

大额支付系统流动性风险度量分析

帅青红 方玲 匡远竞 骆阳

(西南财经大学中国支付体系研究中心 成都 610074) (西南财经大学经济信息工程学院 成都 611130)

摘要 支付系统是一个国家最重要的金融基础设施之一,大额实时支付系统作为支付系统的重要组成部分,比其他结算手段更快速、更准确、更安全,是目前国内最快捷的结算手段之一。因此,提高大额支付系统流动性,降低系统流动性风险,显得日益重要。通过建模,量化了流动性需求指标和结算延迟指标,并利用面板数据建立随机效应模型来度量大额支付系统潜在流动性风险发生的概率。

关键词 流动性,面板数据,随机效应模型

中图分类号 C934 **文献标识码** A

Liquidity Risk Measurement and Analysis of Large-value Payment System

SHUAI Qing-hong FANG Ling KUANG Yuan-jing LUO Yang

(Research Center of China's Payment System, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 610074, China)

(School of Economic Information Engineering, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China)

Abstract Payment system is one of the most important financial infrastructure of a nation. LVPS is an important part of the payment system, and it is more quick, more accurate, more safe than other settlements. Therefore, it is important to improve the liquidity of the LVPS to reduce the liquidity risk of the system. Based on the modeling, this paper quantified the indicators of liquidity demand and settlement delay, and used panel data to set up random effect model to measure the probability of potential liquidity of the LVPS.

Keywords Liquidity, Panel data, Random effect model

1 背景

支付系统被认为是社会资金运动的大动脉。《中国人民银行法》规定中国人民银行要维护支付系统的稳定运行。随着金融业在现代经济中的核心地位日益突出,金融活动迅速发展,支付交易的笔数和金额空前增加,加之金融市场的全球化进程加快,中央银行、商业银行和支付系统的其它参与者所面临的流动性风险急剧增加,支付系统成了国内和跨国金融危机的潜在发源地。提高支付系统运行效率、加强防范支付系统风险的理论研究和仿真模拟,确保支付系统稳定运行已经成为中央银行的重要目标之一。

传统理论认为,银行同时经营着短期负债和长期资产,必然会面临挤兑的冲击。如果一个银行的挤兑问题传播到其他所有的银行,就会产生银行业的恐慌和流动性危机,如2007年英国北岩银行发生的挤兑危机。但由于科技进步和电子技术的应用,国际银行业兴起了一股以放松管制为特点的改革趋势,力求提高整个银行体系运转的效率。可是,这种趋势不但没有消除银行固有的流动性问题,相反这种问题以一种“多米诺”方式向整个银行系统传播,产生“连锁反应”。20世纪

90年代北欧国家的银行危机和2007年美国爆发的次贷危机引起的全球金融危机,都是这种危机的表现形式。中国在过去的金融发展过程中没有遇到过银行业大规模的流动性风险,但随着经济转型的逐步完成,中国银行业潜在的流动性问题日益凸显,必须要予以高度的重视。

2 国内外研究现状

对于大额支付系统,资金的流动性需求和结算延迟两个指标往往需要结合实际情况进行取舍。流动性要求越高,结算延迟越低,但相应的系统代价就越高。对于支付系统流动性风险的研究,国外学者围绕流动性与结算延迟的平衡点以及成本与效果进行了大量研究。

Joydeep Bhattacharya、Joseph H. Haslag、Antoine Martin (2009)通过建立经济模型对隔夜及日间结算的流动性成本进行了研究,认为在隔夜结算成本影响输出量的条件下,日间结算成本低于隔夜结算的成本;Ouarda Merrouche 与 Jochen Schanz (2010)重点研究了英国的支付系统,从银行业务中断时间的日内资金管理角度探究了流动性风险与结算的问题^[1];Falko Fecht、Kjell G. Nyborg 和 Jorg Rocholl (2011)通

到稿日期:2012-08-30 返修日期:2012-11-21 本文受中央高校基本科研业务费专项资金项目(JBK120215),西南财经大学重点校管课题(2011 XG132)资助。

帅青红(1966—),男,教授,主要研究方向为电子商务与支付结算,网络金融与电子银行,E-mail:shuaiqh@swufe.edu.cn;方玲(1989—),女,硕士生,主要研究方向为网上支付、电子银行;匡远竞(1990—),男,硕士生,主要研究方向为电子银行;骆阳(1989—),女,硕士生,主要研究方向为电子支付、数据挖掘。

