

一种软件人机界面设计综合评价方法

刘维学¹, 郑丽娟²

(1. 渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121013;

2. 渤海大学 大学计算机教研部, 辽宁 锦州 121013)

摘 要: 人机界面是系统与用户之间的接口,是控制和信息输入输出的主要途径,直接影响用户的工作效率,甚至关系到软件产品营销的成败。针对目前人机界面设计评价没有统一标准且难以评价的现状,文中运用粗软集理论进行研究。首先,构建评价指标体系,通过结构模型表示指标的层次结构,并对各个指标进行描述;然后,研究评价理论基础,通过粗集、软集、粗软集、对比表格、数据计算、优劣排序等6个定义精确地表达;最后,按照评价步骤的先后顺序给出了评价实例。文中的研究方法,克服了以往评价中的主观随意性,提高了可靠性、准确性和客观公正性。

关键词: 软件; 人机界面; 人机交互; 综合评价; 粗软集

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)04-0114-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.04.029

A Comprehensive Evaluation Method of Human-computer Interface Design

LIU Wei-xue¹, ZHENG Li-juan²

(1. College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China;

2. Teaching and Research Institute of College Computer, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Human-computer interface is the interface between system and users, and is the main way of control and input-output information, directly impacting the productivity of users, and even relating to the success of software product marketing. For the current situation of no uniform standard and difficult to evaluate for human-computer interface design evaluation, research with rough soft sets theory. First, build the evaluation index system, showing the hierarchy of indicators by the structural model, and describe the various indicators. Then, study the evaluation theoretical basis, and express precisely through the 6 definition of rough sets, involving soft sets, rough soft sets, comparison tables, data calculation and quality sort. Finally, give the evaluation instance according to the order of evaluation steps. This research method overcomes the subjective arbitrariness of previous reviews, and improves the reliability, accuracy and objective impartiality.

Key words: software; human-computer interface; human-computer interaction; comprehensive evaluation; rough soft sets

0 引言

人机界面(Human-Computer Interface, HCI)是人 与硬件、软件的交互部分,凡参与人机信息交流的一切 领域都属于人机界面^[1]。计算机人机界面实现用户与 计算机之间的通信,是控制用户和计算机间数据传送 的系统部件,主要完成用户与计算机互相传递信息的 功能^[2]。人机界面是计算机学科中最年轻的分支学科 之一,是计算机科学和认知心理学两大学科相结合的 产物,涉及当前许多热门的计算机技术,如人工智能、 自然语言处理、多媒体系统等,同时也吸收了语言学、

人机工程和社会学的研究成果,是一门交叉性、边缘 性、综合性的学科。在人机界面设计过程中,首先要分 析用户、任务和环境,并对其建立模型,然后定义界面 对象和动作。设计界面时,要充分考虑可能出现的问题, 并采用经验性方法进行设计,一旦建立好操作性用户 界面原型,必须对其进行评价,以确定是否满足用户 需求。

现代综合评价方法很多,应用最多的是模糊集合 理论,首先运用层次分析法确定各指标的权重系数,然 后运用模糊综合评价法进行综合评价^[3-4]。其他常用

收稿日期: 2013-06-14

修回日期: 2013-09-22

网络出版时间: 2014-01-28

基金项目: 2011 辽宁省科学事业公益研究基金(2011004001)

作者简介: 刘维学(1975-),男,讲师,从事计算机应用、网络工程研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140128.1152.049.html>

的还有主成分分析法、数据包络分析法、模糊聚类分析法等。这些方法都需要深厚的数学基础、评价过程复杂、评价结果受多种因素影响,在实际中难于应用。软集理论作为解决不确定性问题的数学工具,不同于以往的模糊集、粗集、直觉模糊集等理论,是将参数理论引入到决策当中,弥补了以上理论在决策时的不足,使决策更具精确性^[5-6]。文中选用的评价方法是粗集理论与软集理论相结合构成粗软集理论,进一步扩充了粗集理论。

1 评价指标体系

评价指标体系通常是由最高层、中间层和最底层构成的递阶层次结构模型。最高层表示系统总目标;中间层表示实现系统总目标所涉及的中间环节;最底层表示为实现目标所要选用的各种措施、决策、方案等^[7]。通过广泛的调研和综合分析,软件人机界面设计评价指标体系归纳为3个一级指标、14个二级指标。递阶层次结构模型如图1所示^[8]。

