

基于用户生成内容的产品服务系统设计方法

刘键, 黄赛, 曹家港, 邹锋, 韩宇翔

(北京工业大学, 北京 100124)

摘要: **目的** 在人机协同的设计背景下, 研究提出的一套基于数据驱动的自动化生成设计方法, 以致力于提高设计效率, 为企业创新需求提供学术参考价值。 **方法** 研究首先运用文本挖掘, 并生成用户感性意象和产品特征词表, 随后基于 QM1 对文本进行积极和消极感性意象分类, 定量化的分析了用户的偏好, 快速响应用户的需求。随后以公路自行车为设计案例, 开发出应用程序编程接口 (API) 工具。 **结果** 根据 QM1 的分析结果, 选取了类别得分最高的 6 个设计元素进行组合, 而后在 SolidWorks 的 DriveWorksXpress 中创建选定的设计元素模型和装配体的副构件, 实现了用户需求与三维造型相匹配的自动化设计方案生成。 **结论** 研究基于文本挖掘, 并以公路自行车的自动化设计实践验证了有效性, 方法具有数据驱动、快速响应和自动化的优势。

关键词: 大数据爬虫; 用户生成内容; 数据驱动设计; 快速响应设计; 设计自动化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)24-0118-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.24.017

Design Method of Product Service System Design Based on User-generated Content

LIU Jian, HUANG Sai, CAO Jia-gang, ZOU Feng, HAN Yu-hong

(Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

ABSTRACT: The work aims to study and propose a set of data-driven automatic generation design method under the background of human-computer collaborative design to improve the design efficiency, and provide academic reference value for enterprise innovation needs. Firstly, text mining was used to generate user's Kansei image and key words of product feature. Then, positive and negative Kansei image classification was carried out based on QML. The user's preferences were analyzed quantitatively to respond to user's needs. Finally, with road bicycle as the design case, the Application Programming Interface (API) tool was developed. According to the analysis results by QM1, 6 design elements with the highest scores were selected for combination. Then, the selected design element model and sub-members of assembly were created in DriveWorksXpress of SolidWorks, thus realizing the automatic generation of design scheme of user's needs matching with the 3D modeling. Based on text mining, the validity of the method is verified by the automatic design practice of road bicycle and the method has the advantages of data-driving, rapid response and automation.

KEY WORDS: big data-crawler; user generated content; data-driven design; rapid response design; design automation

当前, 数据驱动设计 (Data-driven Design) 相关方法在通过设计之研究 (Research through Design, 简称 RtD) 领域中发挥着重要作用^[1]。这是因为激烈的市场竞争和快速变化的用户需求都迫使企业在新产品开发的过程中寻求既能节省时间成本, 同时又可以

引领生活方式的设计方法。在全球化背景下中国制造业升级的路径与品牌战略中, 先进的设计方法有助于使其逐步实现从 OEM (Original Equipment Manufacturer, 代工生产) 向 ODM (Original Design Manufacture, 委托设计与制造) 再向 OBM (Own

收稿日期: 2020-09-16

基金项目: 北京市优秀设计青年人才项目; 北京市社科基金; 北京市教委重点项目

作者简介: 刘键 (1987—), 男, 山东人, 博士, 北京工业大学副教授, 主要研究方向为智能服务设计、智能交互设计。

通信作者: 黄赛 (1981—), 女, 河南人, 硕士, 北京工业大学讲师, 主要研究方向为文创设计。

Branding & Manufacturing, 自有品牌生产) 的转化。然而当前的问卷法、访谈法、焦点小组等研究方法难以快速响应设计的需求。尤其是跨境电商的产品设计研发, 用户研究员在调研阶段需要花大量的人力物力组织和协调人员开展调研。因此, 当下的市场环境激励企业在开发新产品时, 亟需应用高效的设计方法来缩短研发的时间, 进而增加全球竞争力。

随着互联网技术的普及, 用户可以随时随地在互联网平台中表达他们对产品的观点与偏好。设计师通过借助网络爬虫工具和自然语言处理技术, 可快速从中获取有价值的设计需求, 进而帮助设计师快速产出创意方案, 提高设计决策的准确性, 避免传统设计结果带来的不确定性和模糊性。

本研究创建了一种基于文本挖掘的自动化生成设计方法, 其创新点是应用 python 进行文本挖掘, 从中捕获并分析用户评论中有价值的用户反馈, 而后应用感性工学 (Kansei Engineering, 以下简称 KE), 将意象参数与设计元素形成映射关系, 根据 KE 的合成结果, 应用 API (Application Programming Interface, 应用程序接口, 以下简称 API) 的概念自动化设计工具来生成一个优化设计方案, 最后结合公路自行车的设计介绍了该方法的可用性。

