中听音乐已经成为了许多驾驶员的驾驶习惯。车载音乐成为驾驶员在旅途中缓解疲劳的重要途径,并且可以帮助驾驶员改善情绪,提高意识活跃水平,有利于维持驾驶绩效^[12]。本文选取车载音乐开启功能作为典型案例,对其进行手势轨迹设计和研究,将其带入整个设计流程中,进行详细的手势轨迹设计流程操作和符号学方法的应用,从而更好地验证符号学与手势轨迹设计之间的有效性和可用性。

3.2 车载音乐功能轨迹符号外延研究

音乐功能轨迹符号的外延意义,是用户看到音乐功能轨迹符号形式和轮廓所传达的表层意义。首先,根据符号学的外延意义(符号形式)对音乐符号的样本进行收集和总结,通过网络、书籍、手语、标志等渠道,大量收集音乐相关的符号并对其进行整理和分

类,共收集了200个音乐功能轨迹符号样本,运用KJ法去除模糊不清、图不达意的音乐轨迹符号样本,并考虑相似性、特征性和多元性后,最终确定16个音乐功能轨迹符号样本。运用语义差异法,对音乐功能轨迹符号样本进行感性意象词汇收集,邀请50位调查者对这16个音乐功能轨迹符号样本进行观察和

研究,调查对象均为有驾驶经验并使用过现有手势交互产品的使用者,要求每位调查者分别从音乐功能轨迹符号样本形式和车载手势音乐功能的使用习惯,结合16款样本,对音乐功能轨迹符号的感性意象词汇进行收集,并确保每个音乐功能轨迹样本感性意象词汇的数量不少于20个。音乐功能轨迹样本见图3。

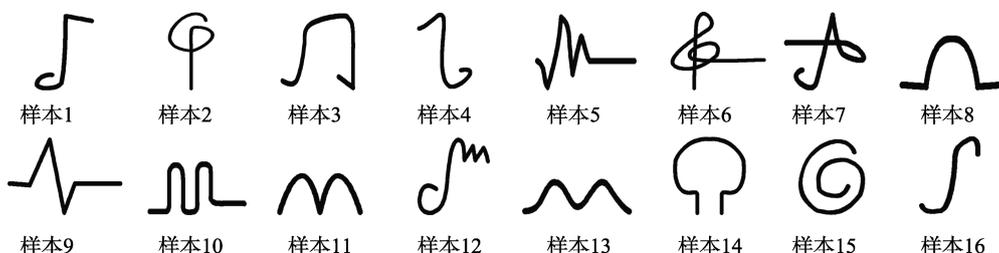


图3 音乐功能轨迹样本
Fig.3 Music function trajectory sample

将收集到的感性意象词汇进行汇总和整理,运用专家论证法对收集的感性意象词汇进行筛选,邀请6名专家对调查者提供的感性意象词汇进行分类,并排除词不达意、模糊不清、用词不当、词义重复的感性意象词汇。将筛选后的感性意象词汇按照词义排列分成20组,并让调查者对这20组感性意象词汇再次进行筛选,最终确定两组作为最关键的感性意象词汇,即简洁—复杂、易记—难记。

对于收集的音乐功能轨迹符号样本是否符合用户心理预期,展开问卷调查。问卷分为3组对样本进行打分,第一组为是否符合用户的心理预期进行打分,第二组为对感性意象词汇中的简洁—复杂进

行打分,第三组为对感性意象词汇中的易记—难记进行打分,该问卷对现有的音乐功能轨迹符号样本根据Likert量表的评价标准进行打分,心理预期评分见图4。第一组量表分为,“10分”代表轨迹符号样本最符合用户的心理预期,“-10分”代表轨迹符号样本最不符合用户的心理预期。第二组量表分为,“10分”代表轨迹符号样本最简洁,“-10分”代表轨迹符号样本最复杂。第三组量表分为,“10分”代表轨迹符号样本最易记,“-10分”代表轨迹符号样本最难记。将Likert量表评价标准进行5档分类,分析调查者对样本是否符合用户的心理预期进行量化,为音乐轨迹功能符号的研究提供更为准确、可靠的数据来源。样本问卷调查统计见表1。



图4 心理预期评分
Fig.4 Psychological prospect score

表1 样本问卷调查统计
Tab.1 Sample questionnaire survey and statistics

样本编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
心理预期	3.41	2.82	0.86	1.91	1.27	-2.8	-2.8	2.77	1.5	0.55	4.14	-1.7	2.86	-0.5	2.55	1.09
简洁复杂	1.91	4.14	2.23	2.45	2.77	1.73	2.4	1.86	3.68	2.32	2.82	1.82	2.5	1.45	1.23	1.73
易记难记	3.27	3.41	2.95	2.27	4.5	2.41	3.4	2.09	2.09	1.73	3.77	1.14	4.09	0.23	1.86	-0.4
平均得分	2.86	3.47	2.02	2.21	2.85	0.42	1.0	2.24	2.42	1.53	3.58	0.41	3.14	0.39	1.86	0.8

