

基于情境—需求本体的客户定制需求挖掘

赵小惠, 周爱琴, 石杨斌, 卫艳芳, 王凯峰

(西安工程大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 实现客户定制需求精准全面的自动获取。**方法** 以人机系统设计理论为基础, 构建考虑客户情境信息的情境—需求本体模型并运用 Apriori 算法挖掘两者之间的映射规则。**结论** 由客户情境信息映射到客户定制需求信息的关联规则, 可以实现根据客户情境信息推导出对应的定制需求信息。运用情境—需求本体模型和关联规则挖掘算法可以实现由客户情境信息自动获取规范化的客户定制需求信息, 更符合人机系统设计理论。

关键词: 客户定制; 人机系统; 情境—需求本体模型; 需求挖掘; Apriori 算法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)04-0090-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.011

Customized Demand Mining Based on Situation-Demand Ontology

ZHAO Xiao-hui, ZHOU Ai-qin, SHI Yang-bin, WEI Yan-fang, WANG Kai-feng

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The work aims to achieve accurate and comprehensive automatic acquisition of customer customization requirements. Based on the theory of man-machine system design, a situation-demand ontology model that took into account customer context information was constructed and the Apriori algorithm was used to mine the mapping rules between them. An association rule is derived from the mapping of customer context information to customized customer demand information, which can be used to derive corresponding customized demand information based on customer situation information. The application of situation-demand ontology model and association rule mining algorithm can automatically obtain standardized customized customer demand information from customer situation information, and the acquired customized demand information is more in line with the theory of man-machine system design.

KEY WORDS: customer customization; man-machine system; situation-demand ontology model; demand mining; Apriori algorithm

经济实力和生活品质的提升使得人们的消费观念发生了巨大的变化, 产品设计也随着人们日益攀升的个性化需求逐渐从大规模量产式转向客户个性化定制式。在竞争激烈的定制市场中, 精准、全面获取客户定制需求是企业抢占市场、赢得客户群的前提。

目前客户定制需求获取的研究有三类: (1) 基于需求或零部件间关联规则挖掘多层次定制需求; 王阳^[1]构建客户定制需求的约束强度矩阵和动态关联约束网络; 盛步云^[2]构建配置需求符合度, 获取客户需求与产品模块之间的关系; 杨沁等人^[3]以产品需求

表达结点之间的规则约束和多 Agent 之间的协商机制, 构建以客户为中心的个性化产品需求表达模型; Wei Wei 等人^[4]基于事物特性表和产品配置规则提出客户需求建模优化方法; (2) 是基于语义结构和广义客户定制需求获取客户定制需求。谢建中等人^[5]提出针对产品全生命周期的客户需求分析方法; Li Jinfeng 等人^[6]提出基于社交媒体的质量屋模型获取用户需求; Xiao Zheng 等人^[7]提出基于定量标准化的分类分析法, 将客户需求信息转换为与产品配置相关的可量化值; Wang Zengqiang 等人^[8]提出客户需求多层次分

收稿日期: 2020-10-11

基金项目: 陕西省教育厅专项科研计划项目 (18JK0324); 陕西省社会科学界联合会项目 (20ZD195-95)

作者简介: 赵小惠 (1970—), 女, 陕西人, 博士, 西安工程大学教授, 主要研究方向为工业工程、人因工程。

类树与概念模型相结合的方法实现客户需求的分类收集；陈李云等人^[9]针对不完备的客户动态需求，提出可实时引导客户需求信息的智能引导机制；（3）基于本体理论研究客户定制产品需求获取。Wang Cheng 等人^[10]构建多维度用户需求本体模型，挖掘用户多层次需求；Wang Lei 等人^[11]提出基于本体学习的再制造服务需求自动获取方法；Mark Lemke 等人^[12]运用本体理论对商用飞机进行建模。目前针对客户需求描述模糊、片面、不规范等问题仅从使用层很难解决，本文综合考虑所有影响个体行为变化的各种物理或心理刺激因素的组合，即包含人物、行为、环境三个基本要素及其相关信息的情境因素，构建情境—需求本体模型梳理规范化的定制产品情境属性和需求属性的关系网络，通过 Apriori 算法挖掘两者之间的映射规则，从而实现客户在指定情境中多方面需求的自动获取。

1 客户情境—需求本体模型构建

为达到某种目标，人、产品和两者共处的环境之间会产生一系列的交互活动，且三者构成一个完整的系统，缺一不可。故在研究客户定制需求获取时，必须考虑具体用户（人）在特定环境中对产品产生的定制需求，引入能够描述客户情境属性和需求属性关系的情境—需求本体模型促进客户定制需求的全面挖掘。

