

DOI: 10.11992/tis.201712021

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20180507.1553.004.html>

一种人工情绪模型及其电商计算实验应用

王洪利

(福建江夏学院 经济贸易学院, 福建 福州 350108)

摘要: 针对电子商务顾客购物人工系统的计算实验研究, 提出一种基于状态类比假说的人工情绪模型, 给出了情绪的产生、增强、衰落和消失过程的描述方法, 研究了外部刺激、情感强度和内部驱动力的计算方法, 并进行了模拟分析。基于此人工情绪模型, 构建了电商顾客购物的情绪-行为影响关系模型; 将其应用于电商顾客购物的计算实验分析。结果表明, 该人工情绪模型能较好地应用于电商复杂人工系统顾客购物的计算实验。

关键词: 电子商务; 计算实验; 人工情绪模型; 外部刺激; 情绪强度; 驱动力; 模拟分析; 复杂人工系统

中图分类号: TP18; F724.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2019)03-0508-10

中文引用格式: 王洪利. 一种人工情绪模型及其电商计算实验应用[J]. 智能系统学报, 2019, 14(3): 508-517.

英文引用格式: WANG Hongli. An artificial emotion model and its application in the computation experiment of e-commerce[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2019, 14(3): 508-517.

An artificial emotion model and its application in the computation experiment of e-commerce

WANG Hongli

(School of Economics and Trade, Fujian Jiangxia University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: From the viewpoint of the calculation experiments of the artificial system in the electronic commerce (e-commerce), this study aims to propose an artificial emotion model based on state analogy hypothesis, which describes the generation, enhancement, fading, and vanishing process method of emotion. It studies the calculation method of external stimulation, emotional intensity, and internal driving force; simulates and analyzes the model; and, constructs the model of emotional behavior relationship of e-commerce customer shopping based on this artificial emotion model. The model is applied to the computational and experimental analysis of customers shopping in e-commerce. The results show that this model can be applied to computational experiments of customer shopping in complex artificial system of e-commerce.

Keywords: electronic commerce; computation experiment; artificial emotional model; external stimulation; emotional intensity; driving force; simulation analysis; complex artificial system

随着计算实验方法的兴起和发展, 人工股市、人工金融等人工社会形式的研究为理解各种社会和经济现象提供了崭新的视角。其中很多与人密切相关的社会和经济问题的计算实验研究, 如在电子商务中研究情绪对购物行为的总体影响效果, 都涉及人工情绪的建模。人工情绪的建模包括情绪的产生机制建模和情绪的行为机制建模

两部分, 在建模中两者不可完全分割开来, 而是有机融合于人工情绪的建模之中。情绪的产生机制建模主要研究情绪的产生、状态描述、变化、计算和消失等内容; 情绪的行为机制建模主要研究情绪如何影响和产生行为等内容。相关研究对人工情绪的建模进行了比较深入的研究, Russell 提出了情绪的二维环状模型, 将情绪分为愉快度和强度两个维度^[1], 此外相关研究学者提出了情绪的三维和多维模型。早期的情绪建模中, Tyrrell^[2]

收稿日期: 2017-12-17. 网络出版日期: 2018-05-11.

通信作者: 王洪利. E-mail: graduated852@163.com.

将 agent 的资源实际拥有量与预期之差作为基本优先度量,计算情绪的影响系数。Hirth 等^[3]基于环境资源、资源需求量,定义了情绪的行为选择函数,其中情绪受到资源情况的影响。Lee 等^[4]研究提出以反射为基础的情绪行为选择方法,情绪基于概率机制而产生,但对环境的适应性不强。程宁等^[5]基于自组织理论,提出了一种情绪产生机制的数学模型,认为情绪的强度是情绪最明显的性质,起着序参量的作用,建立外界刺激与8种情绪强度的微分方程数学模型,用内驱力来表征人的行为意志,采用模糊数学中隶属度函数的数值方法计算内驱力的大小,指出情绪和内驱力之间既相互影响,又都有自发衰退的趋势,建立了内驱力和复合情绪之间的数学关系,并基于情感熵描述复合情绪的变化过程。较早的情绪行为模型将情绪的行为机制分为3个层次,分别是推理层、情绪层和反应层,从情感层到反应层和推理层都可以传递参数影响推理和反应^[6]。Scheutz^[7]基于行为趋势,给出了情感控制和应用的效用评估方法,并给出了应用案例。Pereira 等^[8]研究将情感与心理学基本原理 BDI(信念-期望-意图)相结合,并基于情绪标记体假设理论,构建了情绪与信念、期望和意图相结合的行为选择机制。Sloman^[9]提出 CogAff 情绪行为选择机制模型,根据心理学情绪原理,将情绪分别隶属不同的3个反应层次,它们是反应层、慎思层和元管理层,不同的动机产生不同的情绪反应。张国锋等^[10]认为基本情绪是时间的瞬时函数,通过对自身行为所导致的发生事件给自己带来的实际生存资源与预期之间差异的瞬时评价而产生,并参考 K.Z.Loren 的液压模型,建立了情绪行为机制模型,该机制强调对拥有资源的内在需求转化为驱动情绪,并比较与抑制情绪的差值,当差值大于给定阈值时产生行为,其中抑制情绪根据生命体感知环境可被利用的认知结果产生,但是该机制没有体现外部刺激下情绪的产生来源和过程。史雪飞等^[11]提出基于有限状态机矩阵模型的机器人人工情绪模型,认为人工情感中的情绪计算模型通过与用户的情绪发生作用来实现更有效人机交互的关键组成部分,其基础是对自然情绪实质的理解和表示,其将给定情绪状态转换过程使用有限状态机矩阵形式的映射方法进行描述,给出了相应的情绪状态方程和行为输出方程,同时引入 Lapicque 的神经细胞模型,用模型中的模电位表示情绪强度,并进行了应用仿真分析;他们还提出了人工情绪模型的分层结构,在模糊刺激感知矩阵基础

上计算情绪激活状态,用有限状态机矩阵模型描述行为输出方程,并进行了仿真分析^[12]。Choxi 等^[13]提出了反馈机制的情绪行为选择模型。张国锋等^[14]结合典型控制系统结构,提出情绪行为机制,大脑系统在反馈情绪的作用下形成行动方案,根据经济学中的前景理论,建立了行为特征函数,应用于情绪行为选择机制之中。Cañamero 等^[15]根据 agent 对环境的感知,提出自身的情绪计算受到自身资源状况和感知到的竞争者资源状况的共同影响,agent 群体不断演化出整体涌现行为,体现出对环境的动态适应。翟俊杰^[16]基于情绪发展变化与二阶动力学系统的类比,类比冲量作用于物体,并假定一个黏滞阻尼器作为情绪阻尼器,建立了一个情绪状态模型。

