

e-Learning 用户心理体验量化评价研究

吴茜媛^{1,2}, 张云强^{1,2}, 郑庆华^{1,2}, 付雁^{1,2}

(1. 西安交通大学陕西省天地网技术重点实验室, 710049, 西安;

2. 西安交通大学计算机科学与技术系, 710049, 西安)

摘要: 针对当前计算机系统服务质量评价缺乏从用户心理体验角度深入研究的问题, 以 e-Learning 为背景, 研究了用户心理体验的定量分析和评价, 对用户心理体验进行了整体建模, 分析了易用性、有用性、情绪等因素和特征对 e-Learning 用户心理体验的影响. 采用资源覆盖率、推荐命中率等指标度量了易用性和有用性, 构造了特征权重矩阵; 基于层次分析法量化了整体的用户心理体验评价模型. 在某高校 e-Learning 系统上的实际应用表明, 采用所建模型能有效地发现 e-Learning 系统在用户心理体验方面存在的不足, 可为进一步研究影响用户心理体验的情绪等特征、构建更加完善的用户心理体验量化评价方法提供参考.

关键词: 量化评价; 用户心理体验; 层次分析法

中图分类号: TP182; TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-987X(2012)12-109-07

Research on Quantitative Evaluation of e-Learning User Psychological Experience

WU Xiyuan^{1,2}, ZHANG Yunqiang^{1,2}, ZHENG Qinghua^{1,2}, FU Yan^{1,2}

(1. Shaanxi Key Laboratory of Satellite-Terrestrial Network Technology R & D, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Department of Computer Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Since there is lack of deeper evaluation researches on service quality from the users' psychological perspective, approaches based on e-Learning are proposed to evaluate quantitatively the quality of e-Learning user psychological experience. Models are built from the whole user psychological experience, and the influences of the features such as ease of user, usefulness and emotion on user psychological experience are analyzed and quantified using coverage of the resources and recommend hit rate, etc. Comparison matrixes and a model to quantify all user psychological experience are constructed through the analytic hierarchy process. The experiment in a Chinese university's e-Learning system shows that the proposed approach is effective in obtaining the shortcoming of user psychological experience in e-Learning. Therefore, the proposed work framework can facilitate deeper researches on user psychological experience, such as emotion influence on user psychological experience, and offer special reference to build models to integrate user psychological experience evaluations.

Keywords: quantitative evaluation; user psychological experience; analytic hierarchy process

信息和计算机科学与技术及知识经济等的迅猛 发展, 催生了体验经济. 用户体验是用户在接受服务

时建立的一种整体、主观的心理感受. 计算机科学、心理学、社会学等多个领域的研究者,从各自的角度和应用背景对用户体验进行了研究^[1]. 用户在接受服务的过程中,用户自身、计算机应用系统以及客观环境等因素都会影响用户体验的质量. 当前关于用户体验的研究多侧重于对计算机应用系统的研究,缺乏考虑用户心理和认知等特征和因素,所以有关人类思维和心智方面的用户体验^[2]未能进一步开展,但这是一个需要探索的问题.

本文结合 e-Learning 应用背景,从用户心理体验的角度给出了一种定量分析方法,其中涉及的关键问题包括:①影响 e-Learning 用户心理体验的特征和要素^[3-5];②特征和要素的量化度量;③用户心理体验量化模型的整体构建及实验分析.

1 研究现状

1.1 影响用户心理体验的特征和要素

心理学、社会学和计算机科学等领域的研究者,从不同的侧重点对影响用户体验质量的要素进行了定性和定量的研究. 在定性方面,一些研究者认为:宏观上影响用户体验的要素可以分为表面层、框架层、结构层、范围层和战略层等;微观上影响用户体验的要素^[3]分为服务内容的组织、重构、表达等. 在定量方面,研究者提出了一些量化的指标来衡量用户体验,如:Jim Lewis 编制了计算机系统可用性问卷(CSUQ)和系统可用性问卷(PSSUQ),CSUQ 是针对邮件或者在线施测的,PSSUQ 是针对当面施测的,这 2 个问卷主要用来分析系统有效性、信息质量、界面质量和总体满意度;Arnie Lund 设计了有效性、满意度、易学性和易用性问卷(USE),其中包括了 30 个评分项目^[5].

