

DOI:10.3969/j.issn.1673-4785.201207031

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20130227.0924.001.html>

# 全信息情感理论——一种认知情感交互机理的假说

浦江

(徐州工程学院 信电工程学院, 江苏 徐州 221008)

**摘要:**探究人类心智活动的核心机理为需求-认知-情感的交互。吸取全信息理论、情绪动机-信息理论、马斯洛需求层次论和 PAD 三维情绪模型等研究成果,定义主体的先验信息和情绪、后验信息和情绪、实得信息和情绪以及期望信息和情绪,对信息的认知机理、情绪的生成机理进行分析,建立信息-情绪交互机理模型,导出信息情绪交互定理,提出了一种新的关于认知情感交互机理的假说——全信息情感理论,并建立全信息情感理论的基础和框架体系。

**关键词:**全信息理论;情绪动机-信息理论;PAD 三维情绪模型;全信息情感理论;认知情感交互机理

**中图分类号:**TP18;TN **文献标志码:**A **文章编号:**1673-4785(2013)02-0105-08

## Comprehensive information emotional theory— a hypothesis of cognitive-emotional interaction mechanism

PU Jiang

(Department of Information and Electrical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** This research study explored the core mechanism of the human mind activities, i. e. demand, cognitive and emotional interaction. By extracting the scientific research results, including the comprehensive information theory, emotional motives-information theory, Maslow's hierarchy of needs and PAD three-dimensional emotion model, etc., the priori information and emotion, posteriori information and emotion, real information and emotion, and expectation information and emotion of the subject were defined. The cognitive mechanism of information and the formation mechanism of emotion were analyzed, based on which establishing the information-emotion interaction mechanism model, and then the information-emotion interaction theorem was output, deriving the information-emotion interaction mechanism and proposing a hypothesis about cognitive-emotional interaction mechanism—Comprehensive Information Emotional Theory as a result. This paper attempted to establish the foundation and framework of the Comprehensive Information Emotional Theory.

**Keywords:** comprehensive information theory; emotional motives-information theory; PAD three-dimensional emotion model; comprehensive information emotional theory; cognitive-emotional interaction mechanism

人类不仅要认识客观世界,还要认识自己的主观世界,包括人的认知和情感活动,在相当长的时期内,人们对认知和情感的研究是独立进行的。但近期大量认知科学和神经生物学研究表明,认知和情感之间是相互依存、相互影响的,并存在着复杂的内在联系。科学家们已经意识到,有必要提出一个全新的概念框架来描述认知与情感的关系<sup>[1]</sup>。

笔者在文献[2]中提出了全信息情感学,它将全信息理论、知识理论、智能理论、认知心理学和情感理论融合一体。文献[3-6]中提出了全信息情感理论的有关概念、定义和模型,本文对已建立的全信息情感理论体系进行全面的梳理,试图建立其基础框架,为建立统一的认知-情感理论奠定基础。

### 1 理论依据

#### 1.1 全信息理论

全信息理论是由我国著名信息论专家钟义信教授提出的<sup>[7-11]</sup>,全信息是主体关于某事物认识论层

收稿日期:2012-07-22。网络出版日期:2013-02-27。

基金项目:江苏省教育厅资助项目(JSGJ120);江苏省现代教育技术资助项目(2010-R-17275)。

通信作者:浦江. E-mail: pujiang@xzit.edu.cn.

次信息,包括语法信息、语义信息和语用信息,文献[7]对各类信息(包括概率信息、偶发信息、模糊信息和确定型信息)进行描述,分别用信息的肯定度、逻辑真实度和效用度对信息的形式(语法)、内容(语义)和效用(语用)进行度量。

## 1.2 情绪的动机-信息理论

情绪的动机-信息理论的代表人物西米诺夫(P. V. Simonov),提出了著名的西米诺夫定理: $E = -N(I_n - I_a)$ ,情绪( $E$ )等于期望信息( $I_n$ )和后验信息( $I_a$ )之差与需要( $N$ )的乘积。当得到的后验信息等于或超过了所需要的期望信息时,人们的需要得到预期的满足,便会产生良好稳定的情绪;如果得到的后验信息小于所期望的信息,没有达到人们的需求预期,则会产生不良情绪。

## 1.3 马斯洛需求层次理论

需求层次理论(hierarchy of needs)亦称“基本需求层次理论”,由美国心理学家亚伯拉罕·马斯洛提出。该理论认为:主体成长发展的内在力量是动机。而动机是由多种不同性质的需要所组成,各种需要之间,有先后顺序与高低层次之分;马斯洛将需求分为5个层次,像阶梯一样从低到高,按层次逐级递升,分别为生理需求、安全需求、情感和归属的需求、尊重的需求和自我实现的需求,前2类为本能需求,后3类为社会需求。

人们的需求具有多样性、变化性以及从低层次向高层次需求演化的特征,它在主观上通常以需要、动机、愿望、信念等形式而被人所体验。

## 1.4 PAD 三维情绪模型

情感的维度观认为情绪或情感具有基本维度和两极性,近代科学心理学之父 Wilhem Wundt 最早明确地提出情感的三维学说,认为情绪情感有3个维度组成,每个维度的幅度变化都存在2种相互对立的状态。PAD 三维模型是由 Mehrabian 和 Russell 于1974年提出的,该模型认为情感具有愉悦度、激活度和优势度3个维度,愉悦度(pleasure-displeasure)表示个体情感状态的正负特性;激活度(arousal-nonarousal)表示个体的神经生理激活水平;优势度(dominance-submissiveness)表示个体对情景和他人的控制状态,该模型简称为情感的 PAD 三维模型。

