

ZHINENG TUXIANG JIANSUO
GUANJIAN JISHU YANJIU

智能图像检索 关键技术研究

◎毛金莲 著

智能图像检索关键技术研究

Research on Key Technologies of Intelligent Image Retrieval

毛金莲 著

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

智能图像检索关键技术研究 / 毛金莲著. —北京: 北京理工大学出版社,
2015. 6

ISBN 978-7-5682-0825-3

I. ①智… II. ①毛… III. ①图象数据库-情报检索-研究 IV. ①G354.49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 131525 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 13

字 数 / 247 千字

版 次 / 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

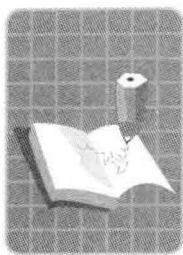
定 价 / 68.00 元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强



序 言

进入 21 世纪以来,以计算机和互联网络通信技术为代表的新兴信息科学与技术取得突破性进展,对世界各国的经济、科技、军事、教育和文化的发展都产生了深刻的影响。信息科学与技术带给人们最直接的一个好处是提高了社会生产力,进而对人们的日常生活和工作产生积极的影响。受此影响,近二十年来信息科学与技术持续快速发展,带动了世界范围内信息产业的繁荣。如今,大数据、云存储、云计算、人工智能和物联网等时下人们耳熟能详的词汇,从一个侧面很好地反映出了这场新兴技术变革对当今世界的影响。

然而,由于近代历史条件的影响,作为在当今世界有着举足轻重地位的发展中国家,中国在信息科学与技术方面不仅起步比较晚,而且在许多关键领域里远远落后于欧美等发达国家。譬如,在计算机硬件方面,全球半导体市场规模达 3 200 亿元,其中 54% 的芯片出口到中国,而国产芯片的市场份额只占 10%。高端的计算机芯片制造上,我国还是严重依赖于进口美国的 Intel 和 AMD 等公司的产品,而缺乏具有独立自主知识产权的高端芯片产品。在计算机软件方面,我国软件与世界先进国家相比,同样差距甚远。正如《软件项目过程管理保证软件质量》一书中所提到的,我国的软件工程化技术还远没有达到世界先进国家那样广泛应用的程度。软件开发项目超期、超预、最终产品质量得不到保证等问题还很严重。

有鉴于此,近二十年来我国在信息科学与技术研究上投入了大量的人力、物力和财力,以期能够在尽可能短的时间内提高我国的信息科学与技术水平,缩短与欧美等发达国家之间存在的差距。在国家层面上,推出国家高技术研究发展计划(“863”计划),国家重点基础研究发展计划(“973”计划)和核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品科技重大专项计划(核高基重大专项)等诸多重大科研项目计划,来资助国内学者和研究单位进行相关课题的研究探索。在省市县等各级政府层面上,结合各地的实际情况和需求,也纷纷推出相应的科研项目计划,用于激励相关科研工作者。令人欣喜的是,随着时间的推移,我国已经逐渐建立起了一大批高水平的信息科学与技术研究团队。在信息科学技术的许多研



究方向上,国内陆续有学者取得一系列的高水平科研成果。在国际顶级学术会议,如 IEEE 国际计算机视觉与模式识别会议 (IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR) 和国际计算机视觉大会 (International Conference on Computer Vision, ICCV), 以及国际顶级期刊 TPAMI (IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, TPAMI) 和 IJCV (International Journal of Computer Vision, IJCV) 等上面出现了越来越多的国内学者所发表的高水平研究论文,同时,论文受到国际同行的高度好评。

如今,不仅在清华大学、北京大学、中国科学院和浙江大学等这些国内一流研究型大学里有从事信息科学与技术研究工作的教师,而且在国内的众多普通科研院所里,也同样有许多投身于这一领域研究的科研工作者。本书的作者——毛金莲老师,浙江大学电子与通信工程硕士,现就职于浙江商业职业技术学院。该校一直以来都积极鼓励和大力支持广大教师参与各项科研工作,并且提供了非常良好的软、硬件环境基础,为科研工作的开展创造了非常有利的外部环境条件。作为从事信息科学与技术研究工作中的一员,毛金莲老师自参加工作以来,一直都密切关注国际、国内学术研究前沿发展,专注于计算机视觉和多媒体信息检索领域的研究工作。近三年来,她申请和承担过多个横向与纵向的科研项目,具有非常丰富的科研项目经验和宽广扎实的科研理论基础。她在图像检索方向上有比较深入的研究,并且取得了理论创新,在国际、国内学术会议和期刊上发表了若干高水平的研究论文。