通过对德国的银行(German banks)的数据进行取证研究,与其他欧洲货币联盟银行相对比,实证分析了流动性管理和隔夜利率的关系^[2]。

在引入模拟系统进行实证分析的研究方面,国外学者也从多方面进行了一定研究。

国际清算银行 BIS(1989)、Borio 和 Van den Bergh(1993)以及 Angelini 等(1996)模拟了当支付系统的一个或多个参与者不能按时结算时的系统风险^[4]。McAndrews 和 Wasilyew(1995)使用 Humphrey(1986)产生的数据(来自纽约清算所银行同业支付系统 CHIPS)研究了影响一个支付系统的系统风险的因素^[5]。Marco Galbiati 和 Kimmo Soramäki(2009)通过模拟银行失败的情况,分析了芬兰央行支付系统发生危机产生的影响和影响范围,使用了事前的结算数据来估计银行失败对其它系统参与者的影响^[9]。

相对于我国支付系统的迅速发展,国内的相关研究显得相对滞后。贺培(2005)^[11]、马征(2005)^[12]、柴小卉,靳力华(2006)^[14]、付泽宇(2006)^[15]、吴华茵(2006)^[16]、吴华茵(2007)^[17]、尹奕文(2008)^[18]、欧阳卫民(2008,2009)^[19,20]等对我国现代化支付系统风险控制、防范等提出了一些思考和建议,中国人民银行深圳市中心支行崔瑜(2011)^[22]分析了我国大额支付系统在实际运用中存在的问题,并对国外的系统,提出了完善中国大额支付系统的建议。但是这些文献更多的是从理论层面上进行的讨论,缺乏一些数量和实证的分析。

近两年,越来越多的学者开始借鉴国外较先进的支付系统,为完善我国现代化支付系统流动性风险管理提供建议。中国银行吉林分行的刘晓彤与吉林大学邓创(2008)^[23]借鉴了美国支付结算系统的经验,强调了资金流高效运转的作用;牛晨、魏先华、潘松和陈敏(2010)^[24]使用芬兰银行的 BoF-PSS2 模拟软件对我国的大额支付数据进行分析,实证结果表明,随着存款准备金率的不断上调,支付系统的参与者将面临越来越大的流动性需求压力。

3 流动性风险

流动性风险指支付系统中的某一参与者并未发生清偿危机,但是在到期日不能结算其在支付系统中负债的全部金额的风险,即指拖欠资金的一方不能按支付系统程序完成支付命令。与信用风险相比,流动性风险在于违约方不一定发生清偿危机,而是在规定时间内无法如期清算其债务,但若给予足够的时间,支付方可以通过各种融资手段来完成清算的指令。中国现代支付系统虽然设计了很多防范流动性风险的措施,如清算排队、清算窗口管理、自动质押融资和日间透支等,但支付系统中依然存在流动性风险,其往往由于风险的传染性和扩散性导致金融机构的倒闭,进而引发金融危机。

4 流动性需求和结算延迟指标

4.1 结算延迟指标

结算延迟指标定为 ρ ,这个值的范围从 0 到 1。式(2)中,分子表示一天中某分钟排队队列的价值之和,分母代表一天中每分钟的付款的累积价值, ρ 是这两个的比例。

如果银行日初没有任何的流动性,不接受任何形式的支

付,所有的资金转移都在排队队列中未能结算,或仅在一天结束的时候结算,在这种情况下, ρ 等于 1;另一方面,如果银行有充裕的流动性,所有的业务都立即结算,则 ρ 为零。

在计算整个系统的 ρ 时,分子和分母都对于系统中的所有账户持有人求和,因此,整个系统的 ρ 相当于单个账户持有人的 ρ 的加权平均,权重是相应的账户持有人的支付金额在支付总额中所占的比重。运用这样的一个指标,不同系统的结算延迟可以被标准化计量。

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^T Q_i}{\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T V_{ij}}$$

