

电竞赛车辅助信息栏布局设计

——基于眼动实验的研究

杨一青¹, 魏强^{1*}, 罗琪¹, 常逸辰¹, 刘津京², 金哲容²

¹江汉大学教育学院, 湖北 武汉

²江汉大学体育学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年2月16日; 录用日期: 2023年3月16日; 发布日期: 2023年3月24日

摘要

研究目的: 电竞赛车的辅助信息栏在赛训中对赛车手的决策起到关键作用, 分析辅助信息栏的界面布局对赛车手决策的影响。研究方法: 研究以电竞赛车手为研究对象, 用眼动追踪系统和主观满意度调查问卷收集数据来进行实验。研究结果和结论: 结果为: 1) 赛车手的视线一般集中于界面中央; 2) 赛车手会更关注界面中央的辅助信息栏; 3) 赛车手对第4种布局的满意度较低。结论为电竞赛车手在赛车时视线集中于界面中央, 建议最好将一至两个重要的辅助信息栏放在界面中央。

关键词

电竞赛车, 辅助信息栏, 眼动, 决策, 视觉行为, 布局设计

Design of Auxiliary Information Bar Layout of Electric Racing Car

—Based on Eye Movement Experiments

Yiqing Yang¹, Qiang Wei^{1*}, Qi Luo¹, Yichen Chang¹, Jinjing Liu², Zherong Jin²

¹School of Education, Jiangnan University, Wuhan Hubei

²School of Physical Education, Jiangnan University, Wuhan Hubei

Received: Feb. 16th, 2023; accepted: Mar. 16th, 2023; published: Mar. 24th, 2023

Abstract

Research objective: The auxiliary information bar of electric racing car plays a key role in the decision making of racers in race training, and the influence of the interface layout of the auxiliary

*通讯作者。

文章引用: 杨一青, 魏强, 罗琪, 常逸辰, 刘津京, 金哲容. 电竞赛车辅助信息栏布局设计[J]. 体育科学进展, 2023, 11(1): 113-121. DOI: 10.12677/aps.2023.111018

information bar on the decision making of racers is analyzed. Research Methods: The research was conducted by using eye tracking system and subjective satisfaction questionnaire to collect data. Results and Conclusions: The results are as follows: 1) The sight of racers generally focuses on the center of the interface; 2) Racers will pay more attention to the auxiliary information bar in the center of the interface; 3) Racers' satisfaction with the fourth layout is low. It is suggested that one or two important auxiliary information bars should be placed in the center of the interface.

Keywords

Racing Car, Auxiliary Information Bar, Eye Movement, Decision-Making, Visual Behavior, The Layout Design

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial International License (CC BY-NC 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Open Access

1. 引言

电竞赛车运动是一项集时尚、极限、高科技为一体的体育运动。如今，随着国内汽车工业的蓬勃发展和人们电子竞技的接纳，电竞赛车得到了进一步的普及和推广，中国的赛车运动进入高速发展时期，国际顶尖赛车运动赛事也纷纷落地中国。赛车运动电竞化不仅降低了赛车运动参与门槛，也能向更多热爱电子竞技的年轻人推广赛车运动，吸引越来越多的年轻人了解并爱上赛车运动。近年来，国内高校对电竞赛车的参与度不断提高，越来越多的高校开设电子竞技专业，以适应发展的需要。

车载仪表盘是驾驶员在驾驶汽车过程中最重要的装置，可以为驾驶员提供车辆的档位、油量、车速、转速等反馈监测整车运行状态的信息[1]，而在赛车比赛中这些信息更多的是由辅助信息栏突显。且电竞赛车为了追求对真实赛车的全方面模拟，当赛车手驾驶电竞赛车时，辅助信息栏还会提供与赛况密切相关的信息，如成绩变化、排行榜等仪表盘不会提供的信息。因此，通过辅助信息栏提供与车况、赛况密切相关的信息是电竞赛车中不可或缺的一部分。

辅助信息栏在电竞赛车中的作用十分重要，但电竞赛车中的辅助信息栏并非是随意布局的。与认知负荷相关的信息的不合理呈现和布局会导致使用者的认知资源更多地消耗在无关信息的处理上，增加认知负荷，从而降低决策效率[2]。如何使辅助信息栏具备高效传递信息的能力又能尽量减轻赛车手的认知负荷是辅助信息栏的宜人性设计的关键，人性化的辅助信息栏布局使赛车手可以清晰、准确、及时、方便地获得信息。