《智能图像检索关键技术研究》是毛金莲老师多年从事多媒体信息检索研究工作的系统性总结,包含了她对当前国际、国内在智能图像检索关键技术研究上的个人分析与展望。在我看来,本书具有如下几个特点:

其一,选题紧跟时代步伐,内容新颖而全面。

智能图像检索技术研究是近年来计算机视觉、机器学习和多媒体信息检索领域内的一个交叉、热门研究主题,相关的科研成果可以直接应用与处理当前人们所面对的海量图像数据,具有非常强的现实应用价值。这一课题紧跟时代步伐,很好地把握住了时代发展的脉搏。该书围绕这一主题,对智能图像检索中涉及的关键技术,如图像特征表达技术、图像相似性度量技术、图像索引技术和图像检索结果评价技术等,按照智能图像检索技术的发展脉络,借助最新的研究成果,逐一进行了详细的介绍和总结归纳。可以说,本书的主题内容非常新颖,并且已经比较全面地涵盖了智能图像检索所涉及的若干关键技术。

其二,关键技术介绍图文并茂,重要算法实现有章可循。

本书在对智能图像检索关键技术进行介绍时,提供了大量制作精美的算法流程图和示意图。图文结合的方式一方面使得对关键技术的介绍准确生动,另一方面也增强了该书的可读性,便于读者理解和掌握。与此同时,对于书中涉及的若干重要算法,作者还提供了核心伪代码或源代码,使得对算法的实现有章可循,

易于工程实现。

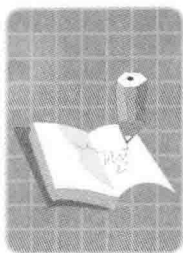
其三，学术参考价值和工程实用性并重。

该书对近年来智能图像检索中关键技术进行了比较系统的梳理和介绍，对于从事多媒体信息检索，尤其是智能图像检索研究方向的相关研究者，具有非常好的学术参考价值。与此同时，本书对部分重要算法还提供了相应的程序伪代码或源代码，同时还给出了一些图像检索相关的网络开源资源信息，这对于从事该领域的工程人员，具有非常好的工作实用价值。

真诚地希望本书能够为从事智能图像检索相关研究的国际、国内同行提供一些有益的帮助。同时，期待毛金莲老师能够在后续的科研工作中取得更多、更好的科研成果，在科研道路上越走越远，为我国的信息科学与技术的发展做一份贡献！

浙江商业职业技术学院 孔勇奇

2015年5月20日



前言

本书的背景

伴随着近年来计算机软硬件技术、互联网络通信技术和智能移动终端（如智能手机和智能平板电脑）的飞速发展，尤其是从传统静态单向的 Web 1.0 互联网络过渡到注重用户交互与分享的 Web 2.0 以及最新的以个性化和网络化为主要特征的智能 Web 3.0，拍摄及获取数字图像资源对于人们来说变得越来越容易。作为传统网络信息内容浏览者的广大网络用户，在 Web 2.0 和 Web 3.0 网络技术支持下，不再只是网络上信息内容的获取者，而是转变为诸多网络内容的创作者。

随着互联网络这一发展变化而来的是：互联网络上的数字图像数据资源呈现出前所未有的爆炸式增长，同时，出现了各式各样的互联网络图像分享站点（如 Flickr、Picasa 和 Facebook 等）顺势迅速发展壮大的局面。作为一种非常重要的多媒体信息类型，数字图像运用光和影的技术，记录着人们现实生活中的点滴，在人们的日常生活和工作中扮演着重要的角色。据统计，早在 2011 年，Flickr、Picasa 和 Facebook 上用户上传的照片数量就已经分别突破 60 亿、70 亿和 600 亿张。如今，仅仅 Facebook 上每天就有超过 3 亿张用户图片被上传。

面对如此海量的网络数字图像数据资源，如何进行有效的组织、管理和检索，以方便图像数据的增量式存储和用户的快速准确检索，就成为计算机视觉、机器学习和多媒体信息检索研究领域内迫切需要解决的难题。现实中应用的巨大需求与理论研究的重要价值，吸引了一大批的研究者从事该问题的研究。

