

基于粒计算与信息融合的 P2P 网贷用户信用评估

赵颖秀 刘文奇 李金海 赵宁

(昆明理工大学理学院 昆明 650500)

摘要 P2P 网贷在爆发式增长的同时,也面临着巨大的信用风险。针对这一问题,首先提出了综合评判法这种信用评估方法,并且运用融 360 的数据对其进行了验证。其次,提出了利用粒计算的信息融合方法将第三方数据与已有信用评估值进行信息融合,进而不仅对原有信用评估值信息进行了补充,而且使彼此得到相互印证。最后通过模拟第三方数据对运用粒计算的信息融合方法进行了验证。

关键词 P2P 网贷,粒计算,信息融合,信用评估

中图分类号 TP301 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.9.048

Credit Evaluation of P2P Lending User Based on Granular Computing and Information Fusion

ZHAO Ying-xiu LIU Wen-qi LI Jin-hai ZHAO Ning

(Faculty of Science, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract P2P lending faces enormous credit risk when it is explosively growing. Firstly, we put forward a credit evaluation method namely comprehensive evaluation method and varified it by using 360 data. Secondly, we proposed information fusion method using granular computing to make third-party data information fusion with existing credit evaluation values. This method not only adds on the original credit evaluation value information, but also makes each other getting verified. At last, we verified information fusion method using granular computing through simulating the third party data.

Keywords P2P lending, Granular computing, Information fusion, Credit evaluation

1 引言

2014 年李克强总理在政府工作报告中提出:“促进互联网金融健康发展”。互联网金融是传统金融行业与互联网相结合的新兴领域,是“互联网+”的重要组成部分。互联网金融的模式主要包括:第三方支付、P2P 网贷、大数据金融等^[1]。本文就 P2P 网贷交易环境的安全性进行了研究。

P2P 网络借贷是近年来兴起的一种互联网上点对点借贷模式。全球第一个 P2P 借贷平台是 2005 年 3 月成立于英国的 Zopa,现在以 Prosper、Lending Club、Zopa、宜信、陆金所为代表^[2,3]。P2P 网络借贷出现的背景是正规金融机构一直未能有效解决中小企业融资问题及替代民间金融机构,而以互联网为代表的信息技术大幅降低了信息不对称和交易成本,使得点对点借贷这一人类最早的金融模式焕发出新的活力,并弥补了正规金融机构的不足^[4,5]。但是,在互联网金融中由于投资者与经营者之间基本不见面,甚至网络上信息可以虚假编造,因此仍然存在着信息不对称。在 P2P 网贷(互联网金融点对点借贷平台)中,由于用户和产品的种类繁多、访问量和交易量巨大,不可能像传统金融中那样彼此深度了解,这种信息不对称性尤为突出^[6,7]。为了解决信息不对称问题,Lin 等关于 P2P 网络借贷的借贷双方信息不对称问题做了信用评估的研究^[2]。本文提出利用综合评判法对借款人进

行信用评估,从而有效缓解了借贷双方的信息不对称问题,并利用融 360 的数据对所提方法进行了验证。

金融数据是金融信息的载体,信息是金融的核心,是构成金融主体征信评估和金融资源配置的基础。从本质上讲,金融本身就是数字,所有的金融产品都可以视为数据组合,所有的金融活动都可以看作数据在互联网上的移动^[8,9],所以信息融合对 P2P 网络借贷的研究有着深远的影响。信息融合是指利用计算机对按时序获得的若干观测信息,在一定准则下加以自动分析、综合,以完成所需的决策和评估任务而进行的信息处理技术。目前,国内外对在军事中的信息融合研究较多,但在 P2P 网络借贷中的信息融合尚未见诸文献。如果在 P2P 网络借贷中能将多方面的数据进行有效融合,可以对原有信息做更深层次的印证,进而对用户的信用进行更有效的评估,那么将能给用户带来更安全的交易环境。Angelini 等人开发了两个神经网络系统来进行信用评估^[9];王润华建立了基于改进向量机的个人信用评估模型^[10]。但是,这些研究还没有深入研究信用评估的数据背景和信息融合技术。本文运用粒计算^[11-13]的信息融合方法对第三方数据与原有信用评估值进行融合,从而得到更准确的信用评估值。

