基于马田系统的智能手机用户体验评价研究

任海兵，周晶，冯万群
（中国矿业大学，徐州 221116）

摘要：目的 探究量化评价智能手机用户体验的方法。**方法** 通过关键事件法，提取影响智能手机用户体验的因素指标，构建用户体验评价模型，提出基于马田系统的评价体系，并以对某品牌手机的体验进行综合评价分析。**结论** 马田系统的评价体系在评价用户体验方面是可行的。

关键词： 智能手机；关键事件法；用户体验评价；马田系统
中图分类号： TB472 **文献标识码：** A **文章编号：** 1001-3563(2017)20-0204-07

Evaluation of the Smart Phone User Experience Based on MTS

REN Hai-bing, ZHOU Jing, FENG Wan-qun
(China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: It aims to explore the method of how to quantify the evaluation of the smart phone user experience. Through Critical Incident Method(CIM), it extracts the factors that affects the smart phone user experience, constructs the user experience evaluation model, puts forward an evaluation system based on Martin system(MTS), and takes a brand mobile phone as an example, evaluates and analyzes its user experience comprehensively. The evaluation system based on Martin system is feasible in evaluating the user experience.

KEY WORDS: smart phone; CIM; user experience evaluation; MTS

在移动互联网时代，作为移动通信终端的重要设备——智能手机，已然成为人们日常生活中最重要的连接纽带。Talking Data 在“2016 全球大数据峰会”中正式对外发布的《2015 年移动互联网行业发展报告》表明：截至 2015 年底智能手机占比 94.2%。面对市场上层出不穷的智能手机品牌，企业把提升用户体验作为核心战略和产品创新灵魂。从用户角度出发，如何对用户体验进行科学合理地评价并提升用户满意度是手机厂商面临的重大挑战。目前对智能手机用户体验客观评测比较少，主要体现在软硬件和功能方面[1]，而对基于手机本身和用户需求角度的量化评价研究有强烈的需求和重大的应用价值。

本文通过关键事件法对影响智能手机用户体验因素进行分析，构建评价模型。采用马田系统评价方法构建用户体验评价体系，然后通过问卷调查收集数据，对某品牌智能手机用户体验调研结果进行综合评价分析，为产品改良设计和创新设计提供依据，为增加用户黏性实现良好的商业模式提出新的视角。

1 评价方法

用户体验是产品设计的重要决策因素，目前用户体验的研究多集中于通过定性方法对其内容、分类的研究，而在用户体验定量评价上比较欠缺。现阶段对用户体验质量进行综合评价的方法主要为：定性的主观赋权评价法和根据各指标之间关系确定权重建立矩阵的客观赋权法。主观赋权法包括层次分析法和模糊综合评价法。层次分析法主要将决策者的经验量化，适用于目标结构复杂且缺乏数据的单个系统，但评价过程中主观性和随机性太强，缺乏可信度[2]。模糊综合评价法以模糊数学为基础，较好解决了判断中的模糊性、不确定性，但不能解决各评价因素之间的相关关系，造成评价信息重复，且权重确定带有主观性[3]。客观赋权法主要指灰色关联度分析法：针对数据少且不明确的情况下，采用

收稿日期： 2017-08-01
基金项目： 国家自然科学基金项目（51505480、51475290）；江苏省自然科学基金项目（BK20150197）
作者简介： 任海兵（1978—），男，博士，中国矿业大学副教授、硕士生导师，主要研究方向为产品创新设计。

灰色统计构建评价矩阵进行综合分析评价，然而其量化模型结果有局限性不能全面反映待测对象，同时不能克服指标之间的相关性影响[4]。

马田系统作为一种新的管理工具，是由日本质量管理大师田口玄一在质量工程学的基础上提出的。与其它方法相比，马田系统是基于数据分析的方法，具有更好的应用价值。它将多种数据分析工具：正交试验设计表、信噪比和马氏距离结合起来对待测对象数据进行诊断识别、评价和预测等，并且在处理数据时无需任何假设，能够克服主观因素和指标之间的影响，同时能够根据优化后的显著影响指标对整体做出科学的综合评价，为决策者提供优化依据[5]。因此运用马田系统评价方法，将定性与定量结合能够为研究用户体验提供一个新的方法平台。基于马田系统评价方法对智能手机用户体验进行评价分析的具体评价步骤见图 1。

