

基于 Mpeg-7 的图像多层次语义知识库的构建

刘小瑞 郭浩 李海芳 陈俊杰

(太原理工大学计算机科学与技术学院 太原 030024)

摘要 针对当前图像库存在的图像语义内容不完整、缺乏统一描述标准、图像存储独立于 DBMS 而无法保证数据安全等问题,融合图像颜色、纹理、形状等低层特征、中层对象及高层情感,确定了图像库的内容框架;在修改并扩展 Mpeg-7 的基础上提出了基于 Mpeg-7 的图像多层次语义描述框架,并采用 ORDB 多媒体数据库实现技术在 Oracle9i 中实现了一个拥有 188 幅图像的多层语义图像库。理论分析和实验结果表明,该图像库具有自身独特的优越性。

关键词 图像语义,个性化情感,Mpeg-7,ORDB,图像库

中图分类号 TP311 **文献标识码** A

Construction of Multi-layer Semantic Image Database Based on Mpeg-7

LIU Xiao-rui GUO Hao LI Hai-fang CHEN Jun-jie

(College of Computer Science and Technology, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract The study addressed the problems of present image database with incomplete image semantics, no-unified content description standard and no security, in which images is independent of DBMS. The content architecture of image database was determined with lower features such as color, texture, shape etc, middle object and higher emotion. The Mpeg-7 based multi-layer semantic description framework was proposed because of the modification and expansion of Mpeg-7. A multi-layer semantics image database with 188 images was established using ORDB multi-media database implementation techniques in Oracle9i. Theoretical analysis and experimental results shows the distinctive superiority of the image database itself.

Keywords Image semantics, Personalized emotion, Mpeg-7, ORDB, Image database

1 引言

科学技术日新月异,信息爆炸日益凸显。近些年,Internet 上海量的多媒体图像引起了人们的普遍关注。

作为特殊的知识承载方式,图像直观、清晰,“one picture is worth ten thousand words”^[1],可谓“百闻不如一见”。研究表明,颜色、纹理和形状是图像的重要视觉特征^[2,3]。图像中蕴涵着对象^[3]、事件、行为等客观语义知识,同时,图像还能激发人的主观情绪体验^[4],产生高兴、愤怒等情感。

图像语义复杂、划分多样,一般为:低层特征层、对象语义层、抽象语义层^[2]。低层描述图像颜色、纹理和形状,研究比较成熟,有标准的 Mpeg-7 描述符;对象层描述对象及其关系和场景,目前已能自动识别个别对象,Mpeg-7 定义了 Object DS 却并未标准化具体的描述符,对象描述仍极具挑战;情感语义^[2,3]为最高层的图像语义,是个崭新的研究课题,其描述各异、无统一的标准可循。图像语义并不是孤立的,但当前图像语义研究参差不齐,尚未形成一个统一的研究体系和描述标准。

当前图像资源库均针对不同应用,内容层次单一且描述

过于简单,侧重库中实例数量而缺乏内容的完整语义描述。此外,目前图像库大多采用传统文件系统和关系数据库相结合的方式^[1],严格意义上并非图像库,数据管理和维护不易,安全性无法保障。比如,中国人人耳图像库^[5]重点从光照、拍摄角度、遮挡等角度实现人耳数据标准化;中国植物图像库^[6]的植物图像及其说明等相关信息以冷藏胶片及磁盘阵列方式存储;IAPS^[7]和 CAPS^[8]情绪图片库仅含 PAD 情感,缺乏对其他模型的支持,图片存放于文件夹中,而其情感描述则记录在文档中;公共图像库 Corel^[9]的图像以不同的主题保存在 CDs 中,其主要用于基于内容的图像检索,但不同图片子集间难以比较。近年来,世界上首个按男女服装颜色、面料、款式分类的服装情感图像库^[10]重在探索服装及人类情感间的关系。而且,无论是图像情感还是图像检索的研究,其模型和方法的验证很大程度上依赖于研究者自己寻找资源素材而缺乏标准的、公认的资源库^[2,11,12],其验证结果难以进行横、纵向比较,研究也黯然失色。

