

基于用户导向粗糙集算法的旅行箱设计规则研究

王汉友^{1,2}

(1. 南京航空航天大学经济管理学院, 江苏 南京 210016;

2. 五邑大学艺术设计学院, 广东 江门 529020)

摘 要: 运用粗糙集算法改善用户满意度调查的效果和效率, 通过问卷调查原始数据挖掘, 识别影响产品销售的各条件属性, 提取属性组合的决策规则, 开辟用户导向的设计方法和市场开拓研究新路径。利用知名企业问卷调查产品对象数据, 完成条件属性组合以及约简和核计算, 进行决策规则归纳和筛选, 以及属性重要性计算, 提取旅行箱设计规则。研究发现: 仅有6项关键条件属性有效影响了产品市场绩效, 应根据设计规则属性水平和市场表现的依存关系科学统筹研发设计和营销策略。旅行箱的设计应该回归本源, 注重产品整体效果, 外观差异化和新颖性, 精选优质面料, 而不应把过多精力放在华而不实的功能创新以及局部细节雕饰上。

关 键 词: 粗糙集; 数据挖掘; 旅行箱; 设计规则; 用户导向

中图分类号: TP 391.4

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2017050675

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2017)05-0675-08

Research on Design Rules of Suitcases Using Rough Sets Algorithm on User Orientation

WANG Hanyou^{1,2}

(1. School of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing Jiangsu 210016, China;

2. School of Art and Design, Wuyi University, Jiangmen Guangdong 529020, China)

Abstract: This paper seeks to apply rough sets algorithm to improve the effectiveness and efficiency in customer satisfaction survey, identify condition attributions that affect product marketing by data mining on raw data acquired through questionnaire surveys, extract decision rules of these attributions combination, provide an innovative research approach on user driven design method and market exploitation. The research is to complete the combination, reduction of the condition attributions and calculation of their core, conduct induction and screening of decision rules and significance computing of attributions, and to obtain design rules of suitcases with the questionnaire survey data for well-known enterprise on product objects, reveal that there are only six key condition attributions affect effectively the product market performance, it is necessary to according to the design rules that the dependence relationship is objective existence between discrepant level properties and market performance to implement R&D and marketing policy as a whole. Suitcase design should return to its origin, pay more attention to overall effect of product, unique and novelty of appearance, selection of high-quality fabrics, and should not focus too much mind and emotions on slick function innovation and extra finishing details.

Keywords: rough sets; data mining; suitcases; design rules; uses orientation

收稿日期: 2017-01-24; 定稿日期: 2017-03-04

基金项目: 国家社科基金重点项目(11AGL001); 广东省青年创新人才类项目(2014KQNCX152); 广东高校省级重点平台和重大科研项目(2015GXJK150); 广东省哲学社会科学“十三五”规划学科共建项目(GD16XYS20); 江门市基础与理论科学研究类项目(江科[2015]138号); 五邑大学青年科研基金一般项目社会科学A类(2014sk06)

第一作者: 王汉友(1979-), 男, 湖南浏阳人, 副教授, 博士生。主要研究方向为工业设计管理。E-mail: wangbio@126.com

国外很早就开始关注箱包设计,流行的设计风格与当时经济环境以及社会价值密切相关:上世纪 20 年代纺织机的发明造就了金属配饰的细致布织,30 年代经济萧条期流行廉价金属和仿皮制品装饰,40 年代适应女性职业化涌现了箱型化收纳设计,50-60 年代享乐主义盛行催生了新式样和嬉皮风,70-80 年代职业设计师和品牌意识崛起,导致 90 年代以来生态环保,以及小型、智能、专业化和系统化的发展趋势^[1]。近年来国外认识到应从旅行整体解决方案的视角考虑箱包设计^[2],新开发的旅行箱注重高技术智能化功能创新,创新功能包括 APP 旅行信息查询,位置跟踪,手机充电以及替代航空公司行李条码标签的数字显示屏等^[3-4],还开发了装备测重传感器的测重行李箱^[5]。另外近年生态和体验消费倾向多关注箱包材料,自然纤维织物(例如羊毛织物)箱包在伊比利亚市场受到青睐^[6]。国外还开展了箱体材料和结构科学设计研究——通过实验测试和数字仿真探索安全可靠的航空箱体材料和结构设计方法^[7]。

