

基于证据网络的C2C商品购买风险动态评估模型

王忠群[†], 汝志愿, 皇苏斌, 修宇

(安徽工程大学 管理工程学院, 安徽 芜湖 241000)

摘要: C2C(consumer to consumer) 电子商务市场中的风险认知是消费者网络购物决策的重要依据之一. 首先, 分析电子商务市场中商家信誉、商品销量和在线商品评论对消费者网购决策的影响; 然后, 运用信度规则模型推理节点关系, 建立基于证据网络的C2C商品购买风险动态评估模型; 最后利用从某电子商务网站收集的观测信息, 运用多元线性回归分析方法验证购买风险动态评估模型的可行性. 借助本模型, 可以帮助消费者在网购商品过程中较好地认知商品购买的风险.

关键词: 证据网络; 信度规则模型; 在线购买风险; 风险评估

中图分类号: G251

文献标志码: A

Dynamic assessment model for C2C commodity purchasing risk based on evidential network

WANG Zhong-qun[†], RU Zhi-yuan, HUANG Su-bin, XIU Yu

(School of Management and Engineering, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Risk perception is an important basis of decision-making for online shopping in consumer to consumer(C2C) E-commerce markets. Firstly, the paper analyzes the influence of seller reputation, product sales and online product reviews on decision-making for online shopping. Then, an evidential network-based dynamic risk assessment model for C2C commodity purchasing is instructed, and the belief rule model is used to reason the network nodes. Finally, the feasibility of the risk assessment model for commodity purchase online is verified by using the multivariate linear regression analysis on the data set from observation information of the E-commerce platform. With the help of this model, consumers can better understand the risk of buying goods in online shopping.

Keywords: evidential network; belief rule model; online purchasing risk; risk evaluation

0 引言

近年来,C2C 电商市场得到快速的发展,但虚拟交易环境和信息不对称使得在其交易中存在很大的风险性,如欺诈交易、发布虚假信息、质量和售后服务得不到保障等问题.消费者对网购风险认知是其网购决策的重要依据之一^[1].承担风险或遭遇损失将导致消费者对电商市场失去信心,甚至退出交易.因此,在交易前对网购风险进行预测和评估则显得尤其重要^[1-2].目前,对电子商务系统的风险评估已经有部分研究成果.基于D-S理论,陈明晶等^[2]将C2C交易中的不确定性三级多指标评估问题转化为确定性单一指标的风险评估问题,构建了一种通用的交易风险评估模型,对用户、平台、交易三个准则层面的风险进

行了定量分析,但该研究对不确定性三级、多指标划分较为简单,有一定的局限性.在改进信用计分模型基础上,文献[3]据历史交易情况以及当前交易价格提出了一种基于信用值、信用等级以及商品价格的定量风险评估方法.基于所构建的电商信用风险的预警指标体系,文献[4]给出了一个风险预警的最小二乘近似向量回归模型并且进行了实证分析.考虑当前交易行为和交易历史,文献[5]提出了一种综合信任度和风险度的电子商务交易评估模型.根据交易历史,在综合考虑交易金额、时间、评价方信用度等因素的基础上,文献[6]提出了一种动态信用评级方法.文献[7]实证研究认为消费者最信任的网络信息来源是网上中性信息,最不信任的是来自网络广告

收稿日期: 2017-01-06; 修回日期: 2017-05-22.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71371012); 教育部人文社会科学规划项目(13YJA630098).

责任编委: 李登峰.

作者简介: 王忠群(1965—),男,教授,从事信息管理与信息系统等研究; 汝志愿(1993—),男,硕士生,从事电子商务的研究.

[†]通讯作者. E-mail: zzq.wang@qq.com

的信息. 上述风险评估工作多数是围绕信任值(信用值)进行研究的, 虽然其信任指标的建立是依据交易历史以及用户信誉, 但是没有涉及多样、多层次网购风险影响因素间的推理关系, 使得在风险动态评估方面存在一定不足.

事实上, C2C市场中网购风险主要来自卖方向消费者宣传与商品相关的虚假信息^[8-11], 以及用户产生内容(UGC)的评论等, 包括诸如商家信誉、商品销量、商品功能、性能、商品交易环节和用户使用商品体验等多方面信息, 部分信息涉及多层次的网购风险影响因素. 这些多样、多层次影响因素要求风险评估模型能够处理因素变量间的推理, 例如, 若某评论的追评率高或者评论质量高, 则该评论往往为真实的, 那么在评论中描述该商品的相关信息值得信赖, 风险性相对较低. 由此可见, 上述仅依靠信任值(信用值)或者使用简单定量方法来评估蕴含多样、多层次影响因素的网购风险, 显然存在一定的不足^[12], 导致消费者难以准确地认知网购的真实风险.

着眼于网购决策所涉及的多样、多层次的不确定性信息, 通过分析在C2C商品购买过程中所涉及商家信誉、商品销量、商品评论等多个因素, 本文基于证据网络提出了C2C商品购买风险的动态评估模型, 运用信度规则推理各事件节点下的风险, 实施对商品网购的风险动态评估, 并且基于从某电商网站收集的观测信息, 利用多元回归分析方法验证了风险评估模型的有效性.

1 证据网络推理简述

证据网络^[12]是一种可以处理和表示不确定性信息的一般框架, 由代表变量的节点和连接这些节点的有向边和相应的关系参数构成. 证据网络由网络参数和网络结构两部分构成, 其中网络参数代表各节点的组成要素, 网络结构反映了网络节点之间的相互关系, 特别是父节点与子节点的传递关系.

