

基于视觉行为的智能车载交互界面色彩编码研究

晏彪¹, 吴晓莉^{2,3}, 唐开元³

1. 中航光电科技股份有限公司, 洛阳 471003; 2. 南京理工大学设计艺术与传媒学院, 南京 210094; 3. 河海大学人因与信息系统交互实验室, 常州 213022

摘要:对智能车载交互界面信息进行色彩编码,提高视觉信息的辨识度,从而降低驾驶员在驾驶过程中的认知负荷,提高驾驶员在行驶过程中的认知绩效及驾驶安全性。对驾驶员在驾驶过程中视觉认知过程进行分析,构建视觉注意模型。然后通过问卷形式来获取视觉信息功能元素的操作复杂度、驾驶相关度和使用频率之间的关系,结合调研结果得到使用权重较高的功能元素。对使用权重高的功能元素进行图标设计,通过用户反馈得出最优的图标色彩编码。依据图标方案用户调研数据,在某汽车企业的三种企业形象色中,蓝色是相对于其他两种颜色易于捕获的色彩。蓝色易于驾驶员在行驶过程中进行注意捕获,从而提高驾驶员的认知绩效,将蓝色应用于智能车载信息交互界面呈现的设计中。

关键词:注意模型;色彩编码;车载信息交互;图标可视化

中图分类号:J524

文献标识码:A

文章编号:2096-6946(2020)06-0111-05

DOI:10.19798/j.cnki.2096-6946.2020.06.014

Color Coding of Intelligent Vehicle Interactive Interface Based on Visual Behavior

YAN Biao¹, WU Xiaoli^{2,3}, TANG Kaiyuan³

1. AVIC Jonhon Optron Technology Co., Ltd., Luoyang 471003, China; 2. School of Design Art & Medial, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China; 3. Lab of Human Factors and Information System Interaction & Design, Hohai University, Changzhou 213022, China

Abstract: The work aims to conduct color-code on the information of the intelligent vehicle interactive interface to improve the recognition of visual information, thereby reducing the driver's cognitive load during driving, improving the driver's cognitive performance and safety during driving. The driver's visual cognition process during the driving is analyzed to build a visual attention model; then the questionnaire is used to obtain the relationship between the operational complexity of the visual information functional elements, the driving relevance and the frequency of use. Combined with the survey results, function elements with high weight are obtained. The icon design is performed on the function elements with high weight, and the optimal icon color coding is obtained through user feedback. Based on user survey data of the icon scheme, in the three colors of company image, blue is a color that is easier to capture than

收稿日期:2020-09-02

基金项目:江苏省哲学社会科学重点资助项目(2017ZDIXM023);江苏省社科应用研究(20SYB-045);江苏省社科基金项目(20YSB013);江苏省自然科学面上项目(BK20181159);江苏省重点研发计划(社会发展)项目(BE2019647)

作者简介:晏彪(1996—),男,河南人,中航光电科技股份有限公司工程师,主要研究方向为信息可视化。

通讯作者:吴晓莉(1980—),女,新疆人,博士,南京理工大学设计艺术与传媒学院教授,博士生导师,主要研究方向为人因与设计工效学。

the other two colors. Blue is easy to capture the attention of the driver during driving, which improves the driver's cognitive performance. Blue is used in design of intelligent vehicle information interaction interface presentation.

Key words: attention model; color coding; vehicle information interface; icon visualization

随着汽车产业的快速发展,汽车已经从传统的交通工具发展为一个复杂的人机交互系统,因此汽车也成为了一个多样化的信息平台。由于信息容量的不断扩充,驾驶员获取信息的复杂程度也逐渐增大,给驾驶员带来了诸多的驾驶安全隐患。通过对智能车载人机交互的视觉信息研究来降低驾驶员获取信息的复杂度,主要基于驾驶员的注意捕获,对智能车载信息交互界面的色彩编码进行研究,从而提高搜索效率,降低驾驶过程中的安全风险。

