

9-2-2020

Principle of Behavior Computing on Emotional Game

Guofeng Zhang

1. Institute of Behavior Computing of Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China;;

Wang Niu

2. Automation College of Chongqing University, Chongqing 400044, China;;

Xiong Hu

3. College of Finance, Guizhou University of Finance & Economics, Guiyang 550025, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Principle of Behavior Computing on Emotional Game

Abstract

Abstract: Emotions is analyzed by mathematical statistics as an influence factor on behavior interaction in the current behavioral game researches. On the face of the status quo, *premising emotion rationality that is the alternative to results rationality, a fresh emotional game computing principle was proposed by building emotion behavior schemata function.* The suggested thought was applied to a modified ultimatum game computing, *an emotional equilibrium outcome was obtained, and the psychological mechanism of the brave behavior was revealed.* Meanwhile, *the basic principle of pattern recognition to behavior selection mode was established.* According to the constraint conditions of the proposed principle, its Matlab simulation calculation was accomplished. The obtained results are consistent with the behavior laws revealed by the sayings “Not to do anything more than three times”, “He who strikes first gains the advantage” and “Leave adequate leeway”. The rationality and validity of the established emotional game computing system was confirmed. Therefore, it provides a feasible way for emotional game behavior research by the method of non-mathematical statistics.

Keywords

behavior computing, game theory, emotion, ultimatum

Recommended Citation

Zhang Guofeng, Wang Niu, Xiong Hu. Principle of Behavior Computing on Emotional Game[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(1): 29-36.

情绪博弈的行为计算原理

张国锋¹, 王牛², 熊虎³

(1. 西安工业大学行为计算研究所, 西安 710032; 2. 重庆大学自动化学院, 重庆 400044; 3. 贵州财经大学金融学院, 贵阳 550025)

摘要: 目前行为博弈的研究, 只把情绪作为行为影响因素, 借助数理统计分析工具来获取情绪影响行为互动的规律。针对这种状况, 以情绪理性替代结果理性为前提, 设计情绪行为图式函数, 建立情绪博弈计算原理。将该原理应用于改进型最后通牒博弈计算, 获得情绪均衡结局, 并揭示勇敢行为的心理机制。同时, 建立行为选择模式辨识的基本原理。根据原理所要求的约束为条件, 运用 Matlab 进行仿真计算。所获结果与俗语“事不过三”、“先下手为强”、“留有余地”所揭示的行为规律相吻合, 验证了所建立的情绪博弈计算机制的合理性和有效性。从而, 为通过非数理统计方法进行情绪博弈行为研究提供一条可行途径。

关键词: 行为计算; 博弈论; 情绪; 最后通牒

中图分类号: TP18; TP311.52 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2015) 01-0029-08

Principle of Behavior Computing on Emotional Game

Zhang Guofeng¹, Wang Niu², Xiong Hu³

(1. Institute of Behavior Computing of Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China;

2. Automation College of Chongqing University, Chongqing 400044, China;

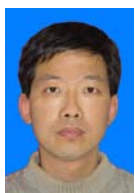
3. College of Finance, Guizhou University of Finance & Economics, Guiyang 550025, China)

Abstract: Emotions is analyzed by mathematical statistics as an influence factor on behavior interaction in the current behavioral game researches. On the face of the status quo, *premissing emotion rationality that is the alternative to results rationality, a fresh emotional game computing principle was proposed by building emotion behavior schemata function.* The suggested thought was applied to a modified ultimatum game computing, *an emotional equilibrium outcome was obtained, and the psychological mechanism of the brave behavior was revealed.* Meanwhile, *the basic principle of pattern recognition to behavior selection mode was established.* According to the constraint conditions of the proposed principle, its Matlab simulation calculation was accomplished. The obtained results are consistent with the behavior laws revealed by the sayings “Not to do anything more than three times”, “He who strikes first gains the advantage” and “Leave adequate leeway”. The rationality and validity of the established emotional game computing system was confirmed. Therefore, it provides a feasible way for emotional game behavior research by the method of non-mathematical statistics.

Keywords: behavior computing; game theory; emotion; ultimatum

引言

行为研究的传统领域是心理学、经济学、社会



作者简介: 张国锋(1970-), 男, 山西人, 博士, 讲师, 研究方向为行为选择, 仿生智能控制; 王牛(1974-), 男, 重庆人, 博士, 副教授, 研究方向为智能机器人、仿人智能控制; 熊虎(1972-), 贵州人, 博士, 副教授, 研究方向为金融博弈, 战略管理。
收稿日期: 2014-01-05 修回日期: 2014-06-19
基金项目: 国家自然科学基金项目(61174104); 西安工业大学博士启动基金(204-000120)

学等学科。但是, 由于行为的核心是智能, 所以, 它自然进入了人工智能和人工生命的学者们的研究视野。近几年来, 伴随行为研究在这些领域的不断深入, 在国际上, 将在非传统领域对行为进行的研究, 统称为行为计算(Behavior Computing)^[1]。相较于传统研究, 行为计算对行为研究更加深入和广泛。它不仅涵盖了传统的研究主题, 更包括了由

