

[工业设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.02.021

隐性知识在产品概念设计中的应用

张建民, 周俊

(上海工程技术大学机械工程学院, 上海 201620)

摘要:工业设计领域中,提高产品的设计质量是利益最大化的首要途径,而产品概念设计直接决定产品设计质量,而隐性知识为产品概念创新设计提供了新的思路,因此,提出一种关于隐性知识应用于产品概念设计中的方法。在理解隐性知识概念的前提下,从产品出发,挖掘隐藏在产品中的隐性知识,将这些隐性知识显性化,用人们容易理解、接受的知识进行表达,便于被重新利用。通过收集大量的产品隐性知识,建立产品隐性知识库,借助案例推理(case-based reasoning, CBR)技术,运用相似度计算法,获取知识库中与目标设计要求相似度最大的案例,将其作为目标设计或作参考,直接运用于新产品的开发中。结果表明,该方法不仅能缩短产品设计周期,而且能大大提高产品的质量。本研究为企业迅速抢占市场,赢得市场份额具有一定意义。

关键词:概念设计;隐性知识;基于案例推理技术;相似度计算

中图分类号:TB472 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)02-0096-07

Application of Product Conceptual Design Based on Tacit Knowledge

ZHANG Jianmin, ZHOU Jun

(School of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: In the field of industrial design, improving the quality of the design of the product is the primary way to benefit maximization. The product conceptual design directly decides the product design quality, and the tacit knowledge provides a new method for the product conceptual innovation design. A theory of the application of tacit knowledge was proposed in product conceptual design. Understanding the concept of tacit knowledge, starting from the product, mining tacit knowledge that hidden in the product and be made explicit, with the knowledge of the people easy to understand and accept, it is convenient to be reused. By collecting a large number of products' tacit knowledge and building a product tacit knowledge base, the CBR technology was adopted, and the similarity calculation algorithm was used to get the case which had the biggest similarity degree with target design in the base. It could be considered as the design goal or reference, and could be directly used in developing new products. The results indicate that it can shorten product design cycle, and can greatly improve the quality of the products. It has a great significance for quickly obtaining market and winning market share.

Keywords: conceptual design; tacit knowledge; case-based reasoning (CBR) technology; similarity calculation

工业设计中,全新的设计在产品设计中所占比例很小,有关资料表明^[1-2]:工业中90%的产品设计是在旧产品的基础上进行改进的。产品的设计质量是满足用户的关键因素,而产品概念设计的质量可以影响产品设计质量,寻求高质量的旧产品案例是解决产品概念设计的关键,也是突破产品创新“瓶颈”的方法。如

今,工业技术发达,那些容易被人发现、易被人理解的知识,在产品概念设计中运用广泛,技术也十分成熟,而这类知识也被称为“显性知识”;而未被表述的知识,称为“隐性知识”。而隐性知识在产品概念创新设计中至关重要,也是全文研究的重点。

日本知识管理专家野中郁次郎(Ikujiro Nonaka)

收稿日期:2016-10-17;修回日期:2017-01-05

第一作者简介:张建民(1989),男,安徽无为,人,硕士研究生,主要研究方向为产品服务系统设计、机械产品设计。E-mail: jianminlvld@163.com

提出了显性知识和隐性知识相互转换的 SECI 过程,解决知识显隐性间的转化问题;Osgood 等提出了语义差异法,通过学习对象(包括产品的色彩、形状等)的语义,将消费者的心理表现反应在 Likert 量表上,然后运用相关的数学方法进行处理、分析,为产品概念设计提供一种可靠的方法^[3];罗仕鉴,潘云鹤,朱上上等,提出产品设计中,基于思维图解的隐性知识表达,为隐性知识的显性化提供重要的方法^[4];刘征,鲁娜,孙凌云提出面向概念设计过程的隐性知识获取方法,基于口语报告、草图解释的方法来表达隐性知识^[5]。目前,国内外学者对隐性知识的研究还是停留在隐性知识的定义界定及隐性知识显性化的方法研究,关于隐性知识在产品概念设计的运用较少。

