

● 陆 泉, 丁 恒 (武汉大学 信息管理学院, 湖北 武汉 430071)

基于情感的图像检索研究综述*

摘 要: 文章全面梳理了基于情感的图像检索领域的已有研究工作, 总结了基于情感的图像检索的关键性问题, 包括情感信息研究、图像语义模型、情感语义、图像情感模型, 归纳比较了已有的图像情感标注方法, 简要介绍了基于情感的图像检索系统框架, 进而指出基于情感的图像检索研究的发展方向。

关键词: 图像情感检索; 情感语义; 情感标注; 检索系统; 语义标注

Abstract: This article gives a complete review of the existing research work in the emotion-based image retrieval field, summarizes the key issues in the emotion-based image retrieval such as emotional information research, image semantic model, emotional semantics and image emotional model, and sums up and compares the existing image emotional annotation methods. The article briefly introduces the framework of the emotion-based image retrieval system, and further points out the development direction of the emotion-based image retrieval research.

Keywords: emotion-based image retrieval; emotional semantics; emotional annotation; retrieval system; semantic label

随着互联网应用的发展, 图像信息在网络中所占的比例越来越大。如何有效地组织、管理和检索这些大规模的图像资源已经成为当前的一个热门课题。长久以来, 图像检索 (Semantic Image Retrieval) 研究致力于使用户能够更便捷地定位与获取所需的图像资源, 满足用户的图像信息需求。用户的图像信息需求不仅是对图像客观内容的需求, 还包括主观情感体验上的需求, 即情感需求。以前的图像检索研究, 更多的关注于图像内容的分析、组织和检索, 然而却较少考虑到用户的情感体验和需求。近年来, 许多学者试图改变这一现状, 完善当前的图像检索系统, 满足用户的情感需求, 进而形成了一个新的研究领域——基于情感的图像检索。然而, 由于涉及相关研究领域众多, 目前缺乏有效的整理, 不利于基于情感的图像检索的发展。

1 基于情感的图像检索研究的发展由来

基于情感的图像检索研究产生于基于语义的图像检索研究。回顾图像检索研究的发展, 大致可分为 3 个时期: ①基于概念的图像检索。采用基于概念的图像标引方式, 通过对每一幅图像建立关键词、标题、说明或文本等描述信息作为图像索引^[1]。②基于内容的图像检索。根据图像

所包含的色彩、纹理、形状以及对对象的空间关系等信息, 建立图像的特征矢量作为其索引, 但是因其仅仅考虑到图像的低层视觉特征, 忽视了图像中层对象特征及高级层次的抽象特征 (场景、主题和情感), 所以检索效果难以令人满意。③基于语义的图像检索。由于用户主要根据图像的含义, 而不是颜色、形状、纹理等视觉特征检索图像^[2], 因此研究人员试图通过各种方式分析和提取图像的语义内容, 进而衍生出基于语义的图像检索。基于语义的图像检索不仅考虑低层次视觉特征, 而且深入到图像的空间关系、对象、场景、行为和情感等高层特征, 成为解决语义鸿沟的重要思路。

1996 年, Eakins 在第三次国际电子图书馆和视觉信息检索会议上第一次提出“图像情感语义”这一专有名词, 并指出图像的情感语义是最高层次的语义^[3]。随后越来越多的专家学者认识到研究图像给人们带来的情感反应, 可能有利于促进图像检索的发展, 并开始重视图像情感标注研究, 探索建立基于图像情感的信息检索系统的可能性。我国学者黄崑和赖茂生在前人对于图像语义内容的研究基础上总结出这样一个结论——“从低层次越向高级的层次, 对图像内容语义的揭示越深入, 越接近于人们在观赏图像时的认知特点, 情感语义属于高级层次的特征, 更能反映用户对检索图像的需求”^[4], 该论断一定程度上解释了学者们重视图像的情感语义研究及探索图像情感检索的原因。

