

基于眼动追踪的扫一扫界面可用性影响因素研究

李翔, 冯绍虎

(武汉理工大学 产品设计系, 武汉 430000)

摘要: **目的** 扫一扫 (Scan QR Code) 既是许多手机应用软件采用的功能界面, 又是其他更多拓展功能的入口。研究影响扫一扫界面可用性设计的因素, 可为扫一扫的界面设计提供理论支持与设计指引。**方法** 归纳分析现有扫一扫界面, 将其界面组成划分为扫描框、模式切换图标、功能辅助图标三类组件。以组件布局关系、图标背景隔离作为研究自变量, 设计不同自变量水平下的被试者内图标搜索实验, 以眼动追踪记录搜索过程中的数据。通过重复测量方差分析反应时间、注视点个数、眼跳次数三种眼动数据, 比较研究自变量对扫一扫界面可用性的影响。**结果** 实验数据表明, 组件布局关系在这三种数据上都存在显著性差异, 且邻近的组件布局关系的眼动数据优于远离型。图标背景隔离在反应时间、注视点个数上存在显著差异, 且图标背景隔离的眼动数据优于图标背景不隔离的。**结论** 邻近型组件布局关系与图标背景隔离都对扫一扫界面可用性具有正向影响。

关键词: 扫一扫界面; 可用性; 眼动追踪; 组件布局关系; 图标背景隔离

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)06-0151-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.06.016

Factors Affecting the Usability of Scan Interface Based on Eye Tracking

LI Xiang, FENG Shao-hu

(Department of Product Design, Wuhan University of Technology, Wuhan 430000, China)

ABSTRACT: Scan is not only the common functional interface of many mobile applications, but also the entrance of more expanded functions. The work aims to study the factors affecting the usability of scan interface and provide theoretical support and design guidance for design of scan interface. The existing scan interfaces were summarized and analyzed. The interface composition was summarized into three kinds of component: scan box, mode switching icon, and functional auxiliary icon. With layout relation between components and isolation of icons and background as independent variables, an icon search experiment under different levels of independent variables was designed, and the data in the search process were recorded by eye tracking. The effects of independent variables on the usability of scanning interface were studied by comparing three kinds of eye movement data, namely response time, number of fixation points and saccadic times, through repeated measurement of ANOVA. The experimental data showed that there were significant differences among the three kinds of data in terms of component layout relation, and the eye movement data of the adjacent component layout relation was superior to that of the distance type. There were significant differences in response time and number of fixation points in isolated icons and background, and the eye movement data of icon background isolation is superior to that of non-isolated icons and background. Adjacent component layout and isolated icons and background have a positive impact on the usability of the scan interface.

KEY WORDS: scan interface; usability; eye tracking; layout relation between components; isolated icons and background

收稿日期: 2022-10-25

基金项目: 湖北省技术创新专项 (2017ADC123)

作者简介: 李翔 (1977—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为工业设计研究。

通信作者: 冯绍虎 (1998—), 男, 硕士生, 主攻用户体验研究。

扫一扫 (Scan QR Code) 是手机应用中的一种二维码扫描功能, 广泛存在于各种类型的手机应用中。现在, 除了二维码扫描, 越来越多的功能被拓展到扫一扫界面当中, 扫一扫正在成为更多功能的入口, 如身份证信息扫描、快递识别、AR 扫、以物搜图、识别印刷文字、图片信息、展示个人名片和付款码等。所以扫一扫界面设计的合理性对用户体验十分重要。

以“扫一扫界面 (Scan Interface)”“可用性 (Usability)”为关键词在中文文献数据库 (知网、万方) 和英文文献数据库 (Web of Science) 进行检索, 暂无关于扫一扫界面可用性的主题性研究。“扫一扫”作为一种常见且高频的使用功能, 研究其可用性对于实践应用具有重要意义, 同时也能为与扫一扫有相似设计特征的短视频及直播应用的界面设计提供参考。当前界面可用性研究主要是关注设计物的自身特征如形式、尺寸、颜色等因素对可用性的影响^[1], 而扫一扫与其他功能界面不同之处为, 使用扫一扫功能时手机相机是启动的, 其界面背景会更加复杂多变, 这在一定程度上影响用户完成相应任务。因此, 研究图标与背景之间关系是对界面可用性研究的理论探索。故本研究将扫一扫界面作为研究对象, 通过眼动追踪实验定量研究组件布局关系与图标背景隔离对扫一扫界面可用性的影响。

