

产品设计中的感性意象理论、 技术与应用研究进展*

罗仕鉴 潘云鹤

(浙江大学计算机科学与技术学院 杭州 310027)

摘要: 感性意象是工业设计中的一种重要研究方法。通过对国内外相关文献的综述, 论述产品设计中感性意象的有关概念, 分析感性工学、意象尺度、基于用户知识与设计知识的设计研究等理论体系, 探讨感性意象的研究方法、关键技术及其在工业设计中的应用。针对工业设计与信息技术的发展, 提出感性意象的研究热点和发展趋势。

关键词: 工业设计 产品设计 感性工学 语义差异法 意象尺度 知识

中图分类号: TH166 TB472

0 前言

人们在使用产品的过程中, 会得到种种信息, 引起不同的情感, 这是人对产品产生的直观认识, 一般称为认识的感性阶段。现代产品一般给人传递两种信息: 一种是知识, 即理性的信息, 如产品的功能、材料、工艺等; 另一种是感性信息, 如产品的造型、色彩、使用方式等。前者是产品存在的基础, 后者则更多地与产品形态生成相关。

在如今高度竞争的市场经济中, 开发新产品以满足用户的需求和审美情趣是一个亟待解决的难题。社会经济形态的转变, 使得过去以生产为导向的卖方市场形态, 转变为现今以用户为导向的买方市场形态, 产品的“机能”表现不再是唯一的重点, 产品的“精神”表现却越来越受到重视。针对这种改变, 工业设计师在设计产品时越来越注重用户的情感倾向, 并将之赋予在产品的造型、材质或色彩上, 使一个产品不但具有同等级的机能规格, 更具有良好的造型相辅相成, 提升产品的附加价值。为了预测产品的成功性, 控制并优化其效能, 设计师必须将用户的主观需求和客观要求外显化, 研究开发出符合现代人的生理要求及心理需要的“感性”产品^[1]。

1 产品的感性意象

感性意象是人对物所持有的感觉, 是对物的心理上的期待感受, 是一种高度凝聚的深层次的人的情感活动。用户如何感知某个产品反映了其自身的

需求渴望和心理评判标准。感性意象的形成过程为: 外界的刺激被传送至感受器后产生感觉, 多种感觉经过大脑信息加工综合处理后产生知觉与认知; 接下来, 认知与体验进行比较上升为情感, 最后以言语或其他形式表现出来。感性意象并非是某一感觉器官单独产生的感观反应, 而是综合多种感觉器官所产生的心理反应, 涉及心理学、符号学、语言学、美学、社会学、工业设计、计算机技术和人机工程学等领域的知识。

人们在创造产品功能的同时, 也赋予了它一定的形态, 而形态则表现出一定的性格。在感性消费时代, 产品形态已成为消费者与设计师沟通的重要媒介。当人们看到一件产品时, 就会对它产生一些联想, 包括“视觉的”、“触觉的”、“嗅觉的”、“听觉的”和“味觉的”等种种感觉, 并且脑海里总会形成对这一产品的某种意象, 藉以“豪华的、漂亮的、个性的”等感性意象词汇进行描述^[1]。

对于工业设计而言, 设计研究主要集中在怎样使产品愉悦人的感官, 怎样使产品更适应人的感性特质(如嗜好、认知直觉、习惯等), 以及设计行为中的感性等议题。

2 感性意象的理论体系及应用

感性意象的研究主要集中在日本、韩国、中国(包括台湾地区)、美国、欧洲等, 尤其以日本的感性工学为代表。不同的国家和地区, 其说法和研究手段有所差异, 目前主要有感性工学、意象尺度、基于用户知识与设计知识的设计研究等几种形式。

2.1 感性工学

在日语中, 感性是一个特有的词, 英译为“Kansei”。“感性工学(Kansei engineering)”^[2-3]—

* 国家自然科学基金(60503068)、国家高技术研究发展计划(863计划, 2006AA04Z103)和浙江省自然科学基金(Y104256)资助项目。20060214收到初稿, 20061031收到修改稿