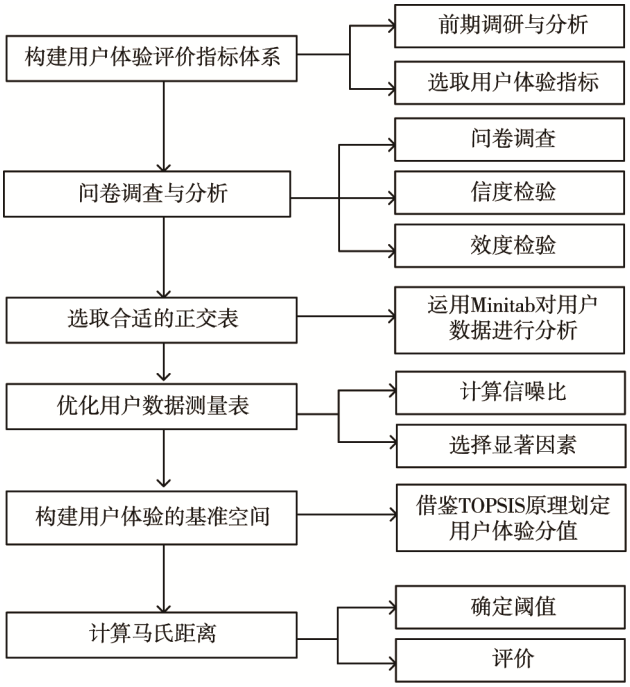

图 1　马田系统实施步骤

Fig.1 Implementation steps of MTS

2　智能手机用户体验评价指标研究

2.1　用户体验

随着移动互联网迈入全民时代，移动终端产品是否能够成功，用户体验日益成为关键。智能手机作为典型的一种软硬件服务结合，集多种功能于一体的交互式移动终端产品。从终端本身而言，产品用户体验包括用户在软件操作和硬件性能质量两个层面的需求是否被满足，并在使用产品中具有良好的可用性。ISO 9241-210 标准将用户体验定义为“人们对于针对使用或期望使用的产品、系统或者服务的认知印象和回应”，它是用户的一种主观感受，主要涉及到系统、产品或服务、交互环境 3 个方面[6]。

研究表明[7]：目前国内外对用户体验研究的应用多体现在网页和电子类产品。且用户体验的定义不统一，构成划分上也复杂多样，具体构成要素需要根据实际研究对象来确定。如 Park 等[8]以 iPad 为对象指出用户体验研究从可用性、情感和用户价值的维度出发，并构建了用户体验评价模型；Hassenzahl 等[9]从用户需求、情感及与产品的交互性 3 方面研究用户体验；吴茜媛等[10]以 e-Learing 系统为例，主要从系统的性能易用、产品的可用和用户的情感来量化评价用户体验；司亚清等[11]在对智能手机用户体验影响因素研究中得出最受用户关注的方面有性能、外观等。秦银等[12]指出产品用户体验可分为感官因素相关的感官体验；由产品性能决定的行为体验及情感体验。同时李建伟[1]在对智能手机用户体验评测系统中从产品本身性能出发，从系统响应性、稳定性、兼容性和功耗散热方面进行综合评测分析。

综上研究可得，以用户需求为中心的智能手机用户体验评价维度可包括：（1）性能体验，作为软硬件结合的产品，为用户创造良好用户体验提供基础，多表现在功能技术方面；（2）感官体验，带给用户最直接的感官感受，多体现在手机的外观造型和手机 UI 的视觉效果；（3）可用性体验，用户与产品互动过程中，界面操作带给用户的体验，强调操作便捷性、易学等；（4）情感体验，集中在用户使用产品后产生的心理感受和自我认可度。

2.2　智能手机用户体验影响因素及评价模型

在智能手机同质化加剧的今天，硬件技术和功能需求不再是唯一衡量产品成功与否的指标。以用户需求为中心，用户在购买或与手机交互过程中能否对手机外观和操控界面产生强的感官吸引力、享受到便捷的操作方式、舒适的操作系统界面、愉悦的情感等多方面体验成了企业的核心竞争力。因此智能手机设计中需要为产品与用户之间创造一种舒适愉悦的互动体验。而了解用户体验影响因素能有效指导手机厂商做出决策，提升用户体验。

2.2.1　研究方法

关键事件法使一种通过搜集故事或关键事件并对事件内容分析，根据一定的特征进行分类的定性研究方法[13]，最初应用于员工工作绩效的评估，现已发展应用于多个领域。该方法可以有效发掘被调查者的情感、动机和行为并通过接触感知用户对产品体验是否满意。因此本文运用该方法收集和分析关键因素，为后期的测评提供依据。

