

# 基于短时多源回归算法的 P2P 平台风险观测方法

刘 盼 李华康 孙国梓

(南京邮电大学计算机学院软件学院 南京 210003)

**摘 要** P2P 网络借贷作为当代互联网金融领域中流行的借贷方式,具有借款金额小、还款周期长短不一的特点,导致传统的年度风险评估方法因时间粒度过粗而容易给平台投资者造成损失。基于此,提出一种基于短时多源回归算法的网络借贷平台运营风险的动态评估方法。通过动态时间窗对借贷记录进行切分,并以线性回归来量化平台的动态风险指数。实验结果表明,该方法能够及时反映 P2P 平台的风险宏观运营情况,并向投资者提供平台的动态风险评估和预测指标。

**关键词** P2P 网络借贷,运营风险,时间窗,短时多源回归算法

**中图分类号** TP391 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2018.05.017

## Risk Observing Method Based on Short-time Multi-source Regression Algorithm on P2P Platform

LIU Pan LI Hua-kang SUN Guo-zi

(School of Computer Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract** Peer-to-Peer(P2P) lending is a popular lending way in the field of contemporary Internet finance. There are small lending amount and different repayment cycle lengths, which may easily cause the loss of platform investors due to annual risk assessment. This paper proposed a method to dynamically evaluate the operation risk of P2P platforms based on short-time multi-source regression algorithm. In this algorithm, dynamic time windows are used to split up the lending records and linear regression method is used to quantify the dynamic risk index of P2P platforms. The experimental results show the method can reflect the visible operation situation of platforms, and can provide dynamic risk assessment and forecast indicators of the platforms to investors.

**Keywords** P2P lending, Operation risk, Time window, Short-time multi-source regression

## 1 引言

随着互联网的迅速发展,金融界尤其是互联网金融行业发生了巨大的变化。P2P 网络借贷作为互联网金融领域中一种全新的借贷方式,改变了中国传统金融领域的借贷方式<sup>[1]</sup>。P2P 网络借贷平台利用可靠的第三方互联网平台作为中间代理<sup>[2]</sup>,使得投资者放贷和借款者借贷更加方便和快捷。P2P 平台的借贷流程如图 1 所示。与传统的金融平台相比,P2P 网络借贷平台能够在很短的时间内募集到大量的资金,这也是该平台能够迅速发展的主要原因。一方面,它能够为中小型企业以及个人的风险投资提供更为简便、快捷的金融服务;另一方面,它为个人投资者处理闲置资金提供了一种更为灵活的方式。与此同时,P2P 网络借贷平台存在比传统投资和融资平台更多、更突出的风险问题,如信用风险(主要指借款者)<sup>[3]</sup>、清算风险<sup>[4]</sup>、监管风险<sup>[5]</sup>以及信息不对称风险<sup>[6]</sup>。鉴于中国网络借贷平台制度与监管力度缺失的特殊情况,平台

的运营风险<sup>[7]</sup>成为了相对突出的问题。运营风险主要是指 P2P 网络借贷平台可能存在经营不善或者破产倒闭的风险。P2P 借贷平台破产倒闭或者跑路会导致投资者遭受很大的损失<sup>[8]</sup>,因此投资者急需一个针对 P2P 平台的风险评估系统,对于运营风险较高的平台,投资者可以规避投资,尽量降低风险损失。

现阶段已有的 P2P 借贷平台风险评估方法<sup>[9-10]</sup>主要是对借款者的信用风险进行评估。基于 P2P 平台中参与者的流动性较大且交易量高的特点,对个人的每一笔借贷进行风险评估分析将会花费大量成本;此外,传统的借贷平台(如银行等金融机构)通常是以年度为周期发布风险评估报告,但是有的网络借贷平台消亡很快,生命周期较短,此种风险评估方式已经不再适合现有的网络借贷平台。评估 P2P 借贷平台运营风险的变化趋势,掌握风险趋势的发展动态,显得尤为重要。