式中, ρ 表示系统的结算延迟指标; Q_i 表示在时刻 i 时的排队队列价值; V_i 表示在时刻 i 时支付的价值。

4.2 流动性使用指标

流动性使用量是流动性的日内峰值和开始的流动性之和,相应的指标 π 是计算每个银行一天的流动性使用量占总支付价值的比率,变化范围是 0 到 1。当 π 值为 0 时,表示外部系统不需要流动性;当 π 值为 1 时,所需流动性为整个支付的总值。

$$\pi = \frac{LU}{\sum_{i=0}^T V_i}$$

式中, π 表示每个账户持有人的流动性使用指标; LU 表示日初的流动性和流动性的日内峰值之和; V_i 表示在时刻 i 的支付价值。

计算系统的流动性使用指标时,是单个账户持有人的流动性使用量求和除以一天支付总额。这相当于商业银行流动性使用指标的加权平均,这个权重是商业银行各自的支付价值在支付中所占的比例。

4.3 流动性需求边界

假设银行在 RTGS 系统中的流动性状况如图 1 所示,在这种环境下,银行日初以流动性为零和无限授信(an unlimited credit extension)开始,流动的款项在白天十分平衡,一天终点的流动性需求为图 1 中的 B 点,它代表了一天的头寸。这个点代表 RTGS 排队情况下的流动性需求理论下限。

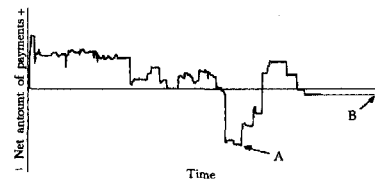


图 1 RTGS 系统中某银行的日内流动性情况

然而,这种下限只有在支付没有任何时序限制的情况下才有效,因此在日终,流动性需求无法得到解决。国外学者利用 BoF-PSS 进行模拟,得出一个有严格时序限制的银行结算系统的真实下限也是很重要的。在这些模拟中,每个账户持有人全天的所有收入和支出的款项被指派一个极限,相当于规定净头寸。

如果所有的支付都没有排队,那么流动性的需求上限是很重要的。一个账户持有人一天内流动性最低的位置就代表了对其流动性需求的理论上界,对应图 1 中的点 A。

因为排队付款只发生在流动性需求的上下界限之间,所以在模拟中选取了 11 个界限之间的不同的流动性水平点。

这些不同程度的点在图2中表示为从流动性水平为0到100之间的百分点。

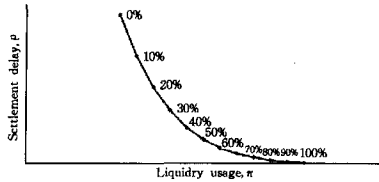


图2 各种流动性水平下某银行的清算延迟和流动性需求之间的关系

任一账户持有人*i*的可用流动性计算公式如式(1)所示。每个银行的可用流动性在某一特定的流动性水平条件下是下界与相应的流动性水平之间的差额乘以界限之和。流动性需求的上下界的流动性水平分别是百分之零和百分之百的。

$$LA_i = LB_i + LL * (UB_{t,i} - LB_{t,i}) \quad (1)$$

式中, LA_i 表示账户持有人*i*在给定流动性水平下的可用流动性; LB_i 表示流动性需求的理论下界; UB_i 表示流动性需求的理论上限; LL 表示相应的流动性水平。

不同的流动性水平在积分曲线上表示为各点之间的延迟间隔的缩小。然而,仿真结果表明,邻近点之间的距离代表不同的流动性使用组合。一个小的流动性缩减可能意味着一个结算延迟的大改变,反之亦然。

5 构建和使用计量实证模型

5.1 我国目前的流动性风险管理指标

参照中国人民银行对商业银行流动性风险监管指标设置的规定指标和银监会公布的《股份制商业银行风险评级体系(暂行)》,并借鉴前人对支付系统流动分析的度量研究指标,本文选取4个能够直接反映支付系统参与者流动性风险的指标作为解释变量,这4个指标分别是:存贷比率、流动比率、拆入资金比率、拆出资金比率。

(1) 存贷比率

$$\text{存贷比率}(X_1) = \frac{\text{期末贷款余额}}{\text{期末存款余额}} \times 100\%$$

存贷比率反映了贷款在存款中所占的比重,按照相关规定,银行类金融机构的该比率不得高于75%。存贷比率的变化会造成整个支付系统潜在流动性比率的变化,存贷比率越高,银行的流动性越低,流动性风险越高。当此比率超过75%时,就可能诱发系统参与者的流动性风险,流动性风险出现的概率也随着增加。