团队曾组织调查发现:当前国内近 80%的家庭拥有 2 个或 2 个以上的旅行箱,国内旅行箱市场在世界箱包市场中的地位日益突显。中国专业探讨箱包设计研究文献出现较晚,进入新千年后出现了图像符号及文化元素在箱包设计中的应用研究^[8-9],中国传统技艺的表现形式(剪纸艺术)和制作工艺(褶皱工艺、服饰工艺)在当代箱包设计中的运用表现^[10-12]。近年箱包设计文献多见于设计思维、方法和工具探讨^[13-14],产品造型和装饰趋势分析^[15],当代用户群体消费行为和消费心理对箱包设计的影响研究^[16],以及适应个性化便携出行特征功能创新案例分析和问题导向的模块化旅行箱创新流程分享^[17-18]。国内也已开展箱包功能和结构科学设计研究,例如运用 TRIZ 理论探索箱包实用功能、外观功能和象征功能设计法则^[19],根据实验机震荡冲击测试结果探讨改善箱包结构和部件设计方法^[20]。国内研究焦点多维且分散,但缺乏有深度有份量的权威研究文献。

国内外现有研究不足主要表现在研究方法单一、研究范围狭窄以及研究对象局限。方法多为行业经验陈述演绎或案例归纳,箱包科学设计研究严重不足;范围多为箱包设计的某一领域,由于从业经验和个性需求差异,导致研究范围相对分散,研究结论难以相互验证和支撑;对象主要

关注箱包本身,很少关注用户需求和消费偏好对箱包设计的影响,仅文献[16]提到了奢侈品箱包消费理念的嬗变和用户群体结构的演化,但以理论研究为主,经验数据极少。本研究尝试弥补上述研究之不足,应用擅长知识发现的粗糙集算法,以用户(市场)为导向,开展旅行箱设计规则研究。

1 粗糙集方法选择和概念辨析

识别用户需求结构和开展用户导向研究是一项复杂但有意义的工作,传统的用户满意度调查仅能捕捉影响用户满意的片段信息,无法系统识别影响用户满意的需求属性。科学研究用户需求属性的关键是把握产品系统各属性的水平与用户满意的关系,研究两者的因果关系能真正为设计师提供有价值的信息——哪些产品属性真正以及多大程度上影响用户整体满意。

1.1 粗糙集方法的选择

用户满意研究最常见的统计方法是多元回归分析,但多元回归分析有关样本独立性以及均匀概率分布的假设不能确定成立。另外人工神经网络、联合分析、偏最小二乘法估计也是常用的用户分析方法。国外运用粗糙集算法开展了如何留住顾客建模,用户购买以及其他行为模式预测,我国台湾地区运用粗糙集理论完成了产品(服务)各属性对用户满意度和忠诚性的影响,潜在不满意用户比率以及用户决策规则研究^[21]。

波兰学者 PAWLAK^[22]提出的粗糙集理论主要应用于不精确、不确定、不完全数据的分类分析,目前被广泛应用于模式识别和信号处理,医疗诊断和医疗数据分析,系统故障诊断、监控和智能控制系统。粗糙集理论特别适合处理传统统计分析方法较难处理的样本分类以及规则约简问题,粗糙集规则即用“if...then”逻辑关系定义条件属性和决策属性之间的因果关系。

1.2 粗糙集概念的明晰

粗糙集理论的基本概念包括:信息表、不可分辨关系、近似集、属性约简及决策规则。本研究有关旅行箱设计和非设计的特征和属性称为条件属性,用户对产品的认知结果,如“非常满意、满意或者没有不满意,不满意”则属于决策属性,用户群体对产品的认知结果取决于他们对产品全部或部分不同水平的设计和非设计属性组合的识别和判断。

1.2.1 信息表

粗糙集理论提出信息表 S 的概念, 设 $S = (U, P, V, f)$, U 表示 n 个对象 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 的有限封闭论域空间, 称为论域对象空间; P 为产品 m 个属性的非空有限集 $\{q_1, q_2, \dots, q_m\}$, P 中的属性又可分为交集为空集的条件属性 C 和决策属性 D , V 是属性 q 的值域范围, f 是决策函数, 又称信息函数。信息表的列描述产品设计和非设计特征的条件属性和整体满意评价的决策属性, 条件属性和决策属性分别对应自变量和依变量, 信息表的行则记录某一产品对象。