1 文献综述

1.1 文本挖掘

文本挖掘是一个多学科混杂的领域, 涵盖了多种技术, 包括数据挖掘技术、信息抽取、信息检索, 机器学习、自然语言处理、计算语言学、统计数据分析、线性几何、概率理论甚至还有图论。关于文本挖掘的研究, Kim 等人^[2]在文中提到 Feldman 和 Dagan (1995 年) 总结出一套 KDT (Knowledge Discovery in Text) 模型, 这是最早的一种文本挖掘模型。后来, 越来越多的研究基于 KDT 模型进行了文本挖掘优化工作。例如, 文献[2]中指出 Yoon 构建了一种结合形态学分析和文本挖掘的半自动化技术机会识别方法, 从而提出了一种结合形态学分析和文本挖掘的半自动化技术预测规范方法。Mashhadi 利用文本挖掘工具和回归分析来揭示用户体验和未来消费体验之间的关系。Seo 开发了一个识别产品创新机会的应用程序, 该应用程序通过挖掘世界各地的专利文档, 并在挖掘过程中导入了关联规则, 从而有效识别了潜在的产品创新机会。谭浩等人^[3]应用大数据网络爬虫构建用户画像。Christensen 等人^[4]使用文本挖掘和机器学习的方法探寻了基于社区在线的生活类产品的创意设计想法。

文本挖掘由文本检索、文本抽取、特征修剪以及文本聚类与分类所构成, 目前在产品创意开发过程中很少有研究运用感性工学的语义差异法 (Semantic Differential, 以下简称 SD 法) 对文本进行解释。因

此, 本研究使用网络爬虫工具去收集产品的在线评论, 并从中产生用户生成内容对语义进行描述, 挖掘潜在的用户需求。

1.2 数据驱动的设计

在传统的设计程序与方法中, 用户研究员会采用问卷调查或焦点小组访谈法去验证或收集用户的需求数据。然而, 这种方法费时费钱, 而且可使用数据规模很小。在信息技术快速发展的趋势下, 物联网为产品、系统和服务的应用提供了大量数据源。Kim 等人^[2]提出了一种面向机械配件概念设计的数据驱动决策树分类方法。从数据驱动的角度来说, 识别未来趋势可以快速迎合用户的偏好变化, 并且可辅助设计师精准地预测下一代产品的趋势和掌控设计方向。

在产品开发方面, 姚湘等人^[5]应用质量功能展开 (QFD) 探究了家用中医理疗产品的用户需求以及相关产品设计要素。Lang 等人^[6]将用户评论与 QFD 中的工程特点进行关联映射, 建立了用户需求与设计过程中的协同进化关系, 并开发了一种整合文本挖掘与 QFD 优势互补的设计研究框架, 并对其产品进行特征识别和情感分析, 帮助了设计师深层次地理解了用户需求的变化及其竞争优势。

随着互联网的普及, 大量研究开始聚焦于跨境电商领域。陈旭等人^[7]为用户驱动的产品设计选项提供了用户偏好模型。该模型考虑了电子商务中的产品属性、产品评级、类别评级、属性评级、产品规格和工程约束, 丰富了用户调研的工具。Chiu 等人^[8]基于网页爬虫工具, 通过聚类分析提出了一种产品设计方法, 该方法致力于快速分析用户偏好的产品功能和特征, 并在现有产品库中进行搜索与匹配用户偏好的设计元素, 但研究局限于产品模块之间的简单组合, 对创意设计的参考有限。

先前研究表明文本挖掘已经广泛地应用于分析用户在线评论, 然而, 目前很少有研究致力于将用户需求与产品快速响应设计相结合的设计方法开发。

1.3 设计自动化

设计自动化是知识工程领域中的一种方法, 用来获取设计过程中知识重用, 进而减少低价值工作的重复, 使设计师聚焦于更有价值的设计创意工作。设计自动化使设计方案的实时建模成为可能, 并提供了自动创建工程图以支持各种各样的产品开发活动。与传统 CAD 软件不同的是, 设计自动化使设计能够在特定的规则之下, 设计出自定义的产品。例如, 刘肖健等人^[9]提出了一种基因调控网络模型, 提高了设计过程的辅助效率, 刘宗明等人^[10]应用 Grasshopper 插件对灯具进行了参数化设计, 该方案可以利用基于参数特征的建模技术, 生成适合于不同用户群体偏好的造型。

综上所述, 设计自动化的目的就是设计师在重

复繁琐工作中,并且没有创造性价值的工作中脱离出来,从中节省的时间可以让设计师去展开具有创意价值的工作。与此同时,当前很少有研究将基于 python 的文本挖掘技术、感性工学、SolidWorks 的自动化生成技术进行整合,以此来应对用户需求的不确定性和模糊性。

