

周明全 耿国华 韦娜 著

基于内容图像 检索技术

清华大学出版社



基于内容图像检索技术

周明全 耿国华 韦娜 著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书从理论方法研究与实现技术角度,总结归纳了基于内容图像检索(CBIR)技术的研究与进展,并融入了作者多年来的相关研究与应用成果,系统地介绍了CBIR的主要概念、基本原理、典型方法、实用范例以及新动向。本书共有12章分为五部分:第一部分是概述,分析了CBIR的体系结构、技术现状和发展趋势;第二部分讨论图像特征提取,给出图像低层特征(颜色、形状、纹理、空间关系)和图像高层特征(语义)提取算法,论述了综合图像多特征的检索方法以及三维模型检索的前沿研究;第三部分是优化,论述了特征优化与过程优化;第四部分给出了相关性评价与量化评价的通用方法;第五部分介绍原型系统与应用实例,介绍了作者设计实现的原型检索系统与应用实例。

本书注重理论分析与算法实践相结合,体系完善,书中所列算法均已调试通过,配有适量习题,每章均附有参考文献与小结,便于参考查阅。本书内容详实,比较实用,可供电子工程、计算机科学与技术、媒体制作和生产、远程教育和医疗、公安、遥感等领域的科技工作者参考,亦可作为高校电子工程、计算机及相关专业研究生教材。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

基于内容图像检索技术/周明全,耿国华,韦娜著. —北京:清华大学出版社,2007.7
ISBN 978-7-302-14797-8

I. 基… II. ①周… ②耿… ③韦… III. 图像数据库—检索方法 IV. G354.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第027952号

责任编辑:袁勤勇 徐跃进

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印装者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75

字 数:383千字

版 次:2007年7月第1版

印 次:2007年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:28.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:012273-01

前言

FOREWORD

伴随着 Internet 的高速发展,图像信息快速增长,从海量的数字图像集合中快速提取有价值的知识已成为人们的迫切需求。自 20 世纪 90 年代起,基于内容的图像检索(content-based image retrieval, CBIR) 技术应运而生,成为智能信息处理领域的研究热点。

传统的图像检索过程,先通过人工对图像文字标注,再用关键字来检索图像,这种依据图像描述的字符匹配程度提供检索结果的方法,简称“字找图”,既耗时又主观多义。基于内容的图像检索克服“字找图”方式的不足,直接从待查找的图像(查找对象)视觉特征出发,在图像库(查找范围)中找出与之相似的图像,这种依据视觉相似程度给出图像检索结果的方法,简称“图找图”。基于内容的图像检索分为三个层次,一是依据提取图像本身的颜色、形状、纹理等低层特征进行检索;二是基于图像的低层特征,通过识别图像中的对象类别及对象间的空间拓扑关系进行检索;三是基于图像抽象属性(场景语义、行为语义和情感语义)的推理学习进行检索。上述三个层次由低到高,与人的认知接近。下一个层次通常包含了比上一个层次更高级的语义,而更高层的语义往往通过较低层的语义推理而获得。每个层次的检索算法有别,相邻层次则须研究其映射关系。由此可见,基于内容的图像检索涉及图像处理、计算机视觉、数据挖掘、机器学习、模式识别、人机交互等诸多领域,极富挑战性,可应用于社会安全、遥感、医学、数字图书馆、建筑、计算机辅助设计、地理信息系统、商标版权管理等诸多领域,应用前景广阔。

本书从专著和科研的角度出发,参考了国内外相关文献,汇聚该领域经典成果与前沿研究,给出了我们在图像检索体系与算法上的研究与实例。

本书共有 12 章分为五部分:第一部分概述(第 1 章),分析了 CBIR 技术的现状和发展趋势,给出了 CBIR 系统的体系结构、特点与分类;第二部分图像特征提取(第 2 章~第 8 章),其中第 2、第 3、第 4、第 5 章分别给出图像的颜色、形状、纹理、空间关系等低层特征提取算法,第 6 章给出基于图像语义的高层特征提取算法,第 7 章论述了综合图像多种

