

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.11.025

一种基于用户偏好的定制优先级判定方法^{*}

孙琦宗¹, 钟嘉佳¹, 陈 川¹, 华尔天^{1,2*}

(1. 浙江工业大学 特种装备制造与先进加工技术教育部重点实验室, 浙江 杭州 310014;

2. 浙江省高端激光制造装备协同创新中心, 浙江 杭州 310014)

摘要:针对大多数传统的定制服务中忽略产品定制特征优先级的问题,对产品特征的类别、客户需求、用户情感偏好等方面进行了分析,并建立了产品特征与用户需求关系的映射模型,提出了一种应用于个性化定制服务中的定制优先级的判定方法。首先,进行了定制产品特征分类,通过获取客户需求偏好并采用定量的方法建立了偏好度模型;然后,结合用户情感偏好度模型和产品特征矩阵进行了定制特征优先级的排序;最后,以汽车产品为案例对此方法进行测试。测试结果表明:该方法能对不同的用户需求给出不同产品特征的定制顺序,提高用户满意度和定制服务的引导性。

关键词:个性化定制;用户偏好;需求分析;优先级;产品特征

中图分类号:TP391;TH166

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)11-1354-05

Method of determining customized priority based on customer preferences

SUN Qi-zong¹, ZHONG Jia-ji¹, CHEN Chuan¹, HUA Er-tian^{1,2}

(1. Key Laboratory of Special Purpose Equipment and Advanced Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China; 2. Zhejiang Provincial Collaborative Innovation Center of High-end Laser Manufacturing Equipment, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Aiming at the problem of neglecting the customized priority of product feature in most of the traditional customization service, category of the product characteristics, customer requirement and preference were researched, and the mapping model between product characteristics and customer requirement was established, a method of judging the customized priority was proposed which was applied to personalized customization service. First, feature classification for customized products, customer demand preference collection and preference model was established in a quantitative method, then customized characteristics was sequenced through this method that combined the customer preference model and characteristics matrix of product demand. In final, the proposed method was tested by using automotive products. The results indicate that the method can give different customized priority of product features for different user requirements, and it can improve customer satisfaction and the guidance of customization service.

Key words: personalized customization; customer preference; demand analysis; priority; product characteristics

0 引 言

IT 顾问和市场策略公司 Aberdeen Group 的分析师 MAYNARD J^[1]表示:产品定制是制造业未来的发

展方向。个性化定制的生产方式也逐渐成为传统制造业新的销售模式,但对于复杂的产品,譬如汽车、洗衣机等,它们的定制部件的结构和结构之间、结构和功能之间、功能和功能之间都有千丝万缕的联系,如果笼

收稿日期:2017-03-12

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71373242)

作者简介:孙琦宗(1989-),男,河南驻马店人,硕士研究生,主要从事智能制造、在线个性化定制等方面的研究。E-mail: 746400329@qq.com

通信联系人:华尔天,男,教授,博士生导师。E-mail: het@zjut.edu.cn

统地以单一的标准排列产品定制特征的定制顺序,会影响客户的满意度和定制体验,在这种背景下,定制产品需求优先级的问题就变得越来越突出,解决定制产品需求优先级对于个性化交互式定制系统来说也显得越来越重要。文献[2]提出了一种基于优先级表设计的调度方法,该方法用于系统中实时任务的调度;文献[3]从均匀分布思想的角度出发,提出了一种基于优先级的迭代划分测试方法。这些方法主要应用于系统优化和网页推荐领域^[4-6],在个性化定制服务领域,个性化定制系统产品定制优先级的研究还较少。

为了解决上述问题,本研究从产品特征和用户需求偏好的角度出发,研究产品特征与特征之间、产品特征与用户需求之间的关系。

1 产品特征分类

为了全面地描述客户的定制需求和各需求之间的定制顺序,启发式地引导客户逐层深入地进行产品的个性化定制,需要对客户需求和产品特征进行全面分析。

以产品的角度来划分,将产品需求特征分为共性需求特征和选择性需求特征两种类型:(1)共性需求特征是系统必须要做的,是关系到个性化定制产品安全性的属性特征或产品的基础功能属性特征。(2)选择性需求是定制系统必须具有的功能,这些特征由产品的可接受程度、现有技术和使用环境等方面的关键因素决定。选择性需求特征覆盖设计的多个方面,包括外观、可用性、性能、材质、延展性等。