总体研究结果表明,影响用户体验质量的要素包括:①易用性,其可进一步细化为响应速度及易于学习、易于导航、操作简单、操作一致、视觉吸引力等要素;②有用性,其可进一步细化为满足用户需求、提高用户工作效率、给用户带来的价值等要素;③其他因素,如针对用户性格、用户个人信息、用户情绪等因素.

从用户的认知规律和情感特征角度来研究用户体验的已成为该领域的热点,如在可用性之上考虑用户认知、行为和心理的度量,一些原则和心理学方法的定性研究^[6],但均缺乏具体、可操作的量化评价方法和实验验证.

1.2 特征和要素量化度量方法

人机交互和界面领域常采用观察、访谈、问卷调查和用户角色模拟等方法来分析用户的心理特点,从中获取用户的需求、习惯等信息^[7],这种方法大多是定性的,比较直接、易操作,但需耗费时间和人力,且受主观因素的影响较大.

用户体验是一个独立的个体行为,无法完全模拟和再现^[8],但从用户群体来看,这个群体拥有很多共同的心理属性特征,可以通过心理上的共性特点和不同的应用背景来细化用户体验服务^[2],使得大多数用户达到比较满意的程度.

通过用户体验研究产生了一些定量度量方法,如侧重操作时间的 GOMS 方法、CPM-GOMS 方法、NGOMSL 方法^[2].

1.3 用户体验整体模型构建方法

用户体验质量综合评价方法主要包括灰色关联分析法^[9]和层次分析法^[10]. 层次分析法是通过建立分析目标的递阶层次结构、构造元素权重的两两比较判断矩阵来进行相对权重计算和一致性检验的^[11],适用于单个系统分析;灰色关联分析法是采用灰色统计方法建立测评矩阵,借鉴模糊综合评价方法进行合理评价的^[9],适用于服务系统的多个版本的比较分析.

2 e-Learning 用户心理体验量化评价方法

2.1 整体思路

本文将用户心理体验 Q 定义为用户在接受服务时的心理感受的良好程度. 用户心理体验量化评价法的整体思路如图 1 所示.

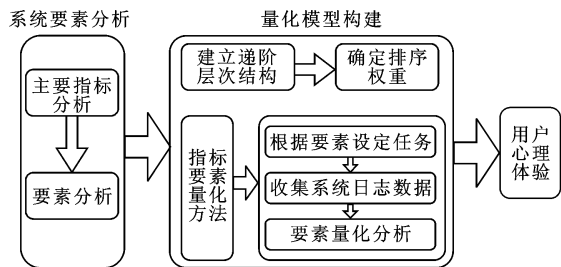


图 1 e-Learning 用户心理体验量化评价方法的整体思路

2.2 用户体验质量的特征分析及量化方法

从节 1.1 的分析可知,影响用户体验的因素很多,其中最重要的是有用性和易用性.

2.2.1 有用性 用户对系统提供和推荐的服务内容的满意程度称为有用性,亦称有效性,具有以下 3 个特征.

(1)资源涵盖率.系统提供的资源涵盖用户学习的知识领域的程度.

(2)推荐命中率.命中率定义为用户在一次登录过程中的命中次数与推荐次数的比值;推荐命中定义为,用户学习了系统推荐的学习内容后而为该内容的评价大于相应阈值时,该推荐被认为是一次命中;推荐命中率定义为系统推荐的学习内容被命中的总次数与系统推荐内容的总次数的比值,即

$$\alpha_H = \frac{n_s}{n_r} \tag{1}$$

(3)用户忠诚度.用户忠诚度定义为用户再次使用系统的意愿程度,可由用户来访频次来度量.若用户每周使用系统的次数为 n_u ,根据专家经验定义的忠诚度基准次数 N ,则用户忠诚度

$$\alpha_L = \begin{cases} 1, & n_u \geq N \\ \frac{n_u}{N}, & n_u < N \end{cases} \tag{2}$$

2.2.2 易用性 用户在掌握系统提供服务时的操作、学习、导航及使用符合用户习惯的难易程度称为易用性. e-Learning 系统的易用性可由如下几个特征来反映.