一、色彩编码研究现状

在数字信息界面的研究中,颜色编码对界面设计有着十分重要的影响。Ahlatrom^[1](2017年)采用层次化的明度编码对航空战斗显示界面进行改良设计分析。Amadiou^[2](2011年)通过对界面颜色的分析,提出了界面颜色的使用方法。Huang^[3](2012年)通过探讨不同图标和背景色的组合方式,得出最具有美学的组合方式。Michalshi^[4](2014年)通过对不同色彩的图像面板工具栏的研究,探索了不同色彩或色彩组合对搜索过程的影响。Peter^[5](2003年)指出红色会使用户产生焦虑,从而会降低用户的认知绩效。Hsieh^[6](2017年)通过实验证明了色彩信息对图标识别的反应时和图标感知有着重要的作用。李晶^[7](2016年)提出利用亮颜色之间的相互干扰反应时间之差判断注意捕获程度,研究了飞机辅助飞行系统弯道情景仿真界面,证实了目标色差相同时,低明度背景上的目标更易被认知。李为^[8](2000年)研究了在信息显示中字符颜色编码的视觉功效及其影响,得出了搜索时间随前景色与背景色之间色差的增大而减小。杜晶^[9](2018年)研究了颜色编码对HUD和HDD相容性影响的研究。金亮^[10](2016年)通过对雷达显示界面提取颜色编码,通过实验为雷达信息界面提供了一定的依据。张杰^[11](2012年)通过对飞机界面信息的研究,得出了飞行界面最佳的颜色组合。侯艳红^[12](2008年)得出色彩背景信息可以影响用户的生理状态,对用户的认知也会有一定的影响。

国内外学者已经对色彩编码有了一定的研究,为课题研究做了一定的理论基础。本课题主要以智能车载信息界面为载体,建立驾驶员智能车载视觉注意模

型,通过对智能车载信息界面色彩编码研究,来降低驾驶员的认知负荷,提高驾驶员在行驶过程中的搜索效率。

二、驾驶员的智能车载视觉注意模型

在认知心理学中,影响视觉信息的要素主要是信息的色彩、形状、方向、大小及位置(布局)。将智能车载视觉信息从颜色、形状、方向、大小及位置(布局)等方面对视觉信息进行系统设计,会有助于驾驶员对智能车载信息系统视觉信息的识别。根据布罗德本特^[13](1957年,1958年)提出的过滤器模型可知,驾驶员的注意范围是有限的,在行驶过程中驾驶员不能将全部注意力都集中在智能车载信息界面上,同时,也不会对智能车载界面中的所有信息进行认知。薛澄岐^[14](2015年)认为注意捕获就是基于注意机制中的刺激驱动注意,某些具有奇异特征的刺激不受当前目标任务的约束而自动吸引注意的现象。并将吸引注意的元素分为方向特异、形状特异、尺寸特异和色彩特异等四种特异类型。李乐山^[15](2004)将注意分为选择注意、聚焦注意、分割注意和持续注意四种形式。根据驾驶员视觉行为构建视觉注意模型,见图1,当人机界面元素特异性的刺激引起人的注意,用户就会对进入注意机制的信息进行识别,对识别的信息进行进一步感知加工,经过选择、判断,大脑对信息处理之后进行决策,最后做出相应的反应。

影响视觉注意的元素有色彩、方向、位置、形状和大小等。本文主要对视觉信息进行颜色编码,在驾驶员和车载信息系统之间的交互媒介是车载信息界面,将视觉信息进行颜色编码后,视觉信息将会更容易被驾驶员察觉,引起驾驶员的注意,然后驾驶员对注意到的信息进行注意加工。根据驾驶员的视觉注意流程,可以构建驾驶员视觉注意模型,见图2。首先对智能

