

PC 端与移动端界面布局相关性评价方法研究

李奋强, 王博鹏

(兰州理工大学, 兰州 730050)

摘要: **目的** 分析与评价同款软件在 PC 端界面与移动端界面布局的相关性。**方法** 分析软件产品的界面设计结构特征及布局描述方法, 确定描述界面布局的关键指标, 对这些指标进行权重系数的分析计算, 并将指标量化, 通过相关度分析将两个终端界面量化后的各指标做相关系数的计算。**结论** 结合每个指标的权重值, 得出两个终端界面布局的相关程度。

关键词: 软件产品; 界面布局; 相关性; 相关度分析

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)20-0143-07

Evaluation Methods of the Relevance between PC and Mobile Terminal Layout

LI Fen-qiang, WANG Bo-peng

(Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

ABSTRACT: It aims to analyze and evaluate the relevance of the same software on the PC side interface and the layout of the mobile terminal. It analyzes the interface design structure and layout description method of software product, determines the key index to describe the interface layout, analyzes and calculates the weight coefficient of index calculation, and makes quantitative indicators, by correlation analysis, the indexes of two terminal interfaces are quantized, and the correlation coefficients are calculated. Combined with the weight value of each index, the correlation degree of the two terminal interface layout is obtained.

KEY WORDS: software product; interface layout; relevance; correlation degree analysis

PC 端界面与移动端界面布局设计过程中, 有些软件产品在两者的相关性上控制得当, 用户会体验到两个界面有着清晰的连贯性, 又不失各自特色; 有些则没有分析好两个界面的关系, 使两者相关性不协调, 导致用户体验不连贯、产品识别不清晰等问题, 界面评价的目的是描述界面的可用程度^[1], 因此界面布局相关性评价研究就成为解决该问题的关键所在, 本文对此提出一种有效的量化评价方法及流程, 以便相关工作的开展。

1 界面布局相关性

相关性指事物之间相互关联的特性。同款软件产品在终端设备上分为 PC 端与移动端两种, 移动端在目标用户、信息架构、核心体验等方面都继承 PC 端的风格。以网易云音乐为例, PC 端可满足用户管理

本地音乐, 同步其他设备音乐等需求; 移动端操作简练, 运用有限界面实现相应功能。基于不同设备决定了两个界面布局差异的必然性, 但保持两者相关性, 控制其相关程度, 是实现产品识别的关键。

2 界面布局评价指标确立

2.1 代表性样本界面确立

设计调查问卷, 列出 10 余款目前市面上的音乐软件产品, 让用户及 UI 设计师共 20 人, 投票选出其在感官上, 认为两个端面布局相关性最佳的 3 款产品, 统计分析结果见表 1。

以票数最高的网易云音乐为例, 正常使用两个终端上的 APP 时, 屏幕上只显示整体界面的一部分, 不能显示完整界面, 因此先将断开的样本界面整合, 恢复界面原貌, 并对整合后的界面按平均值法做灰度

表 1 各音乐软件产品及其票数
Tab.1 Music software products and their votes

产品名称	票数	产品名称	票数	产品名称	票数	产品名称	票数
苹果音乐	6	虾米音乐	5	天天动听	2	豆瓣音乐	3
酷狗音乐	5	咪咕音乐	2	酷我音乐	4	百度音乐	7
多米音乐	3	QQ 音乐	7	网易云音乐	12	SoundCloud	4

处理,排除色彩干扰,得到的两个样本界面,见图 1 (图片由笔者绘制)。

2.2 指标筛选

由 7 位 UI 设计师,根据 10 款产品共 20 个样本

界面的布局特征进行分析。参考 Ngo 提出的布局指标^[2],列出一系列评价指标由专家咨询法^[3]征询 UI 设计师的意见,然后进行统计处理并反馈结果,经过几轮咨询各位设计师意见趋于集中,最后一次讨论结果包含 25 个指标。以这些指标建立指标集发放给 22 名设计师,让其投票选出最适合描述界面布局的 12 个代表性指标,结果见表 2。

根据票数最多的 12 个指标设计相似度调查问卷并发放给 20 余名设计师,按照相似程度 0,0.2,0.4, 0.6,0.8,1 一共 5 个标准进行打分,得到多个相似系数矩阵^[4],将得出的数据做均值处理并补全矩阵得到结果,见表 3。