1.1 情境—需求本体模型

情境—需求本体模型由客户情境本体信息库和需求本体信息库组成。其中，情境本体信息库^[13]（Situation Ontology Information base, 简称 SOI），包含情境目标和三类情境要素，每一类包含各自的子类且都具备各自的属性、相互关系和具体实例，本文结合本体描述语言中应用较广泛的 OWL 语言将情境本体信息库表达为一个四元集合 $SOI=\{SC, SA, SR, SI\}$ ，其中，SC（Situation Conceptual, 概念实体）指客户情境信息的类别，SA（Situation Attribute, 概念实体属性集）可以是字符型、数值型、区间型和模糊型等，SR（Situation Relationship, 各概念之间的互逆关系集）包括继承关系、复合关系、实例关系以及属性关系，SI（Situation Instance）指情境本体信息库的各类实例^[14]；需求本体信息库（Demand Ontology Information base, 下文简称 DOI），指用本体语言描述的客户需求信息，通过实例化概念实体，添加概念实体的属性及实体间的关联关系而建立的具有复杂语义的关系网络^[13]。在定制环境下，产品单纯的功能特性已不能满足客户多样化的需求，人在特定时间、环境及实践中会产生不同的定制需求，故需求本体信息库以“客户”为中心，分别从技术、交互和情感三个方面描述客户定制需求^[15]，其四元集合形式为 $DOI=\{DC, DA, DR, DI\}$ ，其中，DC（Demand Conceptual,

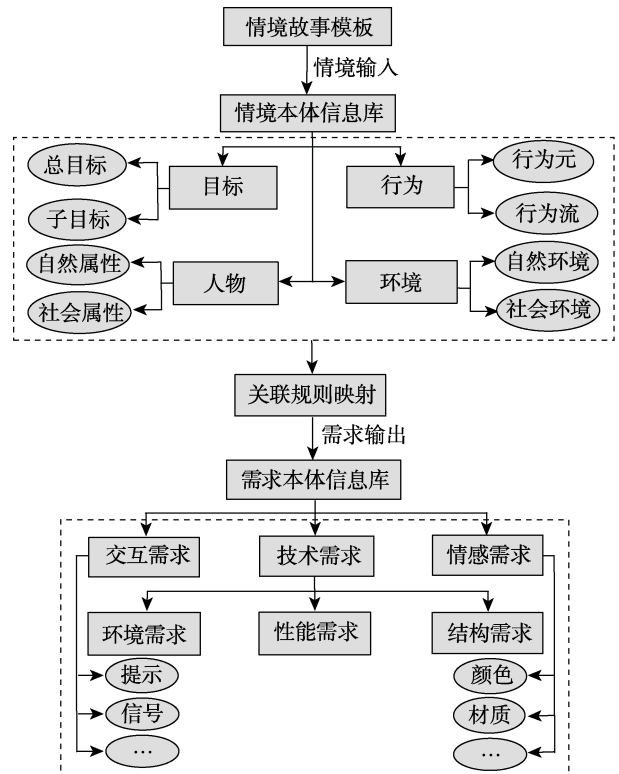


图 1 情境—需求本体模型

Fig.1 Situation-demand ontology model diagram

需求实体）指客户需求的类别，包含用户对定制产品的技术、交互和情感需求，DA（Demand Attribute, 需求实体属性集）可以是字符型、数值型、区间型和模糊型等，DR（Demand Relationship, 各概念之间的互逆关系集）包含继承、复合、实例以及属性关系，DI（Demand Instance）指需求本体信息库的各类实例。

1.2 构建情境—需求本体模型

情境—需求本体模型的构建以客户情境信息为基础，为获取客户情境信息引入情境故事模板（一种引导客户输入相关情境来表达定制化需求的规范化工具），情境故事模板包含与客户相关的各种属性信息、约束和处理规则，具有可更新、可重用等特点。通过情境输入，引导客户表达自身的情境背景，而需求输出即可获得规范化的客户需求，不同层级的情境故事模板对应不同类型的客户。