1 研究综述

1.1 界面可用性研究现状

评估可用性已成为界面设计中的一个必备流程, 在测试界面可用性的同时, 也能为界面的改进提供建议与方案。关于可用性的定义有很多, 引用最为广泛的是 ISO 9241-400, 它将可用性定义为“特定用户在特定使用环境中可以使用特定产品完成特定任务时的有效性、效率和满意度”^[2]。国内外关于界面可用性的研究十分丰富, 研究内容主要包括指标体系的建立和评估方法的应用, 大部分研究都是针对一个具体研究对象展开的。在不同研究中研究对象的层次有所差异不同, 根据 Aga Bojko 在《眼动追踪》中提到的分类原则^[3], 可以将界面可用性研究分为面向产品层次的可用性评估研究, 如李商等^[4]对国内心理健康类 APP 的可用性水平对比研究; 以及面向设计因素层次的可用性影响机制研究, 如江明尹等^[5]主要研究了 5 个界面设计要素和两种设计风格对放射治疗软件的可用性影响机制。评估研究通常是非理论的, 并且不能推广到其他产品, 影响机制研究通常是理论驱动, 并具有一般性。

对于扫一扫界面而言, 不同应用的功能有所差异, 界面组成也不完全相同, 涉及的界面种类很多, 所以不适合进行可用性水平评估。但是其界面组成原理、设计形式有共通点, 故本研究将从某些特定设计

因素出发, 研究其对扫一扫界面可用性的影响。

1.2 眼动追踪在界面可用性研究中的应用

当前已有很多学者将眼动追踪技术用于界面可用性的研究。Sharma 等^[6]对眼动追踪技术在界面可用性的研究进行了梳理, 总结了相关眼动指标与界面可用性之间的映射关系。如注视点个数用来揭示界面信息的组织程度, 注视点多则表明搜索次数多, 界面设计可能存在问题; 注视时间能揭示目标项的界面布局情况; 扫描路径能揭示用户的搜索效率。

当前在关于特定因素对界面可用性的影响研究中, 国内外许多学者利用眼动追踪技术对不同因素展开了研究。Burmistrov 等^[7]利用眼动追踪技术, 从认知负荷的角度比较了扁平化风格图标与拟物化图标的搜索效率, 得出了在网页界面中拟物化图标搜索效率更高的结论; 姚君等^[8]以地图导航类 APP 的半透明黑色蒙版为研究对象, 通过眼动追踪实验比较了不同透明度阈限对用户注意力的影响, 得出了黑色蒙版的透明度范围参数; Chien-HsiungChen 运用定量实验的方法研究了图标尺寸与图标间距对搜索性能的影响, 为图标设计提供了参数范围^[9]。

从以上关于界面可用性的研究中可以看出, 在研究特定因素时, 眼动追踪作为一种定量实验方法具有客观的特点, 能够避免因被试者的主观印象而带来的研究误差。并且采集工具具有精度高、采样频率高的特点, 能够比较同一因素下不同水平之间的阈限差异, 研究结果更具理论性, 并且能推广到其他类似产品。而本研究的主要目的也是分析特定因素对扫一扫界面可用性的影响, 所以相比其他技术或方法, 通过眼动追踪进行生理绩效测量更加适合本研究。

2 扫一扫界面设计组成分析

2.1 扫一扫界面组成

本研究选择了 40 个常见的消费、社交、影视、游戏等品类的 APP 作为研究范本, 采集其中的扫一扫界面作为研究对象。通过归纳分析得知扫一扫界面主要由扫描框、模式切换图标、功能辅助图标这三类组件组成, 见图 1。其中扫描框由扫描框图形、扫描动画、提示文字这三种内容组成, 主要功能是完成扫码。模式切换图标是对扫一扫功能的扩展, 能进行识图辨物、Ar 扫、文本翻译等功能。因这些功能的技术原理与二维码扫描有所区别, 所以需要点击对应图标切换到相应模式。功能辅助图标是为了协助用户在某些情景下通过其他交互通道完成扫码任务。比如通过相册图标能扫描手机内已经保存的二维码或图片; 通过灯光图标完成昏暗场景的扫码; 在消费类 APP 内通过历史记录寻找过往扫码等。不同应用的扫一扫界面在具体功能上存在差异, 但基本上是由这三类组件组成。