词由马自达汽车集团前会长山本健一先生于1986年在美国密西根大学发表题为《汽车文化论》的演讲中首次提出。它是一种应用工程技术手段来探讨“人”的感性与“物”的设计特性间关系的理论及方法。在工业设计领域,它将人们对“物”的感性意象定量、半定量地表达出来,并与产品设计特性相关联,以实现在产品设计中体现“人”(这里包括消费者、设计者等)的感性感受,设计出符合“人”的感觉期望的产品。感性工学也是一种消费者导向的基于人机工程的产品开发支持技术,利用此技术,可将人们模糊不明的感性需求及意象转化为产品的设计要素,如图1所示。

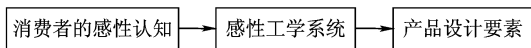


图1 感性工学系统的基本框架

《国际工业人类工效学杂志》分别在1995年第1期和1997年第2期,用两个专集来介绍感性工学的研究方法及应用。感性工学的研究对象包括房子、门、座椅、电话机、汽车、室内设计、服装、手机、鞋子和复印机等,研究手段涉及到模糊逻辑、神经网络等。依据一些学者的研究,可以将感性工学归纳为以下三类:定性推论式感性工学、正逆结合型感性工学和数学模式型感性工学^[4]。

(1) 定性推论式感性工学。主要利用层次推论方法,建立如树状图的相关图,以求得设计上的细节。整个推论过程中并不利用电脑进行分析,而是利用“为了满足……的要求,必须做到的项目有哪些”的设问方法进行。从0次感性开始,渐次向下拆解展开成清晰且具有意义的子阶层,如1次感性、2次感性…到第N次感性,直到能够得到产品设计的详细说明为止。日本马自达汽车公司曾运用此方法进行了新车UNOS Roadster的开发。

(2) 正逆结合型感性工学。主要以构建感性(意象语义)与形态要素的关系为主要目的,并将结果建构成专家系统(感性工学系统),实现感性意象与产品设计要素之间的转换,供设计使用,又称为计算机辅助式感性工学。此系统可分为“前向定量推论式感性工学”与“逆向定量推论式感性工学”两大类型。前者是将用户的感性需求转化为产品的设计要素,而后者则是将设计师的设计方案转化为用户的感性评估,以确定是否符合设计师所要达成的感性意象,如图2所示。

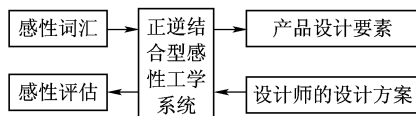


图2 正逆结合型感性工学系统的基本框架

(3) 数学模式型感性工学。主要以用户的某一特定感性为目标变量,并构建能够实现该感性的数学模式。例如,日本三洋公司曾经将此种模式应用于彩色打印机输出色彩的研究。将目标设定为“使输出的人的皮肤颜色更加漂亮(更加符合人们对皮肤颜色的要求)”,利用模糊逻辑构建该系统,进而成功地开发出一台智能型彩色打印机。

随着日本感性工学的发展,近年来其研究内容也在不断扩大,不仅从有形产品的研究领域扩展到人机交互界面、机器人工学的研究,而且从工学应用的层面扩展到人的脑机能、知觉认知等方面。这样的发展趋势,造就了感性科学和认知科学不可分割的联姻。

最近几年,感性工学成了国内工业设计界的热点研究课题,许多学者对其理论和方法展开了研究,并在某些领域进行了初步的探讨^[5]。

2.2 意象尺度

意象尺度是一个心理学概念,是人们深层次的心理活动,主要借助科学的方法,通过对人们评价某一事物的心理量的测量、计算、分析,降低人们对某一事物的认知维度,得到意象尺度分布图,通过意象图研究产品在座标图中的位置,比较分析其规律的一种方法^[6]。

意象尺度法以语义差异(Semantic differential, SD)^[7]法为基础,一方面通过寻找与研究目的相关的意象语汇来描述研究对象的意象风格,同时使用多对相对、反义的意象形容词对从不同角度或维度来量度“意象”这个模糊的心理概念,建立5点、7点或者9点心理学量表来表示不同维度的连续的心理变化量,并用因子分析法中的主成分分析或多维尺度法(Multidimensional scaling, MDS)进行研究。该方法实际上也是一种以心理学试验为基础的方法。