分布式认知理论认为认知活动不仅存在于大脑，还分布于与认知相关的各种情境中[3]，认知过程分布于内部表征和外部表征之间，认知活动源于内部表征和外部表征的交互作用。辅助信息栏布局这一刺激物的大小、空间位置等方面作为外部表征会和作为内部表征的个体的注意与认知过程相互影响[4]。格式塔理论也提到，眼脑作用是一个不断组织、简化、统一的过程[5]，由此产生出格式塔的一系列适用于布局和界面设计的基本原则，如相似原则、连续原则、接近原则、闭合原则等，可根据以上原则制造视觉焦点吸引赛车手的注意力，更高效地向赛车手传达信息，提高决策效率。在复杂的运动情境中，运动员会根据有限的信息量进行信息加工，利用预感、视觉搜索来确认和加工必要的信息，并利用有效信息进行合理决策[6]。叶浣钰等人[7]经过研究后认为决策效果取决于运动员对环境信息进行主观选择的数量和内部信息加工方式，如果运动员能选择适量的信息，进行有效加工，决策效果将会有所提升。

在认知负荷理论提出的很长时间里,人们只能通过行为数据间接的获知认知负荷的程度,缺乏对认知负荷的直接测量。而眼动技术因为其连续性、无创探测、适用范围广泛、可采集多样信息等独一无二的优势,在不同决策研究中被广泛应用[8][9]。眼动技术是针对眼球运动的一种研究分析方法[10],眼动指标作为信息积累和衡量视觉与任务环境关系的一种表现,可以表明个体评估决策任务指令的效率,决策形成的时间和持续时间,与决策相关的预期回报,决策结果的准确性,以及个体预测决策和对决策充满信心的能力[8]。在决策的研究中,一般会选用注视时长(fixation duration)、注视点数量(fixation count)眼跳(saccade)分布等来反映决策行为[11]。通过分析赛车手浏览辅助信息栏时的眼动数据,测试辅助信息栏布局的优劣,为调整成适宜赛车手的辅助信息栏布局提供客观、可靠的数据支持[12]。本研究采用眼动追踪系统,结合主观满意度调查问卷,探索电竞赛车手的视觉习惯,提出对模拟器中辅助信息栏界面设计的优化方案,达到提高赛车手赛车时决策效率的目的。

2. 研究设计

2.1. 被试

被试为来自中国赛车学院,有过电竞赛车训练、获奖经历,每周训练时长达 10 小时以上的学生(训练日常如图 1 所示),对模拟器中的辅助信息栏有一定了解,共收集有效问卷和眼动数据 12 份。根据前人研究所得,大多数(84.71%)现有眼动追踪实验的参与者人数在 8 到 60 人之间。因此,本研究满足了眼动追踪实验的样本量要求[13]。



Figure 1. Training daily diagram

图 1. 训练日常图

2.2. 研究工具

本研究采用神力科莎赛车模拟器收集视频实验材料,使用 SR Research Experiment Builder 2.3.38 编写实验程序,通过 Eyelink 1000 Plus 型眼动追踪系统、自制的主观满意度调查问卷分别收集眼动数据和问卷数据,之后以 SR Research Data Viewer 4.1.1 导出热点图及眼动指标数据,用 SPSS 26.0 进行数据分析。

2.3. 研究方法

2.3.1. 眼动实验

由一名接受过专业训练的赛车手使用神力科莎赛车模拟器在同一赛道,用同一种车型,分别在赛车辅助信息栏(“成绩变化”、“档位”——通过以往研究得到的较为重要的辅助信息栏[14])的四种不同布局的情况下进行正常驾驶并录制一段一分钟的视频,共四段,作为实验材料(如图 2 所示)。

