

【视觉传达设计】

基于熵权法的微信小程序界面设计可用性评价研究

邬锦雯¹, 孙静蕾², 李敏¹

(1.华南师范大学, 广州 510000; 2.山东劳动职业技术学院, 济南 250022)

摘要: **目的** 随着微信小程序开发权限的开放, 越来越多的微信小程序被设计、开发、投入使用, 以小程序表单界面设计为例, 对界面设计的可用性评价进行研究, 可以为开发者提供界面设计可用性评价范例。**方法** 通过对前人研究的总结, 提炼出3个维度(效率、出错率、满意度), 包含9项数据指标(注视点数、持续注视时间、首次注视时间、平均注视时间、求助频度、多余翻页偏差度、难易程度、记忆效果、体验指数)的微信小程序界面设计可用性评价指标体系。通过眼动实验、问卷调查、客观观察, 收集3种常见表单界面设计方案的实验数据, 借助熵权法处理分析实验数据, 评价微信小程序表单界面设计方案的可用性。**结论** 通过实验发现, 手风琴折叠式表单设计可用性优于分类式表单设计, 优于直列式表单设计, 对需要提交大量信息的微信小程序表单界面设计具有较高的可用性。

关键词: 眼动实验; 熵权法; 界面设计; 设计评价

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)12-0191-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.12.025

Usability Evaluation of WeChat Program Interface Design Based on Entropy

WU Jin-wen¹, SUN Jing-lei², LI Min¹

(1.South China Normal University, Guangzhou 510000, China;

2.Shandong Labor Vocational and Technical College, Jinan 250022, China)

ABSTRACT: With the opening of the WeChat applet development authority, more and more WeChat applets are designed, developed and put into use. Takes the small program form interface design as an example to study the usability evaluation of interface design. It can provide an example for developers to evaluate the usability of interface design. Through the summary of previous studies, we extracted the usability evaluation index system of WeChat applet interface design in three dimensions (efficiency, error rate, satisfaction), including nine data indicators (point of fixation, continuous fixation time, first fixation time, average fixation time; frequency of help, unnecessary page turning Deviation; difficulty level, memory effect, experience index). Through the eye movement experiment, questionnaire survey, and objective observation, the experimental data of three common form interface design schemes are collected. The entropy weight method is used to process and analyze the experimental data to evaluate the usability of the WeChat applet form interface design scheme. It is found that the usability of accordion folding form design is better than the classification form design and the inline form design, and it has higher usability for the WeChat applet form interface design that needs to submit a lot of information.

KEY WORDS: eye movement experiment; entropy weight method; interface design; design evaluation

微信小程序因其轻量化、便利性等特点, 在信息生活领域担负着重要责任, 越来越多的微信小程序被设计、开发、投入使用, 经过不断迭代满足用户需求。

在微信小程序使用中, 用户常常需要提交各类信息, 友好的用户界面可以帮助用户迅速提交大量信息, 提高用户满意度。通过何种方式展开微信小程序界面设计

收稿日期: 2021-03-05

作者简介: 邬锦雯(1969—), 女, 云南人, 博士, 华南师范大学教授, 主要研究方向为情报学。

通信作者: 李敏(1995—), 女, 河南人, 华南师范大学硕士生, 主攻情报学。

计的可用性评价,何种表单界面设计方式对界面设计可用性最高,是当前需要深入探讨的问题。

1 界面设计可用性评价

1.1 界面设计可用性评价研究基础

国际标准化组织(1998年)提出可用性是指“在特定环境中,让特定使用者有效果、有效率且满意地达成特定目标”。可用性评价是通过用户的使用,评估产品使用过程的效率、感受等的方法。Nielsen J(1993年)认为可用性评价可以被看作是一种不可代替的实践性研究,通过设定虚拟环境或真实场景,直接测试并揭示用户是如何使用该交互设计系统的。常用的可用性的测评指标:(1)效果、效率和满意度;(2)可学习性、效率、可记忆性、出错、满意度^[1];(3)易学性、错误、任务成功、效率、任务时间。