图 1 扫一扫界面组成
Fig.1 Composition of scan interface

2.2 影响扫一扫界面可用性的设计因素

Nielsen 集团的 Jen Cardello 提出可发现性 (findability) 是产品可用性考虑因素之一, 用户应该轻松地找到能完成任务的目标物^[10]。与其他应用界面相比, 扫一扫没有界面间的切换, 所有功能全都排列在一个界面上, 除了扫码任务, 其他任务实现都需要与相应图标进行点击交互。所以目标物可发现性的高低就体现了扫一扫界面的可用性水平。王宪宇^[11]对影响图标搜索的因素研究进行了梳理总结, 研究中提到目标物的可发现性与其自身特征因素密切相关, 如图标的尺寸、颜色、形式等。在手机屏幕尺寸的范围允许下, 选择大尺寸图标、醒目的颜色、根据具体场景选择更易理解的图标都能提升其可用性水平。

通过对研究范本的分析, 发现扫一扫界面中的扫描框基本位于屏幕中央, 而模式切换图标与功能辅助图标的相对位置关系主要有邻近与远离两种, 见图 2—3。心理学相关研究认为相关元素邻近呈现时, 可以减少搜索相关信息的时间, 同时也能将搜索到的信息更多地保存在短时记忆中, 并将其称为空间邻近原则 (Spatial Contiguity Principle)^[12]。Cierniak 从认知负荷角度解释了邻近原则, 认为邻近排列的元素减轻了



图 2 邻近型布局
Fig.2 Proximity layout



图 3 远离型布局
Fig.3 Dispersed layout

人的认知负荷^[13]。搜索时间与认知负荷都是可用性评价的相关指标, 这表明组件布局关系与界面可用性之间存在联系, 故本研究将组件布局关系作为研究因素之一, 研究邻近与远离两种布局关系对扫一扫界面可用性的影响。

与其他界面相比, 扫一扫界面特殊于使用时相机是开启的, 故其界面背景是复杂多变的。变化的背景会有不同的物理特征, 有时会与图标的属性相似, 使图标不容易被发现与识别。在调研过程中发现不同的应用针对这一现象有不同的设计方法, 有的应用只是将图标叠放在界面背景上, 有的会在一类组件下布置一个纯色块; 单个图标下放置一个几何图形; 或者扫描框区域添加不同透明度的黑色遮罩, 见图 4—5。从本质而言就是将图标与背景进行隔离。现有研究主要是关注目标物自身特征对可用性的影响, 很少关注界面背景这一因素, Jelmer 等^[14]提到目标可发现性不能仅依赖于目标自身的物理属性, 还需要考虑目标与背景之间的对比度。故本研究将图标背景隔离作为第二个研究因素, 研究隔离和不隔离对可用性的影响, 为相关设计提供理论依据。



图 4 图标背景不隔离 (淘宝)
Fig.4 Non-isolated icons and background (Taobao)



图 5 图标背景隔离 (美团)
Fig.5 Isolated icons and background (Meituan)

3 实验设计

3.1 方法

本实验采用组件布局关系 (临近型和远离型) 和图标背景是否隔离 (图标背景隔离和图标背景不隔离) 的两因素被试者内设计。

3.2 实验被试者

本次实验共有 27 名被试者 (男性 12 人, 女性 15 人), 都有使用扫一扫的经验, 对其界面熟悉, 视力或矫正视力全部正常。实验场地为武汉理工大学 D-LAB 人因研究实验室, 见图 6。