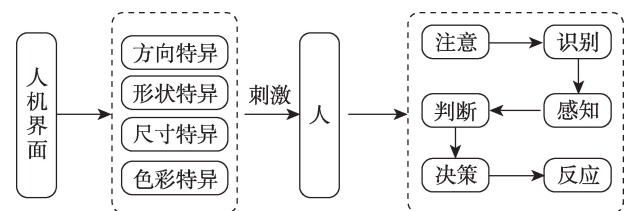


图1 人机视觉注意模型

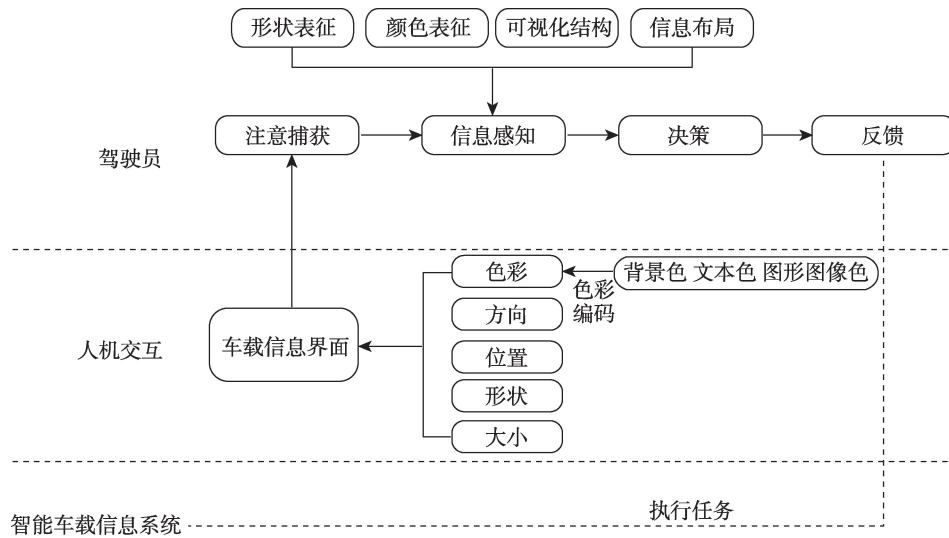


图2 驾驶员视觉注意模型

车载信息元素进行色彩编码,通过色彩编码的智能车载界面信息会刺激到驾驶员的注意捕获,然后驾驶员根据颜色表征对车载信息进一步加工,再进行决策,对智能车载系统做出反馈。通过对智能车载信息的色彩编码可以缩短驾驶员的搜索时间,提高搜索效率,从而降低驾驶员在驾驶过程中的安全风险。

三、智能车载界面信息元素

智能车载界面中具有庞杂的视觉信息,见图3,图片摘自“特斯拉 Model 3 用户界面详解”。宗威^[6](2017年)通过用户研究从车载信息的操作频率、操作复杂度和驾驶相关度进行了研究。通过对智能车载界面的功能区进行划分,可以将智能车载界面分为主显示区、车况信息和快捷控制栏等三个视觉区域。在三个视觉区域内又可以被划分为快捷入口、快捷按键、基本信息、辅助信息、状态信息、多媒体、控制栏和导航栏等功能。通过对操作频率、操作复杂度和驾驶相关度的调研,以问卷形式来获取操作频率较高的功能元素,对这

些元素进行优化。

通过问卷调查来获取功能元素的优先级,对十名用户(五名某汽车企业员工和五名河海大学研究生,均有熟练驾驶经验)进行调研,得到有效问卷九份。调研内容为:用户对功能元素在驾驶过程中的操作频率和操作复杂度,以1~5按照频率高低打分,对问卷结果进行分析,可以获得使用频率、操作复杂度和驾驶相关度之间的关系,见图4—5,根据调研结果分析可得使用频率、操作复杂度和驾驶相关度较高的功能元素分别