计算实验是一种研究复杂系统的新兴计算方法^[17],最早应用于经济领域。在不同学科交叉和融合的推动下,管理科学研究领域内的计算实验方法应运而生;它不仅提供了研究复杂管理系统自组织、动态演化及宏观与微观层次之间相互作用等问题的新的工具和手段,而且还可以和传统研究方法一起,在综合集成思想的指导下形成现代管理科学研究方法体系,即定性定量、科学实验、虚实结合、综合集成^[18]。王飞跃^[19]基于对人工社会理念的审视和思考,提出基于人工社会、计算实验、平行系统的复杂系统研究方法,系统是由人和社会的相关行为生成出的特定社会,其中相关行为也可以是完全假定的。电子商务中情绪与网络购物行为和意愿有着密切的关系^[20-23],基于计算实验方法研究了消费者或消费者市场的行为或关系^[24-26]。从关于人工情绪的研究中可以看出,目前关于情绪的产生机制建模和情绪的行为机制建模,大多根据仿生原理,以生存机制原理为基础进行设计^[27];并结合其他学科,如数学、控制学科、生理学科和复杂科学的原理与方法进行情绪建模,没有形成完全统一的理论和方法。研究中存在的不足是对情绪的产生、增强、衰落和消失过程缺乏有效描述,对情绪、内部驱动力和行为的描述有进一步的改进可能。基于人工情绪对电商顾客购物行为影响的计算实验研究,能够构造“人工的”电商顾客购物复杂系统,虚拟分析情绪对电商顾客购物行为的影响,从中发现现有的研究中难以发现的规律和现象。但电子商务中的顾客购物的情绪-行为关系有独特的特征:一是情绪基于特定的刺激,如群体购买造

成的刺激、评论的好坏等;二是情绪具有产生、增强、衰落和消失过程,且购买行为的发生释放了内部驱动力和情绪。因为行为对内部驱动力有反馈影响,表现为行为的发生释放了内部驱动力,如现实电子商务购物中,一次购物行为将释放之前的购物内部驱动力,使得内部驱动力阶梯下降,内部驱动力的阶梯下降接着反馈影响情绪;三是电商顾客购物情绪,现有研究缺乏对其机制的详细描述和计算实验分析。现有研究中还通常假设情绪是时间的瞬时或短时函数,但一般情况下电子商务购物情绪的持续时间较长。因此电商顾客购物是一个涉及情绪的复杂系统,需要借鉴已有情绪研究,研究人工情绪模型,构建顾客购物的情绪-行为影响关系模型,并构建电商顾客购物复杂人工系统模拟分析情绪对电商购物的影响。

1 人工情绪模型

1.1 人工情绪的状态类比假说

当我们感官接触一个情绪性刺激后,引起某一情绪波动,然后经过短暂时间的自我调节后恢复平静^[16]。但情绪持续时间可能并不是短暂的,比利时 Verduyn 和 Lavrijsen 教授研究发现悲伤持续 120 h, 满足持续 24 h, 仇恨持续 60 h, 喜悦维持 35 h^[28]。本文认为持续时间不是完全绝对的,情境差异和个体差异也会导致情绪持续时间不同。情绪消亡可类比为图 1 的装置,其中一个人用脚使用水平外力踢一个足球,挡板(无弹性,对运动靠近的足球有瞬间促其静止的作用)下方空间使得足球不能通过而可将脚伸过去踢球,足球在瞬时力作用下产生动能,使得足球产生初始速度。足球下方完全光滑地面固定有一个奇怪吸引子,其对足球有吸引力,随着与足球距离的不断增大吸引力增大,足球在其作用下,以初始速度做减速运动,当足球到达最远距离时,在吸引力作用下加速运动回到原点,当足球接触挡板时其速度将瞬间复零静止。将此装置中踢足球的外力类比为引起情绪的外界刺激,将奇怪吸引子类比为人的情绪调节器,将挡板类比为情绪恢复平静器-情绪复零器。与以往类比假说相比该假说的优点:一是通过情绪复零器,更好地解决了在情绪平静后向负向情绪发展的不合理问题;二是通过奇怪吸引子模拟了情绪调节。

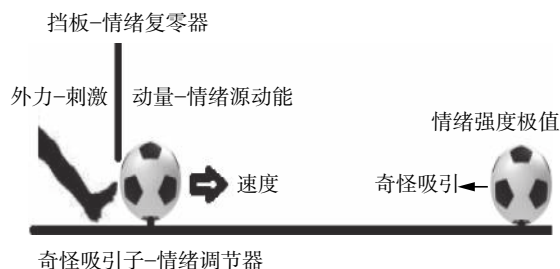


图 1 人工情绪的状态类比

Fig. 1 State analogy of artificial emotions

1.2 外部刺激与心理动能

美国神经学家 Mamasio 的研究认为,任何一种感受都是由某种刺激引起的一种认知性感知觉和一种伴随的情绪^[29]。心理学通常认为情绪由某种刺激引起。唐孝威^[30]认为,对于客观呈现的某种事件(刺激)的数量使用 N 来表示,近似描述心理动能 E 和客观呈现的某种事件的数量 N 的关系为

$$E = \frac{1}{a} \ln N + \frac{1}{b}$$

假设个体接受外部刺激过程中,个体受到的正面刺激的数量为 N_p , 受到的负面刺激的数量为 N_n , 正面刺激产生正面的心理动能量,产生正面情绪,负面刺激产生负面的心理动能量,产生负面情绪。在正面刺激和负面刺激同时刺激的情况下,假设个体根据正面和负面刺激的相对比较综合产生心理动能量,则此时总体动能 E' 可以表示为

$$E' = E_p - E_n = \left(\frac{1}{a} \ln N_p + \frac{1}{b} \right) - \left(\frac{1}{a} \ln N_n + \frac{1}{b} \right) = \frac{1}{a} \ln \frac{N_p}{N_n}$$