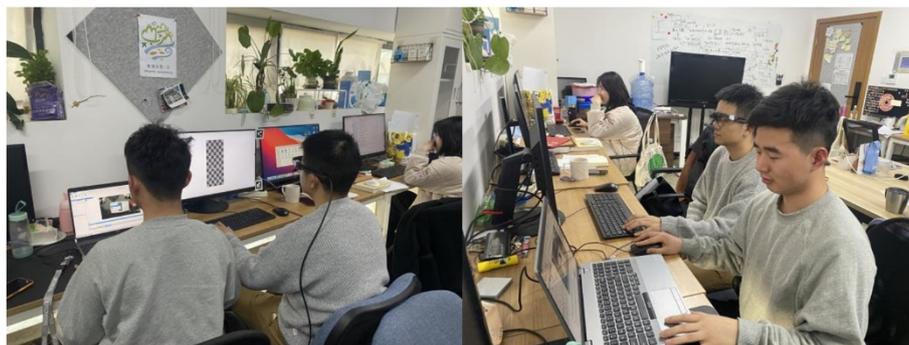


图6 实验场景
Fig.6 Experimental scene

3.3 实验仪器与材料

实验仪器：眼动数据由德国 ERGONEERS 公司研发的 Dikablis Glass3 眼动仪采集,实验刺激材料由 24 英寸 Dell 显示屏 (分辨率 1 920×1 080) 呈现,实验程序由心理学软件 E-Prime 2.0 编写。

实验材料：排列靠近的组件为邻近型,排列分散的组件为远离型。为了减少目标物因上下位置给实验

带来的误差,将图标上下位置进行颠倒,图标间的排序进行变换,所以每种组件布局关系下有两个水平,一共 4 种组件布局方案。为体现图标与背景隔离的关系,用纯色背景表示图标背景隔离,用两色混合的方格表示图标背景不隔离,2 种因素组合一共 8 张实验刺激材料,见表 1。刺激物由 Adobe Xd 制作, PNG 格式,呈现大小为 15.5 cm×7.16 cm。

表 1 实验刺激材料
Tab.1 Experimental stimulus materials

图标背景隔离	组件布局关系			
	邻近型		远离型	
	水平一	水平二	水平一	水平二
隔离				
不隔离				

3.4 实验过程

本次实验任务为不同刺激物情景下的图标搜索实验。单次搜索实验过程为,被试者阅读呈现在实验

程序上的任务语,如“假设您想把一段英文翻译成中文,请在接下来的界面中找到能够完成该任务的图标,找到并按 A 键继续实验”。因扫一扫的界面除

扫一扫框外还有两类图标组件, 故将任务语设计为对应的两类共 6 条。为了充分地反应界面的可用性, 根据不同任务语每种刺激物应做两次图标搜索实验, 一次是搜索模式切换图标, 另一次是搜索功能辅助图标。每名被试者一共要执行 16 次图标搜索任务, 任

务语与刺激物全部随机出现, 以减少学习效应与顺序效应来的误差。为使实验效果更佳, 在正式试验开始前, 向被试者解释每个图标所代表的含义, 并进行一项实验练习, 结束后开始正式实验。实验全过程见图 7, 每位被试者约花费 5 min。

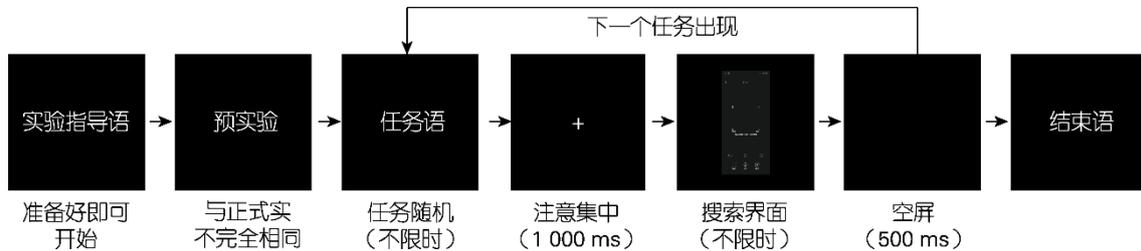


图 7 实验流程
Fig.7 Experimental process

4 实验数据与分析

4.1 眼动指标选取

根据自变量不同水平间组合形成的不同刺激物方案, 在眼动分析软件中将所有被试者的实验过程分为 8 个兴趣区, 刺激物图片为兴趣区区域。使用自带

的数据分析软件导出每个被试者兴趣区内的眼动数据。选取了反应时间、注视点个数、眼跳次数作为表示可用性水平的指标, 每种数据所代表的含义与作用, 见表 2。使用 SPSS 23 对眼动数据进行了双因素重复测量方差分析, 多变量显著性结果如表 3 所示, 并在自变量内部进行 LSD 验后多重比较检验。