收稿日期:2017-04-17 返修日期:2017-07-09 本文受国家自然科学基金青年项目(61502247),公安部重点实验室开放课题(2015DSJSYS001),江苏省高校自然科学研究面上项目(14KJB520028)资助。

刘 盼(1991—),女,硕士生,主要研究方向为信息安全、大数据应用;李华康(1982—),男,博士,讲师,CCF 会员,主要研究方向为智慧城市、大数据应用、互联网安全;孙国梓(1972—),男,博士,教授,CCF 高级会员,主要研究方向为网络空间安全、电子数据取证,E-mail:sun@njupt.edu.cn(通信作者)。

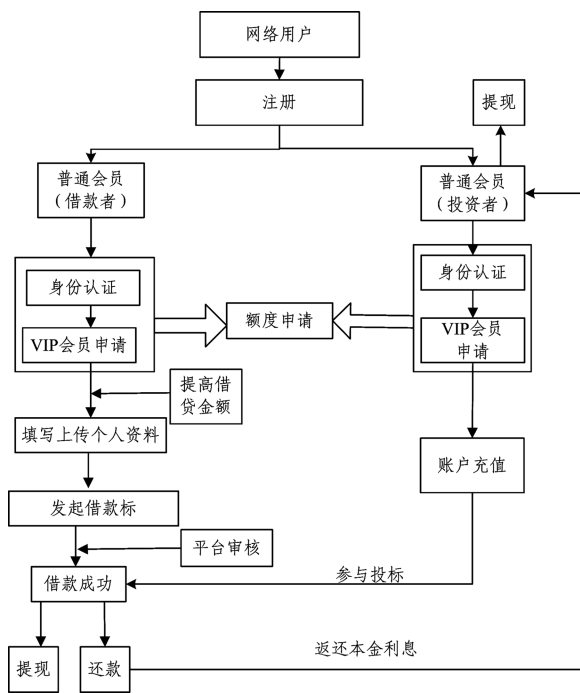


图 1 P2P 平台借贷流程

Fig. 1 Lending process of P2P platforms

为了解决该问题,本文提出基于时间窗的短时多源回归算法对 P2P 平台的运营风险进行评估,对平台的运营周期划分时间窗,量化在每个时间窗内的平台的资金周转以及借款人的信息,动态分析每个时间窗内平台的风险变化趋势,掌握每个时间窗内平台风险的变化情况。该方法能够反映平台在一个时间段内的运营状况,对于存在较高风险的平台能够给投资者有效的提示。

## 2 相关工作

### 2.1 个人行为 and 风险研究

互联网金融是一个相对较新的研究领域,P2P 网络借贷平台中投资者以及借款者之间关系的探讨吸引了金融、信息技术以及社会科学领域众多学者的目光<sup>[11-12]</sup>。文献<sup>[13-14]</sup>更多地关注 P2P 网络借贷平台的个人行为,如影响借款成功率和偿还利率的因素。文献<sup>[15-16]</sup>提出资金需求者的生理特征(如年龄、种族等)将会对投资者是否愿意借钱产生重要的影响。Barasinska<sup>[17]</sup>发现放款人的性别对是否借款存在影响,男性比女性更容易出借资金。Fan 等<sup>[14]</sup>提出借款者的信用和借款成功的次数不仅影响再次借款的成功率,而且对贷款的利率也会产生一定的影响。Tan 等<sup>[18]</sup>通过建立借款人与投资者之间的博弈模型表明,通过贷款利率也能推断出借款人的福利状况。Shen 等<sup>[19]</sup>认为投资者是基于从众的心理做出合理的投资决策,而不是基于风险和收益。

