

6-9-2021

An Artificial Emotion Model for the Mutual Mapping Between Discrete State and Dimensional Space

Zhihang Tian

1. Department of Computer Science, School of Engineering, Shantou University, Shantou 515063, China; ;

Xiaming Chen

1. Department of Computer Science, School of Engineering, Shantou University, Shantou 515063, China;

;2. Intelligent Manufacturing Key Laboratory of Ministry of Education, Shantou University, Shantou 515063, China;

Dazhi Jiang

1. Department of Computer Science, School of Engineering, Shantou University, Shantou 515063, China;

;2. Intelligent Manufacturing Key Laboratory of Ministry of Education, Shantou University, Shantou 515063, 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.

An Artificial Emotion Model for the Mutual Mapping Between Discrete State and Dimensional Space

Abstract

Abstract: Emotional intelligence is an important component and development direction of machine intelligence. The purpose of artificial emotion model is to construct emotion models for machines to develop systematic ability of emotion understanding and expression. However, the existing methods are still insufficient in artificial emotion modeling ability. Aiming at the key factor of personalization in the construction of artificial emotion model, *this paper proposes a method of mutual mapping between discrete emotion state and dimension space state, and constructs a machine personalized artificial emotion model based on Big Five personality model and emotion state transfer model.* The relevant experimental results provide evidence for the rationality of this model. This research clears the barriers brought by the difference of emotion space definition to the machine emotion modeling, provides a new solution for the human-computer personalized interaction, and also provides a reference solution for the understanding and expression of machine emotion.

Keywords

artificial emotion model, mutual mapping, personalization, emotional space

Recommended Citation

Tian Zhihang, Chen Xiaming, Jiang Dazhi. An Artificial Emotion Model for the Mutual Mapping Between Discrete State and Dimensional Space[J]. Journal of System Simulation, 2021, 33(5): 1062-1069.

一种离散状态与维度空间互映射的人工情感模型

田智行¹, 陈夏铭^{1,2}, 姜大志^{1,2}

(1. 汕头大学 工学院计算机系, 广东 汕头 515063; 2. 汕头大学 智能制造技术教育部重点实验室, 广东 汕头 515063)

摘要: 情感智能是机器智能的重要组成与发展方向。人工情感模型目的就是构建情感模型让机器形成情感理解与表达的系统化能力。然而现有方法在人工情感建模能力上仍显不足。针对人工情感模型构建中个性化这一关键核心因素, 提出一种离散情感状态和维度空间状态互映射的方法, 并基于大五人格模型和情感状态转移模型构建一个机器个性化人工情感模型, 相关实验结果对本模型的合理性提供了佐证。该研究疏通了情感空间的定义差异给机器情感建模带来的障碍, 为人机个性化交互提供了一条新的解决思路, 也为机器情感的理解和表达提供了可借鉴的解决方案。

关键词: 人工情感模型; 互映射; 个性化; 情感空间

中图分类号: TP311; TP391.9 文献标志码: A 文章编号: 1004-731X (2021) 05-1062-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.20-0007

An Artificial Emotion Model for the Mutual Mapping Between Discrete State and Dimensional Space

Tian Zhihang¹, Chen Xiaming^{1,2}, Jiang Dazhi^{1,2}

(1. Department of Computer Science, School of Engineering, Shantou University, Shantou 515063, China;

2. Intelligent Manufacturing Key Laboratory of Ministry of Education, Shantou University, Shantou 515063, China)

Abstract: Emotional intelligence is an important component and development direction of machine intelligence. The purpose of artificial emotion model is to construct emotion models for machines to develop systematic ability of emotion understanding and expression. However, the existing methods are still insufficient in artificial emotion modeling ability. Aiming at the key factor of personalization in the construction of artificial emotion model, *this paper proposes a method of mutual mapping between discrete emotion state and dimension space state, and constructs a machine personalized artificial emotion model based on Big Five personality model and emotion state transfer model.* The relevant experimental results provide evidence for the rationality of this model. This research clears the barriers brought by the difference of emotion space definition to the machine emotion modeling, provides a new solution for the human-computer personalized interaction, and also provides a reference solution for the understanding and expression of machine emotion.