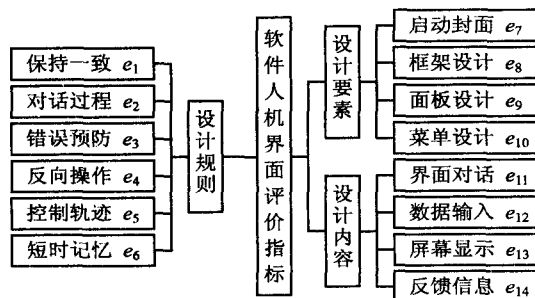


图1 评价指标体系结构模型

1.1 人机界面设计规则

Ben Shneiderman 经过大量实践,总结出屏幕界面设计的八条规则,在《Designing the User Interface》一书中进行了阐述。Shneiderman 的八个经典规则,被称为“黄金规则”,是屏幕界面设计的最佳指南。这八条规则来源于 Shneiderman 二十多年的经验,并经过精炼、改进和延伸,适用于大多数的交互式系统,文中的评价指标选用其中的6个:

(1)保持一致。一致性包括:类似的操作环境应提供一致的操作序列;相同的术语应该用在提示、菜单和帮助里;颜色、布局、大小写、字体等应当自始至终保持一致。一致性是人们习惯的需要,既可以保持界面的规整、简洁,又可以减轻人们学习和使用软件系统的负担。

(2)对话过程。用户处理每一个业务,都是一个完整的对话过程,因此,系统设计的每一个对话过程应该是完整的,有开始部分、中间处理部分和结束部分。对话过程可以使用户明确当前进行的操作,以及系统准备接受或进行的下一步操作。

(3)错误预防。尽可能设计不让用户犯严重错误的系统,但用户在输入数据、按键、操作顺序等方面的错误又是不可避免的。如果用户犯了错误,界面应当检测到错误,并提供简单具体的指导来帮助恢复错误。错误的操作应该让系统状态保持不变,或者界面应当提供关于恢复状态的说明。

(4)反向操作。操作应尽可能地允许反向。这个特点可以减轻用户的焦虑,由于用户知道错误可以被撤销,这就会鼓励用户尝试不熟悉的选项。反向操作单元可以是单独操作、单个数据输入任务或一组完整操作。

(5)控制轨迹。用户在操作过程中,如果系统能够随时把控制的内部轨迹提示给用户,用户会感到自己一直在控制着系统,能够了解系统的工作过程。这样还能鼓励用户成为行为的主动者,而不是行为的响应者。

(6)短时记忆。由于人凭借短时记忆进行信息处理存在局限性,所以要求显示简单、多页显示统一以及窗口移动频率低,并且要保证分配足够的时间,用于学习代码、记忆操作方法和操作序列。另外,还应该提供对命令语法、缩略语、代码以及其他信息进行适当的在线访问。

1.2 人机界面设计要素

界面设计是为了满足软件专业化、标准化的需要,而产生的对软件使用界面进行美化、优化、规范化的设计分支。设计要素主要包括以下4个方面:

(1)启动封面。应使软件启动封面最终设计成为高清晰度的图像,如果需要在不同的平台、操作系统上使用,要考虑转换不同的格式,并且选用的色彩不宜超过256色,最好为216安全色。大小通常为显示器分辨率的1/6。封面应该醒目地标注公司标志、产品商标、软件名称、版本号、网址、版权声明、序列号等信息,以树立软件形象,方便使用者。插图宜使用具有独立版权的、象征性强的、识别性高的、视觉传达效果好的图形,以形成软件的个性化特征。

(2)框架设计。软件框架设计非常复杂,涉及软件功能,需要设计师有一定的软件跟进经验,能够快速地学习软件产品,并且和程序开发人员及用户进行沟通交流,以设计出友好、独特、符合开发原则的软件框架。框架设计要简洁明快,尽量少用无谓装饰,考虑节省屏幕空间、分辨率、缩放时的状态和原则,并且为将来设计的按钮、菜单、标签、滚动条及状态栏等预留位置。设计时将整体色彩合理搭配,将软件商标放在显著位置,主菜单应放在左边或上边,滚动条放在右边,状态栏放在下边,以符合视觉流程和用户心理。