基于情感的图像检索研究是基于语义的图像检索中的最高层语义研究领域, 不论是色彩、纹理、形状, 还是空

* 本文为教育部人文社会科学研究项目青年基金项目“面向泛在信息环境的用户个性化建模研究”(项目编号: 09yjc870020) 和武汉大学自主科研项目“我国建设‘以用户为中心的云计算’存在的障碍及对策研究”(项目编号: 20110416) 的成果。

间关系、对象、场景、行为，其本质都局限于图像客观内容层次，而情感则考虑到图像检索中的用户主观体验。与传统文本信息相比，人们在检索图像信息资源时，往往具有一定的情感需求，在检索过程中会产生较强的情感反应。因此，基于情感的图像检索研究是基于语义的图像检索的必然发展，其意义在于推动图像检索研究从客观内容层次向主观体验层次迈进。

2 基于情感的图像检索研究

纵观基于情感的图像检索研究，可将其主要内容大致归纳为3个方向：图像情感信息研究、图像情感标注研究、基于情感的图像检索系统研究。

2.1 图像情感信息研究

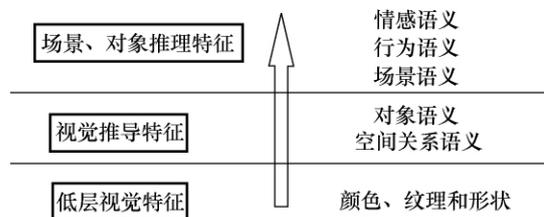
长久以来，情报学领域内的学者们围绕着信息资源检索中包含的情感信息进行了深入的讨论，20世纪末 Newhagen 就曾指出文档（文本、图片、音频、视频）中承载着情感信息^[5]，随后更多的学者开始将注意力从文档的客观内容转向文档带给用户的主观体验，围绕着文档的情感信息展开了讨论。如，Lee 和 Neal 指出情感信息是音频检索中的核心因素^[6]；Salway 和 Graham 讨论了情感信息对用户检索和浏览视频信息的帮助，为视频信息建立了情感叙事结构^[7]；Goetz 等利用微型计算机测量并记录了大学生阅读小说时的生理和认知反应，发现了小说描述意象与读者情绪反应的联系，说明了文本中普遍存在情感信息^[8]；Stefanie 和 Wolfgang 对相关研究做了简单统计^[9]；这一系列研究讨论对基于情感的图像检索研究产生了较大影响，推动了图像检索从围绕客观内容向围绕用户主观认识发展，其研究内容主要解决以下两个层次递进的问题：①什么是图像，如何理解图像内容。②如何描述图像情感，怎样建立图像情感模型。

2.1.1 图像语义模型和情感语义 由于图像是基于情感的图像检索研究的主要对象，因此关于图像内在含义的研究成为了一个非常重要的命题。为了对图像的内容进行准确的阐释，学者们提出了各种图像语义模型，希望以此为工具对图像的内在涵义进行分析，达到便于对图像进行信息组织的目的。

早在1962年，Panofsky 就对文艺复兴时期的艺术图像进行了研究，并初步建立了一个三层分析模型，展示了艺术图像内在涵义的表达和理解方式，该模型指出对图像的理解包括了前图像志（Pre-iconography）描述、图像志（Iconography）分析与图像学（Iconology）阐释3个阶段，并第一次指出了图像中传达情感信息的一种内容单元——“表情”^[10]。通过对图像内容“是什么”和“关于什么”的细化，Shatford 对 Panofsky 的三层分析模型进行了改进，

将虚幻的、抽象的、象征性的主题（Aboutness）与客观主题（Ofness）分离开来，此后很多学者开始运用 Shatford 提出的这一理论方法分析图像的主题，并以此为根据进行图像信息资源组织^[11]。

