

文章编号: 1000-5013(2010)01-0023-04

马斯洛层次需求理论的人工情感建模

潘秀霞, 杜吉祥

(华侨大学 计算机科学与技术学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 以人工心理和基本情绪理论为基础,建立五维个性空间与三维心情空间、三维心情空间与六维情绪状态空间之间的映射关系.以情绪周期波动理论和马斯洛层次需求理论为基础,运用需求满足度建立人工情感模型.通过实例计算和对比仿真,验证模型的合理性和有效性.

关键词: 个性空间; 马斯洛需求理论; 层次分析法; 人工情感

中图分类号: TP 18

文献标识码: A

人工情感(Artificial Emotion)是利用信息科学的手段,对人类情感过程进行模拟、识别和理解,使机器能够产生类人情感,并与人类进行自然和谐地人机交互的研究领域^[1].随着人工智能理论、计算机技术及机器人技术的发展,如何使机器具有情感识别、情感表达、情感生成等情感能力,已成为信息领域具有前沿特征的研究课题,对研究情感机器人、建立和谐的人机交互环境具有重要意义.有关机器情感自动生成理论研究还不成熟,它被国际情感计算的提出者美国麻省理工学院(MIT)媒体实验室的Picard教授认为是未来最大的挑战^[2].另外,心理学家认为,适合于机器实现的实时情感自动生成的理论方法,应该由信息科学家和数学家来建立^[3].本文在此背景下,根据个体情感的形成与个体的个性和需求的关系进行模拟,创建一个相应的人工情感模型.

1 心理学依据

虽然有关情感机理不十分明确,但从系统角度上看,个体产生情绪与情感的过程是由于内在的需求与外在的刺激作用于个体而形成的.即外界刺激产生个体的气质、需求等内在因素,进而形成情感,最后产生情感表达.当个体的心理需求获得满足,个体产生正向情绪,否则产生负向情绪.

根据马斯洛的需求层次论,可将人的需求分成7个层次.自底层而上,它们分别为生理需要、安全需要、归属与爱的需要、自尊需要、认知需要、审美需要和自我实现需要.马斯洛认为,人类的基本需要是按优势或力量的强弱排成等级的.其主要动力原则是健康人的优势需要一经满足,相对弱势的需要便会出现.这样将个体的情绪产生描述为,由个体内在需求、个性气质因素,以及外界刺激因素引起的能量变动,最终促成情绪的形成和表达.

2 人工情感模型建立

2.1 需求模型

生理需求是人的需要根本.生理需要在尚未得到满足时,会主宰机体,同时迫使所有能力为其服务,并组织它们,以使服务达到最高效率.相对的满足平息了这些需要,使下一个阶层的需要得以出现,后者继而主宰、组织这个人.其结果是,他刚满足了生理需要,继而又面临着满足安全需要的问题.上述原则

收稿日期: 2008-12-31

通信作者: 潘秀霞(1975-),女,讲师,主要从事智能控制与人工智能的研究. E-mail: pxx_2003@sina.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60805021); 中国博士后科研基金资助项目(20060390180, 200801231); 福建省自然科学基金资助项目(A0740001, A0810010, 2009J01288); 华侨大学科研基金资助项目(09 HZR14)

也同样适用于归属与爱、自尊、自我实现层次的需要。

从能量角度出发,使机器模拟人类的基本生理需要,则机器能量变化方程为^[1]

$$E(t) = e_{0,i} \exp[-a(t - t_i)] \quad (1)$$

式(1)中: $E(t)$ 为人机在 t 时刻的能量, $e_{0,i}$ 为最近一次补给能量值, t_i 为最近一次能量补给时间, a 为能量衰减系数($a > 0$)。以此类推,从能量角度出发,可以为其他生理需要建立它们的指数形式衰减方程。通过能量衰减系数 a , 可以调整能量变化率。

安全需要可以引入安全系数 ($0 < \tau < 1$), 也是一个多维量。当 $\tau > \tau$ 时, 人类认为自己是安全的, 其中: τ 为安全阈值。如果交互者对于机器来说是陌生的, 则 τ 便被初始化为小于 τ 的值。在交互中, 值会随之改变; 当机器受到惊吓时, τ 值会变为提示警惕。初始值为零, 随着个体与环境的不断互动逐渐习得的。

