

# 基于卡诺模型与联合分析的老年人 APP 用户体验优化设计方法

李永锋, 刘焕焕, 朱丽萍  
(江苏师范大学, 徐州 221116)

**摘要:** **目的** 优化老年人 APP 用户体验, 提出基于卡诺模型与联合分析的老年人 APP 用户体验优化设计方法。**方法** 首先, 建立老年人 APP 用户体验评价的指标体系, 基于卡诺模型确定老年人对用户体验各指标的偏好权重。其次, 确定 APP 的设计模式, 选择合适的正交表确定设计模式的组合方式, 建立高保真实验样本, 邀请实验参与者使用实验样本执行典型任务, 收集相关实验数据, 并基于联合分析建立用户体验与设计模式之间的关系模型。最后, 根据联合分析的结果确定最优设计, 使用 A/B 测试对优化设计的结果进行验证。**结论** 本文所提出方法可有效获取老年人对用户体验各指标的需求偏好, 并对 APP 用户体验进行优化设计。

**关键词:** 用户体验; 联合分析; 卡诺模型; 老年人 APP; 优化设计

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)02-0077-09

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.02.012

## Optimization Design Approach for User Experience of the Elderly APP Based on Kano Model and Conjoint Analysis

LI Yong-feng, LIU Huan-huan, ZHU Li-ping  
(Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

**ABSTRACT:** The work aims to propose an approach for the optimization design of user experience concerning the elderly APP based on Kano model and conjoint analysis, so as to optimize the user experience of the elderly APP. Firstly, the evaluation system of the user experience concerning the elderly APP was established, and the preference weight of the elderly for each index of user experience was derived by the Kano model. Secondly, the design patterns of APP were determined and the combination modes were ascertained based on a suitable orthogonal array. The high-fidelity experimental samples were made, and the experimental participants were asked to use these samples to execute typical tasks. The experiment data were collected, and then the relationship model between user experience and design patterns was developed by conjoint analysis. Finally, based on the results of conjoint analysis, the optimal design was obtained, and the corresponding results were verified by the A/B test. The proposed approach can effectively acquire the need preference of the elderly for user experience indexes and can achieve the optimization design concerning user experience of APP.

**KEY WORDS:** user experience; conjoint analysis; Kano model; the elderly APP; optimization design

APP 的广泛应用可使老年人更好地享受互联网发展带来的便利。目前针对老年人的 APP 数量较少,

且部分 APP 存在界面设计混乱、操作复杂、功能杂乱以及用户体验差等问题, 不能满足老年人的需求,

收稿日期: 2020-09-14

基金项目: 江苏高校哲学社会科学研究项目(2019SJA0930); 江苏师范大学研究生质量工程项目(Y2018YXK0305); 江苏师范大学博士学位教师科研支持项目(18XWRX031)

作者简介: 李永锋(1979—), 男, 陕西人, 博士, 江苏师范大学副教授, 主要研究方向为产品设计、人机交互、感性工学等。

急需进行完善和优化。现有研究主要围绕老年人使用APP的行为、习惯、认知等方面<sup>[1-2]</sup>，很少有研究从定量的角度对老年人APP的用户体验进行优化设计。

老年人对APP用户体验的需求较为复杂，而且APP设计模式的组合方式很多，仅靠设计师的直觉和经验很难从众多设计模式的组合中选择出符合老年人需求的最优设计。卡诺模型(Kano Model)是一种重要的需求分析方法，该方法可对产品的属性进行分类，识别哪些属性最能影响用户对产品的满意度<sup>[3]</sup>。联合分析(Conjoint Analysis)是一种集产品模拟设计、数据调查和统计分析于一体的数理统计方法，能够科学地衡量用户偏好选择行为，得出最优设计方案，已广泛应用于设计领域<sup>[4-5]</sup>。现有研究一般分别围绕卡诺模型或联合分析展开，很少有研究将这两种方法加以结合。

本研究将卡诺模型与联合分析加以结合，提出一种以用户需求偏好为导向的新的优化设计方法，并将其应用于老年人APP用户体验优化设计中。

### 1 理论背景

#### 1.1 卡诺模型

卡诺模型是对用户需求进行分类和排序的一种品质管理方法，可分析用户需求与用户满意度之间的关系，有利于设计师充分了解用户需求。卡诺模型将产品属性分为五类<sup>[6]</sup>，即基本需求(Must-be need)、期望需求(One-dimensional need)、魅力需求(Attractive need)、无关需求(Indifferent need)、以及逆向需求(Reverse need)，见图1。基本需求是指用户对性能的缺失表现为完全不满，但随着性能的恢复并不能提高满意度；期望需求在性能增加时满意度增加，在性能减少时满意度减少；魅力需求能给客户带来喜悦和惊喜，但缺乏时不会让用户感到失望和沮丧；无关需求是指用户不会非常在意的需求；逆向需求是设计中应避免的需求<sup>[7]</sup>。