式中: a 为动能系数; N_p / N_n 被称为正面和负面刺激的相对比值 PNRV。

1.3 情绪源动能与情绪强度

刺激引起的心理动能 E' 是产生情绪的源泉,称为情绪源动能。根据人工情绪的状态类比假说,个体在情绪源动能 E' 的作用下,形成产生某种情绪的初始速度 v_0 , 参照动能定理,源动能 E 和情绪初始产生速度 v_0 之间的关系为

$$E' = \frac{1}{2} k v_0^2$$

式中: k 称为个体的情绪敏感惰性因子, k 越大相同的源动能产生的初始速度 v_0 越小,相反 k 越小相同的源动能产生的初始速度 v_0 越大,所以 k 反映了个体之间的差异,因此相同大小的刺激在不同的个体可能产生不同强度的情绪。

在不考虑个体内部调节的情况下,该种情绪

强度 y 随时间的推移从 0 不断地增长, 增长的速度大小为 v_0 , 直到经过时间 t 达到最大极限值 y_{\max} , 而后情绪会随时间的推移而趋于平静。此时有

$$y = v_0 t$$

在考虑个体内部调节的情况下, 该种情绪强度 y 随时间的推移从 0 不断地增长, 增长的速度大小 v 受到个体内部情绪调节系数 λ 的影响从 v_0 不断衰减, 直到经过时间 t_1 , 速度衰减为 0, 此时情绪强度 y 达到极限值 y_{\max} (负向情绪时为 $-y_{\max}$)。由于个体情绪调节的适应性, 随着个体情绪强度的增强或减弱, 个体内部情绪调节系数 λ 则适应性地增强或减弱。假定其初始调节系数为 λ_0 , λ 在 $0 \sim t_1$ 段增强速率为 $\Delta\lambda_1$ 。此时 v 和 y 的表达式分别如式 (1)、式 (2) 所示 (如图 2 中 $O \sim t_1$ 段所示):

$$v = v_0 - \left(\lambda_0 t + \frac{1}{2} \Delta\lambda_1 t^2 \right) \quad (1)$$

$$y = v_0 t - \left(\frac{1}{2} \lambda_0 t^2 + \frac{1}{6} \Delta\lambda_1 t^3 \right) \quad (2)$$

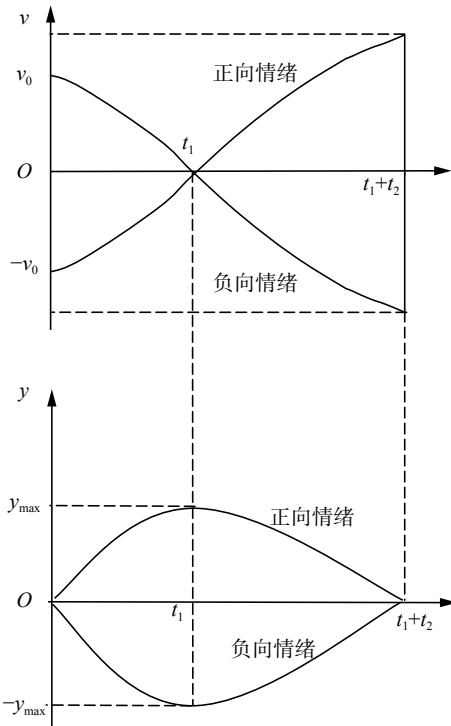


图 2 人工情绪的生消

Fig. 2 Birth and elimination of artificial emotion

而后情绪会随时间而衰减, 经过时间 t_2 衰减为 0, 衰减的速度 v 大小受到个体内部情绪调节系数 λ 的影响。假定情绪调节系数 λ 的变化率在 $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_1+t_2$ 两个时间段是不同的, 假定此时间段 λ 的减弱速率为 $\Delta\lambda_2$, 如与 $0 \sim t_1$ 时间段变化率大小相同时其等于 $\Delta\lambda_1$, 否则不等。此时 v 和

y 的表达式分别如式 (3)、式 (4) 所示 (图 2 中 $t_1 \sim t_1+t_2$ 时间段):

$$v = \lambda_0 (t - t_1) + \Delta\lambda_1 t_1 (t - t_1) - \frac{1}{2} \Delta\lambda_2 (t^2 - t_1^2) \quad (3)$$

$$y = -\frac{1}{6} \Delta\lambda_2 (t^3 - t_1^3) + \left(\frac{1}{2} \Delta\lambda_1 t_1 + \frac{1}{2} \lambda_0 \right) (t^2 - t_1^2) - \left(\lambda_0 t_1 + \Delta\lambda_1 t_1^2 + \frac{1}{2} \Delta\lambda_2 t_1^2 \right) (t - t_1) \quad (4)$$

以上 $\Delta\lambda_1$ 与 $\Delta\lambda_2$ 的不同变化, 对应了一种假设的人类情感强度合理调节机制: 当情感强度不断增加时, 人可能不断地增加调节; 当情感强度不断减少时, 人可能不断地减少调节。一般情绪值可能并不是对称的, 具体取决于 $\Delta\lambda_1$ 与 $\Delta\lambda_2$ 的取值, 图 2 只给出了其中的一种不对称情形, 如假设情绪一般具有产生快消亡慢的特征, 则对应图 2 所示的情形。正向情绪和负向情绪的产生和消亡过程一样, 但方向相反。

1.4 情绪强度与内部驱动力关系

(内部) 驱动力是动机概念的早期称谓, 指生命体由生理需求所引起的一种紧张状态, 它能激发或驱动生命体实施行为满足需求^[31]。也有研究认为, 驱动力代表人采取某种行为的意志。情绪产生内部驱动力 z , 在有情绪强度 y 刺激的情况下, 将以 β 逐渐增强, 在没有情绪刺激的情况下将以 α 逐渐消退, 参考文献[32]它们之间微分方程表示为

$$\frac{dz}{dt} = (z + \gamma)(-\alpha + \beta y)$$

式中: α 、 β 为衰减和增强系数; γ 为调节常数。

1.5 同源同标组合情绪与情绪维度

当一个刺激能够就某一事物或事件产生多种情绪时, 刺激被称为同源刺激。同一刺激产生的多种情绪往往因该事物或事件相互伴随和纠缠, 因此是同源的且与同一目标关联的几个情绪, 因此称其为同源同标组合情绪, 其由若干情绪组合而成。德国心理学家 Plutchik^[33]提出了 8 种基本情绪: 悲痛、恐惧、惊奇、接受、快乐、厌恶、兴趣和愤怒。美国加利福尼亚大学伯克利分校的研究人员在《美国国家科学院院刊》发表文章, 发现人的情绪共 27 种, 其中包括渴望^[34]。本文的组合情绪是指广义上的组合情绪, 即若干任意情绪的组合。同时假设同源同标组合情绪中的各情绪源动能之和等于同源刺激产生的源动能大小。