特征的检索方法,第8章给出了三维模型检索的前沿技术;第三部分优化技术(第9章~第10章),分别为基于顺序选择和随机算法的特征优化与基于相关反馈的过程优化;第四部分性能评价(第11章),论述了测试数据集的创建、相关性评价以及量化评价的通用方法;第五部分(第12章)讨论原型系统与应用实例,介绍了自主设计的二维图像和三维模型的检索系统,实现的近30种图像检索算法,并给出了应用实例。每章均附有参考文献与小结,便于参考查阅。

多年来,我们跟踪CBIR新技术的发展并深入研究,受到国家自然科学基金、863高技术研究发展计划等多个项目的资助,成果已应用于数字博物馆建设、医学影像数据库、三维模型检索、文物碎片分类、辅助文物复原等多个系统建设之中。我们愿通过总结、归纳、整理这方面的系列成果,为推动该技术的发展尽绵薄之力。由于作者的理论水平和实践经验有限,书中不妥与疏漏之处在所难免,敬请读者指正。

作者
2007年5月

目

录

CONTENTS

第 1 章 基于内容图像检索技术概述.....	1
1.1 图像检索的发展	1
1.2 基于内容图像检索的系统结构	2
1.3 基于内容图像检索的特点	3
1.4 基于内容图像检索方法的分类	3
1.4.1 外部图例查询.....	3
1.4.2 内部图例查询.....	4
1.4.3 草图查询.....	4
1.4.4 综合检索方法.....	5
1.5 基于内容图像检索的应用	6
1.6 基于内容图像检索的典型系统	7
1.6.1 QBIC	7
1.6.2 Virage	8
1.6.3 Retrieval Ware	8
1.6.4 Photobook	8
1.6.5 VisualSEEK 和 WebSEEK	9
1.6.6 Netra	11
1.6.7 MARS	11
1.6.8 SIMPLIcity	11
1.6.9 其他系统	13
参考文献	13

第 2 章 基于颜色特征的图像检索	17
2.1 原色系统	17
2.2 颜色空间的变换	18
2.2.1 线性变换颜色空间	19
2.2.2 Munsell 颜色表系统	21
2.2.3 CIE 颜色空间	21
2.2.4 HSV 颜色空间	22
2.3 颜色量化	24
2.3.1 颜色量化的定义	24
2.3.2 常用的色彩量化方法	24
2.4 基本颜色特征的表达及相似性度量	35
2.4.1 颜色直方图	35
2.4.2 二值颜色集	36
2.4.3 模糊颜色直方图	36
2.4.4 度量方法	40
2.5 结合颜色与空间信息的图像检索方法	43
2.5.1 分块的颜色矩方法	43
2.5.2 颜色关联图	45
2.5.3 颜色一致向量	47
2.5.4 空间颜色直方图	50
2.6 基于彩色特征点的对象查询	51
2.6.1 图像预处理	51
2.6.2 彩色特征点的选取	51
2.6.3 彩色特征点的表征	52
2.6.4 相似性度量	53
2.6.5 索引和搜索策略	53
2.6.6 实验结果及分析	54
2.7 小结	55
参考文献	55
第 3 章 基于形状特征的图像检索	61
3.1 图像增强	61
3.1.1 图像增强方法分类	62
3.1.2 基于粗糙集的增强算法	62
3.1.3 图像增强算法评价	63
3.2 图像分割	65
3.2.1 图像分割的定义	65
3.2.2 数据驱动的分割	65
3.2.3 模型驱动的分割	66

3.3	图像规格化	70
3.4	形状特征描述	72
3.4.1	简单的形状全局特征描述子	72
3.4.2	典型的形状特征检索方法	76
3.5	小结	95
	参考文献	95
第4章	基于纹理特征的图像检索	99
4.1	空间域纹理分析	99
4.1.1	人眼视觉感受的 Tamura 纹理特征	99
4.1.2	改进的游程长度方法	102
4.1.3	Laws 纹理能量方法	104
4.1.4	自相关函数方法	105
4.1.5	纹理谱方法	105
4.1.6	LBP 算法	106
4.1.7	灰度共生矩阵方法	107
4.1.8	灰度-梯度共生矩阵方法	110
4.2	基于频率域的纹理分析方法	112
4.2.1	傅里叶变换法	112
4.2.2	基于傅里叶变换的纹理特征提取	113
4.3	空间/频率域联合纹理分析法	114
4.3.1	基于 Gabor 滤波的纹理特征提取	114
4.3.2	基于小波变换的纹理特征提取	116
4.4	分形纹理特征	126
4.4.1	分形的理论基础	126
4.4.2	分形维数的估计方法	126
4.5	小结	128
	参考文献	128
第5章	基于空间关系的图像检索	131
5.1	图像中对象的表示	131
5.2	图像中对象间的拓扑关系	132
5.2.1	拓扑描述的数学基础——点集拓扑	132
5.2.2	拓扑空间关系描述——九元交模型	134
5.3	图像中对象的方向关系	135
5.3.1	点状对象间方向关系描述	136
5.3.2	面状对象间方向关系描述	137
5.4	二维投影间隔关系	138
5.5	空间相似性算法	140