(2) 流动比率

$$\text{流动比率}(X_2) = \frac{\text{流动资产}}{\text{流动负债}} \times 100\%$$

流动比率衡量的是银行的流动性资产快速变现并偿还债务的能力。如果指标过低,表示银行的流动资产的变现能力较低,短期内的偿债能力有限。在实践中,我国规定的流动性比率不能低于25%,如果银行的流动比率低于25%,就意味着银行的流动性风险发生的概率显著上升。

(3) 拆入资金比率

$$\text{拆入资金比率}(X_3) = \frac{\text{拆入资金总额}}{\text{期末存款余额}} \times 100\%$$

拆入资金比率过高,反映出金融机构流动性不足,发生支付风险的可能性增大。按照实践中的经验其不应高于4%。

否则金融机构会面临因流动性问题而导致机构支付不顺畅,使潜在的流动性风险概率变大,从而引起或造成真实的流动性风险。

(4) 拆出资金比率

$$\text{拆出资金比率}(X_4) = \frac{\text{拆出资金总额}}{\text{期末存款余额}} \times 100\%$$

拆出资金比率与拆入资金比率的影响恰好相反。金融机构将可用资金拆借给其他金融机构,拆出资金越多,说明该机构的流动性资产越多,表明潜在的流动性风险的概率降低;反之,则说明流动性不足,发生流动性风险的概率增加。但是机构在拆出资金的同时,首先要保证自身有足够的流动资金。根据实践,我国规定拆出资金比率不得高于8%。

5.2 被解释变量的选取和说明

被解释变量*Y*代表系统的流动性风险,因为真实数据无法获得,所以此处的*Y*定义为系统潜在的流动性风险。根据国家对于流动性风险指标的规定,虚拟变量*Y*满足以下条件:

$$Y = \begin{cases} 0, & X_1 < 75\% \text{ 且 } X_2 > 25\% \text{ 且 } 0 < X_3 < 4\% \text{ 且 } 0 < X_4 < 8\% \\ 1, & X_1 \geq 75\% \text{ 或 } X_2 \leq 25\% \text{ 或 } X_3 \geq 4\% \text{ 或 } X_4 \geq 8\% \end{cases}$$

上述公式表示:当 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 这4个变量的取值没有超过规定的临界值时, $Y=0$,即代表系统不存在潜在的流动性风险;反之, $Y=1$,则代表系统存在潜在一定的流动性风险。此时定义 $p = \text{Prob}(Y=1)$,表示 $Y=1$ 的概率,则可以得到 $Y=0$ 时的概率为 $1-p = \text{Prob}(Y=0)$ 。此时的*Y*取值符合二项分布。限行概率模型要求随机扰动项满足正态性、同方差性,还要求*p*的取值在0到1之间,现实中很少能够严格符合这些条件,因为采用线性概率模型估计的结果不够充分,需要采用logistic回归分析。

将被解释变量 $Y=1$ 的概率与 $Y=0$ 的概率之间的比值定义为比数(odds),即 $\text{odds} = \frac{p}{1-p}$;再取其对数 $\lambda = \ln(\frac{p}{1-p})$,对 λ 与解释变量进行回归分析,估计的计量模型就变为:

$$\lambda = \ln(\frac{p}{1-p}) = c_0 + c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + c_4 X_4 \quad (2)$$

通过式(2)变形可以得到:

$$p = \frac{e^{c_0 + c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + c_4 X_4}}{1 + e^{c_0 + c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + c_4 X_4}} \quad (3)$$

$$1-p = \frac{1}{1 + e^{c_0 + c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + c_4 X_4}} \quad (4)$$

5.3 计量回归实证分析

本文选取了8个银行的数据作为样本,通过查阅各银行的年报,计算得出各银行2004年—2011年期间每年的流动性指标的数值,即得到64组数据,利用计量经济学的方法对此面板数据进行分析。

运用Hausman检验的结果如下:

Correlated Random Effects-Hausman Test			
Pool: LIQUID			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d. f.	Prob.
Cross-section random	1.750918	4	0.7814