研究表明,可以通过 PAD 3个维度的值来代表具体的情绪和情感。例如, Mehrabian 等利用这3个维度可解释其他42种情感量表中的绝大部分变异,而且这3个维度并不限于描述情感的主观体验,它与情感的外部表现、生理唤醒具有较好的映射关系。文献[12]的研究表明, PAD 三维情绪模型可以充分

地表达和量化人类情绪和情感,是情感计算研究的基础。

人的需求、认知、情感和行为是一个复杂的整体,全信息理论主要从信息的角度研究人类的智能规律,提出了信息-知识-智能及其转换机理;西米诺夫的情绪理论比较简单,建立了情绪-需求-信息的关系,为研究情绪开辟了一个新的视野和方向。但西米诺夫没有对信息、需要的性质和它们的内在联系进行深入的动力学分析;全信息情感理论将依据全信息理论和情绪的动机-信息理论,结合马斯洛的需求层次理论和 PAD 三维情绪模型,提出了在需求推动下的认知-情感交互机理,建立了需求、信息和情绪的数量关系,并认为需求预期和情感体验是否吻合是产生新的需求动机的关键。

# 2 全信息情感理论的基本假设

## 2.1 信息、情绪的全信息假设

### 2.1.1 信息的全信息假设

在全信息理论中,本体论信息是事物本身所表现的原始信息,是一种客观存在,与个体无关;认识论信息是个体依据自身的感知和理解能力(包括过去的经验)对事物所处状态及其变化方式的描述,这种描述包括事物所处状态的形式、意义和效用(对主体而言),事物的形式信息(结构)称为语法信息,事物的意义信息(功能)称为语义信息,事物的效用信息(价值)称为语用信息,其整体称为全信息。通常用符号  $\Delta I_{syn}$ 、 $\Delta I_{sem}$ 、 $\Delta I_{prag}$  和  $\Delta I_e$  分别表示语法、语义、语用信息和全信息的增量,它们之间的关系为

$$\Delta I_e = F(\Delta I_{syn}, \Delta I_{sem}, \Delta I_{prag}). \quad (1)$$

即全信息为  $\Delta I_{syn}$ 、 $\Delta I_{sem}$ 、 $\Delta I_{prag}$  的某种运算,  $F$  为认知个性运算符,可以是确定的、随机的、模糊的或未确知运算。

如个体在对某事物的认知过程中形成了概念,在定义概念时必须对事物的结构形态、功能含义和价值效用进行描述,这就是事物的全信息。每个人由于认知个性不同,对同一事物的全信息描述可能差别很大。感性的人往往更多地关注于结构形态,理性的人可能关注功能含义多一些,而面向实际的人可能更注重于价值效用,这就是  $F$  作用;当人的认知个性还不成熟时,  $F$  表现为不确定性的运算,而当认知个性成熟时,  $F$  表现为基本确定性运算。

认知科学研究表明:个体对事物(包括事件、活动等)认知信息的差别主要来源于个体对事物所包含各类信息的体验不同,为了建立事物的信息认知模型,引入个体的先验信息、后验信息、实得信息和

期望信息的概念<sup>[6]</sup>。

1) 先验信息:个体  $R$  关于事物  $X$  的“先验信息”是指个体在实际观察该事物之前已经具有的关于该事物的信息。先验信息即与事物本身的运动状态及其变化方式有关,也与个体的主观因素有关,用  $I_o(X;R)$  表示。

2) 后验信息:是指个体在实际观察该事物之后所获得的关于该事物的信息。它与本次观察的环境、方式和目的有关,用  $I_a(X;R)$  表示。

3) 实得信息:是指个体由于观察了该事物而实际获得的该事物的净信息,用  $\Delta I(X;R)$  表示。实得信息、先验信息和后验信息的关系为

$$\Delta I(X;R) = I_a(X;R) - I_o(X;R).$$

4) 期望信息:为了实现个体的目标与愿望,在认知过程中对事物期望获得的信息(或称为需求信息),用  $I_n(X;R)$  来表示。期望信息具有全信息特征,即:

$$I_n(X;R) = F(I_{n\text{ syn}}, I_{n\text{ sem}}, I_{n\text{ prag}}).$$

对事物有研究的人往往获得了丰富的先验信息,而没有研究人的先验信息就很少,因此它们在观测同一事物时的期望信息和实得信息差别会很大。

### 2.1.2 情绪的全信息假设

人类的情绪和情感是客观事物是否能够满足人的需要的态度和体验,这种态度和体验属于认识论范畴,相对认识主体而存在。因此,同认识论信息类似,不论是情绪还是情感都存在着体验的形式化表现,体验所表示的内容,以及形式、内容所体现出的效用和价值。这种表示方法即能反映认知过程对情绪和情感的影响,也能反映情绪、情感对认知过程的反作用。

引入情绪变量  $E$ ,按照全信息的概念,情绪的全信息形式可表示为

$$\Delta E_e = F'(\Delta E_{\text{syn}}, \Delta E_{\text{sem}}, \Delta E_{\text{prag}}).$$

依据 PAD 三维情绪模型,情绪的外在表现形式  $\Delta E_{\text{syn}}$  由 PAD 三维模型的激活度来表征;其内在含义  $\Delta E_{\text{sem}}$  由 PAD 三维模型的愉悦度来表征;情绪的效用价值  $\Delta E_{\text{prag}}$  由 PAD 三维模型的优势度来表征,即

$$\Delta E_e = F'(\Delta E_{\text{syn}}, \Delta E_{\text{sem}}, \Delta E_{\text{prag}}) = F'(\Delta E_a, \Delta E_p, \Delta E_d). \quad (2)$$