同时,也有一些研究者从投资者或者借款人的角度来预测借贷的风险,并研究相应的降低风险的措施。Wiginton<sup>[20]</sup>使用逻辑线性回归和判别分析法建立信用评分模型,发现逻辑线性模型为信用评分提供了较高的分类正确率。Emekter<sup>[3]</sup>致力于研究贷款违约的决定性因素,并使用逻辑线性回归方法来评估 P2P 网络借贷的信用风险。Tam 等使用经典的人工智能方法——神经网络来预测银行的违约风险,并将

其与线性分类、逻辑回归等方法进行对比,实验结果表明,神经网络方法能够取得更好的预测准确率。Huang 等使用支持向量机以及 BP 神经网络的方法来研究借款者的信用评级预测,发现支持向量机的方法能够取得更高的预测准确率。Jin 等<sup>[21]</sup>提出了一种数据驱动的方法,建立了一种能够将预测结果分成 3 个类别的贷款违约风险分析模型。

### 2.2 借贷平台风险研究

鉴于很多借贷平台出现了破产倒闭的情况,现在越来越多的投资者更加关注借贷平台的运营风险,具备风险调控能力是 P2P 借贷平台能够生存发展的关键所在<sup>[21]</sup>。与传统的金融一样,网络借贷也存在信息不对称的问题<sup>[22-23]</sup>,导致网络借贷平台存在一系列的运营风险问题。

P2P 平台的借贷风险主要来自于借款者的信用风险以及平台自身,如果太多的借款者无法偿还借贷资金,或者 P2P 平台内部盗用资金,投资者都将无法获得本金和利息。在 P2P 网络借贷缺少监管的情况下,利用贷款合同进行诈骗以及旧债务的再融资等现象都会导致平台出现较高的运营风险。一旦风险达到最高极限值,投资者就将遭受很大的损失。信用评分是评估金融机构风险的最重要分析方法<sup>[24]</sup>。文献<sup>[25]</sup>提出了一个聚类索引系统来帮助投资者选择合适的 P2P 借贷平台。在先前的研究中,很多分析模型使用神经网络的方法来预测 P2P 平台是否破产<sup>[20]</sup>,目前这种分析方法仍然适用。文献<sup>[26]</sup>提出了一种基于人工神经网络的信用评分模型,将 P2P 贷款申请分成违约和不违约两种状态,实验结果表明这种分析模型能够有限地检查违约的贷款申请。

以上工作主要关注 P2P 平台的风险评估并将这些平台分类,但忽略了 P2P 平台的风险变化。在一定的时间段内,P2P 借贷平台的风险通常会呈现一定的变化趋势,本文通过设置时间窗的方法来评估平台在每个时间窗内的运营风险。

## 3 风险评估模型

### 3.1 数据处理

每个 P2P 平台的数据都具有很多属性,首先,需要对数据进行清洗预处理,如去除一些不相关的数据。然后,将 P2P 平台的属性数据分为两类:1) 标准化信息,如偿还方式、借款者的性别、婚姻状态、房屋资产、所属区域等个人信息;2) 离散化信息,如收入状况、利率、募集资金的数目以及借款人的年龄等。标准化信息可以根据属性直接进行分组,而离散化信息则需要统计量化分组,这些分类的属性将作为后续分析的候选特征。表 1 列举了分类的属性标准。

表 1 分组量化示例

Table 1 Example of classification quantization

属性	分组量化类别
利率	低于 7%
	7%~9.5% 之间
	高于 9.5%
偿还方式	一次性偿还
	每月还息,到期偿还本金和利息 等额本息

为了观察 P2P 借贷平台运营风险的变化趋势,对一段连续时间内运营的 P2P 平台设置合适的时间窗,并分析每个时间窗内的运营数据。

### 3.2 特征提取

每个候选特征对解释变量具有不同的关联度,使用信息增益的方法来计算每个候选属性的贡献度,具有较大影响的候选属性被认为是重要的特征,那些信息增益比较小的属性将不被考虑。