1.2.2 不可分辨关系

不可分辨关系是粗糙集一个重要概念, 指不同对象条件属性集间的同一性——不可分辨性。在本研究中, 如果旅行箱 x 和旅行箱 y 关于条件属性集 A 是不可分辨的, 记作 $IND(A)$, 表示为

$$IND(A) = \{(x, y) | (x, y) \in U^2, \forall a \in A(a(x) = a(y))\} \quad (1)$$

根据不可分辨关系 $IND(A)$, 可以将论域空间 U 中给定的产品对象, 划分为一组等价类集 $\{X_1, X_2, \dots, X_r\}$, 又称基本集。存在不可分辨关系(条件属性子集相同)的对象可能对应不同的决策属性。

1.2.3 近似集

由于存在条件属性相同, 但决策属性不同的情况, 一些等价类子集不能根据其确定的条件属性组合明确其决策属性, 其仅能被“粗糙”地定义, 粗糙集近似集包括上近似集和下近似集, 粗糙集通过提供目标子集的上近似和下近似处理决策属性不一致问题。若 $B \subseteq P$ 是条件属性集, $X \subseteq U$ 是产品对象集, 那么集合 $\{x \in U : [x]_B \subseteq X\}$ 以及集合 $\{x \in U : [x]_B \cap X \neq \emptyset\}$ 分别被称为 X 在条件属性集 B 中上近似(确定或可能属于 X)和下近似(确定属于 X), 分别表示为 $\overline{B}X$ 和 $\underline{B}X$ 。

集合 $BND(X) = \overline{B}X - \underline{B}X$ 称为边界区, 如果下近似是确定导致决策属性某水平(如用户非常满意)的产品对象集, 上近似就是确定导致以及可能导致决策属性某水平的产品对象集, 边界区域(不确定区域)指可能(潜在)导致决策属性某水平的产品对象集。

1.2.4 属性约简

剔除条件属性集 P 中的部分属性不会丧失必

要的粗糙集分类信息, 即条件属性子集 $Q(Q \subseteq P)$ 可以定义与条件属性集 P 同样的不可分辨的等价类, 条件属性子集 Q 具有与条件属性集 P 相同的分类质量 $\gamma_P(X)$, 属性子集 Q 的分类质量定义为

$$\gamma_Q(X) = \frac{\sum |Q(X)|}{|U|} = \gamma_P(X) \quad (2)$$

其中, $|*|$ 表示基, 若式(2)成立, 则两个集合之差 $P-Q$ 的属性信息是冗余的, 冗余的条件属性对最终决策属性没有影响。没有包含冗余条件属性的最小条件属性子集, 称为条件属性集 P 的约简 $RED(P)$ 。一般来说, 条件属性 P 的约简不止一个, 所有约简的交, 称为条件属性的“核”, 表示为

$$CORE(P) = \bigcap_{R_i \in RED(P)} R_i \quad (3)$$

条件属性集 P 约简的核是旅行箱产品正确分类必不可少的最重要的条件属性子集, 但是“核”有可能是空集。

1.2.5 决策规则

为了明确影响用户满意程度(决策属性水平)的设计和条件属性及其水平, 必须提取设计规则。规则提取的基本原理仍是分析归纳影响决策属性水平的原因。设计规则代表用户决策规律, 用诸如“如果产品设计属性(条件属性) α 表现优秀, 非设计属性(条件属性) β 表现良好, 则用户对产品整体评价是满意的概率达到 0.9”之类的决策规律来明确旅行箱设计规则。通过设计规则能较准确把握不同水平的条件属性组合导致的用户满意程度, 而不是单一属性、单一水平的影响, 与同样能计算产品不同属性相对重要性(效用值)的联合分析方法(conjoint analysis)相比, 粗糙集设计规则的解释更加简单直观。

可以用选取精度和覆盖程度, 以及规则质量等指标进行有效的筛选, 强度较高的设计规则, 指标标准越高, 筛选的设计规则质量越好。

2 研究设计

研究过程包括符合数据收集性质和逻辑要求的箱包粗糙集调查问卷设计, 问卷的派发和回收考量, 回收后数据的整理, 条件属性的组合, 通过比较不同条件属性组合的分类质量和分类精度, 计算各组合的规则约简以及核, 最后是提取决策规则和完成条件属性重要性计算, 以总结提炼旅行箱设计规则。

2.1 问卷设计研究

根据项目组设计经验可知:不同类型旅行箱设计关注点存在差异(例如硬箱的体量控制和时尚趋势,软箱的耐用性和便携性等),影响用户满意程度的因素也必然有所不同。根据项目组对广州圣大保罗从业十余年聂总的访谈结果,将旅行箱分为软箱类、商务类和硬箱类。