本书作者长期以来一直关注如何采用智能算法快速地从海量数字图像数据中进行目标图像的检索，即智能图像检索问题，并对智能图像检索中所涉及的图像视觉特征表达、相似度度量、图像语义信息保持和网络图像自动标注等关键技术问题，进行了比较深入的探索研究。一般来说，智能图像检索技术研究综合了多个不同学科的相关理论知识和研究成果，譬如计算机视觉中特征提取技术、数据挖掘中的数据聚类 and 分类技术、多媒体信息检索中数据索引技术和生命科学中的人脑认知原理等，首先依据图像所关联的文本描述、图像的视觉内容和图像高层



语义信息等,对图像进行智能化分析与处理,得到图像的特征表达;接着构建高效的数据组织结构(如图像数据索引中的图像倒排表),对图像数据进行有效的组织;然后利用特定的智能检索算法,将图像特征表达作为算法输入,计算输入的检索文本或图像与图像数据库内的其他图像数据之间的相似度、关联度或排序值;最后依据计算结果,对图像数据库内的图像数据按照某种规则进行排序,将满足某些条件的目标图像排序后返回给用户,从而实现从海量数字图像数据中快速准确地检索出用户需要的目标图像。

事实上,智能图像检索技术最早的研究可以追溯到20世纪70年代。当时,图像检索多是利用图像的标注文本信息,进行基于文本的图像检索(Text based Image Retrieval, TBIR)。这种方法是将图像文本描述转化为数字图像的特征表达,通过计算文本单词之间的语义相似性来查找关联图像。这一阶段的图像检索技术本质上是一种文本检索技术,因此,大量采用文本分析相关技术进行数据的预处理和后期计算。这种技术主要存在三个不足之处:其一是严重依赖于用户预先标注的图像文本信息,众所周知,对图像进行人工标注存在比较强的个人主观性,因而图像标注结果也存在比较强的主观性,进而使得依据文本得到的特征表达不够稳定和可靠;其二是对图像进行人工标注,需要耗费比较大的人工劳动量,即费时费力,并不适合处理大规模的图像检索问题;其三是图像所包含的语义信息通常是复杂多样的,正所谓“一图胜千言”,使用文本描述往往难以充分准确地描述图像全部的内容。

90年代以后,计算机软、硬件技术的革新使得计算能力和存储能力得到大幅提升,促使大量计算机视觉算法(如图像特征提取算法)不断涌现,逐渐出现了基于图像内容的图像检索(Content based Image Retrieval, CBIR)。相比于基于文本的图像检索技术,基于图像内容的图像检索技术并不是依据用户预先的标注信息,而是根据图像本身的视觉内容信息,比如图像颜色信息、纹理信息、图像内所包含的对象的形状和边缘等,提取出相应的图像视觉特征表达作为图像特征,然后将图像视觉特征作为算法输入,进行图像相似度匹配、排序等操作,从而实现对图像的分析与检索。相对而言,基于图像内容的图像检索技术具有如下两个主要优点:① 图像特征表达更具客观性和稳定性。基于文本的图像检索技术,需要人来对图像进行逐一标注,并且标注文本的主观性比较强,而基于图像内容的图像检索技术是直接根据图像内容本身,采用计算机视觉和图像处理领域里的特征提取技术,自动地提取出相应的图像特征表达,因此特征表达更具客观性和稳定性。② 图像特征提取过程高度自动化,减少人工劳动量。通常只要研究者设计好图像的视觉特征提取算法,并采用程序设计语言将其转化为对应的代码,就可以自动地对当前输入的图像进行特征提取,得到相应的图像特征表达。可以说,整个图像提取过程是高度自动化的,有效地减少了人工劳动量。

然而,由于语义鸿沟问题,计算机获取的图像视觉信息与用户对图像内容理

解的语义信息之间有时是不一致的,这会导致底层的图像视觉特征与高层的语义检索需求之间的巨大鸿沟,使得实践中无论是基于文本的图像检索还是基于图像内容的图像检索,都无法满足人们对图像检索的需求。