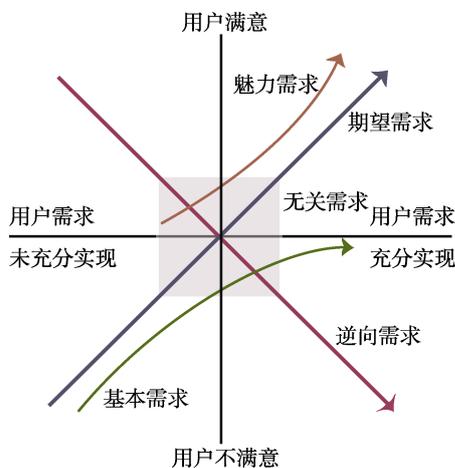


图1 卡诺模型  
Fig.1 Kano model

#### 1.2 联合分析

联合分析是广泛应用于营销领域的一种对用户偏好进行研究的方法，是在多属性产品中做出决策的多元统计方法<sup>[8]</sup>。在联合分析中，产品被描述为“轮廓”，每一个轮廓是由产品的属性以及各属性的不同水平组合构成。用户对某一产品的偏好体现了对该产品多个属性的重视程度，可以用偏好得分的高低来展现，并以属性水平效用值的形式表示。

联合分析通过分解用户对产品的总体评价来得到属性水平效用值，在分解过程中因变量通常为实验参与者对产品的评价，自变量通常为属性水平效用值，使用包含亚变量的最小二乘法进行回归分析，建立因变量与自变量之间的关系模型<sup>[9]</sup>。

### 2 研究方法

为了对老年人APP的用户体验进行优化设计，本研究提出基于卡诺模型与联合分析的老年人用户体验优化设计方法，该方法共包括3个阶段，分别为基于卡诺模型进行需求分析、基于联合分析建立设计模型、以及用户体验优化设计，见图2。

#### 2.1 基于卡诺模型进行需求分析

##### 2.1.1 构建老年人APP用户体验评价体系

用户体验评价包含自我报告评价、绩效评价、行为和生理评价等，其中自我报告评价是有效反映用户未来是否再次返回或购买的最好指标<sup>[10]</sup>，因此许多研究仅采用自我报告评价<sup>[11-12]</sup>。用户体验问卷(User Experience Questionnaire, UEQ)是一种重要的用户体验自我报告评价方法<sup>[13]</sup>，主要针对用户体验的快速评估，UEQ已在学术界和业界得到广泛应用<sup>[14]</sup>。通过UEQ可全面、快速、高效地评估老年人对用户体验

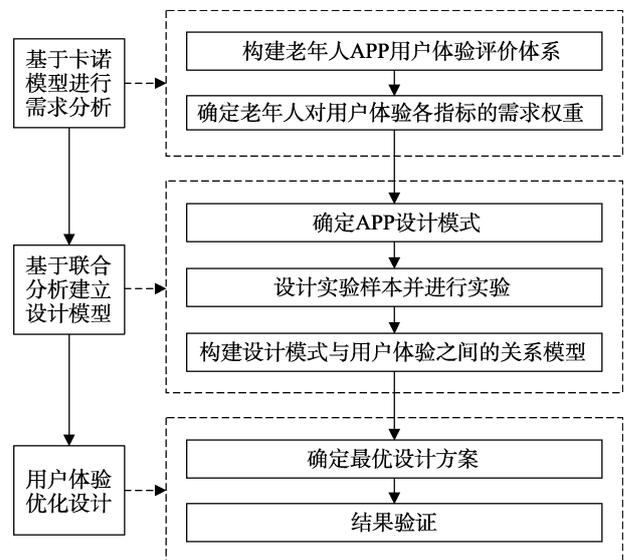


图2 方法框架  
Fig.2 Approach framework

验不同层面的需求，因此本研究以 UEQ 为基础构建老年人用户体验的评价体系。

### 2.1.2 确定老年人对用户体验各指标的需求权重

不同用户群体对于用户体验各指标的偏好权重不同。本研究根据用户体验的评价体系设计卡诺模型问卷，将用户体验指标按照卡诺模型进行分类，然后基于卡诺分类对需求的权重进行调整，将调整系数 0.4, 0.2, 0.1 和 0 分别赋予魅力需求、期望需求、基本需求、以及其他需求<sup>[15]</sup>。老年人对用户体验各指标需求权重的计算公式如下：

$$W_i = \frac{w_i k_i}{\sum_{i=1}^n w_i k_i} \tag{1}$$

其中： $W_i$  为第  $i$  个用户体验指标的最终权重； $w_i$  为等权重时第  $i$  指标的权重； $k_i$  为调整系数。

## 2.2 基于联合分析建立设计模型

### 2.2.1 确定 APP 设计模式

设计模式是一种经过分类的、可反复使用的设计经验总结，具有可重用性，有利于设计师快速表达设计思路<sup>[16]</sup>。APP 界面由多种设计模式组合而成，确定 APP 的设计模式是进行 APP 设计的重要内容。本研究对 APP 设计模式进行分析和归纳，探讨设计模式对用户体验的影响，得出最优设计模式组合。