由于目前国内外对于隐性知识的研究主要是以用户要求为目标,通过挖掘设计师的经验、技术等难以形容的知识,服务于产品概念设计,制定设计方案,导致设计周期长、设计成本高,有时设计出来的产品并不一定适应市场,进一步加大了风险。基于旧产品的特点,挖掘旧产品的市场信息,为新产品的开发做出贡献,提出一种关于隐性知识在产品概念设计中的应用,全文的主要工作有:

1) 界定产品的隐性知识,从旧产品案例出发,获取、表达蕴育在产品中的隐性知识,建立产品隐性知识库。

2) 借用案例推理,在旧案例库中查找与目标设计相似度最大的旧案例,直接作为目标设计或作参考,用于新产品的开发。

1 产品设计中的隐性知识

产品是人与周围世界关系中人的价值体现,是科学、技术和艺术的结晶。产品概念设计传播的信息包括显性知识和隐性知识,设计过程中,工程师要考虑的因素不能单单局限于显性知识,如理论方法、设计准则、数学公式等;而那些存储于用户大脑中却难以表达的隐性知识,可以作为产品创新的灵感,使产品更加独特,难以替代。所以准确获取用户的隐性知识对于产品在未来的市场立于不败之地具有非常重要的意义。例如:用户为什么会这么想,而不会选择别的,有这样想法的原因是什么等一系列的问题,引发这些问题的知识,都被称作为隐性知识。

产品的服务对象是人,从消费者的角度出发,是获取产品隐性知识的重要来源,不同的人对同一件产品肯定有不一样的评价,同一个人,受时间的推移,区域的影响,对产品的要求也会随之改变。

2 隐性知识的获取、表达

2.1 获取策略

根据隐性知识的定义可知^[8]:隐性知识的获取无非就是把难以客观表达的知识从一个人(知识主体)传输到另一个人(知识客体)的过程。这里的知识主体指的是用户或者在产品领域,具有独特见解、丰富经验的设计师。

1) 策略 1。显性知识与隐性知识间的相互转化。根据隐性知识的特点,只有将其转换成容易被人们理解、掌握的显性知识,才能更好地被运用到产品概念设计中。

产品是设计师和企业共同智慧的结晶,是所有知识的直接体现,产品设计的好坏是由市场认可来决定,这也就意味着,好的产品,社会认可度必然高,反之,则可认为产品设计是不成功的,所以围绕产品的社会响应来研究产品隐性知识是全文的基点。消费者对产品的评价是研究产品隐性知识的重要因子。产品设计的好坏,是综合多方面因素的结果,选择消费者的评价、销量、售价及产品定位 4 个因子作为产品隐性知识的特征。

为统一消费者的评价,引入 14 组形容词对^[9],如表 1 所示。也就是说每个消费者对某件产品得给出 14 个评价,且每个评价必须是表 1 中每对形容词对中的一个。

表 1 14 对形容词对
Table 1 14 pairs of adjectives

序号	形容词对	序号	形容词对
1	简洁—复杂	8	男式—女式
2	对称—不对称	9	精致—粗糙
3	高档—低档	10	大众—个性
4	动态—静态	11	曲一直
5	时尚—俗气	12	流畅—生硬
6	大方—小气	13	张扬—内涵
7	轻巧—笨重	14	休闲—商务

2) 策略 2。为了节约知识的获取成本,减少知识的浪费现象,使隐性知识能够重复应用于产品概念设计中,从而进一步提高隐性知识转化为显性知识的效率,我们引入了 CBR 技术。

2.2 基于 CBR 的隐性知识应用的关键技术

由前文可知,要使隐性知识在产品概念设计中很好地被应用,关键在于完成策略 1 和策略 2,建立基于 CBR 的隐性知识应用的模型,如图 1 可知,模型的关键在于^[10-12]:

1) 案例库的建立。基于 CBR 是一种相似推理,

以案例为主进行推理,利用挖掘到的产品的隐性知识,为新产品概念设计提供设计思路 and 方向,从而大大缩短新产品设计开发周期。

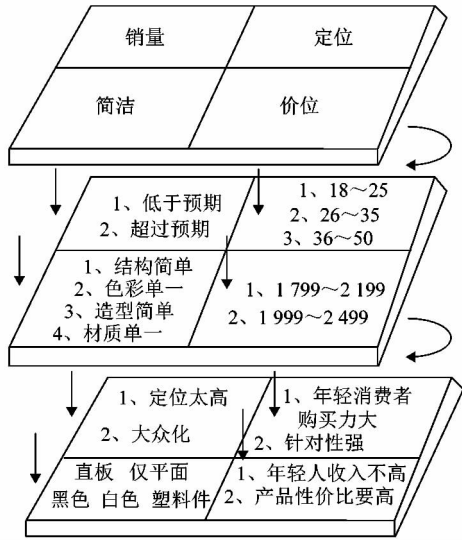


图1 产品隐性知识库

Figure 1 Tacit knowledge base of products

据策略1中4个因子和消费者的14个评价,总共18项作为产品隐性知识的特征。对消费者的评价,我们仅以“简洁”为例,采用分层的方法,对4个因子逐次分解,找出导致每个特征项发生的原因,通过点击打开相似旧案例,即可知道如何解决问题,为产品概念设计提供思路,建立产品隐性知识库,具体过程见图2。

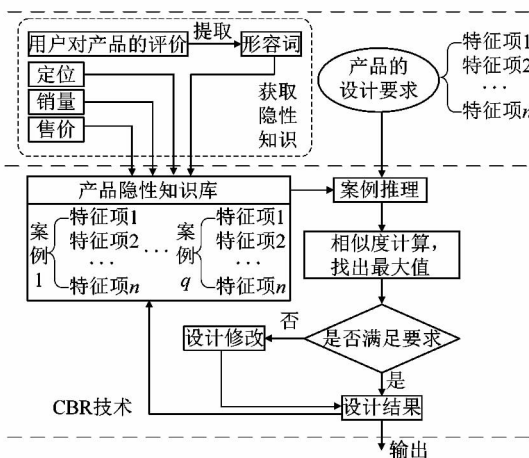


图2 基于 CBR 的隐性知识应用的模型

Figure 2 Application model of tacit knowledge based on CBR

2) 确定相似度计算算法。在数量庞大的案例库检索与设计目标相符的案例,必须满足:①检索速度尽

可能快,②检索到的案例的相似度尽可能大。因此,计算算法的设计至关重要,关于怎样设计,下文会详细介绍。

3 基于 CBR 的知识管理

CBR 是将设计目标与已有案例,通过某种匹配的方法,找出与设计目标最相似的案例,将其作为参考来求解问题。CBR 借用成功的设计案例来解决当前面临的问题,将当前设计问题的属性输入已经建立的案例库,查找匹配的案例,找到一种解决当前问题的设计方法。传统意义上的 CBR 解决问题的基本过程^[13-14],如图3所示。