将事件节点表示为 $Q = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ (A_n 为第 n 个节点信息), 对应的权值为 $WQ = \{W_1, W_2, \dots, W_i, \dots, W_n\}$, 向量的各个权值是对应节点信息的可信度. 图1为证据网络推理的基本框架^[12].

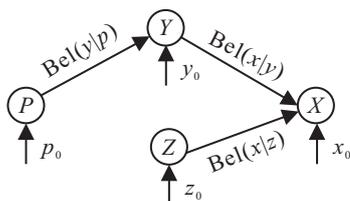


图1 证据网络推理

在证据网络推理的框架中, 证据网络参数的信度

规则模型(BRM)反映了事件节点中变量的因果关系以及相互之间的影响程度, 为定量分析事件节点的关系提供了分析框架^[12]. 证据网络参数之间的关系可以用BRM形式“if... then...”表示, 一般形式为 R_k : if $A_1^k \wedge A_2^k \wedge \dots \wedge A_{T_k}^k$, then $\{(D_1, \beta_N^k)\}$. BRM主要由规则前件和规则后件组成, 其中包含规则权重. 此外, 需要借助观测信息对信度规则进行激活. 观测信息的结构模型由 $S(I_i, \varepsilon_i) = \{(A_{ij}, \alpha_{ij}); j = 1, 2, \dots, J_i\}$ ($i = 1, 2, \dots, T$, α_{ij} 为属于 A_{ij} 的客观程度)表示. 其中, 观测信息 I 与规则的匹配程度由 $\alpha_k = \prod_{i=1}^{T_k} (\alpha_i^k)^{\delta_i^k}$ (δ_i^k 为属性权重的归一化形式)表示. 规则

的激活权重由 $w_k = \theta_k \alpha_k / \sum_{i=1}^L \theta_i \alpha_i$ 计算获得. 其中: k 为规则权重的数量, θ_i 为规则权重, L 为同一路径下子节点的数量.

证据网络的优势体现在其具有推理能力, 推理需要借助信度规则. 下面给出推理用的信度合成步骤.

Step 1: 在信度综合前, 先将置信度转化为基本可信度, 形式^[12]为

$$m_{n,i} = m_i(H_n) = w_i \beta_{n,i}(\alpha_i).$$

其中: i 为需要综合的信息数量, $i = 1, 2, \dots, L$; n 为节点具有的可能状态数, $n = 1, 2, \dots, N$. 有

$$m_{H,i} = m_i(H) = 1 - \sum_{n=1}^N m_{n,i} = 1 - w_i \sum_{n=1}^N \beta_{n,i}(\alpha_i), \quad (1)$$

$$\bar{m}_{H,i} = \bar{m}_i(H) = 1 - w_i, \quad (2)$$

$$\tilde{m}_{H,i} = \tilde{m}_i(H) = w_i \left(1 - \sum_{n=1}^N \beta_{n,i}(\alpha_i)\right), \quad (3)$$

$$m_{H,i} = \bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}, \quad \sum_{i=1}^L w_i = 1. \quad (4)$$

其中: $m_{n,i}$ 为基本可信度; $m_{H,i}$ 为没有分配到任何状态域 H_n 的基本可信度, 包含两部分 $\bar{m}_{H,i}$ 和 $\tilde{m}_{H,i}$, $m_{H,i} = \bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}$; $\bar{m}_{H,i}$ 通过相对权重计算, $\tilde{m}_{H,i}$ 反应了信息的不完全性.

Step 2: 对节点信息进行信度融合. 首先考虑子节点不同状态对父节点的影响, 然后计算不同规则下规则后件的置信度, 得出每条规则对应的父节点的状态信息. 信度的融合^[12]过程如下:

$$\{H_n\} : m_n = K \left[\prod_{i=1}^L (m_{n,i} + \bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}) - \prod_{i=1}^L (\bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}) \right], \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (5)$$

$$\{H\} : \tilde{m}_H = K \left[\prod_{i=1}^L (\tilde{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}) - \prod_{i=1}^L \tilde{m}_{H,i} \right], \quad (6)$$

$$\{H\} : \bar{m}_H = K \left[\prod_{i=1}^L \bar{m}_{H,i} \right], \quad (7)$$

$$K = \left[\sum_{i=1}^N \prod_{i=1}^L (m_{n,i} + \bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}) - (N-1) \prod_{i=1}^L (\bar{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H,i}) \right]^{-1}, \quad (8)$$

$$\{H\} : \beta_H = \frac{m_n}{1 - \bar{m}_H}, \quad (9)$$

$$\{H\} : \beta_H = \frac{\tilde{m}_n}{1 - \bar{m}_H}. \quad (10)$$

其中: β_n 为节点处于状态 H_n 下的置信度; β_H 为没有分配任何状态下的置信度, 反应了事件下节点状态的不完全信息. 因此, 将信度综合后的结果表示为 $S(A) = S(y(B_i)) = \{(H_n, \beta_n), n = 1, 2, \dots, N\}$, 其中 B_i 为目标层下划分的准则层, 表示证据网络上的一个父节点. 准则层 B_i 可能具有 n 种推理结果, 结果中每种状态 H_n 下的效用可用 $u(H_n)$ 表示, 置信度表示为 $\beta_n(B_i)$.