Keywords: artificial emotion model; mutual mapping; personalization; emotional space

引言

情感是人对客观事物是否满足自身需要而产生的态度体验, 是人的认知和智能重要组成部分, 而情感计算就是让机器模拟人类, 形成能够

感知、理解并表达情感的能力^[1]。人工情感模型作为情感计算的一个重要分支, 其主要目的是让机器理解和模拟人类的情感^[2]。随着心理学、神经科学和人工智能技术的融合与发展, 构建面向

收稿日期: 2020-01-04 修回日期: 2020-04-09

基金项目: 国家自然科学基金(61902231); 广东省自然科学基金(2019A1515010943); 广东省普通高校基础研究与应用基础研究重点项目(2018KZDXM035); 广东省普通高校基础研究与应用基础研究人工智能重点领域专项(2019KZDZX1030)

第一作者: 田智行(1994-), 男, 硕士生, 研究方向为情感计算。E-mail: 18zxtian@stu.edu.cn

机器的类人情感模型具有很大的探索空间。

人工情感模型的建立主要依托于神经科学中的情感调节理论^[3]。情感调节过程一般可以描述为自发的情感转移和情感刺激转化, 情感的激活需要通过一系列外在因素与内在因素相互作用来实现, 是一个复杂的情感状态转移过程^[4]。文献[5]描述了通过自发的情绪转移和情绪刺激转换来调节情绪的过程。文献[6-7]采用隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model, HMM)来描述情感状态转变的过程, 他们认为情感状态转变过程受 3 种因素的影响, 分别是初始情感状态、情感事件/外部刺激和人格特质。文献[8-9]通过对具有表情和动作的虚拟人的研究, 探讨了基于人工心理学的机器人控制系统框架。文献[10-11]研究了人格对状态转换矩阵的影响及其与情感事件的关系, 但是对人格的刻画上还存在很大的探索空间。鉴于智能体或机器人的一般化特性, 很难具有个性化情感, 这与人类的特点不相符, 个性化由性格影响, 因此借鉴性格特性, 构建机器个性化情感模型应运而生。

性格在情感产生的作用理论, 被众多学者接受的是大五人格模型 (Lew Goldberg, 1990 年)^[12]。随后, 研究者们针对大五人格模型开展广泛的理论与应用研究。如文献[13]主要研究扩展的大五人格及其对情感反应的影响, 并以此来创造智能虚拟代理。文献[14]研究大五人格是如何影响 PAD (Pleasure- Arousal-Dominance) 情绪状态。文献[15]提出在大五人格影响下的机器人情感模型和情感影响联想记忆模型。

一般而言, 应用心理学理论对情感的描述化方法进行划分, 可以形成 2 个独特的差异化类别, 分别是从范畴观点出发并定义的离散情感状态(Categorical Emotion States)和从维度观点出发并定义的维度情感空间(Dimensional Emotion Space)。这 2 种情感描述方法各有优势^[16]。离散情感状态优点是具有明显的、可区分类别的情感表达, 此外在很多情感分析数据集构建中, 离散情感便于统计, 因此大部分情感分析数据集都是面

向离散情感状态的。也由于情感状态固定的缘故, 离散的情感无法描述日常交流环境中广泛的情感。相比之下, 维度模型只能在有限的维度范围内描述情感空间。但维度方法更擅长处理非离散的情感并刻画情感状态随时间的变化的特性^[17], 有利于情感建模与计算, 也有利于用大五人格在维度空间中调控情感状态。在现实生活中, 情感状态不会从一个特定的情感标签跳跃到另一个, 而是会随着时间的推移而逐步变化, 并跨越许多中间情感状态。

针对离散情感与维度情感的优劣, 有必要建立离散情感和维度情感之间的映射关系(离散—维度映射; 维度—离散映射), 将离散状态互映射到维度空间, 形成情感理解与表达的闭环, 可为虚拟智能体和人工代理的情感状态提供更顺畅、更具人性化的理解与表达。该研究具有极为广阔的理论与应用价值。在理论方面, 这种互映射模型可以为不同的情感以及情感模型之间的转移提供无缝的转化机制, 为整合各类情感和情感模型提供参考依据; 在应用方面, 例如在众多人机交互应用场景中, 智能体或机器人对人类情感识别—理解—个性化调节—表达的过程中, 借助离散情感状态和维度空间的互映射, 可实现机器在不同模型、不同空间之间理解并表达情感。

文献[18]建立了一个将离散情感标签与维度情感空间结合起来的汉语情感语音数据库。文献[19]将离散的 OCC(Ortony, Clore & Collins)模型的情感映射到 PAD 维度空间中。文献 [20]根据 Ekman 的情感划分理论对面部表情进行分类进而扩展到二维连续空间中。Chao-Gang W 等^[21]提出了一种交互式虚拟环境中的机器情感模型。Han M J 等^[22]提出了基于情绪转移和个性化的机器情感表达模型。Naoki 等^[23]基于情感转移和记忆构建了情感交互模型。