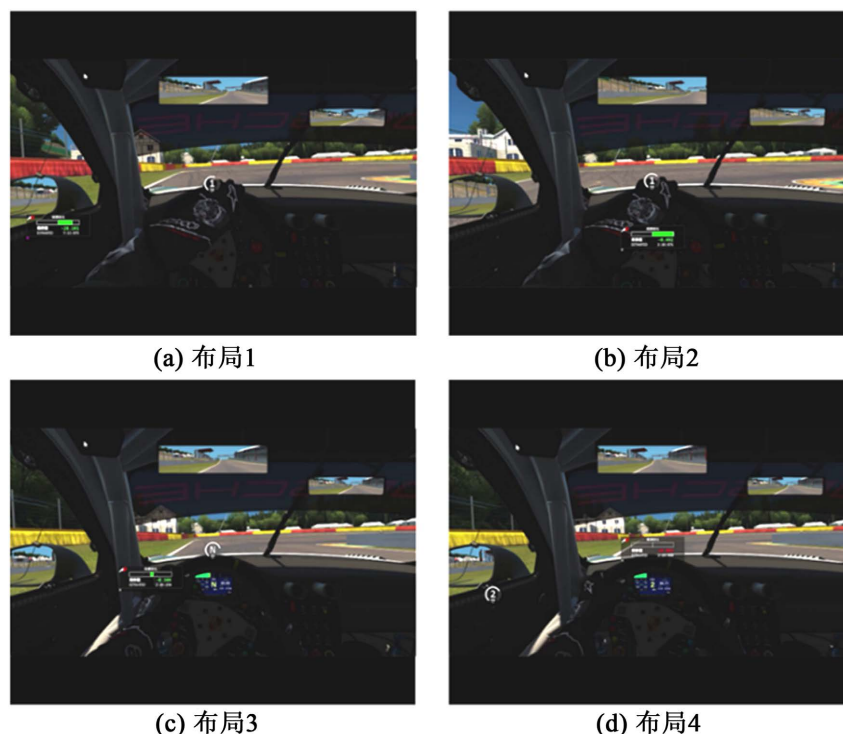


Figure 2. Experimental material diagram
图 2. 实验材料图

布局 1 为“档位”在界面中央，“成绩变化”在界面左下方边缘；布局 2 为“档位”在界面中央“成绩变化”在界面中央偏下的位置；布局 3 为“档位”在界面中央，“成绩变化”在界面中央偏左的位置；布局 4 为“档位”在界面左下方边缘，“成绩变化”在界面中央。四种布局方式都基于数名经过专业训练的赛车手的访谈结果而产生的，访谈内容均与“赛车手平时自己常用的赛车布局是怎么样”的问题相关。

用 SR Research Experiment Builder 2.3.38 编写以四段视频为实验材料的实验程序，要求被试观看四段视频，每看完一段视频会要求被试填一份主观满意度调查问卷。每名被试的观看的视频顺序随机呈现，以避免顺序效应等额外变量带来的影响。

AOI (Area of Interest, 兴趣区)是指依据不同的任务要求，将刺激材料的某个区域设定为关注区域，记录被试在此区域的所有眼动数据[15]。本研究基于“档位”和“成绩变化”两个辅助信息栏划分 AOI，参考前人的研究，选取热点图、AOI 停留时间百分比、AOI 的注视率、AOI 的访问次数作为分析指标[16]-[24] (如表 1 所示)。热点图是眼动数据的一种可视化[18]，可以反映被试视线集中以及停留的区域[19]；AOI 停留时间百分比通常表示为试验总持续时间的百分比[20]，被试在兴趣区分配的注意力比例[21]，可以反映兴趣区对被试的吸引程度；AOI 注视率是衡量被试者兴趣的代表性、强大且稳定的眼球运动指标[22]，可以反映被试对兴趣区的视觉偏好[23]；AOI 的访问次数可以反映被试对兴趣区的依赖程度[24]。

用 SR Research Data Viewer 4.1.1 导出眼动数据后，整理成数据集导入 SPSS 26.0 进行处理。

2.3.2. 主观满意度调查问卷

要求被试每看完一段视频后，填一份主观满意度调查问卷。问卷要求被试对刚观看的视频中的辅助信息栏的摆放位置的满意程度做出 1~10 分的评价。1 分为最不满意，10 分为最满意。指导语为：“对于刚刚看过的视频中的辅助信息栏的摆放位置是否感到满意？最不满意为 1 分，最满意为 10 分，请给出一个分数。”