界面设计可用性评价研究多采用主观性评价、客观性评价和混合性评价3种方式。主观性评价主要包括通过问卷调查和结构模型构建可用性评价模型^[2],以及通过模糊层次分析法构建评价指标模型^[3];客观性评价主要借助眼动实验数据^[4],对注视点数、注视时间、扫描路径等指标进行分析评价;混合性评价主要将主观性评价与客观性评价结合,如王艺璇等人(2018年)将眼动实验与熵权法、层次分析法相结合^[5],袁浩等人(2016年)将眼动实验与问卷调查法相结合^[6]。并且可用性评价的角度囊括界面设计的风格色彩、元素形状、图标尺寸等多个角度^[7]。

目前在界面设计可用性评价研究中,眼动实验和问卷调查法相结合的混合性评价方法占据主导地位。眼动仪是基于眼动轨迹跟踪的装置,被广泛应用于心理学与神经学科、用户体验与交互、教育等多个研究领域,并且常采用从眼位提取视频图像的方法自动记录眼睛的位置和眼球的运动轨迹^[8]。借助眼动仪获取的眼动实验数据,可以客观反映用户在使用过程中的潜在评价,同时结合问卷调查法可以获取用户使用的主观评价。然而这种研究方法在实验过程中也存在可用性评价指标选择不恰当、数据分析不准确^[9]等多方面的问题。

基于前人研究成果,结合微信小程序界面设计的特点与需求,采用3个维度,包含9项数据指标构建微信小程序界面设计可用性评价指标,同时采用观察法、眼动实验法、问卷调查法分别获取指标数据,通过熵权法对数据指标进行客观赋权,以得到微信小程序界面设计可用性的客观综合评价。可用性评价指标见图1。

1.2 界面设计可用性评价研究对象

用户使用APP时,必须通过下载、安装的方式,但这些操作对一些用户来说比较麻烦,需要注册、填写、记忆账号和密码,并且有时安装包较大,占用手

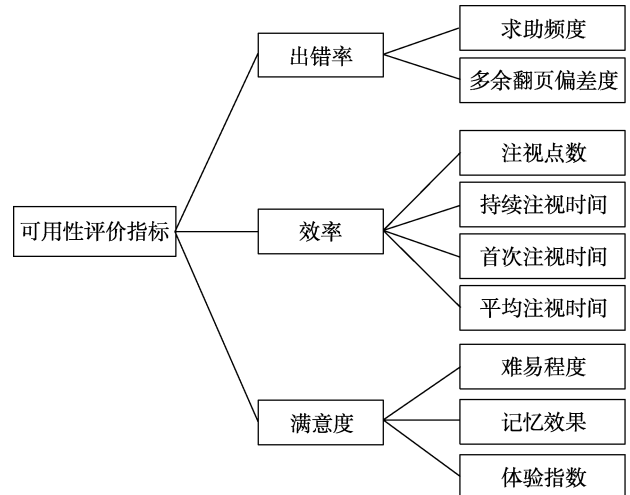


图1 可用性评价指标

Fig.1 Usability evaluation indicators

表1 眼动实验素材对比

Tab.1 Eye movement test material comparison

方案编号	表单设计形式	主要优点
A	分类式表单	可以分类展示各种信息,通过页面跳转展示不同类别的信息内容,便于用户在提交大量信息时提高对信息的理解,提高信息反馈效率
B	直列式表单	通过界面滑动可以在同一界面中展示所有的信息选项,避免用户来回翻页,缩短用户填写、提交信息的时间
C	手风琴折叠式表单	通过折叠按钮,实现信息模块的展示与隐藏,在尽量少的翻页中,实现信息的分类展示

机内存空间,也会使手机性能下降;而小程序无须下载,可以由扫码等方式通过微信直接打开,用完之后小程序会自动隐藏,无须用户再进行其余操作,简单方便。

通过总结和归类大量的微信小程序的界面布局,得出3种应用较为广泛的基本类型——手风琴折叠式表单、分类式表单和直列式表单。这3种类型在界面设计排版、信息组织方式等方面具有明显差异,并且大多数的移动应用界面也以此为基础进行衍生和变化。基于3种应用界面的代表性和差异性,进一步通过实验对3种界面展开研究,运用眼动仪测量和记录眼动数据,观察并记录被试在眼动实验过程中的行为数据,收集和分析被试使用满意度数据,并采用量化的方式多维度、深层次衡量3种界面的可用性。眼动实验素材对比见表1。



