

# 基于多主体建模的损失厌恶的生成机制分析\*

杨春霞, 胡 森, 胡丹婷

(南京信息工程大学 信息与控制学院, 南京 210044)

**摘 要:** 为了探索损失厌恶现象的形成机理, 建立一个多主体模型并成功地再现了损失厌恶的形成过程。通过分析发现, 显著的边际效用递减效应和个体对杰出者的模仿行为在损失厌恶的形成上起着至关重要的作用。

**关键词:** 损失厌恶; 多主体模型; 金融物理

**中图分类号:** TP301.6

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-3695(2012)09-3274-02

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.09.019

## Analysis on origin of loss aversion based on multi-agent model

YANG Chun-xia, HU Sen, HU DAN-ting

(College of Information & Control, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

**Abstract:** To search the key mechanism in the formation process of loss aversion, which played an important role in the financial market, this paper built a multi-agent model and succeeded in reproducing its formation process. Analysis shows that a strong law of diminishing marginal utility and imitation from the excellent were very important to the formation of loss aversion.

**Key words:** loss aversion; multi-agent model; econophysics

多主体模型源自人工智能领域,它采用自下而上的思想,让不同种类的智能体之间相互作用、协调整合,从而演绎出复杂的现象。近年来多主体建模的应用<sup>[1-7]</sup>越来越广泛,其中很多学者用它来探索尖峰胖尾<sup>[8-10]</sup>、波动聚集<sup>[11]</sup>等典型特征的产生机理。但是多主体模型在设计时有一个弊端:设定主体行为规则容易受研究者主观认知局限性的影响,从而削弱其理论基础。而 Hoffmann 等人<sup>[4]</sup>的研究可以克服这一缺陷。他们认为多主体金融模型中主体的行为规则应该借鉴行为金融学的成果,这样构建的主体规则就有着足够的依据和坚实的理论基础,从而减少研究者主观认知局限性的影响。但行为金融学的成果主要是描述性的,所以它也需要多主体模型这个桥梁来沟通市场机制与价格行为。逾渗类模型<sup>[1-3]</sup>将羊群效应和胖尾特性联系起来,产生了较大的影响。但笔者认为响应这一呼吁的最佳途径不是直接将非理性行为融入主体行为规则中,而是将这些非理性行为的产生机制融入其中,在主体自发产生非理性行为的同时,再现金融市场典型特征,从而便于探索典型特征和非理性行为的共同源泉。本文以损失厌恶<sup>[12]</sup>为例,探索其产生机制。尽管目前国内鲜有文献涉及这一点,但很多学者用多主体模型来探索其他人类行为的产生机制,如 Epstein 等人<sup>[5]</sup>在二维网格上构建了糖空间模型,研究了从文化交流到疾病传播的众多社会行为现象;国内中国科技大学的研究者们提出了基于层次型交通网络的运动模型,发现当人们沿着这种层次性交通网络运动时,会导致标度性的行程分布<sup>[6]</sup>,因此本文也通过构建多主体模型来研究损失厌恶的产生机制。本文建立的模型基于两个基本条件——主体学习他人改进自身行为规则以及存在明显的边际递减效应,成功地再现了损失厌恶的形成过程。之后分析了两个条件的必要性,以便后续的研究

工作。

### 1 多主体模型

在很多研究个体行为的多主体模型中,个体的模仿、学习能力被视做个体改进策略的源泉;而边际效用递减效应(后文简称递减效应)在经典金融理论中也有着广泛的应用。因此,本文将基于这两个条件建立模型。具体实现过程如下:

a) 在一个  $L \times L (L=50)$  的 Von Neumann 型网格上,每个格点代表一个主体,每个主体有四个邻居。网格上的主体分为保守型、冒险型、损失厌恶型和随机型四种类型。初始时,每个主体随机地被赋予一个类型。

b) 市场每个时刻都会产生一个二选一的选择:选项一是以概率  $P_1$  来获得收益  $G_1$ ,选项二是以概率  $P_2$  来获得收益  $G_2$ ,  $G_1 P_1 = G_2 P_2 = G$ ,  $P_1 < P_2$ ,  $P_1, P_2$  服从标准均匀分布,  $G$  服从  $[-1, 1]$  上的均匀分布。同一时刻所有主体面临相同的选择,并根据自身类型作出选择。