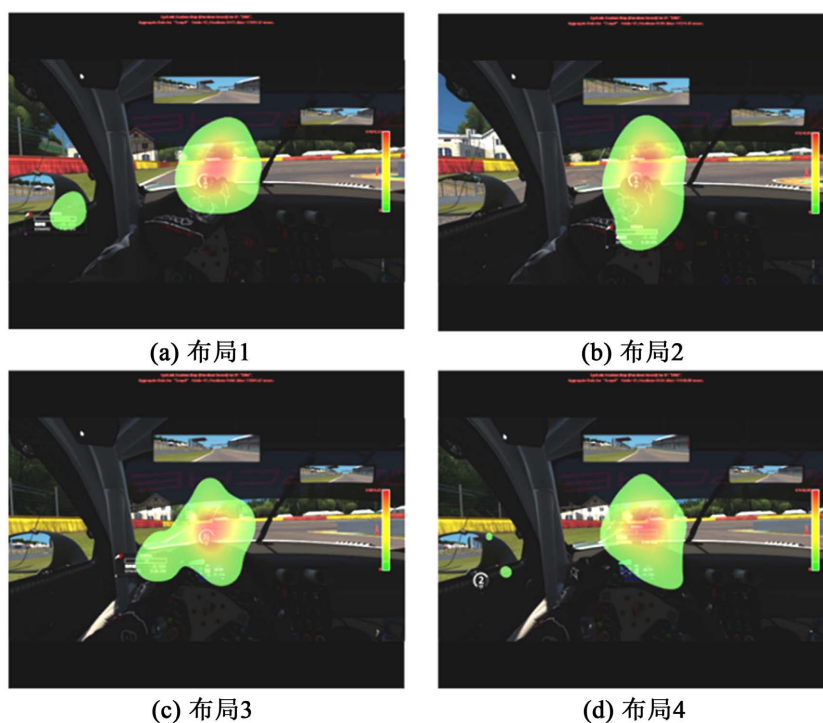
Table 1. Eye movement reference index and evaluation standard table**表 1.** 眼动参考指标与评估标准表

分析指标	评估标准
热点图	红色表示关注最多，其次为黄色和绿色
AOI 停留时间百分比	数值越高，表明此区域越吸引被试
AOI 注视率	注视率越高，表明被试对此区域的关注程度越高
AOI 访问次数	访问次数越多，表明被试越依赖此区域

3. 结果与分析

问卷分析

得到 4 种布局的热点图(如图 3 所示)，可以看出被试的视线一般集中于界面中央，更关注的是界面中央的位置。

**Figure 3.** Heat map**图 3.** 热点图

布局类型的重复测量方差分析结果如表 2 所示，在 4 种布局中，两个 AOI 的三个眼动指标的主效应显著。“档位”的三个眼动指标的检验值分别为： $F(2.244, 24.683) = 13.579, p < 0.05$ ； $F(2.52, 27.717) = 16.783, p < 0.05$ ； $F(2.467, 27.138) = 14.877, p < 0.05$ 。“成绩变化”的三个眼动指标的检验值分别为： $F(3, 33) = 17.072, p < 0.05$ ； $F(3, 33) = 15.982, p < 0.05$ ； $F(2.215, 24.370) = 12.089, p < 0.05$ 。

事后检验发现，在第 4 种布局中，“档位”的三个眼动指标的均值明显低于其它三种布局，但“成绩变化”的三个眼动指标的均值明显高于其它三种布局。在布局 4 中，“成绩变化”位于界面中央，即在 4 种布局中，被试会更关注处于界面中央的兴趣区。

Table 2. Repeated measures ANOVA table for layout types
表 2. 布局类型的重复测量方差分析表

眼动指标	布局类型	档位				成绩变化			
		平均值	标准差	F	p	平均值	标准差	F	p
a	1	0.344	0.255	13.579	0.000	0.073	0.079	17.072	0.000
	2	0.364	0.221			0.132	0.097		
	3	0.301	0.199			0.101	0.093		
	4	0.022	0.026			0.463	0.290		
b	1	0.332	0.207	16.783	0.000	0.097	0.087	15.982	0.000
	2	0.359	0.179			0.158	0.097		
	3	0.270	0.170			0.134	0.102		
	4	0.032	0.038			0.432	0.258		
c	1	17.417	11.501	14.877	0.000	5.833	5.589	12.089	0.000
	2	19.833	10.495			9.417	6.721		
	3	15.667	10.254			8.250	6.092		
	4	2.750	3.596			17.417	9.995		