2.2.2 实施步骤

1）收集关键事件。根据预先设定好的内容，主要采用深度访谈和问卷调查相结合的方式对目标用户展开调查，要求被调查者根据近期亲身经历来畅谈对手机用户体验的真实感受。访谈和问卷调查内容相似，除了用户的年龄、性别、手机品牌等基本信息外主要内容包括以下 4 个方面。

1）请描述一件近期一个月来您在使用智能手机的过程中，让您满意或不满意的经历？

2）您当时的心理感受，为什么您觉得特别满意或不满意？

3）事件发生的时间和情境？

4）事件的结果怎样，您在情绪和行为上产生了什么反应？

首先选取访谈对象共 30 名，男性 10 名，女性 20 名，年龄在 20~50 岁之间。主要来自上班族、高校学生和老师。通过访谈，初步得出用户对不同品牌的智能手机用户体验的整体感受和影响因素。然后发放纸质问卷进行调查，问卷内容与访谈内容相似，共发放问卷 100 份，回收问卷 96 份，其中剔除无效作答，得到有效问卷 90 份，有效率 94%。调查对象年龄范围确定在 20~50 岁，男性 38 名、女性 52 名，来自教育、金融、服务等多种工作单位。

通过以上研究方法，最终获取样本共 120 个，其中 30 个来自深度访谈，90 个来自问卷调查。

2）识别关键事件。在完成关键事件的数据收集后，需要对其进行专业识别，得出有效事件。根据 Bitner 等[14]提出的满足关键事件的 4 个标准，最终得到 108 个完全符合要求的关键事件。

3）分类。采用 Glaser [15]提出的反复比较法对关键事件反复解读，深入分析研究，发现事件的核心并归纳出属性，进一步研究属性概念和属性之间的关联，从而总结出类别。对不同类别的事件反复比较，划分出类别之间的界限，最终循环对比识别出影响智能手机用户体验的因素并进行层次分类。为确保分类的合理有效性，先将所有事件平均分成两部分，对一部分进行分类，并进行信度验证。然后再将另一部分的事件按照已分出来的类别进行归纳，并根据需要增加新类别。由于篇幅所限，不再具体赘述，具体分类流程步骤可参照文献[16]。

2.2.3 结果

用户体验评价模型是进行定量评价智能手机用户满意度的基础，评价结果的客观准确性很大程度上取决于模型中选取的评价维度和指标的合理、完善性。本文采用马田系统方法进行评价，而马田系统中主要应用之一是选取恰当的“正交表（其因素个数有固定规格）[5]”。因此在以上方法得出的最终因素数量的基础上通过研究团队深入分析，综合已有研究经过反复的比较，对因素进行调整归类，最终确定了性能、可用性、情感、感官 4 个方面及 19 个因素。并参考已有学者对用户体验研究的成熟量表[17]和手机的特性构建智能手机用户体验评价模型见表 1。

表 1 智能手机用户体验评价模型

Tab.1 User experience evaluation model of smart phone

目标层	一级指标层	二级指标层	评价指标描述
智能手机用户体验	性能体验 A	系统响应速度(*X*1)	手机一般在运行过程中出现卡顿、反应慢的现象
		系统稳定性(*X*2)	系统在运行中是否经常出现自动关机、重启和闪退的现象
		电池续航(*X*3)	电池在充满电情况下使用的时间长短的能力
		耐用性(*X*4)	手机的耐摔、外壳的耐磨损程度
		功耗和散热(*X*5)	手机功率损耗和散热的能力
		软件兼容性(*X*6)	手机系统兼容 App 满足用户需求的能力
	可用性体验 B	高效性(*X*7)	用户寻找所需操作的步骤数，即快捷程度
		功能布局(*X*8)	系统页面布局符合用户操作习惯的合理性
		容错性(*X*9)	给予引导指示的友好性和反馈帮助的及时性
		易学性(*X*10)	用户学习操作该手机系统的难易程度
	情感体验 C	成就感(*X*11)	使用该品牌手机让用户有成就感
		乐趣(*X*12)	使用该品牌手机让用户获得乐趣的程度
		愉悦(*X*13)	使用该品牌手机让用户感觉心情愉悦的程度
		归属感(*X*14)	对该品牌手机有一种强烈的归属感
	感官体验 D	体感操作(*X*15)	该品牌智能手机的体感操作（滑屏、重力感应、缩放等）让用户喜欢的程度
		外观造型(*X*16)	该品牌手机整体外观设计好看且吸引人
		屏幕尺寸(*X*17)	用户对屏幕大小满意的程度
		界面风格(*X*18)	手机界面简洁大方的程度
		色彩搭配(*X*19)	界面色彩搭配和谐的程度