意象尺度法在设计中的应用,最早是在色彩方面,尤其是在日本和中国台湾地区。其方法是从色彩心理效应方面入手,以意象调查和语义差异法为手段,进行系统的统计、分析并指导设计。在产品设计方面,国内学者运用意象尺度法分别对数控机床^[6,8]和手机的造型设计^[9]等进行了研究,建立多属性感知空间,通过对产品的空间分布规律分析,研究用户和设计师的感知意象,为产品设计服务。

2.3 基于用户知识与设计知识的设计研究

在感性意象研究的基础上,国内学者提出了基于用户知识与设计知识的设计研究方法^[10]。

研究认为,用户具有自己特有的对产品感性认知的隐性知识。用户在认知产品之前,通常在大脑中会形成对产品的一种“印象”,这些“印象”通

常是建立在用户过去使用同类产品或产品广告之上的,并储存在记忆当中。当受到刺激时,就会将这些“印象”提取出来与看到的产品或设计方案进行认知比较。在接受产品的信息之后,用户通常会在此基础上进行推断,并且总是藉着一定的意象形容词,如“方便的”、“现代的”、“休闲的”、“高贵的”等来描述他们的感性意象知识。同样,设计师具有自己的设计知识,设计师结合设计目标(用户需求),将构思转化成产品形式(包括符号信息、语义信息和表现信息等),给用户一种诱导。设计师所拥有的但无法轻易描述的洞察力、灵感、视觉感受(如美感、秩序感、经验)等,尤其是产品外观美感的创造能力,常常深藏于设计师个人头脑之中的,只有通过线条、色彩、体面等视觉符号表达出来后才可以被人们所认知,是工业设计师的隐性知识。在工业设计过程中,图形化信息(概念草图、效果图等)既是交流的媒介又是用户选择、评价设计质量的工具,是设计知识的显性化描述。隐性知识带有主观性、随意性和模糊性,如何通过设计媒介和设计手段将这类知识转化为显性知识,并且与用户认知达到匹配,是设计研究领域的一个难点。

文献[10]从工业设计出发,讨论了用户隐性知识与设计知识的关系,建立了用户知识与设计知识的匹配与碰撞模型,探讨了其关键技术和研究方法。以数控机床造型设计为例,采用口语分析和语义差异法等研究方法,分析了用户知识与设计知识的获取以及表征形式。文献[11-12]提出了基于知识的网络数控机床工业设计系统的概念,并对其中的知识和知识主体进行了研究。通过以获取设计过程中隐性知识为目的口语分析等试验,提出了协同机床工业设计过程的知识处理模型、知识转化和设计流程规划,初步建立了数控机床工业设计知识的获取和表达体系。

文献[13]从用户知识出发,通过对用户隐性知识的获取、表征、传递、运用的研究,探讨了“用户意象与设计知识”的映射以及产品设计的“特征基、特征和风格”三层表达体系,建立了用户隐性知识的获取、表征与运用模型,设计知识的表达模型,用户知识与设计知识的整合模型,提出了基于集成化知识的产品概念设计理论,并以手机设计系统为例进行了验证。

3 感性意象的研究方法与关键技术

从研究阶段来看,感性意象的研究可以分为试验、统计和计算机系统分析三大阶段,涉及到用户

感性意象的获取、表示、建模以及与产品造型元素之间的映射等过程。

试验方法包括问卷法、语义差异法、口语分析法(Protocol analysis, PA)^[14]、临场实时绘制等;统计分析和优化方法包括因子分析、聚类分析、多维尺度、人工神经网络、模糊逻辑、遗传算法等。

3.1 语义差异法

美国学者 OSGOOD 等^[7]提出的语义差异法是一种基本的研究方法,它通过学习对象(包括产品外形、色彩等)的语义,将用户的感知反应在 Likert 量表上,然后运用统计的方法分析其规律。