20世纪末，随着基于内容的图像检索研究的深入发展，关于图像的理解方式也发生了革命性的突破，1999年 Eakins 和 Graham 在其出版的专著《基于内容的图像检索：JISC 技术应用项目报告》中，首次详细论述了图像的3个语义层次，由此建立了图像三层语义模型：第一层是特征语义，表示图像视觉的特征，如颜色、纹理和形状等；第二层是指根据视觉特征推导得出的特征，对应则是空间关系语义和对象语义；第三层是对场景和对象进行更高层次的推理得出的语义，包括情感语义、场景语义和行为语义等，并且指出了情感语义是图像的最高语义^[12]。见图1。



此外，我国学者王惠锋和孙正兴提出了“面向对象图像模型”^[13]，他们将图像整体作为包含各种属性和特征的对象，并认为组成图像的各个部分也可以看成具有自身属性和特征的独立对象，对象所有属性和对象之间的存在关系构成了完整的图像描述，并指出图像的情感语义的主观性，且简要介绍了艺术图像中的情感语义研究。虽然这些图像语义模型各不相同，但是共同指出了图像中的客观内容信息和主观内容信息，并且在主观内容信息中存在着与人紧密相关的主观情感体验（情感语义），这成为了图像情感检索研究的出发点。

2.1.2 图像情感模型 基于情感的图像检索研究的首要及核心问题就是如何建立图像情感模型，用以定性或定量描述图像情感信息。我国学者王上飞将这一任务描述为“定义用户情感信息的描述方式，即用户用来表达心理的形容词在计算机中的处理和表达方式”^[2]，Stefanie 和 Wolfgang 则称之为“建立基于大量情感语义标签数据集的情感标引和检索系统”^[9]。实质上图像情感模型研究的任务就是讨论图片情感基调及分类影响，建立一个合理的图像情感描述框架。

图像情感模型的构建主要基于情绪心理学中的两个理论，分别是基本情绪理论和情绪维度理论。基本情绪理论

认为,基本情绪或分立情绪在人类中是普遍存在的,包括兴趣、高兴等基本积极情绪,以及悲伤、愤怒、厌恶和恐惧等基本消极情绪。与基本情绪相对的是复合情绪,它包括情绪的各种变化及混合情绪,随着个体认知的成熟而逐渐发展,并随着文化的不同而变化。而情绪维度理论认为,核心情绪在大脑中是连续的,由快感(愉悦—非愉悦)和唤醒(激活—非激活)两大维度混合而成。目前图像情感模型研究尚处于起步阶段,研究大多直接借鉴了上述两个理论的研究成果,如Stefanie和Wolfgang利用Ekman提出的6种基本情绪理论建立情感描述框架“滚动条”^[9];ImageCLEF会议采用了Russell提出的二维情绪理论构建二维情感模型用以对图像进行情感标注^[14];我国学者王上飞等则借鉴了Mehrabian建立并细化的三维情绪理论构建了基于“维量”思想的人工情感模型^[15];上述3个情感模型使用的情感标签统计见表1。

表1 情感标签统计

模型	覆盖的情感类型(情感标签)	
滚动条	高兴、愤怒、悲伤、厌恶、恐惧	
二维情感模型	兴奋(热情洋溢)、得意(高兴)、宁静(满足)、温和(镇定)、疲倦(昏睡)、悲伤(沮丧)、烦躁(苦恼)、紧张(战战兢兢)	
人工情感模型	风景图像	时尚图像
	可爱的一讨厌的 美丽的一丑陋的 和谐的一不协调的 浪漫的一平淡的 舒适的一不安的 热情的一冰冷的 温和的一冷静的 鲜明的一迟钝的 柔软的一坚硬的 整齐的一杂乱的 清晰的一暗淡的 安静的一狂躁的 感人的一乏味的 宽广的一狭窄的 无忧无虑—抑郁压抑 变化无常—简单统一 至关重要—不值一提 暖色—冷色	含蓄盲从—热情洋溢 形式主义—创新活泼 青涩—显眼 低调—时尚 畅快—厚重 多样—简洁 柔和—干练 理智—野性 神秘—快活 成熟—稚嫩 熟悉精干—高贵华丽 冗长乏味—清秀标致 华而不实—优雅讲就 冷静—热情