c) 当  $G > 0$  时,损失厌恶型主体作出风险较小的选择(即概率较大的选择)以确保收益;当  $G < 0$  时,作出风险较大的选择(即概率较小的选择)以试图避免损失。保守型主体总是作出风险较小的选择,冒险型主体作出风险较大的选择,随机型主体则随机地作出选择。

d) 主体作出选择后获得的收益  $g$  对主体的冲击(效用)  $U$  满足:

$$U(g) = \begin{cases} g^h & g \geq 0 \\ -(-g)^h & g < 0 \end{cases}$$

其中,指数  $h$  关系到递减效应是否存在及其强弱程度:当  $0 <$

**收稿日期:** 2012-02-06; **修回日期:** 2012-03-21 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(60874111);江苏省青蓝工程项目;江苏省自然科学基金资助项目(07KJD120128)

**作者简介:** 杨春霞(1969-),女,四川成都人,教授,博士,主要研究方向为复杂网络与复杂系统(y. cx@163. com);胡森(1986-),男,硕士,主要研究方向为复杂网络、复杂系统;胡丹婷(1987-),女,硕士,主要研究方向为复杂网络。

$h < 1$  时,递减效应存在, $h$  越小递减效应越强;当  $h > 1$  时,递减效应不存在,此时是边际效用是递增的。

e) 每个主体会记录过去  $d = 10$  个时刻的效用和。每个时刻,主体会转换为效用和最高的邻居的类型,前提是这个邻居的效用和高过该主体。

系统进行演化时,先按过程 a) ~ b) 演化一次,然后不断重复过程 b) ~ e)。

## 2 实验结果与分析

图1显示了  $h = 0.5$  时的一次仿真结果。初始时,各类型主体数目基本相等;随着系统演变,所有的主体都转换为损失厌恶型(损失厌恶稳定态)。在同样的参数下,本文进行了15次实验,系统演变过程与图1类似,但损失厌恶稳定态的形成时刻各异,如图2所示。图3显示了递减效应不存在时系统的演化情况。图3(a)中, $h = 2$ ,随着系统的演化,所有的主体最终都转换为冒险型(冒险稳定态);(b)中, $h = 1$ ,系统最终也进入了冒险稳定态。

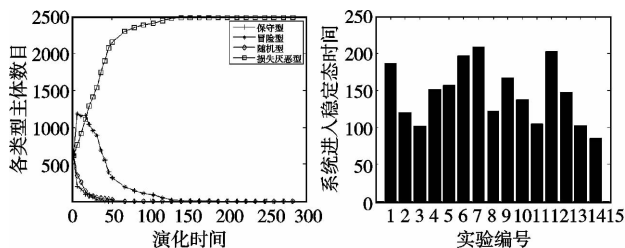
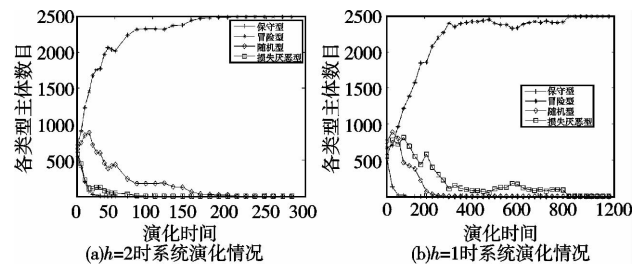


图1 损失厌恶的形成过程

图2 不同实验形成稳定态时刻



(a)  $h=2$  时系统演化情况

(b)  $h=1$  时系统演化情况

图3 无递减效应时系统演化情况

为了探寻系统进入损失厌恶稳定态的必要条件,本文在区间  $[0.5, 0.8]$  和  $[1.0, 1.3]$  上每隔 0.05 取一个  $h$ ,在区间  $[0.85, 1.0]$  每隔 0.01 取一个  $h$ ,在每一个  $h$  下重复 15 次实验,发现当  $h \in (0.87, 0.95)$  时,系统最终既可能进入损失厌恶稳定态,也可能进入冒险稳定态或不进入稳定态。