语义差异法是感性意象研究的基石,它一方面通过寻找与研究目的相关的意象语义词汇来描述研究对象的意象风格,使用类似“漂亮的一丑陋的”等多对相对、反义的形容词对从不同的角度(或称维度)来度量“意象”这个模糊的心理概念,建立 5 点、7 点或 9 点心理学量表,以很、较、有点、中常等来表示不同程度的连续的心理变化量(如很漂亮、较漂亮、有点漂亮、中常、有点丑陋、较丑陋、很丑陋等)。

OSGOOD 认为形容词对的选取可以从区分语言的三个因子即评价因子、活动因子及潜在因子中得到。日本学者在相关研究中,确定了一系列色彩感性意象语义词汇,如色彩的美/丑、雅/俗等属于色彩的评价因子;色彩的动/静、明/暗、引人注目/不引人注目等属于色彩的活动因子;而色彩的强/弱、轻/重、男性化/女性化等则属于色彩的潜在因子。

在语义差异法试验中,首先要求被试者根据自己的主观感受,对事先选定的待研样本逐个进行不同的语义词汇评价,然后借助数理统计方法对试验数据进行分析整理。简而言之就是将由多种因素(意象词汇)组成的多维感性意象空间,通过统计意义上的降维,找到能最大程度地反映总体感性意象倾向的尽可能少的意象维度的描述,以及各维度之间的相关性。

3.2 口语分析法

口语分析法又称“有声思维”,它通过分析被试者的口语报告获取被试的认知活动信息,是心理学中关于“过程研究”的一种试验方法。认知学家将信息在头脑中的呈现方式统称为表达。每个人都对同一件产品有一个表达,怎样才能知道大家对于产品的信息是否用同样的方式表达出来,可以从口语报告的内容来比较每个人所表达的信息是否相同,并且得知他们是如何来看待这个产品的。按照心理学家的观点,每个人对自己内部信息的表述都是将当前信息同另外的信息加以比较。

在进行口语分析试验时，被试者要求尽可能地说出自己的思维活动，例如“我觉得这个设计方案很好……”等，他(她)所说出的话和在试验中的行为将被记录下来作为分析的材料。与语义差异法相比，口语分析法能比较直观地反应人的认知活动，二者结合起来能更加全面地获取用户的感性意象。

此外，由于口语分析法中存在一定的噪声，因此有学者提出了隐性语义分析法，并对设计师团队在设计产品时的知识结构进行了研究。结果表明，相类似的语言表达可以沟通设计师之间不同的想法，形成可以相通的、共享的设计结果^[15]。

3.3 因子分析法

由所有评价词汇作为独立维度而构成的认知空间尽管可用来表示产品给消费者的感性意象，但这个空间过于复杂，很难被认知清楚。因此，可以采用因子分析法(Factor analysis, FA)降低认知空间的维数，简化认知空间结构。

因子分析是主成分分析法(Principle component analysis, PCA)的推广，是从研究相关矩阵内部的依赖关系出发，把一些具有错综复杂关系的变量归纳为少数几个综合因子的一种多变量统计分析方法。KIRBY等^[16]将PCA技术应用于产品设计中，将高维的输入模式空间变换到另一个低维的特征空间，并保留了特征的主要信息，具有较好的泛化能力。

3.4 聚类分析法

聚类分析(Cluster analysis, CA)是将记录的变量按相似程度归类，探索其中的规律。聚类分析的主要依据是把相似的样本归为一类，而把差异大的样本区分开来。将对象根据最大化类内的相似性、最小化类间的区别性的原则进行聚类或分组，所形成的每个簇(聚类)可以看作一个对象类，由其可以导出规则。聚类也便于分类编制，将观察到的内容组织成类分层结构，把类似的事件组织在一起。

从人们对产品的认知过程来看，人们往往是将识别的产品形态信息与头脑中已有的模式不断地进行比较、验证，是一个由粗到精、由主体到细节、由模糊到清晰的过程；同时，由于产品之间所具有的诸多可比较性和相似性，这一过程又具有某种程度上的不确定性和非严格性。从相似的观点来看，产品间的相似性覆盖了与产品有关的拓扑结构、几何形状以及产品的表达功能等多个方面；并且在同一相似性特征中，又有不同的相似程度之分，即产品的相似存在于不同层次、不同方面。