将得到的结果导入 SPSS 进行 K-Means 聚类分析^[5],结果见表 4。



图 1 PC 端与移动端样本界面

Fig.1 The sample interface of PC terminal and mobile terminal

表 2 描述界面布局的 25 个指标及其票数
Tab.2 25 indicators of description of the interface layout and their votes

指标	票数	指标	票数	指标	票数	指标	票数	指标	票数
居中度	7	匹配度	6	对称度	11	体量度	8	呼应度	9
次序度	11	经济度	12	易用度	9	整体度	17	密集度	11
连续度	8	优势度	12	合并度	4	比例度	18	清晰度	8
简洁度	16	均衡度	10	平衡度	12	引导度	7	协调度	22
规律度	10	节奏度	12	轻松度	5	凝聚度	12	紧凑度	7

表 3 指标相似度调查结果
Tab.3 Survey results of index similarity

	整体度	简洁度	优势度	节奏度	经济度	比例度	密集度	对称度	协调度	凝聚度	次序度	平衡度
整体度	1	0.161 54	0.776 92	0.261 54	0.153 85	0.223 08	0.076 93	0.223 08	0.107 69	0.176 93	0.815 38	0.061 54
简洁度	0.161 54	1	0.223 08	0.115 39	0.299 99	0.123 08	0.792 31	0.176 93	0.046 15	0.792 31	0.184 62	0.123 08
优势度	0.776 92	0.223 08	1	0.192 31	0.084 61	0.215 39	0.092 31	0.176 93	0.061 54	0.076 92	0.846 15	0.223 08
节奏度	0.261 54	0.115 39	0.192 31	1	0.899 99	0.838 46	0.184 62	0.115 39	0.230 77	0.046 15	0.100 01	0.238 46
经济度	0.153 85	0.299 99	0.084 61	0.899 99	1	0.776 92	0.069 23	0.130 77	0.069 23	0.076 92	0.230 77	0.084 61
比例度	0.223 08	0.123 08	0.215 39	0.838 46	0.776 92	1	0.123 08	0.223 08	0.215 39	0.046 15	0.115 39	0.199 99
密集度	0.076 93	0.792 31	0.092 31	0.184 62	0.069 23	0.123 08	1	0.099 99	0.084 61	0.853 84	0.084 61	0.123 08
对称度	0.223 08	0.176 93	0.176 93	0.115 39	0.130 77	0.223 08	0.099 99	1	0.907 69	0.046 15	0.153 85	0.907 69
协调度	0.107 69	0.046 15	0.061 54	0.230 77	0.069 23	0.215 39	0.084 61	0.907 69	1	0.038 46	0.207 69	0.838 46
凝聚度	0.176 93	0.792 31	0.076 92	0.046 15	0.076 92	0.046 15	0.853 84	0.046 15	0.038 46	1	0.076 92	0.084 62
次序度	0.815 38	0.184 62	0.846 15	0.100 01	0.230 77	0.115 39	0.084 61	0.153 85	0.207 69	0.076 92	1	0.176 92
平衡度	0.061 54	0.123 08	0.223 08	0.238 46	0.084 61	0.199 99	0.123 08	0.907 69	0.838 46	0.084 62	0.176 92	1

表 4 K-Means 聚类分析结果
Tab.4 The results of cluster analysis of K-Means

序号	布局指标	聚类（5）	距离	序号	布局指标	聚类（5）	距离
1	整体度	3	0.237	7	密集度	1	0.196
2	简洁度	1	0.279	8	对称度	2	0.159
3	优势度	3	0.206	9	协调度	2	0.177
4	节奏度	4	0.147	10	凝聚度	1	0.207
5	经济度	5	0.000	11	次序度	3	0.207
6	比例度	4	0.147	12	平衡度	2	0.165

由此确定描述界面布局的 5 个代表性评价指标，分别为简洁度（ D_S ）、协调度（ D_C ）、整体度（ D_M ）、比例度（ D_P ）和经济度（ D_E ）。

3 界面布局评价指标权重分析

运用相对比较赋权法计算指标权重系数。将评价指标 x_j ($j=1, 2, 3, 4, 5$) 按行和列排开，再根据三级比例标度对任意两指标的相对重要关系进行分析^[6]，并将评分值记入表中。

三级比例标度评分的分值为 q_{ij} ，则标度值及其含义如下：

$$q_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当 } x_i \text{ 比 } x_j \text{ 重要时} \\ 0.5 & \text{当 } x_i \text{ 与 } x_j \text{ 同样重要时} \\ 0 & \text{当 } x_i \text{ 没有 } x_j \text{ 重要时} \end{cases} \quad (1)$$