影响用户(市场)对旅行箱满意程度的因素有设计相关因素,也有设计无关因素,问卷设计时应分别予以考虑。根据(调查地区以广东为主,调查对象中在校大学生占 68.5%)710 份有效问卷调查发现:价格是影响用户购买行为的前 3 位因素之一;该调查整理 5 级 Likert 量表数据计算品牌重视程度平均得分为 2.63,介于“不太重视”和“偶尔重视”之间,考虑样本年龄结构,全社会实际品牌重视程度应该高于 2.63。调研江门丽明珠箱包皮具有限公司发现:该公司销售方式有直营专卖店、代理销售店、节庆日或展会直销以及在线销售等,并针对不同渠道采取不同促销策略;该公司产品用户可以通过在线方式免费或以优惠价格获取原装部件、配件(易损坏),延长旅行箱使用寿命。

本研究问卷调查数据显示:外观款式也是影响用户购买行为前 3 位因素之一。结合研究文献,以及广州、江门两地多家箱包厂商设计师访谈,旅行箱存在显著的轻量化、个性化、体验化趋势,外观款式包括整体视觉效果、差异性/新颖性以及色彩搭配。文献[16]和[6]等表明材料对旅行箱的款式和档次有重要影响;文献[11]表明细节设计是外观款式设计的重要内容和艺术表现的主要途径。根据人们出行的目的:商务出行、探亲返乡、旅游出行、求学返校差异等,旅行箱内部携带的物品存在较大差异,其内部空间应该有所不同,例如商务旅行箱应该考虑文件、资料以及手提电脑收纳;旅游出行应该考虑旅游纪念品,当地特产的收纳;求学返校应该考虑书本、笔记本电脑的收纳等。由于硬箱抗压、抗冲击破坏性较弱,所以中小型硬箱更受欢迎(登机便携而不必托运)。近年来国内外均出现了旅行箱智能化尝试。

近年来,旅行箱轻型化、小型化趋势包括拉杆、滚轮以及拉链等配饰的小型化,配饰本身就是独立的产品,但是配饰的体量和造型以及结构必须适应旅行箱的款式和功能。诸多厂商利用选料考究,工艺精湛的配饰丰富产品的款型,精选品牌符号立体化的拉链头、搭扣和行李牌,呼应

主体产品,彰显品牌形象。

纹饰是旅行箱主要装饰手段,在营造产品整体视觉效果的过程中起到重要的作用,纹饰设计应该基于产品设计定位、款式、结构和造型等综合考虑。旅行箱的纹饰不仅具有视觉审美效果,还具有文化、情感效应,但其设计理念和符号内涵的有效传播离不开精致的制作工艺。

产品满意度调查既包括产品的主观评价又包括客观市场表现。主观评价表现为同行专家对产品的总体评价;客观市场表现包括用户满意程度以及产品销售情况,考虑到产品类别销量存在客观差异,用绝对销量衡量没有意义,巧妙采用“滞销”、“销量少于预期”、“销售符合预期”、“销量超过预期”衡量。综上所述,问卷结构整理见表 1。

2.2 问卷派发设计

问卷派发给具有独立研发设计能力的广东省内旅行箱生产企业,发现江门地区旅行箱生产企业虽多,但以 OEM 为主,多数厂商由于缺失价值链的某些环节,或者厂商负责人无法理解问卷调查意义而推诿。因此除了一家龙头企业,果断放弃江门而在广州寻找调查单位,调查广州数家有产品研发能力的旅行箱企业,合计获得 47 份有效问卷(涉及 47 个典型新产品项目),其中软箱类 16 项,商务类 16 项,硬箱类 15 项,3 类旅行箱大致呈均匀分布。

3 旅行箱设计规则研究

3.1 数据整理和工具选择

粗糙集仅能处理离散型数据,问卷调查获得的条件属性和决策属性数据均为定序数据,所以数据无需预做离散化处理。数据整理发现决策属性行家评价和用户口碑反馈两项,几乎都选择了“优秀”,极个别选择了“良好”。考虑到企业精心开发并推向市场的新产品,一般预先获得行家较高评价;用户口碑反馈则可能是填答者没有进行必要的用户回访,只能含糊回答,数据不太可靠。另外实用功能维度智能功能设计题项,除了个别均空缺(产品没有智能功能),故剔除以上三类数据。

