

# 汉语词汇情态语义的分析与标注\*

张申, 贾珈, 王晓慧, 蔡莲红

普适计算教育部重点实验室, 清华信息科学与技术国家实验室(筹)

清华大学计算机科学与技术系, 北京, 100084

E-mail: {zhangshen05, jiajia}@mails.thu.edu.cn, xiaohui0506@gmail.com, clh-dcs@tsinghua.edu.cn

**摘要:** 本文面向说话人言语情态的理解和表达, 对汉语词汇情态语义的分析和标注进行了初步研究。借鉴认知语言学和认知心理学对说话人情态特征的分析, 提出了一种情态语义属性的维度描述方法。选用了七个情态语义维度, 描述了与语义相关的说话人情态表达属性。为了验证这七个维度对于情态语义认知理解的作用, 在一个小规模汉语词汇库上进行了情态语义维度标注实验。将维度标注作为词汇“情态语义”的距离度量, 采用 K-means 算法对词汇库进行情态语义聚类, 并将聚类结果与基于语义特征分析的词汇语义分类进行比较, 进一步验证了这七个维度对词汇情态语义的区分描述能力。实验表明, 本文选用的情态语义维度和维度标注方法, 能够有效的对词语的情态语义成分进行量化描述, 为实现情态语义的可计算提供了方法基础和应用实例。

**关键词:** 情态, 语义, 维度, 语义特征分析

## The Analysis and Annotation of Semantic Modality for Chinese Words

ZHANG Shen, JIA Jia, WANG Xiaohui, CAI Lianhong

Key Laboratory of Pervasive Computing (Tsinghua University), Ministry of Education,

Tsinghua National Laboratory for Information Science and Technology,

Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China

E-mail: {zhangshen05, jiajia}@mails.thu.edu.cn, xiaohui0506@gmail.com, clh-dcs@tsinghua.edu.cn

**Abstract:** Toward the understanding and expression of modality in human speech communication, this paper presents preliminary research on the analysis and annotation of semantic modality for Chinese words. Seven semantic dimensions are proposed to annotate the modality of words from a small-scale Chinese word database based on the modality-related research from cognitive linguistic and psychology. A modality-oriented word semantic clustering experiment was performed using K-means algorithm, where the semantic-distance between two words are obtained by calculating the cosine angle of seven dimensional semantic-vectors. The results of clustering experiments are compared with the word classification by semantic componential analysis, and thus validate the effectiveness of the seven semantic dimensions in describing semantic modality quantitatively.

**Keywords:** modality, semantic, dimension, componential analysis

### 1 前言

语言的情态表达和情态语义分析是近年来语言学关注的焦点问题之一。情态 (Modality) 作为一种语义范畴, 描述了说话人对句子命题的真值或事件现实性状态所表达的观点<sup>[1]</sup>, 刻画了说话人在言语交际中对谈及情况或事件所持有的主观态度<sup>[2]</sup>, 代表了与说话人有关的主观信息 (包括信念、观点、情绪、态度、观察角度、意图等等)<sup>[3]</sup>。自然语言中情态语义的理解和表达, 不仅仅引起了语言学家的研究兴趣, 同时也受到了来自认知科学、心理学和计算机科学的广泛关注, 例如自然语言理解中对评论信息褒贬倾向的分析判定<sup>[4]</sup>, 语音合成中对文字情感语义的量化标注<sup>[5]</sup>, 多模态人机交互中对说话人情态的识别等等<sup>[6]</sup>。可见, 情态语义分析不仅对语言学具有很高的理论价值, 同时对其他相关应用领域 (如自然语言理解、人机口语对话) 等也具有重要的现实意义。

词语是语言的基本单位, 对于情态语义的研究应首先关注词汇情态语义。目前许多研究者从基本词义入手, 通过分析词义中的情态语义成分, 进而建立情态语义系统和相关理论<sup>[1][2][7]</sup>。从研究方法上来讲, 研究者对词汇情态语义的分析, 通常采用一定的语义理论框架对具体的词汇对象和语言现象进行分析、归纳和总结。然而对于多模态人机口语对话来说, 不但要正确地理解自然