注：a：AOI 停留时间百分比；b：AOI 注视率；c：AOI 访问次数。

档位 - 成绩变化的配对样本 t 检验的结果如表 3 所示，均值如图 4 所示。三个眼动指标在布局 1、2、3 中的 t 值均为正数，且 Sig. 均小于 0.05，即“档位”的均值高于“成绩变化”的均值，两个兴趣区差异显著。三个眼动指标在布局 4 的 t 值为负数，Sig. 均小于 0.05，即“档位”的均值低于“成绩变化”的均值，两个兴趣区差异显著。

Table 3. Paired sample t-test table for grade-grade change
表 3. 档位 - 成绩变化的配对样本 t 检验表

	AOI 停留时间百分比		AOI 注视率		AOI 访问次数	
	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.
布局 1	3.922	0.002	4.359	0.001	5.200	0.000
布局 2	3.214	0.008	3.548	0.005	5.099	0.000
布局 3	2.999	0.012	2.389	0.036	3.671	0.004
布局 4	-5.420	0.000	-5.525	0.000	-5.397	0.000

综上所述，除了布局 4 以外，被试对“档位”的关注度显著高于“成绩变化”。布局 4 中，位于界面中央的兴趣区为“成绩变化”，即在 4 种布局中，被试均对位于界面中央的兴趣区关注度更高。

整理问卷数据，得到调查结果(如图 4 所示)。被试对布局 1 的满意度均值为 6.416，标准差为 1.843；对布局 2 的满意度均值为 6.210，标准差为 2.290 对布局 3 的满意度均值为 6.333，标准差为 2.388；对布局 4 的满意度均值为 4.583，标准差为 2.194。结果表明，被试对第 4 种布局的满意度明显低于其它三种布局，对第 1 种布局的满意度最高。