本研究又把产品选择性需求特征细分为:结构类需求特征、功能类需求特征、整体类需求特征和个性类需求特征 4 类,层次结构如图 1 所示。

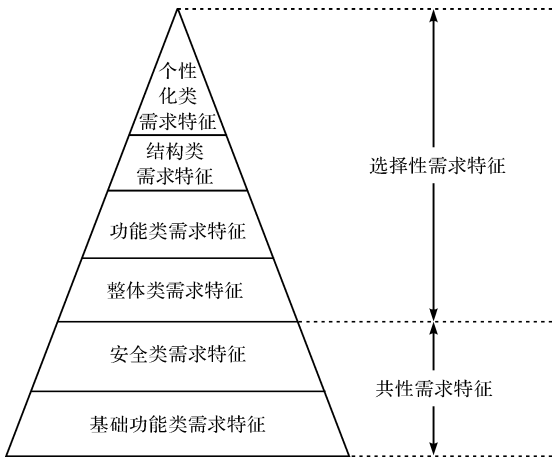


图 1 产品需求层次结构

2 产品特征与用户需求关系分析

2.1 产品特征与用户需求关系映射模型

为了研究产品定制优先级的方法,首先分析产品特征属性和用户需求,并以用户需求为基础,研究并建立产品特征属性模型。

个性化定制服务要求尽可能准确理解客户的需求,以便于定制服务系统能做到准确引导。客户对产品的个性化需求,其实是对定制产品属性变量值的不同要求。本研究将客户的各类需求信息(隐性需求信息和显性需求信息)表示成对应产品的特征需求信息,然后在将这些特征需求转化成具体产品中定制特征属性变量的取值,客户的需求向产品特征需求转化后,需进一步分析特征类别、属性以及每个特征的联系,以便于确定个性化定制产品的定制顺序,即定制优先级。将客户需求用矩阵表示为:

A_m = (a_{11} \cdots a_{1m})^T \tag{1}

式中: $a_{ij}(j = 1, 2, \cdots, m)$ — 客户的第 j 个需求。

将定制产品的特征用矩阵表示为:

B_{m \times n} = (B_1 \cdots B_m)^T = \begin{pmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{mn} \end{pmatrix} \tag{2}

式中: B_i — 定制产品的第 i 个定制特征; $b_{mn}(m = 1, 2, \cdots, p; n = 1, 2, \cdots, k)$ — 定制产品的第 m 特征所对应的第 n 个特征参数变量值,其中 b_{ij} 允许为 0。

客户需求矩阵和定制产品的特征矩阵是相互对应的关系,即矩阵 A_m 中 a_{1j} 对应矩阵 $B_{m \times n}$ 第一行,即 $a_{11} \rightarrow (b_{11} \cdots b_{1n})$ 。矩阵 A_m 中 a_{ij} 对应矩阵 $B_{m \times n}$ 中第 j 行,即 $a_{ij} \rightarrow (b_{i1} \cdots b_{in})$ 。

至此,客户定制需求完成了向产品功能特征模型的映射。

2.2 选择性需求特征矩阵表示

由上面论述可知,定制系统的定制服务只需要考虑选择性需要的定制,产品选择性特征细分由结构类特征、功能类特征、整体类特征和个性类特征组成。其特征矩阵表示为:

C_i = (功能特征 \quad 结构特征 \quad 个性化特征 \quad 整体特征)^T \tag{3}

将特征矩阵细化后表示为:

D_{4 \times n} = (D_{功能}, D_{结构}, D_{个性}, D_{整体})^T = \begin{pmatrix} d_{11} & \cdots & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & \ddots & & d_{2n} \\ d_{31} & & \ddots & d_{3n} \\ d_{41} & \cdots & \cdots & d_{4n} \end{pmatrix} \tag{4}

式中: $D_{\text{功能}} \xrightarrow{\text{对应于}} (d_{11} \cdots d_{1n})$ —功能类定制特征属性集; $D_{\text{结构}}, D_{\text{个性}}, D_{\text{整体}}$ —依次对应 $D_{4 \times n}$ 中的一行,代表结构类定制特征属性集、个性化定制类定制特征属性集和整体类定制特征属性集。