本文第 2 节介绍了综合评判法的信用评估方法以及基于粒计算的信息融合方法;第 3 节主要通过融 360 的数据对综合评判法的信用评估方法进行验证,并且模拟第三方数据,运

到稿日期:2015-07-21 返修日期:2015-09-30 本文受国家自然科学基金项目(61573173)资助。

赵颖秀(1990-),女,主要研究方向为信息融合与粗糙集理论,E-mail:zhao_ying_xiu@163.com(通信作者);刘文奇(1965-),男,硕士,教授,主要研究方向为数据质量与信息融合;李金海(1984-),男,博士,副教授,主要研究方向为粗糙集、概念格与粒计算;赵宁(1980-),女,博士,讲师,主要研究方向为排队论与数据分析。

用粒计算的信息融合方法,将第三方数据与已有信用评估数据进行融合,这不仅能得到更准确的信用评估值,而且对已有信用数据进行了补充以及相互印证;最后是总结及对未来的展望。

2 理论背景

2.1 信用评估

信用评估是指信用评估机构使用专家判断或数学分析方法,对个人和企业履约各种承诺能力和信誉程度进行全面评价,并用简单明了的符号或文字表达出来,以满足社会需要的市场行为。

在传统 P2P 模式中,平台为借贷双方提供信息流通交互、信息价值认定和其他促成交易完成的服务,非实质参与到借贷利益链条之中,借贷双方直接发生债权债务关系,平台则依靠向借贷双方收取一定的手续费维持运营。在我国,由于公民信用体系和金融行为道德尚未规范,传统的 P2P 模式很难保护投资者利益,一旦发生逾期等情况,投资者将血本无归^[5,6]。因此,发展和革新互联网金融中的 P2P 业务将面临两个问题:1)逆向选择,即信息不对称所造成的市场资源配置扭曲的现象;2)道德风险,即签约一方不完全承担风险后果时会采取的使自身效用最大化的自私行为。解决这两个问题的一个有效办法就是尽量准确评估借贷主体的信用,即建立有效的 P2P 用户征信体系。

目前学术界鲜有将网络行为与 P2P 网络个人信用评估指标相结合的研究,Angilella 和 Mazzu 提出了多指标信用风险评估模型^[14]。为了对 P2P 借贷中的借款人做信用评估,我们提出了综合评判法。

综合评判法是对具有多种属性的事物或者说其总体优劣受多种因素影响的事物,做出一个能合理的综合这些属性或因素的总体评判方法。

综合评判法步骤如下。

(1)确定客观权重——因子分析法。

具体步骤如下:首先通过主因子分析方法分析指标集(属性)的重要性,记为: $\hat{\omega}_{11}, \hat{\omega}_{12}, \dots, \hat{\omega}_{1n_1}; \hat{\omega}_{21}, \hat{\omega}_{22}, \dots, \hat{\omega}_{2n_2}; \dots; \hat{\omega}_{k1}, \hat{\omega}_{k2}, \dots, \hat{\omega}_{kn_k}$; 满足 $\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \hat{\omega}_{ij} = 1$ 。其次,根据维度将上述指标(属性)运用 K-均值聚类方法进行聚类分析,得到相似属性的分类集合 D_1, D_2, \dots, D_k , 其中, $D_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in_i}), i = 1, 2, \dots, k$ 。接下来对上述各指标(属性)的重要性值进行归一化处理(因为接下来要求第二层权重),得到新的权重,记为: $\omega'_{11}, \omega'_{12}, \dots, \omega'_{1n_1}; \omega'_{21}, \omega'_{22}, \dots, \omega'_{2n_2}; \dots; \omega'_{k1}, \omega'_{k2}, \dots, \omega'_{kn_k}$ 作为第一层权重; 满足 $\sum_{j=1}^{n_i} \omega'_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, k$ 。其中, $\omega'_{ij} = \frac{\hat{\omega}_{ij}}{\hat{\omega}_{i1} + \hat{\omega}_{i2} + \dots + \hat{\omega}_{in_i}}$ 。最后再通过主因子分析方法对属性的分类集合进行重要性分析,得到其第二层权重值,记为: $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k$, 如图 1 所示。