由此可见,在滚动条和二维情感模型中,学者们仅使用数种基本情绪或核心情绪建立图像情感模型,对图像情感进行简单分类,然而基于情感的图像检索研究的实际要求是,希望将基本情感类型细化到具体的情感语义层次(如某个形容词)和更加难以区分的复杂情感,以至于可以实现更加精细的情感检索。在人工情感模型中,研究者

则采用了多对情感标签建立情感描述框架,但是它无法体现基本情绪与复杂情绪的内在联系,并忽略了多对情感标签之间的覆盖性。故研究图像基本情绪与复杂情绪(混合情绪)的关系,实现基本情绪到复杂情绪的过渡,建立覆盖基本情绪和复杂情绪的情感主题词表,这将是图像情感模型研究进一步发展的一个重要目标。此外,不同情感之间是否存在联系,情感标签之间的覆盖性也将是图像情感模型研究的重要内容。

2.2 图像情感标注研究

图像情感标注是建立基于图像情感的信息检索系统的重要组成部分,是通过科学的方法为图像所蕴含的情感进行分类和标引,以反映人们对该图像的真实感情或印象,揭示图像包含的情感信息。当前的图像情感标注研究主要集中于一个模型的讨论和两种方法应用,一个模型是指建立图像情感模型(或者说图像情感描述框架),两种方法是指基于人类认知的手工标引及社会标注方法、基于图像内容的自动标注方法。上文已对图像情感模型进行了详细论述,此节将重点阐述图像情感标注的两种方法。

2.2.1 基于人类认知的手工标引及社会标注方法

图像情感的手工标引及社会标注都是基于人类认知的图像标注方法,它建立在人对客观事物的主观认知之上,利用人的智力为图像情感分配高层次的描述符号。毫无疑问这种形式非常符合人类的真实认知,其标引结果往往很精确,手工标引和社会标注的区别在于,手工标引依靠专家知识而社会标注则利用大众反馈。

现阶段国内尚未开展这方面的研究,国外研究主要关注于图像情感的基本分类和科学测定方法研究,一些专家正积极地探讨这一问题,他们通过设计心理学实验,在确定情感受控词条件下,基于有限数量的测试者的情感认知,对小数据集的图像进行情感分类标注,例如美国佛罗里达大学的国际图像情感系统^[16]。考虑到手工标引既费时又费力,这种由组织专业测试人员对图像资源进行手工标注的方式根本无法应用于互联网上数以亿计的图像资源^[17],因此一些研究人员开始思考将社会标注应用于本领域中,他们提出了两种标注形式——社会标签和滚动条。至今已有一些学者讨论了将社会标签应用于网络图像资源描述的可行性^[18],并且也存在着相应的商业应用(Flickr:一个允许用户给图片增加标签,并以此方式浏览的商业网站)。社会标签反映了用户真正所使用的描述语言,允许多重解释,是一种非常廉价的标引模式,但是社会标签同样存在着一些问题,例如因缺乏受控词汇导致的精度缺失,存在用户自定义的特殊标签以及错误的关键词,并且社会标签难以定量地描述图像情感的强度。为了解决图像情感强度标注问题,Stefanie和Wolfgang将滚动

条标注形式引入了图像情感标注中,该方法从一定程度上解决了图像情感强度的标引问题,但是正如他们文章的结尾所说,他们的研究仅仅使用5种基本情感标签和30张图片,通过描述性语言展示了3个案例研究,还有许多问题尚未得到讨论。综上所述,当前基于人类认知的图像标注方法主要有3种:受控词表手工标引、社会标签、滚动条,其差异主要体现在适用范围、标注精度、情感定量化3个方面,具体内容见表2。