评分构成的矩阵 $Q=(q_{ij})_{n \times n}$ ， $q_n=0.5$ ， $q_{ij}+q_{ji}=1$ 。则指标 x_i 的权重系数为：

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n q_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij}} \quad (2)$$

通过公式(1)得到调查数据，确定每份调查结果

的评分矩阵 Q 并结合公式(2), 计算出每份问卷 5 个指标的权重系数 w_i ($0 < w_i < 1$)。根据 20 名设计师所填问卷得到的各指标权重系数, 及均值化处理得到的最终权重系数结果, 见表 5。

表 5 权重系数结果
Tab.5 Results of weight coefficient

序号	简洁度 w_S	协调度 w_C	整体度 w_M	比例度 w_P	经济度 w_E
问卷 1	0.24	0.24	0.24	0.08	0.2
问卷 2	0.04	0.28	0.24	0.24	0.2
问卷 3	0.12	0.36	0.28	0.2	0.04
问卷 4	0.04	0.32	0.16	0.28	0.2
问卷 5	0.08	0.36	0.16	0.2	0.2
问卷 6	0.2	0.12	0.32	0.2	0.16
问卷 7	0.24	0.2	0.32	0.2	0.04
问卷 8	0.28	0.2	0.36	0.12	0.04
问卷 9	0.12	0.36	0.2	0.12	0.2
问卷 10	0.28	0.2	0.36	0.12	0.04
问卷 11	0.16	0.32	0.16	0.32	0.04
问卷 12	0.2	0.12	0.36	0.28	0.04
问卷 13	0.08	0.32	0.12	0.32	0.16
问卷 14	0.08	0.32	0.32	0.2	0.08
问卷 15	0.08	0.28	0.2	0.36	0.08
问卷 16	0.2	0.32	0.12	0.32	0.04
问卷 17	0.32	0.16	0.04	0.16	0.32
问卷 18	0.16	0.32	0.04	0.32	0.16
问卷 19	0.12	0.2	0.28	0.36	0.04
问卷 20	0.12	0.28	0.28	0.28	0.04
最终权重	0.158	0.264	0.228	0.234	0.116

4 相关度分析方法及实施

4.1 相关度分析及相关系数

相关度分析是处理变量间不确定关系的一种统计学方法^[7], 其本质即计算相关系数 ($0 < \rho < 1$), 是描述两组或多组变量相关性的概念。相关系数的绝对值越大, 表明变量间的相关程度越高, 绝对值越小, 表明相关程度越低。这里的相关系数又称相关度, 即相关性定量分析的结果。

假设存在随机变量集 α, β , 其中 $\alpha = \{x_1, x_2, \dots, x_i\}$; $\beta = \{x_1', x_2', \dots, x_i'\}$ 。 i 为变量的个数, 则变量集 α, β 中每个元素的相关系数为:

$$\rho_i = \begin{cases} x_i'/x_i, & x_i \geq x_i' \\ x_i/x_i', & x_i < x_i' \end{cases} \quad (3)$$

若研究的变量集 α, β 中各元素对整个变量集的贡献不同, 即重要程度不同, 这时变量集 α, β 的相关系数为:

$$\rho_{\alpha\beta} = \rho_1 w_1 + \rho_2 w_2 + \rho_3 w_3 + \dots + \rho_i w_i \quad (4)$$

4.2 指标量化

简洁度 D_S 。通过计算界面元素的对齐程度得到。

n_{upright} 为垂直方向对齐点的数量, n_{across} 表示水平方向对齐点的数量, n 是界面元素总数。

$$D_S = \frac{1 - (n_{\text{upright}} + n_{\text{across}})}{4n} \quad (5)$$

协调度 D_C 。指界面元素中心和整体界面中心间的差异。 a_i 是界面元素的面积; $b_{\text{interface}}$ 和 $h_{\text{interface}}$ 是整体界面的宽和高; (x_i, y_i) 表示界面元素 i 的坐标, (x_0, y_0) 表示界面中心的坐标^[8]。

$$D_C = 1 - \frac{\left| \frac{2 \sum_i^n a_i (x_i - x_0)}{b_{\text{interface}} \sum_i^n a_i} \right| + \left| \frac{2 \sum_i^n a_i (y_i - y_0)}{h_{\text{interface}} \sum_i^n a_i} \right|}{2} \quad (6)$$