2 设计方法

为了满足用户的需求并且提升设计效率,本研究使用结合了文本挖掘和KE的产品概念设计自动化的方法。首先,本研究团队分析了于电商网页的原始用户评论。第二,使用 python 编程语言作为文本挖掘工具去进行挖掘和分析。随后,将文本挖掘和KE的映射转换成18项设计元素。最终,基于数据驱动设计的结果,本研究获得了一个新的产品模型。方法的分析过程见图1,主要分为五个步骤:(1)基于 python 编程语言的网络爬虫文并进行文本预处理;(2)感性工学的文本分析;(3)创建API应用接口,采用VB对Solidworks进行进程外访问,利用基本win10的API意象参数(来源于数据爬虫)控制用户界面;(4)后台数据交互接口,开发API并将意象参数导入SolidWorks,而后创建各副构件元素;(5)设计自动化,以VB.NET为开发语言,结合SolidWorks的“标

注”与“搜索”命令,对各设计元素进行封装,最后基于 DriveWorksXpress 功能完成了公路自行车交互式创建模块。具体内容参考下文。

2.1 文本预处理

目前网络爬虫的工具有很多,鉴于 python 编程语言在可扩展性和可嵌入性方面具有较好的鲁棒性,本研究故选用这一工具开展文本挖掘工作。首先,确认目标产品,通过浏览大量的购物网站,收集有代表性的产品。热销的爆品一般会有成千上万的评论,反映了较好的可靠性。其中,文献[8]指出产品的用户评论数越多,其获取有效信息的成功率则越高,并指出评论数40是一个有效的阈值。此外,也有众多电商平台默认为当产品的用户评论数超过40以上,则被界定为热销商品。因此,如果一件产品的评论数大于40,那么这件产品就视为本研究的爬虫样本的候选对象。其次,关于相似产品的短评,讨论或是关于使用经验的描述都作为用户生成内容。为了使本挖掘的结果能反映用户评价的真实观点,本研究只焦于文本内容,未选取用户的姓名,日期。另外,通过对比多个国内外电商平台的用户评论数据的专业性和有效性,并确保研究方法的普适性,研究选取了国际亚马逊电商平台作为爬虫对象,见图2。