准则层的总体期望效用可表示为 $u(S(y(B_i)))$. 根据效用理论, 给出 $S(A)$ 的期望形式为

$$u(S(y(B_i))) = \sum_{n=1}^N \beta_n(B_i) u(H_n). \quad (11)$$

2 C2C市场中商品购买风险动态评估模型

2.1 C2C商品购买中的风险要素分析

消费者购买风险是指在消费者的消费需求不能得到满足, 且在其消费过程中存在许多不确定性. 电商市场的虚拟交易环境和信息不对称使得消费者在不确定的背景下购买产品, 存在较多的交易风险, 以及面临商品在质量、功能等与期望效用不一致的风险. 全面、准确的网购决策信息的搜寻是消费者对网购风险认知的前提. 决策信息包括商品描述、商品销量、价格、信誉、店铺年限、在线评论、商品排名等^[13].

已有文献较多从信誉角度评估电商交易的风险性^[13-15]. 信誉是决定网购交易风险的一个重要方面, 但是仅依据商家信誉评估网购交易风险是不够的, 因为网购决策信息源于多层面、多因素. 例如, 对于新上线不久的C2C网店而言, 其在商品列表中的排名不具优势, 使得仅利用商品分类导航方式用户难以找到该店铺. 为此, 部分不法网店设法通过多种渠道和方法寻求雇佣“刷单”者实施虚假交易(如利用诸如威客-猪八戒网^[16]等实施商品推广), 虚增商品销量或提升榜单排名使其进入排名列表^[17-18]. 因此, 网店商品销量是否真实的风险是顾客面临的重要风险之

一. 依据信息经济学原理, 通过“刷单”维持销量在榜单前列只能在一个时间段内, 且“刷单”往往出现在一段时间内, 具有阵发性.

在线商品评论是潜在消费者网购决策的重要信息来源之一^[19-23]. 评论可以反映商品内在本质的信息, 包括商品功能、性能参数、物流和售后服务等相关购买环节的信息, 以及用户对商品的使用体验等. 一些不法商家通过操纵商品评论试图影响潜在消费者对评论信息的认知^[22-23], 例如, 雇佣“水军”虚购商品并要求给予较高的评价; 还有一些不法商家利用“恶意差评师”攻击竞争者, 给竞争者的商品发布负面评论, 诋毁对手商品. 显然, 海量商品评论信息良莠不齐和夹杂在评论中的低劣甚至虚假信息将增加消费者对网购商品的评论信息的认知风险.

依据上述分析, 电商市场的虚拟交易环境和信息不对称性, 致使网购决策信息获取涉及到多个层面和多种因素, 包括商家信誉、商品销量、商品评论等. 判断商家信誉、商品销量和在线评论等信息是否存在被非法操纵的风险与用户的决策信息的搜索成本、信息浏览行为、商户账号活跃等因素密切相关^[23-26].

2.2 风险评估模型的网络结构

基于证据网络理论, 给出网购商品的购买风险动态评估模型如图2所示, 节点说明见表1. 确立目标层后, 首先确定各下层事件节点中的变量和各节点间关系, 对各变量进行语义和状态域赋值, 获取基本信度分配信息, 然后使用融合公式进行网络推理, 得到所需的决策量.

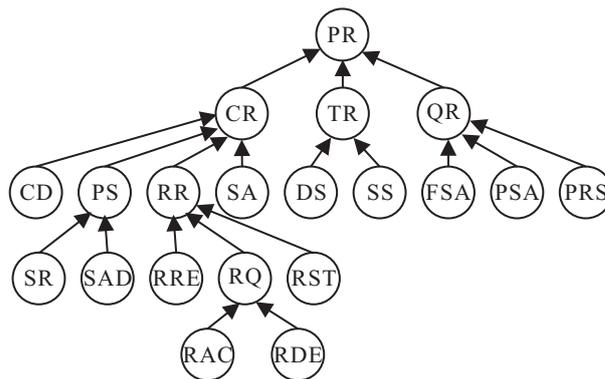


图2 购买动态风险证据网络推理模型

表1给出了模型中各事件节点信息的状态描述. 该模型的目标层是评估网络购买动态风险(PR), 准则层由共谋风险(CR)、交易风险(TR)、质量风险(QR)构成, 设定准则层的加权权重为0.2, 0.4, 0.4. 图2中最上层为购买风险等级节点, 根据准则层面的事件节点及其可能的状态域, 将其划分为若干个等级. 为避免子层节点信息对父层评估的模糊性影响, 参考等级量

表1 购买风险网络推理节点符号说明(*表示该指标会发生变化)