结合情境—需求本体模型的概念及要素组成构建定制产品客户情境—需求本体模型，见图 1。

2 基于 Apriori 算法的情境—需求本体关联规则挖掘

2.1 关联规则挖掘的原则

基于不同背景的客户对定制产品的需求关注点和定制程度不同，同类客户定制需求有相似性提出，在挖掘关联规则构建事务集时先将客户聚类，然后

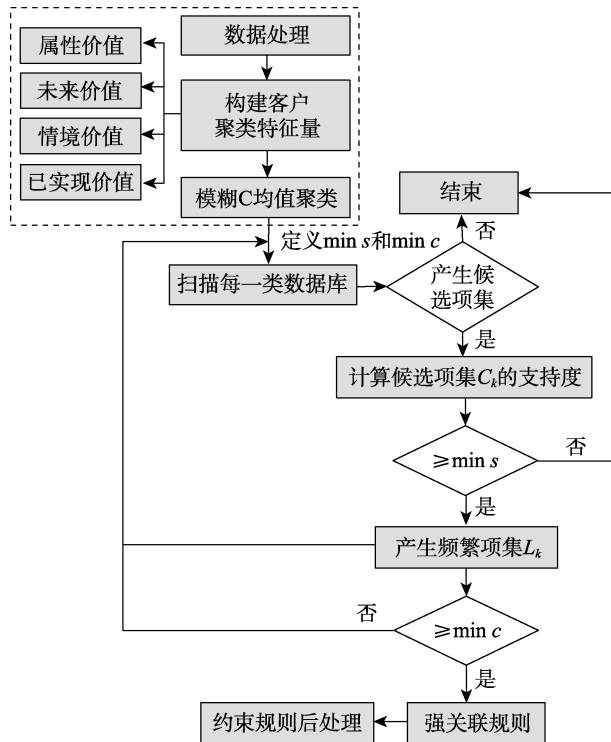


图2 定制产品客户情境—需求本体间关联规则挖掘流程
Fig.2 Flow chart of mining association rules between customer scenarios and demand situation for custom products

将同一类客户群的交易数据看成一个数据库,由此得到总数相对较少且各事务之间具有强相似性的事务集。此外,传统 Apriori 算法因事务集数据量较大在多次迭代后会产生大量冗余和无意义候选集,导致结果准确性不高^[16]。因此,在挖掘情境—需求本体间关联规则时,需要依据定制化产品客户的情境信息和需求本体间映射规则的类别和关系而形成一定的约束规则^[17],在多条规则发生冲突时,客户偏好规则>优化选择规则>过滤性规则,便于后续筛选处理,从而使挖掘出的关联规则更符合实际。

2.2 关联规则挖掘步骤

定制产品客户情境—需求本体间关联规则挖掘的流程见图2,包括客户聚类和规则挖掘两步。

1) 客户聚类。由于客户类别会受自身人口统计学因素、行为属性和价值属性等的影响,因此在构建客户聚类特征量时需考虑客户的属性价值 V_a (指由人物的自然和社会属性所决定的价值,如年龄)、未来价值 V_f (指由人物的自身偏好和条件所决定的未来贡献度,如乘性)、情境价值 V_s (指由产品使用的相关情境所决定的价值,如目的)和已实现价值 V_r ^[18] (指为企业已创造的价值及对企业产品或服务的认可度,如购买某商品的频度),因研究问题的不同评价特征量的子指标和不同指标之间的量纲和权重也不同,因此聚类前要对原始交易信息做如下处理。

首先,通过式(1)和(2)对量化后的数据实现变量

间数量级的压缩和各子指标的标准化。

$$x'_{ik} = \lg x_{ik} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n; k = 1, 2, 3, 4, 5) \quad (1)$$

$$r_i = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \quad (2)$$

式中: $r_{\max}$ 和 $r_{\min}$ 为指标 i 所有数据中对应的最大值和最小值^[19]。

然后,由式(3)—(6)确定各特征量的值:

$$V_a = \sum_{i=1}^n \omega_{ai} a_i \quad (3)$$

$$V_f = \sum_{i=1}^n \omega_{fi} f_i \quad (4)$$

$$V_s = \sum_{i=1}^n \omega_{si} s_i \quad (5)$$

$$V_r = \sum_{i=1}^n \omega_{ri} r_i \quad (6)$$

式中: i 指每个特征量中子评价指标的个数;

ω_{ai} , ω_{fi} , ω_{si} , ω_{ri} 分别指各特征量中指标 i 对应的权重; a_i , f_i , s_i , r_i 分别是指标 i 的值。由于不同特征量对定制产品客户聚类的影响程度不同,因此对属性价值、未来价值、情境价值和已实现价值也赋予相应的权重 ω_a , ω_f , ω_s , ω_r , 文中权重值均可通过层次分析法计算得出。

最后运用模糊 C 均值法聚类: 设 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_l\}$ 是待聚类的全体客户集合, 数据 x_l ($1 \leq l \leq m$) 由 m 个特征量组成, 记作 $x_l = \{x_{l1}, x_{l2}, \dots, x_{lm}\}$, x_{lm} 是客户 l 的第 m 个特征量的值。记聚类数为 c , 则隶属度矩阵 $U = (u_{ij})$, 其中 u_{ij} 表示第 j 个客户属于 i 类客户的概率, 且每个客户对所有类的隶属度值的和为 1, 由模糊 C 均值聚类算法的流程^[20], 求出在隶属度矩阵 U 中隶属度值最大的那一类即为该客户的所属类别。