行为表现逆推行为目的,并由此进行行为预测的内容^[1]。行为选择是行为研究的传统主题,自然,行为选择计算就是行为计算研究的核心主题之一。

行为选择方式包括决策和博弈。在决策领域研究所获得的行为选择计算的合理性、有效性,只有在博弈计算中得到进一步地验证,其研究结果才能获得充分地肯定和具有更强的数理逻辑和实证逻辑力量。同时,也可以丰富博弈计算的研究内容。但是,根据目前所进行的文献查询发现,这样的逻辑必然,在行为计算领域,并未引起该领域学者的注意。而在传统领域,这种研究逻辑却是常识。所以,本文欲在此方面进行研究尝试。

情绪计算机制本是生命计算的有机组成部分。但是,由于前期对情绪作用的研究结果不够深入,一度认为情绪是不利于智能发挥和智能水平提高的因素,所以,在涉及到情绪的研究时,通常的做法就是先进行“忽略不计”,然后再进行“修正”。故此,传统的选择计算都不含有情绪。近年来,随着心理学对情绪机制研究的逐渐深入,将其应用于人工计算科学研究成为显学。目前,情绪机制的应用研究主要集中在两个领域:情感计算与强化学习。前者用于人机交换,以期丰富通讯方式,提高通讯效率。后者用于优化导航和路径寻优算法^[2]。这些研究成果引起了研究行为的学者们对情绪计算的关注。行为计算领域所获得的研究结果主要用于工业和娱乐、医疗、家庭或办公服务等第三产业。随着应用的深入,传统的行为选择计算的局限性就日益凸显。于是,将情绪纳入行为选择计算就不可避免。

目前,有关情绪博弈研究主要在行为博弈领域展开^[3]。在独裁者博弈中,正性情绪促进互惠(或合作)行为的发生;在最后通牒和信任博弈中,正性情绪促使人们的行为更加靠近完全理性原则;在权利-掠夺(Power-to-take)博弈中,强烈负性情绪下,人们更倾向于实施破坏性行为;在囚徒困境、最后通牒、一次性部分妥协的博弈研究中,内疚情绪促进合作行为的发生;在有关谈判的博弈研究

中,处在正情绪状态下的人,更愿意助人为乐、与人合作、信任他人,而处在负情绪下的人更加自私,更加具有竞争倾向,且更加不值的信赖^[4]。在逃税博弈中,体验到被羞辱情绪者会减少逃税或者不再逃税^[5]。在最后通牒和独裁者博弈中,处在负情绪当中的分配者会给出更大的份额,而处在正情绪当中的接受者常常会表现出妥协的行为^[6-7]。在最后通牒博弈,当行为主体认识到自己在利益分配中受到了不公正对待时,会因为受到侮辱而产生愤怒情绪,从而放弃传统理性原则下的有利行为选择^[8]。在信用博弈中,失望情绪使反应型行为主体趋于做出保守选择,而对慎重思型主体影响不大^[9]。人们的行为不仅受到自己情绪的影响,同时也受到其他局中人情情绪的影响,因此,有学者进行了利用情绪表达进行博弈的相关研究^[10]。在最后通牒博弈中,彼此信赖的局中人的快乐表情有助于合作,生气的表情导致背叛;而在彼此之间无信赖的局中人的表情与博弈行为的表现正好相反^[11]。在重复^[12]和改进型^[13]信用博弈中,正常局中人以对方的情绪状态来推断其心理状态,进而调整自己的行为选择。在一次性^[14]和重复性^[15]囚徒困境博弈中,行为主体快乐的表情有助于合作,而蔑视的表情会带来背叛。在独裁者博弈中,在具有利他(例如,慈善)情绪表达的人们之间容易形成合作^[16]。另外,有学者提出通过情绪对效用、不同行为结果的概论分布及均衡的推演过程的影响机制,将情绪引入博弈分析过程当中去的思想^[17]。

这些研究结果表明:在行为博弈领域所进行的情绪研究注重情绪对于行为选择影响作用。在研究手段方面,相较于博弈论注重数理逻辑分析的传统,这些研究更注重应用数理统计方法对博弈实验的数据进行分析。这些研究对在行为计算领域进行博弈研究起到了引领和启发作用。

1 基本情绪计算

本文将一种含有情绪计算的决策型行为选择计算方法^[4],用于研究改进型最后通牒博弈问题,

来获得情绪博弈计算的基本原理。

为说明情绪博弈计算机理, 选取简单的博弈局势: 改进型最后通牒博弈^[18](见图 1)。该博弈过程如下。

博弈过程在 A 和 B 两个行为主体之间因争夺某一生存资源而展开。开始时, A 拥有该资源的份额为 q_0 , $q_0 \in [0, 1]$, B 拥有其剩余部分。A 在索取和维持现状之间进行选择。如果 A 选择索取, B 可以选择接受或拒绝。如果 B 选择接受, 博弈结束; 如果 B 选取拒绝, A 就在放弃和挑战之间选择。放弃则维持原状; 否则选取战斗, 全部资源归获胜一方。其中, A 方获胜的概率为 p , 战斗成本为 c_A , B 方的战斗成本为 c_B 。 e_{cA} , e_{cB} 分别为由于战斗引发的战斗资源损失 c_A , c_B 所带来的负情绪, e_{rA} , e_{rB} 分别为 A、B 方的情绪分辨率, λ_A , λ_B 分别为 A 方、B 方的负情绪敏感系数。