假设如下的 n 维向量表示组成同源同标组合情绪的 n 个情绪的源动能比例向量为

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_n) \quad (5)$$

那么 n 个情绪的源动能向量为

$$E' \times (p_1, p_2, \dots, p_n) = (E' p_1, E' p_2, \dots, E' p_n) \quad (6)$$

其中

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (7)$$

本文中提出的组合情绪与复合情绪的差别在于复合情绪是基本情绪组合而成的一种情绪,尽管它不是一种基本情绪,而组合情绪不能单独作为一种情绪。组成组合情绪的情绪可以是基本情绪也可以是复合情绪。

Mehrabian 等^[35]于1974年提出了PAD情绪模型,该模型认为情感具有愉悦度、激活度和优势度3个维度,并分别定义了不同情绪在3个维度上的取值。德国心理学家普拉切克提出了情绪的三维度模型,主张情绪具有强度、相似性和两极性3个维度,在强度维度之外描述了不同情绪之间的相似性和对立性特性^[31]。

本文借鉴普拉切克的情绪维度理论,认为情绪具有强度、锚定相似性和锚定对立性3个维度。对同一驱动力具有影响的不同情绪对该驱动力的影响是同向的(均正向影响或负向影响),则称情绪之间具有锚定相似性。对同一驱动力具有影响的不同情绪对该驱动力的影响是反向的(影响一个正向一个负向),则称情绪之间具有锚定对立性。锚定相似性和锚定对立性之所以称为“锚定”是因为其具有依赖于不同驱动力的特征。对一种驱动力具有锚定相似性的不同情绪,可能对另一种驱动力具有锚定对立性。

锚定相似的不同情绪之间会产生情绪强度对驱动力的叠加影响效应。不同的锚定对立情绪之间会产生情绪强度对驱动力的抵消影响效应。需要强调的是,这里的不同情绪可能是同一刺激产生的组合情绪中的不同情绪,也可能是不同刺激产生的不同情绪。

1.6 人工情绪的模拟分析

以下假定情绪持续时间较长。

1.6.1 单一情绪模拟分析

1) 正面和负面刺激的相对比值(PNRV)的影响

图3表达了不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下情绪速度的变化,表明情绪速度 v 随时间 t 变化,PNRV越大,情绪速度越大。图4表达了不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下情绪强度的变化,表明情绪强度随时间先上升后下降,PNRV的值越大,情绪强度 y 值就越大。

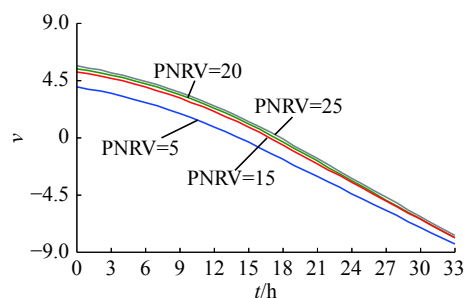


图3 不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下情绪速度 v 变化模拟

Fig. 3 Simulating the change in the emotional velocity (v) under relative ratio of different positive and negative stimuli (PNRV)

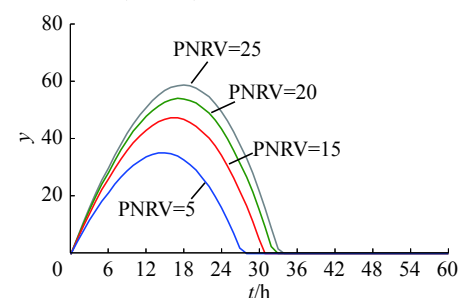


图4 不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下情绪强度 y 变化模拟

Fig. 4 Simulating the change in the emotional intensity (y) under relative ratio of different positive and negative stimuli (PNRV)

图5表达了不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下情绪内驱力 z 的变化,表明内驱力随时间先上升后下降,PNRV越大,内驱力变化越大。

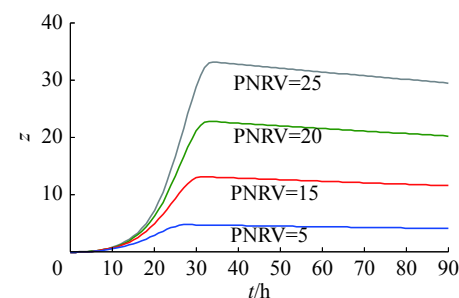


图5 不同的正面和负面刺激的相对比值(PNRV)下内驱力 z 变化模拟

Fig. 5 Simulating the change in the driving force (z) under relative ratio of different positive and negative stimuli (PNRV)

2) 人工情绪调节的影响

图6表达了不同情绪调节系数下情绪强度 y 和内驱力 z 的变化,表明随着调节系数的升高, y 和 z 整体上呈降低趋势。

1.6.2 组合情绪模拟分析

当一种刺激产生同源同标组合情绪时,其中情绪强度最大的情绪称为主导情绪,其他情绪称

为从属情绪。一般情况下,同源同标组合情绪中存在主导情绪和从属情绪,特殊情况下,存在各种情绪强度相等的特例。组合情绪产生的情绪强度和内部驱动力的模拟分别如图7和图8所示(此时组成组合情绪的基本情绪源动能的比例按照固定比例产生),主导情绪与从属情绪可能同时消失也可能不同时消失。