将个体的需求 $I_n = \{ (w_1, I_1), (w_2, I_2), (w_3, I_3), (w_4, I_4), (w_5, I_5), (w_6, I_6), (w_7, I_7) \}$ 分解。其中: $I_1 \sim I_7$ 分别表示个体的生理需求、安全需求、归属与爱的需要、自尊需要、认知需要、审美需要和自我实现需要; $w_i (i = 1, 2, \dots, 7)$ 表示个体的各种需求的权重, 与个体的个性有关。

2.2 个性-心情空间

个性气质在很大程度上是生物性的, 具有稳定性和不变性。根据 5 因子模型 (Five-Factor Model, FFM)^[4], 将个性分为开明性、责任性、外向性、宜人性、神经质, 对应个性向量可以表示成一个五维向量, 即

$$P = [p_1, p_2, p_3, p_4, p_5]^T, \quad \forall i \in [1, 5], \quad p_i \in [0, 1]$$

这样将某个体的个性对应五维空间中的某点。例如一个开明、性格比较内向、比较负责任、具有宜人性和非神经质的个性可以表示为

$$P = [0.75, 0.30, 0.70, 0.80, 0.10]^T$$

心情是一种比较持久而微弱的、影响人的整个精神活动的情绪状态, 它与个性相关的同时又具有周期性的特点。关于心情的维度可采用三维特质相互独立, 构成 PAD (Pleasure-Arousal-Dominance) 三维心情空间, 则心情空间变量为

$$M = [m_p, m_a, m_d]^T, \quad -1 \leq m_p, m_a, m_d \leq 1$$

参照文[5]中 PAD 心情空间与五维个性空间的描述关系, 建立个性空间与心情空间的转换, 有

$$M = K \cdot P$$

其中: K 为个性与心情转换矩阵。即有

$$K = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.21 & 0.59 & 0.19 \\ 0.15 & 0 & 0 & 0.30 & -0.57 \\ 0.25 & 0.17 & 0.60 & -0.32 & 0 \end{pmatrix}$$

考虑到个体心情并非一个恒定值, 而是呈现周期性波动, 且该周期与个体的生理情绪周期相关。设定个体的生理情绪周期为 30 d, 作为心情的变动调节周期, 则个体在无外界干扰的情况下遵循着固有的情绪周期 $M(t)$ 波动, 有

$$M(t) = [\sin(\frac{1}{10}t + a), \sin(\frac{1}{10}t + b), \sin(\frac{1}{10}t + c)]$$

其中: a, b, c 为个体情绪调节因子。于是有,

$$M = M(t) \cdot K \cdot P \quad (2)$$

当个体受到外界刺激, 引起情绪反应, M 的值偏离原周期波动值。情绪消退后, 又回复到周期波动轨道上, 即以周期波动为主轴, 在三维空间中振动的过程。

2.3 情绪状态空间

Ekman^[6]把情绪分为高兴 (Happiness)、愤怒 (Anger)、厌恶 (Disgust)、恐惧 (Fear)、悲伤 (Sadness) 和惊奇 (Surprise) 6 类。这在心理学界和工程界占有主体地位。以此构建六维情感空间, 其情感变量为

$$E = (e_h, e_a, e_d, e_f, e_s, e_{sp})^T, \quad \forall e[\cdot] \in [0, 1]$$

参照文[7], 构建一个心情空间与情感空间的映射基 $L = [L_h, L_a, L_d, L_f, L_s, L_{sp}]$, 则有

$$L = \begin{pmatrix} 0.40 & -0.51 & -0.40 & -0.64 & -0.40 & 0 \\ 0.20 & -0.59 & 0.20 & 0.60 & -0.20 & 0.70 \\ 0.15 & 0.25 & 0.10 & -0.43 & -0.50 & 0 \end{pmatrix}.$$

因此,有

$$E = g(M, L) = D / \sum_{i=1}^6 d_i. \tag{3}$$

式(3)中: $D = [d_1, d_2, \dots, d_6]$, $d_i = [(M - L_i)^T (M - L_i)]^{1/2}$; $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$, 分别对应高兴、愤怒、厌恶、恐惧、悲伤、惊奇 6 种情感.