假设集合  $S$  为 P2P 平台的交易记录,包含  $s$  个样本;集合  $C$  代表 P2P 平台的类别,即  $C = \{c_1, c_2\}$  ( $c_1$  代表运营状况良好的平台; $c_2$  代表出现跑路的平台); $s_i$  表示类别为  $c_i$  的样本个数;信息熵的计算公式为:

$$I = I(s_1, s_2) = - \sum_{i=1}^2 P_i \log(P_i)$$

其中,  $P_i = s_i/s$ 。

假设特征属性  $A$  包含  $k$  个独立的特征属性  $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ ;  $s_j$  表示在  $A$  属性条件下特征为  $a_j$  的样本个数;  $P_{ij}$  为  $S_j$  属于类别  $C_i$  的概率,  $P_{ij} = s_{ij}/(s_{1j} + s_{2j})$ , 则针对属性  $A$ , 存在信息熵的计算公式:

$$E(A) = \sum_{j=1}^k \frac{s_{1j} + s_{2j}}{s} I(s_{1j}, s_{2j})$$

其中,  $I(s_{1j}, s_{2j}) = - \sum_{i=1}^2 P_{ij} \log(P_{ij}), j \in (1, k)$ 。

属性  $A$  的信息增益为:

$$Gain(A) = I(s_{1j}, s_{2j}) - E(A)$$

计算每个候选特征的信息增益,并选取较大的信息增益相对应的特征作为分析的对象。

### 3.3 风险评估模型的建立

#### 3.3.1 权重系数的量化

本模型使用多元统计分析中的判别分析方法来量化风险。假设集合  $X$  是由  $n$  个分类后的属性特征组成的集合,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , 每个属性  $x$  的权重系数为  $\alpha$ , 建立如下公式:

$$R = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

其中,  $R$  是 P2P 平台的运营风险值,  $\alpha_i$  是每个属性的权重系数。

假设平台风险的最高值即  $\max(R)$  为 1,  $\epsilon$  用以衡量偏离的最大风险值, 则  $R$  可以表示为:  $R = 1 - \epsilon (\epsilon \in (0, 1))$ , 并为  $\epsilon$  的步长  $step = h$  遍历寻找最佳的  $\epsilon$  值。用  $s$  代表  $\epsilon$  可能取值的个数, 则有  $s = \frac{1-0}{h} + 1 = \frac{1}{h} + 1$ 。

假设有  $t$  个时间窗, 则可以建立多元一次线性方程组:

$$\begin{cases} \alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_2^1 + \dots + \alpha_n x_n^1 = R \\ \alpha_1 x_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + \dots + \alpha_n x_n^2 = R \\ \dots \\ \alpha_1 x_1^t + \alpha_2 x_2^t + \dots + \alpha_n x_n^t = R \end{cases}$$

针对不同的  $\epsilon$ , 可以得到不同的权重系数解  $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_s$ , 则有:

$$\begin{cases} \alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_2^1 + \dots + \alpha_n x_n^1 = 1 - \epsilon_1 \\ \alpha_1 x_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + \dots + \alpha_n x_n^2 = 1 - \epsilon_2 \\ \dots \\ \alpha_1 x_1^t + \alpha_2 x_2^t + \dots + \alpha_n x_n^t = 1 - \epsilon_s \end{cases}$$

其中,  $\{x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t\}$  表示在第  $t$  个时间窗内属性的特征值,  $\epsilon_i$  表示第  $i$  个偏离值, 其中  $i \in (1, s)$ , 可以得出一组相对应的权重系数解, 即:

$$\begin{cases} \epsilon_1 : [\alpha_1^1, \alpha_2^1, \dots, \alpha_n^1] \\ \epsilon_2 : [\alpha_1^2, \alpha_2^2, \dots, \alpha_n^2] \\ \dots \\ \epsilon_s : [\alpha_1^s, \alpha_2^s, \dots, \alpha_n^s] \end{cases}$$