利用聚类分析，通过分析用户的分类和喜好，对产品造型或者色彩进行分类，可以发掘出具有相似的好恶；产品设计者根据聚类的结果，可以更好

地理解用户的需求，重新调整产品的形式，从而设计出用户满意的产品。

3.5 多维尺度分析法

通过多维尺度分析法，可以从一组事物或感觉刺激间相似性的资料，建构出一个合理的几何的多维认知空间^[17]。通过该空间，可清楚地了解并掌握人们对这些事物或感觉的认知方式。通过MDS分析所分解出来的产品识别认知空间，除了可以得知不同风格产品在空间里的分布状态以外，也可经由产品造型特征的观察，定义出该认知空间中所含的轴向定义，间接了解被试者在进行产品识别时作出判断所根据的因素。

MDS分析法用于分析多个研究事物间的相似(或不相似)程度，通过适当的降维方法，将这种相似(或不相似)程度在低维度空间中用点与点之间的距离表示出来，并有可能帮助识别那些事物间相似性的潜在因素。所使用的数据是用户对产品的相似程度(或差异程度)打分，通过分析得出一张能够看出这些产品间相关性的感性意象尺度图。许多研究者运用此方法研究产品的造型、色彩以及与产品造型设计相关的其他特征。

3.6 人工神经网络

人工神经网络对于模式化知识的映射处理具有天然的优势，并自然地具有模糊联想特性。同时又可以对新知识进行学习，从而不断地完善其知识结构。因此，基于神经网络的智能系统在实践中具有不可替代的优势，已被成功应用在模式识别、图像处理、系统辨识、组合优化和自动控制等领域。其中，反向传播神经网络(Back-propagation neural network)是感性意象研究中常用到的一种方法，是一种具有学习能力的多层网络，其网络构架包含了输入层、隐藏层以及输出层，而且隐藏层可以不只一层。

在分析过程中，可以以产品造型(或者色彩)为输入、感性意象词汇为输出进行学习，逆向系统则两者相反。在学习过程中，网络的推论值与目标输出值的误差越来越接近，直到完成训练，结果接近到一个合理的范围时，可称为网络已经收敛。例如，可以用均方根误差(Root mean square error, RMSE)表示收敛程度，其公式为

$$R_j = \sqrt{\frac{\sum_j (T[j] - Y[j])^2}{N_{out}}}$$

式中， R_j 表示收敛值， $T[j]$ 表示目标输出值， $Y[j]$ 表示网络的推论值， N_{out} 表示输出层神经元数目。可以设定当 R_j 值小于某一数值时则可以判断其收敛良好。但是，要选择收敛到什么程度并没有固定解，

只有多次执行后选择一个较小的当作其收敛值。

这样,可以建立完整的“感性意象语义—造型参数”以及“造型参数—感性意象语义”双向系统,协助设计师掌握产品的感性意象,使设计的产品更能符合用户需求。

4 研究热点与发展趋势

在亚洲,感性意象的研究比较热,日本和韩国都设有“感性工学学会”研究组织。目前欧洲学术界基本接受这一提法;美国虽然也关注感性科学,但普遍接受的提法是“情感”。日本学术界认为,感性这个词的内涵远超过“情感”,因此日本学界对“感性”研究的立足点与传统心理学中情感的研究有着本质的区别。在国内,一些学者将感性意象与人工智能结合起来,提出了人工情感理论,利用信息科学的手段对人类情感过程进行模拟、识别和理解,使机器能够产生类人情感并与人类进行自然和谐的人机交互,其研究领域包括情感计算和人工心理^[18]。