5.5.1	常用的空间相似性算法	140
5.5.2	旋转修正角	141
5.5.3	旋转修正的相似性算法	143
5.6	小结	144
	参考文献	144
第6章	基于语义的图像检索	147
6.1	图像检索中的语义处理方法	147
6.1.1	图像语义层次模型	147
6.1.2	图像语义提取方法	148
6.2	自动语义标注	149
6.2.1	无监督语义标注	149
6.2.2	监督语义标注	150
6.3	基于语义空间的图像检索	152
6.3.1	基于图像流形的相关反馈	153
6.3.2	基于图像流形的表示	154
6.4	基于情感模型的感性图像检索	156
6.4.1	情感模型	156
6.4.2	感性图像检索	158
6.4.3	实验分析	159
6.5	小结	161
	参考文献	161
第7章	综合多特征的图像检索	165
7.1	多特征组合的相似性度量结构	165
7.2	结合颜色与形状特征的图像检索	166
7.3	结合形状与空间位置特征的图像检索	168
7.3.1	形状特征的匹配	168
7.3.2	空间位置关系的匹配	169
7.3.3	二值商标图像的形状与空间位置匹配方法	170
7.3.4	实验及结果	171
7.4	综合颜色、形状和空间位置的图像检索	172
7.4.1	图像分割	172
7.4.2	颜色、形状和空间特征的提取	172
7.4.3	相似度计算	172
7.5	结合形状与纹理特征的图像检索	173
7.6	小结	174
	参考文献	174

第 8 章 三维模型检索	177
8.1 三维模型检索综述	177
8.1.1 统计特征提取方法.....	178
8.1.2 骨架提取方法.....	180
8.1.3 几何学的特征提取方法.....	181
8.1.4 方法比较.....	182
8.2 三维模型检索技术	183
8.2.1 基于形状的检索技术.....	183
8.2.2 基于拓扑结构的检索技术.....	187
8.2.3 基于图像比较的检索技术.....	188
8.3 小结	189
参考文献.....	189
第 9 章 图像检索中的特征优化	193
9.1 特征选择优化	193
9.2 特征选择评价	194
9.2.1 特征必备特点.....	194
9.2.2 特征选择评价.....	194
9.3 特征选择算法	199
9.3.1 特征选择算法概述.....	199
9.3.2 顺序特征选择算法.....	200
9.3.3 基于主成分分析的特征选择算法.....	201
9.3.4 基于遗传算法的特征选择算法.....	203
9.3.5 基于粗糙集的特征选择算法.....	204
9.4 小结	208
参考文献.....	208
第 10 章 图像检索中的相关反馈过程优化	211
10.1 移动查询点.....	212
10.2 特征权重的调整方法.....	212
10.2.1 特征内部归一化.....	214
10.2.2 特征之间的归一化.....	215
10.2.3 图像特征权重的调整.....	215
10.3 确定最优查询规则的方法.....	217
10.4 基于支持向量机的相关反馈图像检索算法.....	218
10.5 基于记忆学习的图像检索模型.....	219
10.5.1 图像语义连接网络.....	220
10.5.2 基于语义连接网络的图像聚类.....	222
10.5.3 图像间潜在语义相似性分析.....	223