(1)响应速度.从用户开始请求服务到系统呈现请求服务的时间间隔记为响应时间,响应时间可以通过分析系统日志记录来获得响应速度

$$v = \begin{cases} 1, & \bar{t}_{re} \leq t_{ts} \\ \frac{t_{ts}}{t_{re}}, & \bar{t}_{re} > t_{ts} \end{cases} \tag{3}$$

式中: t_{re} 为响应时间,是用户登录到系统控件后加载完毕的时间; t_{ts} 为基准响应时间.用户登录系统的时刻为登录时间 t_{in} ,系统控件加载完毕的时刻为 t_s ,则

$$t_{re} = t_s - t_{in} \tag{4}$$

(2)导航清晰度

$$\alpha_C = \frac{N_k}{M} \tag{5}$$

式中: M 为用户在成功完成任务时所访问的知识项个数; N_k 为学习成功的知识项个数.如果用户直接找到了目标,则导航清晰度为 100%;如果用户未找到目标,则导航清晰度为 0%.可见, M 越小,系统的

导航性越好,用户可以直接方便地找到所要学习的目标知识项.

(3)任务完成效率

$$E_T = \frac{\sum t_{ek}}{\sum t_{en}}, \quad e_k \in E \tag{6}$$

式中: t_{ek} 为学习时长,即用户从点击第 k 个知识项 e_k 到点击下一个知识的时间,也是用户学习知识项 e_k 的时间; t_{en} 为用户成功学习 N 个知识项中的第 n 个知识项所花费的时间; E 为目标知识项集合,即用户在进行一次学习任务中需要学习的知识项集合, $E = \{e_1, e_2, \dots\}$.

e-Learning 系统中以知识项为单位向用户提供学习资源.用户学习相应的目标知识项至少应花费的时间为最小时长 t_{ekm} ,如果 $t_{ek} < t_{ekm}$,则认为用户未完成该知识项的学习任务.与知识项相对应的最小时长由教师专家定义,或者参考用户群体平均的学习时长来确定.

如果用户在知识项 e_k 上的 $t_{ek} > t_{ekm}$,并认为自己成功地学习了该知识,即知识项 e_k 学习已成功完成,则学习成功完成函数赋值为 1,反之赋值为 0,即

$$S_{ek} = \begin{cases} 1, & t_{ek} \geq t_{ekm} \\ 0, & t_{ek} \leq t_{ekm} \end{cases} \tag{7}$$

如果用户成功学习了 E 中的 N 个知识项后认为自己已完成了本次学习任务,则任务成功完成函数赋值为 1,反之赋值为 0,即

$$T_{S_{ek}} = \begin{cases} 1, & \sum S_{ek} \geq N, \quad e_k \in E \\ 0, & \sum S_{ek} < N, \quad e_k \in E \end{cases} \tag{8}$$

用户从登录系统加载任务完毕到任务成功完成的时间为任务时间,即

$$t_T = \sum t_{en} \tag{9}$$

2.3 e-Learning 用户心理体验整体量化模型

2.3.1 用户心理体验特征的层次结构 用户心理体验是用户在使用 e-Learning 系统进行学习时建立的一种整体、主观的心理感受,按照 2.2 节分析知,整体用户体验质量可以体现在有用性、易用性等特征上,这些特征又可进一步细化. e-Learning 系统中用户心理体验质量的特征层次结构如图 2 所示.

2.3.2 特征的权重矩阵 确定特征权重一般采用两两比较法,即在某个指标下,通过对隶属于该指标的任意 2 个特征进行比较来获得权重高的特征,比较时用 1~9 的比例标度进行度量^[12].

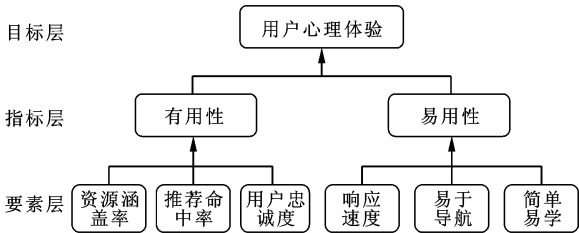


图 2 用户心理体验的特征层次结构

对于 n 个元素,权重比较判断矩阵

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

对于可用性指标,权重判断矩阵如表 1 所示.

表 1 可用性指标各子特征权重判断矩阵

可用性	$a_{i,j}$		
指标	资源涵盖率	推荐命中率	用户忠诚度
资源涵盖率	1	3	1/3
推荐命中率	1/3	1	1/5
用户忠诚度	3	5	1

对于易用性指标,权重判断矩阵如表 2 所示.