3 用户情感偏好度分析

在信息时代,偏好分析多用于信息过滤和提取,它们还用于跟踪用户配置文件^[7],并制定策略以改进自动化决策。张雨等^[8]研究客户的浏览兴趣及其行为,提出了利用偏好度的方法来度量客户的兴趣度,并给出了偏好度的聚类算法;高琪等^[9]提出了基于用户偏好度模型和情感计算的产品推荐方法;杨凤萍等^[10]引入神经网络集成的机器学习方法来模拟偏好模型,从而降低了模型的泛化误差,提高了模型精度。本研究提出了适合个性化交互式定制系统的偏好度的计算。

3.1 用户情感偏好度的定义

一般来讲,用户对产品的感情评价是从讨厌到非常喜欢的情感变化。可以用 $[0,1]$ 之间的实数表示。“0”表示讨厌,“1”表示非常喜欢。

3.2 用户情感偏好度方法

用户情感偏好度的表示方法有两种,一种是 KIEBLING^[11]于2002年提出的定性的方法,一种是 AGRAWAL^[12]于2000年提出的定量的方法。所谓定性方法是以二元偏好来表示不同对象的偏好关系,这种方法表达能力不强。定性偏好的形式化表示为^[13]:给出关系模型 $R(A_1, \cdots, A_m)$,且 $\text{Dom}(A_i)$ 是属性 A_i 的值域,若 μ 满足关系:

$$\mu \prod_{i=1}^m \text{Dom}(A_i) \times \prod_{i=1}^m \text{Dom}(A_i) \quad (5)$$

则定义 μ 为 R 上的偏好关系,表示在同一关系表中各个对象的一个二元偏好关系。

所谓定量方法是指通过分数的高低来表示用户的偏好程度一种方法^[14]。本文采用定量的方法进行偏好度的计算。

3.3 用户偏好模型

在个性化定制系统服务中,系统可以根据用户偏好模型预测并分析用户的需求,从而为用户提供舒适方便的定制模式,提高用户体验和商业价值。定义个性化定制服务中的用户特征偏好模型如下:

以产品特征需求分类为基础,用户 U (以 user 首字

母表示)对定制产品特征属性的类别偏好矩阵表示为:

$$C_4^u = (c_1, c_2, c_3, c_4) \quad (6)$$

式中: c_1, c_2, c_3, c_4 —用户 U 对产品功能需求、结构需求、个性化需求以及整体需求的偏好程度, $c_i \in [0,1]$ 。

“0”表示偏好度最低,1表示偏好度最高,且满足 $\sum_{i=1}^4 c_i = 1$ 。

4 需求优先级的确定方法

根据前文分析所知,产品的定制特征部件可分为6类,分别是功能类特征、结构类特征、个性化定制类特征、整体类特征以、安全类特征和基础功能类特征,因将安全特征和基础类特征归类共性特征的范畴,不需要客户定制,其他4类产品特征根据特定用户的特征偏好模型来判断定制优先级。

本研究先比较 c_1, c_2, c_3, c_4 来判断产品定制类别的优先级。 c_i 越大,表明用户 U 对该种特征类的需求偏好度高,故该类特征的定制优先级越高。

产品是一个有机的整体,故在每类特征内部,单个特征又会对产品的功能、结构、个性化、整体产生影响。取 part 的首字母 p 表示产品的单个定制部件,其影响矩阵为:

$$D_4^p = (\alpha, \beta, \eta, \lambda)^T \quad (7)$$

式中: D_4^p —定制部件 P 对产品的影响度; $\alpha, \beta, \eta, \lambda$ —定制产品的某一定制部件对定制产品功能、结构、个性化、整体的影响度量值,其取值范围是 $[0,4]$,取值由提供定制的企业技术人员设定。

进一步对每类定制特征的优先级进行比较,从而确定每类定制特征内部的优先级状态。首先定义优先级计算函数:

$$f_i = C_4^u \times D_4^p = c_1\alpha + c_2\beta + c_3\eta + c_4\lambda \quad (8)$$

式中: c_1, c_2, c_3, c_4 —消费者对表示功能需求、结构需求、个性化需求、整体需求的偏好程度。

c_k 的值根据不同的消费者自身设定。且满足 $c_k > 0, k \in [1,4], \sum_{k=1}^4 c_k = 1$ 。

本研究设定定制产品的两个定制部件为 k 和 g ,计算定制部件 k 和 g 的 f_i 的值,如果 $f_k > f_g$,则说明定制部件 k 的优先级高于部件 g 。