编号	节点名称	状态名称	说明	状态域
0	PR	购买风险	需求得不到满足的风险	—
1	CR	共谋风险	共谋产生的虚假信息风险	{Lv1, Lv2, ..., Lv5}
3	QR	质量风险	商品质量存在的风险	{Lv1, Lv2, ..., Lv5}
1.1	CD	信誉等级	店铺的信誉等级	{Low, Medium, High}
1.2	PS	商品销量	共谋刷单提升销量	{False, True}
1.3	RR	商品评论	共谋灌注虚假评论	{Bad, Medium, Good}
1.4	SA	店铺年龄	年龄长一般珍惜信誉	{Low, Medium, High}
2.1	DS	物流服务	实现用户需求的过程	{Bad, Medium, Good}
2.2	SS	售后服务	商品出售后的服务活动	{Bad, Medium, Good}
3.1	FSA	商品功能	功能满意度	{Bad, Medium, Good}
3.2	PSA	商品性能	性能满意度	{Bad, Medium, Good}
3.3	PRS	商品可靠性	商品工作稳定情况	{Bad, Medium, Good}
1.2.1	SR	销量排名*	排名前列易于被顾客搜索到	{Low, Medium, High}
1.2.2	SAD	销量上升阵发性*	短时间内销量迅速提升	{Less, Medium, More}
1.3.1	RRE	评论追评率*	共谋水军一般不追加评论	{Low, Medium, High}
1.3.2	RQ	评论质量	评论内容准确且富有深刻性	{Bad, Medium, Good}
1.3.3	RST	评论情感性*	评论内容正向与负向性	{Neg, Medium, Pos}
1.3.2.1	RAC	评论准确性*	评论内容与商品描述一致性	{Yes, General, No}
1.3.2.2	RDE	评论深刻性*	评论触及商品相关本质信息	{Yes, General, No}

化规则将风险等级划分为Lv1、Lv2、Lv3、Lv4、Lv5的状态域, Lv1最低, Lv5最高。

CR由信誉、商品销量、商品评论和店铺年龄等构成。新上线的店铺因信誉和销量较低往往设法通过雇佣“刷单”者或“水军”虚增信誉或销量, 或者灌注虚假评论。而店龄较长的店铺往往会比较珍惜自身信誉, 采取共谋虚增的可能性较小^[24]。虚增商品销量的风险与商品排名操纵、商品销量提升的阵发性以及消费者在网购时付出的搜索信息成本等密切相关^[25]。评论虚假的风险取决于所追加的评论、评论的质量和评论的情感倾向性等。如果为追加评论, 该评论是虚假的可能性则较小; 如果评论的情感倾向性

全部为正面的, 则存在虚假的可能性较大; 如果评论的质量较高, 则该评论为虚假的可能性较小^[21-23]。众多的观测信息和研究成果间接地描述了证据网络中的信度规则, 为信度规则的制定提供了依据。

2.3 事件节点间的信度规则描述

根据专家经验和文献[20,25], 结合统计分析结果, 给出部分信度规则和证据网络参数, 见表2(为简便起见, 将信度规则中的规则后件给予简化处理, 只列出两种状态)。准则层推理结果为(CR, Lv1), (TR, Lv1), (QR, Lv1)。其信度推理规则由加权公式确定, 该准则层下每条规则的规则权重相等, 即所匹配的信度规则为“(CR is Lv1), (TR is Lv1), (QR is Lv1), (PR is

表2 信度规则描述购买风险EN参数

规则序号	规则权重	状规则前件	规则后件
1	1	(RAC is Y)^(RDE is Y)	RQ is {(Me, 0.2), (G, 0.8)}
2	0.8	(RAC is N)^(RDE is Y)	RQ is {(Me, 0.4), (G, 0.6)}
3	1	(RAC is Y)^(RDE is N)	RQ is {(Me, 0.7), (G, 0.3)}
4, ..., 9	...	...	...
10	1	(SR is H)^(SAD is Le)	PS is {(F, 0.4954), (T, 0.5046)}
11	0.8	(SR is H)^(SAD is Me)	PS is {(F, 0.6), (T, 0.4)}
12	0.9	(SR is H)^(SAD is M)	PS is {(F, 0.7), (T, 0.3)}
13, ..., 18	...	...	...
19	0.9	(RRE is H)^(RQ is G)^(RST is P)	RR is {(Me, 0.2), (G, 0.8)}
20	0.8	(RRE is H)^(RQ is Me)^(RST is P)	RR is {(Me, 0.3), (G, 0.7)}
21	1	(RRE is H)^(RQ is B)^(RST is N)	RR is {(Me, 0.6), (G, 0.4)}
22, ..., 45	...	...	...
46	1	(CD is H)^(PS is F)^(RR is Me)^(SA is L)	CR is {(Lv1, 0.8), (Lv2, 0.2)}
47	0.8	(CD is H)^(PS is T)^(RR is Me)^(SA is L)	CR is {(Lv1, 0.3), (Lv2, 0.7)}
48	0.9	(CD is H)^(PS is F)^(RR is G)^(SA is L)	CR is {(Lv2, 0.4), (Lv3, 0.6)}
49	1	(CD is H)^(PS is T)^(RR is G)^(SA is L)	CR is {(Lv2, 0.1), (Lv3, 0.9)}
50, ..., 99	...	...	...
100	1	(DS is G)^(SS is G)	TR is {(Lv1, 0.8), (Lv2, 0.2)}
101	0.9	(DS is G)^(SS is B)	TR is {(Lv1, 0.6), (Lv2, 0.4)}
102	0.8	(DS is B)^(SS is B)	TR is {(Lv2, 0.1), (Lv3, 0.9)}
103, ..., 109	...	...	...
110	0.7	(FSA is G)^(PSA is G)^(PRS is G)	QR is {(Lv1, 0.8), (Lv2, 0.2)}
111	1	(FSA is B)^(PSA is G)^(PRS is G)	QR is {(Lv1, 0.6), (Lv2, 0.4)}
112	0.9	(FSA is B)^(PSA is B)^(PRS is B)	QR is {(Lv2, 0.1), (Lv3, 0.9)}
113, ..., 136	...	...	...