由结果可知,*P*值大于0.05,所以应建立随机效应模型。

随机效应模型分为变系数模型、固定影响模型和不变参数模型。通过 F 检验的值可知,本文应建立不变参数模型。

不变参数模型的回归结果如下:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.116546	0.430301	-4.918761	0
X ₁	2.053993	0.526701	3.899731	0.0002
X ₂	4.997882	1.147526	4.355352	0.0001
X ₃	-0.863650	1.029779	2.838676	0.4050
X ₄	0.941812	0.348619	2.701550	0.0090
R-squared	0.867972	Mean dependent var		0.54687
Adjusted R-squared	0.838682	S. D. dependent var		0.50173
S. E. of regression	0.340779	Akaike info criterion		0.75974
Sum squared resid	6.851694	Schwarz criterion		0.92840
Log likelihood	-19.31168	Hannan-Quinn criter.		0.82618
F-statistic	19.39131	Durbin-Watson stat		1.79453
Prob(F-statistic)	0			

因此,本文样本所估计的模型为:

$$Y = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = -2.116546 + 2.053993X_1 + 4.997882X_2 - 0.863650X_3 + 0.941812X_4 \quad (5)$$

(1)根据模型对于参数估计的要求,可以确定参数的取值范围: $c_1 > 0, c_2 > 0, c_3 < 0, c_4 > 0$ 。模型估计的结果符合这个要求,因而模型通过经济学检验。

(2)本模型的拟合优度 $R^2 = 0.867972$,拟合优度较好。给定显著性水平 $\alpha = 0.05$,查表可知 $t_{\alpha/2}(n-2) = 1.99$,通过对各参数的 t 值与临界值的比较可知: $t_{X_1} > 1.99, t_{X_2} > 1.99, t_{X_3} > 1.99, t_{X_4} > 1.99$,因此,4个变量分别对被解释变量的影响是显著的。给定显著性水平 $\alpha = 0.05$,查表可知 $F(k-1, n-k) = F(3, 5) = 8.85$,通过对模型估计的 F 值与临界值的比较可知: $F = 19.39131 > 8.85$,因此,4个变量组合的整体对被解释变量的影响是显著的。模型估计的结果通过了统计学的检验。

(3)本文采用 Goldfeld-Quandt 检验,对样本分段,并分别求出各自的残差平方和 $\sum e_1^2$ 与 $\sum e_2^2$,在给定 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下, $F_c(\frac{n-c}{2}, k, \frac{n-c}{2}, k) = F_{0.05}(21, 21) = 2.12, F = \sum e_1^2 / \sum e_2^2 > 2.12$,所以模型不存在异方差。

5.4 样本的潜在流动性风险概率

根据回归分析的结果变形可以得到:

$$p = \frac{e^{-2.116546 + 2.053993X_1 + 4.997882X_2 - 0.863650X_3 + 0.941812X_4}}{1 + e^{-2.116546 + 2.053993X_1 + 4.997882X_2 - 0.863650X_3 + 0.941812X_4}} \quad (6)$$

$$1 - p = \frac{1}{1 + e^{-2.116546 + 2.053993X_1 + 4.997882X_2 - 0.863650X_3 + 0.941812X_4}} \quad (7)$$