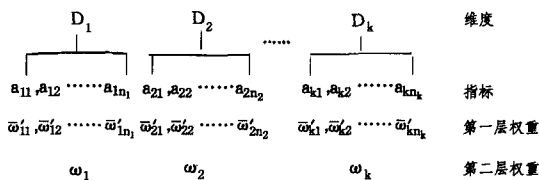


图 1 属性集合分层图

图 1 中,维度即为表达相似属性的分类的集合。将维度记为 D_1, D_2, \dots, D_k 。

从金融学的角度说明分层的意义:由于借贷产品种类的不同(比如期限、金额),因此对借款人进行信用评估的侧重点也可能不同。举例来说,单单将借款人属性分为两类,即财务状况和资产状况,若其借款为期限较大,金额也较大,那么在评估其信用时可能更看重资产状况的属性集所占权重值;反之,则可能更看重其财务资产这一属性集的权重值。由此可见,通过分层再计算得到的信用评估值更具有意义。

(2)综合评判法——加权平均计算信用评估值 F 。

$$F = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \omega_i \omega'_{ij} a_{ij}$$

其中, a_{ij} 为属性值。

(3)根据综合评判法得到的评估值 F 判断用户的信用等级情况。

FICO 个人用户信用评级: AA=(FICO score \geq 760); A=720~759; B=680~719; C=640~679; D=600~639; E=560~599; HR=520~559^[2]。

2.2 信息融合

最原始的信息融合^[16]思想是合成使用来自各种传感器的数据,最大程度地抽取其关于环境的有效信息量是人类和其他生物系统的基本功能。

信息融合技术是指利用计算机对按时序获得的若干观测信息,在一定准则下加以自动分析、综合,以完成所需的决策和评估任务而进行的信息处理技术。

目前,国内外对在军事中的信息融合研究较多,但在 P2P 网络借贷中的信息融合尚未见诸文献。如果在 P2P 网络借贷中能将多方面的数据进行有效融合,可以对原有信息做更深层次的印证,进而对用户的信用进行更有效的评估,那么将能给用户带来更安全的交易环境。在本文后续的研究中将通过模拟数值给出若干个生活中多个方面的数据库,然后将通过综合评判法得出的信用评估值 F 与模拟出的数值进行运用粒计算的信息融合。接下来对运用粒计算的信息融合方法进行具体描述。

数据粒化就是将数据进行分割,拟或还需要将分解的局部数据按照分析的要求重新组织。粒计算是通过复杂数据进行信息粒化,用信息粒代替样本作为基本单元进行计算。基于梁等人^[10]的研究,给出信息粒的定义。

定义 1(信息粒) 设 (U, A) 是一个数据库,其中 U 为对象集, A 为属性集,按照不同属性的意义,将属性集 A 中有相似意义的属性划分为一类,称为信息粒,记作 A_i , 其中 $i = 1, 2, \dots, n$ 。

从而,进一步给出基于粒计算的信息融合方法,具体介绍如下:

(1)通过借贷平台提供的借款人信息的数据库对借款人进行信用评估,得到信用评估值 F ;

(2)收集第三方数据(如各部门的执法数据);

(3)首先将第三方数据进行信息粒化,其次将每一个粒化后的信息粒与原信用评估值 F 进行融合,具体方法如下:

1)划分好信息粒 $A_i = \sum_{i=1}^n \omega_i a_i$ (其中 ω_i 为属性 a_i 的权重值);
2)将得到的信息粒通过粒计算与原有信用评估值 F 融合:

$$\mathcal{R}_{(1)} = F + A_1, \mathcal{R}_{(2)} = \mathcal{R}_{(1)} + A_2, \dots, \mathcal{R}_n = \mathcal{R}_{n-1} + A_n; \mathcal{R} = F + \sum_{i=1}^n A_i.$$