2) 关联规则挖掘。首先设 $I = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 为项集, $D = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 为情境—需求集, 其中 $T_v \subseteq I$ ($1 \leq v \leq n$) 为情境—需求实例, 关联规则的表达式为 $p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_l \wedge \dots \wedge p_N \Rightarrow q_1 \wedge q_2 \wedge \dots \wedge q_k \wedge q_{k+1} \wedge q_{k+2} \wedge \dots \wedge q_M$ [$Sup = s\%; Con = c\%$], $p_l, q_k \in I$ ($1 \leq l \leq N, 1 \leq k \leq M$) 且 $\{p_1, \dots, p_N\} \cap \{q_1, \dots, q_M\} = \varnothing$ 。用 X, Y 表示项集 I 中的元素, 则关联规则 $X \rightarrow Y$ 的支持度 s 和置信度 c 分别如式(7)和(8)表示,

$$s = Support(X \rightarrow Y) = P(XY) = \frac{Num(X \cup Y)}{D} \quad (7)$$

$$c = Confidence(X \rightarrow Y) = \frac{P(XY)}{P(X)} = \frac{Num(X \cup Y)}{X} \quad (8)$$

式中: $Num(X \cup Y)$ 指数据库中项集 X 和 Y 同时出现的次数。

然后通过扫描事务数据库利用多次迭代的方法逐层搜索获取频繁项集, 并根据预先设定的最小支持度和置信度, 由 L_k 执行连接和剪枝操作, 产生候选

$(k+1)$ 项集 C_{k+1} 和频繁 $(k+1)$ 项集 L_{k+1} , 直到 $L_{k+1} = \varnothing$, 算法结束^[21]。

最后, 对支持度和置信度均满足的频繁项集做约束规则的后处理, 过滤并剔除冗余和无意义规则, 组合相似规则, 并结合规则的优先次序进而形成定制产品情境—需求域的映射规则。

3 案例分析

3.1 二轮摩托车的情境—需求本体模型

以情境故事模板中所反映的客户情境信息和参考文献^[22]中对客户情境信息的量化方法以及雅马哈品牌对现有数据库中客户交易数据的分析总结(销量、客户属性信息与购车信息的关系、发动机型号)和专家建议对随机抽取的雅马哈旗下某一年的 30 位客户交易数据进行量化处理, 得到 30 位客户情境—

需求信息量化表, 见表 1。

3.2 基于 Apriori 算法挖掘二轮摩托车情境—需求本体的关联规则

1) 客户聚类。首先, 运用 AHP 法计算各特征量和各子评价指标的权重, 属性价值 ($\omega_a = 0.10$): 年龄 ($\omega_{a1} = 0.3$)、性别 ($\omega_{a2} = 0.15$)、学历 ($\omega_{a3} = 0.3$)、身份 ($\omega_{a4} = 0.2$)、婚姻 ($\omega_{a5} = 0.15$); 未来价值 ($\omega_f = 0.29$): 偏好 ($\omega_{f1} = 0.33$)、爱好 ($\omega_{f2} = 0.33$)、收入 ($\omega_{f3} = 0.34$); 情境价值 ($\omega_s = 0.56$): 目的 ($\omega_{s1} = 0.45$)、路况 ($\omega_{s2} = 0.55$); 已实现价值 ($\omega_r = 0.05$): 近似度 ($\omega_{r1} = 0.73$)、频度 ($\omega_{r2} = 0.19$)、购买量 ($\omega_{r3} = 0.08$)。