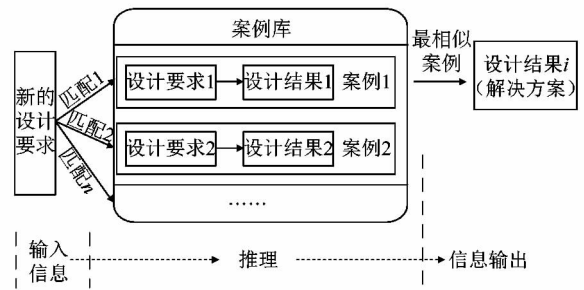


图3 传统 CBR 的工作过程

Figure 3 Working process of traditional CBR

3.1 CBR 的改进

从图3可知,知识库的建立和案例的推理是 CBR 的关键技术,快速而又精确地找出相似案例是我们所希望的,因此,合理的推理手段是完成推理工作的保障。传统推理是基于距离函数相似度算法,通过计算目标案例与案例库中所有案例的相似度,比较各相似度的大小值,找出相似度最大的案例,即可将其直接或进行改进,作为设计目标的设计方案。实际上,产品的所有属性在使用中,重要性并非一致,例如:发动机的可靠性是第一位的,故在进行发动机设计中可靠性占主要地位,若将这些重要的属性与其他属性同等处理,势必对设计结果造成影响。同样,基于隐性知识的产品概念设计中,也是如此,为了消除这种不精确性,提高设计质量,我们对 CBR 进行改进细化,详细过程如图4所示。图中: R 为属性; W 为权重; C 为案例; S 为相似度; C_{sim} 为相似案例; P 为属性数; q 为案例数; k 为相似案例数; $\text{Max}(C_{sim,k})$ 为相似度最大案例。

3.2 相似度计算

最邻近检索法(K-NN)是通过计算两者之间的距离,从而确定两者之间的相似度,是计算相似度最常用,也是最经典的计算方法^[12-14]。当案例特征及属性确定后,即可计算相似度。

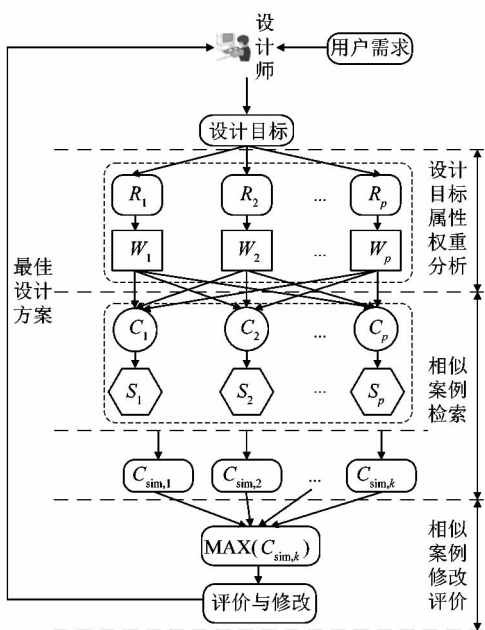


图4 改进后的 CBR 模型

Figure 4 Model of improved CBR

1) 定义1. 假设实例库中有 m 个案例, 则实例库的实例集可表示为:

$$c = \{c_1 \ c_2 \ \dots \ c_i\}, i = 1, 2, \dots, m。$$

2) 定义2. 假设实例库中的每个案例具有 n 个属性, 则实例 c_i 可表示为:

$$c_i = \{c_{i1} \ c_{i2} \ \dots \ c_{ij}\}, j = 1, 2, \dots, n。$$

3) 定义3. 根据设计实际情况输入设计属性

$$X = \{x_0 \ x_2 \ \dots \ x_j\}。$$

在设计中, 给每个设计属性赋予相应的权重 w_j , 求解属性 x_j 与相应的 c_{ij} 的相似度 S_j , 求解案例相似度

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot S_j。 \quad (1)$$

提取相似案例, 比较各案例的相似度大小, 得出相似度最大的案例, 把它作为设计要求的参考方案, 案例属性的形式有多种, 例如, 数值型、数值区间型、模糊值型等。

3.3 权重计算

经过研究分析^[17], 层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 较其他一些算法更精确, 可靠性高, 说服力强, 因此, 本课题组一致决定采用 AHP 来计算各特征项在该案例中的权重: ①确定待确定的特征项, 即每个案例的属性数, 同上为 n ; ②比较各特征项两两间的相对重要度, 用表 2 中的数值进行度量; ③分析实验数据, 根据判断矩阵的满意一致性检验来确定所求特征项权重是否可用。