(3)面板设计。软件面板设计应该具有缩放功

能,面板应该对功能区间划分清晰,应该和对话框、弹出框等风格匹配,尽量节省空间,切换方便。

(4) 菜单设计。菜单可分为下拉式菜单和弹出式菜单两种类型。下拉式菜单应用于主控界面,一般是两层结构,第一层为主菜单,各个选项的名称按水平方向排成一行被固定放在窗口最上方的一个带形区域中;第二层为子菜单,按垂直方向排列,每个子菜单放置在其对应的主菜单项的下方,平时各个子菜单隐藏起来,只有当单击主菜单项时,对应的子菜单才被弹出。弹出式菜单是垂直排列功能选项的矩形框,被下拉式菜单或其他窗口功能选项驱动弹出,可以是单层结构或多层结构,位置可以根据用户操作或当时的操作环境确定。

1.3 人机界面设计内容

界面设计的第一步是结构设计,将任务设计的结果作为输入,设计成一组逻辑模块,然后加上存取机制,把这些模块组织成界面结构;第二步是细化设计,将每一模块分成若干步,每步又被组装成细化的对话设计。界面设计内容主要包括以下 4 个方面:

(1) 界面对话。用户与软件系统之间的交互过程实际是一个对话过程,用户通过软件完成一个完整功能,需要与系统发生一次对话过程。界面设计时要使用对话风格,并加上用户存取和控制机制。对话是以任务顺序为基础,但要遵循反馈、状态、脱离、默认值、简化、求助、复原等基本原则。

(2) 数据输入。数据输入界面往往占终端用户的大部分使用时间,也是计算机系统最易出错的部分之一。总体目标是简化用户工作,并尽可能降低输入出错率,也要允许用户输入错误。数据输入界面可通过对话设计方式实现,若条件具备尽可能采用自动输入。

(3) 屏幕显示。屏幕显示设计主要包括:布局、文字与用语、颜色等。屏幕布局因功能不同考虑的侧重点不同,各功能区要重点突出,功能明显;文字与用语除作为正文显示媒体时出现外,还在标题、提示信息、控制命令、会话等功能展现;颜色除了是一种有效的强化技术外,还具有美学价值。

(4) 反馈信息。对用户的每一个操作都有对应的反馈信息,以便使用户了解对操作的确认。如果长时间得不到系统反馈,用户将无从知道操作的正确性。常用的或较次要的操作,反馈信息可以简短;对于不常用但很重要的操作,反馈信息就应丰富。可视化实现能方便清晰地显示出这种变化。

2 理论基础

粗软集评价的理论基础由 6 个定义构成:

定义 1(粗集):设 U 为一个集合, $R \subseteq U \times U$ 为 U

上的等价关系, $A = (U, R)$ 称为是 Pawlak 近似空间。 $\forall x \in U$, 令 $[x]_R = \{y \in U \mid xRy\}$, 令 $X \subseteq U$, 则 $\text{apr}_R(x) = \{x \mid [x]_R \subseteq X\}$, $\overline{\text{apr}}_R(x) = \{x \mid [x]_R \cap X \neq \emptyset\}$ 分别称为 X 的上近似和下近似, $(\text{apr}_R(x), \overline{\text{apr}}_R(x))$ 称为 X 的粗集(Rough Sets, RS)。

定义 2(软集):设 U 为论域, E 为参数集, $A \subset E$, 称 (F, A) 为 U 上的软集, 其中 F 为映射 $F: A \rightarrow \mathcal{E}(U)$ 。

定义 3(粗软集):设 U 为被评价对象集合, E 为评价指标集合, $A \subset E$, $\mathcal{E}(U)$ 为评价对象 U 的所有子集的集合。令 $F_L: A \rightarrow \mathcal{E}(U)$, $F_R: A \rightarrow \mathcal{E}(U)$ 为映射, 且 $\forall e \in A$, $F_L(e) \subseteq F_R(e)$, 则称 $\text{RSS}(F_L, F_R, A)$ 为粗软集^[9]。