表2 基于人类认知的图像标注方法对比

方法	适用范围	标注精度	情感定量化
受控词表手工标引	小规模图像集	高	不可定量化
社会标签	网络大规模图像集	低	不可定量化
滚动条	网络大规模图像集	较高	可定量化

2.2.2 基于图像内容的图像情感自动标注研究 基于图像内容的图像情感自动标注这一方式延续了基于内容的图像检索的研究思路,是基于语义内容的图像标注和检索研究的分支领域,其目的是使计算机能够自动分析图像所包含的情感语义,即图像特定视觉特征为人们带来的情感反应,并为其分配最合理语义标签。目前图像检索和计算机视觉领域的学者正在积极地研究这一问题,对于图像情感的认知,他们与艺术家们保持一致——“不同物体的颜色、形状、纹理等在感觉的作用之下能够让人产生不同的心理感受,物体的形态通过主体的视觉可以驱使情感显现,比如喜欢、讨厌、平淡等心理感受”^[19]——他们普遍认同特定视觉特征和图像情感之间存在对应关系。图像情感自动标引的主要思路就是从大规模的图像样本中自动学习图像情感语义模式,即特定视觉特征和图像情感之间的对应关系,并使用这些模式为新的图片添加情感类标签,达到使用情感关键词检索图片的目的。因此图像情感自动标引研究深受计算机视觉、机器学习和数据挖掘研究的影响,主要包含两大方面:图像情感特征提取、图像情感语义学习(图像情感语义标注)。

1) 图像情感特征提取的核心内容是定义图像的感性特征(图像元数据),即抽取图像中较容易引起用户情感变化的特征。当前的图像情感特征提取主要借鉴了基于内容的图像检索研究中的特征提取方法,集中在对图像底层视觉特征(颜色、纹理、形状、空间信息)的抽取与理解,其本质是认为颜色、纹理、形状、空间信息这些低层视觉特征是引起用户情感变化的主要因素。目前的相关研究有, Hayashi 等以颜色直方图为图像情感特征,建立了色彩与情感词之间的映射^[20]; Dai 通过分析图像的 HSV 颜色分量的灰度共生矩阵里的纹理参量,发现了纹理对5种情感的影响^[21]; Colombo 等人借鉴 Johannes 关于艺术

绘画中线条、颜色、形状所表示的语义理论,运用多个规则、关系与逻辑运算实现了图像的底层视觉特征到高层图像表现特征的推理,并建立了相关表现特征对与图像情感语义之间的映射推导机制^[22]。

2) 图像情感语义学习/标注的关键在于统计模型或者机器学习算法的应用与改进,使用机器学习算法的图像标注又称为基于二元分类器的单标签标注,包括支持向量机、人工神经网络、决策树;使用统计模型的图像情感标注主要是基于贝叶斯模型的多标签标注,包括无参数模型和参数模型两种。目前的相关研究有, Michel 等利用支持向量机作为分类器,对自然风景图像进行情感识别,取得了一定成果^[23]; 王上飞等采用支持向量机算法建立图像内容和其所表达的情感语义之间的联系,实现了服装和风景图像的情感检索,取得了较好的实验结果; 王宝志选择 BP 神经网络作为情感识别器构造了一个情感识别原型系统,并进行了实验验证。当前国内外相关研究主要集中于探索合适的机器学习和人工智能高级算法挖掘图像视觉特征与情感的对应关系,实现对图像情感进行计算机自动标注^[24-26]。然而这种仅仅依靠颜色、纹理、形状分布来进行图像情感的自动识别是异常困难的。目前这种方法仅适用于人脸图像^[27]、服装图像^[28]、风景图像^[29]的情感识别标注,后两种图像的识别标注效果依然不尽如意,由此看来,已有的自动标注算法使用都不广泛,并且存在很多不足。