针对这种映射方法研究目前相对较少, 已有研究尚缺乏广度与深度。本文认为有以下问题值得思考和重视:

(1) 在将个性化因素引入到人工情感模型中的时候, 必须用到大五人格模型, 而根据目前文献查阅结果来看, 针对大五的研究, 往往都是面向大五人格在维度情感空间中的影响, 暂未查阅到大五关于离散情感空间的影响研究。

(2) 现有研究都是关于离散情感空间映射到维度情感空间, 没有从维度情感空间映射到离散情感空间。维度空间映射到离散空间可以实现机器或者智能体的情感状态有效表达, 但是现有研究只是基于维度情感空间定义离散空间中情感状态的若干固化的主要类别, 没有真正意义上形成映射关系, 而映射不足限制了情感表达的能力。

基于此, 本文在前人的基础模型上加入了大五人格影响, 研究了大五人格在离散情感空间的影响, 提出一种离散情感空间和维度情感空间的互映射方法, 该方法可以便捷地将用户的情感状态从一个情感空间转移到另一个情感空间。基于这种互映射, 进一步将大五人格模型融入面向情感调节的隐马尔可夫模型中, 从而建立一种能够表征个性化的机器情感模型。仿真实验表明, 本文所提出的机器个性化情感模型能够较好地描述不同的个性特征, 并能产生合理的情感反应。

1 人工情感模型

1.1 情感模型

情感是一种复杂、主观、经验的心理生理体验和认知活动, 是个体心理状态与生物化学(内部)和环境(外部)影响相互作用的结果。对人类来说, 情感从根本上包括生理唤醒、表达行为和意识体验^[24]。情感的产生是由感觉、思想和行为共同作用产生的一系列并发的生理化与心理化的状态。同时情感还与人自身的一些特殊因素有关, 如气质、个性、性情、动机等复杂因素。情感的变化是由刺激物引起的, 刺激物是指任何可能影响其作用对象的东西, 如事件、面部表情、手势、声音等。刺激物对情感的影响较为短暂, 影响发生后通常会衰退和消失。

图 1 概述了情感调节过程, 用于模拟对内部和外部刺激的情绪反应。

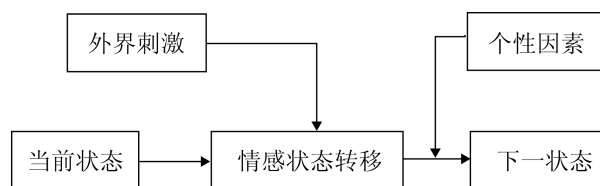


图 1 情感状态转移过程

Fig. 1 Emotional state transfer process

1.2 情感状态转移的马尔可夫过程模型

情感计算领域中存在着许多情感模型, 本文采用了离散情感状态作为基本情感模型。情感状态转移模型是基于具有有限离散状态的马尔可夫链。情感与外界刺激之间的对应关系也是离散的, 并且情感状态的转移也是在有限的情感状态空间中从一特定的状态到另一状态的转变。因此, 模型可以对情感状态转移过程进行描述。

一般而言, 马尔可夫过程具备马尔可夫性, 这是一种“无记忆”的特性, 即此刻的概率分布只能由前一个状态决定。设 $\{X(t), t \in T\}$ 为一随机过程, E 为其状态空间, 若对任意的 $t_1 < t_2 < \dots < t_n < t$ 和任意的 $x_1, x_2, \dots, x_n, x \in E$, 已知变量 $X(t_1) = x_1, \dots, X(t_n) = x_n$, 随机变量 $X(t)$ 的条件分布函数满足等式:

$$P\{X(t) | x_n, x_{n-1}, \dots, x_2, x_1, t_n, t_{n-1}, \dots, t_2, t_1\} = P\{X(t) | x_n, t_n\} \quad (1)$$

即,

$$P\{X(t) \leq x | X(t_n) = x_n, \dots, X(t_1) = x_1\} = P\{X(t) \leq x | X(t_n) = x_n\} \quad (2)$$

若 $X(t)$ 为离散型随机变量, 则马尔可夫性亦满足等式:

$$P\{X(t) = x | X(t_n) = x_n, \dots, X(t_1) = x_1\} = P\{X(t) = x | X(t_n) = x_n\} \quad (3)$$