10.5.4	图像间基于语义的相似性·····	224
10.6	小结·····	225
	参考文献·····	225
第 11 章	图像检索系统性能评价 ·····	229
11.1	建立大规模的测试数据集·····	229
11.2	获取相关性评价的通用方法·····	230
11.3	量化评价方法·····	230
11.3.1	查全率和查准率·····	231
11.3.2	排序评价方法·····	232
11.3.3	匹配百分数·····	232
11.3.4	tau 系数·····	233
11.3.5	检索评分法·····	233
11.3.6	相似性排序百分比(PSR)·····	235
11.4	小结·····	235
	参考文献·····	235
第 12 章	基于内容图像检索的原型系统及应用实例 ·····	239
12.1	基于内容图像检索原型系统·····	239
12.1.1	基于内容的二维图像检索原型系统·····	239
12.1.2	基于相关反馈的图像检索原型系统·····	243
12.1.3	基于内容的三维模型检索原型系统·····	245
12.2	基于内容的图像检索应用实例·····	249
12.2.1	医学影像数据库中的应用·····	249
12.2.2	数字博物馆的 Web 查询·····	251
12.2.3	乳腺癌辅助诊断系统中的应用·····	252
12.2.4	基于相关反馈的文物图像语义标注·····	253

基于内容图像检索技术概述

随着多媒体技术及 Internet 网络的迅速发展,图像信息资源的检索已成为国内外研究的热点。建立有效的图像描述和检索机制已成为迫切需要解决的问题。原始数据是形成知识的源泉,可以是结构化(数据库中的数据)、半结构化(文本、图像、图形)数据,也可以是分布在网络上的不同构型的数据。关于图像信息的检索技术经历了图像特征文本描述→图像表层视觉特征→图像语义内在特征的 3 个阶段。

基于内容的图像检索涉及信息检索、图像处理、计算机视觉、机器学习、人工智能等诸多研究领域,是一个有发展前途的研究方向。期望通过对基于内容检索技术问题的探讨,为推动这项技术的发展尽绵薄之力。

1.1 图像检索的发展

20 世纪 70 年代末,主要通过对图像进行人工文字注解,利用文本检索实现对图像特征的查找。这种采用对图像建立关键词等文本描述信息的方式已越来越不能适应网络信息检索的要求,不仅费时费力,而且文字也很难反映图像中的完整内容(李 2001)。

20 世纪 90 年代初,随着大规模图像集不断涌现,研究人员相继提出了基于内容的图像检索(content-based image retrieval, CBIR)。使用颜色、纹理、形状及区域等视觉特征,成为图像检索技术研究的主流。根据例图在大图像集中进行检索,实现了图像视觉内容特征的检索,这种以图找图的查询模式是对“以关键字找图”的一大突破。

根据图像的表层视觉特征进行检索还不能满足基于图像语义的智能检索需求,基于语义图像检索已成为解决图像简单视觉特征和用户检索丰富语义之间存在的“语义鸿沟”问题的关键,这也是计算机视觉、模式识别领域的一个难点。

基于内容的图像检索技术研究的热点可分为 4 个方面。最初的图像检索研究主要集

中于如何合适的全局特征去描述图像内容和采用什么样的相似性度量方法进行图像匹配。第二个研究热点是基于区域的图像检索方法,其主要思想是通过图像分割技术提取出图像中的物体,然后对每个区域使用局部特征来描述,综合每个区域特征可得到图像的特征描述。前两个研究方向可称为以图像为中心的方法,对于用户的需求缺乏分析。第三个研究热点就是针对这一问题展开的,借助相关反馈的思想,根据用户需求及时调整系统检索时用的特征和相似性度量方法,从而缩小底层特征和高层语义之间的差距。第四个研究热点是研究如何从多种渠道获取图像语义信息(Han and Guo 2002),如何将图像底层特征与图像关键词结合进行图像自动标注以提高检索准确率等(Zhu et al 2001)。