定义 4(对比表格):对比表格是行数和列数相等的表格,行和列的名称均用 u_1, u_2, \dots, u_n 来表示,其中 n 为评价对象的数量。表中数据用 (c_{ij}, \bar{c}_{ij}) 表示,其中 $i = 1, 2, \dots, n$ 。 (c_{ij}, \bar{c}_{ij}) 的值为粗软集评价指标中 $(h_i \geq h_j, \bar{h}_i \geq \bar{h}_j)$ 的个数^[10]。

定义 5(数据计算):计算包括下上行和、下上列和、下上分数。评价对象 u_i 的下行和用 r_i 表示,其值为第 i 行所有下行元素(第一个元素) c_{ij} ($j = 1, 2, \dots, n$)

之和,即 $r_i = \sum_{j=1}^n c_{ij}$;同理,上行和用 \bar{r}_i 表示,其值为第 i

行所有上行元素(第二个元素) \bar{c}_{ij} 之和,即 $\bar{r}_i = \sum_{j=1}^n \bar{c}_{ij}$ 。

评价对象 u_j 的下列和用 t_j 表示,其值为第 j 列所有下列元素(第一个元素) c_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$) 之和,即 $t_j =$

$\sum_{i=1}^n c_{ij}$;同理,上列和用 \bar{t}_j 表示,其值为第 j 列所有上列

元素(第二个元素) \bar{c}_{ij} 之和,即 $\bar{t}_j = \sum_{i=1}^n \bar{c}_{ij}$ 。

评价对象 u_i 的下分数用 s_i 表示,其值为该评价对象的下行和与

下列和之差,即 $s_i = r_i - t_i$;同理,上分数用 \bar{s}_i 表示,其

值为该评价对象的上行和与上列和之差,即 $\bar{s}_i = \bar{r}_i - \bar{t}_i$ ^[11]。

定义 6(优劣排序):对评价对象的下分数 s_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 按数值大小排序,排列顺序即为评价的优劣结果。如果有两个或多个评价对象的下分数相同,则再对下分数相同的评价对象按上分数 \bar{s}_i 排序,排在前面的即为优者。

3 评价实例

在软件人机界面设计评价中,假如评价对象集合

为由6个团队单独开发某应用软件,用 $\{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$ 表示;针对粗软集评价的特点,评价指标直接用前面构造的结构模型中的二级指标,指标集合用 $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{14}\}$ 表示,分别代表|保持一致,对话过程,错误预防,反向操作,控制轨迹,短时记忆,启动封面,框架设计,面板设计,菜单设计,界面对话,数据输入,屏幕显示,反馈信息}。评价过程如下:

第1步,构造粗软集。根据定义3,将初步评价得到的粗软集整理到表格中如表1所示。

表1 软件人机界面设计综合评价粗软集

E/U	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6
e_1	(1,1)	(0,1)	(0,1)	(1,1)	(1,1)	(0,1)
e_2	(0,1)	(0,1)	(1,1)	(0,1)	(0,0)	(1,1)
e_3	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(0,1)
e_4	(1,1)	(0,0)	(0,0)	(0,1)	(1,1)	(0,0)
e_5	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,1)	(0,1)	(1,1)
e_6	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,1)	(0,0)	(1,1)
e_7	(0,1)	(0,0)	(0,0)	(1,1)	(0,1)	(0,1)
e_8	(1,1)	(0,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(0,1)
e_9	(0,1)	(1,1)	(0,0)	(1,1)	(0,0)	(0,1)
e_{10}	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(0,0)	(0,1)	(1,1)
e_{11}	(0,1)	(1,1)	(0,1)	(1,1)	(0,0)	(0,0)
e_{12}	(1,1)	(0,0)	(0,1)	(0,1)	(1,1)	(1,1)
e_{13}	(1,1)	(0,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,1)
e_{14}	(0,0)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(0,1)

第2步,构造对比表格。根据定义4,将所有对比计算结果构造成对比矩阵如表2所示。

表2 评价对比矩阵

U/U	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6
u_1	(14,14)	(11,13)	(12,13)	(10,13)	(14,14)	(13,13)
u_2	(9,11)	(14,14)	(11,13)	(10,11)	(11,11)	(11,12)
u_3	(8,8)	(9,10)	(14,14)	(8,9)	(11,10)	(10,9)
u_4	(11,13)	(13,13)	(13,14)	(14,14)	(12,13)	(11,13)
u_5	(9,8)	(8,7)	(10,9)	(6,7)	(14,14)	(9,8)
u_6	(10,12)	(10,13)	(11,13)	(7,12)	(11,13)	(14,14)