整理后的数据采用粗糙集软件包 Rosseta 进行处理, Rosseta 是适应微机平台的免安装模块化数据处理软件包,是一款基于粗糙集理论的交互式、模块化系统设计的数据挖掘和知识发现软件,不仅能够执行经典粗糙集算法,还能有效处理变精度粗糙集问题,可以通过函数运算获得粗糙集近似集、完成属性约简和析出决策规则。

表 1 粗糙集问卷设计结构表

类别	维度	属性	值域	
条件属性类 (设计无关)	产品类别 (PC)	旅行箱的类型	①软箱类；②商务类；③硬箱类	
	价格品牌和服务 (PS)	行业内品牌的相对地位		
		产品定价策略的合理性		
		销后服务的有效性		
		营销策略的有效性		
条件属性类 (设计相关)	耐用性(质量) (DQ)	面料(里料)质量		
		拉链质量		
		拉杆质量		
		滚轮质量		
	外观款式 (ST)	整体效果	①较弱；②中等；③良好；④优秀	
		差异化/新颖性		
		色彩搭配		
		品质感		
	实用功能 (UF)	细节处理		
		内部空间合理布局		
		抗压防震性能		
		人机宜人性和易用性		
		附属常规功能设计		
		智能功能设计		
		配饰 (AC)	配饰产品本身设计感	
			搭配旅行箱的协调性	
	细节做工和品质感			
	视觉效果			
	纹饰 (OR)	做工		
		搭配旅行箱的协调性		
标识、情感或文化性				
行家对产品的主观评价		①较弱；②中等；③良好；④优秀		
决策属性类	用户满意(CS)	用户口碑反馈	①不满意；②无不满意；③满意；④非常满意	
		产品市场销售情况	①滞销；②销量少于预期；③销量符合预期；④销量超过预期	

(注：配饰指旅行箱拉链头、电镀件、五金件、拉杆、滚轮、行李牌等；纹饰指装饰性纹理、贴花贴纸等)

3.2 条件属性组合及其约简和核

不同维度的条件属性组合对决策属性的影响有实际意义。如将“价格品牌和服务(PS)”维度的各属性与“产品市场销售情况”分别作为条件属性集和决策属性，则抽象了具体产品品质和设计，单纯研究品牌地位和营销策略与用户满意程度的因果关系。同理，若将产品品质和设计各维度：DQ+ST+UF+AC+OR 的各属性组合与“产品市场销售情况”分别作为条件属性和决策属性，则不考虑营销策略和品牌背景，聚焦产品品质和设计 with 用户满意程度的因果关系。如果同时考虑厂商营销策略和品牌背景以及具体产品设计，甚至考虑

旅行箱类型(软箱、商务、硬箱类)，则是综合考察设计相关和无关条件属性与用户满意程度的因果关系。因此，本研究存在 4 条条件属性组合路径：

- (1) 价格品牌和服务(PS)⇒产品市场销售情况(CS)；
- (2) 耐用性(DQ)+外观款式(ST)+实用功能(UF)+配饰(AC)+纹饰(OR)⇒产品市场销售情况(CS)；
- (3) 价格品牌和服务(PS)+耐用性(DQ)+外观款式(ST)+实用功能(UF)+配饰(AC)+纹饰(OR)⇒产品市场销售情况(CS)；
- (4) 产品分类(PC)+价格品牌和服务(PS)+耐用性(DQ)+外观款式(ST)+实用功能(UF)+配饰(AC)+

纹饰(OR)⇒产品市场销售情况(CS)。

近似结果见表 2，显然分类质量与条件属性选择的完备性成正比。如果单纯考察旅行箱的价格品牌和服务，无论是近似精度和分类质量都是最低的，说明如果不考虑产品本身，单纯的依靠厂商现有品牌地位和营销策略，不足以关键性影响产品市场销售。但仅将设计各维度的属性组合作为条件属性，分类质量和分类精度都有显著提升，说明旅行箱设计对用户满意程度有重要和关键影响。如果同时考虑产品设计和价格品牌服务，分类质量提升到 0.766，如果组合包括旅行箱类型在内的所有的条件属性，则分类质量提升到 0.851，

且分类精度亦同步提升。

第 4 条条件属性组合路径近似精度和分类质量最高，故选择第 4 条路径运用粗糙集方法计算约简和核。采用遗传算法计算约简，获得 3 个约简，通过求 3 个约简的交集计算“核”，析出“核”表示为{产品类型，定价合理，面料，整体效果，差异化/新颖性，色彩搭配}。仅用“核”作为条件属性计算分类质量为 0.723。尽管全部 25 个属性作为条件属性能获得 0.851 的分类质量，但相比约简的核仅有 6 个属性，也能获得 0.723 的分类质量，说明影响用户满意程度的产品属性虽多，但以上 6 个属性是关键重要属性。