本文针对以上问题,做了以下工作:第一,确定了低层特征、中层对象和高层情感相结合的图像内容描述体系及各语义层相应的描述内容和方法;第二,以受限领域为对象,坚持

本文受国家自然科学基金(60970059,61170136),山西省自然科学基金(2010011020-2,2011011015-4)资助。

刘小瑞(1986—),女,硕士生,CCF 会员,主要研究方向为数据库与智能信息处理,E-mail:lxr_29521@163.com;郭浩(1981—),男,博士生,讲师,主要研究方向为智能信息处理;李海芳(1963—),女,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为智能信息处理;陈俊杰(1956—),男,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为数据库与智能信息处理,E-mail:chenjj@tyut.edu.cn(通信作者)。

多模态、个性化情感理念,在扩展 Mpeg-7^[13]的基础上提出了图像多层次语义的 Mpeg-7 描述框架;第三,采用 ORDB 技术在 Oracle9i 中实现了一个 188 幅以颜色为低层特征,包含 PAD、Ekman 和正中负情感的具有多层语义的狗类图像库;第四,理论分析及实验验证了库的内容、框架和实现技术的正确性、优越性。

2 图像知识库的构建思想

一幅幅绚丽的图像见证一个个精彩的瞬间,图像直观、清晰、一目了然,而“千言万语”尽在其中。

颜色、纹理和形状是图像重要的视觉特征;对象、事件、行为是图像的重要语义内容,是其所记录知识的浓缩;而图像情感是图像客观属性同人的主观认识相碰撞的火花,是开启图像“语义鸿沟(semantic gap)”^[14]问题的一把钥匙。

图像情感是指图像激发人们所产生的感觉、印象、情绪甚至情感等主观体验。它通常受图片色彩、纹理、形状、图片表现的事物本身及个人知识背景、个性因素的影响,既具有一定时期、一定群体评价的共性特征,又体现群体内的个体差异^[14]。

低层特征、对象及情感是图像的不同层面,但它们并不是孤立的,只有有效结合才能产生“百闻不如一见”的震撼。然而它们各自独立、研究进展各异,并未形成一个完整的内容体系,尤其在语义层缺乏统一的描述标准。目前图像大多存储于文件系统,并非真正的图像库。

本课题中图像知识库内容描述层次如图 1 所示。

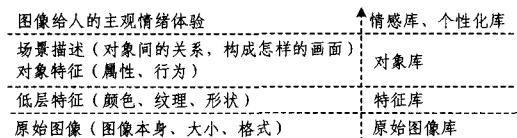


图 1 图像知识库内容层次

原始图像库存储图像及其物理属性;特征库存储 Mpeg-7 标准化的图像颜色、纹理和形状特征的特征矩阵;对象库存储对象的属性和行为、对象间关系及场景,对象可识别却无具体的描述方案,鉴于对象的复杂性,本课题遵循一定的标准描述

单对象——狗来进行初步探索;情感复杂、难以捉摸且因人而异,其研究融合多学科、多领域,多种模型各有千秋且尚无衡量优劣的标准^[15,16],情感库以应用较广的经典模型“多视角如实记录”图像公共情感,而个性化库则体现不同性格、不同知识背景等个性因素的人在情感体验上的差异和倾向性。

本课题将以此为核心建立图像多层次语义的 Mpeg-7 描述框架,选择适当的多媒体数据库技术实现,并分析验证库的设计和实现的合理性与优越性。

2.1 图像的 Mpeg-7 描述框架

Mpeg-7,多媒体内容描述接口(Multimedia Content Description Interface),为多媒体内容描述提供了标准框架,由 ISO 国际标准化组织制定,于 2001 年正式成为一个国际标准^[3,13]。

Mpeg-7^[13]从功能上分为内容组织、内容管理、内容描述、导航 & 访问、用户交互及基本元素。内容描述(Content Description)描述可为人感知的信息,包括 Structure 和 Semantic;结构上以 Segment DS 为核心描述其物理和逻辑信息,其中 StillRegion 描述静态区域的基本结构和特征,有相应的视觉特征和描述符, SpatialRelation 包含 Direction 和 Topology 关系; SemanticBase 包括 Object、Event、Concept、SemanticTimes 和 SemanticPlace,是语义描述的重点, SemanticRelation 描述各语义实体间的关系; SemanticBase 与 Direction 和 Topology^[17,18]结合可完整地描述对象内容。内容管理(Content Management)描述不能被直接感知的信息,如作者、格式等内容。用户交互(User Interaction)描述用户的偏好(User Preference)和使用历史(Usage History),内容描述与用户偏好相结合可使得内容描述更具个性。