整体度 D_M 。通过分析元素布局与界面框架之间的关系得到。 $a_{\text{distribution}}$ 表示界面元素布局面积, $a_{\text{interface}}$ 表示整体界面的面积。

$$D_M = \begin{cases} \frac{u_{\text{distribution}}}{u_{\text{interface}}}, & u_{\text{interface}} > u_{\text{distribution}} \\ \frac{u_{\text{interface}}}{u_{\text{distribution}}}, & u_{\text{distribution}} \geq u_{\text{interface}} \end{cases} \quad (7)$$

$$u_{\text{distribution}} = \frac{\sum_i^n a_i}{a_{\text{distribution}}}, u_{\text{frame}} = \frac{a_{\text{distribution}}}{a_{\text{interface}}} \quad (8)$$

比例度 D_P 。指界面元素和布局间的比例与常用美度比例的相近程度。 P_{element} 是界面元素比例间的差异, $P_{\text{distribution}}$ 是布局比例间的差异, t_j 为 5 种常用比例, b_i , h_i 和 $b_{\text{distribution}}$, $h_{\text{distribution}}$ 分别是界面元素 i 和布局的宽高^[9]。

$$D_P = \frac{|P_{\text{element}}| + |P_{\text{distribution}}|}{2}$$

$$P_{\text{element}} = \frac{1}{n} \sum_i^n \left(1 - \frac{\min(|t_j - t_i|)}{0.5} \right), P_{\text{distribution}} = \quad (9)$$

$$1 - \frac{\min(|t_j - t_{\text{layout}}|)}{0.5} \quad (10)$$

$$t_i = \begin{cases} r_i, & r_i \leq 1 \\ \frac{1}{r_i}, & r_i > 1 \end{cases}, r_i = \frac{h_i}{b_i}, t_{\text{distribution}} = \begin{cases} r_{\text{distribution}}, & r \leq 1 \\ \frac{1}{r_{\text{distribution}}}, & r > 1 \end{cases}$$

$$r_{\text{distribution}} = \frac{h_{\text{distribution}}}{b_{\text{distribution}}} \quad (11)$$

经济度 D_E 。指运用尽量少的界面元素传递尽可能多的信息的程度。通过计算界面元素尺寸的一致性得到, n_d 为宽高两项数据有任意一项不同的界面元素的数量。

$$D_E = 1 - \frac{n_d}{n} \quad (12)$$

4.3 相关度分析实施

运用相关度分析, 对网易云音乐 PC 端与移动端的界面布局进行相关系数计算。

4.3.1 抽象表征及各指标量化

根据界面中的不同功能区域, 将网易云音乐的 PC 端界面分为 17 个部分, 移动端界面分为 14 个部分。将各分区抽象为能够包含其内部元素的最小矩形并编号, 建立坐标系, 以界面左上角为原点, X 正方向为沿界面自左向右, Y 正方向为自上向下^[10]。两个终端界面的抽象表征见图 2 (图片由笔者绘制)。