很显然,图像内容和图像文本是相互关联的,不可分割的两个部分,也就是说,图像的视觉特征与语义特征之间是相互联系的,在对图像进行分析与理解时,两者缺一不可。在进行图像检索时,割裂图像的视觉特征和语义特征的做法是片面的,必然导致图像有用信息的丢失。为了解决这个问题,最近出现了一些基于语义的图像检索技术研究。这类研究主要是对图像检索系统中的检索 query 图像的语义和图像数据库中的图像本身所包含的语义进行分析研究。这类研究的一个关键问题是如何找到图像底层视觉特征与高层语义之间的关联,如何结合图像的视觉特征和语义特征进行特征融合学习,提供与人类认知模式一致的语义检索功能,这也是近年来智能图像检索技术研究中的一个重点研究问题。值得一提的是,本书作者在基于非负矩阵分解的图像检索算法研究工作中,提出一种保持图像几何和语义相似性的图像检索算法,该算法成功地将图像的几何特征与语义特征表达约束、统一到同一个非负矩阵分解算法框架中,并取得了比较好的实验效果。

除了图像相关的文本描述和图像内容外,智能图像检索过程中的用户交互行为也是一个值得关注的研究点。通常,人们在进行图像检索时,采取的是“由粗到细,逐步求精”的策略。前几轮的检索过程往往只提供比较少的可用信息,而与检索系统的交互反馈过程会根据检索的结果选择出部分相关的图像。因此,在图像检索过程中,如何智能地根据用户的反馈信息,动态地调整图像检索算法,提高图像检索系统的准确性,是智能图像检索技术中相关反馈技术的研究内容,也是提高智能图像检索准确度的一个有效途径。

此外,传统的图像检索技术的研究多是针对公共的图像数据集,如 Corel5K、MSRA-MM2.0、VOC2012 和 NUS-WIDE 等图像数据库,面向的多是日常通用的 PC 机或服务器平台,而在实际应用中出现了需要面向智能移动终端,比如智能手机中的 Android 手机操作系统平台,进行移动端的智能图像检索,还有面向特定微机平台的特殊用途图像检索等。在这些特殊的运行平台上,受到可用的内容和计算资源的限制,智能图像检索技术需要进行精心定制,从而催生出面向特定平台的图像检索技术研究。与之相似的,由于实际应用的需要,待检索的图像可能并不是常见的风景、人物、车辆等照片,而是商标图案、纺织品图案、医用药材图片等。对这些特殊类型的图片,其本身具有内在的视觉特性,同时,长期以来人们积累了比较丰富的图像辨识知识,因此,在进行智能图像检索时,通过对这些图像的视觉特性和人类积累的辨识知识进行充分的数据挖掘,可以有效地提高图像检索的准确率。为此,部分研究者将目光投射到面向特定应用的图像检索技术研究。不过对这类面向特定应用的图像检索技术研究工作,目前只有零星的一些研究工作,还缺少比较系统的综述性工作的出现。



虽然目前已经有比较多的研究著作对智能图像检索技术或相关的理论技术进行了介绍,但是系统地对当前的智能图像检索关键技术的发展情况进行综述的著作还比较少。为此,本书结合作者的个人研究内容,对当前智能图像检索研究中所涉及的诸多关键技术的研究发展情况做了梳理,分门别类地进行详细的介绍和分析对比。一方面,参照传统的智能图像检索关键技术发展,逐一对基于文本的图像检索技术、基于内容的图像检索技术和基于语义的图像检索技术进行介绍;另一方面,与现有其他人的工作不同,本书还对最近出现的面向特定平台的图像检索技术研究和针对特定应用的图像检索技术研究进行了综述。可以说,本书已经涵盖了智能图像检索中的绝大多数关键技术和应用问题,做到内容新颖、结构完整。

本书的意义

承上所述,智能图像检索技术研究是当前国际、国内计算机视觉、机器学习和多媒体信息检索领域内的一个公共的热门研究主题。随着近年来图像数据的不断增长,现实应用中的海量图像检索应用需求变得十分迫切,相应地也吸引了众多研究人员投身其中。本书旨在对当今智能图像检索中的关键技术的研究发展情况进行一个比较系统的总结和分析对比,同时结合本书作者自身在这一领域内的相关研究成果来进行介绍,因此,本书的内容紧跟时代步伐,具有广泛的实用价值和理论研究意义。