作为多媒体,图像内容描述应遵循既定的通用标准 Mpeg-7,而图像自身的特点又注定其内容描述的特殊性。本文对 Mpeg-7 进行了扩展和修改,提出了图 2 的图像多层次语义的 Mpeg-7 框架,点划线为修改部分,虚线为新增内容。其中,对 Topology 关系做了图 3 所示的修改,简化后可避免对象间拓扑关系描述出现不一致。因 RCC-8 划分太细, if $O_1 \subset O_2$, then $O_2 \supset O_1, O_1 \cap O_2 = O_2 \cap O_1$ 。

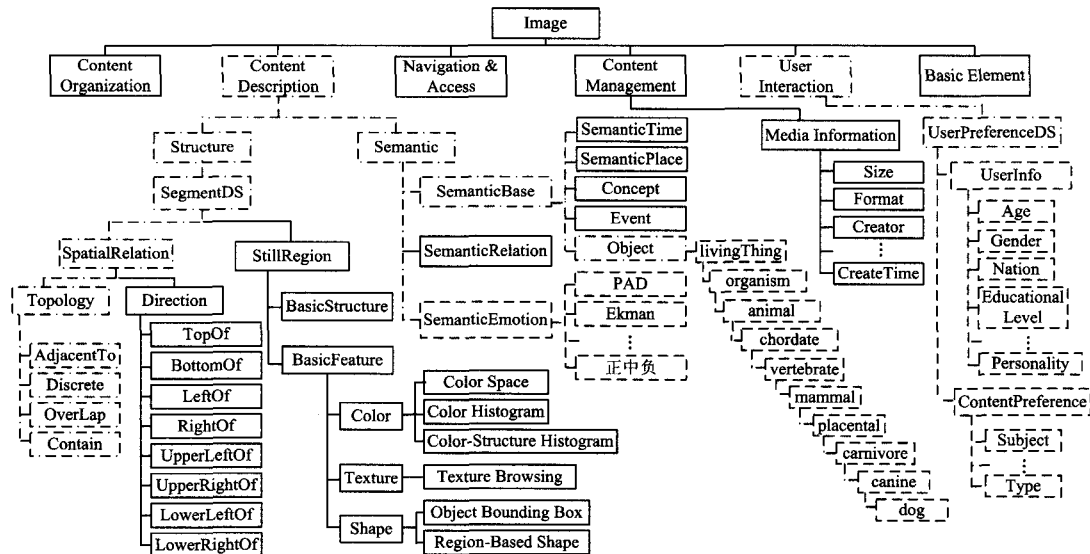


图 2 图像多层次语义的 Mpeg-7 框架

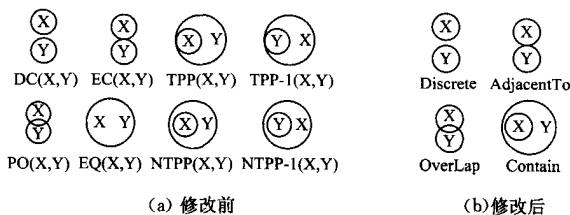


图3 Topology图

2.2 图像底层特征

底层特征包括颜色、纹理和形状,其研究已相当成熟,广泛应用于图像检索、图像特征提取中,其描述也已标准化。鉴于该层同一特征的不同描述可相互转换,本文选取 Mpeg-7 中常用、经典的部分描述符,颜色空间、直方图及结构直方图描述颜色;纹理浏览可描述图像的粗糙度、方向感;对象边界区域及基于区域的形状适于描述形状。它对应图 2 中 Content Description 的 Structure 下的 BasicFeature。

2.3 图像对象

对象是图像的重要部分,是图像各语义内容之间的纽带,其属性和行为及多对象间的交互蕴含着丰富的知识。其研究涉及对象识别和对象描述,目前已可自动识别对象,而如何描述它却极具挑战;况且对象种类众多、属性各异、难以标准化,是内容描述的难点。本文针对具体动物——狗,依据 Word-Net 中 dog 的概念层次扩展图 2 中 Object 节点,并以世界犬业联盟 FCI 行业标准^[19]为依据结合图像特点及本体思想提出了图像中 Dog 的描述内容以探讨对象描述的方法,如表 1 所列。