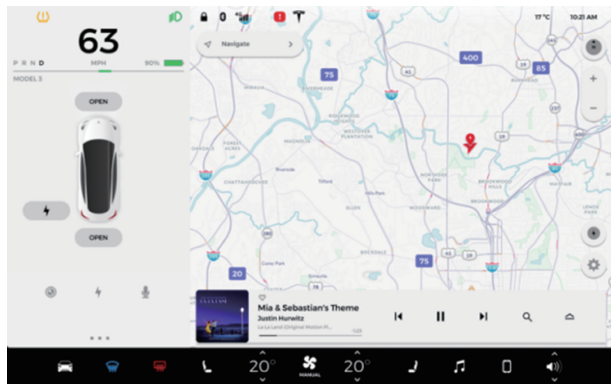


图3 智能车载界面

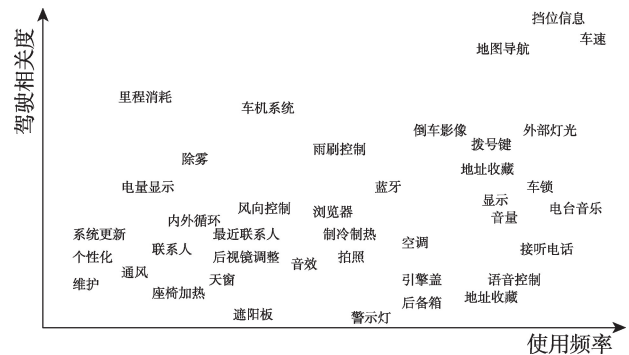


图4 使用频率和驾驶相关度相关图

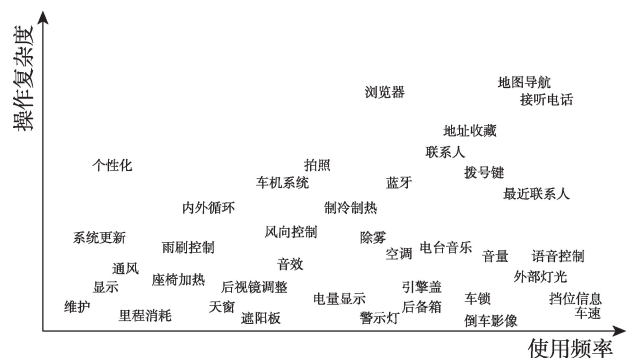


图5 使用频率和操作复杂度相关图

为:档位信息、车速、地图导航、外部灯光、电台音乐、音量和接听电话等。对这些功能元素进行优化,并作为实验材料进行色彩编码研究实验。研究结果的数据见表1—2。

四、图标方案的用户调研

(一) 调研目的

通过对用户的问卷调研,然后对问卷的数据结果分析以及用户的反馈,得出最优的图标色彩编码。

(二) 调研对象

共二十名调研对象。其中,企业员工十名,河海大学研究生十名。

(三) 调研内容

制作调研问卷。功能元素图标见图6。要求用户在每行图标上选择自己认为最优的图标,并在图标上面进行打钩标记。

(四) 调研结果分析

发放问卷二十份,有效问卷十六份。见表3,蓝色图标的选择数量为132,占总选择数量的68.8%,红色图标的选择数量为51,占总选择数量的26.6%,灰色图

标的选择数量为9,占总选择数量的4.6%。具体调研数据结果见表3。方形红色图标的选择均值为1.315,圆形红色图标的选择均值为1.875;方形灰色图标的选择均值为0.3125,圆形灰色图标的选择均值为0.25;方形蓝色图标选择均值为4.375,圆形蓝色图标选择均值为3.875,蓝色图标为所有图标选择量均值最高。

通过以上分析可以发现,由于用户受到选择性注意的影响,在蓝色、灰色和红色三种颜色同时出现在界面上时,在注意时会优先剔除视觉刺激较弱的灰色图标。然后在蓝色和红色图标中进行进一步搜索,根据用户反馈及调研数据结果可以得出蓝色图标更容易被用户注意。所以在对智能车载信息交互界面的设计中,应用蓝色对其功能元素进行编码。

五、结论

1)对驾驶员行为分析,构建驾驶员智能车载视觉注意模型。通过对注意模型的构建,可以证明色彩编码对驾驶员视觉认知绩效重要性。

2)研究表明:当蓝色、灰色、和红色同时置于同一界面时,用户对灰色的识别能力最弱,蓝色最强,在对车载信息交互界面中图标进行色彩编码时,应使用蓝色对其进行编码。

表1 各功能元素操作频率得分均值

车速	终点设定	多媒体	档位	通话界面	音量控制	近远光灯	控制	车门状态	温度调整
4.778	4.222	3.889	3.778	3.667	3.667	3.556	3.556	3.111	3.444