### 2.2.2 设计实验样本并进行实验

根据 APP 的设计模式，选择合适的正交表设计高保真实验样本。邀请实验参与者在手机上使用实验样本执行典型的实验任务，并通过问卷以自我报告度量的方式对各实验样本的用户体验进行评价。依据用户体验评价体系对实验数据进行归纳整理。

### 2.2.3 构建设计模式与用户体验之间的关系模型

采用联合分析建立设计模式与用户体验之间的关系模型，见式(2)<sup>[17]</sup>：

$$y = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I v_{ij} x_{ij} \tag{2}$$

其中： $y$  为设计方案用户体验的总效用值； $v_{ij}$  表示第  $j$  个设计模式的第  $i$  个水平的效用值，当第  $j$  个设计模式的第  $i$  个水平出现时， $x_{ij}=1$ ，其他情况下  $x_{ij}=0$ 。

设计模式的相对重要度可用式(3)进行计算：

$$R_j = \frac{\max(v_{ij}) - \min(v_{ij})}{\sum_{j=1}^J [\max(v_{ij}) - \min(v_{ij})]} \times 100\% \tag{3}$$

其中： $R_j$  为第  $j$  个设计模式相对重要度； $\max(v_{ij})$  为第  $j$  个设计模式属性水平效用值的最大值； $\min(v_{ij})$  为第  $j$  个设计模式属性水平效用值的最小值。

## 2.3 用户体验优化设计

通过联合分析可得到各设计模式的属性水平效

用值，属性水平效用值直接体现用户对产品的偏好程度，总轮廓属性水平效用值的最大值对应最优设计方案，即最优的设计模式组合。为了确定所得到最优方案的有效性，使用 A/B 测试对结果进行验证。

## 3 案例研究

随着老龄化和信息化的不断发展，老年人移动医疗 APP 发展迅速，具有广阔的应用前景和重要的研究价值<sup>[18-19]</sup>，因此本研究选择老年人移动医疗 APP 作为案例。