2.3 基于情感的图像检索系统研究

基于情感的图像检索研究最主要的任务就是建立基于图像情感的信息检索系统,令图像检索系统能够处理带有情感信息的检索式,并返回满足用户情感需求的检索结果。本质上就是要研究合理的情感模型以划分图像情感类型,探索科学的计算模型计算用户情感表达与情感类型的关系及情感类型与图像内容特征的关系,实现用户情感表达(带有情感信息的检索式)与图像内容特征的映射。在基于情感的图像检索系统研究中,用户情感表达与情感类型、情感类型与图像内容特征这两个映射系统是基于情感的图像检索系统的关键,以下给出一般系统总体结构,见图2。目前国内外已有一些研究对基于情感的图像检索系统进行了探索,如中国科学技术大学的情感信息检索系统、Yunhee 等建立的纺织图像情感自动标引和检索系统、黄崑和赖茂生设想的基于感性特征的图像检索系统^[30],以下对上述3个系统进行简要概述。

1) 情感信息检索系统。在图像内容特征提取上,针对风景图像提取颜色、形状、灰度分布为图像的感性特征,针对服装图像则将款式、长短、类型、门襟、面料、纹理、装饰、领、袖定义为图像元数据;图像语义学习/

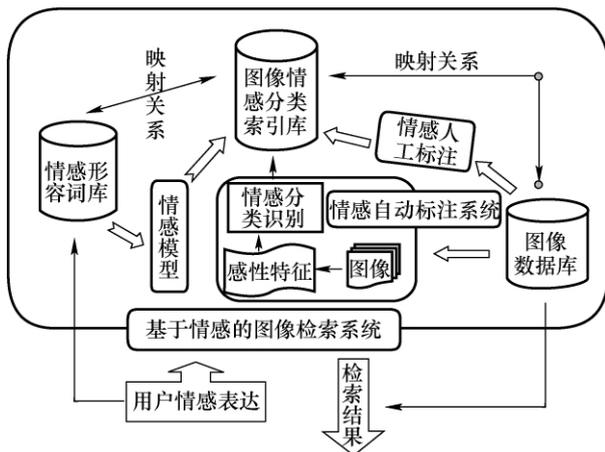


图2 基于情感的图像检索系统框架

标注算法上则采用了支持向量机实现了图像内容特征到图像情感的映射,根据图像内容特征的相似性自动为未标注的图像添加情感注释;并且利用可视化交互式遗传算法不断修正用户个性化情感模型,实现了个性化的情感检索。

2) 纺织图像情感自动标引和检索系统^[31]。在图像内容特征提取上,一是通过图像处理提取图像的颜色特征,构建图色彩原型(Color Prototype)作为计算图像情感的感性特征。二是利用小波变换提取图像的纹理特征作为感性特征,在图像情感分类标注上分别采用了K-means聚类算法、朴素贝叶斯分类器和多层感知器学习算法对图像进行情感分类,并实现图像感性空间到用户情感空间的映射。

3) 基于感性特征的图像检索系统。在图像内容特征提取上,该系统认为应综合考虑图像颜色、形状和纹理等多种因素,同时提取这些内容作为图像的感性特征,并通过分配权重的方式突出这几种感性特征对图像情感的影响。该系统仅提到可采用线性映射的方法来实现图像特征空间到图像情感空间的映射。此外系统考虑到用户情感的共性与特性,提出了在共性检索的基础上,通过相关反馈技术实现个性化检索。

纵观上述系统研究可知,当前的系统研究主要集中在对第二个映射的探索上,即对情感类型与图像内容特征的关系的探索,各个系统的主要差异在于图像感性特征和图像语义标注算法的选取。对于系统其他部分的讨论较少,特别是缺乏对用户情感表达与情感类型的映射关系的研究,这导致了系统难以充分理解用户的情感需求,不利于实现用户个性化检索。因此,下一阶段的系统研究应当围绕系统第一个映射展开,即着重研究用户情感表达与情感类型的关系,重视用户情感表达的特点和规律,建立动态的情感形容词库和情感计算模型,实现用户情感表达与图