目前已有的关于网络图像检索或者普通图像检索的研究专著多是针对传统的图像检索问题,通常分为基于文本的图像检索、基于内容的图像检索和基于语义的图像检索进行介绍,较少会对最近出现的面向特定平台的图像检索技术和针对特定应用的图像检索技术进行比较好的概括和介绍,而现实应用中,实际应用平台的差异和用户具体需求的不同,使得图像检索技术需要在不同应用平台和不同应用环境下都能够使用,因此,非常有必要对这两部分内容进行比较好的梳理总结。可以说,本书在这一方面填补了国内外现有的相关著作的空白。

此外,本书不仅对智能图像检索中的关键技术做了详细介绍,而且对部分核心算法提供了相应的伪代码或源代码,在附件中还提供了图像检索相关技术内容介绍,因而本书包含了比较全面的智能图像检索基础理论知识和工程实践指南,便于相关研究者在工程实践中对智能图像检索技术进行选择 and 实现。

本书的读者对象

从本书所包含的内容来说,本书涉及计算机科学与技术、信号处理、机器学习和数学等相关基础知识。具体而言,则是计算科学中的计算机视觉、计算机程序设计、数字图像处理、多媒体信息检索和自然语言处理等;信号处理中的图像信号处理技术,如图像变换、图像的分解、图像增强等;机器学习中数据的分类、预测、聚类和识别算法等;数学中主要是凸优化和概率论等。因此,一方面,本书可以作为高等院校计算机科学与技术、多媒体检索、模式识别和智能信息处理

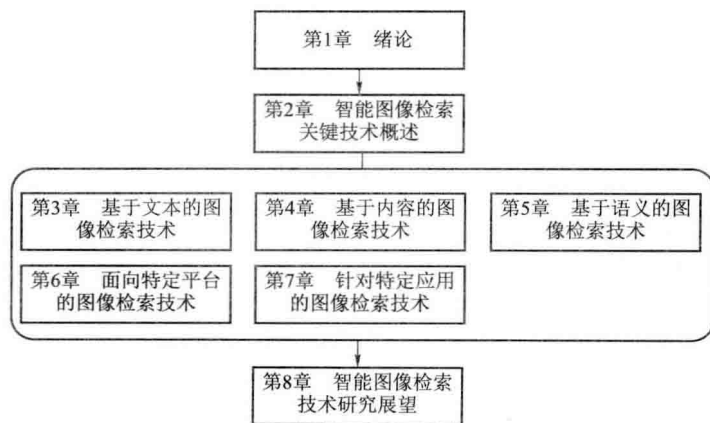
等相关研究方向的学生的参考教材；另一方面，本书涉及的相关内容也可供从事相关领域内研究的科研工作者作为参考。此外，本书中包含的部分重要算法的伪代码或代码，也可以作为从事智能图像检索相关的工程人员在工程实践中的参考资料。

本书涵盖的内容

智能图像检索技术本身涵盖丰富的内容，自下而上包括：底层的图像特征提取算法、图像特征的表示方法、图像特征的融合方法、图像数据索引与组织、搜索引擎核心算法、用户交互行为的反馈、图像检索结果的优化和重排序以及图像检索结果的呈现技术等。本书是一本智能图像检索领域的学术专著，重点介绍智能图像检索中的若干关键技术的基础知识、典型方法和现有的国内外相关研究情况。为了便于叙述，本书参考一些已有的研究，对这些具体的技术内容按照检索算法所基于的数据或所面向的平台与应用进行了组织与划分，分别归类为：基于文本的图像检索技术、基于图像内容的图像检索技术、基于语义的图像检索技术、面向特定平台的图像检索技术和针对特定应用的图像检索技术。其中，前面三类图像检索技术是目前绝大多数图像检索文献里经常提及的三种划分方式。正如本文前面所言，近年来受现实应用的需求驱动，出现了面向特定平台的图像检索技术和针对特定应用的图像检索技术，这两种图像检索技术与其他智能图像检索技术最关键的区别在于：这类检索技术方案在设计的过程中需要考虑到平台的特殊性约束或者需要依据图像数据的自身特点进行相应的优化设计。