图4中, $h = 0.9$ ,系统经过 3 000 个演化时间后还未进入稳定态;当  $h \leq 0.87$  时,系统进入损失厌恶稳定态;当  $h \geq 0.95$  时,系统进入冒险稳定态。如图5所示(纵坐标为 15 次实验的平均值),随着  $h$  渐渐远离临界区域,系统进入稳定态所需演化时间越来越短。以上实验说明,当递减效应明显存在时,损失厌恶现象才会涌现。

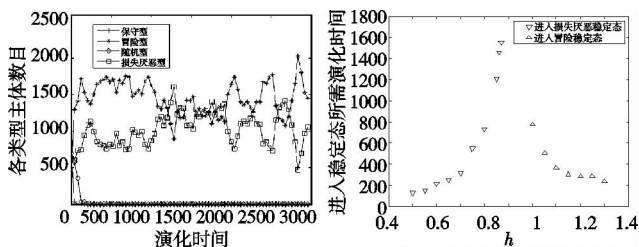


图4  $h=0.9$  时系统演化情况

图5 系统进入稳定态所需时间随  $h$  值变化情况

当实现过程 e) 中的学习模式从模仿杰出者行为变成吸取

他人教训时,系统演化情况如图6所示。在这次仿真中, $h = 0.5$ ,实现过程 e) 改为:每个时刻,若主体类型与效用和最低的邻居的类型相同或所有邻居的效用和都比该主体高,则该主体类型随机改变为其他类型。图6中系统始终处于一种均衡态,各类型主体数目基本相等,这就说明模仿杰出者行为这种学习模式对损失厌恶现象的形成也起着重要作用。上述实验表明,损失厌恶行为大范围出现的条件有两个:显著的边际递减效应和主体模仿表现出色的邻居主体。

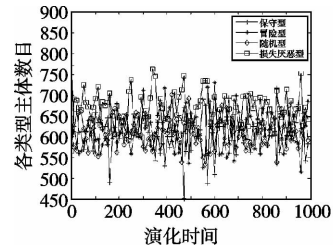


图6 改变学习模式时系统演化情况

## 3 结束语

本文通过建模再现了损失厌恶这一非理性行为的涌现过程,发现两个理性的机制可以引起非理性行为的大范围出现,说明理性也可能是非理性的源泉。金融市场波动性的典型特征正狂野地冲击着传统的金融理论框架,接下来笔者将探讨狂野的背后是否也存在着理性。

### 参考文献:

- [1] CONT R, BOUCHAUD J P. Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets[J]. *Macroeconomic Dynamics*, 2000, 4(2): 170-196.
- [2] STAUFFER D, SORNETTE D. Self-organized percolation model for stock market fluctuations[J]. *Physica A*, 1999, 271(3-4): 269-278.
- [3] 杨春霞,王杰,周涛,等. 基于自组织逾渗的金融市场模型[J]. *科学通报*, 2005, 50(20): 2309-2313.
- [4] HOFFMANN A O I, JAGER W, Von EIJER J H. Social simulation of stock markets: taking it to the next level[J]. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2007, 10(2): 4.
- [5] EPSTEIN J M, AXTELL R. Growing artificial societies: social science from the bottom up[M]. Washington, DC: Brookings/MIT Press, 1996.
- [6] HAN Xiao-pu, HAO Qiang, WANG Bing-hong, et al. Origin of the scaling law in human mobility: hierarchical organization of traffic system[J]. *Physical Review E*, 2011, 83: 036117.
- [7] 尹珂,肖轶,陈子静. 生态系统管理中多主体模型的国外研究现状及展望[J]. *计算机应用研究*, 2009, 26(7): 2416-2420.
- [8] MANTEGNA R N, STANLEY H E. Scaling behavior in the dynamics of an economic index[J]. *Nature*, 1995, 376: 46-49.
- [9] WANG Bing-hong, HUI P M. The distribution and scaling of fluctuations for hang seng index in Hong Kong stock market[J]. *Europe Physics Journal of B*, 2001, 20(4): 573-579.
- [10] 朱国庆,张维,程博. 关于上海股市收益厚尾性的实证研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2001, 15(4): 70-73.
- [11] PAGAN A. The econometrics of financial markets[J]. *Journal of Empirical Finance*, 1996, 3(1): 15-102.
- [12] KAHNEMAN D, TVERSKY A. Prospect theory: an analysis of decision under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263-291.