图 2 土地流转微信小程序
界面设计 A 方案

Fig.2 Land flow Wechat small
program interface design plan A



图 3 土地流转微信小程序
界面设计 B 方案

Fig.3 Land flow Wechat small
program interface design plan B



图 4 土地流转微信小程序
界面设计 C 方案

Fig.4 Land flow Wechat small
program interface design plan C

2 实验目的

借助实验对微信小程序具体界面设计中的布局方式和信息结构的用户可用性影响进行评价,探索微信小程序界面设计可用性评价方法。本实验选取农村土地流转微信小程序界面设计 A 方案、B 方案、C 方案作为实验对象,分析用户提交土地流转信息流程中的行为数据、眼动数据及问卷数据,对农村土地流转微信小程序界面设计的可用性进行具体评价。

3 实验过程

3.1 实验装置与素材

以采样率为 120 Hz 的屏幕式眼动仪 Tobii Pro X3-120 为硬件实验装置,以 Tobii Pro Studio 软件为软件实验装置。Tobii Pro Studio 软件功能覆盖从实验设计和数据采集到结果的可视化与诠释的实验全过程。实验素材为土地流转微信小程序界面设计 A 方案、B 方案、C 方案,见图 2—4。

3.2 测试用户

在之前的研究中发现,可用性测试中用户人数大多为 10 名^[10],本实验根据微信小程序的具体用途,选择了 20 位潜在用户,男女比例为 1:1,年龄范围在 25~45 岁,视力达标,并且具有微信小程序使用经历。

3.3 实验任务

实验前,向被试简要介绍土地流转的背景和土地流转微信小程序的功能;实验中,通过微信小程序的设置模拟信息填写流程,并要求被试填写并成功提交指定的土地流转信息。

3.4 实验程序

将 20 名被试分为两组,其中 1/4 的被试进行预实验,通过与被试交流,结合实验的目的,调整实验中干扰内容,为正式实验做准备。另外 3/4 的被试进行正式实验。正式实验的 15 名被试分别使用 A 方案、B 方案、C 方案进行微信小程序操作,被试可以随机选择优先使用哪种方案,尽量降低因使用顺序不同造成的实验数据偏差。微信小程序的界面设计展示和操作都尽量模拟用户日常真实使用过程,不受眼动仪实验过程干扰,保障实验数据的真实客观性。

在被试实验过程中,实验记录者在一旁观察,记录出错率指标(求助频度、多余翻页偏差度)并向被试提供必要的帮助。被试在完成相应操作后,填写满意度调查问卷,实验结束后由实验组向被试支付一定的酬劳。

4 实验结果与分析

本文构建的微信小程序界面设计可用性评价体

表2 数据指标及内涵
Tab.2 Data indicators and connotations

指标	指标内涵
注视点数	视线落入兴趣区内所有注视点的总个数。注视点过多表明页面布局不合理，效率较低；注视点分散、轨迹凌乱表明页面布局缺乏关联性，也会导致效率降低
首次注视时间	落入兴趣区内首个注视点的持续时间。首次注视时间越长，兴趣越浓厚，页面布局越合理，相应效率提高
持续注视时间	落入兴趣区内所有时间之和。反映用户提取有效信息的难易程度，持续时间越长，则越难提取有效信息，效率降低
平均注视时间	兴趣区内注视点的平均注视时间。时间越长，反映该任务中提取信息难度越大，效率越低，对多个兴趣区效率评价具有参考意义

表3 效率数据
Tab.3 Efficiency data

方案编号	注视点数/个	首次注视时间/s	持续注视时间/s	平均注视时间/s
	均值	均值	均值	均值
A	117.866 7	0.287 7	51.107 0	0.433 6
B	97.133 3	0.316 2	43.428 2	0.447 1
C	89.426 7	0.272 4	33.883 8	0.378 9

系中，既包含与界面设计可用性正相关的效率指标、满意度指标，又包含负相关的出错率指标，并且由于数据指标对评价指标的相关性也不同，数据量纲差距较大，所以给数据结果分析带来了巨大的困难。为了能客观分析实验数据，使用熵权法对各个数据指标进行客观赋权，确定该方案在该评价指标中的综合表现，进一步确定方案的可用性表现。

4.1 效率分析

效率指标主要通过注视点数、首次注视时间、持续注视时间、平均注视时间4个数据指标进行度量，数据指标及内涵见表2。

在效率指标中，由于量纲不同，数量级相差较大，所以很难对数据指标展开客观分析，需要使用熵权法对效率评价指标进行客观赋权^[11]。效率数据见表3。在本实验中，实验方案有 m 个，评价指标有 n 个，以第 i 个评价方案的第 j 个指标的原始数据为 X_{ij} ，形成原始数据矩阵：

$$X = \begin{bmatrix} 117.8667 & 0.2877 & 51.1070 & 0.4336 \\ 97.1333 & 0.3162 & 43.4282 & 0.4471 \\ 89.4267 & 0.2724 & 33.8838 & 0.3789 \end{bmatrix} \quad (1)$$