Lv1)”。运用信誉等级、商品销量、商品评论和店铺年龄对共谋风险准则层面进行推理。规则1~规则26反映了事件节点RAC(评论准确性)和RDE(评论深刻性),共同推理出RQ(评论质量)的高低程度。同理,可给出购买风险推理层面的其他规则。

假设共谋风险、交易风险、质量风险分别拥有 N_1, N_2, N_3 种状态,每种状态对应风险(效用) $u(H_{n_i}), u(H_{n_j}), u(H_{n_s})$,相应的信度分别为 $\beta_{n_i}, \beta_{n_j}, \beta_{n_s}$ 。推广至目标层得到购买风险期望的计算公式为

$$R = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{s=1}^{N_3} (0.2u(H_{n_i}) + 0.4u(H_{n_j}) + 0.4u(H_{n_s}))\beta_{n_i}\beta_{n_j}\beta_{n_s}. \quad (12)$$

3 模型验证

3.1 数据集获取及验证

目前有关电商商品销售的可用公开数据集较少见到,借助爬虫软件(八爪鱼采集器:<http://www.bazhuayu.com/>)抓取淘宝网上某电子称商品的网购页面信息、用户商品评论和淘大客信誉查询网站(<http://www.taodake.com/>)上卖家信誉等构建数据集。

一般而言,消费者认为网购商品风险较低时,商品的支付转化率通常较高,退款率也通常较低;消费者收到商品使用后不满意,一般会退货要求退款。反之,如退款率高,从后验角度讲可以说网购该商品的风险较高。基于对支付转化率和退款率与网购商品风险的关系的认识,认为电商后台数据可以作为验证模型有效性的数据。大量观测信息也表明,“刷单”虚增销量会导致短期支付转化率升高,用户使用商品后不满意要求退货,会导致退款率较高,共谋风险与支付转化率、品质退款率等存在较强的相关性。为此,抓取对应时间段电商后台(千牛工作台-生意参谋, <https://sycm.taobao.com/portal/index.htm>)该商品的数据,将其作为检验数据。对上述抓取数据进行预处理,形成模型验证数据集。

验证数据集由数据集A和数据集B构成,其中,数据集A包括商品信息(名称、价格、商品功能)、商品销量(销量数及排名)、店铺信息(信誉等级、店铺年龄)、商品评论集(评论内容、评论追评率)。数据集B为基于千牛工作台-生意参谋平台抓取的支付转化率和退款率数据。所采集的数据集为2016年3月10日~7月31日淘宝商城的某店铺中某款电子称的全部购买数据,以及相关平台上对应时间段的数据。依据风险评估模型对数据的要求,对采集到的数据给予处理计算。如,评论特征描述(评论的准确性、深刻性)数据,可以通过计算获取^[20]。预处理后,获取到549条

商品电子秤相关数据(其中38条为追加评论的相关数据)。

限于篇幅,本文只给出共谋风险的计算结果。下面就共谋风险的验证,给予说明如下:

1)在淘宝的商品评论系统中,如果买方未在15日之内进行评论,则系统一般会生成好评。一般而言,共谋者在交易完后会立即确认收货并给予评论^[24]。

2)在已经确定为共谋交易购买数据的基础上,结合文献[25]对数据集A给予进一步人工筛选,共识别出177条有共谋评论的数据。

3)对每条共谋评论的作者行为予以人工追踪(如点击该作者的近期行为记录,如为不法者其行为记录表现为异常),并标记其相应的购买数据。

为了度量购买风险变化,以时间窗口为7天作为时间单位,将549条数据划分到20个时间窗口的序列中(初次评论与追加评论数据皆纳入同一时间窗口),得到对应的20个小数据集。共谋评论散布在这20个小数据集中,且标识出共谋评论数量,结果见表3,表中的销量数为某日的最近1个星期的商品销售量。

对于评论深刻性,计算过程如下。

Step 1:计算出每条评论的深刻性^[20]。

Step 2:建立评论深刻性正态分布图,549条评论深刻性值的中位数为0.1000,平均数为0.01458,最大值为0.200,最小值为0.005;在模糊集中,临界值表示“深刻”或“一般”或“不深刻”的分界度。经过多次使用不同的区间对数据进行测试,测试结果为使用中位数分界。

Step 3:计算得出评论深刻性集合的两个分界点为0.0527、0.0983,依次将每个数据集中评论的深刻性平均值与区间(0.0527,0.0983)进行比较,在区间左侧的点由人工赋予深刻性为“高”,在区间中的点由人工赋予深刻性为“一般”,在区间右侧的点由人工赋予深刻性为“低”。同时,对每个数据集内深刻性显著高于其平均值的单条评论给予标记。

以时间序列10的数据集1为例代入信度规则,进行推理如下:

1) $m_{H,i} = \tilde{m}_{H,i} + \tilde{m}_{H_i} = 0$ 。根据信度规则,RAC(评论准确性)为“是”,结合RDE(评论深刻性)节点对节点RQ(评论质量)的影响程度,计算得到规则1~规则9的激活权重分别为 $w_3 = 1, w_k = 0(k = 1, 2, 4, \dots, 9)$,RQ的推理结果以信度结构的形式表示为 $\{(Me, 0.7), (G, 0.3)\}$ 。

2)SR(销量排名)为“高”,SAD(销量上升阵发性)

为“少”,计算得到规则1~规则9的激活权重分别为 $w_{10} = 1, w_k = 0(k = 11, \dots, 18)$, 得到PS(商品销量)的推理结果为 $\{(False, 0.4954), (True, 0.5046)\}$.