表 2 眼动指标解释

Tab.2 Interpretation of eye movement index

眼动指标	含义	作用
反应时间	完成视觉搜索任务所花费的时间	用于表示任务完成难易程度, 比较自变量对可用性的影响程度
注视点个数	在进行视觉搜索任务过程中, 保持一定注视时长的注视点个数	用于比较目标可发现性, 注视点数目少则表明在此变量情况下的目标更容易被发现与识别
眼跳次数	在进行视觉搜索任务过程中, 注视点跳跃的次数	用于比较目标可寻性, 眼跳次数少则表明在此变量情况下目标更容易被发现

表 3 眼动指标下的多变量显著性检验
Tab.3 Multivariate significance test under eye movement index

眼动指标	组件布局关系	图标背景隔离
反应时间	0.025*	0.003**
注视点个数	0.001**	0.016*
眼跳次数	0.037*	0.401

4.2 眼动数据分析

反应时间见图 8 所示, 在反应时间上, 组件布局关系主效应显著 $F(3,24) = 3.732, P=0.025 < 0.05$, 其中邻近型的反应时间小于远离型。另一自变量图标背景隔离对反应时间的主效应显著 $F(1,26) = 10.405, P=0.003 < 0.01$, 其中隔离的反应时间小于不隔离。组件布局关系与图标背景隔离这两个自变量的交互主效应不显著 $F(3,24) = 1.147, P=0.350 > 0.05$ 。对组件布局关系下的反应时间进行 LSD 验后多重比较检验, 结果表明: 邻近型下的两个水平之间无差异 $P=0.862 > 0.05$; 远离型下的两个水平之间也无差异

$P=0.997 > 0.05$; 但是邻近型水平一和远离型水平一、邻近型水平一和远离型水平二、邻近型水平二和远离型水平一、邻近型水平二和远离型水平二这 4 个组件布局水平间具有显著差异 ($P_1=0.016 < 0.05, P_2=0.012 < 0.05, P_3=0.013 < 0.05, P_4=0.005 < 0.05$)。

注视点个数见图 9 所示, 在注视点个数上, 组件布局关系主效应显著 $F(3,24) = 7.388, P=0.001 < 0.01$, 其中临近型的注视点个数少于远离型。另一自变量图标背景隔离对注视点个数的主效应显著 $F(1,26) = 6.641, P=0.016 < 0.05$, 其中隔离的注视点个数少于不隔离。组件布局关系与图标背景隔离这两个自变量的交互主效应不显著 $F(3,24) = 1.3677, P=0.277 > 0.05$ 。对组件布局关系下的注视点个数进行 LSD 验后多重比较检验, 结果表明: 邻近型下的两个水平之间无差异 $P=0.609 > 0.05$; 远离型下的两个水平之间也无差异 $P=0.327 > 0.05$; 但是邻近型水平一和远离型水平一、邻近型水平一和远离型水平二、邻近型水平二和远离型水平一、邻近型水平二和远离型水平二这 4 个组件布局水平间具有显著差异 ($P_1=0.001 < 0.05, P_2=0.000 <$

0.05, $P_3=0.009<0.05$, $P_4=0.028<0.05$)。

眼跳次数见图 10 所示, 在眼跳次数上, 组件布局关系主效应显著 $F(3,24) = 3.796$, $P=0.023 < 0.05$, 其中临近型的眼跳次数整体上少于远离型。另一自变量图标背景隔离眼跳次数的主效应不显著 $F(1,26)=0.037$, $P=0.401>0.05$ 。组件布局关系与图标背景隔离这两个自变量的交互主效应不显著 $F(3,24)=0.211$, $P=0.888>0.05$ 。对组件布局关系下的眼跳次数进行 LSD 验后多重比较检验, 结果表明邻近型下的两个水平之间无差异 $P=0.076>0.05$; 远离型下的两个水平之间也无差异 $P=0.306>0.05$; 但是邻近型水平一和远离型水平一、邻近型水平一和远离型水平二之间具有显著差异 ($P_1=0.003<0.05$, $P_2=0.026<0.05$), 邻近型水平二和远离型水平一、邻近型水平二和远离型水平二之间不具有显著性差异 ($P_1=0.190>0.05$, $P_2=0.574>0.05$)。