(4)根据信用评估值 \mathcal{R} 判断用户的信用等级,从而进一步对已有信用数据进行补充以及相互印证。

3 数值实验

3.1 信用评估模型

随着互联网金融的逐步发展,P2P网贷在中小企业融资和个人贷款方面做出了重大贡献。但是网贷业在爆发式增长

的同时,也面临着巨大的信用风险,而个人信用评估则是降低信用风险的决定性因素。本文提出了综合评判法的信用评估方法对金融平台中的用户进行信用评估。

选取融 360 数据库中的 89 个属性中的 40 个影响较大的属性,对其做主因子分析得出其客观权重,选取其中影响更大的 10 个属性的权重,随后对这 10 个属性做 K 均值聚类分析,并对同一类中得到的权重值分别做归一化处理,如表 1 所列。最后再次对不同属性的分类集做主因子分析,得到表 2。

表 1 ω' 值

指标	a11	a12	a13	a21	a22	a23	a31	a32	a33	a34
ω'	ω'_{11}	ω'_{12}	ω'_{13}	ω'_{21}	ω'_{22}	ω'_{23}	ω'_{31}	ω'_{32}	ω'_{33}	ω'_{34}
方差	0.432	0.28	0.28	0.371	0.254	0.375	0.353	0.276	0.203	0.169

表 2 ω 值

维度	D ₁	D ₂	D ₃
指标	a11, a12, a13	a21, a22, a23	a31, a32, a33, a34
ω	ω_1	ω_2	ω_3
方差	0.38	0.35	0.27

记:第一层权重值 $\omega' = (\omega'_{11}, \omega'_{12}, \omega'_{13}; \omega'_{21}, \dots, \omega'_{23}; \omega'_{31}, \dots, \omega'_{34})$; 第二层权重值 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ 。

首先对选取的 10 个属性进行具体取值。

(1)期限(p_1):借款人对贷款的实际使用期限。申请期限在 1 年以内,属性值记为 3;申请期限在 1 年以上 3 年以下,属性值记为 2;申请期限在 3 年以上,属性值记为 1。

(2)申请贷款的金额(p_2):借款人借到的金额。申请贷款金额在 1 万以下,属性值记为 6;申请贷款金额在 1 万到 5 万元之间,属性值记为 5;申请贷款金额在 5 万到 10 万之间,属性值记为 4;申请贷款金额在 10 万到 15 万之间,属性值记为 3;申请金额在 15 万到 20 万,属性值记为 2;申请金额在 20 万元以上,属性值记为 1。

(3)年收入(p_3):借款人一年的收入状况。年收入在 1 万元以下,属性值记为 1;年收入在 1 万到 3 万之间,属性值记为 2;年收入在 3 万到 6 万之间,属性值记为 3;年收入在 6 万到 10 万之间,属性值记为 4;年收入在 10 万到 20 万,属性值记为 5;年收入在 20 万到 50 万,属性值记为 6;年收入在 50 万元以上,属性值记为 7。

(4)住房拥有情况(p_4):借款人对住房的所有权。租赁,属性值记为 1;拥有 1 套房子,属性值记为 2;拥有 3 套房子,属性值记为 3;拥有 4 套及以上,属性值记为 4。

(5)从事这项工作的时间(p_5):在某一单位或企业工作的时间,也称工龄。工作不到 1 年,属性值记为 1;工作在 1 年以上 3 年以内,属性值记为 2;工作在 3 年以上 5 年以内的,属性值记为 3;工作在 5 年以上,属性值记为 4。

(6)年龄(p_6):借款人的年龄。年龄在 25 岁以下,属性值记为 1;年龄在 25 岁以上 40 岁以下,属性值记为 2;年龄在 40 岁以上 60 岁以下,属性值记为 3;60 岁以上,属性值记为 1。