3) RRE(评论追评率)为“高”, RST(评论情感性)为“正向”,结合式(1),计算得到规则19~规则45的激活权重分别为 $w_{19} = 0.2195, w_{20} = 0.7805, w_k = 0(k = 21, 22, \dots, 45)$, 得到RR(商品评论)的推理结果为 $\{(Me, 0.29805), (G, 0.72195)\}$.

4) 信誉等级为“高”,店铺年龄为“长”,结合式(3)和(4)的结果,得到规则46~规则99的激活权重分别为 $w_{46} = 0.1547, w_{47} = 0.1261, w_{48} = 0.3373, w_{49} = 0.3818, w_k = 0(k = 50, 51, \dots, 99)$, 得到CR(共谋风险)的推理结果为 $\{(Lv1, 0.16159), (Lv2, 0.29231), (Lv3, 0.54600), (Lv4, 0), (Lv5, 0)\}$, 由式(8)得出平均共谋风险为2.0919. 其他时间序列数据集的风险值可依据时间序列10风险值的计算方法进行计算.

表3 评估风险值和专家期望的偏离情况评判

时间序列	数据集的评估结果				后台数据		风险值与专家期望分析
	销量	评论数量	标记共谋评论数	风险值	支付转化率/%	品质退款率/%	
1	79	55	27	3.9819	31	4.54	符合预期
2	19	14	3	2.5634	10	2.02	符合预期
3	33	16	8	1.9862	12	0.54	较符合
4	19	21	4	1.2113	13	0.32	符合预期
5	18	13	2	1.1682	5	0	符合预期
6	18	10	2	1.1843	11	0	符合预期
7	53	10	2	1.1837	9	1.12	符合预期
8	28	28	13	2.43808	11	2.03	符合预期
9	81	16	2	1.1467	9	1.12	符合预期
10	30	38	22	2.0919	22	3.75	较符合
11	30	22	3	1.1944	11	0	符合预期
12	91	16	3	1.1822	12	0	符合预期
13	21	62	26	3.1875	8	2.04	符合预期
14	28	16	7	1.5572	16	1.22	符合预期
15	43	17	10	2.2406	2	0.22	较符合
16	52	20	9	2.6583	11	0.23	符合预期
17	32	25	16	2.9572	13	1.83	符合预期
18	48	17	9	1.6832	8	2.10	较符合
19	97	43	5	1.2864	13	1.25	符合预期
20	79	54	4	1.3648	7.5	1.05	符合预期

3.2 实验结果分析

网购风险与商品销量、共谋评论数、退款率等几个因素相关,姑且认为它们是一种线性关系. 如果多元线性回归分析的残差分布服从正态分布,则模型是可靠的. 为了验证所提出的模型对于网购风险具有较好的评估准确率,本文利用搜集到的数据进行多元线性回归分析^[27-29],考察其残差分布情况. 以模型推理的风险(状态)值作为因变量,将销量、评论数量、支付转化率、品质退款率、共谋评论数量作为自变量(解释变量),以证据网络推理得到的风险值作为观察值,实施多元线性回归分析,进行残差分析验证风险评估模型的有效性. 同时,结合共谋评论数量、退款率、销量等指标,评判风险值和专家期望的偏离情况. 评估风险值和专家期望的偏离情况评判如表3所示.

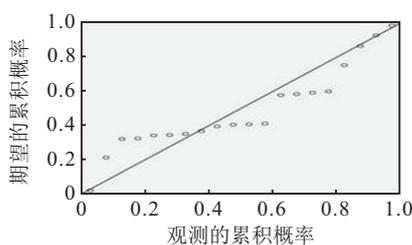


图3 多元线性回归分析中残差的标准P-P图

1) 对20个时间序列数据集进行线性回归分析. 图3为多元线性回归分析中残差的标准P-P图. 以样本的累计频率作为横坐标,按正态分布计算的相应累计概率作为纵坐标,将样本值表现为直角坐标系中的散点. 若样本点围绕第1象限的对角线分布,则残差服从正态分布. 图4为多元线性回归分析中残差分布直方图. 由图4可见,若直方图以钟形分布,同时可以选择输出正态性曲线,则残差服从正态分布. 虽然由于观测和度量误差出现了不连续性和不对称性,但整体上仍然服从正态分布.

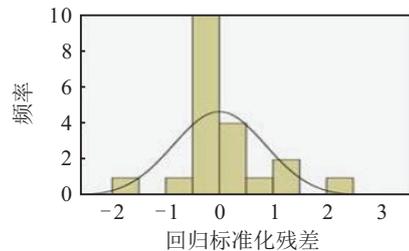


图4 多元线性回归分析中残差分布直方图

基于图3和图4的分析,风险值的残差基本服从正态分布,能够满足经典回归模型的假设,表明所提出风险评估模型的推理结果具有较好的准确率.