第3步,数据计算。计算下上行和、下上列和、下上分数。根据定义5,并将计算结果列于表3中。

表3 数据计算结果

$U/\text{值}$	下上行和	下上列和	下上分数
u_1	(74,80)	(61,66)	(13,14)
u_2	(66,72)	(65,70)	(1,2)
u_3	(60,59)	(71,76)	(-11,-17)
u_4	(74,80)	(55,66)	(19,14)
u_5	(56,53)	(73,75)	(-17,-22)
u_6	(63,77)	(68,69)	(-5,8)

第4步,优劣排序。根据定义6,对下分数排序的结果为 $\{19,13,1,-5,-11,-17\}$,因此得到6个团队软件人机界面设计的综合评价顺序为 $\{u_4, u_1, u_2, u_6, u_3, u_5\}$ 。

4 结束语

计算机用户主要通过用户界面使用和操作软件实现相应功能,但在很长一段时间里,人机界面一直不为软件开发人员所重视,认为这纯粹是为了取悦用户而进行的低级活动,没有任何实用价值^[12]。评价一个应用软件质量高低的唯一标准,就是看它是否具有强大的功能,能否帮助用户顺利完成工作。近年来,随着计算机硬件技术的迅猛发展,计算机的存储容量、运行速度和可靠性等技术性能指标有了显著提高,计算机硬件的生产成本却大幅度下跌,个人计算机日益普及。新一代计算机用户,在可操作性以及操作的舒适性等方面对应用软件提出了更高的要求,除期望软件拥有强大的功能外,更期望应用软件能尽可能提供一个轻松、愉快、感觉良好的操作环境。这表明人机界面的质量已成为软件开发领域的一个大问题,友好的人机界面设计已经成为应用软件开发的一个重要组成部分^[13]。文中采用粗软集方法,克服了以往评价中的主观随意性,提高了可靠性、准确性和客观公正性。实际应用时要灵活地确定评价指标体系,并综合各种因素确定粗软集,使评价结果更符合实际。

参考文献:

[1] 黄 风. 浅析软件人机界面设计[J]. 南平师专学报,2006,25(4):60-62.

[2] 张云鹏. 基于认知心理学知识的人机界面设计[J]. 计算机工程与应用,2005,42(30):105-107.

[3] 杨 楠,曹 雷,陈希亮,等. 模糊综合评价在战术训练模拟系统中的运用[J]. 计算机技术与发展,2012,22(6):203-206.

[4] Xing T, Liu D C, Zhao G Q. Study on system analyst comprehensive capacity evaluation method[C]//Proc of 10th conference on man-machine-engineering. USA: Scientific Research Publishing, 2010:48-52.

[5] 孙 薇. 粗软集和粗集的范畴[D]. 大连:辽宁师范大学,2002.

[6] 孙建波. 粗软集在高校教师教学评价中的作用[J]. 科技信息(科学教研),2007,24(36):139-139.

[7] Chang Y, Xing T, Liu D C. Establishment of comprehensive capacity evaluation index system on system analyst[C]//Proc of 10th conference on man-machine-engineering. USA: Scientific Research Publishing, 2010:43-47.

[8] 任永昌,邢 涛,王 立,等. 软件项目管理[M]. 长春:吉林

言研究所加工的1998年1月份《人民日报》,该语料是纯文本文件,共计2 305 896字,内容涵盖政治、经济、体育、娱乐等方面的题材。文中从语料中选取了25篇文本进行综合测试,按国际、社会、政治、财经、体育分为五类,每类5篇文本。将所选文本在同一个分词系统分别采用不同的词典机制进行测试,测试结果数据(取其5篇的平均结果)如表2所示。

表2 不同类型文本的测试结果

文本类别		国际	社会	政治	财经	体育
DHash	准确率/%	98.21	98.40	98.39	98.01	98.25
	分全率/%	98.44	98.51	98.58	98.42	98.22
	分词速度	413	424	420	419	425
mDHash	准确率/%	98.22	98.38	98.47	98.03	98.32
	分全率/%	98.49	98.54	98.63	98.48	98.14
	分词速度	549	538	642	551	543