### 3.1 基于卡诺模型进行老年人医疗 APP 的需求分析

#### 3.1.1 构建老年人医疗 APP 用户体验的评价体系

以 UEQ 为基础构建老年人 APP 用户体验的评价体系，见图 3。该体系共包含 6 个一级指标，分别为

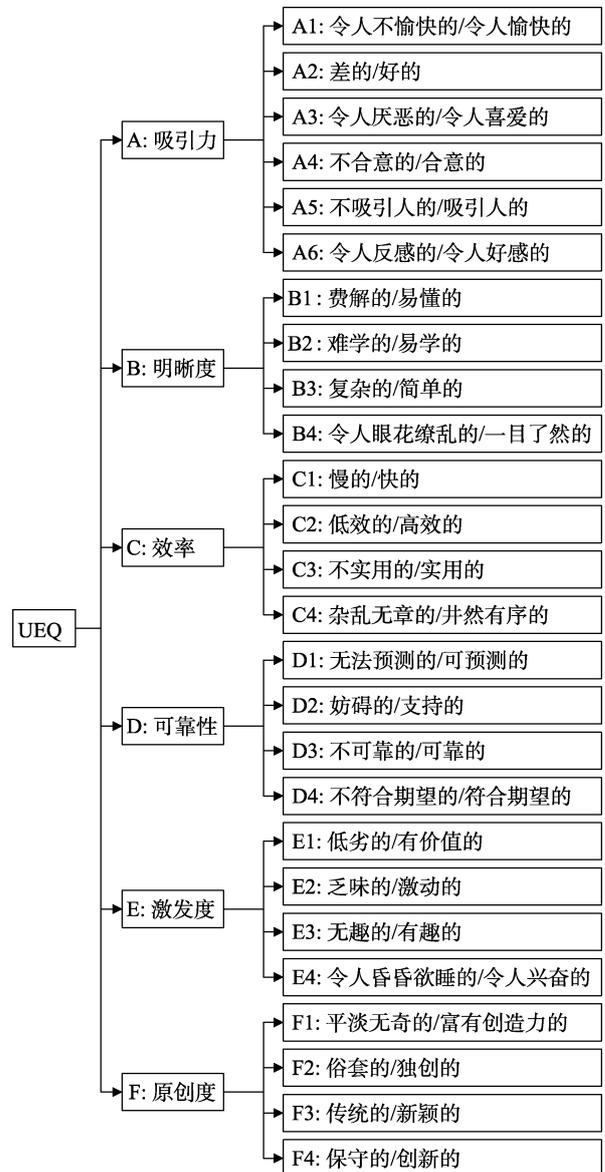


图 3 用户体验评价体系  
Fig.3 User experience evaluation system

吸引力(A)、明晰度(B)、效率(C)、可靠性(D)、激发度(E)、以及原创度(F),二级指标共有26个,每个二级指标均采用7阶(分值为1~7)语义差异量表进行度量。

### 3.1.2 确定老年人对医疗APP用户体验各指标的需求权重

采用卡诺模型确定老年人对用户体验各指标的需求权重,针对用户体验评价体系中的六个一级指标分别设置正向和反向两个方面的问题让实验参与者

进行选择,见表1,然后根据表2所示的卡诺分类表确定实验参与者对该指标的分类。

鉴于用户群体的特殊性,本研究采用滚雪球抽样方法(Snowball Sampling Method)<sup>[20]</sup>,共邀请四十名老年人作为实验参与者,其中男性二十名、女性二十名,平均年龄63岁,均具有一年以上使用移动医疗APP的经验。将所有实验参与者对六个一级指标的分类加以汇总,见表3。通过式(1)计算用户体验各一级指标的权重,见表4。

表1 用户体验指标的卡诺评价

Tab.1 Kano evaluation for user experience indexes

吸引力(A)	属性	选项	吸引力(A)	属性	选项
有吸引力	喜欢的	√	无吸引力	喜欢的	
	必须的			必须的	
	可有可无的			可有可无的	
	可容忍的			可容忍的	√
	讨厌的			讨厌的	

表2 卡诺分类表

Tab.2 Kano classification table

吸引力(A)	无吸引力					
	喜欢的	必须的	可有可无的	可容忍的	讨厌的	
有吸引力	喜欢的	质疑的	魅力需求	魅力需求	魅力需求	期望需求
	必须的	逆向需求	无关需求	无关需求	无关需求	基本需求
	可有可无的	逆向需求	无关需求	无关需求	无关需求	基本需求
	可容忍的	逆向需求	无关需求	无关需求	无关需求	基本需求
	讨厌的	逆向需求	逆向需求	逆向需求	逆向需求	质疑的

表3 用户体验指标的卡诺类别

Tab.3 Kano classification for user experience indexes

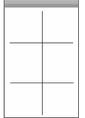
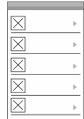
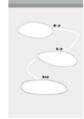
用户体验指标	魅力需求	期望需求	基本需求	无关需求	逆向需求	卡诺类别
吸引力(A)	4	8	28	0	0	基本需求
明晰度(B)	6	32	2	0	0	期望需求
效率(C)	8	28	4	0	0	期望需求
可靠性(D)	34	4	2	0	0	魅力需求
激发度(E)	2	8	30	0	0	基本需求
原创度(F)	6	8	26	0	0	基本需求

表4 用户体验指标的偏好权重

Tab.4 Preference weights for user experience indexes

用户体验指标	卡诺类别	原始权重	调整系数	调整后占比	最终权重
吸引力(A)	基本需求	0.167	0.1	0.150	0.118
明晰度(B)	期望需求	0.167	0.2	0.225	0.177
效率(C)	期望需求	0.167	0.2	0.230	0.181
可靠性(D)	魅力需求	0.167	0.4	0.365	0.288
激发度(E)	基本需求	0.167	0.1	0.135	0.106
原创度(F)	基本需求	0.167	0.1	0.165	0.130

表 5 移动医疗 APP 设计模式  
Tab.5 Design patterns for mobile medical APPs

设计模式	水平		
	1	2	3
图标样式( $X_1$ )	扁平化( $X_{11}$ )	拟物化( $X_{12}$ )	
字体式样( $X_2$ )	宋体( $X_{21}$ )	微软雅黑( $X_{22}$ )	楷体( $X_{23}$ )
字体大小( $X_3$ )	55px( $X_{31}$ )	60px( $X_{32}$ )	65px( $X_{33}$ )
首页导航( $X_4$ )	 标签式( $X_{41}$ )	 仪表盘( $X_{42}$ )	 列表式( $X_{43}$ )
内容布局( $X_5$ )	 竖型( $X_{51}$ )	 多面板( $X_{52}$ )	 九宫格( $X_{53}$ )
配色( $X_6$ )	v3/v18( $X_{61}$ )	lt4/lt22( $X_{62}$ )	dk18/dk24( $X_{63}$ )
自助导诊( $X_7$ )	科室优先( $X_{71}$ )	主诉-文本键入( $X_{72}$ )	主诉-问答( $X_{73}$ )
引导方式( $X_8$ )	 浮层( $X_{81}$ )	 遮罩 ( $X_{82}$ )	 动画( $X_{83}$ )