产品功能、结构、个性化、整体的影响度量值如表1所示。

表 1 产品功能、结构、个性化、整体的影响度量值				
α 度量值	β 度量值	η 度量值	λ 度量值	含义
4	4	4	4	绝对重要
3	3	3	3	非常重要
2	2	2	2	重要
1	1	1	1	略微重要
0	0	0	0	不重要

5 实例验证

本研究以家用汽车产品的定制为实验测试案例,来验证这种方法。

5.1 汽车产品定制分类

汽车是一个复杂的定制产品,选取部分定制部件进行验证。汽车的功能定制类包括发动机、倒车影像、定速巡航、自动泊车等。结构定制类包括车门开启方式、后备箱、厢体数、顶篷天窗等。个性化定制类包括装饰元件、座椅材质、车轮样式等。整体定制类包括车型、整体尺寸、颜色等。根据公式(4),矩阵表示形式为:

$$D_{4 \times n} = (D_{\text{功能}}, D_{\text{结构}}, D_{\text{个性}}, D_{\text{整体}})^T =$$

$$\begin{pmatrix} \text{发动机} & \text{倒车影像} & \text{定速巡航} & \text{自动泊车} \\ \text{车门开启方式} & \text{后备箱样式} & \text{厢体数} & \text{车篷} \\ \text{装饰元件} & \text{座椅材质} & \text{车轮样式} & 0 \\ \text{车型} & \text{整车尺寸} & \text{车体颜色} & 0 \end{pmatrix}$$

(9)

5.2 确定用户的偏好度

根据公式(6),假设特定用户 U_1 对定制产品特征属性的类别偏好度矩阵为:

$$C_4^{u_1} = (0.45, 0.1, 0.2, 0.25)$$

(10)

说明用户 U_1 定制时,对产品的功能需求较高,对产品的结构需求较低。

5.3 计算优先级

先确定产品定制特征类优先级,系统根据用户设定的需求偏好度确定产品定制特征优先级。用户 U_1 定制时,由于 $c_1 > c_4 > c_3 > c_2$,系统先推送功能类定制特征,最后推送结构类定制特征,优先级顺序由高到低依次是功能类、整体类、个性化类、结构类。

在每个定制特征类内部,系统根据公式(8)来计算定制优先级。

在此只对功能类定制特征的判断过程进行说明。该案例中,功能类定制特征有 4 个,根据式(7),影响因子矩阵如下:

发动机对定制产品的影响矩阵为:

$$D_4^u = (\alpha, \beta, \eta, \lambda)^T = (4, 3, 1, 2)^T$$

(11)

倒车影像对定制产品的影响矩阵为:

$$D_4^u = (\alpha, \beta, \eta, \lambda)^T = (3, 1, 2, 1)^T$$

(12)

定速巡航对定制产品的影响矩阵为:

$$D_4^u = (\alpha, \beta, \eta, \lambda)^T = (2, 1, 3, 1)^T$$

(13)

自动泊车对定制产品的影响矩阵为:

$$D_4^u = (\alpha, \beta, \eta, \lambda)^T = (3, 2, 2, 1)^T$$

(14)

分别代入公式(8)计算 f_1, f_2, f_3, f_4 —发动机、倒车影像、倒车影像、自动泊车的优先级函数值。得出: $f_1 = 2.8, f_2 = 2.1, f_3 = 1.85, f_4 = 2.2$,故 $f_1 > f_4 > f_2 > f_3$ 。故定制优先级顺序由高到低依次是发动机、自动泊车、倒车影像、定速巡航。

以同样的方法和思想,再依次计算其他 3 个定制集中每个定制部件的 f_i 即可得出用户 U_1 的定制产品的优先级。实验效果如图 2 所示。



图 2 定制界面

6 结束语

综合考虑用户偏好和产品需求特征两个方面因素,提出了一种应用在个性化定制服务中的定制优先级的判定方法,接着以汽车产品作为测试案例,对定制优先级的判定流程进行了阐述,并对所提出的方法进行了验证,实验结果表明:该方法是可行的、有效的。

在下一阶段,本研究将利用智能优化算法对所提出的定制优先级的判定方法进一步优化,并结合智能交互方法以提高个性化定制服务系统的易用性和交互性。

参考文献 (References):