表 1 狗类对象描述内容

属性			备注
一级	二级	三级	属性描述内容及其说明
整体外观 General Appearance			描述狗的整体外观 (包含体格、外貌、表情等内容)
头 Head	头骨 CranialRegion		描述狗头部骨架情况,平坦、凹陷或凸起
	面部 FacialRegion	鼻子 Nose	颜色、鼻孔大小、鼻梁
		嘴 Lips	面部皮肤(赘肉、紧致光滑)
		眼睛 Eyes	描述嘴的状态(张开、紧闭)
	耳朵 Ears	大小、形状、颜色、状态(竖起、耷拉)、毛发(颜色、长短、状态)	
颈 Neck			描述脖子长短、毛发、曲线、皮肤(赘肉)
躯干 Body			描述背线(直、弧度)、背部的整体外形
尾巴 Tail			描述尾巴长短、毛发(颜色、长短、状态)、状态(翘起、自然下垂、卷曲)、粗细
四肢 Limbs	前驱 ForeQuarters	前腿 FrontLegs	描述前腿、后退的上下大腿,包括腿的长短、粗细、腿部曲线、肌肉、毛发
		后驱 HindQuarters	
		上大腿 UpperThigh	
		下大腿 LowerThigh	
状态 States	属性状态 PropertyStates		描述其属性状态,包括正常的、伤残的、尸体的、装扮的……
	行为状态 BehaviorStates		描述其行为状态,包括咆哮的、睡着的、卧着的……

2.4 图像情感

图像情感是图像所激发的人的情感,是人看到图片时的喜怒哀乐的内心感受。它既表示态度上相对稳定的情感评价,也体现情绪强度、稳定性与持久性,以及同样刺激下产生某种情绪的倾向性^[20]。

2.4.1 情感描述

情感研究多学科交叉,范畴观、维度观^[15]各有优劣,心理学 PAD^[15]、情感计算 OCC^[16]及 Ekman 分类经典,但没有一种通用的模型能够完美地表达情感。本文提供 6 种模型 8 种方法,多视角描述情感:用心理学 9 点量表表示^[15] PAD 愉悦度 P 、激活度 A 和优势度 D 的强度;Ekman 则用不同文化传统间差异很小的高兴、愤怒、厌恶、恐惧、悲伤和惊奇表示^[16];正中负结果是正、中或负。情感描述对应图 2 中的 SemanticEmotion,可从 PAD、正中负等角度同时描述一幅图像的情感,以支持不同研究领域、不同需求的应用。

2.4.2 个性化情感

共性情感代表一幅图像所引发的最多、最一般的情感体验,而不同的人甚至同一个人不同时期和情景对同一图片的感受不尽相同,情感具有明显的个性特征。它同年龄、性别、教育、性格等因素息息相关,某种个性的人对某类图片必然有他独特的感受。情感计算也研究个性化情感建模。本文个性化情感则描述一定年龄、性别、教育背景、民族、性格的人对一定内容(动物/植物/风景)和类型(可爱/血腥/滑稽/秀美)的图片的情感偏向(程度偏高还是低,更倾向于高兴、恐惧或厌恶……)。图 2 中 SemanticEmotion 和 UserPreferenceDS 共同描述图像情感,表 2 列出了情感个性的描述方案。性格依据大五人格(OCENA)^[21],从外倾性、神经质、开放性、随和性和尽责性 5 个方面描述。

表 2 UserPreference DS 描述内容

描述方案	描述符	备注
UserInfo (用户信息)	Age(年龄)	描述与图像相关的人的信息
	Gender(性别)	
	Nation(民族)	
	EducationLevel (受教育程度)	
Content Preference (内容偏好)	Personality(性格)	描述人对图像的个人偏好
	Subject(主题)	
	Format(格式)	
	Type(类型)	