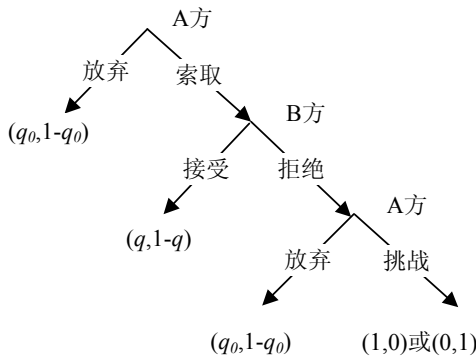


图 1 改进型最后通牒博弈

根据情绪决策计算的研究结果, 选取情绪图式函数为二次函数^[4]。

获取情绪图式函数:

$$f(x) = k[1 - (1 - x)^2] \quad (1)$$

式(1)中, $x \in [0, 1]$, $k > 1$ 。

损失情绪图式函数:

$$g(x) = -\lambda k[1 - (1 + x)^2] \quad (2)$$

式(2)中, $x \in [-1, 0]$, $k > 1$, $1 < \lambda < 2$ 。

设, $0 < x_1 < x_2 < 1$, $\Delta = x_2 - x_1$ 。利用增量原理, 可得,

获取情绪:

$$e_s = k\Delta x[2(1 - x_1) - \Delta x] \quad (3)$$

损失情绪:

$$e_f = -\lambda k\Delta x(2x_1 + \Delta x) \quad (4)$$

p 为双方共同认可的其中一方的客观战斗能力, 设 $w(p)$ 为能力图式函数^[4]。根据情绪决策计算的研究结果^[4]可知, 战斗情绪为:

$$e_c = w(p) * e_s + w(1 - p) * e_f \quad (5)$$

式(5)中, 要求:

$$w(p) + w(1 - p) < 1 \quad (6)$$

2 博弈过程情绪计算

2.1 可置信威胁的情绪计算

先不考虑战斗成本引起的负情绪。索取无需成本, 所以, 利用式(3)计算 A 方进行索取的情绪:

$$e_{Ad} = k_A \Delta q_d [2(1 - q_0) - \Delta q_d] \geq e_{rA} \quad (7)$$

式(7)中, $\Delta q_d = q_d - q_0$ 为索取份额, $q_d \in [0, 1]$, 为索取后 A 方持有份额。

利用(3) (4)式分别计算挑战成功和失败情绪, 再将战斗成本引起的负情绪考虑在内, 利用式(5)获得挑战情绪:

$$e_{Ac} = k_A [w(p)(1 - q_0)^2 - \lambda_A w(1 - p)q_0^2] - e_{cA} \quad (8)$$

为方便计算, 令:

$$e_{rA} + e_{cA} = k_A e_A > 0 \quad (9)$$

将式(9)代入式(8), 并且, 式(8)只有大于其情绪分辨率才有意义, 于是有,

$$w(p)(1 - q_0)^2 - \lambda_A w(1 - p)q_0^2 - e_A \geq 0 \quad (10)$$

当 A 方的战斗情绪为负时, 其战斗威胁不可信。因为, A 方是主动方, 没有人威胁他做出战斗选择。于是, A 方索取成功, 必须以式(10)成立为前提。这样, 根据情绪理性含义^[4], A 方理性行为定义为: 当战斗情绪为正, 其索取情绪大于战斗情绪时, 选择索取。

根据式(10)计算 A 方的战斗情绪为正时的 q_0 。为求解该式, 设:

$$\delta(p) = \frac{w(p)}{w(1 - p)} \quad (11)$$

$$\text{在有 } e_A < w(p) \quad (12)$$

成立的前提下, 当有

$$\delta(p) \geq \lambda_A \quad (13)$$

成立时, 在 $[0, 1]$ 范围内获得有效解:

$$q_0 \leq -\frac{\{\lambda_A w(1-p)w(p) + [w(p) - \lambda_A w(1-p)]e_A\}^{1/2}}{w(p) - \lambda_A w(1-p)} + \frac{w(p)}{w(p) - \lambda_A w(1-p)} = q_{0\max} \quad (14)$$

当有条件

$$\delta(p) < \lambda_A \quad (15)$$

成立时, 在有意义范围内, 求解为,

$$q_0 \leq \frac{\{\lambda_A w(1-p)w(p) + [w(p) - \lambda_A w(1-p)]e_A\}^{1/2}}{\lambda_A w(1-p) - w(p)} - \frac{w(p)}{\lambda_A w(1-p) - w(p)} = q_{0\max} \quad (16)$$

说明, 战斗成本对索取行为是否成立具有重要意义。否则, 就只会影响其索取额度的大小。这里, 只研究满足该式的情形。可以知道, 当 A 方持有份额达到或者超过式(14)或(16)计算所得值时, A 方的挑战就失去威胁性。