然后, 在量化后的客户交易数据基础上结合式(1)–(6)和各指标的权重值可计算得出 30 位交易客户的特征量表的值, 见表 2。

表 1 客户情境—需求信息量化表
Tab.1 Customer situation-demand information quantification

客户 编号	年龄	性别	学历	收入	身份	婚姻	秉性	兴趣 爱好	目的	路况	耗油量	排气量	最高 车速	颜色	额定载 客人数	价格	车型
1	O2	S1	E3	I4	J2	M1	N3	H3	G2	L2	OC4	DP4	V4	CL3	RP0	P4	MT2
2	O1	S1	E1	I2	J2	M2	N2	H1	G4	L4	OC2	DP3	V2	CL1	RP1	P3	MT2
3	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N1	H1	G1	L1	OC2	DP1	V1	CL1	RP1	P1	MT1
4	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N2	H1	G4	L1	OC2	DP3	V3	CL1	RP1	P2	MT2
5	O2	S1	E2	I2	J2	M1	N2	H1	G3	L1	OC1	DP2	V2	CL1	RP1	P1	MT1
6	O1	S1	E3	I2	J2	M2	N2	H2	G4	L1	OC2	DP2	V2	CL2	RP1	P2	MT2
7	O3	S1	E3	I3	J2	M1	N2	H4	G4	L1	OC1	DP2	V1	CL1	RP1	P1	MT6
8	O2	S1	E3	I3	J2	M1	N2	H1	G4	L1	OC1	DP2	V2	CL1	RP1	P1	MT2
9	O2	S2	E4	I3	J2	M1	N3	H3	G4	L4	OC2	DP3	V1	CL2	RP1	P3	MT2
10	O2	S1	E2	I2	J2	M2	N2	H1	G5	L1	OC3	DP3	V2	CL1	RP1	P3	MT1
11	O1	S1	E3	I2	J2	M2	N2	H3	G4	L2	OC3	DP4	V2	CL3	RP0	P3	MT3
12	O3	S1	E2	I3	J2	M1	N1	H4	G3	L1	OC2	DP2	V2	CL1	RP1	P1	MT1
13	O1	S1	E1	I1	J1	M2	N3	H6	G2	L1	OC4	DP4	V4	CL2	RP0	P4	MT4
14	O2	S1	E4	I4	J2	M1	N2	H1	G4	L4	OC2	DP3	V2	CL1	RP1	P2	MT2
15	O3	S1	E3	I3	J2	M1	N2	H6	G1	L1	OC1	DP2	V2	CL1	RP1	P3	MT5
16	O1	S2	E1	I1	J1	M2	N3	H2	G5	L1	OC2	DP3	V3	CL3	RP1	P3	MT1
17	O3	S1	E4	I4	J3	M1	N3	H1	G4	L4	OC2	DP3	V2	CL1	RP1	P3	MT6
18	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N1	H1	G1	L1	OC1	DP1	V1	CL1	RP1	P1	MT1
19	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N1	H4	G1	L1	OC1	DP1	V1	CL1	RP1	P2	MT5
20	O1	S1	E1	I1	J1	M2	N2	H4	G4	L4	OC4	DP3	V2	CL2	RP0	P4	MT4
21	O1	S1	E2	I2	J2	M1	N1	H6	G1	L1	OC1	DP1	V1	CL2	RP1	P3	MT1
22	O2	S1	E3	I2	J2	M1	N1	H1	G1	L1	OC1	DP1	V1	CL1	RP1	P2	MT5
23	O2	S1	E3	I3	J2	M1	N2	H1	G1	L1	OC1	DP2	V1	CL1	RP1	P3	MT1
24	O2	S1	E4	I3	J2	M2	N2	H1	G4	L2	OC3	DP3	V2	CL1	RP0	P2	MT3
25	O3	S1	E3	I4	J2	M1	N2	H1	G4	L1	OC1	DP2	V1	CL1	RP1	P1	MT6
26	O2	S1	E3	I4	J2	M1	N3	H3	G2	L2	OC5	DP5	V4	CL1	RP0	P4	MT3
27	O2	S1	E3	I3	J2	M2	N2	H6	G5	L1	OC2	DP3	V2	CL2	RP1	P2	MT1
28	O2	S1	E1	I2	J2	M2	N2	H6	G5	L1	OC1	DP1	V1	CL2	RP1	P3	MT1
29	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N2	H1	G1	L1	OC1	DP2	V1	CL2	RP1	P2	MT5
30	O2	S1	E3	I2	J2	M2	N2	H6	G1	L1	OC1	DP2	V1	CL2	RP1	P3	MT5

表 2 30 位交易客户的特征量值表
Tab.2 Characteristic values of 30 trading customers

客户名称	属性价值	未来价值	情境价值	已实现价值	客户名称	属性价值	未来价值	情境价值	已实现价值
1	0.02	0.15	0.17	0.02	16	0.01	0.11	0.18	0.01
2	0.01	0.06	0.34	0.01	17	0.04	0.11	0.34	0.01
3	0.03	0.03	0.00	0.04	18	0.03	0.03	0.00	0.01
4	0.03	0.06	0.15	0.02	19	0.03	0.09	0.00	0.03
5	0.02	0.06	0.12	0.03	20	0.00	0.08	0.34	0.01
6	0.02	0.13	0.15	0.03	21	0.01	0.06	0.00	0.02
7	0.03	0.13	0.15	0.03	22	0.02	0.03	0.00	0.02
8	0.02	0.08	0.15	0.02	23	0.02	0.08	0.00	0.01
9	0.03	0.14	0.34	0.01	24	0.03	0.08	0.24	0.02
10	0.03	0.06	0.18	0.02	25	0.03	0.10	0.15	0.03
11	0.02	0.10	0.24	0.01	26	0.02	0.15	0.17	0.01
12	0.03	0.11	0.12	0.01	27	0.03	0.11	0.18	0.02
13	0.00	0.07	0.17	0.01	28	0.02	0.09	0.18	0.01
14	0.03	0.10	0.34	0.01	29	0.03	0.06	0.00	0.00
15	0.03	0.11	0.00	0.02	30	0.03	0.09	0.00	0.01