注视点数、持续注视时间、平均注视时间与效率指标呈负相关，数值越高，效率越低；首次注视时间与效率指标呈正相关，数值越高，效率越高。因此需要借助不同的公式对原始数据矩阵进行标准化处理^[12-13]，负相关用公式(2)，正相关用公式(3)，得到处理后的标准化矩阵 Y 。再利用公式(5)计算指标比重值，得到矩阵 f 。

$$Y_{ij} = \frac{\max \chi_{ij} - \chi_{ij}}{\max \chi_{ij} - \min \chi_{ij}}; i \in [1, m], j \in [1, n] \quad (2)$$

$$Y_{ij} = \frac{\chi_{ij} - \min \chi_{ij}}{\max \chi_{ij} - \min \chi_{ij}}; i \in [1, m], j \in [1, n] \quad (3)$$

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & 0.3493 & 0 & 0.1979 \\ 0.7290 & 1 & 0.4458 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$f_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{j=1}^n Y_{ij}} \quad (5)$$

$$f = \begin{bmatrix} 0 & 0.2589 & 0 & 0.1652 \\ 0.4216 & 0.7411 & 0.3083 & 0 \\ 0.5784 & 0 & 0.6917 & 0.8348 \end{bmatrix} \quad (6)$$

根据熵权法中的公式(7)计算第 i 个指标熵值，得到各指标的熵值为 E_i ，再通过公式(8)计算出各个指标的权重 W_i (误差 0.000 1)。将眼动实验中的标准化的数据指标与相应指标权重相结合，得到各方案在效率指标方面的综合评价。

$$E_j = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \quad \left(k = \frac{1}{\ln n} \right) \quad (7)$$

$$W_i = \frac{1 - E_i}{m - \sum_{i=1}^m E_i}; 0 \leq W_i \leq 1, \sum_{i=1}^m W_i = 1 \quad (8)$$

$$W_i = [0.2186 \quad 0.2524 \quad 0.2382 \quad 0.2907] \quad (9)$$

从效率指标评价结果来看，C 方案优于 B 方案 0.229 6，优于 A 方案 0.601 9。效率指标评价结果见表 4。

从与效率指标负相关的 3 项数据指标来看，C 方案采用的是手风琴式表单的布局方式，被试在使用过程中注视点数少，较 A 方案注视点数减少 24.13%，较 B 方案减少 7.9%，注视更加集中。因为手风琴式页面布局按钮可以折叠填写后的信息，所以用户注意力不易分散，相对而言便于用户的理解。因此注视点数、持续注视时间和平均注视时间的数值表现均优于其他方案。B 方案采用直列式表单的布局方式，页面一次性呈现的内容较多，容易导致被试注意力分散，

表 4 效率指标评价结果
Tab.4 Evaluation results of efficiency indicators

效率指标	注视点数	首次注视时间	持续注视时间	平均注视时间	效率指标评价
指标权重	0.218 6	0.252 4	0.238 2	0.290 7	—
A 方案	0.000 0	0.349 3	0.000 0	0.197 9	0.145 7
B 方案	0.729 0	1.000 0	0.445 8	0.000 0	0.518 0
C 方案	1.000 0	0.000 0	1.000 0	1.000 0	0.747 6

表 5 出错率数据
Tab.5 Error rate data

方案编号	人均求助频度	人均多余翻页偏差度
A 方案	0.87	3.40
B 方案	0.60	1.20
C 方案	0.47	1.27

表 6 出错率指标评价结果
Tab.6 Error rate indicator evaluation results

出错率指标	人均求助频度	人均多余翻页偏差度	出错率指标评价
指标权重	0.196 7	0.803 3	—
A 方案	1.000 0	1.000 0	1.000 0
B 方案	0.325 0	0.000 0	0.063 9
C 方案	0.000 0	0.031 8	0.025 5