### 3.2 基于联合分析建立老年人医疗 APP 的设计模型

#### 3.2.1 确定老年人医疗 APP 的设计模式

参考相关文献<sup>[21-22]</sup>和现有的移动医疗 APP,通过焦点小组法确定了表 5 所示的老年人移动医疗 APP 设计模式,分别为视觉风格( $X_1$ )、字体式样( $X_2$ )、字体大小( $X_3$ )、首页导航( $X_4$ )、内容布局( $X_5$ )、配色( $X_6$ )、自助导诊( $X_7$ )、以及引导方式( $X_8$ ),其中配色( $X_6$ )采用 PCCS 色立体,有关该色立体的详细描述可参考 Hsiao 等人<sup>[23]</sup>的研究,自助导诊( $X_7$ )为老年人移动医疗 APP 的功能属性<sup>[24]</sup>。

#### 3.2.2 设计老年人医疗 APP 的实验样本并进行实验

针对所确定的设计模式,选用  $L_{18}(2^1 \times 3^7)$  正交表确定实验样本的设计模式组合,共有 18 款实验样本,其组合方式见表 6,参照 iOS 系统的 UI 设计规范,制作十八款 APP 高保真原型。以 UEQ 为基础设计老年人用户体验评价问卷,所设计问卷的 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.902,具有较高的信度,因此可用于用户体验度量。

以 iPhone 6 作为实验样机,让实验参与者依次执行预约挂号、快速问诊、症状自查等 3 个典型任务,接着进行测试后评分,要求实验参与者填写上述问卷,最后围绕实验过程中的相关问题以及医疗 APP 的用户体验设计与实验参与者进行交流,整个过程持

续 25~40 min。对问卷中每个一级指标下所有二级指标的数据求平均,可得到六个一级指标用户体验的评价价值,再将这些评价价值依据卡诺模型所得的权重加以整合,结果见表 7。

#### 3.2.3 构建老年人医疗 APP 设计模式与用户体验之间的关系模型

针对表 7 最后一列整合后的用户体验评价价值,使用联合分析建立设计模式与用户体验之间的关系模型,结果见表 8,可以看出 APP 设计方案效用值的计算公式如下:

$$y = 0.137X_{11} - 0.137X_{12} + 0.010X_{21} + 0.087X_{22} - 0.097X_{23} + 0.011X_{31} + 0.097X_{32} - 0.109X_{33} - 0.680X_{41} + 0.868X_{42} - 0.189X_{43} + 0.687X_{51} - 0.416X_{52} - 0.272X_{53} - 0.169X_{61} - 0.391X_{62} + 0.559X_{63} + 0.609X_{71} - 0.289X_{72} - 0.320X_{73} + 0.408X_{81} - 0.320X_{82} - 0.088X_{83} + 3.115 \quad (4)$$

根据式(3)计算设计模式的相对重要性,结果见表 8 的第 2 列,可以发现在 APP 的八个设计模式中,最重要的设计模式是首页导航,其重要程度为 26.152%;其次是内容布局、配色、自助导诊和引导方式,其重要程度分别为 18.626%, 16.039%, 15.690%, 12.295%;最后为图标样式、字体大小、以及字体样式,其重要程度分别为 4.621%, 3.471%, 3.105%。

表6 实验样本设计模式的组合方式  
Tab.6 Combination modes of design patterns for experimental samples

样本编号	图标样式(X <sub>1</sub> )	字体样式(X <sub>2</sub> )	字体大小(X <sub>3</sub> )	首页导航(X <sub>4</sub> )	内容布局(X <sub>5</sub> )	配色(X <sub>6</sub> )	自助导诊(X <sub>7</sub> )	引导方式(X <sub>8</sub> )
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

表7 实验样本的用户体验评价  
Tab.7 User experience evaluation values for the experimental samples