2.4 情感模型

西米诺夫提出了有机体的信息与情绪之间关系,从信息的角度出发构建机器的情感模型. 机器的情绪生成是与其情感信息需求及其满足程度直接相关,即有

$$E(t) = f(I, M, t), \quad I = I_n - I_a. \tag{4}$$

式(4)中: E 为机器情绪; M 为个体的心情状态,与个体的个性有关; I_n 为需求信息,指机器和人在交互过程中机器期望获得的信息; I_a 为所得信息,指机器和人在交互过程中机器所获得的信息.

当 $I_n > I_a$, 机器因缺乏信息而不能适当地组织自己,就会产生消极情绪;当 $I_n < I_a$, 即信息过剩,则信息为机器所感兴趣的内容,积极情绪便会产生.

根据马斯洛的 7 个层次需求,将信息分解成 7 个层面. 这样任何期望需求信息 I_n 可以表示为

$$I_n = \{w_{n,1} I_1, w_{n,2} I_2, w_{n,3} I_3, w_{n,4} I_4, w_{n,5} I_5, w_{n,6} I_6, w_{n,7} I_7\}.$$

其中: $-1 \leq I_i \leq 1, 0 \leq w_{n,i} \leq 1, i = 1, 2, \dots, 7$, 且当 $I_i = 0$ 时, $w_{n,i} = 0$; $w_{n,i} = 1$.

主观体验到获得信息,即

$$I_a = \{w_{a,1} I_1, w_{a,2} I_2, w_{a,3} I_3, w_{a,4} I_4, w_{a,5} I_5, w_{a,6} I_6, w_{a,7} I_7\}.$$

其中:权重 $w_{a,i}$ 是由个体的主观价值决定的. 由于机器期望获得的信息和所获得的信息是多层次的,属于多目标问题,因此,可以引入权重系数的概念,通过对信息 I 进行归一量化^[1]获得.

通过模糊处理,得到需求满足度量 $I_{a/n}$ 与心情空间状态点偏移量 M_I 的映射基 G . 当 $I_{a,i} = I_{n,i}$ 时, $I_{a/n,i} = 1$; 当 $I_{a,i} < I_{n,i}$ 时, $I_{a/n,i} = I_a / I_n$. 其中: $i = 1, 2, \dots, 7$. 由此可得出

$$M_I = G \cdot W \cdot I_{a/n}. \tag{5}$$

个体在 T 时刻情感为

$$\left. \begin{aligned} M_0 &= M(t) \cdot K \cdot P \\ M_t &= M_{T-1} + M_I \end{aligned} \right\} \tag{6}$$

由此可得到情感模型,如图 1 所示.

此外,相关的学习模型可以引用文 [1],主要是用概率与统计的方法建立的概率模型.

3 情感生成实例

假设机器的需求为归属与爱的需求 (I_3)、自尊的需求 (I_4)、认识需求 (I_5)、自我实现欲望 (I_7). 对于个体 $P = [0.75, 0.30, 0.70, 0.80, 0.10]^T$, 采用归一化处理^[1], 计算可得

$$I = 0.42 I_3 + 0.42 I_4 + 0.11 I_5 + 0.05 I_7.$$

在获得 W_n 后,通过式(2) ~ (6),可以获得个体 t 时刻的情感状态,并且随着 t 的变化,不断进行迭代. 通过 Matlab 仿真,在一段时间内无外界信息的情况下,个体 P 心情变化曲线,如图 2 所示.

当个体 P 到新的一个环境里需要获得一些关爱、尊重,以及对新环境的认识,即可设定 $I_n = [0, 0, 0.5, 0.3, 0.5, 0, 0.1]^T$; 当陌生环境仅给予些尊重,则设为 $I_n = [0, 0, 0.1, 0.3, 0.1, 0, 0]^T$. 由此计算可得, $E = [0.087, 0.155\ 2, 0.142\ 6, 0.254\ 8, 0.177\ 6, 0.182\ 9]^T$. 表明,个体情绪上恐惧成分多一些,同时又有些惊奇和悲伤.