2) 依据共谋评论数量、退货率和销量上升阵发

性3个指标,依次对表4中多个时间序列对应的数据集进行分析(消费者给出的商品评论与销量存在滞后性,有时不在同一个时间窗口的数据集内),评判模型评估的风险值与专家期望的偏差.具体分析如下:

i) 时间序列1的推理风险结果约为3.98190,对应数据集1中出现27条被共谋的虚假评论,且退款率较高,故模型推理结果是合理的;

ii) 对于时间序列2,虽然共谋评论较少,但风险值较高,原因是该时间序列内所发生的商品销量由前一时间序列的销量较高陡然变得较低(属于销量阵发性上升而未被维持,“刷单”可能性较大),故模型推理风险值较高为合理;

iii) 与时间序列2相比,时间序列3存在较大的共谋评论数,但是评估风险值较低,原因是其退款率较低,与风险评估模型计算结果比较一致;

iv) 对于时间序列8、10、13,每个序列的推理风险值都较高,其原因是该时间序列内所发生的商品销量由前一时间序列的销量较高陡然变得较低(属于销量阵发性未被维持,“刷单”可能性较大),且具有较高的共谋评论数,故模型推理风险值较高为合理的;

v) 对于时间序列15、16、17,在3个时间段内维持较高销量,且拥有较高的共谋评论数,模型推理风险值较高为合理;

vi) 对于时间序列19、20,销量发生阵发性且维持较高,理应存在较高的风险值,但模型推理结果为较低,原因是在其时间序列里共谋评论数较少,故模型推理结果是合理的.

基于残差的正态分布和风险值与专家评判的期望情况分析可知,风险评估模型的推理结果是较为有效的.由此可见,基于证据网络的风险动态评估模型在风险度量方面是可行的,能够为淘宝平台建立商品购买风险预警机制提供方法.

4 结论

购买风险是C2C电商市场中消费者一直面临的问题,尽管交易平台方在防范欺诈方面做了很多工作,但电商的虚拟交易环境和信息不对称使得网购风险仍然成为阻碍电商健康发展的重要原因之一.根据分析网购风险所涉及的多样、多层次相关因素,本文提出了基于证据网络的网购商品的购买风险动态评估模型.利用证据网络对所构建模型进行风险决策变量的推理,降低了网络中事件节点由于不确定性所造成的推理影响.实验结果表明,经证据网络推理得到的动态风险评估结果是有效的.本研究的局限是基于淘宝平台,并且利用一个商品少部分数据进行

验证的,存在单一性.未来工作是通过数据集模拟共谋行为的产生过程,以及扩大数据集规模或在诸如京东等其他平台上对动态风险评估模型进行验证,以便进一步推广本评估模型的应用范围.

参考文献(References)

- [1] 叶乃沂,周蝶.消费者网络购物感知风险概念及测量模型研究[J].管理工程学报,2014,28(4):88-94.
(Ye N Y, Zhou D. Conceptuation and measurement modeling of consumer's perceived risk in online shopping[J]. J of Industrial Engineering and Engineering Management, 2014, 28(4): 88-94.)
- [2] 陈明晶,姚建荣.基于D-S证据理论的C2C交易风险评估模型[J].数学的实践与认识,2010,40(12):111-117.
(Chen M J, Yao J R. Risk evaluation model of C2C translation based on D-S evidence theory[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2010, 40(12): 111-117.)
- [3] 李瑞轩,高昶,辜希武,等.C2C电子商务交易的信用及风险评估方法研究[J].通信学报,2009,30(7):78-85.
(Li R X, Gao C, Gu X W, et al. Research on credit counting and risk evaluation for C2C e-commerce[J]. J on Communications, 2009, 30(7): 78-85.)
- [4] 余乐安.基于最小二乘近似支持向量回归模型的电子商务信用风险预警[J].系统工程理论与实践,2012,32(3):508-514.
(Yu L A. E-commerce credit risk early-warning with a least squares proximal support vector regression model[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2012, 32(3): 508-514.)
- [5] 卫志诚,邵堃,刘磊.一种结合客观风险的电子商务交易评估模型[J].计算机工程,2012,38(11):277-280.
(Wei Z C, Shao K, Liu L. Electronic commerce trade evaluation model combined with objective risk[J]. Computer Engineering, 2012, 38(11): 277-280.)
- [6] 许红冉,王凤英.C2C电子商务动态信用评价模型[J].山东理工大学学报:自然科学版,2012,26(1):74-77.
(Xu H R, Wang F Y. Dynamic trust evaluation model for C2C electronic commerce[J]. J of Shandong University of Technology: Natural Science Edition, 2012, 26(1): 74-77.)
- [7] 孙曙迎.消费者网络信息可信度感知影响因素的实证研究[J].北京理工大学学报:社会科学版,2008,10(6):50-54.
(Sun S Y. An empirical study of the influential factors for the Information credibility of online consumers[J]. J of Beijing Institute of Technology: Social Sciences Edition, 2008, 10(6): 50-54.)
- [8] 田博,覃正.B2C电子商务中基于D-S证据融合理论的推荐信任评价模型[J].管理科学,2008,21(5):98-104.
(Tian B, Qin Z. Recommended trust evaluation model in business-to-consumer e-commerce based on D-S evidence fusion theory[J]. J of Management Sciences, 2008, 21(5): 98-104.)
- [9] 刘逵迤,逯万辉,丁晟春.商品评论信息可信度研