3 图像知识库的实现

3.1 数据库技术

为方便数据的组织管理,关系数据库(RDB)继层次和网状结构之后发展成熟并广泛应用,成为数据库的主流^[22]。它简单、易用、易扩展,有强大的功能。但新型数据的出现使其面临巨大挑战:第一,数据类型和长度受到限制,原子属性无法直接描述复杂对象^[22];第二,“表+图像文件”的存储方式安全性弱、维护不易,并非真正的图像数据库系统^[23]。

多媒体数据库(Multimedia Database)是多媒体技术与数据库技术相结合的一种新型数据库,其实现方法有关系型的扩展、对象-关系数据库(ORDB)、面向对象数据库(OODB),其中 ORDB 是多媒体数据库的主流^[22]。本文采用 Oracle9i 对象关系数据库实现数据库设计结构的物理实现。

3.2 数据采集整理

目前本文低层针对颜色在 VC6.0 和 OpenCV 下以经典直方图算法将 HSV 空间量化 72bins 得到每幅图像的颜色矩阵;对象层培训 6~7 人按照确定的狗类内容描述标准进行属性标注;情感数据的采集处理相当严格,需要心理学、情感计算和统计学知识^[8]。本文设计 PAD、Ekman 和正中负的 e-prime 实验,206 张刺激图片中 18 张重复,对 19~21 岁无明显疾病、无色盲、视力或矫正视力正常的 60~70 名大学生男女各半进行实验;SPSS 处理^[8]数据:1) 剔除无效数据;2) 依据相关系数过滤数据;3) 对每幅图片,用 $\pm 3\sigma$ 及众数过滤掉被标记次数超过阈值的被试数据;4) 进一步处理得到每幅图像在各模型下的共性情感。个性情感将在前 3 步获得有效数据后结合性别、年龄、民族,由本实验 25 * 5 的性格量表^[21]得到的个性及图像类型聚类得到。

3.3 应用 ORDB 在 Oracle9i 中的实现

Oracle9i 是 ORDB,它在 Oracle8 之上增强了对 UDT 的支持,用二进制大对象 BLOB 直接存储图像、声音文件,使得这些对象受到数据库的约束和保护^[23,24]。

对 BLOB,先通过 Oracle 内置函数 empty_blob() 插入一个空 Lob 获得空 lob locator BlobLocator,再 select Image into BlobLocator for update 锁定记录,进而更新数据。Oracle9i 中类型可以相互嵌套形成更复杂的类型,object 为 UDT 的一种,用 create type object_name as object 创建并可通过存储过程指定其上的操作。它具有传统 RDB 的优势,还能实现对对象数据的封装、隐藏,安全性更高。

该图像库内容多、类型复杂,传统 RDB 要将数据分解为原子属性来存储,封装成“对象”显示,处理不便。本文应用 ORDB 技术直接存储图像和“对象”,使其更具优越性。

4 库的分析验证

该图像库结合多方面的内容及技术,具有自身独特的优越性:



图 4 多层次图像内容检索结果

1) 语义内容较丰富、全面、可扩展,个性化情感更添亮点,应用上提供多模态、灵活的方式满足个性化需要,如图 4 所示。

2) 以 Mpeg-7 为基础,易于推广和扩展。

3) object 描述复杂数据更清晰、易理解,从数据库 select “对象”更简单方便,以 BLOB 形式存储图像更安全,ORDB 效率更高,如表 3 和表 4 所列。

表 3 oracle 客户端 ORDB 方式和传统方式检索效率比较

查询要求	ORDB 语句	ORDB 结果(s)	传统语句	传统结果(s)
原始图像库中所有信息	select * from original_images;	1.003	select * from traditional_original_images;	1.072
原始图像库中一条记录	select * from original_images where img_no=88;	0.016	select * from traditional_images where img_no=88;	0.012
所有图像的底层特征	select * from image_lower_features;	0.912	select * from tra_img_lower_features;	1.281
一幅图像的底层特征	select * from image_lower_features where img_no=88;	0.022	select * from tra_img_lower_features where img_no=88;	0.034
所有图像的情感	select * from image_emotion;	0.944	select * from traditional_image_emotion	2.290
一幅图像的情感	select * from image_emotion where img_no=88;	0.022	select * from traditional_image_emotion where img_no=88;	0.034
图像对象所有属性	select * from dog;	1.00	select * from traditional_dog;	9.272
图像对象的部分数据-尾巴	select d.dog.tail from dog d;	0.850	select tail_hair_length,tail_hair_color,tail_hair_status,tail_state,tail_thick from traditional_dog;	3.384
一幅图像中部分属性-尾巴	select d.dog.tail from dog d where img_no=88	0.016	select tail_length,tail_hair_length,tail_hair_color,tail_hair_status,tail_state,tail_thick from traditional_dog where img_no=88;	0.038