本书的组织结构

本书按照智能图像检索所涉及的相关关键技术划分为 8 章，各章节所包含的内容以及组织关系如图所示。



全书内容组织结构图

第 1 章介绍本书的研究背景、核心研究问题及所面临的挑战和该课题研究的意义。



第2章对智能图像检索所涉及的若干关键技术进行简要概述,对现有的方法进行介绍和讨论。

第3~7章分别介绍基于文本的图像检索技术、基于内容的图像检索技术、基于语义的图像检索技术、面向特定平台的图像检索技术和针对特定应用的图像检索技术。

第8章对智能图像检索的未来研究方向和期待突破的技术难点进行展望。

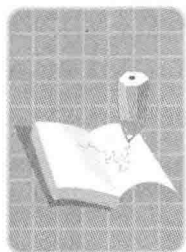
致谢

全书由浙江商业职业技术学院毛金莲老师撰写、统稿,在写作过程中得到了浙江商业职业技术学院信息技术学院沈凤池院长的关怀与指导,以及浙江商业职业技术学院孔勇奇教授、丁荣涛教授、杨泳波副教授的鼓励与支持,在此表示衷心感谢!本书参考了国内外智能图像检索领域内的相关研究者的部分研究成果,并在文章中给出了相应的标注,在此表示衷心的感谢!正是因为来自各方的指导、鼓励、支持和帮助,本书才得以顺利出版。

本书的撰写虽几经努力,但限于能力与水平,难免有不足与纰漏之处,恳请各位专家、学者和广大读者批评指正。

毛金莲

2015年4月 于杭州



目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 核心研究问题及挑战	16
1.3 课题研究的意义	18
参考文献	18
第2章 智能图像检索关键技术概述	20
2.1 图像特征提取与表达	21
2.1.1 基于文本描述的图像特征	22
2.1.2 基于图像内容的视觉特征	22
2.1.3 基于图像高层语义的特征	48
2.2 图像相似度度量	52
2.2.1 L_1 距离/ L_2 距离和 L_p 距离	52
2.2.2 直方图相交距离	53
2.2.3 二次式距离	53
2.2.4 马氏距离	53
2.2.5 非几何的相似度方法	54
2.3 图像索引技术	55
2.3.1 基于颜色特征的索引技术	55
2.3.2 基于形状特征的索引技术	57
2.3.3 基于纹理特征的索引技术	58
2.3.4 基于对象空间关系的索引技术	58
2.3.5 多维图像特征的索引技术	59
2.4 图像检索评测指标	61

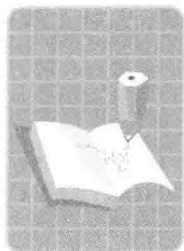


2.5 图像评测数据集	62
2.5.1 Caltech256	62
2.5.2 Corel-5K 图像数据库	63
2.5.3 MSRA-MM2.0 多媒体数据集	63
2.5.4 NUS-WIDE 图像数据集	64
2.6 本章小结	65
参考文献	65
第3章 基于文本的图像检索技术	70
3.1 基于文本的图像检索简介	70
3.2 图像索引数据库的构建	71
3.3 关键字的匹配查找	72
3.3.1 单关键字匹配算法	73
3.3.2 多关键字匹配算法	74
3.4 基于文本的图像检索的问题与挑战	75
3.5 本章小结	76
参考文献	76
第4章 基于内容的图像检索技术	78
4.1 一种保持视觉和语义相似性的非负矩阵分解及其在图像 检索中的应用	78
4.1.1 NMF 算法回顾	80
4.1.2 VSNMF 算法	80
4.1.3 实验测试	82
4.1.4 实验结论	84
4.2 自适应多视图学习算法及其在基于内容的图像检索中的应用	85
4.2.1 相关工作	86
4.2.2 自适应多视角学习算法	87
4.2.3 实验分析	91
4.2.4 实验结论	94
4.3 基于多特征选择的图像检索算法	94
4.3.1 多轮廓特征提取	95
4.3.2 多轮廓特征选择	98
4.3.3 实验测试	100
4.4 本章小结	102