$F'$  为情绪个性运算符。每一个人都有自己的情感个性和感情空间,即使大家对事物信息感知相同,由于情感个性差异也会表现出不同的情绪表现。

为了建立个体的情绪模型,引入先验情绪、后验情绪、感受情绪和期望情绪的概念。

1) 先验情绪:个体  $R$  关于事物  $X$  的“先验情绪”是指个体在实际观察该事物之前已经具有的关于该

事物的情绪体验,用  $E_o(X;R)$  表示。

2) 后验情绪:个体关于事物  $X$  的“后验情绪”是指个体在实际观察该事物之后所获得的关于该事物的情绪体验,用  $E_a(X;R)$  表示。

3) 感受情绪:个体关于事物  $X$  的“感受情绪”是指个体由于观察了该事物而实际获得的净情绪,用  $\Delta E(X;R)$  表示。感受情绪、先验情绪和后验情绪的关系为

$$\Delta E(X;R) = E_a(X;R) - E_o(X;R). \quad (3)$$

4) 期望情绪:为了实现个体的目标与愿望,满足个体的需求,在认知过程中对事物所期望获得的情绪信息和体验,用  $E_n(X;R)$  来表示。期望情绪具有全信息特征,即

$$E_n(X;R) = F'(E_{n\text{ syn}}, E_{n\text{ sem}}, E_{n\text{ prag}}).$$

## 2.2 信息-情绪等效假设

在研究信息与情绪的交互作用时必须考虑信息量和情绪量之间的关系问题,通常人们有一种常识,某事物相对于主体来讲,信息偏差越大产生的情绪量或者情感量也就越大,情绪量与信息偏差成正比;反之,如果一个人情绪偏差较大,其获得的信息量就较大。据此提出一个基本的假设:信息-情绪等效。在主体的全信息空间和情绪空间中,存在着相互映射的现象,或称为镜像的对称性,这是研究信息与情绪交互机理中的一个基本假设。

## 3 认知-情感的交互机理

认知与情感的交互机理十分复杂,已引起了人们的关注,也是近期研究的一个热点<sup>[13-15]</sup>。将其分为2个层次:信息与情绪交互机理和知识与情感交互机理来研究,本文主要讨论信息与情绪的交互机理,其他内容将在另文讨论。

### 3.1 信息的认知机理

现代认知科学和脑科学研究表明:人类大脑的认知机理(信息层面)遵循“对比参照-累加更新”法则。在认知构建过程中,个体参照已有的信息和经验,对比当前接受的刺激(感知),判断事物的各项属性特征,当事物的属性和特征存储在认知系统中,则依据已有的经验,对事物进行判断(对比参照)和处理。如果事物的某些属性是原有认知系统中没有的,就会将这一认知添加到认知系统中而形成“新的认知经验”(累加更新),分类和聚类是常用的算法。在定位事物属性的同时完成了认知系统的进一步扩充建构,认知的建构是一个动态变化,不断吸取、淘汰、更新的过程。

实得信息、先验信息、后验信息具有全信息特

征,认知个体获得了实得信息之后,经过某种运算就获得了全信息,即

$$\begin{aligned}\Delta I_e &= F(\Delta I(X;R)) = \\ &F(I_a(X;R) - I_o(X;R)).\end{aligned}\quad (4)$$

比较式(1)、(4),得:

$$\begin{aligned}\Delta I_{\text{syn}} &= \Delta I_{\text{syn}}(X;R) = \\ &I_{a\text{syn}}(X;R) - I_{o\text{syn}}(X;R), \\ \Delta I_{\text{sem}} &= \Delta I_{\text{sem}}(X;R) = \\ &I_{a\text{sem}}(X;R) - I_{o\text{sem}}(X;R), \\ \Delta I_{\text{prag}} &= \Delta I_{\text{prag}}(X;R) = \\ &I_{a\text{prag}}(X;R) - I_{o\text{prag}}(X;R).\end{aligned}$$

引入时间序列  $t_i (i=1,2,\dots,n)$ , 经过  $i$  次认知后,变为:

$$\begin{aligned}\Delta I_{\text{syn}}(X,t_i;R) &= I_{a\text{syn}}(X,t_i;R) - I_{o\text{syn}}(X,t_i;R), \\ \Delta I_{\text{sem}}(X,t_i;R) &= I_{a\text{sem}}(X,t_i;R) - I_{o\text{sem}}(X,t_i;R), \\ \Delta I_{\text{prag}}(X,t_i;R) &= I_{a\text{prag}}(X,t_i;R) - I_{o\text{prag}}(X,t_i;R).\end{aligned}$$

简写成:

$$\begin{aligned}I_{a\text{syn}}^i &= \Delta I_{\text{syn}}^i + I_{o\text{syn}}^i, \\ I_{a\text{sem}}^i &= \Delta I_{\text{sem}}^i + I_{o\text{sem}}^i, \\ I_{a\text{prag}}^i &= \Delta I_{\text{prag}}^i + I_{o\text{prag}}^i.\end{aligned}\quad (5)$$

式中:

$$\begin{aligned}I_{o\text{syn}}^i &= F_{\text{syn}}(I_{o\text{syn}}^{i-1}, I_{o\text{syn}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{syn}}^1), \\ I_{o\text{sem}}^i &= F_{\text{sem}}(I_{o\text{sem}}^{i-1}, I_{o\text{sem}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{sem}}^1), \\ I_{o\text{prag}}^i &= F_{\text{prag}}(I_{o\text{prag}}^{i-1}, I_{o\text{prag}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{prag}}^1), \\ &i = 1, 2, \dots, n.\end{aligned}\quad (6)$$

$F_{\text{syn}}(I_{o\text{syn}}^{i-1}, I_{o\text{syn}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{syn}}^1)$  表示对先验信息的形式化表征的一种运算,简称形式化计算,主要指人对事物所发出的刺激信号进行的感觉、知觉和表象,如对物体的颜色、形状、大小、声音等方面的感知(外在结构和表象分类、识别、转换、比较等).