(7)公司类型(p_7):借款人所在单位的类型。临时工,属性值记为 1;个体户,属性值记为 2;国企及政府机关,属性值记为 3。

(8)汽车拥有情况(p_8):没有汽车,属性值记为 1;拥有 1 辆汽车,属性值记为 2;拥有 2 辆及以上汽车,属性值记为 3。

(9)所贷产品(p_9):借款人购买的借款产品。高风险低收入的产品,属性值记为 1;高风险高收入的产品,属性值记为 2;低风险低收入的产品,属性值记为 3;低风险高收入的产品,属性值记为 4。

(10)信用程度(p_{10}):信用程度高,属性值记为 4;信用程度较高,属性值记为 3;信用程度一般,属性值记为 2;信用程度很差,属性值记为 1。

其次,对融 360 的数据做如下处理:1)“借款期限”里 0 代表 1 万元以下;1 代表 1 万到 5 万元之间;2 代表 5 万到 10 万元之间;3 代表 10 万到 15 万元之间;4 代表 15 万到 20 万元之间;5,6 代表 20 万元以上。2)“年收入”里 0,1 代表年收入为 1 万元以下;2,3 代表年收入在 1 万到 3 万元之间;4,5 代表年收入在 3 万到 6 万元之间;6,7 代表年收入在 6 万到 10 万元之间;8,9 代表年收入在 10 万到 20 万元之间;10,11 代表年收入在 20 万到 50 万元之间;12,13 代表年收入在 50 万元以上。3)“住房拥有情况”里 0 代表租赁;1 代表有 1 套房子;2 代表有 2 套房子;3 代表有 3 套房子;4 代表有 4 套及以上房子。4)“从事这项工作的时间”里 0 代表工作不到 1 年;1 代表工作在 1 年以上 3 年以内;2 代表工作在 3 年以上 5 年以内;3 代表 5 年以上。5)“申请贷款期限”里,0 代表申请贷款期限在 1 年以内;1 代表申请期限在 1 年以上 3 年以下;2,4 代表申请期限在 3 年以上。6)“年龄”里 0 代表 25 岁以下以及 60 岁以上;1,2 代表 25 岁以上 40 岁以下;3,4,5,6 代表 40 岁以上 60 岁以下。7)“公司类型”里 0 代表临时工;1 代表个体户;2,3 代表国企及政府机关。8)“汽车拥有情况”里 0 代表没有车;1 代表有 1 辆车;2,3 代表有 2 辆及以上的车。9)“所贷产品”里,0,1 代表高风险低收入的产品;2,3 代表高风险高收入的产品;4,5 代表低风险低收入的产品;6 代表低风险高收入的产品。10)“信用程度”里,0 代表信用程度很差;1 代表信用程度一般;2 代表信用程度较高;3 代表信用程度高。

最后,运用综合评判——加权平均计算信用评估值 F ,进而根据综合评判法得到的评估值 F 判断用户的信用等级,得到在不同等级的人数,具体结果如表 3 所列。

表3 信用评估值

信用等级	AA	A	B	C	D	E	HR
人数	6597	2040	4372	33629	3813	3513	11571

3.2 基于粒计算的信息融合实验

由于借贷平台中用户的信息存在一定的不真实性,因此常用的借助于用户填写的信息进行的信用评估存在很大的不准确性。为了给用户提供更安全的交易环境,在借贷平台数据的基础上,考虑第三方数据(是否做过违约担保、是否有过违约款未交、是否有过官司、是否有过借款拖欠归还的记录、是否有过犯法记录、是否有不良嗜好、居住酒店级别、飞机舱类型、周围朋友的经济收入、父母所从事的工作类型等)对原有信息做更深层次的印证,进而对用户的信用进行更有效的评估。