样本编号	用户体验指标						依据权重整合
	吸引力(A)	明晰度(B)	效率(C)	可靠性(D)	激发度(E)	原创度(F)	
	0.118	0.177	0.181	0.288	0.106	0.130	
1	4.123	4.070	4.073	4.583	4.543	3.145	4.154
2	2.485	3.345	3.173	2.550	3.123	2.398	2.837
3	2.228	3.083	3.423	3.098	2.640	2.080	2.870
4	1.165	2.028	1.500	1.195	1.205	1.910	1.488
5	5.583	5.273	5.925	5.955	5.298	5.365	5.639
6	2.750	3.000	3.090	3.088	2.855	2.885	2.982
7	5.083	4.488	4.705	4.890	4.868	5.218	4.848
8	1.220	2.493	3.085	2.725	2.915	2.105	2.511
9	1.397	2.100	2.878	1.775	1.880	1.303	1.937
10	1.290	2.500	2.250	2.455	2.585	1.995	2.242
11	3.788	3.005	1.830	3.213	3.165	3.195	2.986
12	3.308	3.490	3.875	3.890	3.580	3.465	3.660
13	2.275	2.965	2.550	2.970	2.770	3.310	2.834
14	3.552	3.533	3.463	3.988	3.845	4.108	3.761
15	3.137	1.748	2.318	3.160	1.893	2.293	2.508
16	3.305	3.315	2.138	3.568	3.123	3.620	3.193
17	1.318	2.645	1.233	1.390	1.253	1.218	1.538
18	4.200	4.850	4.088	3.848	3.875	3.608	4.082

表 8 联合分析结果  
Tab.8 Results for conjoint analysis

设计模式	相对重要度/%	水平	效用
图标样式 (X <sub>1</sub> )	4.621	扁平化(X <sub>11</sub> )	0.137
		拟物化(X <sub>12</sub> )	-0.137
字体式样 (X <sub>2</sub> )	3.105	宋体(X <sub>21</sub> )	0.010
		微软雅黑(X <sub>22</sub> )	0.087
		楷体(X <sub>23</sub> )	-0.097
字体大小 (X <sub>3</sub> )	3.471	55 px (X <sub>31</sub> )	0.011
		60 px (X <sub>32</sub> )	0.097
		65 px (X <sub>33</sub> )	-0.109
首页导航 (X <sub>4</sub> )	26.152	标签式(X <sub>41</sub> )	-0.680
		仪表盘(X <sub>42</sub> )	0.868
		列表式(X <sub>43</sub> )	-0.189
内容布局 (X <sub>5</sub> )	18.626	竖型(X <sub>51</sub> )	0.687
		多面板(X <sub>52</sub> )	-0.416
		九宫格(X <sub>53</sub> )	-0.272
配色 (主色调) (X <sub>6</sub> )	16.039	v3/v18 (X <sub>61</sub> )	-0.169
		It4/It22 (X <sub>62</sub> )	-0.391
		dk18/dk24 (X <sub>63</sub> )	0.559
自助导诊 (X <sub>7</sub> )	15.690	科室优先(X <sub>71</sub> )	0.609
		主诉-文本键入(X <sub>72</sub> )	-0.289
		主诉-问答(X <sub>73</sub> )	-0.320
引导方式 (X <sub>8</sub> )	12.295	浮层(X <sub>81</sub> )	0.408
		遮罩(X <sub>82</sub> )	-0.320
		动画(X <sub>83</sub> )	-0.088
常数		3.115	

### 3.3 老年人医疗 APP 用户体验的优化设计

#### 3.3.1 确定最优设计方案

由表 8 可知最优设计方案的设计模式组合为 X<sub>11</sub>X<sub>22</sub>X<sub>32</sub>X<sub>42</sub>X<sub>51</sub>X<sub>63</sub>X<sub>71</sub>X<sub>81</sub>, 即图标类型为“扁平化(X<sub>11</sub>)”、字体样式为“微软雅黑(X<sub>22</sub>)”、字体大小为“60 px(X<sub>32</sub>)”、导航模式为“仪表盘(X<sub>42</sub>)”、内容布局为“竖型(X<sub>51</sub>)”、配色为“dk18/dk24(X<sub>63</sub>)”、自助导诊为“科室优先(X<sub>71</sub>)”、引导式样为“浮层(X<sub>81</sub>)”, 其界面见图 4。

#### 3.3.2 结果验证

为了对所得到的最优设计进行验证, 将最优设计与原始设计进行 A/B 测试, 其中原始设计的界面见图 5, 采用本研究所构建的用户体验评价体系对原始设计和最优设计的用户体验进行度量, 两款设计在各个指标上的表现见图 6, 通过 t 检验发现最优设计的用户体验得分显著高于原始设计 (p<0.05), 表明本研究所提出的方法可有效地对老年人 APP 的用户体验进行优化设计。

## 4 结语

本研究提出基于卡诺模型与联合分析的用户体验优化设计方法, 该方法结合了卡诺模型和联合分析两种方法的优势, 通过卡诺模型可以有效地对老年人的用户需求进行分析, 通过联合分析可以实现对 APP 的优化设计。该方法不仅适用于老年人, 而且适用于其他用户群体进行 APP 用户体验的优化设计。