$F_{\text{sem}}(I_{o\text{sem}}^{i-1}, I_{o\text{sem}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{sem}}^1)$  表示对先验信息的内容化含义的一种运算,主要指对事物内在的功能所进行的分析、判断、推理等理性认知.

同理,  $F_{\text{prag}}(I_{o\text{prag}}^{i-1}, I_{o\text{prag}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{prag}}^1)$  表示对先验信息的效用化价值的一种运算(是事物或事件的变化与目标、愿望、需求之间的关系、价值判断等).

$F_{\text{syn}}, F_{\text{sem}}, F_{\text{prag}}$  分别为信息的形式化、内容化和效用化运算算子,它们既可以是确定性的运算,也可以是随机、模糊或未确知运算.

需要指出的是,式(5)表示的属于全信息的同类计算,由于语法信息、语义信息和语用信息具有不同的量化标准,它们之间无法进行交叉运算,这种同类运算就是人们的常规思维方式(线性思维). 文献[16]描述了一种全信息的生成方法,它们以语法信息为基础,通过某种转换(或运算)生成语用信息和

语义信息.

### 3.2 情绪的生成机理

现代情绪心理学研究表明:人类情绪的产生受到环境事件、生理状态和认知过程3种因素的影响,其中认知过程是决定情绪性质的关键因素. 人类情绪的生成机制仍然遵循“对比参照-累加更新”法则,情绪建构是主体参照已有的情绪经验,对比当前接受的刺激,依据已有的情绪体验,对认知事物的各项属性特征与人的期望需求之间的关系进行判断和处理,从而产生相应的情绪体验.

实得情绪、先验情绪、后验情绪和期望情绪都具有全信息特征,个体获得实得情绪之后,经过某种运算就获得了全情绪,即

$$\begin{aligned}\Delta E_e &= F'(\Delta E(X;R)) = \\ &F'(E_a(X;R) - E_o(X;R)).\end{aligned}\quad (7)$$

比较式(2)、(7),得:

$$\begin{aligned}\Delta E_{\text{syn}} &= \Delta E_{\text{syn}}(X;R) = \\ &E_{a\text{syn}}(X;R) - E_{o\text{syn}}(X;R), \\ \Delta E_{\text{sem}} &= \Delta E_{\text{sem}}(X;R) = \\ &E_{a\text{sem}}(X;R) - E_{o\text{sem}}(X;R), \\ \Delta E_{\text{prag}} &= \Delta E_{\text{prag}}(X;R) = \\ &E_{a\text{prag}}(X;R) - E_{o\text{prag}}(X;R).\end{aligned}$$

依据 PAD 三维情绪模型和全信息情绪模型的关系可得

$$\begin{aligned}\Delta E_a &= \Delta E_{\text{syn}} = E_{a\text{syn}}(X;R) - E_{o\text{syn}}(X;R) = \\ &E_{a\text{a}}(X;R) - E_{o\text{a}}(X;R), \\ \Delta E_p &= \Delta E_{\text{sem}} = E_{a\text{sem}}(X;R) - E_{o\text{sem}}(X;R) = \\ &E_{a\text{p}}(X;R) - E_{o\text{p}}(X;R), \\ \Delta E_d &= \Delta E_{\text{prag}} = E_{a\text{prag}}(X;R) - E_{o\text{prag}}(X;R) = \\ &E_{a\text{d}}(X;R) - E_{o\text{d}}(X;R).\end{aligned}$$

由于场景(或情境)的不同,每一次认知都会留下不同的情绪体验. 引入时间序列,经过  $i$  次情绪体验后,式(7)为

$$\begin{aligned}\Delta E_a(X,t_i;R) &= E_{a\text{a}}(X,t_i;R) - E_{o\text{a}}(X,t_i;R), \\ \Delta E_p(X,t_i;R) &= E_{a\text{p}}(X,t_i;R) - E_{o\text{p}}(X,t_i;R), \\ \Delta E_d(X,t_i;R) &= E_{a\text{d}}(X,t_i;R) - E_{o\text{d}}(X,t_i;R).\end{aligned}$$

简写为

$$\begin{aligned}\Delta E_a^i &= E_{a\text{a}}^i - E_{o\text{a}}^i, \\ \Delta E_p^i &= E_{a\text{p}}^i - E_{o\text{p}}^i, \\ \Delta E_d^i &= E_{a\text{d}}^i - E_{o\text{d}}^i, i = 1, 2, \dots, n.\end{aligned}\quad (8)$$

式中:

$$\begin{aligned}E_{o\text{a}}^i &= F'_a(E_{o\text{a}}^{i-1}, E_{o\text{a}}^{i-2}, \dots, E_{o\text{a}}^1), \\ E_{o\text{p}}^i &= F'_p(E_{o\text{p}}^{i-1}, E_{o\text{p}}^{i-2}, \dots, E_{o\text{p}}^1), \\ E_{o\text{d}}^i &= F'_d(E_{o\text{d}}^{i-1}, E_{o\text{d}}^{i-2}, \dots, E_{o\text{d}}^1), \\ &i = 1, 2, \dots, n.\end{aligned}\quad (9)$$

