

## 基于眼动追踪技术的车载信息系统界面设计研究

李永锋, 李慧芬, 朱丽萍  
(江苏师范大学, 徐州 221116)

**摘要:** **目的** 提高用户对车载信息系统界面的使用体验。**方法** 将车载信息系统界面原型作为实验研究对象,使用眼动仪进行测试,对眼动扫描路径和热点图进行分析,并结合系统可用性量表评估界面。**结果** 棋盘式布局的可用性高于阶层式布局,排在第一位置的图标受到更多关注,界面的中间和上方区域注视点较多。**结论** 重要和常用的图标需要放在界面中部或上方,最常用的图标应排列在第一位置,并简化图标设计。研究结论可为车载信息系统界面的设计提供参考依据。

**关键词:** 界面设计;眼动追踪技术;认知效率;车载信息系统

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)12-0065-04

## The Interface Design of In-Vehicle Information Systems Based on Eye-tracking Technology

LI Yong-feng, LI Hui-fen, ZHU Li-ping  
(Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

**ABSTRACT:** It aims to increase user experience of In-Vehicle Information Systems. The objects of study are In-Vehicle Information System interfaces which use eye tracker to test. Then to evaluate interfaces with hot maps, scan paths and System Usability Scale (SUS). The usability of chessboard layout is more than that of hierarchical layout. The icons which lie in the first place of the interface attract more attention. The areas in the middle and top of the interface have more fixation point. The significant and frequently-used icons should lie in the middle and top of the interface. The most frequently-used icons should be put on the first place and icon design should be simplified. The results based on eye-tracking technology offer a reference basis for the design of In-Vehicle Information Systems interface.

**KEY WORDS:** interface design; eye-tracking technology; cognitive efficiency; In-Vehicle Information Systems

随着信息技术和智能系统等先进科技在汽车中的广泛应用,车载信息系统逐渐成为现代汽车中越来越重要的部件,该系统集成了早期声音机在内的上百个功能,其使用正变得日益复杂<sup>[1]</sup>。驾驶者在驾驶过程中不仅需要完成汽车控制的驾驶主任务,还需要执行许多与驾驶无关或者不直接相关的驾驶次任务,这些驾驶次任务与车载信息系统紧密相关,会消耗驾驶者的认知资源,增加认知负荷,影响驾驶过程中的行

动效率,进而可能造成交通事故的发生<sup>[2]</sup>,因此对于车载信息系统界面设计的研究具有重要意义。

### 1 研究现状

在复杂多变的驾驶环境中,驾驶者消耗最多的认知资源是视觉认知<sup>[3]</sup>。界面的布局设计是影响视觉认知的一个重要因素,合理的界面布局可以提高用户的

收稿日期: 2015-01-03

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(14YJCZH084);江苏师范大学重点科研基金项目(12XLA01)

作者简介: 李永锋(1979—),男,陕西富平人,博士生,江苏师范大学副教授、硕士生导师,主要从事产品设计、人机交互、感性工学等方面的研究。

认知效率,减少误操作,提高驾驶员在行车途中的安全系数。Mitsopoulos Rubens 等人<sup>[4]</sup>在车载音乐播放界面的研究中发现,用户对经典布局的挫败感小于阶层式布局,但该研究仅针对单一功能界面,未能将多个功能界面加以整合。不仅布局影响视觉认知,界面显示的信息量也会影响驾驶者的视觉认知。Lavie 等人<sup>[5]</sup>在汽车导航仪电子地图信息量显示的研究中发现,信息量最少的地图被认为可用性最高且更具有美感。与信息量相似,车载信息系统架构设计中的显示图标数目也是影响界面可用性的重要因素。

传统的界面可用性评估方法包括启发式评估、绩效测试等,这些方法依赖于评估人员的知识和经验,且容易受到外界环境的干扰。与之相比,基于眼动追踪技术的测量客观准确,可以减少实验误差和主观影响<sup>[6]</sup>。在界面设计研究中常用计算机或平板电脑作为载体,模拟系统界面进行原型评估<sup>[7]</sup>,如安顺钰<sup>[8]</sup>在计算机上对手机音乐播放器的界面原型进行了实验评估,朱婧茜等人<sup>[9]</sup>对3款不同布局的 Android 手机界面原型进行了可用性测试。