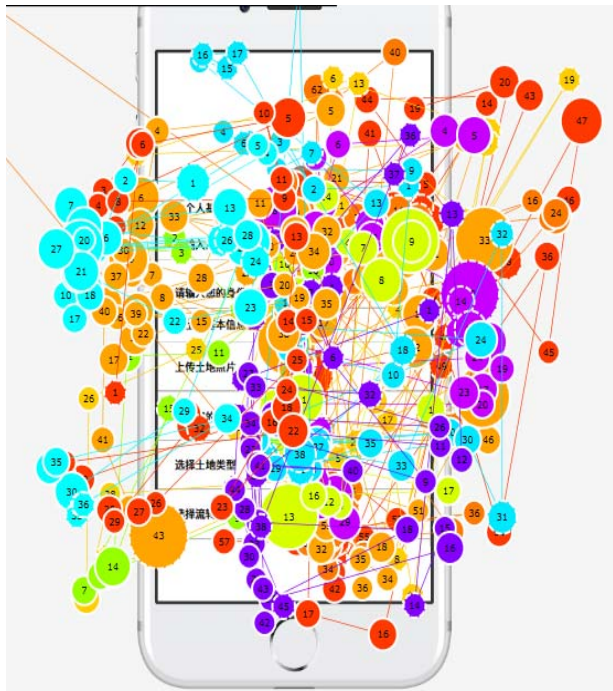


图 5 B 方案的眼动轨迹
Fig.5 Scheme B eye track

眼动轨迹波动较大，干扰了被试提取信息的能力，但相较于 A 方案需来回切换页面的分类信息表布局方式，效率明显得到提高。B 方案的眼动轨迹见图 5。

从与效率指标正相关的首次注视时间来看，3 项方案的极差为 0.043 8 s，差距微弱，这说明在捕捉用户兴趣目光上 3 项方案效率相近，B 方案则因直列式表单的布局方式具有微弱的优势，说明在表单界面设计中也需注意布局设计明了、简单。

4.2 出错率分析

出错率指标包含求助频度和多余翻页偏差度两项。求助频度是指在实验过程中，被试因无法顺利执行任务转向实验者求助的次数，求助次数越多，求助频度越高，相应的任务完成效果不佳，则反映出界面设计可用性较差。多余翻页偏差度是指被试完成任务的页面翻页次数与完成该任务的最少翻页次数的差值，该指标可以体现被试对微信小程序信息层级和架构的理解程度，偏差度越大，则界面设计中的信息层级和架构对用户越不友好。

本实验中，出错率指标 C 方案优于 B 方案 0.974 5，优于 A 方案 0.038 4。出错率数据见表 5，出错率指标评价结果见表 6。

从人均求助频度来看，因为实验任务设置较简单，所以大部分被试能独立完成实验任务，少量用户提出疑问并求助，实验人均求助频度小于 0.644 次。然而 A 方案由于需要跳转翻页，所以相对于 B 方案和 C 方案而言，人均求助频度分别高出 31.34%、45.98%。直列式表单与折叠式表单便于被试理解使用，两种方案总求助频度仅相差 2，明显优于 A 方案。

从人均多余翻页偏差度来看，A 方案的信息层级和架构虽然更加清晰，可以分类指引被试填写相关信息，有助于被试理解所填信息内容，但频繁的分类跳转更易使被试出现信息迷航现象，人均多余翻页偏差度分别高于 B 方案和 C 方案 2.30、2.13。相较于直列式布局，手风琴折叠式布局在分类折叠与展开过程中也较容易出现多余翻页，但两者差异度为 0.07。

4.3 满意度分析

被试在实验结束后接受问卷调查，通过问卷调查数据直接获得用户对微信小程序的使用满意度。问卷采用李克特五点量表法进行设计，通过任务的难易程度、任务的易学习程度、任务的喜爱程度来获取难易程度、记忆效果、体验指数数据。难易程度越高，记忆效果越低，体验指数越低，从而满意度越低，界面设计的可用性越低，微信小程序也难以推广。

对收集的问卷数据进行信度分析，结果显示 Cronbach α 系数为 0.745，信度检验良好，数据质量较高，可以用于进一步分析。满意度数据见表 7。

从满意度指标评价结果来看，C 方案满意度高于 B 方案 0.601 4，高于 A 方案 0.916 5。满意度指标评价结果见表 8。

表7 满意度数据
Tab.7 Satisfaction data

方案编号	难易程度	记忆效果	体验指数
A 方案	4.11	2.89	3.67
B 方案	4.00	4.67	3.78
C 方案	3.00	4.00	4.44

表8 满意度指标评价结果
Tab.8 Evaluation results of satisfaction indicators

满意度指标	难易程度	记忆效果	体验指数	满意度指标评价
指标权重	0.4080	0.2218	0.3702	
A 方案	0	0	0	0
B 方案	0.0991	1	0.1429	0.3151
C 方案	1	0.6236	1	0.9165