$F'_a(E_{oa}^{i-1}, E_{oa}^{i-2}, \dots, E_{oa}^1)$ 表示对先验情绪的形式化表征的一种运算,主要指对情绪的外在表现(即感性情绪,如表情、肢体语言等)进行的控制及修饰等; $F'_p(E_{op}^{i-1}, E_{op}^{i-2}, \dots, E_{op}^1)$ 表示对先验情绪的内容化含义(即理性情绪)的一种运算,主要指对情绪的内在感受进行控制等。 $F'_d(E_{od}^{i-1}, E_{od}^{i-2}, \dots, E_{od}^1)$ 表示对先验情绪的效用化价值的一种运算。

$F'_a$ 、 $F'_p$ 和 $F'_d$ 分别为情绪的形式化、内容化和效用化运算算子,它们既可以是确定性的运算,也可以

是随机、模糊或未确知的运算。

### 3.3 以理性认知为主的信息-情绪交互机理分析

为了揭示信息-情绪的交互机理,可以先从一些特定的信息-情绪交互方式中找出具有一般性的规律。如果一个人比较感性,它在信息-情绪交互作用中往往以感性认知为主;如果一个人比较理性,在信息-情绪交互作用中以理性认知为主。图1以理性认知为主的信息-情绪交互机理模型。

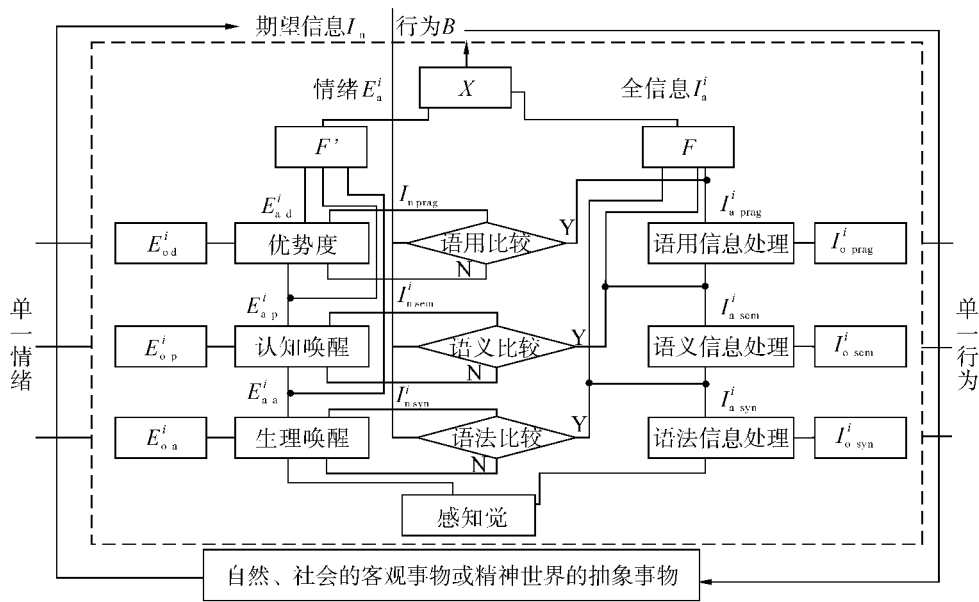


图1 以理性认知为主的信息-情绪交互机理模型

Fig.1 Information- emotion interaction mechanism model for rational cognition

从信息的角度出发构建情绪模型,根据著名的西米诺夫原理<sup>[15]</sup>,情绪与信息的关系为

$$E = -N(I_n - I_a). \quad (10)$$

式中: $E$ 为生成的情绪, $N$ 为需求系数,受生理、安全需要的控制,它们直接影响对信息的敏感度。 $N$ 随着生理需要和安全需要不断发生变化, $I_n$ 指主体所期望获得的信息, $I_a$ 为实得信息。引入全信息概念得

$$\Delta E_c = -N(F(I_{n\text{syn}} - I_{a\text{syn}}, I_{n\text{sem}} - I_{a\text{sem}}, I_{n\text{prag}} - I_{a\text{prag}})).$$

假设个体的认知个性和情绪个性相似,即存在:

$$F' = F.$$

根据式(2),则有:

$$\begin{aligned} \Delta E_a &= -N(I_{n\text{syn}} - I_{a\text{syn}}), \\ \Delta E_p &= -N(I_{n\text{sem}} - I_{a\text{sem}}), \\ \Delta E_d &= -N(I_{n\text{prag}} - I_{a\text{prag}}). \end{aligned} \quad (11)$$

引入时间序列,经过*i*次情绪体验后有

$$\begin{aligned} \Delta E_a^i &= -N^i(I_{n\text{syn}}^i - I_{a\text{syn}}^i), \\ \Delta E_p^i &= -N^i(I_{n\text{sem}}^i - I_{a\text{sem}}^i), \end{aligned}$$

$$\Delta E_d^i = -N^i(I_{n\text{prag}}^i - I_{a\text{prag}}^i). \quad (12)$$

$I_{n\text{syn}}^i$ 、 $I_{n\text{sem}}^i$ 和 $I_{n\text{prag}}^i$ 分别为第*i*次期望信息分解的语法信息量、语义信息量和语用信息量; $I_{a\text{syn}}^i$ 、 $I_{a\text{sem}}^i$ 和 $I_{a\text{prag}}^i$ 分别为第*i*次后验信息分解的语法信息量、语义信息量和语用信息量; $\Delta E_a^i$ 、 $\Delta E_p^i$ 、 $\Delta E_d^i$ 分别为第*i*次后验情绪的激活度、愉悦度和优势度的增量。根据式(8)得