通过收集来的各方面数据,建立关于第三方数据的数据库。首先对数据库做如下具体处理:1)有做过违约担保,属性值记为0;没有做过违约担保,属性值记为1。2)有过违约款未交,属性值记为0;没有违约款未交,属性值记为1。3)有过官司,属性值记为0;没有过官司,属性值记为1。4)有过借款拖欠归还的记录,属性值记为0;没有过借款拖欠归还的记录,属性值记为1。5)有过犯法记录,属性值记为0;没有过犯法记录,属性值记为1。6)有不良嗜好,属性值记为0;没有不良嗜好,属性值记为1。7)父母在政府机关或者国企工作属性值记为3;个体户,属性值记为2;临时工,属性值记为1;没有工作,属性值记为0。8)每次都住豪华酒店,属性值记为3;每次都住快捷酒店,属性值记为2;每次都住小旅馆,属性值记为1;没有住店记录,记为0。9)每次都坐头等舱,属性值记为2;每次都坐经济舱,属性值记为1。10)周围朋友月经济收入1万元以上,属性值记为3;月收入5千到1万元之间,属性值记为2;月收入5千元以下,属性值记为1。其次对处理好的数据库进行信息粒化,由定义将数据库中的信息划分为5个信息粒,记为 (A_1, A_2, A_3, A_4) 。最后通过粒计算将第三方数据库中的信息粒分别代入公式 $\mathcal{R}_{(1)}, \dots, \mathcal{R}_{(n)}, \mathcal{R}$ 中进行计算,从而通过新的信用评估值 \mathcal{R} 对用户的信用等级进行评判,得到在不同等级的人数,具体如表4所列。

表4 信用评估值 \mathcal{R}

信用等级	AA	A	C	D	E	HR
人数	3597	7889	28711	2929	7887	5553

从表3和表4看出,通过粒计算的信息融合方法对第三方数据与原有信用评估值的融合,有效降低了盲目乐观地相信借款人信用大部分都好或者都不好的倾向。为了进一步说明数据融合的有效性以及必要性,从65535个借款人信息中随机挑选50个来进行进一步验证。图2为不断融入第三方数据的信息粒 $\mathcal{R}_{(1)}, \mathcal{R}_{(2)}, \mathcal{R}_{(3)}, \mathcal{R}_{(4)}$ 的图。图3为融360数据中借款人的信用评估值 F 值图。图4为最终的 $\mathcal{R}_{(5)}$ 值图(即值 \mathcal{R} 图)。

从图2中分析得出,比如借款人2,从 $\mathcal{R}_{(1)}, \mathcal{R}_{(2)}, \mathcal{R}_{(3)}, \mathcal{R}_{(4)}$ 中可以看出,随着信息粒不断加入,其信用值不断提高,说明借款人通过加进来的第三方信息粒对他原有的信用值进行了补充,从而弥补了人们的偏见性;比如借款人3,从 $\mathcal{R}_{(1)}, \mathcal{R}_{(2)}, \mathcal{R}_{(3)}, \mathcal{R}_{(4)}$ 中可以看出,随着信息粒的不断加入,他的信用值先

降低,然后略微增加,最后不变,说明借款人信用评估值不稳定,需更进一步做多方面考虑;比如借款人4和5,从 $\mathcal{R}_{(1)}, \mathcal{R}_{(2)}, \mathcal{R}_{(3)}, \mathcal{R}_{(4)}$ 中可以看出,随着信息粒不断加入,他的信用值基本不变,说明不断加入的第三方信息粒对原信用评估进行了印证。由此得出,第三方数据对信用评估值有很大的影响。

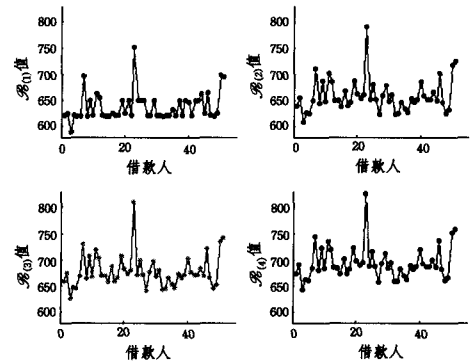
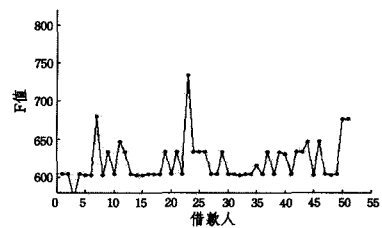
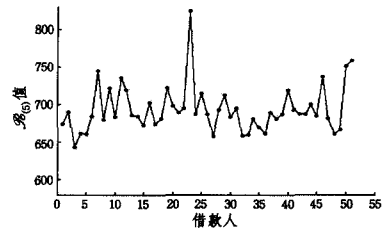