从表中数据可看出采用mDHash词典机制,其分词速度有着明显的提高。

4 结束语

文中在分析基于双字哈希词典机制对词条除首次字外剩余词的不足的基础上,给出了一种改进的分词词典机制。将词典中的每个词条加载到基于Hash的三级索引数据结构。在加载的过程中记录每个首次字开始词条在词典中开始和结束的位置,在查找词条过程中采用“首次字双层哈希索引+剩余词二分查找”的算法,在不提升已有典型词典机制维护复杂度的情况下,提高了中文分词的速度。

参考文献:

- [1] 郑晓刚,韩立新,白书奎,等.一种组合型中文分词方法[J].计算机应用与软件,2012,29(7):26-28.
- [2] Liang Xiongyou, Xue Yongsheng. Algorithm of solving interlink overlapping ambiguity and combinatorial ambiguity and compound ambiguity in Chinese word segmentation[J]. Journal of

computational information systems, 2007, 3(3):1189-1200.

- [3] Li Sheng, Zhao Tiejun. Chinese information processing and its prospects[J]. Journal of computer science and technology, 2006, 21(5):838-846.
- [4] Tsai R T H, Dai Hongjie, Hung Hsieh-Chuan, et al. Chinese word segmentation with minimal linguistic knowledge[C]//Proceedings of the 2006 IEEE international conference on information reuse and integration. [s. l.]:[s. n.], 2006:274-279.
- [5] Zhang Ruiqiang, Keij Y, Eiichiro S. Chinese word segmentation and statistical machine translation[J]. ACM transactions on speech and language processing, 2008, 5(2):4-9.
- [6] Jiang Bin, Yang Chao, Zhao Huan. A kind of dictionary mechanism based on the two-word-bitmap for Chinese word segmentation[J]. Journal of Hunan University (Natural Sciences), 2006, 33(1):121-123.
- [7] Zhang Liyi, Li Yazi, Meng Jian. Design of Chinese word segmentation system based on improved Chinese converse dictionary and reverse maximum matching algorithm[C]//Proceedings of 2006 international workshops on web information systems engineering. [s. l.]:[s. n.], 2006:171-181.
- [8] 曹勇刚,曹羽中,金茂忠,等.面向信息检索的自适应中文分词系统[J].软件学报,2006,17(3):356-363.
- [9] 姜维,王晓龙,关毅,等.基于多知识源的中文词法分析系统[J].计算机学报,2007,30(1):137-145.
- [10] Qiao Wei, Sun Maosong, Menzel W. Statistical properties of overlapping ambiguities in Chinese word segmentation and a strategy for their disambiguation[C]//Proceedings of the 11th international conference on text, speech and dialogue. [s. l.]:[s. n.], 2008:177-186.
- [11] 李庆虎,陈玉健,孙家广.一种中文分词词典新机制—双字哈希机制[J].中文信息学报,2003,17(4):13-18.
- [12] Qin Ying, Zhang Suxiang, Wang Xiaojie. Combining multi-knowledge for Chinese word segmentation disambiguation[C]//Proceedings of the sixth international conference on intelligent systems design and applications. [s. l.]:[s. n.], 2006:551-556.

(上接第117页)

- 林大学出版社,2011.
- [9] 王利香.高等学校毕业生质量的粗软集评价方法[J].潍坊学院学报,2012,12(2):40-41.
- [10] Meng Dan, Qin Keyun. Soft rough fuzzy sets and soft fuzzy rough sets[J]. Computers & mathematics with applications, 2011, 62(12):4635-4645.
- [11] Leoreanu-Fotea V, Jun Y B. Soft sets and soft rough sets[J].

Information sciences, 2011, 181(6):1125-1137.

- [12] Johnston J, Eloff J H P, Labuschagne L. Security and human computer interfaces[J]. Computers & security, 2003, 22(8):675-684.
- [13] Special column of Shanwenbang. Talk about software human-computer interface[EB/OL]. 2012-12-15. <http://blog.cs-dn.net/shanwenbang/article/details/7109026>.