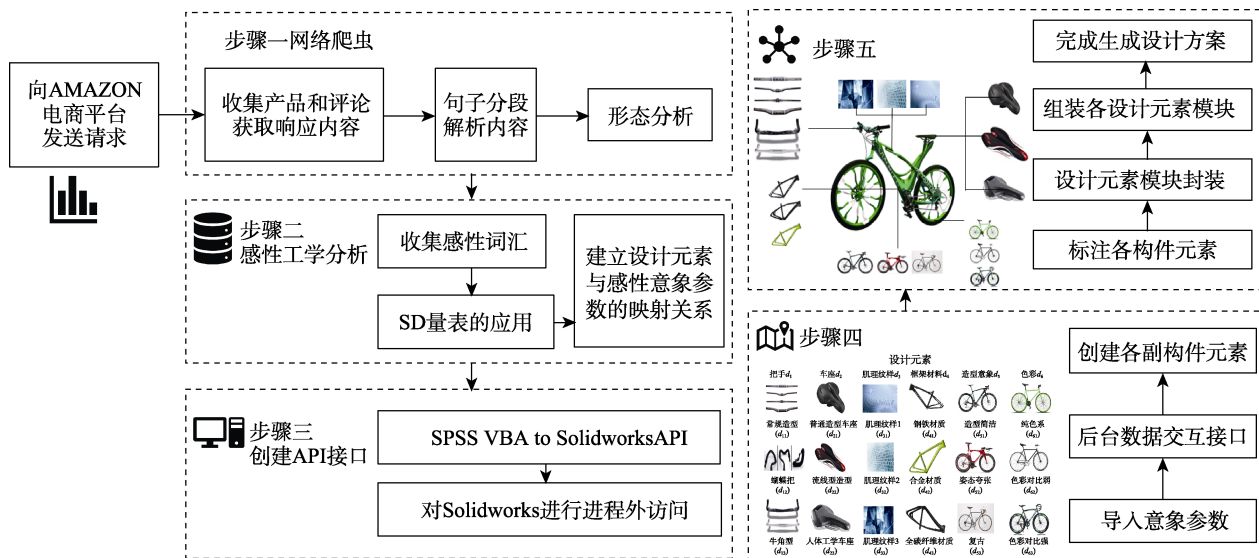


图1 研究步骤
Fig.1 Research steps

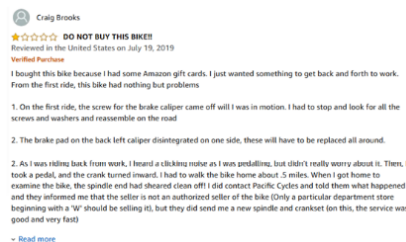
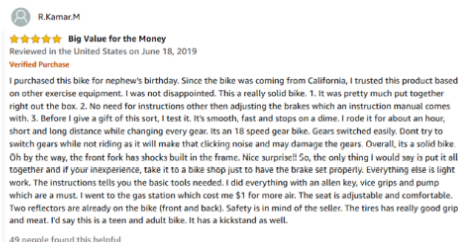
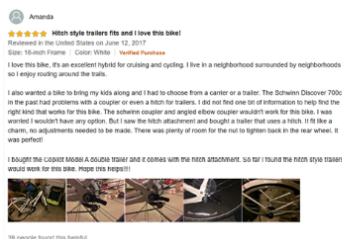


图2 亚马逊网站的用户评论
Fig.2 User comments of Amazon

第二，原始数据评估。在本研究中，通过 python 获取的原始数据都是针对具体产品的完整评论，这些原始数据中同时包含了积极和消极的评论，进而导致曲解评论的原意，则不可直接用文本挖掘工具分析。因此，还需把完整的评论转换成几个单词并作为输入信息，并进行词性标注。

第三，为了探索和生成新产品的所有可能方案，使用 Zwicky^[8]开发的形态学分析方法对产品设计元素进行分析，以对每个设计元素中的目标进行分类，并帮助设计师识别机会。为了扩大方案的可能性，研究基于能量物质信息（Energy（能量）、Material（材料）、Signal（视觉信号），以下简称 EMS）模型进行了形态分析，把研究目标分成了十八个设计元素，并分别做单独处理，最后组成一个完整的方案。

2.2 文本分析

本研究应用了文本分析方法，从产品评论中生成关键词，主要包含以下四个步骤。步骤一：将源数据转换成标准的 xlsx 格式。步骤二：利用自然语言处理库分析转换后的数据。本研究使用自然语言处理库去生成关键词，并对其进行词性分类。目前，常用的自然语言处理库包括 WordNet、SentiWordNet、HowNet 等，其中英文分词 NLTK®是学术研究中公常用的库之一，具有匹配准确的特点^[8]，因此本研究基于该库中提取高频词汇，并按照词条出现频次高低进行排序，剔除冗乱。步骤三：识别与合并同义词。本研究利用滑动窗口技术，对相同的词汇进行合并，从而避免了两个及两个以上的同义词被误认为不同的概念。例如，“极好的”和“完美”就需要处理成相同的概念。步骤四：设计元素-感性意象的映射模型搭建。接下来，每个生成的产品特征词都需要分派到不同的设计元素中，见表 1，构建设计元素-感性意象的映射模型，该模型将产品特征维度表、产品特征词典和感性意象词典三者结合在一起，从而实现了针对某一产品特征的用户需求组织与量化^[11]。

2.3 感性工学分析

2.3.1 SD 量表的应用

语义差异法（SD）是用来衡量概念和产品的语义或内涵的评分表^[8]。在本研究中，应用了视觉模拟评分法（Visual Analogue Scale，以下简称 VAS）量化了感性集的语义含义。数据分布为 score>0 判断为积极，score<0 判断为消极。研究构建了设计元素和语义评价的矩阵，见表 1。而后，基于矩阵的数据，应用量化理论类型 1（QM1）找出代表性的感性词与设计元素之间的关系。

2.3.2 数量化理论 1 类（QM1）

数量化理论 1 类（Quantification Method of Type 1，下文简称 QM1）^[8]，可以有效分地析出设计元素

表 1 设计元素和 SD 量表的矩阵
Tab.1 Matrix of design elements and SD scale

样本	设计元素（DE）				感性意象 SD 量表	
	d_1	d_2	d_3	d_4	关键词类别	关键词类别
第一	D_{1k}^1	D_{2k}^1	D_{3k}^1	D_{4k}^1	VAS 分值	VAS 分值
第二	D_{1k}^2	D_{2k}^2	D_{3k}^2	D_{4k}^2	VAS 分值	VAS 分值

注：每个样本产品的设计元素都基于形态学分析

与感性意象评价价值之间的是否存在线性关系，QM1 线性回归模型的步骤描述如下。

第一步是定义感性意象和设计元素关系的回归模型。QM1 是分类多元回归分析的一个变种，旨在确定几个分类独立参数对因变量的影响程度。虚拟变量被用于定义这些分类参数，在这里被称为了设计元素。