\*资助项目: 国家自然科学基金(60805008, 60910130, 60928005)

语言，给出正确的回答，而且要以语音、脸像或体态的形式，恰当地表达语义。那么如何描述情态语义成分，量化情态语义的特征，并进而参与情态语义的表达，是实现智能化人机交互亟待解决的问题之一。

本文面向说话人言语情态的理解和表达，借鉴语言学和认知心理学对“情态”的研究成果，在分析语义特征的基础上，选择了七个情态语义维度。在一个小规模汉语词汇语料库上，进行了主观评测实验，对词汇的情态语义进行了维度标注。将这七个维度标注作为词汇“情态语义”的距离度量特征，采用 K-means 算法对所有词汇库进行情态语义聚类，并将聚类结果与传统语言学的词语同义组划分进行对比。实验结果证明，本文选用的七个情态语义维度和语义标注方法，能够有效的对词义中的情态语义成分进行量化描述，从而为情态语义的定量分析提供了可计算方法。

## 2 情态语义

### 2.1 情态语义与语言认知

“情态”作为一种重要的语义范畴，是说话人对句子所表达的命题或命题所描写的情境的观点或态度<sup>[8]</sup>。从“观点或态度”这个基本情态要素出发，通过对自然语言中不同情态表达方式的深入研究（如词汇、语气、句法等），语言学家尝试建立情态语义系统，总结分析情态的语义范畴、语义特征、以及在语言理解中起到的作用，从而深化对情态的认识和理解<sup>[1]</sup>。

另一些学者从认知语言学的角度对情态进行考察，认为情态是语言中典型的主观化范畴，与人类的认知活动存在密切关系。根据认知语言学的基本哲学假设，语言认知机制和其他认知机制具有相同的认知原则，并且在人类认知过程中关联互动。其中与语言认知机制相关，且涉及说话人情态的认知机制包括：感知、注意力、情感、思维和推理等等<sup>[9]</sup>。在情态研究中，认知语言学一直关注于情态从物质世界投射到社会心理世界，并进一步投射到认识推理世界的变化过程<sup>[1]</sup>。由此可见，在人类的认知活动中，情态不仅一直存在，不断变化，而且与语言认知关联互动。

对于情态语义，将语言学理论与认知机制相结合，深化了对情态的认识，对语言的理解。

### 2.2 语义特征分析

语义特征分析 (Componential Analysis)，也称作语义成分分析或者义素分析，是现代语言学研究词汇语义的重要方法之一。语义特征分析通过对基本语义单位（义位）的分解，探究语义的构成要素和本质属性。采用该方法，人们对于语义，特别是词义有了更为深入和系统的研究，其中最为突出的成果是对亲属词和颜色词的语义分析。语义特征分析将义位进一步分解为若干构成成分<sup>[10]</sup>，语言学家称之为语义特征 (semantic feature) <sup>[11]</sup>。语义特征可以看作是人脑对语言理解的结果，是义位在人脑中的分类。该方法实际上是通过对比分析语义系统中不同义位语义关系的对比分析，对义位作进一步地分解，得到语义构成的基本要素和微观结构。采用语义特征分析法，人们可以从微观和量化的角度对语义有更为细致准确的理解与认知。

语义特征分析实际上是一种聚合分析，目的是对语义进行理解和分类。语言学家提炼相似义位的共同性，区分不同义位的差异性，对义位进行分解得到语义特征。这些语义特征可以分为“类特征”、“位特征”和“副特征”<sup>[11]</sup>，其中“类特征”反映了义位的相似属性，“位特征”反映了义位的区分属性，而“副特征”则反映了义位概念义之外的感情和风格色彩属性。语义特征分析是在具有相同“类特征”的义位集合中，对比分析找到区分不同义位的“位特征”，而“副特征”则是在基本义相同的情况下，对义位的附加义作进一步区分而提出的特征。语义特征的提取没有确定的标准或数目，根据具体的研究需求，达到解释和区分义位的目的即可。