表 3 隶属度矩阵 U
Tab.3 Membership matrix U

隶属度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.00	0.02	0.93	0.06	0.16	0.05	0.05	0.01	0.00	0.05	0.06	0.10	0.05	0.00	0.91
2	0.98	0.02	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01	0.98	0.06	0.45	0.03	0.68	0.98	0.02
3	0.01	0.96	0.06	0.91	0.79	0.91	0.91	0.98	0.01	0.89	0.49	0.86	0.27	0.01	0.07
4	0.41	0.00	0.95	0.96	0.01	0.99	0.95	0.99	0.06	0.01	0.08	0.02	0.02	0.98	0.96
5	0.06	0.98	0.01	0.01	0.97	0.00	0.01	0.00	0.43	0.01	0.10	0.03	0.02	0.00	0.01
6	0.53	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01	0.51	0.98	0.82	0.95	0.96	0.01	0.03

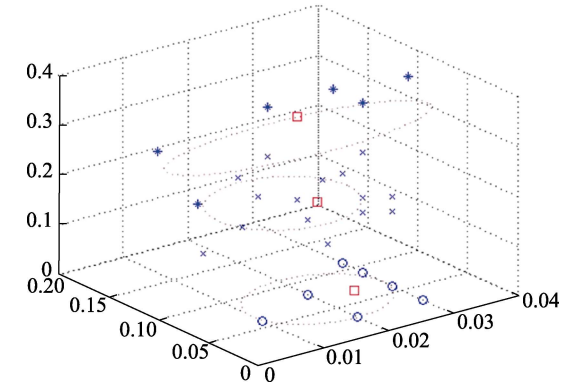


图 3 30 位客户的聚类结果仿真
Fig.3 Simulation of clustering results for 30 customers

最后，依据 Kano 模型中客户需求分为基本型需求、期望型需求和兴奋型需求三类，因此在 MATLAB 平台上取模糊度为 2、聚类中心为 3，对 30 位客户进行聚类，得到聚类结果仿真图和隶属度矩阵 U ，见图 3 和表 3。

30 位客户共聚为三类，第一类为 3，15，18，19，21，22，23，29，30，此类客户多为中青年上班族，已婚，收入一般，生活压力大，性格谨慎保守，爱好多为日常放松型，其买摩托车均为公路上日常家用代步，对摩托车的排量、速度，外观无特殊要求，更注

重性价比，车型以踏板为主，属于普通客户；第二类为 1，9，13，14，17，20，此类客户以收入较高、无生活压力的高学历中年成功人士或家境殷实的学生为主，他们多具有冒险精神，喜欢一些户外有挑战性或探索性的活动，其买摩托车的目的以比赛和郊外的休旅为主，对摩托车的排量、速度和车的外观有较高的要求，越野、跑车太子车居多，属于高定客户；第三类为 2，4，5，6，7，8，10，11，12，16，25，26，27，28，此类客户学历和年龄涉及范围较广，收入中等，生活压力有但不大，性格较理智稳健，爱好以户外运动为主，购车多以休旅、娱乐为主，商用为辅，对排量、速度和外观要求中等，以街车、休旅车为主，属于中端客户。

2) 关联规则挖掘。将表 1 中 30 位客户的各项集按相应关联规则挖掘原则形成不同事务集，经过 Apriori 算法运算，并利用定制产品情境—需求本体关联约束规则去除无意义和冗余项，最后得出第一类客户 ($s=0.5$ ， $c=0.9$) 的有效规则为 455 条，第二类客户 ($s=0.5$ ， $c=0.9$) 有 628 条，第三类客户 ($s=0.5$ ， $c=0.9$) 有 152 条，未进行分类直接以 30 位客户的事务信息进行挖掘得出的有效规则为 61 条，这里截取所得强关联规则中的部分规则见表 4—7。

表 4 客户群 1 的部分关联规则表
Tab.4 Partial association rule for customer group 1

规则编号	规则	支持度和置信度	规则说明
Rule 131	J2, V1 -> G1	88.9%, 100%	指上班族且最高速度需求为 125~155 km/h 时, 买车为家用
Rule 243	G1, I2 -> V1	77.8%, 100%	指客户收入在 2000~7000 元且买车家用, 可推荐速度为 125~155 km/h 的车
Rule 449	G1, N1 -> DP1	55.6%, 100%	指性格保守谨慎的客户买车家用, 其对排量需求一般为 150~300 mL
Rule 469	I2, N1 -> CL1	55.6%, 100%	指当客户收入一般, 买车家用, 通常会选择较普通大众的颜色
Rule 613	G1, H1 -> V1	55.6%, 100%	指客户喜欢运动且买车家用, 则其车速需求一般为 125~155 km/h