像情感分类索引的无缝映射。其次,图像情感不仅与图像底层视觉特征相关,更多的受图像高层语义的影响,因此可考虑使用图像语义内容代替图像底层视觉特征作为图像的感性特征,挖掘图像语义内容与情感的对应关系。此外,不规范的用户情感表达使得基于情感形容词的情感计算模型不再适用,用户时常使用个性化的检索式表达情感需求,因此需要建立针对用户个人的情感词表(包含用户使用的非情感词汇),通过检索反馈探索用户使用的非情感词汇与情感词的共生关系,实现用户的个性化情感检索。

3 结束语

基于情感的图像检索研究是基于语义的图像检索中的最高层语义研究领域,它体现了当前图像检索研究方向从客观内容层次向主观体验层次的转变,其主要研究内容包含图像情感信息研究、图像情感标注研究、基于情感的图像检索系统研究3个方面,主要涉及图像语义模型、图像情感模型、图像情感标注方法和图像情感检索系统结构等核心元素。

当前的图像语义模型从认知的角度阐释图像的意义,分解图像的内容,为计算机模拟人类认知理解图像深层语义奠定了基础。在图像的情感模型研究方面,当前研究直接借鉴了心理学的研究成果,因此需要针对图像情感的特殊性,更进一步地探讨合理的情感模型,建立科学的图像情感描述框架。在图像情感标注方法研究上,结合自动标注和手工标注的混合标注方法将是提高标注准确率的有效途径。对于系统研究而言,需要充分考虑到用户在系统中的独特作用,完善系统的各个部分,并将情感检索能力推广到更广泛主题的图像资源。总而言之,基于情感的图像检索研究尚处于起步阶段,关于图像情感的定量化表达方式还需要进一步的探索,开发更具实际意义的图像情感标注技术也十分必要,建立基于情感的图像检索系统也是一个亟待研究的问题。□

参考文献

- [1] CHEN H L, RASMUSSEN E M. Intellectual access to images [J]. Library Trends, 1999, 48 (2): 291-302.
- [2] 王上飞, 王煦法. 图像情感检索研究的进展与展望 [J]. 电路与系统学报, 2005, 10 (4): 102-110.
- [3] EAKINS J P. Automatic image content retrieval—are we getting anywhere [R] // Proceedings of the Third International Conference on Electronic Library and Visual Information Research. Milton Keynes: De Montfort University, Aslib, 1996: 123-135.
- [4] 黄崑, 赖茂生. 以用户情感为线索的图像检索研究 [J].