2.2 A 方选择索取或战斗行为的情绪计算

A 方理性索取是以 B 方战斗(或者捍卫)情绪为负为前提的。根据理性行为定义, A 方只有在索取情绪大于战斗情绪时, 才选择索取。于是, 根据式(7), (8), 可得:

$$k_A \Delta q_d [2(1-q_0) - \Delta q_d] - k_A [w(p)(1-q_0)^2 - \lambda_A w(1-p)q_0^2] + e_{cA} \geq e_{rA} \quad (17)$$

同样, 为分析方便, 令:

$$e_{cA} - e_{rA} = k_A e'_A \geq 0 \quad (18)$$

可以解得:

$$q_{d\min} = 1 - \{(1-q_0)^2(1-w(p)) + \lambda_A w(1-p)q_0^2 + e'_A\}^{1/2} \quad (19)$$

反之, A 方的战斗情绪大于索取情绪时, 选择战斗。经过类似 3.2 分析过程, 可以得到:

$$q_{d\max} = 1 - \{(1-q_0)^2(1-w(p)) + \lambda_A w(1-p)q_0^2 + e'_A\}^{1/2} \quad (20)$$

当通过索取 A 方持有的份额小于 $q_{d\max}$ 时, 他的战斗情绪大于索取情绪, 所以, 将进行战斗。A 方进行索取, 就需满足 $q_d > q_{d\min}$; 进行战斗就需满

足 $q_d < q_{d\max}$ 。由于 $e_A > e'_A$, 所以, 根据式(19)~(20), 可知, $q_{d\max} < q_{d\min}$ 。说明, 选择战斗和索取行为是互斥, 符合逻辑。

2.3 B 方接受挑战的情绪计算

同样, 先不考虑战斗成本引起的负情绪。接受 A 方的索取要求必然对 B 来说是损失, 故 B 采用损失情绪函数进行计算接受 A 的索取所产生的负情绪。 x_d 为 B 方对 A 方的索取预期。利用(4)式, 可得,

$$e_{Ba} = -\lambda_B k_B [(1-q_0)^2 - (1-x_d)^2] \leq -e_{rB} \quad (21)$$

利用式(3), (4)分别计算迎战成功和失败情绪, 再将战斗成本引起的负情绪考虑在内, 利用式(5), 可得 B 方接受挑战情绪。如果其战斗情绪为负, 则有:

$$w(1-p)k_B q_0^2 - w(p)\lambda_B k_B (1-q_0)^2 - e_{cB} \leq -e_{rB} \quad (22)$$

同样原因, 令:

$$e_{cB} - e_{rB} = k_B e'_B \quad (23)$$

于是,

$$w(1-p)q_0^2 - w(p)\lambda_B (1-q_0)^2 - e'_B \leq 0 \quad (24)$$

如果, 此时战斗情绪又小于妥协情绪, B 方只能选择妥协。于是, 根据式(21)和式(22), 可得:

$$\lambda_B (1-x_d)^2 - \lambda_B (1-q_0)^2 - w(1-p)q_0^2 + w(p)\lambda_B (1-q_0)^2 + e'_B \geq 0 \quad (25)$$

于是, 在满足

$$e'_B < \frac{\lambda_B}{\lambda_B + 1} w(1-p) \quad (26)$$

成立的条件下, 由(25)解得:

$$x_d \leq 1 - \{(1-w(p))(1-q_0)^2 + w(1-p)q_0^2 / \lambda_B - e'_B / \lambda_B\}^{1/2} = x_{d\max} \quad (27)$$

此时, B 方只有妥协。那么, 就要有 $q_{d\min} < x_{d\max}$ 成立。由于 $\lambda_B > 1$, 根据(19), (27)可知, $q_{d\min} < x_{d\max}$ 成立。博弈均衡为 $(x_{d\max}, 1-x_{d\max})$ 。

有效解存在要求式(26)成立, 说明: 战斗成本对是否具有迎战能力具有重大影响作用。对于 B 方来说, 战斗成本过高, 会使得妥协情绪大于战斗情绪而不得不妥协。

2.4 B 方捍卫行为的情绪计算

如果战斗情绪是负值, 但是又大于妥协情绪时, 即不满足(25)式, B 方会为捍卫即将被 A 方索取的那部分份额而进行战斗的可能。此即勇敢行为的心理机制。如果捍卫情绪为正, B 选择战斗。如果捍卫情绪为负, 捍卫行为不可信, 即捍卫行为发出时, 其战斗情绪一定是正值。于是,

$$e_{Bc} = w(1-p)k_B q_0^2 - w(p)\lambda_B k_B (1-q_0)^2 - e_{cB} \geq e_{rB} \quad (28)$$

同样, 为方便计算, 设,

$$e_{rB} + e_{cB} = k_B e_B > 0 \quad (29)$$

$$\text{则有: } w(1-p)q_0^2 - w(p)\lambda_B(1-q_0)^2 - e_B \geq 0 \quad (30)$$

通过式(30)反求使 B 方采取捍卫行为的 q_d 值。为区分将其设为 x_{dh} 值。

$$\begin{aligned} [w(1-p) - w(p)\lambda_B](1-x_{dh})^2 - \\ 2w(1-p)(1-x_{dh}) + w(1-p) - e_B > 0 \end{aligned} \quad (31)$$