3　案例分析

3.1　问卷调查与分析

3.1.1　研究对象及调查实施

由《2015 年移动互联网行业发展报告》可知安卓市场份额远高于苹果，且 Android 平台移动智能设备排名中小米品牌手机占据主流，三星与华为占据另半壁江山，且小米品牌主要的几款机型以红米 note、小米 note、小米 3 和小米 4 系列为主。针对小米品牌的定位：（1）为发烧而生，主要用户为年轻群体，男女都适合，且系统开放方便用户随时刷新系统，在某种程度上减少了被调查者因机型不同对用户体验的影响；（2）采用网购模式，产品价格实惠；基于笔者处于大学生这个群体，调查的用户以所在学校的学生为主，综合整体在校学生的消费能力、产品需求和周围同学使用手机品牌的情况最终选取小米品牌手机为具体研究对象，对该品牌智能手机用户体验满意度进行评价分析，说明马田系统评价方法的应用过程。

实施问卷调查目的在于更真实地了解到小米手机用户在实际使用产品后对产品体验的认知和评价，为更好地把握用户需求和期望提供参考。整个问卷的核心部分根据表 1 进行合理设计，确保符合被调查者的实际情况，在语言和习惯上无歧义。考虑到问卷可能因不同环境（线上和线下）的影响、易操作性和后期调研数据的收集与整理，且方便用户进行判断与评价，故问卷采用李克特 5 级测量表[17]进行评定，每个问题分别给予 1~5 的量化分数，依次表示不合格、一般、中等、良好、优秀。被调查者以中国矿业大学的学生为主、小部分包括老师及周围的上班族。调查问卷采用线下纸质版当面向用户发放填写的方式和线上电子版（通过 QQ、微信社交软件和邮件方式向身边的同学好友发放）。在回收的问卷中，为减小不同机型硬件的差异造成的用户体验影响，笔者根据本文的研究要求，以主要的几款机型为主剔除无效问卷，最终得到有效问卷 138 份。

3.1.2　信度效度检验

为了检验用户体验评价模型及问卷调查数据结果的信度，利用 Cronbach alpha 系数对用户体验的影响因素的内在信度进行研究，运用 SPSS 软件对用户数据统计表进行计量得到的 Cronbach Alpha 系数为 0.902（通常大于 0.7 为有效），证明了整个问卷调查结果信度很高，问卷具有良好的稳定性。同时又对问卷结果进行效度检验，KMO 度量值为 0.850（一般认为大于 0.7 适合），说明各影响因素之间具有很强的相关性；Bartlett 的球形度检验显著性 p=0.000（小于 0.05 为有效），表明问卷在结构设计上具有效度，非常适合因素分析。

3.2　马田系统评价分析

3.2.1　选取合适的正交表

正交表是用于筛选显著影响因素的特制试验设计表[5]。在马田系统中，选择恰当的正交表，并将各因素分配到正交表的列中，此时正交表中的每一行便会生成一个马氏空间。规范化的正交表表示为 $L_m(t^n)$，其中 L 为正交表代号，m 为正交试验的次数，t 为试验因素水平数，n 为开展正交试验的因素数。根据本研究所确定的智能手机用户体验评价因素为 19 个，故选择 $L_{20}(2^{19})$，并对有效问卷数据进行分析。

3.2.2　计算信噪比

信噪比[18]是测量质量的一种尺度，在产品设计中被广泛使用，并且结合正交设计综合评价产品的特性。信噪比可以分为望目、望小、望大特性。因为对于每个评价因素期望其特性越大越好，故本文采用望大信噪比来度量手机用户体验。依据正交表中每一行水平为“1”构成的用户体验数据表，首先由式（1）计算 20 个试验方案的望大信噪比，见表 2。

$$\eta_m = -10\log_{10}\left[\frac{1}{n}\sum_{z=1}^{n}\frac{1}{(d_z)^2}\right] \tag{1}$$