因此, 针对 P2P 平台, 记  $p_i$  的权重系数为:

$$W^i = \frac{1}{s} [\sum_{j=1}^s \alpha_j^i, \sum_{j=1}^s \alpha_j^i, \dots, \sum_{j=1}^s \alpha_n^i] = [\omega_1^i, \omega_2^i, \dots, \omega_n^i]$$

假设有  $m$  个 P2P 网络借贷平台进行运营风险比较, 每个平台的权重系数为  $[\omega_1^i, \omega_2^i, \dots, \omega_n^i], i \in (1, m)$ , 则针对这  $m$  个平台的权重比较系数为:

$$\omega = \frac{1}{m} [\sum_{i=1}^m \omega_1^i, \sum_{i=1}^m \omega_2^i, \dots, \sum_{i=1}^m \omega_n^i] = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]$$

#### 3.3.2 风险量化

通过上述步骤获得每个平台的相关属性的权重系数  $\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$  后, 可以计算每个时间窗  $t$  的平台运营风险值:

$$R^t = (\omega_1 \dots \omega_n) \begin{pmatrix} x_1^t \\ \vdots \\ x_n^t \end{pmatrix}$$

与已有的分析方法不同, 我们通过时间窗切分的方法设置合适的时间窗, 计算每个时间窗内平台的运营风险值, 观察一段时间内 P2P 借贷平台运营风险的变化趋势。一旦平台的运营风险值长时间处于极限值边界, 则其很可能可能会出现跑路或者倒闭的现象, 这能给平台的参与者提供一些有效的提示。

称上述方法为基于短时多源回归算法的平台运营风险分析, 并通过综合考虑 P2P 平台自身的运营状况和在该平台登记注册的借款者以及投资者的个人信息, 给出一种量化方案。

基于短时多源算法的 P2P 平台运营风险观测方法如下:

1) 针对 P2P 平台的运营数据, 划分合适的时间窗, 得到  $\{t_1, t_2, \dots, t_t\}$  共  $t$  个时间窗;

2) 对于每个时间窗  $t$  的平台运营数据, 分量组化各组数据(如个人信息的分布), 同时计算属性的信息增益, 选取贡献度较大的属性作为研究的对象, 设为  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ;

3)  $R$  为平台运营风险指数,  $\max(R) = 1$ , 使用变量  $\epsilon$  来衡量偏离最大风险的程度:

$$\text{for } \epsilon \text{ in range}(0, 1), \text{step} = \tau:$$

$$s = \frac{1-0}{\tau} + 1 = \frac{1}{\tau} + 1, s \text{ 为变量 } \epsilon \text{ 的个数};$$

针对每个时间窗  $t$ , 有线性方程组:

$$\begin{cases} \alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_2^1 + \dots + \alpha_n x_n^1 = 1 - \epsilon_i \\ \alpha_1 x_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + \dots + \alpha_n x_n^2 = 1 - \epsilon_i \\ \dots \\ \alpha_1 x_1^t + \alpha_2 x_2^t + \dots + \alpha_n x_n^t = 1 - \epsilon_i \end{cases}$$

针对每个偏离变量  $\epsilon_i$ , 有:

$$\begin{cases} \epsilon_1 : [\alpha_1^1, \alpha_2^1, \dots, \alpha_n^1] \\ \epsilon_2 : [\alpha_1^2, \alpha_2^2, \dots, \alpha_n^2] \\ \dots \\ \epsilon_s : [\alpha_1^s, \alpha_2^s, \dots, \alpha_n^s] \end{cases}$$

该平台 ( $p_i$ ) 的属性权重系数为:

$$W^i = \frac{1}{s} [\sum_{j=1}^s \alpha_j^i, \sum_{j=1}^s \alpha_j^i, \dots, \sum_{j=1}^s \alpha_n^i] = [\omega_1^i, \omega_2^i, \dots, \omega_n^i]$$

for  $i$  in range(1,  $m$ ):