根据式(6),可以计算出大额支付系统单个参与者的潜在流动性风险,图3—图6是样本中的部分银行潜在流动性风险每年的变化趋势。

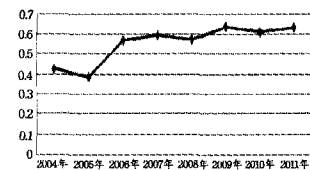


图3 工商银行历年潜在流动性风险变动趋势

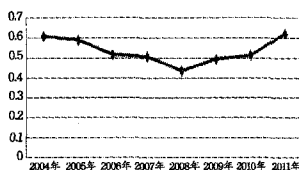


图4 农业银行历年潜在流动性风险变动趋势

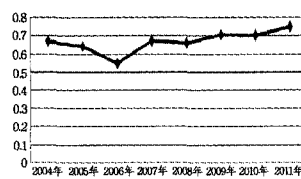


图5 中国银行历年潜在流动性风险变动趋势

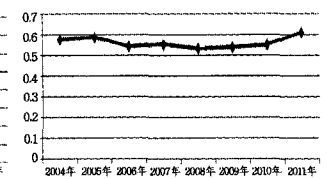


图6 建设银行历年潜在流动性风险变动趋势

5.5 系统整体潜在流动性风险概率

本文采用将样本中8家银行的4个指标进行加权平均的方式,以各银行每年的资产总额作为权重,来计算大额支付系统总体的潜在流动性风险概率,结果如图7所示。

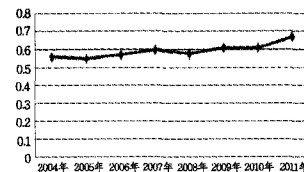


图7 大额支付系统历年潜在流动性风险变动趋势

由图7可知,我国大额支付系统的流动性风险的发生概率呈上升趋势。在控制流动性风险方面,商业银行和央行应当各自采取相应的措施,以确保支付系统安全、稳健的运行。

商业银行应该优化自身的资产和负债结构,维护自身的流动性,防止流动性资金链条的断裂。还应该建立和完善对流动性风险的预警机制,保障用于系统结算的备付金账户处于充足状态,同时优化资金的调度,对不同分支结构的流动性需求进行优化管理,合理分析和预测资金头寸在不同分支机构的适用需求,以确保不同分支机构能够进行正常稳定的支付结算。

央行作为我国现代化支付系统的管理者,应当对支付系统的排队机制进行完善和优化,研究支付系统日间透支的管理机制,为备付金不足的系统参与者提供便利。央行应该根据不同商业银行在流动性风险方面的不同特征,对系统参与者的账户进行检测和风险预警,为系统整体的流动性风险防范做出贡献。

结束语 总结全文,支付系统的快速发展不仅深深影响了金融业的发展,而且对整个市场经济产生了巨大的推动作用。在支付系统的发展中,不可避免地会遇到诸如监管、操作、信用、法律、等风险,解决问题要从根本出发,合理监管流动性风险很大程度上削弱了整个支付系统的风险。

在经济金融全球化的大背景下,任何国家和地区支付体系的发展都不是孤立的。通过对各国主要支付系统以及其流动性风险控制措施的比较研究,可以看到我国支付体系与发达国家还存在一定差距。只有认识到问题所在,从不足中学习发达国家的先进经验,构建有中国特色的支付体系,才能在新的机遇和挑战中立于不败之地。

参考文献

- [1] Bhattacharya J, Haslag J H, Martin A. Why does overnight liquidity cost more than intraday liquidity? [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2009(6): 1236-1246
- [2] Merrouche O, Schanz J. Banks' intraday liquidity management

during operational outages[J]. Theory and evidence from the UK payment system, 2010(2):314-323

[3] Fecht F, Nyborg K G, Rocholl J. The price of liquidity: The effects of market conditions and bank characteristics[J]. Journal of Financial Economics, 2011(11):344-362

[4] Borio, Bergh V D. The nature and management of payment system risks: an international perspective[N]. BIS papers, 1993

[5] McAndrews J J, Wasilyew G. Simulations of failure in a payment system[A]//Leinonen H, ed. Liquidity, Risks and Speed in Payment and Settlement Systems a Simulation Approach[C]. Finland; Bank of Finland Studies, 2005:230-247

[6] Johnson K, McAndrews J J, Soramöki K. Economising liquidity with deferred settlement mechanisms[A]//Leinonen H, ed. Liquidity, Risks and Speed in Payment and Settlement Systems a Simulation Approach [C]. Finland; Bank of Finland Studies, 2005:180-215

[7] Ledrut E. How can banks control their exposure to a failing participant? [A]//Leinonen H, ed. Simulation Studies of Liquidity Needs, Risks and Efficiency in Payment Networks [C]. Finland; Scientific monographs, 2007:228-252

[8] Schmitz S, Pühr C. Structure and stability in payment networks-A panel data analysis of ARTIS simulations[A]//Leinonen H, ed. Simulation Analyses and Stress Testing of Payment Networks [C]. Finland; Scientific monographs, 2009:146-185

[9] Galbiati M, Soramöki K. An agent-based model of payment systems[A]//Leinonen H, ed. Simulation analyses and stress testing of payment networks [C]. Finland; Scientific monographs, 2009:316-336