从最新的研究来看,国际上有许多学者围绕感性意象这一核心,运用数理分析和计算机技术对不同的产品设计展开了探讨。例如:PETIOT等^[17]在可用性测试的基础上,以玻璃杯设计为例,整合多维尺度分析、语义差异法、因子分析、成组比较法和层次分析法等开发了一种工具,可以辅助设计师理解和制定用户需求的语义部分,按照相似性评估和排列新产品原型,并且能够指出需要改进的语义空间;ALCÁNTARA等^[19]采用语义差异法和同类相关系数法研究了用户的感性意象,在20个单独的坐标轴上构建了休闲鞋的语义空间,结果表明,用户对舒适和质量的感知是分离的,且舒适要比质量显著;LAI等^[20]以手机外形为例,应用灰色关联分析法(Grey relational analysis, GRA)以及神经网络模型研究了产品造型元素与感性意象语义词汇之间的映射关系;LAI等^[21]以汽车外形轮廓为例,提出了“感知度”(Feeling quality, FQ)的概念来量化用户对产品的感知意象,运用一种鲁棒设计方法来研究用户的实质感知意象与目标感知意象,这一方法能够实现产品设计的参数与用户感知意象的映射,克服了简单试验和分析方法中用户的差异化;针对产品设计的多样性与用户情感满意度之间的非线性问题,PARK等^[22]提出了一种模糊规则方法,以办公室座椅设计为例构建了“豪华的、平衡的和魅力的”语义模型,同时用回归模型检验了其效能,对座椅的多样形态与用户情感满意度之间的关系进行了研究,可以帮助设计师和研发人员识别重要的产品设

计变量,并且评估用户群对新产品设计的反应。这些方法的综合运用目前是产品设计中感性意象研究的热点,并且会在今后一段时间内影响着该领域的设计研究。

感性意象的研究没有方法的定式,需要研究者充分发挥想象力和利用尽可能的现代技术手段。

脑科学的深入探索和人工智能技术的发展,为感性意象研究的交叉提供了契机。从事该方向的研究包括脑神经机能、认知科学和心理学、生理心理学、信息学、机器人工学以及设计学等诸多学科门类。脑神经科学、生理心理学方面的数据测量、模型分析和机器模拟是目前日本感性研究的主流,也是今后研究发展的一大趋势。测量的对象和分析的方法则因学科、研究内容的不同而不同。测量数据类型所涉及的对象包括脑电波、视线追迹、肌电图、表情、行为等诸多人的生理表征。

另外,随着WWW技术的快速发展,基于Internet的协同设计成为可能。关于协同设计的概念、结构、特点及其实施环境等,国内外学者已经进行了广泛的研究。但对于产品设计中基于感性意象的协同设计则处于起步阶段,如何将感性设计系统融入到协同设计环境也将是今后的一个研究重点。

5 结论

感性意象是工业设计中一种有效方法,可以指导产品的设计与研究。但是,不同的产品,如手机、汽车、机床等,其造型、色彩评价意象词汇是不一样的,这也导致了不同产品的感性意象研究略有不同,感性意象研究是基于案例的研究,而正是这一点也导致了其研究与应用的多样性。随着应用的深入、推广以及现代信息、设计、制造技术的发展,目前感性意象的研究还显得不足。

本文总结、回顾了国内外关于感性意象的基本概念及其在工业设计中的应用,对产品设计中的感性意象研究方法及其关键技术进行了分析综述;针对目前工业设计与信息技术的发展,讨论了感性意象研究的热点和发展趋势。

参 考 文 献

- [1] 罗仕鉴,朱上上. 用户和设计师的产品造型感知意象[J]. 机械工程学报, 2005, 41(10): 28-34.
- [2] NAGAMACHI M. Kansei engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995, 15(1): 3-11.