$$\begin{aligned} E_{aa}^i &= E_{oa}^i + \Delta E_a^i = E_{oa}^i - N^i(I_{n\text{syn}}^i - I_{a\text{syn}}^i), \\ E_{ap}^i &= E_{op}^i + \Delta E_p^i = E_{op}^i - N^i(I_{n\text{sem}}^i - I_{a\text{sem}}^i), \\ E_{ad}^i &= E_{od}^i + \Delta E_d^i = E_{od}^i - N^i(I_{n\text{prag}}^i - I_{a\text{prag}}^i). \end{aligned} \quad (13)$$

将式(5)、(6)、(9)代入后得

$$\begin{aligned} E_{aa}^i &= F'_a(E_{oa}^{i-1}, E_{oa}^{i-2}, \dots, E_{oa}^1) + \\ &N^i F_{\text{syn}}(I_{o\text{syn}}^{i-1}, I_{o\text{syn}}^{i-2}, \dots, I_{o\text{syn}}^1) + \\ &N^i \Delta I_{\text{syn}}^i - N^i I_{n\text{syn}}^i. \end{aligned} \quad (14)$$

同理得

$$E_{ap}^i = F'_p(E_{op}^{i-1}, E_{op}^{i-2}, \dots, E_{op}^1) +$$

$$N^i F_{\text{sem}}(I_{\text{o sem}}^{i-1}, I_{\text{o sem}}^{i-2}, \dots, I_{\text{o sem}}^1) + N^i \Delta I_{\text{sem}}^i - N^i I_{\text{n sem}}^i; \quad (15)$$

$$E_{\text{a d}}^i = F_d'(E_{\text{a d}}^{i-1}, E_{\text{a d}}^{i-2}, \dots, E_{\text{a d}}^1) + N^i F_{\text{prag}}(I_{\text{o prag}}^{i-1}, I_{\text{o prag}}^{i-2}, \dots, I_{\text{o prag}}^1) + N^i \Delta I_{\text{prag}}^i - N^i I_{\text{n prag}}^i; \quad (16)$$

式(12)~(16)称为信息-情绪交互的第一定理,它全面揭示了以理性认知为主的信息-情绪交互中主体第*i*次认知后所获得的后验情绪与期望信息、增量信息、先验情绪和先验信息之间的关系。

后验全情绪为

$$E_{\text{a}}^i = F'(E_{\text{a a}}^i, E_{\text{a p}}^i, E_{\text{a d}}^i). \quad (17)$$

后验全信息为

$$I_{\text{a}}^i = F(I_{\text{a syn}}^i, I_{\text{a sem}}^i, I_{\text{a prag}}^i). \quad (18)$$

行为*B*定义为

$$B = X(I_{\text{a}}^i, E_{\text{a}}^i). \quad (19)$$

式中:*X*为个体的行为个性特征。

由此可见,从式(10)~(19),在假设个体的认知个性和情绪个性相似的情况下,揭示了以理性认知为主的信息-情绪交互的内在机理,这是理论研究的一个重要成果。

由式(12)可得一个重要推论:如果能测量出主体观察事物所获得的后验信息和情绪信息,就能够

计算出主体的期望信息  $I_{\text{n}}$ , 即

$$I_{\text{n syn}}^i = I_{\text{a syn}}^i + \Delta E_{\text{a a}}^i / N^i,$$

$$I_{\text{n sem}}^i = I_{\text{a sem}}^i + \Delta E_{\text{a p}}^i / N^i,$$

$$I_{\text{n prag}}^i = I_{\text{a prag}}^i + \Delta E_{\text{a d}}^i / N^i.$$

同理,如果已知期望信息和后验情绪信息,就能够推测出主体的后验信息:

$$I_{\text{a syn}}^i = I_{\text{n syn}}^i - \Delta E_{\text{a a}}^i / N^i,$$

$$I_{\text{a sem}}^i = I_{\text{n sem}}^i - \Delta E_{\text{a p}}^i / N^i,$$

$$I_{\text{a prag}}^i = I_{\text{n prag}}^i - \Delta E_{\text{a d}}^i / N^i.$$

以上依据信息与情绪交互机理推导出的重要结论,将在心理状态识别和理解(mind-reading)中有着广泛的应用.因为只有把握心理状态形成机理,才能更有效地识别和理解<sup>[17]</sup>.

从式(12)还可以看出:

当  $I_{\text{a syn}}^i > I_{\text{n syn}}^i$  时,  $\Delta E_{\text{a a}}^i > 0$ ;  $I_{\text{a sem}}^i > I_{\text{n sem}}^i$  时,  $\Delta E_{\text{a p}}^i > 0$ ;  $I_{\text{a prag}}^i > I_{\text{n prag}}^i$  时,  $\Delta E_{\text{a d}}^i > 0$ . 这是研究好奇心的重要依据。