PC 端界面宽度、高度及各界面元素的编号名称、起始点坐标等数据, 见表 6。

移动端界面及各界面元素的数据, 见表 7。

由表 5 和表 6 中的数据及公式(5)~(12)对 PC 端与移动端界面的各指标计算, 得到量化的结果, 见表 8。

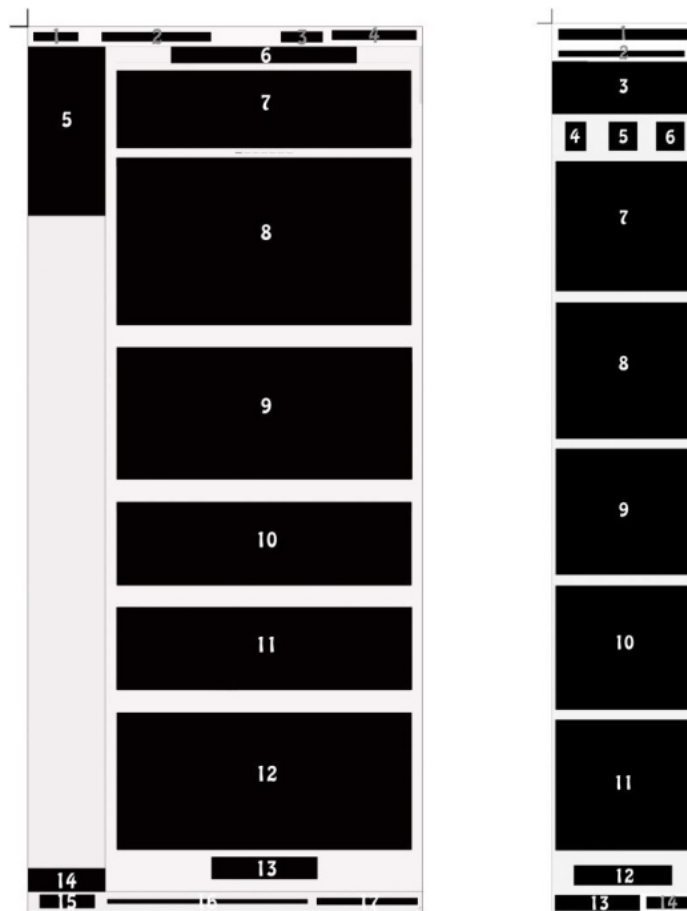


图 2 PC 端与移动端界面抽象表征

Fig.2 Abstract characterization of interface between PC and mobile terminals

表 6 PC 端各界面元素数据
Tab.6 PC terminal interface element data

界面元素编号及名称	起始点坐标	宽/cm	高/cm
1 云音乐 Logo	(0.6, 0.6)	5.1	1
2 搜索窗	(8.4, 0.6)	12.5	1
3 用户信息区	(28.9, 0.5)	4.8	1.2
4 设置及消息提醒区	(34.7, 0.4)	9.7	1
5 推荐及我的音乐区	(0, 2.2)	8.8	19.3
6 主界面切换窗	(16.3, 2.2)	21.3	2
7 话题活动专栏区	(10.1, 5)	33.7	8.9
8 推荐歌单区	(10.1, 15)	33.7	19
9 最新音乐区	(10.1, 36.6)	33.7	15.1
10 独家放送区	(10.1, 54.3)	33.7	9.5
11 推荐 MV 区	(10.1, 66.3)	33.7	9.5
12 主播电台区	(10.1, 78.4)	33.7	15.6
13 调整栏目顺序区	(21, 94.8)	12	2.6
14 歌曲封面及信息区	(0, 96.1)	8.8	2.7
15 歌曲操作区 1	(1.3, 99.1)	6.3	1.6
16 歌曲时间进度条	(9, 99.6)	23	0.6
17 歌曲操作区 2	(33, 99.5)	11.5	0.8
PC 端整体界面	(0, 0)	45.1	101

表 7 移动端各界面元素数据
Tab.7 Mobile terminal interface element data

界面元素编号及名称	起始点坐标	宽/cm	高/cm
1 功能整合区	(1.8, 1.5)	34.9	2.9
2 主界面切换区	(1.8, 7.4)	33.7	1.5
3 话题活动专栏区	(0, 10.3)	38.1	14.1
4 私人 FM	(3.6, 26.5)	5.5	7.7
5 日推区	(15.2, 26.5)	7.6	7.7
6 新歌榜	(27.9, 26.5)	7.6	7.7
7 推荐歌单区	(1, 37.1)	36.1	34.9
8 最新音乐区	(1, 75.1)	36.1	36.5
9 独家放送区	(1, 114.3)	36.1	33.8
10 推荐 MV 区	(1, 151.1)	36.1	33.4
11 主播电台区	(1, 187.2)	36.1	35.1
12 调整栏目顺序区	(5.9, 226.3)	26.3	5.3
13 歌曲封面及信息区	(0.8, 234.2)	22.8	4.3
14 歌曲操作区	(25.4, 234.7)	11.3	3.2
移动端整体界面	(0, 0)	38.1	239

表 8 PC 端界面与移动端界面各指标数据
Tab.8 PC terminal interface and the mobile terminal interface of the indicators of the data

	D_S	D_C	D_M	D_P	D_E
PC 端界面	0.823529	0.9036985	0.674218	0.695283	0.058824
移动端界面	0.821429	0.9949555	0.825598	0.512726	0.071429