参考文献	103
第 5 章 基于语义的图像检索技术	106
5.1 图像内容层次结构	106
5.2 语义鸿沟问题	108
5.3 图像语义提取方法	108
5.3.1 利用系统知识的语义提取	109
5.3.2 基于系统交互的语义生成	109
5.3.3 基于外部信息的语义提取	110
5.4 图像自动语义标注方法	111
5.4.1 图像自动语义标注方法	111
5.4.2 基于稀疏典型性相关分析的图像标注方法	115
5.5 本章小结	123
参考文献	123
第 6 章 面向特定平台的图像检索技术	127
6.1 面向微机与服务器的图像检索技术	127
6.2 面向 Internet 的图像检索技术	132
6.3 面向智能移动终端的图像检索技术	134
6.4 面向分布式计算和存储平台的图像检索技术	137
6.5 本章小结	141
参考文献	142
第 7 章 针对特定应用的图像检索技术	143
7.1 针对特定自然图像的图像检索技术	143
7.2 针对情感语义图像的图像检索技术	145
7.2.1 图像情感信息 (Image emotion information)	146
7.2.2 图像情感标注 (Image emotion labeling)	146
7.2.3 基于情感语义的图像检索系统的研究	148
7.3 本章小结	150
参考文献	150
第 8 章 智能图像检索技术研究展望	151
附录 A 图像相关开源工具包资源	156
A1 开源图像处理工具包	156



A1.1	OpenCV	156
A1.2	EmguCV	157
A1.3	Image Processing Toolbox	157
A1.4	VLFeat	158
A2	开源图像检索引擎	158
A2.1	GRire	158
A2.2	Caliph&Emir	159
A2.3	Apache Lucene	159
A2.4	Nutch	159
A2.5	Egothor	159
A2.6	BDDBot	159
A2.7	Zilverline	159
A2.8	Constellio	160
A2.9	起点 R3 企业级搜索引擎	160
A2.10	Katta 分布式 Lucene	161
附录 B	部分重要算法伪/源码	162
B1	Boyer-Moore (BM) 关键字匹配算法	162
B2	Wu-Manber 多关键字匹配算法	164
B3	颜色空间转换函数	166
B4	PCA 主成分分析代码	171
B5	AMVL 自适应多视角学习算法代码	173
B6	Sparse CCA 稀疏典型性相关分析	178
作者简介		192



第 1 章

绪 论

1.1

研究背景

近年来,伴随着图像获取、存储及显示等相关技术的飞速发展,数字图像作为一种常见的多媒体数据格式,借助于计算机数字图像处理技术的支持,将从现实世界里采集到的图像信号转换为数字信号存储下来,并在人们的日常生活、工作和娱乐等诸多方面得到了广泛应用。与此同时,计算机软、硬件技术及互联网通信技术日新月异的发展,使得人们可以非常容易地通过互联网来浏览和获取存储在互联网站点上的大量数字图像资源;此外,随着移动终端设备(如具有拍照功能的智能手机和 iPad 等)和数码相机的日趋廉价和普及,人们可以随时随地拍摄图像并通过互联网将其上传到图像网站上,从而与他人分享。正因如此,数以万计的数字图像被来自世界各地的广大用户不断地创造和分享出来。

受此影响,网络数字图像数据资源呈现出前所未有的海量爆炸式快速增长,各式各样的网络图像分享网站和社交网站,如 Flickr、Picasa 和 Facebook 等也随之出现并迅速发展壮大起来。图 1-1 显示了目前国际上主要的几个社交网络的全球分布图。

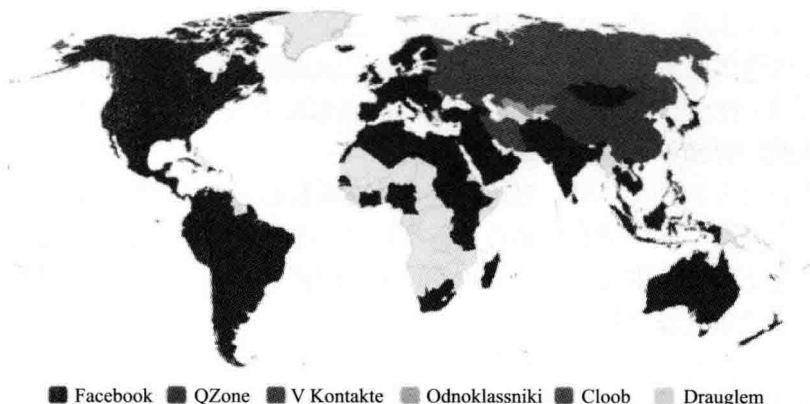


图 1-1 社交网络分布世界地图(来自网易科技报道)