表2 1~9 标度法及含义

Table 2 1 ~ 9 scaling method and implication

重要程度	数值尺度
一样重要	1
重要一些	3
明显重要	5
重要得多	7
极端重要	9
相邻两奇数尺度的中间程度	2, 4, 6, 8

1) 获取特征项重要程度系数矩阵

可知每个案例有 j 个特征项, $j = 1, 2, \dots, n$, 每两两个特征项进行比较, 则得到的特征项重要程度系数矩阵 J 为:

$$J = (a_{kh})_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}。 \quad (2)$$

式中, a_{kh} 表示第 k 个案例特征项相对于第 h 个案例特征项的重要程度, 且满足 $a_{hk} = 1/a_{kh}$, 其值就是表 1 中的某一个值, 同时, 当 $h = k$ 时, $a_{kh} = a_{hk} = 1$ 。

2) 确定各特征项的权重

$$\omega_k = \frac{1}{n} \sum_{h=1}^n \left| \frac{a_{kh}}{\sum_{g=1}^n a_{gh}} \right|, k = 1, 2, \dots, n。 \quad (3)$$

3) 计算最大特征根

计算得到的所有权重, 构成权重向量 W , 权重向量满足矩阵计算公式:

$$JW^T = \lambda_{\max} W^T。 \quad (4)$$

式中 λ_{\max} 为矩阵 J 的最大特征值, 由公式 (4) 可知:

$$\lambda_{\max} = \frac{JW^T}{W^T} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{[JW^T]_k}{[W^T]_k}。 \quad (5)$$

4) 一致性检验

为检验判断矩阵 J 的一致性, 建立判断矩阵的一致性指标:

$$I_c = \frac{\lambda_{\max} - 1}{n - 1}。 \quad (6)$$

当判断矩阵 J 具有完全一致性时, $I_c = 0$ 。为了度量 n 阶判断矩阵是否具有满意的一致性, 引入判断矩阵平均随机性指标 R_1 。 R_1 值如表 3 所示。

根据 I_c 和 R_1 的值, 判断矩阵 J 的一致性:

$$U_c = \frac{I_c}{R_1}。 \quad (7)$$

若 $U_c < 0.1$, 则认为判断矩阵 J 的一致性。

表 3 判断矩阵 R_1 值
Table 3 R_1 values of judgment matrix

阶数	R_1	阶数	R_1
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12

4 试验

以手机设计为例,因为手机直接面向消费者,收集消费者的评价方便且更贴合本课题,结合基于 CBR 的隐性知识的产品概念设计方法,运用到手机的概念设计。

4.1 消费者评价的判定

由表 1、表 2 可知,消费者评价是获取产品隐性知识的重点,为全面而又精确地获取消费者评价,采用按样本抽查的方法。就案例库中某一案例的消费者的评价而言,每一个案例都有 14 个消费者评价,若仅以一位消费者对该件产品的评价作为案例储存,造成实验结果具有偶然性、不确定性。为排除这影响,采用多样品调查的方法,来确定某一案例的消费者评价指标,具体过程如下:

本环节试验采用抽查的方法来获取消费者对产品的评价。

1) 被试选择。随机选取消费者 48 名,其中男性(M)为 24 名,女性(F)为 24 名,18~25 岁(A)为 12 名,26~35 岁(B)为 12 名,36~45 岁(C)为 12 名,46~60 岁(D)为 12 名,北方人数(N)为 24 人,南方人数(S)为 24 人。

2) 试验材料。手机一台,形容词对 14 组。

3) 试验要求。向被测试者介绍规则,去掉手机的铭牌,要求被测试者各自独立完成,根据自己的感观和意象,在 14 组形容词对中选择勾选。

4) 试验结果。结果如表 4 所示。

表 4 形容词对“简洁—复杂”信息
Table 4 Information of adjectives for "simple-complex"

地域	年龄划分	人数		地域	年龄划分	人数	
		M	F			M	F
北方	A	1	2	南方	A	2	2
	B	2	2		B	2	3
	C	1	0		C	0	0
	D	3	2		D	3	2
合计		7	6	合计		7	7