根据表1心理预期一栏中的样本评分可以看出,样本11分值最高,样本1和样本13分数次之,样本6和样本7分值最低。通过对较高分值的样本进行分析后发现,其样本的样式普遍存在于日常生活中,类似的形态和样式的产品与图形,较高频率地出现在人

们的印象中,给人带来的记忆性和辨识度比较强烈。当人们看到时,与其心理预期的音乐功能轨迹符号相似,第一反应会给予较高的分数,得到调查者更高的偏好。对分值较低的样本进行分析后发现,其符号样式和形态不常见于日常生活中,形态比较复杂,给调

查者的第一印象不太容易记忆,并且不能第一时间被调查者所接受,与其心理预期的音乐功能轨迹符号有较大的差距。由表 1 平均得分一栏中的样本数值发现,样本 11 的分值最高,样本 2 和样本 13 分值次之,样本 12 和样本 14 分值最低。

意象尺度法是通过对用户评价某一种事物的层次心理量的测量、计算、分析,降低人们对某一种事物的认知维度,并得到意象尺度图,比较其分布规律的一种方法^[13]。通过绘制音乐功能轨迹的感性意象尺度图,可以直观地看到每个音乐样本符号对人所产生的不同的情感认知因素,并发现音乐符号样本的分布规律和用户对样本的偏爱程度。将轨迹符号结合 Likert 量表,绘制音乐功能符号轨迹感性意象尺度。以 Likert 量表中对感性意象词汇的分值结果为依据,将感性意象词汇简易—复杂的分值,作为每个样本 y 轴的坐标点,感性意象词汇易记—难记的分值,作为每个样本 x 轴的坐标点,依次将 16 个样本标记在感性意象词汇的意象尺度坐标图中,分析感性意象词汇与样本之间的影响关系,从而更加直观地看出音乐样本符号对用户情感产生的影响因素,最终获得基于感性意象词汇的感性意象尺度图,见图 5。

由图 5 可知,样本 5 的分值最高,样本 2 和样本 13 分值次之,样本 16 和样本 14 分值最低。通过对较高分值的样本进行分析和总结发现,其样本的造型比较简洁,容易记忆,并且样本的线性比较简单,可以很快地被用户记住并能很好操作。对分值较低的样本进行分析总结后发现,形态相对比较复杂,线性转折比较多,不容易被用户记住,增加了记忆的负担,很难被用户接受。

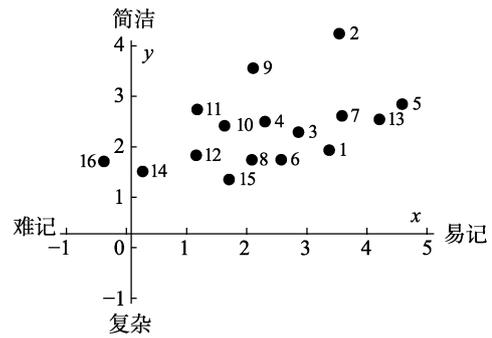


图 5 感性意象尺度
Fig.5 Perceptual image scale

3.3 车载音乐轨迹符号内涵意义研究

车载音乐轨迹符号的内涵意义,是音乐轨迹所包含的一些意味深长,并有待联想的隐含性意义。层次分析法可以最大限度地将用户的深层次感性需求分析出来^[14],通过音乐符号内涵意义,即所指(符号内容)结合层次分析法,将音乐功能轨迹符号深层次的感性需求和要素分析挖掘出来。根据音乐功能轨迹符号的内涵意义,通过对跟层的分析,逐渐向每一层进行研究,每一层的分析都是上一层的深入和发散,挖掘用户更深层次的感性需求。对于音乐功能轨迹符号的感性研究中,最重要的核心就是驾乘安全和用户体验,即可作为层次分析的跟层。操作性、辨识性、记忆性、情感与预期是层次分析的基本层,操作简单、舒适性、关联性、完整性、心理预期等即是层次分析的扩展层。通过符号学的内涵意义和层次分析法,绘制出符合用户更深层次感性因素的音乐轨迹层次分析,见表 2。