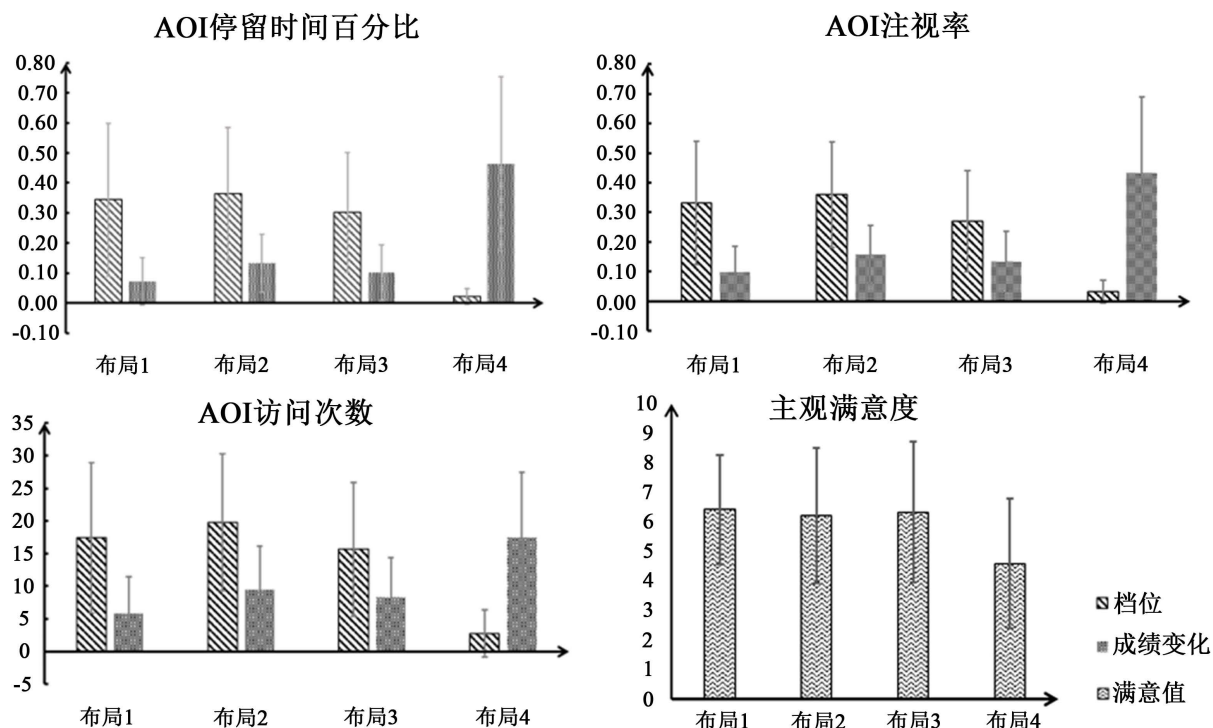


Figure 4. The mean graph of the four index data
图 4. 四种指标数据的均值图

4. 讨论

人类视觉系统信息处理能力有限,界面的布局对操作者视觉搜索绩效影响巨大。在赛车辅助信息栏信息逐渐多样化的情况下,如何设计界面布局让赛车手高效地识别信息并准确操作,满足赛车手需求是一个值得研究的问题。而眼球运动作为视觉感知中最基本的组成部分,常用于设计方面的研究[12] [16] [17] [25] [26] [27],可以为我们在布局设计的研究中提供可靠的数据支持。

可以通过优化辅助信息栏的布局,使界面符合电竞赛车手的认知特性,将辅助信息栏与电竞赛车手长时记忆的记忆图式建立联结,降低认知负荷。将辅助信息栏传达的信息和赛车选手的认知习惯较好的匹配,以最少的认知资源和最快的速度获取辅助信息栏传递的信息,提高赛车手的决策效率,从而影响赛车手的视觉行为和满意度[28]。对眼动数据结果的分析表明,赛车手赛车时视线一般会集中于屏幕中央,被试均对位于界面中央的辅助信息栏的关注度更高。

界面中央的位置是非常重要的,因为正常人会存在一个最优视野范围。正常人的综合视野在垂直方向约为130度(水平线上60度,下方70度),在水平方向约为180度(两眼内侧视野重合为60度,外侧为90度)。而人眼仅对垂直方向和水平方向均为1.5度范围内的物体的映像最为敏感,因为其落在黄斑(视网膜最敏感的部分)的中央凹上,被看得最清楚,这部分区域被称为最优视野[27]。人的视觉系统的生理结构限制了注视可视角度[29],而赛车手对前方路况最为关心,在赛车时需要时刻关注前方路况,所以最优视野范围往往是界面中央的位置,这也会为什么赛车手赛车时视线一般会集中于屏幕中央。

相对于其它三种布局,赛车手对布局4的满意度更低。而布局4与其它三种布局的最大区别在于,“档位”在界面边缘。因而,我们推断相对于成绩变化而言,赛车手可能更需要“档位”的信息,辅助信息栏的内容会影响赛车手的决策行为。当档位未处于界面中央位置时,赛车手的视觉行为受到了影响,需要经常调节最优视野范围,通过眼球运动获取在界面边缘的档位信息。而眼球运动过多的视野调整消

耗了有限的认知资源[30], 视觉搜索作为寻找某种目标的认知过程[31], 会增加认知负荷, 而影响决策过程[2]。所以, 将相对重要的辅助信息栏放在界面中央的设计更为合理。

由于电竞赛车界面提供的信息资源有限, 在遵循赛车选手的视觉搜索规律的基础上, 应该凸显最重要信息, 建议将重要辅助信息栏置于视觉中心, 形成视觉凸出点[32]。将次要信息辅助栏放置于屏幕边缘。过多的信息辅助栏会造成赛车手认知负荷过大, 占据了赛车手的认知资源从而使决策效率降低[33]。在界面设计中应该适当减少无关的信息辅助栏的数量, 增强重要信息、次要信息与无关信息的层级差异。

5. 结论

本研究发现赛车手在电竞赛车时视线一般会集中在界面的中央, 辅助信息栏的布局会对赛车手造成影响。基于赛车手的视觉行为和决策过程, 建议赛车手在电竞赛车时最好将一至两个重要的辅助信息栏放在界面中央, 选取适量的其它辅助信息栏放在界面四周, 以免对比赛成绩造成影响。