本研究基于眼动追踪技术,对车载信息系统界面的布局和显示数目进行研究分析,根据眼动扫描路径和热点图分析用户与系统的交互行为,并结合系统可用性量表探讨用户对使用界面的主观感受。

## 2 研究方法

### 2.1 实验过程

使用眼动仪记录用户与车载信息系统交互时的眼动轨迹,通过分析眼动轨迹来判断用户对界面元素的注视顺序、注意程度以及所关注的区域等,结合系统可用性量表分析用户对车载信息系统界面的使用体验,进而探讨界面设计的原则。

实验的材料包括:使用 ADOBE FLASH CATALYST CS5 软件制作的4个原型界面(见图1),所有界面尺寸的大小均为7英寸,分辨率为800×480,界面底色均为蓝色底纹,图标均为白色,图标显示高度基本一致。通过界面原型在触屏平板电脑上模拟用户与车载信息系统的交互场景。实验采用 SMI iView XTM HED 头盔式眼动仪,采样率为200 Hz,利用 BeGaze 3.2 软件进行数据分析。

### 2.2 实验设计

实验采用2×2被试间设计,自变量分别为布局

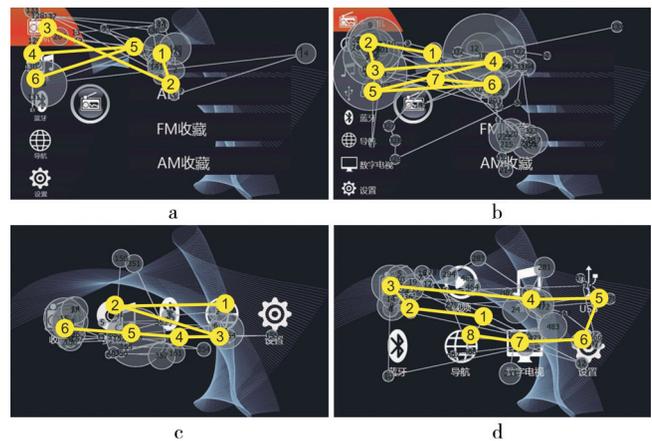


图1 扫描路径

Fig.1 Scan paths

(包括阶层式布局和棋盘式布局两个水平)和显示数目(包括5显示图标和8显示图标两个水平),其中阶层式布局显示两级菜单选项,排列类似于网页布局中的列式结构,棋盘式布局只显示一级菜单选项,以棋盘格局式排列。

本研究以在校本科生和研究生共68人作为实验对象,平均年龄为22.6岁,其中男性36人,女性32人。所有测试对象的裸眼视力或矫正视力正常,且都未使用过车载信息系统的收音机和多媒体功能,随机将其分为4组,分别对应实验所用到的4个界面。

### 2.3 系统可用性量表

系统可用性量表是对系统的可用性、有效性等进行评估的常用自我报告度量之一,是最具有代表性的量表,通过该量表可以对系统的可用性进行详细地分析和度量<sup>[10]</sup>。系统可用性量表由 John Brooke 编制,共有10个陈述句,其中奇数句为正向表达,偶数句为反向表达,具体内容如下。(1)我愿意经常使用这个系统;(2)我发现这个系统没必要这么复杂;(3)我认为该系统容易使用;(4)我需要技术人员的支持才能使用该系统;(5)我发现这个系统中的不同功能被很好地整合在一起;(6)我认为这个系统不太一致;(7)我认为大部分人会很快学会使用这个系统;(8)我发现这个系统用起来非常笨拙;(9)我对这个系统感到很自信;(10)我在使用该系统前需要学习很多东西。

用户在使用过系统后,根据自己的体验对每项陈述的同意程度以五点量表的形式进行打分,研究人员对10项评分进行汇总即可得到系统可用性量表的分数,该分数位于0~100之间,评分在60分以上的系统一般被认为是用户体验较好的产品。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 系统可用性量表分数分析

系统可用性量表分数的统计结果见表1, 布局和图标显示数目的 $p$ 值均大于0.05, 说明用户在使用4个界面时所感受到的系统可用性差别不大。棋盘式布局界面的系统可用性量表分数都高于相对应的阶层式布局, 说明用户认为棋盘式界面的可用性比阶层式界面要高, 在使用阶层式布局时比使用棋盘式布局感到困难。