表 2 音乐轨迹层次分析
Tab.2 Analytical hierarchy process of music trajectory

跟层	基础层	拓展层	形态层	本质要素	技术特性	
驾乘安全和用户体验	操作性	操作简单	避免误操作	整体	减少操作流程	
		舒适性	人机工程	整体	增加舒适性	
		重复性	疲劳性	局部	减少系统干扰	
		识别性	关联性	特征明显	整体	符号易识别
			特征性	细节清晰	整体	传统元素结合
	记忆性	简洁性	反馈信息	局部	要素体征明显	
		完整性	减少记忆负担	整体	记忆延续	
		明确性	连续性	局部	辅助记忆	
		准确性	继承元素	整体	联想记忆	
		情感与预期	心理预期	满足心里需求	局部	符合心里反馈
情感要素	附加值		整体	造型圆润		
趣味性	愉悦值		局部	避免冲突		

通过综合分析符号学的外延意义,并结合符合心理预期、感性意象尺度图、平均分值的结果,可得出样本 1、样本 2、样本 8、样本 11 和样本 13 成为较高分值的样本次数最多,根据符号学的内涵意义和层

次分析法研究,音乐符号样本应满足层次分析图中跟层、基本层、拓展层、形态层、本质层和技术特性所体现的用户深层次需求,最终得出结论,样本 13 是 16 个音乐功能轨迹符号样本中,被调查者接受程度

最高的样本,样本 1、样本 2、样本 8 和样本 11 次之。样本 13 为音乐符号轨迹样本中最符合调查者需求的音乐功能轨迹符号,因此将样本 13 确定为关键音乐轨迹,其他较高分样本作为备选方案。

4 最终方案评估

4.1 仿真操作

Leap motion (中文名为“厉动”)是一款识别手势采集的设备,通过绑定视野范围内的手、手指或者工具来提供实时数据,也能实时地识别场景中的手势和自定义数据,并根据每帧和前帧检测到的数据生成运动信息,直观地呈现在显示器中并反馈出相应的操作指令^[15]。将 Leap motion 手势识别技术应用于手势轨迹的研究中,可以使调查者更加直观地感受到车载手势设计的仿真操作体验。将关键音乐功能轨迹符号在 Leap motion 程序中进行编程,并将音乐功能轨迹符号作为车载音乐功能开启的操作指令,进行操作实验,仿真操作划分为 5 个档次的分值区间进行打分。10 分为非常满意,5 分为较为满意,0 分为满意,-5 分为不满意,-10 分为非常不满意。结合对手势轨迹设计应满足的总体设计要求,总结为 4 个评分角度,分别为易用性、情感性、准确性和通用性。邀请 50 名调查者首先对关键音乐功能轨迹符号进行记忆,使用食指指尖作为捕捉点在 Leap motion 设备上对音乐功能开启指令的真实操作,见图 6。在调查者完成仿真操作后,对音乐功能车载手势设计的满意程度和总体要求进行评分,并根据评分结果绘制车载手势满意度雷达图,最终将评价结果进行总结。



图 6 调查者方案仿真操作

Fig.6 Investigator scenario simulation operation

4.2 调查结果分析

通过调查者对关键音乐功能车载手势设计进行仿真操作,并对调查结果进行统计和总结。对 50 名调查者的问卷结果进行总结后,可得出对音乐功能车载手势设计的满意程度打分,为 7.61 分,处于较满意的范围内,并根据易用性、情感性、准确性和通用性的打分结果,绘制车载手势满意度的雷达图,见图 7。根据雷达图的结果可以看出,4 个要求的评价分值均高于 5 分,证明了该手势设计的合理性,并得到了调查者良好的反馈。根据符号学的理论与语义差异法、意象尺度法、层次分析法等方法进行分析后,依据调查者的操作和评价,确定关键轨迹符号作为音乐功能车载手势设计,仿真验证后获得了调查者较好的反馈,最终证明基于符号学的车载手势轨迹,是一种可行的车载交互手势设计研究方法。