## 3 情态语义维度

情态既是重要的语义范畴，也是典型的认知机制。在言语沟通中，伴随着自然语言的理解和表达，说话人同时产生心理活动、情绪变化、意志态度和推断决策等情态信息。这些情态变化一方面代表了说话人在言语理解中的观点态度；另一方面通过非言语手段（如脸像、动作、姿态等）对说话人的言语表达产生影响。可见，情态反映了认知理解、伴随着认知活动，并且影响认知决策。

本文基于语义特征分析，借鉴认知心理学对说话人情态表达的研究，提出了一种情态语义属

性的维度描述方法。从认知角度来描述情态语义的表达属性。

### 3.1 情态语义特征

随着语言学家对词汇语义的研究深入，对语义褒贬分类进行了扩展，将情态作为一个独立的语义范畴，对其进行语义特征分析进一步划分出“情感”、“意志”、“评价”三个子系统，并列出具体的语义范畴（即具体的语义特征）<sup>[11]</sup>，如表 1 所示。虽然对于语义特征可以进行更为细致的分类，但语义范畴相同的词汇可能包含不同的属性；语义范畴不同的词汇可能包含相同的属性。如对该语义特征的确信的程度，激活的程度是每个语义都应包含的属性；而当将“情感”简化为“褒贬”或“正负”时又缺失了“情感”的诸多属性。

表 1.情态语义范畴例举<sup>[11]</sup>

类型	具体语义范畴例举
情感	喜爱/愤怒、喜悦/愤怒、积极/消极、敬/谦
意志	命令/祈求、强化/弱化、犹豫/决断、坚持/放弃
评价	褒贬、称赞/批评、肯定/否定

表 2. 心理学对情态的维度观描述<sup>[12]</sup>

研究对象	维度例举
情感情绪	愉悦、激活、优势、紧张
行为能愿	确信、关注、控制、好奇、惊讶
交互意图	趋近-逃避、主动-被动

### 3.2 情态语义描述的维度观

认知心理学是研究人的高级心理活动，包括注意、知觉、表象、记忆、思维、语言等的认知过程与认知机制。现代认知心理学把人看作一个信息加工系统。认知就是一个信息加工过程。情态被看做一种认知机制，关注于情态在言语沟通和交互过程中的认知属性。

说话人所表达的情态信息主要包括：情感状态、心理活动、行为能愿、交互意图、认知评价等。与语义特征分析类似，心理学家通常采用“维度评价”法对说话人通过非言语手段所表达的情态信息进行分析，表 2 总结了心理学对情态进行描述时采用的维度<sup>[12]</sup>。

心理学领域关于心理活动的理论观点主要有两类：范畴观和维度观。范畴观将心理活动分成相互独立的范畴；维度观则认为心理活动具有基本维度和两极性。如，科学心理学的创始人威廉·冯特（Wilhelm Wundt）提出情感的三维说，认为情绪情感由愉快-不愉快、激动-抑制、紧张-松弛三个维度组成，每个维度都在对立的两极之间变化，而且这种变化是连续的心理过程<sup>[13]</sup>。随后，多个心理学家也提出了各自的维度模型。

奥斯古德（Osgood）发现情绪体验可以从评价（Evaluation）、力度（Potency）、活跃性（Activity）这三个维度进行评价<sup>[14]</sup>。Mehrabian 和 Russell 采用语义差异评价方法，将三个维度修订为愉悦度（Pleasure，简称为 P，表示个体情感状态的正负特性）、激活度（Arousal，简称为 A，表示个体的神经生理激活水平）、优势度（Dominance，简称为 D，表示个体对情境和他人的控制状态）[9,10]。该模型简称为 PAD 情绪模型。基于 PAD 三维情感模型，Mehrabian 等人开发出测量情感的工具——完整 PAD 情感量表和简化版 PAD 情感量表<sup>[15][16]</sup>。