假设 S 是由过程中所有状态组成的集合, S^t 是 t 时刻的状态, 马尔可夫过程可以表示为:

$$P(S^{t+1} = i) = \sum_{j \in S} P(S^{t+1} = i | S^t = j) \cdot P(S^t = j) \quad (4)$$

相应的矩阵模型表示为: $S_{n \times 1}^{t+1} = A(x)_{n \times n} \times S_{n \times 1}^t$, $S_{n \times 1}^{t+1}$ 是一个 n 维向量, n 表示情感状态数, $A(x)_{n \times n}$ 是一转移矩阵, 定义为受到外界刺激影响下的状态转移矩阵, a_{ij} 表示 A 中的组成元素, 表示个体的情感状态从状态 S_i 转移到状态 S_j 的概率。

在计算状态转移矩阵时, 如若受到正向刺激时, 有:

$$a'_{ij} = \begin{cases} A_1 & j \in [1, n_1] \\ A_2 & j \in [n_1 + 1, n_1 + n_2] \\ A_3 & j \in [n_1 + n_2 + 1, n_1 + n_2 + n_3] \end{cases} \quad (5)$$

$$A_1 = a_{ij} + \psi_t \times \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^{n_1} a_{ik}} \times \sum_{k=n_1+1}^{n_1+n_2} a_{ik}$$

$$A_2 = a_{ij} + \psi_t \times \frac{a_{ij}}{\sum_{k=n_1+1}^{n_1+n_2} a_{ik}} \times \sum_{k=n_1+n_2+1}^{n_1+n_2+n_3} (a_{ik} - \psi_t \times a_{ik})$$

$$A_3 = a_{ij} - \psi_t \times a_{ij}$$

如若受到负向刺激时, 有:

$$a'_{ij} = \begin{cases} B_1 & j \in [1, n_1] \\ B_2 & j \in [n_1 + 1, n_1 + n_2] \\ B_3 & j \in [n_1 + n_2 + 1, n_1 + n_2 + n_3] \end{cases} \quad (6)$$

$$B_1 = a_{ij} - \psi_t \times a_{ij}$$

$$B_2 = a_{ij} + \psi_t \times \frac{a_{ij}}{\sum_{k=n_1+1}^{n_1+n_2} a_{ik}} \times \sum_{k=1}^{n_1} (a_{ik} - \psi_t \times a_{ik})$$

$$B_3 = a_{ij} + \psi_t \times \frac{a_{ij}}{\sum_{k=n_1+n_2+1}^{n_1+n_2+n_3} a_{ik}} \times \sum_{k=n_1+1}^{n_1+n_2} a_{ik}$$

$$\psi_t = \frac{1}{2(e-1)} \times \left[\left(1 + \frac{1}{t}\right)^t - 1 \right] \quad (7)$$

式中: a'_{ij} 为引入时间参数后个体的情感状态从状态 S_i 转移到状态 S_j 的概率。

经过上述过程即完成了从情感信息到马尔科夫链中的情感状态转移矩阵的映射过程。

1.3 离散空间和维度空间的互映射

维度情感空间以 PAD 空间为例, 离散情感状态空间简单列举高兴、惊奇、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶 6 种情感, 其在 PAD 空间中的对应关系如表 1

所示。当然也可以根据需要扩展到 n 种情感, 只要找到该情感在 PAD 空间中的对应关系即可。

表 1 常见基本情感与 PAD 空间的对应关系
Tab. 1 Relationship between common basic emotions and PAD space

基本情感	Pleasure	Arousal	Dominance
高兴	0.40	0.20	0.15
惊奇	0.20	0.10	0.10
悲伤	-0.40	-0.20	-0.50
愤怒	-0.51	0.59	0.25
恐惧	-0.64	0.60	-0.43
厌恶	-0.40	0.20	0.10

离散情感空间映射到 PAD 空间可以表示如下:

$$P = \sum_{i=1}^n PAD_i e_i = (PAD_1, PAD_2, \dots, PAD_n) \times \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

式中: $PAD_i (i=1, 2, \dots, 6)$ 依次对应于表 1 中 6 种基本情感的 PAD 值构成的列向量; $E=(e_1, e_2, \dots, e_n)$, 表示离散情感空间中情感概率向量, 满足条件 $\sum_{i=1}^n e_i = 1$ 。

从 PAD 空间映射到离散情感空间, 任取 $\begin{bmatrix} C_{51} & C_{52} & \dots & C_{5n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix}$ 满足条件 $\sum_{k=1}^n C_{ik} C_{jk} = 0$, $i=1, 2, 3, 4, j=5, 6, \dots, n$ 。