表 4 检索系统中两种存储方式效率比较

查询方式(records)	传统方式(s)	ORDB 方式(s)
Ekman 高兴(59)	3s	0.08s(最多 813 ms)
Ekman 厌恶(31)	1.65s	0.06s
正中负中性(46)	2.4s	0.09s
尾巴上翘(21)	1.15s	0.08s(640 ms)
耳朵竖起(59)	2.9s	0.06s(437 ms)
示例查询(1)	2.35s	2.1s

除独特的优越性外,由于各方面因素的限制,该库仍存在瑕疵,有待于进一步完善:第一,库中图片内容单一,有待丰富;第二,对象数据采集主观性强,数据评价也较困难;第三,情感实验的被试来源较窄,个性化情感空有架构而缺乏数据。

结束语 本文确定了以图像、低层特征、对象和情感为主线的内容及存储结构,提出了图像多层语义描述的 Mpeg-7 框架,以 ORDB 技术构建了一个拥有 188 幅狗类图片、包含颜色及 Ekman、PAD 和正中负情感的多层语义图像数据库。与已有“图像库”相比,该图像库既重视库中数据又强调库的结构,是一个真正的图像库;它语义内容全面,具有可扩展的标准化内容描述框架,尽管目前仅含狗类数据,但未来将会发展成为一个图片内容丰富、适用于多种应用的公共图像资源库;另外,其还支持个性化。理论和实验证明,该库拥有正确

(下转第 562 页)

科学与技术,2011,5:83-84

- [2] W. 韦斯利. 艾肯菲尔德(小). 工业水污染控制[M]. 北京:化学工业出版社,2003:33-34
- [3] Pishvaie M R, Shahroki M. Control of pH processes using fuzzy modeling of titration curve[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2006, 157:2983-3006
- [4] Gustantafasson T K. Dynamic Modeling and Reaction Invariant Control pH[J]. Chem Eng Sci, 1983, 38:389-398
- [5] Kalafatis A D, Wang Liu-ping, Cluett W R. Identification of time-varying pH processes using sinusoidal signals[J]. Automatica, 2005, 41:685-691
- [6] Capel-Cuevas S, Cuellar M P, de Orbe-Paya I, et al. Full-range optical pH sensor array based on neural networks[J]. Microchemical Journal. 2011, 97:225-233
- [7] 赵科, 王铁生, 张计科. 三容水箱的机理建模[J]. 控制工程, 2006, 6:521-524
- [8] 卢佳琪. 基于 VC++ 平台的工程曲线绘图软件开发[J]. 电脑编程技术与维护, 2011, 8:15-16
- [9] 梅林. 基于模糊自适应 PID 的污水处理 pH 值控制系统研究

[D]. 北京:北京化工大学,2008

- [10] Mwembeshi M M, Kent C A, Salhi S. A genetic algorithm based approach to intelligent modeling and control of pH in reactors [J]. Computers and Chemical Engineering, 2004, 28:1743-1757
- [11] 王随平, 徐宏宇, 杜顺起. 钛黄粉生产污水处理中和过程模型的建立 [J]. 冶金行业应用, 2011, 4:108-109
- [12] Roger G, Franks E. Modeling and Simulation in Chemical Engineering [M]. America, 1972:85-90
- [13] 王建强, 沈愉乐. 多种微分方程数值计算方法分析[J]. 城市勘测, 2010, 8:117-118
- [14] 吴重光. 系统建模与仿真技术[M]. 北京:清华大学出版社, 2008:33-34
- [15] 夏静文. 污水处理设备系统模型研究与仿真[D]. 太原:太原科技大学, 2008:29-30
- [16] 徐江峰, 张战辉, 杨有. 基于 VC++ 的进程通信技术研究[J]. 计算机科学, 2007, 9:29-30
- [17] 姚莉. pH 过程自动控制系统研究与仿真[D]. 长沙:中南大学, 2007:4-5