为后续确定系数（系数通常在回归分析中用 R^2 表示），首先计算多重相关系数，从而才能确定回归模型是否适合于后续的产品设计。如果 R^2 接近于 1，就意味着回归模型具备统计学意义上的解释力和预示力。相反，如果 R^2 接近于 0，就表示回归模型有着较低的解释能力和较低的预示能力。第二步是计算每个设计元素的相关系数。相关系数反映了设计元素和感性意象数据之间的关联度，R 系数越高则代表相关性越强。最后，在分类得分的基础上确定每个设计元素的分类，代表着每个设计元素是积极的亦或是消极的。一般情况下用户喜欢拥有高分类得分的产品。在接下来的流程中（自动化生成设计），这些分类会成为每个设计元素的默认分类的关键依据。因此，使用多元分类回归决定每个设计元素的解释程度，并有效预测代表用户需求的目的变量。根据预测模型，在积极类别得分的基础上决定设计元素的最佳分类组合。在此之后。将 QM1 分析数据用在接下来的概念设计自动化中，从而确保了设计结果的稳定输出。

2.4 概念设计自动化

在本研究中，研究团队开发了一个 API 去控制 Solidworks 模型生成。自动化生成设计有两个主要的阶段。

首先，根据原始规格在 SolidWorks 中的模型，研究参考了 watikke 自行车制作原型，增加了十八类设计元素作为副构建元素，并通过人力对各元素其进行调整，从而确保在 DriveWorksXpress 中能将十八类设计元素进行组装。第二步，搭建一个 API 去实现概念设计自动化。为了满足用户的需求，这个 API 要根据 QM1 的分析结果添加或调整原型的设计元素。例如，研究产品的原型由钢铁制成，但根据分析显示，全碳纤维或者合金材质更受用户欢迎。因此在接下来的模型中，材质就会由钢铁调整为全碳纤维材质。

3 案例研究

3.1 文本预处理的实践

本研究中的用户评论收集来自国际跨境电商亚马逊平台。在选择了目标网站后,本研究选择了公路自行车作为设计案例。在评论页中,本研究运用了 Python 编程语言^①去获取文本内容观点,用户姓名,数据,物品等级和产品图片。为确保评论的数量能够代表用户的主体,每个样品的最小评论量定为四十个评论,分别从三十款公路自行车的评论中筛选,最终获得的有效评论数为 3900 条。所有提取的评论都由 Python 编程语言^②关键词抽取结果以.xlsx 格式输出,以便进行后续的文本挖掘分析。

本研究收集了三十款不同的公路自行车的用户评论后,基于 Pahl 和 Beitz 于 1996 年提出的能量物质信息 (Energy (能量)、Material (材料)、Signal (视觉信号)、EMS) 模型,将设计元素分为六项十八类,其中 Energy (能量) 包含支撑人体质量的设计元素的把手、车座这两项; Material (材料) 模块包

含公路自行车的框架材料一项; Signal (视觉信号) 模块包含色彩、造型、肌理纹样这三项,见表 2。其次,像轮胎类型以及轮胎肌理纹样也应是设计师重点考虑的设计元素,但鉴于本次文本挖掘未能获取相关的数据,因此未对此元素进行设计。

3.2 感性工学分析

使用三个步骤去执行感性工程:收集感性词汇,使用 SD 量表,建立分类多元回归模型。

首先,研究团队的通过反复阅读通过爬虫获取的数据,以及基于 python 输出的文本挖掘结果,本研究基于自然语言处理库 NLTK^③选择了十三个经常出现在用户评论中高频出现的形容词,以此来描述用户对于产品的感性意象。为支撑设计结果的有效性,本研究的感性意象形容词被分成了四个语义集:美观、可用性、品质、安全性。设计元素和 SD 量表数据的矩阵见表 3。

第二,使用 VAS 来计算四个集的感性意象 SD 量表,数据分布为 score>0 判断为积极, score<0 判断为消极。QM1 结果见表 4,显示出了 QM1 回归模型中设计元素与用户感性意象的关联数据。

表 2 公路自行车的形态学分析
Tab.2 Morphological analysis of road bicycle

设计元素					
把手 d_1	车座 d_2	肌理纹样 d_3	框架材料 d_4	造型 d_5	色彩 d_6
 常规造型 (d_{11})	 普通造型车座 (d_{21})	 肌理纹样 1 (d_{31})	 钢铁材质 (d_{41})	 造型简洁 (d_{51})	 纯色系 (d_{61})
 蝴蝶把 (d_{12})	 流线型造型 (d_{22})	 肌理纹样 2 (d_{32})	 合金材质 (d_{42})	 姿态夸张 (d_{52})	 色彩对比弱 (d_{62})
 牛角型 (d_{13})	 人体工学车座 (d_{23})	 肌理纹样 3 (d_{33})	 全碳纤维材质 (d_{43})	 复古 (d_{53})	 色彩对比强 (d_{63})