1.2 基于内容图像检索的系统结构

基于内容图像检索的体系结构划分为特征提取和查询两个子系统,如图 1.1 所示。

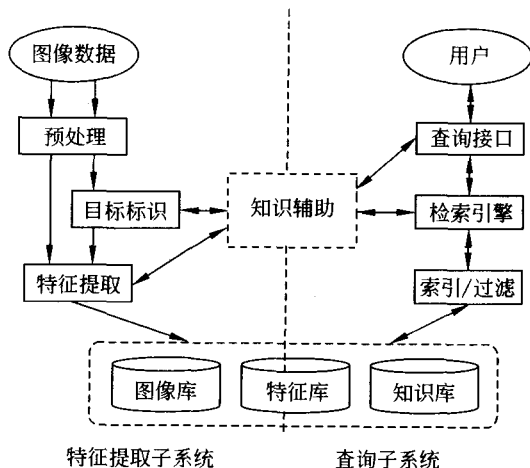


图 1.1 基于内容图像检索的体系结构

- (1) 预处理包括图像格式的转换、规格化,图像的增强与去噪等功能。
- (2) 目标标识即标识出图像中用户感兴趣的区域或对象,以便针对目标进行特征提取并查询。
- (3) 特征提取包括提取图像颜色、纹理、形状、空间位置关系等特征。
- (4) 数据库由图像库、特征库和知识库组成。图像库为数字化的图像信息,特征库包含自动提取的内容特征,知识库包含专门和通用知识,有利于查询优化和快速匹配,知识库中知识表达可以更换以适用于各种不同的应用领域。
- (5) 查询接口提供一个友好的用户界面。包括可视化的输入手段和结果浏览功能。
- (6) 检索引擎中包括一个有效可靠的相似性测度函数集。
- (7) 检索引擎通过索引/过滤模块达到快速检索的目的。

1.3 基于内容图像检索的特点

基于内容图像检索技术的主要特点有:

(1) 基于内容检索突破了传统的基于表达式检索的局限,从媒体内容中提取信息线索。利用图像内容特征建立索引进行检索。使得检索过程更加有效,适应性更强。

(2) 基于内容图像检索是一种近似匹配的技术。由于相同内容的图像有不同的表现方式,例如同一场景下的图片有远景和近景之分。而且图像信息的内容比较丰富,相互关联性比较强。

(3) 大型数据库的快速检索。在实际的多媒体数据库中,不仅数据量巨大,而且种类和数量繁多,因此要求 CBIR 技术快速地对多媒体信息的检索。

(4) 以相关反馈为有效手段。当用户提供一幅查询草图(sketch)或图像,并要求找出与此相似的图像时,其意识中已经有了相似性判别标准。理想情况下,系统的相似性度量应该与用户的判别一致,它涉及人类视觉系统对图像的认知和高层语义的解释。因此通过用户的相关反馈,检索系统学习用户的意图和准则来指导图像检索过程,有效提高图像检索的效率。

1.4 基于内容图像检索方法的分类

基于内容的图像检索方法可分为外部图例查询、内部图例查询、草图查询和综合查询(Boujemaa et al 2003, Brunelli and Mich 2000, Egenhofer 1996)。

早在 1980 年就有文献(Chang and Fu 1980)提出了图例查询的概念,图例查询是一种由一幅或多幅图像实例构造查询的图像检索技术。

1.4.1 外部图例查询

外部图例查询(query by external pictorial example)中的示例图像来源于检索系统的外部,也就是说给定的图像不是数据库中存储的图像。用户可以数字化一张照片,也可以在 Internet 或别的什么地方找一幅质量比较好的图片作为示例,要求系统在数据库中搜索相似的图像。

例如,当一个企业需要注册商标的时候,可以将其新的商标作为示例检索数据库,以确定没有太多相似的已注册的商标。执法机构也可以使用外部图例查询将现场犯罪痕迹与犯罪记录库的信息相比较寻找破案线索。已经有系统成功地根据一个指纹在指纹数据库中快速地确定指纹所有者,而且数据库可能十分庞大。1994 年美国联邦调查局(FBI)的指纹档案中存储了一亿多张指纹卡片,而每张卡片又包含了 10 个指纹。我们还可以举出一些外部图例在执法过程中的应用,比如警察可以向检索系统提供保安摄像机拍摄的劫匪的照片,系统在警察局存档的嫌疑犯照片库中搜索并返回与之相似的图像列表。

外部图例查询的优势在于用户在表达其信息需求时的简单性。用户仅需提供一幅或多幅图像,或许也需要调整一些参数,如各种特征的权重等。检索过程中并不需要特定的

数据库查询语言方面的知识。

同时应该注意的是,尽管用户向系统提供了自己认为很重要或很有代表性的图像,系统也有可能不能精确地满足用户所希望的相似性需要。“相似性”对系统而言是一些特征值的相似,虽然系统尽可能地用特征值相似来模拟人类视觉甚至感觉上的相似性,但这两者之间总不可避免地存在一些差异。这一点常常使得那些使用外部图例查询的用户中的新手感到困惑不解。