取 $(C_{41}, C_{42}, \dots, C_{4n})=(1, 1, \dots, 1)$, 可以得 $C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix}$, $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$, $P=(y_1, y_2, y_3)$,

$E^T=C^{-1}Y$, 这样就完成了从 PAD 空间到离散情感空间的映射。

下面给出的是映射公式的推导。假设 PAD 空间是以一个未知点为中心产生的高斯分布, 现假设有 $m=m_1+m_2+\dots+m_n$ 个样本。在点 S_i (表示 PAD 空间中第 i 个点, 是一个三维向量) 处恰有 m_i 个点。若方差 σ^2 忽略不计, 似然函数为:

$$L(S) = \prod_{k=1}^n e^{-\|S-S_k\|^2} = \prod_{k=1}^n e^{-m_k \|S-S_k\|^2} \quad (9)$$

对数似然函数为:

$$\ln L(S) = -\sum_{i=1}^n m_n \|S - S_i\|^2 \quad (10)$$

最大化似然函数相当于最小化, 表示为:

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m} \|S - S_i\|^2 \quad (11)$$

令 n 趋向于无穷时有:

$$\sum_{i=1}^n p_i \|S - S_i\|^2 \quad (12)$$

对其求导可得:

$$P = \sum_{i=1}^n p_i S_i \quad (13)$$

1.4 人格对情感的影响

人格是个体的情感、态度和行为反应模式的特殊组合。如前所述, 在相同的刺激物下, 人们的情感表达有时具有显著的个体差异, 心理学上称其为“情感倾向”。这种情感倾向的产生, 心理学家认为其内在影响因素是个性。因此, 要想让机器具备人类类似的个性化情感, 引入个性的性格因素就具有必要性。在探讨性格对情感的影响时, 广为学者们接受的性格理论为大五因素模型^[25-26]。大五因素模型将人类的性格分为五大类, 其 5 个因子分别为: 开放性、责任性、外向性、宜人性、神经质, 各个特质的描述如表 2 所示。

表 2 大五人格模型描述

Tab. 2 Description of the Big Five personality model

人格特质	变量	描述
开放性	<i>Op</i>	有想象、情感丰富、审美等特质
责任性	<i>Co</i>	有公正、尽责、谨慎等特质
外向性	<i>Ex</i>	有热情、社交、乐观等特质
宜人性	<i>Ag</i>	有信心、直率、依从等特质
神经质	<i>Ne</i>	有焦虑、敌对、压抑等特质

开放性是对各种经验的普遍欣赏, 如艺术、想象等; 责任性与自律和责任感的关系较大; 外向性是一种热情的倾向和与人交往的热情; 宜人性是指一个人与他人相处的融洽程度; 神经质代表了经历负面情绪的可能性, 如愤怒、焦虑和抑郁。在大五因素模型中, 个体的个性表示为一个 5 元组, 每个

元素分别表示其在 5 个个性域中的值, 值的范围为 0~1。

在考虑人格对情感的影响时候, 我们工作的重点是将大五模型与 PAD 模型相结合。在文献[25]中, 给出了大五人格到 PAD 映射关系, 这样就会把每一种人格映射为一个具体的 PAD 值。具体映射的原则如下所示:

- (1) 开放性主要由 dominance 决定, 其次是由 arousal 决定。
- (2) 责任性包括同等程度的 pleasure 和 dominance。
- (3) 外向性是 dominance 占主导地位, 其次是 pleasure。
- (4) 宜人性类似于依赖性, 具有 pleasure, arousal, dominance 的特征, 但是涉及更多的是 pleasure。
- (5) 神经质包含几乎相同程度的 pleasure 和 unarousable 的特征, 缺乏 dominance 特征。

基于上述 5 个原则, 通常使用的映射方程如式 (14)所示^[25]:

$$\begin{bmatrix} P \\ A \\ D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.21 & 0.59 & 0.19 & 0 & 0 \\ 0 & 0.30 & -0.56 & 0.15 & 0 \\ 0.60 & -0.32 & 0 & 0.25 & 0.17 \end{bmatrix} \cdot \bar{P} \quad (14)$$

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} Ex \\ Ag \\ Ne \\ Op \\ Co \end{bmatrix}$$