表 3 设计元素和 SD 量表数据的矩阵
Tab.3 Matrix of design elements and SD scale data

样本	设计元素						感性意象 SD 量表			
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	美观	可用性	品质	安全性
No.1	2	1	1	1	1	1	0.932	0.911	0.921	0.937
No.2	1	1	1	1	1	2	0.891	0.671	0.715	0.374
No.3	1	1	4	2	2	2	0.874	0.655	0.651	0.321
No.4	1	2	4	2	2	2	0.889	0.579	0.659	0.717
No.5	1	1	3	2	1	2	0.937	0.897	0.811	0.713
No.6	1	1	3	2	2	1	0.889	0.659	0.600	0.769
No.7	1	1	2	2	2	2	0.898	0.823	0.600	0.754
No.8	1	1	2	2	2	2	0.877	0.682	0.521	0.756

续表 3

样本	设计元素						感性意象 SD 量表			
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	美观	可用性	品质	安全性
No.9	2	1	1	1	1	2	0.728	0.910	0.900	0.453
No.10	1	2	2	2	2	2	0.900	0.600	0.809	0.399
No.11	1	1	4	2	2	2	0.857	0.716	0.712	0.693
No.12	2	1	4	2	2	2	0.937	0.445	0.821	0.819
No.13	2	2	1	1	2	1	0.964	0.977	0.866	0.576
No.14	3	2	1	1	2	2	0.883	0.698	0.655	0.589
No.15	2	2	1	1	1	1	0.894	0.698	0.498	0.800
No.16	1	1	1	2	1	2	0.812	0.432	0.807	0.391
No.17	1	2	5	2	2	1	0.823	0.822	0.812	0.755
No.18	1	1	2	1	2	1	0.823	0.556	0.523	0.664
No.19	1	1	4	2	2	2	0.825	0.919	0.522	0.410
No.20	1	1	2	2	2	2	0.837	0.610	0.677	0.895
No.21	2	1	1	1	2	1	0.822	0.513	0.311	0.000
No.22	2	1	4	2	2	2	0.932	0.615	0.794	0.740
No.23	2	2	1	2	2	2	0.866	0.798	0.797	0.797
No.24	1	1	4	2	2	2	0.887	0.855	0.765	0.917
No.25	1	1	5	2	2	1	0.908	0.497	0.724	0.333
No.26	1	1	3	2	2	2	0.814	0.367	0.767	0.850
No. 27	1	1	5	2	2	2	0.875	0.000	1.000	0.980
No.28	1	2	4	2	1	1	0.850	0.900	0.600	0.920
No.29	1	1	1	1	2	2	0.957	0.663	0.420	0.522
No.30	1	1	1	1	2	2	0.811	0.601	0.902	0.990

表 4 QM1 结果
Tab.4 Result of QM1

设计元素	偏相关系数	排名	类别	类别得分	范围
把手	0.252	5	常规造型	0.0359	0.0349
			蝴蝶把造型	0.0179	
			牛角型造型	-0.0158	
车座	0.559	2	流线型造型	-0.0039	0.0558
			人体工学造型	0.0121	
肌理纹样	0.479	3	肌理纹样 1	-0.0312	0.0549
			肌理纹样 2	0.0328	
			肌理纹样 3	0.0231	
车架造型	0.759	1	简洁	0.0441	0.5671
			夸张	0.0170	
			复古	-0.0323	
车架材质	0.388	4	钢铁	-0.0125	0.0375
			合金	0.0121	
			全碳纤维	0.0290	
色彩	0.129	6	纯色系	0.0012	0.0119
			色彩对比弱	0.0027	
			色彩对比强	0.0018	

注： $a_0=0.779$ ；多重相关系数（MCC）=0.7813； $R^2=MCC^2=0.6000$

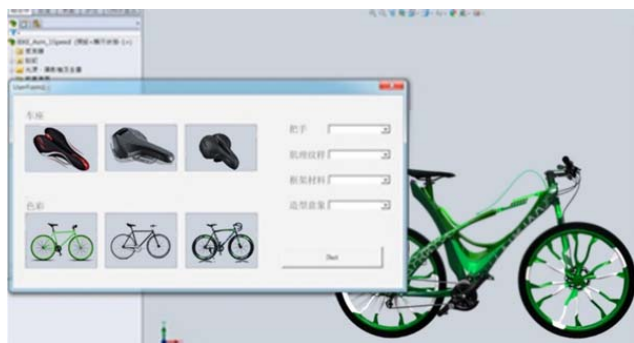


图3 设计自动化API的接口界面
Fig.3 Design of automatic API interface

表4显示“车架造型”和“车座”、“肌理纹样”的数值比其他设计元素的高。这就意味着这三个设计元素对于产品的整体印象来说很重要。因此,设计者应在聚焦于这些设计元素,进而满足用户的需求。在后续研究中,还应通过细化造型和色彩类别提取关键评价。