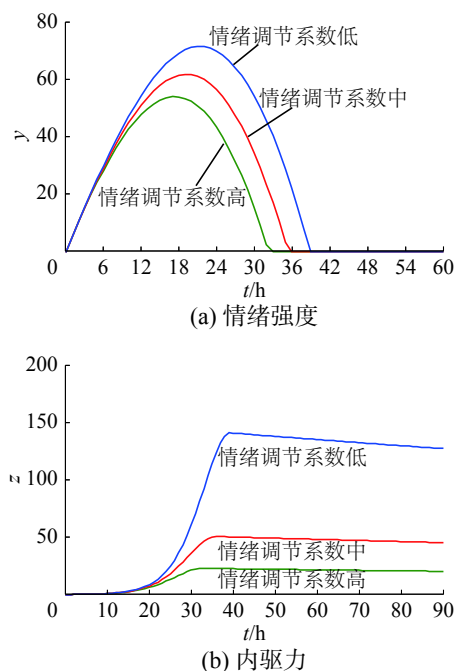


图6 情绪调节对情绪强度和驱动力的影响

Fig. 6 Effect of the emotion regulation on emotional intensity and driving force

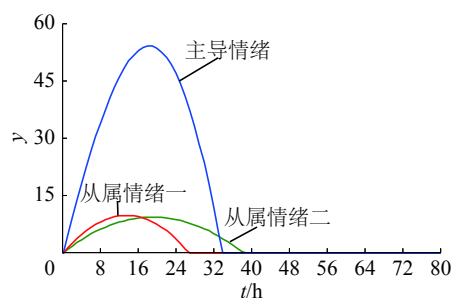


图7 一种刺激产生组合情绪情境下的情绪强度模拟

Fig. 7 Simulating the emotion intensity under a stimulus producing combined emotion

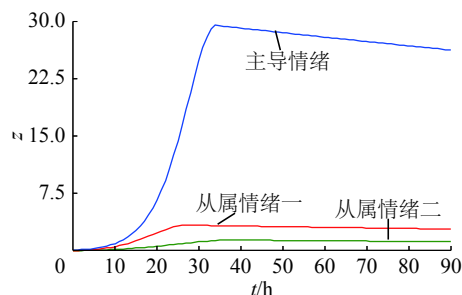


图8 一种刺激产生组合情绪情境下的驱动力模拟

Fig. 8 Simulating the driving force under a stimulus producing combined emotion

2 电商顾客购物的计算实验分析

本计算实验以电子商务中进行购物的商家群体行为的人工模拟为例,并考虑到美国加利福尼亚大学伯克利分校人员研究中的情绪包括渴望。本文将对商品的拥有渴望作为一种情绪,并作为电商购物中的主导情绪来研究,基于第1章人工情绪模型研究在网络购物中外部刺激(刺激可以是商家宣传、他人购买或不购买、好评或差评、网络口碑等)下对商品的拥有渴望情绪与其同源同标组合情绪的产生、发展变化及其对购物行为的影响。假设消费者收到自己很想购买而以前没有买到的紧俏新品上线销售的信息,会以随机比例产生对商品的拥有渴望、高兴和担心抢不到的组合情绪。

此情境下渴望应理解为人类对所需要或喜爱物品的拥有渴望或所有渴望,其中拥有是一种有偿拥有。外部刺激引起了顾客对商品的拥有渴望情绪,由此产生购买驱动力。正负刺激比越大,对物品的拥有渴望情绪就强烈,其购买驱动力就越大,结合自我需求产生购买行为的可能性就越大,购买后自我需求得到满足,对商品的拥有渴望情绪和购物驱动力消失。

2.1 电商顾客购物的人工情绪-行为影响关系模型

在前文研究基础上,建立电商顾客购物的人工情绪-行为影响关系模型,如图9所示。

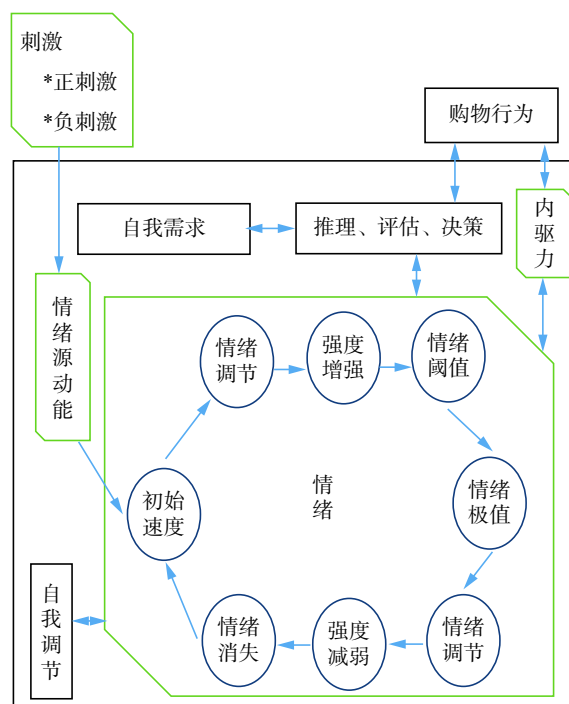


图9 电商顾客购物的人工情绪-行为影响关系

Fig. 9 Artificial emotion-behavior relation in customers shopping on e-commerce

2.2 计算实验分析

1) 基本情境假定与分析

计算实验的基本情境: 1 000 个顾客浏览某类商品, 其中顾客受到外部刺激, 并在外部刺激下产生对商品的拥有渴望情绪。为了体现顾客的客观差异, 假定其受到的正、负刺激的数量分别为 100~200 和 1~100 之间均匀分布的随机数。假定情绪持续时间长短和具体的情境有关, 假设顾客在此情境下各种不同情绪的持续时间较长。设个体的不同情绪的敏感度惰性因子 k 设定为 0~10 内的某一区间内随机数, 动能系数 a 在 0~1 之间设定, 情绪调节系数 λ 的初值 λ_0 在 0~1 之间设定, 增强或减弱速率 $\Delta\lambda_1$ 和 $\Delta\lambda_2$ 设定为 0~1 内某区间的随机数, 内部驱动力的衰减和增强系数 α 、 β 分别设定值为 0~1 之间, γ 在 0~2 之间设定; 以上参数可在各自区间内根据情况调整设定值。对商品的拥有渴望情绪强度阈值设定为 42, 内部驱动力阈值设定为 20, 顾客自我购物需求的概率设定为 0~1 之间的数值并根据情况调整。驱动力达到阈值者经过评估决策根据自我需求产生购买行为。顾客产生购买行为后情绪强度和内部驱动力阶梯下降至零。假定每个顾客具有重复消费行为, 即发生购买行为的顾客、情绪强度和驱动力复零之后按照一定的规律重新成为潜在的消费者。假定顾客产生一种随机比例的高兴和担心同源同标组合情绪, 其中产生对商品的拥有渴望主导情绪的源动能占比设置高 (85%~90% 的随机数), 以较低比例产生高兴情绪和担心抢不到商品 2 种从属情绪。根据前文提出的情绪维度的锚定相似性, 显然高兴情绪和担心情绪与对商品的拥有渴望情绪之间具有锚定相似性。图 10 是基本情境计算实验分析结果, 给出了主导情绪达阈值者累计、驱动力达阈值者累计和产生购买行为者累计、主导情绪强度均值 y' 和 3 种情绪共同产生的驱动力均值 z' , 显示该模型较好地人工模拟了电子商务中消费者情绪和购物行为之间的影响关系。