在满足

$$e_B < w(1-p) \quad (32)$$

成立的条件下, 当

$$\delta(p) \leq \frac{1}{\lambda_B} \quad (33)$$

成立时, 在有意义范围内, 解得:

$$\begin{aligned} x_{dh} \geq \frac{[\lambda_B w(p)w(1-p) - \lambda_B w(p)e_B + w(1-p)e_B]^{1/2} - \\ \lambda_B w(p)}{w(1-p) - \lambda_B w(p)} = x_{dh \min} \end{aligned} \quad (34)$$

当满足

$$\delta(p) > \frac{1}{\lambda_B} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} x_{dh} > -\frac{[\lambda_B w(p)w(1-p) - \lambda_B w(p)e_B + w(1-p)e_B]^{1/2} + \\ w(p)\lambda_B}{w(p)\lambda_B - w(1-p)} + \\ \frac{w(p)\lambda_B}{w(p)\lambda_B - w(1-p)} = x_{dh \min} \end{aligned} \quad (36)$$

A 方索取后其持有份额小于 $x_{dh \min}$, B 方的捍卫情绪为负, 所以, 理性条件 B 方会选择妥协, 不会迎战。所以, 在式(30)成立的条件下, 只要 $q_d < x_{dh \min}$, A 方的索取不会招致 B 方的迎战情绪。这样, 在双方都理性条件下博弈均衡为 $(x_{dh \min}, 1-x_{dh \min})$ 。

3 行为选择模式辨识

行为选择模式包括决策和决策互动。而后者通常指 A 方博弈对 B 方博弈。由于决策模式一方只考虑自己, 不考虑对方。所以, 这里再补充 3 种模式互动模式: A 方决策对 B 方决策、A 方博弈对 B 方决策、A 方决策对 B 方博弈。基于此, 可以根据对方在博弈中的行为表现, 推断其行为选择模式。

3.1 决策模式对决策模式博弈计算

此时, A 方只考虑自己一方, 可以利用式(20), 知道 A 方的索取为 $q_{d \max}$ 。低于该值, A 方选择战斗。B 方也只考虑自己一方。只要战斗情绪大于妥协情绪即进行战斗。否则, 妥协。于是, 根据式(5), (21), (28), 可得:

$$\begin{aligned} \lambda_B(1-x_d)^2 - \lambda_B(1-q_0)^2 - \\ w(1-p)q_0^2 + w(p)\lambda_B(1-q_0)^2 + e_B \leq 0 \end{aligned} \quad (37)$$

在满足

$$e_B < \frac{\lambda_B}{\lambda_B + 1} w(1-p) \quad (38)$$

的条件下, 可以得到:

$$\begin{aligned} x_d \geq 1 - \{(1-w(p))(1-q_0)^2 + \\ w(1-p)q_0^2 / \lambda_B - e_B / \lambda_B\}^{1/2} = x_{d \min} \end{aligned} \quad (39)$$

即, 只要经 A 方索取后 B 方所持有份额低于 $1-x_{d \min}$, B 方就选择战斗。根据式(20), (39)可知:

$$\begin{aligned} (1-q_{d \max})^2 - (1-x_{d \min})^2 = \\ w(1-p)q_0^2(\lambda_A - 1/\lambda_B) + e_A + e_B / \lambda_B \end{aligned} \quad (40)$$

式(40)的值恒大于 0, 所以, 不会有冲突发生。之所以这样, 是因为, 以决策模式进行行为选择时, 所依据的信息较少, 行为主体通常都是保守的。

3.2 博弈模式对决策模式的博弈计算

A 方选择方式为博弈模式时, 为探知 B 方的行为选择模式, 可以先索取大于 $x_{d \max}$ 而小于 $x_{d \min}$ 份额。如果 B 方妥协, 即为决策模式, 否则, 就为博弈模式。当探知 B 方为博弈模式时, A 方再以 B 方的战斗情绪小于妥协情绪为前提进行索取 $x_{d \max}$, 从而避免冲突。

3.3 决策模式对博弈模式博弈计算

此时, A 方的索取为 q_{dmax} 而非 x_{dmax} , B 方据此可知, A 方的行为选择模式是决策模式, 索取较为保守, 所以, 接受索取。无冲突发生。否则, 可以判定 A 方选择为博弈模式。

通过上述分析, 可知, 博弈模式行为主体通过对方案索取或者让与的份额, 就可确定对方的行为选择模式, 为以后发生在彼此之间的博弈提供重要信息。这 3 种博弈模式的存在, 说明的均衡结局不仅与博弈局势相关, 更与局中人的行为选择模式相关。