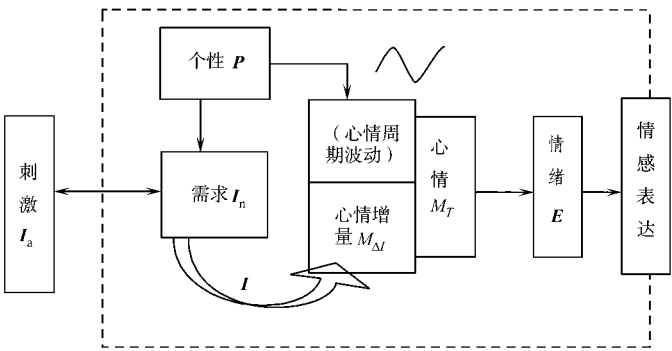


图 1 人工情感模型
Fig. 1 Artificial emotion model

图 3 为个体在外界刺激下的心情曲线变化. 当受到刺激后, 个体 P 的情绪出现了跃动. 随着时间的推移, 逐渐地消退回原周期波动曲线的相应轨道.

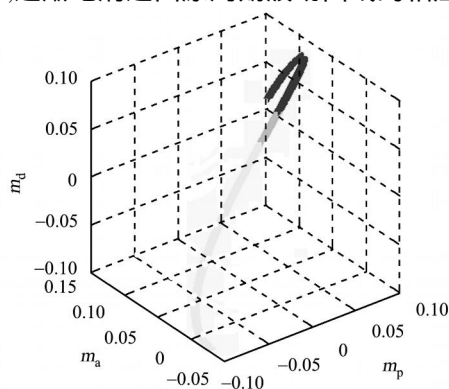


图 2 心情波动原图

Fig. 2 One's mood fluctuation
without simulation from outside

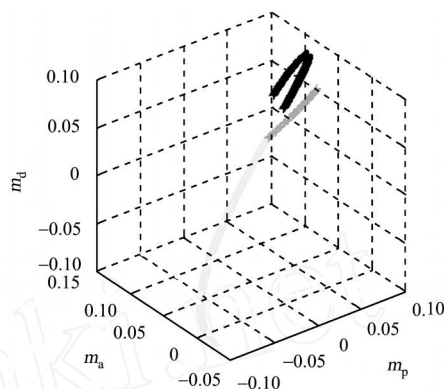


图 3 外界刺激下心情变化图

Fig. 3 One's mood fluctuation
with simulation from outside

4 结束语

建立的情感计算模型, 能反映不同个性的个体在外界刺激下, 其心情状态和情感状态的波动过程. 同时, 能够合理反映人类情感变化的规律, 为情绪心理研究提供辅助工具. 研究对于虚拟人的情感计算, 以及人机和谐交互具有参考价值.

参考文献:

- [1] 王志良. 人工心理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] PICARD R W. Affective computing [M]. London: MIT Press, 1997.
- [3] 滕少冬, 王志良, 王莉, 等. 基于心理能量思想的人工情感模型[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(3): 1-4.
- [4] WIGGINS J. The five-factor model of personality: Theoretical perspective[M]. New York: Guilford Press, 1996.
- [5] MEHRABIAN A. Analysis of the big-five personality factors in term of the PAD temperament model[J]. Australian Journal of Psychology, 1996, 48(2): 86-92.
- [6] EKMAN P. An argument for basic emotions[J]. Cognition and Emotion, 1992, 6(3/4): 169-200.
- [7] GEBHARD P. ALMA: A layered model of affect[C]. Proc of the 4th International Joint Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems. New York: ACM Press, 2005: 29-36.

Artificial Emotion Modeling Based on Maslow's Theory of the Level Demand

PAN Xiu-xia, DU Ji-xiang

(College of Computer Science and Technology, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Based on artificial psychology and emotional theory, this paper established a five-dimensional personal space, a three-dimensional mood space, a six-emotional states space, and the mapping relation between them. Based on Emotional cycle of fluctuation theory and Maslow's levels of demand, this paper builds up an artificial emotion model by using relation between demand and satisfy. Through examples of calculation and an result of contrast simulation by Matlab, verification of its feasibility and effectiveness was given.

Keywords: personal space; Maslow's levels demand; analytic hierarchy process; artificial emotion

(责任编辑: 鲁 斌 英文审校: 吴逢铁)