2) 组合情绪与情绪维度影响分析

以上对购买行为的影响分析, 根据情绪维度, 综合考虑同源同标组合情绪之间的锚定相似性影响, 把主导情绪产生的情感强度和 3 种情绪共同产生的驱动力进行了分析。如把其中 2 种情绪的影响单独进行分析, 可分别得到从属情绪高兴和担心的强度 y'' 、 y''' 和驱动力 z'' 、 z''' , 如图 11 所示。

3) 主导情绪调节的影响分析

调整参数值的设置, 进行主导情绪调节影响

的分析。图 12 分析了主导情绪初始调节系数 λ_0 (不断增加) 变化情况下主导情绪强度、驱动力均值和产生购买行为者的变化情况, 表明随着主导情绪调节的增强, 在从属情绪调节设置保持不变的情况下, 主导情绪强度均值 y' 、驱动力均值 z' 和产生购买行为者累计总体上均下降。其中 Run₀、Run₁、Run₂ 和 Run₃ 表示 4 次模拟分析, 依次代表情绪调节系数从小到大不断增强。

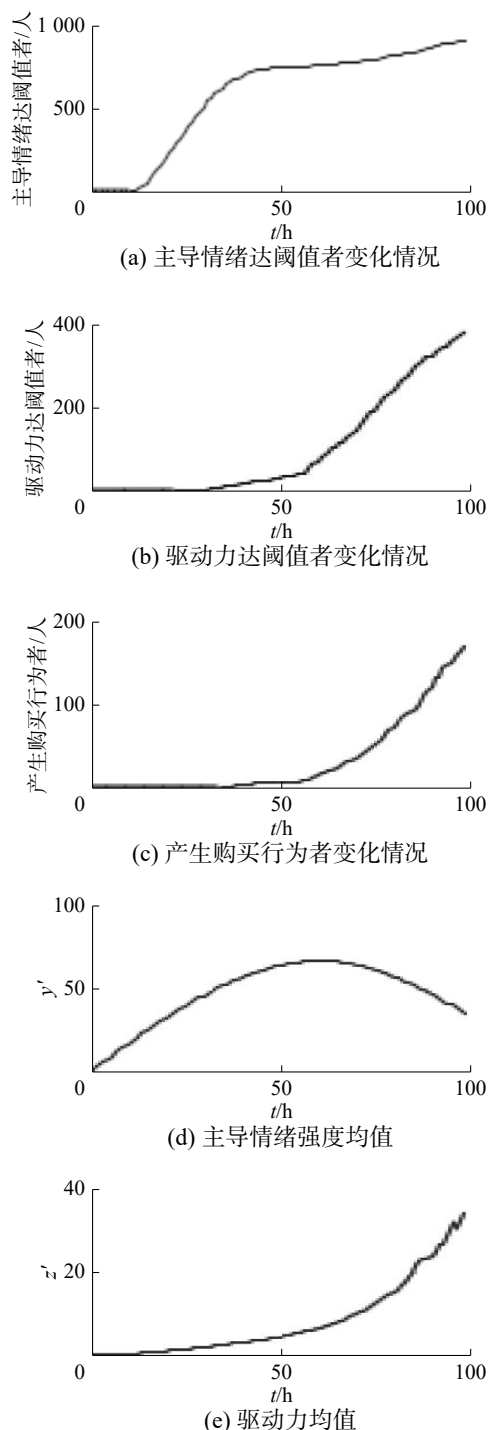


图 10 电商顾客购物的基本情境计算实验分析
Fig. 10 Analyzing the e-commerce customer shopping in basic situation

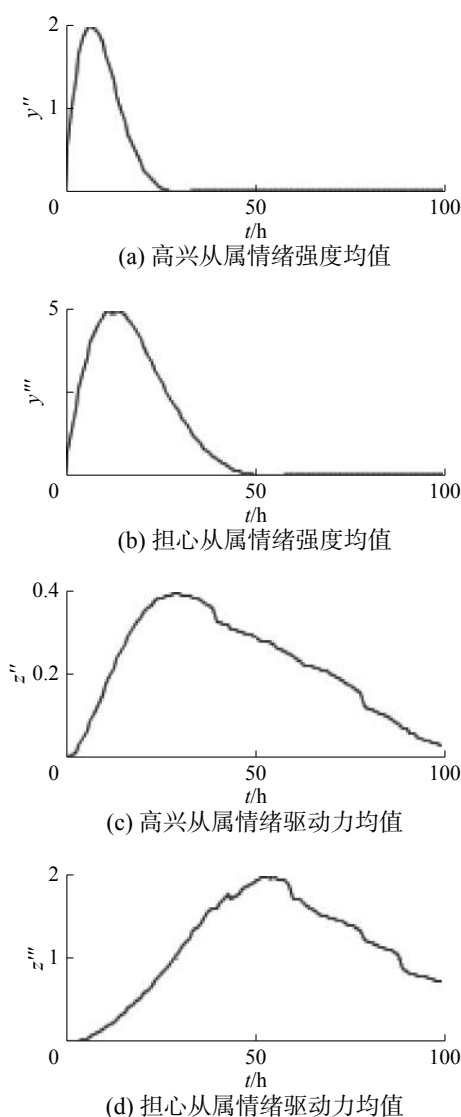


图 11 电商顾客购物的从属情绪影响分析

Fig. 11 Analyzing the subordinate emotional impact on customer shopping of electric business