4 均衡仿真计算

为了更清晰的获得上述分析结果, 我们针对博弈模式对博弈模式的行为选择互动过程, 利用 Matlab 进行仿真计算。设定相关参数如下。

开始 A 方持有份额设为 $q_0=0.0$ 。 $p \in [0.1, 0.9]$, 为 A 方在战斗中获胜的把握。情绪分辨率设为 $e_{rA}=e_{rB}=0.01$, $k_A=k_B=1.0$ 。根据负情绪敏感系数 $1.0 < \lambda < 2.0$ 的已知条件, 设 $\lambda_A, \lambda_B \in [1.3, 1.9]$ 。所涉及能力函数为^[19]:

$$w(x) = 1.97x^3 - 2.76x^2 + 1.79x \quad (41)$$

根据式(12), (36), 可设, $e_A \leq 0.15$, $e_B \leq 0.15$ 。

所以, 取 $e_A, e_B = [0.05, 0.10, 0.15]$, 分别表示成本的低、中、高。

根据所设参数, 进行仿真计算。仿真数据和所获得典型结果如表 1 和图 2~5 所示。

表 1 仿真计算参数及结果类型表

e_A	e_B	λ_A	λ_B	索取类型
0.05	0.05	[1.3, 1.9]	[1.3, 1.9]	3-2-1
0.05	0.10, 0.15	[1.3, 1.9]	[1.3, 1.9]	2-2-1
0.10	0.05, 0.10, 0.15	[1.3, 1.9]	[1.3, 1.9]	2-2-1
0.15	0.05	[1.3, 1.9]	[1.3, 1.9]	1-2-1
0.15	0.10	$\lambda_A - \lambda_B < 0.4$	(1.4, 1.9]	1-2-1
0.15	0.10	$\lambda_A - \lambda_B > 0.4$	[1.3, 1.4]	1-1-1
0.15	0.15	[1.3, 1.9]	[1.3, 1.5]	1-1-1
		$\lambda_B - \lambda_A < 0.2$	[1.5, 1.9]	1-1-1
0.15	0.15	$\lambda_B - \lambda_A > 0.2$	(1.5, 1.9]	1-2-1