根据QM1回归模型推测的三十种公路自行车的感性评分得知,一辆拥有常规造型的把手、人体工学造型的车座、参数化风格的肌理纹样、碳纤维车架、简洁造型是最为理想的设计。

3.3 概念设计自动化

研究使用Microsoft Visual Studio®的VBA编程语言开发API应用接口,将感性意象参数导入,并通过该API,把车座,把手和肌理纹样结合而成三维模型。

API可以使用不同的设计元素生成新型产品的概念设计自动化。设计自动化API的接口界面见图3,包括把手、车座、框架材质、色彩和造型的选择。通过使用API,设计师可以选择不同的设计元素来匹配KE的结果并快速对自行车的造型进行修改。

根据QM1的分析结果,研究团队从十八类设计元素中选取了类别得分最高的六个元素进行组合,常规造型的把手0.0359、人体工学造型的车座0.0121、参数化风格的肌理纹样0.0328、碳纤维车架0.0290、简洁造型0.0441是符合用户需求的组合,随后将预先建好的模型进行了自动组装,结果见图4,它展示了自动生成的自行车造型,拥有符合KE要求的相关设计元素以及不同元素整合的设计效果。

4 方法的有效性验证

为了验证方法的可行性,本研究选取了六十位工业设计师对研究方法进行定量与定性的评价分析,并对其划分了三组,每组二十人。第一组为初级的工业设计师,平均年龄 27 ± 1.2 ,平均从业时间1~5年,第二组为中级工业设计师,平均年龄 31 ± 2.6 ,平均从业年龄5~10年,第三组为资深工业设计师,平均年龄 38 ± 3.1 ,平均从业年龄十年以上,研究团队对六十位被试进行了联络并告知本次实验目的与内容。评价由三部分构成。

第一部分进行对照试验,主要针对研究方法输出的结果进行有效性评价,首先向被试展示waticke自行车原型,随后展示基于本研究的方法所生成的优化

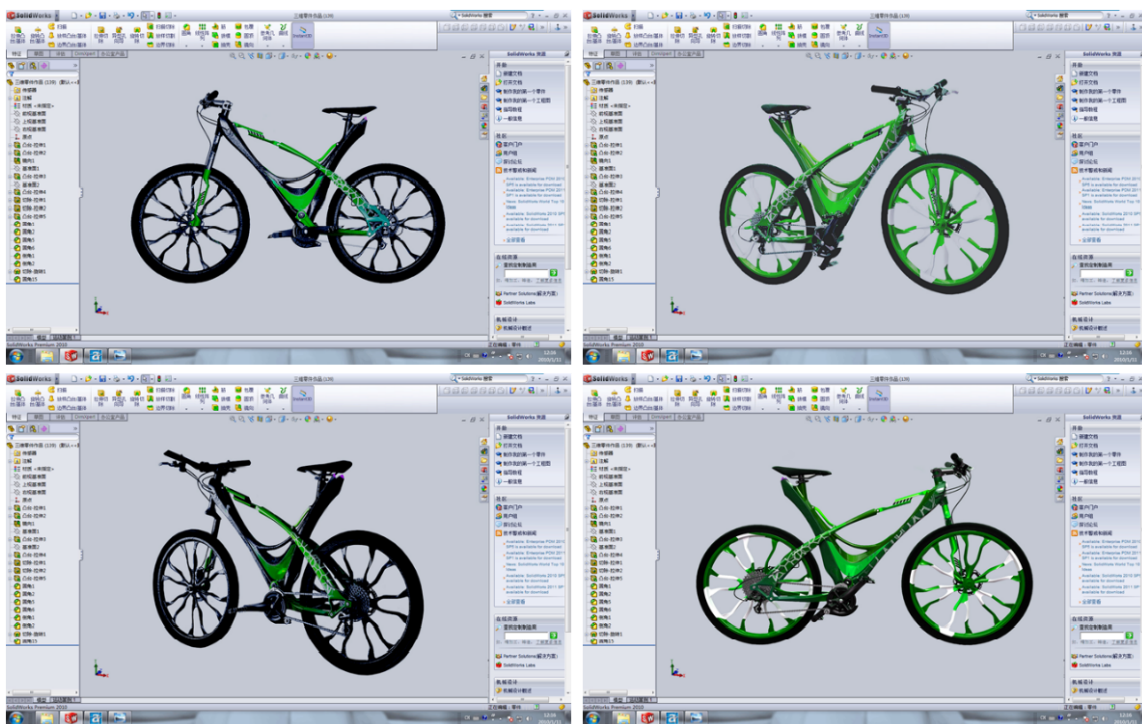


图4 设计效果的展示
Fig.4 Display of design effect

表 5 评价因子的数据分析
Tab.5 Data analysis of evaluation factors

评价因子	用户分组		
	初级组-01	中级组-02	资深组-03
创新度	75	75	50
生态兼容性	100	100	100
使用价值	100	75	75
实用性	75	75	75
人体工学	100	100	100
审美诉求	50	75	50
感性诉求	100	75	75
差异化	75	50	50
实现可能性	100	100	100