式中：η_m 为第 m 个方案的信噪比，d_z 为第 z 个用户体验数据表在每一行为“1”水平下所求的 n 个样本数据的马氏距离。

其次，计算 $L_{20}(2^{19})$ 正交表中每列在“1”水平下望大信噪比平均值 $\overline{\eta}_i^{(1)}$ 和“2”水平下望大信噪比平均值 $\overline{\eta}_i^{(2)}$，并计算评价因素的效益增值 $\Delta\eta_i = \overline{\eta}_i^{(1)} - \overline{\eta}_i^{(2)}$（其中 i 为评价因素代号），一般认为 $\Delta\eta_i > 0$ 为显著影响（有效）因素。以 $X1$ 为例，其计算过程如下：

$$\overline{\eta}_1^{(1)} = \frac{11.17+11.40+11.32+11.41+11.39+11.32+11.10+10.81+11.04+11.37}{10} = 11.23$$

$$\overline{\eta}_1^{(2)} = \frac{11.20+11.15+11.16+11.20+11.43+11.22+10.86+11.25+10.97+10.86}{10} = 11.13$$

$$\Delta\eta_1 = \overline{\eta}_1^{(1)} - \overline{\eta}_1^{(2)} = 0.10$$

同理可得其它评价因素的效益增值，见表 2。依据表 2 中 $\Delta\eta_i > 0$，最终确定为 $X1$、$X3$、$X4$、$X5$、$X8$、$X9$、$X10$、$X11$、$X12$ 这 9 个因素为显著影响因素。最终精确筛选出了显著影响该品牌智能手机

表 2 数据分析
Tab.2 Data analysis

试验	$X1$	$X2$	…	$X18$	$X19$	L_{ni}	η_i
1	1	1	…	1	1	3.62	11.17
2	2	2	…	2	1	3.63	11.20
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮	⋮	⋮	⋮
19	2	1	…	1	2	3.49	10.86
20	1	2	…	2	2	3.70	11.37
$\overline{\eta}_i^{(1)}$	11.23	11.11	…	11.11	11.09		
$\overline{\eta}_i^{(2)}$	11.13	11.25	…	11.26	11.28		
$\Delta\eta_i$	0.10	−0.14	…	−0.15	−0.19		

用户体验的 3 个评价维度和 9 个指标，即：性能体验（系统响应速度、电池续航、耐用性、功耗和散热），可用性体验（功能布局、容错性、易学性），情感体验（成就感、乐趣）；为企业提升产品使用体验提供了参考方向，决策者可以结合有限资源更有针对性地采取有效措施满足用户的需求，从而获得更好的用户忠诚度。

3.2.3 构建最优用户体验基准空间

最优用户体验基准空间作为计算统计样本马氏距离的参考，是马田系统评价非常重要的一部分。为了综合衡量目标用户对该品牌智能手机的用户体验满意度，对筛选出 9 个显著因素的样本数据进行分析，构建最优用户体验基准空间 $d_s(\underbrace{5,5,.....,5,5}_{j})$，其中 d_s 为基准空间，j 表示 $\Delta\eta>0$ 的评价因素数量。

3.2.4 计算马氏距离

马氏距离是由印度学者 Mahalanobis 提出计算数据协方差距离的方法[19]。其与欧式距离最大的不同点就是不仅考虑了统计变量之间的相关性，且考虑了不同变量之间的差异性，能够克服因素之间不同量纲的影响，计算公式见式（2）。

$$d^2=\frac{1}{n}(Y-d_s)\Sigma(Y-d_s)^T \tag{2}$$

式中：d 为马氏距离，n 为因素数量，Y 为参考对象矩阵，d_s 为基准空间矩阵，Σ 为对象协方差矩阵，$(Y-d_s)^T$ 为 $(Y-d_s)$ 的转置矩阵。

阈值的确定是实施马氏距离评价的前提。当参考对象 $Y_1(\underbrace{4.5,4.5,.....,4.5,4.5}_{j})$ 时（j 表示 $\Delta\eta_i>0$ 的评价因素数量），将此参考对象到基准空间的马氏距离 d_1 称为优秀阈值，若测量对象马氏距离 $d\in[0,d_1)$ 时评价为优秀。依次类推，当参考对象 $Y_2(\underbrace{4,4,.....,4,4}_{j})$ 时，d_2 称为良好阈值，若 $d\in[d_1,d_2)$ 时，评价为良好。当参考对象 $Y_3(\underbrace{3,3,.....,3,3}_{j})$ 时，d_3 称为中等阈值，若 $d\in[d_2,d_3)$ 时，评价为中等。当参考对象 $Y_4(\underbrace{2,2,.....,2,2}_{j})$ 时，d_4 称为一般阈值，若 $d\in[d_3,d_4)$ 时评价为一般；当测量对象马氏距离 $d\in[d_4,+\infty)$ 时评价为不合格。