参考文献

- [1] 陈建海. 车用仪表产品技术发展趋势[J/OL]. 汽车零部件, 2012(12): 11. <https://doi.org/10.19466/j.cnki.1674-1986.2012.12.002>
- [2] 张伊蓝. 基于认知负荷理论的交互式学习资源设计与实现[D/OL]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2022. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202202&filename=1022541546.nh&uniplatform=NZKPT&v=xFV5Vofi3TnFR-IMCgh7HoRuXzsj_jVgKUT-CMNkkMyMPISfA2D2jHxvgrNrJ2qKC, 2022-12-08.
- [3] 张宁. 基于认知负荷的公共信息设备界面设计研究[D/OL]: [博士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2013. <https://oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CDFD&dbname=CDFD1214&filename=1013242502.nh&uniplatform=OVERSEA&v=SZHbBpjyIzBqavB6Xpksb-g1yMSARagpkIVlXr4X5q9f9fagRfB5IIcYxThCdOv6, 2023-01-19>.
- [4] 许洁, 林泽瑞, 秦璟文, 等. 基于眼动追踪的原创网络文学网站优化研究——以起点中文网为例[J/OL]. 出版与印刷, 2022(2): 2-13. <https://doi.org/10.19619/j.issn.1007-1938.2022.00.021>
- [5] 吴越, 崔海媛, 张元俊, 等. 高校图书馆网站版式设计中认知心理学理论的应用——以北京大学图书馆英文版新门户改版为例[J/OL]. 图书情报工作, 2018, 62(10): 25-29. <https://doi.org/10.13266/j.issn.0252-3116.2018.10.004>
- [6] 冯琰, 胡微, 朱平. 运动认知领域运动决策的研究进展[J/OL]. 辽宁体育科技, 2017, 39(6): 60-63. <https://doi.org/10.13940/j.cnki.lntykj.2017.06.017>
- [7] 叶浣钰, 迟立忠. 信息量与反应认知方式对羽毛球运动员决策速度、准确性的影响[J/OL]. 北京体育大学学报, 2010, 33(11): 117-120. <https://doi.org/10.19582/j.cnki.11-3785/g8.2010.11.034>
- [8] Spering, M. (2022) Eye Movements as a Window into Decision-Making. *Annual Review of Vision Science*, **8**, 427-448. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-100720-125029>
- [9] 魏子晗, 李兴珊. 决策过程的追踪: 基于眼动的证据[J]. 心理科学进展, 2015, 23(12): 2029-2041.
- [10] 黄龙, 徐富明, 胡笑羽. 眼动轨迹匹配法: 一种研究决策过程的新方法[J]. 心理科学进展, 2020, 28(9): 1454-1461.
- [11] 林浇敏, 李爱梅, 周雅然, 等. 眼动操纵技术在决策研究中的应用前景: 改变决策行为[J]. 心理科学进展, 2022, 30(8): 1794-1803.
- [12] 王刚, 王子凡. 基于眼动追踪的智能电视界面可用性评估研究[J/OL]. 包装工程, 2022, 43(18): 65-71. <https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.009>
- [13] Fu, H.L., Xue, P.D., Wu, Z.F., et al. (2022) Interplay of Message Frame and Reference Point on Recycled Water Acceptance in Green Community: Evidence from an Eye-Tracking Experiment. *Buildings*, **12**, 741. <https://doi.org/10.3390/buildings12060741>
- [14] 杨一青, 常逸辰, 罗琪, 等. 基于卡诺模型的电竞赛车辅助信息栏使用需求研究[J/OL]. 体育科学进展, 2022, 10(4): 612. <https://doi.org/10.12677/APS.2022.104087>
- [15] 邓铸. 眼动心理学的理论、技术及应用研究[J]. 南京师大学报(社会科学版), 2005(1): 90-95.
- [16] 黄莘尧, 安大地. 基于眼动实验的食品包装视觉体验设计[J/OL]. 包装工程, 2022, 43(6): 204-212.