表 2 易用性指标各子特征权重判断矩阵

易用性	$a_{i,j}$		
指标	响应速度	导航清晰度	任务完成效率
响应速度	1	1/5	1/3
导航清晰度	5	1	3
任务完成效率	3	1/3	1

2.3.3 相对权重计算和一致性检验 特征的权重判断矩阵需要借助专家的经验才能获得,由于不同的专家看法不一,所以权重判断矩阵需要进行一致性检验.在层次分析法中,检验、判断矩阵的一致性指标为

$$C = \frac{\lambda_{\max} - n_A}{n_A - 1} \tag{10}$$

式中: $\lambda_{\max}$ 为矩阵 A 的最大特征根; n_A 为矩阵的阶数.当矩阵不一致时, $\lambda_{\max} > n_A$, $\lambda_{\max} - n_A$ 的差值越大,误差越大,即 n_A 越大,一致性就越差.为消除阶数对一致性检验的影响,引入了随机一致性指标 R ,如表 3 所示.

表 3 随机一致性指标与矩阵阶数的关系

n_A	3	4	5	6	7
R	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36

一致性比率 r 是判断矩阵是否具有一致性的检验标准,即

$$r = \frac{C}{R} \tag{11}$$

如果 r 小于 0.1,则矩阵具有一致性,否则需要修正矩阵中的要素,使得多个要素的重要性相对平衡.通过一致性检验后, $\lambda_{\max}$ 对应的特征向量再经归一化处理,便可获得各特征的相对权重.

对于可用性指标, $\lambda_{\max} = 3.038\ 5$,与表 1 对应的 $C = 0.019\ 25$,与表 3 对应 $R = 0.52$,则 $r = 0.037 < 0.1$,表明矩阵通过了一致性检验. $\lambda_{\max}$ 对应的特征向量 $W = (0.371\ 5, 0.150\ 6, 0.916\ 1)$,经归一化处理得到的特征向量 $W = (0.258\ 3, 0.104\ 7, 0.637\ 0)$,其中的数值依次对应于有用性指标的资源涵盖率、推荐命中率、用户忠诚度的相对权重.

对于易用性指标, $\lambda_{\max} = 3.038\ 5$,与表 2 对应的 $r = 0.037 < 0.1$,表明矩阵通过了一致性检验. $\lambda_{\max}$ 对应的特征向量经归一化处理之后得到的特征向量 $W = (0.104\ 7, 0.637\ 0, 0.258\ 3)$,其中的数值依次对应于易用性指标的响应速度、导航清晰度、任务完成效率的相对权重.

2.3.4 总排序权重和组合一致性检验 总排序权重是针对层次结构的,是每一层次中的所有元素对于总目标的相对权重.第二层指标对于第一层目标的相对权重矩阵如表 4 所示.

表 4 第二层指标对第一层目标的相对权重矩阵

指标	$a_{i,j}$	
	易用性	可用性
可用性	1	3
易用性	1/3	1

$\lambda_{\max} = 2$,对应的 $r = 0 < 0.1$,表明矩阵通过了一致性检验,其相对权重 $W = (0.75, 0.25)$.

第三层 6 个要素对于第二层指标的权重矩阵为

$$D_{32} = [W_{32a}^T, W_{32b}^T, \dots, W_{32n}^T] = \begin{bmatrix} 0.258\ 3 & 0 \\ 0.104\ 7 & 0 \\ 0.637\ 0 & 0 \\ 0 & 0.104\ 7 \\ 0 & 0.637\ 0 \\ 0 & 0.258\ 3 \end{bmatrix}$$

第三层要素对第一层目标的总排序权重矩阵为

$$W_3^T = D_{32} W_{21}^T =$$

$$\begin{bmatrix} 0.258\ 3 & 0 \\ 0.104\ 7 & 0 \\ 0.637\ 0 & 0 \\ 0 & 0.104\ 7 \\ 0 & 0.637\ 0 \\ 0 & 0.258\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.193\ 7 \\ 0.078\ 5 \\ 0.477\ 8 \\ 0.026\ 2 \\ 0.159\ 3 \\ 0.064\ 6 \end{bmatrix}$$

对总排序权重矩阵 $\mathbf{W}=(0.193\ 7, 0.078\ 5, 0.477\ 8, 0.026\ 2, 0.159\ 3, 0.064\ 6)$ 进行组合一致性检验^[11]得

$$\mathbf{C}^{(p)} = [C_1^p, \cdots, C_n^p] \mathbf{W}_{(p-1)}^T = [0.019\ 25\ \ 0.019\ 25] \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.25 \end{bmatrix} = 0.019\ 25$$