依据式（2）计算显著影响该品牌手机用户体验的数据统计表到基准空间的马氏距离，计算可得 $d=2.06$，$d_1=0.89$，$d_2=1.77$，$d_3=3.54$，$d_4=5.31$。由此可知，$d\in[d_2,d_3)$，即本调查结果评级为中等，可以初步认为用户对该品牌智能手机的用户满意度为中等。

3.3 马田系统评价结果验证分析

为了验证马田系统筛选出的显著影响因素的可靠性和有效性，对优化后的统计表进行因素分析，运用 SPSS 软件对优化后的用户数据统计表进行计量得到 Cronbach Alpha 系数为 0.818，表明优化后的统计表具有很高的可靠性；同时又对优化后的统计表做问卷效度检验，研究结果为 KMO 度量值为 0.822。Bartletts 的球形度检验显著性 p=0.000，表明该优化后的问卷在结构设计上具有很高的效度。

同时为了验证马田系统评价结果的合理性及客观性，运用用户体验满意度公式 $U=\frac{E(X)-\min(X)}{\max(X)-\min(X)}\times100$ 计算用户满意度评价值，其中 $E(X)=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{n}X_i\omega_i$（$X_i$ 为优化的显著影响因素，ω_i 为因素权重，k 为有效因素的维度）为优化后有效影响因素的满意度平均值，$\min(X)$=1，$\max(X)$=5。运用 SPSS 对有效因素进行分析，均值和权重见表 3。

结果为：$E(X)$=3.84，U=71 分。这样在百分制中，可以直观地看出，用户体验满意度为中等水平，与马田系统的评价结果吻合。通过对该品牌智能手机

表 3　有效因素均值和权重
Tab.3 Mean value and weight of effective factors

	性能体验				可用性体验			情感体验	
因素	$X1$	$X3$	$X4$	$X5$	$X8$	$X9$	$X10$	$X11$	$X12$
均值	4.09	3.91	3.62	3.46	3.62	3.96	3.95	3.88	3.97
权重	0.46	0.22	0.19	0.13	0.64	0.19	0.17	0.73	0.27

用户体验评价结果的验证分析可知，基于马田系统方法的评价体系具有一定的可行性，将定性研究与定量分析结合，能够合理有效的对手机用户体验进行评价研究，能够筛选出显著影响指标，且得出用户体验满意度，对智能手机用户体验设计与改进具有一定的参考价值。

4　结语

智能手机的成功与否很大程度上依赖用户体验，科学有效地进行用户体验评价，得出用户体验的显著影响指标可为手机厂商在进行产品创新设计提供可借鉴的参考与依据。本文首先，通过不同评价方法的对比研究，提出了基于马田系统对智能手机用户体验的评价体系。然后，运用关键事件法对智能手机用户体验影响因素进行研究与分析，确定了智能手机用户体验的 4 个评价维度及 19 个因素指标，构建了用户体验评价模型。最终，以小米品牌手机为例进行问卷调查，利用马田系统进行数据分析与优化选择，筛选出显著因子并对该品牌手机用户满意度进行了综合评价，最终对评价结果进行了可靠性验证，说明了该评价方法的可行性，为智能手机用户体验评价提供了新思路。然而还存在以下不足：由于用户体验构成复杂多样，评价模型中用户体验维度划分缺乏权威的方法。且用户个体特征和偏好需求的差异，同一品牌不同机型的差异都会影响用户体验测量评价。同时本研究样本在调查数量、对象和范围上存在一定的局限性，对手机用户体验的影响指标也缺乏更为全面的分析与评价。因此在今后的用户体验研究应用中仍需在以下方面继续深入：（1）以实际对象入手，加大对用户体验构成要素的研究；（2）进一步探讨用户体验评价模型和用户体验测量和评价方法；（3）仍需将大量的理论方法与实践融合，持续优化改进。

参考文献：

[1] 李建伟. 智能手机用户体验评测系统研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2014.
LI Jian-wei. Evaluation System Research and Implementation of the Smart Phone User Experience[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2014.