对于每个平台  $p_i$ , 有权重系数  $[\omega_1^i, \omega_2^i, \dots, \omega_n^i]$ 。以这  $m$

个 P2P 网络借贷平台为研究对象,权重系数为:

$$\omega = \frac{1}{m} [\sum_{i=1}^m \omega_1^i, \sum_{i=1}^m \omega_2^i, \dots, \sum_{i=1}^m \omega_n^i] = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]$$

4) 进行风险量化:

$$R^t = (\omega_1 \dots \omega_n) \begin{pmatrix} x_1^t \\ \vdots \\ x_n^t \end{pmatrix}$$

计算每个时间窗内的运营风险指数,对各个平台的运营风险进行对比,并展示结果。

### 4 模型验证

#### 4.1 数据

使用数据技术服务提供商拓尔思提供的多个 P2P 平台的数据集<sup>[27]</sup>进行模型验证实验。数据集共分为数据运营正常的借贷平台数据以及发生跑路现象的平台数据。通过统计学的方法,检查每个数据属性的完整性。首先对数据进行缺失值填充并去除一些没有价值的信息,如 id, BORROER\_NAME 等。在数据准备阶段,对于一些很重要但是没有实际值的属性,我们认为这些其薪资是完整的。此外,在原始数据集中, BORROWER\_CITY 属性可以反映借款者是处于一线城市、二线城市还是三线城市,一定程度上反映了他们偿还资金的能力;若该属性值为空,我们可以从 ITEM\_NAME 和 ITEM\_INTRODUCTION 等属性中提取。因此在模型建立阶段,我们保留 BORROWER\_CITY 属性。接着,分组量化数据并计算每个属性的信息增益,选取贡献度比较大的属性。

通过计算信息增益,我们提取出信息增益较大、贡献度较高的特征。基于本实验的数据,将平台的收入以及支出占比、借款人所属城市占一/二/三线城市的比例、年龄分布的比例、受教育程度以及还款利率等特征作为模型的输入。

#### 4.2 权重系数

根据以上得到的属性特征,计算每个属性的权重系数。在本次实验中,  $\epsilon \in (0, 1)$ ,  $step = 0.1$ , 则  $m = 11$ , 每个属性特征权重系数的计算结果如表 2 所列。

表 2 特征的权重系数值

Table 2 Weight coefficient values of features

特征属性	权重系数
收入	0.02760210
支出	0.08745586
一线城市	0.11525449
二线城市	0.11032665
低于 30 岁	0.20471774
30~40 岁	0.09929427
40~50 岁	0.16609111
专科	0.17270882
本科	0.13731779
硕士	0.21074312
其他	0.17981002
利率低于 7%	0.16979228
在 7%~9.5% 之间	0.23545948
大于 9.5%	0.33628751