(上接第 535 页)

合理的设计框架和实现方式, 语义内容相对完整, 支持多层次、多模态及个性化检索, 且效率更高, 具有独特的优越性。由于自身知识积累、时间、经费等条件限制, 图像库有待于进一步充实和完善。但瑕不掩瑜, 相关对比及实验表明, 该库的构建可能会有助于图像情感等研究的发展, 具有重要的研究和实践意义。

参 考 文 献

- [1] Porter J, Lin C-C, Smith D E, et al. Ecological image databases: From the webcam to the researcher[J]. Ecological Informatics, 2010, 5:51-58
- [2] 王伟凝, 贺前华. 基于色彩描述的图像情感语义查询[J]. 华南理工大学学报:自然科学版, 2008, 36(1):60-65
- [3] 石立桩, 余萍. 基于 Mpeg-7 的语义图像检索系统的研究[J]. 电力系统通信, 2005, 26(156):10-13
- [4] 王伟凝, 余英林, 张建超. 基于线条方向直方图的图像情语义分类[J]. 计算机工程, 2005, 31(11):7-9
- [5] 向红, 刘嘉敏, 谢海军, 等. 中国人人耳图像数据库的设计与建立[J]. 计算机工程, 2009, 35(18):275-277
- [6] 中国植物图像库[OL]. <http://www.plantphoto.cn/>, 2011-07-20
- [7] Lang P J, Bradley M M, Cuthbert B N. International Affective Picture System(IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual[R]. 2008:1-61
- [8] 黄宇霞, 罗跃嘉. 国际情绪图片系统在中国的试用研究[J]. 中国心理卫生杂志, 2004, 18(9):631-634
- [9] Muller H, Marchand-Maillet S, Pun T. The Truth about Corel-Evaluation in Image Retrieval [J]. Computer Science, 2002, 2383:38-39
- [10] 服装情感图像库[OL]. <http://www.clothingaffect.com/>, 2011-07

- [11] 李海芳, 贺静, 焦丽鹏. 基于颜色特征的图像情感分类[J]. 计算机应用, 2007, 27(2):453-455
- [12] 高彦宇, 王新平, 尹怡欣. 自然风景图像情感标识方法研究[J]. 小型微型计算机系统, 2011, 4:767-771
- [13] Mpeg-7 verview (version 10)[OL]. <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>, 2004-10
- [14] 黄崑, 赖茂生. 图像情感特征的分类与提取[J]. 计算机应用, 2008, 28(3):659-661
- [15] 刘焯, 陶霖密, 傅小兰. 基于情绪图片的 PAD 情感状态模型分析[J]. 中国图像图形学报, 2009, 14(5):753-758
- [16] 方予, 陈增强, 袁著社. 基于人工智能的情感模型建立[J]. 信息与控制, 2006, 35(6):673-678
- [17] 张李义, 李歆. 基于 Mpeg-7 的图像内容描述方案研究[J]. 情报学报, 2004, 23(3):313-319
- [18] 邓涛, 郭雷, 杨卫莉. 基于本体的图像语义标注与检索模型[J]. 计算机工程, 2008, 34(17):188-190
- [19] Federation Cynologique International for Dogs Worldwide (Standards and Nomenclature)[OL]. <http://www.fci.be/nomenclature.aspx>, 2011-03
- [20] 王超, 王志良. 基于个性和 OCC 的机器人情感建模研究[J]. 微计算机信息(测控自动化), 2005, 21(3):181-182
- [21] 赫尔雷格尔 D, 斯洛克福姆 J W, 伍德曼 R W. 组织行为学(第九版)[M]. 俞文钊, 丁彪, 等译. 上海:华东师范大学出版社, 2001:62-96
- [22] 李明, 叶晓俊. 对象关系数据库管理系统体系结构的研究[J]. 计算机科学, 2003, 30(8):73-75
- [23] 湛震. 图像数据库技术研究现状及展望[J]. 黑龙江科技信息, 2008
- [24] Pardede E, Rahayu J W, Taniar D. Object-relational complex structures for XML storage[J]. Information and Software technology, 2006, 49:370-384