表9 可用性指标性数据
Tab.9 Availability indicator data

方案编号	出错率	效率	满意度
A 方案	1.000 0	0.145 7	0.000 0
B 方案	0.063 9	0.518 0	0.315 1
C 方案	0.025 5	0.747 6	0.916 5

从与满意度指标负相关的难易程度来看,A 方案因需来回翻页、跳转给用户增加了任务完成的困难程度,B 方案因需一次性填写大量信息给用户造成了信息组织困扰,在困难程度 1~5 评价中,人均高于或等于 4(比较困难)。A 方案则处于 3(一般)的困难程度。

从与满意度指标正相关的记忆效果与体验指数来看,直列式表单设计的 B 方案评价为 4.67(非常容易记忆),体验指数接近 4(比较喜欢);而相较于直列式表单,被试对 C 方案的体验指数更高,为 4.44;对于直列式布局的 A 方案,用户的体验指数为 3.67,在愿意接受的范围内,A 方案因为需要来回翻页,给用户造成了记忆困扰,记忆效果分别低于 B 方案和 C 方案 38.12%、27.75%,A 方案的满意度指标评价也分别比 B 方案和 C 方案低 0.315 1、0.916 5。

4.4 可用性评价

通过对实验数据的处理,得到 3 种方案的界面设计可用性的综合评价,实验发现 C 方案>B 方案>A 方案,C 方案优于 B 方案 0.386 5,优于 A 方案 1.000 0。手风琴式表单布局方式因信息层次、结构清晰、信息展示集中、翻页次数少等优点,综合来看具有较高的界面设计可用性。可用性指标性数据见表 9,可用性指标评价结果见表 10。

表10 可用性指标评价结果
Tab.10 Evaluation results of usability indicators

可用性指标	出错率	效率	满意度	可用性综合评价
指标权重	0.296 3	0.316 6	0.387 1	—
A 方案	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
B 方案	0.960 6	0.618 5	0.343 8	0.613 5
C 方案	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0

5 结语

本文通过构建微信小程序界面设计可用性评价指标,运用熵权法对观察数据、眼动数据、问卷数据进行处理,得到了客观的可用性评价结果。在研究方法上,本文构建的可用性评价指标不仅选取了客观的眼动指标数据,而且将调查问卷中的数据进行了量化处理,在评价中兼顾主观评价与客观性评价,评价指标具有代表性。通过熵权法对数据进行了处理,便于在不同量纲、不同性质的评价指标和数据指标间进行客观性评价。在实验结果上,用户经常需要通过表单向微信小程序提交信息,表单界面设计的可用性直接关系到用户使用感受。通过对分类式表单、直列式表单、手风琴折叠式表单 3 类小程序界面设计进行的实验发现,手风琴折叠式表单既满足信息层次、结构的需求,又可以集中展示重点信息,不易使用户注意力分散,在难易程度、记忆效果、体验指数等方面具有较好评价,对于需要提交大量信息的微信小程序界面优先适用。

本文单纯使用熵权法对评价指标进行赋权可能会导致指标权重出现偏差,加之实验方案较少,均使本研究有一定的局限性,后续可以采用主观、客观相结合赋权的综合权重指标,对更多实验方案开展细节性的实证研究。

参考文献:

- [1] NIELSEN J.可用性工程[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
NIELSEN J. Usability Engineering[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2004.
- [2] 范丽婷. 移动图书馆可用性评价指标的构建[J]. 四川图书馆学报, 2018(1): 5-11.
FAN Li-ting. Construction of the Evaluation Index of Mobile Library Usability[J]. Journal of Sichuan Library Science, 2018(1): 5-11.
- [3] 张东方. 基于 FAHP 的立体车库人机界面可用性评价方法[J]. 机械设计, 2014, 31(4): 97-100.
ZHANG Dong-fang. A Method for Evaluating the Usability of Human-Machine Interface Based on FAHP[J]. Machinery Design, 2014, 31(4): 97-100.

(下转第 222 页)