表2 各功能元素操作复杂度得分均值

控制	仪表	线路选择	档位	导航	音效选择	多媒体	车速	通话界面	音量控制	近远光灯
4.111	3.778	3.667	3.333	3.222	3.222	3	2.889	3.111	2.778	2.778

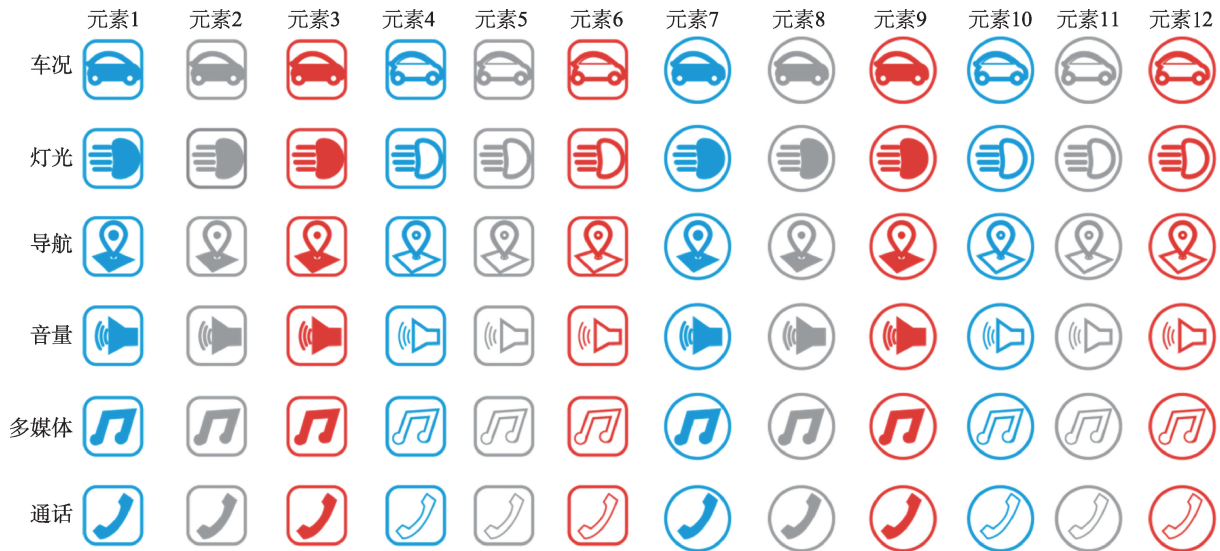


图6 功能元素图标

表3 各颜色图标选择量

	方蓝	方红	方灰	圆蓝	圆红	圆灰
选择数量	70	21	5	62	30	4
均值	4.375	1.315	0.3125	3.875	1.875	0.25

六、结语

通过对驾驶员的视觉行为分析,构建驾驶员视觉注意模型,分析色彩编码对提高驾驶员在行驶过程中安全性的重要性。对驾驶员进行功能元素的优先级进行问卷调查,依据调研结果得到使用频率、操作复杂度和驾驶相关度之间的相关性,并对相关性较高的功能元素进行可视化设计。对功能元素进行色彩编码,分别依照某汽车企业形象色对图标进行设计,将设计后的图标作为调研材料进行用户调研。在蓝色、灰色和红色的图标中,调研用户对蓝色图标的选择性更高,选择均值为8.25,因此,在智能车载交互界面设计过程中,与驾驶相关度高的功能元素需要选用蓝色进行色彩编码,从而提高驾驶员对信息的搜索效率,保障驾驶员在驾驶过程中的安全性。通过对色彩编码的研究,有利于未来更好地服务于智能车载交互界面的色彩设计。