表1 系统可用性量表的平均值(标准差)

Tab.1 Means (standard deviations) of SUS

布局	阶层式		棋盘式	
	5显示图标	8显示图标	5显示图标	8显示图标
SUS分数	66.32(13.46)	70.58(16.78)	72.20(12.77)	74.55(12.50)

#### 3.2 扫描路径分析

扫描路径能够反映用户访问界面的行为, 实验中某一典型用户的扫描路径如图1, 可以发现在阶层式布局中, 如图1a-b, 用户首先对右侧列式结构的按钮逐个扫视, 然后由上至下扫视左侧图标, 同时伴随着在左侧和右侧图标间的跳跃式扫视, 呈现出“Z”字形扫描方式, 说明阶层式布局界面会引导用户注重细节和图标, 用户更习惯从中心向外围浏览界面, 车载信息系统界面的列式结构布局与网页中的列式结构布局一样会引导用户浏览和使用界面。

相对于5显示图标界面, 在布局更为稠密的8显示图标界面中, 用户的注视点多, 注视时间长。由此可见, 显示数目的增加, 使布局的稠密度变大, 导致用户的注视点数增加, 注视时间变长, 认知效率降低, 这与网页设计中过于稠密的布局影响读者浏览的原则相一致, 因此, 在界面设计时应避免同时显示较多的图标, 以减少用户在使用过程中的认知消耗, 提高使用效率。

在棋盘式布局中, 如图1c-d, 用户首先注视的位置是屏幕的中间位置, 然后在各显示图标之间跳跃, 注视点多数分布在第一、二、三位的图标上, 注视时间也相对较多。用户对界面的扫描方式为打圈式扫描, 即以顺时针画圈的方式扫视界面, 往返于各个图标之间。

5显示图标界面中左边区域注视点数多于右边,

周边注视点数较少, 注视点较多地集中在图标显示区域。8显示图标的界面中上排的图标获得注视点数多于下排图标, 其中处在第一位的图标获得最多的注视点数。可见, 界面的中间和上部是用户关注较多的区域, 是最容易引导用户发现图标的位置。

值得注意的是, 虽然使用了图形标识, 但是仍然有一部分注视点出现在标识下面的文字上, 说明用户在有图形的情况下仍然会关注文字, 因此在界面设计中, 需要形象直观的图形标识设计, 以有效地向用户传递信息, 避免用户花费过多注意力用于文字的识别。

#### 3.3 热点图分析

对热点图的分析可以从客观的角度了解用户对界面关注的区域, 本研究的热点图见图2。可以发现, 在车载信息系统的阶层式界面中, 如图2a-b, 5显示图标界面的热点主要显示在右侧按钮区域, 8显示图标界面的热点则集中在左侧图标显示区, 右侧按钮区域也有少数热点显示, 在小范围内呈现出类似于“F”形状的视觉浏览规律, 这与网页用户的视觉浏览规律有相似之处。

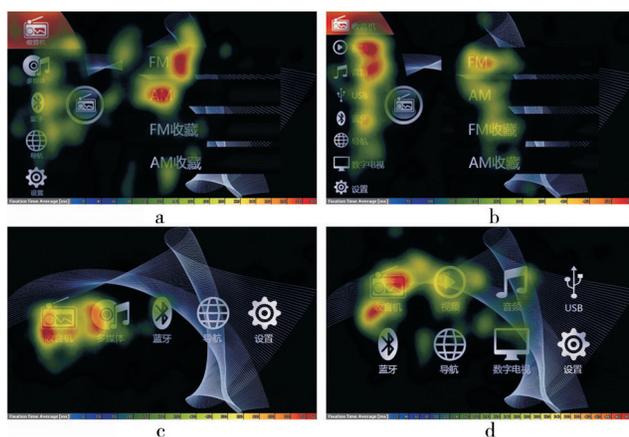


图2 热点图

Fig.2 Hot maps

在车载信息界面的棋盘式布局中, 如图2c-d, 无论是5显示图标还是8显示图标, 热点都集中在使用频率最高的两个图标上, 即收音机图标和多媒体图标, 可见这两个图标是用户最为关注的图标, 其中处于第一位置的收音机图标热点最为集中。