### 3.4 以感性认知为主的信息-情绪交互机理分析

图2以感性认知为主的信息-情绪交互机理模型,此模型主要满足认知主体的情绪和情感。

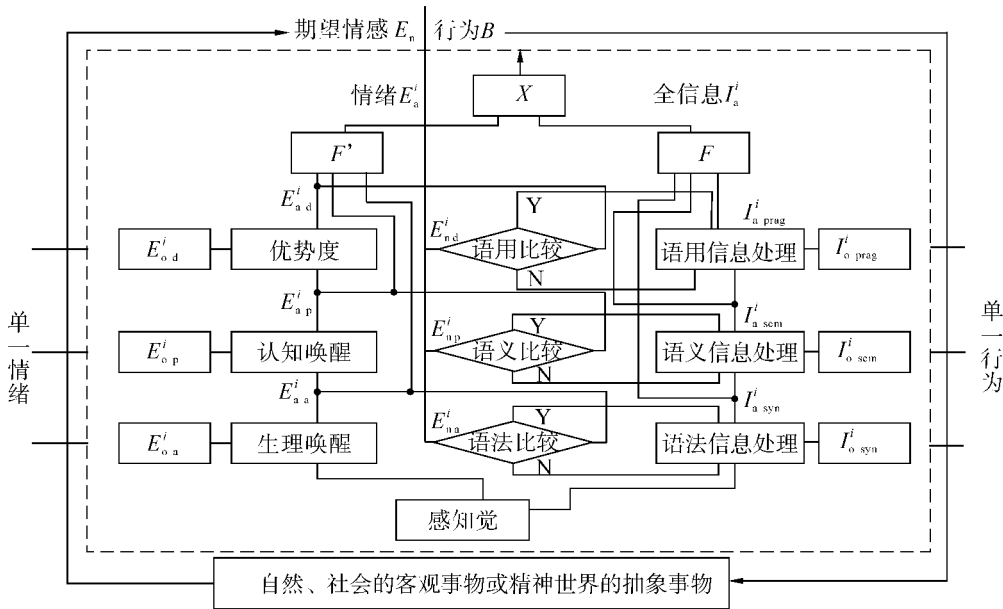


图2 以感性认知为主的信息-情绪交互机理模型

Fig. 2 Information-emotion interaction mechanism model for emotional cognition

根据信息-情绪等效假设:

$$I = -N'(E_{\text{n}} - E_{\text{a}}). \quad (20)$$

式中: $E_{\text{n}}$ 为期望情绪量, $N'$ 为情绪需求系数,受情绪需要的控制,它们直接影响对情绪的敏感度。 $N'$ 随着

情绪需要的变化而变化, $E_{\text{a}}$ 为后验情绪量, $I$ 为情绪驱动所产生的信息量。引入时间序列,经过*i*次情绪体验后得

$$\Delta I_{\text{a syn}}^i = -N'^i(E_{\text{n a}}^i - E_{\text{a a}}^i),$$

$$\begin{aligned}\Delta I_{a\text{sem}}^i &= -N^i(E_{np}^i - E_{ap}^i), \\ \Delta I_{a\text{prag}}^i &= -N^i(E_{nd}^i - E_{ad}^i).\end{aligned}\quad (21)$$

式中:  $\Delta I_{a\text{syn}}^i$ 、 $\Delta I_{a\text{sem}}^i$  和  $\Delta I_{a\text{prag}}^i$  分别为第  $i$  次情绪体验获得的后验信息的语法信息量、语义信息量和语用信息量的增量;  $E_{aa}^i$ 、 $E_{ap}^i$  和  $E_{ad}^i$  分别为第  $i$  次后验情绪的激活度、愉悦度和优势度;  $E_{na}^i$ 、 $E_{np}^i$ 、 $E_{nd}^i$  分别为第  $i$  次期望情绪的激活度、愉悦度和优势度。

式(21)称为信息-情绪交互的第二定理,它全面揭示了以感性认知为主的信息-情绪交互中主体获得的后验信息的增量与主体所得到的后验情绪量与期望情绪量之间的关系。

同理,当  $E_{aa}^i > E_{na}^i$  时,  $I_{a\text{syn}}^i > 0$ ;  $E_{ap}^i > E_{np}^i$  时,  $I_{a\text{sem}}^i > 0$ ;  $E_{ad}^i > E_{nd}^i$  时,  $I_{a\text{prag}}^i > 0$ ,这在某种程度上表示了“失败是成功之母”的内涵。

#### 4 全信息情感理论在共振教学形成机制中的应用

共振教学是指教学系统内部各要素(包括教师、学生、内容、媒体等)在时空维度上,通过整体或局部相互作用,在整体上才能观察到的一些新现象:师生相互配合、协调一致、同步发展,在需求、认知和情感上实现互动同步,呈现出理想和谐的教学状态。从教育传播理论角度来讲,就是在教学过程中,教师发出教学信息的速度和进程与学生接受这些信息的速度和进程接近或相同时,教学中传输的信息量达到最大值,产生的教学效率和教学效果最显著。

共振教学是一种和谐的教学状态,是师生心智的美好共振。因此全面揭示共振教学形成机制,对于大幅度地提高教学效率,大面积地提高教学质量,保证全体师生不断获得学习成功和发展的动力,具有十分重要的理论指导意义。

全信息情感理论主要研究人类的需求、认知和情感及其相互关系的一门学科,其重点关注3个过程:需求过程(需要-动机-愿望-信念及其转换)、认知过程(信息-知识-智能策略-智慧及其转换)和情感过程(情绪-情感-感情-意志及其转换),需求-认知-情感-行为-体验五位一体、循环互动是共振教学形成的核心机理,详见研究成果参考文献[18-19]。

#### 5 结束语

赋予智能设备以类人的情感,是一项复杂的系统工程,必须对一系列相关理论进行改造与创新,解决许多重大的理论与实践难题,需求、认知与情感交互机理是这一核心问题的关键。本文吸取了全信息理论、情绪动机-信息理论、PAD 三维情感理论和马斯洛