采用范畴观，使计算研究的应用受到限制<sup>[17]</sup>。而维度模型则关注于情感的本质属性，从情感的产生、感知和表达等多个方面描述情感。从而可以实现对情绪体验的准确评价，并可能使情绪参与到计算中。

本文借鉴心理学的研究成果，提出了一种情态语义属性的维度描述方法。将面向语言理解的情态特征转化为面向说话人表达的情态维度，描述了与语义相关的说话人情态表达属性，包括情绪状态，心理活动、态度意图、行为能愿等多方面情态表达。这些表达属性能够通过语音、脸像以及姿态等外部形式得以展现，从而传递了语义中情态的细微差别和程度变化。

### 3.3 词汇情态语义的维度描述

本文面向人机口语对话的应用需求，建立了面向说话人情态表达的开放维度集合。初始集合包含了七个情态语义维度（见表 3）。这七个维度描述了说话人在情绪感知（愉悦度、激活度）、态度意图（优势度、关注度）、行为能愿（决断度）、认识判断（确信度）、心理状态（紧张度）等多方面的情态表达属性。需要特别指出的是，这些维度侧重于描述说话人在人机口语对话中的情态表达，并不构成情态语义的闭集系统，其有效性和适用性还需要进一步验证和讨论。通过选择这七个维度，本文试图建立一个开放语义维度集合，一方面利用语义维度尽可能准确地描述言语情态的基本属性；另一方面也为实现情态语义的可计算化提供分析工具。基于开放语义维度集合，研究者可以根据具体的研究对象（如语音文字、脸像动作）和实际的应用需求（如人机口语

对话、自然语言理解), 选用合适的维度, 并根据实际需求设定维度的量值范围, 对情态语义的细微差异和程度变化进行量化分析。

表 3. 情态语义维度定义及词汇语义例举

维度	定义	词汇语义例举 [(+)正性成分, (-)负性成分]			
		兴高采烈	犹疑不决	斩钉截铁	焦虑不安
愉悦度	说话者主观产生的正/负情绪	(+)			
激活度	说话者主观体验到生理/心理激活水平	(+)			
优势度	说话者在对话沟通中所处的地位/态势			(+)	
关注度	说话者对环境/事件表现出的关注程度				(+)
确信度	说话者对事件/情况所持的观点和判断		(-)		
决断度	说话者所表现出的意志和信念		(-)	(+)	
紧张度	说话者对外界刺激作出的心理反应				(+)

## 4 词汇语料收集

本文建立了一个小规模的情态词汇语料库, 并采用七个语义维度进行词汇情态语义标注。虽然研究者已经建立了许多面向语义分析的语料库或词汇库, 如中文语义知识词典《知网》<sup>[18]</sup>, 《同义词词林》<sup>[19]</sup>等。这些基础语义知识库为本文选取情态相关词汇提供了很好的参考, 但由于这些语义知识库的普适性, 在针对情态语义的分类处理上反而并不够细致。根据贾彦德<sup>[10]</sup>提出的词语语义对比分析的三种方法, 本文认为一个相对完备的面向语义分析的词汇语料库至少应该包括以下内容: 词语(义项)的释义、词语(义项)的应用例句、同义词语构成的最小语义子场划分。

本文参照了赵家新<sup>[20]</sup>在词汇语义网络研究中收集的 449 个心理形容词, 同时根据《同义词词林》对其作了少量的补充和修正, 最终得到 468 个情态相关词语, 作为本文分析标注的情态词汇库, 表 4 给出了词汇库中的词语样例。赵家新的工作满足了本文对词汇库的三个基本要求:

- 1) 义项释义: 采取了单一义项原则, 即对每一个心理形容词, 只选择其描写心理状态的义项;
- 2) 义项用例: 基于大规模语料库, 为每一个词语收集了相应的应用例句;
- 3) 语义子场: 按照同义语素将词语归类, 共划分了 15 个大类, 46 个子类。

词汇库中所选的心理形容词基本涵盖了汉语对常见心理活动和心理状态的描述, 具有典型的情态语义成分。词汇库中单音节词占 3.2%, 双音节词占 96.8%, 在构成形态上保证了词汇具有单一且稳定的义项, 使得人们对这些词语义项具有较高的认同度。大量双音节词的存在, 使得在对同义词进行对比分析时, 一般通过单字(语素)的比较就可以完成。

本文采用上述词汇库, 对情态语义进行量化分析, 重点关注词汇的“语义向”和“原始量征”两个语义特征。在“语义向”方面, 选择了七个情态语义维度, 以增强对情态语义的描述能力; 在“原始量征”方面, 基于维度的连续性, 实现对语义细微差别和程度变化的描述。这两点正是本文对词汇情态语义分析的主要贡献所在。

表 4. 情态词汇库样例

词语	义项释义	应用例句	同义组
愁闷	忧愁烦闷	“得知父亲的病情不断恶化, 他心里万分愁闷”	愁苦、忧愁、忧闷、忧伤…

## 5 情态语义标注系统

基于七个情态语义维度, 本文建立了一个在线交互式的情态语义维度标注系统, 以收集多个评测者对汉语情态词汇的语义维度标注结果。用户标注前, 系统会自动对词汇库进行搜索, 选择标注次数最少的一组词语, 供用户进行评测标注, 从而平衡各个词语的标注频度。在标注过程中, 系统会提供该词语的义项释义, 使用该义项的例句。用户根据自己对于词义的理解和语感, 在七个情态语义维度上(见表 3)对词义进行评价打分。打分采用五点里克特量表(Likert Scale), 从-2到+2区分描述了五个语义量度, 分别是“极端负性、一般负性、中性、一般正性、极端正性”。如果用户需要, 还可以选择查看当前词语的同义词及其标注结果。利用该语义标注系统可以完成多人交互的语义维度标注实验, 通过在用户之间共享标注结果, 可以实现多个用户对情态语义理

解和标注原则的统一，从而尽可能降低评测者之间的标注差异，提高标注结果的可信度。

## 6 词汇情态语义标注分析

### 6.1 情态语义标注结果

采用情态语义维度标注系统，本文邀请了五名大学生参与词语情态语义标注实验。对 468 个词语在七个情态语义维度上（表 3）进行评测打分。最终共计得到 1464 人次的标注，平均每词标注 3.13 人次。对所有的标注结果进行了人工校对，对于明显的标记错误进行剔除。将所有标注记录的平均值作为词语情态语义的最终标注。对七个情态语义维度的标注频度进行了统计，从统计结果中可以看出，“愉悦度”和“激活度”是两个标注最频繁的维度，约 50% 的词语都选用了这两个维度进行描述；其他五个维度的标注频度最大为 27.8%，最小为 13.5%。这是因为“愉悦度”和“激活度”分别描述了情态的两个基本要素：正负性和程度。对七个情态语义维度的标注平均值进行统计，其中多数维度的标注平均值接近中间零值（-0.06~0.08），而“愉悦度”的标注平均值偏负向（-0.20），这是因为词汇库中负面语义词（占 37.0%）远多于正面语义词（占 18.0%），分别计算正性词和负性词各自的标注平均值为 1.01 和 -1.04。同时对语义标注在各个维度上的分布进行统计。在[-0.5, +0.5]的中性语义区间上，“愉悦度”和“激活度”约有 50% 的词汇分布，而其他维度均有超过 70% 的词汇分布；在[±1.5, ±2]的极端语义区间上，各个维度都仅有不超过 4% 的词汇分布；在[±0.5, ±1.5]的典型语义区间上，多数维度具有较为对称的词汇分布，在正负两个区间上的词汇数量差距小于 7%。以上结果表明，词汇库中词语的选择相对均衡，反映在各个语义维度上的标注值分布也较为均匀。