- <https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.06.027>
- [17] 李普红, 周孟君, 杨文晓, 等. 基于眼动追踪的文创产品展示效果研究[J/OL]. 包装工程, 2022, 43(18): 350-356+369. <https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.042>
- [18] Yang, L.C., Dong, K., Jan Dmitruk, A., *et al.* (2020) A Dual-Cameras-Based Driver Gaze Mapping System with an Application on Non-Driving Activities Monitoring. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, **21**, 4318-4327. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2939676>
- [19] 刘体蕊. 车载 HMI 界面色彩感知研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2021. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202201&filename=1021100134.nh&uniplatform=NZKPT&v=Ptb2vLgOrL1tCMxD4DRXqmk6TaSeXnBp_cv6hcZYAQVQOBH17idYMEMHk11-ofbP, 2022-12-08.
- [20] Vansteenkiste, P., Cardon, G., Philippaerts, R., *et al.* (2015) Measuring Dwell Time Percentage from Head-Mounted Eye-Tracking Data—Comparison of a Frame-by-Frame and a Fixation-by-Fixation Analysis. *Ergonomics*, **58**, 712-721. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.990524>
- [21] 王海翔. 复杂状态改出飞行教员与学员的眼动特征差异研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 德阳: 中国民用航空飞行学院, 2022. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFDTEMP&filename=1022506172.nh&uniplatform=NZKPT&v=HvlCcXiCJVqwkAh5Fa_IJs0fuQ51VebPK8cc3D5qmwVgloOGO4rQ1zBCH2SUVR82, 2022-12-08.
- [22] Liu, X.L., Zhang, X.B., Chen, W.-W., *et al.* (2020) Eye Movement Analysis of Digital Learning Content for Educational Innovation. *Sustainability*, **12**, 2518. <https://doi.org/10.3390/su12062518>
- [23] 周树青, 刘福临, 侯立, 等. 10 个月-6 岁儿童面孔注视偏好的眼动特征研究[J]. 教育生物学杂志, 2022, 10(3): 195-200+205.
- [24] 杜宇杭. 场认知风格与图形推理能力的眼动特点及关系研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳师范大学, 2022. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202202&filename=1022533304.nh&uniplatform=NZKPT&v=ZzzSdsphyh2Si64zqGDAbw02Om8_fVpsQVukrjcF1ICpQLLnK2d1M17_EPopJjvUY, 2022-12-08.
- [25] Gross, M.E., Araujo, D.B., Zedelius, C.M., *et al.* (2019) Is Perception the Missing Link between Creativity, Curiosity and Schizotypy? Evidence from Spontaneous Eye-Movements and Responses to Auditory Oddball Stimuli. *Neuroimage*, **202**, Article ID: 116125. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116125>
- [26] Wu, Y., Zhuo, Z.X., Liu, Q.Y., *et al.* (2021) The Relationships between Perceived Design Intensity, Preference, Restorativeness and Eye Movements in Designed Urban Green Space. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, 10944. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010944>
- [27] 张雄飞. 基于用户体验的交互界面图标复杂度研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2018. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD201901&filename=1019820873.nh&uniplatform=NZKPT&v=V7WamSDdCp9bRFXmoiBBjLYF071w3Z-HdP5zpvQ15ntJjncUm1mjXytxJ0Dju5f>, 2022-12-08.
- [28] 刘慧. 基于认知负荷理论的界面图标适老化设计研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2022. <https://oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFDTEMP&filename=1022047424.nh&uniplatform=OVERSEA&v=yu1Ln17iNqof-aFaxP0xAONrtdGhJVYosnB55U-AcYqk8UZTqnqx5hYIC-LAYog>, 2023-01-19.
- [29] 金涛, 明成业, 周淑芳, 等. 视觉搜索中图标布局的影响机理[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2021, 42(11): 1579-1584.
- [30] 王晓婷, 迟立忠, 任鹏飞. 心智游移对羽毛球运动决策的影响——言语工作记忆容量的调节作用[J/OL]. 天津体育学院学报, 2022, 37(4): 489-496. <https://doi.org/10.13297/j.cnki.issn1005-0000.2022.04.017>
- [31] Yu, R.-F. and Yang, L.-D. (2014) Age-Related Changes in Visual Lobe Shape Characteristics and Their Relationship to Visual Search Performance. *Ergonomics*, **57**, 1300-1314. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.921328>
- [32] 刘涛. 高架桥复杂路况下的驾驶导航界面优化设计研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 成都: 西华大学, 2022. https://oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFDTEMP&filename=1022693268.nh&uniplatform=OVERSEA&v=CqPsLKFol7a5bsbyHB3FfgYHk9Hx2kcnAv3t_IpH2sqVu6QvFFOQW0UkBPNBKWxc, 2023-01-19.
- [33] 徐韬. 自动驾驶接管情境下的人机交互界面设计研究[D/OL]: [硕士学位论文]. 绵阳: 西南科技大学, 2022. <https://oversea.cnki.net/kcms/detail/frame/list.aspx?dbcode=CMFD&filename=1022524088.nh&dbname=CMFDTEMP&RefType=1&v>, 2023-01-19.