- [3] KASHIWAGI K, MATSUBARA Y, NAGAMACHI M. A feature detection mechanism of design in Kansei Engineering[J]. *Human Interface*, 1994, 9(1): 9-16.
- [4] 陈国祥, 管悻生, 邓怡莘, 等. 感性工学——将感性予以理性化的手法[J]. *工业设计(中国台湾)*, 2001, 29(1): 109-123.
- [5] 苏建宁, 李鹤歧. 基于感性意象的产品造型设计方法研究[J]. *机械工程学报*, 2004, 40(4): 164-167.
- [6] 朱上上, 罗仕鉴, 赵江洪. 基于人机工程的数控机床造型意象尺度研究[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2000, 12(11): 873-875.
- [7] OSGOOD C E, SUCI C J, TANNENBAUM P H. *The measurement of meaning*[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1957.
- [8] 赵江洪, 欧静, 张军. 色彩意象尺度在数控机床 ICAID 系统中的研究及应用[J]. *湖南大学学报(自然科学版)*, 2004, 31(6): 83-86.
- [9] LUO Shijian, TANG Mingxi, ZHU Shangshang, et al. A preliminary semantic differential study on users' product form perception[C]//The Human Factors and Ergonomics Society. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 47th Annual Meeting, October 13-17, 2003, Denver. Saint Louis: Mira Digital Publishing, 2003: 806-810.
- [10] 罗仕鉴, 朱上上, 孙守迁, 等. 产品造型设计中的用户知识与设计知识研究[J]. *中国机械工程*, 2004, 15(8): 709-712, 734.
- [11] 张军, 赵江洪, 孙宗禹. 网络协同数控机床工业设计系统中的知识获取与应用研究[J]. *机械工程学报*, 2004, 40(6): 149-154.
- [12] 赵江洪, 陈宪涛, 张军, 等. 知识辅助的数控机床 ICAID 系统设计与实现[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2005, 17(7): 1 630-1 637.
- [13] 罗仕鉴, 朱上上, 孙守迁, 等. 基于集成化知识的产品概念设计技术研究[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2004, 16(3): 261-266.
- [14] ERICSSON K A, SIMON H A. *Protocol analysis: Verbal reports as data (second edition)* [M]. Cambridge: MIT Press, 1993.
- [15] DONG A. The latent semantic approach to studying design team communication[J]. *Design Studies*, 2005, 26(5): 445-461.
- [16] KIRBY M, SIROVICH L. Application of the Karhunen-Loeve procedure for the characterization of human faces[J]. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1990, 12(1): 103-108.
- [17] PETIOT J F, YANNOU B. Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2004, 33(8): 507-525.
- [18] 王志良. 人工心理理论及其应用[C]//涂序彦, 尹怡欣. 人工生命及应用. 北京: 北京邮电大学出版社, 2004.
- [19] ALCÁNTARA E, ARTACHO M A, GONZÁLEZ J C, et al. Application of product semantics to footwear design: Part I-Identification of footwear semantic space applying differential semantics[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2005, 35(8): 713-725.
- [20] LAI H H, LIN Y C, YE H C H. Form design of product image using grey relational analysis and neural network models[J]. *Computers and Operations Research*, 2005, 32(10): 2 689-2 711.
- [21] LAI H H, CHANG Y M, CHANG H C. A robust design approach for enhancing the feeling quality of a product: A car profile case study[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2005, 35(5): 445-460.
- [22] PARK J, HAN S H. A fuzzy rule-based approach to modeling affective user satisfaction towards office chair design[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2004, 34(1): 31-47.

REVIEW OF THEORY, KEY TECHNOLOGIES AND ITS APPLICATION OF PERCEPTUAL IMAGE IN PRODUCT DESIGN

LUO Shijian PAN Yunhe

(College of Computer Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract: Perceptual image is an important research approach in industrial design. Based on the investigation of related literature, the concepts of perceptual image are introduced. The theoretical systems, such as Kansei engineering, image scale, user knowledge and design knowledge based design research are discussed. The methodologies, key technologies and applications of perceptual image are reviewed. Finally, according to the development of industrial design and information technology, some focused research issues on perceptual image are formulated and the future development trend is outlined.

Key words: Industrial design Product design

Kansei engineering

Semantic differential method

Image scale Knowledge

作者简介: 罗仕鉴, 男, 1974年出生, 副教授, 浙江大学—香港理工大学联合培养博士。主要研究领域为产品创新设计、计算机辅助工业设计、人机工程和人机交互等。发表论文30余篇, 编著4本。

E-mail: sjluo@zju.edu.cn