- 究[J]. 情报科学, 2012, 30(10): 1556-1559.
(Liu W Y, Lu W H, Ding S C. Research on the credibility reviews information[J]. Information Science, 2012, 30(10): 1556-1559.)
- [10] 郝玫, 杨晓媛. 中文网络客户评论可信度研究[J]. 现代图书情报技术, 2015, 31(2): 55-63.
(Hao M, Yang X Y. Credibility research on Chinese online customer reviews[J]. New Technology of Library and Information Service, 2015, 31(2): 55-63.)
- [11] 龚思兰, 丁晟春, 周夏伟, 等. 在线商品评论信息可信度影响因素实证研究[J]. 情报杂志, 2013, 32(11): 202-207.
(Gong S L, Ding S C, Zhou X W, et al. An empirical research of online commodity reviews information credibility factors[J]. J of Intelligence, 2013, 32(11): 202-207.)
- [12] 姜江. 证据网络建模、推理及学习方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学信息系统与管理学院, 2011.
(Jiang J. Modeling reasoning and learning approach to evidential network[D]. School of Information Systems and Management, National University of Defence Technology, 2011.)
- [13] 卫昆. 基于数据挖掘的C2C电子商务欺诈识别研究[D]. 北京: 北京航空航天大学经济管理学院, 2010.
(Wei K. Research on C2C e-commerce fraud detection based on data mining[D]. Beijing: School of Economics and Management, Beihang University, 2010.)
- [14] 郑华, 吴克文, 朱庆华. 基于神经网络和SNA的C2C电子商务信誉欺诈识别研究[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(5): 1182-1185.
(Zheng H, Wu K W, Zhu Q H. Detection of C2C reputation fraud activities based on neural network and SNA[J]. Application Research of Computers, 2011, 28(5): 1182-1185.)
- [15] Wang J C, Chiu C Q. Detecting online auction inflated-reputation behaviors using social network analysis[C]. Proc of North American Association for Computational Social and Organizational Science. Indiana: IEEE, 2005: 26-28.
- [16] Wik-Zhubajie website. needs and tasks promotion[EB/OL]. [2014-07-26]. <http://www.zhubajie.com/wdtg/>.
- [17] Jeanswest's flagship fake its sales volume and was put on black list by Juhuasuan[EB/OL]. [2014-07-26]. <http://www.100ec.cn/detail-6015041.html>.
- [18] Zhu H S, Xiong H, Ge Y, et al. Discovery of ranking fraud for mobile Apps[J]. Trans on Knowledge and Data Engineering, 2015, 27(1): 74-87.
- [19] 杨铭, 祁巍, 闫相斌, 等. 在线商品评论的效用分析研究[J]. 管理科学学报, 2012, 15(5): 65-75.
(Yang M, Qi W, Yan X B, et al. Utility analysis for online product review[J]. J of Management Sciences, 2012, 15(5): 65-75.)
- [20] 王忠群, 皇苏斌, 修宇, 等. 基于领域专家和商品特征概念树的在线商品评论深刻性度量[J]. 现代图书情报技术, 2015, 31(9): 17-25.
(Wang Z Q, Huang S B, Xiu Y, et al. Research on metrics-model for online product review depth based on domain expert and feature concept tree of products[J]. New Technology of Library and Information Service, 2015, 31(9): 17-25.)
- [21] 林煜明, 王晓玲, 朱涛, 等. 用户评论的质量检测与控制研究综述[J]. 软件学报, 2014, 25(3): 506-527.
(Lin Y M, Wang X L, Zhu T, et al. Survey on quality evaluation and control of online reviews[J]. J of Software, 2014, 25(3): 506-527.)
- [22] Mackiewicz J, Yeats D. Product review users' perceptions of review quality: The role of credibility, informativeness, and readability[J]. IEEE Trans on Professional Communication, 2014, 57(4): 309-324.
- [23] 邓莎莎, 张朋柱, 张晓燕, 等. 基于欺骗语言线索的虚假评论识别[J]. 系统管理学报, 2014, 23(2): 263-270.
(Deng S S, Zhang P Z, Zhang X Y, et al. Deception detection based on fake linguistic cues[J]. J of Systems & Management, 2014, 23(2): 263-270.)
- [24] You W J, Liu L, Xia M, et al. Reputation ination detection in a Chinese C2C market[J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2011, 10(5): 510-519.
- [25] 王忠群, 乐元, 修宇, 等. 基于模板用户信息搜索行为和统计分析的共谋销量欺诈识别[J]. 现代图书情报技术, 2015, 31(11): 41-50.
(Wang Z Q, Le Y, Xiu Y, et al. Collusive sales fraud detection based on users' information search behavior template and statistical analysis[J]. New Technology of Library and Information Service, 2015, 31(11): 41-50.)
- [26] 张李义, 刘畅. 结合深度置信网络和模糊集的虚假交易识别研究[J]. 现代图书情报技术, 2016, 32(1): 32-39.
(Zhang L Y, Liu C. Combine deep belief networks and fuzzy set for recognition of fraud transaction[J]. New Technology of Library and Information Service, 2016, 32(1): 32-39.)
- [27] 王惠文, 孟洁. 多元线性回归的预测建模方法[J]. 北京航空航天大学学报, 2007, 33(4): 500-504.
(Wang H W, Meng J. Predictive modeling on multivariate linear regression[J]. J of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2007, 33(4): 500-504.)
- [28] 王惠文, 叶明, Saporta G. 多元线性回归模型的聚类分析方法研究[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(22): 7048-7050.
(Wang H W, Ye M, Saporta G. Classification for multiple linear regression methods[J]. J of System Simulation, 2009, 21(22): 7048-7050.)
- [29] 王振友, 陈莉娥. 多元线性回归统计预测模型的应用[J]. 统计与决策, 2008, 5: 46-47.
(Wang Z Y, Chen L E. Application of multivariate linear regression statistical prediction model[J]. Statistics and Decision, 2008, 5: 46-47.)