图 4 最优设计的界面  
Fig.4 Interfaces of the optimal design

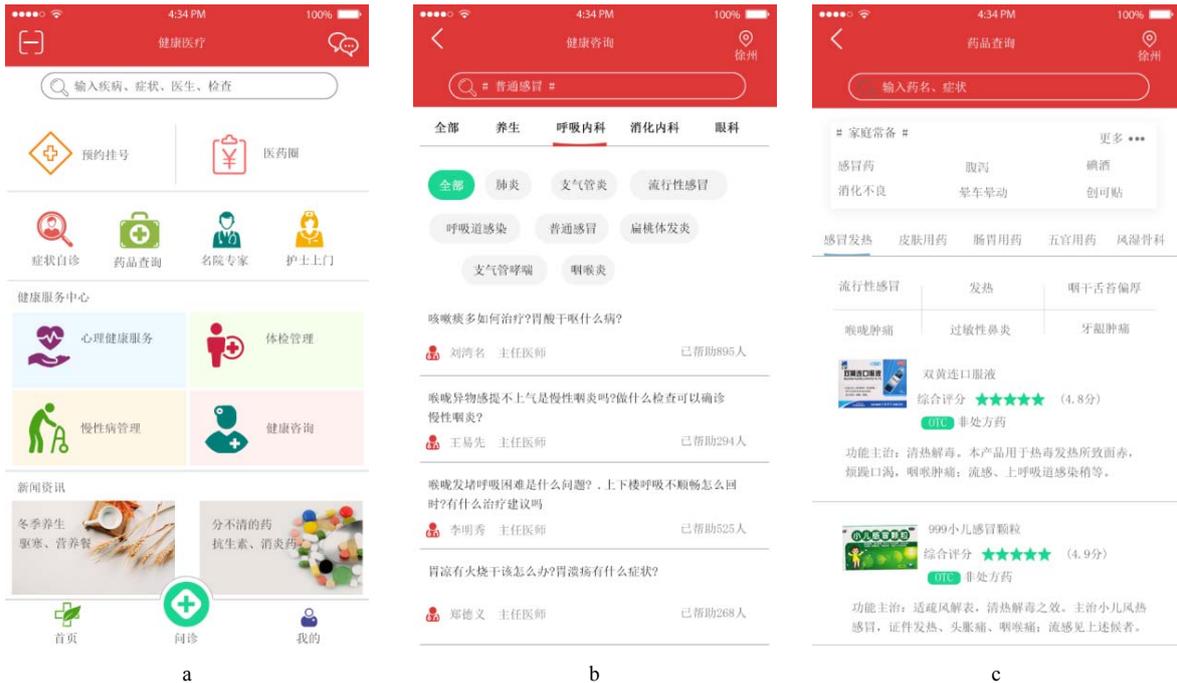


图5 原始设计的界面  
Fig.5 Interfaces of the original design

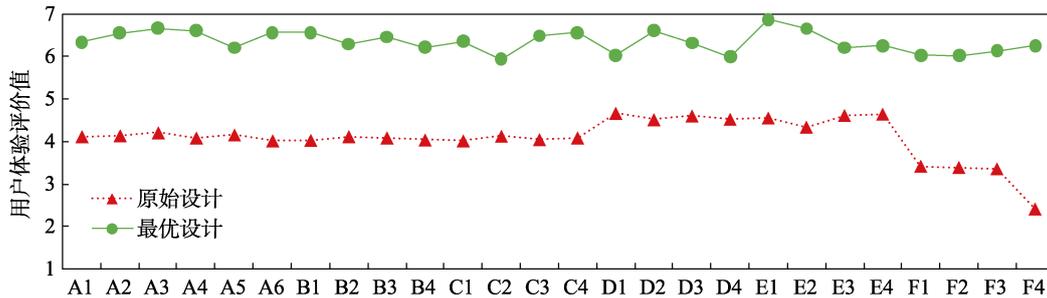


图6 验证测试的结果  
Fig.6 Results of the verification test

需要指出的是老年人由于收入、受教育程度、居住环境等的不同，具有一定的个体差异性，后续研究可对老年人的生活形态进行深入分析，针对不同老年人群体的用户需求进行相应的优化设计。此外，本研究以实验参与者的自我报告评价为主，主观评测较多，后续研究将结合脑电、近红外等技术进行深入系统的研究。

参考文献:

[1] 姜霖. 交互设计用户心智模型建模方法——以老年人互联网约车出行 APP 为例[J]. 南京艺术学院学报, 2018(6): 165-170.  
JIANG Lin. Modeling Method of User Mental Model in Interactive Design Taking APP Appointing Cars on the Internet for the Elderly for Example[J]. Journal of Nanjing Arts Institute, 2018(6): 165-170.  
[2] 柳帆. 老年 APP 如何吸引用户[J]. 中国广播电视学