[10] Galbiati M, Soramöki K. Liquidity-saving mechanisms and bank

behavior[N]. Bank of England; Working Paper No. 400, 2010

[11] 贺培. 支付系统监督:开放条件下维系金融安全的重要途径[J]. 国际金融研究, 2005(11):67-72

[12] 马征. 支付系统风险分析与控制[J]. 济南金融, 2005(9):51-52

[13] 郑建, 何秀华. 大额支付系统运行中风险分析及防范途径[J]. 金融实务, 2005(12):55-56

[14] 柴小卉, 靳力华. 加强我国现代化支付系统风险管理的思考[J]. 金融研究, 2006(3):138-145

[15] 付泽宇. 中国现代化支付清算系统的发展及思考[J]. 金融与经济, 2006(2):56-59

[16] 吴华茵. 支付系统制度建设相关问题探讨[J]. 金融会计, 2006(9):24-25

[17] 吴华茵. 支付系统流动性风险管理探讨[J]. 金融会计, 2007(6):33-34

[18] 尹奕文. 银行业流动性风险生成机制研究[J]. 金融在线, 2009:32-34

[19] 欧阳卫民. 完善支付环境建设, 推动支付系统发展[J]. 金融电子化, 2008(11):15-18

[20] 欧阳卫民. 我国支付清算系统的特点和发展趋势[J]. 财经科学, 2009(2):34-40

[21] 吉春娴. 支付系统变革对银行流动性管理影响的实证研究[J]. 金融实务, 2009(5):54-57

[22] 崔瑜. 我国大额实时支付系统流动性风险控制措施探析[J]. 深圳金融, 2011(11)

[23] 邓创, 刘晓彤. 关于我国现代化支付结算体系建设的思考——美国支付结算体系的经验与启示[J]. 现代经济, 2008(7):4-6

[24] 牛晨, 魏先华, 潘松, 等. 我国大额支付系统中的流动性风险[J]. 系统工程, 2010(11):23-28

(上接第 110 页)

类别的不确定程度,建立样本对类别的不确定性描述,因而能更加客观地反映现实世界^[12]。本文依据蠕虫扫描时会产生某些典型网络行为的特点,提出了一种基于模糊模式识别的扫描类蠕虫检测算法。利用该方法检测扫描类蠕虫时,只需要进行简单的数值运算和模糊模式的处理,这不仅大大降低了计算的开销,而且能够有效地检测未知的扫描类蠕虫,不会对 P2P 程序产生误报。隶属函数的选取是模糊模式识别方法的重点,目前,隶属函数的选取主要都是依赖于专家经验。当然,本文所提检测算法不能检测拓扑类及被动等待型蠕虫,如 Email 蠕虫、IM 蠕虫,对这类蠕虫的检测还需作进一步地研究与探讨。

参 考 文 献

[1] 陈宇峰. 蠕虫模拟方法和检测技术研究[D]. 杭州:浙江大学, 2006

[2] 汪伟. 网络蠕虫检测技术研究与实现[D]. 杭州:浙江大学, 2006

[3] Chen Yu-feng, Dong Ya-bo, Lu Dong-ming, et al. Detecting randomly scanning worms based on heavy-tailed property[C]// Proc. of 2005 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control. Orlando, Florida, 2005:354-358

[4] 肖枫涛. 基于网络行为的蠕虫检测关键技术研究[D]. 长沙:国

防科技大学, 2009

[5] Robertson S, Siegel E V, Miller M, et al. Surveillance detection in high bandwidth environments[C]//Proc. of DARPA DISCEX 111 Conference. 2003:130-139

[6] Jung J, Paxson V, Begrer A W, et al. Fast Portscan detection using sequential hypothesis testing[C]//Proc. of the IEEE Symposium on Security and Privacy. 2004:211-225

[7] 付文, 魏博, 赵荣彩, 等. 基于模糊推理的程序恶意性分析模型研究[J]. 通信学报, 2010, 31(1):44-50

[8] 刘向杰, 夏靖波, 柴天佑. 一类基于正态分布隶属函数的模糊控制策略研究[J]. 控制与决策, 1998, 13(4):365-368

[9] 顾雨婕. 用于行为分析反木马的模糊分类算法研究[D]. 杭州:浙江工业大学, 2008

[10] 李鸿吉. 模糊数学基础及实用算法[M]. 北京:科学出版社. 2005

[11] Moskovitch R, Elovici Y, Rokach L. Detection of unknown computer worms based on behavioral classification of the host[J]. Computational Statistics & Data Analysis, 2008, 52(9):4544-4566

[12] 李晶皎, 赵丽红, 王爱侠. 模式识别[M]. 北京:北京电子工业出版社, 2010

[13] 况晓辉, 黄敏桓, 许飞. 网络蠕虫实验环境构建技术研究[J]. 计算机科学, 2010, 37(7):54-56, 73