参考文献

- [1] BELOPOLSKY A V, THEEUWES A. No Capture Outside the Attentional Window[J]. *Vision Research*, 2010, 50(23):43-50.
- [2] AMADIEU F, MARINE C, LAMAY C. The Attention Guiding Effect and Cognitive Load in the Comprehension of Animations[J]. *Computers in Human Behavior*, 2011, 27(1):36-40.
- [3] HUANG S M. The Rating Consistency of Aesthetic Preferences for Icon- Background Color Combinations[J]. *Applied Ergonomics*, 2012, 43(1):141.
- [4] MICHALSKI R. The Influence of Color Grouping on Users' Visual Search Behavior and Preferences[J]. *Displays*, 2014, 35(4):176-195.
- [5] BODROGI P. Chromaticity Contrast in Visual Search on the Multi- colour User Interface[J]. *Displays*, 2003, 24(1):39-48.
- [6] HSIEH T T. Multiple Roles of Color Information in the Perception of Icon- Type Images[J]. *Color Research & Application*, 2017, 42(6):740-752.
- [7] 李晶,薛澄岐. 基于视觉感知分层的数字界面颜色编码研究[J]. *机械工程学报*, 2016, 52(24):201-208.
LI Jing, XUE Chengqi. Color Encoding Research of Digital Display Interface Based on the Visual Perceptual Layering[J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2016, 52(24):201-208.
- [8] 李为,汤遇春. 字符显示彩色编码的视觉功效[J]. *北京理工大学学报*, 2000(4):485-488.
LI Wei, TANG Yuchun. Visual Performance of Color-Coding in Character Display[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology*, 2000(4):485-488.
- [9] 杜晶. 字符的颜色编码对平视显示器和下视显示器相容性影响研究[D]. 天津:中国民航大学, 2018.
DU Jing. Research on the Influence of Character Color Coding on the Compatibility of Head Display and Head Down Display[D]. Tianjin: Civil Aviation University of China, 2018.
- [10] 金亮,廖镇,周颖伟,等. 显示界面目标编码颜色匹配工效研究[J]. *舰船电子工程*, 2016, 36(5):109-111.
JIN Liang, LIAO Zhen, ZHOU Yingwei, et al. Ergonomics of Encoding Color Matching on Display Interface[J]. *Ship Electronic Engineering*, 2016, 36(5):109-111.
- [11] 张杰. 彩色字符编码的认知工效学研究[D]. 西安:第四军医大学, 2012.
ZHANG Jie. The Cognitive Ergonomical Study of Color-coded Character[D]. Xi'an: Fourth Military Medical University, 2012.
- [12] 侯艳红,张林,苗丹民. 色彩背景对视觉认知任务的生理学及绩效影响研究[J]. *中国临床心理学杂志*, 2008(5):506-508.
HOU Yanhong, ZHANG Lin, MIAO Danmin. Physiological Influence in Vision Perception Tests with Different Color Background[J]. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, 2008(5):506-508.
- [13] 吴晓莉. 复杂信息任务界面的出错-认知机理[M]. 北京:科学出版社, 2017.
WU Xiaoli. Error-Cognition Mechanism of Task Interface in Complex Information System[M]. Beijing: Science Press, 2017.
- [14] 薛澄岐. 复杂信息系统人机交互数字界面设计方法及应用[M]. 南京:东南大学出版社, 2015.
XUE Chengqi. Design Method and Application of Human-Computer Interactive Digital Interface in Complex Information System[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2015.
- [15] 李乐山. 人机界面设计[M]. 北京:科学出版社, 2004.
LI Leshan. Man Machine Interface Design[M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [16] 宗威,陈霖,凌杰豪. 车载智能信息终端的人机交互信息分类显示方式研究[J]. *科技通报*, 2017, 33(12):221-224.
ZONG Wei, CHEN Lin, LING Jiehao. Studying of Human-Computer Interaction Information Classification and Display of Vehicle Intelligent Information Terminal[J]. *Bulletin of Science and Technology*, 2017, 33(12):221-224.