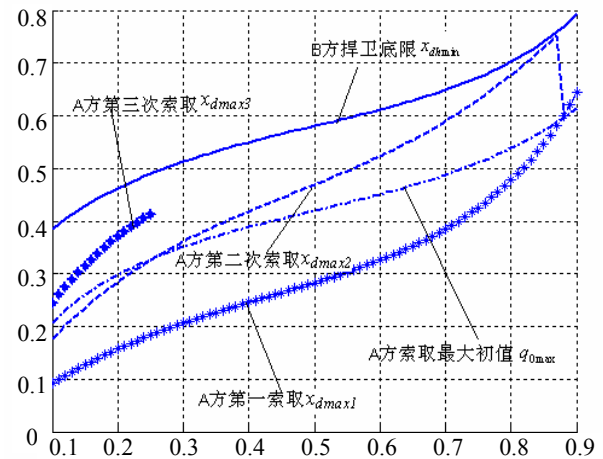


图 2 3-2-1 型博弈均衡仿真结果

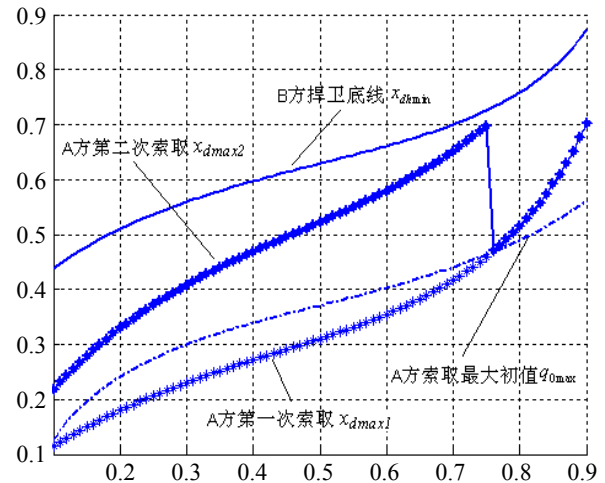


图 3 2-2-1 型博弈均衡仿真结果

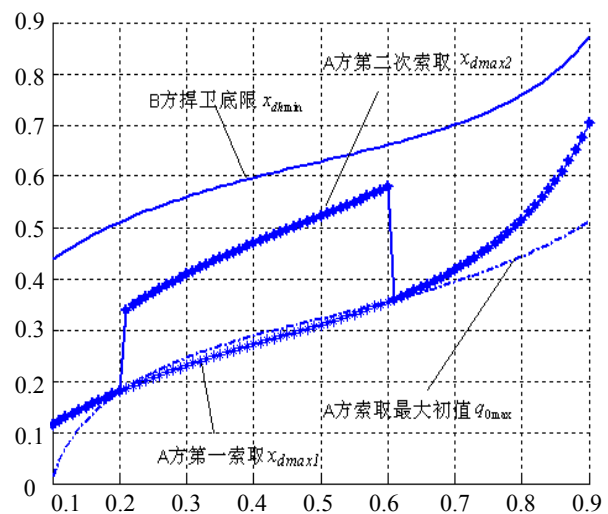


图 4 1-2-1 型博弈均衡仿真结果

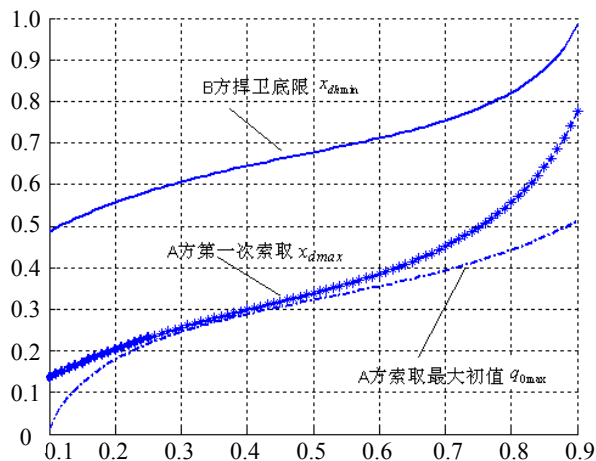


图 5 1-1-1 型均衡仿真结果

根据上述仿真计算结果进行分析, 可以知道, 战斗成本对索取类型影响较大; 而负情绪敏感系数只在局部影响索取类型。即, 在 $e_A=0.15$, $e_B=0.10$ 时, 随着 λ_A 的增大, 中等战斗能力时, 索取次数由 2 变为 1; 在 $e_A=0.15$, $e_B=0.15$ 时, 随着 λ_B 的增大, 中等战斗能力时, 索取次数由 1 变为 2。

进一步分析可以看到, A 方战斗能力强的时候, 索取过程通常只进行一次就达到均衡; 在战斗能力中等的条件下索取通常经过两次达到均衡; 在战斗能力弱的情况下, 索取次数与 A 方的战斗成本直接相关。成本低时, 经过三次索取, 达到均衡; 成本高时, 索取进行一次; 成本中等时索取通常进行二次。

该过程与俗语“有再一再二, 没有再三再四”所反映的行为规律相吻合。

在 A 方战斗能力处于中小程度时, 索取过程会分数次完成。此过程不可逾越。否则, B 方都会因为战斗情绪大于妥协情绪而应战。此所谓“蚕食”策略。说明弱者要取得类似强者的结果, 需要经过多次努力。

如果 B 方首先预测到博弈局势, 那么, 他会主动让与 A 方部分份额, 使其持有量略大于 q_{0max} , 而使其战斗威胁失效。均衡局势即为 $(q_{0max}+\delta, 1-q_{0max}-\delta)$ 。如果 A 方同时或先于 B 方看清局势, 则不会接受主动让与, 索取过程不可避免。所以, 当 A 方持有量小于 q_{0max} , B 方先于 A 方看清局势,

并采取主动让与, 将处于有利地位。此即“先下手为强”。否则, 不可避免“后下手遭殃”的局面。

对于类似 1-1-1 型, 即, 第一次索取份额就大于 q_{0max} 的情况, A 方可以在 $q_d > q_{dmax}$ 前提下, 索取 $q_d < q_{0max}$, 即, 先“留有余地”, 然后再进行二次索取。这里不再累述。

在仿真计算结果中, 该博弈过程中所呈现出来的行为规律性与 3 个相关行为俗语相吻合, 验证了所提出的博弈计算原理的合理性。同时, 也进一步验证了情绪决策计算机制的合理性和有效性。

5 结论

在对行为博弈研究进行综述过程中发现, 已有的研究把情绪作为行为互动的影响因素, 并试图通过对实验结果进行数理统计分析, 获得情绪影响博弈的规律。而统计学的方法属于黑箱法, 并不能从本质上揭示情绪对于博弈计算的影响机制。为揭示情绪在博弈计算过程中的作用过程, 本文将情绪决策计算机制应用于改进型最后通牒博弈, 获得情绪博弈计算的基本原理。并通过对仿真计算结果与某些俗语中所反映出来的行为互动规律相吻合这一基本事实, 验证了所提出的情绪博弈原理的合理性和有效性。这个计算原理的提出, 为通过传统的数理逻辑(而非统计)方法, 进行情绪博弈行为研究提供一条可供探索的途径。本研究为获得情绪行为计算博弈基本原理, 为简单起见, 尚未能将反馈情绪考虑在内。所以, 下一步的工作就是将反馈情绪引入博弈行为计算, 以期获得更加深入的研究结果。

参考文献:

- [1] Longbing Cao, Philip S Yu. Behavior Computing: Modeling, Analysis, Mining and Decision [M]. London, UK: Springer-Verlag London Ltd, 2012: v-vii.
- [2] Rodríguez L F, Ramos F. Computational Models of Emotions for Autonomous Agents: Major Challenges [J]. Artificial Intelligence Review (S0269-2821), 2012, 39(12): 1-29.
- [3] 科林·凯莫勒. 行为博弈—对策略互动的实验研究 [M]. 北京: 人民大学出版社, 2009.
- [4] 张国锋, 李祖枢. 基于情绪的人工生命行为选择机