刊, 2016(9): 16-19.  
LIU Fan. How to Attract Users of App for the Older[J]. China Radio & TV Academic Journal, 2016(9): 16-19.  
[3] LI Y, ZHU L. Product form Design Model Based on the Robust Posterior Preference Articulation Approach[J]. Concurrent Engineering: Research and Applications, 2019, 27(2): 126-143.  
[4] MALINGA B, BUCKNER G D. Design Optimization of a Prescribed Vibration System Using Conjoint Value Analysis[J]. Engineering Optimization, 2016, 48(12): 2090-2113.  
[5] TUNG T C, CHEN H Y. Integrating Conjoint Analysis with TOPSIS Algorithm to the Visual Effect of Icon Design Based on Multiple Users' Image Perceptions[J]. Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, 2017, 13(3): 1025-1040.  
[6] 汉宁顿, 马丁. 通用设计方法[M]. 北京: 中央编译出版社, 2013.  
HANINGTON B, MARTIN B. Universal Methods of

- Design[M]. Beijing: Central Compilation & Translation Press, 2013.
- [7] 朱丽萍, 李永锋, 徐育文. 基于卡诺与质量功能展开的老年人手机 APP 设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(18): 140-145.  
ZHU Li-ping, LI Yong-feng, XU Yu-wen. Mobile Phone APP Design for the Elderly Based on Kano-QFD [J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 140-145.
- [8] KIM S, CHUNG J Y, PETRICK J, et al. Determination of Preferred Performing Arts Tourism Products Using Conjoint Analysis[J]. Journal of Vacation Marketing, 2018, 24(1): 44-61.
- [9] SYLCOTT B, ORSBORN S, CAGAN J. The Effect of Product Representation in Visual Conjoint Analysis[J]. Journal of Mechanical Design, 2016, 138(10): 1-8.
- [10] 图丽斯, 艾博特. 用户体验度量: 收集、分析与呈现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.  
TULLIS T, ALBERT B. Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics[M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2016.
- [11] CHIEN C F, LIN K Y, YU A P I. User-experience of Tablet Operating System: an Experimental Investigation of Windows 8, iOS 6, and Android 4.2[J]. Computers & Industrial Engineering, 2014(73): 75-84.
- [12] PARK J, HAN S H, KIM H K, et al. Modeling User Experience: a Case Study on a Mobile Device[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2013, 43(2): 187-196.
- [13] LAUGWITZ B, HELD T, SCHREPP M. Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire[C]// HOLZINGER A. HCI and Usability for Education and Work. Berlin: Springer, 2008.
- [14] CHOU J R. A Psychometric User Experience Model Based on Fuzzy Measure Approaches[J]. Advanced Engineering Informatics, 2018(38): 794-810.
- [15] YADAV H C, JAIN R, SINGH A R, et al. Kano Integrated Robust Design Approach for Aesthetical Product Design: a Case Study of a Car Profile[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2017, 28(7): 1709-1727.
- [16] NILSSON E G. Design Patterns for User Interface for Mobile Applications[J]. Advances in Engineering Software, 2009, 40(12): 1318-1328.
- [17] FAN C K, YU H L, LI T L, et al. Using TOPSIS & CA Evaluating Intentions of Consumers Cross Buying Bancassurance[J]. Journal of Service Science & Management, 2011, 4(4): 469-475.
- [18] ADIBI S. Mobile Health: a Technology Road Map[M]. Heidelberg: Springer, 2015.
- [19] 姜英玉. 北京市中老年人移动医疗服务 APP 认知及使用现状调查[J]. 医学与社会, 2018, 31(11): 11-14.  
JIANG Ying-yu. Investigation on Status Quo of Cognition and Use of Mobile Health APP of Middle Aged Elderly People in Beijing City[J]. Medicine and Society, 2018, 31(11): 11-14.
- [20] BABBIE E. The Practice of Social Research[M]. Boston: Cengage Learning, 2016.
- [21] 尼尔. 移动应用 UI 设计模式[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2015.  
NEIL T. Mobile Design Pattern Gallery: UI Patterns for Smartphone Apps[M]. Beijing: People Posts and Telecommunications Press, 2015.
- [22] LI Y, ZHU L. Optimization of User Experience in Interaction Design through a Taguchi-based Hybrid Approach[J]. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2019, 29(2): 126-140.
- [23] HSIAO S W. A Methodology for Predicting the Color Trend to Get a Three-colored Combination[J]. Color Research & Application, 2017, 42(1): 102-114.
- [24] 侍伟伟, 李永锋. 基于层次分析法的老年人 APP 设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(8): 126-131.  
SHI Wei-wei, LI Yong-feng. APP Design for the Elder Based on AHP[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(8): 126-131.