随机一致性指标

$$\mathbf{R}^{(p)} = [R_1^p, \cdots, R_n^p] \mathbf{W}_{p-1}^T = [0.52\ \ 0.52] \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.25 \end{bmatrix} = 0.52$$

第三层的组合一致性比率

$$r^{(p)} = \frac{\mathbf{C}^{(p)}}{\mathbf{R}^{(p)}} = \frac{0.019\ 25}{0.52} = 0.037$$

第三层对第一层的组合一致性比率

$$r^* = \sum_{p=2}^s r^{(p)} = 0.037 + 0 = 0.037$$

可见, $r^*=0.037<0.1$, 表明整个用户心理体验质量特征权重矩阵通过了检验, 并具有满意的一致性.

3 实验和分析

利用本文方法对某高校大学三年级课程中使用的 e-Learning 系统的用户心理体验进行了分析, 其中随机采样了 110 个学习者.

实验中要求参与者完成的学习任务是: 在 e-Learning 系统中学习电路交换和分组交换 2 个知识单元.

3.1 成功完成学习任务的定义

要完成以上 2 个知识的学习任务, 需要学习的目标知识项集合 $E=[$ 分组交换, 报文交换, 分组, 线路交换, 数据交换技术, 包交换, packet-switched, packet switching, 报文交换方式的特点, 分组交换方式的优点, 报文交换属性, 分组交换的方法, 报文交换过程, 线路交换、报文交换、分组交换的对比, 分组交换属性, 电路交换, 交换技术 $]$.

假设学习者完成目标知识项学习所需的最小时长等于学习者群体学习该知识项的平均时长的 $1/2$,

如表 5 所示. 根据专家经验, 学习者成功学习 E 中的 4 个知识项, 则认为学习任务成功完成. $N=2$ 为学习者每周使用 e-Learning 系统的次数, 基准响应时间为 10 s.

表 5 学习者完成目标知识项学习所需最小时长

知识单元	t_{ekm}/s	$\bar{t}_{\text{ek}}/\text{s}$
分组交换	14	28
报文交换	8	16
分组	10	20
线路交换	6	13
数据交换技术	3	6
包交换	3	7
packet-switched	1	3
packet switching	3	6
报文交换方式的特点	8	16
分组交换方式的优点	17	34
报文交换属性	5	11
分组交换的方法	6	12
报文交换过程	12	25
线路交换、报文交换、分组交换的对比	11	22
分组交换属性	12	24
电路交换	8	16
交换技术	6	13

3.2 数据采集

基于以上学习任务采集了 e-Learning 系统的学习者日志, 结果如表 6 所示.

表 6 e-Learning 系统学习者日志内容

ID	1983
用户标识	294
用户名	9055118
知识单元	分组交换方式的优点
点入时间	2012-04-08, 16:02:39
点出时间	2012-04-08, 16:03:44
持续时长/s	65

3.3 用户心理体验整体量化评价模型

采用 2.3 节中的层次分析法, 从可用性和易用性 2 个特征及指标入手, 构建了用户心理体验质量整体量化评价模型, 从而得到资源涵盖率、推荐命中率、用户忠诚度、响应速度、导航清晰度、任务完成

效率的总排序权重向量 $\mathbf{W}=(0.193\ 7,0.078\ 5,0.477\ 8,0.026\ 2,0.159\ 3,0.064\ 6)$,如图 3 所示.经组合一致性检验,该特征权重矩阵具有满意的一致性.

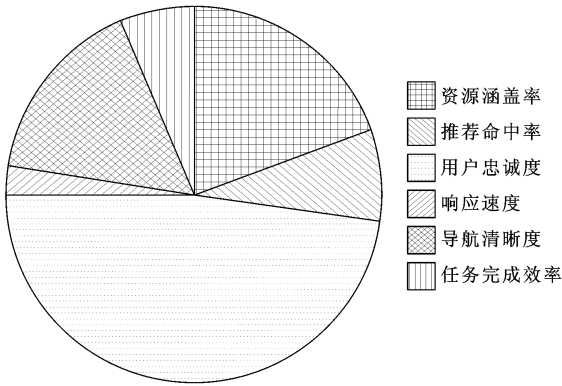


图 3 子特征的相对权重分布

3.4 实验结果及分析

实验重点是对忠诚度、响应速度、导航清晰度和任务完成效率等指标及用户心理体验的总指标进行分析和讨论.