#### 4.3 结果展示

实验所采用的 P2P 网络借贷平台数据的时间跨度为 2014 年 9 月—2015 年 8 月,设置时间窗大小为 1 个月。基于

本文的实验方法所得到的结果如图 2 所示。

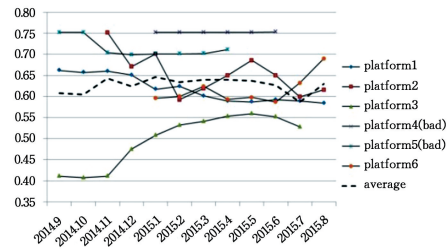


图 2 平台运营风险的变化趋势

Fig. 2 Operating risk trends of P2P platforms

图 2 展示了 4 个运营状况良好以及 2 个出现跑路的借贷平台的运营风险值的变化情况。其中,虚线表示所有的运营风险的平均值,能够反映出当时 P2P 借贷市场的政治和经济环境状况,一定程度上表示了整个 P2P 市场的风险走向。P2P 借贷市场的整体风险走势相对平稳,波动较小。正常运营平台的运营风险能够保持一个较低值,如 platform1, platform2, platform3 和 platform6,尽管它们在某个时间段内的风险值较高,但后续通过采取一系列的措施有效降低了运营风险值;而发生跑路的平台在很长一段时间内的运营风险值都较高。从 2014 年 9 月份到 2015 年 4 月份, platform5 的运营风险值一直都很高;虽然其从 2014 年 10 月份开始采取了一些措施来降低风险,在 2014 年 11 月平台的运营风险值也确实有了降低,但是平台在后续时间段内的运营风险值一直为 0.7 左右,高于平均值,说明该平台处于高风险的状态;不幸的是,在 2015 年 4 月,平台的风险值呈现一定的上升趋势, platform5 因不能承受高风险而破产。

对于这些风险较高的借贷平台,投资者在观测到风险变化趋势后若规避在此平台投资,则能够一定程度地降低投资的损失。

#### 4.4 对比实验

本节基于同样的数据,使用传统风险评估模型——Z-score 进行对照实验<sup>[28]</sup>。与本文提出的方法不同,Z-score 模型使用组间平方和以及组内误差平方和的方法计算每个属性的权重系数。图 3 给出了对比方法的实验结果。

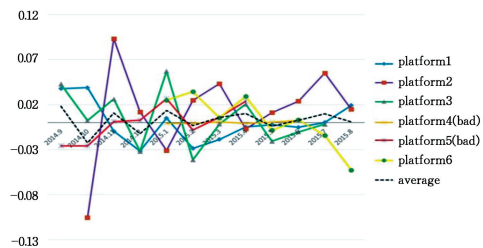


图 3 Z-score 模型得出的借贷平台的风险变化情况

Fig. 3 Risk changes derived from Z-score model

图 3 中黑色的点线代表所有平台风险的均值。在 Z-score 模型中,距离平均值越远(上方)的风险值被定义为高风险。如图 3 所示,虽然能够计算出每个时间窗内借贷平台的运营风险,但是很难分辨平台的宏观运营状况,无法预测平台的发展情况。

**结束语** P2P 网络借贷是互联网金融的一种创新,近年

来取得了迅速的发展。但中国目前固有的局限性以及现实状况,使得平台的运营风险一直是P2P网络借贷平台的重要问题。本文提出了一种基于短时多源回归算法的P2P网络借贷平台运营风险评估方法。在建模阶段,使用动态时间窗以及信息增益的方法来确定特征向量组,并用线性回归量化平台的动态风险指数。本方法能够为投资者提供关于借贷平台的动态风险和预测指标,从而使其避免由于平台跑路等原因而遭受更大的损失。未来,我们将结合更详细的数据来改善本文的运营风险评估方法,例如添加注册资本信息,提高本方法进行风险评估的准确性等。