图2 逐次融入信息粒

图3 F 值图4 \mathcal{R} 值

从图3、图4中分析得出:1)原来信用评估值高(或较高)的人,如果在第三方数据中的得分也高(或者较高),那么他的总体信用就高,如借款人7和24;2)原来信用评估值高(或者较高)的人,如果在第三方数据中的得分低(或者较低),那么他的总体信用值就不高,如借款人29;3)原来信用评估值较低(或者低)的人,如果在第三方数据中的得分高(或者较高),那么他的总体得分会相对较高,如借款人3;4)原来信用评估值低(或者较低)的人,如果在第三方数据中的得分也较低(或者低),那么他的总体得分就很低(或者低),如借款人38。总而言之,通过上面的举例说明,更进一步印证了第三方数据对原有信息的信用评估值进行了验证以及补充,从而也证实了通过粒计算的信息融合方法得到的借款人信用评估值更可靠,同时为交易者带来了较安全的交易环境。

结束语 目前,P2P网络借贷面对的最大风险是信用风险,本文提出了综合评判法的信用评估方法,为P2P网络借贷提供了一种新的信用风险评估方法。但是其在做借款人信用评估时仍存在一些局限性(如对借款人信息的真实性无从考究),所以为了得到更精确的信用评估值,对借款人的信用评估方法还需要进一步研究探索。

在借款人信用评估方面,信息融合的方法应用较少,本文初步结合第三方数据,运用粒计算的信息融合方法对 P2P 网络借贷用户的信用评估进行更准确的评估以及印证,从而为用户带来相对安全的交易环境。但是这里只是初步将运用粒计算的信息融合这种方法运用到 P2P 网贷中,一定还有其他信息融合的方法能对借款人的信用进行更精确的信用评估,使 P2P 网贷这一新生事物能够更加成熟、更加完善。

参 考 文 献

[1] 谢平,邹传伟,刘二海. 互联网金融手册[M]. 中国人民大学出版社,2014

[2] Lin Ming-feng. Judging Borrowers by Company They Keep: Friendship Networks and Information Asymmetry in Online Peer-to-Peer Lending [J]. Management Science, 2013, 59(1): 17-35

[3] Agarwal S, Hauswald R B. The Choice between Arm's-length and Relationship Debt: Evidence From Loans[OL]. <http://ssrn.com/abstract=968010>

[4] Fama E. What's Different about Banks[J]. Monetary Econom, 1972, 15(1): 29-39

[5] Handbook of Economic Growth[M/OL]. Durlauf SN, eds. <http://ideas.repec.org/b/eee/growth/1.html>

[6] Granovetter M. The Strength of Weak Ties. Amer[J]. J. Social, 1972, 78(6): 1360-1380

[7] Coleman J S. Social Capital in The Creation of Human Capital. Amer[J]. Social, 1988, 94(Supplement): S95-S120

[8] Angelini E, Tollo G, Roli A. A Neural Network Approach for Credit Risk Evaluation[J]. Q. Rev. Econ. Finance, 2008, 48: 733-755

[9] Wang Run-hua. Based on Improved Support Vector Machine of Consumer Credit in the Personal Credit Evaluation Model[J]. Statistics and Decision, 2010(11): 54-56 (in Chinese)

王润华. 基于改进支持向量机的消费信贷中个人信用评估模型[J]. 统计与决策, 2010(11): 54-56

[10] Liang Ji-ye, Qian Yu-hua, et al. Granular Computing Theory and Methods of Data Mining [J]. China Science, 2015, 11: 1355-1369 (in Chinese)

梁吉业, 钱宇华, 等. 大数据挖掘的粒计算理论与方法[J]. 中国科学, 2015, 11: 1355-1369

[11] Xu Ji, Wang Guo-ying, et al. Big Data Processing Based on Granular Computing [J]. Journal of Computer, 2015, 38(8): 1497-1517 (in Chinese)