忠诚度如图 4 所示.从图 4 看出,忠诚意均值为 31%,说明该系统对学习者的吸引力较弱,愿意持续使用系统进行学习的用户较少.

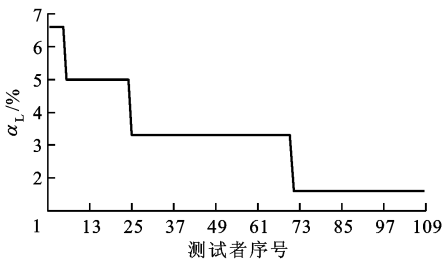


图 4 用户忠诚度

响应速度如图 5 所示.从图 5 看出,受到网络环境的影响,平均响应时间从 10 s 至 70 s 不等,响应速度的均值为 44%,系统对于 25%用户的响应速度为 0%,说明用户在等待系统加载的过程中采取了关闭措施,所以响应时间无法获取.

导航清晰度如图 6 所示.从图 6 看出,导航清晰度均值为 11%,系统对于 51%用户的导航清晰度为 0%,即有 51%用户使用该系统很难找到学习的知识项.

任务完成效率如图 7 所示.从图 7 看出,用户使用该系统时的平均任务完成效率为 10%,任务完成效率的最大值为 66%,说明一些用户可以高效地完

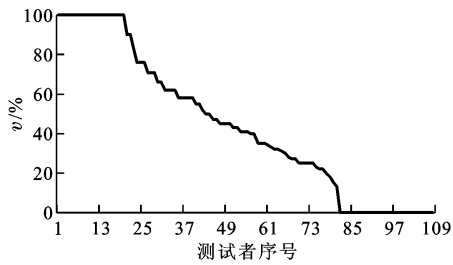


图 5 响应速度

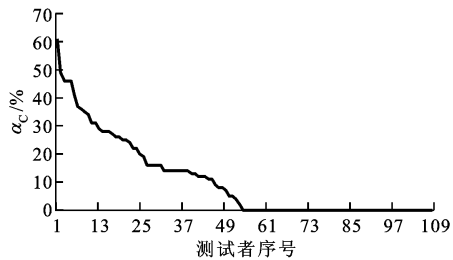


图 6 导航清晰度

成学习任务,51%用户不能完成学习任务.
e-Learning 系统总体上带给学习者的整体用户心理体验质量如图 8 所示.从图 8 看出,体验质量最高值为 62%,最低为 27%,平均值为 38%,说明 e-Learning 系统的用户心理体验质量有待进一步改善.

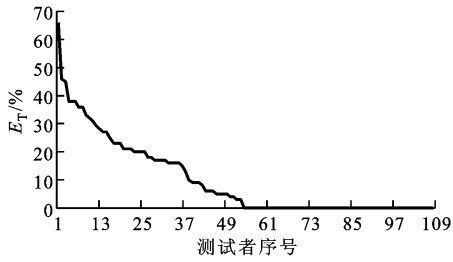


图 7 任务完成效率

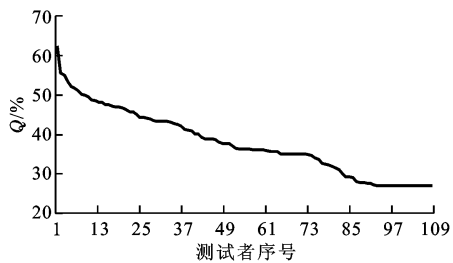


图 8 用户体验质量

4 总结和展望

本文分析和研究了影响用户心理体验质量的特

征选择、特征量化度量以及整体用户心理体验量化评价建模等问题,重点研究了易用性和有用性的特征和要素.下一步工作将研究 1.1 节中的其他因素,如情绪等对用户心理体验质量的影响,以构建更加完善的用户心理体验量化评价方法.