### 6.2 基于情态语义维度的词语聚类

本文选择的七个情态语义维度能否作为词汇的情态语义特征，反映出词汇之间的语义关系和语义差异呢？针对这一问题，设计了基于 K-means 算法的词语情态语义聚类实验，并将聚类结果与基于传统语义特征分析的分类结果进行对比<sup>[20]</sup>，进一步验证了这七个维度作为词汇情态语义度量特征的有效性。K-means 作为一种经典聚类算法，其中一个关键问题在于选择合适的距离度量指标，该度量指标应该尽可能真实地反映数据样本在真实世界中的差异性。在本文的词语语义聚类实验中，选择七个情态语义维度作为词语语义距离的度量指标。因此，通过 K-means 聚类实验，能够验证情态语义维度对词语语义的区分描述能力。

本文参照赵家新<sup>[20]</sup>对心理形容词的同义组划分，将词汇库手工划分为 15 个大类，46 个子类。从 46 个子类中选择词汇数目最多的七个子类，进行基于维度的情态语义聚类实验（每个子类的词汇数目>15，总词汇数目=135）。实验中，设定聚类的类别数目为  $K=7$ ，每个词语样本用情态语义维度向量  $W$  表示，词语间的语义距离采用两个  $W$  向量之间的余弦角度进行度量。K-means 聚类得到的七个聚类类别分别标记为  $K_1, K_2, \dots, K_7$ ；而原始的七个词汇子类分别标记为  $C_1, C_2, \dots, C_7$ ，分别对应了“悲伤 ( $C_1$ )”，“安定 ( $C_2$ )”，“着急-焦急 ( $C_3$ )”，“奇怪-惊讶 ( $C_4$ )”，“欢乐 ( $C_5$ )”，“快乐-畅快 ( $C_6$ )”，“判断 ( $C_7$ )”。实验得到的聚类混淆矩阵如表 5 所示，从表中不难看出，聚类后的每一个类别  $K_i$ ，都近似对应了某个原始子类  $C_j$  的聚集，如  $K_1$  聚类对应了原始子类  $C_1$ 。根据这一对应关系，计算原始子类  $C_j$  在聚类类别  $K_i$  中所占的比例，得到各个聚类类别的平均正确率约为 74.1%。

表 5. 基于 K-means 的词语情态语义聚类混淆矩阵

原始类别 聚类类别	原始类别							对应的原始 类别聚合	聚类 正确率(%)
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		
K1	22	0	3	0	1	0	1	C1	81.5
K2	0	10	0	0	0	1	0	C2	90.9
K3	0	0	17	1	0	0	0	C3	94.4
K4	0	4	0	0	14	12	1	C5	45.2
K5	0	8	0	0	0	0	1	C2	88.9
K6	4	0	1	16	0	0	6	C4	59.3
K7	1	0	0	0	1	3	7	C7	58.3

需要注意的是，原始子类“快乐-畅快 ( $C_6$ )”在  $K_4$  聚类类别中与原始子类“欢乐 ( $C_5$ )”存

在较大的混淆。这是因为 C6 中同时包含了“快乐”同义词（如快活、快慰）和“畅快”同义词（如痛快、爽快），而其中“快乐”同义词在语义维度度量上与原始子类“欢乐（C5）”（如欢喜、欢快）十分相近。另外，原始子类“安定（C2）”分别在 K2、K4 和 K5 聚类类别中分布，这是因为根据情态语义维度标注，在“安定”子类中又细分出了含“愉悦”成分的“安乐、安逸、悠然”，含“确信”成分的“沉着、踏实”，以及其他中性词（如“安静、平静”）。