需求层次论等研究成果,定义主体的先验信息和情绪、后验信息和情绪、实得信息和情绪以及期望信息和情绪,对信息的认知机理、情绪的生成机理进行分析,提出信息-情绪交互机理模型,导出了信息情绪交互定理(即第一、第二定理),揭示了人类丰富而复杂的信息情绪交互及其变化规律,全信息情感理论是一种新的关于认知情感交互机理的假说。

在研究中力求理论与实践相结合,讨论了在共振教学形成机制中的初步应用,取得了阶段性研究成果。此外,依据上述理论,还可以解释人的个性形成机制、兴趣和爱好的产生以及上瘾的形成机理等,这些还都需要心理学家去研究和论证,全信息情感理论具有广阔的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 刘焯,付秋芳,傅小兰. 认知与情绪的交互作用[J]. 科学通报, 2009, 54: 2783-2796.
- LIU Ye, FU Qiufang, FU Xiaolan. The interaction between cognition and emotion[J]. Chinese Sci Bull, 2009, 54: 2783-2796.
- [2] 浦江. 人工情感与全信息情感学[M]//全国计算机新技术与计算机教育论文集. 成都:西南交通大学出版社, 2007: 338-341.
- PU Jiang. The artificial emotion with full information emotional learning[M]//National Computer New Technology and Computer Education Proceedings. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2007: 338-341.
- [3] PU Jiang. Research and application of the emotion-intelligence model based on comprehensive information theory[C]//The 2010 International Conference on Information Electronic and Computer Science. Zibo, China, 2010: 1779-1783.
- [4] PU Jiang. The comprehensive information emotion theory—an analysis on the framework[C]//The 2010 IEEE International Conference on Computation and Information Science (ICICIS2010). Shanghai, China, 2010: 303-307.
- [5] PU Jiang. The construction and application research of emotional theory based on the comprehensive information[C]//The 2010 IEEE International Conference on Computer and Computational Intelligence. Wuhan, China, 2010: 287-290.
- [6] 浦江. 基于全信息理论的认知模型研究[J]. 徐州工程学院学报:自然科学报, 2012, 27(4): 49-54.
- PU Jiang. Research of cognitive model based on comprehensive information theory[J]. Journal of Xuzhou Institute of Technology: Natural Sciences Edition, 2012, 27(4): 49-54.
- [7] 钟义信. 信息科学原理[M]. 3版. 北京:北京邮电大学出版社, 2002: 15-18.

- [8] 钟义信. 知识论: 核心问题——信息-知识-智能的统一理论[J]. 电子学报, 2001(4): 526-530.  
ZHONG Yixin. Knowledge theory: the nucleus[J]. Acta Electronica Sinica, 2001(4): 526-530.
- [9] 钟义信. 机制主义: 人工智能的统一理论[J]. 电子学报, 2006(2): 317-321.  
ZHONG Yixin. Mechanism: a unified theory of AI[J]. Acta Electronica Sinica, 2006(2): 317-321.
- [10] 钟义信. 高等智能-机制主义-信息转换[J]. 北京邮电大学学报, 2010(1): 1-6.  
ZHONG Yixin. Advanced intelligence-mechanism approach-information conversion[J]. Beijing: Journal of Beijing University of Posts and Telecommunication, 2010(1): 1-6.
- [11] 钟义信. “信息-知识论-智能”生态意义下的知识内涵与度量[J]. 计算机科学与探索, 2007, 1(2): 129-137.  
ZHONG Yixin. Knowledge connotation and the ecological significance of the information-the theory of knowledge-smart measur[J]. Computer Science and Exploration, 2007, 1(2): 129-137.
- [12] 刘烨, 陶霖密, 傅小兰. 基于情绪图片的 PAD 情感状态模型分析[J]. 中国图象图形学报, 2009, 5: 753-758.  
LIU Ye, TAO Linmi, FU Xiaolan. PAD emotional state model based on emotional pictures[J]. China Image and Graphics, 2009, 5: 753-758.
- [13] 王志良. 人工心理与人工情感[J]. 智能系统学报, 2006, 1(1): 38-43.  
WANG Zhiliang. Artificial psychology and artificial emotion[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2006, 1(1): 38-43.
- [14] 王志良. 人工情感[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 114-120.
- [15] 王志良. 人工心理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 335-341.
- [16] 钟义信. 理解论: 信息内容认知机理的假设[J]. 北京邮电大学学报, 2008(3): 1-8.  
ZHONG Yixin. A hypothetic theory of information content understanding[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2008(3): 1-8.
- [17] 王志良, 郑思仪, 王先梅, 等. 心理认知计算的研究现状及发展趋势[J]. 模式识别与人工智能, 2011, 24(2): 215-225.  
WANG Zhiliang, ZHENG Siyi, WANG Xianmei, et al. Research and development of cognitive computing in mind[J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2011, 24(2): 215-225.
- [18] PU Jiang. Group cognition model based on comprehensive information theory[C]// Education and Education Management. Hong Kong, China, 2012: 408-415.
- [19] 浦江. 基于全信息情感理论的师生教学共振形成机制的研究[C]//2012 第 4 届信息电子与计算机工程国际学术会议. 泰安, 中国, 2012: 328-331.  
PU Jiang. Research of mechanism for teacher-students teaching resonance based on the comprehensive information emotional theory[C]//The 2nd Teaching Seminars on Higher Education Science and Engineering Courses. Taian, China, 2012: 328-331.

## 作者简介:



浦江,男,1957年生,副教授,主要研究方向为信息理论、人工情感、网络计算等。