- 制研究 [J]. 系统仿真学报, 2009, 21(6): 1701-1705, 1709.
- [5] Giorgio Coricelli, Elena Rusconi, Marie Claire Villeval. Tax Evasion and Emotions in repeated interactions: An Empirical Test of Re-integrative Shaming Theory [J]. Journal of Economic Psychology (S0167-4870), 2014, 40(1): 49-61.
- [6] Fiori M, Lintas A, Mesrobian S, *et al.* Effect of Personality and Emotion on Deviation from Purely Rational Decision-making [J]. Decision Making and Imperfection Studies in Computational Intelligence (S1860-949X), 2013, 474(1): 129-161.
- [7] Joseph P Forgas, Hui Bing Tan. To Give or to Keep? Affective Influences on Selfishness and Fairness in Computer-mediated Interactions in the Dictator Game and the Ultimatum Game [J]. Computers in Human Behavior (S0747-5632), 2013, 29(1): 64-74.
- [8] Dunn B D, Evans D, Makarova D, White J, Clark L. Gut Feelings and the Reaction to Perceived Inequity: The Interplay between Bodily Responses, Regulation, and Perception Shapes the Rejection of Unfair Offers on the Ultimatum Game [J]. Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience (S1530-7026), 2012, 12(3): 419-429.
- [9] Tzieropoulos H, De Peralta R G, Bossaerts P, *et al.* The Impact of Disappointment in Decision Making: Inter-individual Differences and Electrical Neuroimaging [J]. Frontiers in Human Neuroscience (S1662-5161), 2011, 4(235): 1-19.
- [10] Eduardo B., Andrade, Teck-hua Ho. Gaming Emotions in Social Interactions [J]. Journal of Consumer Research (S0093-5301), 2009, 36(4): 539-552.
- [11] Maria Ruz, Pio Tudela. Emotional Conflict in Interpersonal Interactions [J]. NeuroImage (S1053-8119), 2011, 54(2): 1685-1691.
- [12] Franzen N, Hagenhoff M, Baer N, *et al.* Superior 'theory of mind' in Borderline Personality Disorder: An Analysis of Interaction Behavior in a Virtual Trust Game [J]. Psychiatry Research (S0165-1781), 2011, 187(1-2): 224-233.
- [13] Lis S, Schonwetter T, Mier D, *et al.* Impaired Integration of Socio-emotional Information in Schizophrenia-a Study with a Modified Trust Game [J]. Nervenheilkunde (S0722-1541), 2011, 30(6): 385-393.
- [14] Lawrence Ian Reed, Katharine N, Zeglen, Karen L Schmidt. Facial Expressions as Honest Signals of Cooperative Intent in a One-shot Anonymous Prisoner's Dilemma game [J]. Evolution and Human Behavior (S1090-5138), 2012, 33(3): 200-209.
- [15] Celso M De Melo, Peter Carnevale, *et al.* The Influence of Emotions in Embodied Agents on Human Decision-Making [C]// Proceedings of the Conference on Intelligent Virtual Agents. Philadelphia, PA, USA: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010: 357-370.
- [16] Fetchenhauer D, Groothuis T, Pradel J. Not only States but Traits - Humans can Identify Permanent Altruistic Dispositions in 20s [J]. Evolution and Human Behavior (S1090-5138), 2010, 31(2): 80-86.
- [17] Arthur Lupia, Jesse Menning. Politics and the Equilibrium of Fear: Can Strategies and Emotions Interact? [C]// The Affect Effect: Dynamics of Emotion in Political Thinking and Behavior. Chicago, USA: University of Chicago Press, 2007: 1-23.
- [18] Butler Christopher K. Prospect Theory and Coercive Bargaining [J]. Journal of Conflict Resolution (S0022-0027), 2007, 51(2): 227-250.
- [19] Casper J, Albers. Barteld P. Kooi. Willem Schaafsma. Trying to resolve the two-envelope problem [J]. Synthese (S0039-7857), 2005, 145(1): 89-109.

(上接第 12 页)

- [77] 金光, 武小悦, 高卫斌. 基于冲突的卫星地面站系统资源调度与能力分析 [J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(2): 310-312.
- [78] 杨萍, 杨锋, 吴斌, 等. 用启发式算法和基于冲突的回跳算法求解卫星测控资源调度问题 [J]. 宇航学报, 2007, 28(6): 1609-1613.
- [79] 翟政安, 唐朝京. 航天测控网资源均衡分配的调度方法 [J]. 中国空间科学技术, 2006, 26(4): 55-60.
- [80] 李云峰, 凌晓冬, 武小悦. 调度问题中的冲突研究 [J]. 网络与信息技术, 2007, 26(6): 41-43.
- [81] 王远振, 赵坚, 聂成. 卫星地面站设备配置效能评价指标体系研究 [J]. 军事运筹与系统工程, 2003 (1): 59-64.
- [82] 李云峰, 武小悦. 地面站系统服务能力评估指标及其计算方法 [J]. 系统工程理论与实践, 2008, 28(2): 158-164, 175.
- [83] 孟慧馨, 王晋东, 武小悦. 基于 RBFNN 的卫星地面站系统建模方法 [J]. 计算机仿真, 2009, 26(3): 73-76, 94.
- [84] 凌晓冬, 刘冰, 李宇波, 等. 多星测控调度效能评价指标体系研究 [J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(3): 52-60.