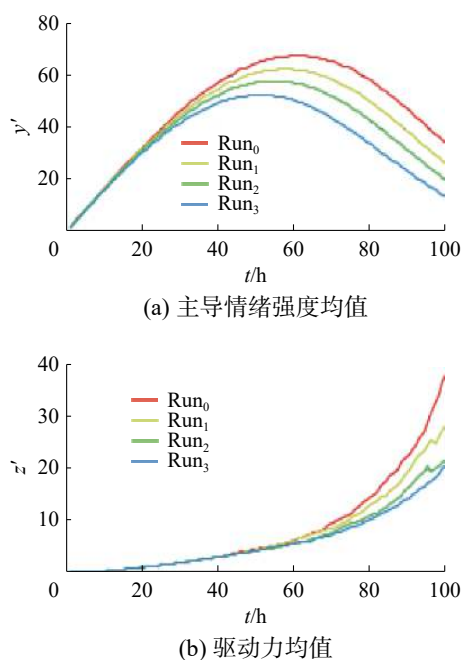


图 12 情绪调节的影响

Fig. 12 Influence of emotion regulation

4) 正面刺激的影响分析

调整参数值的设置,进行正面刺激影响的分析。图 13 分析了不同的正面刺激(正面刺激不断降低,负面刺激设置保持不变)的影响,给出了主导情绪强度均值、驱动力均值和产生购买行为者的变化情况,表明随着正面刺激的降低,主导情绪强度均值 y' 、驱动力均值 z' 和产生购买行为者累计总体上均下降。其中, Run 0、Run 1、Run 2 和 Run 3 表示 4 次模拟分析,依次代表外部刺激从大到小不断降低。

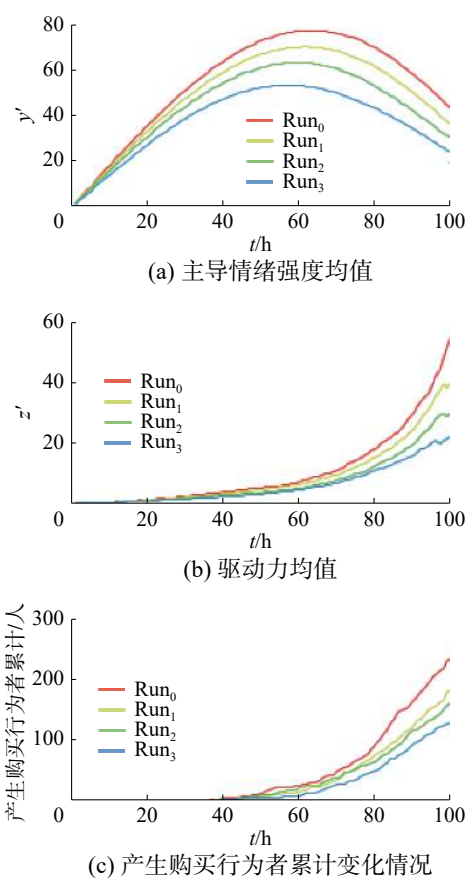


图 13 外部刺激的影响

Fig. 13 Influence of external stimuli

3 结束语

本文为实现电子商务顾客购物的复杂人工系

统构建和分析,基于状态类比提出了一种人工情绪模型,并建立了情绪的产生和消亡的数学模型,给出同源同标组合情绪概念,根据情绪维度理论,给出情绪的锚定相似性和情绪的锚定对立性描述。然后将对商品的拥有渴望作为主导情绪,并构建了人工情绪-行为影响机制模型,通过电子商务顾客购物的计算实验验证了模型。本研究为人工情绪的建模及其在电子商务复杂人工系统中的应用提供了一种有意义的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] RUSSELL J A. A circumplex model of affect[J]. *Journal of personality and social psychology*, 1980, 39(6): 1161–1178.
- [2] TYRRELL T. Computational mechanisms for action selection[D]. Edinburgh, Britain: University of Edinburgh, 1993: 1–291.
- [3] HIRTH J, BRAUN T, BERNS K. Emotion based control architecture for robotics applications[C]//Proceedings of the 30th annual German Conference on Advances in Artificial Intelligence. Osnabrück, Germany, 2007: 464–467.
- [4] LEE D H, LEE K B, KIM J H. Reflex and emotion-based behavior selection for toy robot[C]//Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. Jeju, South Korea, 2008: 613–618.
- [5] 程宁, 范玉妹, 刘冀伟, 等. 基本情绪理论在人工心理建模研究中的应用[J]. *计算机工程*, 2005, 31(22): 175–177.
CHENG Ning, FAN Yumei, LIU Jiwei, et al. Application of Basic emotions theory in construction of artificial psychology model[J]. *Computer engineering*, 2005, 31(22): 175–177.
- [6] CAMURRI A, COGLIO A. An architecture for emotional agents[J]. *IEEE multimedia*, 1998, 5(4): 24–33.
- [7] SCHEUTZ M. Useful roles of emotions in artificial agents: a case study from artificial life[C]//Proceedings of the 19th National Conference on Artificial Intelligence. San Jose, California, 2004: 42–47.
- [8] PEREIRA D, OLIVEIRA E, MOREIRA N, et al. Towards an architecture for emotional BDI agents[C]//Proceedings of 2005 Portuguese Conference on Artificial Intelligence. Covilha, Portugal, 2005: 40–46.
- [9] SLOMAN A. Varieties of affect and the CogAff architecture schema[C]//Proceedings of Symposium on Emotion, Cognition, and Affective Computing. New York, USA, 2001: 39–48.
- [10] 张国锋, 李祖枢. 基于行为的人工生命情绪理论模型研究[J]. *计算机仿真*, 2009, 26(1): 169–173.
ZHANG Guofeng, LI Zushu. Emotion mode of artificial life based on behavior[J]. *Computer simulation*, 2009, 26(1): 169–173.
- [11] 史雪飞, 王志良, 张琼. 基于有限状态机矩阵模型的人工情绪模型[J]. *计算机工程*, 2010, 36(18): 24–25, 28.
SHI Xuefei, WANG Zhiliang, ZHANG Qiong. Artificial emotion model based on matrix model of finite state machine[J]. *Computer engineering*, 2010, 36(18): 24–25, 28.
- [12] 史雪飞, 王志良, 张琼. 模糊数学和有限状态机矩阵形式描述的人工情绪模型[J]. *北京科技大学学报*, 2010, 32(9): 1238–1242.
SHI Xuefei, WANG Zhiliang, ZHANG Qiong. Modeling emotion based on fuzzy mathematics and matrix description of finite state machines[J]. *Journal of university of science and technology Beijing*, 2010, 32(9): 1238–1242.
- [13] CHOXI H, LOMAS M, FRANKE J, et al. Using motivations for interactive robot behavior control[J]. *Contract*, 2006.
- [14] 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.
ZHANG Guofeng, LI Zushu. Behavior selection mechanism of artificial life based on emotion[J]. *Journal of system simulation*, 2009, 21(6): 1701–1705, 1709.
- [15] CAÑAMERO L, AVILA-GARCÍA O. A bottom-up investigation of emotional modulation in competitive scenarios[C]//Proceedings of the 2nd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction. Lisbon, Portugal, 2007: 398–409.
- [16] 翟俊杰. 基于动力学的人工情感模型研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2007: 12–16.
QU Junjie. The research for an artificial affective model-based on kinetic[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2007: 12–16.
- [17] 崔凯楠, 郑晓龙, 文丁, 等. 计算实验研究方法及应用[J]. *自动化学报*, 2013, 39(8): 1157–1169.
CUI Kainan, ZHENG Xiaolong, WEN Ding, et al. Researches and applications of computational experiments[J]. *Acta automatica sinica*, 2013, 39(8): 1157–1169.
- [18] 盛昭瀚, 张维. 管理科学研究中的计算实验方法[J]. *管理科学学报*, 2011, 14(5): 1–10.
SHENG Zhaohan, ZHANG Wei. Computational experiments in management science and research[J]. *Journal of management sciences in China*, 2011, 14(5): 1–10.
- [19] 王飞跃. 人工社会、计算实验、平行系统: 关于复杂社会经济系统计算研究的讨论[J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2004, 3(9): 25–35.
WANG Feiyue. Artificial societies, computational experiments, and parallel systems: a discussion on computational theory of complex social-economic systems[J]. *Complex systems and complexity science*, 2004, 3(9): 25–35.