表 2 条件属性选择及其近似结果

因果模式	决策属性类型	对象数	上近似	下近似	近似精度	分类质量
PS⇒CS	销售超过预期	12	44	4	0.091	0.106
	销售符合预期	14	37	0	0.000	
	销售少于预期	21	43	1	0.023	
DQ+ST+UF+AC+OR⇒CS	销售超过预期	12	16	8	0.500	0.660
	销售符合预期	14	22	6	0.273	
	销售少于预期	21	25	17	0.680	
PS+DQ+ST+UF+AC+OR⇒CS	销售超过预期	12	14	9	0.643	0.766
	销售符合预期	14	21	10	0.476	
	销售少于预期	21	23	17	0.739	
PC+PS+DQ+ST+UF+AC+OR⇒CS	销售超过预期	12	13	11	0.846	0.851
	销售符合预期	14	18	11	0.611	
	销售少于预期	21	23	18	0.783	

3.3 规则归纳和筛选

粗糙集规则归纳既不同于数学函数方法，也不同于假设检验的逻辑表达。粗糙集软件 Rosseta 计算获得了 121 条规则。由于规则过多，难以进行分析和应用，故采用过滤方法进行筛选。首先按照右手侧(RHS)选取精度>0.75，右手侧(RHS)覆盖精度>0.07 的原则，筛选获得 63 条规则接着对 63 条规则按照规则质量进行筛选，剔除规则质量<0.785 的决策规则，仅剩下 9 条有效性较强的规则。9 条规则分为 3 类，分别对应销售超过预期，销售符合预期和销售超过预期。销售超过预期涉及 3 条规则：

规则 1. 产品类型(C)+定价合理(4)+面料(4)+整体效果(3)+差异性/新颖性(4)+色彩搭配(3)+搭配协调(1)+标识性等(4)⇒产品市场销售情况(4)。

规则 2. 产品类型(C)+定价合理(4)+面料(4)+

整体效果(3)+差异性/新颖性(4)+色彩搭配(3)+品质感(4)+视觉效果(2)⇒产品市场销售情况(4)。

规则 3. 产品类型(C)+定价合理(4)+面料(4)+整体效果(3)+差异性/新颖性(4)+色彩搭配(3)+搭配协调(1)+视觉效果(2)⇒产品市场销售情况(4)。

规则 1~3 表明，对于硬箱类旅行箱来说，非常合理的定价(应该理解为高性价比)，卓越质量的面料，优秀的差异性/新颖性不可或缺，如果此三项重要关键条件属性表现优秀，即使外观整体效果和色彩搭配仅表现良好，甚至配饰与箱体搭配较弱，也能获得可观的用户青睐，即用户总体表现为满意或非常满意，产品销售将超过预期，反映用户价格敏感，质量关注和个性化消费倾向。

销售符合预期涉及 3 条规则：

规则 4. 产品类型(C)+定价合理(2)+面料(4)+整体效果(4)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(4)+搭配

协调(4)+视觉效果(4) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(3)。

规则 5. 产品类型(C)+定价合理(2)+面料(4)+整体效果(4)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(4)+搭配协调(4)+标识性等(4) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(3)。

规则 6. 产品类型(C)+定价合理(2)+面料(4)+整体效果(4)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(4)+品质感(4)+视觉效果(4) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(3)。

规则 4~6 应该结合规则 1~3 进行解释：对硬箱类旅行箱来说，如果产品面料、外观整体效果、色彩搭配都达到了优秀的水准，外观差异性/新颖性表现良好但并不充分，但定价合理性一般，其产品销售也能符合预期，即用户总体表现出没有不满意。说明尽管用户对硬箱定价比较敏感，但如果面料质量、整体效果和色彩搭配都非常理想，产品差异性/新颖性尚可，也能接受产品性价比一般。

销售低于预期也涉及 3 条规则：

规则 7. 产品类型(B)+定价合理(2)+面料(3)+整体效果(3)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(3)+搭配协调(3)+视觉效果(3) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(2)。

规则 8. 产品类型(B)+定价合理(2)+面料(3)+整体效果(3)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(3)+搭配协调(3)+标识性等(4) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(2)。