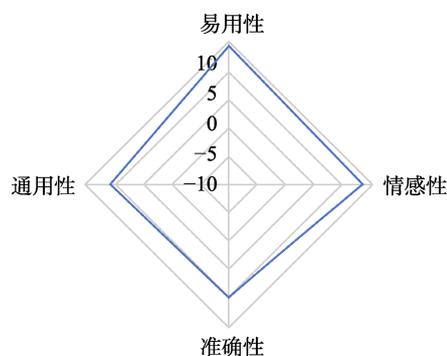


图 7 车载手势满意度的雷达图

Fig.7 Radar chart of vehicle gesture satisfaction

5 结语

车载手势在现阶段还没有形成完整的设计体系和流程,为了完善车载手势设计的构建,并设计出符合使用者心理预期的车载手势设计,通过研究符号学的理论体系,结合感性量化研究等方法,对车载音乐功能手势轨迹整体设计流程进行了实验和研究,从而提出了基于符号学与手势轨迹相结合的设计研究方法,从符号学的外延意义结合语义差异法、意象尺度法等感性研究方法,分析和总结调查者对轨迹符号的感性偏好,通过符号学的内涵意义结合层次分析法,分析手势轨迹符号更深层次需求并确定关键轨迹符号。将轨迹符号编程输入 Leap motion 设备中,让调查者更为直观地操作和体验车载功能手势轨迹,总结和分析用户的真实感受与评价,验证用户对车载手势设计方案的满意程度。符号学与车载手势轨迹相结合,将车载功能符号与手势轨迹相对应,能更容易地被用户所接受,并从驾乘者感性角度对车载手势轨迹进行了分析和研究,为手势设计提供了有效的参考依据。最终结果表明,符号学作为连接车载手势和手势轨迹的感性桥梁,证明了符号学在车载手势交互设计领域

中的可行性和应用性,从而验证了基于符号学的手势轨迹研究,是一种可行的车载手势设计方法,为今后的车载手势设计,提供了新的设计思路和参考价值。

参考文献:

- [1] 尹超. 事件原型衍生的自然交互设计与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2014.
YIN Chao. Nature Interaction Derived from Event Prototype Design and Application[D]. Changsha: Hunan University, 2014.
- [2] 曾丽霞, 蒋晓, 戴传庆. 可穿戴设备中手势交互的设计原则[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 135—138.
ZENG Li-xia, JIANG Xiao, DAI Chuan-qing. Design Principles of Gesture Interaction in Wearable Devices[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 135—138.
- [3] 景春晖, 张晶. 基于造型特征线的汽车手势交互设计[J]. 包装工程, 2017, 38(4): 122—126.
JING Chun-hui, ZHANG Jing. Automobile Gesture Interaction Design Based on Shape Feature Line[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(4): 122—126.
- [4] 谭浩, 李薇, 谭征宇. 车载信息系统三维手势交互产品设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(18): 45—48.
TAN Hao, LI Wei, TAN Zheng-yu. Research on 3D Gesture Interactive Product Design of Vehicle Information System[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(18): 45—48.
- [5] 尹超, 何人可. 符号学在 VR 手势交互设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2013, 34(22): 13—15.
YIN Chao, HE Ren-ke. The Application of Semiotics in VR Gesture Interactive Design[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(22): 13—15.
- [6] 谭征宇, 戴维, 谭浩. 基于意象的三维手势设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(4): 61—65.
TAN Zheng-yu, DAI Wei, TAN Hao. The Research of 3D Gesture Design Based on Imagery[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(4): 61—65.
- [7] 齐秀芝. 符号学视角下产品设计表现研究[J]. 机械设计, 2013, 30(7): 124—126.
QI Xiu-zhi. Research on Product Design Performance from the Perspective of Semiotics[J]. Mechanical Design, 2013, 30(7): 124—126.
- [8] 吴琼. 基于符号学的产品设计[J]. 包装工程, 2007, 28(9): 128—130.
WU Qiong. Product Design Based on Semiotics[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(9): 128—130.
- [9] 黄俊, 景红. 基于 Leap Motion 的手势识别在虚拟交互中的研究[J]. 计算机应用研究, 2017, 34(4): 1231—1234.
HUANG Jun, JING Hong. Research on Gesture Recognition Based on Leap Motion in Virtual Interaction[J]. Application Research of Computers, 2017, 34(4): 1231—1234.
- [10] 谈家谱. 基于指尖信息的手势识别与人机交互应用研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.
TAN Jia-pu. Research on Gesture Recognition and Human-Computer Interaction Based on Fingertip Information[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2016.
- [11] 王亮. 基于符号传达理论的网络产品可用性研究[J]. 包装工程, 2010, 31(14): 5—8.
WANG Liang. Research on Usability of Network Products Based on Symbolic Communication Theory[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(14): 5—8.
- [12] 赖武宁. 车载音乐对汽车驾驶员心理负荷及驾驶行为的影响研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016.
LAI Wu-ning. Research on the Influence of Car Music on the Mental Load and Driving Behavior of Motorists[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2016.
- [13] 朱上上, 罗仕鉴, 赵江洪. 基于人机工程的数控机床造型意象尺度研究[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2000(11): 873—875.
ZHU Shang-shang, LUO Shi-jian, ZHAO Jiang-hong. Research on Modeling Scale of NC Machine Based on Ergonomics[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2000(11): 873—875.
- [14] 朱彦. 基于感性工学的家庭服务机器人外形设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(14): 50—54.
ZHU Yan. Research on Shape Design of Home Service Robot Based on Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(14): 50—54.
- [15] 江于超. 体感来势汹汹不一样的 Leap motion[J]. 电脑迷, 2013(11): 32—33.
JIANG Yu-chao. Somatosensory and Menacing Different Leap motion[J]. Computer Affair, 2013(11): 32—33.