从表 4 可知,第一组形容词来说,48 位消费者中的 27 位(男性 14 名,女性 13 名;南方人 14 名,北方人 13 名,8~25 岁(A)为 7 名,26~35 岁(B)为 9 名,36~45 岁(C)为 1 名,46~60 岁(D)为 10 名)选择简洁,故可认为消费者中:南方人比北方人、男性比女性、中老年人比年轻人对该产品偏好于简洁,所以建案例库时,应当附加这些信息。对于另外 13 个的评价,依次可以使用同样的方法来确定。

4.2 案例的搜集

搜集各大手机卖场和搜索各手机网站,咨询手机生产厂商,通过多渠道,收集手机的资料信息。在开始试验前,关于手机的原始数据得进行相应的处理,为减少冗余的数据,必须将数据标准化,统一化,方可添加到案例库。对收集到的数据进行处理时,为了减少计算工作量,我们仅仅抽取 10 组数据,具体如表 5 所示。

提出设计要求并假定目标案例各特征项的值,其各值如表 6 所示。

表 5 手机案例库
Table 5 Case library of cell phone

案例号	消费者评价														参数		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	销量 $\times 10^3$ /台	售价/元	定位人群年龄/岁
1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1 234	2 490~3 000	18~25
2	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	987	4 190~4 490	26~35
3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	3 540	1 890~1 990	26~35
4	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1 682	2 290~2 490	36~45
5	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	3 406	4 990~5 290	26~35
6	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	2 312	2 290~2 490	36~45
7	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	3 218	3 890~4 190	36~45
8	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1 969	2 290~2 490	18~25
9	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1 112	2 490~3 190	18~25
10	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	4 773	1 290~1 790	46~60
...																	

表6 手机设计目标

Table 6 Design objectives of mobile phone

特征项	消费者评价														销量/台	售价/元	年龄/岁
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
期望值	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	不少于36	2 190 ~ 2 490	18 ~ 36
数值类型	逻辑型														模糊型	数区间型	数区间型

4.3 数据处理

根据上文可知,此部分的主要工作就是求解相似度,在求解相似度前,必须确定各特征项的权重。

4.3.1 特征项权重

特征项重要程度系数矩阵 J 是求解权重的关键,而 J 是人为确定的,具有偶然性,为排除这种客观行为对设计结果的影响,课题组邀请了4位从事于手机设计的资深专家和4位手机爱好者为我们做评估,并通过 MATLAB 软件进行计算得出各特征项组成的权重向量:

$$W = \{0.083, 0.048, 0.047, 0.057, 0.029, 0.042, 0.067, 0.053, 0.071, 0.052, 0.038, 0.086, 0.059, 0.074, 0.027, 0.072, 0.095\}。$$

4.3.2 相似度计算

依据公式(1)~(7),结合求解到的特征项权重,计算得到目标设计案例与案例库中各案例的相似度,如表7所示。

表7 相似度计算结果

Table 7 Calculation results of similarity

案例号	1	2	3	4	5
相似度 S_i	0.476 8	0.554 4	0.861 1	0.573 2	0.632 3
案例号	6	7	8	9	10
相似度 S_i	0.615 2	0.536 8	0.470 2	0.485 6	0.745 4

比较相似度有:

$$S_3 > S_{10} > S_5 > S_6 > S_4 > S_2 > S_7 > S_9 > S_1 > S_8。$$

故可推断,案例3与目标设计案例最相似。

4.3.3 产品概念设计

由上一节结论可知,案例3与设计目标最相似,即在进行目标产品概念设计时,可利用案例3的知识为新产品的概念设计提供理论依据和设计思路,根据图1产品隐性知识库^[18-19],产品概念设计过程如图5所示。

从图5可以看出,左边是消费者的评价及导致评价发生的因素,右边是产品的销量、售价和定位,区别于左边的评价,三者与产品是相互影响的。因为产品的销量、售价和定位作为产品概念设计的初始,当产品