设计方案，以表德国汉诺威工业设计大奖的评审为依据，确定“概念设计自动化”的九项评价原则，包括两项创新与品质的评价因子：“创新度”以及“生态兼容性”；三项功能层面评价因子：“使用价值”、“实用性”和“人体工学”，两项美学层面评价因子：“审美诉求”、“感性诉求”，两项战略层面评价因子：“差异化”、“实现可能性”。问卷具体内容围绕这九项评价因子，题目选项按照“五阶段评价法”设置。请被试根据主观感受以“0、25、50、75 和 100”对设计方案的达成度进行打分，其中 0 分表示“无法接受”，100 分表示“非常满意”，并附带评价理由。

第二部分为“缺点列举”（Disadvantage Listing Approach），主要针对研究方法进行评价，请被试就以下问题作答：（1）您认为该设计设计方法能否提高设计效率？（2）您觉得该设计方法输出的方案是否可行？此部分在结语中进行说明。

第三部分为“希望点列举”（Wish Listing Approach），请被试提出个人对设计方法的期待。具体内容主要包括描述现有设计方法和结果的优点、提出可供借鉴的其他学科领域的设计方法等内容。此部分在结语中的研究局限性方面进行说明。

调查阶段共分为四个步骤：（1）向被试详细解说本次调查的目的、内容、步骤和所需时间；（2）提供设计方法、设计方案，请被试填写调查问卷；（3）请被试回答“缺点列举”相关问题（4）请被试列举出对未来设计方法的期待。

第一部分的问卷调查用于掌握设计方案的有效性。第二部分（缺点列举）和第三部分（希望点列举）则主要用于设计方法的再研究方向。

计算问卷调查后每组二十位用户对每项评价因子打分的平均值，见表 5。结果表明全体被试对于“生态兼容性”、“实现可能性”以及“人体工学”三项评价因子均给出了“非常满意”的评价（平均分为 96.8、95.1 和 98.8，计为 100）；分别有两个用户组在

“审美诉求”、“差异化”方面评价为“一般”（平均分为 51.1、56.3 和 48.8，计为 50）。在三组用户评价的差异性方面，初级组对“使用价值”、“感性诉求”评价较高（平均分为 96.9，计为 100），其余则未发现显著性差异。以上结果表明，研究提出的“概念设计自动化”方法具有一定的现实指导意义。

5 结语

研究基于文本挖掘技术，首先建立了一种快速描述用户需求与感性意象的映射关系，随后通过数量化理论 1 类(QM1)对产品中的众多设计要素进行分类，并识别其参数类型与感性意象集团，最后在 Solid-Works 完成优化方案，可作为快速响应设计的一种供设计师制订优化搜索策略，为企业研发提供高效的设计研究方法。在以往的用户研究中，用户研究员常常应用传统问卷来获取用户需求，效率和样本量受到了时间成本的限制。本研究探索了基于文本挖掘技术的用户需求获取，可以实时查证用户在购买产品后真实的使用体验，结论的可靠性优于传统调研方式。但是该方法也存在一定的局限性，首先，目前的概念设计自动化仅支持既定规则范围内的增量设计，重视以功能为主的工程设计，无法进行激进式的设计创造，在造型美观、可持续、个性化需求等精神属性方面的有效性仍是未来的研究重点。因此，本研究的设计结果仅能提供高性价比的优化策略和判断用户需求趋势的事实依据，无法快速地为用户提供颠覆性的体验设计。第二，设计科学研究包括：同理心、移情、问题识别和动机、形成概念、制作原型、评价和测试的迭代程序。其中，概念设计自动化缺乏高价值用户的参与式设计，仍需要人工补足这一设计环节。第三，本研究将公路自行车的设计元素分成了 18 个类别，轮毂、把手材质、变速器、水杯配件、交互智能硬件等设计元素需要在将来研究中考考虑进去，把体验作为设计对象。第四，鉴于文本挖掘技术的局限性，使得该设计方法难以用来进行细分市场或小众用户群体的需求提取。因此，将来的研究应从多种消费者报告、社交媒体等来平台获取用户需求。

参考文献：

[1] Jorge Alcaide-Marsal. A 3D Shape Generative Method for Aesthetic Product Design[J]. Design Studies, 2020, 66: 144-176.

[2] Kim Schouten, Flavius Frasinca, Rommert Dekker. Heracles: a Framework for Developing and Evaluating Text Mining Algorithms[J]. Expert Systems with Applications, 2019, 127(1): 68-84.

（下转第 142 页）