[2] 郭大伟. 数学建模[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2009.
GUO Da-wei. Mathematical Modeling [M]. Hefei: Anhui Education Press, 2009.

[3] 周荣刚. IT 产品用户体验质量的模糊综合评价研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(1): 102—105.
ZHOU Rong-gang. Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of IT Products, User Experience Quality[J]. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(1): 102—105.

[4] 庞庆华. 基于灰色理论的软件系统人机界面综合评价模型[J]. 计算机工程, 2007, 33(18): 59—61.
PANG Qing-hua. Comprehensive Evaluation Model of Man Machine Interface of Software System Based on Gray Theory[J]. Computer Engineering, 2007, 33(18): 59—61.

[5] 陈魁. 试验设计与分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
CHEN Kui. Experiment Design and Analysis[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005.

[6] ISO.9241-210:2010. Ergonomics of Human System Interaction Part 210: Human-centered Design for interactive Systems (Formerly Known as 13407)[S]. International Organization for Standardization, 2010.

[7] 丁一. 用户体验国内外研究综述[J]. 工业工程与管理, 2014, 19(4): 92—97.
DING Yi. A Review of User Experience[J]. Industrial Engineering and Management, 2014, 19(4): 92—97.

[8] PARK J. Modeling User Experience: a Case Study on a Mobile Device[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2013, 43(2): 187—196.

[9] HASSENZAHL M. NEEDS, AFFECT and Interactive Products: Facets of User Experience[J]. Interacting with Computers, 2010, 22(5): 353—362.

[10] 吴茜媛. e-Learning 用户心理体验量化评价研究[J]. 西安交通大学学报, 2012, 46(12): 109—115.
WU Xi-yuan. Research on Quantitative Evaluation of e-Learning User Psychological Experiences[J] Journal of Xi'an Jiaotong University, 2012, 46(12): 109—115.

[11] 司亚清, 刘蕾. 智能手机用户体验的影响因素研究[J]. 软件, 2015, 36(3): 111—115.
SI Ya-qing, LIU Lei. Study on the Influencing Factors of the Intelligent Mobile Phone User Experience[J]. Software, 2015, 36(3): 111—115.

[12] 秦银, 李彬彬, 李世国. 产品体验中的用户期望研究[J]. 包装工程, 2010, 31(10): 106—108.
QIN Yin, LI Bin-bin, LI Shi-guo. Research on User Expectation in the Products Experience [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(10): 106—108.

[13] 石景. CIT 测定服务质量的有效工具[J]. 商业研究, 1999(11): 106—107.
SHI Jing. CIT an Effective Tool for Measuring the Quality of Service[J]. Commercial Research, 1999(11): 106—107.

[14] 寿志钢, 张雪兰. 顾客感知服务质量的测量与改善——基于关键事件技术的方法[J]. 武汉大学学报, 2008, 61(3): 422—426.
SHOU Zhi-gang, ZHANG Xue-lan. Measurement and Improvement of Customer Perceived Service Quality Based on CIM[J]. Wuhan University Journal, 2008, 61(3): 422—426.

[15] GLASER B G. The Constant Comparative Method of Qualitative Analysis[J]. Social Problems, 1965, 12(4): 436—445.

[16] 王萍, 王毅, 沈涛. 关键事件技术理论及在图书馆服务质量评价中的应用[J]. 情报理论与实践, 2012, 35(11): 80—84.
WANG Ping, WANG Yi, SHEN Tao. Critical Incident Technology Theory and Its Application in the Evaluation of Library Service Quality[J]. Information Studies: Theory & Application, 2012, 35(11):80—84.

[17] 蔡志明. 智能手机用户体验、品牌依恋和品牌忠诚关系研究[D]. 南京: 华南理工大学, 2015.
CAI Zhi-ming. A Research of the Relationship of Smart Phone User Experience, Brand Attachment and Brand Loyalty [D]. Nanjing: South China University of Technology, 2015.

[18] 韩之俊. 一种新的判别预测方法——马田系统(MTS)[J]. 管理工程学报, 2000(2): 54—55.
HAN Zhi-jun. A New Method of Discrimination Prediction: Martin System (MTS)[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2000(2): 54—55.

[19] 李晓伟. 基于马田系统的物业管理服务质量评价及应用[D]. 南京: 南京理工大学, 2009.
LI Xiao-wei. Evaluation and Application of Property Service Quality Based on the MTS[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2009.