参考文献:

- [1] 林闯,胡杰,孔祥震.用户体验质量(QoE)的模型与评价方法综述[J]. 计算机学报, 2012, 35(1): 1-15.
LIN Chuang, HU Jie, KONG Xiangzhen. Survey on models and evaluation of quality of experience [J]. Chinese Journal of Computers, 2012, 35(1): 1-15
- [2] RASKIN J. 人本界面:交互式系统设计[M]. 史元春,译. 北京:机械工业出版社, 2004.
- [3] 胡昌平,邓胜利.基于用户体验的网站信息构建要素与模型分析[J]. 情报科学, 2006 24(03): 321-325.
HU Changping, DENG Shengli. Elements and models analysis of website information architecture based on user experience [J]. Journal of Intelligence, 2006, 24 (3): 321-325.
- [4] LINDGAARD D, DUDEKC, SEN D, et al. An exploration of relations between visual appeal, trustworthiness and perceived usability of homepages [J]. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2006, 18(1): 1-30.
- [5] TULLIS T. 用户体验度量[M]. 北京:机械工业出版社, 2009.
- [6] 李小青.基于用户心理研究的用户体验设计[J]. 情报科学, 2010, 28(5): 763-767.
LI Xiaoqing. User experience design based on user mental research [J]. Journal of Intelligence, 2010, 28 (5): 763-767.
- [7] 董建明,傅利民,饶培伦,等.人机交互:以用户为中心的设计和评估[M]. 3 版. 北京:清华大学出版社, 2010.
- [8] 刘璇.传播心理学视角下的中国社交网络(SNS)用户心理体验研究[D]. 杭州:浙江大学, 2010.
- [9] 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 Qinghua. Comprehensive evaluation model of human computer interface of software system based on grey theory [J]. Computer Engineering, 2007, 33 (18): 59-61
- [10] 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(31): 102-105.
ZHOU Ronggang. Research on fuzzy comprehensive evaluation of IT product's user experience quality [J]. Computer Engineering and Applications, 2007, 43

(31): 102-105.

- [11] 郭大伟. 数学建模 [M]. 合肥:安徽教育出版社, 2009.
- [12] 常大勇. 运筹学 [M]. 北京:中国物资出版社, 2010.

[本刊相关文献链接]

- 宋婧,丛犁,葛建华,等. 双层网络中一种协作博弈的动态资源分配方法. 2012,46(10):89-94.
- 苏杭,王劲林,尤佳莉. 流媒体邻居节点组织与行为预测. 2012,46(10):48-54.
- 陈俊杰,倪宏,孙鹏. 采用定价机制的多媒体系统多资源分配算法. 2012,46(6):98-103.
- 司刚全,张寅松,娄勇. 考虑自支持度和互支持度的多传感器一致性测度算子. 2012,46(10):20-23.
- 覃庆努,魏学业,韩磊,等. 电子系统的 Markov 模型和云可靠性评价方法. 2012,46(8):87-93.
- 刘河潮,杨付正,常义林,等. 考虑丢包特性的无参考网络视频质量评估模型. 2012,46(2):130-134.
- 安健,桂小林,张进,等. 面向物联网移动感知的服务节点发现算法. 2011,45(12): 6-9.
- 罗涛,牟轩沁,闫浩. 强迫选择实验中的心理测量函数研究. 2010,44(6):104-108.
- 田红波,董小社,赵晓映,等. 面向服务级别协议的核实与规划服务质量系统框架研究. 2010,44(6):1-5.
- 翟社平,魏娟丽,李增智. 利用服务质量参数值预测的 Web 服务选择方法. 2010,44(6):57-61.
- 杨怀洲,李增智. QoS 敏感的服务组合动态配置研究. 2010, 44(2): 25-30.
- 马震远,周杰,陈楚,等. 一种分段测量保证 QoS 约束的任播通信模型. 2010,44(2):44-49.
- 赵敏,郑崇勋,赵春临,等. 利用 Fisher 判别式和事件相关电位的心里意识真实性识别. 2010,44(8):132-136.
- 王换招,孟凡治,李增智. 最大化网络有效寿命的传感器网络覆盖保持协议. 2009,43(10):66-70.
- 黄泳翔,钱德沛,伍卫国,等. 可分级视频编码覆盖网非一致性随机成员构建算法. 2009,43(6):61-64.
- 刘涛,钱德沛,王锐,等. 一种可演化网络的研究与实践. 2008,42(10):1193-1203.
- 胡周君,胡志刚,李林. 一种基于性能评估的元任务调度算法. 2008,42(8):972-976.
- 门鹏,段振华. 广义随机 Petri 网下的组合 Web 服务建模与评价. 2008,42(8):967-971.
- 宋彬,秦浩,郭春芳. 保证 H. 264 视频通信质量的实时传输协议载荷. 2007,41(12):1455-1459.
- 黄建辉,钱德沛,王胜灵,等. 基于动态带宽预留和带宽降级的呼叫准入控制算法. 2007,41(6):683-687.

(编辑 苗凌 赵大良)