规则 9. 产品类型(B)+定价合理(2)+面料(3)+整体效果(3)+差异性/新颖性(3)+色彩搭配(3)+品质感(4)+视觉效果(3) $\Rightarrow$ 产品市场销售情况(2)。

规则 7~9 表明：对商务型旅行箱而言，旅行箱是其身份和地位象征，如果定价合理性一般，即使面料、整体效果、差异性/新颖性、色彩搭配

表现良好，甚至配饰品质感或纹饰标识文化性达到优秀，产品销售仍然低于预期，即用户总体表现出不满意。说明如果面料质量、整体效果、差异性/新颖性等关键属性没有优秀的表现，仅仅是过得去，而性价比一般，将导致用户不满意——无论配饰和纹饰等细节表现如何卓越。

3.4 属性重要性算法和计算结果

决策信息表 $S=(U,P,V,f)$ 中， $U/D=\{D_1, D_2, \dots, D_k\}$ 表示由决策属性集 D 关于对象集 U 的划分， $U/A=\{A_1, A_2, \dots, A_l\}$ 则表示条件属性集 A 关于对象集 U 的划分， A 关于 D 的正域定义为

$$POS_A(D) = \bigcup_{D_i \in U/D} A(D_i) = \underline{A}(D) \tag{4}$$

对于任意 $\alpha \in B \subseteq A$ ，若 $POS_B(D)=POS_{B-\alpha}(D)$ ，则称 B 中 α 相对于 D 是可以省(不必要)的，否则称 α 为 B 中相对 D 是不可省(必要的)的。同时如果 $POS_B(D)=POS_A(D)$ ，称 B 相对于 D 是独立的， B 是 A 相对于 D 的属性约简，条件属性集 A 对决策属性集合 D 的依赖度(分类质量)为

$$\gamma_A(D) = \sum |POS_A(D)|/|U| \tag{5}$$

其中， $|*|$ 表示基，条件属性 $\alpha \in A$ 关于 D 的重要性计算公式为

$$\delta_\alpha(D) = \gamma_A(D) - \gamma_{A-\alpha}(D) \tag{6}$$

属性重要性表明了属性在信息表中的重要程度，若式(6)计算结果为 0，则说明条件属性 α 的重要性为 0，存在 $POS_A(D)=POS_{A-\alpha}(D)$ 。表 3 为各条件属性重要性和秩整理表。

表 3 条件属性重要性和秩

条件属性	重要性	秩	条件属性	重要性	秩
旅行箱的类型	0.085	2	细节处理	0.000	-
品牌相对地位	0.000	-	内部空间合理布局	0.000	-
定价合理性	0.128	1	抗压防震性能	0.000	-
售后服务有效性	0.000	-	人机宜人性和易用性	0.000	-
营销策略有效性	0.000	-	其他附属常规功能	0.000	-
面料质量	0.043	4	配饰产品本身设计感	0.000	-
拉链质量	0.000	-	搭配旅行箱的协调性	0.000	-
拉杆质量	0.000	-	细节做工和品质感	0.000	-
滚轮质量	0.000	-	纹饰视觉效果	0.000	-
整体效果	0.043	4	纹饰做工	0.000	-
差异化/新颖性	0.043	4	搭配箱体的协调性	0.000	-
色彩搭配	0.021	6	标识、情感或文化性	0.000	-
品质感	0.000	-			

表 3 说明两个非设计条件属性: 定价合理性和旅行箱的类型对产品市场销售情况影响最大, 设计相关条件属性中面料质量、外观整体效果和差异化/新颖性等 3 个条件属性重要性较大, 外观色彩搭配属性重要性较小。

4 结 论

粗糙集知识发现的目的之一就是在繁复冗杂的原始数据中获取有价值的信息, 准确有效地获取用户真实的产品认知, 基于用户而非设计师导向开展科学设计研究, 相对传统大样本用户满意度调查, 是更经济高效的方法。本研究中, 运用粗糙集理论开展旅行箱设计和非设计属性与用户满意程度的关系研究, 提取了科学的决策规则, 不仅开创我国用户导向的设计研究新路径, 而且为业内设计师和营销经理科学设计和营销管理提供有价值的政策依据。