当用户很难提供一个示例图像时,外部图例查询的可用性将大打折扣。也许在某种情况下,在系统外部寻找一幅示例图片所付出的代价甚至有可能超过直接在数据库中寻找图像的代价。

总之,外部图例查询的优点是易用,缺点是需要付出一定的努力向系统提供外部示例图像。

1.4.2 内部图例查询

内部图例查询(query by internal pictorial example)中的示例图片是从检索系统的数据库中选出的。当没有可用的外部示例图片时,用户可以从可用的图像集中选择查询图片。系统在其他方面的功能与外部示例图片基本上一致。

为了比较内部与外部示例查询,我们拿前面提到的抢劫嫌疑犯的照片的检索作例子。如果保安摄像机没有拍摄到有效的劫匪的照片,警察只有依赖于目击者。目击者没有必要一张一张地翻阅警察局存档的嫌疑犯照片库,通过图例查询,目击者可以先选择一张看上去比较像嫌疑犯的照片,比如两者都有络腮胡子,然后从系统给出的所有相似者列表中快速确定搜索目标。

内部图例查询的优势在于不再需要为了进行图例查询而首先从外界寻求或构造一幅示例图片。但是,系统要求用户必须首先在数据库中找到一幅类似的图片,这个过程可能是相当费时费力的。所以内部图例查询经常与其他检索方法结合使用以避免这个问题。比如可以先通过直接查询缩小图像搜索范围,然后再使用内部图例查询。

总之,内部图例查询的优点是用户不再为获得一个外部示例图片而烦恼,缺点是仍然需要用户付出努力在数据库中找到一幅合适的示例图片。

1.4.3 草图查询

草图查询(query by sketch)是图例查询的一种形式,其中的示例图像由用户创建。用户为他希望得到的图像勾画一张草图,所以也有人把这种查询机制称为查询画布(query canvas)(文献(Jain 1996))。用户在查询画布上组织或编辑一些预定义的图片元素以创建一幅示例图像。检索系统为此必须为用户提供一些图像部件(如各类纹理)和作图工具。

我们还是拿前面提到的抢劫嫌疑犯的照片检索作例子,这里向系统输入的示例图像是一张嫌疑犯的简略肖像草图,它是由有关专家根据目击者的叙述描画的。有时目击者可以通过组合一些诸如头发、鼻子、眼睛等部件的照片而构造一张脸。

与自然图像相比,人工创作的草图具有更高的抽象性,用户只需勾画出他所寻找的图

片的重要部分,在这方面草图查询要比其他使用已有图片的图例查询更具优势。

草图查询的缺点是它要求用户或多或少要有一些艺术才能。由于大多数的用户不具备足够的这方面的才能,草图查询在大多数的场合下仅用来指出图像中对象的位置或一些对象的全局属性。

可见,草图查询的优点是用户可以根据需要指出最重要、最感兴趣的图像细节,缺点是草图的创建不像想象的那么容易,而且很难建立草图与图像之间的映射关系。图 1.2 是利用草图查询的一个例子。

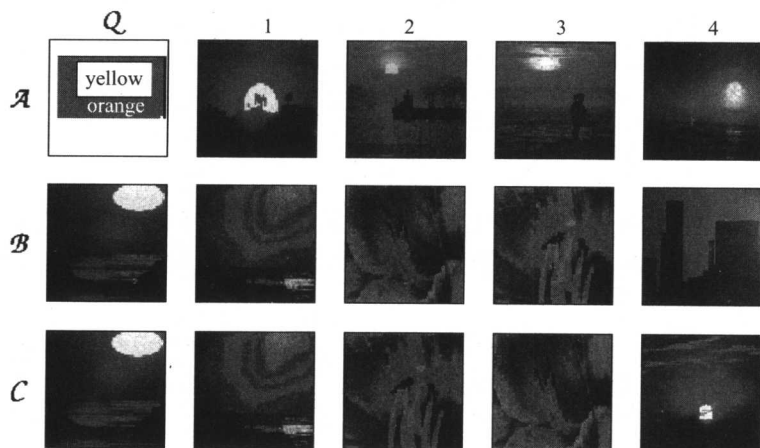


图 1.2 草图查询

1.4.4 综合检索方法

大多数的图像检索系统都或多或少地综合应用了上述的各种检索方法。系统可以对同一个数据库提供多种检索方法的接口,但更有意义的是在一次检索会话中综合应用不同的检索技术。后一种情况下,检索系统将是多个应用不同检索方法的子系统的有机集成,子系统之间通过输入与输出的对接完成通信与交互。