- [20] 张初兵, 王旭燕, 李东进, 等. 网络购物中消极情绪与行为意向的传导机制: 基于压力应对与沉思理论整合视角[J]. 中央财经大学学报, 2017(2): 84–92.
ZHANG Chubing, WANG Xuyan, LI Dongjin, et al. The transmission mechanism of negative emotion and behavior intention in online shopping: based on stress-and-coping and rumination theory[J]. Journal of central university of finance and economics, 2017(2): 84–92.
- [21] 吕泊怡, 张利明, 苗心萌, 等. 网络购物下第三方评价与冲动性购买意愿: 情绪的调节作用和中介作用[J]. 中国健康心理学杂志, 2015, 23(2): 214–218.
LYU Boyi, ZHANG Liming, MIAO Xinmeng, et al. Third-party product reviews and impulse buying intent of online group-buying: the mediating and moderating role of emotion[J]. China journal of health psychology, 2015, 23(2): 214–218.
- [22] 马庆国, 王凯, 舒良超. 积极情绪对用户信息技术采纳意向影响的实验研究: 以电子商务推荐系统为例[J]. 科学学研究, 2009, 27(10): 1557–1563.
MA Qingguo, WANG Kai, SHU Liangchao. Influence of positive emotion on users adoption intention on information technology: an experimental study with RA[J]. Studies in science of science, 2009, 27(10): 1557–1563.
- [23] 巫月娥. 在线冲动性购买、购后情绪与重复购买意愿的关系研究[J]. 石家庄经济学院学报, 2009, 27(10): 1557–1563.
WU Yuee. Study on the relationship between online impulse buying, post purchase emotion and repurchase intention[J]. Journal of Shijiazhuang University of Economics, 2009, 27(10): 1557–1563.
- [24] 蒋国银, 马费成, 刘行军. 在线到移动环境下消费接受行为的演化研究: 基于计算实验方法[J]. 中国管理科学, 2014, 22(11): 97–104.
JIANG Guoyin, MA Feicheng, LIU Xingjun. Research on consumption acceptance evolutionary from online to mobile environment: based on computational experiment[J]. Chinese journal of management science, 2014, 22(11): 97–104.
- [25] 赵爱武, 杜建国, 关洪军. 基于计算实验的有限理性消费者绿色购买行为[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(1): 95–102.
ZHAO Aiwu, DU Jianguo, GUAN Hongjun. Green purchase behavior of bounded rational consumers based on computational experiments[J]. Systems engineering-theory and practice, 2015, 35(1): 95–102.
- [26] 于璐. 网络评论环境下制造商生产销售策略与消费者市场关系的计算实验研究[D]. 南京: 南京大学, 2013: 10–43.
YU Lu. A study on the effect of manufacturer's product-sale strategy to consumer's demand under the environment of online review based on computational experiment[D]. Nanjing: Nanjing University, 2013: 10–43.
- [27] 张国锋, 李祖枢. 人工生命行为选择情绪机制研究进展[J]. 小型微型计算机系统, 2012, 33(8): 1774–1780.
ZHANG Guofeng, LI Zushu. Research progress on emotional behavior selection mechanism of artificial life[J]. Journal of Chinese computer systems, 2012, 33(8): 1774–1780.
- [28] VERDUYN P, LAVRIJSEN S. Which emotions last longest and why: The role of event importance and rumination[J]. Motivation and emotion, 2015, 39(1): 119–127.
- [29] DAMASIO A. The feeling of what happens body and emotion in the making of consciousness[M]. New York: Harcourt Brace and Company, 1999: 198–304.
- [30] 唐孝威. 情绪的数学公式[J]. 应用心理学, 2001, 7(2): 50–51.
TANG Xiaowei. A mathematical formula of emotion[J]. Chinese journal of applied psychology, 2001, 7(2): 50–51.
- [31] 张国锋. 情绪驱动的人工生命行为选择机制研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2009: 25–26.
ZHANG Guofeng. Study on emotion driven behavior selection mechanism of artificial life[D]. Chongqing: Chongqing University, 2009: 25–26.
- [32] 王玉洁. 基于人工心理的情感建模及人工情感交互技术研究[D]. 北京: 北京科技大学, 2007: 41–42.
WANG Yujie. Study on technology of emotion modeling and human-computer emotion interaction based on artificial psychology[D]. Beijing: University of Science and Technology Beijing, 2007: 41–42.
- [33] PLUTCHIK R. The emotions: Facts, theories and a new model[J]. American journal of psychology, 1964, 77(3): 518.
- [34] COWEN A S, KELTNER D. Self-report captures 27 distinct categories of emotion bridged by continuous gradients[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the united states of America, 2017, 114(38): E7900–E7909.
- [35] MEHRABIAN A, RUSSELL J A. The basic emotional impact of environments[J]. Perceptual and motor skills, 1974, 38(1): 283–301.

作者简介:



王洪利, 男, 1978年生, 教授, 主要研究方向为电子商务、管理系统仿真。主持完成国家自然科学基金青年基金1项, 省级项目3项。发表学术论文40余篇。