4.3 组件布局关系分析

由组件布局关系对反应时间, 注视点个数, 眼跳次数这三个指标都具有显著影响可知, 组件布局关系会对扫一扫的界面可用性造成影响。同时由图 8—10 可知, 邻近型的组件布局关系在各项指标都要优于远离型, 说明邻近型的组件布局关系目标可发现性更高, 故此类型的扫一扫界面可用性水平更高。并且 LSD 验后多重检验进一步证实, 无论是邻近型还是远离型, 组件在界面中排列的上下位置差异, 对可用性水平的影响并不显著, 关键影响因素还是在于组件间布局关系。从界面设计的角度来看, 临近型组件布局关系使界面上的信息更加紧凑, 所形成的视觉面积较大, 有利于吸引用户的视线, 并且用户在寻找目标物的过程中, 视线转换次数更少, 更易完成任务。

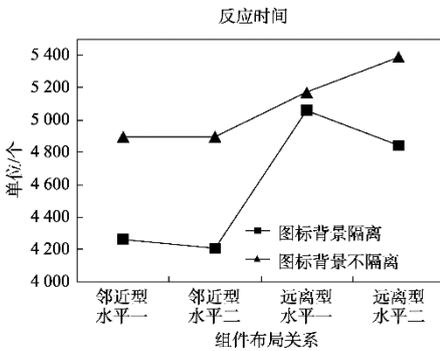


图 8 反应时间对比
Fig.8 Comparison of response time

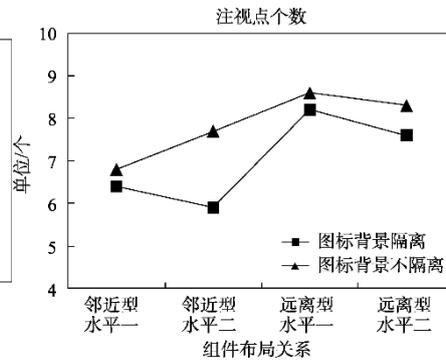


图 9 注视点个数对比
Fig.9 Comparison of number of fixation points

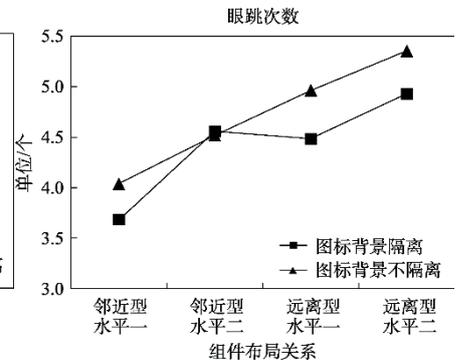


图 10 眼跳次数对比
Fig.10 Comparison of saccadic times

4.4 图标背景隔离分析

从分析实验数据来看, 图标背景隔离对反应时间、注视点个数两个指标都具有显著影响, 由图 8—10 眼动数据可知, 将图标与背景隔离会对扫一扫界面造成正向的影响。在前两个指标上, 图标与背景隔离与组件布局关系都表现出了显著影响。然而是在眼跳次数指标上不具有显著性, 这表明图标背景隔离与眼跳次数不具有相关性。从界面设计的角度来看, 将图标与背景隔离, 杜绝了因背景和图标物理特征接近而造成的视线混淆, 并使目标物更加突出, 更容易被发现与识别。

5 结语

本研究采用图标搜索任务, 通过改变组件布局和图标背景隔离设置了不同的扫一扫界面, 同时利用客观精准的眼动追踪技术, 采集被试者在不同界面条件下的眼动数据。对眼动数据进行重复测量方差分析, 发现组件布局关系与图标背景隔离, 都对反应时间和

注视点个数具有显著差异, 并且邻近型组件布局关系与图标背景隔离的相关眼动数据都优于该自变量下的其他水平。根据学术界已有眼动指标与界面可用性关系的研究结论, 可得出邻近型组件布局关系与图标背景隔离能提升扫一扫界面可用性。本研究中邻近型组件布局关系对可用性的正向影响结论, 验证了心理学中关于邻近原则能减轻认知负荷的研究。过往对目标物和背景间的对比度研究, 对界面可用性的影响均是从理论层面进行定性研究的, 未有定量的实验研究, 而本研究通过眼动实验的方式对该研究进行了补充。