式中: \bar{P} 为由 5 种性格因子构成的性格向量。

式(14)描述了不同性格的人在情绪的 pleasure、arousal 和 dominance 方面所表现出的不同, 根据以上公式, 可对个人的 PAD 三维情绪响应向量进行修正, 使情绪响应富有个性特征。修正计算公式为:

$$e_p = e + e_p^* \quad (15)$$

$$e_p^* = \begin{bmatrix} 0.21 & 0.59 & 0.19 & 0 & 0 \\ 0 & 0.30 & -0.56 & 0.15 & 0 \\ 0.60 & -0.32 & 0 & 0.25 & 0.17 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta Ex \\ \Delta Ag \\ \Delta Ne \\ \Delta Op \\ \Delta Co \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\Delta Ex = Ex - \overline{Ex}, \Delta Ag = Ag - \overline{Ag}, \Delta Ne = Ne - \overline{Ne},$$

$$\Delta Op = Op - \overline{Op}, \Delta Co = Co - \overline{Co}$$

式中: \overline{Ex} 等是由大五人格量表得到的各维度上的平均分(0.7,0.73,0.61,0.6,0.6), 以此均分值为基准, 就可定义性格的中性水平; e_p^* 为性格修正向量; e_p 是经过人格修正后得到的情绪向量。

2 数值实验

给模型设定一个初始状态, 通过 1.4 节公式修改状态转移矩阵, 得到下一状态的离散情感状态, 将这个离散的情感状态映射到 PAD 空间中得到对应的 PAD 值, 利用 1.4 节提出的方法对得到的 PAD 值进行修正后映射回到离散状态空间, 从而得到在离散情感空间修正后的情感状态向量。

根据 Ekman 的情感划分理论, 提出 6 种基本的情感, 即高兴、惊奇、悲伤、愤怒、恐惧、厌恶^[27]。本文以这 6 种情感构成状态空间并进行模拟实验, 根据个性因子的取值差异, 探究个性化参数施加在状态转移概率影响, 刻画了概率的变化过程。为了更直观地观察个性对个体的影响, 本文以个体受到正向刺激且只有个性因子中外向性不同为例进行结果仿真, 其结果如图 2~6 所示。图 2 中个体的个性因子为中性水平, 取值为(0.7,0.73,0.61,0.6,0.6), 图 3~6 中个体的个性因子分别为(0.8,0.73,0.61,0.6,0.6), (1.0,0.73,0.61,0.6,0.6), (0.5,0.73,0.61,0.6,0.6), (0.1,0.73,0.61,0.6,0.6)。

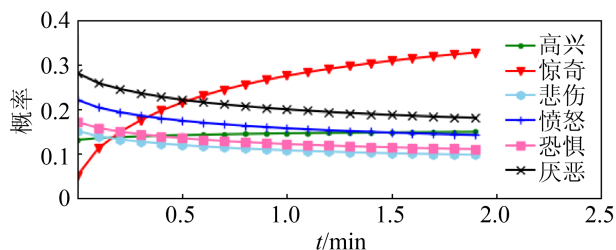


图 2 个性因子为中性水平的状态转移过程
Fig. 2 Process of state transition with neutral personality factor

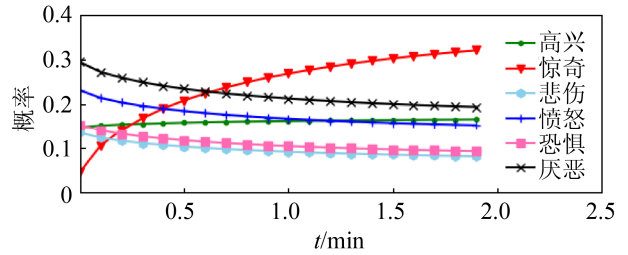


图 3 个性因子为(0.8,0.73,0.61,0.6,0.6)的状态转移过程
Fig. 3 Process of state transition with personality factor (0.8,0.73,0.61,0.6,0.6)

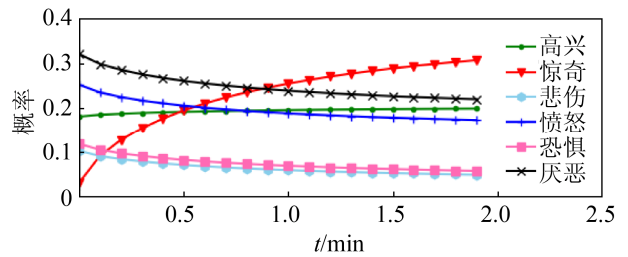


图 4 个性因子为(1.0,0.73,0.61,0.6,0.6)的状态转移过程
Fig. 4 Process of state transition with personality factor (1.0,0.73,0.61,0.6,0.6)