尽管知名厂商推出的新产品几乎都获得行家优秀至少良好的评价, 但其客观市场表现各异, 证实了旅行箱设计师(行家)的产品理念和用户的消费理念之间存在深阔的鸿沟, 验证了开展用户导向科学设计研究的理论意义和实践价值。基于用户导向粗糙集算法的设计规则研究证明: 尽管旅行箱属于设计密集型产品, 但是设计仍然无力承担用户满意的完全责任, 必须和产品类型和合理定价一起创造卓越的市场绩效, 有必要科学统筹研发设计和营销策略。对产品各条件属性, 一方面应该通过数据挖掘聚焦关键属性, 避免被冗余属性分散资源和精力, 另一方面应根据不同的旅行箱类型配置适宜的属性组合——尽管某属性重要性越大, 对市场表现影响也越大, 但该属性必须与其他非冗余属性组合共同决定竞争绩效——定价合理性最为敏感, 并不意味着中国市场仅能接受廉价的产品, 用户接受溢价的前提是产品设计优良, 否则, 将导致用户不满。中国旅行箱的设计应该回归设计的本源, 注重产品整体效果, 外观差异化和新颖性, 精选优质面料, 而不应把过多精力放在华而不实的功能创新以及局部细节雕饰上。

(致谢: 感谢五邑大学艺术设计学院黄晓副教授为问卷调查做了支持工作!)

参 考 文 献

[1] 洪丹. 近代箱包设计思路沿革及发展趋势探讨[J]. 资

治文摘: 管理版, 2009(3): 169.

- [2] BALMOND S. Lifestyle luggage is back [J]. Design Week, 2005, 20(40): 9.
- [3] DIZ M. Technology-driven suitcase does it all [J]. USA Today Magazine, 2014, 143(2835): 8-9.
- [4] VORA S. Smart luggage [J]. Fortune, 2016, 173(6): 38.
- [5] PETIGARA U N, THAKKER B. Design of portable integrated suitcase weighing scale displaying weight on smart phone via bluetooth interface [J]. Communications on Applied Electronics, 2015, 1(8): 48-51.
- [6] RIBEIRO L, MIGUEL R, PEREIRA M, et al. Evolution of fashion accessories: bags design and the use of woven [C]// Fabrics: International Fashion Conference. Beria: University of Beira Interior Press, 2012: 1-20.
- [7] DOTOLI R, BOZZOLO A, FAY S, et al. Experimental testing and numerical simulation to design an innovative blast resistant textile luggage container [C]//27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences. Nice: Universite Nice Sophia Antipolis Press, 2010: 1-9.
- [8] 周怡, 冯艺. “中国元素”与箱包设计[J]. 皮具科学与工程, 2007, 17(6): 57-62.
- [9] 徐琛, 张耀. 浅谈古江南地区箱包设计的发展[J]. 设计, 2014(11): 33-34.
- [10] 王立新, 孙晓玮. 论中国剪纸艺术在现代箱包设计中的运用与表现[J]. 皮革科学与工程, 2010, 20(4): 71-74, 80.
- [11] 刘雪姿. 箱包设计中的褶皱及其工艺表现[J]. 中国皮革, 2014(8): 139-141.
- [12] 石历丽. 基于传统服饰工艺的布艺箱包创意设计[J]. 装饰, 2015, 265(4): 78-79.
- [13] 廖宏勇. 设计思维中的“象”与“概念”[J]. 装饰, 2010(4): 88-89.
- [14] 王立新, 邓星亮, 周喜旺, 等. 基于 AutoCAD 的箱包结构设计插件的研发与应用[J]. 中国皮革, 2013(2): 120-123.
- [15] 曾强. 时尚箱包设计的造型与装饰研究[J]. 美术观察, 2014(10): 100-101.
- [16] 曾琦. 皮具奢侈品消费新趋向及对皮具设计的影响[J]. 中国皮革, 2015(18): 55-59.
- [17] 黄晓. 为携带而设计旅行箱的设计研究与实践[J]. 装饰, 2012(10): 119-120.
- [18] 黄晓, 王杰球. 多功能模块化旅行箱的设计创新[J]. 机械设计, 2014, 31(5): 120-122.
- [19] 王立新, 赵茜. TRIZ理论在多功能箱包设计中的应用研究[J]. 中国皮革, 2011(20): 110-114.
- [20] 邓成亮, 孙世斌, 陈宗良. 箱包振荡冲击测试结果的影响因素分析[J]. 中国皮革, 2016(4): 61-64.
- [21] CHEN W S. Analysis of a customer satisfaction survey using rough sets theory: a manufacturing case in Taiwan [J]. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 2009, 21(1): 93-105.
- [22] PAWLAK Z. Rough sets [J]. International Journal of Computer and Information Science, 1982, 11(5): 341-356.