### 参 考 文 献

- [1] BERGER S C, GLEISNER F. Emergence of financial intermediaries in electronic markets: The case of online P2P lending[J]. *BuR-Business Research*, 2009, 2(1): 39-65.
- [2] QIAN J Y, YANG F. The Development Status and Prospects of Chinese P2P Network Lending[J]. *Finance Forum*, 2012(1): 46-51. (in Chinese)  
钱金叶, 杨飞. 中国 P2P 网络借贷的发展现状及前景[J]. *金融论坛*, 2012(1): 46-51.
- [3] EMEKTER R, TU Y, JIRASAKULDECH B, et al. Evaluating credit risk and loan performance in online Peer-to-Peer (P2P) lending[J]. *Applied Economics*, 2015, 47(1): 54-70.
- [4] 董峰. 我国 P2P 网络借贷平台模式及其风险研究[D]. 昆明: 云南财经大学, 2015.
- [5] 陈作章, 赵敏. P2P 网络借贷平台风险控制研究[J]. *现代商业*, 2014(20): 39-42.
- [6] FREEDMAN S M, JIN G Z. Learning by Doing with Asymmetric Information: evidence from Prosper. com[R]. National Bureau of Economic Research, 2011.
- [7] YE X R. The Risks of China's P2P Lending Models and Related Regulations[J]. *Financial Regulation Research*, 2014, 232(1): 175-194.
- [8] MACH T, CARTER C, SLATTERY C R. Peer-to-Peer Lending to Small Businesses[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2014, 50(96): 945-975.
- [9] FANG Z, ZHANG J, ZHIYUAN F. Study on P2P E-Finance Platform System: A Case in China[C]// 2014 IEEE 11th International Conference on E-Business Engineering(ICEBE). IEEE, 2014: 331-337.
- [10] 李龙. 我国 P2P 网络借贷的风险与监管探讨[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- [11] FUNK B, BACHMANN A, BECKER A, et al. Online Peer-to-Peer Lending—A Literature Review[J]. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 2011, 16(2): 1-18.
- [12] ZHAO H, LIU Q, WANG G, et al. Portfolio Selections in P2P Lending: A Multi-Objective Perspective[C]// ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM, 2016: 2075-2084.
- [13] EVERETT C R. Group Membership, Relationship Banking and Loan Default Risk: The Case of Online Social Lending[J]. *Banking & Finance Review*, 2015, 7(2): 1-31.
- [14] FAN J, PENG L, DU Y, et al. A study on the users' behaviors of P2P online lending platforms[C]// 2015 12th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). IEEE, 2015: 1-4.
- [15] HERRERO-LOPEZ S. Social interactions in P2P lending[C]// Proceedings of the 3rd Workshop on Social Network Mining and Analysis. ACM, 2009: 3.
- [16] LUO B, LIN Z. A decision tree model for herd behavior and empirical evidence from the online P2P lending market[J]. *Information Systems and e-Business Management*, 2013, 11(1): 141-160.
- [17] BARASINSKA N, SCHÖFER D. Does gender affect funding success at the peer-to-peer credit markets? Evidence from the largest German lending platform[J/OL]. <http://hdl.handle.net/10419/52541>.
- [18] TAN J, DE SILVA D G. Better off or worse off: An economic analysis of online P2P lending market[C]// ICSSSM11. IEEE, 2011: 1-3.
- [19] SHEN D, KRUMME C, LIPPMAN A. Follow the profit or the herd? Exploring social effects in peer-to-peer lending[C]// 2010 IEEE Second International Conference on Social Computing(SocialCom). IEEE, 2010: 137-144.
- [20] WIGINTON J C. A note on the comparison of logit and discriminant models of consumer credit behavior[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1980, 15(3): 757-770.
- [21] JIN Y, ZHU Y. A Data-Driven Approach to Predict Default Risk of Loan for Online Peer-to-Peer(P2P) Lending[C]// 2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies(CSNT). IEEE, 2015: 609-613.
- [22] KLAFFT M. Peer to peer lending: auctioning microcredits over the internet[C]// International Conference on Information Systems, Technology and Management, 2008.
- [23] 莫易娴. 国内 P2P 网络借贷平台发展模式比较分析[J]. *开发研究*, 2014, 172(3): 126-130.
- [24] BYANJANKAR A, HEIKKILÄ M, MEZEI J. Predicting Credit Risk in Peer-to-Peer Lending: A Neural Network Approach[C]// 2015 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence. IEEE, 2015: 719-725.
- [25] WANG Y, LI S, LIN Z. Revealing Key Non-financial Factors for Online Credit-Scoring in e-Financing[C]// 2013 10th International Conference on Service Systems and Service Management. IEEE, 2013: 547-552.
- [26] XU L J, LIU Y. A study on choosing network lending platforms by grey clustering method based on the sight of investors[C]// 2015 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services(GSIS). Leicester, 2015: 647-653.
- [27] Data. Knowledge. Intelligence[OL]. <http://www.tris.com.cn>.
- [28] LI X. Analysis on The Development and Alienation of China's P2P Lending From the Perspective of Financial Regulation and Supervision[J]. *Finance & Economics*, 2016, 1(5): 32-40.