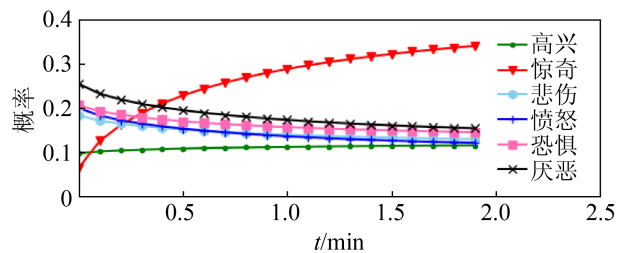


图 5 个性因子为(0.5,0.73,0.61,0.6,0.6)的状态转移过程
Fig. 5 Process of state transition with personality factor (0.5,0.73,0.61,0.6,0.6)

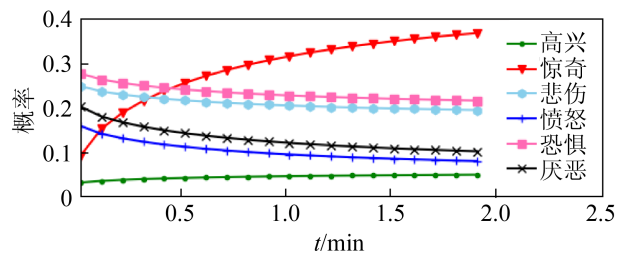


图 6 个性因子为(0.1,0.73,0.61,0.6,0.6)的状态转移过程
Fig. 6 Process of state transition with personality factor (0.1,0.73,0.61,0.6,0.6)

相比图 2 个体的个性因子取值, 图 3 中个体的外向性为 0.8, 可以观察到相比于图 2, 其高兴的概率有正向的修正, 而一些负向情绪的概率有负向的修正。图 4 中个体的外向性为 1.0, 虽然各种情

感的概率变化趋势和图3是一致的,但是可以看到变化的幅度相比于图3要更为显著。同样的,我们可以观察到图5~6的差别。

3 结论

基于情绪心理学的基本理论,本文给出了人类情感的定义和量化,讨论了可以在人工智能系统中实现的情感仿真模型。在基于马尔可夫过程的人工情感模型中加入人格理论进行情感状态转移,进一步在离散状态空间中引入心理学中的大五人格。该模型能够合理地反映外部刺激、性格和情感之间的关系。数值实验结果表明,模型的情感变化过程基本符合人的情感变化规律。通过实验验证了该模型的实用性和离散情感空间和维度情感空间互映射的有效性,为情感自动生成和计算模型提供了一种新的方法。人类情感的成因十分复杂,是一个涉及认知和记忆的综合产物。为了更好地构建情绪的计算模型,后续将进一步应用认知记忆一体化技术增强模型的个性化。

参考文献:

- [1] Picard R W. Affective computing[M]. London, England: MIT Press, 1997.
- [2] 王志良. 人工心理与人工情感[J]. 智能系统学报, 2006(1): 38-43.
Wang Zhiliang. Artificial Psychology and Artificial Emotion[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2006(1): 38-43.
- [3] 徐上谋, 解仑, 韩晶, 等. 基于情感状态转移模型的外界刺激影响分析[J]. 工程科学学报, 2015, 37(11): 1528-1534.
Xu Shangmou, Xie Lun, Han Jing, et al. Influence Analysis of External Stimulus Based on Affective State Transfer Model[J]. Chinese Journal of Engineering, 2015, 37(11): 1528-1534.
- [4] Reizenzein R, Hudlicka E, Dastani M, et al. Computational Modeling of Emotion: Toward Improving the Inter-and Intradisciplinary Exchange[J]. IEEE Transactions on Affective Computing (S1949-3045), 2013, 4(3): 246-266.
- [5] Wang Z L, Teng S D. Affective Computing Model Based on Markov Chain[J]. Computer Engineering (S1000-3428), 2005, 31(5): 17-19.
- [6] 滕少冬. 应用于个人机器人的人工心理模型的研究[D]. 北京: 北京科技大学, 2006.
Teng Shaodong. Research on Artificial Psychology Model Applied in Personal Robot[D]. Beijing: University of Science and Technology Beijing, 2006.
- [7] Lewin K. Principles of Topological Psychology[M]. New York: Munshi Press, 2008.
- [8] Wang Z L. Artificial Psychology and Artificial Emotion[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems (S1673-4785), 2006, 1(1): 38-43.
- [9] 王志良, 解仑. 我国人工心理与人工情感研究现状与进展[J]. 中国科学基金, 2013, 27(1): 14-17.
Wang Zhiliang, Xie Lun. Research Status and Progress of Artificial Psychology and Artificial Emotion in China[J]. Science Foundation in China, 2013, 27(1): 14-17.
- [10] Han J, Xie L, Liu X, et al. Emotional State Transfer Model based on FSM[C]// International Conference on Multisensor Fusion & Information Integration for Intelligent Systems. Beijing, China: IEEE, 2014.
- [11] Xiaolan P, Lun X, Xin L, et al. Emotional State Transition Model Based on Stimulus and Personality Characteristics[J]. Wireless Communication over ZigBee for Automotive Inclination Measurement. China Communications (S1673-5447), 2013, 10(6): 146-155.
- [12] Goldberg L R. An Alternative "Description of Personality": the Big-Five Factor Structure[J]. Journal of Personality & Social Psychology (S0022-3514), 1990, 59(6): 1216.
- [13] Zhang Y, Li L. A Personality Model based on NEO PI-R for Emotion Simulation[J]. IEICE Trans. Inf. Syst (S1745-1361), 2014, E97.D(8): 2000-2007.
- [14] 李虹漫. 基于人工情感的仿人头像机器人的人机交互研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.
Li Hongman. Research on Human-Machine Interaction of Humanoid Headshot Robot Based on Artificial Emotion[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2018.
- [15] Masuyama N, Loo C K, Seera M. Personality Affected Robotic Emotional Model with Associative Memory for Human-Robot Interaction[J]. Neurocomputing (S0925-2312), 2018, 272: 213-225.
- [16] 赵思成, 姚鸿勋. 图像情感计算综述[J]. 智能计算机与应用, 2017, 7(1): 1-5.
Zhao Sicheng, Yao Hongxun. An Overview of Image Affective Computing[J]. Intelligent Computer and Applications, 2017, 7(1): 1-5.

- [17] Gunes H, Schuller B, Pantic M, et al. Emotion Representation, Analysis and Synthesis in Continuous Space: a Survey[C]// IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition and Workshops. Santa Barbara: IEEE, 2011: 827-834.
- [18] 陈颖, 肖仲喆. 离散标签与维度空间结合的语音数据库涉及[J]. 声学技术, 2018, 37(4): 86-93.
Chen Ying, Xiao Zhongzhe. Speech Database Based on Discrete Label and Dimension Space[J]. Technical Acoustics, 2018, 37(4): 86-93.
- [19] Hoffmann H, Scheck A, Schuster T, et al. Mapping Discrete Emotions into the Dimensional Space: An Empirical Approach[C]// IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Korea Seoul: IEEE, 2012: 3316-3320.
- [20] Hupont I, Baldassarri S, Cerezo E. Facial Emotional Classification: From a Discrete Perspective to a Continuous Emotional Space[J]. Pattern Analysis and Applications (S1433-7541), 2013, 16(1): 41-54.
- [21] Wan C G, Zhao J Y, Zhang Y Y. An Emotion Generation Model for Interactive Virtual Robots[C]// International Symposium on Computational Intelligence and Design. Wuhan, China: IEEE, 2008.
- [22] Han M J, Lin C H, Song K T. Robotic Emotional Expression Generation Based on Mood Transition and Personality Model[J]. IEEE Transactions on Cybernetics (S2168-2267), 2013, 43(4): 1290-1303.
- [23] Masuyama N, Chu K L, Seerab M. Personality Affected Robotic Emotional Model with Associative Memory for Human-Robot Interaction[J]. Neurocomputing (S0925-2312), 2018, 272: 213-225.
- [24] Ekman P. An Argument for Basic Emotions Cognition[J]. Journal Cognition and Emotion (S0269-9931), 1992, 6(3/4): 169-200.
- [25] Mehrabian A. Analysis of the Big-Five Personality Factors in Terms of the PAD Temperament Model[J]. Australian Journal of Psychology (S0004-9530), 1996, 48(2): 86-92.
- [26] Huang M, Ali R, Liao J. The Effect of User Experience in Online Games on Word of Mouth: A Pleasure-Arousal-Dominance (PAD) Model Perspective[J]. Computers in Human Behavior (S0747-5632), 2017, 75: 329-338.
- [27] Ekman P. Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion[M]. Lincoln: University of Nebraska Press, 1971.