4.3.2 各指标相关值及界面布局相关值

设 PC 端界面为 α , 移动端界面为 β , 则 $\alpha=\{0.823-529, 0.903\ 6985, 0.674\ 218, 0.695\ 283, 0.058\ 824\}$, $\beta=\{0.821\ 429, 0.994\ 9555, 0.825\ 598, 0.512\ 726, 0.071\ 429\}$ 。各指标的相关程度, 根据公式(3), 得到 $\rho_s=0.997-45$, $\rho_c=0.908\ 28$, $\rho_m=0.816\ 641$, $\rho_p=0.737\ 435$, $\rho_e=0.823\ 531$; 由公式(4)结合指标权重值, 得到 PC、移动端界面布局的相关程度为 $\rho_{\alpha\beta}=\rho_s w_s+\rho_c w_c+\rho_m w_m+\rho_p w_p+\rho_e w_e=0.851667$, 则网易云音乐两个终端界面布局最终的相关程度为 0.851667。

根据最初的主观调查及最终量化结果, 网易云音乐在两个终端界面布局的相关性上得到了最佳协调; 通过表 5 可得到协调度、比例度、整体度, 是描述界面布局最重要的 3 个指标, 由表 8 可看出单个界面中, PC 端的协调度, 及移动端的协调度和整体度较高, 而 PC 端的整体度与比例度, 及移动端的比例度较低; 通过公式(3)得出的各指标在两个终端界面的相关度可得出, 两者在简洁度和协调度上相关度较高, 整体度与经济度其次, 比例度在两者间的相关度较低。基于最初对用户和设计师调查得出的主观评价结果, 网易云音乐被选为 12 款产品中, 两个终端界面布局相关性的最佳产品, 根据其相关度量化得出的最终结果 0.851667, 可作为判断其他软件产品界面布局相关度优劣的参考标准。

5 结语

本文结合系统工程、感性工学以及统计学领域中的理论方法, 在单个界面布局评价研究基础上, 从影响界面布局的指标出发, 建立了一套界面布局相关性的评价方法, 并得出量化结果, 至于相关度控制在何区间内最为得当, 则要基于本方法继续实践, 增加评价案例, 得到更多数据, 从而确定。后续研究中, 应尽可能把整款软件产品的所有页面作为分析对象, 并通过大量评价结果, 得出相关度最合适的区间范围。在评价结果得出后, 针对如何改善两个界面的相关性给出一套建议, 为 UI 设计师在突出不同终端界面特点的同时, 兼顾其之间的相关性, 达到互联网产品清晰识别的目的。

参考文献:

[1] 颜声远. 人机界面设计与评价[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.

YAN Sheng-yuan. Man-Machine Interface Design and Evaluation[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2013.

[2] NGO D C L, TEO L S, BYRNE J G. Modeling Interface Aesthetics[J]. Information Sciences, 2003, 152: 25—46.

[3] 郁滨. 系统工程理论[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009.

YU Bin. The Theory of System Engineering[M]. Hefei: China University of Science and Technology Press, 2009.

[4] 蒋翀. 重型卡车造型感性意象词聚类分析研究[J]. 设计与研究, 2013(1): 19.

JIANG Chong. Research on Clustering Analysis of the Perceptual Image Words in the Form of Heavy Truck[J]. Design and Research, 2013(1): 19.

[5] 李洪成, 姜宏华. SPSS 数据分析教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.

LI Hong-cheng, JIANG Hong-hua. Data Analysis Tutorial of SPSS[M]. Beijing: The Posts and Telecommunications Press, 2012.

[6] 叶义成, 柯丽华, 黄德育. 系统综合评价技术及其应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.

YE Yi-cheng, KE Li-hua, HUANG De-yu. System Comprehensive Evaluation Technology and Application[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2006.

[7] 郭红霞. 相关系数及其应用[J]. 武警工程学院学报, 2010, 26(2): 3.

GUO Hong-xia. Correlation Coefficient and Application[J]. Journal of the Armed Police Force Engineering College, 2010, 26(2): 3.

[8] 李明. 产品形态美度评价方法研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2016.

LI Ming. Research on Aesthetics Degree Evaluation Method of Product Form[D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2016.

[9] 周蕾, 李晶, 牛亚峰, 等. 产品信息界面的用户感性预测模型[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(3): 548.

ZHOU Lei, LI Jing, NIU Ya-feng, et al. The User Perceptual Prediction Model of Product Information Interface[J]. Computer-integrated Manufacturing System, 2014, 20(3): 548.

[10] 周蕾, 薛澄岐, 汤文成, 等. 界面元素布局设计的美度评价方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2013, 25(5): 760—761.

ZHOU Lei, XUE Cheng-qi, TANG Wen-cheng, et al. The Evaluation of Layout Design Method of Interface Elements[J]. Journal of Computer Aided Design and Computer Graphics, 2013, 25(5): 760—761.