徐计, 王国胤, 等. 基于粒计算的大数据处理[J]. 计算机学报, 2015, 38(8): 1497-1517

[12] Zhang Wen-xiu, Xu Wei-hua, et al. The Cognitive Model Based on Granular Computing [J]. Journal of Engineering Mathematics, 2007, 24(6): 957-971 (in Chinese)

张文修, 徐伟华, 等. 基于粒计算的认知模型[J]. 工程数学学报, 2007, 24(6): 957-971

[13] Angilella S, Mazzu S. The Financing of Innovative SMEs: A Multicriteria Credit Rating Model [J]. European Journal of Operational Research, 2015, 244

[14] Fu Y M, et al. P2P Network of Credit Risk Assessment [J]. Finance and Economics, 2014(21): 162-165 (in Chinese)

傅彦铭, 等. P2P 网络贷款信用的风险评估[J]. 财经横, 2014(21): 162-165

[15] Zhang Liang, et al. Data Mining Method Based on Information Fusion in the Application of the Company's Financial Early Warning [J]. Chinese Management Science, 2015, 10(23): 170-176 (in Chinese)

张亮, 等. 基于信息融合的数据挖掘方法在公司财务预警中的应用[J]. 中国管理科学, 2015, 10(23): 170-176

[16] Ye Jing-jing, et al. P2P Network Personal Loan Credit Evaluation Research both at Home and Abroad [J]. Commercial Economy Research, 2015(31): 103-111 (in Chinese)

叶菁菁, 等. P2P 网贷个人信用评估国内外研究综述[J]. 商业经济研究, 2015(31): 103-111

(上接第 241 页)

[6] Wang Shang-guang, Sun Qi-bo, Zhang Guang-wei, et al. Uncertain QoS-aware skyline service selection based on cloud model [J]. Journal of Software, 2012, 23(6): 1397-1412 (in Chinese)

王尚广, 孙其博, 张光卫, 等. 基于云模型的不确定性 QoS 感知的 Skyline 服务选择[J]. 软件学报, 2012, 23(6): 1397-1412

[7] Zhang Shi-bin, Xu Chun-xiang. Study on the trust evaluation approach based on cloud model [J]. Chinese Journal of Computers, 2013, 36(2): 422-431 (in Chinese)

张仕斌, 许春香. 基于云模型的信任评估方法研究[J]. 计算机学报, 2013, 36(2): 422-431

[8] Li De-yi, Liu Chang-yu. Study on the universality of the normal cloud model [J]. The Chinese Engineering Science, 2004, 6(8): 28-33 (in Chinese)

李德毅, 刘常昱. 论正态云模型的普适性[J]. 中国工程科学, 2004, 6(8): 28-33

[9] Liu Chang-yu, Li De-yi, Du Yi, et al. Some statistical analysis of the normal cloud model [J]. Information and Control, 2005, 34

(2): 236-239 (in Chinese)

刘常昱, 李德毅, 杜鹤, 等. 正态云模型的统计分析[J]. 信息与控制, 2005, 34(2): 236-239

[10] Li De-yi, Meng Hai-jun, Shi Xue-mei. Membership clouds and membership cloud generators [J]. Journal of Computer Research and Development, 1995, 32(6): 15-20 (in Chinese)

李德毅, 孟海军, 史学梅. 隶属云和隶属云发生器[J]. 计算机研究与发展, 1995, 32(6): 15-20

[11] Liu Chang-yu, Feng Mang, Dai Xiao-jun, et al. A new algorithm of backward cloud [J]. Journal of System Simulation, 2004, 16(11): 2417-2420 (in Chinese)

刘常昱, 冯芒, 戴晓军, 等. 基于云 X 信息的逆向云新算法[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(11): 2417-2420

[12] Chen Hao, Li Bing, Liu Chang-yu. An algorithm of backward cloud without certainty degree [J]. Journal of Chinese Computer Systems, 2015, 32(3): 544-549 (in Chinese)

陈昊, 李兵, 刘常昱. 一种无确定度的逆向云算法[J]. 小型微型计算机系统, 2015, 32(3): 544-549