从理论而言, 本研究中组件布局关系和图标背景隔离, 这两个设计因素丰富了界面可用性的研究内涵。从实践而言, 本研究的结论对界面设计具有应用价值, 故提出以下的可用性设计实践应用原则: 在界面空间允许的情况下, 将模式切换组件与功能辅助组件邻近排列; 可在组件下方添加不透明纯色块, 图标下方添加纯色几何图形, 添加具有透明度的黑色遮罩, 以将图标按钮与环境隔离开, 提升目标物的识别度。

还有其他设计因素影响界面可用性, 如图标颜色

与大小等。由于实验设计与实验条件限制,本研究暂时还未揭示组件布局关系和图标背景隔离与其他设计因素间的关系,以及各个因素对可用性水平的重要性程度,故仍需要进一步设计实验并结合多种方法来定量测量。

参考文献:

- [1] AHMAD N, REXTIN A, KULSOOM U E. Perspectives on Usability Guidelines for Smartphone Applications: An Empirical Investigation and Systematic Literature Review[J]. *Information and Software Technology*, 2018, 94: 130-149.
- [2] ISO 9241-400, 人机交互作用的人类工效学[S]. ISO 9241-400, Ergonomics of Human-computer Interaction[S].
- [3] 阿加·博伊科. 葛纓, 何吉波, 译. 眼动追踪: 用户体验优化操作指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019. BOJKO A. Eye Tracking the User Experience[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2019.
- [4] 李商, 史文静, 王静, 等. 国内心理健康类 APP 的可用性研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(24): 102-112. LI Shang, SHI Wen-jing, WANG Jing, et al. Usability of Domestic Mental Health APP[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(24): 102-112.
- [5] 江明尹, 李强, 王道雄, 等. 基于眼动和生理信号的放疗软件用户界面设计要素可用性研究[J]. *包装工程*, 2022, 43(4): 163-168. JIANG Ming-yin, LI Qiang, WANG Dao-xiong, et al. Usability Study of User Interface Design Elements of Radiotherapy Software Based on Eye Movement and Physiological Signals[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(4): 163-168.
- [6] SHARMA C, DUBEY S K. Analysis of Eye Tracking Techniques in Usability and HCI Perspective[C]// 2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). New Delhi: IEEE, 2014: 607-612.
- [7] BURMISTROV I, ZLOKAZOVA T, IZMALKOVA A, et al. Flat Design vs Traditional Design: Comparative Experimental Study[C]//IFIP Conference on Human-Computer Interaction. Cham: Springer, 2015: 106-114.
- [8] 姚君, 郭益诚. 地图导航类 APP 半透明黑色蒙版的透明度阈限研究[J]. *机电产品开发与创新*, 2018, 31(3): 26-28. YAO Jun, GUO Yi-cheng. Study on Transparency Threshold of Translucent Black Mask for Vehicle Information Entertainment Terminal[J]. *Development & Innovation of Machinery & Electrical Products*, 2018, 31(3): 26-28.
- [9] CHEN C H, CHIANG Shu-ying. The Effects of Panel Arrangement on Search Performance[J]. *Displays*, 2011, 32(5): 254-260.
- [10] 王宪宇, 李宏汀, 马舒. 影响图标搜索绩效因素的研究进展[J]. *包装工程*, 2021, 42(6): 206-211. WANG Xian-yu, LI Hong-ting, MA Shu. Research Progress on Factors Affecting Icon Search Performance[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(6): 206-211.
- [11] MAUTONE P D, MAYER R E. Signaling as a Cognitive Guide in Multimedia Learning[J]. *Journal of Educational Psychology*, 2001, 93(2): 377-389.
- [12] CIERNIAK G, SCHEITER K, GERJETS P. Explaining the Split-Attention Effect: Is the Reduction of Extraneous Cognitive Load Accompanied by an Increase in Germane Cognitive Load?[J]. *Computers in Human Behavior*, 2009, 25(2): 315-324.
- [13] DE VRIES J P, HOOGE I T C, WERTHEIM A H, et al. Background, an Important Factor in Visual Search[J]. *Vision Research*, 2013, 86: 128-138.

责任编辑: 陈作