- 情报科学, 2006, 24 (9): 1395-1399.
- [5] NEWHAGEN J E. TV news images that induce anger, fear, and disgust: effects on approach-avoidance and memory [J]. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 1998, 42 (2): 265-276.
- [6] LEE H J, NEAL D. Towards Web 2.0 music information retrieval: utilizing emotion-based, user-assigned descriptors [C] // *Proceedings of the 70th Annual Meeting of the American Society for Information Science and Technology*. NY, USA: Inc. Armonk, 2007: 97-124.
- [7] SALWAY A, GRAHAM M. Extracting information about emotions in films [C] // *Proceedings of the 11th ACM International Conference on Multimedia*. New York, NY, USA: ACM, 2003: 299-302.
- [8] GOETZ E T, SADOSKI M, STOWE M L, et al. Imagery and emotional response in reading literary texts: quantitative and qualitative analyses [J]. *Poetics*, 1993, 22 (2): 35-49.
- [9] STEFANIE S, WOLFGANG G S. Collective indexing of emotions in images: a study in emotional information retrieval [J]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2009, 60 (5): 863-876.
- [10] PANOFSKY E. *Studies in iconology: humanistic themes in the art of the renaissance* [M]. New York: Westview Press, 1962: 14-16.
- [11] SHATFORD S. Analyzing the subject of a picture: a theoretical approach [J]. *Cataloguing & Classification Quarterly*, 1986, 6 (3): 39-62.
- [12] EAKINS J P, GRAHAM M E. Content-based image retrieval [R] // *Technical Report JTAP-039, JISC Technology Application Program*, Newcastle upon Tyne, 1999: 22-25.
- [13] 王惠锋, 孙正兴. 语义图像检索研究进展 [J]. *计算机研究与发展*, 2002 (5): 513-523.
- [14] RUSSEL J A. A circumflex model of affect [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1980, 39 (6): 1161-1178.
- [15] 王上飞, 王煦法. 基于“维量”思想的人工情感模型 [J]. *中国科学技术大学学报*, 2004 (1): 83-91.
- [16] LANG P J, BRADLEY M M, CUTHBERT B N. International affective picture system (IAPS): a affective ratings of pictures and instruction manual [R] // *Technical Report A-8, University of Florida*, Gainesville, FL, 2008: 1-12.
- [17] GOODRUM A A. Image information retrieval: an overview of current research [J]. *Informing Science*, 2000, 3 (2): 63-67.
- [18] DYE J. Folksonomy: a game of high-tech (and high-stakes) tag [J]. *E-Content*, 2006, 29 (3): 38-43.
- [19] 易晓. *现代构成艺术* [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2000: 67-70.
- [20] HAYASHI T, HAGIWARA M. Image query by impression words-the IQI system [J]. *IEEE Trans on Consumer Electronics*, 1998, 44 (2): 347-352.
- [21] DAI Ying. Intention-based image retrieval with or without a query image [C] // *Proceedings of the 10th International Multimedia Modeling Conference*, DC, USA: IEEE Computer Society Washington, 2004: 26-32.
- [22] COLOMBO C, BIMBO D, PALA P. Semantics in visual information retrieval [J]. *IEEE Multimedia*, 1999, 6 (3): 38-53.
- [23] BOATO G M, GIACOMA D, ZONTONE P. Emotion based classification of natural images [C] // *Proceedings of the International Workshop on Detecting and Exploiting Cultural Diversity on the Social Web*. NY, USA: ACM New York, 2011, 17-22.
- [24] CHO S B. Emotional image and musical information retrieval with interactive genetic algorithm [J]. *Proceedings of the IEEE*, 2004, 92 (4): 702-711.
- [25] CHO S B, LEE J Y. Advanced signal processing technology by soft computing [M]. [S. L.]: World Scientific Pub Co Inc, 2001: 225-239.
- [26] DATTA R, JIA Li, WANG J Z. Algorithmic inferencing of aesthetics and emotion in natural images: an exposition [C] // *Proceedings of 15th IEEE International Conference*, IEEE Press, 2008: 105-108.
- [27] FASELA B, JUERGEN L. Automatic facial expression analysis: a survey [J]. *Pattern Recognition*, 2003, 36 (1): 259-275.
- [28] YUNHEE S, YOUNGRAE K, EUN Y K. Automatic textile image annotation by predicting emotional concepts from visual features [J]. *Image and Vision Computing*, 2010, 28 (3): 526-537.
- [29] TANAKA S, INOUE M, ISHIWAKA M, et al. A method for extracting and analyzing kansei factors from pictures [C] // *IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, IEEE Press, 1997: 251-256.
- [30] 黄崑, 赖茂生. 感性工学及其在图像检索中的应用 [J]. *现代图书情报技术*, 2006 (5): 31-35.
- [31] YOUNGRAE K, YUNHEE S, SO-JUNG K, et al. EBIR: emotion-based image retrieval [C] // *Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics*, IEEE Press, 2009: 1-2.
- 作者简介: 陆泉, 男, 1975年生, 博士, 副教授, 硕士生导师。研究方向: 网络信息检索理论与信息服务系统, 信息服务与用户研究等。
丁恒, 男, 1988年生, 硕士生。研究方向: 信息检索, 信息服务。
- 收稿日期: 2012-09-12