- [1] 万 亮. 车型网络化定制营销模式的研究[D]. 武汉: 武汉理工大学汽车工程学院, 2006.
- [2] 金 宏, 王宏安, 王 强, 等. 一种任务优先级的综合设计方法[J]. 软件学报, 2003, 14(3): 376-382.
- [3] 章晓芳, 章宗长, 谢晓园, 等. 一种基于优先级的迭代划分测试方法[J]. 计算机学报, 2016, 39(11): 2307-2323.
- [4] 余本功, 张卫春, 汪 柳, 等. 基于用户偏好的产品知识推送算法研究[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(1): 265-271.
- [5] 韩亚楠. 基于流行度和用户偏好的推荐算法研究[D]. 西安: 陕西师范大学计算机科学学院, 2015.
- [6] 辛菊琴, 蒋 艳, 舒少龙, 等. 综合用户偏好模型和 BP 神经网络的个性化推荐[J]. 计算机工程与应用, 2013, 49(2): 57-60.
- [7] CHOMICKI J. Preference formulas in relational queries[J]. *Acm Transactions on Database Systems*, 2003, 28(4): 427-466.
- [8] 张 雨, 王锁柱. 基于偏好的客户模糊聚类方法[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(23): 6016-6019.
- [9] 高 琪, 辛 乐. 基于用户偏好度模型和情感计算的产品推荐算法[C]. 中国控制会议, 北京: 中国自动化学会, 2010.
- [10] 杨凤萍, 张大斌. 差分进化神经网络集成的用户偏好模型构建[J]. 微型机与应用, 2016(8): 44-47.
- [11] KIEBLING W. Foundations of preferences in database systems[D]. Augsburg: Institute of Computer Science, University of Augsburg, 2002.
- [12] AGRAWAL R, WIMMERS E L. A framework for expressing and combining preferences[J]. *Acm Sigmod Record*, 2000, 29(2): 297-306.
- [13] 张丽萍. 基于上下文偏好的 RDF 模糊 SPARQL 查询排序方法研究[D]. 沈阳: 东北大学信息科学与工程学院, 2011.
- [14] AGRAWAL R, RANTZAU R, TERZI E. Context-sensitive ranking[C]. Proceeding of the 2006 ACM SIGMOD international Conference on management of date, Chicago: ACM, 2006.

[编辑: 周昱晨]

本文引用格式:

孙琦宗, 钟嘉佑, 陈 川, 等. 一种基于用户偏好的定制优先级判定方法[J]. 机电工程, 2017, 34(11): 1354-1358.

SUN Qi-zong, ZHONG Jia-ji, CHEN Chuan, et al. Method of determining customized priority based on customer preferences[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2017, 34(11): 1354-1358.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

欢迎订阅《机械设计》杂志

国际标准刊号: ISSN 1001-2354

国内统一刊号: CN 12-1120 / TH

《机械设计》杂志是中国机械工程学会机械设计分会会刊、中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊, 学位与研究生教育指定中文重要期刊, 国内外公开发行。本刊已被“中国核心期刊(遴选)数据库”、“中国科技期刊精品数据库”、“中国期刊网”、“中国学术期刊(光盘版)”、“中国学术期刊综合评价数据库”等全文收录。《机械设计》的影响因子在同类科技期刊中名列前茅, 并多次荣获天津市一级期刊、天津市优秀期刊奖。本刊为月刊, 每月20日出版, A4开本, 每期传递信息量近20多万字。

本刊主要栏目: 设计领域综述(含动态、方针政策等); 专题论文(含设计方法、CAD、模块化设计、有限元、可靠性、失效分析、优化设计、并行设计、疲劳设计、反求工程、价值工程、人机工程、智能工程、专家系统、机构学、机械动力学、摩擦学、结构、传动、零部件、机电一体化等); 现代装备制造技术与实例分析(含专题论文中各种设计技术, 在实际应用中的实例分析与经验)。

国内总发行: 天津市邮政报刊发行局 邮发代号: 6—59

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司 邮发代号: M7315

订购处: 国内各地邮局及本编辑部均可订购, 国外可与本社联系

单册订价: 20元, 全年订价: 240元

杂志社地址: 天津市南开区红旗路196号

邮政编码: 300110

电话: (022)27343427

E-mail: jxsj@chinajournal.net.cn

欢迎订阅·欢迎投稿·欢迎刊登广告