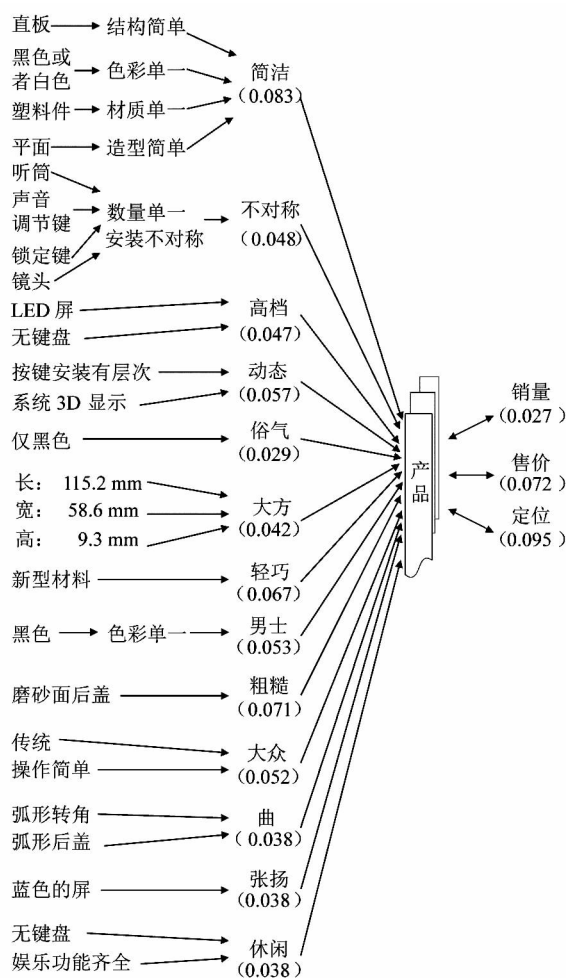


图5 影响消费者评价的因素

Figure 5 Factors of affecting consumer evaluation

进入市场后,他们又可以反映产品的设计是否成功。在新产品的概念设计过程中,只要根据左右边因素进行产品概念设计即可,当两者之间存在冲突时,视对应评价在产品中占据的权重而定。

5 结语

隐性知识是一种在实践过程中长期积累而形成的,难以用语言表达的,难以传播和共享的知识,但却技术创新和企业竞争力的关键。产品概念设计是产品设计的开端,决定了产品的好与坏。因此将隐性知识引入到工业设计中,并以特定的方式将产品隐

性知识显性化,搜集大量相似案例,建立产品隐性知识库,借助计算机技术,寻找与设计目标案例最相似的案例,为产品概念设计提供理论依据和设计思路,对新产品的开发具有重要意义。

本文以手机的概念设计为例,运用意象形容词对表示法,从手机实物出发,研究了消费者对手机概念设计的隐性知识表达模式。研究表明,借助计算机技术,在数量庞大的知识库中,可快速找到与目标设计案例相似度最大的案例,作为手机概念设计的依据。

挖掘旧产品的隐性知识,通过现场问答的方式,将其进行显性化,找出导致某一结果的所有因素,分层建立产品隐性知识库,采用 CBR 技术,找到与设计目标相似度最大的旧案例,对其进行改进或直接作为设计方案,为新产品的概念设计节约成本,缩短设计周期,降低了风险。

参考文献:

- [1] LEAKE D B, KINLEY A, WILSON D. Case-based CBR: capturing and reusing reasoning about case adaptation [J]. International journal of expert systems, 1997, 10(2): 201-215.
- [2] HINRICHS T R, KOLODNER J L. The roles of adaptation in case-based design [C]// Proceedings of the Ninth National Conference on Artificial Intelligence. Washington: AAAI Press, 1991, 1: 28-33.
- [3] OSGOOD C E, SUCI C J, TANNENBAUM P H. The measurement of meaning [M]. Urbana: university of Illinois press, 1957.
- [4] 罗仕鉴,潘云鹤,朱上上. 产品设计中基于图解思维的隐性知识表达[J]. 机械工程学报, 2007, 43(6): 93-98.
- [5] 刘征,鲁娜,孙凌云. 面向概念设计过程的隐性知识获取方法[J]. 机械工程学报, 2011, 47(14): 184-191.
- [6] SENKER J. The contribution of tacit knowledge to innovation [J]. AI & society, 1993, 7(3): 208-224.
- [7] ANDREASIK J. A case-base reasoning system for predicting the economic situation of enterprises: tacit knowledge capture process [J]. Computer recognition systems 2, 2007, 45: 718-730.
- [8] 贾双双. 基于案例推理的隐性知识管理方法研究 [J]. 现代商业, 2013(35): 167-168.
- [9] 罗仕鉴,翁建广. 产品设计中基于群体文化学的隐性知识表达 [J]. 机械工程学报, 2008, 44(4): 15-20.
- [10] WATSON I. Case-based reasoning is a methodology not a technology [J]. Knowledge-based systems, 1999, 12(5/6): 303-308.
- [11] 张东民,廖文和. 基于实例的轮式起重机设计技术研究 [J]. 机械科学与技术, 2004, 23(3): 291-294.
- [12] 郑甲红,郭文举,李健,等. 基于 CBR 的机械系统产品模块化设计 [J]. 机械设计与制造, 2009(3): 256-258.
- [13] GUO Yuan, PENG Yinghong, HU Jie. Research on high creative application of case-based reasoning system on engineering design [J]. Computers in industry, 2013, 64(1): 90-103.
- [14] 杨治,胡金柱. 基于知识库和实例推理的构件检索方法 [J]. 计算机工程, 2005, 31(21): 159-162.
- [15] QI Jin, HU Jie, PENG Yinghong, et al. New weight fuzzy case retrieval method for customer-driven product design [J]. Journal of Shanghai jiaotong university (science), 2010, 15(6): 641-650.
- [16] 李军均,戚进,胡洁,等. 一种基于隶属函数的相似度计算方法及其应用 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27(3): 891-893.
- [17] 张晓丽,李鑫,郭智春,等. 基于 CBR 的机械产品智能设计方法研究 [J]. 大连理工大学学报, 2008, 48(6): 835-840.
- [18] ZHAI Yonghua, ZHAO Ying, WANG Ruimei. Human Library: a new way of tacit knowledge sharing [J]. Advances in intelligent and soft computing, 2012, 143: 335-338.
- [19] 肖振红,李妍. 隐性知识对企业竞争优势作用机理的实证研究 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2014, 35(2): 256-260.

[信息·简讯]

· 行业简讯 ·

探索高性能电子断路器在直流电网中应用

德国某一科研团队探索将电网和电气装置能耗降低一半以上的技术,研究中发现利用直流电(DC)可以实现这个目标。相比交流电(AC),直流电可降低功率损耗。企业界与学术界的5家项目合作伙伴研究了以半导体为基础的完全电子化断路器,这种断路器可用于未来的直流电网及应用装置。这样的断路器将支持在使用交流电的任何应用中使用直流电。

全新断路器能够尽可能快速安全地接通直流电,并能在紧急情况下尽快断电。他们能更高效地将来自可再生能源的电力并入电网和储能装置,并提高电网稳定性。利用直流电,还可以打造结构更紧凑的电气装置。

此外,项目合作伙伴还在探索诸如过电流阻塞场效应晶体管(OCB-FET)等创新型半导体元件。新型半导体元件和新的开关拓扑都使用全新设计结构和连接技术,并进行测试。科研团队针对该项目而设计的示范产品,涉及航空机载电网、电动交通和光伏领域并支持直流配电网。

该项目中,合作伙伴分工明确,有的负责新型半导体结构的研究和模拟,有的明确工业应用的要求,而西门子专注于研究断路器的结构和连接技术。

(供稿:王雅慧)