能够进行集成的各种检索方法的子系统的数目常常受到子系统之间交互能力的限制。图像检索系统流程图(见图 1.3)描述了一种检索方法进行集成的可能性。“用户输入”子系统主要考虑到用户输入的几种可能。如果用户向系统输入示例图像,只有外部图例查询和草图查询是可用的;当然用户也有可能不给系统提供任何输入,但希望系统给出有关数据库内容的概要信息,这时将由系统而不是用户直接初始化检索过程,用户将直接浏览数据库内容。

所有交互式检索方法将检索出的图像显示给用户,这也正是这类系统的目的。用户将检阅输出的图像结果集,此时用户的行为即为直观浏览,几乎所有的图像检索系统都不可避免地要使用这一检索方法。当然,极端的情况下,某些检索功能较弱的系统有可能只提供了直观浏览的检索方法。

外部图例查询、草图查询和两种直接查询的输出将送至直观浏览显示给用户,这四种方法并不使用浏览检索的输出结果,而这个结果是由于浏览检索过程中用户做出选择而

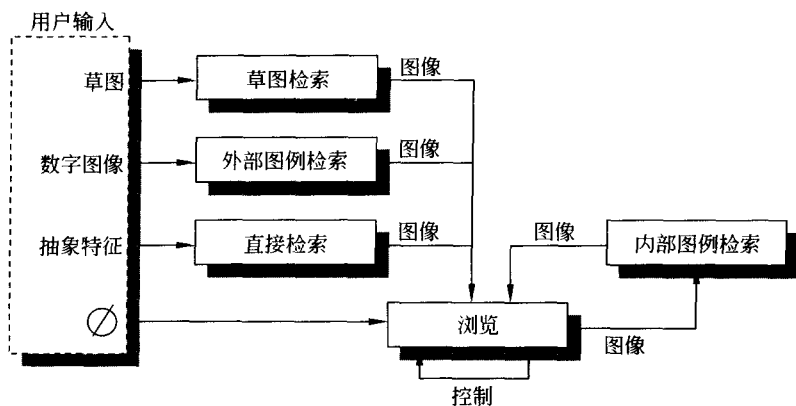


图 1.3 综合运用各种检索方法

产生的。草图查询需要有用户创作的输入图像，而外部图例查询需要从数据库以外提供一个示例图像，如果示例图像来源于数据库，系统可使用内部图例查询手段提供检索服务。

总之，图像检索系统在集成各类检索方法时应考虑到不同的方法的功能和限制，使其在不同的应用场合和检索过程中发挥出最大优势。

1.5 基于内容图像检索的应用

基于内容图像检索技术的应用非常广泛，具体内容如下所述。

1. 知识产权保护

科技的飞速发展使得人们越来越关注知识产权的保护问题。许多知识产权的载体都是图像，最明显的是商标和艺术作品。商标知识产权体现在专用的文字描述和专用的图形标记两个方面。为了防止侵权，需要通过严格的商标审查程序来确认新申请的候选商标是否与已注册商标过分相似。专用文字描述的近似审查可以通过各种字符串匹配和变换算法实现。毫无疑问，利用基于内容的图像检索技术实现商标的专用图形标记的自动审查具有非常现实的意义。

2. 新一代网上搜索和数字图书馆

网络正逐渐渗透到人们的日常生活中，除了文本资源外，网上还存在非常丰富的图像资源。新一代网上搜索引擎应该具有协助用户从海量而且无序的网上图像资源中寻找符合要求的图像的能力。除了对图像内容的分析外，基于 Web 的图像搜索引擎还要提供友好的查询界面和快速的联机反应能力。

3. 医学和遥感图像的分析 and 处理

尽管传统的图像处理领域早就开始涉足医学和遥感图像的分析 and 处理的研究，但它们仍然是一个开放的研究课题，无论是民用还是军事，医学和遥感图像的分析 and 处理都具有非常重大的现实意义。特别当图像规模增加时，准确有效的图像分析手段以及快速的