### 4 车载信息系统界面设计的原则

#### 4.1 界面设计应符合用户的使用习惯

界面设计应符合用户的使用习惯, 唯此才给用户

以良好的使用体验。在车载信息系统中,棋盘式布局界面的系统可用性量表分数高于阶层式布局,其原因主要是由于棋盘式布局在手机、平板电脑等移动触屏设备中较为常用,更加符合用户的使用习惯。

#### 4.2 界面设计应考虑功能的重要性和使用频率

通过对眼动轨迹的分析可以发现,用户最常注意到的位置是界面的中间和上方区域,因此常用的图标或重要的图标应该放置在该区域,在此基础上结合图标的重要性和使用频率确定具体位置。这一原则对和交通安全有关的车载信息系统的界面设计非常重要,其设计应能让用户迅速完成相关任务。

#### 4.3 界面中的图标数量不宜过多

在界面设计中图标的显示数量不宜过多,特别是对任务的完成时间有严格要求的系统界面。在车载信息系统中,8显示图标界面与5显示图标界面相比,用户的注视点更多,注视时间更长,需要更多的认知负荷,因而不利于汽车驾驶。

#### 4.4 界面设计中的图标应易于理解

通过扫描路径发现,用户除了注视图标之外,还会注视图标下方的文字说明,这对于车载信息系统的界面设计来讲是非常不利的。由于人对文字的识别相较于图标而言,需要更多的认知负荷和时间,因此,界面图标的设计必须易于理解,尽可能减少用户对文字的关注。

### 5 结语

本研究基于眼动追踪技术,构建了车载信息系统界面设计的原型测试实验,通过对系统可用性量表分数、扫描路径、热点图等实验结果的深入分析,提出了界面设计的相关原则,这些原则对车载信息系统界面设计具有重要的指导意义。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] CAI H, LIN Y, CHENG B. Coordinating Multi-level Cognitive Assistance and Incorporating Dynamic Confidence Information in Driver-vehicle Interfaces[J].Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2012, 22(5):437—449.
- [3] 蔡明琬.增强认知效率的音乐情感缩略图研究[D].杭州:浙江大学,2013.  
CAI Ming-wan. Research on the Music Emotional Graphy of the Improvement of Cognitive Efficiency[D].Hangzhou: Zhejiang University, 2013.
- [4] MITSOPOULOS R E, TROTTER M J, LENN M G. Effects on Driving Performance of Interacting with an In-Vehicle Music Player: a Comparison of Three Interface Layout Concepts for Information Presentation[J].Applied Ergonomics, 2011, 42(4):583—591.
- [5] LAVIE T, ORON G T, MEYER J. Aesthetics and Usability of In-Vehicle Navigation Displays[J].International Journal of Human-Computer Studies, 2011, 69(1-2):80—99.
- [6] 刘青,薛澄岐, FALK H.基于眼动跟踪技术的界面可用性评估[J].东南大学学报(自然科学版),2010,40(2):331—334.  
LIU Qing, XUE Cheng-qi, FALK H. Interface Usability Evaluation Based on Eye-tracking Technology[J].Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2010, 40(2): 331—334.
- [7] TSAI W C, RO L W, LEE C F. Study on the Usability of Various Button Sizes and Visual Feedbacks in Small Touch-Screens[J].Journal of Ergonomic Study, 2010, 12(1): 56—67.
- [8] 安顺钰.基于眼动追踪的手机界面可用性评估研究[D].杭州:浙江大学,2008.  
AN Shun-yu. Research on Usability Evaluation of Mobile Phone Interface Based on Eye-tracking[D].Hangzhou: Zhejiang University, 2008.
- [9] 朱婧茜,何人可.Android手机应用界面布局的可用性测试研究[J].包装工程,2014,35(10):61—64.  
ZHU Jing-xi, HE Ren-ke. The Usability Testing on the Application Interface Layout of Android Mobile[J].Packaging Engineering, 2014, 35(10):61—64.
- [10] 闵庆飞,李双明.基于可用性的移动商务系统采纳研究框架[J].计算机应用研究,2009,26(5):1799—1802.  
MIN Qing-fei, LI Shuang-ming. Study on M-commerce Adoption Framework Based on Usability[J].Application Research of Computers, 2009, 26(5): 1799—1802.