综上所述，基于情态语义维度的词语语义聚类，能够较好的反映出词语之间的语义关系和语义差异。实验结果显示，基于维度的聚类结果与基于传统语义特征分析的同义组划分<sup>[20]</sup>具有较高的一致性（74.1%正确率）；采用情态语义维度，能够对原有同义组分类中不明确或存在混淆的词语语义实现量化区分。

## 7 结语

本文面向说话人言语情态的理解和表达，对汉语词汇情态语义的量化分析和标注方法进行了初步研究。借鉴认知语言学和认知心理学中对说话人情态的研究成果，在语义特征的基础上，提出了情态语义维度的概念，对情态属性进行量化描述。结合人机口语对话的应用需求，选用了包括“愉悦度”、“确信度”和“关注度”等在内的七个情态语义维度。为验证这七个维度的有效性，在一个小规模的汉语情态词汇语料库上，完成了多人交互的词汇情态语义标注实验。基于语义维度标注，采用 K-means 算法对词汇库进行情态语义聚类实验，进一步验证了语义维度作为词汇“情态语义”距离度量的有效性和正确性。实验证明，本文选用的七个情态语义维度和维度标注方法，能够有效地对词语情态语义成分进行量化描述，为情态语义的定量计算提供了方法基础和应用实例。研究成果可以应用于人机口语对话中言语情态信息的量化标注，自然语言理解中语义的情态倾向分析等。

## 参 考 文 献

- [1] 彭利贞. 现代汉语情态研究. 北京: 中国社会科学出版社, 2007.
- [2] 崔诚恩. 现代汉语情态副词研究. [博士学位论文]. 北京: 中国社会科学院, 2002.
- [3] 尹一瓴. 现代汉语语言知识库的研究、实现及应用初步探索. [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2004.
- [4] 孟凡博, 蔡莲红, 陈斌, 吴鹏. 文本褒贬倾向判定系统的研究. 小型微型计算机系统, 2008, 29(1).
- [5] Wu, Z. et al. Modeling the Expressivity of Input Text Semantics for Chinese Text-to-Speech Synthesis in a Spoken Dialog System. IEEE Trans. Audio, Speech Lang. Proc., Vol. 17, No. 8, pp. 1567-1577, Nov., 2009.
- [6] 唐京海, 应自炉, 张有为. 人机自然交互过程中情态的识别与融合. 信号处理, 2005, 21(4A).
- [7] 徐晶凝. 现代汉语话语情态研究. 北京: 昆仑出版社, 2008.
- [8] Lyons, J. Semantics, Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.
- [9] 李福印. 认知语言学概论. 北京: 北京大学出版社, 2008.
- [10] 贾彦德. 汉语语义学. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [11] 俞永梅. 汉语语义学纲要. 长春: 东北师范大学出版社, 2006.
- [12] Russell J A et al. The psychology of facial expression. New York: Cambridge University Press, 1997.
- [13] Wundt W. Outlines of psychology (C. H. Judd, Trans.). Oxford, England: Engelmann, 1897.
- [14] Osgood C. E. Dimensionality of the semantic space for communication via facial expressions. Scandinavian Journal of Psychology, 1966, 7(1), 1~30
- [15] Mehrabian A. Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states. Genetic, Social, and General Psychology Monographs, 1995, 121(3): 339~361
- [16] Mehrabian A. Pleasure-rousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in temperament. Current Psychology: Developmental, Learning, Personality, Social, 1996, 14(4): 261~292
- [17] 刘焯, 陶霖密, 傅小兰. 基于情绪图片的 PAD 情感状态模型分析. 中国图象图形学报, 2009, 14(5): 753~758
- [18] 董振东, 董强 (1999), “知网”, <http://www.keenage.com>.
- [19] 梅家驹等. 同义词词林. 上海: 上海辞书出版社, 1983.
- [20] 赵家新. 现代汉语心理形容词语义网络研究. [博士学位论文]. 南京: 南京师范大学中文系, 2006.