表 5 客户群 2 的部分关联规则表
Tab.5 Partial association rule for customer group 2

规则编号	规则	支持度和置信度	规则说明
Rule26	G4, L4 -> DP3	66.7%,100%	指客户买车休旅且常行驶在土路时, 其排量需求一般为 451~600 mL
Rule 148	G4, L4, RP1 -> OC2	66.7%, 100%	指客户买车用于双人休旅且常行驶在土路时, 其油耗要求一般在 3.5~4.5 L
Rule 496	G4, P3, RP1 -> DP3	50%, 100%	指客户预算在 30000~45000 元又打算双人休旅, 其排量需求在 451~600 mL 最好
Rule 551	L4, OC2, V2 -> DP3	50%, 100%	指客户要求在上路上最高车速为 156~185 km/h 且油耗在 3.5~4.5 L, 则其排量需求为 451~600 mL
Rule 799	E4, G4, L4, M1 -> DP3	50%, 100%	指研究生学历的已婚客户购车休旅, 且行驶路段为土路, 其排量需求在 451~600 mL

表 6 客户群 3 的部分关联规则表
Tab.6 Partial association rules for customer group 3

规则编号	规则	支持度和置信度	规则说明
Rule17	J2, N2 -> RP1	80%, 100%	指性格理智稳健的上班族其额定载客需求为 2 人
Rule59	J2, L1, S1 -> RP1	66.7%, 100%	指男性上班族若买车常在公路上行驶, 其额定载客需求一般为 2 人
Rule173	G4, J2, S1 -> N2	53.3%, 100%	指男性上班族买车为休旅, 则可知其是一个性格理智稳健的人
Rule 210	N2, S1, V2 -> J2	53.3%, 100%	指当性格理智稳健的男性客户对速度的要求为 156~185 km/h, 则可推测出其为上班族
Rule 239	G4, J2, RP1, S1 -> N2	53.3%, 100%	指客户为上班族, 其购车目的为双人休旅, 则可推测出其是一个性格理智稳健的人

表 7 未进行客户分类的部分关联规则表
Tab.7 Partial association rules for no customer classification

规则编号	规则	支持度和置信度	规则说明
Rule5	J2, S1 -> RP1	76.7%, 92%	指男性上班族其额定载客需求一般为 2 人
Rule24	J2, L1, S1 -> RP1	63.3%, 100%	指男性上班族若常在公路上行驶, 其额定载客需求一般为 2 人
Rule40	CL1, J2 -> S1	56.7%, 100%	指喜欢普通大众颜色的上班族一般为男性
Rule49	J2, N2 -> RP1	56.7%, 100%	指性格理智稳健的上班族其购车的额定载客需求一般为 2 人
Rule 63	N2, RP1, S1 -> J2	56.7%, 100%	指性格理智稳健且载客需求为 2 的男性客户一般为上班族

4 结语

通过实证分析可知, 基于情境—需求本体模型挖掘客户定制化需求时可将客户情境信息对定制化产品的影响考虑在内, 完善了传统研究忽略客户情境信息对定制化产品影响的弊端, 为企业系统全面地获取

客户定制化需求提供新的方法。同时本文提出的基于客户定制需求特征, 先进行客户分类后挖掘的思想极大地增强了挖掘结果的合理有效性, 但目前的研究鉴于传统算法的局限性没有将定制客户对定制产品属性特征的兴趣度考虑在内, 若能将兴趣度的概念整合到传统 Apriori 算法中, 实现对冗余和无意义项的自

动筛选将会使定制产品客户需求的获取更加高效和客观。

参考文献:

- [1] 王阳. 基于关联约束网络的定制产品隐式需求激活技术[J/OL]. 计算机集成制造系统, [2019-05-23].
WANG Yang. Customized Product Implicit Demand Activation Technology Based on Association Constraint Network[J/OL]. Computer Integrated Manufacturing System, [2019-05-23].
- [2] 盛步云. 基于客户需求分析的模块化产品配置方法[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(10): 2091-2100.
SHENG Bu-yun. Modular Product Configuration Method Based on Customer Demand Analysis[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2017, 23(10): 2091-2100.
- [3] 杨沁, 韩江洪, 朱家诚. 个性化产品需求表达模型的研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2004(6): 55-57.
YANG Qin, HAN Jang-hong, ZHU Jia-cheng. Research on Personalized Product Demand Expression Model[J]. Combined Machine Tool & Automatic Processing Technology, 2004(6): 55-57.
- [4] WEI W, LIU A, LU C Y. Product Requirement Modeling and Optimization Method Based on Product Configuration Design[J]. Procedia CIRP, 2015, 36(1): 1-5.
- [5] 谢建中, 杨育, 张晓微. 基于 FCM 和 IGA 的广义客户需求分析及其资源配置[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(3): 634-647.
XIE Jian-zhong, YANG Yu, ZHANG Xiao-wei. Generalized Customer Requirement and It's Resource Allocation Based on FCM and IGA[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(3): 634-647.
- [6] LI J, HE M, QIN T, et al. A New Customer Requirement Transformation Solution for Intelligent Product Design[C]. Dongguan: IEEE Computer Society, 2017.
- [7] XIAO Z, ZHOU Z, SHENG B. A New Classification Analysis of Customer Requirement Information Based on Quantitative Standardization for Product Configuration[J]. Mathematical Problems in Engineering. 2016(6): 1-8.
- [8] WANG Z, LI Y, PU Y. The Analysis of Customer Requirements Based on the Mufti-format Information in Product Planning[J]. Mechanical Science & Technology for Aerospace Engineering, 2015, 32(3): 337-343.
- [9] 陈李云. 基于博弈论客户需求多目标推理技术的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.
CHEN Li-yun. Research on Multi-objective Reasoning Technology Based on Game Theory of Customer Demand[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2016.
- [10] 王晨, 赵武, 王杰. 基于本体的多维度用户需求获取[J]. 计算机集成制造系统, 2016, 22(4): 908-916.
WANG Chen, ZHAO Wu, WANG Jie. Multidimensional Customer Requirements Acquisition Based on Ontology[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2016, 22(4): 908-916.
- [11] 王蕾, 夏绪辉, 曹建华. 再制造服务需求动态获取方法及应用[J]. 计算机集成制造系统. 2018, 24(3): 781-792.
WANG Lei, XIA Xu-hui, CAO Jian-hua. Dynamic Requirements Acquisition Method and Application for Remanufacturing Service[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2018, 24(3): 781-792.
- [12] LEMKEM T, STONE R B, ARLITT R M. Ontologies to Support Customer Requirement Formulation in Aerospace Design[C]. New York: American Society of Mechanical Engineers, 2017.
- [13] 姜燕, 但斌. MC 模式下基于本体的客户需求映射方法[J]. 工业工程, 2009, 12(2): 19-23.
JIANG Yan, DAN Bin. Ontology based Customer Requirement Mapping Method in mc Mode[J]. Industrial Engineering, 2009, 12(2): 19-23.
- [14] 范志君. 个性化产品需求管理及快速定制技术研究[D]. 济南: 山东大学, 2012.
FAN Zhi-jun. Personalized Product Demand Management and Rapid Customization Technology Research [D]. Jinan: Shandong University, 2012.
- [15] DARLINGTON M J, CULLEY S J. Investigating Ontology Development for Engineering Design Support[J]. Advanced Engineering Informatics, 2013, 22(1): 112-134.
- [16] 周凯. 基于关联规则挖掘 Apriori 算法的改进算法[J]. 陕西理工大学学报, 2018, 34(5): 40-44.
ZHOU Kai. An Improved Algorithm for Mining Apriori Algorithm Based on Association Rules[J]. Journal of Shaanxi University of Technology, 2018, 34(5): 40-44.
- [17] 冯在文, 何克清. 一种基于情境推理的语义 Web 服务发现方法[J]. 计算机学报, 2008(8): 1354-1363.
FENG Zai-wen, HE Ke-qing. A Method of Semantic Web Service Discovery Based on Situational Reasoning[J]. Journal of Computers, 2008(8): 1354-1363.
- [18] 陈倩舒, 方晓平. 基于 RFM 模型的物流客户价值研究[J]. 物流科技, 2019, 42(7): 19-22.
CHEN Qian-shu, FANG Xiao-ping. Research on Logistics Customer Value Based on Model[J]. Logistics Technology, 2019, 42(7): 19-22.
- [19] 王长琼, 邱杰, 曹乇蜻. 基于谱聚类算法的城市快递客户聚类研究[J]. 武汉理工大学学报, 2018, 40(5): 566-570.
WANG Chang-qiong, QIU Jie, CAO Nie-qing. Clustering Research of Urban Express Customer Based on Spectral Clustering Algorithm[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2018, 40(05): 566-570.
- [20] 张磐, 丁一, 姜宁. 基于模糊 C 均值聚类法的智能换相关关设计[J]. 电子器件, 2019, 42(1): 94-99.
ZHANG Pan, DING Yi, JIANG Ning. Intelligent Comutation Switch Design Based on Fuzzy C-means Clustering Method[J]. Chinese Journal Electron Devices, 2019, 42(1): 94-99.
- [21] 胡健, 浦东, 孙金花. 基于多维关联规则的区域能源安全外生警源隐含特征分析[J]. 计算机应用研究, 2019, 36(12): 3614-3618.
HU Jian, PU Dong, SUN Jinhua. Analysis of the Hidden Characteristics of Regional Energy Security Exogenous Police Sources Based on Multi-dimensional Association Rules[J]. Computer Application Research, 2019, 36(12): 3614-3618.
- [22] 刘玥. 基于改进的 K-means 算法的银行客户聚类研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
LU Yue. Research on Bank Customer Clustering Based on Improved K-means Algorithm[D]. Changchun: Jilin University, 2016.